

土木研究所資料

限界状態設計法による斜張橋の耐風設計

に関する調査研究報告書（その1）

平成7年6月

建設省土木研究所
構造橋梁部構造研究室

Copyright © (1995) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

限界状態設計法による斜張橋の耐風設計 に関する調査研究報告書（その1）

構造研究室 室長 佐藤弘史
主任研究員 日下部毅明
部外研究員*¹ 鹿島智博
部外研究員*² 小野洋

要旨

限界状態設計法の考え方にに基づき、斜張橋の耐風設計をより合理的なものにするための調査研究の中間報告である。本報告では、ガスト応答によって発生する応力の統計的な評価、およびケーブルの風による振動の際に問題となる曲げ応力を精度良く評価するための試みが記述されている。

キーワード 斜張橋、風荷重、ガスト応答、二次応力、有限要素法、シミュレーション

*1 部外研究員在職期間（平成4年4月から5年3月まで）

*2 部外研究員在職期間（平成5年4月から6年3月まで）

まえがき

近年、設計手法および施工技術等の著しい発達に伴って、橋梁が長大化・柔構造化する傾向にあり、吊橋や斜張橋形式が積極的に採用されることも多くなってきた。そのため、橋梁に与える風の影響も大きくなっており、規模によっては風荷重は、活荷重、温度荷重および地震荷重等と比べても無視できない大きさとなる場合もある。

現行の斜張橋の耐風設計は風荷重を除き、道路橋示方書（道示）¹⁾における設計体系からは独立した形で実施されることが多い。そこで、風によって発生する諸問題を、他の荷重による設計と一貫性のある視点から取り扱えるようにするために、限界状態設計法に基づいて荷重の特性や応力の評価を行うことを試みた。現段階では全ての調査が完結していないので、ここでは、中間的な報告として、風の乱れによって発生するガスト応答の効果およびケーブル振動による曲げ応力の解析手法の研究結果をとりまとめた。

目 次

まえがき

1. 調査の概要	1
2. ガスト応答の調査	1
2.1 調査の概要	1
2.2 対象斜張橋のモデルと基本解析	2
2.2.1 対象橋梁	2
2.2.2 固有値解析	7
2.3 ガスト応答解析	13
2.3.1 ガスト応答解析の諸因子	13
2.3.2 ガスト応答解析結果	17
2.3.3 ガスト応答解析の結果と考察	19
2.4 風荷重による発生応力の計算	25
2.4.1 解析条件の設定	25
2.4.2 各種物理量の母集団分布	33
2.4.3 シミュレーション解析	36
2.5 風荷重の評価	46
2.5.1 設計風荷重の強度	46
2.5.2 設計風荷重による変位・断面力および応力度	46
2.5.3 応力比の算定結果	48
2.5.4 考 察	50
2.6 ガスト応答調査のまとめ	51
3. ケーブル振動によって発生する曲げ応力の推定	53
3.1 研究の概要と従来の研究	53
3.1.1 研究の概要	53
3.1.2 従来の研究	53
3.1.3 本調査の概要	54
3.2 解析方法	55
3.2.1 解析方法の検討過程	55
3.2.2 有効な解析方法	55

3.3 解析結果	58
3.4 今後の課題	60
4. 今後の予定	61
参考文献	62
謝 辞	62
付録-1 ガスト応答の調査の付表	63
付録-2 ケーブル二次応力解析の詳細	105

1. 調査の概要

近年、設計手法および施工技術等の著しい発達に伴って、橋梁が長大化・柔構造化する傾向にあり、吊橋や斜張橋形式が積極的に採用されることも多くなってきた。そのため、橋梁に与える風の影響も大きくなっており、規模によっては風荷重、活荷重、温度荷重および地震荷重等の設計上クリティカルとなる荷重と比べても無視できない大きさとなる場合もある。

ところで、現行の斜張橋の耐風設計は風荷重を除き、道路橋示方書（道示）¹⁾における設計体系からは独立した形で実施されることが多い。このため、風によって発生する諸問題を、他の荷重による設計と一貫性のある視点から取り扱えるようにするために、限界状態設計法に基づいて荷重の特性や応力の評価を行うことを試みたものである。

調査の全体計画としては、まず、風によって発生する応力の大きさを解析等によって求め、これに対して発生頻度をモデル化し、他の荷重によって発生する応力との比較から、各種の限界状態に対応した設計荷重を設定することを考えた。対象としては、風荷重、渦励振、ガスト応答、およびケーブル振動によって発生する応力を選んだ。このうち風荷重は静的風荷重とガスト応答とを併せて考慮したものであり、主に終局限界状態を念頭に応力の解析を実施した。渦励振、ガスト応答、およびケーブル振動に関しては疲労限界状態を念頭においた。なお、フラッターおよびギャロッピング等発散的な現象に関しては、応力および他の荷重との組み合わせが検討の対象とならない現象であるため、検討の対象からはずした。

現段階では全ての調査が完結していないので、本報告書では中間的な報告として、風の乱れによって発生するガスト応答が風荷重におよぼす効果、およびケーブル振動による曲げ応力の解析手法の研究結果を報告する。

ガスト応答に関しては、ガスト応答解析およびシミュレーションに基づき風の作用により発生する応力（再現期間50年超過確率10%に対応）を試算し、道路橋示方書の設計風荷重による応力と比較した。最終的には、これに基づいて限界状態設計法の体系における風荷重などが議論されるべきであるが、議論はそこまで到達していない。ケーブルの曲げ応力解析に関しては、応力面からは疲労限界状態のみが議論の対象となると考えられ、また振動数が高いため繰り返し回数も200万回に容易に達すると考えられるため、頻度の検討もあまり有意義ではない。むしろ問題は振動によって発生する応力そのものが十分に明らかでないことである。そこで既存の実験結果を参考に、ケーブルに発生する応力の解析手法を検討することにした。そこで有限要素法によって既存の実験結果を説明することが試みられ、実験と解析結果の一致を得ることもできたが一般性のある結論は得ることができなかった。

2. ガスト応答の調査

2. 1 概要

風の変動特性を考慮した斜張橋の風荷重の試算は、固有値解析、ガスト応答解析の結果をもとに風速および乱れ強さの変動特性を表現したシミュレーション解析によって行った。調査フローを図-2.1に示す。ガスト応答解析は不規則に変動する風荷重に対して発生する応力を確率論的に推定するものである。これによって発生する応力は設計風速および周囲の地形条件によって異なるためいくつかの条件を設定した。

限界状態設計法において終局限界状態を議論する場合には、通常ある再現期待値を設定し、これに対応する荷重を設定する。このために、風速、気流の性質等の風荷重を決定する要因の確率密度分布

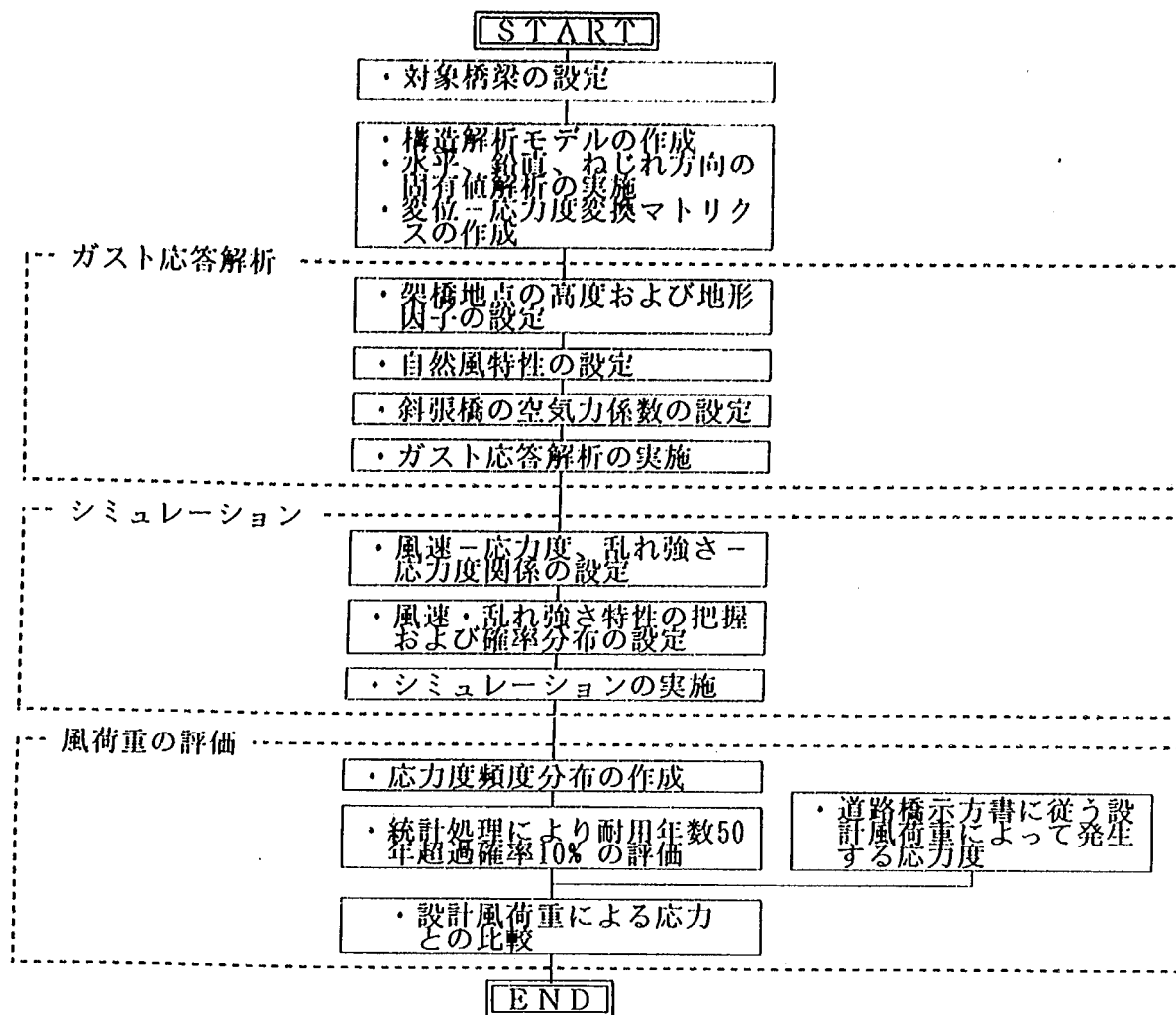


図-2.1 調査フロー

を仮定し、この分布に基づいて発生させた一様乱数によって500年分の応力度を求めたのがシミュレーションである。これによって50年非超過確率10%の風を求め、道路橋示方書によって計算される応力との比較を行った。

2.2 対象斜張橋のモデルと基本解析

2.2.1 対象橋梁

本検討の目的は、国内でも数多く見られる中小規模の斜張橋の設計を考察することであるが、風荷重の影響が出やすい橋梁として、対象規模の上限と考えられるスパンを有する橋梁を選んだ。対象とした3径間連続鋼床版箱桁斜張橋の一般図を図-2.2に示す。この橋梁は支間割が159+340+159mで、主桁は鋼床版箱桁、主塔は逆Y型、ケーブルは1面吊りである。1P側の側径間部は1Aへ向かって拡幅されており、1Pではピボット支承を用いているため1Pと2Pにおける主桁の支承条件は異なっている。

この橋梁の断面諸元をもとに、斜張橋全体系をモデル化した構造解析モデルを作成し、固有値解析を行って着目点における振動モードを算出した。解析モデルを図-2.3に示し、支点条件を表-2.1に示す。着目点は支点条件が1Pと2Pでは異なることを考慮して、風荷重による影響が大きいと思われる主塔基部2点(1P、2P)、主桁の主塔位置2点(1P側 Pt.24、2P側 Pt.73)、中央径間中央

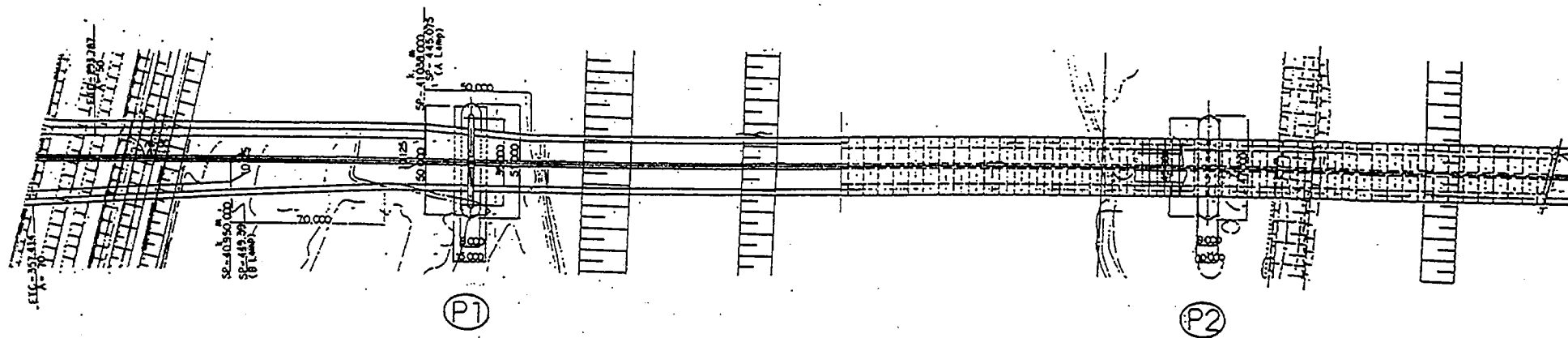


图-2.2 对象桥梁 一般图

(Pt. 49)および側径間中央2点(Pt. 8、Pt. 89)の合計7点とした(図-2.4)。

また、後述するガスト応答解析で算出される着目点の応答値を応力換算するマトリクスを、この構造解析モデルから作成する。主桁、主塔の応力度を算定する位置を図-2.5に、その位置の断面諸元を表-2.2、表-2.3に示す。

表-2.1 支点条件

		橋 軸 X	鉛 直 Y	水 平 Z	橋 軸 T X	鉛 直 T Y	水 平 T Z
主 桁	A1端部		○				
	中央			○			
	P1端部	○	○	○			
	P2端部		○				
	中央			○			
	A2端部		○				
主 塔	P1、P2	○	○	○	○	○	○

表-2.2 主桁の断面性能

格 点	A cm ²	I _x cm ⁴	I _y cm ⁴	y ₁ cm y ₂	x ₁ cm x ₂
P T 8	10811	2.38477×10 ⁸	4.17882×10 ⁹	138.59 206.51	1340.0 655.0
P T 2 4	11246	2.65421×10 ⁸	5.02848×10 ⁹	151.17 194.53	1196.0 622.7
P T 4 9	10058	2.30164×10 ⁸	4.17128×10 ⁹	136.05 209.06	1340.0 655.0
P T 7 3	11246	2.65421×10 ⁸	5.02848×10 ⁹	151.17 194.53	1196.0 622.7
P T 8 9	12105	2.83313×10 ⁸	4.35943×10 ⁹	159.61 185.89	1340.0 655.0

PT8 :側径間中央 (1 P側)

PT24:主塔位置 (1 P側)

PT49:中央径間中央

PT73:主塔位置 (2 P側)

PT89:側径間中央 (2 P側)

表-2.3 主塔の断面性能

格 点	A cm ²	I _z cm ⁴	I _y cm ⁴	y ₁ cm y ₂	z ₁ cm z ₂
1 P 基部	5731.5	0.8786×10 ⁸	0.7933×10 ⁸	161.0	167.9 142.1
2 P 基部	5731.5	0.8786×10 ⁸	0.7933×10 ⁸	161.0	167.9 142.1

- Pt. 8 ; 側径間中央 (1P側) 主桁
- Pt. 24 ; 1P主塔位置主桁
- Pt. 49 ; 中央径間中央主桁
- Pt. 73 ; 2P主塔位置主桁
- Pt. 89 ; 側径間中央 (2P側) 主桁
- Pt. 133 ; 1P主塔基部
- Pt. 233 ; 2P主塔基部

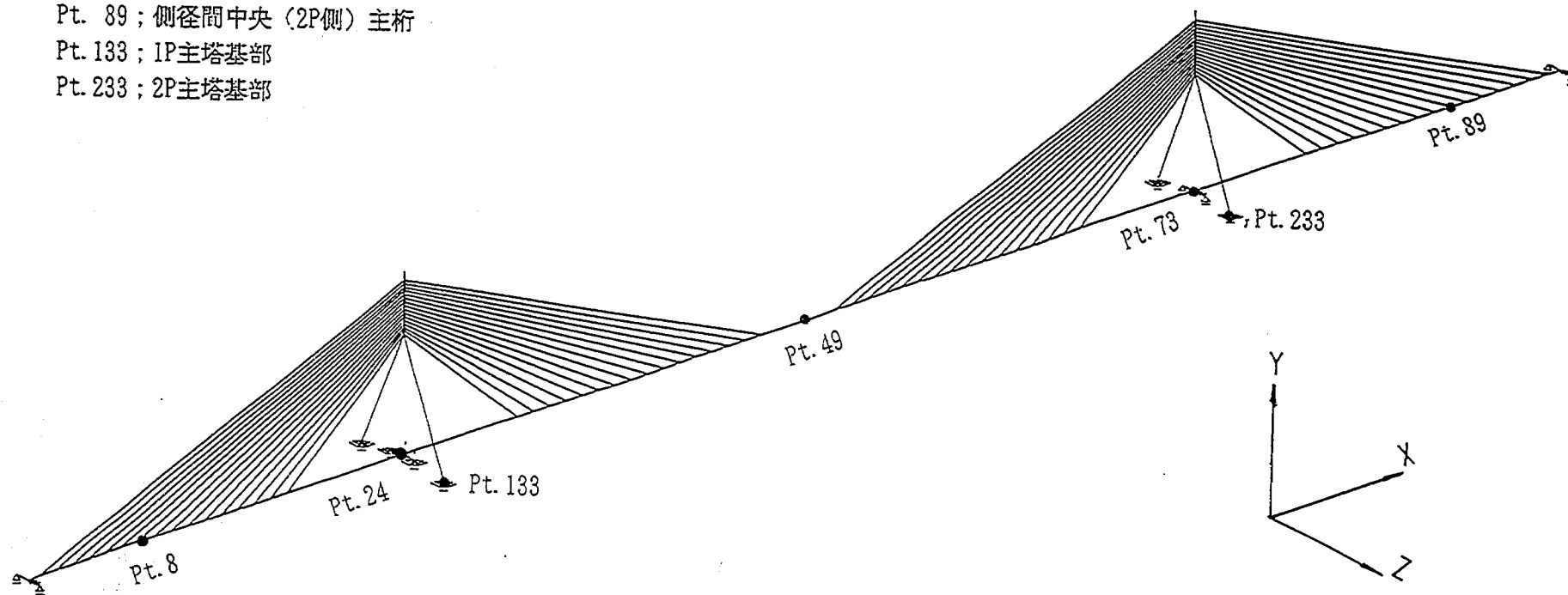
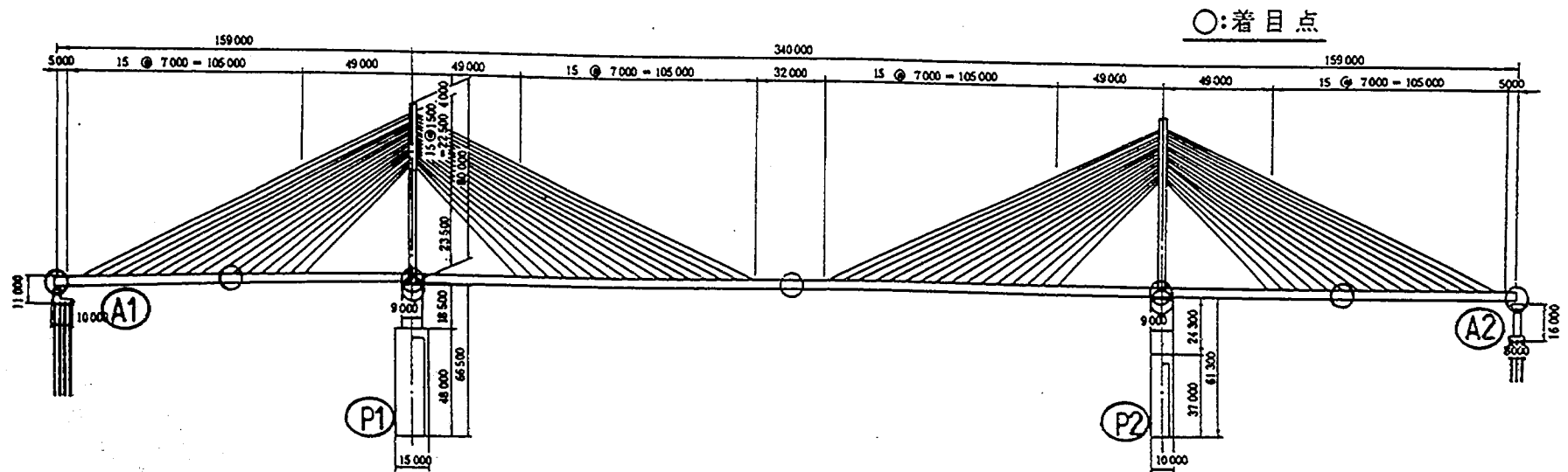
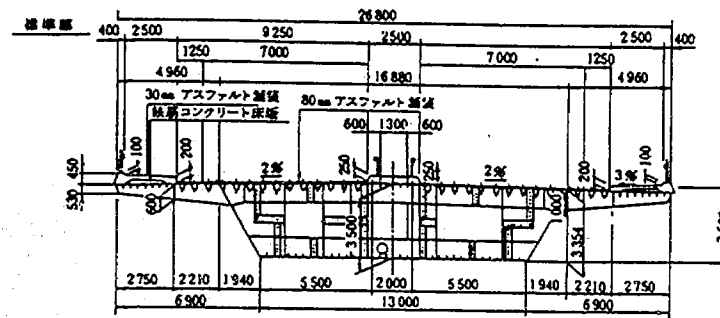


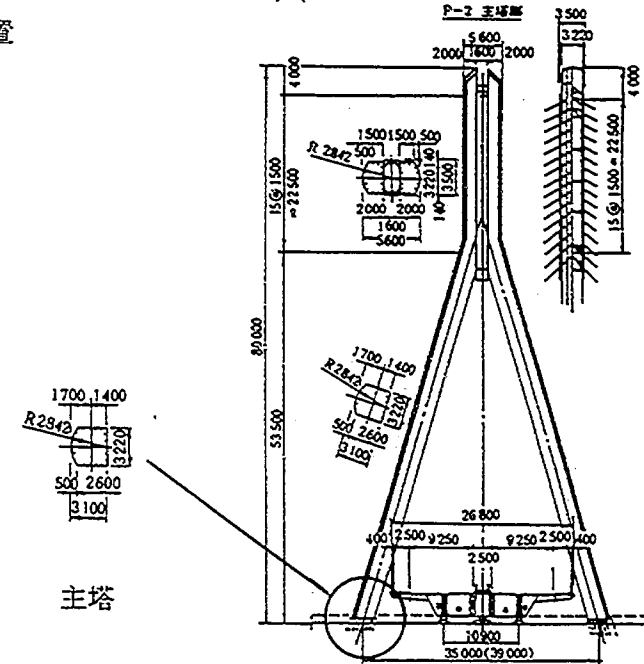
図-2.3 構造解析モデル



(1) 着目点の位置



主桁



主塔

(2) 着目点の断面形状

図-2.4 応力着目点

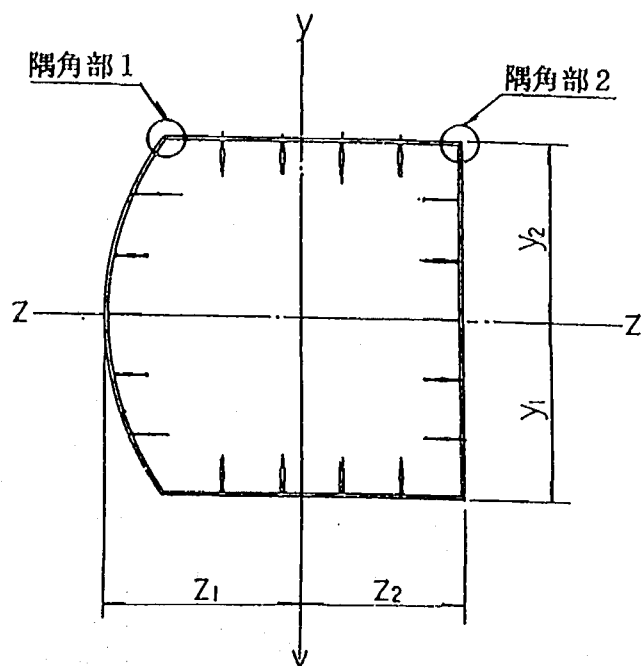
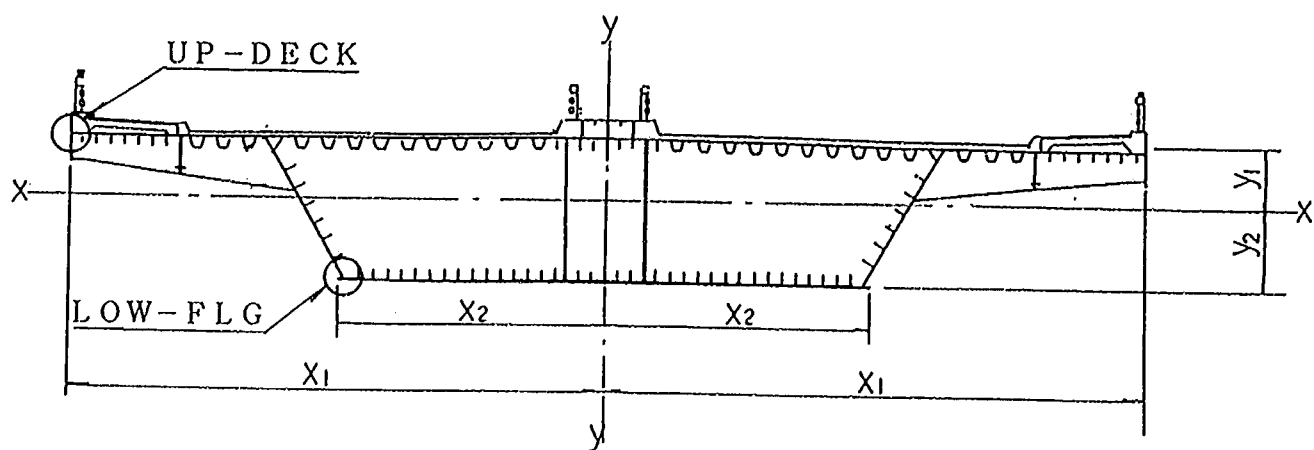


図-2.5 応力度算定位置

2. 2. 2 固有値解析

固有値解析は表-2.4の拘束条件のもと、主桁と主塔の水平たわみ、鉛直たわみ、ねじれの各自由度について30次までの振動モードを求めた。固有値解析結果を表-2.5、振動モード図(1~5次、ただしねじれ方向は除く)を図-2.6に示す。

表-2.4 固有値解析の拘束条件

成 分	主 桁				ケ ー プ ル			主 塔	
	X	Y	Z	T	X	Y	Z	X	Z
水平たわみ			○	○				○	○
鉛直たわみ		○						○	
ね じ れ				○				○	

表-2.5.1 固有値解析結果 (抗力方向)

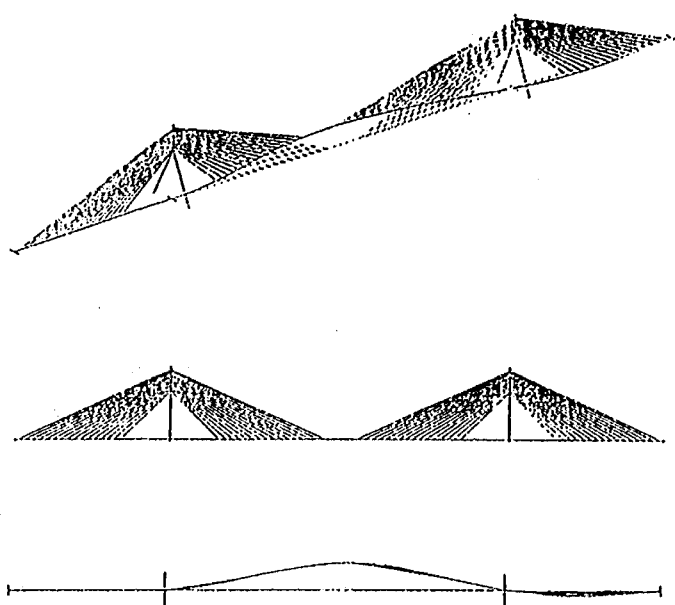
次数	固有振動数 (H z)	固有周期 (sec)	モード寄与率		一般化質量比		
			D Z	T X	桁	2 P	3 P
1	0.5040	1.9842	21.6	0.0	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.7367	1.3574	0.0	-189.2	1.0000	0.0000	0.0000
3	1.1469	0.8719	0.0	175.5	1.0000	0.0000	0.0000
4	1.2587	0.7945	-15.3	0.0	1.0000	0.0000	0.0000
5	1.3301	0.7519	0.0	0.0	0.0000	0.4965	0.5035
6	1.4559	0.6869	0.0	0.0	1.0000	0.0000	0.0000
7	1.4846	0.6736	6.5	0.0	0.0001	0.9999	0.0000
8	1.4888	0.6717	7.0	0.0	0.0001	0.0000	0.9999
9	1.5072	0.6635	0.0	0.0	0.0000	0.5040	0.4960
10	1.5735	0.6355	0.0	130.9	1.0000	0.0000	0.0000
11	1.7134	0.5836	12.4	0.0	0.9999	0.0000	0.0001
12	2.1848	0.4577	0.0	65.6	1.0000	0.0000	0.0000
13	2.2726	0.4400	0.0	-0.1	1.0000	0.0000	0.0000
14	2.4295	0.4116	18.9	0.0	1.0000	0.0000	0.0000
15	2.8802	0.3472	0.0	-0.1	1.0000	0.0000	0.0000
16	2.9885	0.3346	13.0	0.0	1.0000	0.0000	0.0000
17	3.0837	0.3243	0.0	0.0	0.0000	0.5235	0.4765
18	3.1266	0.3198	0.0	-1.0	1.0000	0.0000	0.0000
19	3.3409	0.2993	0.0	0.0	0.0000	0.4761	0.5239
20	3.4012	0.2940	0.0	56.5	1.0000	0.0000	0.0000
21	3.6061	0.2773	0.0	39.5	1.0000	0.0000	0.0000
22	3.8907	0.2570	-8.4	0.0	0.0000	0.0000	1.0000
23	4.0784	0.2452	-8.6	0.0	0.0000	1.0000	0.0000
24	4.3027	0.2324	0.0	0.1	1.0000	0.0000	0.0000
25	4.5393	0.2203	0.0	-2.1	1.0000	0.0000	0.0000
26	4.6697	0.2142	0.0	43.7	1.0000	0.0000	0.0000
27	4.7314	0.2114	-0.9	0.0	1.0000	0.0000	0.0000
28	5.0316	0.1988	0.0	27.7	1.0000	0.0000	0.0000
29	5.1070	0.1958	0.0	0.0	0.0000	1.0000	0.0000
30	5.2940	0.1889	0.0	0.0	0.0000	0.0000	1.0000

表-2.5.2 固有値解析結果 (揚力方向)

次数	固有振動数 (H z)	固有周期 (sec)	モード寄与率		一般化質量比		
			D X	D Y	桁	2 P	3 P
1	0.3106	3.2196	-0.2	8.3	0.9578	0.0238	0.0184
2	0.4133	2.4194	3.2	-2.4	0.9459	0.0244	0.0298
3	0.6789	1.4730	2.4	-25.3	0.9838	0.0086	0.0076
4	0.8568	1.1671	0.1	0.9	0.9992	0.0001	0.0007
5	0.9958	1.0042	-1.6	24.2	0.9886	0.0067	0.0047
6	1.2063	0.8290	0.1	2.9	0.9808	0.0103	0.0089
7	1.4225	0.7030	4.6	-4.6	0.9940	0.0010	0.0051
8	1.4818	0.6748	34.2	4.3	0.8847	0.0041	0.1112
9	1.6108	0.6208	-0.6	-0.2	0.9996	0.0002	0.0002
10	1.9127	0.5228	-0.3	7.6	0.9998	0.0001	0.0001
11	2.4014	0.4164	1.1	2.1	0.9721	0.0197	0.0082
12	2.6889	0.3719	2.3	7.6	0.9127	0.5710	0.3024
13	2.9263	0.3417	8.6	-1.8	0.3724	0.5717	0.5591
14	2.9377	0.3404	6.0	-2.9	0.6436	0.2709	0.8543
15	3.0914	0.3235	-0.7	-2.3	0.2920	0.0057	0.7024
16	3.4316	0.2914	1.5	7.7	0.9858	0.0071	0.0071
17	3.7212	0.2687	-9.7	0.6	0.1487	0.8458	0.0055
18	3.9677	0.2520	-2.2	0.0	0.1319	0.0016	0.8665
19	4.2302	0.2364	2.6	-0.6	0.9505	0.0059	0.0436
20	4.6302	0.2160	-5.3	0.4	0.9911	0.0040	0.0049
21	4.7306	0.2114	7.3	-0.2	0.9712	0.0285	0.0003
22	4.8655	0.2055	-16.1	0.5	0.8978	0.1022	0.0001
23	5.0092	0.1996	1.2	-0.6	0.9956	0.0008	0.0037
24	5.1070	0.1958	0.0	0.0	0.0000	1.0000	0.0000
25	5.2940	0.1889	0.0	0.0	0.0000	0.0000	1.0000
26	5.5198	0.1812	0.3	3.4	0.9996	0.0003	0.0000
27	6.3978	0.1563	1.7	-0.5	0.0756	0.9242	0.0002
28	6.5214	0.1533	0.1	0.9	0.9200	0.0716	0.0085
29	6.7913	0.1473	2.8	0.4	0.0203	0.0002	0.9795
30	7.0961	0.1409	0.2	-4.0	0.9954	0.0012	0.0034

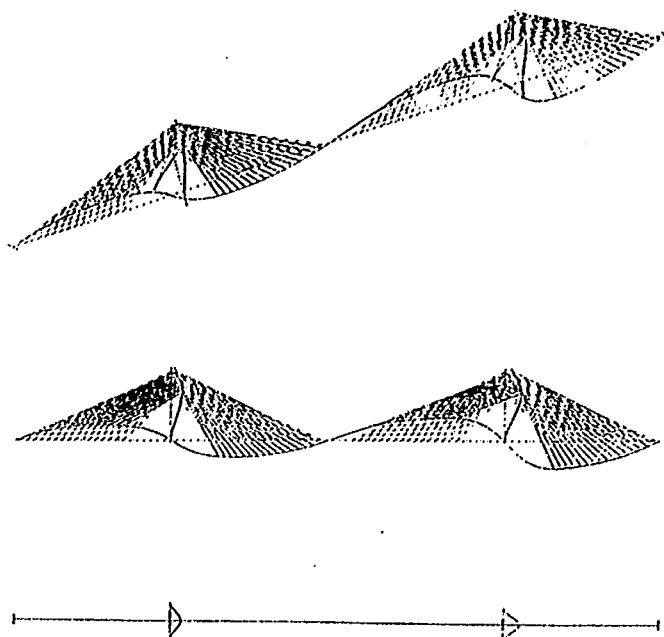
表-2.5.3 固有値解析結果 (ねじれ方向)

次数	固有振動数 (Hz)	固有周期 (sec)	モード寄与率		一般化質量比		
			D X	T X	桁	2 P	3 P
1	0.7367	1.3574	0.0	189.2	1.0000	0.0000	0.0000
2	1.1469	0.8719	0.0	175.5	1.0000	0.0000	0.0000
3	1.3301	0.7519	0.0	0.0	0.0000	0.4965	0.5035
4	1.4559	0.6869	0.0	-0.0	1.0000	0.0000	0.0000
5	1.5072	0.6635	-14.9	0.0	0.0000	0.5040	0.4960
6	1.5735	0.6355	0.0	-130.9	1.0000	0.0000	0.0000
7	2.1848	0.4577	0.0	65.6	1.0000	0.0000	0.0000
8	2.2726	0.4400	0.0	0.1	1.0000	0.0000	0.0000
9	2.8802	0.3472	0.0	0.1	1.0000	0.0000	0.0000
10	3.0837	0.3243	0.3	0.0	0.0000	0.5235	0.4765
11	3.1266	0.3198	0.0	1.0	1.0000	0.0000	0.0000
12	3.3409	0.2993	0.2	0.0	0.0000	0.4761	0.5239
13	3.4012	0.2940	0.0	-56.5	1.0000	0.0000	0.0000
14	3.6061	0.2773	0.0	39.5	1.0000	0.0000	0.0000
15	4.3027	0.2324	0.0	0.1	1.0000	0.0000	0.0000
16	4.5393	0.2203	0.0	2.1	1.0000	0.0000	0.0000
17	4.6697	0.2142	0.0	-43.7	1.0000	0.0000	0.0000
18	5.0316	0.1988	0.0	27.7	1.0000	0.0000	0.0000
19	5.1070	0.1958	0.0	0.0	0.0000	1.0000	0.0000
20	5.2940	0.1889	0.0	0.0	0.0000	0.0000	1.0000
21	5.6420	0.1772	0.0	32.2	1.0000	0.0000	0.0000
22	5.7285	0.1746	0.0	-0.1	1.0000	0.0000	0.0000
23	6.1937	0.1615	0.0	0.8	1.0000	0.0000	0.0000
24	6.2159	0.1609	2.8	0.0	0.0000	0.9979	0.0021
25	6.4325	0.1555	0.0	22.0	1.0000	0.0000	0.0000
26	6.6169	0.1511	-2.9	0.0	0.0000	0.0020	0.9980
27	6.7213	0.1488	0.0	1.7	1.0000	0.0000	0.0000
28	7.1095	0.1407	0.0	0.1	1.0000	0.0000	0.0000
29	7.6741	0.1303	0.0	-26.0	1.0000	0.0000	0.0000
30	7.7704	0.1287	0.0	22.1	1.0000	0.0000	0.0000



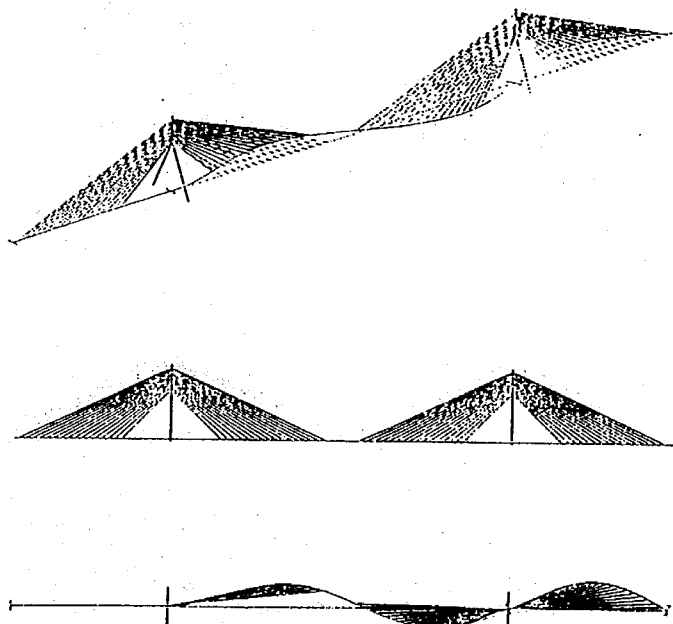
MODE NO 1	FREQUENCY	0.5040	CH. 1	0.99999
	PERIOD	1.984	CH. 2	0.00001
	R.X	-0.000	CH. 3	0.00000
	R.Y	0.000	CH. 4	0.00000
	R.Z	21.615		

(1) 1次



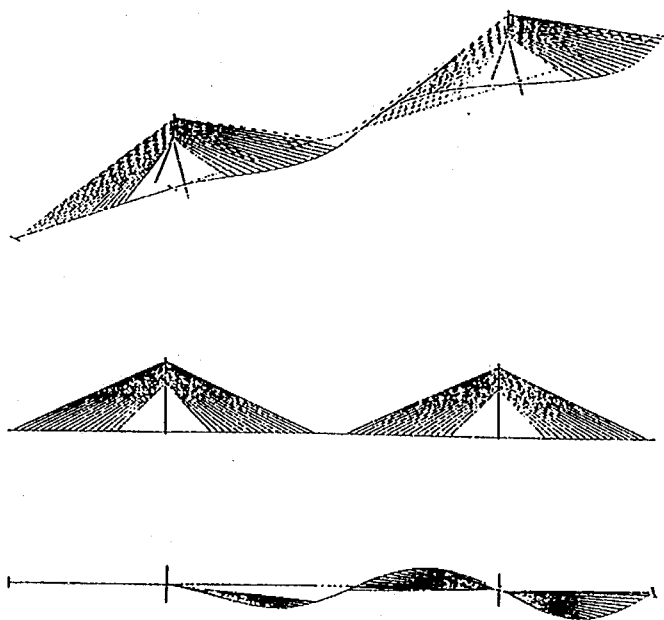
MODE NO 2	FREQUENCY	0.7357	CH. 1	1.00000
	PERIOD	1.357	CH. 2	0.00000
	R.X	0.000	CH. 3	0.00000
	R.Y	0.000	CH. 4	0.00000
	R.Z	0.000		

(2) 2次



MODE NO 3	FREQUENCY	1.1463	CH. 1	1.00000
	PERIOD	0.872	CH. 2	0.00000
	R.X	0.000	CH. 3	0.00000
	R.Y	0.000	CH. 4	0.00000
	R.Z	0.000		

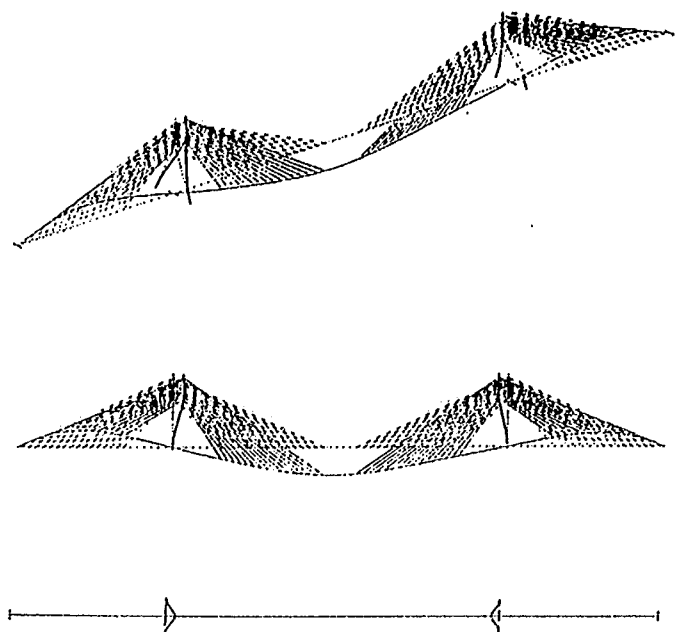
(3) 3次



MODE NO 4	FREQUENCY	1.2537	CH. 1	0.99955
	PERIOD	0.794	CH. 2	0.00044
	R.X	0.000	CH. 3	0.00001
	R.Y	0.000	CH. 4	0.00000
	R.Z	-15.252		

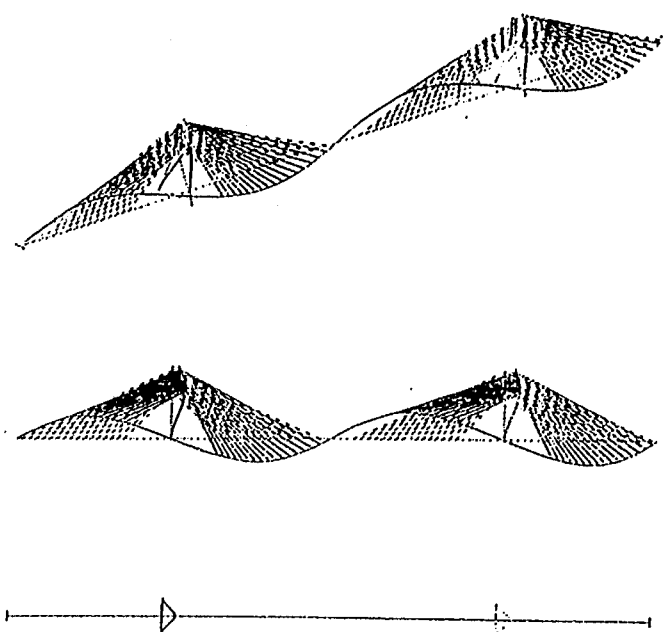
(4) 4次

図-2.6.1 抗力方向振動モード



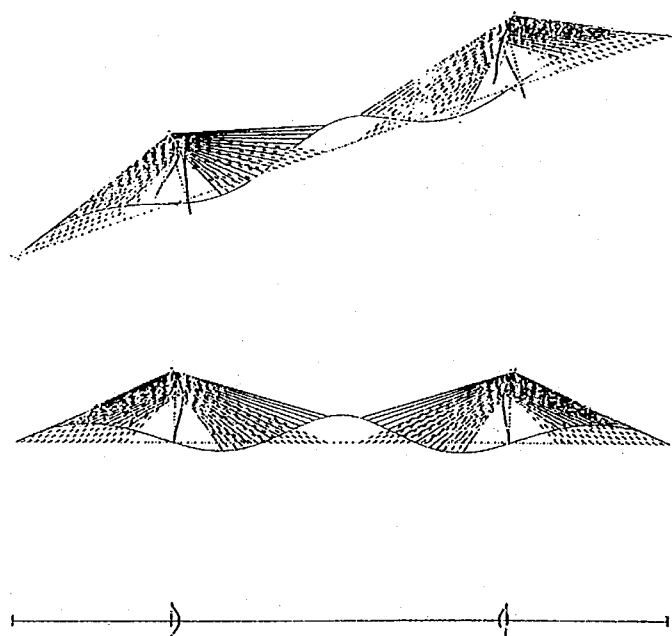
MODE NO 1	FREQUENCY	0.3102	GN. 1	0.95753
	PERIOD	3.220	GN. 2	0.00375
	R.X	-0.168	GN. 3	0.01842
	R.Y	8.179	GN. 4	0.00000
	R.Z	0.000		

(1) 1次



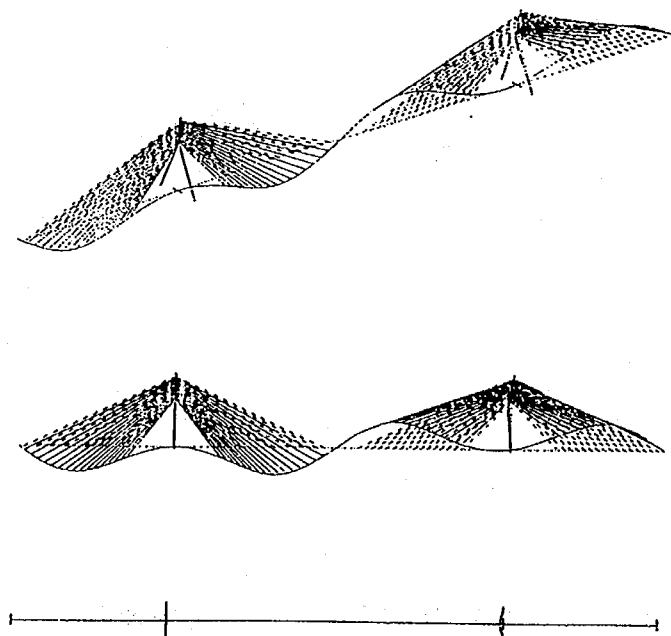
MODE NO 2	FREQUENCY	0.4133	GN. 1	0.94586
	PERIOD	2.419	GN. 3	0.00298
	R.X	3.237	GN. 2	0.00455
	R.Y	-2.446	GN. 4	0.00000
	R.Z	0.000		

(2) 2次



MODE NO 3	FREQUENCY	0.6739	GN. 1	0.93361
	PERIOD	1.475	GN. 2	0.00357
	R.X	1.375	GN. 3	0.00759
	R.Y	-5.171	GN. 4	0.00000
	R.Z	0.000		

(3) 3次



MODE NO 4	FREQUENCY	0.8566	GN. 1	0.93315
	PERIOD	1.167	GN. 3	0.00071
	R.X	0.115	GN. 2	0.00016
	R.Y	0.865	GN. 4	0.00000
	R.Z	0.000		

(4) 4次

図-2.6.2 揚力方向振動モード

2. 3 ガスト応答解析

ガスト応答解析は風の乱れに起因する不規則振動を解析するために一般的に用いられる手法である。本検討では明石海峡耐風設計要領（案）に従い、ガスト応答解析を実施した。ガスト応答解析の条件を設定した経緯および解析結果を以下に述べる。

2. 3. 1 ガスト応答解析の諸因子

（1）架橋地点の高度と地形因子

風環境は架橋地点の地形因子および高度によって様々であり、ここでは耐風設計便覧に従って、表－2. 6のように4種類の地表粗度に対して1～3種類の高度を考える。低高度が10m 相当、中高度が25m相当、高高度が50m 相当である。

（2）自然風特性

自然風特性は架橋地点の高度や地形因子、また風速に依存して変動する。ここでは表－2. 7のように、前項の粗度区分と高度を用いて便覧の動的耐風設計に従い、ガスト応答解析の自然風特性を設定した。なお対象橋梁の架橋地点風環境は解析条件2に近い。設計値と解析値を直接的に比較するために基本風速を $U_{10}=30\text{m/s}$ とした。

表－2.6 地表粗度と高度

粗 度 区 分	高 度
I	低 中 高
II	高
III	高
IV	高

表－2.7 自然風特性

解析 条件	粗度 区分	高 度 Z(m)	べき指数 α	乱れ強さ $I_u(\%)$	設計風速 $U_d (\text{m/s})$	パワー スペクトル
1	I	低(10)	0.12	15	34.8	主流方向； 日野の式
2		中(25)	0.12	13	39.9	
3		高(50)	0.12	12	43.5	
4	II	高(50)	0.16	15	38.4	鉛直方向； Bush&Panofsky の式
5	III	高(50)	0.22	20	32.1	
6	IV	低(10)	0.29	29	23.1	
7		高(50)	0.29	26	26.4	

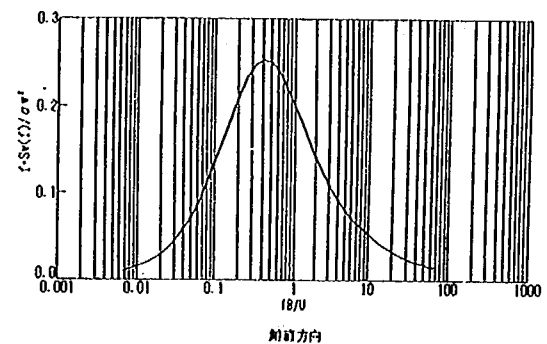
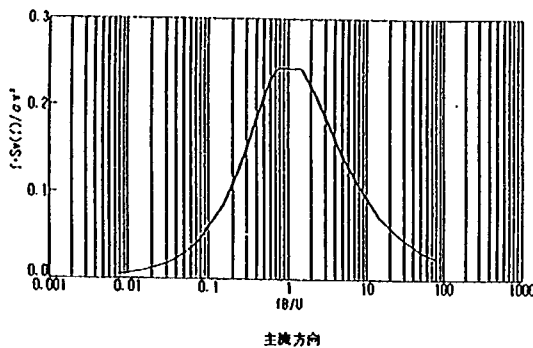
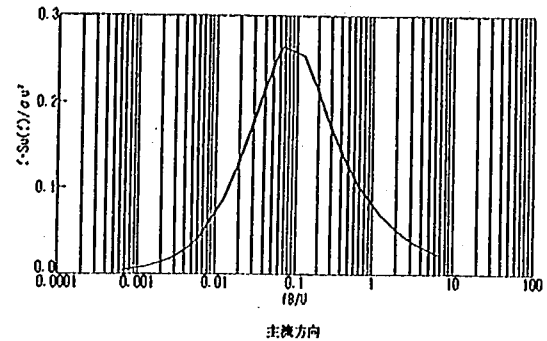
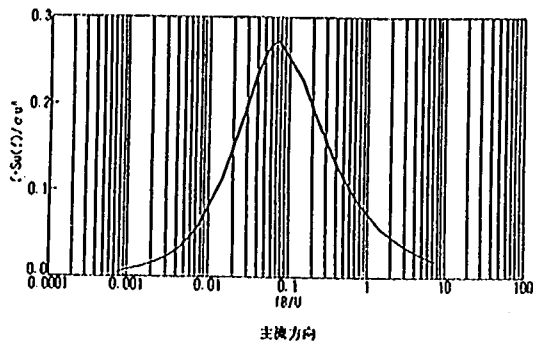
1) 設計基準風速

$$U_d = E_1 \times U_{10} \quad E_1: \text{高度と地表粗度に関する補正係数}$$

2) 鉛直方向の乱れ強さ $I_w(\%)$

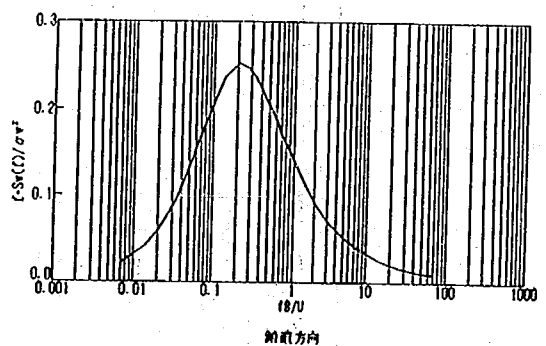
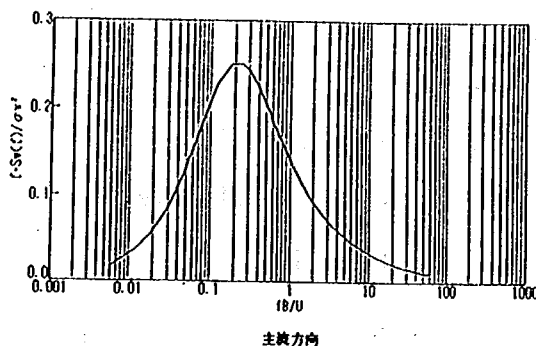
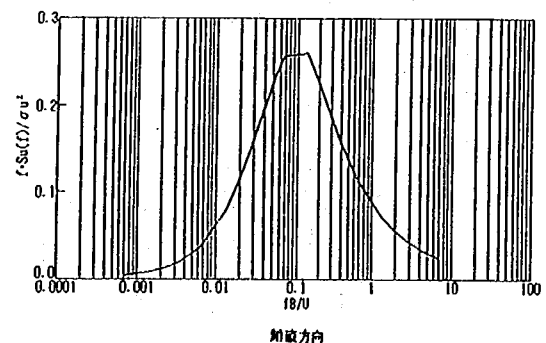
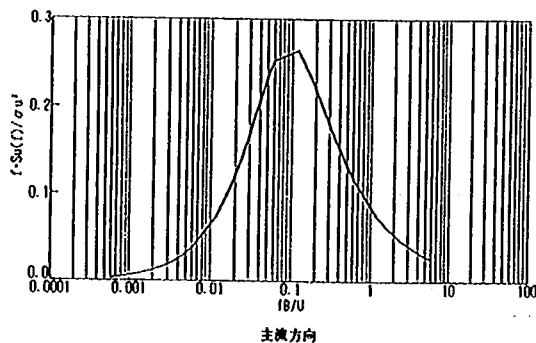
$$I_w = I_u/2$$

3) パワースペクトルは明石海峡大橋耐風設計要領(案)・同解説を準用し、図-2.7に示すものとなった。



(1) 解析ケース 1-3

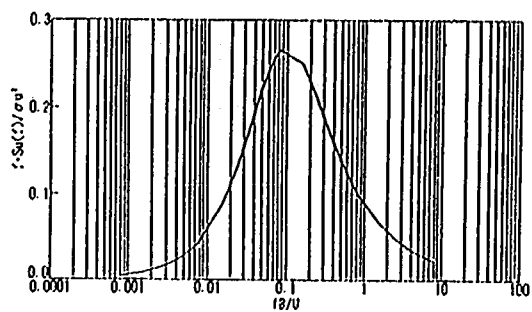
(2) 解析ケース 2-3



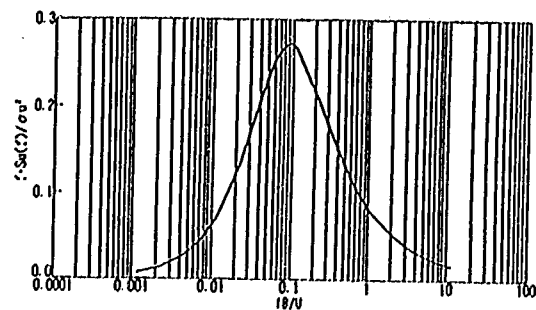
(3) 解析ケース 3-3

(4) 解析ケース 4-3

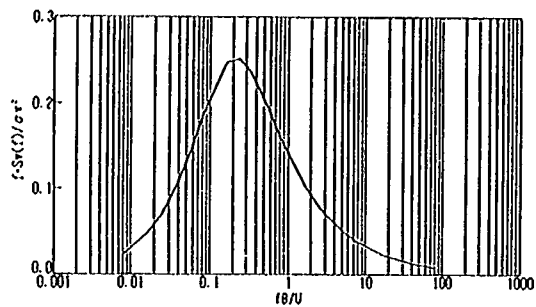
図-2.7.1 風速のスペクトル (その1)



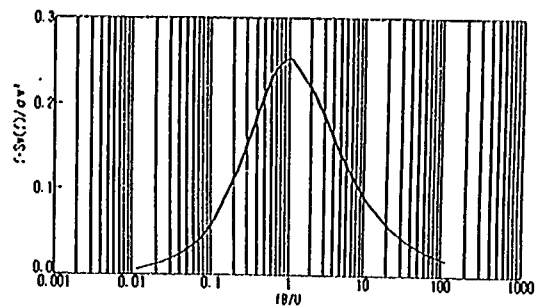
主波方向



主波方向



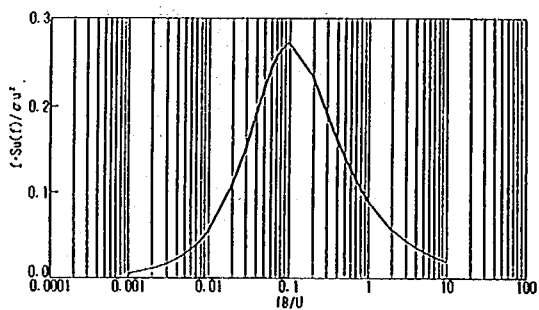
船首方向



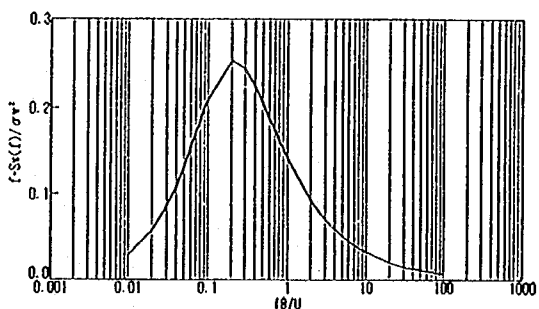
船首方向

(1) 解析ケース 5-3

(2) 解析ケース 6-3



主波方向



船首方向

(3) 解析ケース 7-3

図-2.7.2 風速のスペクトル (その2)

(3) 空気力係数

主桁の空気力係数は表-2.8の2種類を考える。係数Aは準定常理論に従うものとし抗力係数は便覧の $C_D=1.3$ を用いた。また係数Bは過去に実施された三分力試験資料^{3)~8)}から揚力傾斜 $dC_L/d\alpha$ が最大となる場合の空気力係数とした。なお、橋桁の断面諸元としては以下の通りである。

桁 高 = 3.592(m)

総高(D) = 桁高 + 0.4 = 3.922(m)

幅員(B) = 26.8(m)

充実率 = 1.0

また主塔およびケーブルについては以下のような抗力係数などを設定した。

・主塔

部材高 = 3.5(m)

充実率 = 1.0

抗力係数 風上側 = 1.6

風下側 = 0.8

・ケーブル

部材高 = 0.1386 ~ 0.2039(m)

充実率 = 1.0

抗力係数 = 0.8

表-2.8 主桁の空気力係数

	抗力係数 C_D	揚力係数 C_L	揚力傾斜 $dC_L/d\alpha$	モーメント係数 C_M	モーメント傾斜 $dC_M/d\alpha$
係数A	1.3	0.0	2π	0.0	$\pi/2$
係数B	0.8	-0.2	8.8	0.1	0.9

2. 3. 2 ガスト応答解析結果

(1) 解析ケース

ガスト応答解析は表-2. 9に示すケースを設定して実施した。この解析ケースには後述する風速-応力度や乱れ強さ-応力度関係および主桁の空気力係数の影響を調べるために、表-2. 7の解析条件1~7の各1/2、1/4風速について、また解析条件3 では乱れ強さおよび空気力係数を変化させたケースが含まれている。

(2) 解析結果

解析結果は付表-1に示した。着目した変位・断面力は以下の表-2. 10のとおりである。変位・断面力は平均応答と動的応答に分離して算出し、さらに各軸力およびモーメントを以下の式を用いて応力換算した。各解析より得られた応力を平均応力については加算、動的応力については自乗和の平方根より合計応力を求めた。応力度の算定結果は付表-2に示す。

表-2.9 解析ケース

解析 ケース	粗度 区分	べき 指数	解析風速 U_d (m/s)	乱れ強さ I_u (%)	空気力 係 数	パワー スペクトル
1-1	I	0.12	10.0	15	係数 A	主流方向 ; 日野の式 鉛直方向 ; Bush&Panofsky の式
1-2			17.4			
1-3			34.8			
2-1		0.12	10.0	13	係数 A	
2-2			20.0			
2-3			39.9			
3-1		0.12	10.0	12	係数 A	
3-2			21.8			
3-3			43.5			
3-1-2			10.0	12	係数 B	
3-2-2			21.8			
3-3-2			43.5	8	係数 A	
3-4						
3-5			16			
4-1	II	0.16	10.0	15	係数 A	
4-2			19.2			
4-3			38.4			
5-1	III	0.22	8.0	20	係数 A	
5-2			16.1			
5-3			32.1			
6-1	IV	0.29	6.0	29	係数 A	
6-2			11.6			
6-3			23.1			
7-1		0.29	7.0	26	係数 A	
7-2			13.2			
7-3			26.4			

表-2.10 着目点および着目応答値

着目点	着目応答値				
主塔基部(1P)					
	N (tf)	MY(tf・m)	MZ(tf・m)	QZ (tf)	QY (tf)
主塔基部(2P)					
	N (tf)	MY(tf・m)	MZ(tf・m)	QZ (tf)	QY (tf)
主桁側径間PT. 8(1P側)	DZ (m)	DY (m)	TX (rad)		
	N (tf)	MY(tf・m)	MZ(tf・m)	QZ (tf)	QY (tf)
主桁主塔位置(PT. 24)(1P側)	DZ (m)	DY (m)	TX (rad)		
	N (tf)	MY(tf・m)	MZ(tf・m)	QZ (tf)	QY (tf)
主桁中央径間中央(PT. 49)	DZ (m)	DY (m)	TX (rad)		
	N (tf)	MY(tf・m)	MZ(tf・m)	QZ (tf)	QY (tf)
主桁主塔位置(PT. 73)(2P側)	DZ (m)	DY (m)	TX (rad)		
	N (tf)	MY(tf・m)	MZ(tf・m)	QZ (tf)	QY (tf)
主桁側径間PT. 89(2P側)	DZ (m)	DY (m)	TX (rad)		
	N (tf)	MY(tf・m)	MZ(tf・m)	QZ (tf)	QY (tf)

DZ : 橋軸直角方向変位

DY : 鉛直変位

TX : 橋軸回り回転角

N : 軸力

MY : 橋軸直角方向曲げモーメント

QZ : 橋軸直角方向せん断力

MZ : 鉛直方向曲げモーメント

QY : 鉛直方向せん断力

曲げ応力度

$$\sigma = \frac{M}{I} y$$

軸応力度

$$\sigma = \frac{N}{A}$$

2. 3. 3 ガスト応答解析の結果と考察

解析は3方向について行ったが、ねじれ方向の解析から算定される変位 T_x は小さいものであり、応力度算定にも寄与しないものであった。したがって、ここでは抗力および揚力方向の解析で得られた断面力・応力に着目する。応力は断面力を換算したものであるため、以下では断面力について考察する。

(1) 着目点と断面力の関係

典型的な結果として、ケース1で算定された変位および断面力を図-2.8に示す。対象とした変位・断面力は、抗力方向解析では桁水平変位 D_z 、軸力 N 、モーメント M_y 、せん断力 Q_z 、また揚力方向解析では桁鉛直変位 D_y 、軸力 N 、モーメント M_y 、 M_z 、せん断力 Q_y 、 Q_z である。なお、図中には平均応答による断面力と動的応答による断面力を3風速について各々プロットしており、抗力方向では平均・動的の両者の値が、揚力方向では動的応答のみが表れている。

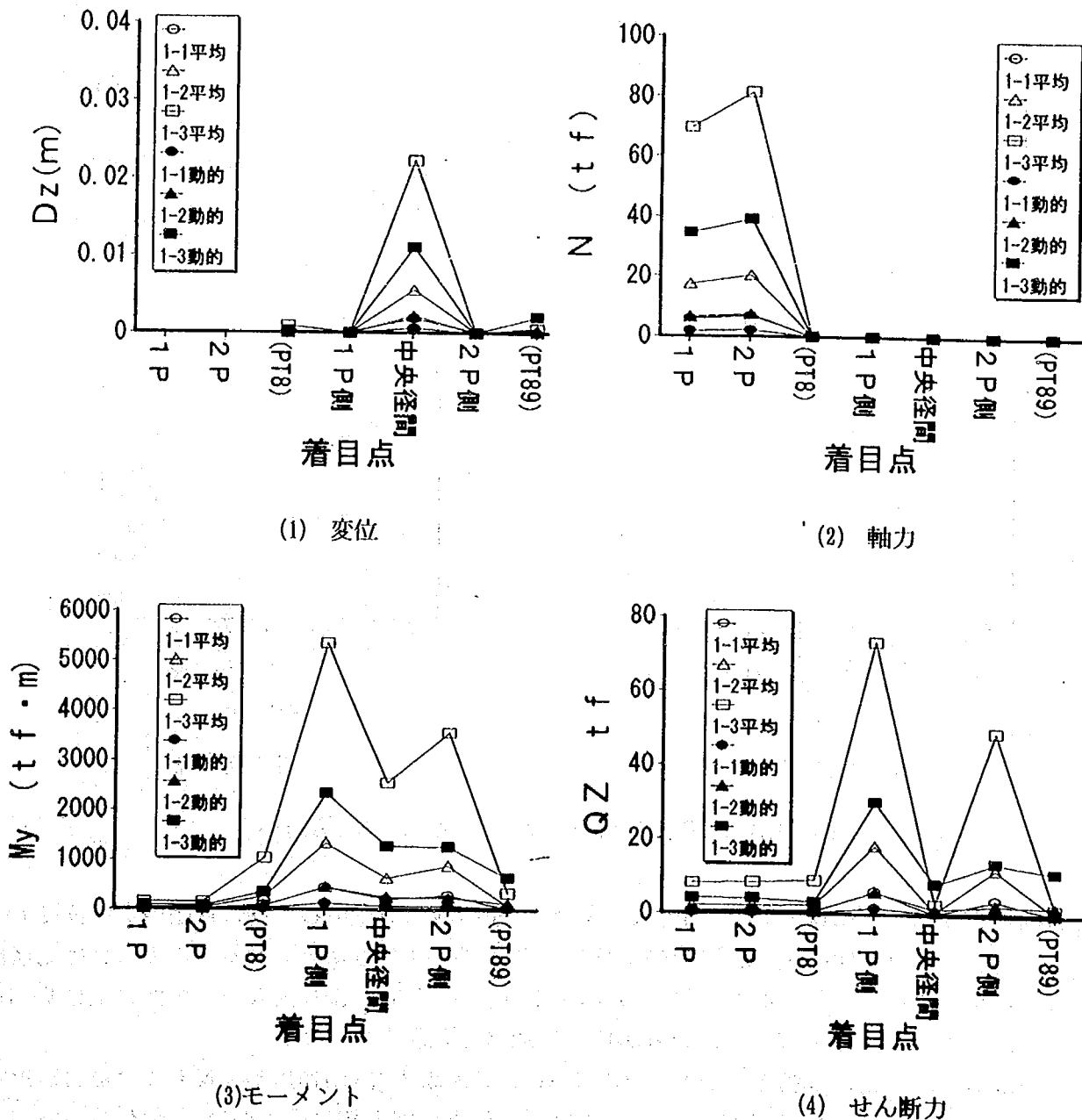
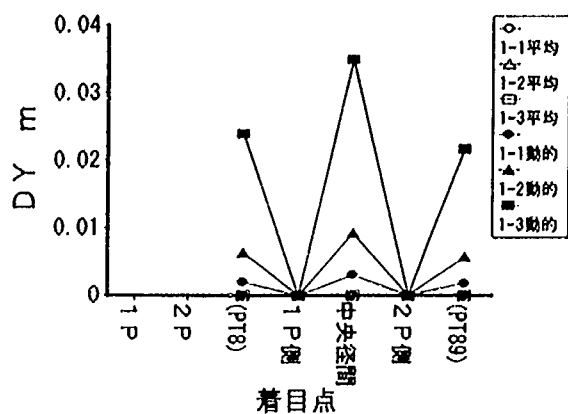
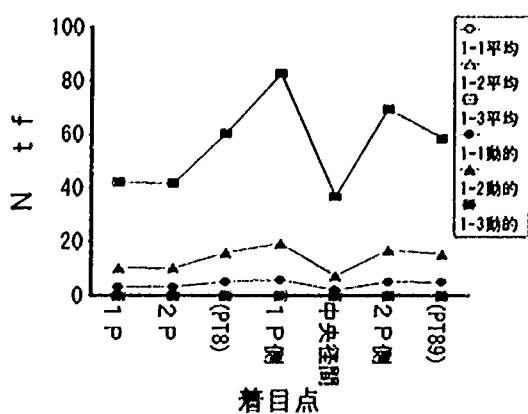


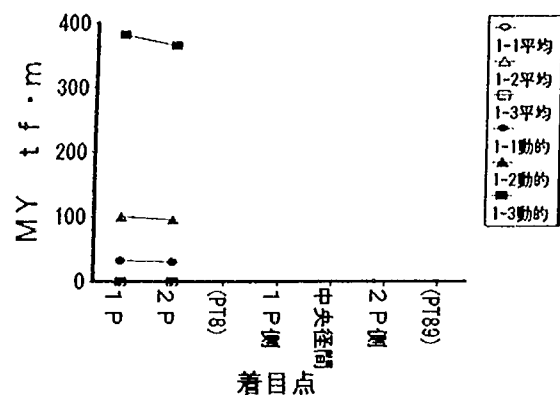
図-2.8.1 着目点の断面力 (ケース1, 抗力方向)



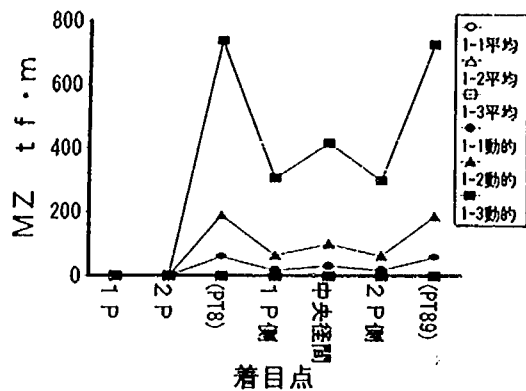
(1) 変位



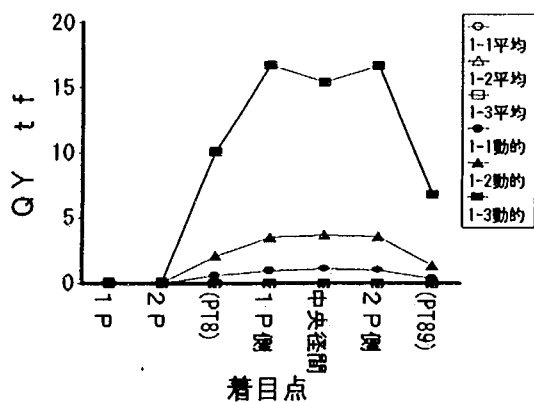
(2) 軸力N



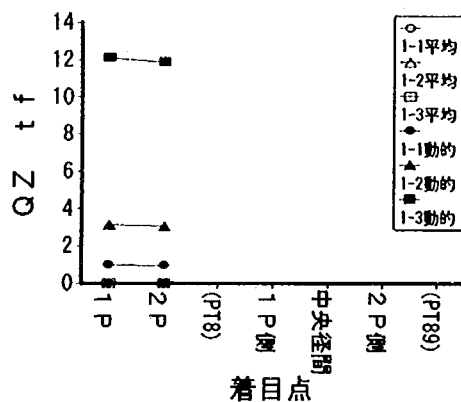
(3) モーメントMy



(4) モーメントMz



(5) せん断力Qy



(6) せん断力Qz

図-2.8.2 着目点の断面力 (ケース1, 揚力方向)

抗力方向解析では、桁にはモーメント M_y およびせん断力 Q_z が作用し、特に1P側の主塔位置で大きくなっている。これは1P側の主塔位置での支承条件が2P側と異なるためである。この影響は側径間の M_y 、変位 D_z にも表れており、2P側 (Pt. 89) の方が1P側 (Pt. 8) より大きい。また、主塔基部には軸力 N とせん断力 Q_z が作用し、2P側の方が1P側に比べて大きくなった。

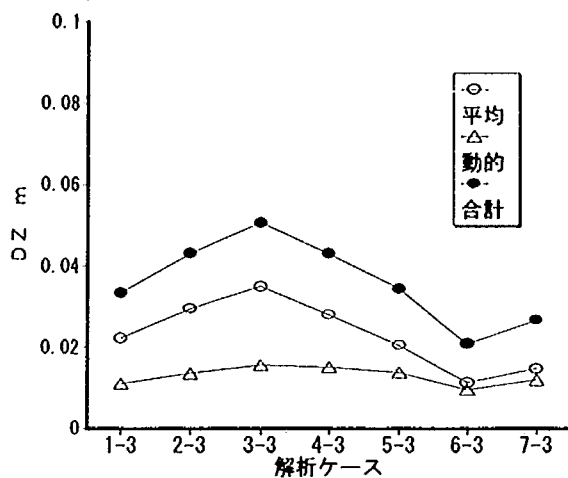
揚力方向解析では、桁には軸力 N 、モーメント M_z 、せん断力 Q_y が作用し、 N および Q_y は1P側の主塔位置で、 M_z は側径間でそれぞれ大きくなっている。中央径間と側径間での M_z 、変位 D_y を比較した場合、 M_z は側径間の方がかなり大きくなり、 D_y もほとんど大差なかった。これより本橋では揚力

方向に荷重が作用した場合、側径間に大きな断面力が作用するものと考えられる。また、主塔基部には軸力 N とせん断力 Q_z が作用し、2P側の方が1P側より大きくなった。

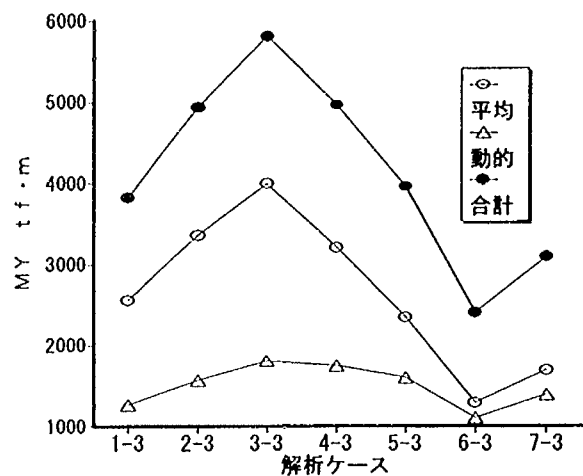
図中の平均応答による変位・断面力の3風速と、動的応答の3風速について各々比較すると、着目点に関わらず、変位・断面力は風速の増加の約2乗に比例して増加していると思われる。

(2) 気流の影響

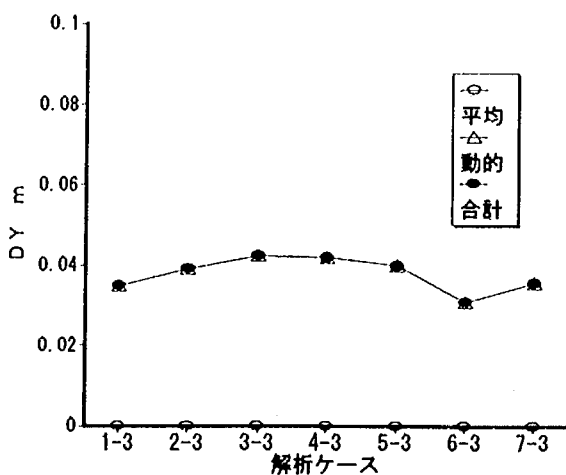
粗度区分および高度を変えて7気流について解析した結果から、桁の中央径間中央での M_y 、 M_x 、 D_y 、 D_z に着目して、7ケース(1-3、2-3、3-3、4-3、5-3、6-3、7-3)の結果を図-2.9にまとめる。これによるとケース3-3(粗度区分I、高度50m、 $I_u=12\%$ 、 $U_d=43.5\text{m/s}$)は他ケースに比べて、モーメントおよび変位がともに大きくなった。ケース3-3は、乱れ強さは小さいが解析風速は高いという条件である。



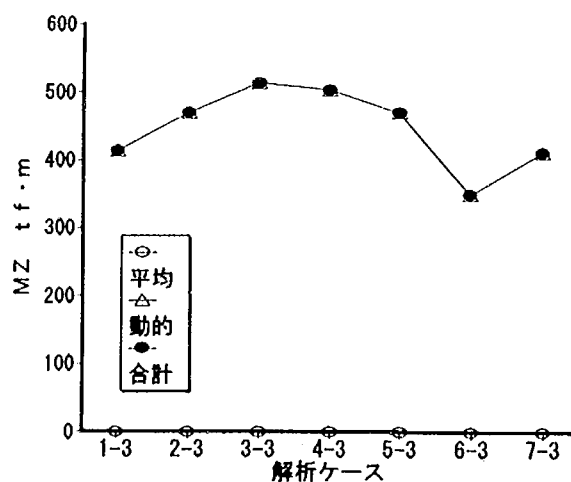
(1) 変位 D_z (抗力方向解析)



(2) モーメント M_y (抗力方向解析)



(3) 変位 D_y (揚力方向解析)



(4) モーメント M_z (揚力方向解析)

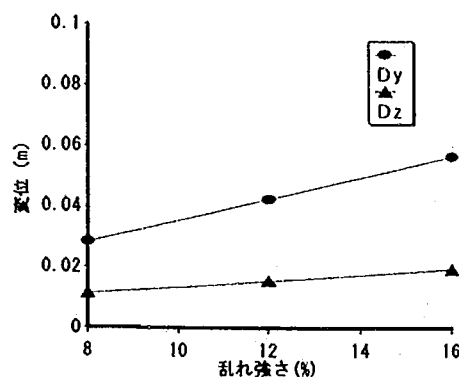
図-2.9 気流の影響(粗度区分、高度)

(3) 乱れ強さの影響

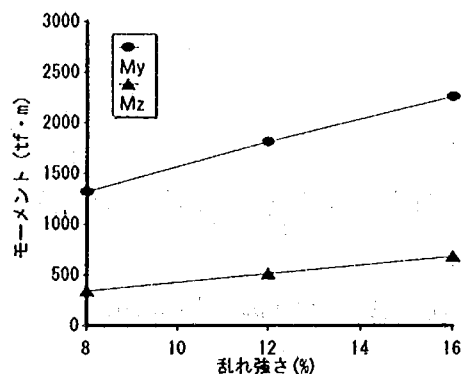
ケース3-3、3-4、3-5 では乱れ強さを12%、8%、16%と変化させて解析を行い、作用する断面力に与える影響を確認した。平均風速が同じであれば、応答は乱れ強さが大きくなるに従って大きくなるのは自明であるが、桁の中央径間中央位置のモーメントを図-2. 10に比較する。予想されたとおり動的応答による断面力は、乱れ強さの増加に対して線形性をもって増加している。

(4) 空気力係数の影響

ケース3-1~3-3と3-1-2~3-3-2では2種類の空気力係数を変化させて解析を行い、作用する断面力に与える影響を調べた。空気力係数は主桁の抗力係数が卓越し、揚力・モーメント係数が0である係数Aと揚力傾斜が卓越する係数Bを設定した(3-1~3-3が係数A)。図-2. 11の桁の中央径間中央位置のモーメントによると、こういった空気力係数の設定が平均応答や動的応答に大きな影響を与えていることがわかる。図-2. 12に比較するように、揚力方向解析において、係数Bでは平均応答による断面力が大きくなり、桁の2P側主塔位置や主塔基部では、動的応答よりも平均応答による断面力が大きくなるケースも見られた。

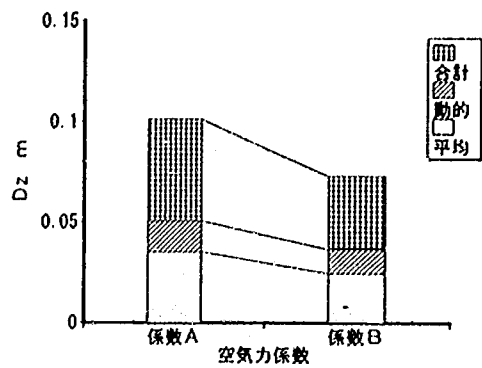


(1) 変位

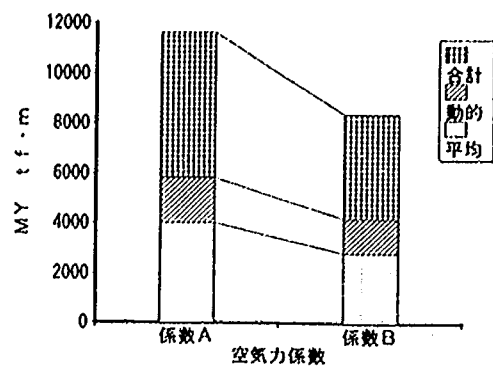


(2) モーメント

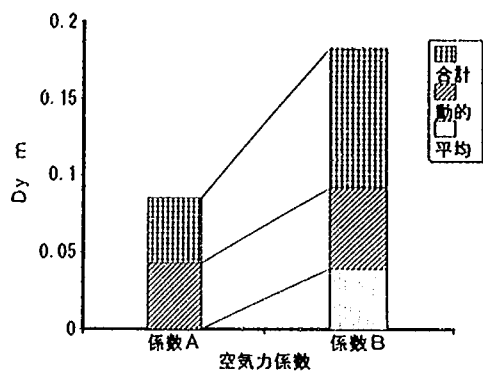
図-2.10 乱れ強さの影響



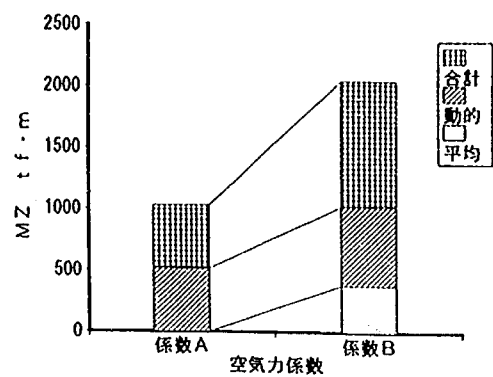
(1) 変位 D_z



(2) モーメント M_y

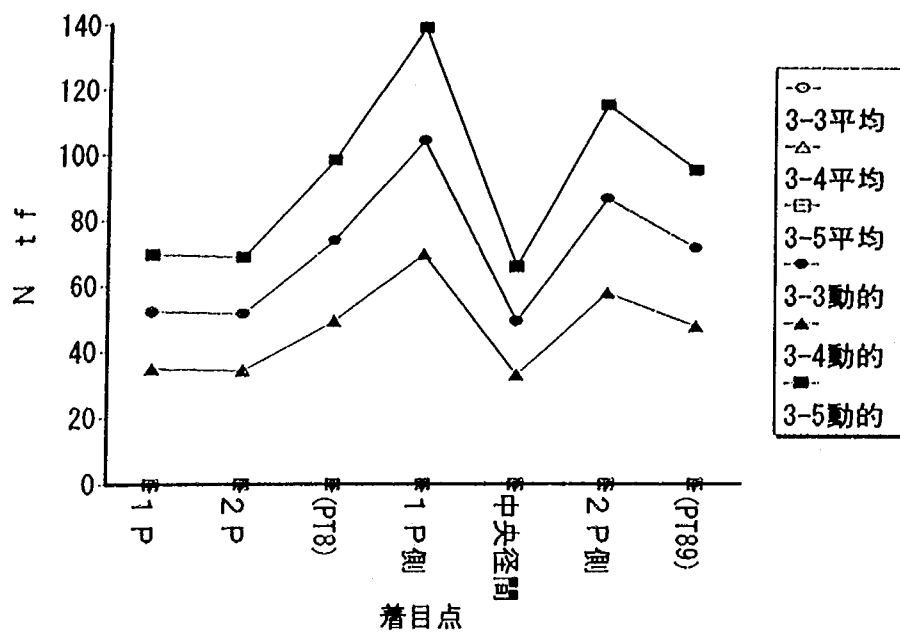


(3) 変位 D_y

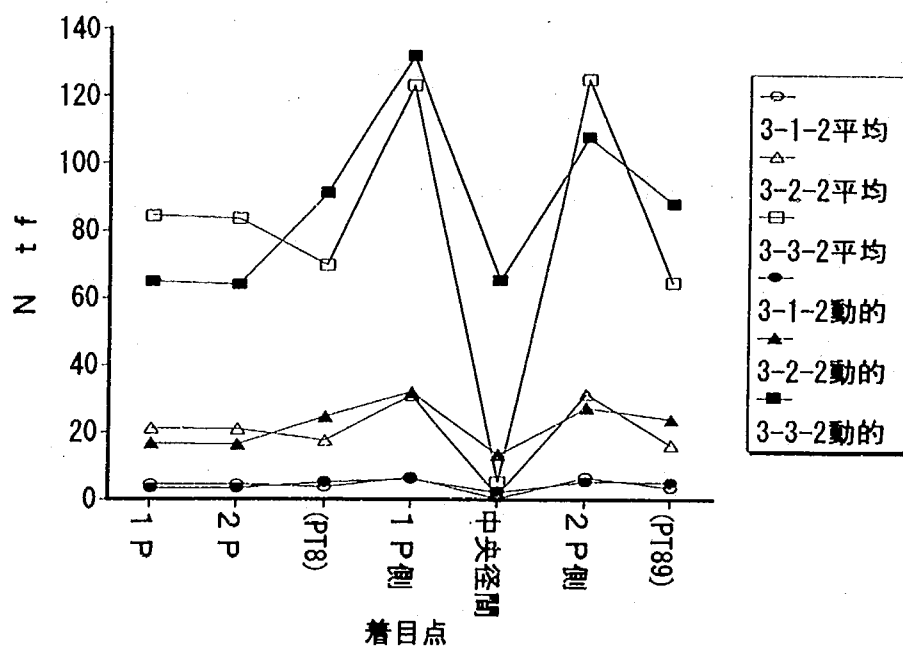


(4) モーメント M_z

図-2.11 空気力係数の影響



(1) 空気力係数A



(2) 空気力係数B

図-2.12 空気力係数と軸力

2. 4 風荷重による発生応力の計算

ガスト応答解析結果から着目点における風速－応力度、乱れ強さ－応力度関係を把握し、発生応力度の確率密度関数を設定する。乱数発生により風速（極値Ⅰ型分布を適用）および乱れ強さを決め、この確率密度分布に従って年最大応力度をシミュレートする。さらにこの結果を用いて、再現期間50年超過確率10% 値評価を行い、再現期間50年の最大応力度を推定する。以下に算定経緯および解析結果を述べる。

2. 4. 1 解析条件の設定

（1）風速－応力度関係

ガスト応答解析結果から各解析条件（表－2. 7 参照）ごとの風速－応力度関係を設定する。ガスト応答解析は解析条件毎の3風速について実施しており、この3風速で得られた応力度を用いて以下の関係⁹⁾を最小自乗法によって設定する。なお、応力度は平均応力度と動的応力度の標準偏差にわけて考え、各々について関係を設定する。

$$\sigma_D = c \cdot U^b$$

$$y_s = c \cdot U^b$$

σ_D ; 動的応力度の標準偏差

y_s ; 平均応力度

U ; ガスト応答解析で設定した風速

b, c ; 定数

各解析条件で設定した風速－応力度関係のパラメータ b, c を表－2. 11に示す。

表-2.11.1 風速-主桁応力度関係のパラメータ c、b
(解析ケース 1-1 ~ 1-3)

着 目 点			パラメータ	
			c	b
主桁側径間 PT.8 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00496	1.98203
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.02750	2.00012
		平均 LOW-FLG	0.01333	2.00246
		動的 UP-DECK	0.03427	2.02021
		動的 LOW-FLG	0.05169	2.00906
主桁主塔位置 PT.24 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00367	2.11844
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.10518	2.00010
		平均 LOW-FLG	0.05484	1.99969
		動的 UP-DECK	0.01380	2.35236
		動的 LOW-FLG	0.00940	2.33004
主桁中央径間中央 PT.49	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00093	2.33084
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.06775	2.00038
		平均 LOW-FLG	0.03326	1.99911
		動的 UP-DECK	0.01519	2.26848
		動的 LOW-FLG	0.02183	2.13607
主桁主塔位置 PT.73 (2P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00348	2.08657
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.07005	1.99969
		平均 LOW-FLG	0.03635	2.00067
		動的 UP-DECK	0.00851	2.34091
		動的 LOW-FLG	0.00753	2.30468
主桁側径間 PT.89 (2P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00439	1.97576
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.00855	2.00264
		平均 LOW-FLG	0.00417	2.00345
		動的 UP-DECK	0.03013	2.06308
		動的 LOW-FLG	0.03709	2.02394

表-2.11.2 風速-主桁応力度関係のパラメータ c、b
(解析ケース 2-1 ~ 2-3)

着 目 点			パラメータ	
			c	b
主桁側径間 PT.8 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00444	1.97098
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.02748	2.00016
		平均 LOW-FLG	0.01333	2.00227
		動的 UP-DECK	0.02986	2.01720
		動的 LOW-FLG	0.04544	2.00265
主桁主塔位置 PT.24 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00312	2.12318
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.10517	2.00613
		平均 LOW-FLG	0.05483	1.99973
		動的 UP-DECK	0.01189	2.36268
		動的 LOW-FLG	0.00825	2.33138
主桁中央径間中央 PT.49	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00090	2.30162
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.06775	2.00041
		平均 LOW-FLG	0.03326	1.99911
		動的 UP-DECK	0.01297	2.27967
		動的 LOW-FLG	0.01900	2.13534
主桁主塔位置 PT.73 (2P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00300	2.08542
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.07004	1.99974
		平均 LOW-FLG	0.03635	2.00063
		動的 UP-DECK	0.00743	2.34544
		動的 LOW-FLG	0.00665	2.30097
主桁側径間 PT.89 (2P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00372	1.98005
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.00855	2.00257
		平均 LOW-FLG	0.00416	2.00362
		動的 UP-DECK	0.02603	2.06446
		動的 LOW-FLG	0.03252	2.01873

表-2.11.3 風速-主桁応力度関係のパラメータ c、b
(解析ケース3-1~3-3)

着目点			パラメータ	
			c	b
主桁側径間 PT.8 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00419	1.96303
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.02749	2.00017
		平均 LOW-FLG	0.01334	2.00229
		動的 UP-DECK	0.00952	2.31671
		動的 LOW-FLG	0.01393	2.31281
主桁主塔位置 PT.24 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00295	2.11483
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.10517	2.00012
		平均 LOW-FLG	0.05482	1.99976
		動的 UP-DECK	0.01104	2.36517
		動的 LOW-FLG	0.00759	2.33487
主桁中央径間中央 PT.49	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00076	2.32636
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.06774	2.00041
		平均 LOW-FLG	0.03326	1.99920
		動的 UP-DECK	0.01198	2.28309
		動的 LOW-FLG	0.01771	2.13244
主桁主塔位置 PT.73 (2P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00298	2.06229
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.07004	1.99976
		平均 LOW-FLG	0.03635	2.00062
		動的 UP-DECK	0.00681	2.35092
		動的 LOW-FLG	0.00616	2.30052
主桁側径間 PT.89 (2P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00367	1.95904
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.00856	2.00240
		平均 LOW-FLG	0.00417	2.00278
		動的 UP-DECK	0.02401	2.06459
		動的 LOW-FLG	0.03028	2.01466

表-2.11.4 風速-主桁応力度関係のパラメータ c、b
(解析ケース3-1-2~3-3-2)

着目点			パラメータ	
			c	b
主桁側径間 PT.8 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00341	1.99969
		動的	0.00545	1.94942
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.01924	2.00150
		平均 LOW-FLG	0.00976	1.99716
		動的 UP-DECK	0.03745	1.98332
		動的 LOW-FLG	0.05632	1.97758
主桁主塔位置 PT.24 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00528	2.00218
		動的	0.00391	2.10271
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.08776	2.00021
		平均 LOW-FLG	0.05673	1.99974
		動的 UP-DECK	0.00877	2.36823
		動的 LOW-FLG	0.00837	2.29535
主桁中央径間中央 PT.49	圧縮応力	平均	0.00034	1.93908
		動的	0.00110	2.30074
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.05972	1.99984
		平均 LOW-FLG	0.04177	1.99924
		動的 UP-DECK	0.01401	2.20894
		動的 LOW-FLG	0.02459	2.07930
主桁主塔位置 PT.73 (2P側)	圧縮応力	平均	0.00541	1.99875
		動的	0.00335	2.05455
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.06305	1.99958
		平均 LOW-FLG	0.04358	2.00024
		動的 UP-DECK	0.00673	2.32071
		動的 LOW-FLG	0.00797	2.25531
主桁側径間 PT.89 (2P側)	圧縮応力	平均	0.00278	2.00416
		動的	0.00460	1.95611
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.00616	1.99503
		平均 LOW-FLG	0.00313	1.99566
		動的 UP-DECK	0.04745	1.91182
		動的 LOW-FLG	0.04085	1.98657

表-2.11.5 風速-主桁応力度関係のパラメータ c、b
(解析ケース4-1~4-3)

着 目 点			パラメータ	
			c	b
主桁側径間 PT.8 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00502	1.97757
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.02821	1.99995
		平均 LOW-FLG	0.01382	1.99932
		動的 UP-DECK	0.03431	2.01972
		動的 LOW-FLG	0.05233	2.00381
主桁主塔位置 PT.24 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00373	2.11347
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.10794	2.00026
		平均 LOW-FLG	0.05613	2.00061
		動的 UP-DECK	0.01414	2.36886
		動的 LOW-FLG	0.00965	2.33829
主桁中央径間中央 PT.49	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00094	2.33032
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.06978	2.00012
		平均 LOW-FLG	0.03406	2.00055
		動的 UP-DECK	0.01515	2.28814
		動的 LOW-FLG	0.02180	2.14104
主桁主塔位置 PT.73 (2P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00354	2.07980
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.07177	2.00019
		平均 LOW-FLG	0.03740	1.99989
		動的 UP-DECK	0.00875	2.35245
		動的 LOW-FLG	0.00760	2.30986
主桁側径間 PT.89 (2P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00444	1.97116
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.00880	1.99966
		平均 LOW-FLG	0.00430	1.99998
		動的 UP-DECK	0.02977	2.07052
		動的 LOW-FLG	0.03731	2.02155

表-2.11.6 風速-主桁応力度関係のパラメータ c、b
(解析ケース5-1~5-3)

着 目 点			パラメータ	
			c	b
主桁側径間 PT.8 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00603	2.01276
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.02935	2.00052
		平均 LOW-FLG	0.01438	1.99990
		動的 UP-DECK	0.04128	2.05491
		動的 LOW-FLG	0.06182	2.04454
主桁主塔位置 PT.24 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00459	2.14034
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.11301	1.99979
		平均 LOW-FLG	0.05868	2.00064
		動的 UP-DECK	0.01937	2.37462
		動的 LOW-FLG	0.01280	2.35087
主桁中央径間中央 PT.49	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00126	2.32741
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.07334	1.99952
		平均 LOW-FLG	0.03575	2.00040
		動的 UP-DECK	0.02001	2.30241
		動的 LOW-FLG	0.02718	2.16718
主桁主塔位置 PT.73 (2P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00421	2.11822
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.07498	2.00018
		平均 LOW-FLG	0.03906	1.99999
		動的 UP-DECK	0.01173	2.36287
		動的 LOW-FLG	0.00994	2.32370
主桁側径間 PT.89 (2P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00531	2.00747
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.00904	2.00092
		平均 LOW-FLG	0.00430	2.00985
		動的 UP-DECK	0.03623	2.10340
		動的 LOW-FLG	0.04436	2.06061

表-2.11.7 風速-主桁応力度関係のパラメータ c、b
(解析ケース 6-1~6-3)

着目点			パラメータ	
			c	b
主桁側径間 PT.8 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00742	2.07447
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.03113	1.99951
		平均 LOW-FLG	0.01536	1.99619
		動的 UP-DECK	0.05197	2.10950
		動的 LOW-FLG	0.07614	2.10709
主桁主塔位置 PT.24 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00574	2.19455
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.11959	2.00075
		平均 LOW-FLG	0.06262	1.99888
		動的 UP-DECK	0.02982	2.36652
		動的 LOW-FLG	0.01883	2.35573
主桁中央径間中央 PT.49	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00187	2.32059
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.07802	2.00033
		平均 LOW-FLG	0.03793	2.00228
		動的 UP-DECK	0.02964	2.30540
		動的 LOW-FLG	0.03633	2.20134
主桁主塔位置 PT.73 (2P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00546	2.16248
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.07934	2.00083
		平均 LOW-FLG	0.04135	2.00049
		動的 UP-DECK	0.01787	2.35723
		動的 LOW-FLG	0.01416	2.33653
主桁側径間 PT.89 (2P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00643	2.07546
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.00941	2.00154
		平均 LOW-FLG	0.00482	1.98534
		動的 UP-DECK	0.04676	2.14967
		動的 LOW-FLG	0.05469	2.12287

表-2.11.8 風速-主桁応力度関係のパラメータ c、b
(解析ケース 7-1~7-3)

着目点			パラメータ	
			c	b
主桁側径間 PT.8 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00730	2.04021
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.03096	2.00170
		平均 LOW-FLG	0.01499	2.00451
		動的 UP-DECK	0.04984	2.08351
		動的 LOW-FLG	0.07380	2.07593
主桁主塔位置 PT.24 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00547	2.17207
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.11972	2.00033
		平均 LOW-FLG	0.06251	1.99942
		動的 UP-DECK	0.02645	2.37678
		動的 LOW-FLG	0.01689	2.35999
主桁中央径間中央 PT.49	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00159	2.33960
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.07828	1.99922
		平均 LOW-FLG	0.03816	2.00005
		動的 UP-DECK	0.02652	2.31117
		動的 LOW-FLG	0.03383	2.18822
主桁主塔位置 PT.73 (2P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00519	2.14021
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.07967	1.99943
		平均 LOW-FLG	0.04144	1.99965
		動的 UP-DECK	0.01586	2.36618
		動的 LOW-FLG	0.01278	2.33626
主桁側径間 PT.89 (2P側)	圧縮応力	平均	0.00000	0.00000
		動的	0.00636	2.03884
	曲げ応力	平均 UP-DECK	0.00931	2.00529
		平均 LOW-FLG	0.00480	1.98311
		動的 UP-DECK	0.04405	2.13151
		動的 LOW-FLG	0.05301	2.09293

表-2.11.9 風速-主塔応力度関係のパラメータ c、b
(解析ケース1-1~1-3)

着目点			パラメータ	
			c	b
主塔基部 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00995	2.00197
		動的	0.00404	2.18792
	曲げ応力	平均 隅角部 1	0.02368	2.00049
		平均 隅角部 2	0.02015	1.99897
		動的 隅角部 1	0.06185	2.00148
		動的 隅角部 2	0.05274	2.00140
主塔基部 (2P側)	圧縮応力	平均	0.01168	2.00067
		動的	0.00405	2.19990
	曲げ応力	平均 隅角部 1	0.02349	2.00026
		平均 隅角部 2	0.01991	1.99972
		動的 隅角部 1	0.05802	2.00685
		動的 隅角部 2	0.04939	2.00719

表-2.11.11 風速-主塔応力度関係のパラメータ c、b
(解析ケース3-1~3-3)

着目点			パラメータ	
			c	b
主塔基部 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00997	2.00136
		動的	0.00320	2.19530
	曲げ応力	平均 隅角部 1	0.02368	2.00037
		平均 隅角部 2	0.02014	1.99901
		動的 隅角部 1	0.05071	1.99098
		動的 隅角部 2	0.04329	1.99073
主塔基部 (2P側)	圧縮応力	平均	0.01169	2.00032
		動的	0.00323	2.26703
	曲げ応力	平均 隅角部 1	0.02349	2.00019
		平均 隅角部 2	0.01991	1.99970
		動的 隅角部 1	0.04761	1.99597
		動的 隅角部 2	0.04049	1.99659

表-2.11.10 風速-主塔応力度関係のパラメータ c、b
(解析ケース2-1~2-3)

着目点			パラメータ	
			c	b
主塔基部 (1P側)	圧縮応力	平均	0.00997	2.00136
		動的	0.00348	2.19310
	曲げ応力	平均 隅角部 1	0.02369	2.00037
		平均 隅角部 2	0.02015	1.99888
		動的 隅角部 1	0.05447	1.99501
		動的 隅角部 2	0.04648	1.99473
主塔基部 (2P側)	圧縮応力	平均	0.01168	2.00052
		動的	0.00350	2.20504
	曲げ応力	平均 隅角部 1	0.02349	2.00015
		平均 隅角部 2	0.01991	1.99974
		動的 隅角部 1	0.05113	2.00006
		動的 隅角部 2	0.04344	2.00102

表-2.11.12 風速-主塔応力度関係のパラメータ c、b
(解析ケース3-1-2~3-3-2)

着目点			パラメータ	
			c	b
主塔基部 (1P側)	圧縮応力	平均	0.01764	2.00159
		動的	0.00440	2.14537
	曲げ応力	平均 隅角部 1	0.03453	1.99954
		平均 隅角部 2	0.02936	1.99896
		動的 隅角部 1	0.06757	1.96823
		動的 隅角部 2	0.05741	1.96928
主塔基部 (2P側)	圧縮応力	平均	0.01926	2.00114
		動的	0.00428	2.16304
	曲げ応力	平均 隅角部 1	0.03534	2.00077
		平均 隅角部 2	0.03015	1.99919
		動的 隅角部 1	0.06339	1.97327
		動的 隅角部 2	0.05397	1.97366

表-2.11.13 風速-主塔応力度関係のパラメータ c、b
(解析ケース4-1~4-3)

着目点			パラメータ	
			c	b
主塔基部 (1P側)	圧縮応力	平均	0.01144	2.00228
		動的	0.00394	2.21230
	曲げ応力	平均 隅角部 1	0.02729	2.00026
		平均 隅角部 2	0.02308	2.00038
		動的 隅角部 1	0.06213	2.00013
		動的 隅角部 2	0.05305	1.99970
主塔基部 (2P側)	圧縮応力	平均	0.01356	1.99791
		動的	0.00387	2.23367
	曲げ応力	平均 隅角部 1	0.02693	2.00123
		平均 隅角部 2	0.02292	1.99962
		動的 隅角部 1	0.05834	2.00516
		動的 隅角部 2	0.04946	2.00665

表-2.11.15 風速-主塔応力度関係のパラメータ c、b
(解析ケース6-1~6-3)

着目点			パラメータ	
			c	b
主塔基部 (1P側)	圧縮応力	平均	0.01841	1.99752
		動的	0.00737	2.25753
	曲げ応力	平均 隅角部 1	0.04337	1.99958
		平均 隅角部 2	0.03667	1.99979
		動的 隅角部 1	0.03971	2.10863
		動的 隅角部 2	0.07637	2.10901
主塔基部 (2P側)	圧縮応力	平均	0.02155	1.99525
		動的	0.00756	2.26875
	曲げ応力	平均 隅角部 1	0.04278	1.99979
		平均 隅角部 2	0.03602	2.00155
		動的 隅角部 1	0.08366	2.11626
		動的 隅角部 2	0.07121	2.11654

表-2.11.14 風速-主塔応力度関係のパラメータ c、b
(解析ケース5-1~5-3)

着目点			パラメータ	
			c	b
主塔基部 (1P側)	圧縮応力	平均	0.01418	2.00142
		動的	0.00500	2.24484
	曲げ応力	平均 隅角部 1	0.03371	2.00049
		平均 隅角部 2	0.02861	1.99968
		動的 隅角部 1	0.07328	2.04266
		動的 隅角部 2	0.06258	2.04215
主塔基部 (2P側)	圧縮応力	平均	0.01650	2.00185
		動的	0.00520	2.24996
	曲げ応力	平均 隅角部 1	0.03350	1.99907
		平均 隅角部 2	0.02831	1.99948
		動的 隅角部 1	0.06839	2.04971
		動的 隅角部 2	0.05811	2.05059

表-2.11.16 風速-主塔応力度関係のパラメータ c、b
(解析ケース7-1~7-3)

着目点			パラメータ	
			c	b
主塔基部 (1P側)	圧縮応力	平均	0.01803	2.00416
		動的	0.00668	2.25746
	曲げ応力	平均 隅角部 1	0.04321	2.00087
		平均 隅角部 2	0.03684	1.99847
		動的 隅角部 1	0.08748	2.07676
		動的 隅角部 2	0.07064	2.10117
主塔基部 (2P側)	圧縮応力	平均	0.02119	2.00089
		動的	0.00664	2.27932
	曲げ応力	平均 隅角部 1	0.04298	1.99827
		平均 隅角部 2	0.03605	2.00128
		動的 隅角部 1	0.08133	2.08534
		動的 隅角部 2	0.06904	2.08651

(2) 乱れ強さ－応力度関係の設定

乱れ強さ－応力度関係は、解析ケース3-3～3-5の乱れ強さの条件を変化させて実施した解析より得られた動的応力度の標準偏差を用いて、以下の関係を最小自乗法によって設定した。

$$\sigma_D / \sigma_{D^*} = \alpha \cdot (I_u / I_{u^*}) + \beta$$

σ_D ; 動的応力度の標準偏差

σ_{D^*} ; 基準乱れ強さ（ケース3-3）における動的応力度の標準偏差

I_u ; 乱れ強さ

I_{u^*} ; 基準乱れ強さ（ケース3-3）

α 、 β ; 定数

乱れ強さ－応力度関係のパラメータ α 、 β を表-2.12、表-2.13に示す。

表-2.12 乱れ強さ－主桁動的応力度関係のパラメータ α 、 β
(解析ケース3-1～3-3)

着目点			パラメータ	
			α	β
主桁側径間 PT.8 (1P側)	圧縮応力	動的	0.99926	0.00123
	曲げ応力	動的 UP-DECK	0.98287	0.01739
		動的 LOW-FLG	0.99719	0.00332
主桁主塔位置 PT.24 (1P側)	圧縮応力	動的	1.00059	-0.00020
	曲げ応力	動的 UP-DECK	0.79164	0.20117
		動的 LOW-FLG	0.84877	0.14654
主桁中央径間中央 PT.49	圧縮応力	動的	1.00000	0.00000
	曲げ応力	動的 UP-DECK	0.82435	0.16971
		動的 LOW-FLG	0.93898	0.05962
主桁主塔位置 PT.73 (2P側)	圧縮応力	動的	0.99929	0.00118
	曲げ応力	動的 UP-DECK	0.82118	0.17300
		動的 LOW-FLG	0.91204	0.08563
主桁側径間 PT.89 (2P側)	圧縮応力	動的	1.00170	-0.00057
	曲げ応力	動的 UP-DECK	0.94116	0.05785
		動的 LOW-FLG	0.98667	0.01361

表-2.13 乱れ強さ-主塔動的応力度関係のパラメータ α 、 β
(解析ケース 3-1 ~ 3-3)

着目点			パラメータ	
			α	β
主塔基部 (1P側)	圧縮応力	動的	0.86905	0.12884
	曲げ応力	動的 隅角部 1	0.98517	0.01516
		動的 隅角部 2	0.98562	0.01472
主塔基部 (2P側)	圧縮応力	動的	0.85281	0.14444
	曲げ応力	動的 隅角部 1	0.98528	0.01498
		動的 隅角部 2	0.98809	0.01169

2. 4. 2 各種物理量の母集団分布

(1) 年最大応力度

上述した風速-応力度および乱れ強さ-応力度関係を用いて、発生応力度の確率密度分布を設定して、年最大応力度を推定する。この際に用いる動的応力振幅の確率密度関数としては、文献¹⁰⁾により、レイレー分布を仮定した。ここにレイレー分布は、

$$g(y_{Di}) = \frac{y_{Di}}{\sigma_{Di}^2} \exp\left(-\frac{y_{Di}^2}{2 \cdot \sigma_{Di}^2}\right)$$

y_{Di} ; 風速 U_i における動的応力振幅

σ_{Di} ; 風速 U_i における動的応力度の標準偏差

また、風速 U_i における全応力度は以下のように表せる。

$$y_i = y_{Si} \pm y_{Di}$$

$$y_{Si} = c \cdot U_i^b \quad y_{Si} ; \text{風速 } U_i \text{ における平均応力度}$$

従って、全応力度の確率密度関数は以下になる。

$$g(y_i, U_j, I_{uk}) = \frac{|y_{Di}|}{\{c(\alpha \cdot I_{uk}/I_{u^*} + \beta) \cdot U_j^b\}^2} \times \exp\left[-\frac{|y_{Di}|^2}{2 \cdot \{c(\alpha \cdot I_{uk}/I_{u^*} + \beta) \cdot U_j^b\}^2}\right]$$

ここで、この確率密度関数の生起頻度99.9%となる全応力度 y_i を算定し、これを風速 U_j および乱れ強さ I_{uk} における年最大応力度とした。

(2) 風速

風速は年最大風速を解析に用いるため、一般によくあてはまる極値Ⅰ型分布に従うものとした。分

布は以下のように表せる。

$$F(V) = \exp[-\exp\{-\Lambda(V-B)\}] \quad \text{風速} < V \quad \text{の確率}$$

確率分布は表-2, 7の解析条件の各ケースについて設定する。パラメータ Λ 、 B は以下の関係を用いて、日本全国の気象官署154ヶ所の観測値から推定した極値I型分布¹¹⁾と整合性を持つようにした。

極値I型分布の確率密度関数は次式で表される。

$$f(V) = \Lambda \cdot \exp[-\Lambda(V-B) - \exp\{-\Lambda(V-B)\}]$$

a、b地点の100年再現期待風速 $V_{a,100}$ 、 $V_{b,100}$ を

$$V_{b,100} = \alpha \cdot V_{a,100} \quad \text{と仮定すると}$$

$$V_b = \alpha \cdot V_a$$

密度関数の分布形状を相似形とすると

$$f_b(V_b) = f_a(V_a) \frac{dV_a}{dV_b} = f_a(V_a) \frac{1}{\alpha}$$

また、

$$f_a(V_a) = \Lambda_a \cdot \exp[-\Lambda_a(V_a - B_a) - \exp\{-\Lambda_a(V_a - B_a)\}]$$

$$= \Lambda_a \cdot \exp[-\Lambda_a(\frac{V_b}{\alpha} - B_a) - \exp\{-\Lambda_a(\frac{V_b}{\alpha} - B_a)\}]$$

$$f_b(V_b) = f_a(V_a) \frac{1}{\alpha}$$

$$= \frac{\Lambda_a}{\alpha} \exp[-\Lambda_a(\frac{V_b}{\alpha} - B_a) - \exp\{-\Lambda_a(\frac{V_b}{\alpha} - B_a)\}]$$

$$= \frac{\Lambda_a}{\alpha} \exp[-\frac{\Lambda_a}{\alpha}(V_b - \alpha \cdot B_a) - \exp\{-\frac{\Lambda_a}{\alpha}(V_b - \alpha \cdot B_a)\}]$$

故に、

$$\Lambda_b = \frac{1}{\alpha} \Lambda_a$$

$$B_b = \alpha \cdot B_a$$

a 地点に全国平均値を用いると

$$V_{a,100} = 25.7$$

$$\Lambda_a = 0.45$$

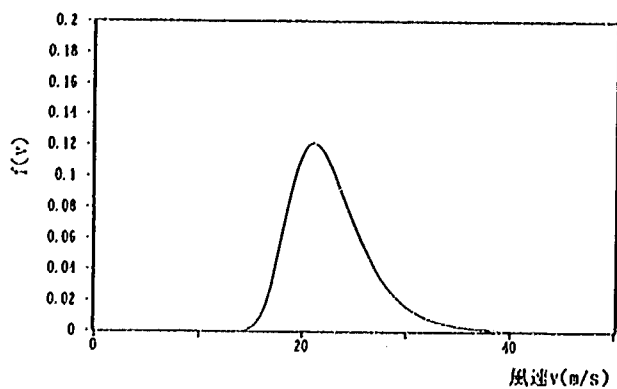
$$B_a = 15.5$$

従って、解析条件のパラメータ Λ 、 B は設計風速（100年再現期待風速）を用いて以下のように表せる。

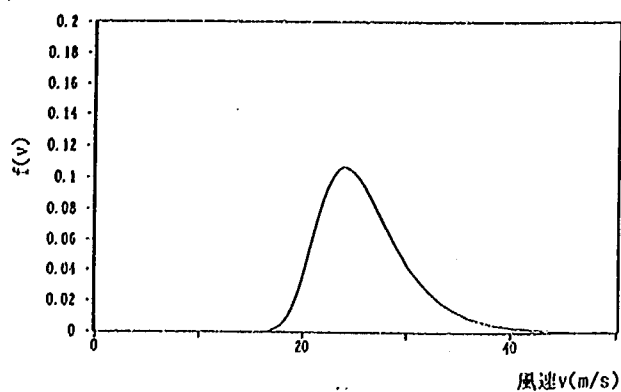
$$\Lambda = \frac{25.7}{V_{100}} \quad 0.45$$

$$B = \frac{V_{100}}{25.7} \quad 15.5$$

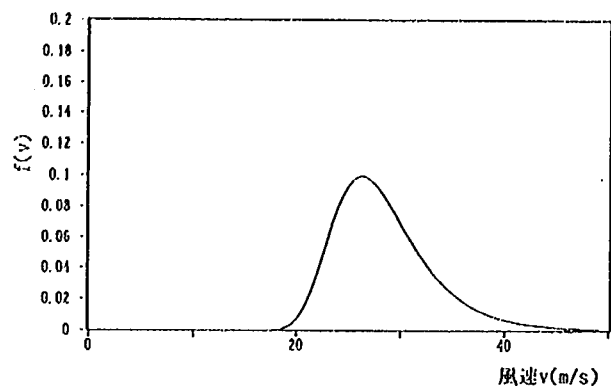
図-2, 13に上式より設定した、解析条件1~7の風速分布を示す。



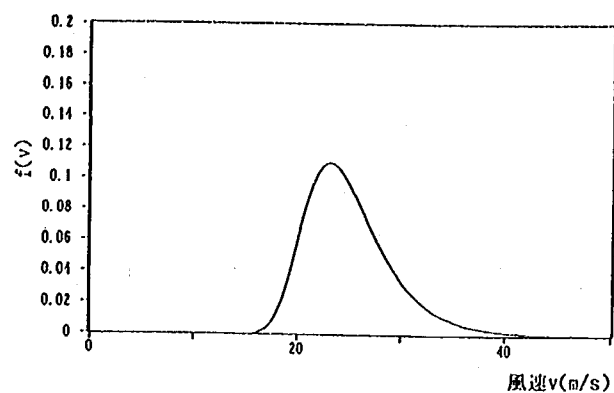
(1) 風速の確率分布 (解析条件 1)



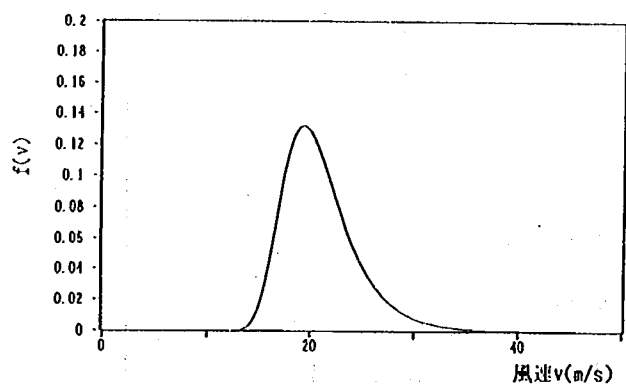
(2) 風速の確率分布 (解析条件 2)



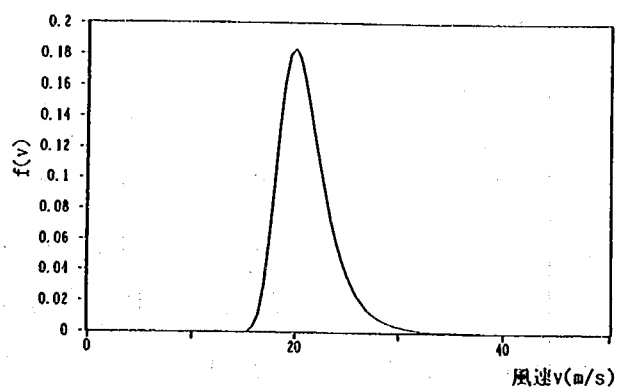
(3) 風速の確率分布 (解析条件 3)



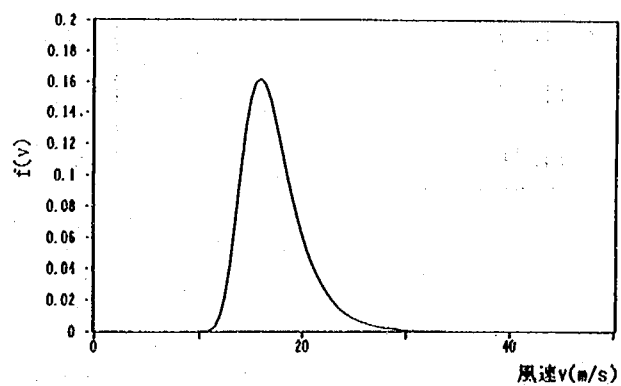
(4) 風速の確率分布 (解析条件 4)



(5) 風速の確率分布 (解析条件 5)



(6) 風速の確率分布 (解析条件 6)



(7) 風速の確率分布 (解析条件 7)

図-2.13 風速の確率分布

(3) 乱れ強さの確率分布

乱れ強さの変動特性を的確に当てはめられる分布が見あたらないため、ここでは表-2. 7の解析条件ごとに設定した乱れ強さの値、前後30% 範囲で一様に変動するものとした。

2. 4. 3 シミュレーション解析

(1) 解析手法

着目点で発生する応力度のシミュレーションは、上述の風速および乱れ強さの確率分布を用いて実施する。以下に手順を説明する。

まず風速と乱れ強さの確率分布に従って、一様乱数を500 年間分(500 回)発生させて設計風速と乱れ強さを設定する。次に風速および乱れ強さ-応力度関係を用いて、各回数ごとにその設計風速および乱れ強さで発生する年最大応力度を算定する。これらの年最大発生応力度を500 年分プロットして応力頻度を検討し、再現期間50年超過確率10% 値(475.1 年に少なくとも1 度生じる)を最大応力度として評価する。

(2) シミュレーション解析ケース

表-2. 14に解析ケースを示す。ケース1~7は、設計風速および乱れ強さの影響を見ることができる。また、ケース3-1、3-2は空気力係数の影響を見ることができる。

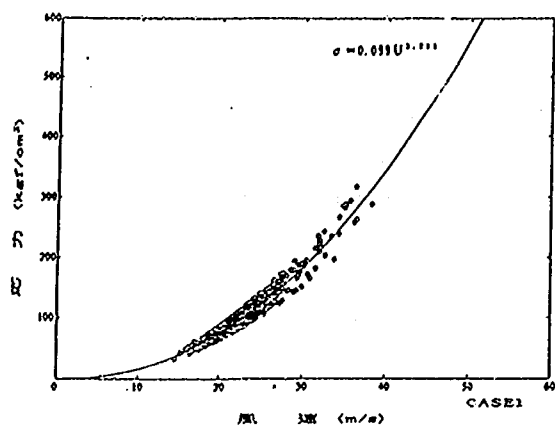
表-2.14 解析ケース

解析 ケース	風 速 の パラメータ		乱れ強さ (%)	風速-応力 パラメータ	乱れ強さ- 応力 パラメータ	空気力 係 数
	A	B				
1	0.33	20.99	15	表-2.11.1, 2.11.9	表-2.12, 2.13	A
2	0.29	24.06	13	表-7.11.2, 2.11.10		A
3	0.27	26.24	12	表-7.11.3, 2.11.11		A
3-2	0.27	26.24	12	表-7.11.4, 2.11.12		B
4	0.30	23.16	15	表-7.11.5, 2.11.13		A
5	0.36	19.36	20	表-7.11.6, 2.11.14		A
6	0.50	19.93	29	表-7.11.7, 2.11.15		A
7	0.44	15.92	26	表-7.11.8, 2.11.16		A

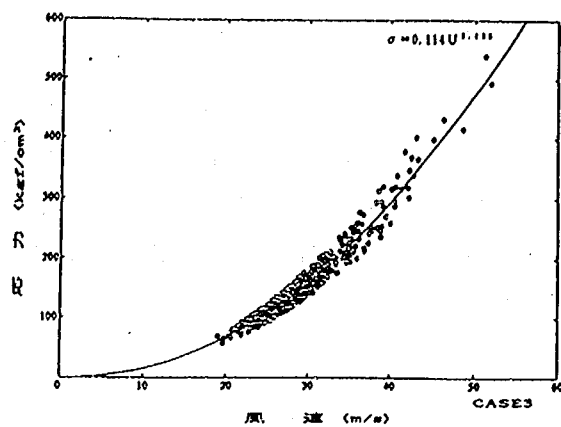
(3) シミュレーション解析結果

図-2. 14 に、各解析ケースの主桁中央径間中央UP-DECK の曲げ応力度と風速の関係を示す。

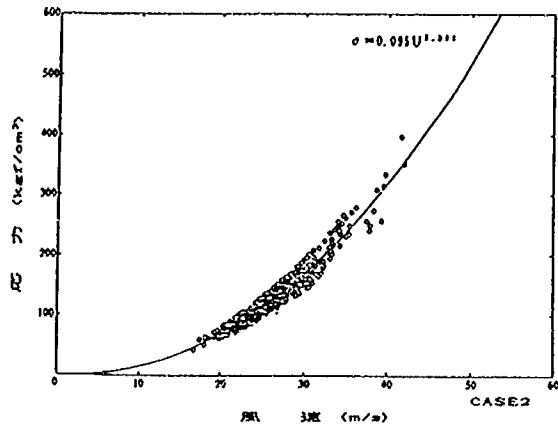
図-2. 15 にケース2の主桁中央径間中央UP-DECKの年最大曲げ応力度をHazenの方法を用いてガンベル確率紙に500年分プロットした図を示す。このプロットに対する回帰線上の値を最大発生応力として採用した。同様に解析した再現期間50年の最大応力度を、主桁の曲げ応力度・圧縮応力度、主塔の曲げ応力度・圧縮応力度に分けて表-2. 15に示す。



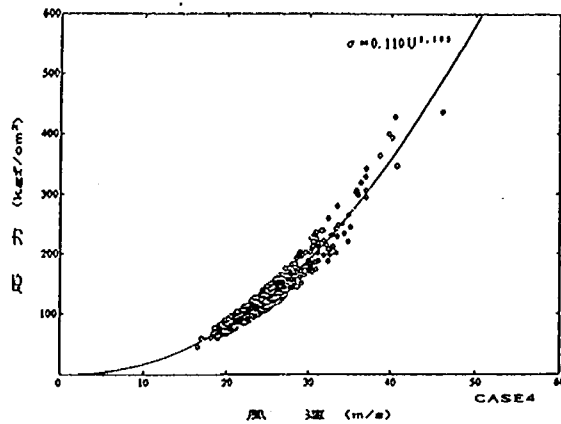
(1) 風速と主桁中央径間中央UP-DECK曲げ応力の関係 (解析ケース1)



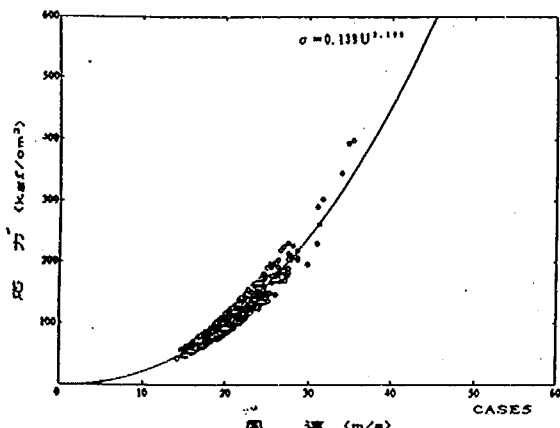
(3) 風速と主桁中央径間中央UP-DECK曲げ応力の関係 (解析ケース3)



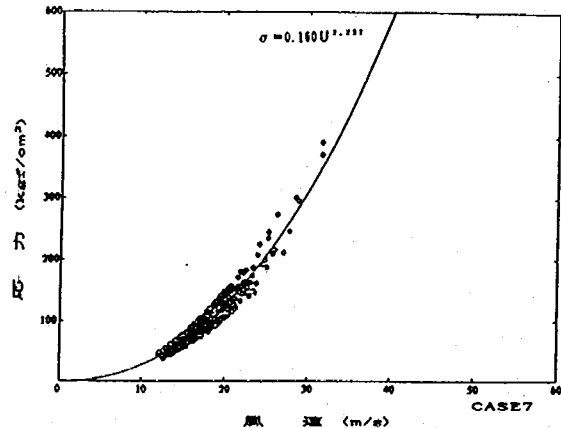
(2) 風速と主桁中央径間中央UP-DECK曲げ応力の関係 (解析ケース2)



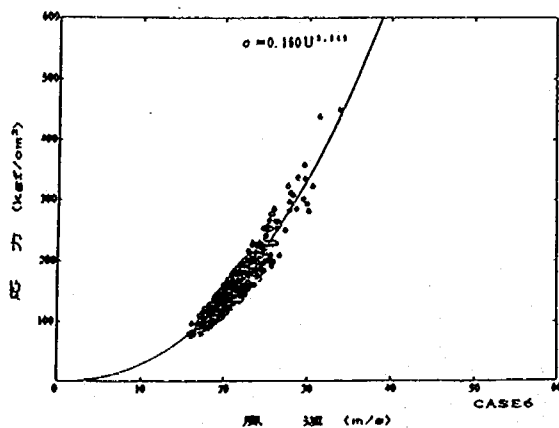
(4) 風速と主桁中央径間中央UP-DECK曲げ応力の関係 (解析ケース4)



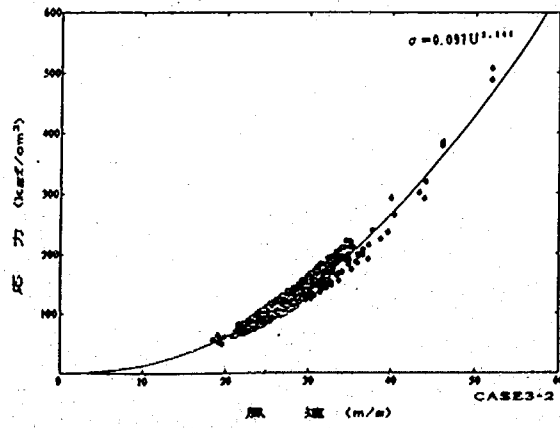
(5) 風速と主桁中央径間中央UP-DECK曲げ応力の関係 (解析ケース5)



(7) 風速と主桁中央径間中央UP-DECK曲げ応力の関係 (解析ケース7)



(6) 風速と主桁中央径間中央UP-DECK曲げ応力の関係 (解析ケース6)



(8) 風速と主桁中央径間中央UP-DECK曲げ応力の関係 (解析ケース3-2)

図-2.14

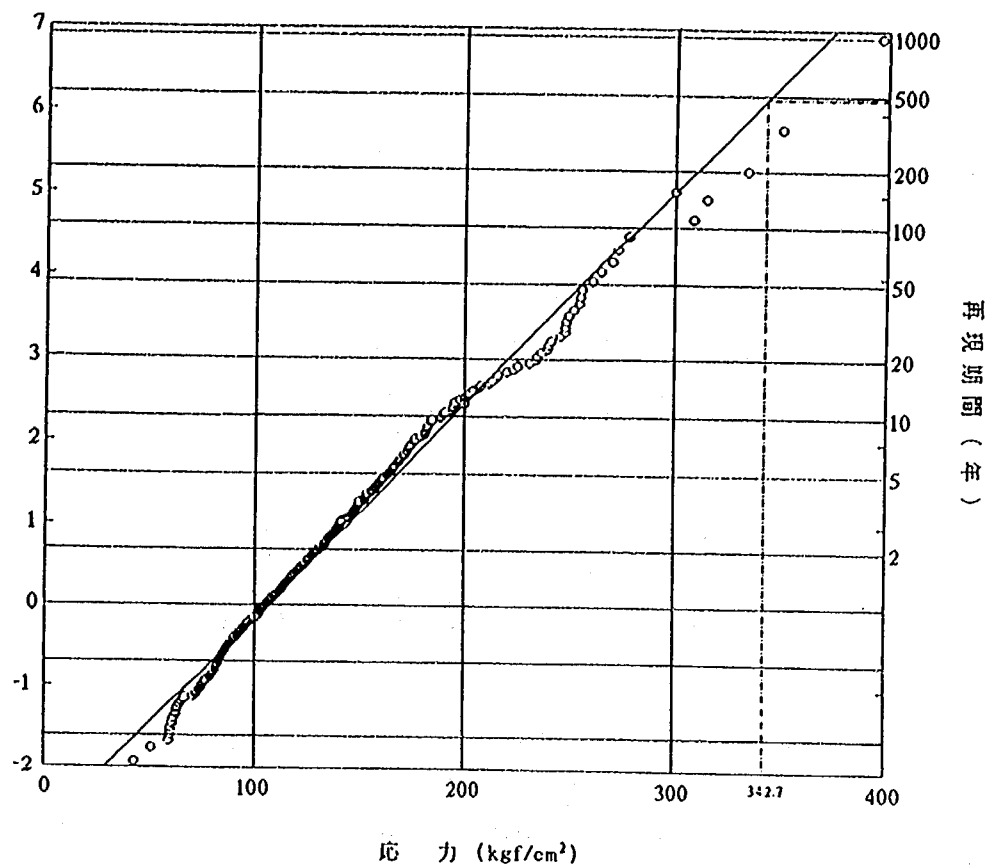


図-2.15 再現期間と応力の関係 (ケース 2 : 主桁曲げ応力度中央径間中央UP-DECK)

表-2.15.1 再現期間50年の最大発生応力 (主桁曲げ応力)

(単位 : kgf/cm²)

	着目点1	着目点2	着目点3	着目点4	着目点5	着目点6	着目点7	着目点8	着目点9	着目点10
ケース 1	230.8	284.6	397.5	219.3	296.1	227.1	253.7	165.7	226.5	237.9
ケース 2	256.7	315.5	459.9	283.8	342.7	281.9	280.4	192.1	242.1	261.5
ケース 3	288.1	361.7	557.8	337.2	436.8	264.3	340.7	221.5	267.8	263.9
ケース 4	263.5	362.4	481.6	300.8	386.8	310.5	316.4	238.0	257.2	267.1
ケース 5	257.8	330.5	414.4	257.9	309.0	253.5	244.9	162.0	229.3	264.8
ケース 6	298.3	427.9	495.4	260.9	377.7	310.8	282.3	192.9	287.2	309.2
ケース 7	207.0	317.7	348.8	183.6	281.9	218.1	207.8	138.6	203.6	210.1
ケース 3-2	310.7	426.1	440.9	283.9	354.6	324.0	297.3	280.9	270.6	329.1

着目点1 : 曲げ応力度 - 主桁側径間 P T, 8 (1 P 側)
 着目点2 : ~
 着目点3 : 曲げ応力度 - 主桁主塔位置 (1 P 側)
 着目点4 : ~
 着目点5 : 曲げ応力度 - 主桁中央径間中央
 着目点6 : ~
 着目点7 : 曲げ応力度 - 主桁主塔位置 (2 P 側)
 着目点8 : ~
 着目点9 : 曲げ応力度 - 主桁側径間 P T, 89 (2 P 側)
 着目点10 : ~

UP-DECK.
 LOW-FLQ.
 UP-DECK.
 LOW-FLQ.
 UP-DECK.
 LOW-FLQ.
 UP-DECK.
 LOW-FLQ.
 UP-DECK.
 LOW-FLQ.

表-2.15.2 再現期間50年の最大発生応力（主桁圧縮応力）

（単位：kgf/cm²）

	着目点 1	着目点 2	着目点 3	着目点 4	着目点 5
ケース 1	25.0	28.9	15.4	23.8	22.7
ケース 2	28.1	36.2	20.7	28.0	23.8
ケース 3	28.5	37.4	19.5	30.7	25.5
ケース 4	28.0	34.7	19.0	29.3	25.0
ケース 5	29.5	31.8	17.1	27.2	23.7
ケース 6	37.4	42.7	20.0	34.7	30.5
ケース 7	23.2	28.9	14.9	23.9	20.7
ケース 3-2	44.2	59.4	26.3	46.1	38.7

着目点 1：軸応力度－主桁側径間 P.T. 8（1 P 側）

着目点 2：軸応力度－主桁主塔位置（1 P 側）

着目点 3：軸応力度－主桁中央径間中央

着目点 4：軸応力度－主桁主塔位置（2 P 側）

着目点 5：軸応力度－主桁側径間 P.T. 89（2 P 側）

表-2.15.3 再現期間50年の最大発生応力（主塔応力）

（単位：kgf/cm²）

	着目点 1	着目点 2	着目点 3	着目点 4	着目点 5	着目点 6
ケース 1	338.0	288.0	329.2	272.7	50.6	62.2
ケース 2	369.8	354.1	357.2	370.1	59.0	72.6
ケース 3	441.2	372.9	443.2	363.4	74.9	82.9
ケース 4	419.4	373.2	430.1	379.3	70.6	76.8
ケース 5	440.1	359.6	419.9	354.0	64.0	68.2
ケース 6	510.6	438.3	502.2	413.9	83.3	87.8
ケース 7	386.2	311.0	324.6	291.4	56.0	66.3
ケース 3-2	534.8	469.9	562.0	445.5	97.9	104.9

着目点 1：曲げ応力度－主塔 1 P 隅角部 1

着目点 2：曲げ応力度－主塔 1 P 隅角部 2

着目点 3：曲げ応力度－主塔 2 P 隅角部 1

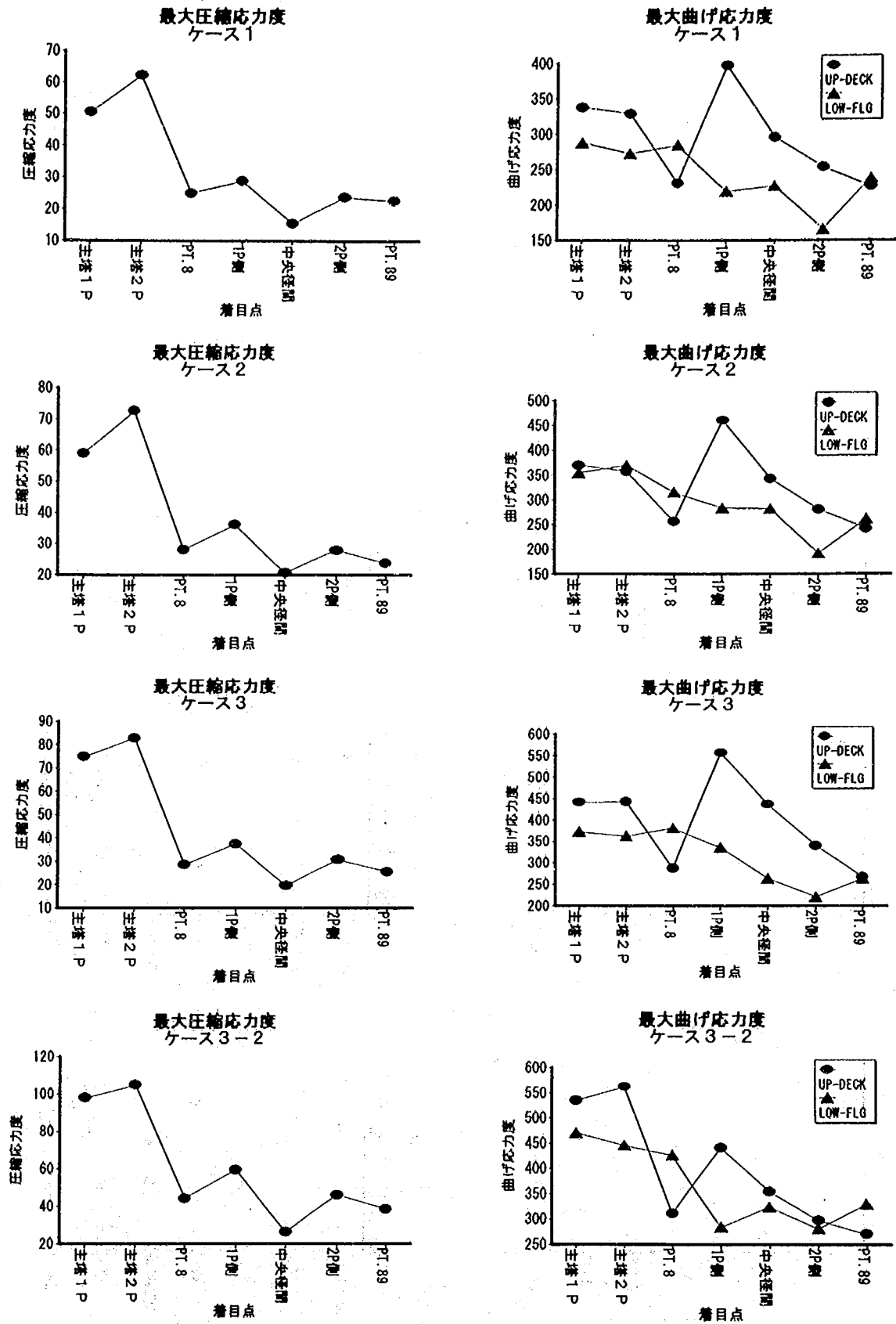
着目点 4：曲げ応力度－主塔 2 P 隅角部 2

着目点 5：軸応力度－主塔 1 P

着目点 6：軸応力度－主塔 2 P

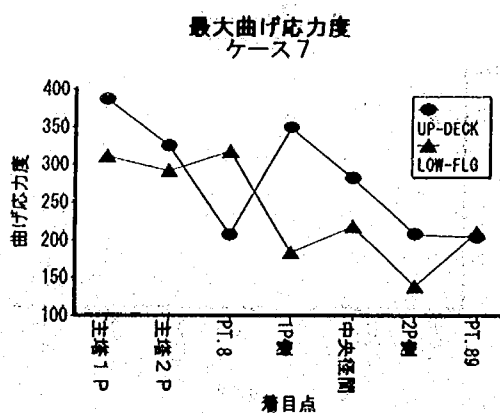
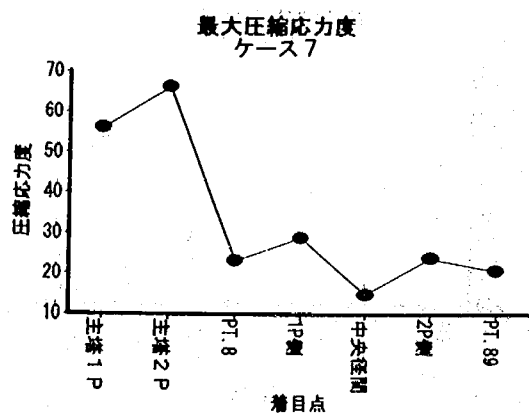
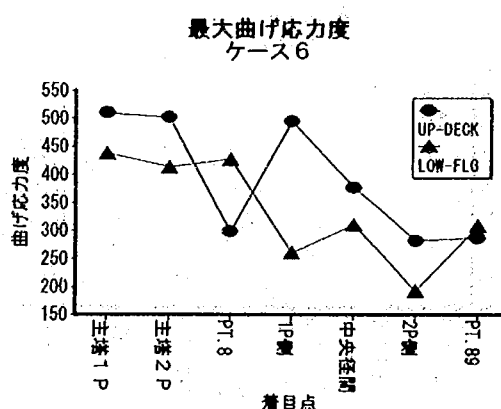
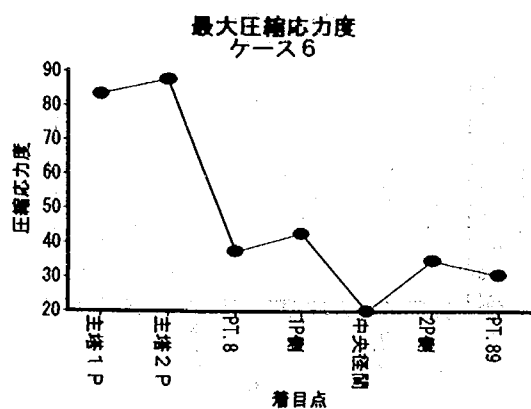
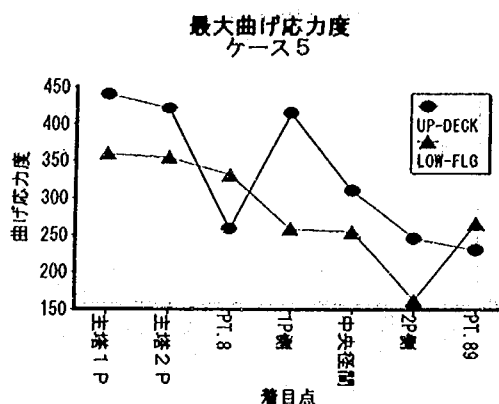
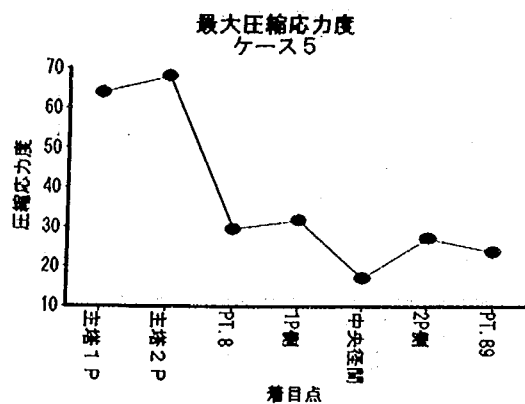
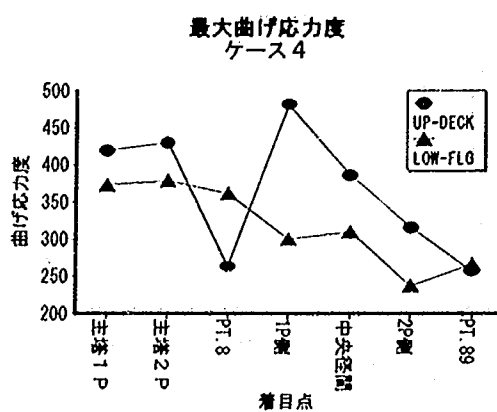
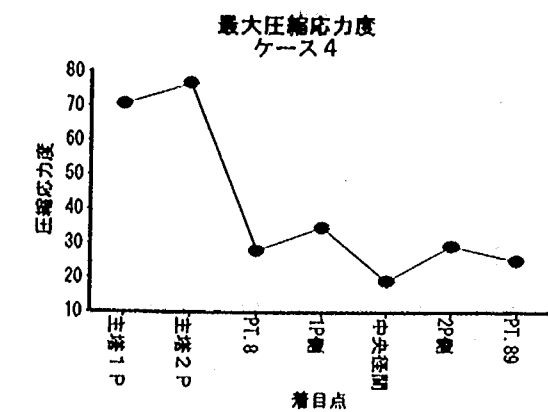
（4）考察

解析ケース1～7の着目点における最大応力度を図-2. 16に示し、確率量を用いて算定した最大応力について考察する。



応力度の単位 (kgf/cm²)

図-2.16.1 最大応力度 (その 1)



応力度の単位 (kgf/cm²)

図-2.16.2 最大応力度 (その2)

表-2.16 ケーブルの風荷重強度

	外 径	長さ (m)	作用荷重 (tf)
1 段目	162 ϕ	171.421	2.083
2 段目	〃	164.418	1.998
3 段目	〃	157.434	1.913
4 段目	139 ϕ	150.470	1.569
5 段目	〃	143.531	1.497
6 段目	122 ϕ	136.620	1.250
7 段目	〃	129.740	1.187
8 段目	〃	122.897	1.125
9 段目	〃	116.098	1.063
10段目	〃	109.350	1.001
11段目	〃	102.664	0.940
12段目	〃	96.051	0.879
13段目	〃	89.529	0.819
14段目	〃	83.117	0.761
15段目	〃	76.845	0.703
16段目	〃	70.747	0.648

イ. 着目点と最大応力度の関係

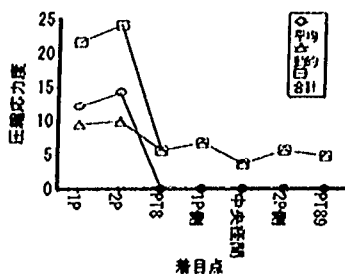
ガスト応答解析で得られた着目点と応力度の関係（平均応答と動的応答の和、図-2.17）と比較して、着目点と最大応力度の関係を見る。主桁の圧縮応力度およびUP-DECKの曲げ応力度と着目点との関係は、ガスト応答解析結果と同じ傾向を示しており、支承条件の異なる1P位置での応力度が大きくなった。主塔基部の圧縮応力度を比較すると、ガスト応答解析結果と同様2Pの方が大きくなった。また、曲げ応力度はガスト応答解析では1P、2Pともほぼ同じ応力が発生したが、最大応力度はばらつき、解析ケースで大小関係は異なっていた。

ロ. 気流の影響

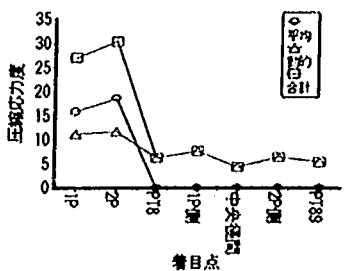
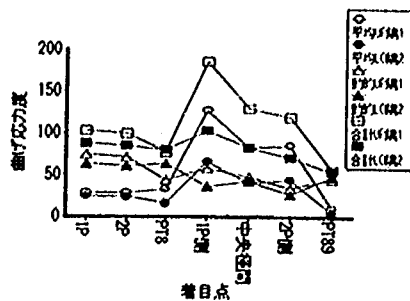
ガスト応答解析では乱れ強さが小さく、風速の高いケース3が主桁、主塔基部ともに他のケースより圧縮および曲げ応力度が大きかったが、シミュレートした結果、主桁、主塔とも全般的に大きな応力度が発生したが、主塔基部の応力度はケース6の方が上回った。この理由としてケース6は乱れ強さが大きいこと、風速分布が裾の狭い形状であること等が考えられる。

ハ. 空気力係数の影響

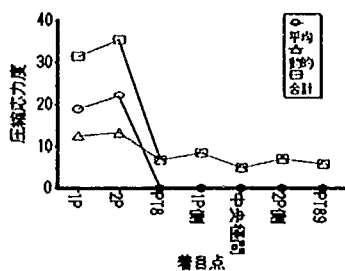
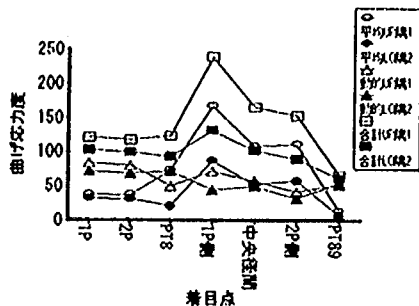
空気力係数の影響を解析ケース3、3-2で比べると、抗力方向の断面力が支配的な主桁の曲げ応力度では係数Aの方が大きくなり、揚力方向の断面力が寄与する主桁の圧縮応力度は係数Bの方が大きくなった。



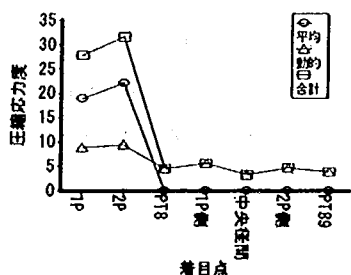
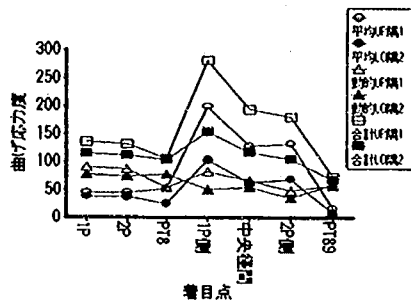
(1) ケース 1-3



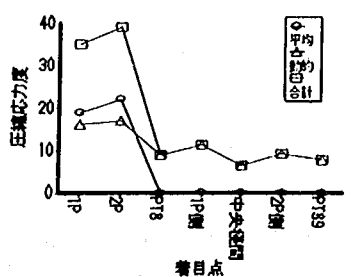
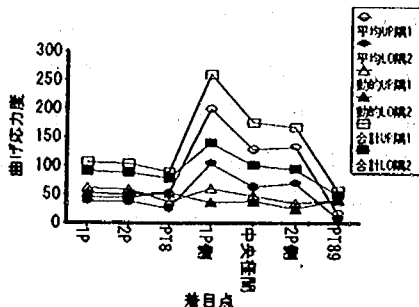
(2) ケース 2-3



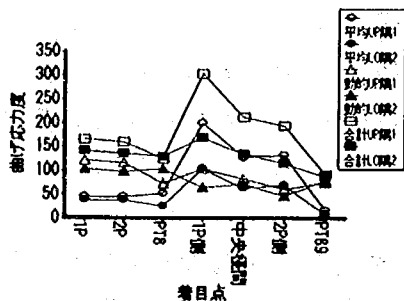
(3) ケース 3-3



(4) ケース 3-4



(5) ケース 3-5

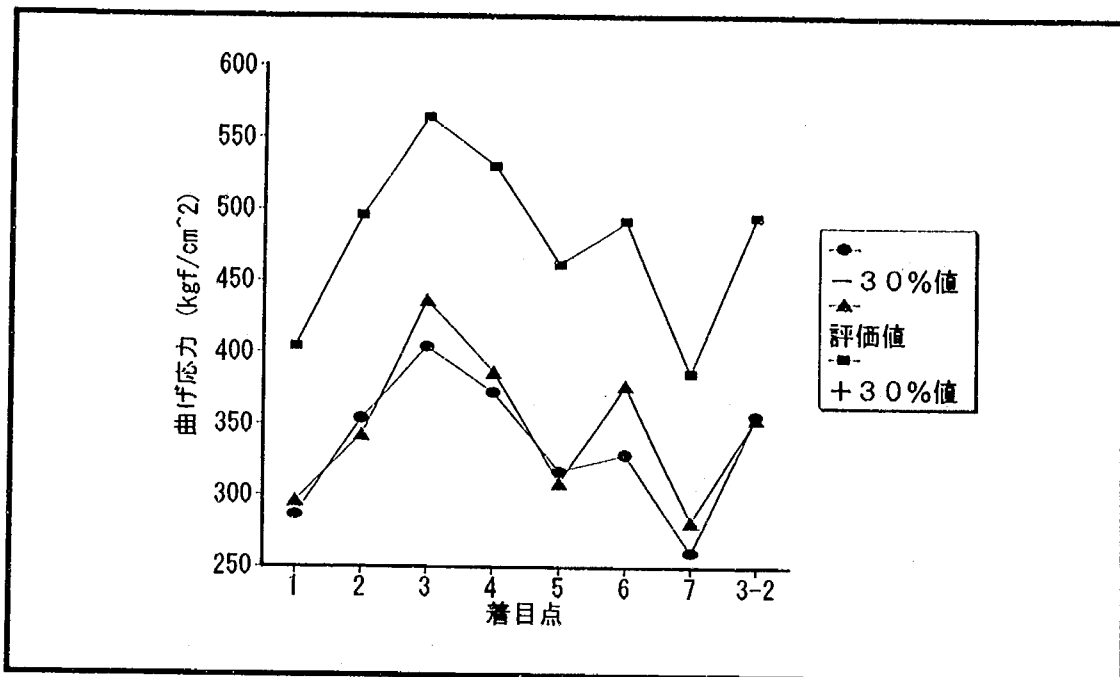


応力度の単位 (kgf/cm²)

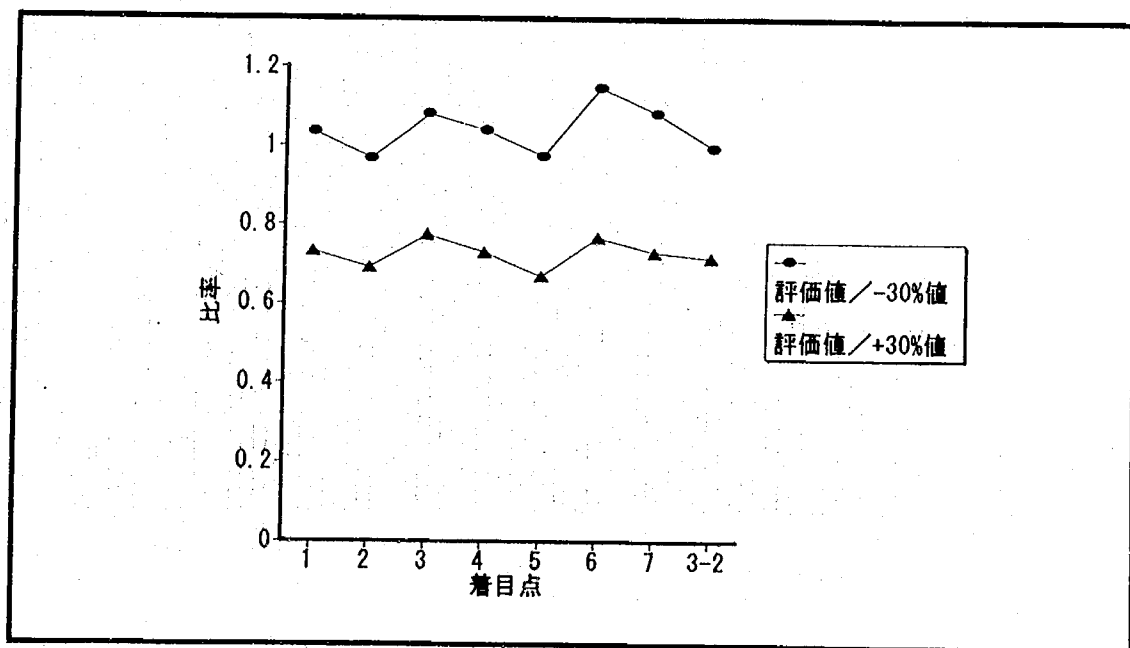
図-2.17 着目点の応力度

二. シミュレーションによる最大応力

シミュレーションから得られた最大応力と、再現期間50年超過確率10%の最大風速から算定した応力を比較した（着目点は中央径間中央UP-DECK）。乱れ強さの変動分を考慮して算定した結果、図-2.18に示すようにシミュレーションによって評価された最大応力は、最大風速から算定した応力よりも小さく、その応力は最大風速による応力の0.42~0.77であった。この理由として、シミュレーション回数の影響が考えられる。ただし、最大風速による応力はこの橋梁の設計変更をさせるほど大きなものではない。



(1) 曲げ応力



(2) 比率

図-2.18 解析値と風速最大時（50年超過確率10%）の応力の比較

2. 5 風荷重の評価

シミュレーション解析で得られた再現期間50年超過確率10%の最大応力と、道路橋示方書の設計風荷重によって発生した応力を比較する。ただし道路橋示方書の適用範囲は200mまでであり、これを越える橋梁については、別途風荷重が検討される。したがって、本検討では風荷重の影響が道路橋示方書の適用範囲の橋梁よりも大きい橋梁に関し、道路橋示方書を準用して比較したことになる。なお、荷重の載荷方法は一様載荷であり、道路橋示方書で規定されている影響線載荷に比べ、部材によっては応力度が小さく評価されていることに留意されたい。

2. 5. 1 設計風荷重の強度

風荷重強度は道路橋示方書に従って算定し、着目点での断面力を応力換算する。以下に荷重強度を示す。

- ・桁 1.212 tf/m
- ・塔 風上側 1.050 tf/m、 風下側 0.525 tf/m
- ・ケーブル：表-2. 16

2. 5. 2 設計風荷重による変位・断面力および応力度

設計風荷重載荷時に、桁に発生する変位・断面力図を図-2. 19に示す。

また、その時の着目点の変位・断面力、換算した応力を表-2. 17、表-2. 18に示す。

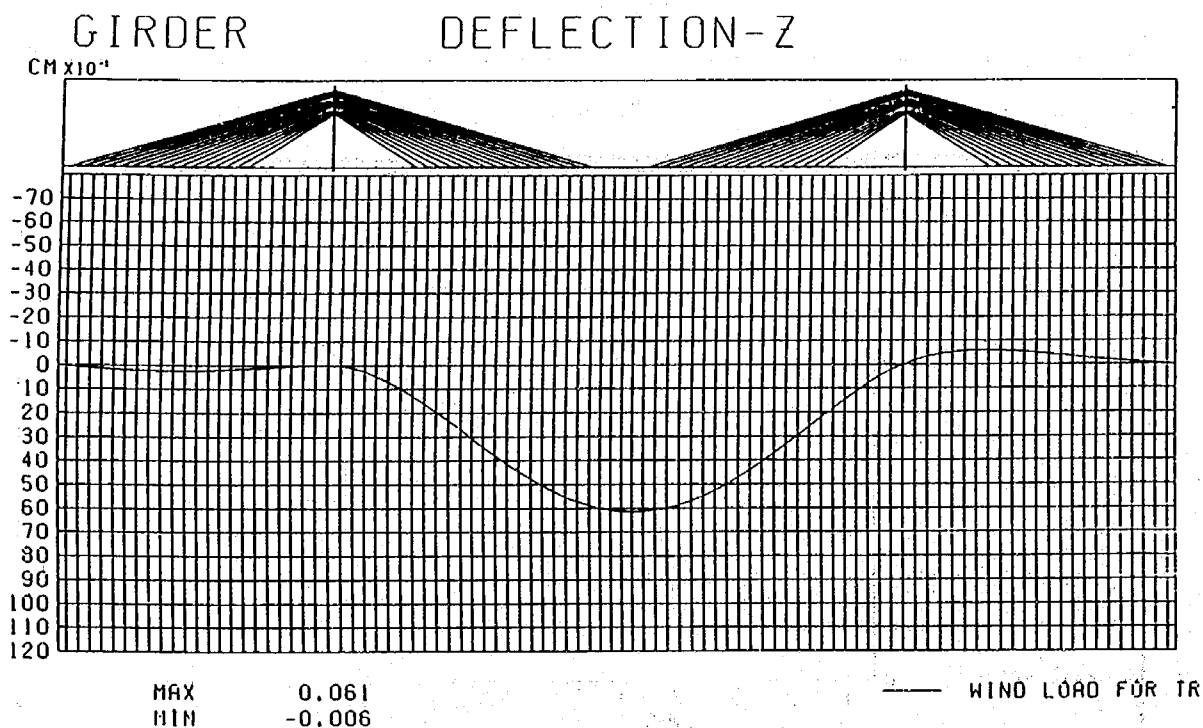


図-2.19.1 風荷重（道示）載荷時の水平変位

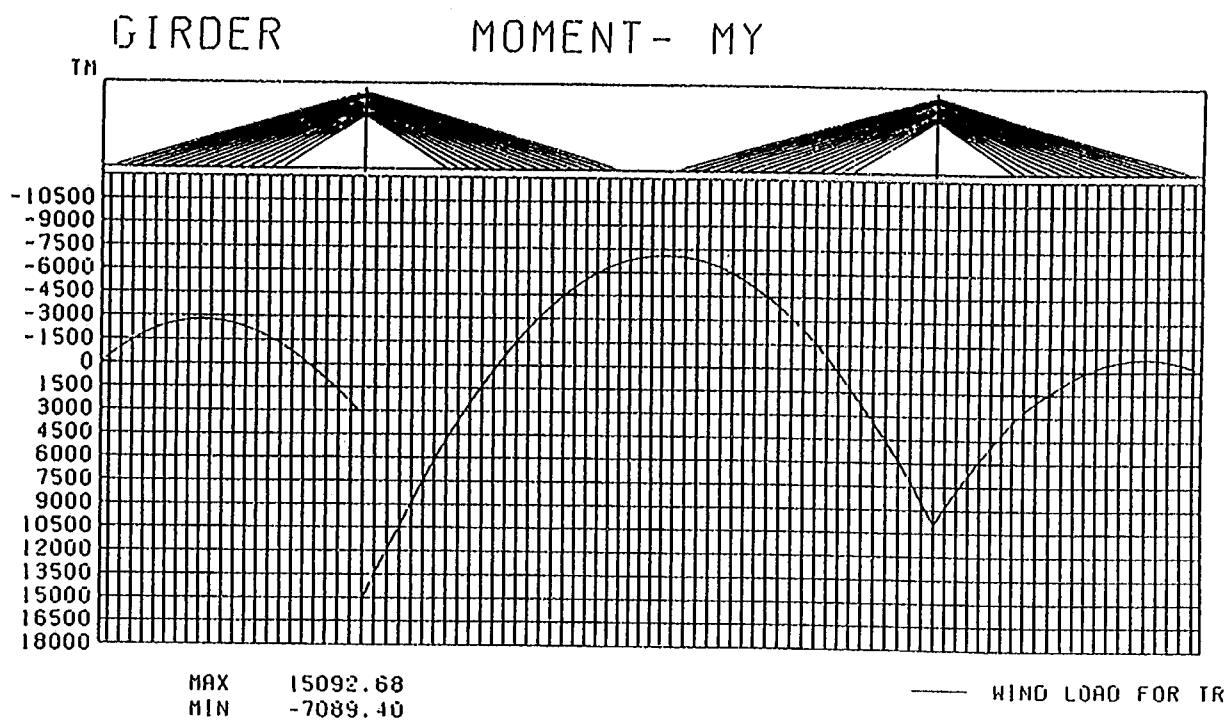


図-2.19.2 風荷重（道示）載荷時の抗力方向モーメント

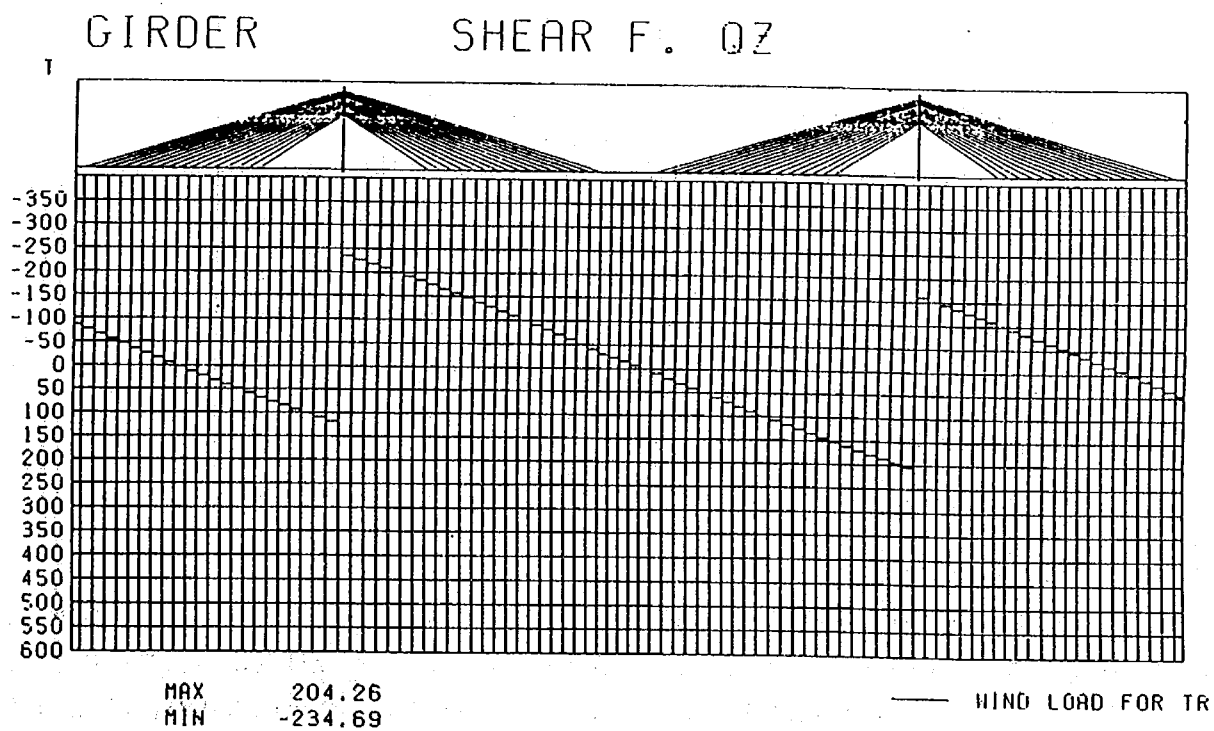


図-2.19.3 風荷重（道示）載荷時の抗力方向せん断力

表-2.17 風荷重（道示）載荷時の断面力・変位

	D Z (cm)	N (tf)	M Y (tf・m)	Q Z (tf)
主桁側径間 P T. 8 (1 P 側)	0.2	0.0	2599.8	26.5
主桁主塔位置 (1 P 側)	0.0	0.0	15092.7	234.7
主桁中央径間中央	6.1	0.0	7042.9	15.0
主桁主塔位置 (2 P 側)	0.0	0.0	8950.6	160.5
主桁側径間 P T. 89 (2 P 側)	0.2	0.0	634.6	25.0
主塔 1 P 基部	——	190.1	178.9	18.6
主塔 2 P 基部	——	207.0	183.5	18.7

表-2.18 風荷重（道示）載荷時の応力

	曲げ応力度		軸応力度 (kgf/cm ²)
	着目箇所	(kgf/cm ²)	
主桁側径間 P T. 8 (1 P 側)	UP-DECK	83.4	0.0
	LOW-FLG	40.8	
主桁主塔位置 (1 P 側)	UP-DECK	359.0	0.0
	LOW-FLG	186.9	
主桁中央径間中央	UP-DECK	226.3	0.0
	LOW-FLG	110.6	
主桁主塔位置 (2 P 側)	UP-DECK	212.9	0.0
	LOW-FLG	110.8	
主桁側径間 P T. 89 (2 P 側)	UP-DECK	19.5	0.0
	LOW-FLG	9.5	
主塔 1 P 基部	隅角部 1	34.2	3.3
	隅角部 2	28.9	
主塔 2 P 基部	隅角部 1	25.1	3.3
	隅角部 2	29.7	

2. 5. 3 応力比の算定結果

表-2. 18にある設計風荷重によって発生した着目点の応力と、シミュレーション解析で得られた応力とを比較する。以下の式で定めた応力比を評価の指標とし、各着目点についてそれぞれ求めた。表-2. 19、表-2. 20に算定結果を示す。なお着目部材によっては応力比が1より大きくなることもあるが、図-2. 16に示すようにシミュレーション解析で得られた応力はいずれも許容応力度を下回るものであり、設計上問題のあることを意味するものではない。

$$\text{応力比} = \frac{\text{シミュレーションによる応力}}{\text{設計風荷重（基本荷重）による応力}}$$

表-2.19 最大応力と風荷重（道示）による応力の比較（主桁）

(単位: kgf/cm²)

	着目点1	着目点2	着目点3	着目点4	着目点5	着目点6	着目点7	着目点8	着目点9	着目点10
ケース 1	255.9 (3.07)	309.6 (7.59)	426.4 (1.19)	248.1 (1.33)	311.5 (1.38)	242.4 (2.19)	277.5 (1.30)	189.6 (1.71)	249.3 (12.78)	260.6 (27.43)
ケース 2	284.8 (3.41)	343.6 (8.42)	496.1 (1.38)	320.0 (1.71)	363.3 (1.61)	302.5 (2.74)	308.3 (1.45)	220.0 (1.99)	266.0 (13.64)	285.4 (30.04)
ケース 3	316.7 (3.80)	410.3 (10.08)	595.2 (1.66)	374.6 (2.00)	456.2 (2.02)	283.8 (2.57)	371.4 (1.74)	252.3 (2.28)	293.3 (15.04)	289.4 (30.46)
ケース 4	291.5 (3.49)	390.4 (9.57)	516.4 (1.44)	335.6 (1.80)	405.9 (1.79)	329.5 (2.98)	345.6 (1.62)	267.3 (2.41)	282.2 (14.47)	292.1 (30.75)
ケース 5	287.3 (3.44)	360.0 (8.82)	446.2 (1.24)	289.8 (1.55)	326.2 (1.44)	270.6 (2.45)	272.1 (1.28)	189.3 (1.71)	253.0 (12.97)	288.5 (30.37)
ケース 6	335.7 (4.03)	465.3 (11.40)	538.2 (1.50)	303.6 (1.62)	397.7 (1.76)	330.8 (2.99)	317.1 (1.49)	227.7 (2.05)	317.7 (16.29)	339.7 (35.76)
ケース 7	230.2 (2.76)	340.9 (8.35)	377.7 (1.05)	212.6 (1.14)	296.7 (1.31)	232.9 (2.11)	231.7 (1.09)	162.5 (1.47)	224.3 (11.50)	230.8 (24.30)
ケース 3-2	354.9 (4.26)	470.3 (11.53)	500.3 (1.39)	343.4 (1.84)	380.9 (1.68)	350.2 (3.17)	343.4 (1.61)	327.0 (2.95)	309.2 (15.86)	367.8 (38.71)
道路橋示方書 風荷重の応力	83.4	40.8	359.0	186.9	226.3	110.6	212.9	110.8	19.5	9.5

着目点1: 主桁側径間P.T. 8 (1 P側) UP-DECK 応力度
 着目点2: " LOW-FLG 応力度
 着目点3: 主桁主塔位置 (1 P側) UP-DECK 応力度
 着目点4: " LOW-FLG 応力度
 着目点5: 主桁中央径間中央 UP-DECK 応力度
 着目点6: " LOW-FLG 応力度
 着目点7: 主桁主塔位置 (2 P側) UP-DECK 応力度
 着目点8: " LOW-FLG 応力度
 着目点9: 主桁側径間P.T. 89 (2 P側) UP-DECK 応力度
 着目点10: " LOW-FLG 応力度
 (): 再現期間50年の最大発生応力/道路橋示方書の風荷重による応力

表-2.20 最大応力と風荷重（道示）による応力の比較（主塔）

(単位: kgf/cm²)

	着目点1	着目点2	着目点3	着目点4
ケース 1	388.6 (10.36)	338.5 (10.51)	391.5 (10.19)	335.0 (10.15)
ケース 2	428.8 (11.43)	413.1 (12.83)	429.8 (11.19)	442.7 (13.41)
ケース 3	516.2 (13.76)	447.9 (13.91)	526.1 (13.70)	446.3 (13.53)
ケース 4	490.0 (13.07)	443.8 (13.78)	506.8 (13.20)	456.0 (13.82)
ケース 5	504.1 (13.44)	419.6 (13.03)	488.1 (12.71)	422.2 (12.79)
ケース 6	594.0 (15.84)	521.7 (16.20)	589.9 (15.36)	501.7 (15.20)
ケース 7	442.2 (11.79)	367.0 (11.40)	390.9 (10.18)	357.8 (10.84)
ケース 3-2	632.7 (16.87)	567.9 (17.64)	666.9 (17.37)	550.4 (16.68)
道路橋示方書 風荷重の応力	37.5	32.2	38.4	33.0

着目点1: 主塔1 P隅角部1 応力度
 着目点2: 主塔1 P隅角部2 応力度
 着目点3: 主塔2 P隅角部1 応力度
 着目点4: 主塔2 P隅角部2 応力度
 (): 再現期間50年の最大発生応力/道路橋示方書の風荷重による応力

2. 5. 4 考察

(1) 着目点と応力比の関係

ケース1～7、3-2の主桁の応力比を比較すると、全般的にUP-DECKよりLOW-FLG の値が大きくなる傾向があり、側径間中央の着目点を除いて応力比は0.66～1.99の値を、また側径間中央では2.00～24.62 とかなり大きな値を示した。側径間中央で値が大きくなった理由として支承条件の影響が考えられる。この支承条件のもとでは、側径間の抗力方向荷重に対するモーメントは抑えられ、設計風荷重による断面力が小さくなる。そのために、揚力方向荷重を含む実態荷重に対する比が大きくなったと考えられる。また、主桁主塔位置の応力比は中央径間中央よりも若干小さくなっているが、これは端部の断面力が高次モードの影響を受け安いものであり、中央径間中央のように低次モードで決まらない為である。一方、主塔の応力比は6.47～11.30 とかなり大きくなっており、設計風荷重による応力が小さいことがわかる。

(2) 気流の影響

中央径間中央UP-DECK に着目して、粗度区分Ⅰのケース1（低高度）、2（中高度）、3（高高度）を比較すると、高度が高くなるにつれて応力比は0.87、1.09、1.28と大きくなる傾向を示した。また高度を一定として、ケース3（粗度区分Ⅰ）、4（粗度区分Ⅱ）、5（粗度区分Ⅲ）、7（粗度区分Ⅳ）を比較すると、応力比は1.28、1.10、0.89、0.76と風速変化に従って小さくなった。ケース6（粗度区分Ⅳ、低高度）は風速は低く乱れが大きい条件であり、上記の傾向からそれほど大きな応力の発生は考えられないが、応力比はケース3 に次ぐものであった。これはケース6 の風速分布が裾の狭い形状をしているために、高風速での応力が最大応力として評価されたと考えられる。表-2. 21に各ケースの100 年期待風速と中央径間中央UP-DECK の最大応力を評価したときの風速を示す。また、応力比はどのケースにおいても大きくなっているが、応力自体は設計変更をする程大きな値ではなく問題はない。

(3) 空気力係数の影響

ケース3（空気力係数A）、3-2（係数B）を比較すると、係数Aのときには中央径間中央、主塔位置（UP-DECK）で応力比は大きくなり、係数Bのときには側径間中央、主塔位置（LOW-FLG）、主塔基部で大きくなった。これは抗力、揚力方向の断面力が作用したときに応力が大きく表れた着目点と一致している。

表-2.21 最大応力と風速の関係

解析ケース	100年期待風速	最大応力を評価した風速
1	34.8 m/s	29.49 m/s
2	39.9 m/s	35.38 m/s
3	43.5 m/s	36.29 m/s
4	38.4 m/s	31.50 m/s
5	32.1 m/s	26.33 m/s
6	23.1 m/s	24.71 m/s
7	26.4 m/s	22.19 m/s
3-2	43.5 m/s	33.35 m/s

(4) ケース2 (粗度区分 I、中高度) の応力比

ケース2 は対象橋梁の風環境に近い解析ケースであり、設計風荷重と直接的に比較ができる、その結果主桁中央径間中央UP-DECK では応力比は1.09とほぼ1.0 に近い値を示し、設計風荷重が安全側の値であることがわかった。一方、揚力方向の応力がこの橋梁で支配的となる側径間や主塔基部では、応力比はかなり大きくなった。従って、風荷重を考える場合には風環境および橋梁の構造特性を十分に把握しておくことが必要と思われる。

2. 6 ガスト応答調査のまとめ

(1) 橋梁の構造特性

解析の対象とした橋梁は3 径間連続斜張橋で、主塔は逆Y型で1 面吊り、主桁は1P主塔位置でピボット支承を用いている。そのため、鉛直方向の荷重に対して図-2. 20 (1) のようなモーメントが作用するが、橋軸直角 (抗力) 方向の荷重に対しては図-2. 20 (2) のような不連続なモーメントが作用し、1P主塔位置で大きく表れ、側径間では抑えられている。この構造特性は本橋特有のものであり、ガスト応答解析にも影響を与えた。

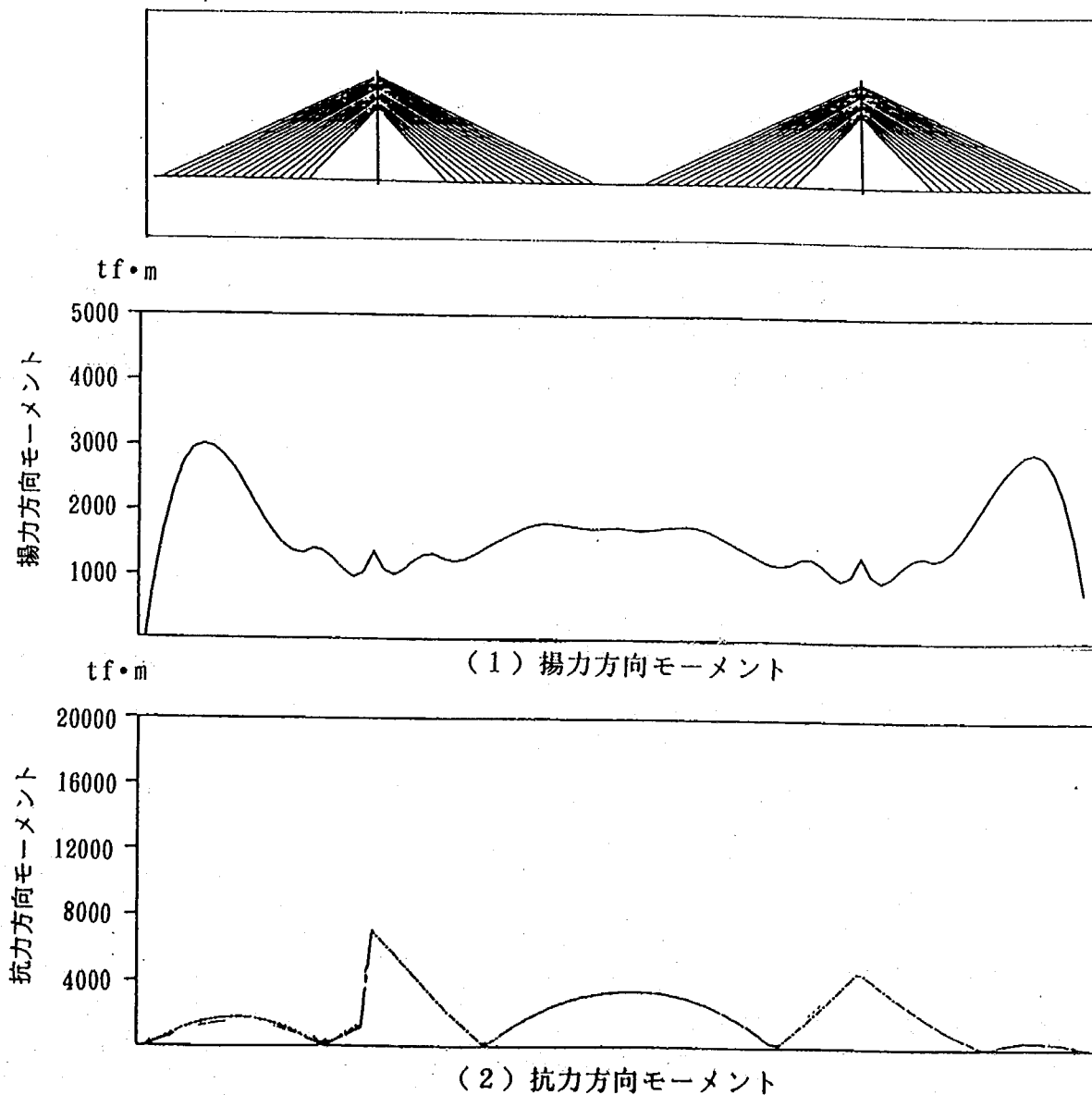


図-2.20 風荷重によって発生するモーメント

(2) 風荷重

三方向についてガスト応答解析を実施し、風速および乱れ強さの変動特性を考慮して、主桁と主塔基部の最大発生応力度（再現期間50年超過確率10% 評価）を推定した。また、風の変動特性と空気力係数が最大発生応力度に与える影響についても調べた。

1) 風の変動特性と発生応力

主塔位置、中央径間中央では抗力方向モーメントによる応力が支配的になり、また側径間中央は抗力方向よりも揚力方向のモーメントによる応力が大きく表れた。発生応力は高度が同じならば粗度が小さいほど、粗度が同じなら高度が高いほど大きくなる傾向が見られ、粗度区分Ⅰ・高高度が条件として最も厳しくなった。ただし、条件が粗度区分Ⅳ・低高度の場合風速分布の形状の影響で、この傾向に反して大きな値が算定された。

2) 空気力係数と発生応力

抗力方向の断面力が卓越する係数と揚力方向の断面力が卓越する係数を用いて比較した結果、前者は抗力方向の応力が支配的な中央径間と主塔位置（UP-DECK）において応力が大きくなり、後者は側径間と主塔位置（LOW-FLG）で大きくなった。

(3) 応力の比較

道路橋示方書の設計風荷重（抗力方向）による応力と、解析で得られた応力（解析条件は道示の風環境とほぼ一致）を比較して応力比を試算した結果、中央径間中央での応力比はほぼ1.0 となり、道示の風荷重は安全側の値を取っていると思われる。

この応力比は構造特性、断面形状、および風環境の影響により、かなり大きくなる場合があることが明らかとなった。しかし、絶対的な量として発生応力を見ると、中央径間300m級の斜張橋では風荷重による応力は小さく、風荷重で設計が決まるケースは少ないと言え、風荷重の設定は、現行の手法でほぼ妥当であり、長大な斜張橋においてのみ、風環境を細やかに設定する必要性が生じてくるものと考えられた。

3. ケーブル振動によって発生する曲げ応力の推定

3. 1 研究の概要と従来の研究

3. 1. 1 研究の目的

ケーブルの振動に関しては、第1章にも述べた事情により、荷重の特性ではなく、ケーブル振動により発生する二次曲げ応力を推定するための解析方法を検討した。限界状態設計法による斜張橋の耐風設計を研究する本課題の中では、ケーブルの疲労限界状態のために応力の評価手法の準備という位置づけとなる。斜張橋ケーブルとしては我が国で広く用いられているセミパラレルワイヤーケーブル（以後SPWCと記す）を対象とした。これは高張力鋼線を平行に束ね、若干のよりを導入したものである。

3. 1. 2 従来の研究

平行線ケーブルの二次曲げに関してはWyatt, 伊藤, 西村・新家らにより、多くの理論的・実験的な研究がなされているようである。¹⁾これらの研究によって、ケーブルの二次曲げ挙動は、バンディングやラッピングによる素線相互間の拘束力により大きく支配されることがわかっているが、上述したSPWCと吊橋主ケーブル用平行線ケーブルとでは構造上および製作上の相違により拘束力に差異があると思われる。

ここでは比較的最近の研究として、以下に坂本ら²⁾の研究、本州四国連絡橋公団の実験³⁾、および中村ら⁴⁾の研究について簡単に紹介する。

(1) 坂本らの研究²⁾

坂本らは、 $\phi 7-139$ （直径7mmの素線を139本束ねたもの）のSPWCを用いて、曲げ剛性・二次曲げ応力度・曲げ疲労限界を調べる実験を行っている。また、ソケット部にエポキシ樹脂を充填することによる二次曲げ応力度の緩衝効果についても確認している。二次曲げ応力を推定する解析モデルについては、膜要素を用いた面内解析（幾何学的非線形性の考慮については不明）を行っている。解析としては、

(1) SPWCを円形の棒とみなしたときのWyattの式によるもの

(2) FEM解析によるもの

が行われている。

FEM解析解析の特徴としては以下のことが挙げられる。

- ①ソケット内の鋳込合金とエポキシ樹脂との境界面から曲げ実験の荷重載荷点までをモデル化している。
- ②ケーブルを素線軸方向に6層に分割している。
- ③ソケット・エポキシ樹脂・ポリエチレン管を膜要素としてモデル化している。
- ④ソケットの上下内側同志を膜要素で連結させている。
- ⑤ソケット拡大部を素線軸方向は自由、素線軸直角方向は固定（回転は不明）の支点としてモデル化している。

また、曲げ疲労強度に関しては「 $\phi 7-139$ (初期張力305tf)SPWCの無破断となる曲げ疲労強度は、繰返し回数200~300万回において曲げ角度で $\pm 0.6^\circ$ 程度である」と述べている。曲げ角度 0.6° 時の最大曲げ二次応力は、 25.1 kgf/mm^2 (供試体No. 6)である。

(2) 本州四国連絡橋公団での実験(その1)

本州四国連絡橋公団では、φ7-163のSPWCを用いて、曲げ剛性・曲げ応力度・曲げ疲労限界を調べる実験を行っている。SPWCはメーカー2社のものについて行っており、ソケット部には緩衝材が充填されているものである。解析の実施等については不明である。

(3) 本州四国連絡橋公団での実験(その2)³⁾

本州四国連絡橋公団では、φ5-121のSPWCを用いて、曲げ剛性・曲げ応力度を調べる実験を行っている。本SPWCは吊橋のハンガーロープとして使用することが計画されており、ソケット部構造を前面支圧型ソケットやピン定着型ソケットに、あるいは、エポキシ樹脂による二次応力低減構造の有無等を考慮した実験が行われている。二次曲げ応力を推定する解析モデルについては、Wyattの理論式を用いて以下の2通りの条件による曲げ応力度分布を求め、実験値によく一致する重み係数を決定している。

1) SPWCを円形の棒とみなす

$$y_1 = \theta * (E * I_1 / T)^{0.5} * \exp(-x * (T / (E * I_1))^{0.5})$$

$$\sigma_1 = 0.5 * D * \theta * (E * I_1 / T)^{0.5} * \exp(-x * (T / (E * I_1))^{0.5})$$

2) SPWCを素線毎に独立したの重ね梁とみなす

$$y_1 = \theta * (E * n * I_2 / T)^{0.5} * \exp(-x * (T / (E * n * I_2))^{0.5})$$

$$\sigma_2 = 0.5 * D * \theta * (E * n * I_2 / T)^{0.5} * \exp(-x * (T / (E * n * I_2))^{0.5})$$

θ : 曲げ角度 E : 素線の弾性係数 T : 初期導入張力 D : SPWC外径

I_1 : 素線どうしが剛結されたSPWCの断面二次モーメント

I_2 : 素線一本あたりの断面二次モーメント n : 素線数

また、曲げ疲労強度に関しては、曲げ角度 $\pm 0.9^\circ$ (二次曲げ応力度 19.2kgf/mm^2)時、繰返し回数200万回まで破断は検出されておらず、曲げ角度 $\pm 1.35^\circ$ (二次曲げ応力度 $25.5 \sim 28.0\text{kgf/mm}^2$)時、繰返し回数200万回までに2回破断したという実験結果がある。なお、本実験ではひずみゲージの貼り付け位置の関係上、二次曲げ応力度の最大値の計測精度には検討の余地があると思われる。

(4) 中村らの研究⁴⁾

中村らは、φ7-37のSPWCを用いて、曲げ応力度を調べる実験を行っている。エポキシ樹脂による二次応力低減構造の効果を確認するために、エポキシ樹脂の有無・エポキシ充填区間長の影響・エポキシ樹脂の弾性係数の影響・初期導入張力の影響等が考慮されている。曲げ応力を推定する解析モデルについては、Wyattの理論式を用いて上述の2通りの条件による曲げ応力度分布を求め、実験値によく一致する重み係数を決定している。

3. 1. 3 本調査の概要

本調査は、長大斜張橋の斜材として使用されることの多いSPWCを対象とし、その端部での曲げ剛性やひずみ分布および二次応力度の発生メカニズムを解析により調査し、SPWC端近傍での境界条件(変形形状や軸力)を与えることにより、発生する最大曲げ二次応力度を評価できる簡単な解析モデルの探査を試みたものである。

SPWCの曲げ疲労実験ケースは非常に少ないが、前節で示したように、200万サイクルにおいてほぼ

無破断である疲労強度となる曲げ角度は、ケーブル径により異なるため、曲げ疲労強度については、曲げ角度ではなく、二次曲げ応力で規定したほうが合理的であると考えた。解析の比較となる実験は前節に紹介したφ7-139 S P W Cおよびφ7-163 S P W Cの実験である。

3. 2 解析方法

3. 2. 1 解析方法の検討過程

検討の全体像を明らかにするために、検討開始前に立案していた解析の流れを以下に示す。

(1) 端部における曲げ剛性および各素線における応力度分布の把握(F E M解析)

イ. 両端固定梁の梁要素による有限変形解析を行い、たわみ試験結果にフィットする曲げ剛性を求め、端部より1500mm(曲げモーメントがほぼ0)の位置での変位やたわみ角を求める。

ロ. ケーブル端部を平面要素(膜要素)でモデル化し、(1)で求めた条件を強制変位(変位およびたわみ角)として与え、各断面におけるひずみ分布・曲げモーメント・等価曲げ剛性を求め、計測値と良く一致するまで、仮定したパラメータを変化させる。解析に当たっては、

①素線間にも要素を配し、素線間のせん断応力を考慮する。

②初期張力($P_i=305\text{tf}$)を考慮して有限変形F E M解析を実施する。

③一つの素線を細分化し、面内曲げを精度良く解析できる要素を用いる。

④ケーブルの端部での定着による広がり进行を考慮する。

以上の解析により、

①ケーブル端部からの距離と等価な曲げ剛性の関係

②曲率とケーブル縁曲げ応力度の関係

が求められる。

(2) F E M解析より求められた曲げ剛性および縁曲げ応力度推定方法の確認

F E M解析より求められた等価な曲げ剛性等の関係をj用い、両端固定梁の有限変形解析を実施し、たわみ試験および曲げ試験結果のたわみや縁曲げ応力度と比較することにより、両端固定梁モデルの有効性を確認する。

(3) ソケット内エポキシ樹脂部の評価

ソケット内エポキシ樹脂部をバネとして考え、エポキシ樹脂による曲げ応力度の低減効果を評価する。両端固定梁モデルにバネをつけ、試験より得られたケーブル端部の応力にフィットするエポキシ樹脂のバネ値を推定する。

なお、解析値と比較する実験値として、坂本らの研究²⁾の結果を引用した。

3. 2. 2 有効な解析方法

上記の検討方針に従い、解析方法を検討した結果有効と判断された解析方法をここに示す。なお、今後検討を継続するためには、成功しなかった様々な試みも重要であるから、本文とは別に解析の全経緯を付録-2に示した。

実験結果と解析の間で良い一致を得るためには以下に示す2種類の計算方法(計算方法②および③)を導入する必要があった。なお、計算方法①として、単純に断面係数 z が断面二次モーメントの低減率と同じ割合で小さくなるモデルを用いてみたが、有効でなかったためここでは省略する。

1) 計算方法②

SPWCを多くの層の梁(素線)が重なっているものと考え、おのおの梁の境界部になんらかの曲げによるひずみの伝達機能があるものと仮定する。

重なった梁に曲げモーメントが作用し変形した時、各梁間にSPWC軸線方向にズレは生じても軸線直角方向に離れなければ、各々の梁の変形は同一形状でありし—し断面の曲率は、どの梁でも同じである考える。

いま、SPWC軸線上の素線を基準に、SPWC軸線法線方向外側に向かって曲げひずみが、素線間が剛結状態と仮定した時より低下している分布状態であるとする。そして、梁(素線)内で曲率は一定、梁の境界部(i)でSPWC軸線直角方向内側の曲げひずみ $\epsilon_{i, in}$ と外側の $\epsilon_{i, ot}$ に $\epsilon_{i, ot} = k * \epsilon_{i, in}$ の関係があるとする($-1/(2*\rho)*r$ シフトしていることに注意)。図-3. 1から、ひずみ低減係数 $k=1$ であれば素線間が剛結状態と仮定した状態であり、 $k=0$ であれば素線間が全く自由な状態であることがわかる。シフトを解除した式で表すと、

	$\epsilon_{i, in}$	$\epsilon_{i, ot}$
境界①(i=1)	$1/\rho * r * (1/2)$	$1/\rho * r * (k-1/2)$
境界②(i=2)	$1/\rho * r * (k+1/2)$	$1/\rho * r * (k^2+k-1/2)$
境界③(i=3)	$1/\rho * r * (k^2+k+1/2)$	$1/\rho * r * (k^3+k^2+k-1/2)$
境界④(i=n; i≠1)	$1/\rho * r * (\sum_{j=1}^{n-1} k^j + 1/2)$	$1/\rho * r * (\sum_{j=1}^n k^j - 1/2)$

となり、曲げひずみ ϵ は曲率($1/\rho$)でくくれる関数であることがわかる。

ρ : 曲率半径 r : 素線径

曲げひずみ $\epsilon = 1/\rho * h$ と表せる(h は r と k の関数)。

弾性係数 $E = \text{const}$ とすると、曲げモーメント(M)は、

$$\begin{aligned} M &= \int E * \epsilon * y dA \\ &= E * \int \epsilon * y dA \\ &= 1/\rho * \int h * y dA \text{と表せる。} \end{aligned}$$

ひずみ低減係数 $k=1$ 時、 $\epsilon = 1/\rho * y = 1/\rho * h$ となり

$$= 1/\rho * \int y^2 dA \text{となり、} \int y^2 dA = I_{al}。$$

(I_{al} は、素線間が剛結状態の断面二次モーメント)

よって、重なった梁(素線)の集まりを梁(SPWC)とみなしたときの断面二次モーメントIは、

$$I = \int h * y dA \text{と表せる。次章以降では、このIを等価な断面二次モーメントと記している。}$$

次章以降の膜要素による解析にも関連するが、SPWCを二次元でモデル化するにあたり、SPWC断面で素線が軸対象に配されていないことや積層状のモデルにするにあたり上下段の素線の重なりを考慮することが問題となる。図-3. 2に各 k によるひずみ分布の比較図を示す。

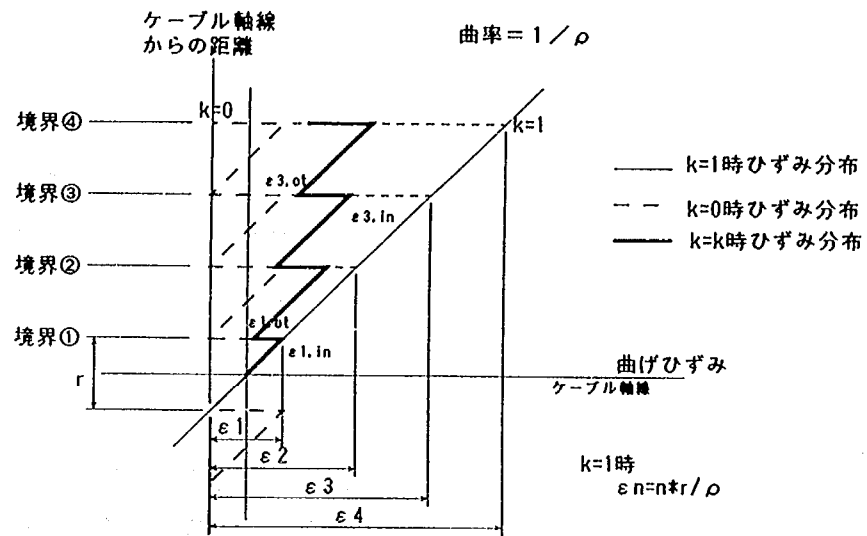
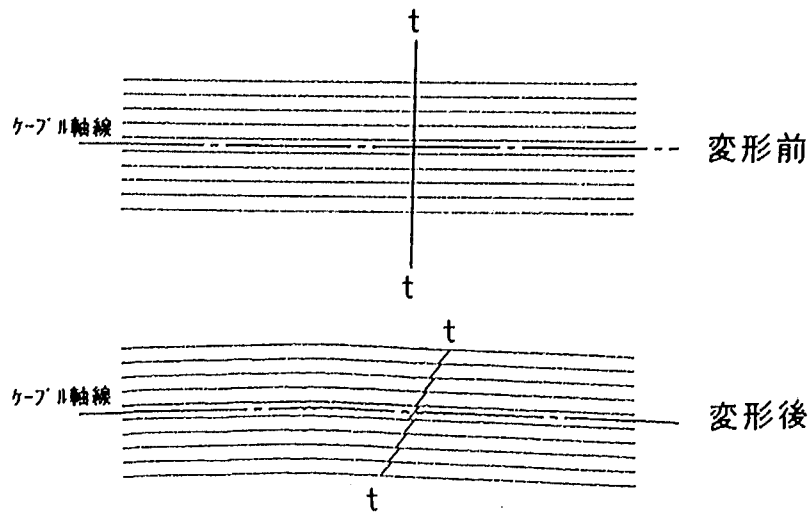


図-3.1 計算方法②説明図

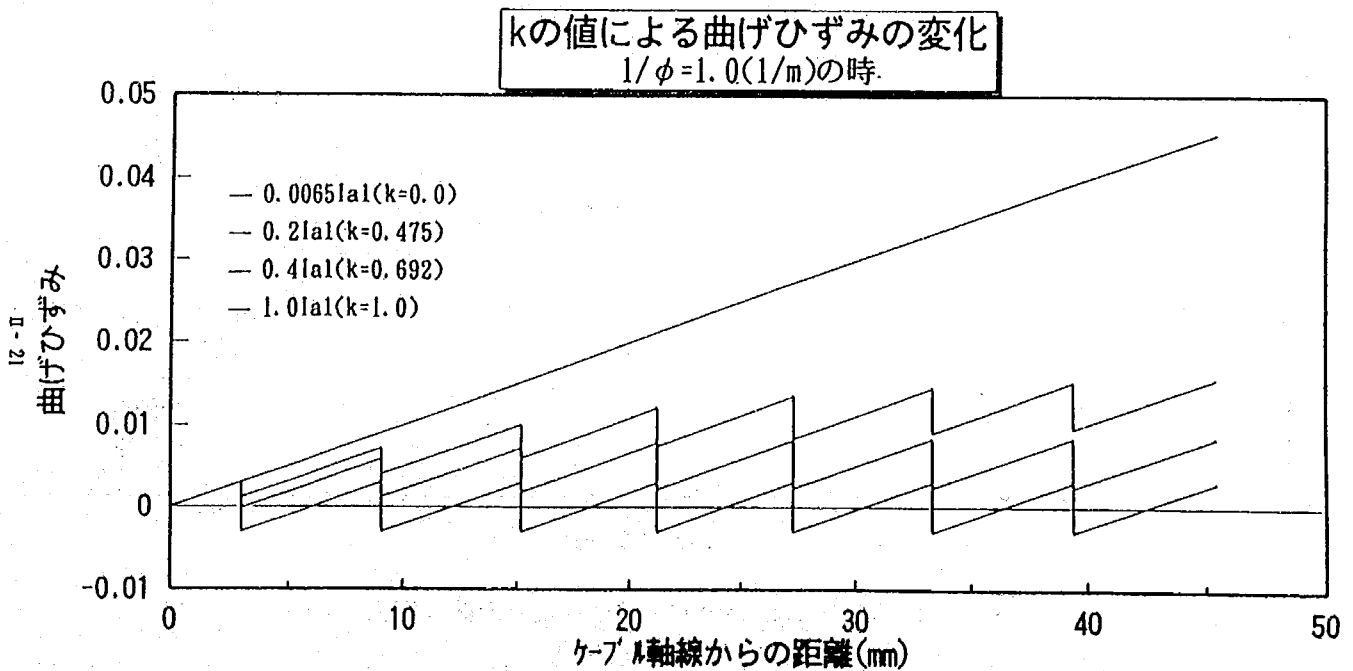


図-3.2 kによるひずみ分布の比較

2) 計算方法③(混合モデル)

S P W C は、素線が口金付近から定着部の間で広がり、亜鉛合金部で定着されている。また、計算方法②の結果より、定着部近傍ほど断面二次モーメントは小さく、定着部から離れるにつれて断面二次モーメントが大きくなっていると推察される。口金付近の素線が広がる位置より定着部までを拡幅部(φ7-139 S P W C では、区間長が151mm)、その他の区間を一般部と呼ぶことにする。ここでは一般部の断面二次モーメントを I_{al} ($k=1$) とし、拡幅部の k の値(断面二次モーメント)を変化させた時(k を小さくすると I_{al} が低減される)の二次曲げ応力度を求めてみた。

計算方法としては、一般部の断面二次モーメントを I_{al} 、拡幅部の断面二次モーメントを $0.4 I_{al}$ 、 $0.3 I_{al}$ 、 $0.2 I_{al}$ 、 $0.1 I_{al}$ 、 I_o とした時の両端固定梁の有限変形解析を行う。曲げ角度が 1.44° 時の曲率分布を用いて、計算方法②と同様の手法で二次曲げ応力度を求めた。なお I_o は粗線間がフリーの時の曲げ剛性に相当し、φ7-139 S P W C では $0.0065 I_{al}$ 、φ7-163 S P W C では $0.0055 I_{al}$ と等しい。

3. 3 解析結果

1) φ7-139 S P W C エポキシ無し

エポキシの充填されていないφ7-139 S P W C に対しては計算方法③が最もよい結果を与えた。

図-3. 3 に計算した二次曲げ応力の分布図を示す。定着端から300mm の区間においては、断面二次モーメントが $0.3 I_{al}$ 時に二次曲げ応力度はよく一致している。定着端近傍での急激な応力度の変化をさらにフィットさせるためには、断面二次モーメントを定着端から漸増するモデルとしたほうがよいと思われる。たわみについては一致していない。

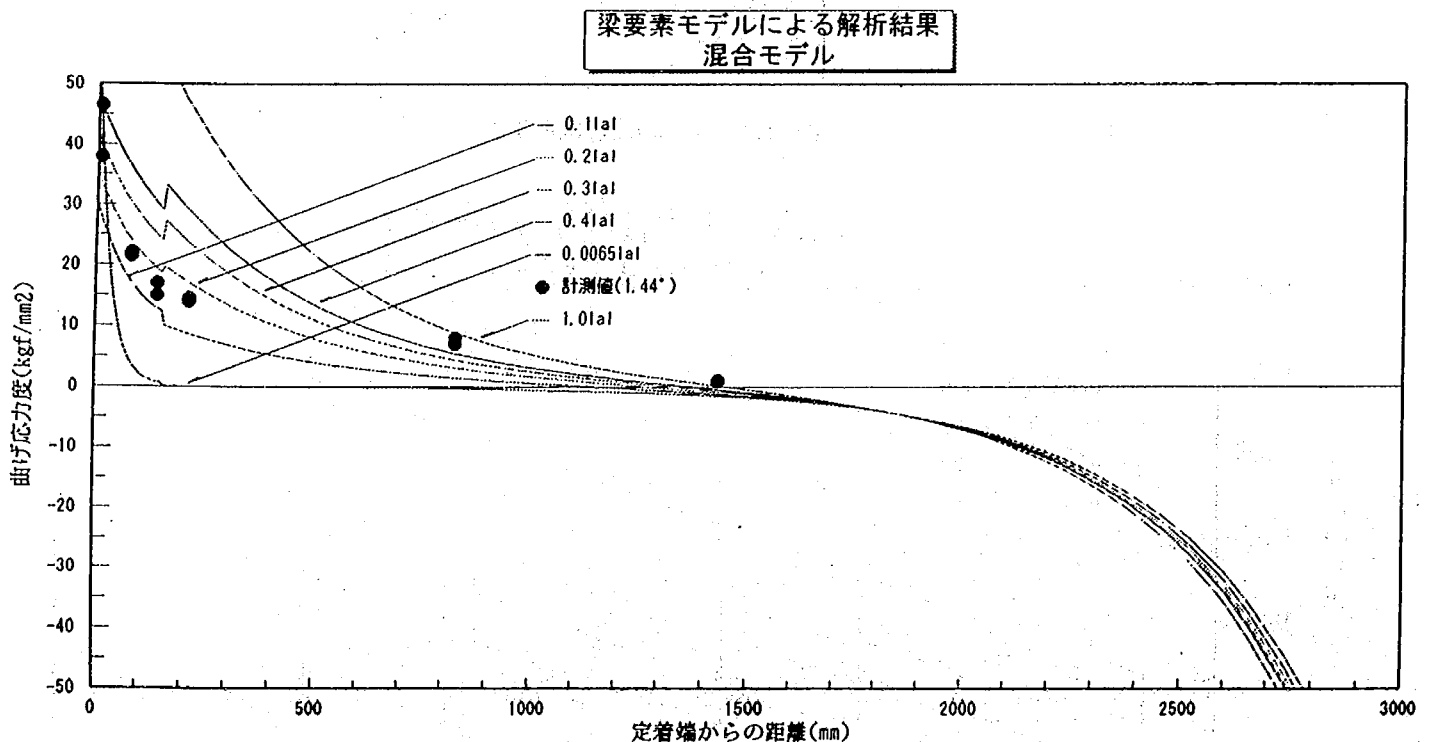


図-3.3 φ7-139 S P W C エポキシなしの曲げ応力分布図
($\theta = 1.44^\circ$: 混合モデル)

2) $\phi 7-139$ S PWC エポキシ有り

エポキシが充填された $\phi 7-139$ S PWC に対しては計算方法②が最もよい結果を与えた。

図-3.4 に計算した二次曲げ応力の分布図を示す。パラメータ探索は完了していないが、 $0.4 \text{ Ial} \sim \text{Ial}$ の間に実験値とよくフィットする断面二次モーメントがありそうである。 $0.4 \sim \text{Ial}$ 時、たわみについては一致していない。

当ケーブルは一般部に二次曲げ応力度のピークが計測されており、そこで素線間に曲げひずみのずれが起こり、断面二次モーメントの低下が生じていると想像すれば断面二次モーメントを定着端から漸減するモデルの方が適切ではないかと思われる。

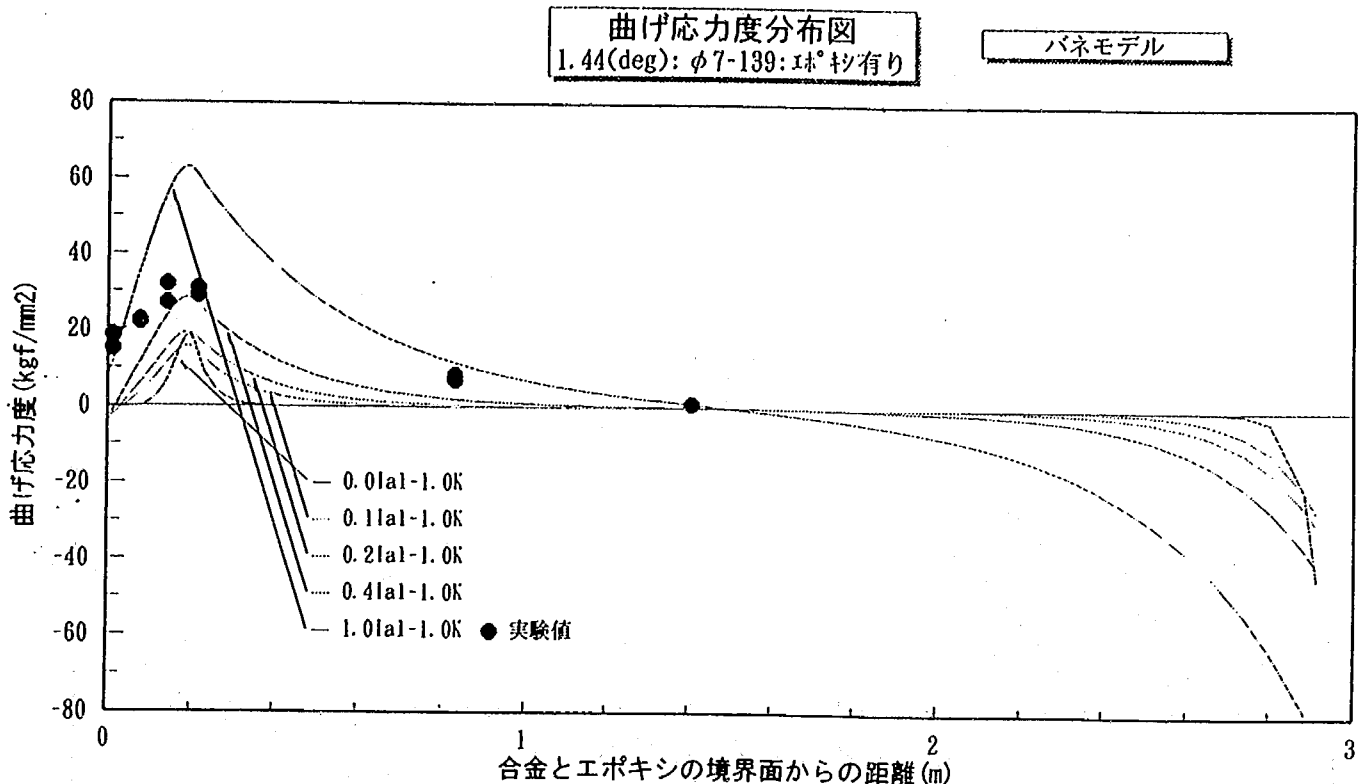


図-3.4 $\phi 7-139$ S PWC エポキシ有りの曲げ応力度分布図
(両端固定梁+バネモデル: 計算方法②)

3) $\phi 7-163$ S PWC エポキシ有り

エポキシの充填された $\phi 7-163$ S PWC に関しては、 $\phi 7-139$ S PWC と同様な結果が得られ、計算方法②が最もよい結果を与えた。図-3.5 に計算した二次曲げ応力の分布図を示す。ここでもパラメータ探索は完了していないが、 $0.4 \text{ Ial-Ke} \sim \text{Ial-Ke}$ の間に実験値とよくフィットする断面二次モーメントがあるように予想される。 $0.4 \text{ Ial-Ke} \sim \text{Ial-Ke}$ 時、たわみについては $\phi 7-139$ S PWC と同様に一致していない。

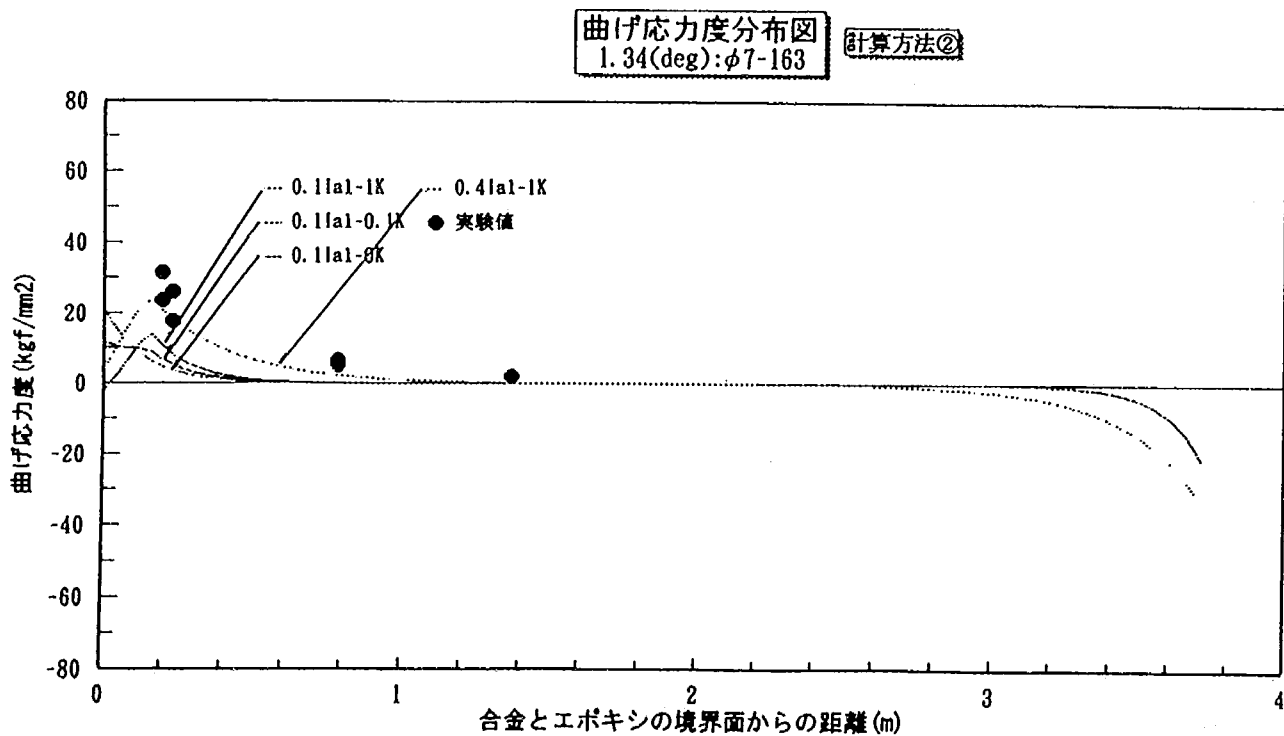
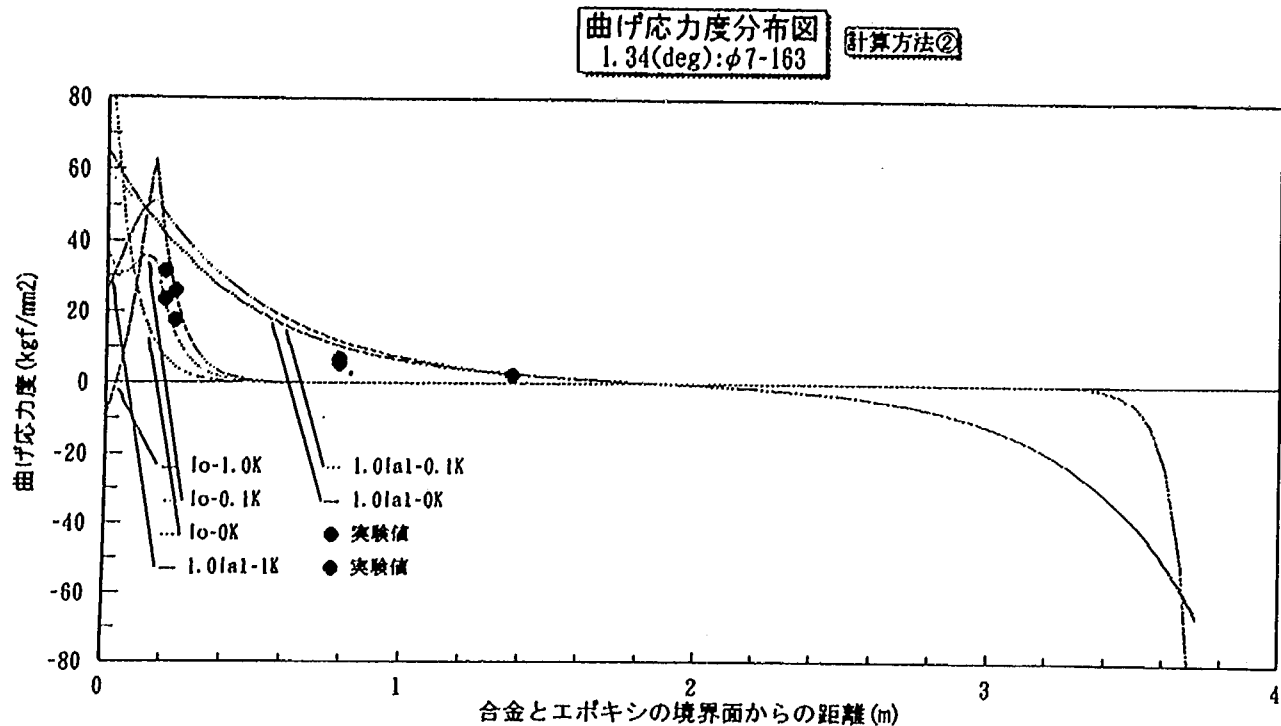


図-3.5 ϕ 7-163 SPWCエポキシ有りの曲げ応力度分布図
(両端固定梁+バネモデル：計算方法②)

3. 4 今後の課題

解析結果に述べたように、曲げ剛性の低減によって実験値と解析値のフィットが得られる可能性が示された。しかしこの場合問題となるのは、断面二次モーメントの漸増の仕方である。曲げひずみの低減モデルについても同様である。この課題に関してはケーブルの曲げ疲労実験のデータが少ない事が検討を難しくしているが、膜要素モデルを活用したり、三次元モデルを作るなどして、検討を深める余地は残されていると考えられる。

4. 今後の予定

以上、限界状態設計法による斜張橋の耐風設計に関して、現段階までの検討成果をまとめた。今後は、橋桁の渦励振およびケーブルの疲労限界状態を検討するための解析を実施する。これらの解析および本報告書に述べた事項は、当面は個別に斜張橋の耐風性の評価に活かされるが、将来的には風荷重以外の荷重の効果と関連を踏まえ、限界状態設計法による斜張橋の耐風設計のアウトラインを考察したい。

参考文献

第2章

- 1) 日本道路公団；道路橋示方書・同解説
- 2) 日本道路公団；道路橋耐風設計便覧
- 3) 建設省土木研究所；名港中央大橋の耐風性調査報告書、土木研究所資料第 2719号、平成元年1月
- 4) 建設省土木研究所；名港西大橋の耐風性調査報告書（1981）、土木研究所資料第1741号、昭和56年12月
- 5) 建設省土木研究所；安芸灘大橋の耐風性調査報告書（その2）、土木研究所資料第2942号、平成3年3月
- 6) 建設省土木研究所；饒波川橋梁の耐風性調査報告書、土木研究所資料第2574号、昭和63年3月
- 7) 建設省土木研究所；白鳥大橋風洞実験報告書、昭和59年3月
- 8) 建設省土木研究所；長大斜張橋風洞実験 長大斜張橋断面に関する三分力測定報告書、昭和54年1月
- 9) 土木学会・本州四国連絡橋耐風研究小委員会；本州四国連絡橋の耐風に関する調査研究報告書、昭和57年3月
- 10) 岡内、伊藤、宮田；耐風構造、丸善株式会社、昭和52年5月
- 11) 建設省土木研究所；風速データ解析報告書、昭和62年12月

第3章

- 1) 土木学会・本州四国連絡橋鋼上部構造研究小委員会・ケーブル分科会；本州四国連絡橋鋼上部構造に関する調査研究報告書 別冊2 吊橋のケーブルに関する検討；1978年3月
- 2) 坂本・北條他；斜張橋用プレ防食型ケーブルの二次応力および曲げ疲労強度に関する検討；土木学会論文報告集No.446 I-19 1993年4月
- 3) 本州四国連絡橋公団第三建設局委託；ハンガー形式の構造検討報告書；1993年3月
- 4) 中村・高見他；斜張橋用セミパラレルワイヤーケーブルの二次曲げについて；構造工学論文集 Vol.39A 1993年3月

謝辞

本調査を行うにあたり、北海道開発局、本州四国連絡橋公団・新日本製鐵株式会社の関係各位から多大な協力を得たことを記し、ここに謝意を表します。

付 録 I

付表-1.1 着目点の変位および断面力 (解析ケース1-1)

CASE	着目点	着目応答値	抗力	撓力	モーメント	合計
1-1	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 5.7436 動的 1.7377	0.0000 3.1108	0.0000 0.0000	
		MY (tf-m)	平均 12.4094 動的 3.7758	0.0000 31.8137	0.0000 0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.1776	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.6794 動的 0.2068	0.0000 0.9838	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 0.0057	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 6.7098 動的 1.9816	0.0000 3.0953	0.0000 0.0000	
		MY (tf-m)	平均 12.3005 動的 3.6524	0.0000 30.1591	0.0000 0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.1603	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.6938 動的 0.2060	0.0000 0.9541	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 0.0052	0.0000 0.0000	
		DZ (m)	平均 0.0001 動的 0.0000	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0020	- -	
	主塔側径間 PT.8 (1P側)	TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 5.0928	- -	
		MY (tf-m)	平均 85.7770 動的 20.0888	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 60.0027	- -	
		QZ (tf)	平均 0.7373 動的 0.1737	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.5784	- -	
		DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 5.8259	- -	
		MY (tf-m)	平均 442.3769 動的 123.0820	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 17.7654	- -	
		QZ (tf)	平均 6.0552 動的 1.5841	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.9664	- -	

CASE	着目点	着目応答値	抗力	撓力	モーメント	合計
1-1	主塔中央径間中央	DZ (m)	平均 0.0019 動的 0.0006	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0030	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 2.0421	- -	
		MY (tf-m)	平均 211.1733 動的 67.0515	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 30.5123	- -	
		QZ (tf)	平均 0.2357 動的 0.4189	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 1.1062	- -	
		DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 5.1360	- -	
	主塔側径間 PT.8 (2P側)	MY (tf-m)	平均 294.2064 動的 66.4935	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 17.2562	- -	
		QZ (tf)	平均 4.0632 動的 0.7123	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 1.0024	- -	
		DZ (m)	平均 0.0001 動的 0.0001	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0018	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 4.9525	- -	
		MY (tf-m)	平均 28.0791 動的 33.4062	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 58.4159	- -	
		QZ (tf)	平均 0.1469 動的 0.5935	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.3635	- -	

付表-1.2 着目点の変位および断面力 (解析ケース 1-2)

CASE	着目点	着目点変位	抗力	揚力	モーメント	合計
1-2	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 17.3892 動的 6.4244	0.0000 10.2766	0.0000 0.0000	
		MY (tf-m)	平均 37.5708 動的 13.9596	0.0000 99.9109	0.0000 0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.5867	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 2.0570 動的 0.7644	0.0000 3.1172	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0189	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 20.3146 動的 7.2939	0.0000 10.1739	0.0000 0.0000	
		MY (tf-m)	平均 37.2411 動的 13.4436	0.0000 95.2462	0.0000 0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.5270	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 2.1004 動的 0.7583	0.0000 3.0416	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0171	0.0000 0.0000	
	主塔基部 (2P)	N (tf)	平均 0.0002 動的 0.0001	- -	- -	
		MY (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0063	- -	
		MZ (tf-m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0001	
		QZ (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 15.8146	- -	
		QY (tf)	平均 259.6984 動的 67.7838	- -	- -	
		N (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 189.4076	- -	
		MY (tf-m)	平均 2.2323 動的 0.5861	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 2.0766	- -	
		QZ (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 -	- -	
	主塔側径間 (1P側)	N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		MY (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		MZ (tf-m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 19.4185	- -	
		QY (tf)	平均 1339.3407 動的 457.1015	- -	- -	
		N (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 64.3599	- -	
		MY (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 18.3328 動的 5.8698	- -	- -	
		QZ (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 3.4918	- -	
	主塔側径間 (2P側)	N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		MY (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		MZ (tf-m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 16.8737	- -	
		QY (tf)	平均 890.7393 動的 246.8445	- -	- -	
		N (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 62.4341	- -	
		MY (tf-m)	平均 12.3017 動的 2.6398	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 3.5632	- -	
		QZ (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 -	- -	
	主塔側径間 (1P側)	N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		MY (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		MZ (tf-m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 15.3904	- -	
		QY (tf)	平均 85.0120 動的 124.0056	- -	- -	
		N (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 185.3674	- -	
		MY (tf-m)	平均 0.4447 動的 2.2235	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 1.3397	- -	
		QZ (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 -	- -	

CASE	着目点	着目点変位	抗力	揚力	モーメント	合計
1-2	主塔中央径間中央	DZ (m)	平均 0.0056 動的 0.0022	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0092	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0004	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 7.3597	- -	
		MY (tf-m)	平均 639.3486 動的 248.9757	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 100.1119	- -	
		QZ (tf)	平均 0.7137 動的 1.5548	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 3.6958	- -	
		DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
	主塔側径間中央	N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 16.8737	- -	
		MY (tf-m)	平均 890.7393 動的 246.8445	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 62.4341	- -	
		QZ (tf)	平均 12.3017 動的 2.6398	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 3.5632	- -	
		DZ (m)	平均 0.0002 動的 0.0004	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0057	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 15.3904	- -	
		MY (tf-m)	平均 85.0120 動的 124.0056	- -	- -	
	主塔側径間 (1P側)	N (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 185.3674	- -	
		MY (tf-m)	平均 0.4447 動的 2.2235	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 1.3397	- -	
		QZ (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 -	- -	
	主塔側径間 (2P側)	N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		MY (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		MZ (tf-m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 15.3904	- -	
		QY (tf)	平均 85.0120 動的 124.0056	- -	- -	
		N (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 185.3674	- -	
		MY (tf-m)	平均 0.4447 動的 2.2235	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 1.3397	- -	
		QZ (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 -	- -	

付表-1.3 着目点の変位および断面力 (解析ケース1-3)

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
1-3	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 69.5569	0.0000	0.0000	
			動的 34.3936	42.2092	0.0000	
		MY(tf-m)	平均 150.2830	0.0000	0.0000	
			動的 74.7347	382.4228	0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 0.0092	0.0000	0.0000	
			動的 0.0029	2.4097	0.0000	
		QZ (tf)	平均 8.2280	0.0000	0.0000	
			動的 4.0925	12.1059	0.0000	
		QY (tf)	平均 0.0000	0.0000	0.0000	
			動的 0.0002	0.0778	0.0000	
	主塔基部 (2P)	N (tf)	平均 81.2584	0.0000	0.0000	
			動的 38.9908	41.6330	0.0000	
		MY(tf-m)	平均 148.9644	0.0000	0.0000	
			動的 71.8856	365.4167	0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 0.0001	0.0000	0.0000	
			動的 0.0029	2.1567	0.0000	
		QZ (tf)	平均 8.4018	0.0000	0.0000	
			動的 4.0538	11.8478	0.0000	
		QY (tf)	平均 0.0000	0.0000	0.0000	
			動的 0.0002	0.0701	0.0000	
	主桁側径間 (PT.8)	DZ (m)	平均 0.0009	-	-	
			動的 0.0003	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0239	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0006	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0005	60.3760	-	
		MY(tf-m)	平均 1038.7935	-	-	
			動的 345.3087	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	736.2198	-	
	(1P側)	QZ (tf)	平均 8.9293	-	-	
			動的 2.9858	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	10.0782	-	
	主桁主塔位	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0006	82.6645	-	
		MY(tf-m)	平均 5357.3628	-	-	
			動的 2338.7834	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	305.0305	-	
	(1P側)	QZ (tf)	平均 73.3314	-	-	
			動的 30.1709	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	16.7278	-	

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
1-3	主桁中央径間中央	DZ (m)	平均 0.2225	-	-	
			動的 0.1110	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0349	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0025	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0006	36.8538	-	
		MY(tf-m)	平均 2557.3943	-	-	
			動的 1270.9755	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	413.7521	-	
	主桁主塔位	QZ (tf)	平均 2.8547	-	-	
			動的 8.2476	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	15.3997	-	
	(2P側)	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0005	69.4974	-	
		MY(tf-m)	平均 3562.9570	-	-	
			動的 1264.4247	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	296.1868	-	
	主桁側径間 (PT.8)	QZ (tf)	平均 49.2066	-	-	
			動的 14.0469	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	16.6537	-	
	(2P側)	DZ (m)	平均 0.0006	-	-	
			動的 0.0021	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0217	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0004	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0005	58.5013	-	
		MY(tf-m)	平均 340.0482	-	-	
			動的 645.0972	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	722.8000	-	
	(2P側)	QZ (tf)	平均 1.7789	-	-	
			動的 11.4902	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	6.7540	-	

付表-1.4 着目点の変位および断面力（解析ケース2-1）

CASE	着目点	着目応答値	抗力	慣力	モーメント	合計
2-1	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均	5.7436	0.0000	0.0000
			動的	1.5391	2.6965	0.0000
		MY (tf-m)	平均	12.4094	0.0000	0.0000
			動的	3.3443	27.5901	0.0000
		MZ (tf-m)	平均	-	0.0000	0.0000
			動的	-	0.1539	0.0000
		QZ (tf)	平均	0.6794	0.0000	0.0000
			動的	0.1831	0.8531	0.0000
		QY (tf)	平均	-	0.0000	0.0000
			動的	-	0.0050	0.0000
	主塔基部 (2P)	N (tf)	平均	6.7098	0.0000	0.0000
			動的	1.7526	2.6831	0.0000
		MY (tf-m)	平均	12.3005	0.0000	0.0000
			動的	3.2303	26.1546	0.0000
		MZ (tf-m)	平均	-	0.0000	0.0000
			動的	-	0.1390	0.0000
		QZ (tf)	平均	0.6938	0.0000	0.0000
			動的	0.1822	0.8273	0.0000
		QY (tf)	平均	-	0.0000	0.0000
			動的	-	0.0045	0.0000
	主桁側径間 PT.8 (1P側)	DZ (m)	平均	0.0001	-	-
			動的	0.0000	-	-
		DY (m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.0617	-
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0000
			動的	0.0000	-	0.0000
		N (tf)	平均	0.0000	0.0000	-
			動的	0.0000	4.4174	-
		MY (tf-m)	平均	85.7770	-	-
			動的	17.1745	-	-
		MZ (tf-m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	52.0379	-
	主桁主塔位点 (1P側)	QZ (tf)	平均	0.7373	-	-
			動的	0.1485	-	-
		QY (tf)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.5015	-
	主桁主塔位点 (1P側)	DZ (m)	平均	0.0000	-	-
			動的	0.0000	-	-
		DY (m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.0000	-
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0000
			動的	0.0000	-	0.0000
		N (tf)	平均	0.0000	0.0000	-
			動的	0.0000	5.0445	-
		MY (tf-m)	平均	442.3769	-	-
			動的	108.8878	-	-
		MZ (tf-m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	15.4059	-
		QZ (tf)	平均	6.0552	-	-
			動的	1.3991	-	-
		QY (tf)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.8366	-

CASE	着目点	着目応答値	抗力	慣力	モーメント	合計
2-1	主桁中央径間中央	DZ (m)	平均	0.0019	-	-
			動的	0.0005	-	-
		DY (m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.0026	-
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0000
			動的	0.0000	-	0.0001
		N (tf)	平均	0.0000	0.0000	-
			動的	0.0000	1.7633	-
		MY (tf-m)	平均	211.1733	-	-
			動的	59.3453	-	-
		MZ (tf-m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	26.4014	-
	主桁主塔位点 (2P側)	QZ (tf)	平均	0.2357	-	-
			動的	0.3675	-	-
		QY (tf)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.9597	-
	主桁主塔位点 (2P側)	DZ (m)	平均	0.0000	-	-
			動的	0.0000	-	-
		DY (m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.0000	-
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0000
			動的	0.0000	-	0.0000
		N (tf)	平均	0.0000	0.0000	-
			動的	0.0000	4.4504	-
		MY (tf-m)	平均	294.2064	-	-
			動的	58.7931	-	-
		MZ (tf-m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	14.9556	-
	主桁側径間 PT.89 (2P側)	QZ (tf)	平均	4.0632	-	-
			動的	0.6239	-	-
		QY (tf)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.8703	-
	主桁側径間 PT.89 (2P側)	DZ (m)	平均	0.0001	-	-
			動的	0.0001	-	-
		DY (m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.0016	-
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0000
			動的	0.0000	-	0.0000
		N (tf)	平均	0.0000	0.0000	-
			動的	0.0000	4.2956	-
		MY (tf-m)	平均	28.0791	-	-
			動的	29.4421	-	-
		MZ (tf-m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	50.6624	-
		QZ (tf)	平均	0.1469	-	-
			動的	0.5284	-	-
		QY (tf)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.3153	-

付表-1.5 着目点の変位および断面力 (解析ケース 2-2)

CASE	着目点	着目点名称	抗力	揚力	モーメント	合計
2-2	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 22.9743 動的 8.0399	0.0000 11.9301	0.0000 0.0000	
		MY (tf-m)	平均 49.6377 動的 17.4700	0.0000 114.1369	0.0000 0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.6811	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 2.7177 動的 0.9567	0.0000 3.5708	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0220	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 26.8392 動的 9.1131	0.0000 11.7967	0.0000 0.0000	
		MY (tf-m)	平均 49.2021 動的 16.7966	0.0000 108.9134	0.0000 0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.6111	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 2.7751 動的 0.9475	0.0000 3.4880	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0199	0.0000 0.0000	
		DZ (m)	平均 0.0003 動的 0.0001	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0072	- -	
	主塔基部 (2P)	TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 18.0373	- -	
		MY (tf-m)	平均 343.1078 動的 81.5483	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 216.9476	- -	
		QZ (tf)	平均 2.9493 動的 0.7051	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 2.4806	- -	
		DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 22.6456	- -	
		MY (tf-m)	平均 1769.5076 動的 567.7283	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 76.8005	- -	
	主塔側面 (1P側)	QZ (tf)	平均 24.2210 動的 7.2884	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 4.1705	- -	
		DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 22.6456	- -	
		MY (tf-m)	平均 1769.5076 動的 567.7283	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 76.8005	- -	
		QZ (tf)	平均 24.2210 動的 7.2884	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 4.1705	- -	
		DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	

CASE	着目点	着目点名称	抗力	揚力	モーメント	合計
2-2	主塔中央 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0074 動的 0.0027	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0105	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0005	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 8.8270	- -	
		MY (tf-m)	平均 844.6934 動的 309.1823	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 116.1939	- -	
		QZ (tf)	平均 0.9429 動的 1.9343	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 4.2953	- -	
		DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 19.5756	- -	
	主塔側面 (2P側)	MY (tf-m)	平均 1176.8254 動的 306.4627	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 74.5123	- -	
		QZ (tf)	平均 16.2527 動的 3.2804	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 4.2311	- -	
		DZ (m)	平均 0.0002 動的 0.0005	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0065	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 17.5455	- -	
		MY (tf-m)	平均 112.3163 動的 154.1332	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 212.5262	- -	
		QZ (tf)	平均 0.5876 動的 2.7636	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 1.6118	- -	
	主塔側面 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0002 動的 0.0005	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0065	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 17.5455	- -	
		MY (tf-m)	平均 112.3163 動的 154.1332	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 212.5262	- -	
		QZ (tf)	平均 0.5876 動的 2.7636	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 1.6118	- -	
		DZ (m)	平均 0.0002 動的 0.0005	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0065	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 17.5455	- -	
		MY (tf-m)	平均 112.3163 動的 154.1332	- -	- -	

付表-1.6 着目点の変位および断面力（解析ケース2-3）

CASE	着目点	着目応答値	抗 力	揚 力	モーメント	合 計
2-3	主 塔 基 部 (1P)	N (tf)	平均 91.4383 動的 43.1002	0.0000 47.7973	0.0000 0.0000	
		MY(tf-m)	平均 197.5592 動的 93.6537	0.0000 429.1888	0.0000 0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 — 動的 —	0.0000 2.7287	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 10.8164 動的 5.1285	0.0000 13.6302	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 — 動的 —	0.0000 0.0881	0.0000 0.0000	
	主 塔 基 部 (2P)	N (tf)	平均 106.8208 動的 48.8500	0.0000 47.1363	0.0000 0.0000	
		MY(tf-m)	平均 195.8258 動的 90.0377	0.0000 410.1012	0.0000 0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 — 動的 —	0.0000 2.4418	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 11.0448 動的 5.0788	0.0000 13.3417	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 — 動的 —	0.0000 0.0794	0.0000 0.0000	
	主 桁 側 径 間 PT.8 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0011 動的 0.0004	— —	— —	
		DY (m)	平均 — 動的 —	0.0000 0.0268	— —	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	— —	0.0000 0.0007	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0006	0.0000 67.7914	— —	
		MY(tf-m)	平均 1365.5779 動的 426.2305	— —	— —	
		MZ(tf-m)	平均 — 動的 —	0.0000 828.5347	— —	
		QZ (tf)	平均 11.7333 動的 3.6855	— —	— —	
		QY (tf)	平均 — 動的 —	0.0000 11.8537	— —	
	主 桁 側 径 間 PT.8 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	— —	— —	
		DY (m)	平均 — 動的 —	0.0000 0.0000	— —	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	— —	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0007	0.0000 94.6892	— —	
		MY(tf-m)	平均 7042.6865 動的 2895.8594	— —	— —	
		MZ(tf-m)	平均 — 動的 —	0.0000 355.3123	— —	
		QZ (tf)	平均 96.4000 動的 37.3955	— —	— —	
		QY (tf)	平均 — 動的 —	0.0000 19.5648	— —	

CASE	着目点	着目応答値	抗 力	揚 力	モーメント	合 計
2-3	主 桁 中 央 径 間 中 央	DZ (m)	平均 0.0296 動的 0.0136	— —	— —	
		DY (m)	平均 — 動的 —	0.0000 0.0391	— —	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	— —	0.0000 0.0030	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0007	0.0000 43.7538	— —	
		MY(tf-m)	平均 3361.9016 動的 1573.0289	— —	— —	
		MZ(tf-m)	平均 — 動的 —	0.0000 470.1833	— —	
		QZ (tf)	平均 3.7528 動的 10.2802	— —	— —	
		QY (tf)	平均 — 動的 —	0.0000 17.5588	— —	
	主 桁 主 塔 位 置 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	— —	— —	
		DY (m)	平均 — 動的 —	0.0000 0.0000	— —	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	— —	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0007	0.0000 78.8979	0.0000 —	
		MY(tf-m)	平均 4683.7949 動的 1565.7965	— —	— —	
		MZ(tf-m)	平均 — 動的 —	0.0000 345.0699	— —	
		QZ (tf)	平均 64.6861 動的 17.5147	— —	— —	
		QY (tf)	平均 — 動的 —	0.0000 19.4098	— —	
	主 桁 側 径 間 PT.89 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0008 動的 0.0026	— —	— —	
		DY (m)	平均 — 動的 —	0.0000 0.0244	— —	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	— —	0.0000 0.0005	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0006	0.0000 65.6045	— —	
		MY(tf-m)	平均 447.0217 動的 801.2696	— —	— —	
		MZ(tf-m)	平均 — 動的 —	0.0000 813.6929	— —	
		QZ (tf)	平均 2.3385 動的 14.2541	— —	— —	
		QY (tf)	平均 — 動的 —	0.0000 8.0151	— —	

付表-1.7 着目点の変位および断面力（解析ケース3-1）

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
3-1	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 5.7436	0.0000	0.0000	
			動的 1.4377	2.4876	0.0000	
		MY(tf-m)	平均 12.4094	0.0000	0.0000	
			動的 3.1240	25.4527	0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0009	0.0000	
			動的 -	0.1420	0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.6794	0.0000	0.0000	
			動的 0.1711	0.7870	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0046	0.0000	
	主塔基部 (2P)	N (tf)	平均 6.7098	0.0000	0.0000	
			動的 1.6358	2.4753	0.0000	
		MY(tf-m)	平均 12.3005	0.0000	0.0000	
			動的 3.0150	24.1284	0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.1282	0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.6938	0.0000	0.0000	
			動的 0.1701	0.7632	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0042	0.0000	
	主桁側径間 PT.8 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0001	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0016	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0000	4.0752	-	
		MY(tf-m)	平均 85.7770	-	-	
			動的 15.7347	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	48.0066	-	
	主桁側径間 PT.8 (1P側)	QZ (tf)	平均 0.7373	-	-	
			動的 0.1361	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.4626	-	
	主桁側径間 PT.8 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0000	4.6537	-	
		MY(tf-m)	平均 442.3769	-	-	
			動的 101.6990	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	14.2124	-	
	主桁側径間 PT.8 (1P側)	QZ (tf)	平均 5.0552	-	-	
			動的 1.3056	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.7718	-	

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
3-1	主桁中央径間中央	DZ (m)	平均 0.0019	-	-	
			動的 0.0005	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0024	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0000	1.6267	-	
		MY(tf-m)	平均 211.1733	-	-	
			動的 55.4416	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	24.3561	-	
	主桁主塔位点 (2P側)	QZ (tf)	平均 0.2357	-	-	
			動的 0.3416	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.8854	-	
		DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0000	4.1056	-	
	主桁側径間 PT.89 (2P側)	MY(tf-m)	平均 294.2064	-	-	
			動的 54.8938	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	13.7970	-	
		QZ (tf)	平均 4.0632	-	-	
			動的 0.5793	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.8029	-	
		DZ (m)	平均 0.0001	-	-	
			動的 0.0001	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0014	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0000	3.9628	-	
		MY(tf-m)	平均 28.0791	-	-	
			動的 27.4382	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	46.7376	-	
		QZ (tf)	平均 0.1469	-	-	
			動的 0.4930	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.2908	-	

付表-1.8 着目点の変位および断面力 (解析ケース 3-2)

CASE	着目点	着目応答値	抗 力	揚 力	モーメント	合 計
3-2	主 塔 基 部 (1P)	N (tf)	平均 27.2958	0.0000	0.0000	
			動的 9.3195	13.1581	0.0000	
		MY(tf-m)	平均 58.9745	0.0000	0.0000	
			動的 20.2504	124.6505	0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.7512	0.0000	
	主 塔 基 部 (2P)	QZ (tf)	平均 3.2289	0.0000	0.0000	
			動的 1.1089	3.9064	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0242	0.0000	
		N (tf)	平均 31.8877	0.0000	0.0000	
			動的 10.5555	13.0027	0.0000	
	主 塔 基 部 (2P)	MY(tf-m)	平均 58.4571	0.0000	0.0000	
			動的 19.4552	118.9974	0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.6735	0.0000	
		QZ (tf)	平均 3.2970	0.0000	0.0000	
			動的 1.0974	3.8179	0.0000	
	主 桁 側 径 間 PT.8 (1P側)	QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0219	0.0000	
		DZ (m)	平均 0.0003	-	-	
			動的 0.0001	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0078	-	
	主 桁 側 径 間 PT.8 (1P側)	TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	19.6851	-	
		MY(tf-m)	平均 407.6465	-	-	
			動的 92.7408	-	-	
	主 桁 側 径 間 PT.8 (1P側)	MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	237.3548	-	
		QZ (tf)	平均 3.5041	-	-	
			動的 0.8019	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	2.7887	-	
	主 桁 主 塔 位 置 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
	主 桁 主 塔 位 置 (1P側)	N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	25.0611	-	
		MY(tf-m)	平均 2102.3518	-	-	
			動的 654.0047	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	85.2057	-	
	主 桁 主 塔 位 置 (1P側)	QZ (tf)	平均 28.7769	-	-	
			動的 8.3978	-	-	
	主 桁 主 塔 位 置 (1P側)	QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	4.6852	-	

CASE	着目点	着目応答値	抗 力	揚 力	モーメント	合 計
3-2	主 桁 中 央 径 間 中 央	DZ (m)	平均 0.0088	-	-	
			動的 0.0031	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0114	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0006	
	主 桁 主 塔 位 置 (2P側)	N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	9.9535	-	
		MY(tf-m)	平均 1003.5800	-	-	
			動的 356.0911	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	128.1772	-	
	主 桁 主 塔 位 置 (2P側)	QZ (tf)	平均 1.1203	-	-	
			動的 2.2352	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	4.7415	-	
	主 桁 側 径 間 PT.89 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
	主 桁 側 径 間 PT.89 (2P側)	N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	21.5874	-	
		MY(tf-m)	平均 1398.1860	-	-	
			動的 352.9921	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	83.6467	-	
	主 桁 側 径 間 PT.89 (2P側)	QZ (tf)	平均 19.3098	-	-	
			動的 3.7896	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	4.7369	-	
	主 桁 側 径 間 PT.89 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0002	-	-	
			動的 0.0006	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0071	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0001	
	主 桁 側 径 間 PT.89 (2P側)	N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	19.1404	-	
		MY(tf-m)	平均 133.4429	-	-	
			動的 177.8080	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	232.6437	-	
	主 桁 側 径 間 PT.89 (2P側)	QZ (tf)	平均 0.6981	-	-	
			動的 3.1867	-	-	
	主 桁 側 径 間 PT.89 (2P側)	QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	1.8202	-	

付表-1.9 着目点の変位および断面力（解析ケース3-3）

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
3-3	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 108.6828 動的 50.0397	0.0000 52.0877	0.0000 0.0000	
		MY(tf-m)	平均 234.8173 動的 108.7327	0.0000 465.4540	0.0000 0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 2.9736	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 12.8562 動的 5.9542	0.0000 14.8136	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0960	0.0000 0.0000	
	主塔基部 (2P)	N (tf)	平均 126.9663 動的 56.7175	0.0000 51.3622	0.0000 0.0000	
		MY(tf-m)	平均 232.7569 動的 104.5387	0.0000 444.7486	0.0000 0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 2.6608	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 13.1278 動的 13.1278	0.0000 14.5018	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0865	0.0000 0.0000	
	主桁側間中央部 PT.8 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0013 動的 0.0004	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0290	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0008	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0008	0.0000 73.5440	- -	
		MY(tf-m)	平均 1623.1150 動的 492.5437	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 899.9128	- -	
		QZ (tf)	平均 13.9521 動的 4.2589	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 13.2329	- -	
	主桁側間中央部 PT.8 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0009	0.0000 104.0140	- -	
		MY(tf-m)	平均 8370.8770 動的 3337.8455	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 394.0076	- -	
		QZ (tf)	平均 114.5803 動的 43.1385	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 21.7579	- -	

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
3-3	主桁中央部間中央部	DZ (m)	平均 0.0351 動的 0.0156	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0424	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0033	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0009	0.0000 49.1527	- -	
		MY(tf-m)	平均 3995.9275 動的 1812.5493	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 513.6768	- -	
		QZ (tf)	平均 4.4605 動的 11.9072	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 19.2300	- -	
	主桁側間中央部 PT.8 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0008	0.0000 86.1438	- -	
		MY(tf-m)	平均 5567.1201 動的 1805.1133	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 382.6855	- -	
		QZ (tf)	平均 76.8853 動的 20.2965	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 21.5401	- -	
	主桁側間中央部 PT.8S (2P側)	DZ (m)	平均 0.0010 動的 0.0030	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0264	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0006	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0007	0.0000 71.1123	- -	
		MY(tf-m)	平均 531.3263 動的 925.7100	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 333.9609	- -	
		QZ (tf)	平均 2.7796 動的 16.4521	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 9.0019	- -	

付表-1.10 着目点の変位および断面力（解析ケース3-1-2）

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
3-1-2	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 5.7094 動的 1.4378	平均 4.4587 動的 3.2013	平均 0.0000 動的 0.0000	
		MY(tf-m)	平均 12.3569 動的 3.1244	平均 5.4134 動的 32.2693	平均 0.0000 動的 0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	平均 0.2545 動的 0.1828	平均 0.0000 動的 0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.6766 動的 0.1711	平均 0.1064 動的 0.9997	平均 0.0000 動的 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	平均 0.0082 動的 0.0059	平均 0.0000 動的 0.0000	
	主塔基部 (2P)	N (tf)	平均 6.6692 動的 1.6354	平均 4.4095 動的 3.1809	平均 0.0000 動的 0.0000	
		MY(tf-m)	平均 12.2463 動的 3.0143	平均 6.0573 動的 30.6003	平均 0.0000 動的 0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	平均 0.2284 動的 0.1648	平均 0.0000 動的 0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.6907 動的 0.1700	平均 0.1202 動的 0.9700	平均 0.0000 動的 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	平均 0.0074 動的 0.0054	平均 0.0000 動的 0.0000	
	主桁側径間 PT.8 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 - 動的 -	平均 0.0000 動的 0.0020	-	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	-	平均 0.0000 動的 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	平均 3.6767 動的 5.1651	-	
		MY(tf-m)	平均 59.6659 動的 10.9732	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	平均 0.3579 動的 60.9725	-	
		QZ (tf)	平均 0.5122 動的 0.0949	-	-	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	平均 0.0495 動的 0.6086	-	
	主桁主塔位 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 - 動的 -	平均 0.0000 動的 0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	-	平均 0.0000 動的 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	平均 6.5041 動的 6.0191	-	
		MY(tf-m)	平均 309.1689 動的 73.0963	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	平均 25.0930 動的 18.7060	-	
		QZ (tf)	平均 4.2154 動的 0.9350	-	-	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	平均 0.7756 動的 1.0201	-	

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
3-1-2	主桁中央径間中央	DZ (m)	平均 0.0013 動的 0.0003	-	-	
		DY (m)	平均 - 動的 -	平均 0.0021 動的 0.0030	-	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	-	平均 0.0002 動的 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	平均 0.2754 動的 2.1645	-	
		MY(tf-m)	平均 148.7287 動的 39.8960	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	平均 20.1474 動的 31.4427	-	
		QZ (tf)	平均 0.1629 動的 0.2402	-	-	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	平均 0.1931 動的 1.1333	-	
	主桁主塔位 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 - 動的 -	平均 0.0000 動的 0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	-	平均 0.0000 動的 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	平均 6.5964 動的 5.2836	-	
		MY(tf-m)	平均 205.2894 動的 39.4268	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	平均 24.8212 動的 18.1925	-	
		QZ (tf)	平均 2.8311 動的 0.4063	-	-	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	平均 0.8534 動的 1.0470	-	
	主桁側径間 PT.89 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0001	-	-	
		DY (m)	平均 - 動的 -	平均 0.0000 動的 0.0018	-	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	-	平均 0.0000 動的 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	平均 3.4072 動的 5.0191	-	
		MY(tf-m)	平均 19.1281 動的 19.5307	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	平均 0.3150 動的 59.3804	-	
		QZ (tf)	平均 0.1086 動的 0.3524	-	-	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	平均 0.1069 動的 0.3871	-	

付表-1.11 着目点の変位および断面力 (解析ケース 3-2-2)

CASE	着目点	着目点名	平均	抗力	撓力	モーメント	合計
3-2-2	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均	27.1335	21.1895	0.0000	
			動的	9.3192	16.5836	0.0000	
		MY (tf-m)	平均	58.7251	25.7267	0.0000	
			動的	20.2505	155.2950	0.0000	
		MZ (tf-m)	平均	-	1.2097	0.0000	
			動的	-	0.9467	0.0000	
	主塔基部 (2P)	QZ (tf)	平均	3.2154	0.5054	0.0000	
			動的	1.1089	4.8757	0.0000	
		QY (tf)	平均	-	0.0390	0.0000	
			動的	-	0.0305	0.0000	
	主塔基部 (1P側)	N (tf)	平均	31.6949	20.9556	0.0000	
			動的	10.5534	16.3747	0.0000	
		MY (tf-m)	平均	58.1992	28.7867	0.0000	
			動的	19.4519	148.2117	0.0000	
		MZ (tf-m)	平均	-	1.0856	0.0000	
			動的	-	0.8483	0.0000	
	主塔基部 (2P側)	QZ (tf)	平均	3.2826	0.5713	0.0000	
			動的	1.0972	4.7651	0.0000	
		QY (tf)	平均	-	0.0353	0.0000	
			動的	-	0.0276	0.0000	
	主桁側面 (PT.8)	DZ (m)	平均	0.0002	-	-	
			動的	0.0001	-	-	
		DY (m)	平均	-	0.0003	-	
			動的	-	0.0097	-	
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0002	
			動的	0.0000	-	0.0001	
		N (tf)	平均	0.0000	17.4729	-	
			動的	0.0001	24.5602	-	
		MY (tf-m)	平均	283.5561	-	-	
			動的	65.1557	-	-	
		MZ (tf-m)	平均	-	1.7007	-	
			動的	-	296.3712	-	
	主桁側面 (1P側)	QZ (tf)	平均	2.4341	-	-	
			動的	0.5634	-	-	
		QY (tf)	平均	-	0.2351	-	
			動的	-	3.5847	-	
	主桁側面 (2P側)	DZ (m)	平均	0.0000	-	-	
			動的	0.0000	-	-	
		DY (m)	平均	-	0.0000	-	
			動的	-	0.0000	-	
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0000	
			動的	0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均	0.0000	30.9103	-	
			動的	0.0001	31.8786	-	
		MY (tf-m)	平均	1469.2948	-	-	
			動的	481.6552	-	-	
		MZ (tf-m)	平均	-	119.2756	-	
			動的	-	110.4057	-	
	主桁側面 (1P側)	QZ (tf)	平均	20.0331	-	-	
			動的	6.1553	-	-	
		QY (tf)	平均	-	3.6862	-	
			動的	-	6.0150	-	

CASE	着目点	着目点名	平均	抗力	撓力	モーメント	合計
3-2-2	主桁中央径間中央	DZ (m)	平均	0.0062	-	-	
			動的	0.0023	-	-	
		DY (m)	平均	-	0.0098	-	
			動的	-	0.0143	-	
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0009	
			動的	0.0000	-	0.0004	
		N (tf)	平均	0.0000	1.3088	-	
			動的	0.0001	13.1636	-	
		MY (tf-m)	平均	706.8185	-	-	
			動的	262.7218	-	-	
		MZ (tf-m)	平均	-	95.7485	-	
			動的	-	161.8165	-	
	主桁主塔位 (2P側)	QZ (tf)	平均	0.7740	-	-	
			動的	1.5951	-	-	
		QY (tf)	平均	-	0.9175	-	
			動的	-	5.9521	-	
		DZ (m)	平均	0.0000	-	-	
			動的	0.0000	-	-	
		DY (m)	平均	-	0.0000	-	
			動的	-	0.0000	-	
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0000	
			動的	0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均	0.0000	31.3487	-	
			動的	0.0001	27.2555	-	
	主桁側面 (PT.8)	MY (tf-m)	平均	975.6172	-	-	
			動的	259.6870	-	-	
		MZ (tf-m)	平均	-	117.9602	-	
			動的	-	107.2137	-	
		QZ (tf)	平均	13.4547	-	-	
			動的	2.6946	-	-	
		QY (tf)	平均	-	4.0558	-	
			動的	-	6.0477	-	
	主桁側面 (2P側)	DZ (m)	平均	0.0002	-	-	
			動的	0.0004	-	-	
		DY (m)	平均	-	0.0002	-	
			動的	-	0.0088	-	
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0002	
			動的	0.0000	-	0.0001	
		N (tf)	平均	0.0000	16.1923	-	
			動的	0.0001	23.8530	-	
		MY (tf-m)	平均	90.9043	-	-	
			動的	129.1180	-	-	
		MZ (tf-m)	平均	-	1.4971	-	
			動的	-	290.4198	-	
	主桁側面 (2P側)	QZ (tf)	平均	0.5161	-	-	
			動的	2.3280	-	-	
		QY (tf)	平均	-	0.5079	-	
			動的	-	2.3633	-	

付表-1.12 着目点の変位および断面力 (解析ケース 3-3-2)

CASE	着目点	着目応答値	抗力	慣性力	モーメント	合計
3-3-2	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 108.0368	84.3696	0.0000	
			動的 50.0369	64.7920	0.0000	
		MY(tf-m)	平均 233.8241	102.4355	0.0000	
			動的 108.7302	574.7224	0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 -	4.8165	0.0000	
			動的 -	3.6989	0.0000	
		QZ (tf)	平均 12.8026	2.0125	0.0000	
			動的 5.9541	18.3290	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.1554	0.0000	
			動的 -	0.1194	0.0000	
	主塔基部 (2P)	N (tf)	平均 126.1989	83.4384	0.0000	
			動的 56.7094	63.8528	0.0000	
		MY(tf-m)	平均 231.7303	114.6191	0.0000	
			動的 104.5265	548.9346	0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 -	4.3224	0.0000	
			動的 -	3.3078	0.0000	
		QZ (tf)	平均 13.0703	2.2749	0.0000	
			動的 5.8961	17.9456	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.1406	0.0000	
			動的 -	0.1076	0.0000	
	主桁側径間 PT.8 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0009	-	-	
			動的 0.0003	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0012	-	
			動的 -	0.0358	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0007	
			動的 0.0000	-	0.0005	
		N (tf)	平均 0.0000	69.5714	-	
			動的 0.0008	91.0221	-	
		MY(tf-m)	平均 1129.0273	-	-	
			動的 350.5531	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	6.7717	-	
			動的 -	1112.6932	-	
	主桁側径間 PT.8 (1P側)	QZ (tf)	平均 9.6918	-	-	
			動的 3.0310	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.9359	-	
			動的 -	16.6932	-	
	主桁側塔位 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	123.0746	-	
			動的 0.0009	131.7600	-	
		MY(tf-m)	平均 5850.2505	-	-	
			動的 2523.1426	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	474.9164	-	
			動的 -	494.6373	-	
	QZ (tf)	平均 79.7651	-	-	-	
		動的 32.4113	-	-	-	
	QY (tf)	平均 -	14.6771	-	-	
		動的 -	27.3744	-	-	

CASE	着目点	着目応答値	抗力	慣性力	モーメント	合計
3-3-2	主桁中央径間中央	DZ (m)	平均 0.0246	-	-	
			動的 0.0119	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0390	-	
			動的 -	0.0525	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0037	
			動的 0.0000	-	0.0019	
		N (tf)	平均 0.0000	5.2114	-	
			動的 0.0009	65.1520	-	
		MY(tf-m)	平均 2814.3198	-	-	
			動的 1373.2852	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	381.2392	-	
			動的 -	640.0256	-	
	主桁側塔位 (2P側)	QZ (tf)	平均 3.0818	-	-	
			動的 8.6728	-	-	
		QY (tf)	平均 -	3.6533	-	
			動的 -	23.8545	-	
	主桁側径間 PT.89 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	124.8204	-	
			動的 0.0008	107.7082	-	
		MY(tf-m)	平均 3884.5884	-	-	
			動的 1362.4034	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	469.6790	-	
			動的 -	480.6143	-	
	主桁側塔位 (2P側)	QZ (tf)	平均 53.5723	-	-	
			動的 14.7195	-	-	
		QY (tf)	平均 -	16.1489	-	
			動的 -	27.0395	-	
	主桁側径間 PT.89 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0007	-	-	
			動的 0.0022	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0009	-	
			動的 -	0.0326	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0007	
			動的 0.0000	-	0.0004	
		N (tf)	平均 0.0000	64.4723	-	
			動的 0.0007	87.9078	-	
		MY(tf-m)	平均 361.9512	-	-	
			動的 687.7242	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	5.9610	-	
			動的 -	1092.4347	-	
	QZ (tf)	平均 2.0549	-	-	-	
		動的 12.3122	-	-	-	
	QY (tf)	平均 -	2.0224	-	-	
		動的 -	11.4634	-	-	

付表-1.13 着目点の変位および断面力 (解析ケース 3-4)

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
3-4	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 108.6828	0.0000	0.0000	
			動的 37.3756	34.7794	0.0000	
		MY(tf-m)	平均 234.8173	0.0000	0.0000	
			動的 81.2149	310.7871	0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	1.9855	0.0000	
	主塔基部 (2P)	QZ (tf)	平均 12.8562	0.0000	0.0000	
			動的 4.4474	9.8912	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0641	0.0000	
		N (tf)	平均 126.9663	0.0000	0.0000	
			動的 42.3212	34.2950	0.0000	
	主桁側径間 PT.8 (1P側)	MY(tf-m)	平均 232.7569	0.0000	0.0000	
			動的 78.0044	296.9619	0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	1.7766	0.0000	
		QZ (tf)	平均 13.1278	0.0000	0.0000	
			動的 4.4000	9.6829	0.0000	
	主桁側径間 PT.8 (2P側)	QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0578	0.0000	
	主桁主塔位	DZ (m)	平均 0.0013	-	-	
			動的 0.0003	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0194	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0005	
	主桁主塔位	N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0006	49.1059	-	
		MY(tf-m)	平均 1623.1150	-	-	
			動的 358.4790	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	600.8785	-	
	主桁主塔位	QZ (tf)	平均 13.9521	-	-	
			動的 3.0996	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	8.8357	-	
	主桁主塔位	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
	主桁主塔位	N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0007	69.4509	-	
		MY(tf-m)	平均 8370.8770	-	-	
			動的 2435.7124	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	263.0818	-	
	主桁主塔位	QZ (tf)	平均 114.5803	-	-	
			動的 31.5410	-	-	
	主桁主塔位	QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	14.5279	-	

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
3-4	主桁中央径間中央	DZ (m)	平均 0.0351	-	-	
			動的 0.0114	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0283	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0022	
	主桁中央径間中央	N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0007	32.8196	-	
		MY(tf-m)	平均 3995.9275	-	-	
			動的 1321.3768	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	342.9858	-	
	主桁中央径間中央	QZ (tf)	平均 4.4605	-	-	
			動的 8.8118	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	12.8400	-	
	主桁主塔位 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
	主桁主塔位 (2P側)	N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0006	57.5189	-	
		MY(tf-m)	平均 5567.1201	-	-	
			動的 1317.3961	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	255.5220	-	
	主桁主塔位 (2P側)	QZ (tf)	平均 76.8853	-	-	
			動的 15.0248	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	14.3825	-	
	主桁主塔位 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0010	-	-	
			動的 0.0022	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0175	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0004	
	主桁主塔位 (2P側)	N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0006	47.4822	-	
		MY(tf-m)	平均 531.3263	-	-	
			動的 680.6856	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	590.2272	-	
	主桁主塔位 (2P側)	QZ (tf)	平均 2.7796	-	-	
			動的 12.0562	-	-	
	主桁主塔位 (2P側)	QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	11.5891	-	

付表-1.14 着目点の変位および断面力 (解析ケース 3-5)

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
3-5	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 108.6828	0.0000	0.0000	
			動的 61.7156	69.4774	0.0000	
		MY (tf-m)	平均 234.8173	0.0000	0.0000	
			動的 134.1035	620.8477	0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	3.9664	0.0000	
	主塔基部 (2P)	QZ (tf)	平均 12.8562	0.0000	0.0000	
			動的 7.3436	19.7592	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.1280	0.0000	
		N (tf)	平均 126.9663	0.0000	0.0000	
			動的 70.0189	68.5097	0.0000	
	主桁側径間 (1P側)	MY (tf-m)	平均 232.7569	0.0000	0.0000	
			動的 129.0549	593.2296	0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	3.5491	0.0000	
		QZ (tf)	平均 13.1278	0.0000	0.0000	
			動的 7.2797	19.3432	0.0000	
	主桁側径間 (2P側)	QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.1154	0.0000	
		DZ (m)	平均 0.0013	-	-	
			動的 0.0005	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0387	-	
	主桁側径間 (1P側)	TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0011	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0009	98.0970	-	
		MY (tf-m)	平均 1623.1150	-	-	
			動的 623.2955	-	-	
	主桁側径間 (2P側)	MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	1200.3522	-	
		QZ (tf)	平均 13.9521	-	-	
			動的 5.3894	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	17.6508	-	
	主桁側径間 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
	主桁側径間 (2P側)	N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0010	138.7394	-	
		MY (tf-m)	平均 8370.8770	-	-	
			動的 4160.2476	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	525.5486	-	
	主桁側径間 (1P側)	QZ (tf)	平均 114.5803	-	-	
			動的 53.7496	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	29.0219	-	

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
3-5	主桁中央径間中央	DZ (m)	平均 0.0351	-	-	
			動的 0.0195	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0566	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0045	
	主桁中央径間中央	N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0011	65.5625	-	
		MY (tf-m)	平均 3995.9275	-	-	
			動的 2259.6907	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	685.1699	-	
	主桁中央径間中央	QZ (tf)	平均 4.4605	-	-	
			動的 14.7931	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	25.6500	-	
	主桁主塔位	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
	(2P側)	N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0010	114.9033	-	
		MY (tf-m)	平均 5567.1201	-	-	
			動的 2250.5601	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	510.4466	-	
	主桁側径間 (2P側)	QZ (tf)	平均 76.8853	-	-	
			動的 25.2346	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	28.7313	-	
	主桁側径間 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0010	-	-	
			動的 0.0037	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0352	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0008	
	主桁側径間 (2P側)	N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0009	94.8533	-	
		MY (tf-m)	平均 531.3263	-	-	
			動的 1151.9916	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	1179.0746	-	
	主桁側径間 (1P側)	QZ (tf)	平均 2.7796	-	-	
			動的 20.4825	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	12.0072	-	

付表-1.15 着目点の変位および断面力（解析ケース4-1）

CASE	着目点	着目点名称	抵抗力	揚力	モーメント	合計
4-1	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 6.6102 動的 1.9507	0.0000 3.1095	0.0000 0.0000	
		MY(tf-m)	平均 14.2908 動的 4.2388	0.0000 31.8159	0.0000 0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.1775	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.7824 動的 0.2321	0.0000 -0.9838	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0057	0.0000 -0.0000	
		N (tf)	平均 7.7145 動的 2.2180	0.0000 3.0941	0.0000 0.0000	
		MY(tf-m)	平均 14.1508 動的 4.0881	0.0000 30.1605	0.0000 0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.1603	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.7981 動的 0.2306	0.0000 0.9540	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0052	0.0000 0.0000	
	主塔基部 (2P)	N (tf)	平均 0.0001 動的 0.0000	- -	- -	
		MY(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0020	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		QZ (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 5.0940	- -	
		MY(tf-m)	平均 87.9393 動的 20.0615	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 60.0082	- -	
		QZ (tf)	平均 0.7556 動的 0.1735	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.5783	- -	
	主析側径間 (1P側)	N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 0.0000	- -	
		MY(tf-m)	平均 87.9393 動的 20.0615	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 60.0082	- -	
		QZ (tf)	平均 0.7556 動的 0.1735	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.5783	- -	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 0.0000	- -	
		MY(tf-m)	平均 87.9393 動的 20.0615	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 60.0082	- -	
		QZ (tf)	平均 0.7556 動的 0.1735	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.5783	- -	
	主析側径間 (2P側)	N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 0.0000	- -	
		MY(tf-m)	平均 87.9393 動的 20.0615	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 60.0082	- -	
		QZ (tf)	平均 0.7556 動的 0.1735	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.5783	- -	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 0.0000	- -	
		MY(tf-m)	平均 87.9393 動的 20.0615	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 60.0082	- -	
		QZ (tf)	平均 0.7556 動的 0.1735	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.5783	- -	

CASE	着目点	着目点名称	抵抗力	揚力	モーメント	合計
4-1	主析中央径間中央	DZ (m)	平均 0.0019 動的 0.0006	- -	- -	
		DX (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0030	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 2.0334	- -	
		MY(tf-m)	平均 217.3027 動的 71.8914	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 30.4452	- -	
		QZ (tf)	平均 0.2414 動的 0.4403	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 1.1067	- -	
		DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		DX (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
	主析主塔位置 (2P側)	TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 5.1320	- -	
		MY(tf-m)	平均 301.9523 動的 71.1407	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 17.2463	- -	
		QZ (tf)	平均 4.1681 動的 0.7461	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 1.0037	- -	
		DZ (m)	平均 0.0001 動的 0.0001	- -	- -	
		DX (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0018	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 4.9535	- -	
	主析側径間 (2P側)	MY(tf-m)	平均 28.6106 動的 35.4790	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 58.4220	- -	
		QZ (tf)	平均 0.7556 動的 0.1735	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.3635	- -	

付表-1.16 着目点の変位および断面力（解析ケース4-2）

CASE	着目点	着目応答値	抗 力	揚 力	モーメント	合 計
4-2	主 塔 基 部 (1P)	N (tf)	平均 24.3680	0.0000	0.0000	
			動的 9.3467	12.6348	0.0000	
		MY(tf-m)	平均 52.6818	0.0000	0.0000	
			動的 20.3097	121.4533	0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.7213	0.0000	
		QZ (tf)	平均 2.8844	0.0000	0.0000	
			動的 1.1122	3.7965	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0233	0.0000	
	主 塔 基 部 (2P)	N (tf)	平均 28.4388	0.0000	0.0000	
			動的 10.5873	12.4977	0.0000	
		MY(tf-m)	平均 52.1654	0.0000	0.0000	
			動的 19.5138	115.8638	0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.6474	0.0000	
		QZ (tf)	平均 2.9422	0.0000	0.0000	
			動的 1.1007	3.7075	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0211	0.0000	
	主 桁 側 径 間 PT.8 (1P側)	DZ (a)	平均 0.0003	-	-	
			動的 0.0001	-	-	
		DY (a)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0076	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	19.2010	-	
		MY(tf-m)	平均 324.1795	-	-	
			動的 88.4077	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	230.6615	-	
	主 桁 側 径 間 PT.8 (1P側)	QZ (tf)	平均 2.7855	-	-	
			動的 0.7644	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	2.6044	-	
	主 桁 主 塔 位 置 (1P側)	DZ (a)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (a)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	23.9487	-	
		MY(tf-m)	平均 1674.4861	-	-	
			動的 628.7072	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	80.6739	-	
	主 桁 主 塔 位 置 (1P側)	QZ (tf)	平均 22.8951	-	-	
			動的 8.0615	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	4.3794	-	

CASE	着目点	着目応答値	抗 力	揚 力	モーメント	合 計
4-2	主 桁 中 央 径 間 中 央	DZ (a)	平均 0.0070	-	-	
			動的 0.0030	-	-	
		DY (a)	平均 -	0.9000	-	
			動的 -	0.0112	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0006	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	9.2557	-	
		MY(tf-m)	平均 801.0650	-	-	
			動的 342.5284	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	123.0579	-	
	主 桁 主 塔 位 置 (2P側)	QZ (tf)	平均 0.8898	-	-	
			動的 2.1266	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	4.5475	-	
	主 桁 側 主 塔 位 置 (2P側)	DZ (a)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (a)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	20.7350	-	
		MY(tf-m)	平均 1113.1171	-	-	
			動的 339.2191	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	78.2666	-	
	主 桁 側 径 間 PT.89 (2P側)	QZ (tf)	平均 15.3653	-	-	
			動的 3.6016	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	4.4506	-	
	主 桁 側 径 間 PT.89 (2P側)	DZ (a)	平均 0.0002	-	-	
			動的 0.0006	-	-	
		DY (a)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0069	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	18.6805	-	
		MY(tf-m)	平均 105.4701	-	-	
			動的 170.1357	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	225.9010	-	
	主 桁 側 径 間 PT.89 (2P側)	QZ (tf)	平均 0.5660	-	-	
			動的 3.0551	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	1.6887	-	

付表-1.17 着目点の変位および断面力 (解析ケース4-3)

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
4-3	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 97.4718 動的 50.6116	0.0000 51.1673	0.0000 0.0000	
		MY(tf-m)	平均 210.7271 動的 109.9761	0.0000 460.5236	0.0000 0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 2.9211	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 11.5375 動的 6.0223	0.0000 14.6118	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0943	0.0000 0.0000	
	主塔基部 (2P)	N (tf)	平均 113.7553 動的 57.3521	0.0000 50.4619	0.0000 0.0000	
		MY(tf-m)	平均 208.6618 動的 105.7089	0.0000 440.0447	0.0000 0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 2.6141	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 11.7689 動的 5.9628	0.0000 14.3019	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0850	0.0000 0.0000	
	主桁側径間 PT.8 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0011 動的 0.0004	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0288	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0007	
		N (tf)	平均 0.0001 動的 0.0007	0.0000 72.7306	- -	
		MY(tf-m)	平均 1296.7179 動的 470.8651	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 888.3749	- -	
		QZ (tf)	平均 11.1421 動的 4.0714	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 12.5546	- -	
	主桁主塔位置 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0008	0.0000 101.0252	- -	
		MY(tf-m)	平均 6697.9443 動的 3227.3796	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 377.3921	- -	
		QZ (tf)	平均 91.5805 動的 41.6662	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 20.7556	- -	

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
4-3	主桁中央径間中央	DZ (m)	平均 0.0281 動的 0.0151	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0420	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0031	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0009	0.0000 46.2161	- -	
		MY(tf-m)	平均 3204.2600 動的 1753.1219	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 502.8060	- -	
		QZ (tf)	平均 3.5594 動的 11.4521	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 18.7581	- -	
	主桁主塔位置 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0008	0.0000 84.3954	- -	
		MY(tf-m)	平均 4452.4683 動的 1744.7775	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 366.4967	- -	
		QZ (tf)	平均 61.4611 動的 19.5033	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 20.6109	- -	
	主桁側径間 PT.89 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0008 動的 0.0029	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0262	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0006	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0007	0.0000 70.4095	- -	
		MY(tf-m)	平均 421.8804 動的 892.8133	- -	- -	
		MZ(tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 872.3853	- -	
		QZ (tf)	平均 2.2640 動的 15.8854	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 8.4672	- -	

付表-1.18 着目点の変位および断面力 (解析ケース5-1)

CASE	着目点	着目応答値	抗 力	撓 力	モーメント	合 計
5-1	主 塔 基 部 (1P)	N (tf)	平均	5.2275	0.0000	0.0000
			動的	1.7253	2.5253	0.0000
		MY(tf-m)	平均	11.3105	0.0000	0.0000
			動的	3.7490	26.1211	0.0000
		MZ(tf-m)	平均	-	0.0000	0.0000
			動的	-	0.1442	0.0000
		QZ (tf)	平均	0.8193	0.0000	0.0000
			動的	0.2053	0.8058	0.0000
		QY (tf)	平均	-	0.0000	0.0000
			動的	-	0.0047	0.0000
	主 塔 基 部 (2P)	N (tf)	平均	6.0921	0.0000	0.0000
			動的	1.9648	2.5163	0.0000
		MY(tf-m)	平均	11.1832	0.0000	0.0000
			動的	3.6215	24.7034	0.0000
		MZ(tf-m)	平均	-	0.0000	0.0000
			動的	-	0.1304	0.0000
		QZ (tf)	平均	0.6308	0.0000	0.0000
			動的	0.2043	0.7794	0.0000
		QY (tf)	平均	-	0.0000	0.0000
			動的	-	0.0042	0.0000
	主 桁 側 径 間 PT.8 (1P側)	DZ (m)	平均	0.00001	-	-
			動的	0.0000	-	-
		DY (m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.0016	-
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0000
			動的	0.0000	-	0.0000
		N (tf)	平均	0.0000	0.0000	-
			動的	0.0000	4.2037	-
		MY(tf-m)	平均	58.6787	-	-
			動的	17.2813	-	-
		MZ(tf-m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	49.2596	-
	主 桁 側 径 間 PT.8 (1P側)	QZ (tf)	平均	0.5039	-	-
			動的	0.1494	-	-
		QY (tf)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.4604	-
	主 桁 主 塔 位 置 (1P側)	DZ (m)	平均	0.0000	-	-
			動的	0.0000	-	-
		DY (m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.0000	-
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0000
			動的	0.0000	-	0.0000
		N (tf)	平均	0.0000	0.0000	-
			動的	0.0000	4.7185	-
		MY(tf-m)	平均	303.8921	-	-
			動的	108.0402	-	-
		MZ(tf-m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	14.0662	-
		QZ (tf)	平均	4.1475	-	-
			動的	1.3875	-	-
		QY (tf)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.7657	-

CASE	着目点	着目応答値	抗 力	撓 力	モーメント	合 計
5-1	主 桁 中 央 径 間 中 央	DZ (m)	平均	0.0013	-	-
			動的	0.0005	-	-
		DY (m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.0025	-
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0000
			動的	0.0000	-	0.0001
		N (tf)	平均	0.0000	0.0000	-
			動的	0.0000	1.6204	-
		MY(tf-m)	平均	145.9037	-	-
			動的	58.9040	-	-
		MZ(tf-m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	24.8126	-
	主 桁 主 塔 位 置 (2P側)	QZ (tf)	平均	0.1808	-	-
			動的	0.3626	-	-
		QY (tf)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.8914	-
	主 桁 側 径 間 PT.89 (2P側)	DZ (m)	平均	0.0000	-	-
			動的	0.0000	-	-
		DY (m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.0000	-
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0000
			動的	0.0000	-	0.0000
		N (tf)	平均	0.0000	0.0000	-
			動的	0.0000	4.1768	-
		MY(tf-m)	平均	201.8568	-	-
			動的	58.3183	-	-
		MZ(tf-m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	13.6719	-
	主 桁 側 径 間 PT.89 (2P側)	QZ (tf)	平均	2.7841	-	-
			動的	0.6150	-	-
		QY (tf)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.7983	-
	主 桁 側 径 間 PT.89 (2P側)	DZ (m)	平均	0.0000	-	-
			動的	0.0001	-	-
		DY (m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.0015	-
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0000
			動的	0.0000	-	0.0000
		N (tf)	平均	0.0000	0.0000	-
			動的	0.0000	4.0836	-
		MY(tf-m)	平均	18.8928	-	-
			動的	29.1388	-	-
		MZ(tf-m)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	47.8548	-
		QZ (tf)	平均	0.1058	-	-
			動的	0.5236	-	-
		QY (tf)	平均	-	0.0000	-
			動的	-	0.2874	-

付表-1.19 着目点の変位および断面力 (解析ケース 5-2)

CASE	着目点	着目点変位	抗力	揚力	モーメント	合計
5-2	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 21.1721	0.0000	0.0000	
			動的 9.1482	11.6295	0.0000	
		MY (tf-m)	平均 45.8091	0.0000	0.0000	
			動的 19.8786	114.0555	0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.6639	0.0000	
		QZ (tf)	平均 2.5082	0.0000	0.0000	
			動的 1.0886	3.5533	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0214	0.0000	
	主塔基部 (2P)	N (tf)	平均 24.6739	0.0000	0.0000	
			動的 10.3680	11.5218	0.0000	
		MY (tf-m)	平均 45.2936	0.0000	0.0000	
			動的 19.1099	108.6606	0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.5969	0.0000	
		QZ (tf)	平均 2.5547	0.0000	0.0000	
			動的 1.0779	3.4647	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0194	0.0000	
	主桁側径間 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0002	-	-	
			動的 0.0001	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0072	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	18.0751	-	
		MY (tf-m)	平均 237.6579	-	-	
			動的 81.4696	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	215.9567	-	
	主桁主塔位 (1P側)	QZ (tf)	平均 2.0407	-	-	
			動的 0.7044	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	2.3159	-	
		DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	21.9283	-	

CASE	着目点	着目点変位	抗力	揚力	モーメント	合計
5-2	主桁中央径間中央	DZ (m)	平均 0.0052	-	-	
			動的 0.0027	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0105	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0005	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	8.1927	-	
		MY (tf-m)	平均 590.9329	-	-	
			動的 315.2758	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	113.3323	-	
	主桁主塔位 (2P側)	QZ (tf)	平均 0.6512	-	-	
			動的 1.9329	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	4.1794	-	
		DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	19.1056	-	
	主桁側径間 (2P側)	MY (tf-m)	平均 817.5516	-	-	
			動的 311.9387	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	69.6147	-	
		QZ (tf)	平均 11.2759	-	-	
			動的 3.2710	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	3.9850	-	
	主桁側径間 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0001	-	-	
			動的 0.0005	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0065	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	17.5925	-	
		MY (tf-m)	平均 76.5186	-	-	
			動的 155.6605	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	211.2132	-	

付表-1.20 着目点の変位および断面力 (解析ケース5-3)

CASE	着目点	着目点名称	平均	抗力	抵抗力	モーメント	合計
5-3	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均	84.1634	0.0000	0.0000	
			動的	49.1709	47.9977	0.0000	
		MY (tf-m)	平均	182.1002	0.0000	0.0000	
			動的	106.8465	437.5601	0.0000	
		MZ (tf-m)	平均	-	0.0000	0.0000	
			動的	-	2.7401	0.0000	
		QZ (tf)	平均	9.9704	0.0000	0.0000	
			動的	5.8510	13.8260	0.0000	
		QY (tf)	平均	-	0.0000	0.0000	
			動的	-	0.0884	0.0000	
	主塔基部 (2P)	N (tf)	平均	98.0836	0.0000	0.0000	
			動的	55.7145	47.3497	0.0000	
		MY (tf-m)	平均	180.0509	0.0000	0.0000	
			動的	102.6913	418.0909	0.0000	
		MZ (tf-m)	平均	-	0.0000	0.0000	
			動的	-	2.4529	0.0000	
		QZ (tf)	平均	10.1554	0.0000	0.0000	
			動的	5.7926	13.5298	0.0000	
		QY (tf)	平均	-	0.0000	0.0000	
			動的	-	0.0798	0.0000	
	主桁側径間 PT.3 (1P側)	DZ (m)	平均	0.0008	-	-	
			動的	0.0004	-	-	
		DY (m)	平均	-	0.0000	-	
			動的	-	0.0274	-	
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0000	
			動的	0.0000	-	0.0006	
		N (tf)	平均	0.0001	0.0000	-	
			動的	0.0007	69.0657	-	
		MY (tf-m)	平均	944.7362	-	-	
			動的	424.4684	-	-	
		MZ (tf-m)	平均	-	0.0000	-	
			動的	-	840.8541	-	
	主桁主塔位 (1P側)	QZ (tf)	平均	8.1123	-	-	
			動的	3.6702	-	-	
		QY (tf)	平均	-	0.0000	-	
			動的	-	11.2107	-	
	主桁主塔位 (1P側)	DZ (m)	平均	0.0000	-	-	
			動的	0.0000	-	-	
		DY (m)	平均	-	0.0000	-	
			動的	-	0.0000	-	
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0000	
			動的	0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均	0.0001	0.0000	-	
			動的	0.0008	93.4316	-	
		MY (tf-m)	平均	4892.7095	-	-	
			動的	2953.3098	-	-	
		MZ (tf-m)	平均	-	0.0000	-	
			動的	-	341.0343	-	
		QZ (tf)	平均	66.7750	-	-	
			動的	38.0509	-	-	
		QY (tf)	平均	-	0.0000	-	
			動的	-	18.6628	-	

CASE	着目点	着目点名称	平均	抗力	抵抗力	モーメント	合計
5-3	主桁中央径間中央	DZ (m)	平均	0.0206	-	-	
			動的	0.0139	-	-	
		DY (m)	平均	-	0.0000	-	
			動的	-	0.0400	-	
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0000	
			動的	0.0000	-	0.0027	
		N (tf)	平均	0.0001	0.0000	-	
			動的	0.0003	40.7864	-	
		MY (tf-m)	平均	2349.0718	-	-	
			動的	1605.4257	-	-	
		MZ (tf-m)	平均	-	0.0000	-	
			動的	-	469.6702	-	
	主桁主塔位 (2P側)	QZ (tf)	平均	2.5885	-	-	
			動的	10.3566	-	-	
		QY (tf)	平均	-	0.0000	-	
			動的	-	17.4524	-	
	主桁側径間 PT.89 (2P側)	DZ (m)	平均	0.0000	-	-	
			動的	0.0000	-	-	
		DY (m)	平均	-	0.0000	-	
			動的	-	0.0000	-	
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0000	
			動的	0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均	0.0001	0.0000	-	
			動的	0.0007	78.9341	-	
		MY (tf-m)	平均	3249.9260	-	-	
			動的	1595.8081	-	-	
		MZ (tf-m)	平均	-	0.0000	-	
			動的	-	331.1088	-	
	主桁側径間 PT.89 (2P側)	QZ (tf)	平均	44.8238	-	-	
			動的	17.6133	-	-	
		QY (tf)	平均	-	0.0000	-	
			動的	-	18.6219	-	
	主桁側径間 PT.89 (2P側)	DZ (m)	平均	0.0006	-	-	
			動的	0.0026	-	-	
		DY (m)	平均	-	0.0000	-	
			動的	-	0.0249	-	
		TX (rad)	平均	0.0000	-	0.0000	
			動的	0.0000	-	0.0005	
		N (tf)	平均	0.0001	0.0000	-	
			動的	0.0007	66.9679	-	
		MY (tf-m)	平均	304.1766	-	-	
			動的	812.4594	-	-	
		MZ (tf-m)	平均	-	0.0000	-	
			動的	-	825.3546	-	
		QZ (tf)	平均	1.7029	-	-	
			動的	14.4898	-	-	
		QY (tf)	平均	-	0.0000	-	
			動的	-	7.4760	-	

付表-1.21 着目点の変位および断面力 (解析ケース 6-1)

CASE	着目点	着目点変位	抗力	撓力	モーメント	合計
6-1	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 3.7684	0.0000	0.0000	
			動的 1.4406	1.9147	0.0000	
		MY (tf-m)	平均 8.1597	0.0000	0.0000	
			動的 3.1303	19.9089	0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.1093	0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.4468	0.0000	0.0000	
			動的 0.1714	0.6129	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0035	0.0000	
	主塔基部 (2P)	N (tf)	平均 4.3848	0.0000	0.0000	
			動的 1.6471	1.9095	0.0000	
		MY (tf-m)	平均 8.0549	0.0000	0.0000	
			動的 3.0359	18.7788	0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0989	0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.4543	0.0000	0.0000	
			動的 0.1712	0.5912	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0032	0.0000	
	主桁側径間 PT.8 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0013	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0000	3.2224	-	
		MY (tf-m)	平均 34.9038	-	-	
			動的 15.0803	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	37.5702	-	
	主桁側径間 PT.8 (1P側)	QZ (tf)	平均 0.2994	-	-	
			動的 0.1304	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.3437	-	
	主塔位置 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0000	3.5805	-	
		MY (tf-m)	平均 181.4070	-	-	
			動的 83.1906	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	10.4416	-	
	主塔位置 (1P側)	QZ (tf)	平均 2.4698	-	-	
			動的 1.0742	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.5717	-	

CASE	着目点	着目点変位	抗力	撓力	モーメント	合計
6-1	主桁中央径間中央	DZ (m)	平均 0.0008	-	-	
			動的 0.0004	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0019	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0000	1.2131	-	
		MY (tf-m)	平均 87.5092	-	-	
			動的 45.2910	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	18.9319	-	
		QZ (tf)	平均 0.0954	-	-	
			動的 0.2867	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.6666	-	
	主桁主塔位置 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0000	3.1746	-	
		MY (tf-m)	平均 120.3739	-	-	
			動的 44.9510	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	10.1783	-	
		QZ (tf)	平均 1.6583	-	-	
			動的 0.4880	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.5926	-	
	主桁側径間 PT.89 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0001	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0011	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0000	3.1257	-	
		MY (tf-m)	平均 11.0802	-	-	
			動的 22.7121	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	36.4119	-	
		QZ (tf)	平均 0.0656	-	-	
			動的 0.4059	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.2137	-	

付表-1.22 着目点の変位および断面力（解析ケース6-2）

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
6-2	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 14.0855	0.0000	0.0000	
			動的 6.7248	8.3265	0.0000	
		MY (tf-m)	平均 30.4990	0.0000	0.0000	
			動的 14.6128	84.2978	0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.4753	0.0000	
		QZ (tf)	平均 1.6699	0.0000	0.0000	
			動的 1.6699	2.6119	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0153	0.0000	
	主塔基部 (2P)	N (tf)	平均 16.3895	0.0000	0.0000	
			動的 7.6405	8.2751	0.0000	
		MY (tf-m)	平均 30.1075	0.0000	0.0000	
			動的 14.0827	80.0434	0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.4287	0.0000	
		QZ (tf)	平均 1.6982	0.0000	0.0000	
			動的 0.7944	2.5374	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0139	0.0000	
	主桁側径間 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0001	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0056	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	13.4496	-	
		MY (tf-m)	平均 130.4625	-	-	
			動的 59.3851	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	159.0894	-	
	主桁側径間 (2P側)	QZ (tf)	平均 1.1193	-	-	
			動的 0.5135	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	1.5757	-	
	主桁主塔位置 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	15.6027	-	
		MY (tf-m)	平均 678.0588	-	-	
			動的 398.0415	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	48.5819	-	
	主桁主塔位置 (2P側)	QZ (tf)	平均 9.2316	-	-	
			動的 5.9972	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	2.6357	-	

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
6-2	主桁中央径間中央	DZ (m)	平均 0.0029	-	-	
			動的 0.0019	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0079	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0003	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	5.5455	-	
		MY (tf-m)	平均 327.0897	-	-	
			動的 217.1008	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	81.3735	-	
	主桁主塔位置 (2P側)	QZ (tf)	平均 0.3567	-	-	
			動的 1.3234	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	2.9761	-	
	主桁側位	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	13.7214	-	
		MY (tf-m)	平均 449.9305	-	-	
			動的 214.8068	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	47.1402	-	
	主桁側径間 (2P側)	QZ (tf)	平均 6.1985	-	-	
			動的 2.2423	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	2.7318	-	
	主桁側径間 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0001	-	-	
			動的 0.0003	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0048	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000	0.0000	-	
			動的 0.0001	13.0857	-	
		MY (tf-m)	平均 41.4154	-	-	
			動的 106.8951	-	-	
		MZ (tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	155.1165	-	
	主桁側径間 (2P側)	QZ (tf)	平均 0.2451	-	-	
			動的 1.9247	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.9966	-	

付表-1.23 着目点の変位および断面力（解析ケース6-3）

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
6-3	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 55.8572	0.0000	0.0000	
			動的 35.6084	35.8291	0.0000	
		MY(tf-m)	平均 120.9465	0.0000	0.0000	
			動的 77.3760	337.2228	0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	2.0454	0.0000	
		QZ (tf)	平均 6.6223	0.0000	0.0000	
			動的 4.2371	10.5807	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0660	0.0000	
	主塔基部 (2P)	N (tf)	平均 64.9941	0.0000	0.0000	
			動的 40.3642	35.3925	0.0000	
		MY(tf-m)	平均 119.3941	0.0000	0.0000	
			動的 74.3984	322.0080	0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	1.8335	0.0000	
		QZ (tf)	平均 6.7343	0.0000	0.0000	
			動的 4.1966	10.3442	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0596	0.0000	
	主桁側 間 PT.8 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0004	-	-	
			動的 0.0002	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0211	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0004	
		N (tf)	平均 0.0001	0.0000	-	
			動的 0.0004	53.2383	-	
		MY(tf-m)	平均 517.3610	-	-	
			動的 290.2240	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	642.9982	-	
	主桁側 主塔位 置 (1P側)	QZ (tf)	平均 4.4385	-	-	
			動的 2.5094	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	7.6960	-	
	主桁側 主塔位 置 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0001	0.0000	-	
			動的 0.0005	63.4141	-	
		MY(tf-m)	平均 2688.9050	-	-	
			動的 2036.5305	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	237.5589	-	
	QZ (tf)	平均 36.6087	-	-	-	
		動的 26.1448	-	-	-	
	QY (tf)	平均 -	0.0000	-	-	
		動的 -	12.9201	-	-	

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
6-3	主桁中央 径間中央	DZ (m)	平均 0.0113	-	-	
			動的 0.6096	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0309	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0017	
		N (tf)	平均 0.0001	0.0000	-	
			動的 0.0005	27.5317	-	
		MY(tf-m)	平均 1297.1045	-	-	
			動的 1108.7828	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	349.1160	-	
	主桁主塔位 置 (2P側)	QZ (tf)	平均 1.4144	-	-	
			動的 6.9659	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	12.9202	-	
		DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0001	0.0000	-	
			動的 0.0005	58.7828	-	
	主桁側 間 PT.89 (2P側)	MY(tf-m)	平均 1784.2413	-	-	
			動的 1099.7001	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	230.5266	-	
		QZ (tf)	平均 24.5806	-	-	
			動的 11.8234	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	13.0334	-	
	主桁側 間 PT.89 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0003	-	-	
			動的 0.0018	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0192	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0003	
		N (tf)	平均 0.0001	0.0000	-	
			動的 0.0004	51.7480	-	
		MY(tf-m)	平均 164.2363	-	-	
			動的 553.8423	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	630.3956	-	
	QZ (tf)	平均 0.9721	-	-	-	
		動的 9.9236	-	-	-	
	QY (tf)	平均 -	0.0000	-	-	
		動的 -	5.0388	-	-	

付表-1.24 着目点の変位および断面力 (解析ケース7-1)

CASE	着目点	着目点番号	抗力	撓力	モーメント	合計
7-1	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 5.1292 動的 1.8685	0.0000 2.4320	0.0000 0.0000	
		MY (tf-m)	平均 11.1062 動的 4.0603	0.0000 25.2471	0.0000 0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.1388	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.6081 動的 0.2223	0.0000 0.7780	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0045	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 5.9682 動的 2.1301	0.0000 2.4246	0.0000 0.0000	
		MY (tf-m)	平均 10.9636 動的 3.9261	0.0000 23.8461	0.0000 0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.1256	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.6184 動的 0.2215	0.0000 0.7514	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0041	0.0000 0.0000	
	主塔基部 (2P)	N (tf)	平均 5.9682 動的 2.1301	0.0000 2.4246	0.0000 0.0000	
		MY (tf-m)	平均 10.9636 動的 3.9261	0.0000 23.8461	0.0000 0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.1256	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.6184 動的 0.2215	0.0000 0.7514	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0041	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 5.9682 動的 2.1301	0.0000 2.4246	0.0000 0.0000	
		MY (tf-m)	平均 10.9636 動的 3.9261	0.0000 23.8461	0.0000 0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.1256	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 0.6184 動的 0.2215	0.0000 0.7514	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0041	0.0000 0.0000	
	主桁側径間 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0016	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 4.0745	- -	
		MY (tf-m)	平均 47.5079 動的 17.9913	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 47.6218	- -	
		QZ (tf)	平均 0.4076 動的 0.1556	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.4396	- -	
		DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
	主桁主塔位点 (1P側)	TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 4.5442	- -	
		MY (tf-m)	平均 246.9150 動的 108.5158	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 13.3920	- -	
		QZ (tf)	平均 3.3617 動的 1.3948	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.7307	- -	

CASE	着目点	着目点番号	抗力	撓力	モーメント	合計
7-1	主桁中央径間中央	DZ (m)	平均 0.0010 動的 0.0005	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0024	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 1.5508	- -	
		MY (tf-m)	平均 119.1097 動的 59.1508	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 23.9583	- -	
		QZ (tf)	平均 0.1299 動的 0.3657	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.8533	- -	
		DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
	主桁主塔位点 (2P側)	TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 4.0272	- -	
		MY (tf-m)	平均 163.8422 動的 58.5875	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 13.0314	- -	
		QZ (tf)	平均 2.2572 動的 0.6207	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.7607	- -	
		DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0001	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0014	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0000	0.0000 3.9555	- -	
	主桁側径間 (2P側)	MY (tf-m)	平均 15.0814 動的 29.3222	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 46.2098	- -	
		QZ (tf)	平均 0.0893 動的 0.5264	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.2738	- -	

付表-1.25 着目点の変位および断面力 (解析ケース 7-2)

CASE	着目点	着目点変位	抗力	揚力	モーメント	合計
7-2	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 18.2391 動的 8.4091	0.0000 9.8815	0.0000 0.0000	
		MY (tf-m)	平均 39.4927 動的 18.2728	0.0000 98.9173	0.0000 0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.5641	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 2.1624 動的 1.0006	0.0000 3.0711	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0182	0.0000 0.0000	
	主塔基部 (2P)	N (tf)	平均 21.2226 動的 9.5388	0.0000 9.8088	0.0000 0.0000	
		MY (tf-m)	平均 38.9858 動的 17.5817	0.0000 94.0566	0.0000 0.0000	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.5081	0.0000 0.0000	
		QZ (tf)	平均 2.1989 動的 0.9917	0.0000 2.9880	0.0000 0.0000	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0165	0.0000 0.0000	
	主桁側径間 PT.8 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0001 動的 0.0001	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0062	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 15.7363	- -	
		MY (tf-m)	平均 168.9342 動的 70.9286	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 186.8549	- -	
	主桁側径間 PT.8 (1P側)	QZ (tf)	平均 1.4493 動的 0.6133	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 1.9040	- -	
	主塔位置 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 18.5538	- -	
		MY (tf-m)	平均 878.0094 動的 496.0237	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 58.8592	- -	
	主塔位置 (1P側)	QZ (tf)	平均 11.9538 動的 6.3445	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 3.1921	- -	

CASE	着目点	着目点変位	抗力	揚力	モーメント	合計
7-2	主桁中央径間中央	DZ (m)	平均 0.0037 動的 0.0023	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0092	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0004	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 6.7111	- -	
		MY (tf-m)	平均 423.5442 動的 270.5928	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 96.4414	- -	
		QZ (tf)	平均 0.4619 動的 1.6419	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 3.5416	- -	
	主桁主塔位置 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0000	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0000	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 16.2628	- -	
		MY (tf-m)	平均 582.6092 動的 267.5577	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 57.1002	- -	
		QZ (tf)	平均 8.0263 動的 2.7778	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 3.2940	- -	
	主桁側径間 PT.89 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0001 動的 0.0004	- -	- -	
		DY (m)	平均 - 動的 -	0.0000 0.0056	- -	
		TX (rad)	平均 0.0000 動的 0.0000	- -	0.0000 0.0001	
		N (tf)	平均 0.0000 動的 0.0001	0.0000 15.3152	- -	
		MY (tf-m)	平均 53.6282 動的 132.9437	- -	- -	
		MZ (tf-m)	平均 - 動的 -	0.0000 132.4233	- -	
		QZ (tf)	平均 0.3174 動的 2.3963	- -	- -	
		QY (tf)	平均 - 動的 -	0.0000 1.2114	- -	

付表-1.26 着目点の変位および断面力 (解析ケース7-3)

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
7-3	主塔基部 (1P)	N (tf)	平均 72.9563	0.0000	0.0000	
			動的 45.4125	42.1724	0.0000	
		MY(tf-m)	平均 157.9708	0.0000	0.0000	
			動的 98.6803	391.3517	0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	2.4076	0.0000	
		QZ (tf)	平均 8.6495	0.0000	0.0000	
			動的 5.4038	12.3134	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0777	0.0000	
	主塔基部 (2P)	N (tf)	平均 84.8903	0.0000	0.0000	
			動的 51.4618	41.6292	0.0000	
		MY(tf-m)	平均 155.9433	0.0000	0.0000	
			動的 94.8532	373.8441	0.0000	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	2.1566	0.0000	
		QZ (tf)	平均 8.7958	0.0000	0.0000	
			動的 5.3505	12.0444	0.0000	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	0.0000	
			動的 -	0.0701	0.0000	
	主桁側径間 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0006	-	-	
			動的 0.0003	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0245	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0005	
		N (tf)	平均 0.0002	0.0000	-	
			動的 0.0006	61.7615	-	
		MY(tf-m)	平均 675.7369	-	-	
			動的 363.1773	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	748.5743	-	
	主桁側径間 (2P側)	QZ (tf)	平均 5.7972	-	-	
			動的 3.1402	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	9.3586	-	
	主塔位 (1P側)	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0001	0.0000	-	
			動的 0.0007	81.0743	-	
		MY(tf-m)	平均 3512.0376	-	-	
			動的 2562.3311	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	287.5374	-	
	主塔位 (2P側)	QZ (tf)	平均 47.8154	-	-	
			動的 32.9319	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	15.6702	-	

CASE	着目点	着目応答値	抗力	揚力	モーメント	合計
7-3	主桁中央径間中央	DZ (m)	平均 0.0148	-	-	
			動的 0.0120	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0358	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0022	
		N (tf)	平均 0.0002	0.0000	-	
			動的 0.0007	33.6822	-	
		MY(tf-m)	平均 1694.1768	-	-	
			動的 1394.2628	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	411.3969	-	
	主桁主塔位 (2P側)	QZ (tf)	平均 1.8474	-	-	
			動的 8.8434	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	15.2438	-	
	主桁側径間 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0000	-	-	
			動的 0.0000	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0000	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0000	
		N (tf)	平均 0.0001	0.0000	-	
			動的 0.0006	69.2235	-	
		MY(tf-m)	平均 2330.4368	-	-	
			動的 1383.8280	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0003	-	
			動的 -	279.0842	-	
	主桁側径間 (2P側)	QZ (tf)	平均 32.1053	-	-	
			動的 15.0171	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	15.7319	-	
	主桁側径間 (2P側)	DZ (m)	平均 0.0004	-	-	
			動的 0.0023	-	-	
		DY (m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	0.0223	-	
		TX (rad)	平均 0.0000	-	0.0000	
			動的 0.0000	-	0.0004	
		N (tf)	平均 0.0001	0.0000	-	
			動的 0.0006	59.9788	-	
		MY(tf-m)	平均 214.5128	-	-	
			動的 699.7010	-	-	
		MZ(tf-m)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	734.3205	-	
	主桁側径間 (2P側)	QZ (tf)	平均 1.2696	-	-	
			動的 12.5170	-	-	
		QY (tf)	平均 -	0.0000	-	
			動的 -	6.1716	-	

付表-2.1 主桁応力度 (解析ケース1-1~1-3)

曲げ応力度

圧縮応力度

主桁側端部PT. 8 (1P側)

	CASE1-1			CASE1-2			CASE1-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	5.09		0.00	15.81		0.00	60.38	
A (cm ²)	10811.44	10811.44		10811.44	10811.44		10811.44	10811.44	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.47	0.47	0.00	1.46	1.46	0.00	5.58	5.58
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.47	0.47	0.00	1.46	1.46	0.00	5.58	5.58

主桁主塔位置 (1P側)

	CASE1-1			CASE1-2			CASE1-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	5.83		0.00	19.42		0.00	82.66	
A (cm ²)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.48	0.48	0.00	1.59	1.59	0.00	6.75	6.75
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.48	0.48	0.00	1.59	1.59	0.00	6.75	6.75

主桁中央間中央

	CASE1-1			CASE1-2			CASE1-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	2.04		0.00	7.35		0.00	36.85	
A (cm ²)	10057.5	10057.5		10057.5	10057.5		10057.5	10057.5	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.20	0.20	0.00	0.73	0.73	0.00	3.66	3.66
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.20	0.20	0.00	0.73	0.73	0.00	3.66	3.66

主桁主塔位置 (2P側)

	CASE1-1			CASE1-2			CASE1-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	5.14		0.00	16.87		0.00	69.50	
A (cm ²)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.42	0.42	0.00	1.38	1.38	0.00	5.68	5.68
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.42	0.42	0.00	1.38	1.38	0.00	5.68	5.68

主桁側端部PT. 8.9 (2P側)

	CASE1-1			CASE1-2			CASE1-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	4.95		0.00	15.39		0.00	58.50	
A (cm ²)	12105.44	12105.44		12105.44	12105.44		12105.44	12105.44	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.41	0.41	0.00	1.27	1.27	0.00	4.83	4.83
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.41	0.41	0.00	1.27	1.27	0.00	4.83	4.83

主桁側端部PT. 8 (1P側)

	CASE1-1			CASE1-2			CASE1-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	85.78	0.00		259.70	0.00		1038.79	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	20.09	60.00		67.78	189.41		345.31	736.22	
Ix, Iy (cm ⁴)	4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	138.59		1340.00	138.59		1340.00	138.59	
x2, y2 (cm)	655.00	206.51		655.00	206.51		655.00	206.51	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	2.75	0.00	2.75	8.33	0.00	8.33	33.31	0.00	33.31
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	1.34	0.00	1.34	4.07	0.00	4.07	16.28	0.00	16.28
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.64	3.49	3.55	2.17	11.01	11.22	11.07	42.79	44.19
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.31	5.20	5.21	1.08	16.40	16.44	5.41	63.75	63.98

主桁主塔位置 (1P側)

	CASE1-1			CASE1-2			CASE1-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	442.38	0.00		1339.34	0.00		5357.36	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	123.08	17.77		457.10	64.36		2338.78	305.03	
Ix, Iy (cm ⁴)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	10.52	0.00	10.52	31.86	0.00	31.86	127.42	0.00	127.42
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	5.48	0.00	5.48	16.59	0.00	16.59	66.34	0.00	66.34
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	2.93	1.01	3.10	10.87	3.67	11.47	55.63	17.37	58.28
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	1.52	1.30	2.00	5.66	4.72	7.37	28.96	22.36	36.59

主桁中央間中央

	CASE1-1			CASE1-2			CASE1-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	211.17	0.00		639.35	0.00		2557.39	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	67.05	30.51		248.98	100.11		1270.98	413.75	
Ix, Iy (cm ⁴)	4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	136.05		1340.00	136.05		1340.00	136.05	
x2, y2 (cm)	655.00	209.06		655.00	209.06		655.00	209.06	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	6.78	0.00	6.78	20.54	0.00	20.54	82.15	0.00	82.15
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	3.32	0.00	3.32	10.04	0.00	10.04	40.16	0.00	40.16
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	2.15	1.80	2.81	8.00	5.92	9.95	40.83	24.46	47.59
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	1.05	2.77	2.96	3.91	9.09	9.90	19.95	37.58	42.55

主桁主塔位置 (2P側)

	CASE1-1			CASE1-2			CASE1-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	294.21	0.00		890.74	0.00		3562.96	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	66.49	17.26		246.84	62.43		1264.42	296.19	
Ix, Iy (cm ⁴)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	7.00	0.00	7.00	21.19	0.00	21.19	84.74	0.00	84.74
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	3.64	0.00	3.64	11.03	0.00	11.03	44.12	0.00	44.12
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	1.58	0.98	1.86	5.27	3.56	6.86	30.67	16.87	34.48
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.82	1.26	1.51	3.06	4.58	5.50	15.66	21.71	25.77

主桁側端部PT. 8.9 (2P側)

	CASE1-1			CASE1-2			CASE1-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	28.08	0.00		85.01	0.00		340.05	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	33.41	58.42		124.01	185.37		645.10	722.50	
Ix, Iy (cm ⁴)	4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	159.61		1340.00	159.61		1340.00	159.61	
x2, y2 (cm)	655.00	185.89		655.00	185.89		655.00	185.89	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.86	0.00	0.86	2.61	0.00	2.61	10.45	0.00	10.45
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.42	0.00	0.42	1.23	0.00	1.28	5.11	0.00	5.11
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	1.03	3.29	3.45	3.81	10.44	11.12	19.83	40.72	45.29
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.50	3.33	3.87	1.85	12.16	12.30	9.69	47.43	48.41

付表-2.2 主桁応力度 (解析ケース2-1~2-3)

主桁側部P.T. 8 (1P側)

圧縮応力度

	CASE2-1			CASE2-2			CASE2-3		
	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	4.42		0.00	18.04		0.00	67.79	
A (cm2)	10811.44	10811.44		10811.44	10811.44		10811.44	10811.44	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.41	0.41	0.00	1.67	1.67	0.00	6.27	6.27
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.41	0.41	0.00	1.67	1.67	0.00	6.27	6.27

主桁主端位置 (1P側)

	CASE2-1			CASE2-2			CASE2-3		
	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	5.04		0.00	22.65		0.00	94.69	
A (cm2)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.41	0.41	0.00	1.85	1.85	0.00	7.74	7.74
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.41	0.41	0.00	1.85	1.85	0.00	7.74	7.74

主桁中央間中央

	CASE2-1			CASE2-2			CASE2-3		
	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	1.76		0.00	8.83		0.00	43.75	
A (cm2)	10057.5	10057.5		10057.5	10057.5		10057.5	10057.5	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.18	0.18	0.00	0.88	0.88	0.00	4.35	4.35
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.18	0.18	0.00	0.88	0.88	0.00	4.35	4.35

主桁主端位置 (2P側)

	CASE2-1			CASE2-2			CASE2-3		
	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	4.45		0.00	19.58		0.00	78.90	
A (cm2)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.36	0.36	0.00	1.60	1.60	0.00	6.45	6.45
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.36	0.36	0.00	1.60	1.60	0.00	6.45	6.45

主桁側部P.T. 8.9 (2P側)

	CASE2-1			CASE2-2			CASE2-3		
	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	4.30		0.00	17.55		0.00	65.60	
A (cm2)	12105.44	12105.44		12105.44	12105.44		12105.44	12105.44	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.35	0.35	0.00	1.45	1.45	0.00	5.42	5.42
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.35	0.35	0.00	1.45	1.45	0.00	5.42	5.42

曲げ応力度

主桁側部P.T. 8 (1P側)

	CASE2-1			CASE2-2			CASE2-3		
	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	85.78	0.00		343.11	0.00		1365.58	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	17.17	52.04		81.55	216.95		428.23	828.53	
Ix, Iy (cm4)	4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	138.59		1340.00	138.59		1340.00	138.59	
x2, y2 (cm)	655.00	206.51		655.00	206.51		655.00	206.51	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	2.75	0.00	2.75	11.00	0.00	11.00	43.79	0.00	43.79
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	1.34	0.00	1.34	5.38	0.00	5.38	21.40	0.00	21.40
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.55	3.02	3.07	2.41	12.61	12.88	13.67	48.15	50.05
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.27	4.51	4.51	1.28	18.79	18.83	6.68	71.75	72.06

主桁主端位置 (1P側)

	CASE2-1			CASE2-2			CASE2-3		
	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	442.38	0.00		1769.51	0.00		7042.69	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	108.89	15.41		567.73	76.80		2895.86	355.31	
Ix, Iy (cm4)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	10.52	0.00	10.52	42.09	0.00	42.09	167.51	0.00	167.51
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	5.48	0.00	5.48	21.91	0.00	21.91	87.21	0.00	87.21
動的UP-DECK(kgf/cm2)	2.59	0.88	2.73	13.50	4.37	14.19	68.88	20.24	71.79
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	1.35	1.13	1.76	7.03	5.63	9.01	35.86	26.04	44.32

主桁中央間中央

	CASE2-1			CASE2-2			CASE2-3		
	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	211.17	0.00		844.69	0.00		3361.90	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	59.35	26.40		309.18	116.19		1573.03	470.18	
Ix, Iy (cm4)	4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	136.05		1340.00	136.05		1340.00	136.05	
x2, y2 (cm)	655.00	209.06		655.00	209.06		655.00	209.06	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	6.78	0.00	6.78	27.14	0.00	27.14	108.00	0.00	108.00
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	3.32	0.00	3.32	13.26	0.00	13.26	52.79	0.00	52.79
動的UP-DECK(kgf/cm2)	1.91	1.56	2.46	9.93	6.87	12.08	50.53	27.79	57.67
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.93	2.40	2.57	4.85	10.55	11.62	24.70	42.71	49.34

主桁主端位置 (2P側)

	CASE2-1			CASE2-2			CASE2-3		
	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	294.21	0.00		1176.83	0.00		4683.79	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	58.79	14.96		306.46	74.51		1565.80	345.07	
Ix, Iy (cm4)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	7.00	0.00	7.00	27.99	0.00	27.99	111.40	0.00	111.40
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	3.64	0.00	3.64	14.57	0.00	14.57	58.00	0.00	58.00
動的UP-DECK(kgf/cm2)	1.40	0.85	1.64	7.29	4.24	8.43	37.24	19.65	42.11
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.73	1.10	1.32	3.80	5.46	6.65	19.39	25.29	31.87

主桁側部P.T. 8.9 (2P側)

	CASE2-1			CASE2-2			CASE2-3		
	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	28.08	0.00		112.32	0.00		447.02	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	29.44	50.66		154.13	212.53		801.27	813.69	
Ix, Iy (cm4)	4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	159.61		1340.00	159.61		1340.00	159.61	
x2, y2 (cm)	655.00	185.89		655.00	185.89		655.00	185.89	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.86	0.00	0.86	3.45	0.00	3.45	13.74	0.00	13.74
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.42	0.00	0.42	1.69	0.00	1.69	6.72	0.00	6.72
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.90	2.85	2.99	4.74	11.97	12.88	24.63	45.84	52.04
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.44	3.32	3.35	2.32	13.94	14.14	12.04	53.39	54.73

付表-2.3 主桁応力度 (解析ケース3-1~3-3)

圧縮応力度

主桁側端部PT. 8 (1P側)

	CASE3-1			CASE3-2			CASE3-3		
	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	4.08		0.00	19.69		0.00	73.54	
A (cm ²)	10811.44	10811.44		10811.44	10811.44		10811.44	10811.44	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.38	0.38	0.00	1.82	1.82	0.00	6.80	6.80
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.38	0.38	0.00	1.82	1.82	0.00	6.80	6.80

主桁主塔位置 (1P側)

	CASE3-1			CASE3-2			CASE3-3		
	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	4.65		0.00	25.06		0.00	104.01	
A (cm ²)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.38	0.38	0.00	2.05	2.05	0.00	8.50	8.50
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.38	0.38	0.00	2.05	2.05	0.00	8.50	8.50

主桁中央間中央

	CASE3-1			CASE3-2			CASE3-3		
	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	1.63		0.00	9.95		0.00	49.15	
A (cm ²)	10057.5	10057.5		10057.5	10057.5		10057.5	10057.5	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.16	0.16	0.00	0.99	0.99	0.00	4.89	4.89
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.16	0.16	0.00	0.99	0.99	0.00	4.89	4.89

主桁主塔位置 (2P側)

	CASE3-1			CASE3-2			CASE3-3		
	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.60		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	4.11		0.00	21.59		0.00	86.14	
A (cm ²)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.34	0.34	0.00	1.76	1.76	0.00	7.04	7.04
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.34	0.34	0.00	1.76	1.76	0.00	7.04	7.04

主桁側端部PT. 89 (2P側)

	CASE3-1			CASE3-2			CASE3-3		
	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	3.96		0.00	19.14		0.00	71.11	
A (cm ²)	12105.44	12105.44		12105.44	12105.44		12105.44	12105.44	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.33	0.33	0.00	1.58	1.58	0.00	5.87	5.87
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.33	0.33	0.00	1.58	1.58	0.00	5.87	5.87

曲げ応力度

主桁側端部PT. 8 (1P側)

	CASE3-1			CASE3-2			CASE3-3		
	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	85.78	0.00		407.65	0.00		1523.12	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	15.64	30.32		92.74	237.36		492.54	899.91	
Ix, Iy (cm ⁴)	4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	138.59		1340.00	138.59		1340.00	138.59	
x2, y2 (cm)	655.00	206.51		655.00	206.51		655.00	206.51	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	2.75	0.00	2.75	13.07	0.00	13.07	52.05	0.00	52.05
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	1.34	0.00	1.34	6.39	0.00	6.39	25.44	0.00	25.44
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.50	1.76	1.83	2.97	13.79	14.11	15.79	52.30	54.63
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.25	2.63	2.64	1.45	20.55	20.61	7.72	77.93	78.31

主桁主塔位置 (1P側)

	CASE3-1			CASE3-2			CASE3-3		
	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	442.38	0.00		2102.35	0.00		8370.88	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	101.70	14.21		654.00	86.21		3357.85	394.01	
Ix, Iy (cm ⁴)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	10.52	0.00	10.52	50.00	0.00	50.00	199.10	0.00	199.10
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	5.48	0.00	5.48	26.03	0.00	26.03	103.66	0.00	103.66
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	2.42	0.81	2.55	15.56	4.91	16.31	79.39	22.44	82.50
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	1.26	1.04	1.63	8.10	6.32	10.27	41.33	28.88	50.42

主桁中央間中央

	CASE3-1			CASE3-2			CASE3-3		
	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	211.17	0.00		1003.58	0.00		3995.93	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	55.44	24.36		356.09	128.18		1812.55	513.68	
Ix, Iy (cm ⁴)	4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	136.05		1340.00	136.05		1340.00	136.05	
x2, y2 (cm)	655.00	209.06		655.00	209.06		655.00	209.06	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	6.78	0.00	6.78	32.24	0.00	32.24	128.37	0.00	128.37
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	3.32	0.00	3.32	15.76	0.00	15.76	62.75	0.00	62.75
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	1.78	1.44	2.29	11.44	7.59	13.72	53.23	30.36	65.67
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.87	2.21	2.38	5.59	11.64	12.92	28.46	46.66	54.65

主桁主塔位置 (2P側)

	CASE3-1			CASE3-2			CASE3-3		
	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	294.21	0.00		1398.19	0.00		5567.12	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	54.89	13.80		352.99	83.65		1805.11	382.69	
Ix, Iy (cm ⁴)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	7.00	0.00	7.00	33.26	0.00	33.26	132.41	0.00	132.41
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	3.64	0.00	3.64	17.31	0.00	17.31	68.94	0.00	68.94
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	1.31	0.79	1.52	8.40	4.76	9.65	42.93	21.80	48.15
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.68	1.01	1.22	4.37	6.13	7.53	22.35	28.05	35.87

主桁側端部PT. 89 (2P側)

	CASE3-1			CASE3-2			CASE3-3		
	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	28.08	0.00		133.44	0.00		531.33	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	27.44	46.74		177.31	232.64		925.71	883.96	
Ix, Iy (cm ⁴)	4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	159.61		1340.00	159.61		1340.00	159.61	
x2, y2 (cm)	655.00	185.89		655.00	185.89		655.00	185.89	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.86	0.00	0.86	4.10	0.00	4.10	16.33	0.00	16.33
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.42	0.00	0.42	2.00	0.00	2.00	7.98	0.00	7.98
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.84	2.63	2.76	5.47	13.11	14.20	28.45	49.80	57.36
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.41	3.07	3.09	2.67	15.26	15.50	13.91	58.00	59.64

付表-2.4 主桁応力度 (解析ケース3-1-2~3-3-2)

曲げ応力度

圧縮応力度

主桁側面間P.T. 8 (1P側)

	CASE3-1-2			CASE3-2-2			CASE3-3-2		
	抗力(N)	損力(N)	合計	抗力(N)	損力(N)	合計	抗力(N)	損力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	3.68		0.00	17.47		0.00	69.57	
動的 N (tf)	0.00	5.17		0.00	24.56		0.00	91.02	
A (cm2)	10811.44	10811.44		10811.44	10811.44		10811.44	10811.44	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.34	0.34	0.00	1.62	1.62	0.00	6.43	6.43
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.34	0.34	0.00	1.62	1.62	0.00	6.43	6.43
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.48	0.48	0.00	2.27	2.27	0.00	8.42	8.42
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.48	0.48	0.00	2.27	2.27	0.00	8.42	8.42

主桁主塔位置 (1P側)

	CASE3-1-2			CASE3-2-2			CASE3-3-2		
	抗力(N)	損力(N)	合計	抗力(N)	損力(N)	合計	抗力(N)	損力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	6.50		0.00	30.91		0.00	123.07	
動的 N (tf)	0.00	8.02		0.00	31.88		0.00	131.76	
A (cm2)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.53	0.53	0.00	2.53	2.53	0.00	10.06	10.06
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.53	0.53	0.00	2.53	2.53	0.00	10.06	10.06
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.49	0.49	0.00	2.60	2.60	0.00	10.77	10.77
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.49	0.49	0.00	2.60	2.60	0.00	10.77	10.77

主桁中央間中央

	CASE3-1-2			CASE3-2-2			CASE3-3-2		
	抗力(N)	損力(N)	合計	抗力(N)	損力(N)	合計	抗力(N)	損力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.28		0.00	1.31		0.00	5.21	
動的 N (tf)	0.00	2.16		0.00	13.16		0.00	65.15	
A (cm2)	10057.5	10057.5		10057.5	10057.5		10057.5	10057.5	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.03	0.03	0.00	0.13	0.13	0.00	0.52	0.52
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.03	0.03	0.00	0.13	0.13	0.00	0.52	0.52
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.22	0.22	0.00	1.31	1.31	0.00	6.48	6.48
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.22	0.22	0.00	1.31	1.31	0.00	6.48	6.48

主桁主塔位置 (2P側)

	CASE3-1-2			CASE3-2-2			CASE3-3-2		
	抗力(N)	損力(N)	合計	抗力(N)	損力(N)	合計	抗力(N)	損力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	6.60		0.00	31.35		0.00	124.82	
動的 N (tf)	0.00	5.28		0.00	27.26		0.00	107.71	
A (cm2)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.54	0.54	0.00	2.56	2.56	0.00	10.20	10.20
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.54	0.54	0.00	2.56	2.56	0.00	10.20	10.20
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.43	0.43	0.00	2.23	2.23	0.00	8.80	8.80
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.43	0.43	0.00	2.23	2.23	0.00	8.80	8.80

主桁側面間P.T. 8.9 (2P側)

	CASE3-1-2			CASE3-2-2			CASE3-3-2		
	抗力(N)	損力(N)	合計	抗力(N)	損力(N)	合計	抗力(N)	損力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	3.41		0.00	16.19		0.00	64.47	
動的 N (tf)	0.00	5.02		0.00	23.85		0.00	87.91	
A (cm2)	12105.44	12105.44		12105.44	12105.44		12105.44	12105.44	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.28	0.28	0.00	1.34	1.34	0.00	5.33	5.33
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.28	0.28	0.00	1.34	1.34	0.00	5.33	5.33
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.41	0.41	0.00	1.97	1.97	0.00	7.26	7.26
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.41	0.41	0.00	1.97	1.97	0.00	7.26	7.26

主桁側面間P.T. 8 (1P側)

	CASE3-1-2			CASE3-2-2			CASE3-3-2		
	抗力(MY)	損力(MZ)	合計	抗力(MY)	損力(MZ)	合計	抗力(MY)	損力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	59.67	0.36		283.56	1.70		1129.03	6.77	
動的 MY, MZ (tfm)	10.97	60.97		65.16	296.37		350.55	1112.69	
Ix, Iy (cm4)	4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	138.59		1340.00	138.59		1340.00	138.59	
x2, y2 (cm)	655.00	206.51		655.00	206.51		655.00	206.51	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	1.91	0.02	1.93	9.09	0.10	9.19	36.20	0.39	36.60
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.94	0.03	0.97	4.44	0.15	4.59	17.70	0.59	18.28
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.35	3.54	3.56	2.09	17.22	17.35	11.24	64.66	65.63
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.17	5.28	5.28	1.02	25.66	25.68	5.49	96.35	96.51

主桁主塔位置 (1P側)

	CASE3-1-2			CASE3-2-2			CASE3-3-2		
	抗力(MY)	損力(MZ)	合計	抗力(MY)	損力(MZ)	合計	抗力(MY)	損力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	309.17	25.10		1469.29	119.28		5850.25	474.92	
動的 MY, MZ (tfm)	73.10	18.71		481.66	110.41		2523.14	494.64	
Ix, Iy (cm4)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	7.35	1.43	8.78	34.95	6.79	41.74	139.15	27.05	166.19
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	3.83	1.84	5.67	18.19	8.74	26.94	72.45	34.81	107.25
動的UP-DECK(kgf/cm2)	1.74	1.07	2.04	11.46	6.29	13.07	60.01	28.17	66.30
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.91	1.37	1.64	5.96	8.09	10.05	31.25	36.25	47.86

主桁中央間中央

	CASE3-1-2			CASE3-2-2			CASE3-3-2		
	抗力(MY)	損力(MZ)	合計	抗力(MY)	損力(MZ)	合計	抗力(MY)	損力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	148.73	20.15		706.82	95.75		2814.32	381.24	
動的 MY, MZ (tfm)	39.90	31.44		262.72	161.82		1373.29	640.03	
Ix, Iy (cm4)	4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	136.05		1340.00	136.05		1340.00	136.05	
x2, y2 (cm)	655.00	209.06		655.00	209.06		655.00	209.06	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	4.78	1.19	5.97	22.71	5.66	28.37	90.41	22.54	112.94
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	2.34	1.83	4.17	11.10	8.70	19.80	44.19	34.63	78.82
動的UP-DECK(kgf/cm2)	1.28	1.86	2.26	8.44	9.56	12.76	44.12	37.83	58.12
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.63	2.86	2.92	4.13	14.70	15.27	21.56	58.13	62.00

主桁主塔位置 (2P側)

	CASE3-1-2			CASE3-2-2			CASE3-3-2		
	抗力(MY)	損力(MZ)	合計	抗力(MY)	損力(MZ)	合計	抗力(MY)	損力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	205.29	24.82		975.62	117.96		3884.59	469.53	
動的 MY, MZ (tfm)	39.43	18.19		259.69	107.21		1362.40	480.61	
Ix, Iy (cm4)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	4.88	1.41	6.30	23.20	6.72	29.92	92.39	26.75	119.14
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	2.54	1.82	4.36	12.08	8.65	20.73	48.10	34.42	82.53
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.94	1.04	1.40	6.13	6.11	8.69	32.40	27.42	40.02
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.49	1.33	1.42	3.22	7.86	8.49	16.57	35.21	40.06

主桁側面間P.T. 8.9 (2P側)

	CASE3-1-2			CASE3-2-2			CASE3-3-2		
	抗力(MY)	損力(MZ)	合計	抗力(MY)	損力(MZ)	合計	抗力(MY)	損力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	19.13	0.32		90.90	1.50		361.95	5.96	
動的 MY, MZ (tfm)	19.53	59.38		129.12	290.42		687.72	1092.43	
Ix, Iy (cm4)	4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	159.61		1340.00	159.61		1340.00	159.61	
x2, y2 (cm)	655.00	185.89		655.00	185.89		655.00	185.89	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.59	0.02	0.61	2.79	0.08	2.88	11.13	0.34	11.46
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.29	0.02	0.31	1.37	0.10	1.46	5.44	0.39	5.83
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.60	3.35	3.40	3.97	16.36	16.84	21.14	61.54	65.07
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.29	3.90	3.91	1.94	19.06	19.15	10.33	71.68	72.42

付表-2.5 主桁応力度 (解析ケース 3-3~3-5)

圧縮応力度

主桁側部間P.T. 8 (1P側)

	CASE 3-3			CASE 3-4			CASE 3-5		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	73.54		0.00	49.11		0.00	98.10	
A (cm ²)	10811.44	10811.44		10811.44	10811.44		10811.44	10811.44	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	6.80	6.80	0.00	4.54	4.54	0.00	9.07	9.07
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	6.80	6.80	0.00	4.54	4.54	0.00	9.07	9.07

主桁主塔位置 (1P側)

	CASE 3-3			CASE 3-4			CASE 3-5		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	104.01		0.00	69.45		0.00	138.74	
A (cm ²)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	8.50	8.50	0.00	5.67	5.67	0.00	11.34	11.34
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	8.50	8.50	0.00	5.67	5.67	0.00	11.34	11.34

主桁中央間中央

	CASE 3-3			CASE 3-4			CASE 3-5		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	49.15		0.00	32.82		0.00	65.55	
A (cm ²)	10057.5	10057.5		10057.5	10057.5		10057.5	10057.5	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	4.89	4.89	0.00	3.26	3.26	0.00	6.52	6.52
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	4.89	4.89	0.00	3.26	3.26	0.00	6.52	6.52

主桁主塔位置 (2P側)

	CASE 3-3			CASE 3-4			CASE 3-5		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	86.14		0.00	57.52		0.00	114.90	
A (cm ²)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	7.04	7.04	0.00	4.70	4.70	0.00	9.39	9.39
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	7.04	7.04	0.00	4.70	4.70	0.00	9.39	9.39

主桁側部間P.T. 8.9 (2P側)

	CASE 3-3			CASE 3-4			CASE 3-5		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	71.11		0.00	47.48		0.00	94.85	
A (cm ²)	12105.44	12105.44		12105.44	12105.44		12105.44	12105.44	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	5.87	5.87	0.00	3.92	3.92	0.00	7.84	7.84
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	5.87	5.87	0.00	3.92	3.92	0.00	7.84	7.84

曲げ応力度

主桁側部間P.T. 8 (1P側)

	CASE 3-3			CASE 3-4			CASE 3-5		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	1623.12	0.00		1623.12	0.00		1623.12	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	492.54	899.91		358.48	600.88		623.30	1200.25	
I _x , I _y (cm ⁴)	4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	138.59		1340.00	138.59		1340.00	138.59	
x2, y2 (cm)	655.00	206.51		655.00	206.51		655.00	206.51	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	52.05	0.00	52.05	52.05	0.00	52.05	52.05	0.00	52.05
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	25.44	0.00	25.44	25.44	0.00	25.44	25.44	0.00	25.44
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	15.79	52.30	54.63	11.50	34.92	36.76	19.99	69.76	72.56
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	7.72	77.93	78.31	5.62	52.03	52.34	9.77	103.91	104.40

主桁主塔位置 (1P側)

	CASE 3-3			CASE 3-4			CASE 3-5		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	8370.88	0.00		8370.88	0.00		8370.88	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	3337.85	394.01		2435.71	263.08		4160.25	525.55	
I _x , I _y (cm ⁴)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	199.10	0.00	199.10	199.10	0.00	199.10	199.10	0.00	199.10
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	103.66	0.00	103.66	103.66	0.00	103.66	103.66	0.00	103.66
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	79.39	22.44	82.50	57.93	14.98	59.84	98.95	29.93	103.38
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	41.33	28.88	50.42	30.16	19.28	35.80	51.52	38.52	64.33

主桁中央間中央

	CASE 3-3			CASE 3-4			CASE 3-5		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	3995.93	0.00		3995.93	0.00		3995.93	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	1812.55	513.68		1321.38	342.99		2259.69	685.17	
I _x , I _y (cm ⁴)	4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	138.05		1340.00	138.05		1340.00	138.05	
x2, y2 (cm)	655.00	209.06		655.00	209.06		655.00	209.06	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	128.37	0.00	128.37	128.37	0.00	128.37	128.37	0.00	128.37
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	62.75	0.00	62.75	62.75	0.00	62.75	62.75	0.00	62.75
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	58.23	30.36	65.67	42.45	20.27	47.04	72.59	40.50	83.13
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	28.46	46.66	54.65	20.75	31.15	37.43	35.48	62.23	71.64

主桁主塔位置 (2P側)

	CASE 3-3			CASE 3-4			CASE 3-5		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	5567.12	0.00		5567.12	0.00		5567.12	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	1805.11	382.69		1317.40	255.52		2250.56	510.45	
I _x , I _y (cm ⁴)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	132.41	0.00	132.41	132.41	0.00	132.41	132.41	0.00	132.41
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	68.94	0.00	68.94	68.94	0.00	68.94	68.94	0.00	68.94
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	42.93	21.80	48.15	31.33	14.55	34.55	53.53	29.07	60.91
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	22.35	28.05	35.87	16.31	18.73	24.84	27.87	37.41	46.65

主桁側部間P.T. 8.9 (2P側)

	CASE 3-3			CASE 3-4			CASE 3-5		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	531.33	0.00		531.33	0.00		531.33	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	925.71	882.96		680.09	590.23		1151.99	1179.07	
I _x , I _y (cm ⁴)	4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	159.61		1340.00	159.61		1340.00	159.61	
x2, y2 (cm)	655.00	185.39		655.00	185.39		655.00	185.39	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	16.33	0.00	16.33	16.33	0.00	16.33	16.33	0.00	16.33
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	7.98	0.00	7.98	7.98	0.00	7.98	7.98	0.00	7.98
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	28.45	49.80	57.36	20.90	33.25	39.28	35.41	64.13	75.27
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	13.91	58.00	59.64	10.22	38.73	40.05	17.31	77.36	79.28

付表-2.6 主桁応力度 (解析ケース4-1~4-3)

圧縮応力度

主桁側径間P.T. 8 (1P側)

	CASE4-1			CASE4-2			CASE4-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	5.09		0.00	19.20		0.00	72.73	
A (cm2)	10811.44	10811.44		10811.44	10811.44		10811.44	10811.44	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.47	0.47	0.00	1.78	1.78	0.00	6.73	6.73
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.47	0.47	0.00	1.78	1.78	0.00	6.73	6.73

主桁主塔位置 (1P側)

	CASE4-1			CASE4-2			CASE4-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	5.82		0.00	23.95		0.00	101.03	
A (cm2)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.48	0.48	0.00	1.96	1.96	0.00	8.25	8.25
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.48	0.48	0.00	1.96	1.96	0.00	8.25	8.25

主桁中央間中央

	CASE4-1			CASE4-2			CASE4-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	2.03		0.00	9.26		0.00	46.22	
A (cm2)	10057.5	10057.5		10057.5	10057.5		10057.5	10057.5	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.20	0.20	0.00	0.92	0.92	0.00	4.60	4.60
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.20	0.20	0.00	0.92	0.92	0.00	4.60	4.60

主桁主塔位置 (2P側)

	CASE4-1			CASE4-2			CASE4-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	5.13		0.00	20.74		0.00	84.40	
A (cm2)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.42	0.42	0.00	1.69	1.69	0.00	6.90	6.90
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.42	0.42	0.00	1.69	1.69	0.00	6.90	6.90

主桁側径間P.T. 8.9 (2P側)

	CASE4-1			CASE4-2			CASE4-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	4.95		0.00	18.68		0.00	70.41	
A (cm2)	12105.44	12105.44		12105.44	12105.44		12105.44	12105.44	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.41	0.41	0.00	1.54	1.54	0.00	5.82	5.82
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.41	0.41	0.00	1.54	1.54	0.00	5.82	5.82

曲げ応力度

主桁側径間P.T. 8 (1P側)

	CASE4-1			CASE4-2			CASE4-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY,MZ (tfm)	87.94	0.00		324.18	0.00		1296.72	0.00	
動的 MY,MZ (tfm)	20.06	60.01		88.41	230.66		470.87	888.37	
Ix, Iy (cm4)	4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	138.59		1340.00	138.59		1340.00	138.59	
x2, y2 (cm)	655.00	206.51		655.00	206.51		655.00	206.51	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	2.82	0.00	2.82	10.40	0.00	10.40	41.58	0.00	41.58
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	1.38	0.00	1.38	5.08	0.00	5.08	20.33	0.00	20.33
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.64	3.49	3.55	2.83	13.40	13.70	15.10	51.63	53.79
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.31	5.20	5.21	1.39	19.97	20.02	7.38	76.93	77.28

主桁主塔位置 (1P側)

	CASE4-1			CASE4-2			CASE4-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY,MZ (tfm)	454.23	0.00		1674.49	0.00		6697.94	0.00	
動的 MY,MZ (tfm)	131.83	17.77		628.71	80.67		3227.38	377.39	
Ix, Iy (cm4)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	10.80	0.00	10.80	39.83	0.00	39.83	159.31	0.00	159.31
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	5.62	0.00	5.62	20.74	0.00	20.74	82.94	0.00	82.94
動的UP-DECK(kgf/cm2)	3.14	1.01	3.29	14.95	4.59	15.64	76.76	21.49	79.71
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	1.63	1.30	2.09	7.79	5.91	9.78	39.97	27.66	48.60

主桁中央間中央

	CASE4-1			CASE4-2			CASE4-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY,MZ (tfm)	217.30	0.00		801.07	0.00		3204.26	0.00	
動的 MY,MZ (tfm)	71.89	30.45		342.53	123.06		1753.12	502.31	
Ix, Iy (cm4)	4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	136.05		1340.00	136.05		1340.00	136.05	
x2, y2 (cm)	655.00	209.06		655.00	209.06		655.00	209.06	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	6.98	0.00	6.98	25.73	0.00	25.73	102.94	0.00	102.94
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	3.41	0.00	3.41	12.58	0.00	12.58	50.32	0.00	50.32
動的UP-DECK(kgf/cm2)	2.31	1.80	2.93	11.00	7.27	13.19	56.32	29.72	63.68
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	1.13	2.77	2.99	5.38	11.18	12.40	27.53	45.67	53.33

主桁主塔位置 (2P側)

	CASE4-1			CASE4-2			CASE4-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY,MZ (tfm)	301.95	0.00		1113.12	0.00		4452.47	0.00	
動的 MY,MZ (tfm)	71.14	17.25		339.22	78.27		1744.78	366.50	
Ix, Iy (cm4)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	7.18	0.00	7.18	26.47	0.00	26.47	105.90	0.00	105.90
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	3.74	0.00	3.74	13.78	0.00	13.78	55.14	0.00	55.14
動的UP-DECK(kgf/cm2)	1.69	0.98	1.96	8.07	4.46	9.22	41.50	20.87	46.45
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.88	1.26	1.54	4.20	5.74	7.11	21.61	26.86	34.47

主桁側径間P.T. 8.9 (2P側)

	CASE4-1			CASE4-2			CASE4-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY,MZ (tfm)	28.61	0.00		105.47	0.00		421.88	0.00	
動的 MY,MZ (tfm)	35.48	58.42		170.14	225.90		892.81	872.39	
Ix, Iy (cm4)	4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	159.61		1340.00	159.61		1340.00	159.61	
x2, y2 (cm)	655.00	185.89		655.00	185.89		655.00	185.89	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.88	0.00	0.88	3.24	0.00	3.24	12.97	0.00	12.97
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.43	0.00	0.43	1.58	0.00	1.58	6.34	0.00	6.34
動的UP-DECK(kgf/cm2)	1.09	3.29	3.47	5.23	12.73	13.76	27.41	49.15	56.29
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.53	3.83	3.87	2.56	11.82	15.04	13.41	57.24	58.79

付表-2.7 主桁応力度 (解析ケース5-1~5-3)

圧縮応力度

主桁側端部P.T. 8 (1P側)

	CASES-1			CASES-2			CASES-3		
	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	4.20		0.00	18.08		0.00	69.07	
A (cm ²)	10811.44	10811.44		10811.44	10811.44		10811.44	10811.44	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.39	0.39	0.00	1.67	1.67	0.00	6.39	6.39
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.39	0.39	0.00	1.67	1.67	0.00	6.39	6.39

主桁主塔位置 (1P側)

	CASES-1			CASES-2			CASES-3		
	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	4.72		0.00	21.93		0.00	93.43	
A (cm ²)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.39	0.39	0.00	1.79	1.79	0.00	7.63	7.63
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.39	0.39	0.00	1.79	1.79	0.00	7.63	7.63

主桁中央間中央

	CASES-1			CASES-2			CASES-3		
	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	1.62		0.00	8.19		0.00	40.79	
A (cm ²)	10057.5	10057.5		10057.5	10057.5		10057.5	10057.5	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.16	0.16	0.00	0.81	0.81	0.00	4.06	4.06
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.16	0.16	0.00	0.81	0.81	0.00	4.06	4.06

主桁主塔位置 (2P側)

	CASES-1			CASES-2			CASES-3		
	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	4.18		0.00	19.11		0.00	78.93	
A (cm ²)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.34	0.34	0.00	1.56	1.56	0.00	6.45	6.45
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.34	0.34	0.00	1.56	1.56	0.00	6.45	6.45

主桁側端部P.T. 8.9 (2P側)

	CASES-1			CASES-2			CASES-3		
	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計	抗力(N)	揚力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	4.08		0.00	17.59		0.00	66.97	
A (cm ²)	12105.44	12105.44		12105.44	12105.44		12105.44	12105.44	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.34	0.34	0.00	1.45	1.45	0.00	5.53	5.53
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.34	0.34	0.00	1.45	1.45	0.00	5.53	5.53

曲げ応力度

主桁側端部P.T. 8 (1P側)

	CASES-1			CASES-2			CASES-3		
	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計
平均 MY,MZ (tfm)	58.68	0.00		237.66	0.00		944.71	0.00	
動的 MY,MZ (tfm)	17.28	49.26		81.47	215.96		424.47	840.85	
Ix, Iy (cm ⁴)	4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	138.59		1340.00	138.59		1340.00	138.59	
x2, y2 (cm)	655.00	206.51		655.00	206.51		655.00	206.51	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	1.88	0.00	1.88	7.62	0.00	7.62	30.29	0.00	30.29
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.92	0.00	0.92	3.73	0.00	3.73	14.81	0.00	14.81
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.55	2.86	2.92	2.61	12.55	12.82	13.61	48.87	50.73
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.27	4.27	4.27	1.28	15.70	18.74	6.65	72.81	73.12

主桁主塔位置 (1P側)

	CASES-1			CASES-2			CASES-3		
	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計
平均 MY,MZ (tfm)	303.89	0.00		1230.81	0.00		4892.71	0.00	
動的 MY,MZ (tfm)	108.04	14.07		578.27	71.76		2953.31	341.03	
Ix, Iy (cm ⁴)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	7.23	0.00	7.23	29.27	0.00	29.27	116.37	0.00	116.37
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	3.76	0.00	3.76	15.24	0.00	15.24	60.59	0.00	60.59
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	2.57	0.80	2.69	13.75	4.09	14.35	70.24	19.42	72.88
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	1.34	1.02	1.69	7.16	5.26	8.89	35.57	24.99	44.30

主桁中央間中央

	CASES-1			CASES-2			CASES-3		
	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計
平均 MY,MZ (tfm)	145.90	0.00		590.93	0.00		2349.07	0.00	
動的 MY,MZ (tfm)	58.90	24.81		315.28	113.33		1605.43	469.67	
Ix, Iy (cm ⁴)	4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	136.05		1340.00	136.05		1340.00	136.05	
x2, y2 (cm)	655.00	209.06		655.00	209.06		655.00	209.06	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	4.69	0.00	4.69	18.98	0.00	18.98	75.46	0.00	75.46
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	2.29	0.00	2.29	9.28	0.00	9.28	36.59	0.00	36.59
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	1.89	1.47	2.39	10.13	5.70	12.14	51.57	27.76	58.57
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.92	2.25	2.44	4.95	10.29	11.42	25.21	42.66	49.55

主桁主塔位置 (2P側)

	CASES-1			CASES-2			CASES-3		
	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計
平均 MY,MZ (tfm)	201.86	0.00		817.55	0.00		3249.93	0.00	
動的 MY,MZ (tfm)	58.32	13.67		311.94	69.61		1595.31	321.11	
Ix, Iy (cm ⁴)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	4.80	0.00	4.80	19.45	0.00	19.45	77.30	0.00	77.30
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	2.50	0.00	2.50	10.12	0.00	10.12	40.25	0.00	40.25
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	1.39	0.78	1.59	7.42	3.96	8.41	37.96	18.86	42.38
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.72	1.00	1.24	3.86	5.10	6.40	19.76	24.27	31.30

主桁側端部P.T. 8.9 (2P側)

	CASES-1			CASES-2			CASES-3		
	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計	抗力(MY)	揚力(MZ)	合計
平均 MY,MZ (tfm)	18.89	0.00		76.52	0.00		304.15	0.00	
動的 MY,MZ (tfm)	29.14	47.85		155.66	211.22		812.46	825.35	
Ix, Iy (cm ⁴)	4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	159.61		1340.00	159.61		1340.00	159.61	
x2, y2 (cm)	655.00	185.89		655.00	185.89		655.00	185.89	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.58	0.00	0.58	2.35	0.00	2.35	9.35	0.00	9.35
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.28	0.00	0.28	1.15	0.00	1.15	4.57	0.00	4.57
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.90	2.70	2.84	4.78	11.90	12.83	24.97	46.50	52.78
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.44	3.14	3.17	2.34	33.86	14.05	12.21	54.15	55.51

付表-2.8 主桁応力度 (解析ケース6-1~6-3)

主桁側面間P.T. 8 (1P側)

圧縮応力度

	CASE 6-1			CASE 6-2			CASE 6-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 MY, WZ (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MY, WZ (tf)	0.00	3.22		0.00	13.45		0.00	53.24	
A (cm ²)	10811.44	10811.44		10811.44	10811.44		10811.44	10811.44	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.30	0.30	0.00	1.24	1.24	0.00	4.92	4.92
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.30	0.30	0.00	1.24	1.24	0.00	4.92	4.92

主桁主塔位置 (1P側)

	CASE 6-1			CASE 6-2			CASE 6-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 MY, WZ (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MY, WZ (tf)	0.00	3.58		0.00	15.60		0.00	68.41	
A (cm ²)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.29	0.29	0.00	1.27	1.27	0.00	5.59	5.59
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.29	0.29	0.00	1.27	1.27	0.00	5.59	5.59

主桁中央間中央

	CASE 6-1			CASE 6-2			CASE 6-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 MY, WZ (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MY, WZ (tf)	0.00	1.22		0.00	5.55		0.00	27.53	
A (cm ²)	10057.5	10057.5		10057.5	10057.5		10057.5	10057.5	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.12	0.12	0.00	0.55	0.55	0.00	2.74	2.74
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.12	0.12	0.00	0.55	0.55	0.00	2.74	2.74

主桁主塔位置 (2P側)

	CASE 6-1			CASE 6-2			CASE 6-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 MY, WZ (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MY, WZ (tf)	0.00	3.17		0.00	13.72		0.00	58.78	
A (cm ²)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.26	0.26	0.00	1.12	1.12	0.00	4.80	4.80
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.26	0.26	0.00	1.12	1.12	0.00	4.80	4.80

主桁側面間P.T. 8.9 (2P側)

	CASE 6-1			CASE 6-2			CASE 6-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 MY, WZ (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MY, WZ (tf)	0.00	3.13		0.00	13.09		0.00	51.75	
A (cm ²)	12105.44	12105.44		12105.44	12105.44		12105.44	12105.44	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.00	0.26	0.26	0.00	1.08	1.08	0.00	4.27	4.27
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.00	0.26	0.26	0.00	1.08	1.08	0.00	4.27	4.27

曲げ応力度

主桁側面間P.T. 8 (1P側)

	CASE 6-1			CASE 6-2			CASE 6-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, WZ (tf)	34.90	0.00		130.46	0.00		517.36	0.00	
動的 MY, WZ (tf)	15.08	37.57		59.39	159.09		290.22	643.00	
Ix, Iy (cm ⁴)	4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	138.59		1340.00	138.59		1340.00	138.59	
x2, y2 (cm)	655.00	206.51		655.00	206.51		655.00	206.51	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	1.12	0.00	1.12	4.18	0.00	4.18	16.59	0.00	16.59
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.55	0.00	0.55	2.04	0.00	2.04	8.11	0.00	8.11
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.48	2.18	2.24	1.90	9.25	9.44	9.31	37.37	38.51
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.24	3.25	3.26	0.93	13.78	12.81	4.55	55.68	55.87

主桁主塔位置 (1P側)

	CASE 6-1			CASE 6-2			CASE 6-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, WZ (tf)	181.41	0.00		678.06	0.00		2683.91	0.00	
動的 MY, WZ (tf)	83.19	10.44		398.04	48.58		2036.53	237.56	
Ix, Iy (cm ⁴)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	4.31	0.00	4.31	16.13	0.00	16.13	63.95	0.00	63.95
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	2.25	0.00	2.25	8.40	0.00	8.40	33.30	0.00	33.30
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	1.98	0.59	2.07	9.47	2.77	9.85	48.44	13.53	50.29
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	1.03	0.77	1.28	4.93	3.56	6.08	25.22	17.41	30.65

主桁中央間中央

	CASE 6-1			CASE 6-2			CASE 6-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, WZ (tf)	87.51	0.00		327.09	0.00		1297.10	0.00	
動的 MY, WZ (tf)	45.29	18.93		217.10	81.37		1108.78	349.12	
Ix, Iy (cm ⁴)	4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	136.05		1340.00	136.05		1340.00	136.05	
x2, y2 (cm)	655.00	209.06		655.00	209.06		655.00	209.06	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	2.81	0.00	2.81	10.51	0.00	10.51	41.67	0.00	41.67
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	1.37	0.00	1.37	5.14	0.00	5.14	20.37	0.00	20.37
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	1.45	1.12	1.84	6.97	4.81	8.47	35.62	29.64	41.17
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.71	1.72	1.86	3.41	7.39	8.14	17.41	31.71	36.18

主桁主塔位置 (2P側)

	CASE 6-1			CASE 6-2			CASE 6-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, WZ (tf)	120.37	0.00		449.93	0.00		1784.24	0.00	
動的 MY, WZ (tf)	44.95	10.18		214.81	47.14		1099.70	230.53	
Ix, Iy (cm ⁴)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	2.86	0.00	2.86	10.70	0.00	10.70	42.44	0.00	42.44
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	1.49	0.00	1.49	5.57	0.00	5.57	22.10	0.00	22.10
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	1.07	0.58	1.22	5.11	2.68	5.77	26.16	11.21	25.27
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.56	0.75	0.93	2.66	3.45	4.36	13.62	16.90	21.70

主桁側面間P.T. 8.9 (2P側)

	CASE 6-1			CASE 6-2			CASE 6-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, WZ (tf)	11.08	0.00		41.42	0.00		164.24	0.00	
動的 MY, WZ (tf)	22.71	36.41		106.90	155.12		553.84	630.40	
Ix, Iy (cm ⁴)	4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	159.61		1340.00	159.61		1340.00	159.61	
x2, y2 (cm)	655.00	185.89		655.00	185.89		655.00	185.89	
平均UP-DECK(kgf/cm ²)	0.34	0.00	0.34	1.27	0.00	1.27	5.05	0.00	5.05
平均LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.17	0.00	0.17	0.62	0.00	0.62	2.47	0.00	2.47
動的UP-DECK(kgf/cm ²)	0.70	2.05	2.17	3.29	8.74	9.34	17.02	35.51	39.38
動的LOW-FLG(kgf/cm ²)	0.34	2.39	2.41	1.61	10.18	10.30	8.32	11.36	12.19

付表-2.9 主桁応力度 (解析ケース7-1~7-3)

曲げ応力度

主桁側端部P.T. 8 (1P側)

	CASE 7-1			CASE 7-2			CASE 7-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	47.51	0.00		168.93	0.00		675.74	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	17.99	47.62		70.93	186.85		363.18	748.57	
Ix, Iy (cm4)	4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08		4.18E+09	2.38E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	138.59		1340.00	138.59		1340.00	138.59	
x2, y2 (cm)	655.00	206.51		655.00	206.51		655.00	206.51	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	1.52	0.00	1.52	5.42	0.00	5.42	21.67	0.00	21.67
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.74	0.00	0.74	2.65	0.00	2.65	10.59	0.00	10.59
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.58	2.77	2.83	2.27	10.86	11.09	11.65	43.50	45.03
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.28	4.12	4.13	1.11	16.18	16.22	5.69	64.82	65.07

主桁主塔位置 (1P側)

	CASE 7-1			CASE 7-2			CASE 7-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	246.92	0.00		878.01	0.00		3512.04	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	108.52	13.39		496.02	58.86		2562.33	287.54	
Ix, Iy (cm4)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	5.87	0.00	5.87	20.88	0.00	20.88	83.53	0.00	83.53
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	3.06	0.00	3.06	10.87	0.00	10.87	43.45	0.00	43.45
動的UP-DECK(kgf/cm2)	2.53	0.76	2.69	11.80	3.35	12.25	60.94	16.38	63.11
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	1.34	0.98	1.66	6.14	4.31	7.51	31.73	21.07	38.09

主桁中央間中央

	CASE 7-1			CASE 7-2			CASE 7-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	119.11	0.00		423.54	0.00		1694.18	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	59.15	23.96		270.59	98.44		1394.26	411.40	
Ix, Iy (cm4)	4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08		4.17E+09	2.30E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	136.05		1340.00	136.05		1340.00	136.05	
x2, y2 (cm)	655.00	209.06		655.00	209.06		655.00	209.06	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	3.83	0.00	3.83	13.61	0.00	13.61	54.42	0.00	54.42
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	1.87	0.00	1.87	6.65	0.00	6.65	26.60	0.00	26.60
動的UP-DECK(kgf/cm2)	1.90	1.42	2.37	8.69	5.70	10.40	44.79	24.32	50.97
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.93	2.18	2.37	4.25	8.76	9.74	21.89	37.37	43.31

主桁主塔位置 (2P側)

	CASE 7-1			CASE 7-2			CASE 7-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	163.84	0.00		582.51	0.00		2330.44	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	58.59	13.03		267.56	57.10		1383.82	279.08	
Ix, Iy (cm4)	5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08		5.03E+09	2.65E+08	
x1, y1 (cm)	1196.00	151.17		1196.00	151.17		1196.00	151.17	
x2, y2 (cm)	622.70	194.53		622.70	194.53		622.70	194.53	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	3.90	0.00	3.90	13.86	0.00	13.86	55.43	0.00	55.43
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	2.03	0.00	2.03	7.21	0.00	7.21	28.86	0.00	28.86
動的UP-DECK(kgf/cm2)	1.39	0.74	1.58	6.36	3.25	7.15	32.91	15.90	36.55
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.73	0.96	1.20	3.31	4.18	5.34	17.14	20.45	26.68

主桁側端部P.T. 8 (2P側)

	CASE 7-1			CASE 7-2			CASE 7-3		
	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計	抗力(MY)	撓力(MZ)	合計
平均 MY, MZ (tfm)	15.08	0.00		53.65	0.00		214.51	0.00	
動的 MY, MZ (tfm)	29.32	46.21		122.95	182.42		699.70	734.32	
Ix, Iy (cm4)	4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08		4.36E+09	2.83E+08	
x1, y1 (cm)	1340.00	159.61		1340.00	159.61		1340.00	159.61	
x2, y2 (cm)	655.00	185.89		655.00	185.89		655.00	185.89	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.46	0.00	0.46	1.65	0.00	1.65	6.57	0.00	6.59
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.23	0.00	0.23	0.81	0.00	0.81	3.22	0.00	3.22
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.90	2.60	2.75	4.09	10.23	11.06	21.51	41.37	46.62
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.44	3.03	3.06	2.00	11.97	12.13	10.51	48.18	49.31

圧縮応力度

主桁側端部P.T. 8 (1P側)

	CASE 7-1			CASE 7-2			CASE 7-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	4.07		0.00	15.74		0.00	61.76	
A (cm2)	10811.44	10811.44		10811.44	10811.44		10811.44	10811.44	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.38	0.38	0.00	1.46	1.46	0.00	5.71	5.71
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.38	0.38	0.00	1.46	1.46	0.00	5.71	5.71

主桁主塔位置 (1P側)

	CASE 7-1			CASE 7-2			CASE 7-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	4.54		0.00	18.55		0.00	81.07	
A (cm2)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.37	0.37	0.00	1.52	1.52	0.00	6.62	6.62
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.37	0.37	0.00	1.52	1.52	0.00	6.62	6.62

主桁中央間中央

	CASE 7-1			CASE 7-2			CASE 7-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	1.55		0.00	6.71		0.00	33.68	
A (cm2)	10057.5	10057.5		10057.5	10057.5		10057.5	10057.5	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.15	0.15	0.00	0.67	0.67	0.00	3.35	3.35
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.15	0.15	0.00	0.67	0.67	0.00	3.35	3.35

主桁主塔位置 (2P側)

	CASE 7-1			CASE 7-2			CASE 7-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	4.03		0.00	16.26		0.00	69.22	
A (cm2)	12238.38	12238.38		12238.38	12238.38		12238.38	12238.38	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.33	0.33	0.00	1.33	1.33	0.00	5.66	5.66
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.33	0.33	0.00	1.33	1.33	0.00	5.66	5.66

主桁側端部P.T. 8 (2P側)

	CASE 7-1			CASE 7-2			CASE 7-3		
	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計	抗力(N)	撓力(N)	合計
平均 N (tf)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 N (tf)	0.00	3.96		0.00	15.32		0.00	59.98	
A (cm2)	12105.44	12105.44		12105.44	12105.44		12105.44	12105.44	
平均UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
動的UP-DECK(kgf/cm2)	0.00	0.33	0.33	0.00	1.27	1.27	0.00	4.95	4.95
動的LOW-FLG(kgf/cm2)	0.00	0.33	0.33	0.00	1.27	1.27	0.00	4.95	4.95

付表-2.10 主塔応力度 (解析ケース1-1~1-3)

主塔基部(1P) 曲げ応力度

	CASE1-1			CASE1-2			CASE1-3		
	抗力	慣力	合計	抗力	慣力	合計	抗力	慣力	合計
平均 MY (tfm)	12.41	0.00		37.37	0.00		150.28	0.00	
動的 MY (tfm)	3.78	31.81		13.96	99.91		74.73	382.42	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MZ (tfm)	0.00	0.18		0.00	0.59		0.00	2.41	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		161.00	161.00		161.00	161.00	
平均隅角部1(kgf/cm2)	2.37	0.00	2.37	7.18	0.00	7.18	28.72	0.00	28.72
平均隅角部2(kgf/cm2)	2.01	0.00	2.01	6.08	0.00	6.08	24.31	0.00	24.31
動的隅角部1(kgf/cm2)	0.72	6.08	6.12	2.67	19.09	19.28	14.28	73.08	74.46
動的隅角部2(kgf/cm2)	0.61	5.18	5.22	2.26	16.28	16.43	12.09	62.34	63.50

主塔基部(2P) 曲げ応力度

	CASE1-1			CASE1-2			CASE1-3		
	抗力	慣力	合計	抗力	慣力	合計	抗力	慣力	合計
平均 MY (tfm)	12.30	0.00		37.24	0.00		148.96	0.00	
動的 MY (tfm)	3.65	30.16		13.44	95.25		71.87	365.42	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MZ (tfm)	0.00	0.15		0.00	0.53		0.00	2.16	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		161.00	161.00		161.00	161.00	
平均隅角部1(kgf/cm2)	2.35	0.00	2.35	7.12	0.00	7.12	28.47	0.00	28.47
平均隅角部2(kgf/cm2)	1.99	0.00	1.99	6.02	0.00	6.02	24.09	0.00	24.09
動的隅角部1(kgf/cm2)	0.70	5.76	5.81	2.57	18.20	18.38	13.73	69.83	71.17
動的隅角部2(kgf/cm2)	0.59	4.91	4.95	2.17	15.51	15.66	11.62	59.54	60.66

主塔基部(1P) 圧縮応力度

	CASE1-1			CASE1-2			CASE1-3		
	抗力(N)	慣力(N)	合計	抗力(N)	慣力(N)	合計	抗力(N)	慣力(N)	合計
平均 N (tf)	5.74	0.00		17.39	0.00		69.56	0.00	
動的 N (tf)	1.74	3.11		6.42	10.28		34.39	42.21	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	1.00	0.00	1.00	3.03	0.00	3.03	12.14	0.00	12.14
動的 (kgf/cm2)	0.30	0.54	0.62	1.12	1.79	2.11	6.00	7.36	9.50

主塔基部(2P) 圧縮応力度

	CASE1-1			CASE1-2			CASE1-3		
	抗力(N)	慣力(N)	合計	抗力(N)	慣力(N)	合計	抗力(N)	慣力(N)	合計
平均 N (tf)	6.71	0.00		20.31	0.00		81.26	0.00	
動的 N (tf)	1.98	3.10		7.29	10.17		38.99	41.63	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	1.17	0.00	1.17	3.54	0.00	3.54	14.18	0.00	14.18
動的 (kgf/cm2)	0.35	0.54	0.64	1.27	1.78	2.18	6.80	7.26	9.95

付表-2.11 主塔応力度 (解析ケース2-1~2-3)

主塔基部(1P) 曲げ応力度

	CASE2-1			CASE2-2			CASE2-3		
	抗力	慣力	合計	抗力	慣力	合計	抗力	慣力	合計
平均 MY (tfm)	12.41	0.00		49.64	0.00		197.56	0.00	
動的 MY (tfm)	3.34	27.59		17.47	114.14		93.65	429.19	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MZ (tfm)	0.00	0.15		0.00	0.68		0.00	2.73	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		161.00	161.00		161.00	161.00	
平均隅角部1(kgf/cm2)	2.37	0.00	2.37	9.49	0.00	9.49	37.75	0.00	37.75
平均隅角部2(kgf/cm2)	2.01	0.00	2.01	8.03	0.00	8.03	31.95	0.00	31.95
動的隅角部1(kgf/cm2)	0.64	5.27	5.31	3.34	21.81	22.07	17.90	82.02	83.95
動的隅角部2(kgf/cm2)	0.54	4.49	4.53	2.83	18.60	18.81	15.15	69.97	71.59

主塔基部(2P) 曲げ応力度

	CASE2-1			CASE2-2			CASE2-3		
	抗力	慣力	合計	抗力	慣力	合計	抗力	慣力	合計
平均 MY (tfm)	12.30	0.00		49.20	0.00		195.83	0.00	
動的 MY (tfm)	3.23	26.15		16.80	108.91		90.04	410.10	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MZ (tfm)	0.00	0.14		0.00	0.61		0.00	2.44	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		161.00	161.00		161.00	161.00	
平均隅角部1(kgf/cm2)	2.35	0.00	2.35	9.40	0.00	9.40	37.42	0.00	37.42
平均隅角部2(kgf/cm2)	1.99	0.00	1.99	7.96	0.00	7.96	31.67	0.00	31.67
動的隅角部1(kgf/cm2)	0.62	5.00	5.04	3.21	20.81	21.06	17.21	78.37	80.24
動的隅角部2(kgf/cm2)	0.52	4.26	4.29	2.72	17.74	17.95	14.56	66.82	68.39

主塔基部(1P) 圧縮応力度

	CASE2-1			CASE2-2			CASE2-3		
	抗力(N)	慣力(N)	合計	抗力(N)	慣力(N)	合計	抗力(N)	慣力(N)	合計
平均 N (tf)	5.74	0.00		22.97	0.00		91.44	0.00	
動的 N (tf)	1.54	2.70		8.04	11.93		43.10	47.80	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	1.00	0.00	1.00	4.01	0.00	4.01	15.95	0.00	15.95
動的 (kgf/cm2)	0.27	0.47	0.54	1.40	2.08	2.51	7.52	8.34	11.23

主塔基部(2P) 圧縮応力度

	CASE2-1			CASE2-2			CASE2-3		
	抗力(N)	慣力(N)	合計	抗力(N)	慣力(N)	合計	抗力(N)	慣力(N)	合計
平均 N (tf)	6.71	0.00		26.84	0.00		106.82	0.00	
動的 N (tf)	1.75	2.68		9.11	11.80		48.85	47.14	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	1.17	0.00	1.17	4.63	0.00	4.63	18.64	0.00	18.64
動的 (kgf/cm2)	0.31	0.47	0.56	1.59	2.06	2.60	8.52	8.22	11.84

付表-2.12 主塔応力度 (解析ケース 3-1~3-3)

主塔基部 (1P) 曲げ応力度

	CASE 3-1			CASE 3-2			CASE 3-3		
	抗力	撓力	合計	抗力	撓力	合計	抗力	撓力	合計
平均 MY (tfm)	12.41	0.00		58.97	0.00		234.82	0.00	
動的 MY (tfm)	3.12	25.45		20.25	124.65		108.73	465.45	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MZ (tfm)	0.00	0.14		0.00	0.75		0.00	2.97	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		161.00	161.00		161.00	161.00	
平均隅角部1(kgf/cm2)	2.37	0.00	2.37	11.27	0.00	11.27	44.87	0.00	44.87
平均隅角部2(kgf/cm2)	2.01	0.00	2.01	9.54	0.00	9.54	37.98	0.00	37.98
動的隅角部1(kgf/cm2)	0.60	4.86	4.90	3.87	23.82	24.13	20.78	88.95	91.34
動的隅角部2(kgf/cm2)	0.51	4.15	4.18	3.28	20.31	20.58	17.59	75.88	77.89

主塔基部 (2P) 曲げ応力度

	CASE 3-1			CASE 3-2			CASE 3-3		
	抗力	撓力	合計	抗力	撓力	合計	抗力	撓力	合計
平均 MY (tfm)	12.30	0.00		58.46	0.00		232.76	0.00	
動的 MY (tfm)	3.02	24.13		19.46	119.00		104.54	444.75	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MZ (tfm)	0.00	0.13		0.00	0.67		0.00	2.66	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		161.00	161.00		161.00	161.00	
平均隅角部1(kgf/cm2)	2.35	0.00	2.35	11.17	0.00	11.17	44.48	0.00	44.48
平均隅角部2(kgf/cm2)	1.99	0.00	1.99	9.45	0.00	9.45	37.64	0.00	37.64
動的隅角部1(kgf/cm2)	0.58	4.61	4.65	3.72	22.74	23.04	19.98	84.99	87.31
動的隅角部2(kgf/cm2)	0.49	3.93	3.96	3.15	19.38	19.64	16.91	72.47	74.42

主塔基部 (1P) 圧縮応力度

	CASE 3-1			CASE 3-2			CASE 3-3		
	抗力 (N)	撓力 (N)	合計	抗力 (N)	撓力 (N)	合計	抗力 (N)	撓力 (N)	合計
平均 N (tf)	5.74	0.00		27.30	0.00		108.68	0.00	
動的 N (tf)	1.44	2.49		9.32	13.16		50.04	52.09	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	1.00	0.00	1.00	4.76	0.00	4.76	18.96	0.00	18.96
動的 (kgf/cm2)	0.25	0.43	0.50	1.63	2.30	2.91	8.73	9.09	12.60

主塔基部 (2P) 圧縮応力度

	CASE 3-1			CASE 3-2			CASE 3-3		
	抗力 (N)	撓力 (N)	合計	抗力 (N)	撓力 (N)	合計	抗力 (N)	撓力 (N)	合計
平均 N (tf)	6.71	0.00		31.89	0.00		126.97	0.00	
動的 N (tf)	1.64	2.48		10.56	13.00		56.72	51.56	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	1.17	0.00	1.17	5.56	0.00	5.56	22.15	0.00	22.15
動的 (kgf/cm2)	0.29	0.43	0.52	1.84	2.27	2.92	9.90	8.96	13.35

付表-2.13 主塔応力度 (解析ケース 3-1-2~3-3-2)

主塔基部 (1P) 曲げ応力度

	CASE 3-1-2			CASE 3-2-2			CASE 3-3-2		
	抗力	撓力	合計	抗力	撓力	合計	抗力	撓力	合計
平均 MY (tfm)	12.36	5.41		58.73	25.73		233.82	102.44	
動的 MY (tfm)	3.12	32.27		20.25	155.30		108.73	574.72	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.25		0.00	1.21		0.00	4.52	
動的 MZ (tfm)	0.00	0.13		0.00	0.95		0.00	3.70	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		161.00	161.00		161.00	161.00	
平均隅角部1(kgf/cm2)	2.36	1.09	3.45	11.22	5.16	16.38	44.68	20.55	65.24
平均隅角部2(kgf/cm2)	2.00	0.93	2.93	9.50	4.41	13.90	37.82	17.54	55.36
動的隅角部1(kgf/cm2)	0.60	6.17	6.20	3.87	29.68	29.93	20.78	109.83	111.78
動的隅角部2(kgf/cm2)	0.51	5.26	5.28	3.28	25.31	25.52	17.59	93.70	95.34

主塔基部 (2P) 曲げ応力度

	CASE 3-1-2			CASE 3-2-2			CASE 3-3-2		
	抗力	撓力	合計	抗力	撓力	合計	抗力	撓力	合計
平均 MY (tfm)	12.25	6.06		58.20	28.79		231.73	114.62	
動的 MY (tfm)	3.01	30.60		19.35	148.21		104.53	542.93	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.23		0.00	1.09		0.00	4.32	
動的 MZ (tfm)	0.00	0.16		0.00	0.85		0.00	3.31	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		161.00	161.00		161.00	161.00	
平均隅角部1(kgf/cm2)	2.34	1.20	3.54	11.12	5.72	16.84	44.28	22.78	67.06
平均隅角部2(kgf/cm2)	1.98	1.03	3.01	9.41	4.88	14.29	37.48	19.42	56.89
動的隅角部1(kgf/cm2)	0.58	5.85	5.88	3.70	28.32	28.56	19.97	104.90	106.79
動的隅角部2(kgf/cm2)	0.49	4.98	5.01	3.13	24.14	24.35	16.91	89.45	91.04

主塔基部 (1P) 圧縮応力度

	CASE 3-1-2			CASE 3-2-2			CASE 3-3-2		
	抗力 (N)	撓力 (N)	合計	抗力 (N)	撓力 (N)	合計	抗力 (N)	撓力 (N)	合計
平均 N (tf)	5.71	4.46		27.13	21.19		106.04	84.27	
動的 N (tf)	1.44	3.20		9.32	16.58		56.04	64.79	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	1.00	0.78	1.77	4.73	3.70	8.43	18.85	14.72	33.57
動的 (kgf/cm2)	0.25	0.56	0.61	1.63	2.89	3.32	8.73	11.30	14.28

主塔基部 (2P) 圧縮応力度

	CASE 3-1-2			CASE 3-2-2			CASE 3-3-2		
	抗力 (N)	撓力 (N)	合計	抗力 (N)	撓力 (N)	合計	抗力 (N)	撓力 (N)	合計
平均 N (tf)	6.67	4.41		31.89	20.96		126.20	83.44	
動的 N (tf)	1.64	3.18		10.55	16.37		56.71	63.85	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	1.16	0.77	1.93	5.53	3.66	9.19	22.02	14.56	36.58
動的 (kgf/cm2)	0.29	0.55	0.62	1.84	2.86	3.40	9.89	11.14	14.90

付表-2.14 主塔応力度 (解析ケース3-3~3-5)

主塔基部 (1P) 曲げ応力度

	CASE3-3			CASE3-4			CASE3-5		
	抗力	慣力	合計	抗力	慣力	合計	抗力	慣力	合計
平均 MY (tfm)	234.82	0.00		234.82	0.00		234.82	0.00	
動的 MY (tfm)	108.73	465.45		81.21	310.79		134.10	620.85	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MZ (tfm)	0.00	2.97		0.00	1.99		0.00	3.97	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		161.00	161.00		161.00	161.00	
平均傾角部1 (kgf/cm2)	44.87	0.00	44.87	44.87	0.00	44.87	44.87	0.00	44.87
平均傾角部2 (kgf/cm2)	37.98	0.00	37.98	37.98	0.00	37.98	37.98	0.00	37.98
動的傾角部1 (kgf/cm2)	20.78	88.95	91.34	15.52	59.39	61.39	25.63	118.65	121.38
動的傾角部2 (kgf/cm2)	17.59	75.88	77.89	13.14	50.67	52.34	21.69	101.22	103.52

主塔基部 (2P) 曲げ応力度

	CASE3-3			CASE3-4			CASE3-5		
	抗力	慣力	合計	抗力	慣力	合計	抗力	慣力	合計
平均 MY (tfm)	232.76	0.00		232.76	0.00		232.76	0.00	
動的 MY (tfm)	104.54	444.75		78.00	296.96		129.05	593.23	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MZ (tfm)	0.00	1.99		0.00	0.67		0.00	2.66	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		161.00	161.00		161.00	161.00	
平均傾角部1 (kgf/cm2)	44.48	0.00	44.48	44.48	0.00	44.48	44.48	0.00	44.48
平均傾角部2 (kgf/cm2)	37.64	0.00	37.64	37.64	0.00	37.64	37.64	0.00	37.64
動的傾角部1 (kgf/cm2)	19.98	84.99	87.31	14.91	56.75	58.67	24.66	113.37	116.02
動的傾角部2 (kgf/cm2)	16.91	72.33	74.28	12.62	48.17	49.79	20.87	96.49	98.72

主塔基部 (1P) 圧縮応力度

	CASE3-3			CASE3-4			CASE3-5		
	抗力 (N)	慣力 (N)	合計	抗力 (N)	慣力 (N)	合計	抗力 (N)	慣力 (N)	合計
平均 N (tf)	108.68	0.00		108.68	0.00		108.68	0.00	
動的 N (tf)	50.04	52.09		37.38	34.78		61.72	69.48	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	18.96	0.00	18.96	18.96	0.00	18.96	18.96	0.00	18.96
動的 (kgf/cm2)	8.73	9.09	12.60	6.52	6.07	8.91	10.77	12.12	16.21

主塔基部 (2P) 圧縮応力度

	CASE3-3			CASE3-4			CASE3-5		
	抗力 (N)	慣力 (N)	合計	抗力 (N)	慣力 (N)	合計	抗力 (N)	慣力 (N)	合計
平均 N (tf)	126.97	0.00		126.97	0.00		126.97	0.00	
動的 N (tf)	56.72	51.36		42.32	34.30		70.02	68.51	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	22.15	0.00	22.15	22.15	0.00	22.15	22.15	0.00	22.15
動的 (kgf/cm2)	9.90	8.96	13.35	7.38	5.98	9.50	12.22	11.95	17.09

付表-2.15 主塔応力度 (解析ケース4-1~4-3)

主塔基部 (1P) 曲げ応力度

	CASE4-1			CASE4-2			CASE4-3		
	抗力	慣力	合計	抗力	慣力	合計	抗力	慣力	合計
平均 MY (tfm)	14.29	0.00		52.68	0.00		210.73	0.00	
動的 MY (tfm)	4.24	31.82		20.31	121.45		109.98	460.52	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MZ (tfm)	0.00	0.18		0.00	0.72		0.00	2.92	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		142.10	142.10		142.10	142.10	
平均傾角部1 (kgf/cm2)	2.73	0.00	2.73	10.07	0.00	10.07	40.27	0.00	40.27
平均傾角部2 (kgf/cm2)	2.31	0.00	2.31	8.52	0.00	8.52	34.08	0.00	34.08
動的傾角部1 (kgf/cm2)	0.81	6.08	6.13	3.88	23.21	23.53	21.02	88.01	90.48
動的傾角部2 (kgf/cm2)	0.69	5.18	5.23	3.28	19.79	20.06	17.79	75.06	77.15

主塔基部 (2P) 曲げ応力度

	CASE4-1			CASE4-2			CASE4-3		
	抗力	慣力	合計	抗力	慣力	合計	抗力	慣力	合計
平均 MY (tfm)	14.15	0.00		52.17	0.00		208.66	0.00	
動的 MY (tfm)	4.09	30.16		19.51	115.86		105.71	440.04	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MZ (tfm)	0.00	0.16		0.00	0.65		0.00	2.61	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		142.10	142.10		142.10	142.10	
平均傾角部1 (kgf/cm2)	2.70	0.00	2.70	9.97	0.00	9.97	39.83	0.00	39.88
平均傾角部2 (kgf/cm2)	2.29	0.00	2.29	8.44	0.00	8.44	33.75	0.00	33.75
動的傾角部1 (kgf/cm2)	0.78	5.76	5.82	3.73	22.14	22.45	20.20	84.09	85.49
動的傾角部2 (kgf/cm2)	0.66	4.91	4.95	3.16	18.87	19.13	17.10	71.70	73.71

主塔基部 (1P) 圧縮応力度

	CASE4-1			CASE4-2			CASE4-3		
	抗力 (N)	慣力 (N)	合計	抗力 (N)	慣力 (N)	合計	抗力 (N)	慣力 (N)	合計
平均 N (tf)	6.61	0.00		24.37	0.00		97.47	0.00	
動的 N (tf)	1.95	3.11		9.35	12.63		50.61	51.17	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	1.15	0.00	1.15	4.25	0.00	4.25	17.01	0.00	17.01
動的 (kgf/cm2)	0.34	0.54	0.64	1.63	2.20	2.74	8.83	8.93	12.56

主塔基部 (2P) 圧縮応力度

	CASE4-1			CASE4-2			CASE4-3		
	抗力 (N)	慣力 (N)	合計	抗力 (N)	慣力 (N)	合計	抗力 (N)	慣力 (N)	合計
平均 N (tf)	7.71	0.00		28.44	0.00		113.76	0.00	
動的 N (tf)	2.22	3.09		10.59	12.50		57.35	50.46	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	1.35	0.00	1.35	4.96	0.00	4.96	19.85	0.00	19.85
動的 (kgf/cm2)	0.39	0.54	0.66	1.85	2.18	2.86	10.01	8.80	13.33

付表-2.16 主塔応力度 (解析ケース5-1~5-3)

主塔基部 (1P) 曲げ応力度

	CASE5-1			CASE5-2			CASE5-3		
	抗力	撓力	合計	抗力	撓力	合計	抗力	撓力	合計
平均 MY (tfm)	11.31	0.00		45.81	0.00		182.10	0.00	
動的 MY (tfm)	3.75	25.12		19.88	114.06		106.85	437.56	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MZ (tfm)	0.00	0.14		0.00	0.66		0.00	2.74	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		161.00	161.00		161.00	161.00	
平均隅角部1(kgf/cm2)	2.16	0.00	2.16	8.75	0.00	8.75	34.80	0.00	34.80
平均隅角部2(kgf/cm2)	1.83	0.00	1.83	7.41	0.00	7.41	29.45	0.00	29.45
動的隅角部1(kgf/cm2)	0.72	4.99	5.04	3.80	21.80	22.12	20.42	83.62	86.08
動的隅角部2(kgf/cm2)	0.61	4.25	4.30	3.22	18.58	18.86	17.28	71.32	73.39

主塔基部 (2P) 曲げ応力度

	CASE5-1			CASE5-2			CASE5-3		
	抗力	撓力	合計	抗力	撓力	合計	抗力	撓力	合計
平均 MY (tfm)	11.18	0.00		45.29	0.00		180.05	0.00	
動的 MY (tfm)	3.62	24.70		19.11	108.66		102.69	418.09	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MZ (tfm)	0.00	0.13		0.00	0.60		0.00	2.45	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		161.00	161.00		161.00	161.00	
平均隅角部1(kgf/cm2)	2.14	0.00	2.14	8.66	0.00	8.66	34.41	0.00	34.41
平均隅角部2(kgf/cm2)	1.81	0.00	1.81	7.33	0.00	7.33	29.12	0.00	29.12
動的隅角部1(kgf/cm2)	0.69	4.72	4.77	3.65	20.77	21.08	19.62	79.90	82.27
動的隅角部2(kgf/cm2)	0.59	4.02	4.06	3.09	17.70	17.96	16.61	68.12	70.11

主塔基部 (1P) 圧縮応力度

	CASE5-1			CASE5-2			CASE5-3		
	抗力 (N)	撓力 (N)	合計	抗力 (N)	撓力 (N)	合計	抗力 (N)	撓力 (N)	合計
平均 N (tf)	5.23	0.00		21.17	0.00		84.16	0.00	
動的 N (tf)	1.73	2.53		9.15	11.63		49.17	48.00	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	0.91	0.00	0.91	3.69	0.00	3.69	14.68	0.00	14.68
動的 (kgf/cm2)	0.30	0.44	0.53	1.60	2.03	2.58	8.58	8.37	11.99

主塔基部 (2P) 圧縮応力度

	CASE5-1			CASE5-2			CASE5-3		
	抗力 (N)	撓力 (N)	合計	抗力 (N)	撓力 (N)	合計	抗力 (N)	撓力 (N)	合計
平均 N (tf)	6.09	0.00		24.67	0.00		98.08	0.00	
動的 N (tf)	1.96	2.52		10.37	11.52		55.71	47.35	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	1.06	0.00	1.06	4.30	0.00	4.30	17.11	0.00	17.11
動的 (kgf/cm2)	0.34	0.44	0.56	1.81	2.01	2.70	9.72	8.26	12.76

付表-2.17 主塔応力度 (解析ケース6-1~6-3)

主塔基部 (1P) 曲げ応力度

	CASE6-1			CASE6-2			CASE6-3		
	抗力	撓力	合計	抗力	撓力	合計	抗力	撓力	合計
平均 MY (tfm)	8.16	0.00		30.50	0.00		120.95	0.00	
動的 MY (tfm)	3.13	19.91		14.61	84.30		77.38	337.22	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MZ (tfm)	0.00	0.11		0.00	0.43		0.00	2.05	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		161.00	161.00		161.00	161.00	
平均隅角部1(kgf/cm2)	1.56	0.00	1.56	5.83	0.00	5.83	23.11	0.00	23.11
平均隅角部2(kgf/cm2)	1.32	0.00	1.32	4.93	0.00	4.93	19.56	0.00	19.56
動的隅角部1(kgf/cm2)	0.60	3.80	3.85	2.79	16.11	16.35	14.79	64.44	66.12
動的隅角部2(kgf/cm2)	0.51	3.24	3.28	2.36	13.73	13.93	12.51	54.56	56.36

主塔基部 (2P) 曲げ応力度

	CASE6-1			CASE6-2			CASE6-3		
	抗力	撓力	合計	抗力	撓力	合計	抗力	撓力	合計
平均 MY (tfm)	8.05	0.00		30.11	0.00		119.39	0.00	
動的 MY (tfm)	3.04	18.78		14.08	80.04		74.40	322.01	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MZ (tfm)	0.00	0.10		0.00	0.43		0.00	1.83	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		161.00	161.00		161.00	161.00	
平均隅角部1(kgf/cm2)	1.54	0.00	1.54	5.75	0.00	5.75	22.82	0.00	22.82
平均隅角部2(kgf/cm2)	1.30	0.00	1.30	4.87	0.00	4.87	19.31	0.00	19.31
動的隅角部1(kgf/cm2)	0.58	3.59	3.64	2.69	15.30	15.53	14.22	61.54	63.16
動的隅角部2(kgf/cm2)	0.49	3.06	3.10	2.28	13.03	13.23	12.03	52.45	53.81

主塔基部 (1P) 圧縮応力度

	CASE6-1			CASE6-2			CASE6-3		
	抗力 (N)	撓力 (N)	合計	抗力 (N)	撓力 (N)	合計	抗力 (N)	撓力 (N)	合計
平均 N (tf)	3.77	0.00		14.09	0.00		55.86	0.00	
動的 N (tf)	1.44	1.91		6.72	8.33		35.61	35.83	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	0.66	0.00	0.66	2.46	0.00	2.46	9.75	0.00	9.75
動的 (kgf/cm2)	0.25	0.33	0.42	1.17	1.45	1.87	6.21	6.25	8.81

主塔基部 (2P) 圧縮応力度

	CASE6-1			CASE6-2			CASE6-3		
	抗力 (N)	撓力 (N)	合計	抗力 (N)	撓力 (N)	合計	抗力 (N)	撓力 (N)	合計
平均 N (tf)	4.38	0.00		16.39	0.00		64.99	0.00	
動的 N (tf)	1.65	1.91		7.64	8.28		40.36	35.39	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	0.77	0.00	0.77	2.86	0.00	2.86	11.34	0.00	11.34
動的 (kgf/cm2)	0.29	0.33	0.44	1.33	1.44	1.97	7.04	6.18	9.37

付表-2.18 主塔応力度 (解析ケース7-1~7-3)

主塔基部 (1P) 曲げ応力度

	CASE7-1			CASE7-2			CASE7-3		
	抗力	揚力	合計	抗力	揚力	合計	抗力	揚力	合計
平均 MY (tfm)	11.11	0.00		39.49	0.00		157.97	0.00	
動的 MY (tfm)	4.06	25.25		18.27	98.92		98.68	391.35	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MZ (tfm)	0.00	0.14		0.00	0.56		0.00	2.41	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		161.00	161.00		161.00	161.00	
平均隅角部1 (kgf/cm2)	2.12	0.00	2.12	7.55	0.00	7.55	30.19	0.00	30.19
平均隅角部2 (kgf/cm2)	1.80	0.00	1.80	6.39	0.00	6.39	25.55	0.00	25.55
動的隅角部1 (kgf/cm2)	0.78	4.82	4.89	3.49	18.90	19.22	18.86	74.79	77.13
動的隅角部2 (kgf/cm2)	0.66	4.11	4.16	2.96	16.11	16.38	15.96	63.78	65.75

主塔基部 (2P) 曲げ応力度

	CASE7-1			CASE7-2			CASE7-3		
	抗力	揚力	合計	抗力	揚力	合計	抗力	揚力	合計
平均 MY (tfm)	10.96	0.00		38.99	0.00		155.94	0.00	
動的 MY (tfm)	3.93	23.85		17.58	94.06		94.85	373.84	
平均 MZ (tfm)	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
動的 MZ (tfm)	0.00	0.13		0.00	0.51		0.00	2.16	
Iz (cm4)	8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07		8.79E+07	8.79E+07	
Iy (cm4)	7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07		7.93E+07	7.93E+07	
z1 (cm)	167.90	167.90		167.90	167.90		167.90	167.90	
z2 (cm)	142.10	142.10		142.10	142.10		142.10	142.10	
y1, y2 (cm)	161.00	161.00		161.00	161.00		161.00	161.00	
平均隅角部1 (kgf/cm2)	2.10	0.00	2.10	7.45	0.00	7.45	29.80	0.00	29.80
平均隅角部2 (kgf/cm2)	1.77	0.00	1.77	6.31	0.00	6.31	25.22	0.00	25.22
動的隅角部1 (kgf/cm2)	0.75	4.56	4.62	3.36	17.97	18.29	18.13	71.44	73.71
動的隅角部2 (kgf/cm2)	0.63	3.88	3.93	2.84	15.32	15.58	15.34	60.90	62.80

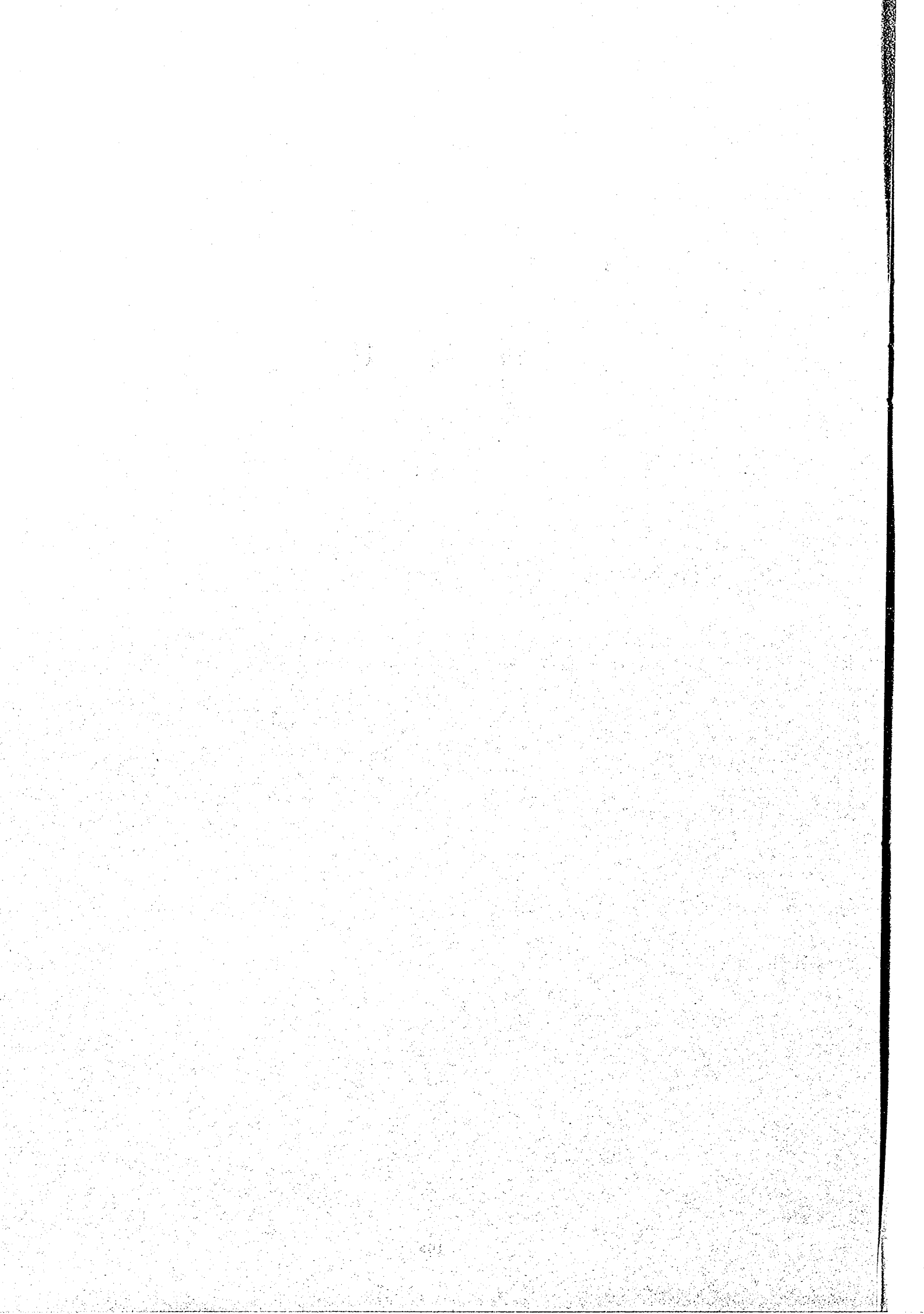
主塔基部 (1P) 圧縮応力度

	CASE7-1			CASE7-2			CASE7-3		
	抗力 (N)	揚力 (N)	合計	抗力 (N)	揚力 (N)	合計	抗力 (N)	揚力 (N)	合計
平均 N (tf)	5.13	0.00		18.24	0.00		72.96	0.00	
動的 N (tf)	1.87	2.43		8.41	9.88		45.41	42.17	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	0.89	0.00	0.89	3.18	0.00	3.18	12.73	0.00	12.73
動的 (kgf/cm2)	0.33	0.42	0.54	1.47	1.72	2.26	7.92	7.36	10.81

主塔基部 (2P) 圧縮応力度

	CASE7-1			CASE7-2			CASE7-3		
	抗力 (N)	揚力 (N)	合計	抗力 (N)	揚力 (N)	合計	抗力 (N)	揚力 (N)	合計
平均 N (tf)	5.97	0.00		21.22	0.00		84.89	0.00	
動的 N (tf)	2.13	2.42		9.54	9.81		51.46	41.63	
A (cm2)	5731.50	5731.50		5731.50	5731.50		5731.50	5731.50	
平均 (kgf/cm2)	1.04	0.00	1.04	3.70	0.00	3.70	14.81	0.00	14.81
動的 (kgf/cm2)	0.37	0.42	0.56	1.66	1.71	2.39	8.98	7.26	11.55

付 録 II



付録－Ⅱ ケーブル二次応力の解析の詳細

1. $\phi 7-139$ S P W C の解析

1. 1 両端固定梁モデルの梁要素有限変形解析

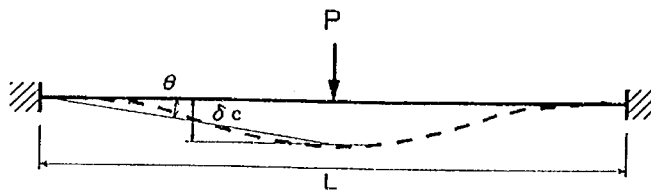
(1) 両端固定梁モデルの有限変形解析（エポキシ樹脂無し）

坂本らの研究²⁾より、初期張力を与えられた $\phi 7-139$ S P W C の中央部に載荷された荷重 P と鉛直変位 δ との関係（以後 $P-\delta$ と呼ぶ）が得られている。解析では、S P W C を一様な断面二次モーメント（ I ）を持つ両端固定梁とし、数通りの断面二次モーメントの $P-\delta$ を求めた（図－A2. 1）。解析は有限変形解析である。本解析に使用したプログラムは、梁・柱の微分方程式から誘導された剛性マトリクスを用いて、有限変形解析を実施するものである（大変形問題には対応していない）。本プログラムは、汎用解析プログラムDianaにより検証されている。解析条件を以下に示す。なお、解析モデルを決定するための詳細な諸元は文献²⁾を参照されたい。

解析条件

弾性係数	$E = 2.0 \times 10^7 \text{ tf/m}^2$	
断面積	$A = 5.349 \times 10^{-3} \text{ m}^2$	
断面二次モーメント	$I_{al} = 25.19 \times 10^{-7} \text{ m}^4$	（素線が剛結されていると仮定した時の値）
初期張力	$P_i = 305 \text{ tf}$	
スパン長	$L = 5826 \text{ mm}$	

坂本らの研究²⁾では、 $P_i=300\text{tf}$ 、 $L=6000\text{mm}$ の条件で検討されているため、坂本らの条件でも解析を行った。坂本らはソケットを固定している支圧位置間の距離を用いており、本調査ではソケット内の鋳込合金とエポキシ樹脂との境界面間の距離を用いている。素線が剛結状態と仮定したときの断面二次モーメントを I_{al} とし、 $0.0065 \sim 0.4$ 倍まで低減した条件でも解析を行っている（ $0.0065 I_{al}$ は、素線間がフリーの時の断面2次モーメントで以後 I_o と記す）。なお、ここではエポキシ樹脂の無い定着部での検討を行っている。

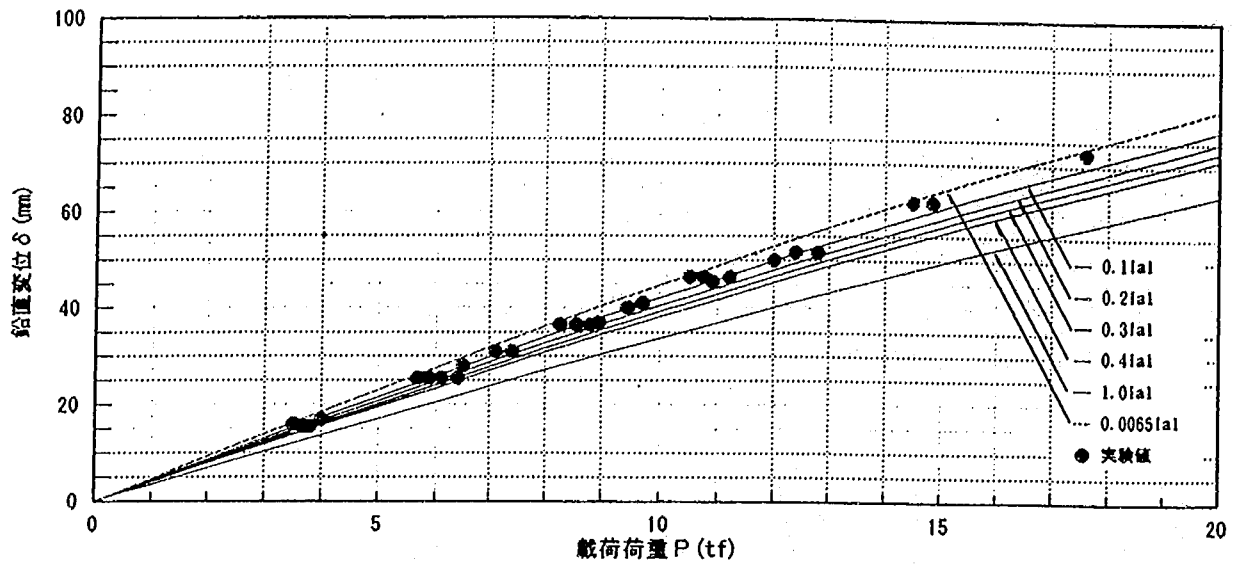


図－A2.1 解析モデル概略図

解析結果を図－A2. 2に示す。本調査での解析条件は、坂本らのものよりスパン長が短く、初期導入張力が大きいため、曲げ剛性（ $E I$ ）および載荷荷重 P が同じ時には、本調査の条件の方が鉛直たわみは小さい。S P W C の断面二次モーメントが $0.1 I_{al}$ 近傍で一様な時が、中央位置での鉛直たわみ δ がよくフィットしているようである。

また、中央位置鉛直たわみが同じ（ $\delta=73.32\text{mm}$ ）時の、たわみ分布を図－A2. 3に、曲げモーメントおよび曲率の分布を図－A2. 4に示す。たわみ分布は断面二次モーメントが小さいほど形状が直線的になっている。定着部近傍の曲げモーメントは、断面二次モーメントが大きいほど、大きくなる傾向にある。また、曲げモーメントより曲率も求めてみたが、たわみ分布から推察されるように、断面二次モーメントが小さいほど、定着部近傍の曲率は大きく、かつ、定着部から見て曲率が0に近づく距離も短い。

たわみ試験と解析値の比較
 $P_i=305\text{tf}$: $L=5826\text{mm}$



たわみ試験と解析値の比較
 $P_i=300\text{tf}$: $L=6000\text{mm}$ 坂本らのモデル

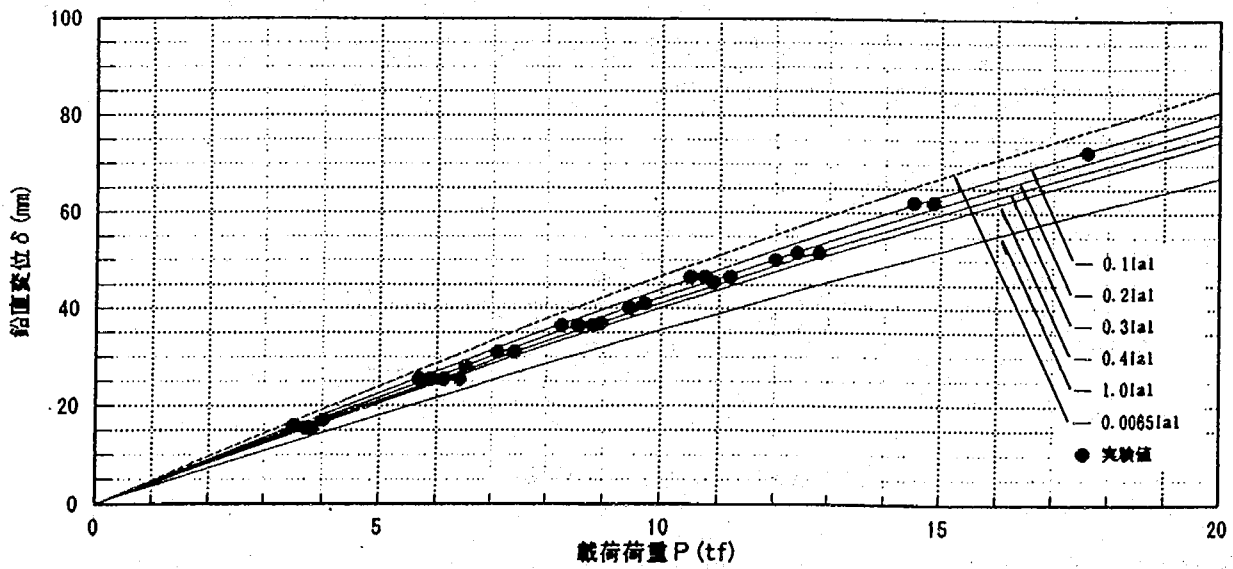


図-A2.2 有限変形解析結果 ($P-\delta$)

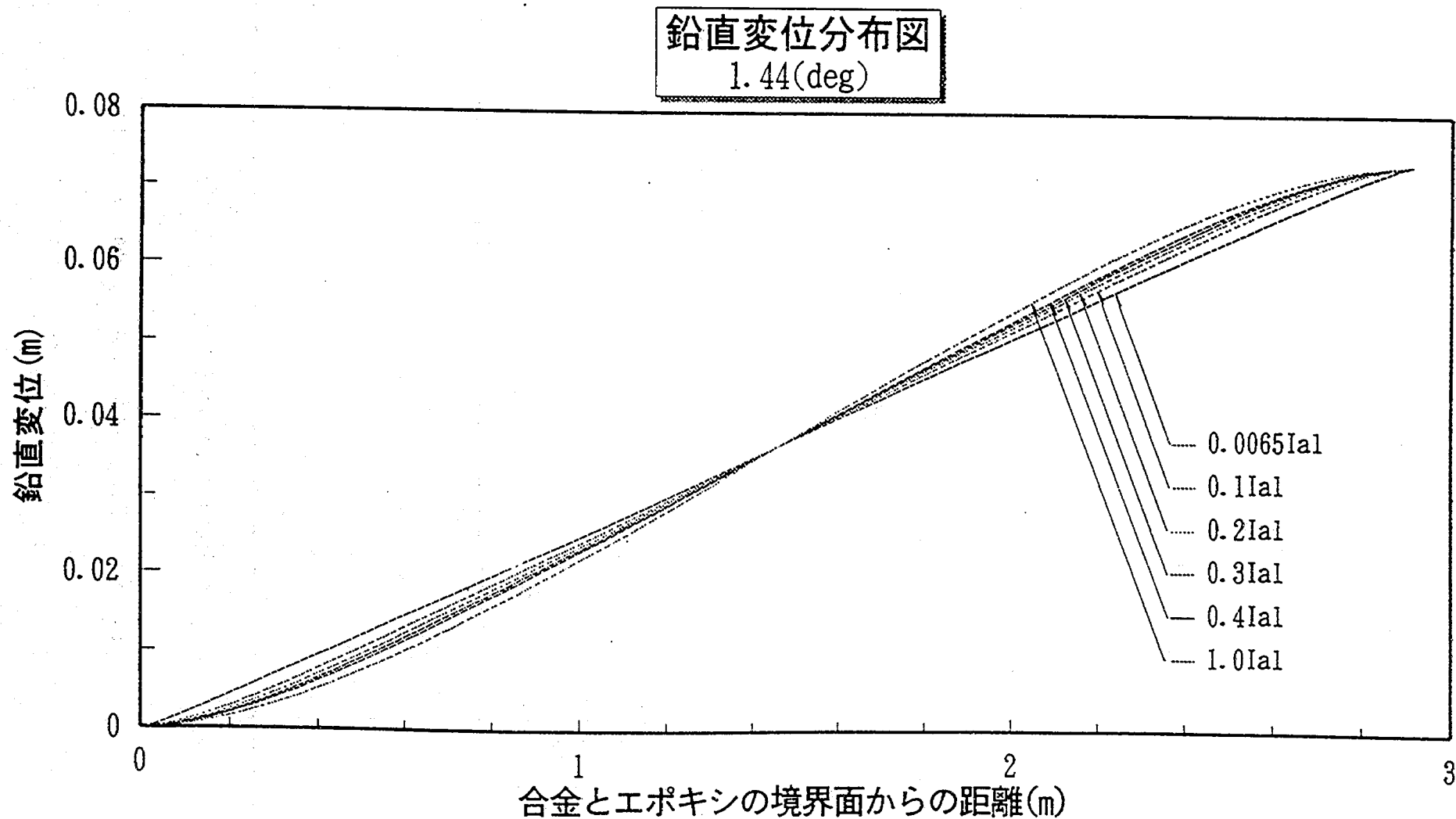


図-A2.3 たわみ分布図 ($\theta = 1.44^\circ$)

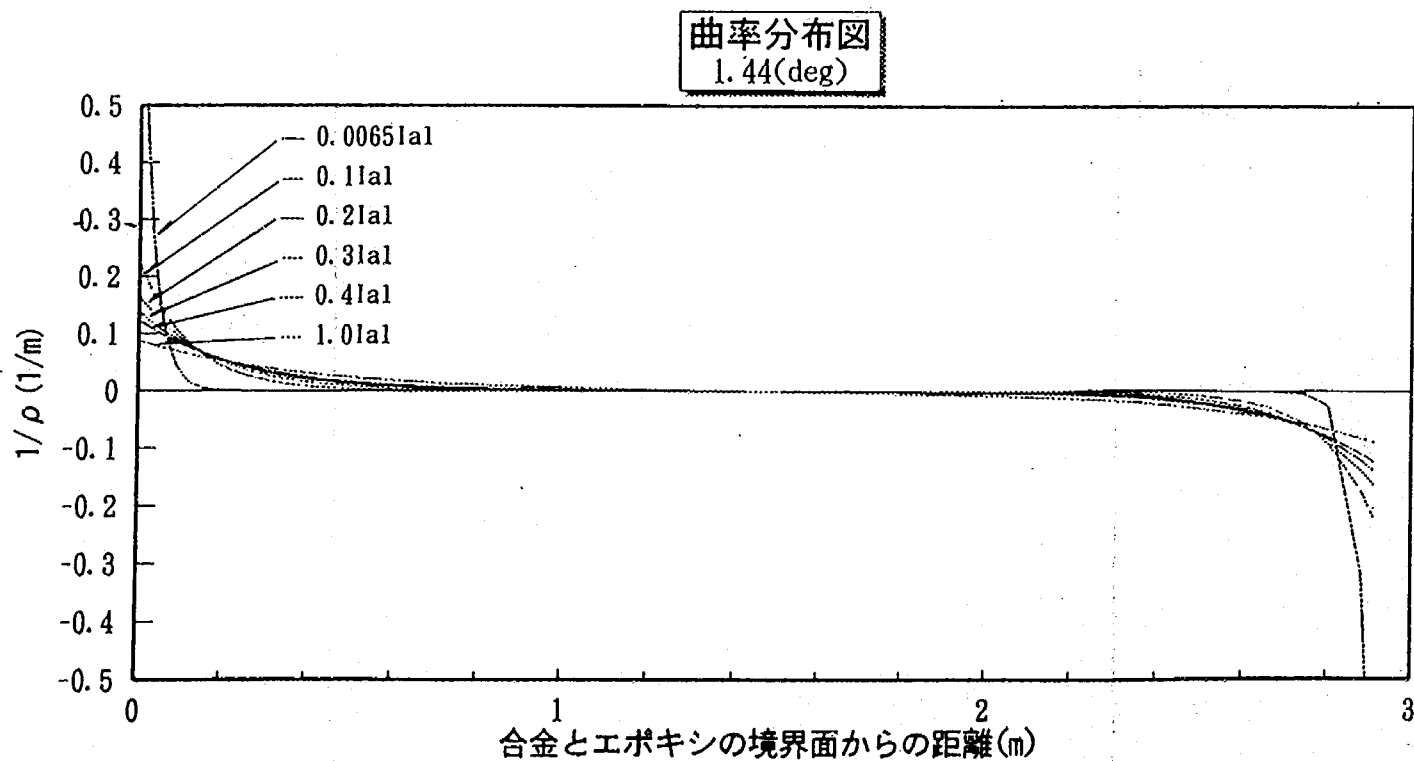
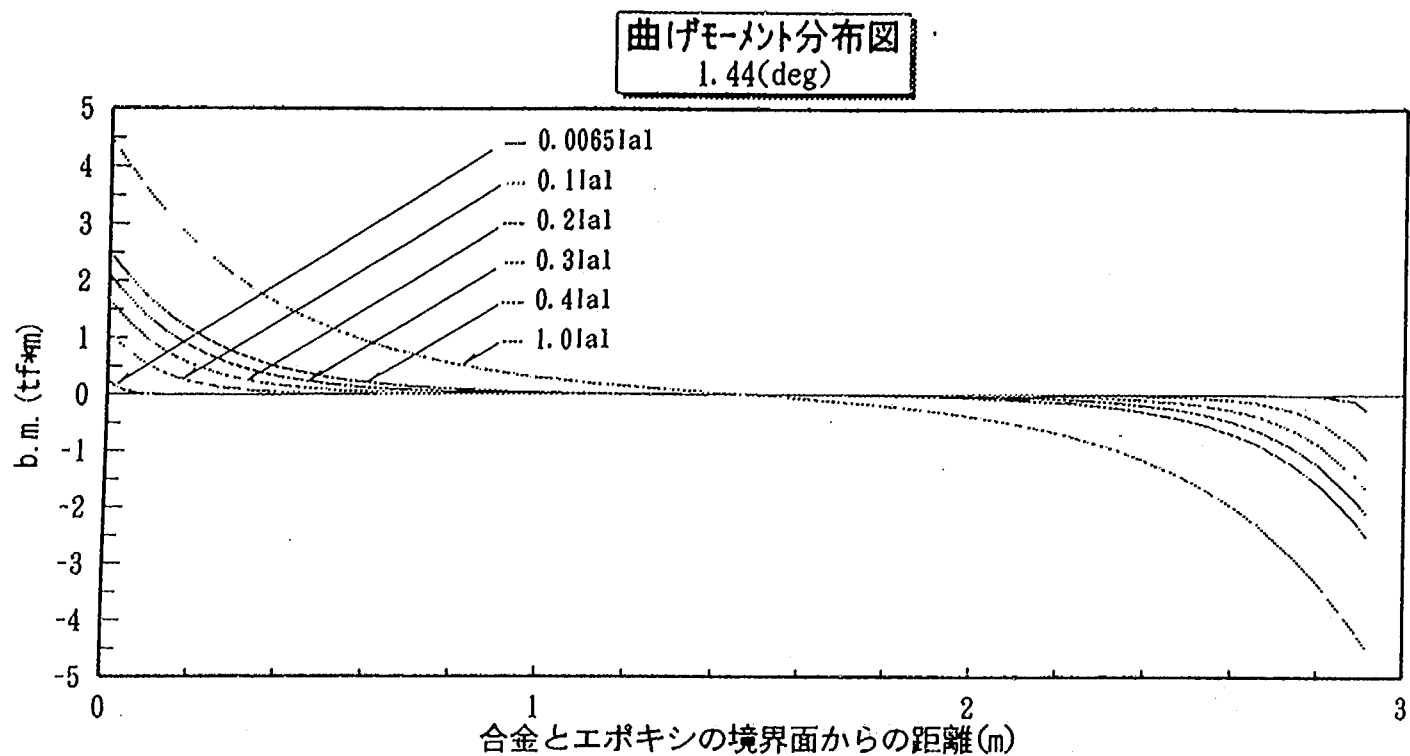


図-A2.4 曲げモーメント・曲率分布図 ($\theta = 1.44^\circ$)

(2) 応力度計算

両端固定梁モデルの有限変形解析より、応力度の推定を試みる。曲げ応力試験実施時、曲げ応力度は曲げ角度に関連させて整理されている²⁾～⁴⁾(図-A2. 5 参照)。曲げ角度は以下の式により定義されている。

$$\text{曲げ角度 } \theta = \tan^{-1}(\delta c/(L/2)) \quad (\text{図-A2. 1 参照})$$

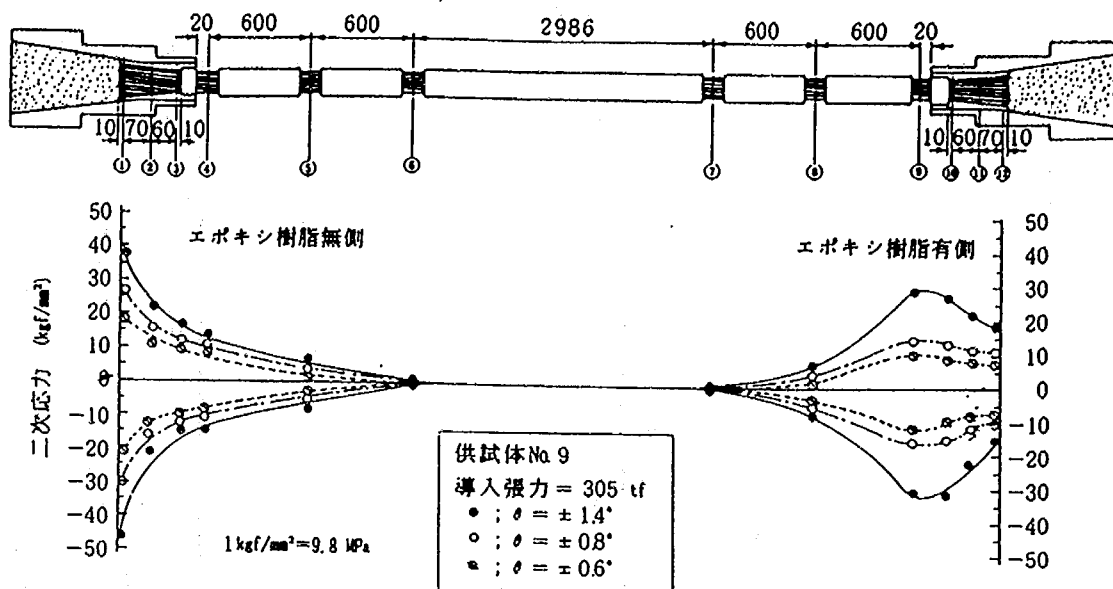


図-A2.5 曲げ応力の分布²⁾

坂本らは、 $L=6000\text{mm}$ と定義しているので $\delta=73.32\text{mm}$ 時の曲げ角度を $\theta=1.4^\circ$ としている²⁾。本調査では、 $L=5826\text{mm}$ としているので、曲げ角度は $\theta=1.44^\circ$ となる(以後、特にことわりがなければ、曲げ角度は $L=5826\text{mm}$ で算出している)。

従来の研究からの指摘^{2) 4)}や前節の結果より、SPWCの断面二次モーメントが素線間が剛結状態と仮定した時のものより小さいことは明かである。これは、素線間にすべりが生じているためと説明されている。斜張橋用ケーブル(SPWC)は、吊橋のPWSのようにケーブルバンドに締め付けられてはいないが、若干のねじりが与えられてることにより、張力導入時には求心力が生じる。この求心力により、SPWCに曲げモーメントが作用した際、素線間に摩擦応力(曲げ応力の伝達力)が生じ、SPWC全体で曲げ抵抗する。そして、曲げモーメントがさらに大きくなると最大静摩擦応力を越え、素線にすべりが生じ始めひずみの三角形分布がくずれると考えられる。

以下のような三種類の計算方法でSPWCの二次曲げ縁応力度を推定した。

1) 計算方法①

断面係数 z も、断面二次モーメントの低減率と同じ割合で小さくなるものとし、 $\sigma_{bm}=M/z$ で求めた。基準となる断面係数 z_{al} は、素線が剛結状態と仮定した時のものである。図-A2. 6に二次曲げ応力の分布図を示す。

全てのケースにおいて、定着部から200mm 以内の範囲において、解析値が計測値より大きな値となっている。図-A2. 6には、 $I=I_0$ 時の結果は載せていないが、同様の傾向である。

梁要素モデルによる解析結果
計算方法①

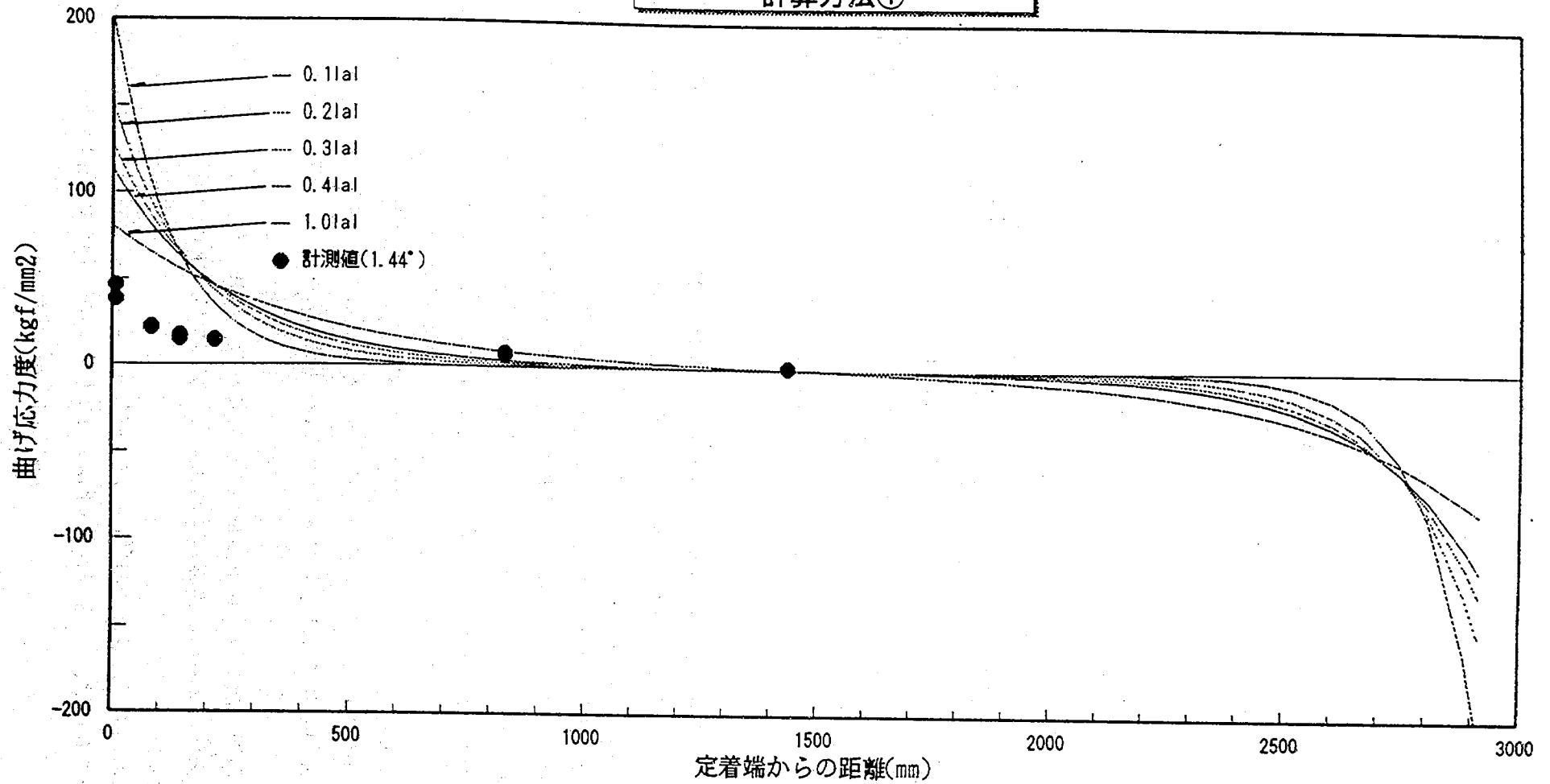


図-A2.6 曲げ応力分布図 ($\theta = 1.44^\circ$: 計算方法①)

2) 計算方法②

φ7-139 SPWCを15層の梁（素線）が重なっているものと考え、おのおの梁の境界部になんらかの曲げによるひずみの伝達機能があるものと仮定する。

重なった梁に曲げモーメントが作用し変形した時、各梁間にSPWC軸線方向にズレは生じても軸線直角方向に離れなければ、各々の梁の変形は同一形状であり、断面の曲率は、どの梁でも同じである考える。

いま、SPWC軸線上の素線を基準に、SPWC軸線法線方向外側に向かって曲げひずみが、素線間が剛結状態と仮定した時より低下している分布状態であるとする。そして、梁（素線）内で曲率は一定、梁の境界部(i)でSPWC軸線直角方向内側の曲げひずみ $\varepsilon_{i, in}$ と外側の $\varepsilon_{i, ot}$ に $\varepsilon_{i, ot} = k * \varepsilon_{i, in}$ の関係があるとする（ $-1/(2 * \rho) * r$ シフトしていることに注意）。図-A2. 7から、ひずみ低減係数 $k=1$ であれば素線間が剛結状態と仮定した状態であり、 $k=0$ であれば素線間が全く自由な状態であることがわかる。シフトを解除した式で表すと、

	$\varepsilon_{i, in}$	$\varepsilon_{i, ot}$
境界①(i=1)	$1/\rho * r * (1/2)$	$1/\rho * r * (k - 1/2)$
境界②(i=2)	$1/\rho * r * (k + 1/2)$	$1/\rho * r * (k^2 + k - 1/2)$
境界③(i=3)	$1/\rho * r * (k^2 + k + 1/2)$	$1/\rho * r * (k^3 + k^2 + k - 1/2)$
境界④(i=n; i≠1)	$1/\rho * r * (\sum_{j=1}^{n-1} k^j + 1/2)$	$1/\rho * r * (\sum_{j=1}^n k^j - 1/2)$

となり、曲げひずみ ε は曲率($1/\rho$)でくくれる関数であることがわかる。

ρ : 曲率半径 r : 素線径

曲げひずみ $\varepsilon = 1/\rho * h$ と表せる（ h は r と k の関数）。

弾性係数 $E = \text{const}$ とすると、曲げモーメント(M)は、

$$\begin{aligned} M &= \int E * \varepsilon * y dA \\ &= E * \int \varepsilon * y dA \\ &= 1/\rho * \int h * y dA \text{と表せる。} \end{aligned}$$

ひずみ低減係数 $k=1$ 時、 $\varepsilon = 1/\rho * y = 1/\rho * h$ となり

$$= 1/\rho * \int y^2 dA \text{となり、} \int y^2 dA = I_{al}。$$

（ I_{al} は、素線間が剛結状態の断面二次モーメント）

よって、重なった梁（素線）の集まりを梁（SPWC）とみなしたときの断面二次モーメント I は、

$$I = \int h * y dA \text{と表せる。次章以降では、この} I \text{を等価な断面二次モーメントと記している。}$$

次章以降の膜要素による解析にも関連するが、SPWCを二次元でモデル化するにあたり、SPWC断面で素線が軸対象に配されていないことや積層状のモデルにするにあたり上下段の素線の重なりを考慮することが問題となる。

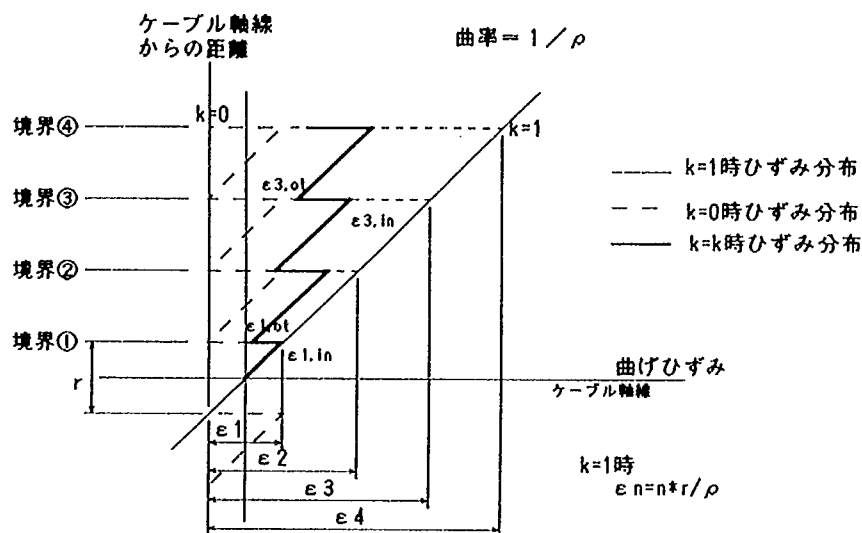
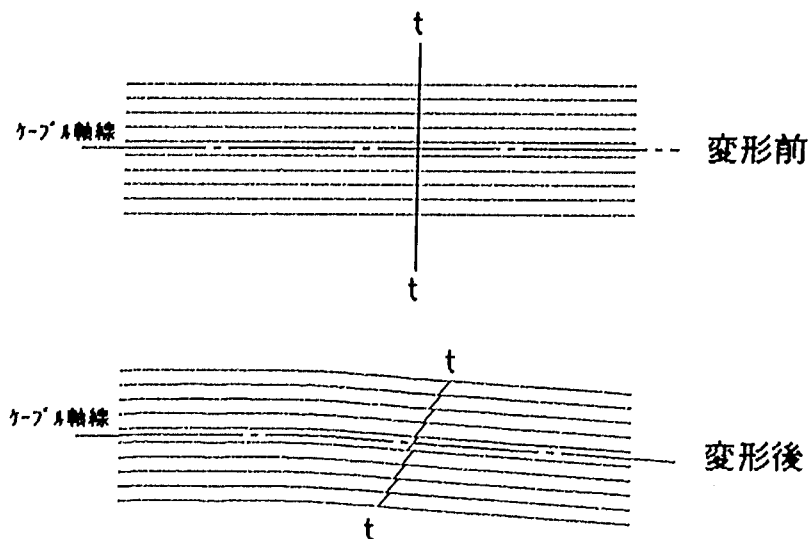


図-A2.7 計算方法②説明図

φ7-139およびφ7-163のSPWCについて、2通りの素線配置断面を用い、素線間が剛結状態の時の断面二次モーメントを求めてみた(図-A2.8、図-A2.9参照)。

φ7-139およびφ7-163ともに両配置とも断面二次モーメントは同じであった。モデルの簡素化等も踏まえ、配置Aの素線配置で積層状モデルを考えるものとした。そして、二次元モデルによる上段および下段の素線の境界は、素線の接点で設けるものとした(図-A2.10参照)。よって、このモデルでの素線径は、

$$r' = 7 \times 3^{0.5} / 2 = 6.0622 \text{ mm} \quad \text{となる。}$$

応力度算定の流れは以下ようになる。

- ① ひずみ低減係数 k ($0 \leq k \leq 1$) を決め、ケーブルの断面二次モーメントを決定する。
- ② 両端固定梁の有限変形解析を行い、文献²⁾による曲げ角度 1.44° の梁の曲率を求める。
- ③ 前述の考え方に則り、SPWC軸線より一番離れた位置の素線の縁応力度を求める。

k は、 $1/10$, $0.4/10$, $0.3/10$, $0.2/10$, $0.1/10$, $1/10$ ($0.0065/10$) に相当する値を選んでいる。また、素線径 r は 6.0622 mm で計算している。

NEW-PWS (φ7×139)

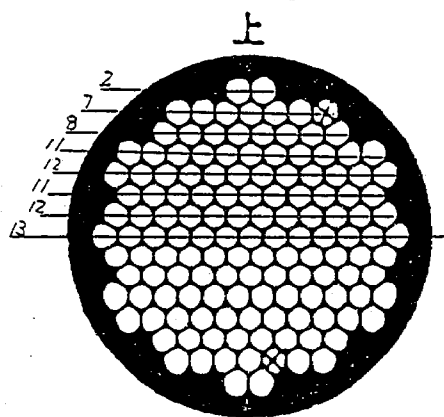
直径(mm) 面積(mm²) I (mm⁴)

7 38.48451 117.85881

段数	素線本数	図心からの1本当たり 距離(mm) の I (mm ⁴)	当段当たり の I (mm ⁴)
8	2	42.435245 69418.841	277675.364
7	7	14.36.373067 51032.866	714460.124
6	8	16.30.310889 35475.502	567608.032
5	11	22.24.248711 22746.750	500428.500
4	12	24.18.186533 12846.610	308318.640
3	11	22.12.124356 5775.082	127051.804
2	12	24.6.062178 1532.165	36771.960
1	13	0 117.859	1532.167
	139		2533846.591

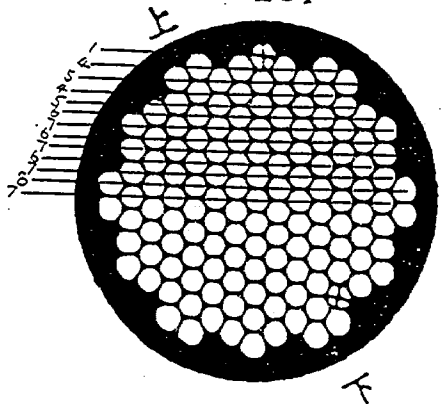
I 合計(mm⁴)
2.5338E-06

【配置 A】



下

【配置 B】



下

I 合計(mm⁴)
2.5338E-06
45.935245 45.5

図-A2.8 素線配置断面図 (φ7-139)

NEW-PWS (φ7×163)

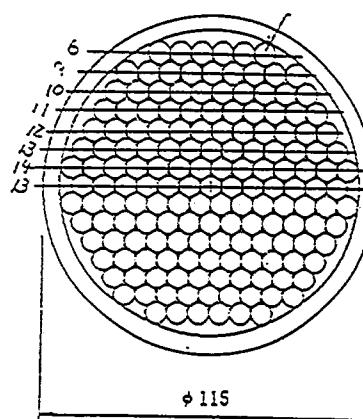
直径(mm) 面積(mm²) I (mm⁴)

7 38.48451 117.85881

段数	素線本数	図心からの1本当たり 距離(mm) の I (mm ⁴)	当段当たり の I (mm ⁴)
8	6	12.42.435245 69418.841	833026.092
7	9	18.36.373067 51032.866	918591.583
6	10	20.30.310889 35475.502	709510.040
5	11	22.24.248711 22746.750	500428.500
4	12	24.18.186533 12846.610	308318.640
3	13	26.12.124356 5775.082	150152.132
2	14	28.6.062178 1532.165	42900.620
1	13	0 117.859	1532.167
	163		3464459.779

I 合計(mm⁴)
3.4645E-06

【配置 A】



φ115

NEW-PWS (φ7×163)

直径(mm) 面積(mm²) I (mm⁴)

7 38.48451 117.85881

段数	素線本数	図心からの1本当たり 距離(mm) の I (mm ⁴)	当段当たり の I (mm ⁴)
14	2	45.5 79790.416	319161.664
13	3	42.0 68004.534	408027.204
12	4	38.5 57161.524	457292.192
11	5	35.0 47261.384	472613.840
10	6	31.5 38304.114	459649.368
9	7	28.0 30289.715	424056.010
8	6	24.5 23218.186	278618.232
7	7	21.0 17089.528	239253.392
6	8	17.5 11903.740	190459.840
5	7	14.0 7660.823	107251.522
4	8	10.5 4360.776	69772.416
3	7	7.0 2003.600	28050.400
2	8	3.5 589.294	9428.704
1	7	0.0 117.859	825.013
	163		3464459.797

I 合計(mm⁴)
3.4645E-06
45.935245 49

【配置 B】

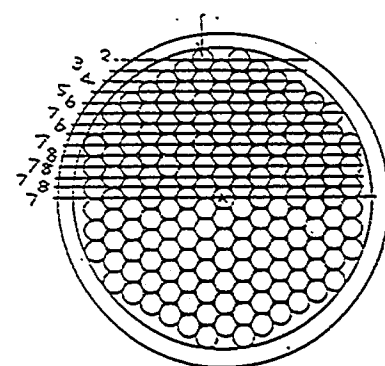


図-A2.9 素線配置断面図 (φ7-163)

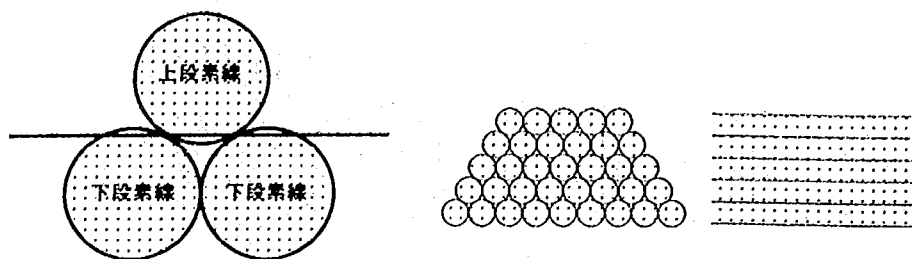


図-A2.10 二次元モデル概略

図-A2. 1 1 に各 k によるひずみ分布の比較図、図-A2. 1 2 に計算した二次曲げ応力の分布図を示す。

定着端からの距離が800mm, 1400mmの位置では、 $1/a$ 時がよく一致している。80~220mm の位置では、 $0.3/a$ 時がよく一致している。本計算手法が妥当性は確認されていないが、計測値と解析値の二次曲げ応力度分布を比較してみると、定着部近傍ほど断面二次モーメントは小さく、定着部から離れるにつれて断面二次モーメントが大きくなっているようである。

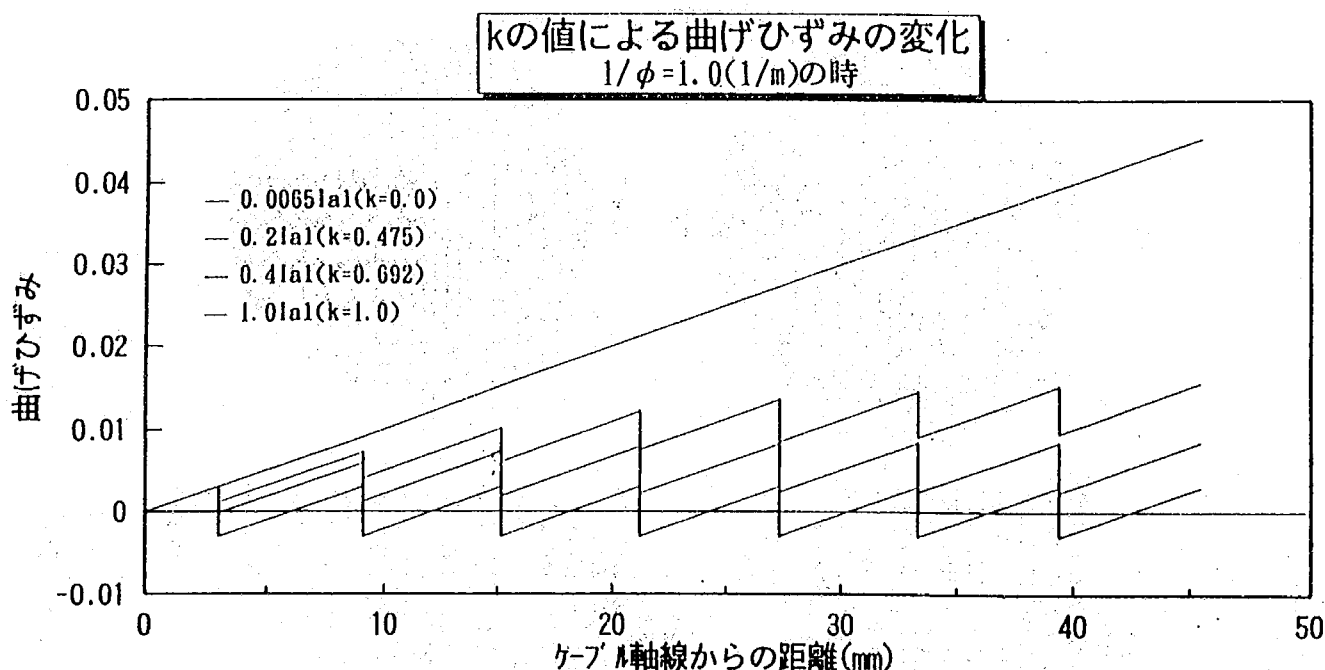


図-A2.11 k によるひずみ分布の比較

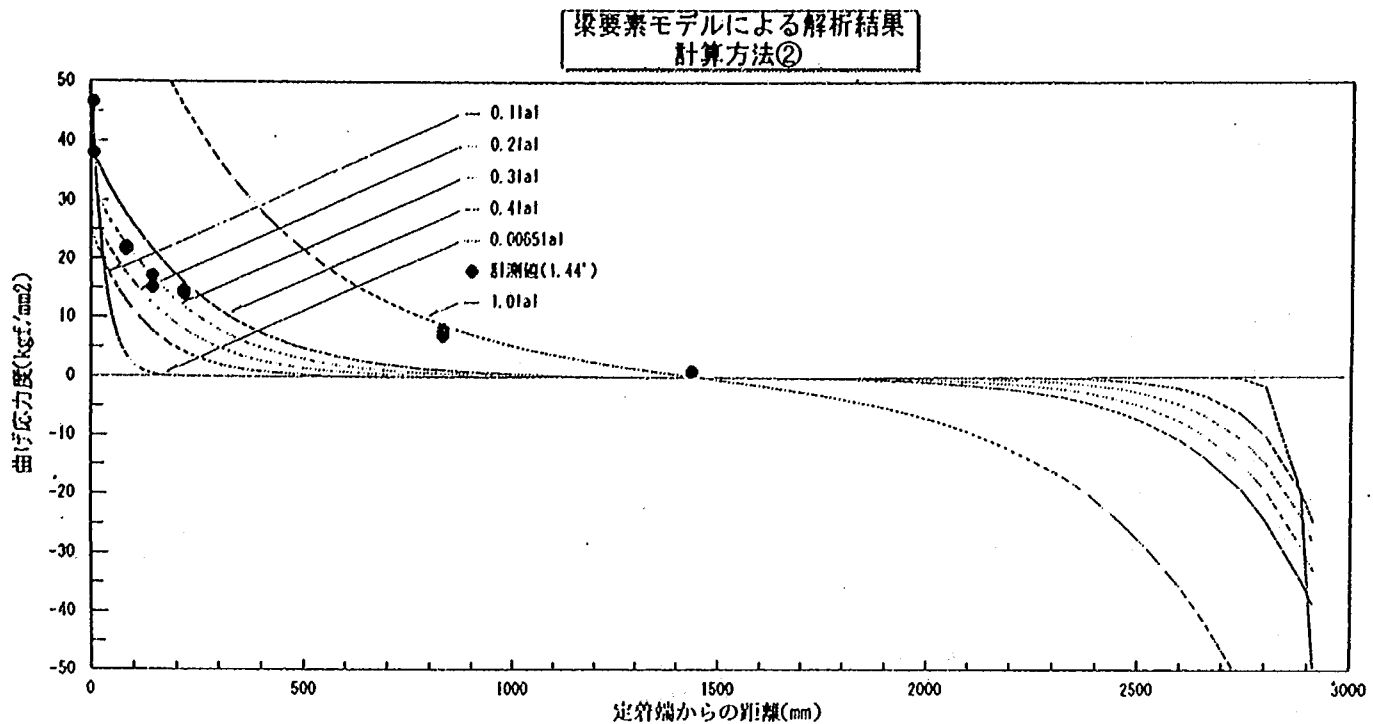


図-A2.12 曲げ応力分布図 ($\theta = 1.44^\circ$: 計算方法②)

3) 計算方法③ (混合モデル)

S P W Cは、素線が口金付近から定着部の間で広がり、亜鉛合金部で定着されている。また、計算方法②の結果より、定着部近傍ほど断面二次モーメントは小さく、定着部から離れるにつれて断面二次モーメントが大きくなっていると推察される。口金付近の素線が広がる位置より定着部までを拡幅部 ($\phi 7-139$ S P W Cでは、区間長が151mm)、その他の区間を一般部と呼ぶことにする。ここでは一般部の断面二次モーメントを I_{al} ($k=1$)、拡幅部の k の値 (断面二次モーメント) を変化させた時の二次曲げ応力度を求めてみた。

計算方法としては、一般部の断面二次モーメントを I_{al} 、拡幅部の断面二次モーメントを $0.4 I_{al}$, $0.3 I_{al}$, $0.2 I_{al}$, $0.1 I_{al}$, I_0 とした時の両端固定梁の有限変形解析を行う。曲げ角度が 1.44° 時の曲率分布を用いて、計算方法②と同様の手法で二次曲げ応力度を求める。

解析結果の $P-\delta$ を図-A2. 13 に示す。全ての解析条件において S P W C 中央部でのたわみが、実験値より小さい値となっている。また、曲げ角度 $\theta = 1.44^\circ$ 時のたわみ分布を図-A2. 14 に、曲げモーメントおよび曲率の分布を図-A2. 15 に示す。

断面二次モーメントを変化させた拡幅部でのたわみ分布は、断面二次モーメントが小さいほど形状が直線的になっている。また、S P W C 中央部では、全ケース一般部の断面二次モーメントを I_{al} としているため、ほぼ同じ形状である。

定着部近傍の曲げモーメントは、断面二次モーメントが大きいほど、大きくなる傾向にある。また、拡幅部での曲げモーメントは、S P W C 全区間で断面二次モーメントが同一とした場合に比べて大きい。曲率は、定着部近傍において、断面二次モーメントが小さいほど、定着部近傍の曲率は大きい。また、拡幅部と一般部の境界部で曲率の大きな変動が認められる。これは、断面二次モーメントが急激に変化しているためである。

たわみ試験と解析値の比較
 $P_i=305\text{tf}$: $L=5826\text{mm}$: 混合モデル

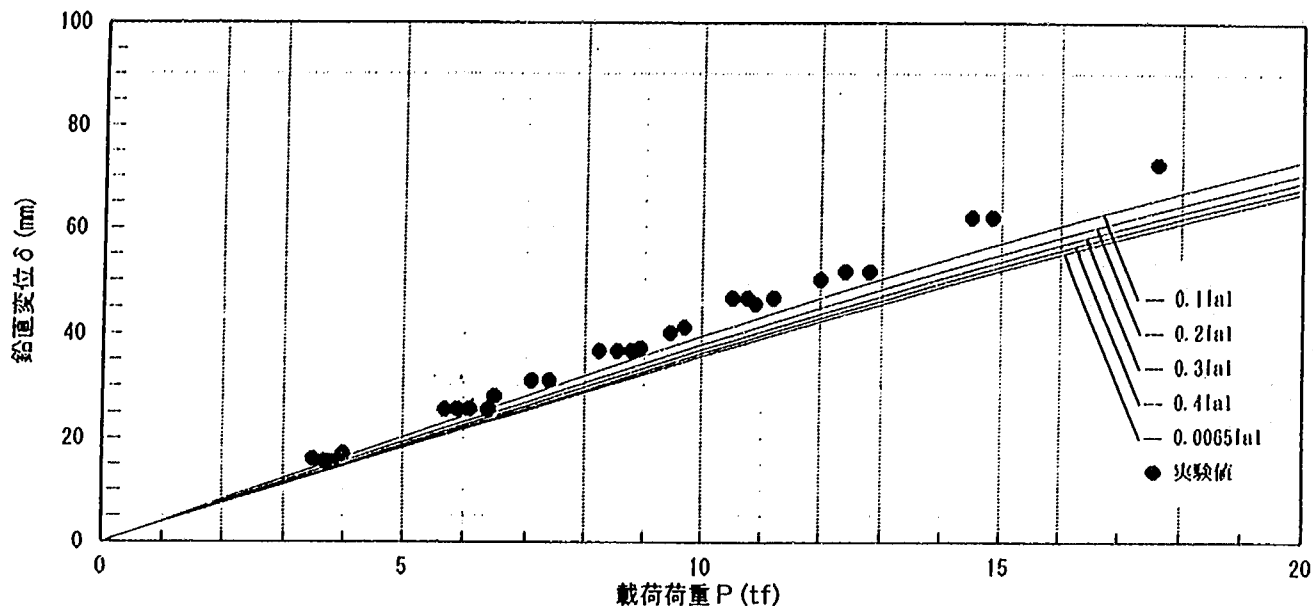


図-A2.13 有限変形解析結果 ($P-\delta$: 混合モデル)

鉛直変位分布図
 $1.44(\text{deg})$ 混合モデル

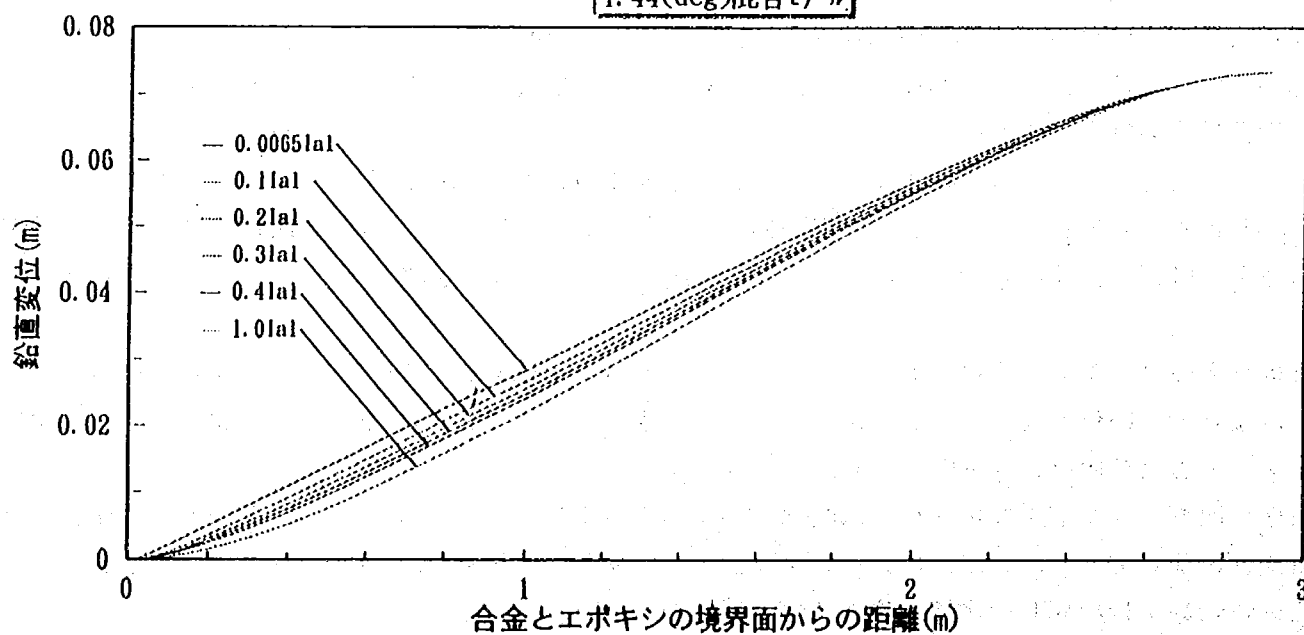


図-A2.14 たわみ分布図 ($\theta=1.44^\circ$: 混合モデル)

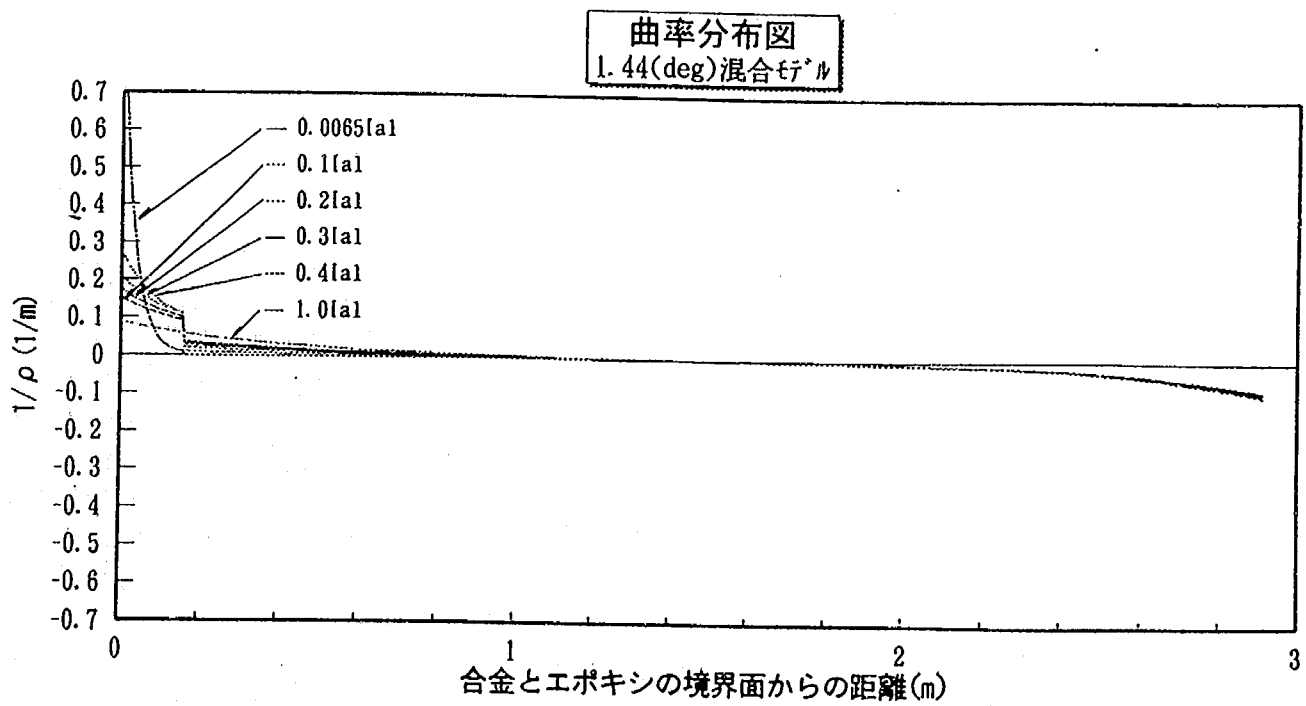
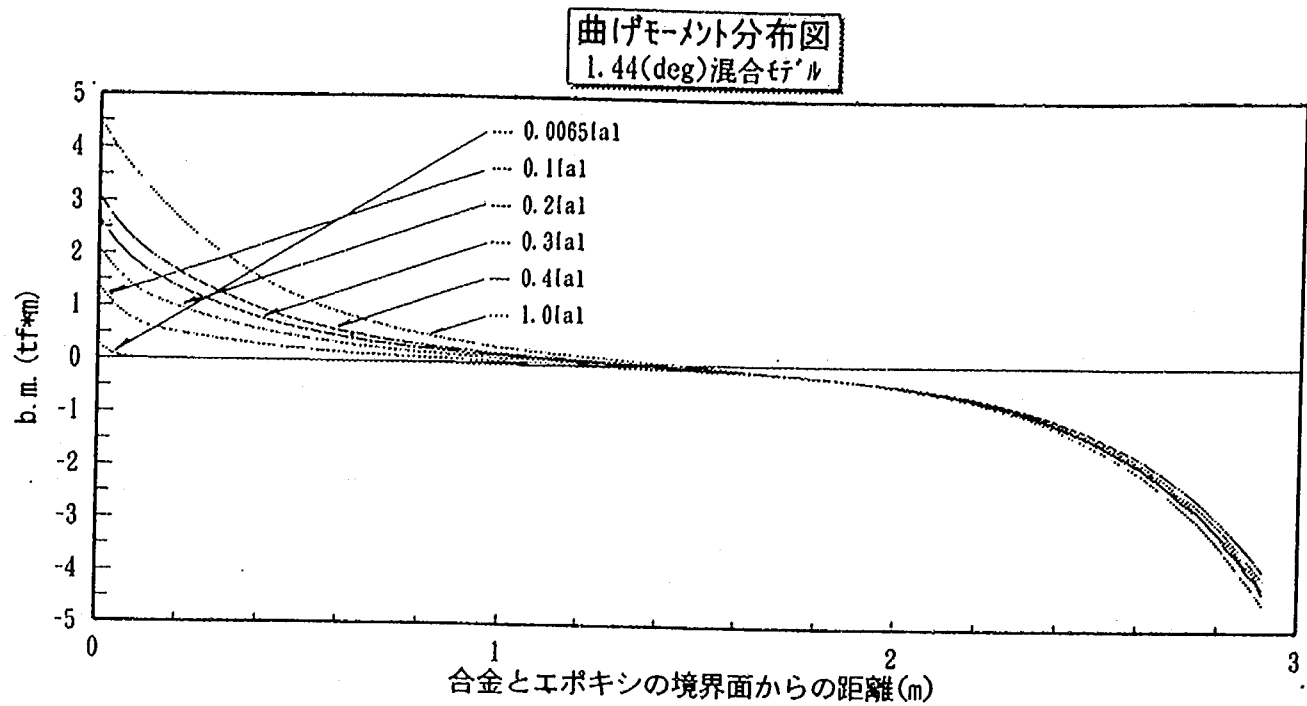


図-A2.15 曲げモーメント・曲率分布図 ($\theta = 1.44^\circ$: 混合モデル)

図-A2. 16に二次曲げ応力の分布図を示す。定着端からの距離が80~220mm の位置では、0.1~0.21al時がよく一致している。本計算手法が妥当性は確認されていないが、断面二次モーメントを定着端から漸増する梁要素モデルを配し、解析を行うと二次曲げ応力度が計測されている範囲内でよく一致する結果が得られるかもしれない。次節で素線を膜要素でモデル化した有限変形解析を行い、SPWC内での二次曲げ応力度の分布を解析的に確認する。

1. 2 端部モデルの膜要素有限変形解析

(1) 解析概要

φ7-139 SPWC端部（エポキシ樹脂の充填されていない端部：1.5m）を解析対象とし、初期張力を考慮した2次元面内有限変形解析を行った。素線部については平面応力膜要素（アイソパラメトリック2次要素）、素線間については接触要素でモデル化した。さらに、境界条件として前章で求めた曲げ角度1.44°時の変形量（たわみ、回転変位）を外力とし、解析は変位制御で行った。本解析では、素線間のひずみの低減係数をパラメータとし、φ7-139 SPWC曲げ試験結果の縁応力度と解析結果とが一致するモデルを探索した。

以上の解析により下記に示す結果を得た。

① SPWC端部からの距離と等価な断面二次モーメントの関係（1.1(2)参照）

② 曲率とSPWC縁応力の関係

梁要素モデルによる解析結果
混合モデル

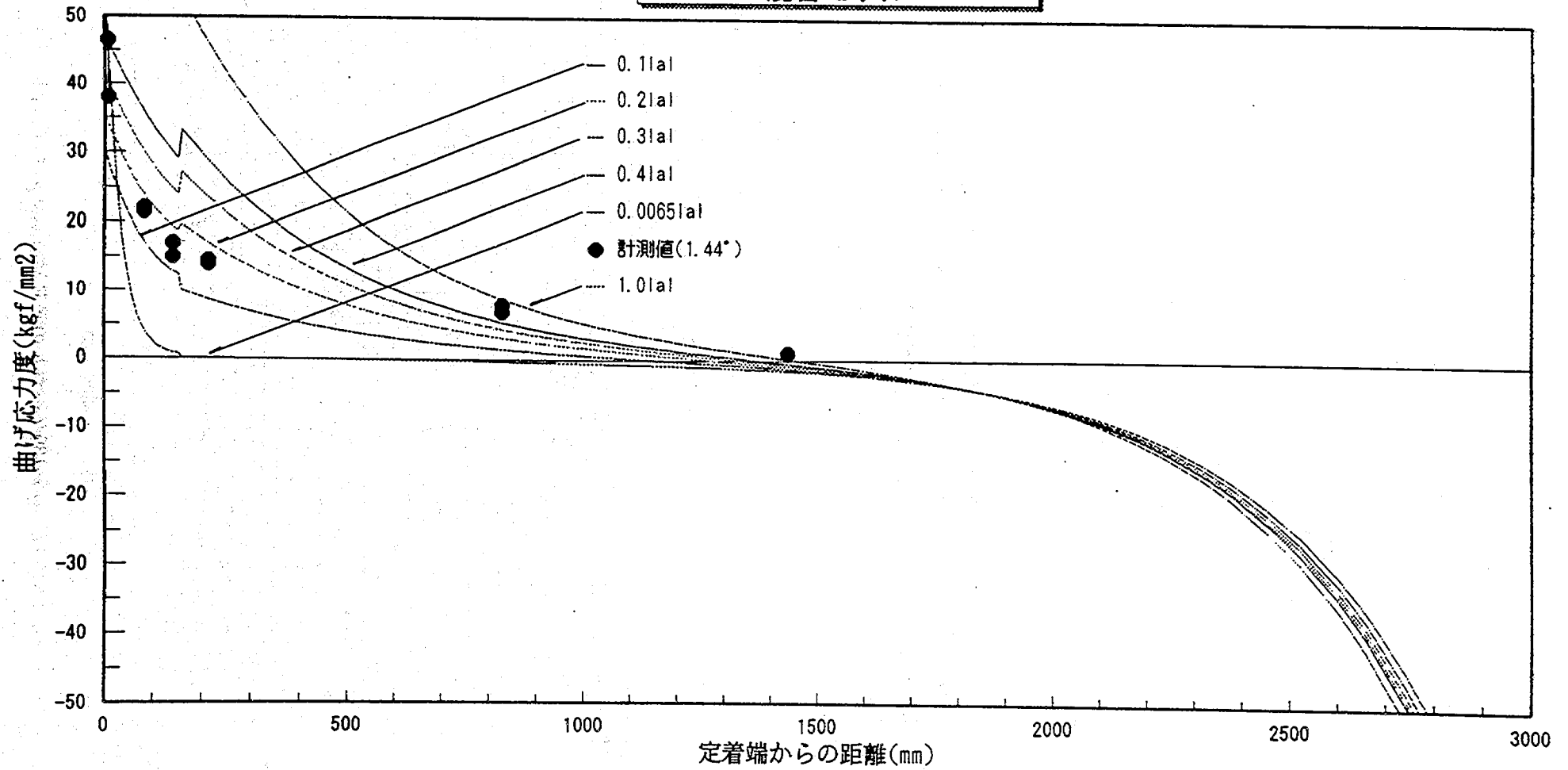


図-A2.16 曲げ応力分布図 ($\theta = 1.44^\circ$: 混合モデル)

(2) 解析モデル

1) 材料特性およびメッシュ切り

素線の配置形状として前節の断面A (1.1(2)参照)を想定し、解析モデルを作成している。

解析モデルを図-A2. 17に示す。なお解析条件は以下のとおりである。

弾性係数 $E : 2.0 \times 10^7 \text{ (tf/m}^2\text{)}$

ポアソン比 $\nu : 0.3$

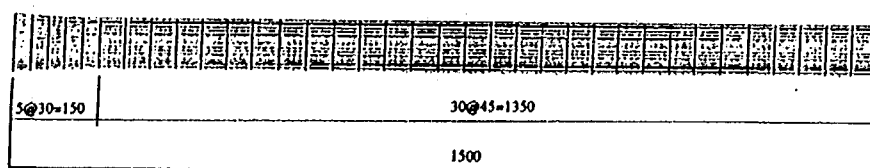
初期張力 $P_i : 305 \text{ (tf)}$

使用要素

素線部 : アイソパラメトリック平面応力要素 (8 節点)

素線間部 : 接触要素

奥行き厚 : 素線断面二次モーメントと等しくなるよう換算厚とする



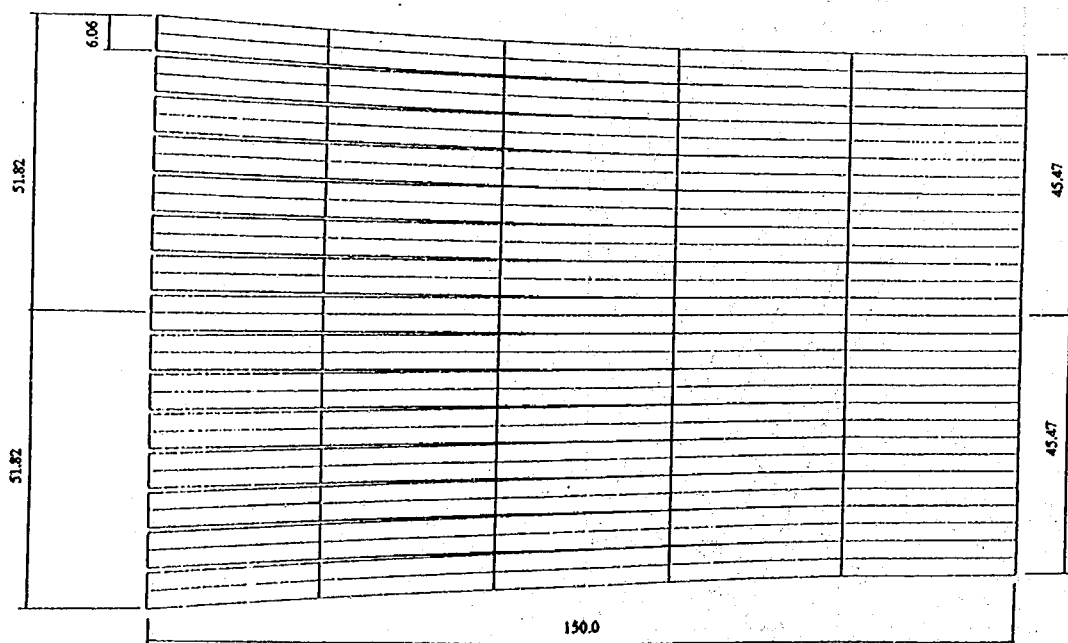
節点数 : 4275

要素数

平面応力要素 : 1050

接触要素 : 490

(1) 全体のメッシュ



(2) 端部拡大図

図-A2.17 $\phi 7-139$ ケーブルのFEM有限変形モデル図

2) 欠損を考慮した等価断面諸量

図-A2. 18に示すとおり。

3) 素線1本当りのモデル化

図-A2. 19に示すとおり、y方向を2分割したモデルと3分割したモデルの精度比較を行い、2分割モデルで十分な精度を有していると判断した。

4) 素線間のモデル化

本解析では、素線間のSPWC軸方向の力の伝達を無視（ただし、軸直角方向の力の伝達を考慮）することにより、各素線間に下記に示すような異方性の接触要素を設けた（図-A2. 20参照）。この接触要素では K_v （鉛直方向剛性）と K_h （水平方向剛性）を定義できる。

5) 境界条件（荷重条件）

境界条件は、以下の4通りで検討している。

DSP1: $k=1$ の時（素線間が剛結状態の時）， $0.2 \times I_{al} \cdot \theta = 1.44^\circ$ 時の曲率

DSP2: $k=0$ の時（素線間が全くフリーの時）， $0.2 \times I_{al} \cdot \theta = 1.44^\circ$ 時の曲率

DSP3: $k=0.475$ の時（ $I=0.2 \times I_{al}$ の時）， $0.2 \times I_{al} \cdot \theta = 1.44^\circ$ 時の曲率

DSP4: $k=0.692$ の時（ $I=0.4 \times I_{al}$ の時）， $0.2 \times I_{al} \cdot \theta = 1.44^\circ$ 時の曲率

ケーブルが積層モデルで表せるもとし、任意の断面 $t-t'$ で曲げモーメントおよびせん断力はほぼ0、かつケーブル軸線のたわみ角 θ という条件の時、 $t-t'$ 断面近傍のケーブル形状は、図-A2. 21に示す2通りあるいはそれらの中間的なものになると考えられる。

図-A2. 2. 1に示すDSP1は素線間が剛結と仮定した状態であり、また、DSP2は素線間がフリーな状態である。これらは、3.2.1(2)の2)のひずみ伝達の考え方に当てはめれば、DSP1は $k=1$ ・DSP2は $k=0$ に相当する。なお、中間的な境界条件についてもこの考え方により決定している。1.1で求められた梁要素による有限変形解析結果の曲率と k を決定し、固定端から $t-t'$ 断面まで積分することにより $t-t'$ 断面での変位を求めている。

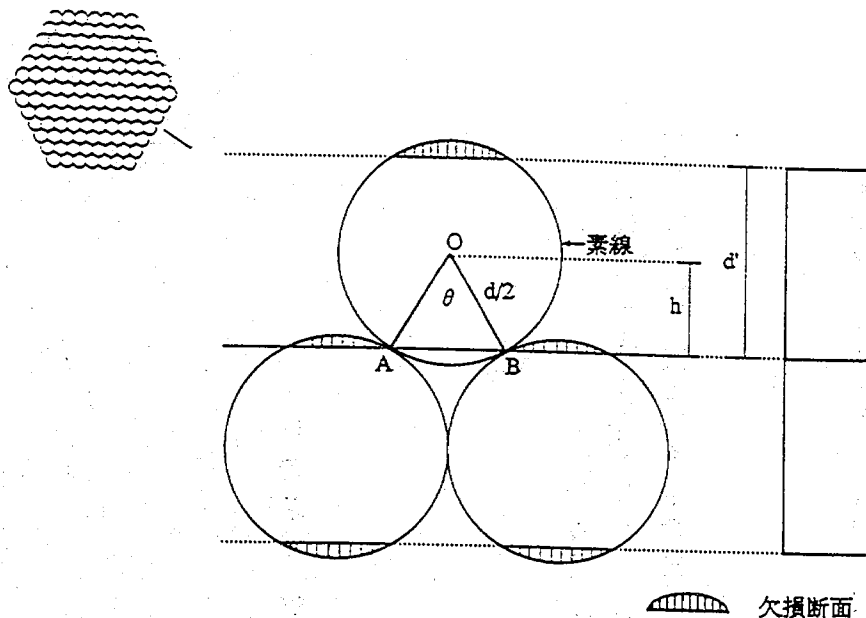
6) 応力度の算出

坂本らは、SPWC導入張力と曲げ変形に伴う二次曲げ応力に着目し、SPWC長手方向の二次曲げ応力を示している²⁾。そこで、本解析においても二次応力を算出し実験との比較を行った。

さらに、本解析では以下に示す応力・モーメントの算出も行った。

- ・付加引張応力
- ・素線の曲げモーメント
- ・SPWC全体の曲げモーメント

なお、各応力・モーメント等の算出過程を図-A2. 22に示す。



素線の直径を d とすると、欠損断面を除いた素線 1 本あたり有効径 d' は三角形 OAB の高さを h とおくと $\theta = 30^\circ$ より

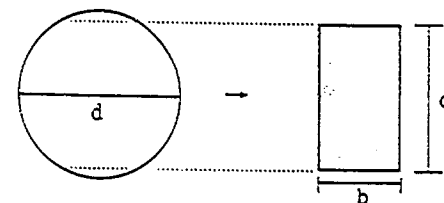
$$h = \frac{d}{2} \cos \frac{\theta}{2}$$

したがって、

$$d' = 2h = d \cdot \cos \frac{\theta}{2} = 6.06$$

図-A2.18 欠損断面を考慮した等価断面諸量

円形断面の素線を長方形断面に置換する際、以下に示す 2 通りの断面諸量で行った。



[1] 等価断面積

素線 1 本当たりの断面積 A_{cr} は

$$A_{cr} = \frac{\pi d^2}{4}$$

これが、長方形断面の面積と等しいことより

$$bd' = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\therefore b = \frac{\pi d^2}{4d'} = \frac{\pi d}{4 \cdot \cos \frac{\theta}{2}} = 6.348$$

[2] 等価断面 2 次モーメント

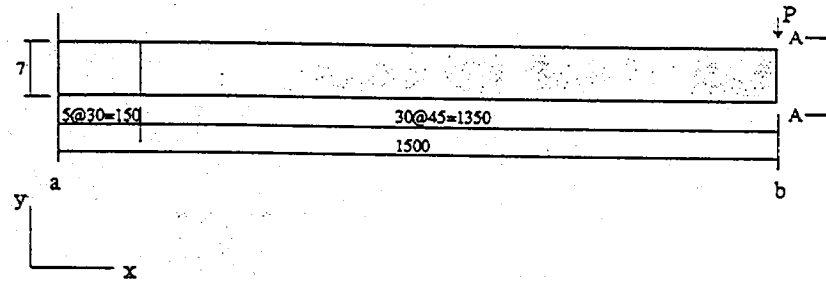
素線 1 本当たりの断面 2 次モーメント I_{cr} は

$$I_{cr} = \frac{\pi d^4}{64}$$

これが、長方形断面の断面 2 次モーメントと等しいことより

$$\frac{bd'^3}{12} = \frac{\pi d^4}{64}$$

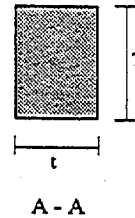
$$\therefore b = \frac{3}{16} \frac{\pi d^4}{d'^3} = \frac{3}{16} \frac{\pi d}{\cos^3 \frac{\theta}{2}} = 6.348$$



$$E = 2.0 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\nu = 0.3$$

$$P = 1.0 \text{ kg}$$



奥行き厚 t は、 $\phi 7-139$ ケーブル 1 本当たりの断面 2 次モーメントと等価になるように換算した。

$$\frac{t \cdot 7^3}{12} = \frac{\pi 7^4}{64}$$

$$\therefore t = \frac{3}{16} \frac{\pi 7^4}{7^3} = 4.123 \text{ mm}$$

図一 A2.19 素線 1 本当たりのモデル化

[1] 弾性理論解

・最大たわみ

$$\delta_{\max} = \frac{PL^3}{3EI} = 47.73 \text{ cm}$$

・最大曲げモーメント及び縁応力度

$$M_1 = P \cdot L = 150 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$\sigma_{\text{edge}} = \frac{7 \cdot M}{2 \cdot I} = 4454.0 \text{ kgf/cm}^2$$

[2] 理論解との比較

	$\delta_{\max}$ (cm)	σ_{edge} (kgf/cm ²)	$\eta_{\max}$
理論解	47.73	4454.0	—
2 分割モデル	47.71	4550.0	13
3 分割モデル	47.72	4546.0	19

$\eta_{\max}$: 最大アスペクト比

理論解との誤差

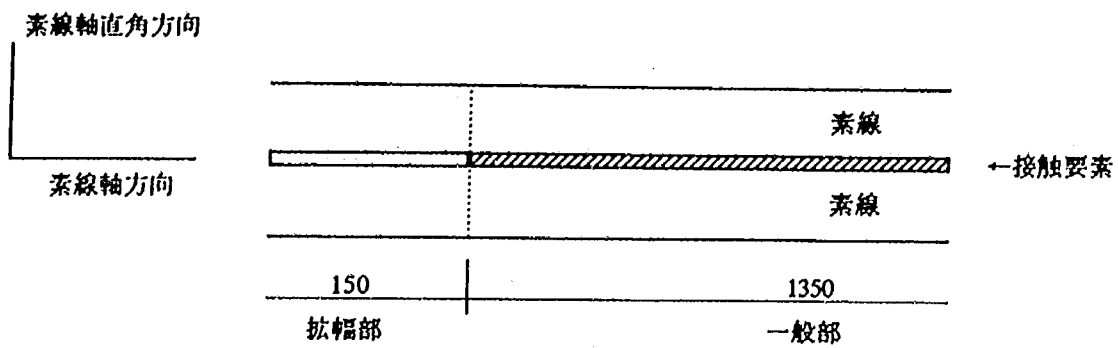
2 分割モデル 最大たわみ 0.04% ; 最大縁応力 2.1%

3 分割モデル 最大たわみ 0.02% ; 最大縁応力 2.0%

[3] 大変形解析での比較

	$\delta_{\max}$ (cm)	σ_{edge} (kgf/cm ²)
2 分割モデル	21.16	2858.0
3 分割モデル	21.41	2872.0

分割数による誤差 最大たわみ 1.2% ; 最大縁応力 0.5%



・ 拡幅部

接触要素無視

・ 一般部

素線軸方向 : 力の伝達無視

素線軸直角方向 : 力の伝達考慮

図-A2.20 素線間のモデル化

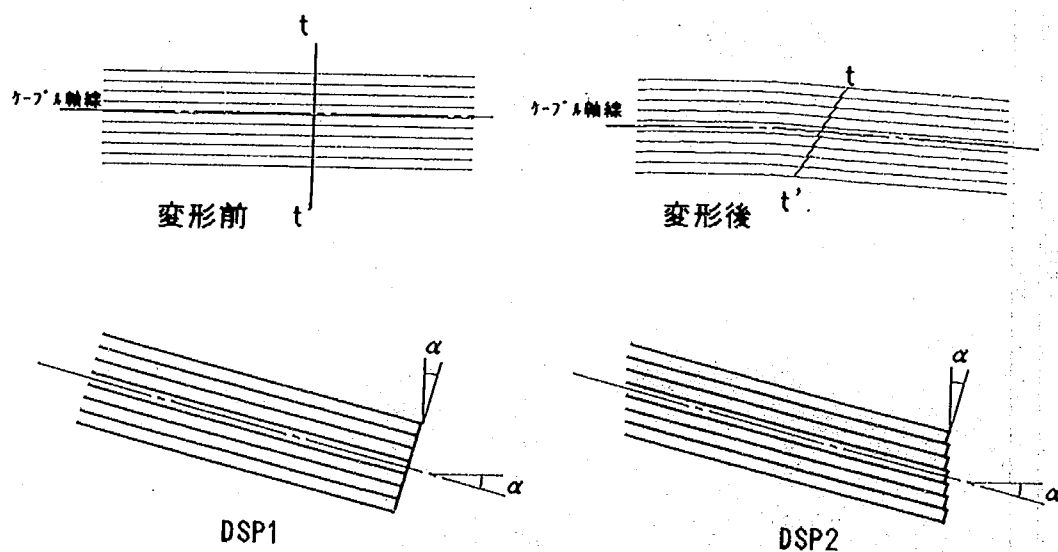


図-A2.21 境界条件

【2次応力の算出】

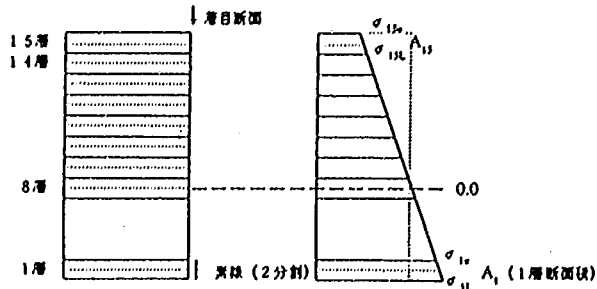


図-5.2.8 二次応力の算出

平均応力 σ_m

$$\sigma_m = \frac{\sum \left(\frac{\sigma_{15L} + \sigma_{1L}}{2} \right) \cdot A_1}{\sum A_1}$$

2次応力 σ_{2nd}

$$\sigma_{2ndL} = \sigma_{15L} - \sigma_m$$

$$\sigma_{2ndU} = \sigma_{1L} - \sigma_m$$

【付加引張り応力の算出】

$$\sigma_{NS} = \sigma_m - \sigma_{10}$$

ここに、

$$\sigma_{10} = \frac{P_1}{A_s} = 57.0 \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$$

P_1 : 初期張力 305,000 kgf

A_s : ケーブル断面積 5349 mm²

□ - 38

素線の曲げモーメントの算出

1素線当たり

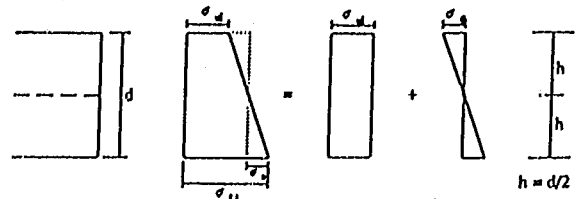
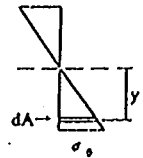


図-5.2.9 素線の曲げモーメントの算出

$$\sigma_0 = \sigma_U - (\sigma_U + \sigma_L) / 2$$

$$= (\sigma_U - \sigma_L) / 2$$



$$m_{11} = \int_{-h}^h \sigma \cdot y \cdot dA = \int_{-h}^h \sigma \cdot y \cdot b_1 \cdot dy$$

$$\text{また、} \sigma = \frac{2\sigma_0}{d} y \text{ より}$$

$$m_{11} = \int_{-h}^h \frac{2\sigma_0}{d} \cdot b_1 \cdot y^2 dy = \frac{\sigma_0 \cdot b_1 \cdot d^3}{6}$$

$$\text{よって、} \sigma_0 = \frac{\sigma_{15L} - \sigma_{1L}}{2} \text{ より}$$

$$m_{11} = \frac{(\sigma_{15L} - \sigma_{1L}) \cdot b_1 \cdot d^3}{12}$$

□ - 39

【ケーブル全体の曲げモーメントの算出】

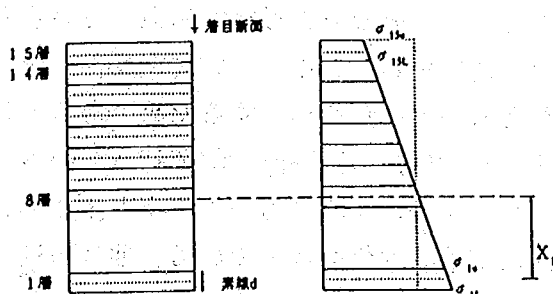


図-5.2.10 ケーブル全体の曲げモーメントの算出

$$M_d = \sum \left(\frac{\sigma_{15L} + \sigma_{1L}}{2} \right) \cdot b_1 \cdot d \cdot X_1$$

図-A2.22 モーメントの算出

(3) 解析結果

解析条件の組合せを以下におよび解析結果を図-A2. 23～28に示す。

CASE-1 : DSP1, 素線間剛結	$K_v = \infty$	, $K_h = 0$	(図-A2. 23)
CASE-2 : DSP1, 素線間剛結	$K_v = \infty$	, $K_h = \infty$	(図-A2. 24)
CASE-3 : DSP2, 素線間フリー	$K_v = \infty$	, $K_h = 0$	(図-A2. 25)
CASE-4 : DSP2, 素線間フリー	$K_v = \infty$	, $K_h = 10 \text{ kgf/mm}^3$	(図-A2. 26)
CASE-5 : DSP3, 中間0.2Ia1	$K_v = 217 \text{ kgf/mm}^3$	, $K_h = 0.5 \text{ kgf/mm}^3$	(図-A2. 27)
CASE-6 : DSP4, 中間0.4Ia1	$K_v = 217 \text{ kgf/mm}^3$	, $K_h = 0.55 \text{ kgf/mm}^3$	(図-A2. 28)

1) 応力度について

今回の解析は、ケーブル上下縁の二次応力度分布をフィッティングさせることを主目的とした。解析結果の傾向以下に簡単にまとめる。

Case-1では、端部から80mm程までは計測値とよく一致しているが、200mm から境界部の間の二次縁応力度はほぼ一定である。ここに示す6ケース以外にも $K_h = 0$ 時に同様の傾向が認められる（例えば、予備検討No. 14）。 $K_h = 0$ 時の二次縁応力が一定の区間では、素線内には曲げモーメントはほとんど発生しておらず増加軸力が卓越している。一定区間の二次縁応力値は、DSP1が大きくDSP2が小さい。これは、DSP1がDSP2よりケーブル縁部でのケーブル軸方向の強制変位量が大きいためである。200mm から境界部までの二次縁応力のなだらかな減少を再現するためには、 $K_h > 0$ としたほうがよいと考えられる。また、全ケースで120～160mmの区間で二次曲げ縁応力の突起が認められているが、これはこの区間で素線の拡幅が開始していることや接触要素が拡幅部になく一般部に配されていることによるものと考えられる（図-A2. 17参照）。

Case-2では、端部での二次縁応力が計測値よりかなり大きく、1100mm近傍で二次縁応力が反転している。

Case-3では、全体的に二次縁応力が計測値より小さい。また、境界部近傍では二次縁応力が振動している。

Case-4では、全体的に二次縁応力が計測値より大きい。800mm 近傍で二次縁応力が反転しており、両端固定梁の一端を鉛直方向に変位させた時のような二次縁応力分布である。

Case-5では、DSP1とDSP2の中間的な強制変位を与えている。その形状は図-A2. 11から類推していただきたい。全体的に二次縁応力が計測値より小さいが、その分布形状は相似しているといえよう。また、Case-5以降の検討では K_v を ∞ から 217 kgf/mm^3 に変更している。これは、変形に伴い接触要素に角度がつくことにより水平方向の剛性に影響を与えるかどうかを確認するためである。 K_v の変更による解析結果への影響は全くなかったため、以後の検討は $K_v = 217 \text{ kgf/mm}^3$ で行っている。 $K_v = 217 \text{ kgf/mm}^3$ を選んだ明快な根拠はなく素線の弾性係数をケーブル径で除することにより求めている。

Case-6では、Case-5のDSP3よりとDSP1よりの中間的な強制変位を与えている。曲げ角度 $\theta = 1.44^\circ$ 時の二次縁応力は、計測値とよく一致している（図-A2. 28. 1）。

図-A2. 29にCase-6時のケーブル断面の二次縁応力分布図を示す。15mmおよび75mmの位置ではどの素線もほぼ傾き（曲率）が等しく、かつ素線間の曲げひずみの不連続が生じていることがわかる。この区間では接触要素が配されていないことを考慮すると当然の結果であろう。217.5mm以上定着点から離れた断面では、素線内の曲げモーメントが小さくなり、増加軸力が卓越しており、軸ひずみの不連続が生じていることがわかる。

二次応力分布図 (No.6)

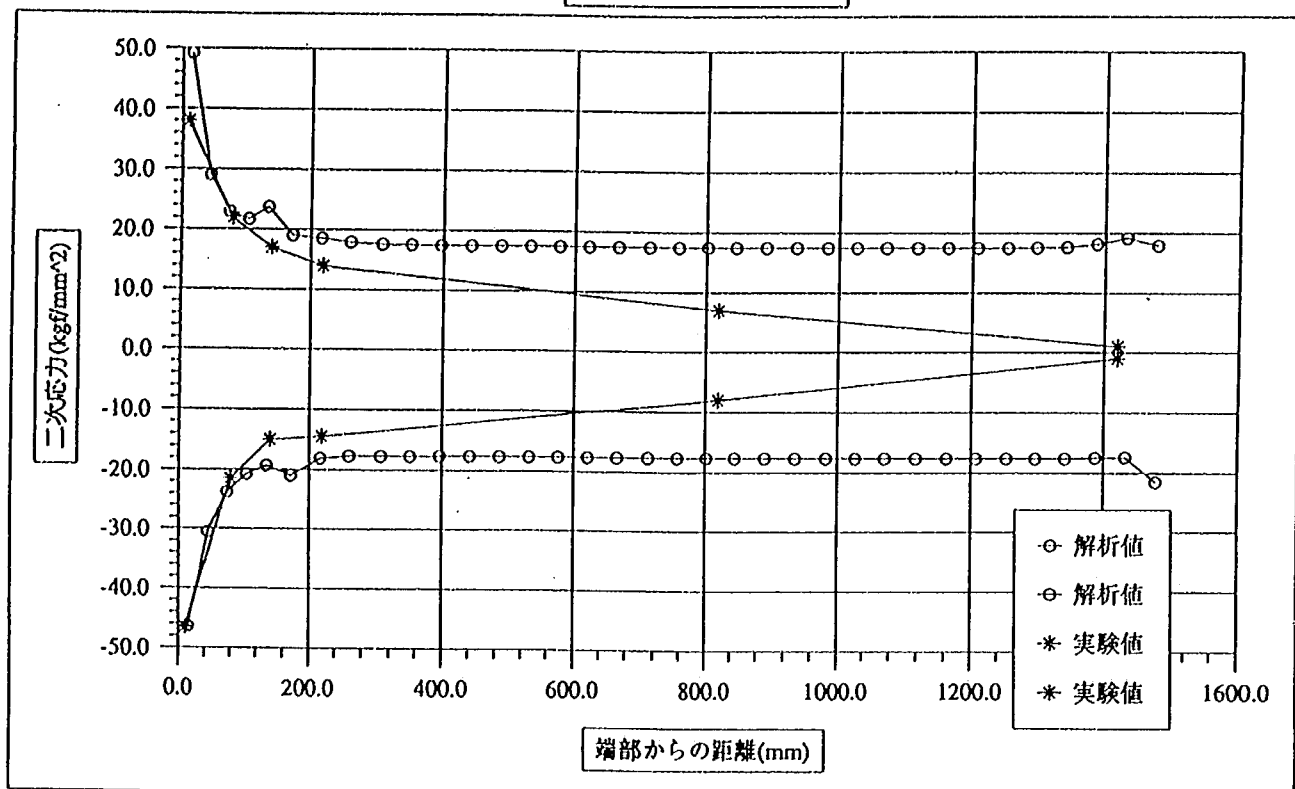


図-A2.23 2次応力全体分布図 (Case1 : $\theta = 1.44^\circ$)

二次応力分布図 (No2)

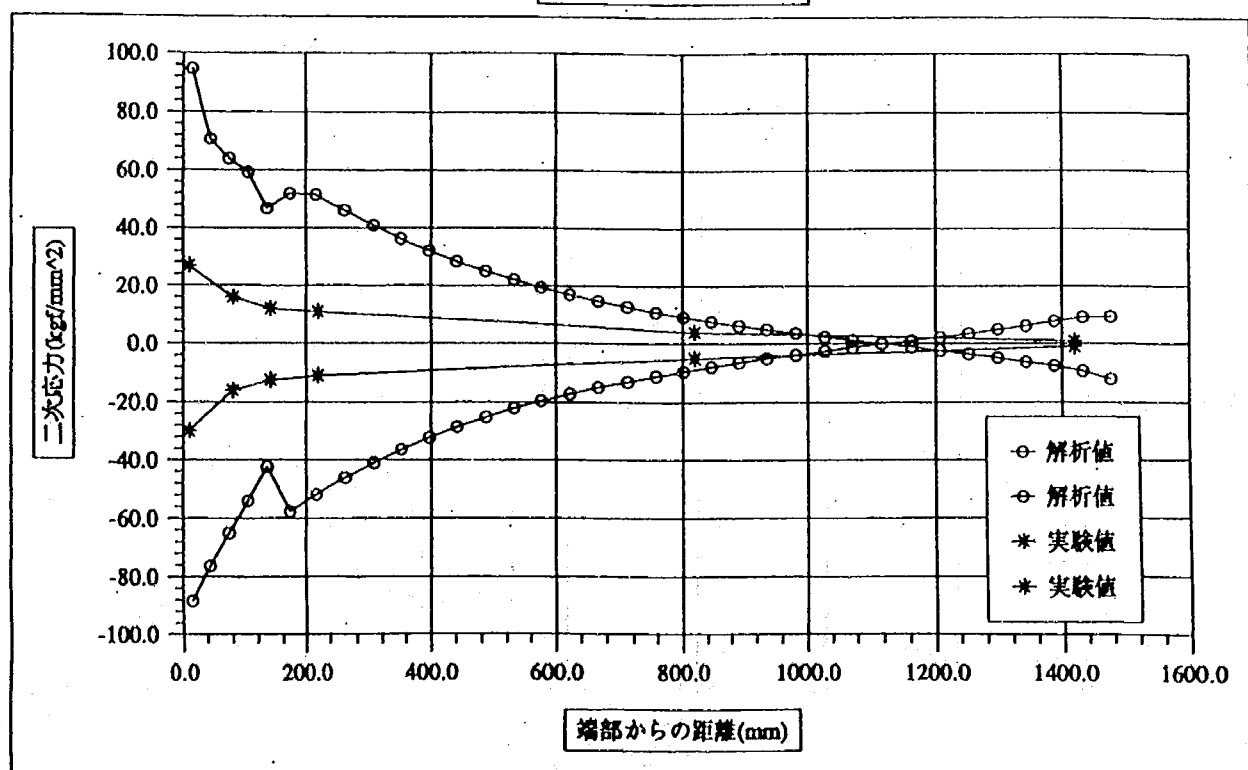


図-A2.24 2次応力全体分布図 (Case2 : $\theta = 1.44^\circ$)

二次応力分布図 (No.7)

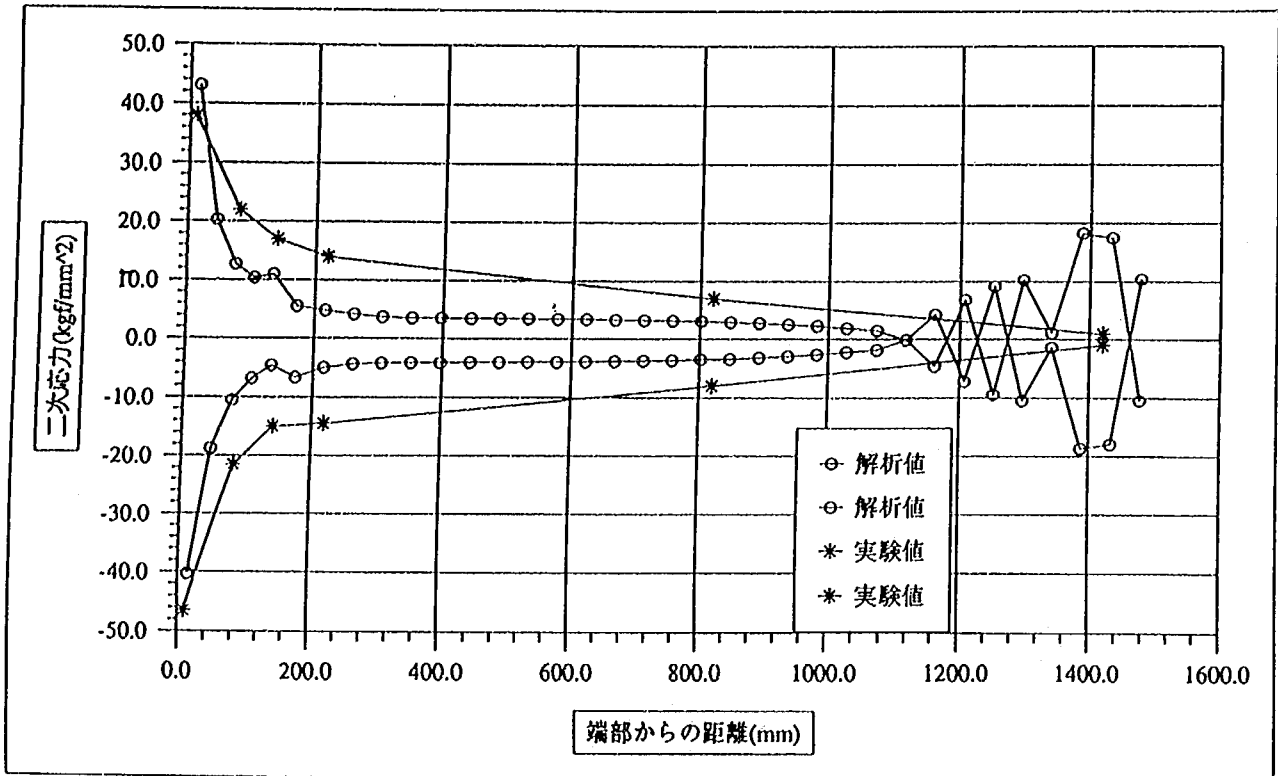


図-A 2.25 2次応力全体分布図 (Case 3 : $\theta = 1.44^\circ$)

二次応力分布図 (No.8)

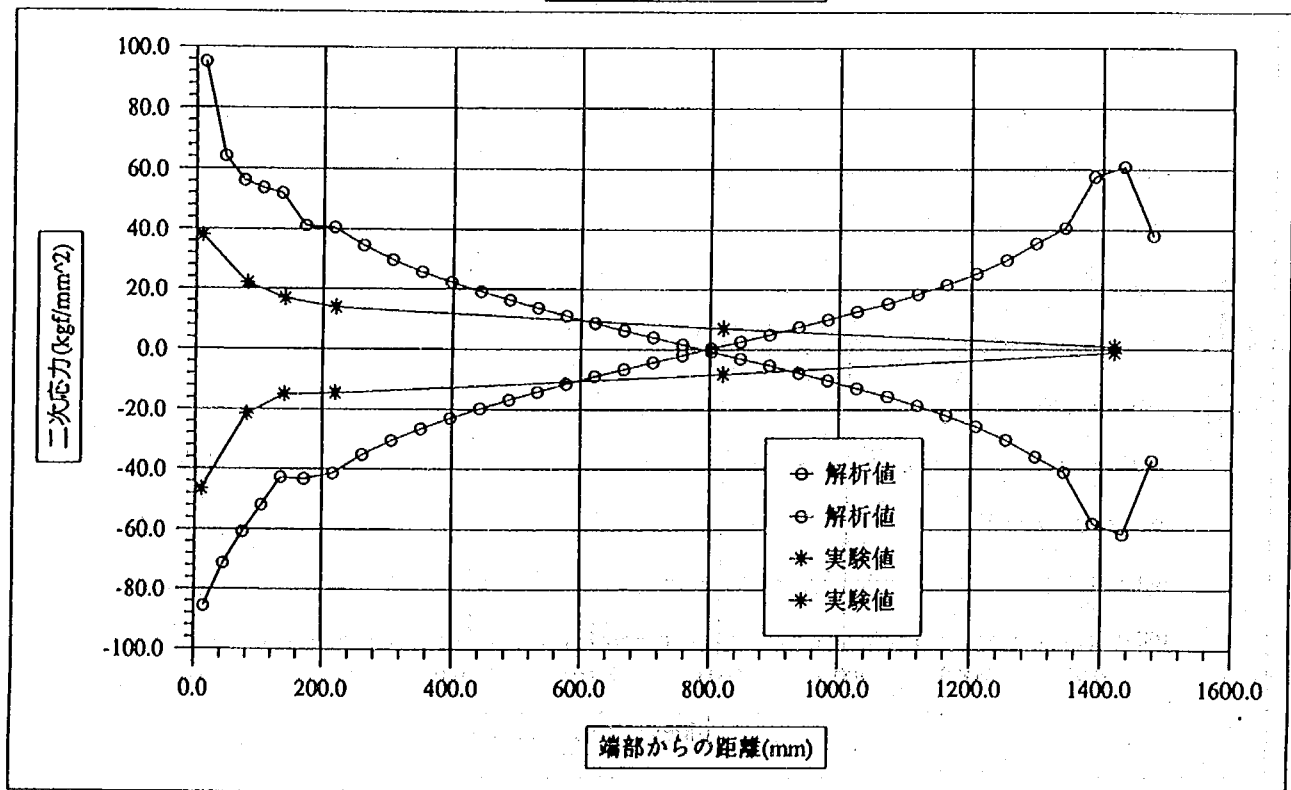


図-A 2.26 2次応力全体分布図 (Case 4 : $\theta = 1.44^\circ$)

二次応力分布図 (No.17)

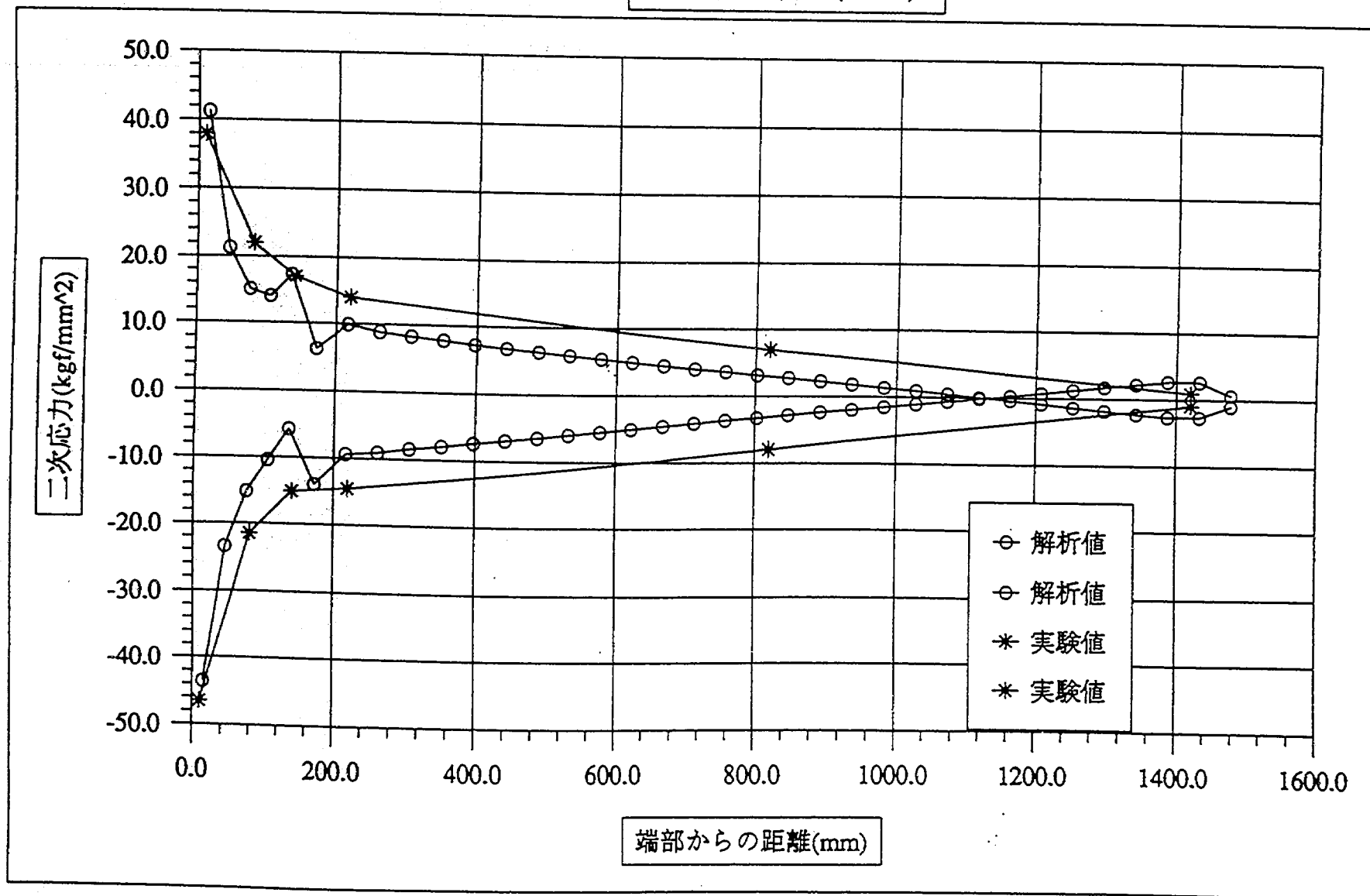


図-A2.27 2次応力全体分布図 (Case5 : $\theta = 1.44^\circ$)

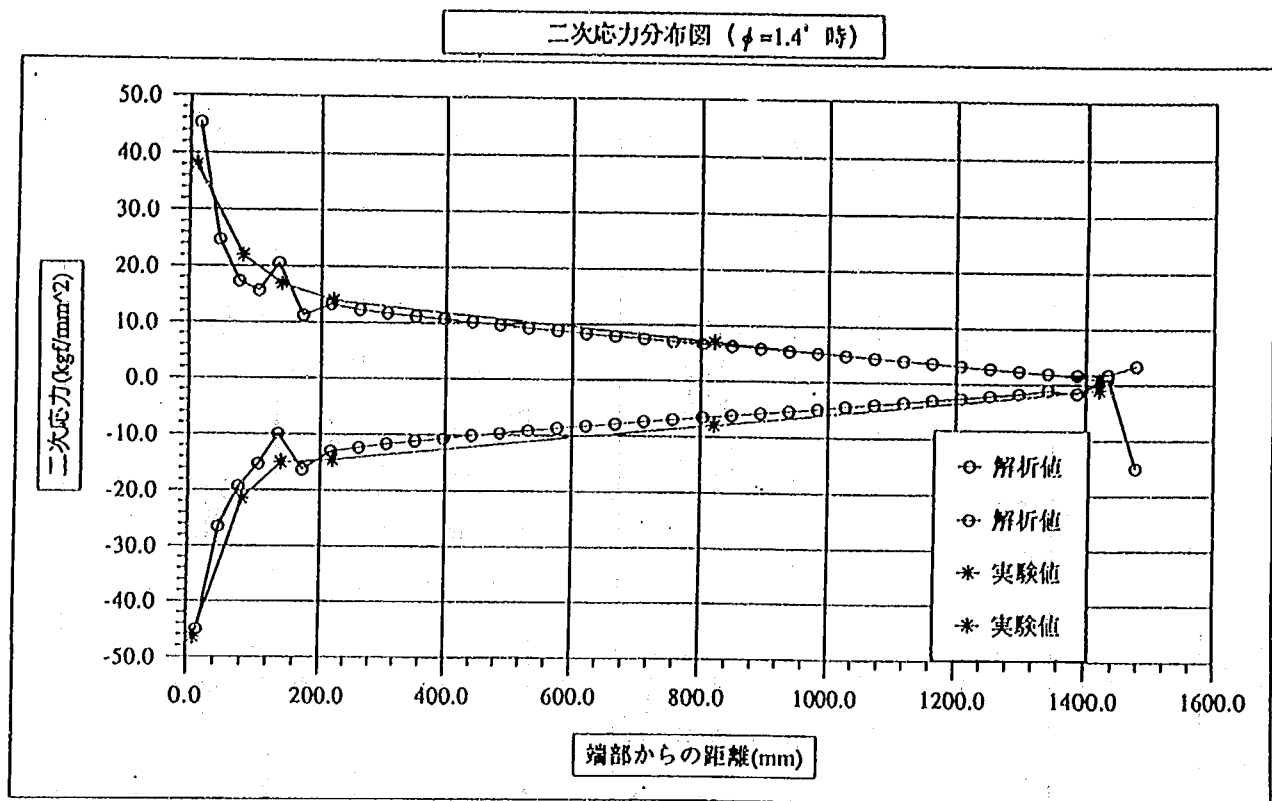


図-A2.28.1 二次応力全体分布図 (Case 6 : $\theta=1.44^\circ$)

曲げ角度 $1.4'$ 時変形図

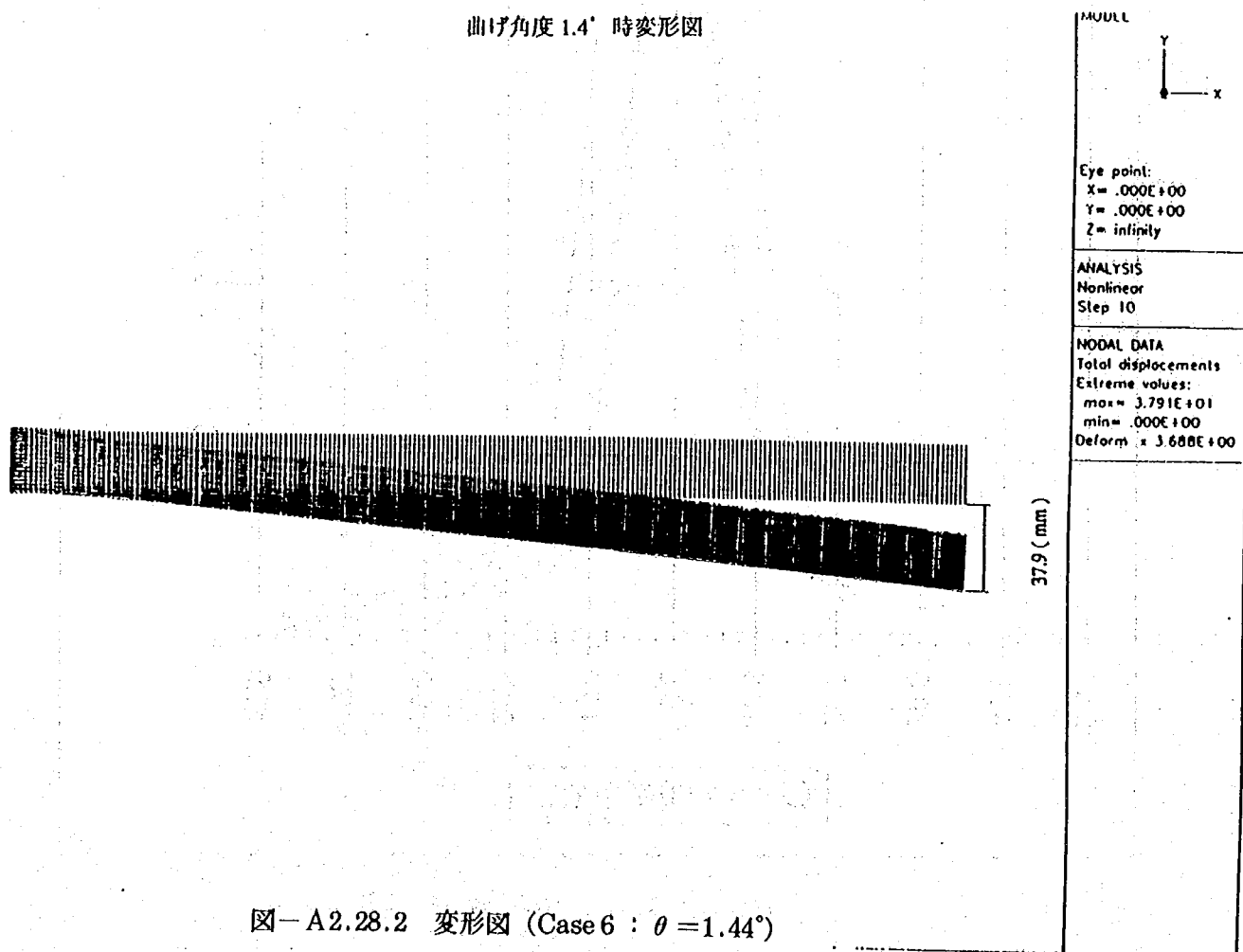
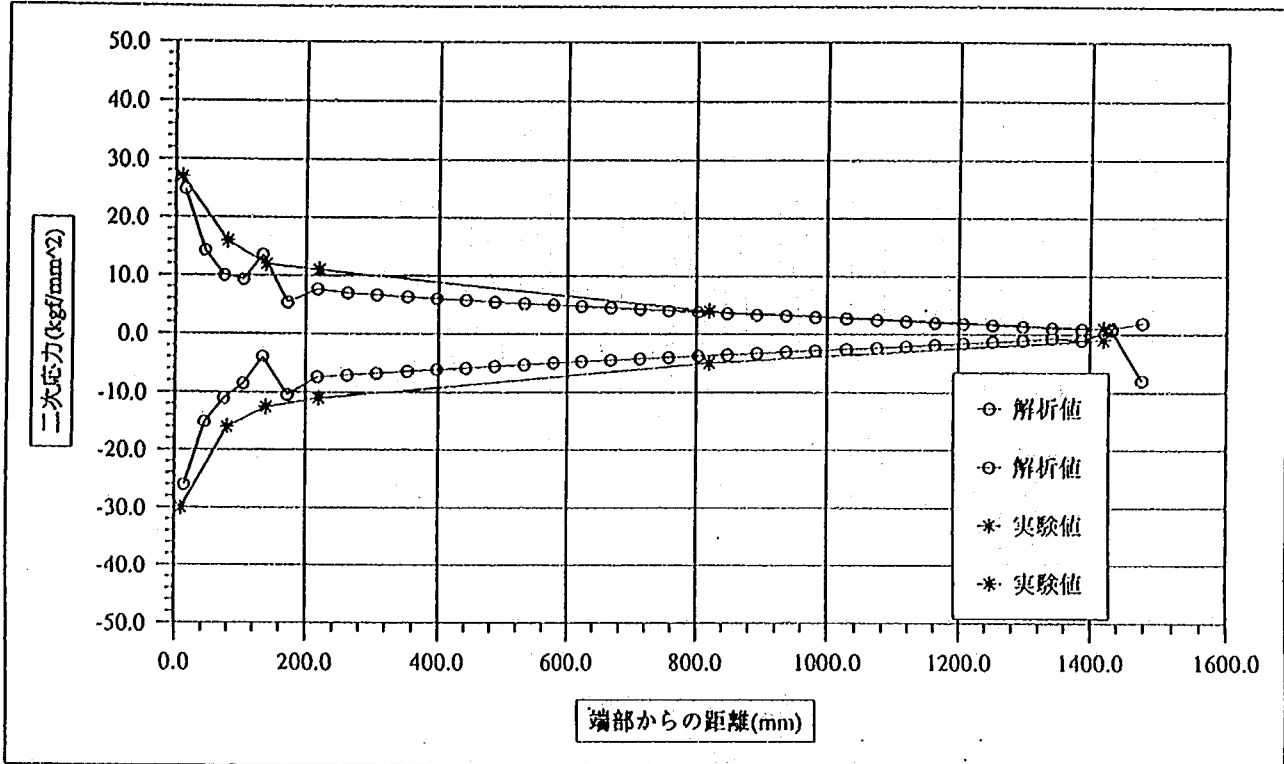


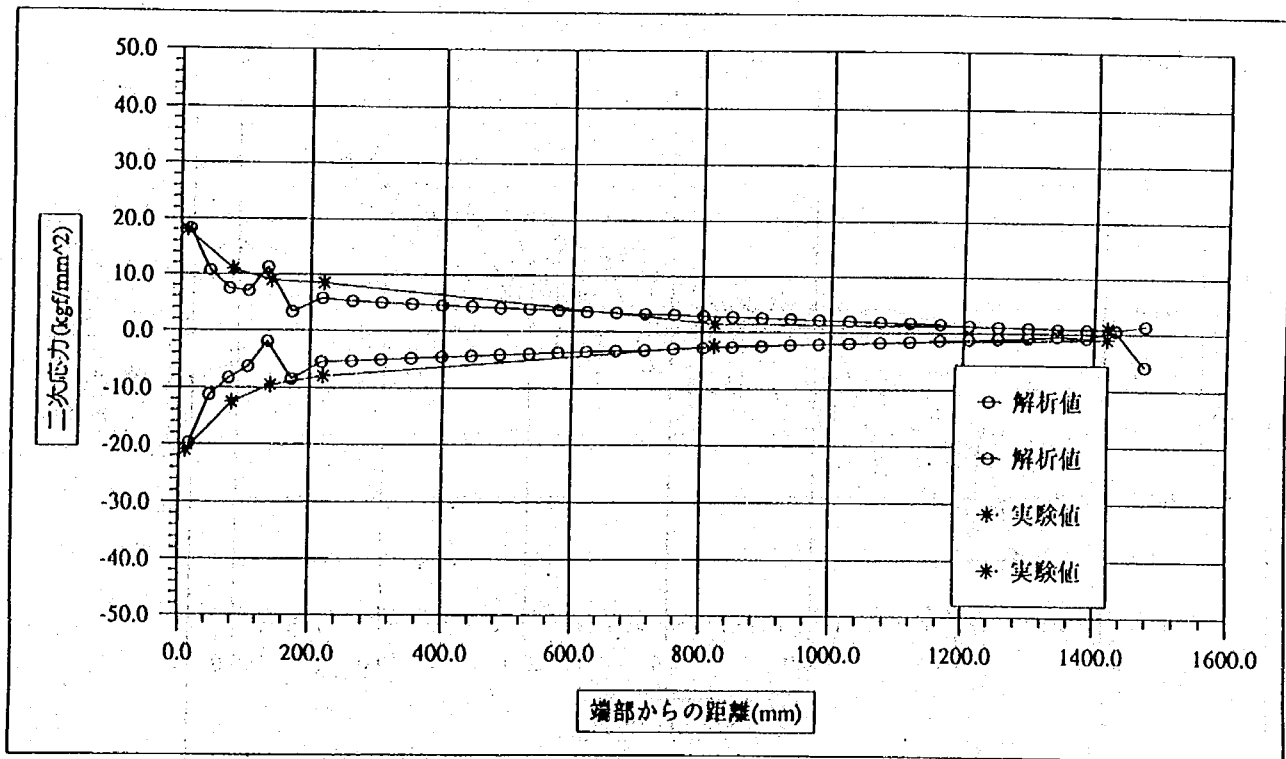
図-A2.28.2 変形図 (Case 6 : $\theta=1.44^\circ$)

曲げ角度0.8° 時二次応力分布図



(1) $\theta = 0.82^\circ$

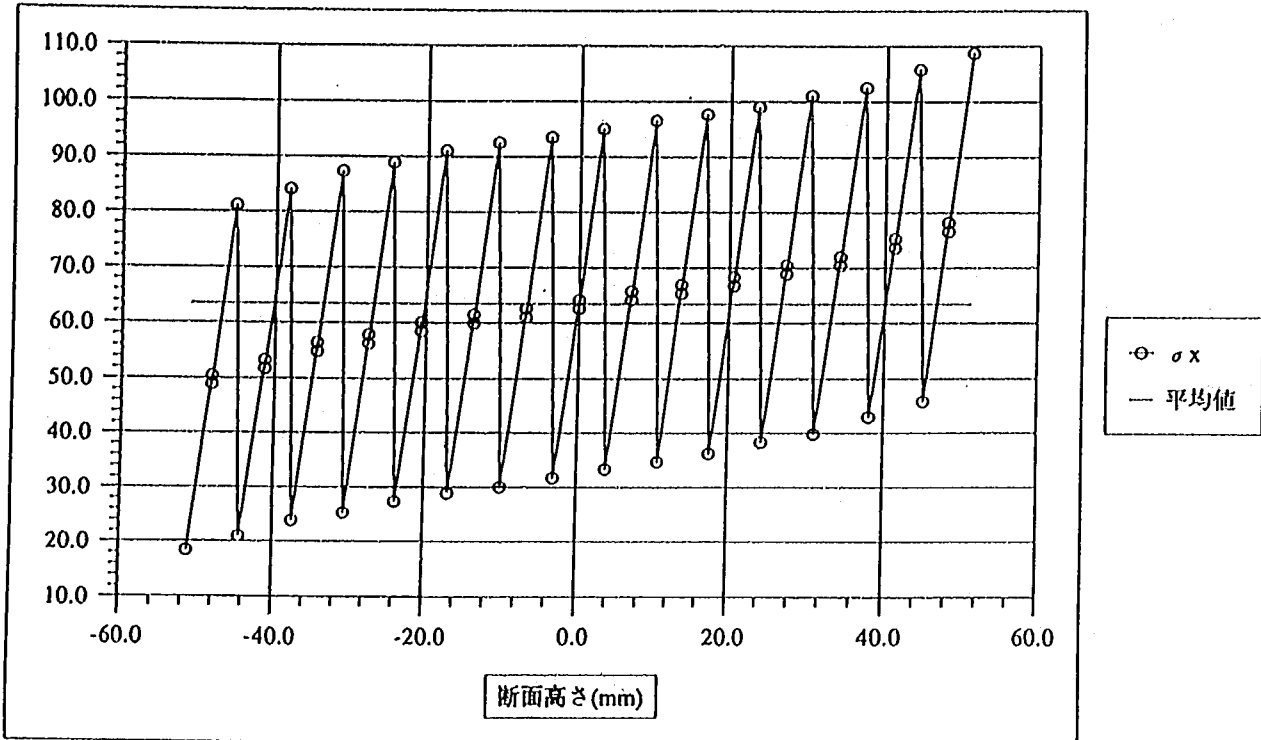
図 曲げ角度0.6° 時二次応力分布図



(2) $\theta = 0.62^\circ$

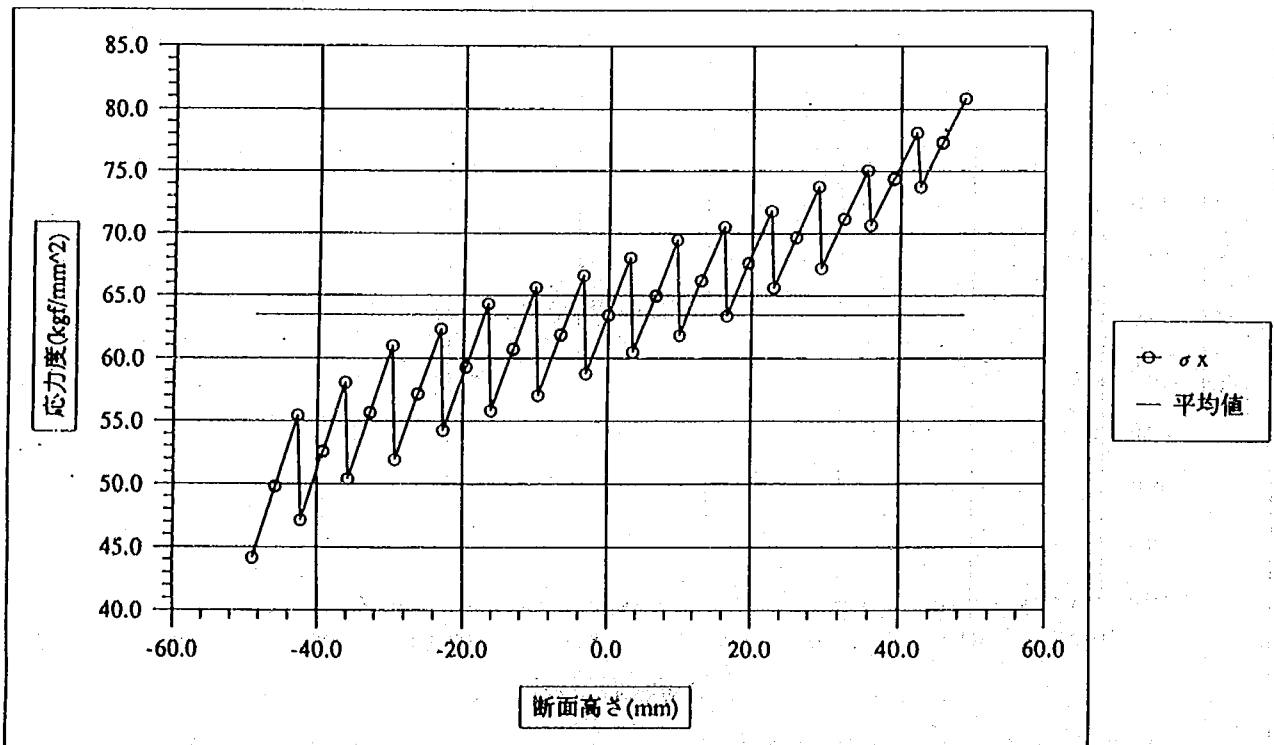
図-A2.28.3 2次応力全体分布図 (Case 6)

端部から15.0mm位置における応力度分布図



(1) $x = 15.0\text{mm}$

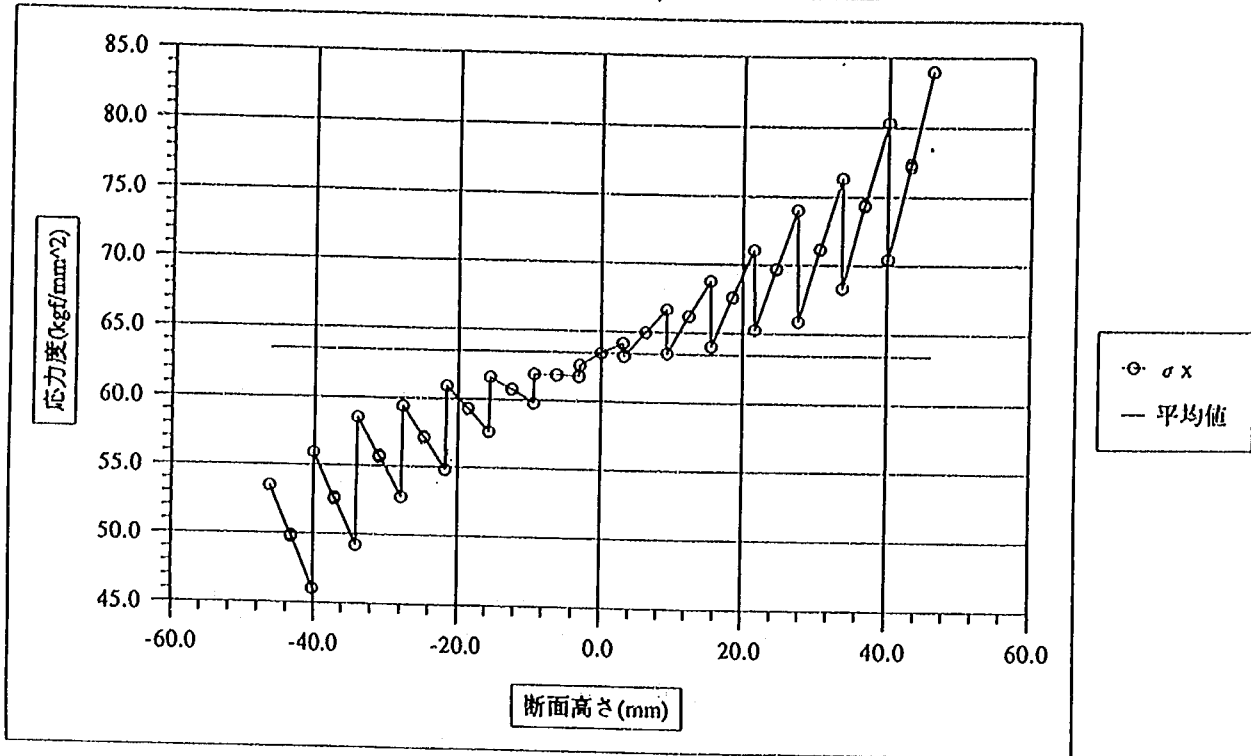
端部から75.0mm位置における応力度分布図



(2) $x = 75.0\text{mm}$

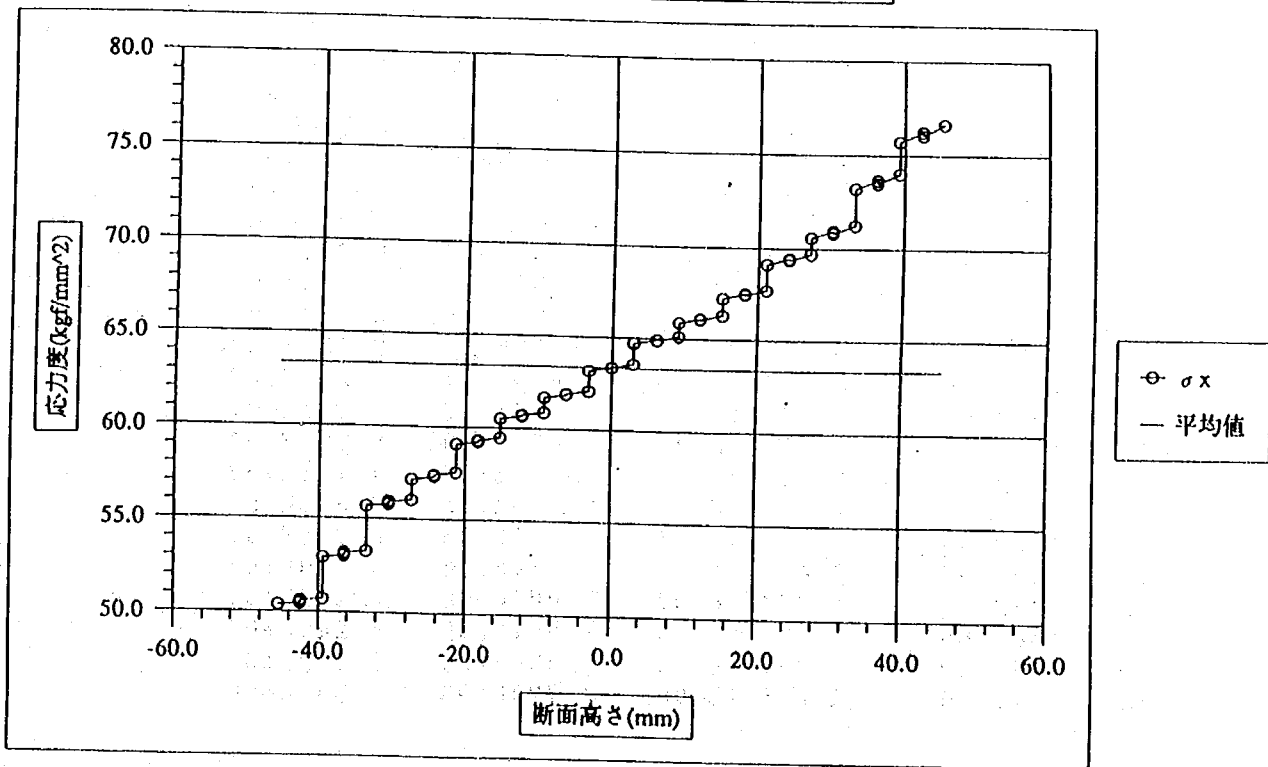
図-A2.29.1 ケーブル断面応力分布図 (Case 6、その1)

端部から135.0mm位置における応力度分布図



(1) $x = 135.0\text{mm}$

端部から217.5mm位置における応力度分布図



(2) $x = 217.5\text{mm}$

図-A2.29.2 ケーブル断面応力分布図 (Case 6、その2)

曲げ角度 $\theta = 0.82^\circ$ および 0.62° 時の二次縁応力分布 (図-A2. 28. 3) は, 計測値より若干小さいが、Case-6の結果をもとに解析を進めるものとする。

2) 曲げモーメント・曲率・断面二次モーメントの算定

以下のような假定および計算方法により、ケーブルの任意断面 $A(x)$ における等価な断面二次モーメント (1.1(2)の2)参照) と曲率と縁応力度の関係を求めた。結果を表-A2. 1に示す。

表-A2.1.1 各断面における等価な断面2次モーメント (Case 6 : $\theta = 1.44^\circ$)

ケーブル端部からの距離と等価な曲げ剛性の関係

断面	距離 (mm)	曲率 ($1/\rho$)	モーメント (kg. mm)	断面2次I (mm ⁴)
①	15. 00	5. 20842E-04	7. 762E+05	7. 452E+04
2	45. 00	1. 95462E-04	7. 548E+05	1. 931E+05
③	75. 01	7. 61919E-05	7. 351E+05	4. 824E+05
4	105. 01	2. 94168E-05	7. 158E+05	1. 217E+06
⑤	135. 01	1. 78094E-05	6. 939E+05	1. 948E+06
6	172. 50	1. 05519E-05	6. 729E+05	3. 188E+06
⑦	217. 50	4. 05726E-06	6. 545E+05	8. 066E+06
8	262. 50	1. 27426E-06	6. 366E+05	2. 498E+07
9	307. 50	7. 31950E-07	6. 192E+05	4. 230E+07
10	352. 50	5. 89386E-07	6. 021E+05	5. 108E+07
11	397. 50	5. 39429E-07	5. 854E+05	5. 426E+07
12	442. 50	5. 22819E-07	5. 690E+05	5. 441E+07
13	487. 50	5. 00355E-07	5. 530E+05	5. 527E+07
14	532. 50	4. 78547E-07	5. 375E+05	5. 616E+07
15	577. 50	4. 61911E-07	5. 221E+05	5. 652E+07
16	622. 50	4. 39983E-07	5. 072E+05	5. 764E+07
17	667. 50	4. 34481E-07	4. 925E+05	5. 668E+07
18	712. 50	4. 06987E-07	4. 780E+05	5. 873E+07
19	757. 50	3. 95614E-07	4. 639E+05	5. 863E+07
⑳	802. 50	3. 79383E-07	4. 502E+05	5. 933E+07
21	847. 50	3. 68241E-07	4. 366E+05	5. 928E+07
22	892. 50	3. 56686E-07	4. 232E+05	5. 932E+07
23	937. 50	3. 40165E-07	4. 100E+05	6. 027E+07
24	982. 50	3. 12769E-07	3. 972E+05	6. 351E+07
25	1027. 50	3. 06219E-07	3. 844E+05	6. 277E+07
26	1072. 50	2. 89064E-07	3. 718E+05	6. 431E+07
27	1117. 50	2. 88513E-07	3. 594E+05	6. 228E+07
28	1162. 50	2. 41863E-07	3. 470E+05	7. 174E+07
29	1207. 50	2. 26432E-07	3. 350E+05	7. 398E+07
30	1252. 50	2. 00827E-07	3. 231E+05	8. 044E+07
31	1297. 50	3. 44616E-07	3. 114E+05	4. 519E+07
32	1342. 50	4. 67756E-07	3. 008E+05	3. 216E+07
33	1387. 50	3. 40925E-06	2. 897E+05	4. 249E+06
③④	1432. 50	8. 06719E-06	2. 854E+05	1. 769E+06
35	1477. 50	5. 83491E-06	2. 723E+05	2. 333E+06

○印は実験計測位置近傍

表-A2.1.2 各断面における曲率と縁応力度の関係 (Case 6 : $\theta = 1.44^\circ$)

曲率とケーブル縁応力度の関係

断面	距離 (mm)	曲率 ($1/\rho$)	下縁応力 (kgf/mm^2)	上縁応力 (kgf/mm^2)
①	15.00	5.20842E-04	-45.05	45.27
2	45.00	1.95462E-04	-26.51	24.71
③	75.01	7.61919E-05	-19.28	17.41
4	105.01	2.94168E-05	-15.26	15.76
⑤	135.01	1.78094E-05	-9.93	20.58
6	172.50	1.05519E-05	-16.21	11.35
⑦	217.50	4.05726E-06	-13.00	13.30
8	262.50	1.27426E-06	-12.34	12.33
9	307.50	7.31950E-07	-11.74	11.76
10	352.50	5.89386E-07	-11.20	11.22
11	397.50	5.39429E-07	-10.68	10.71
12	442.50	5.22819E-07	-10.17	10.22
13	487.50	5.00355E-07	-9.69	9.74
14	532.50	4.78547E-07	-9.21	9.28
15	577.50	4.61911E-07	-8.74	8.83
16	622.50	4.39983E-07	-8.30	8.39
17	667.50	4.34481E-07	-7.86	7.96
18	712.50	4.06987E-07	-7.42	7.54
19	757.50	3.95614E-07	-6.99	7.13
⑳	802.50	3.79383E-07	-6.56	6.73
21	847.50	3.68241E-07	-6.14	6.33
22	892.50	3.56686E-07	-5.71	5.93
23	937.50	3.40165E-07	-5.29	5.54
24	982.50	3.12769E-07	-4.87	5.15
25	1027.50	3.06219E-07	-4.44	4.77
26	1072.50	2.89064E-07	-4.01	4.38
27	1117.50	2.88513E-07	-3.57	3.99
28	1162.50	2.41863E-07	-3.12	3.59
29	1207.50	2.26432E-07	-2.67	3.19
30	1252.50	2.00827E-07	-2.18	2.79
31	1297.50	3.44616E-07	-1.77	2.38
32	1342.50	4.67756E-07	-1.07	1.99
33	1387.50	3.40925E-06	-1.60	1.70
㉓	1432.50	8.06719E-06	1.09	1.83
35	1477.50	5.83491E-05	-15.04	3.34

○印は実験計測位置近傍

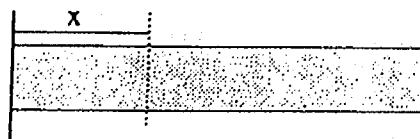
① 假定

- ・ 二次応力による曲げモーメントの回転中心はケーブル軸心にあるものとする。
- ・ 任意断面の各素線の曲率は同一と考え、任意断面の曲率は各素線の曲率の平均値に等しいとする

② 計算方法

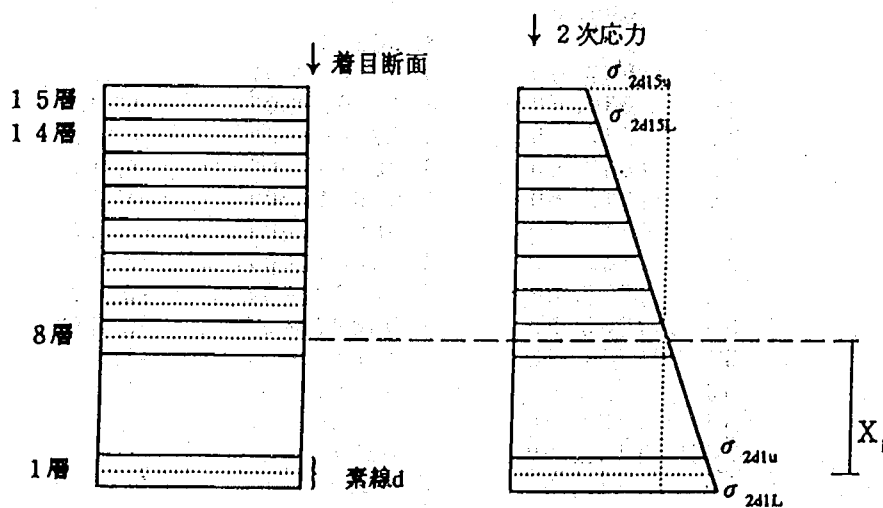
図-A2. 30に示す

【計算方法】



$$I_x = M_x \cdot \frac{\rho_x}{E} \quad E: \text{弾性係数}$$

ここで、2次応力による曲げモーメント $M(x)$ は以下の様に算出した。



$$M_d = \sum \left\{ \left(\frac{\sigma_{2d1u} + \sigma_{2d1L}}{2} \right) \cdot b_i \cdot d \cdot X_i \right\}$$

ここに、

b_i : 素線奥行き幅

d : 素線高さ

X_i : ケーブル中心からの距離

図-A2.30 曲げモーメント・曲率・断面2次モーメントの算定

二次縁応力のよく一致しているCase-6・ $\theta=1.44^\circ$ 時の結果（表-A2. 1）に着目する。素線間が剛結状態の時の $\phi 7-139$ SPWCの断面二次モーメント I_a は、 2.53mm^4 である。一般部（150mm～境界部）の区間の算定された断面二次モーメントは全て I_a より大きな値となっている。これは、一般部で素線内には曲げモーメントはほとんど発生しておらず、各素線間の軸力の差によりケーブルの曲げモーメントが生じている（図-A2. 29. 2参照）。そして、断面二次モーメントは「任意断面の各素線の曲率は同一と考え、任意断面の曲率は各素線の曲率の平均値に等しいとする」という仮定をもとに求められた曲率を用いて算出しているため、かなり大きな値となっている。また、曲率と二次縁応力の関係についても同様の傾向となる。

1. 3 端部のモデルの膜要素微小変形解析

(1) 解析概要

$\phi 7-139$ SPWC端部(1.5m)を解析対象とし、前章で求められた解析モデルを用いて、曲げ角度 1.44° 時の梁要素有限変形解析結果の

①材端たわみ・材端たわみ角

②SPWC中心線たわみ（ $0.2I_a$ 時）・材端たわみ・材端たわみ角

を外力とする微小変形解析を行い、解析値と実験値および有限変形解析値(Case-6)と比較する。

CASE-7 : DSP4 , $K_v=217 \text{ kgf/mm}^3$, $K_h=0.55 \text{ kgf/mm}^3$

CASE-8 : DSP4+SPWC軸線たわみ, $K_v=217 \text{ kgf/mm}^3$, $K_h=0.55 \text{ kgf/mm}^3$

(2) 解析条件

解析条件を以下に示す。

解析条件

弾性係数 $E : 2.0 \times 10^7 \text{ (tf/m}^2\text{)}$

ポアソン比 $\nu : 0.3$

使用要素

素線部 : アイソパラメトリック平面応力要素（8節点）

素線間部 : 接触要素

奥行き厚 : 素線断面二次モーメントと等しくなるよう換算厚とする

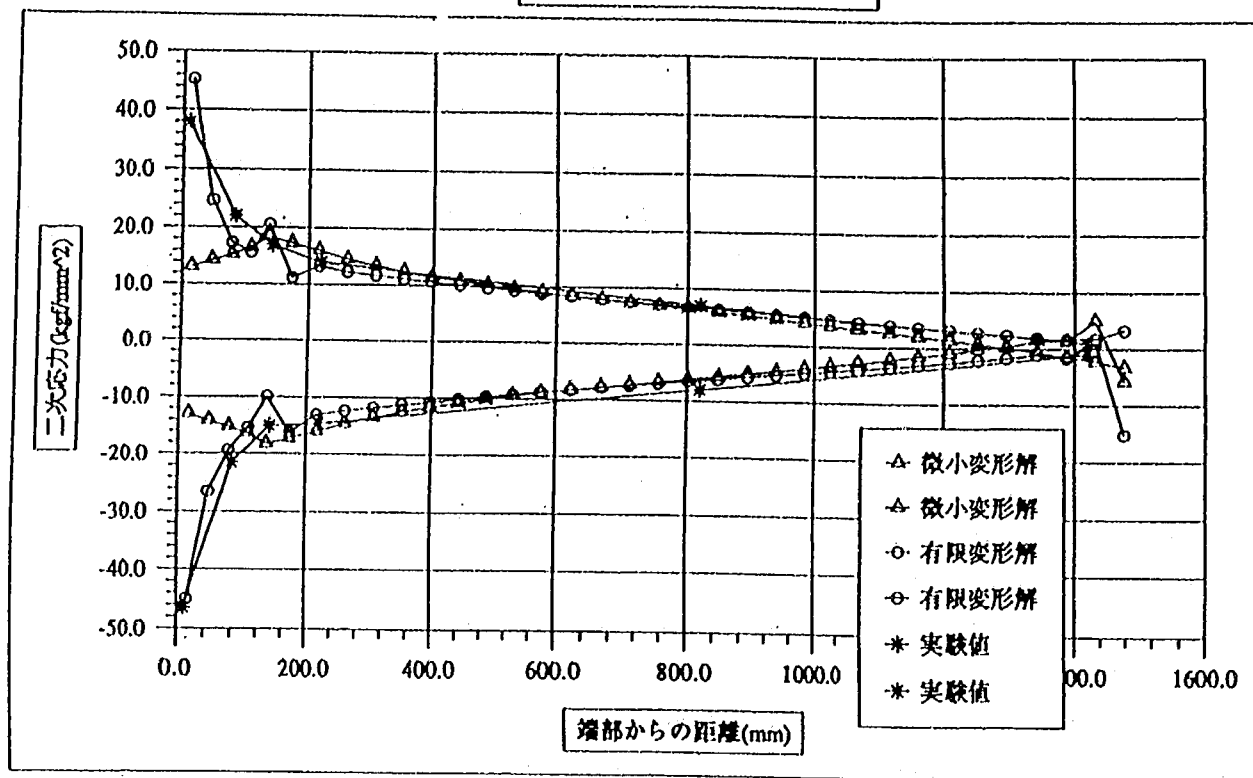
(3) 解析結果

二次応力分布図・変形図および断面応力図を図-A2. 31、図-A2. 32に、ケーブルの任意断面における等価な断面二次モーメントと曲率と縁応力度の関係を表-A2. 2に示す。

Case-7・Case-8ともに、端部からの距離200mmから境界部の区間の二次縁応力が実験値およびCase-6とよく一致している。端部から200mmまでの区間の二次縁応力は、両ケースとも実験値およびCase-6と一致しておらず、 $\text{Case-6} > \text{Case-8} > \text{Case-7}$ の順に大きい。このことは、解析モデル中央部の鉛直方向のたわみも、 $\text{Case-6} > \text{Case-8} > \text{Case-7}$ の順に大きいことより推察される。

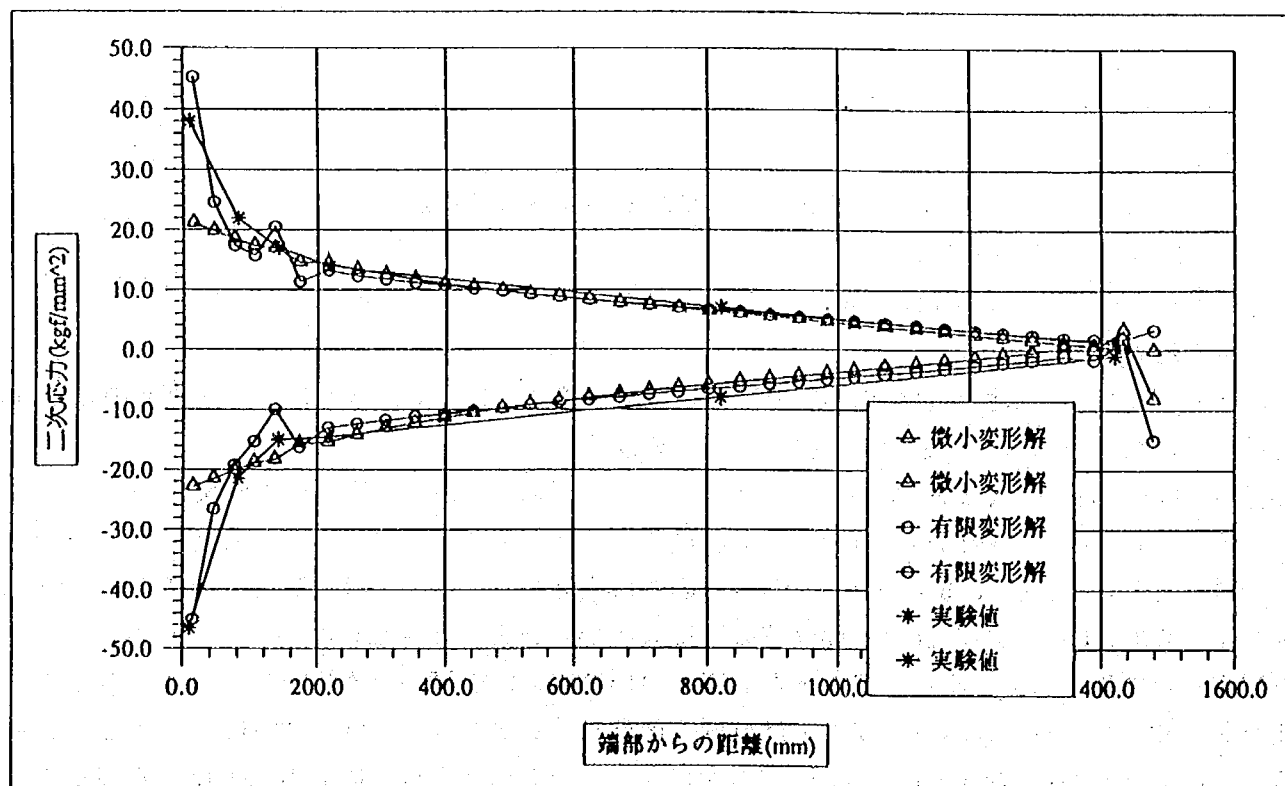
算定された等価な断面二次モーメントと曲率についても、Case-6, 7, 8を比較してみる。表-A2. 1および表-A2. 2より、曲げモーメントはほぼ全区間について $\text{Case-6} > \text{Case-8} > \text{Case-7}$ の順に大きい。曲率については、 $\text{Case-7} > \text{Case-8} > \text{Case-6}$ の順に大きい。このことは、断面の応力度分布図からも推察される。

ケース 1 二次応力分布図



(1) Case 7

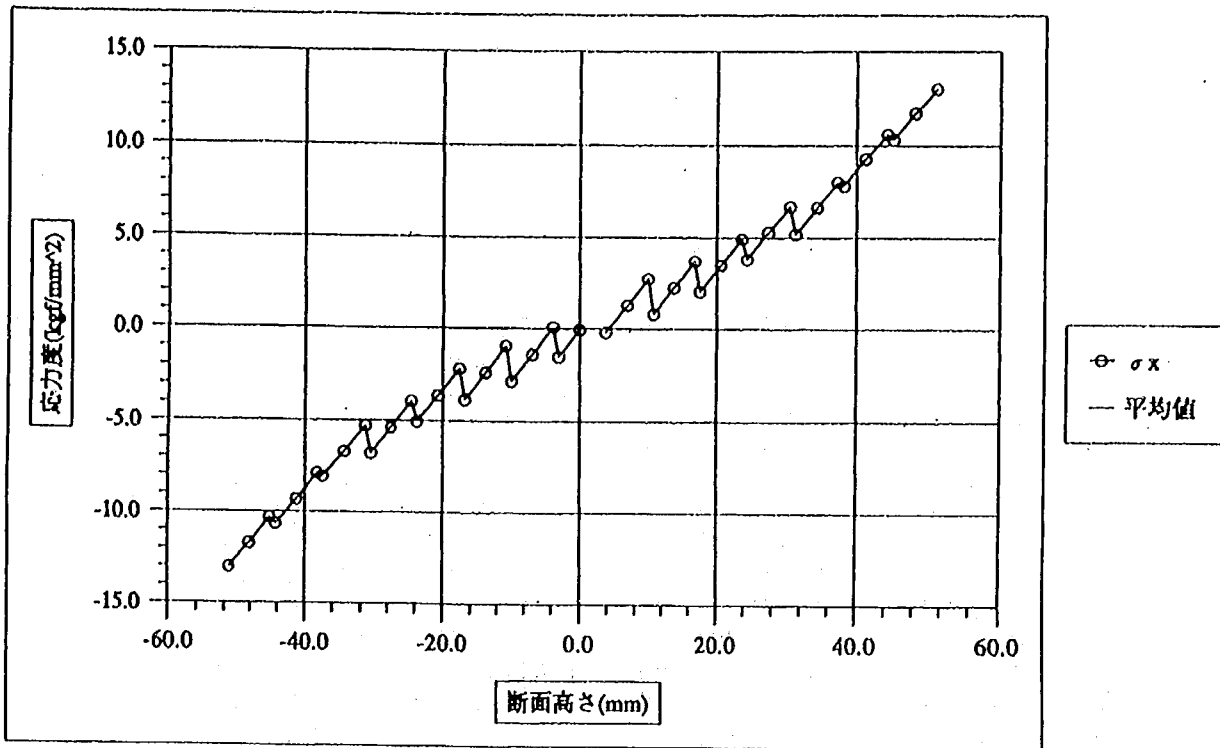
ケース 2 二次応力分布図



(2) Case 8

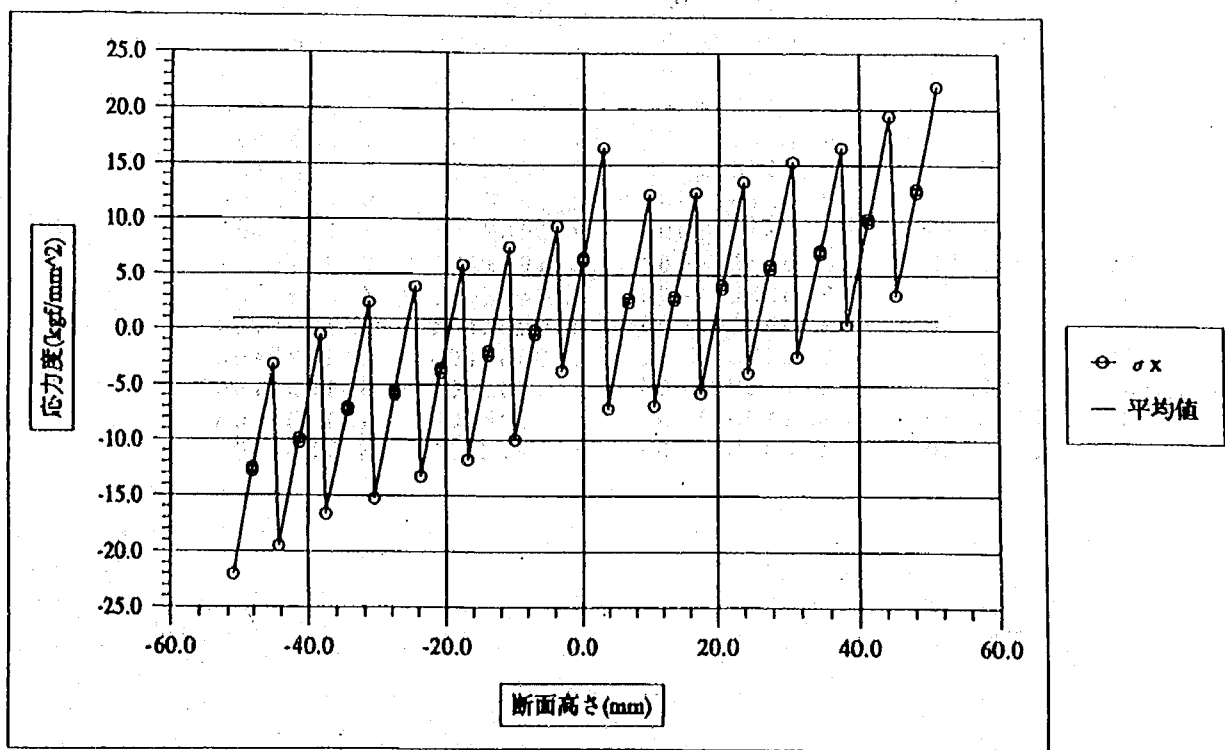
図-A2.31 微小変形解析による 2 次応力全体分布図

端部から15.0mm位置における応力度分布図（ケース1）



(1) Case 7 $x = 15.0\text{mm}$

端部から15.0mm位置における応力度分布図（ケース2）



(2) Case 8 $x = 15.0\text{mm}$

図-A2.32 ケーブル断面応力分布図

表-A2.2.1 各断面における等価な断面2次モーメント (Case7: $\theta = 1.44^\circ$)

ケース1 ケーブル端部からの距離と等価な曲げ剛性の関係

断面	距離 (mm)	曲率 ($1/\rho$)	モーメント (kg. mm)	断面2次I (mm ⁴)
1	15.00	2.34068E-05	6.594E+05	1.409E+06
2	45.00	4.17358E-05	6.442E+05	7.717E+05
3	75.01	5.94419E-05	6.281E+05	5.283E+05
4	105.01	7.83806E-05	6.114E+05	3.900E+05
5	135.01	1.00776E-04	5.933E+05	2.944E+05
6	172.50	9.80287E-05	5.797E+05	2.957E+05
7	217.50	7.63671E-05	5.711E+05	3.739E+05
8	262.50	5.84991E-05	5.606E+05	4.792E+05
9	307.50	4.55924E-05	5.486E+05	6.016E+05
10	352.50	3.60723E-05	5.357E+05	7.426E+05
11	397.50	2.89831E-05	5.219E+05	9.003E+05
12	442.50	2.37150E-05	5.076E+05	1.070E+06
13	487.50	1.97559E-05	4.926E+05	1.247E+06
14	532.50	1.67374E-05	4.774E+05	1.426E+06
15	577.50	1.44282E-05	4.622E+05	1.602E+06
16	622.50	1.26302E-05	4.468E+05	1.769E+06
17	667.50	1.11790E-05	4.311E+05	1.928E+06
18	712.50	1.00083E-05	4.154E+05	2.075E+06
19	757.50	9.01306E-06	3.995E+05	2.216E+06
20	802.50	8.15001E-06	3.838E+05	2.354E+06
21	847.50	7.34741E-06	3.680E+05	2.504E+06
22	892.50	6.60548E-06	3.520E+05	2.665E+06
23	937.50	5.89663E-06	3.362E+05	2.851E+06
24	982.50	5.13803E-06	3.203E+05	3.117E+06
25	1027.50	4.34119E-06	3.043E+05	3.505E+06
26	1072.50	3.41789E-06	2.884E+05	4.218E+06
27	1117.50	2.38499E-06	2.724E+05	5.711E+06
28	1162.50	1.14749E-06	2.566E+05	1.118E+07
29	1207.50	3.65194E-07	2.406E+05	3.294E+07
30	1252.50	2.33566E-06	2.251E+05	4.818E+06
31	1297.50	4.68416E-06	2.096E+05	2.237E+06
32	1342.50	8.23322E-06	1.955E+05	1.187E+06
33	1387.50	1.10898E-05	1.799E+05	8.109E+05
34	1432.50	2.11033E-05	1.762E+05	4.175E+05
35	1477.50	1.03753E-05	1.397E+05	6.734E+05

表-A2.2.2 各断面における等価な断面2次モーメント (Case 8 : $\theta = 1.44^\circ$)

ケース2 ケーブル端部からの距離と等価な曲げ剛性の関係

断面	距離 (mm)	曲率 ($1/\rho$)	モーメント (kg. mm)	断面2次I (mm^4)
1	15.00	1.58206E-04	7.082E+05	2.238E+05
2	45.00	1.33237E-04	6.920E+05	2.597E+05
3	75.01	1.10858E-04	6.748E+05	3.044E+05
4	105.01	8.96071E-05	6.568E+05	3.665E+05
5	135.01	7.24867E-05	6.376E+05	4.398E+05
6	172.50	5.13308E-05	6.197E+05	6.036E+05
7	217.50	4.66578E-05	6.065E+05	6.499E+05
8	262.50	3.58439E-05	5.924E+05	8.264E+05
9	307.50	2.79905E-05	5.777E+05	1.032E+06
10	352.50	2.17924E-05	5.623E+05	1.290E+06
11	397.50	1.69823E-05	5.467E+05	1.610E+06
12	442.50	1.32350E-05	5.309E+05	2.006E+06
13	487.50	1.03132E-05	5.151E+05	2.497E+06
14	532.50	8.03781E-06	4.992E+05	3.105E+06
15	577.50	6.26253E-06	4.834E+05	3.860E+06
16	622.50	4.88062E-06	4.678E+05	4.792E+06
17	667.50	3.80407E-06	4.523E+05	5.944E+06
18	712.50	2.96400E-06	4.369E+05	7.370E+06
19	757.50	2.30939E-06	4.217E+05	9.130E+06
20	802.50	1.80024E-06	4.067E+05	1.129E+07
21	847.50	1.40214E-06	3.918E+05	1.397E+07
22	892.50	1.09240E-06	3.772E+05	1.726E+07
23	937.50	8.50882E-07	3.627E+05	2.131E+07
24	982.50	6.60518E-07	3.483E+05	2.637E+07
25	1027.50	5.09455E-07	3.341E+05	3.279E+07
26	1072.50	3.89219E-07	3.201E+05	4.112E+07
27	1117.50	2.96488E-07	3.061E+05	5.163E+07
28	1162.50	2.14904E-07	2.923E+05	6.801E+07
29	1207.50	1.53416E-07	2.786E+05	9.080E+07
30	1252.50	6.85585E-08	2.651E+05	1.934E+08
31	1297.50	9.15992E-08	2.518E+05	1.374E+08
32	1342.50	2.92405E-07	2.396E+05	4.098E+07
33	1387.50	9.64683E-07	2.259E+05	1.171E+07
34	1432.50	3.85702E-06	2.231E+05	2.892E+06
35	1477.50	1.84120E-05	1.886E+05	5.121E+05

1. 4 両端固定梁+バネモデルの梁要素有限変形解析

(1) 解析概要

3. 2. 2 ($\phi 7-139$ S P W C 端部モデルの膜要素有限変形解析) で求められた等価な断面二次モーメント (Case-6) および S P W C 縁応力度-曲率の関係を用いて以下の解析を行い、曲げ角度 1.44° 時の実験値²⁾と比較する。実験では、定着具内にエポキシ樹脂が充填されている場合とされていない場合の両ケースが行われているため、解析も両ケース行っている。なお、解析プログラムは Diana を用いている。

- ・断面二次モーメント ($0.4 \cdot I_{al}$) を用いた両端固定梁モデルで、初期張力を考慮した有限変形解析を行い、解析値と実験値を比較する。
- ・定着具内エポキシ樹脂部をバネに置き換えた両端固定梁+バネモデルで、初期張力を考慮した有限変形解析を行い、解析値と実験値がよく一致するバネ値を探索する (図-A2. 3 3 参照)。

エポキシ樹脂部のバネ値を探索するにあたり、基準バネ値を以下のように求めた (図-A2. 3 4 参照)。

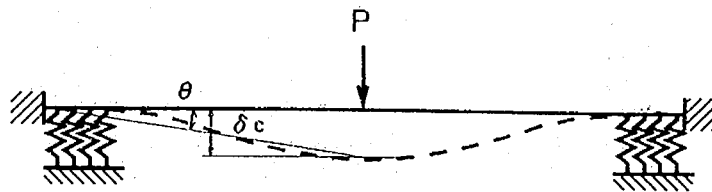


図-A2.33 両端固定梁+バネモデル

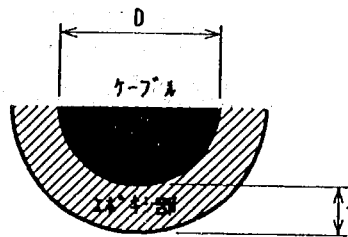


図-A2.34 エポキシ樹脂のバネ値

S P W C およびエポキシ樹脂を囲む定着具は全く変位しない（固定状態）ものとし、エポキシ樹脂の緩衝効果の期待できる範囲を、幅については S P W C 径 D、厚みについては図-7.1.2に示す位置での t とする。また、引張側のエポキシ樹脂の緩衝効果は期待しないものとする。よって、エポキシ樹脂の弾性係数 E_e を 200kgf/mm^2 とする²⁾ と、基準分布バネ値 k_e は、

$$k_e = E_e \cdot D / t = 200 \cdot 92 / 24 = 766 \text{kgf/mm}^2 \quad \text{となる。}$$

なお、エポキシバネの配置区間は、端部から 207mm の区間である。

(2) 解析モデル

解析モデルに関し、解析条件および等価剛性を以下に示す。

①解析条件

弾性係数 E	: $2.0 \times 10^7 \text{tf/m}^2$
断面積 A	: 端部 F E M 有限変形解析の結果より推定 ²⁾
断面 2 次モーメント I	: 端部 F E M 有限変形解析の結果より推定 ²⁾
初期張力 P_i	: 305tf
使用要素	: 3 節点曲線はり要素
バネ値 K_v	: 766.0kgf/mm^2

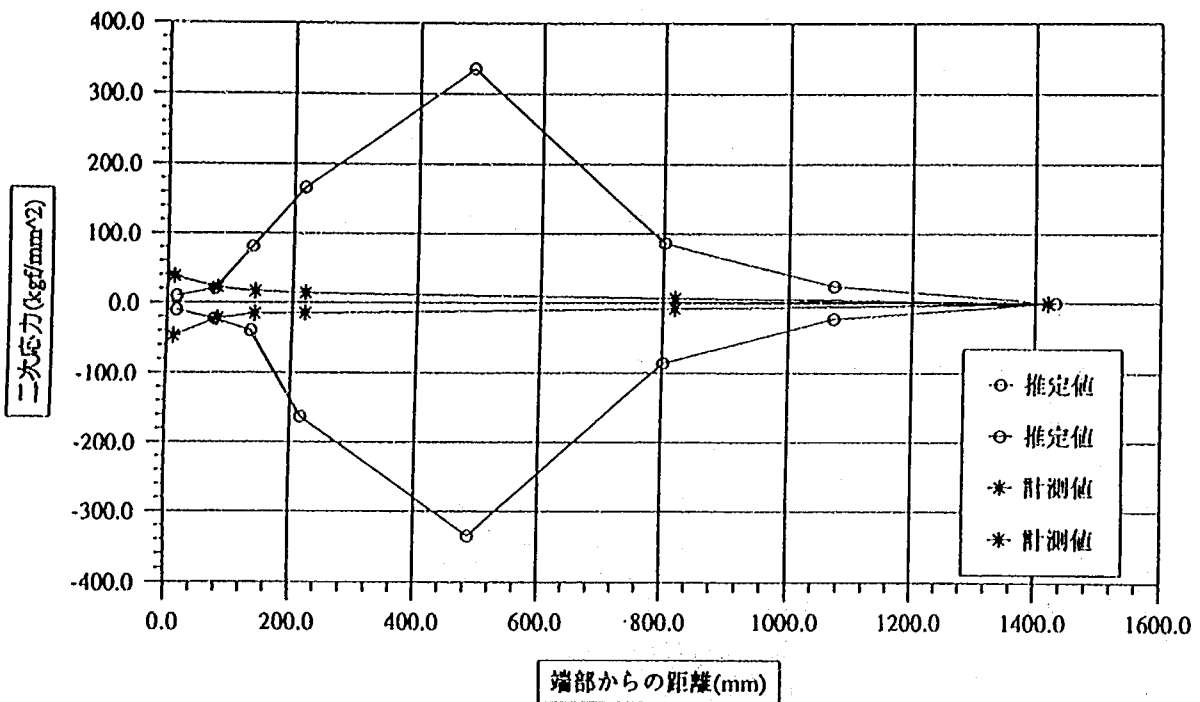
②等価剛性

等価曲げ剛性を端部有限変形解析の結果より $0.4EI$ とし、断面を円断面とした。等価曲げ剛性は断面 2 次モーメントの低減分とし、直径 0.0673m の円断面を解析モデルとした。

(3) 解析結果

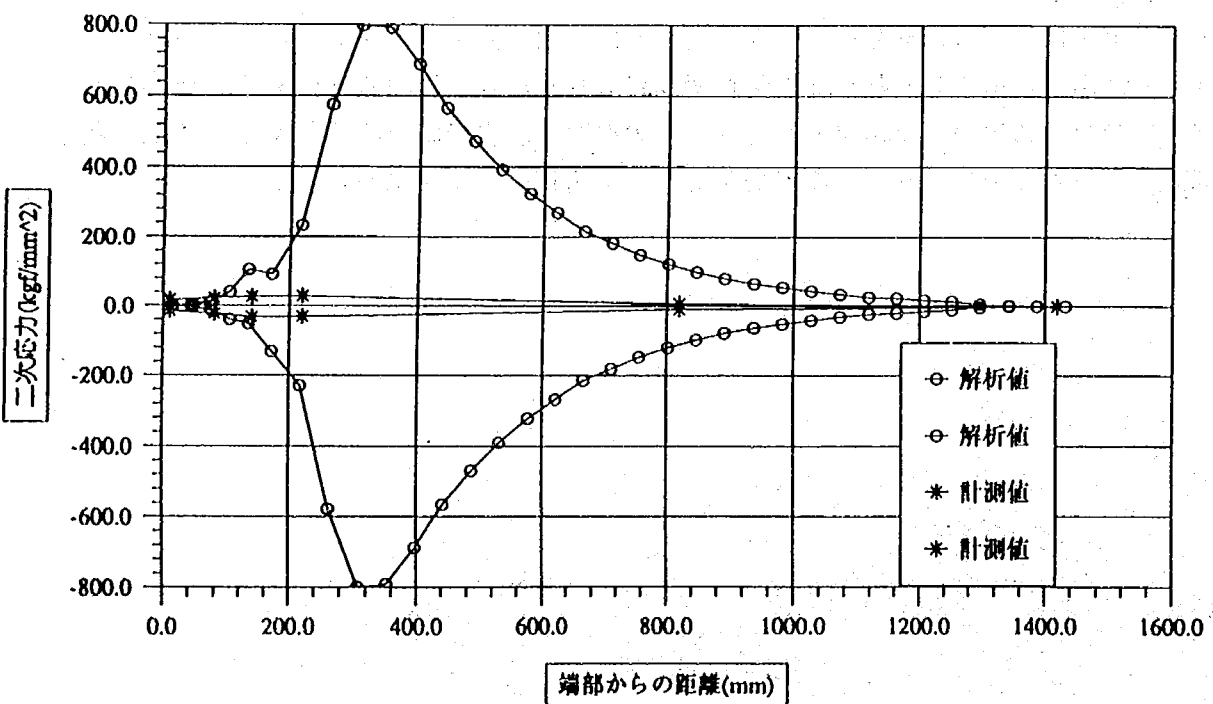
梁要素モデルによる結果を図-A2. 3 5 (1) に、梁要素+バネモデルによる結果の一例を図-A2. 3 5 (2) に示す。両モデルとも解析値が極度に大きくなり、計測値とは全く一致していない。これは、応力度の算定に用いた Case-6・ $\theta=1.44^\circ$ 時の曲率-二次縁応力の関係を求める際の曲率の算定方法に問題があったためである。そこで別の方法で応力度の算定を試みた。

梁モデル推定二次応力と計測値との比較図



(1) 両端固定梁モデル: $\theta = 1.44^\circ$

エポキシ樹脂側二次応力分布図(1.0×Kv)



(2) 両端固定梁+バネモデル: $\theta = 1.44^\circ$: 1.0ke

図-A2.35 計算方法①による2次応力全体分布図

(4) 計算方法②

梁要素+パネモデルについて1.1(2)の2)) に示す方法で応力度を算定した。 k は、 I_{al} , $0.4 I_{al}$, $0.2 I_{al}$, $0.1 I_{al}$, I_o に相当する値を選んだ。基準分布パネ値 k_e は、 766 kgf/mm^2 としている。また、素線径 r は 6.0622 mm で計算している。有限変形解析には、作成したプログラムを用いている。

図-A2. 36 に $P-\delta$ 、図-A2. 37 にたわみ分布図、図-A2. 38 に曲げモーメント・曲率分布図、図-A2. 39 に二次曲げ応力の分布図を示す。

$P-\delta$ に関しては、 $0.1 I_{al}$ および I_o が比較的实验値に一致しているが、 P が 13 tf 以上では一致していない。重ね梁状態の I_o 時においても、実験値と比較するとの $SPWC$ の剛性はさらに小さくせねばならないような傾向である。解析モデルのスパン長が短すぎるあるいは実験時に定着具が若干回転しているかもしれない。

曲げ応力度に関しては、本解析では探索しきれていないが、 $0.4 I_{al} \sim I_{al}$ の間に実験値とよく一致する断面二次モーメントがありそうである。

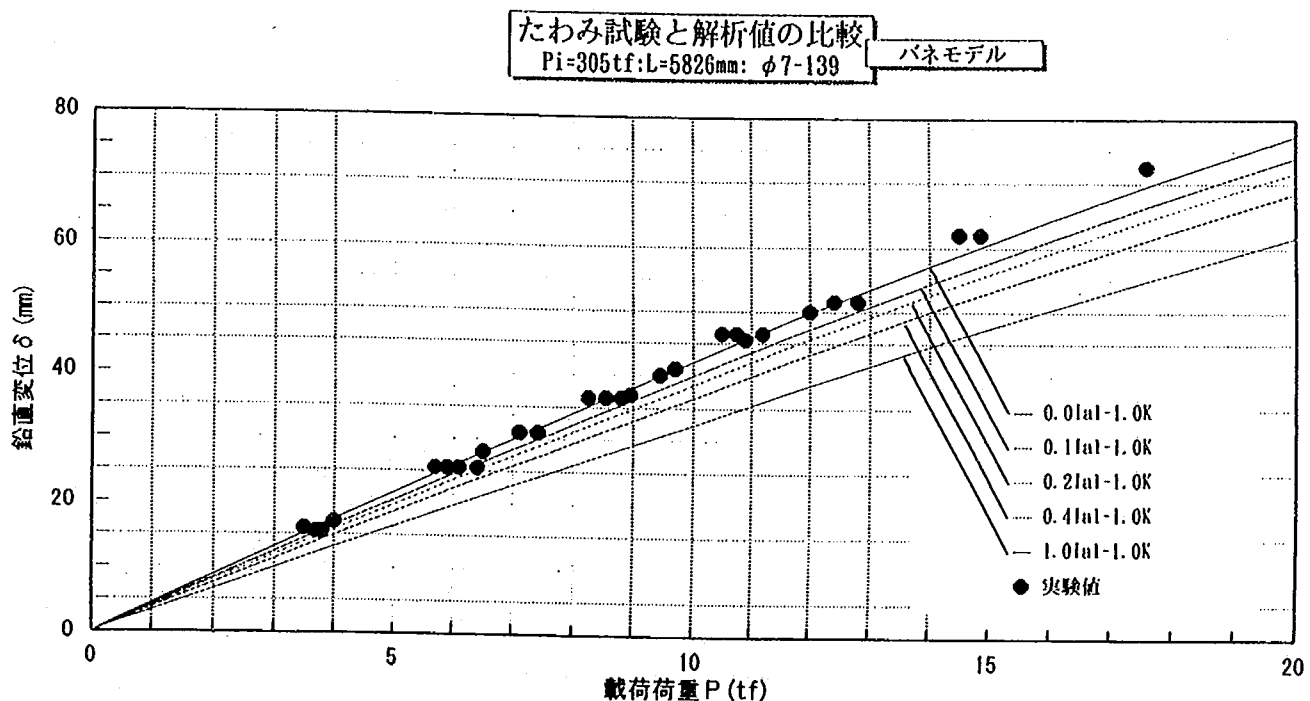


図-A2.36 有限変形解析結果 ($P-\delta$) (両端固定梁+パネモデル: 計算方法②)

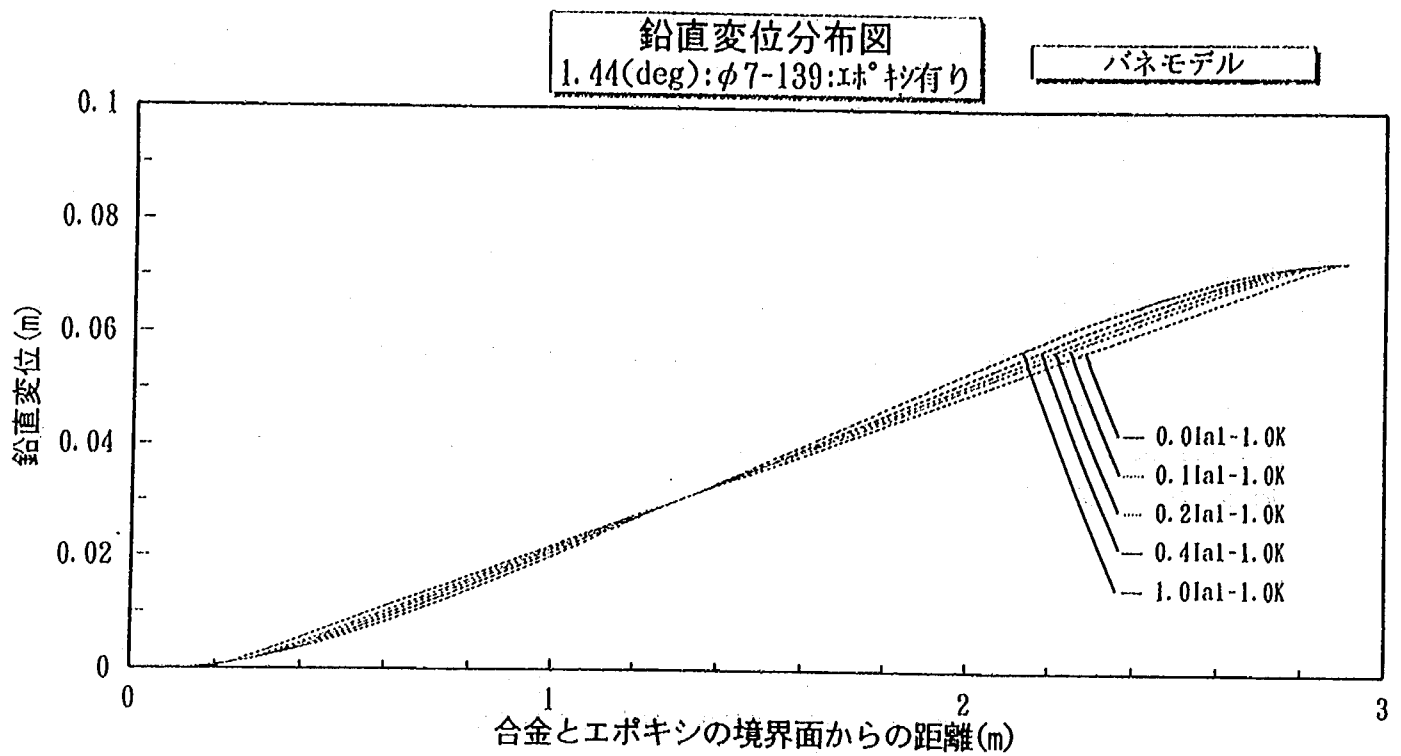


図-A2.37 たわみ分布図 (両端固定梁+バネモデル: 計算方法②)

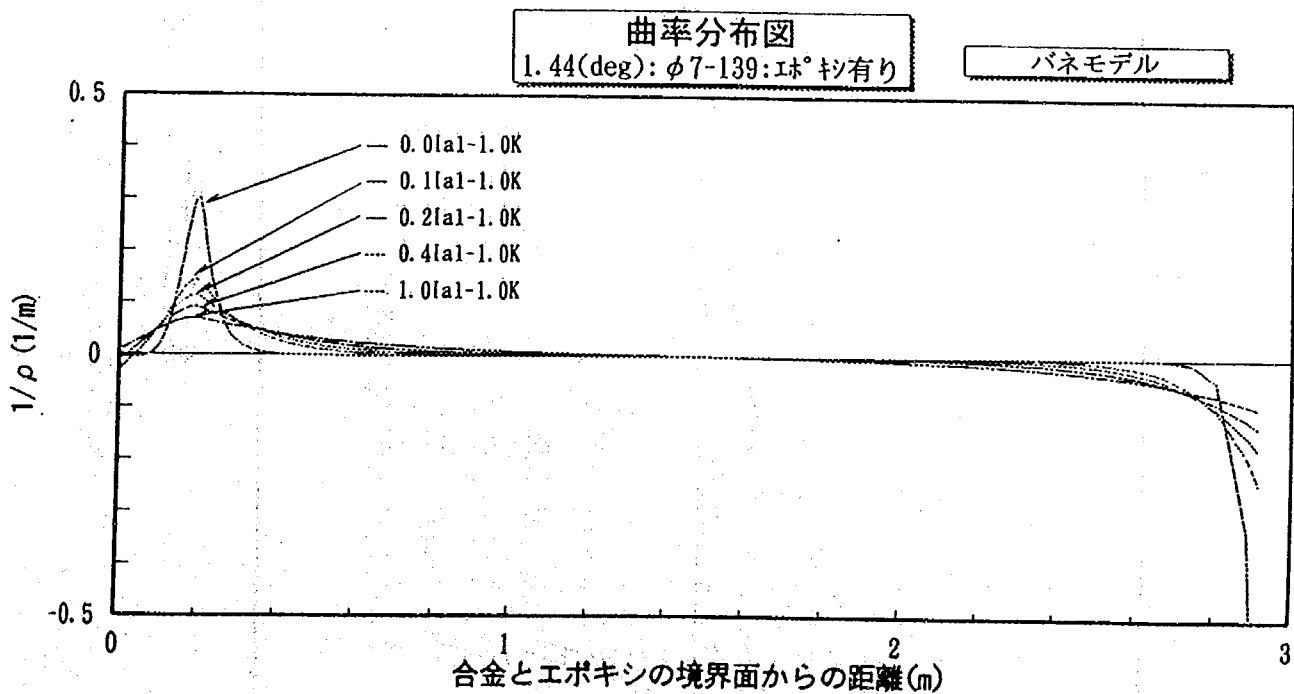
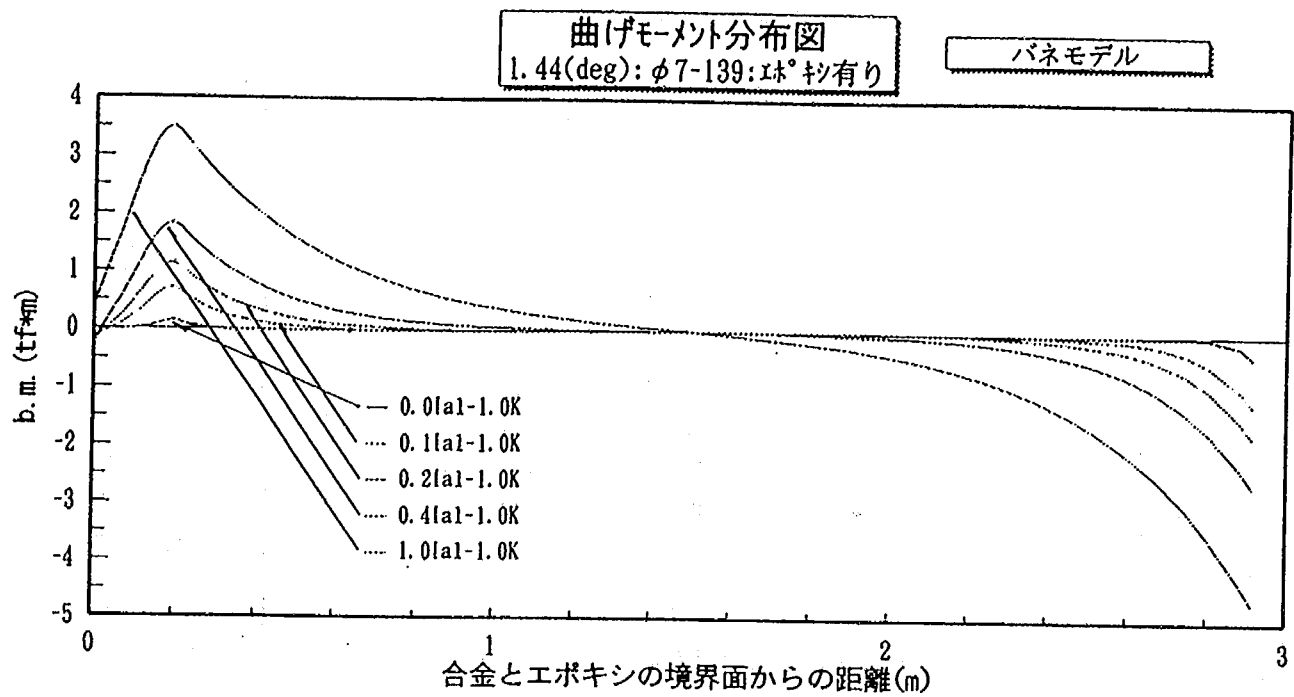


図-A2.38 曲げモーメント・曲率分布図 (両端固定梁+パネモデル: 計算方法②)

曲げ応力度分布図
1.44(deg): $\phi 7-139$: 球° 杉有り

バネモデル

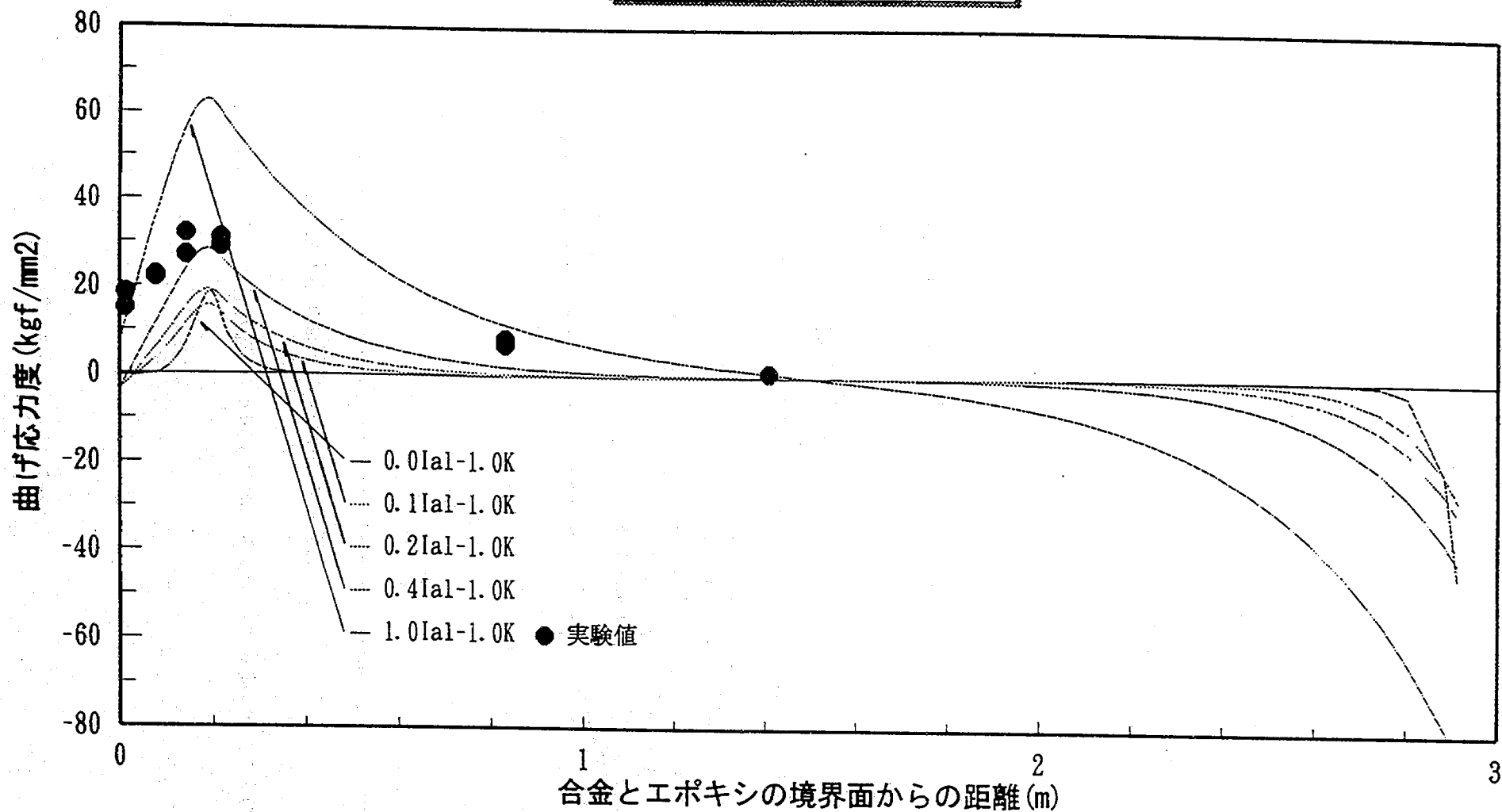


図-A2.39 曲げ応力度分布図 (両端固定梁+バネモデル: 計算方法②)

(5) 計算方法③(混合モデル)

図-A2. 40に $P-\delta$ 、図-A2. 41にたわみ分布図、図-A2. 42に曲げモーメント・曲率分布図、図-A2. 43に二次曲げ応力の分布図を示す。

$P-\delta$ に関しては、実験値と一致していない。この原因として、次のようなことも挙げられるかもしれない。曲げモーメント分布図からもわかるように、大きな曲げモーメントの発生しているSPWC中央および200mm近傍の断面二次モーメントは、一般部の I_{al} ($k=1$)の値で解析している。実際には曲げモーメントの大きなところでは、素線間のすべりが生じることにより、解析上の断面二次モーメントは低下していると考えられる。

曲げ応力度に関しては、本解析では探索しきれていないが、端部から300mmの区間の応力度のフィッティングは、当モデルでは難しそうである。大きな曲げモーメントの働く一般部(200mm周辺)の断面二次モーメントを低減するようなモデルで検討した方がよいと思われる。

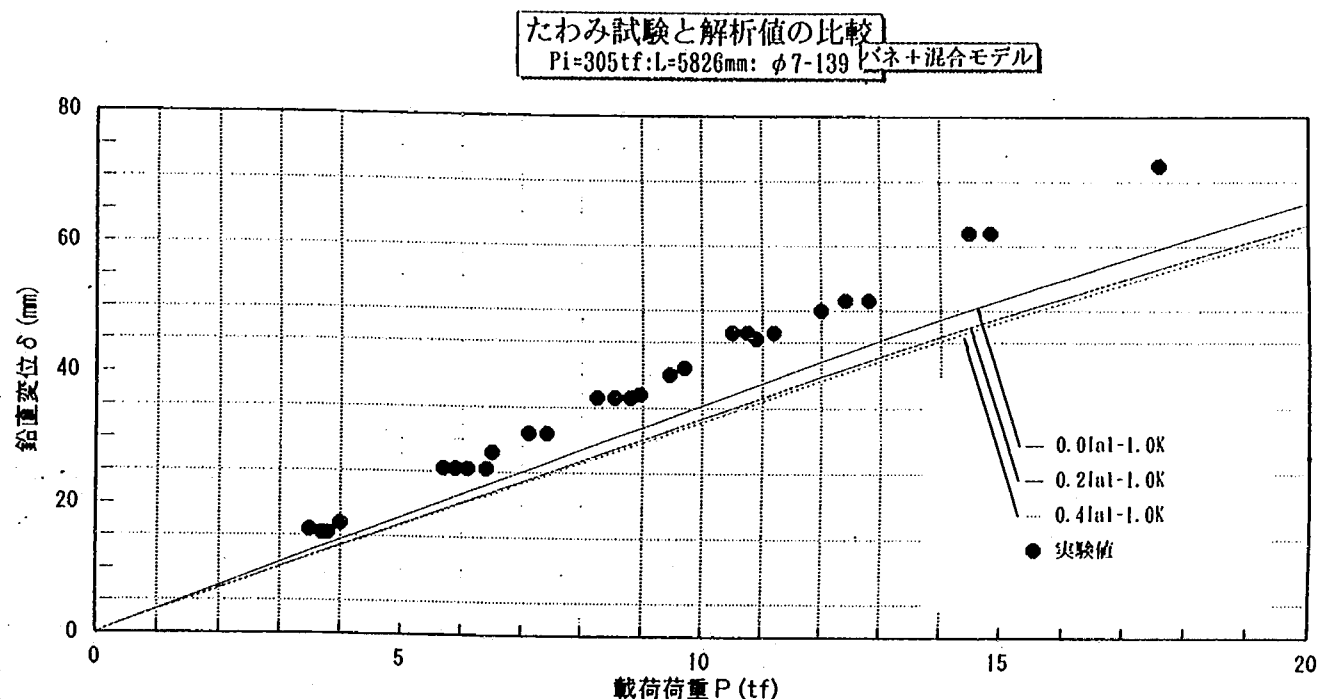


図-A2.40 有限変形解析結果($P-\delta$)(両端固定梁+バネモデル:混合モデル)

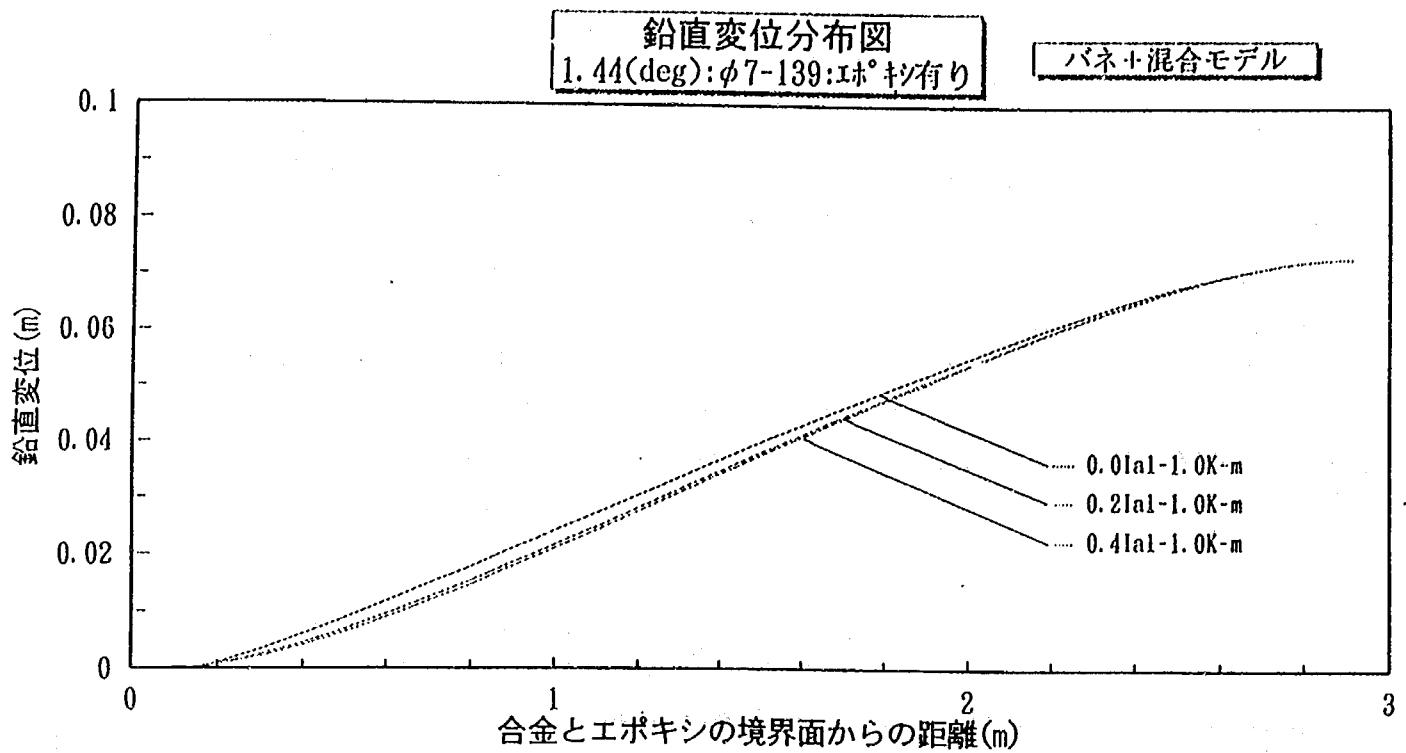


図-A2.41 たわみ分布図 (両端固定梁+バネモデル:混合モデル)

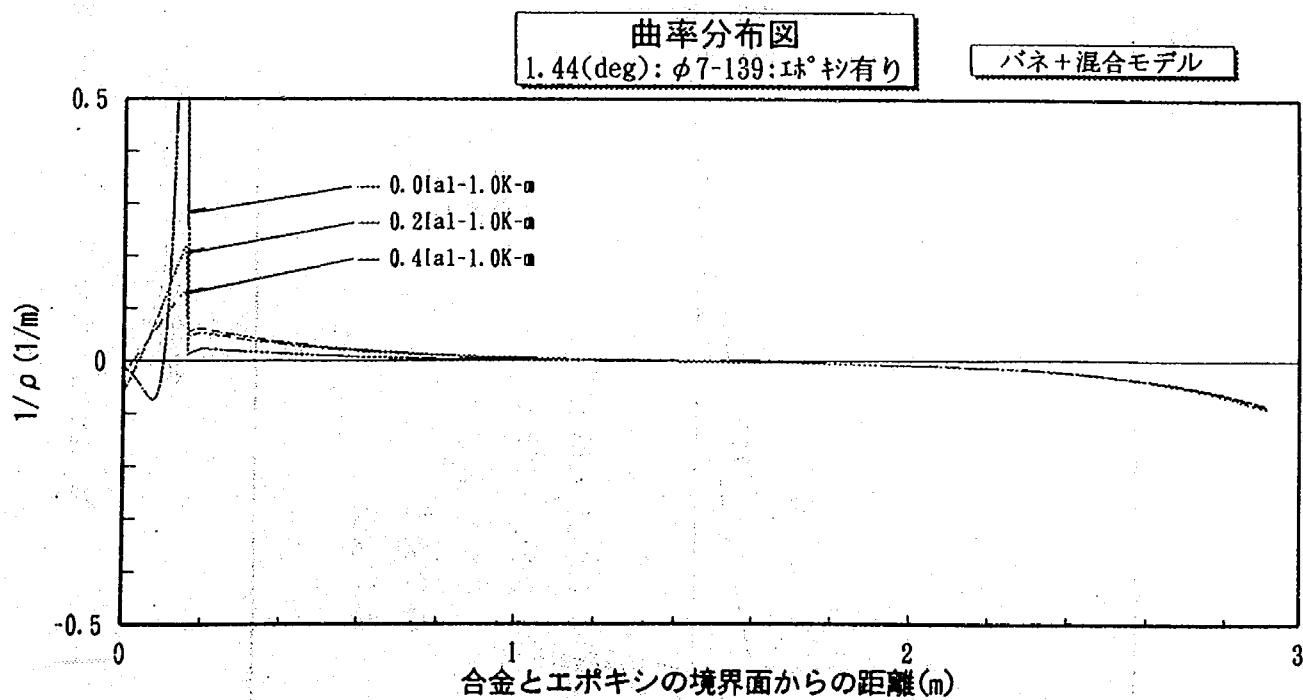
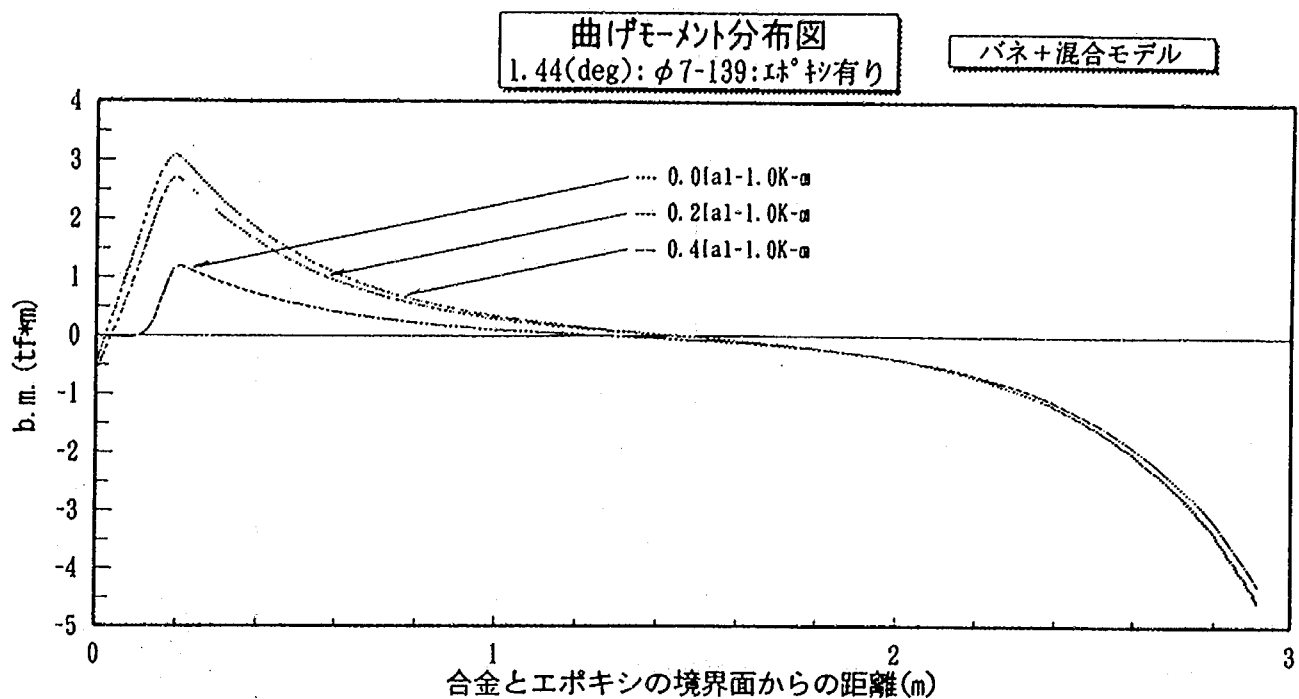


図-A2.42 曲げモーメント・曲率分布図 (両端固定梁+バネモデル: 混合モデル)

曲げ応力度分布図
1.44(deg): $\phi 7-139$: 1 $^{\circ}$ 抄有り

バネ+混合モデル

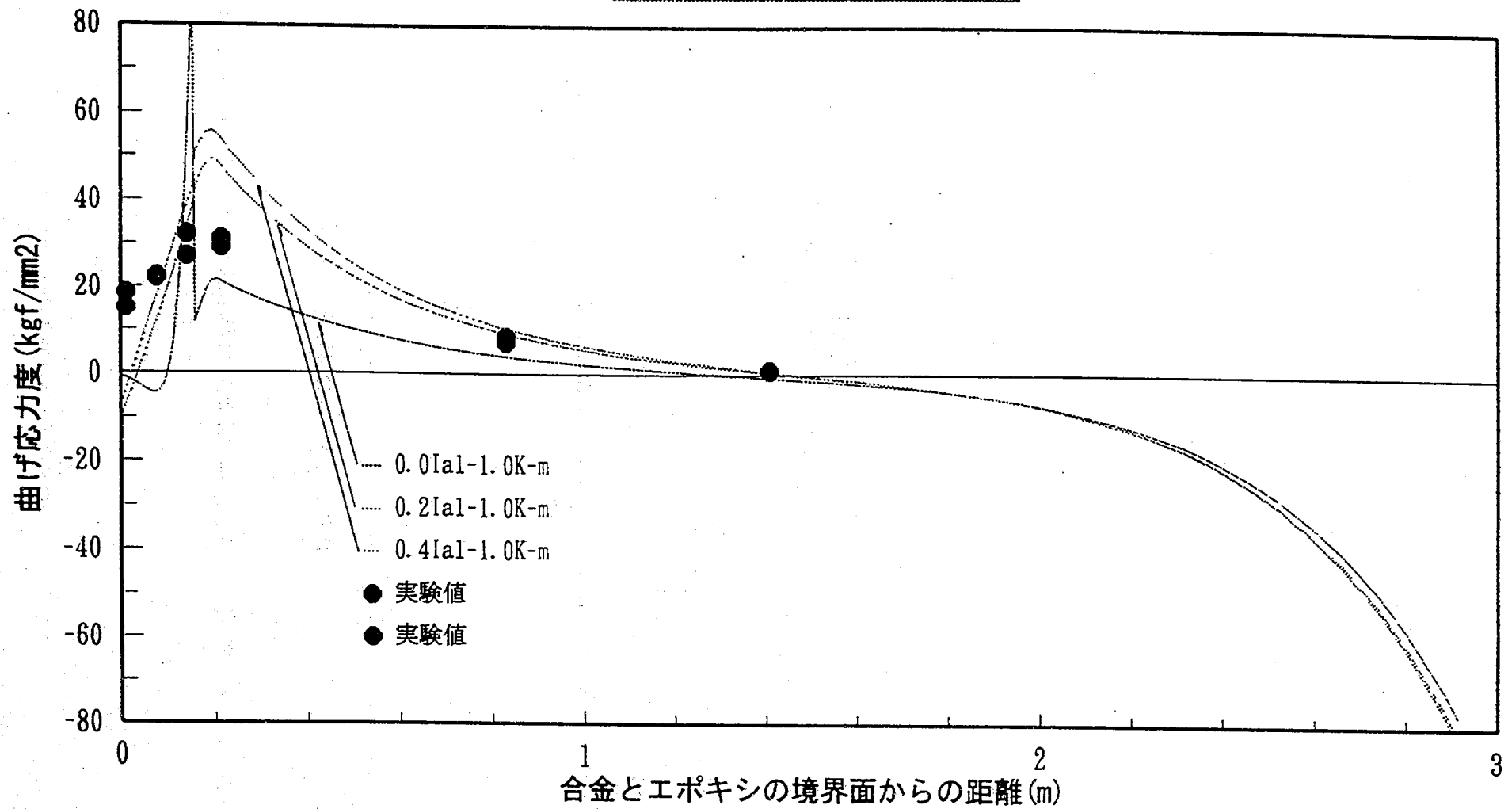


図-A2.43 曲げ応力度分布図 (両端固定梁+バネモデル: 混合モデル)

2. $\phi 7-163$ S P W C

2. 1 両端固定梁+バネモデルの梁要素有限変形解析

本州四国連絡橋公団では、 $\phi 7-163$ S P W Cについて、たわみ試験・曲げ試験・曲げ疲労試験を実施している。よって、 $\phi 7-139$ S P W Cと同様の解析を行ってみた。ただし、膜要素有限変形解析については、 $\phi 7-139$ S P W C検討時に得られたパラメータで解析を行っており、探査は行っていない。なお、 $\phi 7-163$ S P W Cでは、エポキシ樹脂が充填された定着具のみで実験が行われている。

(1) 解析概要

両端固定梁+バネモデルで初期張力を考慮した有限変形解析を行い、 $\phi 7-163$ S P W Cたわみ試験結果より、たわみにフィットする等価な断面二次モーメントを求める。また、応力度についても前章(7.4および7.5)と同様の手法で求めてみた。定着具内エポキシ部についてはバネとしてモデル化しており、そのバネ値の算定方法は7章に示すとおりである。

$$k_v = E_c \cdot D / t = 200 \cdot 99 / 24 = 825 \text{ kgf/mm}^2$$

また、 $\phi 7-163$ S P W Cたわみ試験では、曲げ角度 1.34° （実験報告書では、 1.35° ）時のたわみ分布も計測されており、解析値との比較も実施している。なお、解析には、作成したプログラムを用いている。

なお、エポキシバネの配置区間は、端部から175.6mmの区間である。

(2) 解析モデル

解析条件を以下に示す。解析モデルについては、5章を参照されたい。また、解析モデルを決定するにあたり参考にした実験条件を巻末に付す。

解析条件

弾性係数	$E = 2.0 \times 10^7 \text{ tf/m}^2$	
断面積	$A = 6.273 \times 10^{-3} \text{ m}^2$	
断面二次モーメント	$I_{al} = 34.65 \times 10^{-7} \text{ m}^4$	(素線が剛結されていると仮定した時の値)
初期張力	$P_i = 350 \text{ tf}$	
スパン長	$L = 7431.2 \text{ mm}$	

(3) 解析結果

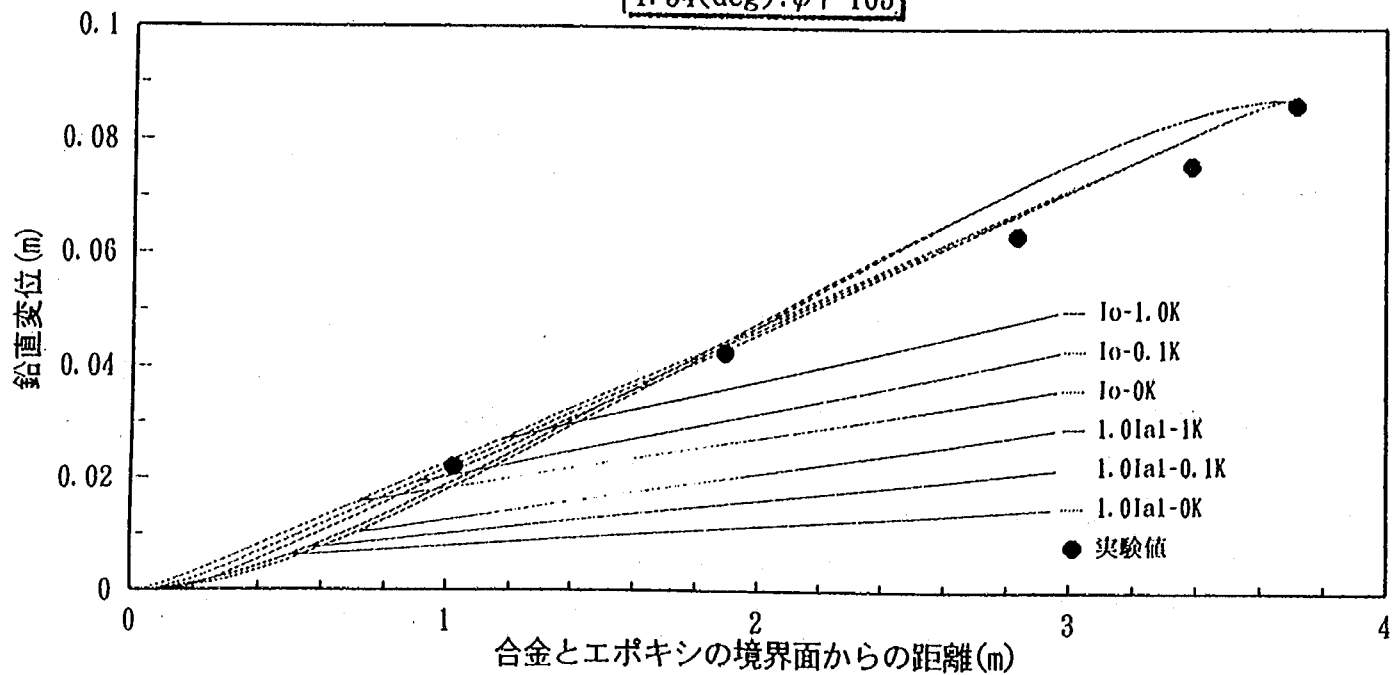
1) 計算方法②

梁要素+バネモデルについて1.1(2)の2)に示した計算方法②で応力度を算定した場合の結果として、図-A2. 4 4にたわみ分布図、図-A2. 4 5に曲げ応力の分布図を示す。

P- δ およびたわみ分布に関しては、 $0.1 I_{al}$ および I_o が比較的实验値に一致している。

曲げ応力度に関しては、本解析では探査しきれていないが、 $\phi 7-139$ S P W Cと同様、 $0.4 I_{al} \sim I_{al}$ の間に実験値とよく一致する断面二次モーメントがありそうである。

鉛直変位分布図
1.34(deg): ϕ 7-163



鉛直変位分布図
1.34(deg): ϕ 7-163

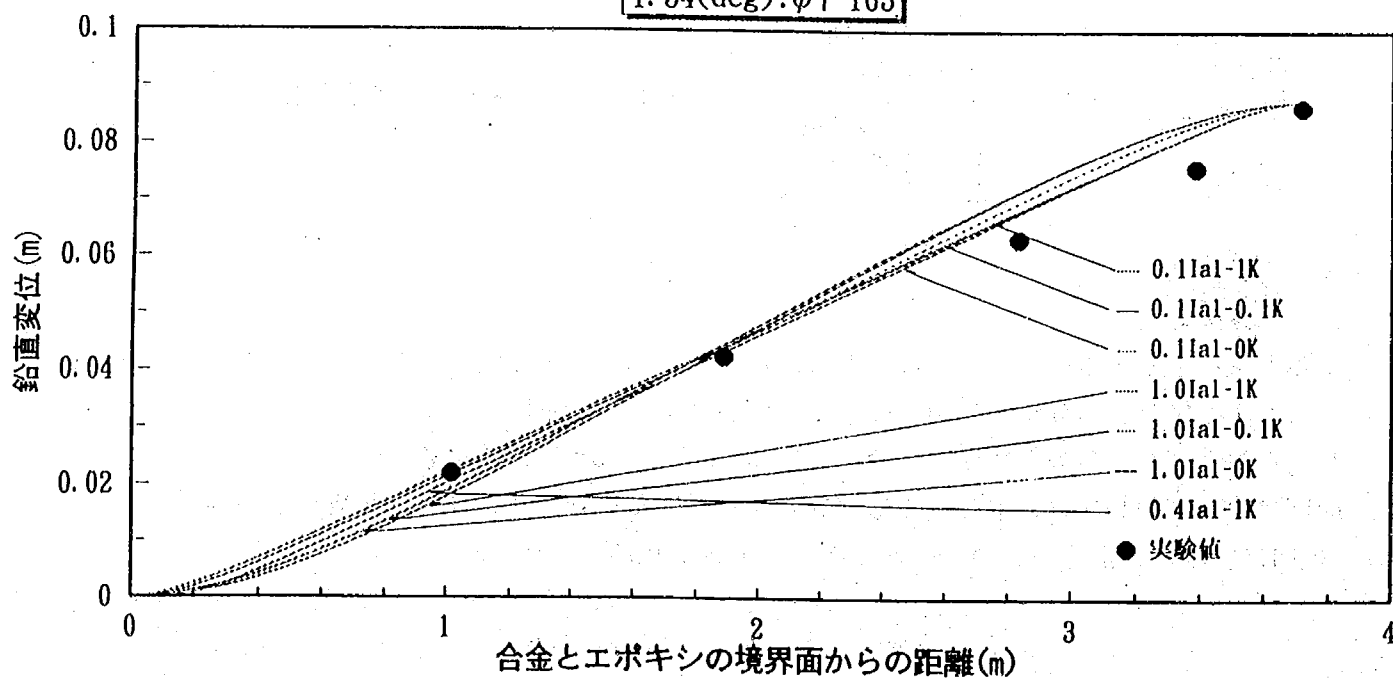


図-A2.44 たわみ分布図 (両端固定梁+パネモデル: 計算方法②)

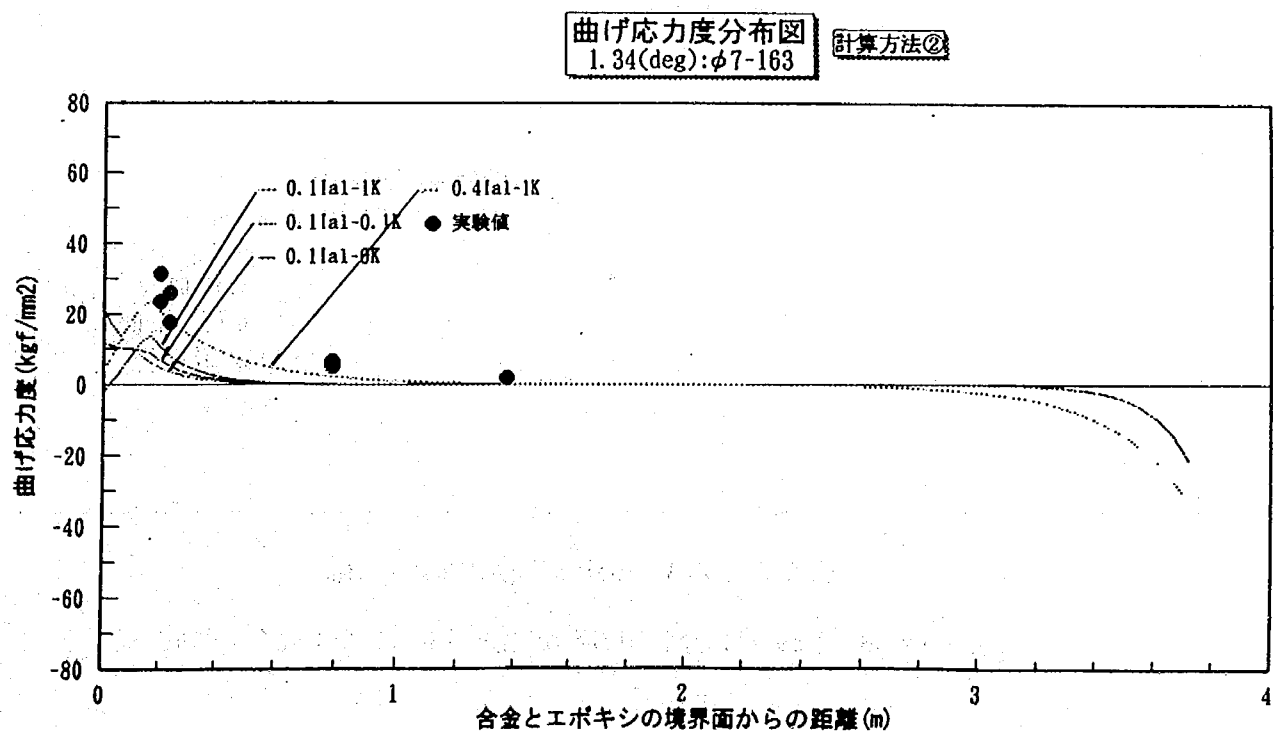
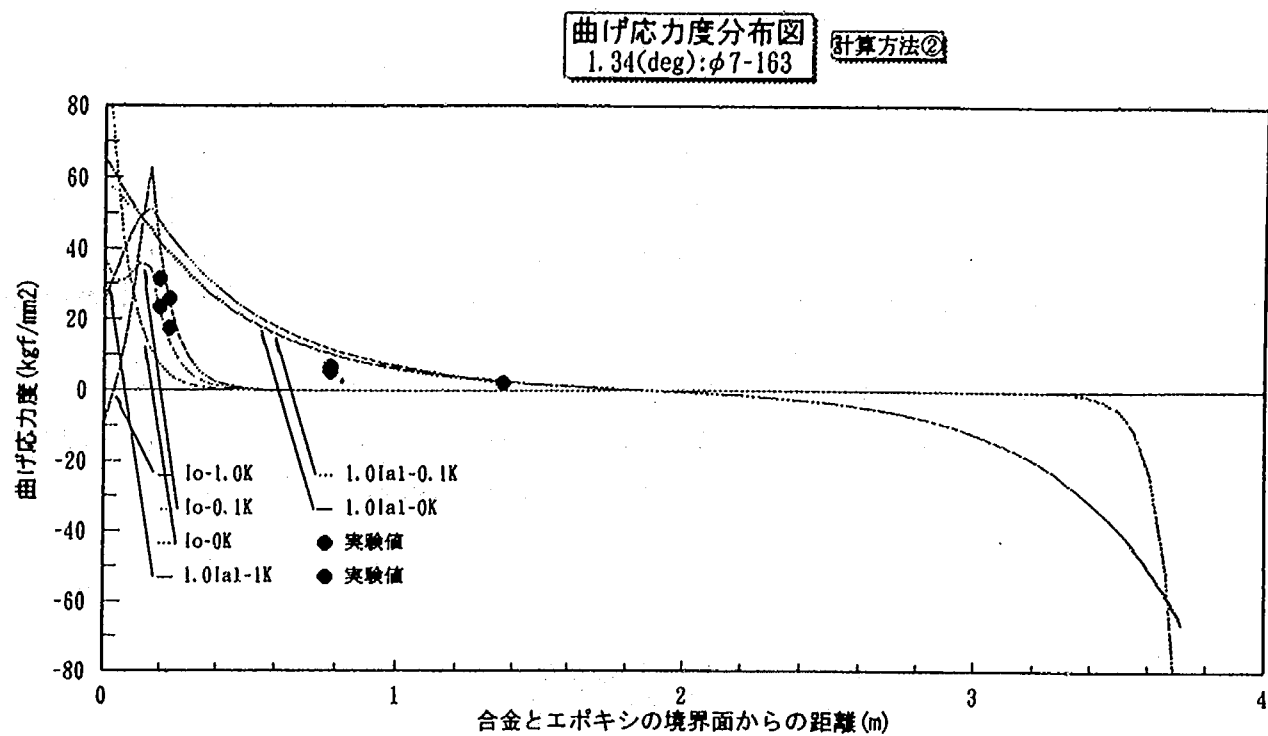


図-A2.45 曲げ応力度分布図 (両端固定梁+バネモデル: 計算方法②)

2) 計算方法③ (混合モデル)

計算方法③を適用した場合については、図-A2. 46 にたわみ分布図、図-A2. 47 に曲げ応力の分布図を示す。

$P-\delta$ に関しては、実験値と一致していない。この原因として、次のようなことも挙げられるかもしれない。曲げモーメント分布図からもわかるように、大きな曲げモーメントの発生しているSPWC中央および175mm 近傍の断面二次モーメントは、一般部の I_{al} ($k=1$) の値で解析している。実際には曲げモーメントの大きなところでは、素線間のすべりが生じることにより、解析上の断面二次モーメントは低下していると考えられる。

曲げ応力度に関しては、本解析では探索しきれていないが、端部から200mm の区間の応力度のフィッティングは、当モデルでは難しそうである。大きな曲げモーメントの働く一般部 (175mm 周辺) の断面二次モーメントを低減するようなモデルで検討した方がよいと思われる。

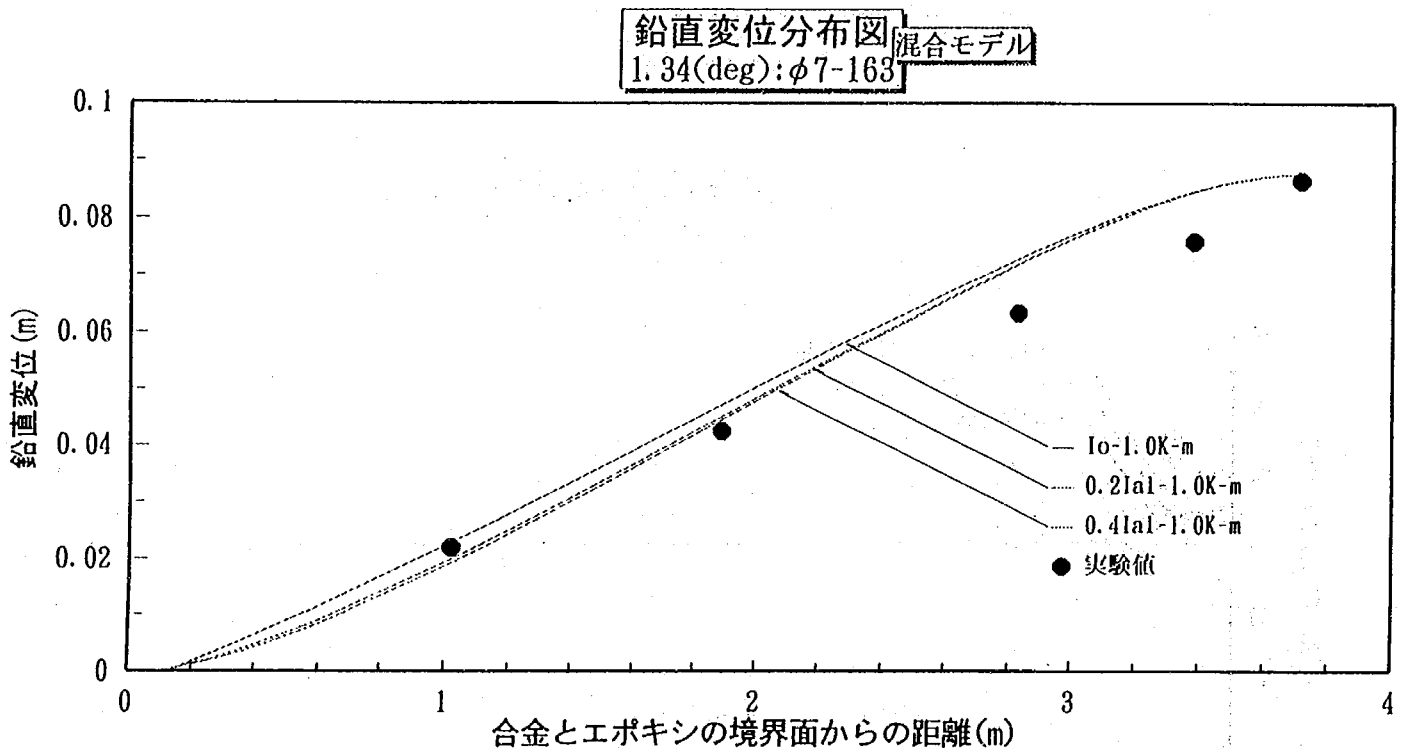


図-A2.46 たわみ分布図 (両端固定梁+バネモデル: 混合モデル)

曲げ応力度分布図

1.34(deg): $\phi 7-163$

混合モデル

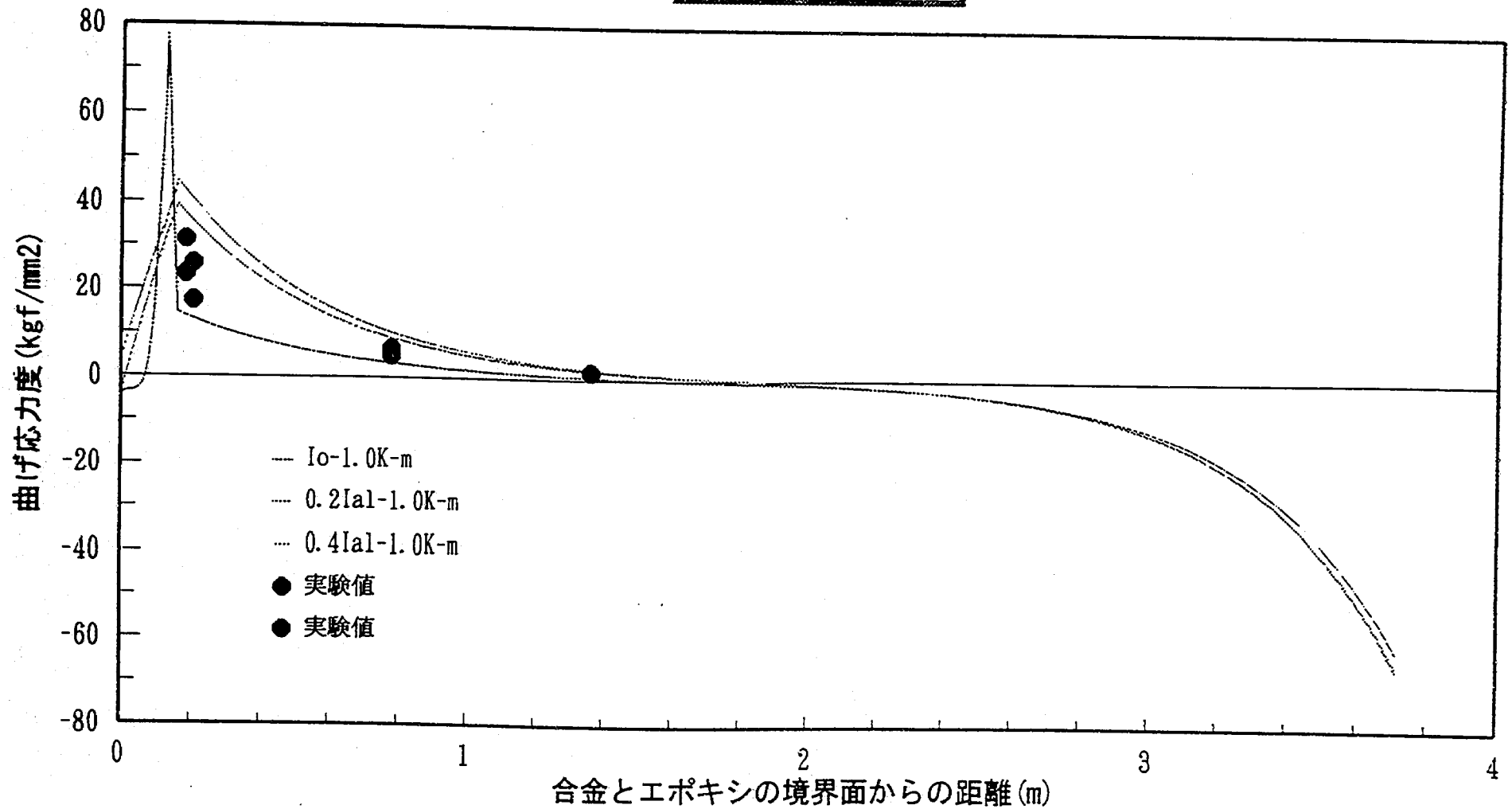


図-A2.47 曲げ応力度分布図 (両端固定梁+バネモデル: 混合モデル)

2. 2 両端固定梁+バネモデルの膜要素有限変形解析

(1) 解析概要

φ7-163 S P W C 端部 (1.5m) を解析対象とし、φ7-139と同様に初期張力を考慮した2次元面内有限変形解析を行う。索線部については平面応力膜要素 (アイソパラメトリック2次要素)、索線間については接触要素でモデル化する。さらに、境界条件として前章で求めた等価断面二次モーメント $I = 0.4 I_{al}$ ・曲げ角度 1.34° 時の変形量 (たわみ、回転変位) を外力とし、解析は変位制御で行う (曲げ角度 0.80° , 0.40° を考慮)。

解析はφ7-139 S P W C 検討時に得られたパラメータを参考に解析を行っており、探査は行っていない。境界条件を決める有限変形解析はDianaで行っている。拡幅部の空隙にはエポキシ樹脂に相当する接触要素 (鉛直方向の剛性のみを考慮) を、両端固定梁+バネモデルと同じエポキシに相当するスカラバネを配している。

境界条件

DSP5 : $k = 0.692$ の時 ($I = 0.4 * I_{al}$ の時), $0.4 * I_{al} \cdot \theta = 1.34^\circ$ 時の曲率

解析パラメータ

CASE-9 : DSP5, $K_v = 217 \text{ kgf/mm}^3$, $K_h = 0.55 \text{ kgf/mm}^3$

以上の解析により下記に示す結果を求める。

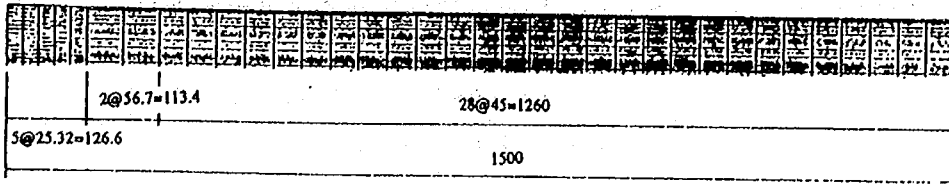
- ① S P W C 端部からの距離と等価な断面二次モーメントの関係 (3.2.1(2)の2). 参照)
- ② 曲率と S P W C 縁応力の関係

解析モデル図を図-A2. 48に示す。

MODEL



Eye point:
X = .000E+00
Y = .000E+00
Z = infinity



節点数 : 4275
要素数
平面応力要素: 1050
接触要素 : 490

D=7MM CABLE 2D. F.E.M LARGE DISPLACEMENT ANALYSIS

DIANA 5.1
mesh000.pic
7-Feb-94 13:53

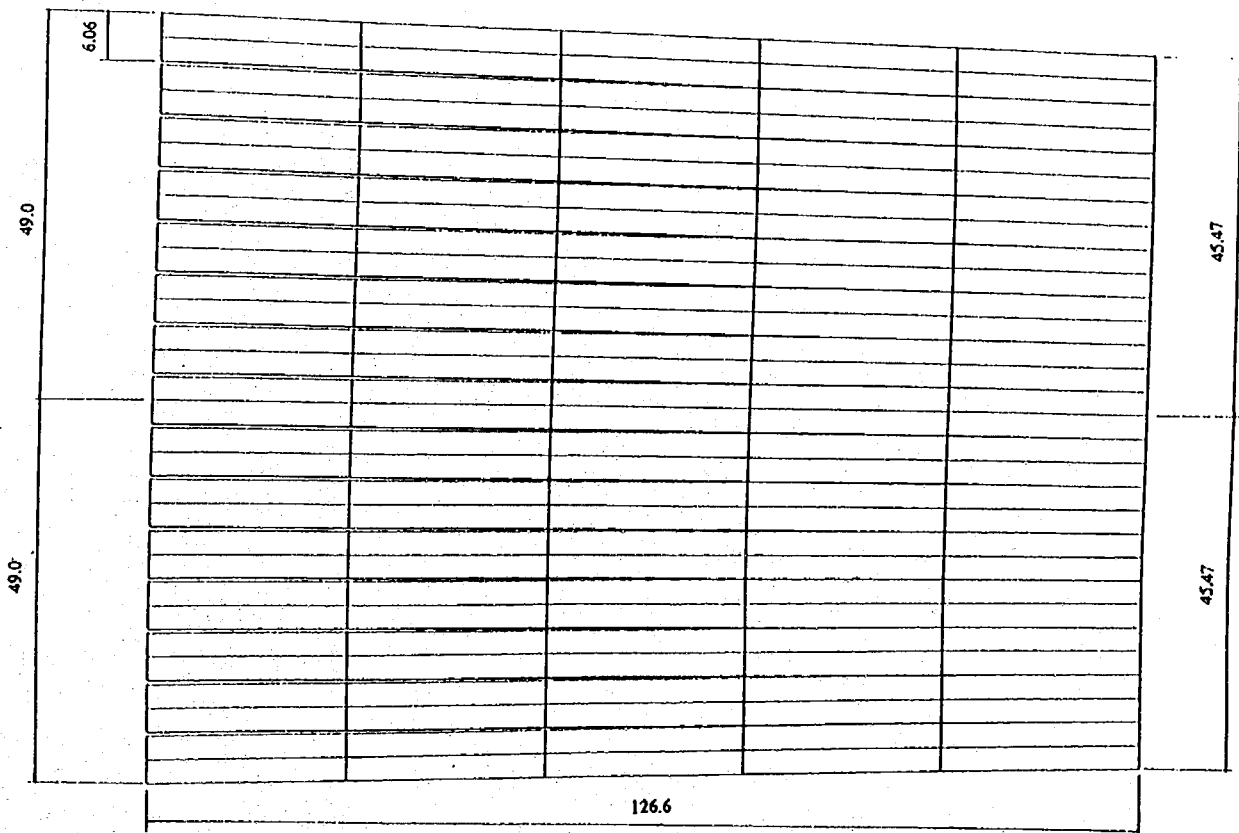


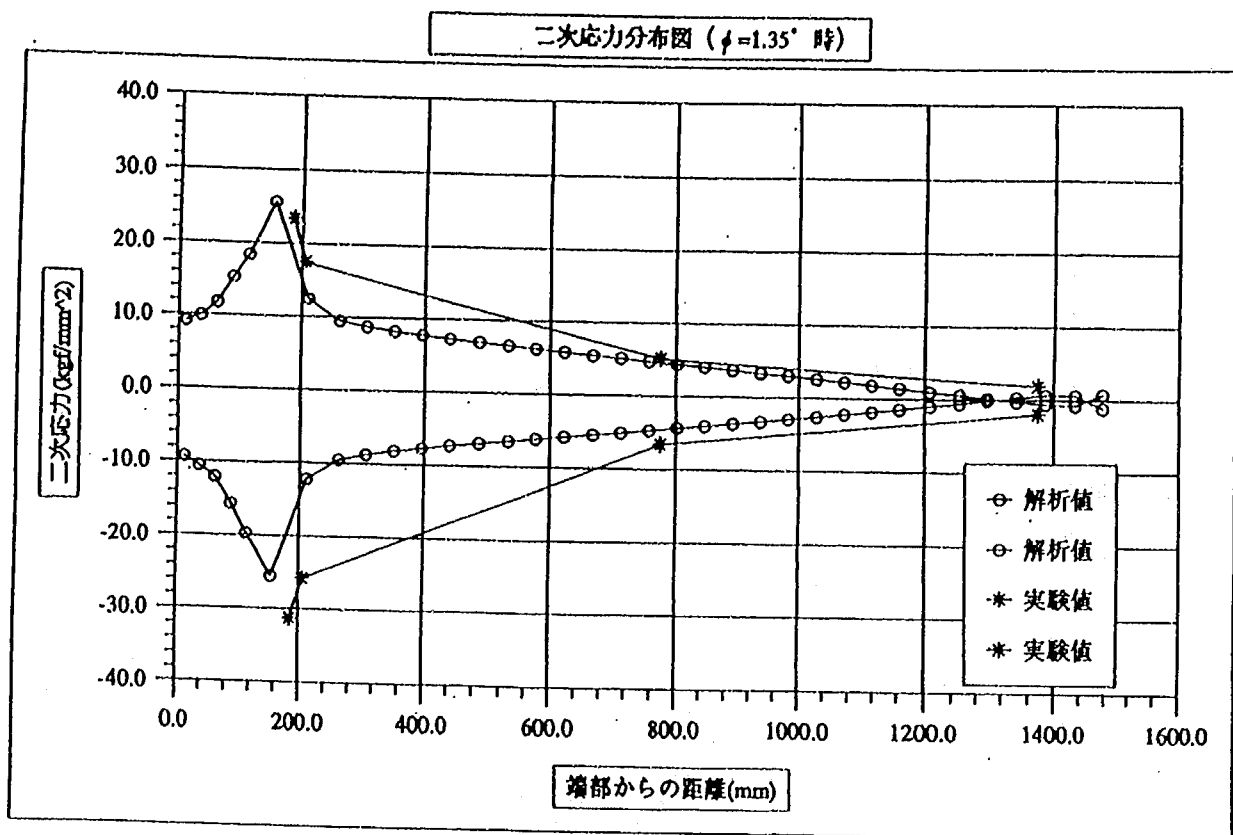
図-A2.48 両端固定梁+パネモデルの解析モデル

(2) 解析結果

二次応力分布図・変形図および断面応力図を図-A2. 49に、ケーブルの任意断面における等価な断面二次モーメントと曲率と縁応力度の関係を表-A2. 3に示す。

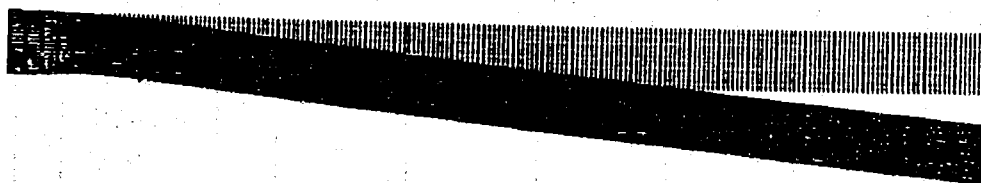
Case-9の条件時、ある方向に載荷した時の実験値にはよくフィットしているが、反対方向へ載荷した時の実験値とは少し離れている。ケーブル断面の応力度分布(図-A2. 50)をみると、定着端からの距離155mmでは曲げひずみがケーブル中央から縁部にかけて低下しているが、758mmでは素線自体には曲げモーメントは発生しておらず、伸びによるひずみが階段上に生じていることがわかる。この分布形状は、曲げひずみ低減の考え方には当てはまらない現象である。

回転中心がケーブル軸線上にあるものとし、任意断面の曲げモーメント M を求めている。また、任意断面の各素線の曲率は同じと考え、各素線の平均値を任意断面の曲率($1/\rho$)として求めている。そして、任意断面の換算断面二次モーメント I を $M=E*\rho/E$ として求めているが、前述の理由により一般部の曲率がかなり小さな値となり、 I は極度に大きな値が算定されている。



(1) 2 次応力全体分布図 (Case 9 : $\theta = 1.34^\circ$)

曲げ角度 1.35° 時変形図



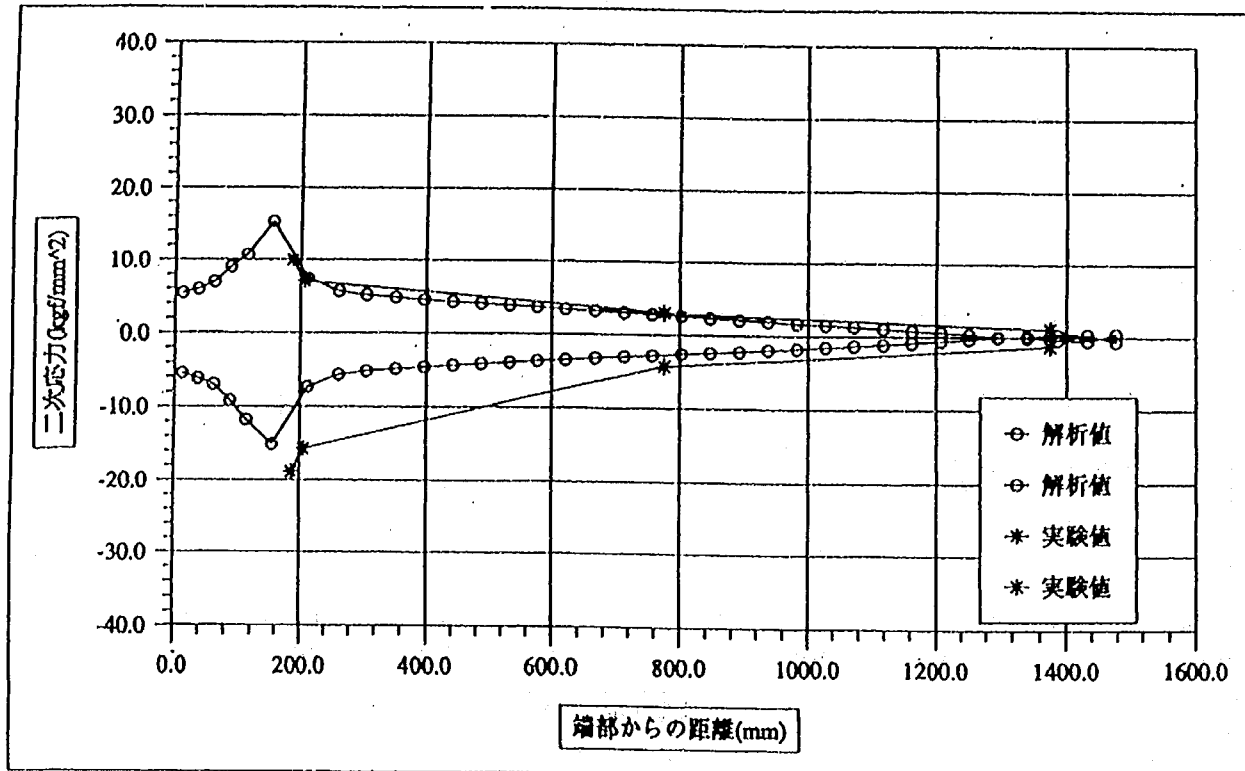
33.36 (mm)

MODEL Y +-----> X
Eye point: X = .000E+00 Y = .000E+00 Z = infinity
ANALYSIS Nonlinear Step 10
NODAL DATA Total displacements Extreme values: max = 3.336E+01 min = .000E+00 Deform. x 4.192E+00

(2) 変形図 (Case 9 : $\theta = 1.34^\circ$)

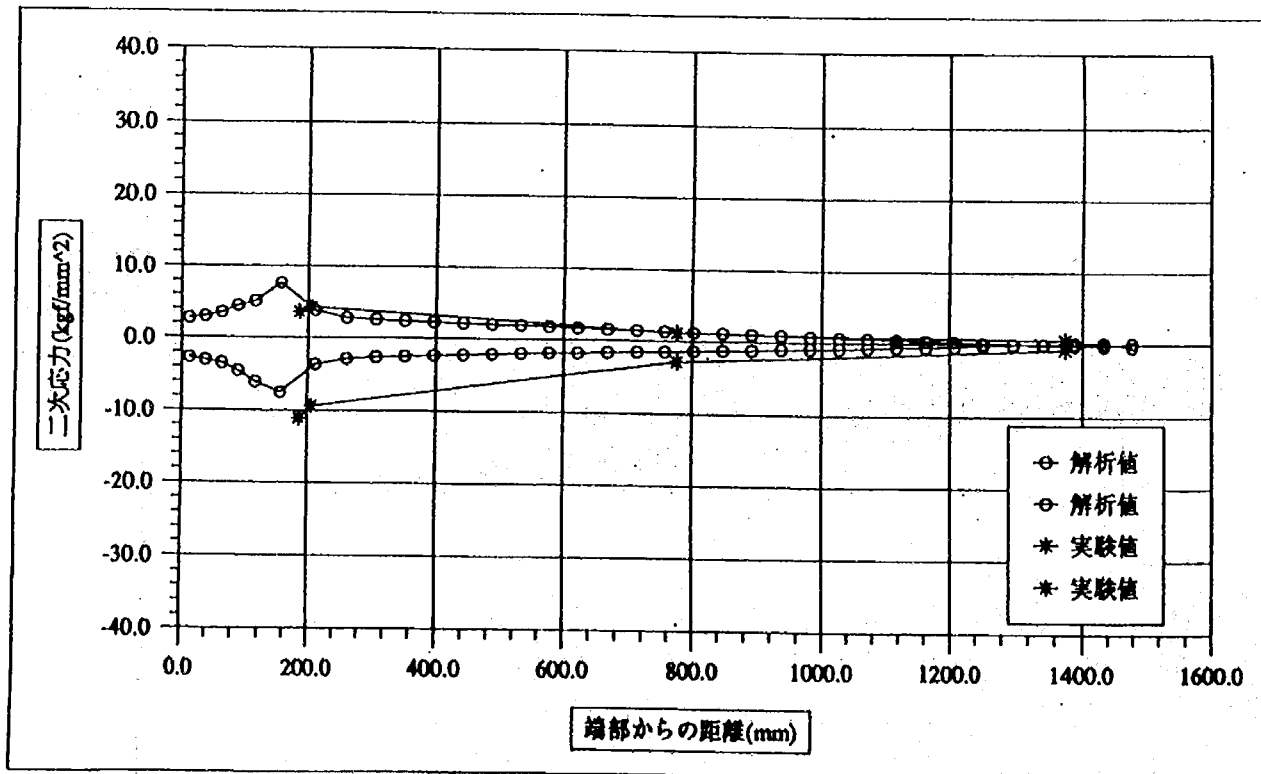
図-A2.49.1 Case 9 $\theta = 1.34^\circ$ の解析結果

二次応力分布図 ($\phi=0.8^\circ$ 時)



(1) $\theta = 0.80^\circ$

二次応力分布図 ($\phi=0.4^\circ$ 時)



(2) $\theta = 0.40^\circ$

図-A2.49.2 二次応力全体分布図 (Case 9)

表-A2.3.1 各断面における等価な断面2次モーメント (Case9 : $\theta = 1.34^\circ$)

ケーブル端部からの距離と等価な曲げ剛性の関係

断面	距離 (mm)	曲率 ($1/\rho$)	モーメント (kg. mm)	断面2次I (mm ⁴)
1	12.66	1.18268E-05	5.353E+05	2.263E+06
2	37.98	5.09561E-06	5.286E+05	5.187E+06
3	63.30	3.24762E-05	5.207E+05	8.017E+05
4	88.62	9.08896E-05	5.126E+05	2.820E+05
5	113.94	1.82873E-04	5.026E+05	1.374E+05
⑥	154.95	2.29812E-04	4.961E+05	1.079E+05
⑦	211.85	5.58181E-05	4.849E+05	4.344E+05
8	262.50	1.13433E-05	4.731E+05	2.085E+06
9	307.50	3.01378E-06	4.627E+05	7.676E+06
10	352.50	1.06198E-06	4.521E+05	2.128E+07
11	397.50	5.66923E-07	4.416E+05	3.895E+07
12	442.50	4.45766E-07	4.313E+05	4.838E+07
13	487.50	4.07101E-07	4.211E+05	5.171E+07
14	532.50	3.63033E-07	4.109E+05	5.659E+07
15	577.50	3.57515E-07	4.011E+05	5.610E+07
16	622.50	3.35415E-07	3.914E+05	5.835E+07
17	667.50	3.29796E-07	3.820E+05	5.791E+07
18	712.50	3.02186E-07	3.725E+05	6.164E+07
①⑨	757.50	2.74718E-07	3.633E+05	6.612E+07
20	802.50	2.69313E-07	3.542E+05	6.576E+07
21	847.50	2.47091E-07	3.456E+05	6.993E+07
22	892.50	2.47109E-07	3.371E+05	6.820E+07
23	937.50	2.41204E-07	3.286E+05	6.812E+07
24	982.50	2.08124E-07	3.206E+05	7.701E+07
25	1027.50	2.01893E-07	3.127E+05	7.744E+07
26	1072.50	1.79441E-07	3.050E+05	8.498E+07
27	1117.50	1.78248E-07	2.976E+05	8.348E+07
28	1162.50	1.43961E-07	2.906E+05	1.009E+08
29	1207.50	1.41919E-07	2.837E+05	9.994E+07
30	1252.50	1.71987E-07	2.770E+05	8.054E+07
31	1297.50	2.11651E-07	2.705E+05	6.391E+07
32	1342.50	7.79404E-07	2.640E+05	1.694E+07
③③	1387.50	2.26276E-06	2.560E+05	5.657E+06
34	1432.50	1.22710E-05	2.503E+05	1.020E+06
35	1477.50	4.01037E-05	2.292E+05	2.857E+05

○印は実験計測位置近傍

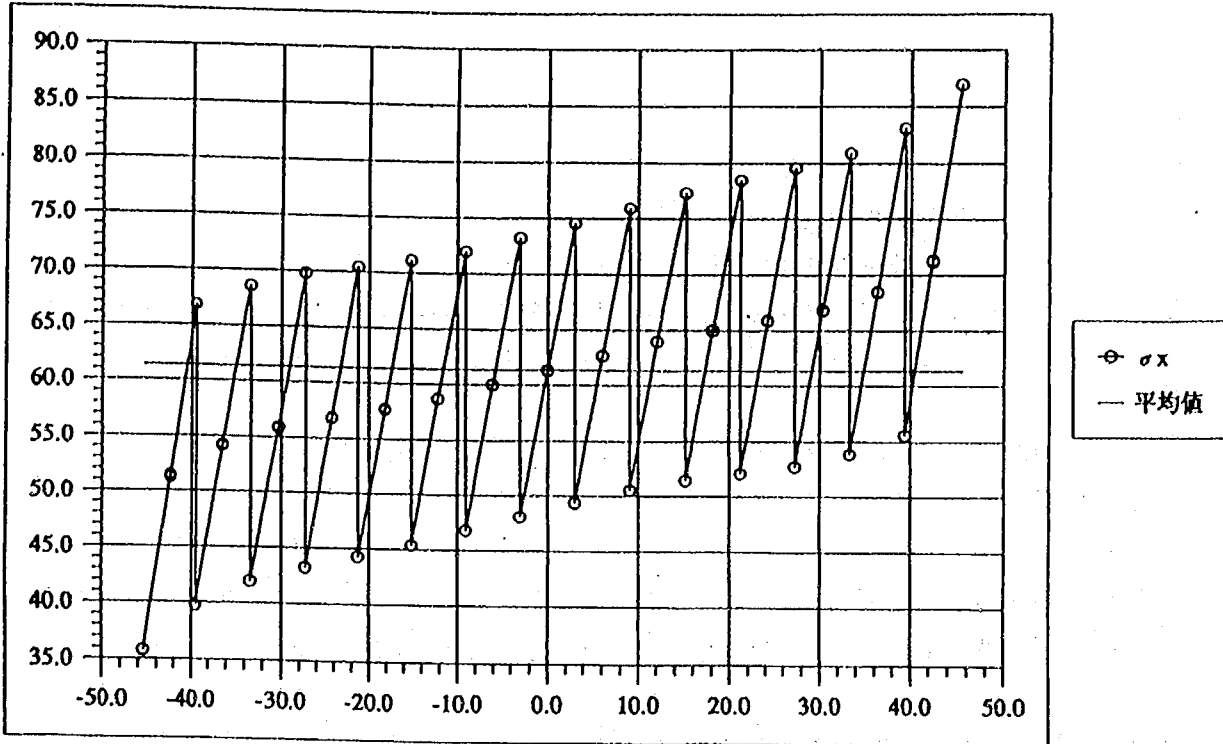
表-A2.3.2 各断面における曲率と縁応力度の関係 (Case9 : $\theta = 1.34^\circ$)

曲率とケーブル縁応力度の関係

断面	距離 (mm)	曲率 ($1/\rho$)	下縁応力 (kgf/mm^2)	上縁応力 (kgf/mm^2)
1	12.86	1.18266E-05	-9.32	9.11
2	37.98	5.09561E-06	-10.56	9.95
3	63.30	3.24762E-05	-12.04	11.77
4	88.62	9.08896E-05	-15.65	15.31
5	113.94	1.82873E-04	-19.66	18.38
⑥	154.95	2.29812E-04	-25.53	25.65
⑦	211.65	5.58161E-05	-12.18	12.45
8	262.50	1.13433E-05	-9.47	9.52
9	307.50	3.01378E-06	-8.68	8.74
10	352.50	1.06198E-06	-8.14	8.19
11	397.50	5.66923E-07	-7.69	7.74
12	442.50	4.45766E-07	-7.28	7.32
13	487.50	4.07101E-07	-6.89	6.92
14	532.50	3.63033E-07	-6.50	6.53
15	577.50	3.57515E-07	-6.13	6.15
16	622.50	3.35415E-07	-5.76	5.78
17	667.50	3.29796E-07	-5.40	5.42
18	712.50	3.02186E-07	-5.04	5.06
①9	757.50	2.74718E-07	-4.68	4.70
20	802.50	2.69313E-07	-4.33	4.35
21	847.50	2.47091E-07	-3.98	3.99
22	892.50	2.47109E-07	-3.62	3.64
23	937.50	2.41204E-07	-3.27	3.28
24	982.50	2.08124E-07	-2.90	2.92
25	1027.50	2.01893E-07	-2.54	2.55
26	1072.50	1.79441E-07	-2.16	2.19
27	1117.50	1.78248E-07	-1.78	1.81
28	1162.50	1.43961E-07	-1.38	1.41
29	1207.50	1.41919E-07	-.98	1.01
30	1252.50	1.71987E-07	-.58	.60
31	1297.50	2.11651E-07	-.13	.17
32	1342.50	7.79404E-07	.31	-.26
③3	1387.50	2.26276E-06	.64	-.61
34	1432.50	1.22710E-05	.66	-.73
35	1477.50	4.01037E-05	-1.12	.81

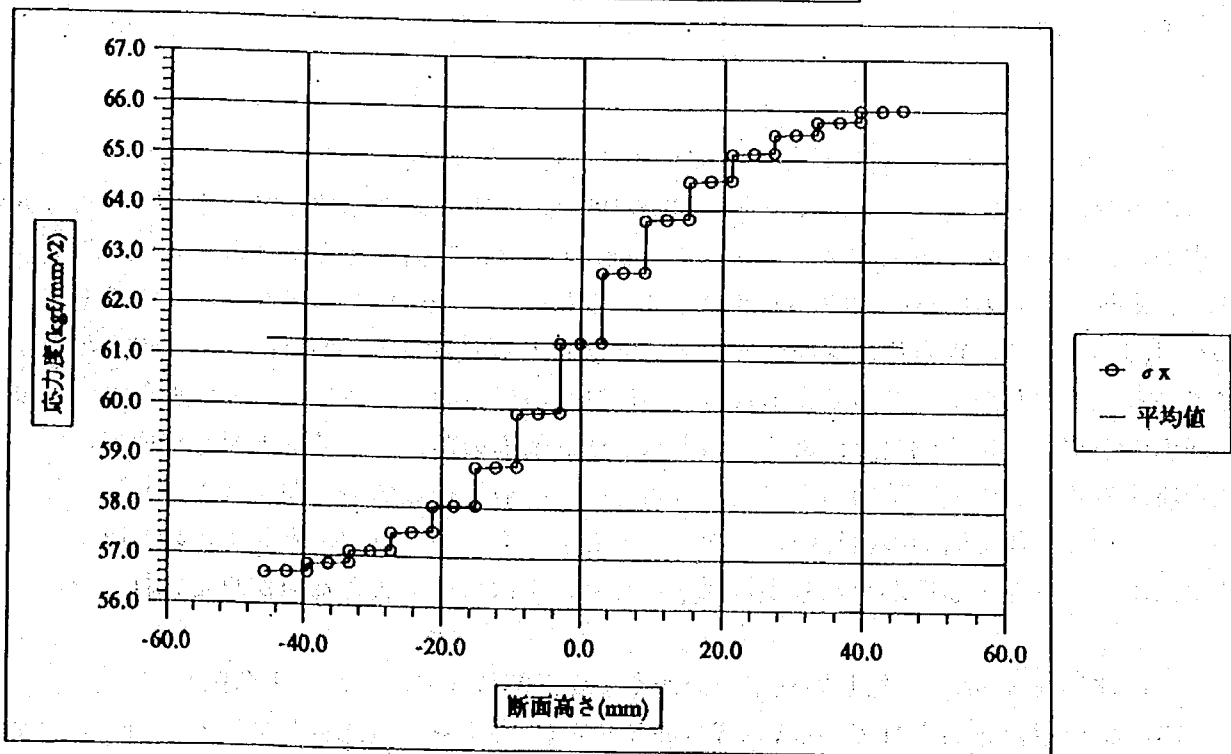
○印は実験計測位置近傍

端部から154.95mm位置における応力度分布図



(1) $x = 154.95\text{mm}$

端部から757.50mm位置における応力度分布図



(2) $x = 757.50\text{mm}$

図-A2.50 応力分布図 (Case 9 : $\theta = 1.34^\circ$)

膜要素モデルの解析結果より曲率と曲げ縁応力度の関係を求め、梁要素による解析結果（曲率）に適用することにより曲げ縁応力度を求めた。縁応力度の分布図を図-A2. 51に示す。一般部の曲率がかなり小さな値算定されているため、曲げ縁応力度は一致していない。

3. 解析結果の整理

応力度を解析するために、梁要素あるいは膜要素による幾何学的非線形を考慮したFEM解析を行っている。梁要素による解析時には、断面定数（断面二次モーメント）および二次曲げ応力度を求めるにあたり素線間の曲げひずみ低減の考え方（ひずみ低減係数 k ）を導入している。また、膜要素による解析時には、解析より得られた応力度より、SPWC長手方向の二次曲げ応力等の算出を行ったり、結果を梁要素モデルにフィードバックするために断面二次モーメントや曲率の算出も行っている。

1) $\phi 7$ -139SPWCエポキシ無し梁要素モデル（計算方法②）（図-A2. 12参照）

エポキシ樹脂の充填されていない $\phi 7$ -139SPWCの実験値と比較している。定着端から300mmの区間において、断面二次モーメントが0.3~0.4Ial時に二次曲げ応力度はよく一致している。300mmから境界部までの二次曲げ応力度をフィットさせるには、一般部の断面二次モーメントを大きくした方がよいと思われる。0.3~0.4Ial時、たわみについては一致していない。

2) $\phi 7$ -139SPWCエポキシ無し梁要素モデル（計算方法③：混合モデル）（図-A2. 16参照）

エポキシ樹脂の充填されていない $\phi 7$ -139SPWCの実験値と比較している。混合モデルは、一般部の断面二次モーメントをIalとし、拡幅部の断面二次モーメントを変化させるモデルである。定着端から300mmの区間においては、断面二次モーメントが0.3Ial時に二次曲げ応力度はよく一致している。定着端近傍での急激な応力度の変化をさらにフィットさせるためには、断面二次モーメントを定着端から漸増するモデルとしたほうがよいと思われる。たわみについては一致していない。

3) $\phi 7$ -139SPWCエポキシ無し膜要素モデル（図-A2. 28参照）

エポキシ樹脂の充填されていない $\phi 7$ -139SPWCの実験値と比較している。Case-6の条件の時、二次曲げ応力度の分布がよくフィットしている。ケーブル断面の応力度分布（図-A2. 29）をみると、定着端からの距離0~207mmでは曲げひずみがケーブル中央から縁部にかけて低下しているが、207~1500mmでは素線自体には曲げモーメントは発生しておらず、伸びによるひずみが階段上に生じていることがわかる。この分布形状は、曲げひずみ低減の考え方には当てはまらない現象である。

回転中心がケーブル軸線上にあるものとし、任意断面の曲げモーメント M を求めている。また、任意断面の各素線の曲率は同じと考え、各素線の平均値を任意断面の曲率（ $1/\rho$ ）として求めている。そして、任意断面の換算断面二次モーメント I を $M=E \cdot \rho / E$ として求めているが、前述の理由により一般部の曲率がかなり小さな値となり、 I は極度に大きな値が算定されている。

4) $\phi 7$ -139SPWCエポキシ無し膜要素モデル微小変形解析（図-A2. 31参照）

エポキシ樹脂の充填されていない $\phi 7$ -139SPWCの実験値と比較している。Case-7および8の条件で微小変形解析を行っている。Case-7・Case-8ともに、距離200mm~境界部までの区間の二次曲げ応力が実験値およびCase-6とよく一致しているが、断面の応力度を比べると各々異なった分布形状を呈している。端部から200mmまでの区間の二次曲げ応力は、両ケースとも実験値およびCase

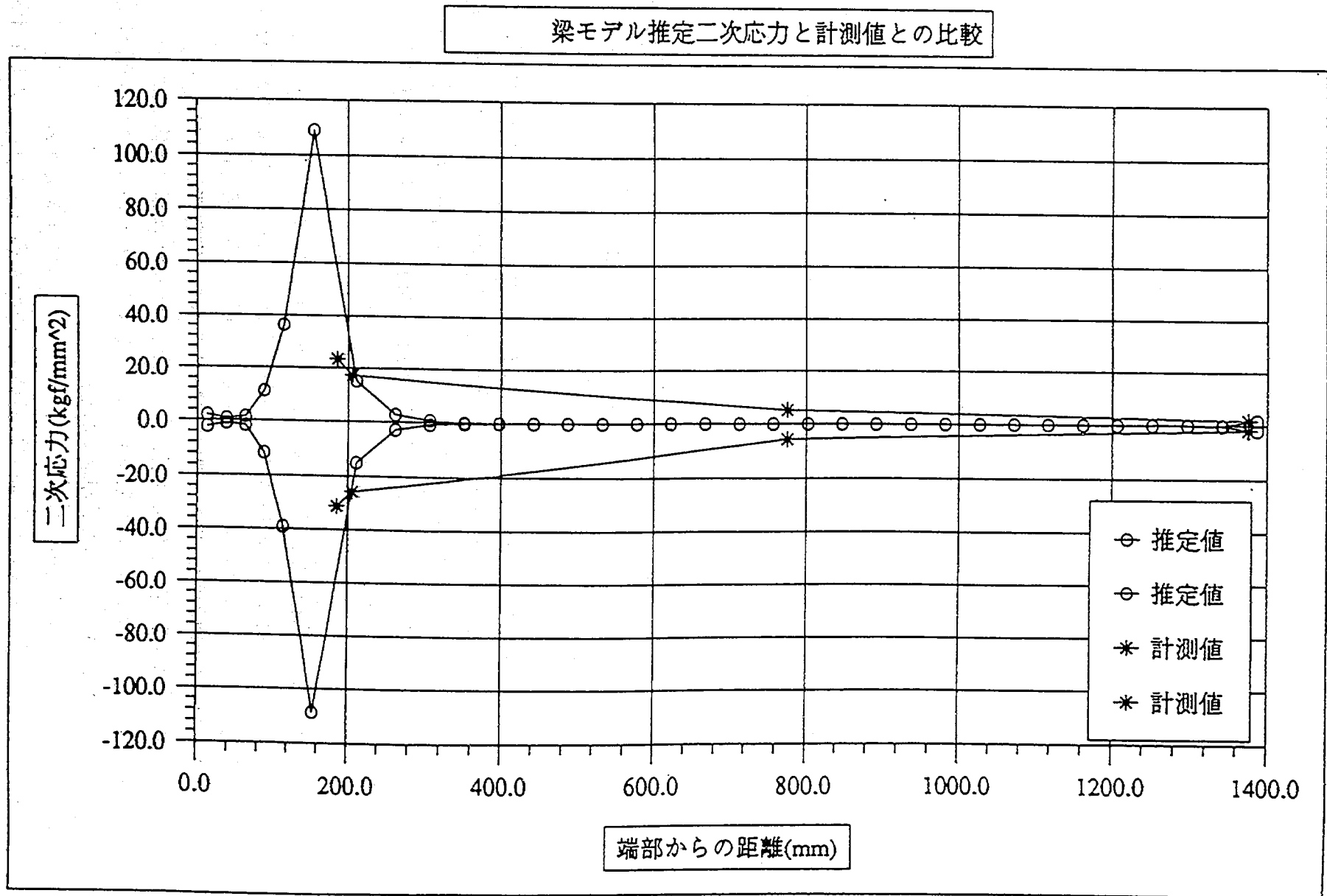


図-A2.51 2次応力全体分布図 (両端固定梁+バネモデル: $\theta = 1.34^\circ$: 1.0ke)

-6と一致しておらず、Case-6>Case-8>Case-7の順に大きい。このことは、解析モデル中央部の鉛直方向のたわみも、Case-6>Case-8>Case-7の順に大きいことより推察される。

5) $\phi 7$ -139SPWCエポキシ有り梁要素+バネモデル(図-A2. 35~A2. 38参照)

$\phi 7$ -139SPWC エポキシ無し膜要素モデルの結果を受け、エポキシ樹脂の充填されている時と充填されていない時の $\phi 7$ -139SPWCの実験値と比較している。 $\phi 7$ -139SPWC エポキシ無し膜要素モデルで、一般部の曲率がかなり小さな値算定されているため、二次曲げ応力度は一致していない。

6) $\phi 7$ -139SPWCエポキシ有り梁要素+バネモデル(計算方法②)(図-A2. 39参照)

エポキシ樹脂の充填されている $\phi 7$ -139SPWCの実験値と比較している。パラメータ探索は完了していないが、 $0.4|a| \sim |a|$ の間に実験値とよくフィットする断面二次モーメントがありそうである。 $0.4 \sim |a|$ 時、たわみについては一致していない。

7) $\phi 7$ -139SPWCエポキシ有り梁要素+バネモデル(計算方法③:混合モデル)(図-A2. 43参照)

エポキシ樹脂の充填されている $\phi 7$ -139SPWCの実験値と比較している。パラメータ探索は完了していないが、端部から300mmの区間の応力度のフィッティングは、当モデルでは難しそうである。大きな曲げモーメントの働く一般部(200mm周辺)の断面二次モーメントを低減するようなモデルで検討した方がよいと思われる。

8) $\phi 7$ -163SPWCエポキシ有り梁要素+バネモデル(計算方法②)(図-A2. 45参照)

エポキシ樹脂の充填されている $\phi 7$ -163SPWCの実験値と比較している。パラメータ探索は完了していないが、 $0.4|a|-K_e \sim |a|-K_e$ の間に実験値とよくフィットする断面二次モーメントがありそうである。 $0.4|a|-K_e \sim |a|-K_e$ 時、たわみについては一致していない。

9) $\phi 7$ -163SPWCエポキシ有り梁要素+バネモデル(計算方法③:混合モデル)(図-A2. 47参照)

エポキシ樹脂の充填されている $\phi 7$ -163SPWCの実験値と比較している。パラメータ探索は完了していないが、端部から300mmの区間の応力度のフィッティングは、当モデルでは難しそうである。大きな曲げモーメントの働く一般部(200mm周辺)の断面二次モーメントを低減するようなモデルで検討した方がよいと思われる。

10) $\phi 7$ -163SPWCエポキシ有り膜要素モデル(図-A2. 49. 1参照)

エポキシ樹脂の充填されている $\phi 7$ -163SPWCの実験値と比較している。Case-9の条件の時、ある方向に載荷した時の実験値にはよくフィットしているが、反対方向へ載荷した時の実験値とは少し離れている。ケーブル断面の応力度分布(図-A2.49)をみると、定着端からの距離155mmでは曲げひずみがケーブル中央から縁部にかけて低下しているが、758mmでは素線自体には曲げモーメントは発生しておらず、伸びによるひずみが階段上に生じていることがわかる。この分布形状は、曲げひずみ低減の考え方には当てはまらない現象である。

回転中心がケーブル軸線上にあるものとし、任意断面の曲げモーメント M を求めている。また、任意断面の各素線の曲率は同じと考え、各素線の平均値を任意断面の曲率($1/\rho$)として求めている。そして、任意断面の換算断面二次モーメント I を $M=E \cdot \rho / E$ として求めているが、前述の理由により一般部の曲率がかなり小さな値となり、 I は極度に大きな値が算定されている。

1 1) $\phi 7$ -139SPWCエポキシ有り梁要素+バネモデル(図-A2. 5 1 参照)

$\phi 7$ -163SPWC エポキシ有り膜要素モデルの結果を受け、エポキシ樹脂の充填されている $\phi 7$ -163SPWC の実験値と比較している。 $\phi 7$ -163SPWC エポキシ有り膜要素モデルで、一般部の曲率がかなり小さな値算定されているため、二次曲げ応力度は一致していない。

限界状態設計法による斜張橋の
耐風設計に関する調査研究報告
書（その1）

I S S N 0386-5878
土木研究所資料第3352号
平成7年6月（1995）

構造研究室 佐藤弘史、日下部毅明、鹿島智博、小野 洋

要旨

限界状態設計法の考え方に基づき、斜張橋の耐風設計をより合理的なものにするための調査研究の中間報告である。本報告では、ガスト応答によって発生する応力の統計的な評価、およびケーブルの風による振動の際に問題となる曲げ応力を精度良く評価するための試みが記述されている。

キーワード：斜張橋、風荷重、ガスト応答、二次応力、有限要素法
シミュレーション



郵便はがき

3 0 5 - □ □

五十円切手
をはって
ください。

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所
構造橋梁部構造研究室
行

No. 3

8

No. 3

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第3352号 部

上記のとおり受領しました。

所属（住所）

氏名

