

土 木 研 究 所 資 料

ダムテンターゲート脚柱の初期変形が
応力に及ぼす影響について

—ダムテンターゲートの構造解析事例—

昭和56年 5 月

建設省土木研究所
ダム構造研究室

Copyright © 55年度 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 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、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行なってはならない。

ダムテンターゲート脚柱の初期変形が応力に 及ぼす影響について

－ 1 ダムテンターゲートの構造解析事例 －

ダム部長 糸林 芳彦
ダム構造研究室
 斉藤 孝三
 依光 春実

目 次

1. はじめに	1
2. 変形現状	4
3. 当初の設計	8
4. 現行設計法による応力検算	11
5. 3次元応力解析	12
5.1 解析条件	12
5.2 解析結果と考察	15
5.3 元設計法との応力比較	16
5.4 別法による許容応力との比較	18
6. 補強工の検討	20
7. 今後の問題点	25
8. 解析結果の付図・付表	26
 付 録 B ダムテンターゲート応力解析	 70
1. 現行設計法による応力計算	71
2. 3次元応力解析	71
2.1 解析条件	71
2.2 解析結果	73
2.3 元設計法との応力比較	74
2.4 別法による許容応力との比較	74

1. は じ め に

解析の事例ゲートは、扉体円弧の中心に向う上下2個の門形トラス式門構を主体とし、その間及び上下に縦トラスを配置結合し、その表面にスキンプレートを取付けて一体とされている。

近年の総合点検において、目視でわかる程度の脚柱の変形が発見された。

このゲートは、昭和28年に製作されたもので、当時はゲート設計の統一された基準はなく、資材節約の為トラス形式が選ばれたいきさつもあった。また、鋼材の規格寸法もマイナス側に許容範囲すれ¹⁾すれのものもあり、その製作精度(曲りなど)、ゲート据付の技術、精度も劣っていた状態であった。

昭和35年には「水門鉄管技術基準」が制定され、平面的には門構ラーメン、垂直面では単断面を取り出して設計するように規定された。

昭和42年7月に関西電力の和知ダムゲートで、洪水時に脚柱が挫屈、流出し、人命が失われた他、下流に若干の被害を出す事故があ²⁾った。その直後、「基準」が出される以前に設計された重要なゲートについて、設計法等の実状調査が行われたが、田瀬はその調査からはずれた経緯もあった。

その後、当研究室においても、和知をはじめいくつかのゲートの3次元応力解析を行い、これと現行設計法による応力値の比較等から、いくつかの修正をつけたうえで、現行設計法でも十分安全で経済的な設計を行うことができると結論した。

今回、脚柱が立体的に微妙な変形をしている事などを考慮すると、3次元応力解析の必要性があり、現在の変形状態での応力的な問題点を解明し、合わせて補強工を行った場合の応力状態も解析検討した。

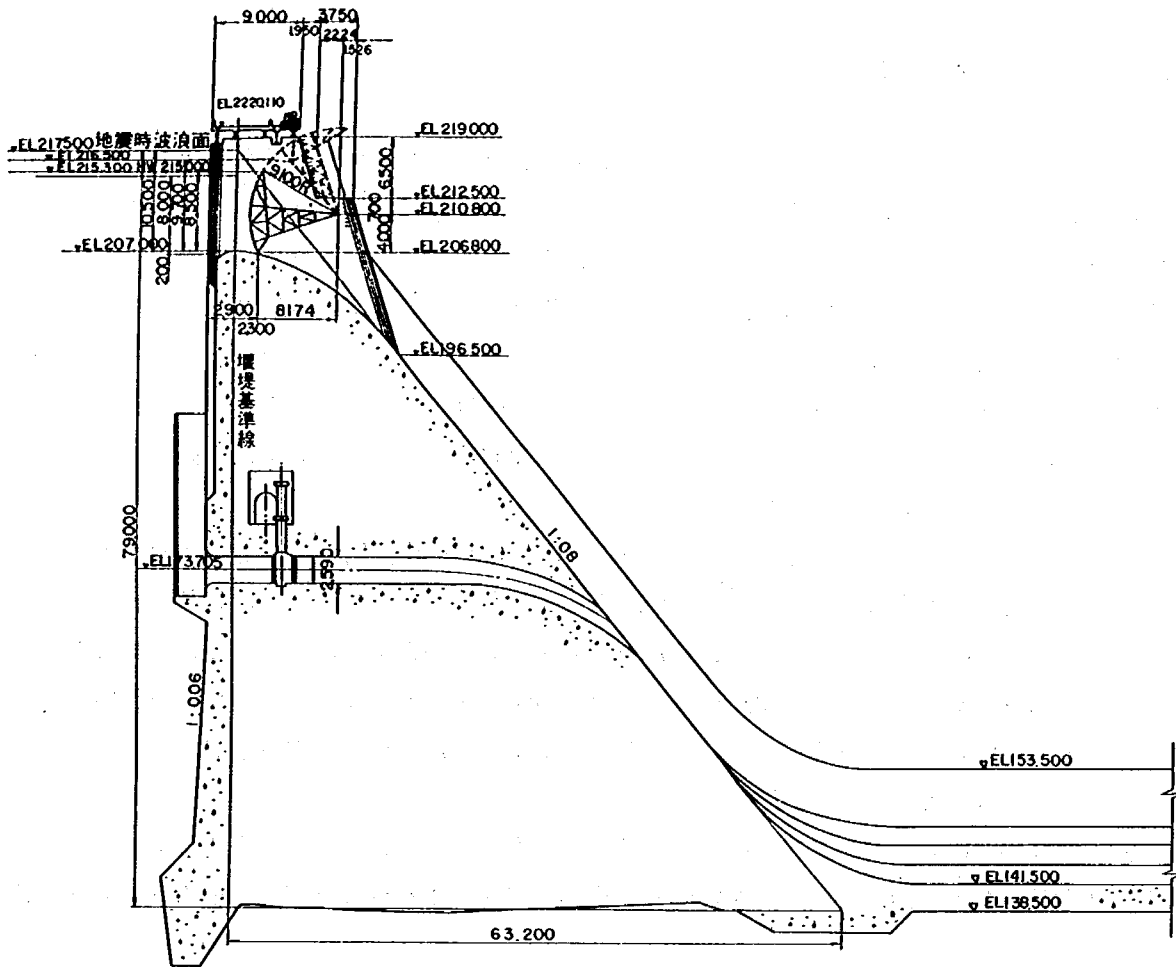
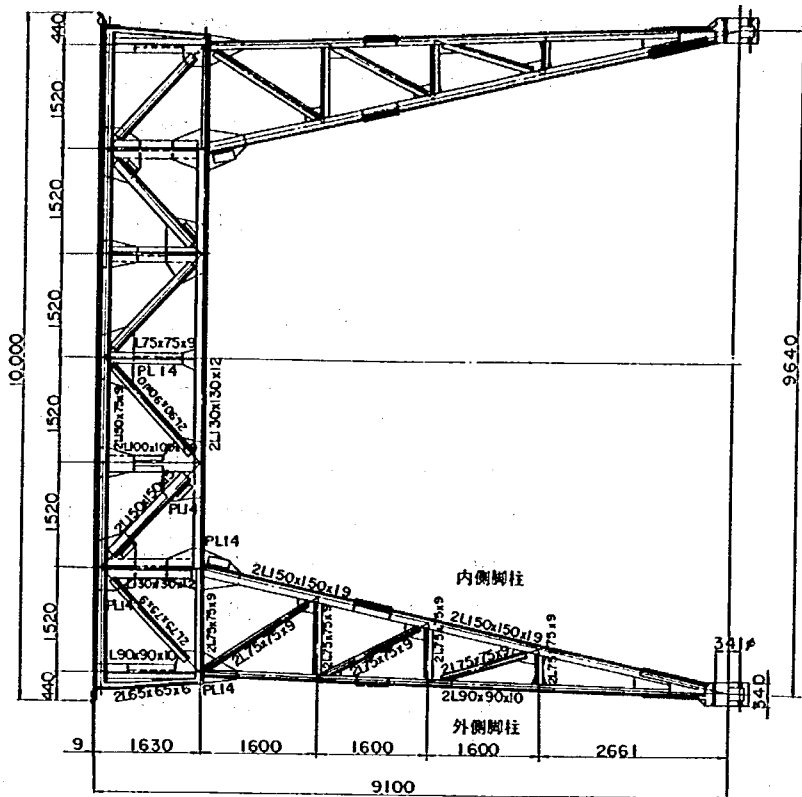
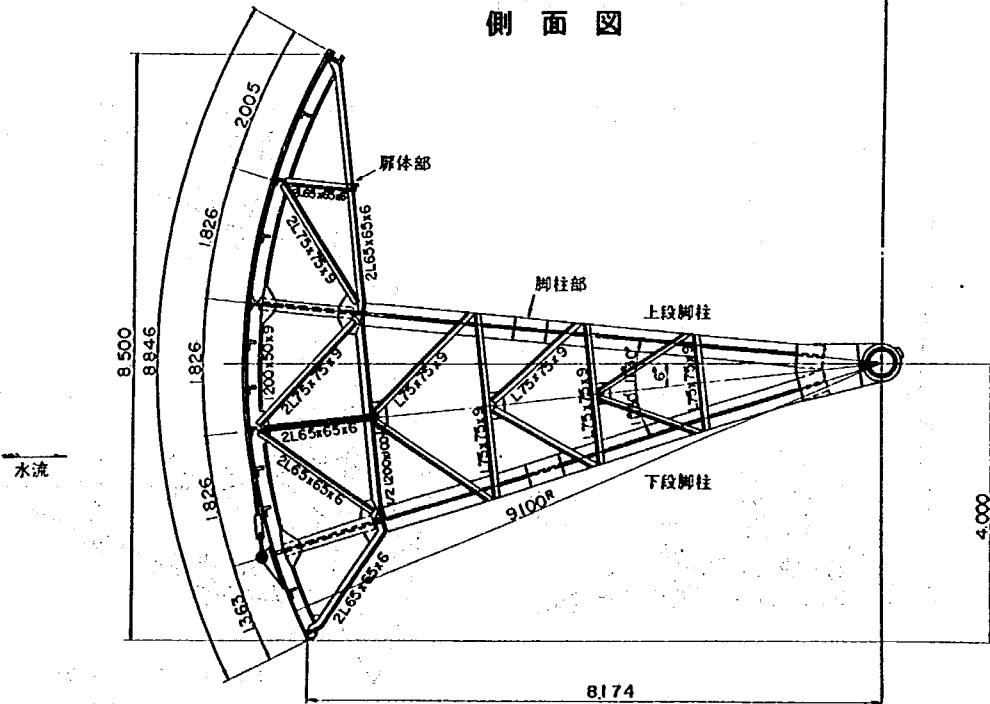


図-1 ダム越流部側面図

平面图



側 面 図



DEKORATION: 4 - 0000 1000 - 1.

図-2 ゲート断面図

2. 変 形 現 状

脚柱部の変形は、ゲート据付けの際、最後に現場接合された中間点を頂点に、ほとんどのゲートで、平面的には内側（ゲートの中心側）へ、垂直的には下側へ湾曲している。

トラニオピンと脚柱前方の横主桁取付部との間にピアノ線を張って、脚柱のピアノ線からの変形量を測定した資料により、最も変形の大きい6号ゲートについてその変形状況を示すと図-3(1)のようになる。他の1～5号ゲートについてもその変形傾向はほぼ同様であり、最終現場接合点での変形量を左岸側、右岸側のうち大きい方で整理すると表-1のようになる。主桁部の変形量は、最大量を示す中央付近の値である。

表-1 初期変形量整理値

(mm)

ゲート No	脚 柱								横 主 桁			
	外側上段		外側下段		内側上段		内側下段		上 段		下 段	
	水平	垂直	水平	垂直	水平	垂直	水平	垂直	水平	垂直	水平	垂直
5	-5	10	-5	10	-5	10	-5	20	5	-1	1	2
1	10	10	10	5	10	10	10	5	4	-3	1	-5
2.3	20	5	5	10	20	5	5	10	4	-6	3	-1
4	30	10	15	-20	30	10	15	10	3	-6	2	-4
6	30	10	20	10	35	5	20	5	4	3	3	-2

注) 脚柱の水平は内側方向、主桁は下流方向、垂直は下向きをプラスで表示している。

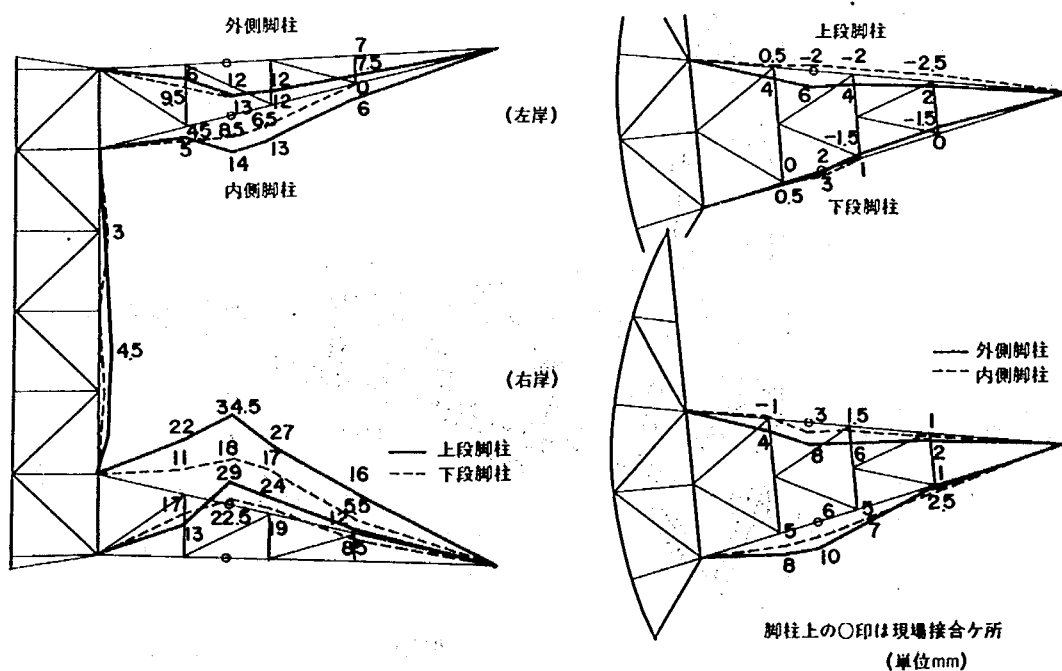


図-3(1) 6号ゲート実測変状図

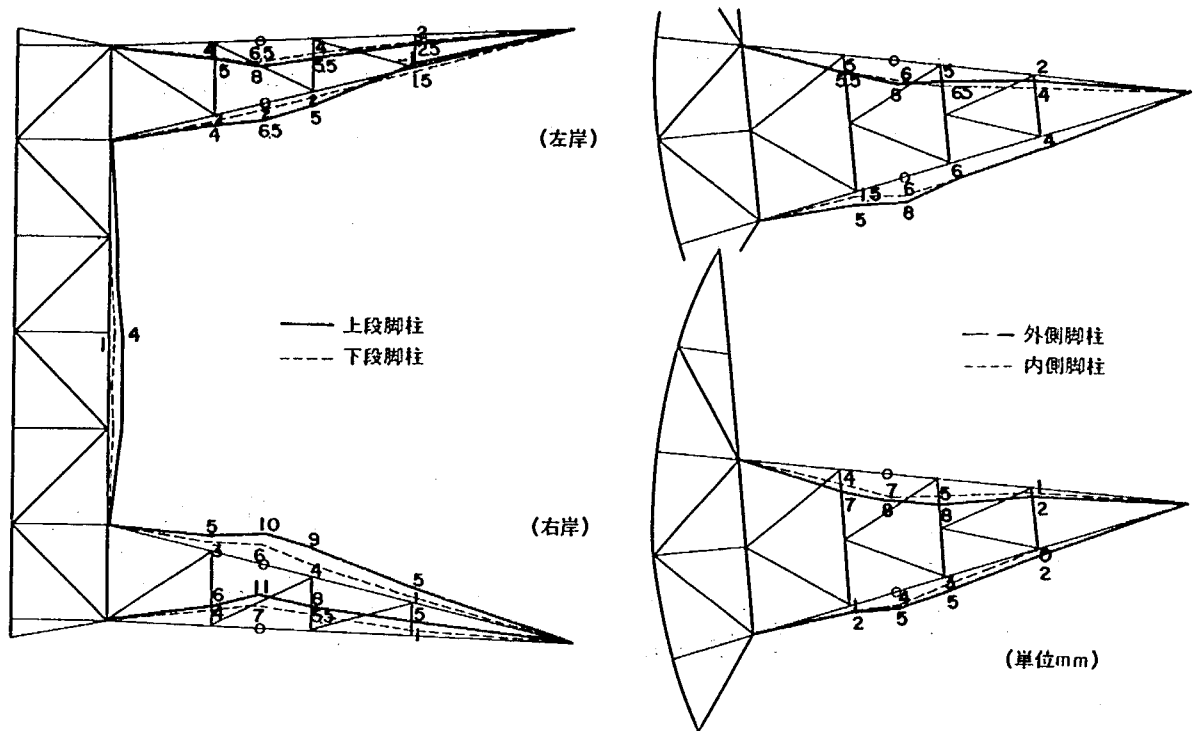


図-3(2) 1号ゲート実測変状図

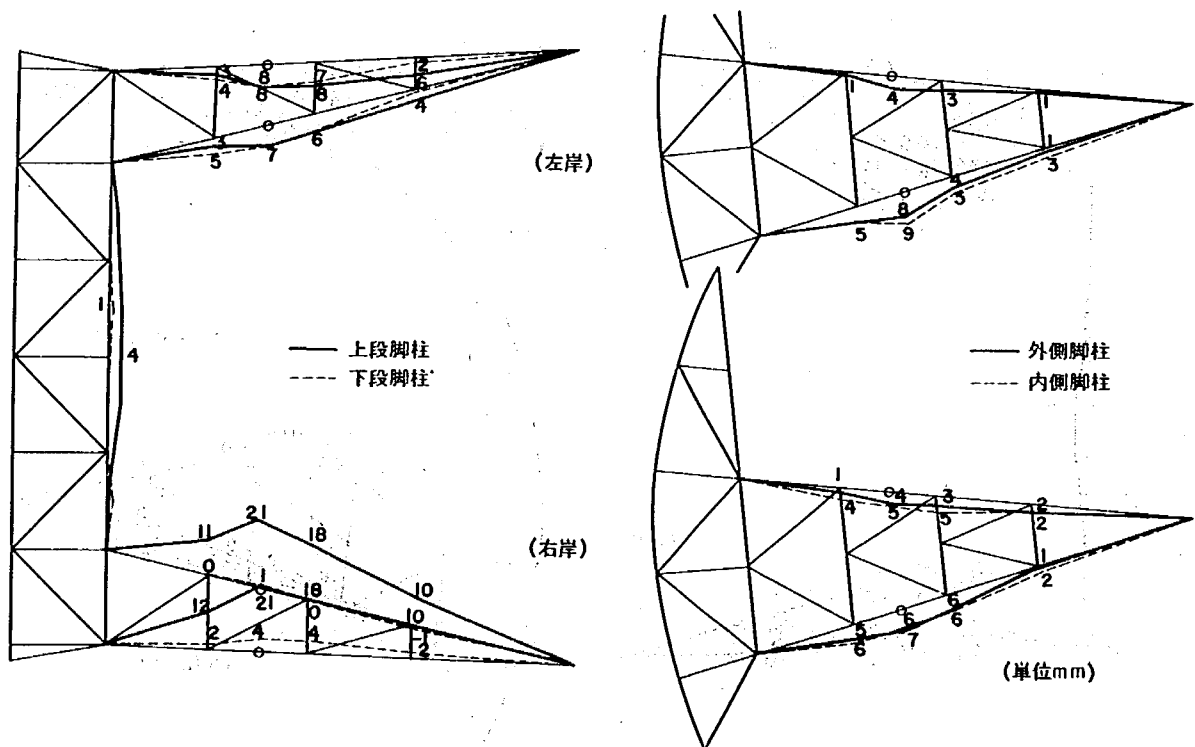


図-3(3) 2号ゲート実測変状図

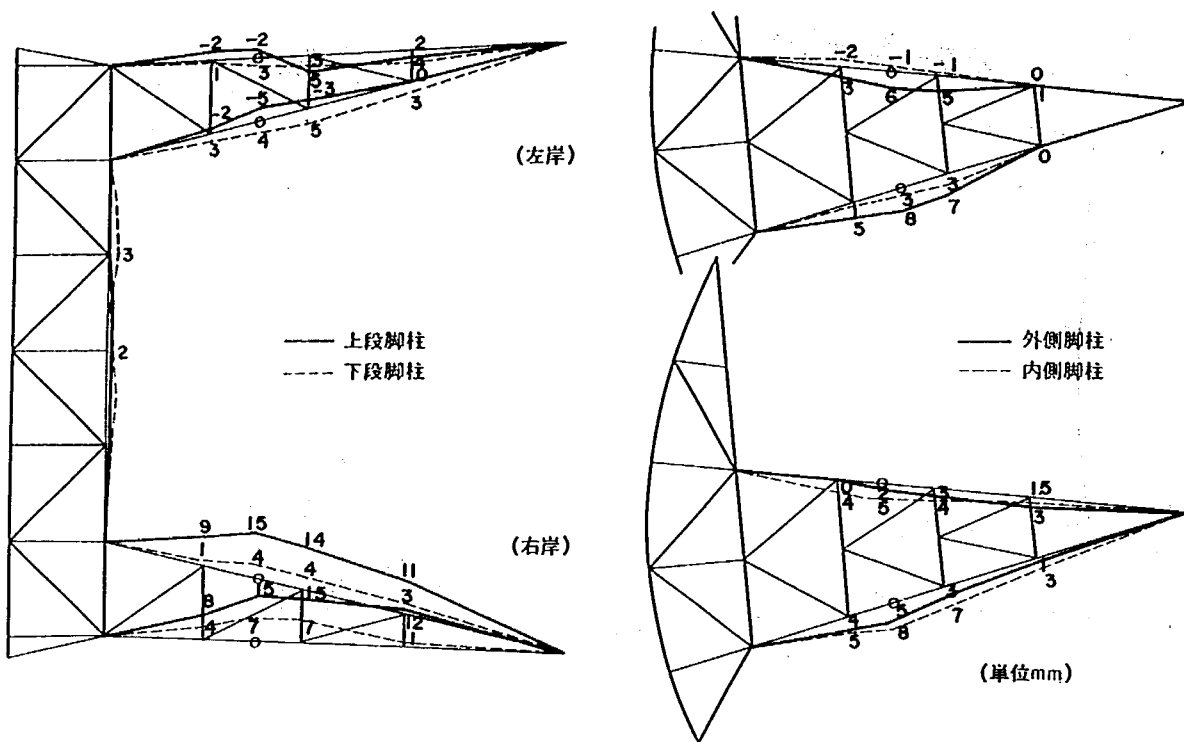


図-3(4) 3号ゲート実測変状図

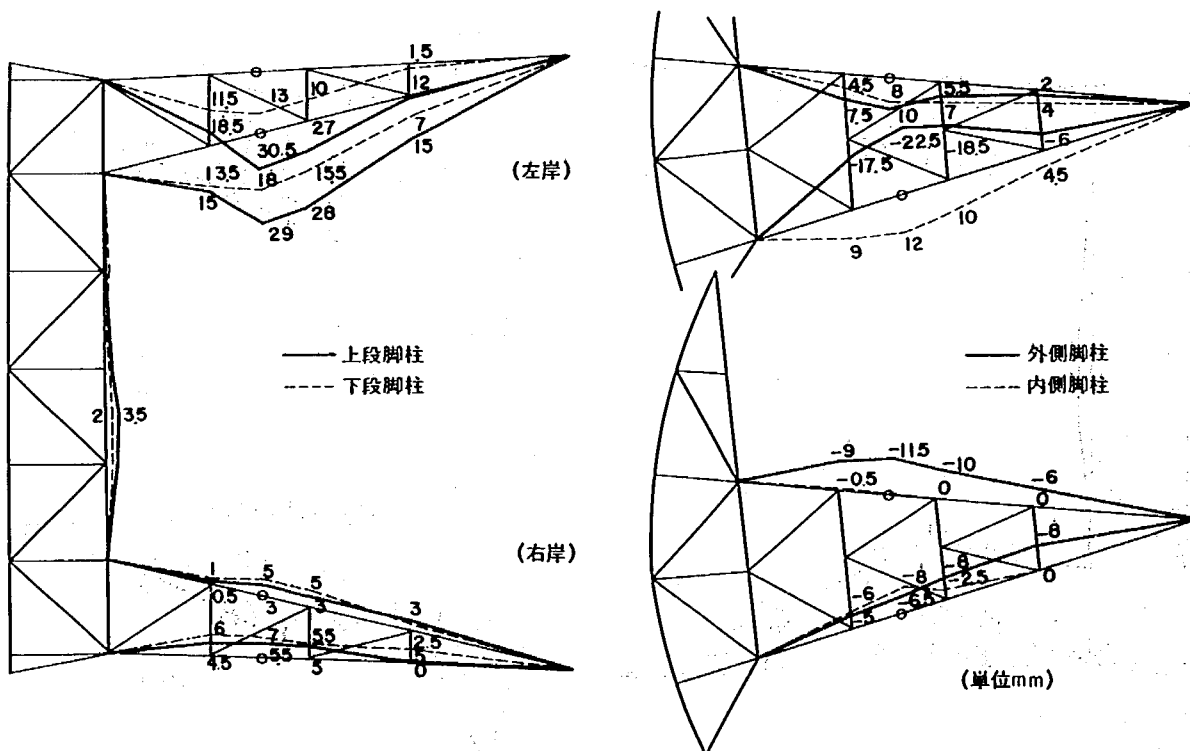


図-3(5) 4号ゲート実測変状図

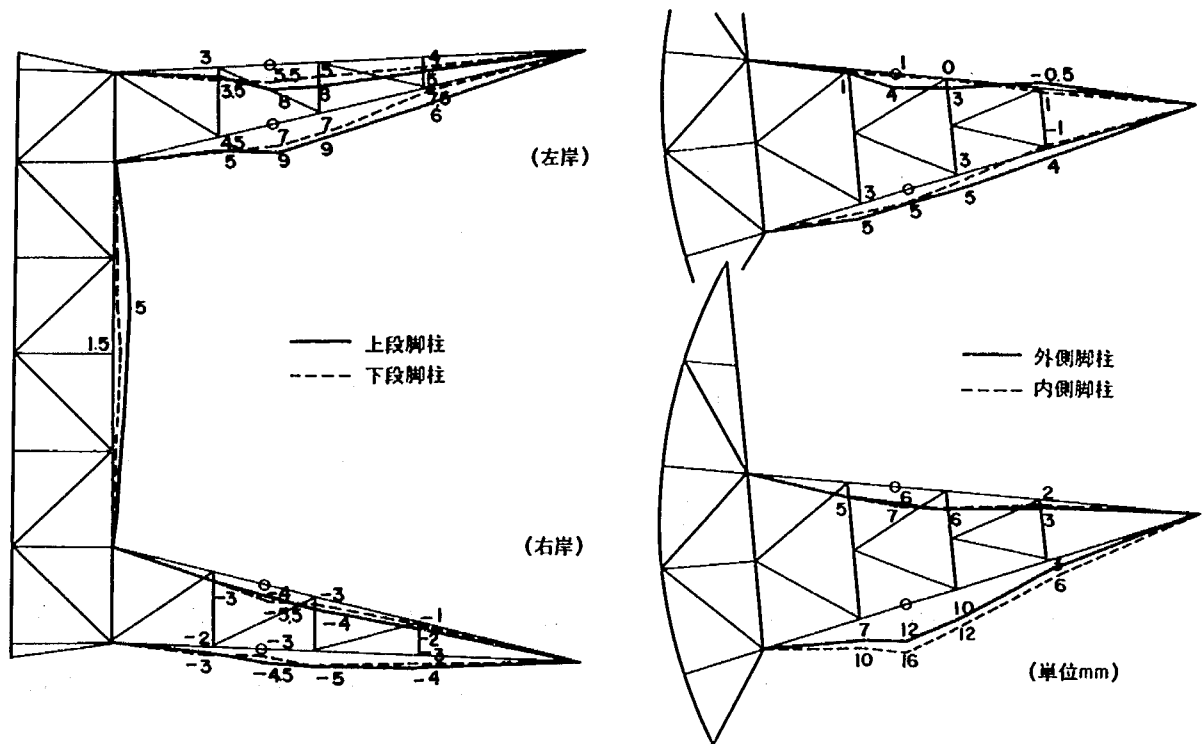


図-3(6) 5号ゲート実測変状図

3. 当初の設計

当初の設計計算書に於ける部材応力に関する箇所を見ると、平面形状では両端ヒンジの一次不静定トラスとしてクレモナ図法から部材力を求め、次の式から部材応力を求めている。

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

このとき、 σ : 部材応力

N : 静定トラスとしての部材力

H : トラニオンピンでの水平反力 $= \frac{N\ell u_1}{A} / \frac{\ell u^2}{A}$

u : 脚端に水平力 1ton が作用するときの部材力

A : 部材断面積

ℓ : 部材長

また、軸方向許容圧縮応力 σ_a として、当時の鋼道路橋設計示方書を用いて、次のように定めている。

$$\sigma_a = 1025(1 - 0.003 \frac{\ell'}{r}) \quad \text{このとき} \quad \ell' : \text{トラス平面内の挫屈に対する部材長} = 0.9\ell$$

r : 部材の回転半径

ℓ'/r : 細長比 (主要部材は 120 以下)

地震時は $1.75\sigma_a$ としている。

荷重としては、静水圧 (水位 E.L. 215.0 m)、地震時動水圧 ($K = 0.12$) を考慮し、常時、地震時別にそれぞれ荷重の分担が大きくなる下部門構、上部門構で計算している。

このときの応力計算表を示すと表-2 のようになり、許容応力を満足するため、充分安全であると設計されている。

表-2 設計計算表 (昭和 28 年) トラス門構

部材番号 (左図)	N (ton)	u (ton)	ℓ (cm)	A (cm ²)	σ (kg/cm ²)	σ_a (kg/cm ²)	$\frac{\sigma}{\sigma_a}$
1	-17.6(-31.5)	5.07	773, 193 *	106.8	780(1392)	905(1590)	0.86(0.88)
2	122(217.5)	-4.95	751, 188 *	34.0	694(1226)	835(1466)	0.83(0.84)
3	4.8(8.5)	0	160	15.0	320(567)	801(1405)	0.40(0.40)
4	-1.4(-2.5)	0	44	25.4	-55(-98)	-1025(-1800)	0.05(0.05)
5	20.5(36.6)	0	152	34.0	603(1076)	868(1525)	0.69(0.71)
6	-1.4(-2.5)	0	152	61.2	-23(-41)	-1025(-1800)	0.02(0.02)
7	137.5(245)	-6.98	215	25.4	-51(-118)	-1025(-1800)	0.05(0.07)
8	-91.3(-163)	4.77	152	25.4	142(256)	838(1472)	0.17(0.17)
9	-16.8(-30)	4.93	152	96.0	846(1510)	933(1640)	0.91(0.92)
10	143(255.3)	-4.93	152	61.2	735(1312)	955(1677)	0.77(0.78)
11	-67.5(-120.5)	0	215	85.4	-790(-1411)	-1025(-1800)	0.77(0.78)
12	-95.5(-170.5)	5.93	152	59.6	378(671)	918(1612)	0.41(0.42)
13	31.8(56.8)	0	152	38.0	837(1495)	887(1558)	0.94(0.96)
14	143(255.3)	-4.93	152	61.2	735(1312)	955(1677)	0.77(0.78)
15	22.5(40.2)	0	215	34.0	662(1182)	804(1412)	0.82(0.84)
16	-158.5(-283.7)	5.93	152	59.6	-660(-1228)	-1025(-1800)	0.66(0.68)
17	0(0)	0	152	25.4	0(0)	-	-

注 1) 表中、カッコ書きは地震時の値であり、カッコ書きのない値は常時と共用である。

2) ℓ の欄の * 印は、許容応力計算時使用する格点間距離である。

同様に、縦トラスについても、クレモナ図法から表-3のように計算し安全としている。

表-3 設計計算表(昭和28年) 縦トラス

部材番号 (左図)	A (cm ²)	σ (kg/cm ²)	σ_a (kg/cm ²)	$\frac{\sigma}{\sigma_a}$
1	55.1	-83(-165)	1025(1800)	0.08(0.09)
2	55.1	-83(-165)	1025(1800)	0.08(")
3	55.1	-96(-348)	1025(1800)	0.09(0.19)
4	55.1	-96(-354)	1025(1800)	0.09(0.20)
5	55.1	-27(-65)	1025(1800)	0.03(0.04)
6	15.0	540(1093)	746(1310)	0.72(0.83)
7	25.4	791(1217)	840(1472)	0.94(0.83)
8	15.0	580(840)	704(1234)	0.82(0.68)
9	15.0	0(0)	-	-
10	25.4	382(1102)	744(1305)	0.51(0.84)
11	25.4	429(937)	840(1472)	0.51(0.64)
12	25.4	232(945)	738(1295)	0.31(0.73)
13	15.0	0(0)	-	-
14	15.0	80(80)	818(1435)	0.10(0.06)
15	15.0	80(80)	818(1435)	0.10(0.06)
16	15.0	120(320)	756(1325)	0.16(0.24)
17	15.0	120(320)	756(1325)	0.16(0.24)

横主桁のたわみについては、仮想仕事の原理による構造物の弾性変形の算定法によるものとし、横主桁中央で0.42cmで、これは径間10mに対し1/2480となり、設計条件の1/1000以下(1cmまで)よりも極めて小さい値であるとしている。

脚柱等の変形が見つかった後、同様の計算法で山形鋼の綴り合せ面について、一様に片面2mmづつ腐蝕したとして断面積を減少させ、荷重についても捲上荷重を加えた場合についても表-4のように計算している。

このとき、許容応力は、軸方向圧縮力と曲げ応力を受けることと、当時の鋼材の降伏点が2,000kg/cm²で、現在の基準では軸方向引張応力は降伏点の半分という事から次式のように求めている。

$$\sigma'_a = \frac{2300}{2} \times \frac{1100}{1200} - 0.048 \times \frac{1100}{1200} \left(\frac{\ell}{b}\right)^2 \div 1060 - 0.044 \left(\frac{\ell}{b}\right)^2 \dots \text{軸方向圧縮応力}$$

この表では、一部の部材に許容応力値を上回る応力が発生している。これは腐蝕代を見込んだことにもよるが、設計当初から一部の部材については、許容応力を超過していた可能性があったことも予想される。

*福田武雄「構造力学」

表-4 腐蝕代、捲上荷重考慮時の応力計算表
(トラス門構常時, 28年)

部材番号 (表-2の図)	N' (ton)	A' (cm ²)	σ' (kg/cm ²)	σ_a' (kg/cm ²)	$\frac{\sigma'}{\sigma_a'}$
1	- 20.0	100.8	857	903	0.95
2	135.0	30.4	1023	645	1.59
3	5.0	12.4	403	494	0.82
4	- 1.5	22.4	- 69	- 1150	0.06
5	31.5	30.4	1036	787	1.32
6	- 1.5	55.2	- 26	- 1150	0.02
7	139.4	22.4	- 329	- 1150	0.29
8	- 92.6	22.4	335	667	0.50
9	- 19.3	85.6	984	1020	0.96
10	145.0	55.2	752	892	0.84
11	- 67.3	79.4	- 943	- 1150	0.82
12	- 97.0	54.4	506	932	0.54
13	31.9	34.0	938	842	1.11
14	144.5	55.2	743	892	0.83
15	22.3	30.4	734	511	1.44
16	- 160.3	54.4	- 665	- 1150	0.58
17	0	22.4	0	667	-

注) u, ℓ は表-2と同値である。

4. 現行設計法による応力検算

現行設計法では、平面的には門構ラーメンとして計算するよう規定しているため、水平形状の主桁部、脚柱部の各トラスをプレートガーダーの腹板に換算し、それぞれ 1.19 mm, 0.94 mm の等価板厚を出して、 π 型門構ラーメンとして計算している。

このときの荷重は、常時の状態で静水圧と静水圧によるゲート捲上げ時のトラニオピン摩擦力を考え、荷重分担の大きい下部門構で計算している。

ゲート自重及び捲上力等の荷重が考慮されていない状態での応力計算表を示すと表-5 のようになり、すでに許容応力値を超過する部材のあることがわかる。

また、脚柱の平面トラスを $t = 0.94\text{mm}$ の腹板に換算しているが、この時のせん断応力は 528 kg/cm^2 となり、当時の許容値 900 kg/cm^2 より小さくなっている。しかし、この計算は外側と内側のフランジが剛となっているとの前提のうえであり、 0.94mm の腹板がこの役割をしていると仮定することに無理がある。また、主桁部の腹板は、 $3,477\text{ kg/cm}^2$ となり超過している。

主桁のたわみは、桁中央で 0.191 cm で

$0.191/644 = 1/3373 < 1/1000$ となった。実測による主桁のたわみは 6 mm (4号ゲート上段) で $6/10000 = 1/1667 < 1/1000$ となる。

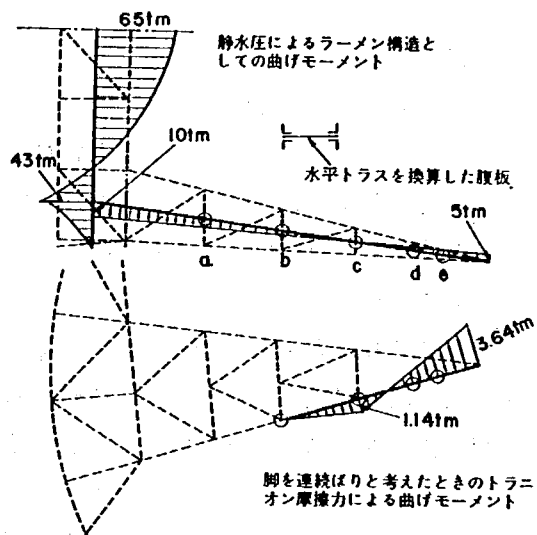


図-4 現行設計法による
曲げモーメント図

表-5 現行設計法による脚柱部応力検算表

(kg/cm ²)					
	軸方向圧縮応力	ラーメン構造による曲げ応力	トラニオン摩擦力による曲げ応力	合 計	許容応力値
a	699	126	0	825	1060
b	712	83	0	795	〃
c	728	9	320	1057	〃
d	559	171	280	1010	〃
e	633	277	602	1512	〃

*林毅「軽構造の理論とその応用」日本科学技術連盟, 昭和 42 年 10 月

5. 3次元応力解析

現状のゲート脚柱が、立体的に複雑に変形を来しているために、3次元的に解析を行うことにしたが、解析プログラムとして立体骨組構造解析（NASTRAN）を用いた。これは部材力と変位の関係から各部材軸に関する断面力、モーメントを求めるものである。

5.1 解析条件

① 解析範囲とゲート支持

ゲートは、本来左右対称形なので、半断面で解析することにした。ただ、変形状態としては左右対称でないで、多少応力に影響すると思われる。

ゲート支持としては、トラニオン部でピン周りの回転のみ自由で、他軸の周りの回転および直交3軸方向の変位は許されない。鉛直方向にはゲート前部下端で、側方には対称軸で支持される。

② 立体骨組構造化

各部材はその中立軸で一本の線で表わし、その軸線が各々部材特性を持つものとして扱う。このとき、現地での腐蝕量調査を踏まえ、各部材とも各面1mmずつ腐蝕代として差し引いた。

各部材は両端が剛結合されているものとする。

スキンプレートについては板として入力できないので、面内せん断剛性を等価斜材で補うこととし、次式によって断面積を求め、円形の鋼棒を想定した。

$$A = \frac{Gt}{Eab} (a^2 + b^2)^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots \text{長方形 } a \times b, \text{ 厚さ } t \text{ の板のとき}$$

この式によって求めた鋼棒は、面外に対してはヒンジ構造と考える。表-6に主要な部材の断面特性値、図-5に立体骨組構造図を示す。図-6は部材番号である。

③ 変形状態の入力

変形を入力する際は脚柱のみとし、表-1の値を頂点として、トラニオピンと横主桁取付部までは各々直線的に変形しているものとして入力する。また、変形による応力の変化状況を明らかにするため、初期変形が全くないケースも計算を行う。

*前掲「軽構造の理論とその応用」

表-6 主要部材の断面特性値

特性 種別	部 材 名	使 用 部 材	断 面 積 A (cm ²)	断面三次モーメント	
				I _y (cm ⁴)	I _z (cm ⁴)
①	外 側 脚 柱	2L 90×90×8	27.5	520	210
②	内 側 脚 柱	2L 150×150×17	96.2	4600	2030
③	脚柱部垂直トラス	L 75×75×7	10.0	5	5
④	脚柱部水平トラス	2L 75×75×7	20.0	100	280
⑤	扉体部水平トラス	2L 150×150×13	74.6	1610	3500
⑦	扉体部縦トラス	2L 90×90×8	27.5	520	470
⑧	"	2L 65×65×4	10.1	40	960
⑨	"	2L 130×130×10	50.0	1790	1680
⑩	"	2L 100×100×8	30.7	690	640
㉔	扉体部縦桁	1/2 I 200×100×5	9.8	42	97
㉕	"	2L 65×65×6	14.9	140	60
㉖	扉体部横桁	2L 130×130×10	50.0	1790	820

注) 部材の諸数値は、片面当り1mmの腐蝕代を差し引いた後のものである。

鋼材の弾性係数 $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$, せん断弾性係数 $G = 0.81 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

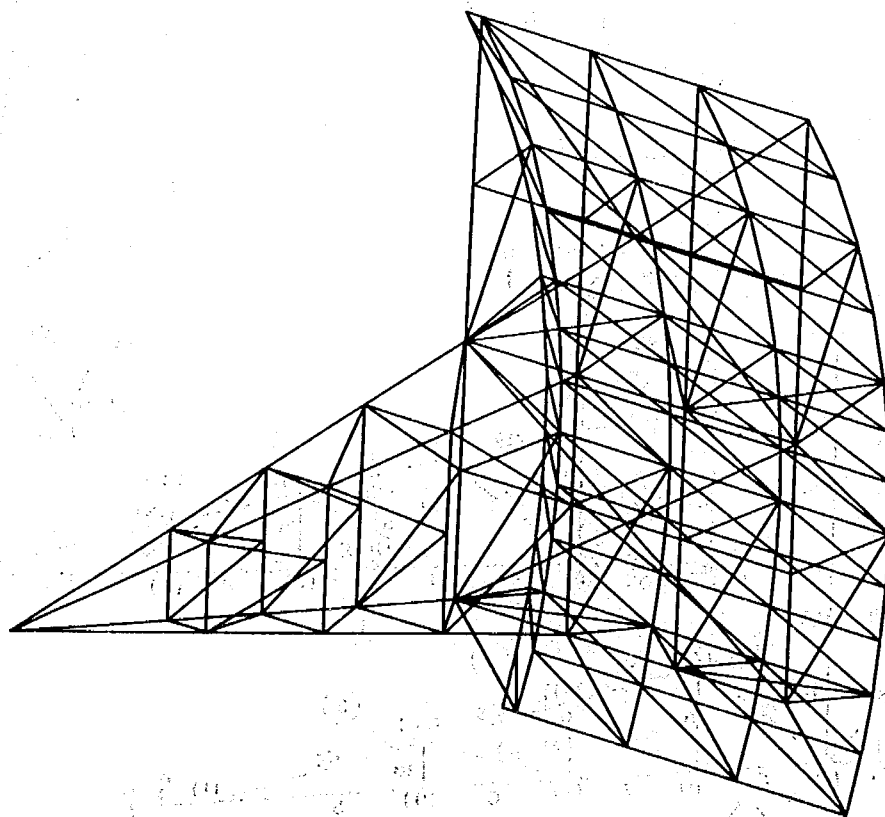


図-5 立体骨組構造図

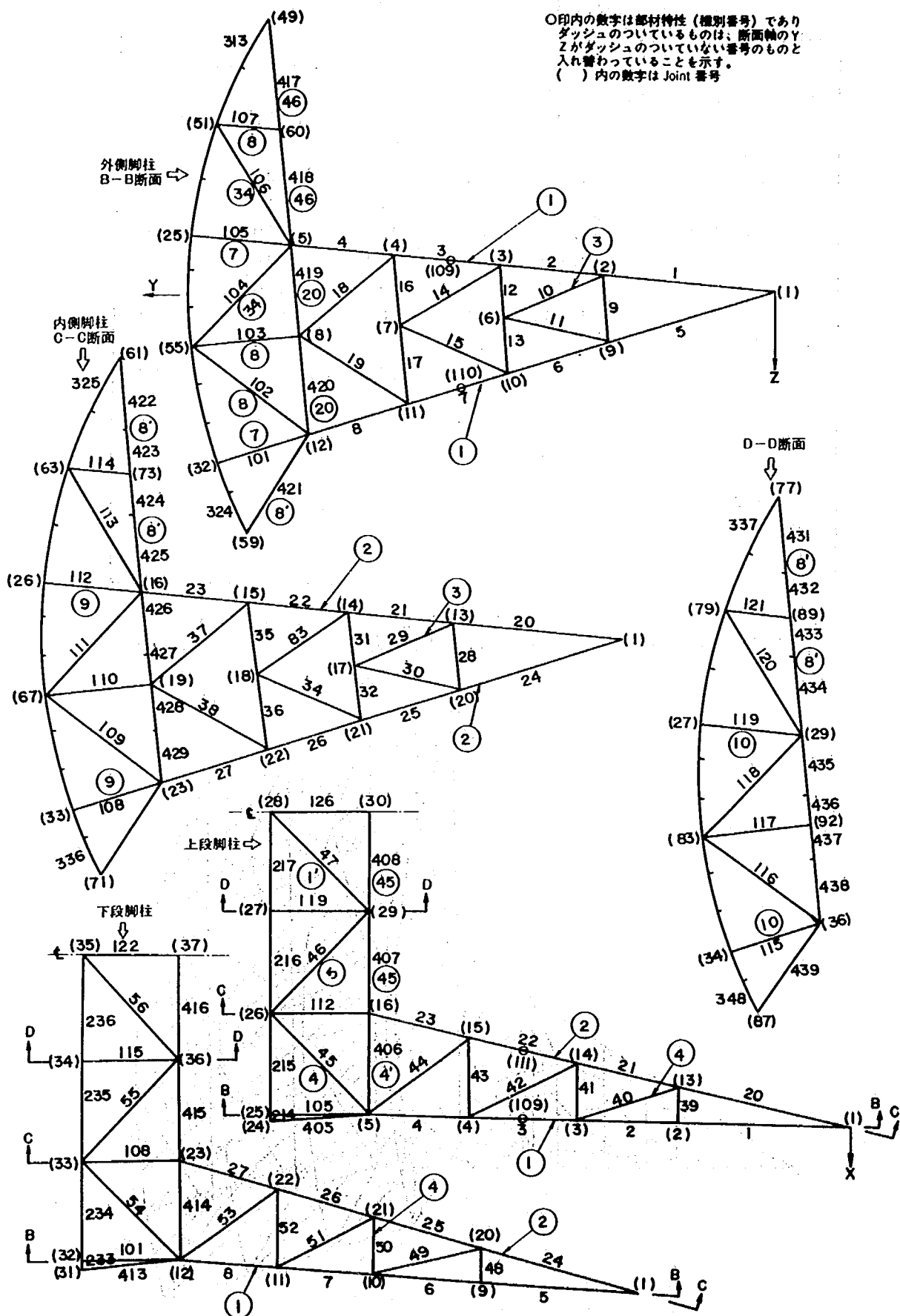


図-6 部材番号図

④ 荷 重

考慮する荷重状態は地震時より、常時で捲き上げを開始しようとする時が厳しい応力状態となる為、この時の荷重で解析する。地震時の許容応力は通常時の場合の 50% 割増しによってほとんどがカバーされる。考慮する荷重は、静水圧、捲上荷重、自重、トラニオンピン摩擦力とする。

静水圧（水位 EL 215.3m）は、縦桁を単純桁とみなし、そこに作用するものとする。

捲上荷重は、上門構外側脚柱延長上の桁へ水平方向に作用させる。

自重は、各部材に下向きの等分布荷重として作用させる。

トラニオンピン摩擦力は、静水圧と捲上荷重から生ずる摩擦力モーメントを、ピン軸に対する脚柱の断面二次モーメントの比率で分割し、トラニオンピンに近い部材に作用させる。

このゲートにはサイドローラーがないため、捲き上げ開始時の摺動抵抗と、捲き上げ操作開始時のロープの左右のゆるみの不均衡による片吊り状態が考えられるが、荷重条件としては考えてない。特に併記すれば、片吊りの影響については、他のゲートの実験的実応力測定²⁾の例があり、15 cm の左右の高低差で曲げ応力が、約 12 % 増加した部材があったとされている。

5.2 解析結果と考察

解析では各部材の軸力、部材軸に直交する 2 軸の材端モーメント等が求まるが、これより軸応力と曲げ応力を求め、これらの絶対値を単純に合計して各部材の最大応力を算出する。このときの最大応力値の種別（圧縮、引張）は、軸応力のものに一致させた。表-7 に各部材両端で求まった最大応力のうち大きい方を示す。許容応力値は、圧縮と曲げを受ける部材の許容値計算式より求まった値のうち、小さい軸に関する値を採用している。

表-7 解析結果（変形状態、脚柱部）

部 材		許容 応力 ^①	初期変形なし				5 号ゲート				1 号ゲート				2,3号ゲート				4 号ゲート				6 号ゲート			
			最大 応力 ^②	②/①	最大 応力 ^③	③/①	④-⑤	④/①	⑤/①	最大 応力 ^⑥	⑥-⑦	⑥/①	⑦/①	最大 応力 ^⑧	⑧-⑨	⑧/①	⑨/①	最大 応力 ^⑩	⑩-⑪	⑩/①	⑪/①	最大 応力 ^⑫	⑫-⑬	⑫/①	⑬/①	
外 側 脚 柱	上	1	663	1215	1.83	1206	-9	0.99	1.82	1247	32	1.03	1.88	1266	51	1.04	1.91	1289	74	1.06	1.94	1307	92	1.08	1.97	
		2	941	1215	1.29	1208	-7	0.99	1.28	1242	27	1.02	1.32	1264	49	1.04	1.34	1282	67	1.06	1.36	1297	82	1.07	1.38	
		3	941	917	0.97	919	2	1.00	1.00	1052	135	1.15	1.12	1123	206	1.22	1.22	1270	363	1.36	1.38	1287	370	1.40	1.40	
		4	935	1010	1.08	1013	3	1.00	1.08	1022	12	1.01	1.09	1023	13	1.01	1.09	1039	29	1.03	1.11	1039	29	1.03	1.11	
	下	5	663	1011	1.52	978	-36	0.97	1.47	1031	20	1.02	1.56	1028	17	1.02	1.55	1072	61	1.06	1.62	1075	64	1.06	1.62	
		6	941	1144	1.22	1108	-36	0.97	1.18	1157	13	1.01	1.23	1154	7	1.01	1.22	1195	51	1.04	1.27	1192	48	1.04	1.27	
		7	941	900	0.96	931	31	1.03	0.99	993	93	1.10	1.06	986	65	1.07	1.03	1009	169	1.19	1.14	1100	280	1.29	1.23	
		8	938	1039	1.11	1046	-13	0.99	1.12	1065	6	1.01	1.14	1059	0	1.00	1.13	1077	18	1.02	1.15	1075	16	1.02	1.15	
内 側 脚 柱	上	20	934	1272	1.36	1275	3	1.00	1.36	1292	20	1.02	1.38	1302	30	1.02	1.39	1314	42	1.03	1.41	1323	51	1.04	1.41	
		21	1040	1180	1.13	1187	7	1.01	1.14	1197	17	1.01	1.15	1203	23	1.02	1.16	1211	31	1.03	1.16	1218	38	1.03	1.17	
		22	1040	873	0.84	900	27	1.08	0.87	786	-87	0.90	0.76	839	-34	0.96	0.81	909	36	1.04	0.87	925	52	1.06	0.89	
		23	1097	1064	1.03	1043	-21	0.96	1.01	1071	7	1.01	1.03	1084	20	1.02	1.06	1097	33	1.03	1.06	1109	44	1.04	1.07	
	下	24	934	1167	1.25	1137	-30	0.97	1.22	1175	8	1.01	1.26	1171	4	1.00	1.25	1185	18	1.02	1.27	1201	34	1.03	1.29	
		25	1040	1183	1.14	1186	-27	0.98	1.11	1185	2	1.00	1.14	1184	1	1.00	1.14	1192	9	1.01	1.15	1200	24	1.02	1.16	
		26	1040	989	0.95	971	-18	0.96	0.93	961	-28	0.97	0.92	952	-36	0.96	0.92	1019	30	1.03	0.98	1026	39	1.04	0.99	
		27	1037	1326	1.28	1332	4	1.00	1.28	1348	20	1.02	1.30	1346	18	1.01	1.30	1363	35	1.03	1.31	1368	40	1.03	1.32	
開 通 門		付図-0	付図-1		付図-2				付図-3				付図-4				付図-5				付図-6					
開 通 費		-	付表-1		付表-2				付表-3				付表-4				付表-5				付表-6					

① 初期変形なしの時

脚柱の両端部（トラニオン付近と横主桁取付箇所）で、許容応力値を大きく上回る値を示している。中央付近で、許容値を下回る部材もあるが、余裕のない応力状態である。

外側脚柱と内側脚柱では、内側の方が応力値が大きい。このとき、許容応力値に対しては、断面積の小さい外側の方が大きく上回っている。したがって、このゲートの現状は腐蝕代を減じた影響もあると思われるが、脚柱全体として部材断面の不足があることがわかる。

なお、腐蝕代による応力増加については、本来、設計時点で許容応力値に対して余裕をもつことで考慮されている。

外力が作用することによる脚柱の変位置は付図－1に示すように実際に変形している量の1/10程度のものである。

扉体部については表－13に示すが、横主桁や扉体下部で許容応力値を上回る値を示している。これによると、当初の計算値より大きい軸力が作用していることと、これに曲げ応力が加わったことによるものである。

これらの許容応力値を上回る応力の生じている部材のほとんどが、脚柱に繋がる部材であることは、脚柱の部材断面不足によって変位が大きくなり、これによる影響で曲げ応力が大きくなったものとみられる。

② 1号ゲート……水平初期変形10mm

初期変形なしの状態に比べ、折れ曲がりの生じている脚柱中央部で、最大 135 kg/cm^2 (15%)増加している。元々の応力としては内側脚柱の方が大きいですが、増加量(率)としては外側の方が大きくなっている。

③ 6号ゲート……水平初期変形30mm

初期変形なしの状態に比べ、脚柱中央部で最大 370 kg/cm^2 (40%)増加している。

トラニオピンに近い外側上段脚柱での応力値は、許容応力値に対して2倍弱となっている。この値は、許容応力値が降伏点応力の半分であることから、部材としての降伏点応力に近いものとなっている。

④ 5号ゲート

水平初期変形が小さいことから、垂直初期変形の影響という観点からみると、下段脚柱中央部で 50 kg/cm^2 の増加が見られる。

⑤ 2, 3, 4号ゲート

これらのゲートについては、変形量に応じて1号と6号ゲートの中間の値を示している。いずれも、最大の初期変形の生じている付近で曲げ応力が増加している。

5.3 元設計法との応力比較

3次元応力解析法で求めた値を検証する方法には、実測によることが考えられるが、実際は困難であり、ここでは2次元で行った計算値と比較してみる。

表－8に脚柱部での比較を示す。軸応力を見比べると最高27%増の部材もあるが、概ね現行設計法の値より10%程度大きいものとなっている。

表－9に扉体部での比較を示す。現行設計法では、クレモナ図法によって軸応力だけを求めているので、3次元解析法の軸応力と比べるとその値は大きな増減を示している。

表－8 脚柱部の元設計法との応力比較

(圧縮 kg/cm²) (初期変形なし)

部 材		当 初 の 設 計 法 (トラス組) 軸 応 力	現 行 設 計 法		3 次 元 応 力 解 析 法			
					下 段 脚 柱		上 段 脚 柱	
			軸 応 力 ①	軸応力+ 曲げ応力 ②	軸応力③ (③/①)	軸応力+ 曲げ応力 ④ (④/②)	軸応力⑤ (⑤/①)	軸応力+ 曲げ応力 ⑥ (⑥/②)
外 側 脚 柱	扉体 ↑ トラビ ニオン ↓	694	699	889	734 (1.05)	1059 (1.19)	735 (1.05)	1010 (1.14)
		694	712	825	796 (1.12)	900 (1.09)	811 (1.14)	917 (1.11)
		694	728	1057	734 (1.01)	1144 (1.08)	759 (1.04)	1215 (1.15)
		694	633	1512	715 (1.13)	1011 (0.67)	804 (1.27)	1215 (0.80)
内 側 脚 柱	扉体 ↑ トラビ ニオン ↓	780	699	889	803 (1.15)	1328 (1.49)	632 (0.90)	1064 (1.20)
		780	712	825	832 (1.17)	989 (1.20)	685 (0.96)	873 (1.06)
		780	728	1057	813 (1.12)	1183 (1.12)	703 (0.97)	1180 (1.12)
		780	633	1512	787 (1.24)	1167 (0.77)	757 (1.20)	1272 (0.84)

注) 1) 当初の設計法、現行設計法は、下部主門構で計算した値であり、部材の腐蝕代はみてない。

2) 現行設計法の値は、格点の位置のものであるが、便宜上、その部材を構成する格点の大きい方の値を用いている。

表－8、9の現行設計法では、単断面を取り出して計算したものであり、3次元構造物としての部材の繋がりからくる応力の再編成を考慮し得ない。特に、扉体部で3次元解析法の外側、内側脚柱の応力が大いに違うことは、脚柱の横主桁との取付位置が影響している為である。

表-9 扉体部の元設計法との応力比較

(圧縮, kg/cm²)

部材番号 (左図)	当初現行 設計法	3次元応力解析法				
		外側脚柱部		内側脚柱部		
		軸応力 ①	軸応力② (②/①)	軸応力+ 曲げ応力③ (③/①)	軸応力④ (④/①)	軸応力+ 曲げ応力⑤ (⑤/①)
	6	540	972 (1.80)	1218 (2.26)	966 (1.79)	1568 (2.90)
	7	791	322 (0.41)	605 (0.76)	1271 (1.61)	1712 (2.16)
	8	580	371 (0.64)	449 (0.77)	533 (0.95)	837 (1.44)
	9	0	373 (∞)	463 (∞)	666 (∞)	1148 (∞)
	10	382	133 (0.35)	243 (0.64)	456 (1.19)	640 (1.68)
	11	429	494 (1.15)	662 (1.54)	948 (2.21)	1290 (3.01)
	12	232	236 (1.02)	384 (1.66)	421 (1.81)	598 (2.58)
	13	0	1 (∞)	100 (∞)	0 (-)	㊦ 204 (∞)
	14	80	376 (4.70)	481 (6.01)	151 (1.89)	407 (5.09)
	15	80	335 (4.19)	489 (6.11)	㊦ 15 (0.19)	㊦ 330 (4.13)
	16	120	82 (0.68)	204 (1.70)	124 (1.03)	362 (3.02)
	17	120	79 (0.66)	168 (1.40)	116 (0.97)	206 (1.72)

注) ㊦は引張応力

5.4 別法による許容応力との比較

軸圧縮力と曲げを受ける(脚柱)部材の許容応力検討については、水門鉄管技術基準(参考例)では次のような判断基準を用いている。

$$\left(\sigma_N + \sigma_{MX} \frac{\sigma_{cax}}{1100} + \sigma_{My} \frac{\sigma_{cay}}{1100} \right) / \sigma_{cax} \leq 1$$

σ_N : 軸力によって生じる応力

σ_{MX} : 面内曲げモーメントにより生じる縁応力

σ_{My} : 面外 ”

σ_{cax} : 部材の細長比を考慮した許容応力

σ_{cay} : 部材面外の ”

この判断基準で、再度数値を見直してみると表-10のようになる。

表-10 脚柱部の計算結果と許容応力との比較（初期変形なし）

部 材			σ_N	σ_{MX}	σ_{MY}	σ_{cax}	σ_{cay}	安全率
外側脚柱	上段	1	804	302	156	920	660	1.25
		2	759	206	250	1035	941	1.13
		3	811	62	63	1035	941	0.89
		4	735	117	158	1032	934	0.95
	下段	5	715	261	69	920	660	1.06
		6	734	175	235	1035	941	1.06
		7	796	46	60	1035	941	0.86
		8	734	149	176	1032	934	0.99
内側脚柱	上段	20	757	267	315	1025	930	1.24
		21	703	217	260	1073	1038	1.08
		22	685	102	86	1073	1038	0.81
		23	632	103	340	1071	1035	0.98
	下段	24	787	225	155	1025	930	1.10
		25	813	182	188	1073	1038	1.09
		26	832	80	70	1073	1038	0.91
		27	803	107	418	1071	1035	1.21

注) 許容応力は $\sigma_{ca} = 1100 - 0.048 (\ell/r)^2$ (ℓ は格点間距離) 使用。

したがって、トラニオン寄りの部材がいずれも所定安全率 1.0 を超過している。

6. 補強工の検討

① 変形の少ない1号ゲートの補強

補強工として、図-7に示すように、脚柱全体の安定を保つため内側と外側脚柱の間に対傾構を2箇所設けるとともに、トラニオン付近にプレートを添付させた場合について解析してみた。同時に、初期変形がない時にこの補強工を実施した場合も想定し、その効果をみた。

表-11にその結果を示すように、トラニオン付近の部材で補強プレートによる断面積の増加分だけ $700 \sim 1000 \text{ kg/cm}^2$ の応力減少が見られるが、他の部材に関しては顕著な改善は見られない。

また、同じ補強工を初期変形がない場合について行くと最大 140 kg/cm^2 の応力が小さくなる。したがって、初期変形が生じる以前の応力状態の改善のための補強工としては好ましいものであるが、既に変形が生じたものでは補強プレートを添接した部材以外は、許容応力値を満足するまで改善されていないことと、脚柱の断面不足が元々あると思われる点が解消されていないことから、この程度の補強では、脚柱全体の応力状態の改善にはならないことが解った。

② 脚柱に山形鋼を添接させる案（初期変形考慮）

脚柱添接案1として図-8に示すように、脚柱に山形鋼を各々2本添接（図-9に詳細）し、トラニオン付近に水平トラストと垂直トラスト、垂直プレートを増やす。

また、他の垂直トラストをガセット連結に変えるため新しい鋼材（腐蝕なし）に替えるとともに、対傾構を2箇所設ける。

脚柱添接案2として図-10に示すように、案1と同様脚柱に山形鋼を添接するとともに、トラスト組みを増やさない代わりに案1より大きな垂直プレートをを用い、対傾構を2箇所設ける。（補強プレートは板として入力できないので、本来部材のない所に鋼材を設け、剛性をいくぶん考慮したと見なした）

表-12, 11に結果を示すように、共にトラニオン付近で70~80%,他の部材で40~50%の応力減少が見られる。

2つの案の応力差は、ほとんど見られない。これは、脚柱部材の断面増加が部材特性を大きくし、剛性が増した分だけは応力状態が改善されているが、逆に脚柱部材の剛性が大きくなった分だけ変位が小さくなり、他の補剛材の効果が現われるに致らなかったものと思われる。

これらの案は、いずれも現在変形している脚柱に、新たに鋼材を添接しようとするもので、その接合の可能性、また、現在リベット接合されているものの解体、リベット穴の埋め戻し、更に管理時の

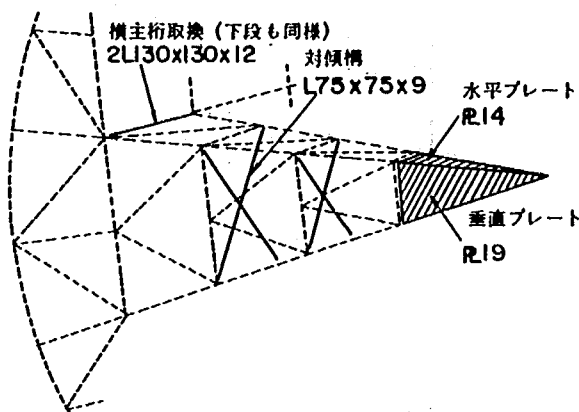


図-7 1号ゲート補強案

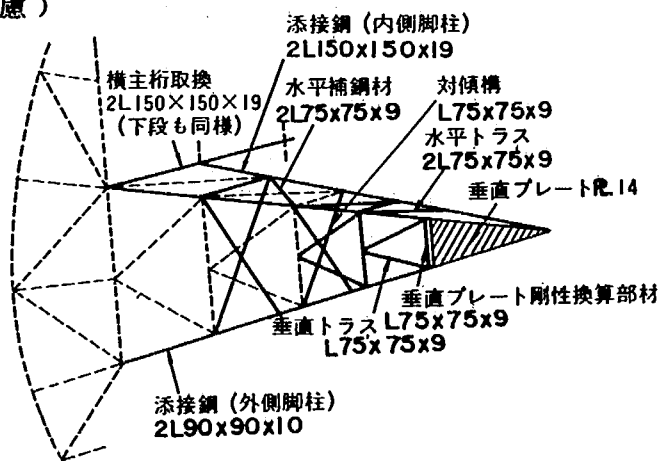


図-8 脚柱添接案1

塗装等の複雑さ、および、工場で接合作業をすることになるため渾水期に工事が完了できるか等の問題が残る。

③ 脚柱取換え案 1

変形の大きいゲートについては、脚柱部の全面取換えの検討も必要であり、図-11 に示すように、水平垂直のトラスを一組増やし、対傾構を2箇所設け、外側脚柱の部材厚を3mm 増した状態で解析してみた。

その結果を表-12に示すように、各部材とも $140 \sim 430 \text{ kg/cm}^2$ の応力減少で大きく改善されており、許容応力値に対して3箇所の部材で超過するものの他の部材では余裕をもって下回っている。

この案は、補強の立場からの脚柱取換えであり、そのため、現在と同じ鋼材の組合せ法で行ったものである。脚柱部では応力的にほぼ満足できるものであるが、扉体部では表-13 に示すように、許容値に対して改善されたものは少ない結果となっている。

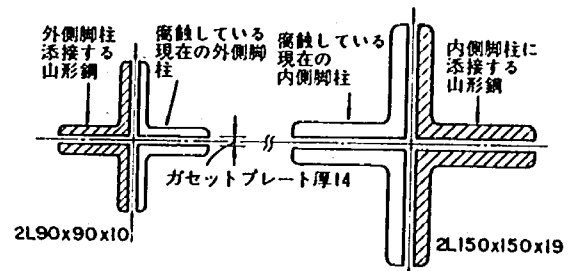


図-9 脚柱添接鋼組合せ図
(脚柱添接案 1, 2 共通)

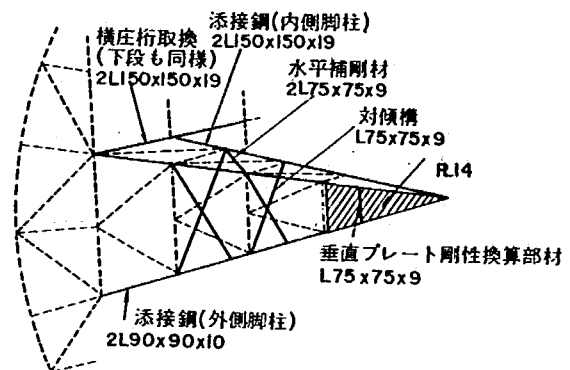


図-10 脚柱添接案 2

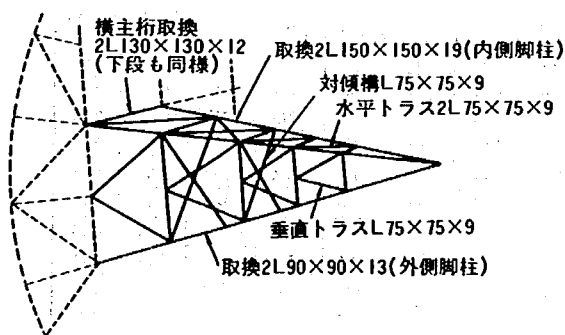


図-11 脚柱取換え案 1

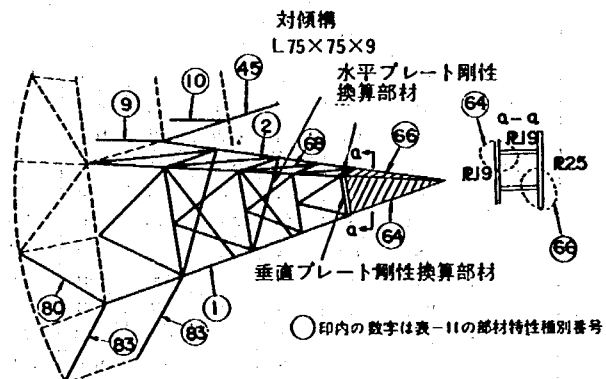


図-12 脚柱取換え案 2

表-11 解析結果(補強実施, 脚柱部(1))

部 材			許 容 応力①	初期変形なし		初期変形なし、1号ゲート補強				初期変形あり、1ゲート補強				脚 柱 添 接 案 2				
				最 大 応力②	②/①	最 大 応力②	②-①	②/①	②/①	最 大 応力②	②-①	②/①	②/①	許 容 応力①	最 大 応力②	②-①	②/①	②/①
外 側 脚 柱	上 段	1	663	1215	1.83	233	- 982	0.19	0.35	245	- 970	0.20	0.37	990	290	- 925	0.24	0.29
		2	941	1215	1.29	1069	- 146	0.88	1.14	1121	- 94	0.92	1.19	1060	457	- 758	0.38	0.43
		3	941	917	0.97	917	0	1.00	0.97	1049	132	1.14	1.11	1060	367	- 530	0.42	0.37
		4	935	1010	1.08	1015	5	1.00	1.09	1028	18	1.02	1.10	1058	440	- 570	0.44	0.42
	下 段	5	663	1011	1.52	186	- 825	0.18	0.28	192	- 819	0.19	0.29	990	281	- 730	0.28	0.28
		6	941	1144	1.22	1014	- 130	0.89	1.08	1038	- 106	0.91	1.10	1060	439	- 705	0.38	0.41
		7	941	900	0.96	934	34	1.04	0.99	1001	101	1.11	1.06	1060	390	- 510	0.43	0.37
		8	935	1059	1.13	1067	8	1.01	1.14	1076	17	1.02	1.15	1058	431	- 628	0.41	0.41
内 側 脚 柱	上 段	20	934	1272	1.36	456	- 816	0.36	0.49	469	- 803	0.37	0.50	1058	362	- 910	0.28	0.34
		21	1040	1180	1.13	1007	- 173	0.85	0.97	1023	- 157	0.87	0.98	1085	439	- 741	0.37	0.40
		22	1040	873	0.84	828	- 45	0.96	0.80	819	- 54	0.94	0.79	1085	457	- 416	0.52	0.42
		23	1037	1064	1.03	993	- 71	0.93	0.96	1001	- 63	0.94	0.97	1084	568	- 496	0.53	0.52
	下 段	24	934	1167	1.25	463	- 704	0.40	0.50	469	- 698	0.40	0.50	1058	446	- 721	0.38	0.42
		25	1040	1183	1.14	1070	- 113	0.90	1.03	1072	- 111	0.91	1.03	1085	527	- 656	0.45	0.49
		26	1040	989	0.95	959	- 30	0.97	0.92	967	- 32	0.97	0.92	1085	525	- 464	0.53	0.48
		27	1037	1328	1.28	1308	- 20	0.98	1.26	1323	- 5	1.00	1.28	1084	785	- 543	0.59	0.72
		関 連 図		付図-0	付図-1	付図-7				付図-8				付図-9				
関 連 表		-	付表-1	付表-7				付表-8				付表-9						

表-12 解析結果(補強実施, 脚柱部(2))

部 材			脚 柱 添 接 案 1					脚 柱 取 換 え 案 1					脚 柱 取 換 え 案 2				
			許 容 応 力 ^①	最 大 応 力 ^②	②-①	②/②'	②/①	許 容 応 力 ^①	最 大 応 力 ^②	②-①	②/②'	②/①	許 容 応 力 ^①	最 大 応 力 ^②	②-①	②/②'	②/①
外 側 脚 柱	上 段	1'	1034	262	- 953	0.22	0.25	838	873	- 342	0.72	1.04	799	455	- 760	0.37	0.57
		2'	1085	439	- 776	0.36	0.40	1038	914	- 301	0.75	0.88	1029	776	- 439	0.64	0.75
		61	1078	491	- 724	0.40	0.46	1011	782	- 433	0.64	0.77	997	716	- 499	0.59	0.72
		3	1060	398	- 519	0.43	0.38	941	512	- 405	0.56	0.54	918	632	- 285	0.69	0.69
	下 段	4	1058	439	- 571	0.43	0.41	935	708	- 302	0.70	0.76	911	676	- 334	0.67	0.74
		5'	1034	257	- 754	0.25	0.25	838	736	- 275	0.73	0.88	1030	463	- 548	0.46	0.45
		6'	1085	478	- 533	0.47	0.44	1038	761	- 250	0.75	0.73	1029	784	- 227	0.78	0.76
		62	1078	468	- 676	0.41	0.43	1011	805	- 339	0.70	0.80	997	742	- 402	0.65	0.74
内 側 脚 柱	上 段	7	1060	392	- 508	0.44	0.37	941	549	- 351	0.61	0.58	918	637	- 263	0.71	0.69
		8	1058	430	- 629	0.41	0.41	935	746	- 313	0.70	0.80	911	685	- 374	0.65	0.75
		20'	1075	372	- 900	0.29	0.35	1001	1025	- 247	0.81	1.02	1030	501	- 771	0.39	0.49
		21'	1094	418	- 854	0.33	0.38	1076	947	- 325	0.74	0.88	1083	708	- 564	0.56	0.65
	下 段	67	1092	452	- 728	0.38	0.41	1066	785	- 335	0.67	0.74	1076	685	- 494	0.58	0.64
		22	1085	458	- 415	0.52	0.42	1040	727	- 146	0.83	0.70	1057	699	- 174	0.80	0.66
		23	1084	569	- 495	0.53	0.52	1037	854	- 210	0.80	0.82	1056	944	- 120	0.89	0.89
		24'	1075	441	- 725	0.38	0.41	1001	819	- 348	0.70	0.82	1030	656	- 511	0.56	0.64
	下 段	25'	1094	454	- 713	0.39	0.41	1076	879	- 288	0.75	0.82	1083	876	- 291	0.75	0.81
		68	1092	495	- 688	0.42	0.45	1066	856	- 327	0.72	0.80	1076	818	- 365	0.69	0.76
		26	1085	519	- 470	0.52	0.48	1040	842	- 147	0.85	0.81	1057	794	- 195	0.80	0.75
27	1084	787	- 541	0.59	0.73	1037	1151	- 177	0.87	1.11	1065	1200	- 126	0.90	1.14		
関 連 図			付 図 - 10					付 図 - 11					付 図 - 12				
関 連 表			付 表 - 10					付 表 - 11					付 表 - 12				

注: 1) 部材番号にダッシュが付いているのは, 補強案以前の部材長に比べ短くなっているためである。

2) ②'は補強しない場合の最大応力。

④ 脚柱取換え案 2

前項の案までは、扉体部の応力改善には特に注目しておらず、また、脚柱部の部材も山形鋼の組合せを使用するなど剛性に問題がある。そこで、この案では変形を考慮する以前の段階ですでに許容応力値を超過する扉体部の部材の補強取換えを行い、脚柱部でも 2 枚の鋼板を T 形状に溶接した部材に取換えて解析した。

表 - 13 解析結果 (扉体部)

(圧縮, kg/cm²)

部材			許容応力 ①	初期変形なし		脚柱取換え案 1			脚柱取換え案 2		
				最大応力 ②	② ①	最大応力 ③	③ - ②	③ ①	最大応力 ④	④ - ②	④ ①
縦 ト ラ ス	断 面 B	421	648	1218	1.88	1246	28	1.92	667	- 551	1.03
		101	957	605	0.63	660	55	0.69	489	- 116	0.51
		102	505	449	0.89	432	- 17	0.86	219	- 230	0.43
		103	770	463	0.60	403	- 60	0.52	357	- 106	0.46
		104	653	243	0.37	284	41	0.43	264	21	0.40
		105	957	662	0.69	691	29	0.72	681	19	0.71
		106	654	384	0.59	386	2	0.59	378	- 6	0.58
	断 面 C	107	984	100	0.10	104	4	0.11	110	10	0.11
		430	648	1568	2.42	1536	- 32	2.37	1006	- 562	1.55
		108	1031	1712	1.66	1661	- 51	1.61	961	- 751	0.93
		109	505	837	1.66	835	- 2	1.65	583	- 254	1.15
		110	770	1148	1.49	1223	75	1.59	1093	- 55	1.42
		111	653	640	0.98	630	- 10	0.96	639	- 1	0.98
		112	1031	1290	1.25	1261	- 29	1.22	914	- 376	0.89
	断 面 D	113	654	598	0.91	545	- 53	0.83	524	- 74	0.80
		114	984 (1200)	(204)	(0.17)	227	-	0.23	246	-	0.25
		439	648	1260	1.94	1275	15	1.97	898	- 362	1.39
		115	984	1630	1.66	1648	18	1.67	1103	- 527	1.12
		116	505	1222	2.42	1212	- 10	2.40	840	- 382	1.66
		117	770	732	0.95	735	3	0.95	634	- 98	0.82
		118	653	959	1.47	954	- 5	1.46	899	- 60	1.38
横 主 桁	上 段	119	984	1126	1.14	1110	- 16	1.13	801	- 325	0.81
		120	654	578	0.88	569	- 9	0.87	564	- 14	0.86
		121	984	419	0.43	417	- 2	0.42	379	- 40	0.39
	下 段	406	894	321	0.36	175	- 146	0.20	165	- 156	0.18
		407	1031	1141	1.11	1092	- 49	1.06	925	- 216	0.90
		408	1031 (1200)	(1183)	(0.99)	(1247)	64	(1.04)	(1050)	- 133	(0.88)
		414	894 (1200)	388	0.43	(335)	-	(0.28)	(201)	-	(0.17)
		415	1031	1862	1.81	1882	20	1.83	1275	- 587	1.24
		416	1031 (1200)	(1598)	(1.33)	(1647)	49	(1.37)	(1371)	- 227	(1.14)

() 書きは引張

補強状況は図 - 12, 表 - 14 に示すとおりで、結果を表 - 12 に示す。

脚柱部では、許容応力値に対し内側下段の横主桁取付け部で超過する以外は、10 % 以上の余裕をもって下回っている。

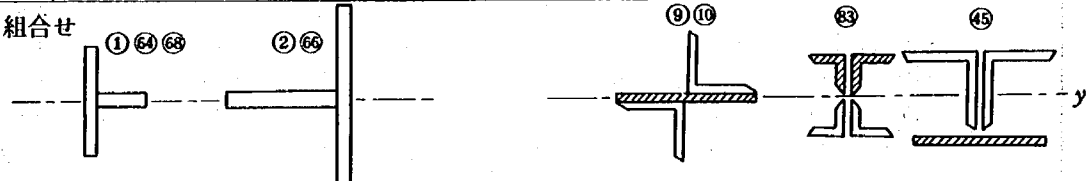
扉体部では表 - 13 に示すように、他のケースに比べ大きな改善になっているが、許容応力値に対

しては、まだ超過する部材も多い。

しかし、脚柱部、扉体部でも、許容応力の超過している部材については、いずれも曲げ応力は部材端で生じている訳であり、部材の取付部のガセットプレートの厚さで十分カバーできる程度の応力超過であると判断される。

何らかの補強工が完了するまでは、当面の水位を扉高より4m低い所までとすることにし、その時の応力状態を見ると元の状態より20～70%の応力減少で、外側上段脚柱のトラニオンピンに繋がる部材で許容値を超える以外は10～70%許容値を下回る結果となっている。

表-14 脚柱取換え案2の断面特性値

特性 種別	部 材 名	使 用 部 材	断 面 積	断面二次モーメント	
			A (cm ²)	I _y (cm ⁴)	I _z (cm ⁴)
①	外 側 脚 柱	R190×16+R84×22	46.4	920	400
⑥ ⁴	" "	補強プレート平均 R400×19+R130×19	101	10140	1410
②	内 側 脚 柱	R310×22+R178×25	107	5480	3890
⑥ ⁶	" "	補強プレート平均 R500×25+R170×19	157	26050	3970
⑨	扉 体 縦 ト ラ ス	2L 130×130×10 +R269×14	80.1	1800	3950
⑩	" "	2L 130×130×10 +R269×14+R60×14	58.1	700	2060
④ ⁵	" 横 主 桁	2L 130×130×10 +R200×12+R125×13	74	2710	2590
⑥ ⁸	脚 柱 水 平 ト ラ ス	R170×9+R71×16	25.3	150	370
⑩ ⁰	扉 体 縦 ト ラ ス	2L 75×75×9	25.4	130	300
⑩ ³	" 縦 桁 下 部	2L 65×65×6 +2L 65×65×4	25.1	640	250
組合せ					

7. 今後の問題点

今回行った3次元解析は、著しい初期変形があったため行ったもので、これまでも記されているように、現行設計法を否定するものではない。

このゲートは、設計時期が古いため現行の「基準」に合わない点もあるが、一般には、現行の設計法によって差し支えない。ただ、今回の3次元解析では、計算につきものの仮定が大きく、補強プレートの剛性、その他を充分に取り入れられないきらいがある。

ゲートの設計については、別個に改定が検討されつつあり、今後、それらに現行設計法の問題点等を反映させて行きたいと考えている。

8. 解析結果の付図・付表

許容応力値図（現在断面）	付図－ 1	
初期変形なし	－ 2	付表－ 1
5号ゲート変形状態	－ 3	－ 2
1号 "	－ 4	－ 3
2, 3号 "	－ 5	－ 4
4号 "	－ 6	－ 5
6号 "	－ 7	－ 6
1号ゲート補強（初期変形なし）	－ 8	－ 7
" （ " あり）	－ 9	－ 8
脚柱添接案 2	－ 10	－ 9
" 1	－ 11	－ 10
脚柱取換え案 1	－ 12	－ 11
" 2	－ 13	－ 12
" 2の詳細平面，側面図	－ 14	

付図－ 1については，当概図面に説明書きがある。

付図－ 2～ 13は最大応力値図で，骨組線の破線表示は，荷重載荷前（初期変形している場合は初期変形状態）のもので，実線表示は，荷重載荷後の変形状態である。

部材の両端の数値は，部材端での最大応力値であり，圧縮を－（マイナス），引張りを＋（プラス）表示している。

トラス格点のカッコ書きの数値は，荷重載荷による変位量（単位 mm）であり，座標はトラニオンピンを原点として，外向きに X，上流向きに Y，下向きに Z としている。

付表－ 1～ 12は最大応力計算表で，記号の説明は次の通りである。

M 部材番号

N 格点番号

FX, FY, FZ 各軸方向の力

MX, MY, MZ 各軸まわりのモーメント

N 軸 力（ kg ）

A 断面積（ cm^2 ）

STR 軸応力（ kg/cm^2 ）

S1, S2 せん断力（ kg ）

AY, AZ 有効断面積（ cm^2 ）

STR せん断応力（ kg/cm^2 ）

M1, M2 曲げモーメント（ $\text{kg} \cdot \text{cm}$ ）

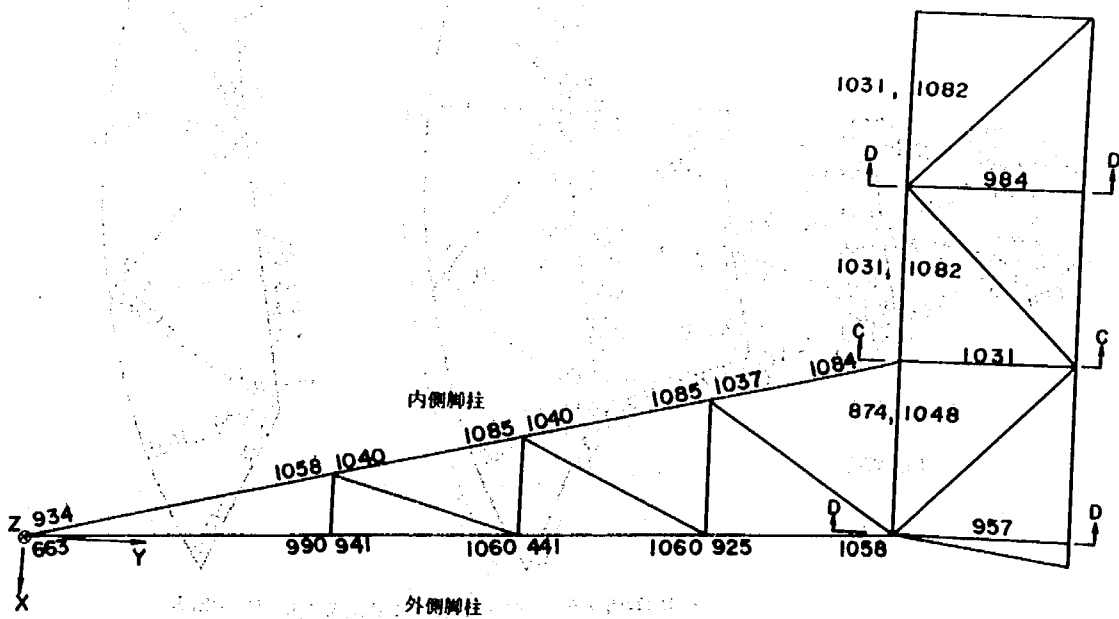
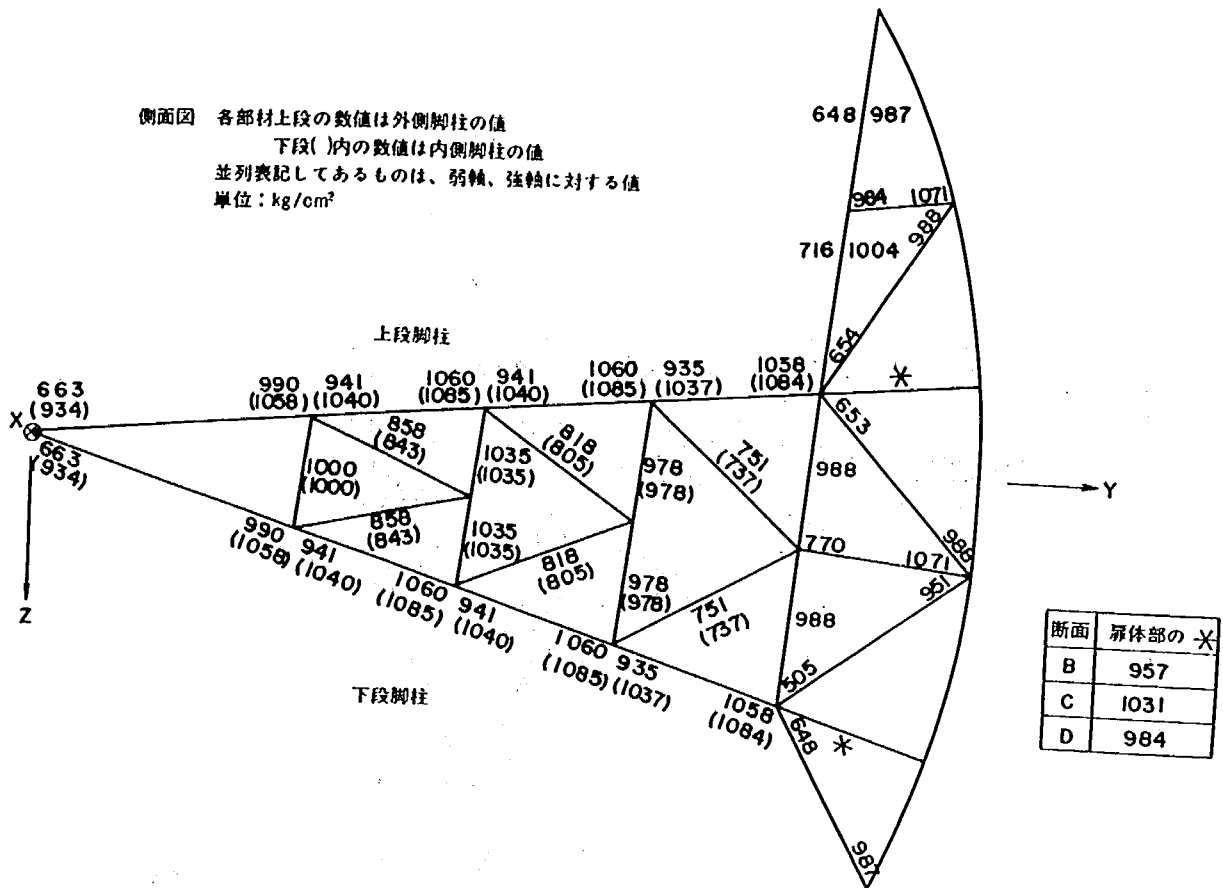
IY, IZ 断面二次モーメント（ cm^4 ）

Y, Z 距離（ cm ）

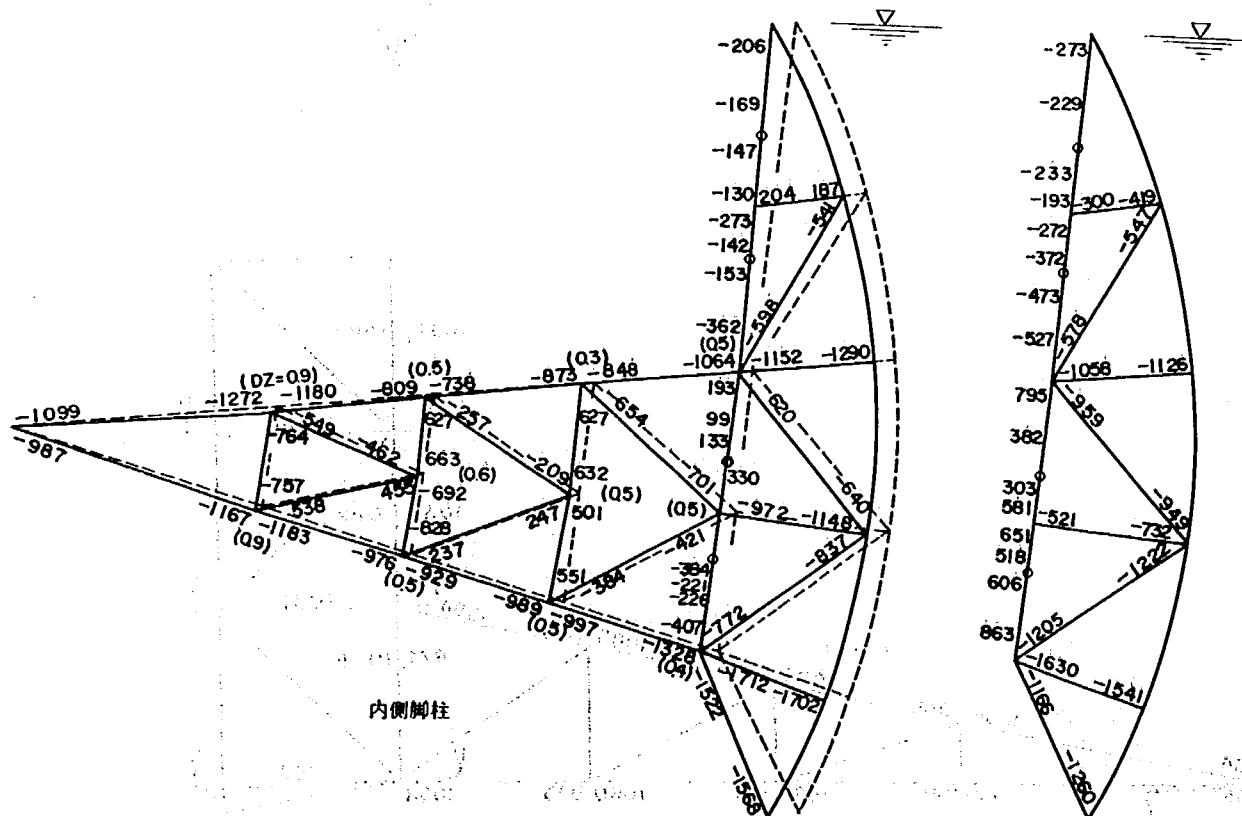
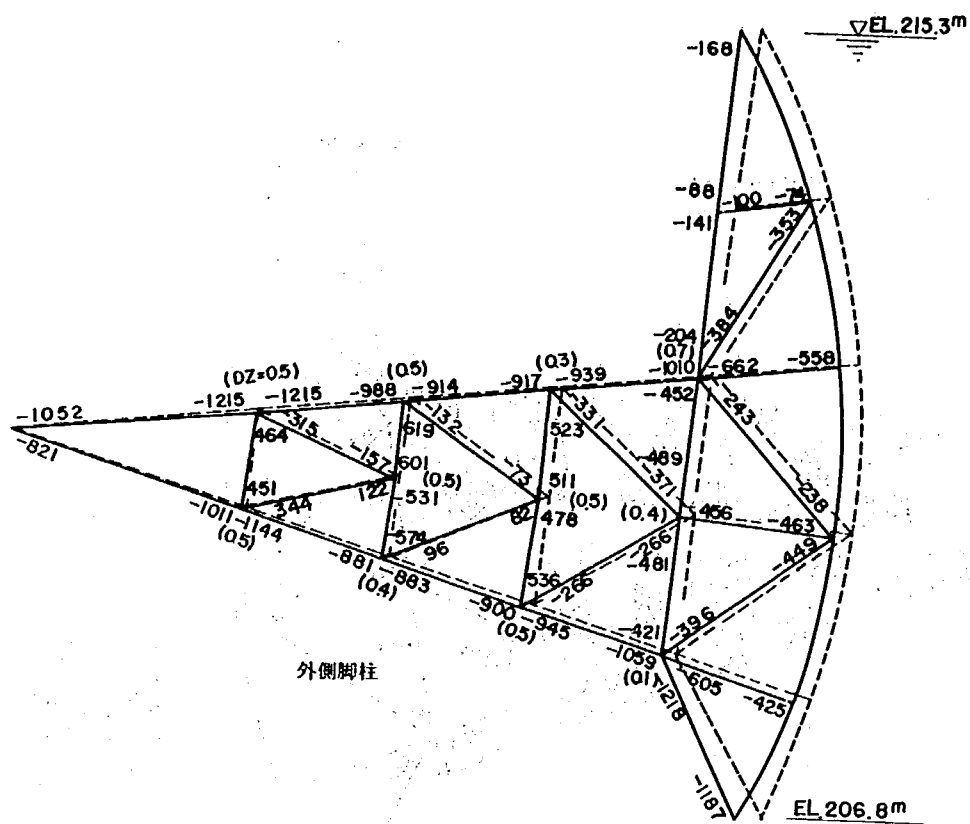
STR	曲げ応力 (kg/cm^2)
T	振れモーメント ($\text{kg}\cdot\text{cm}$)
JX	振れ剛度 (cm^3)
STR	せん断応力 (kg/cm^2)
MAX	最大応力 (軸応力 + 曲げ応力)

付 録

図， 表

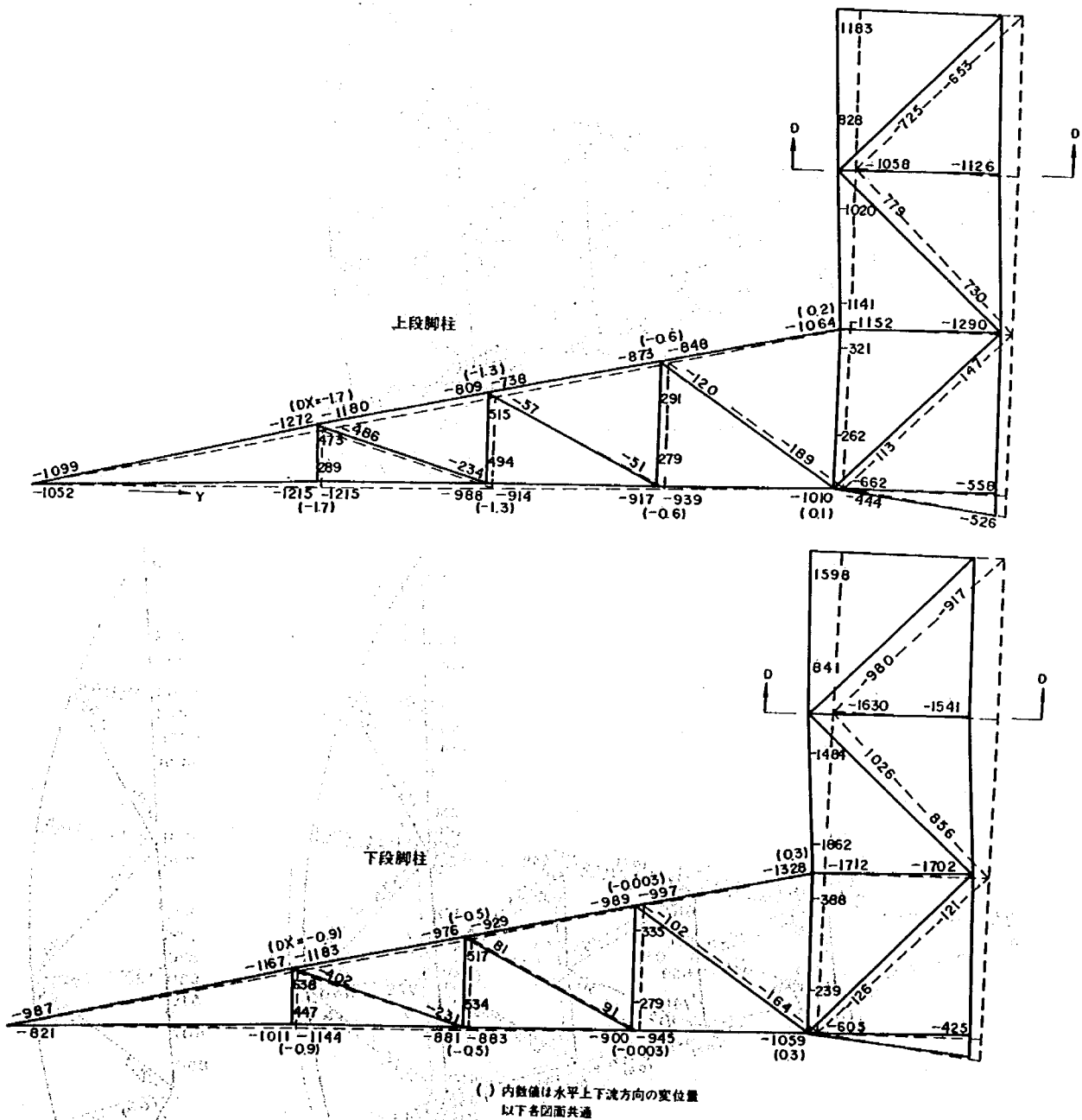


付図-1 許容応力値図

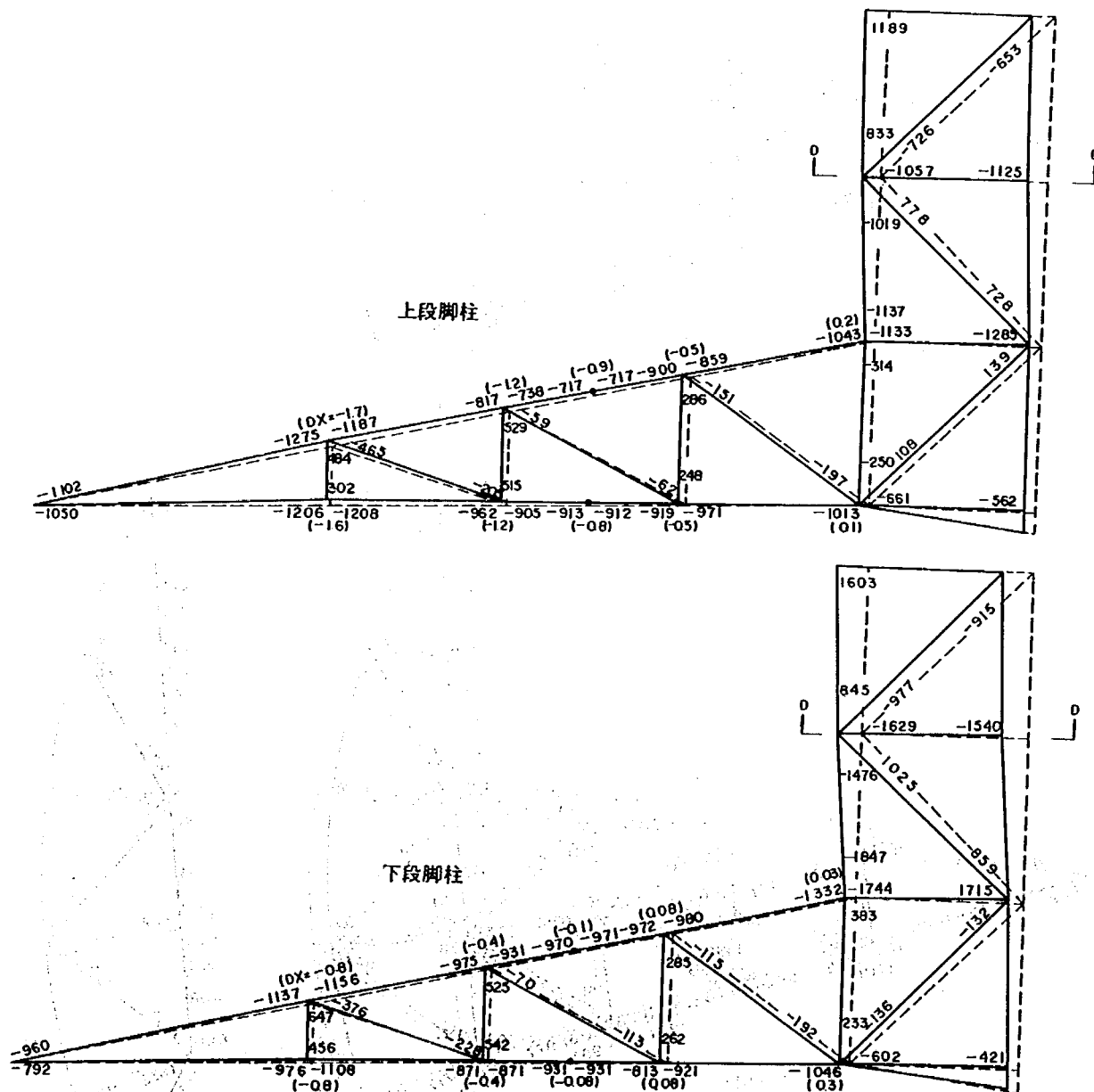


()内数值は垂直方向変位置, 以下各図面共通 D-D断面

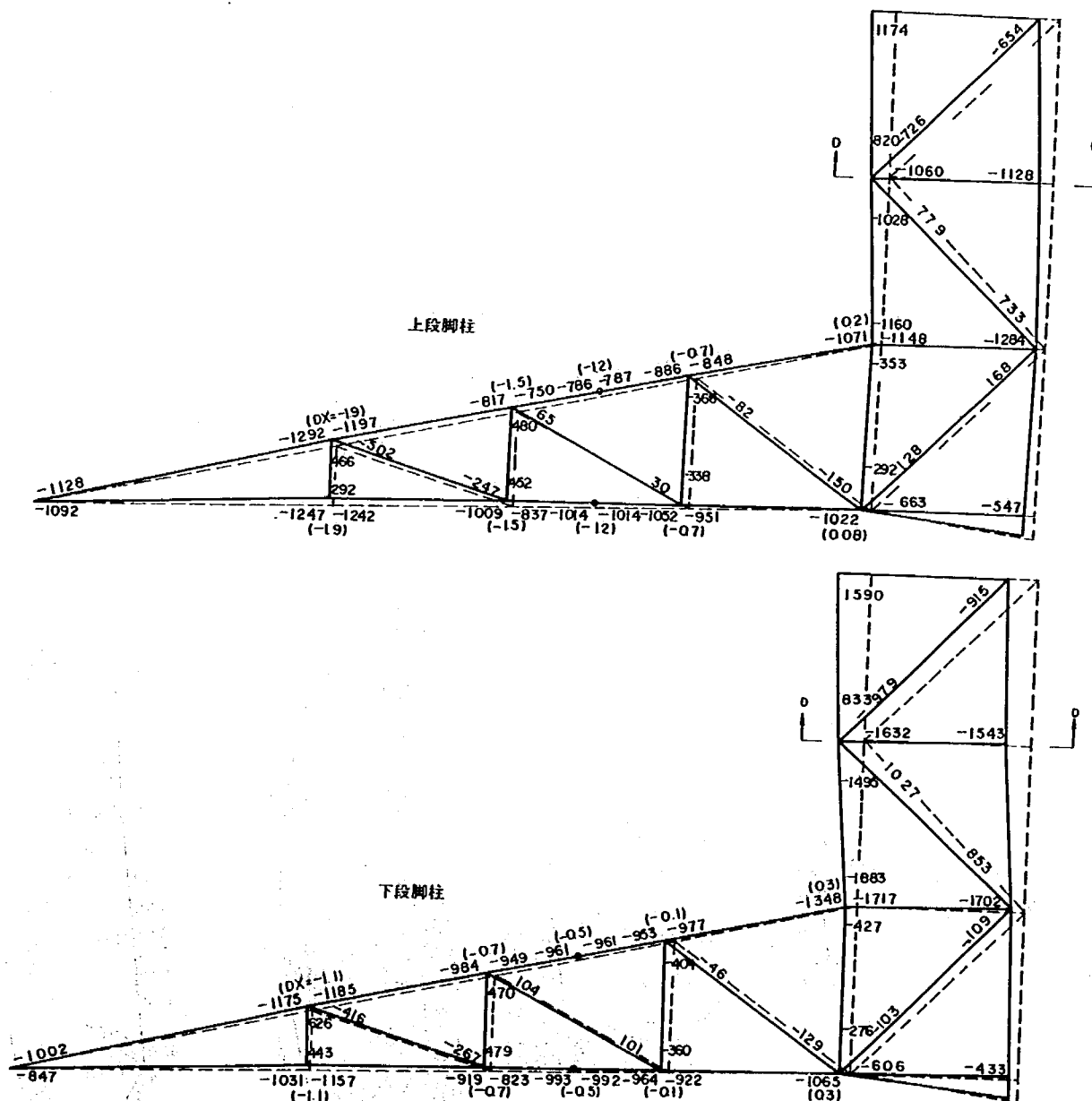
付図二(2.1) 初期変形なし



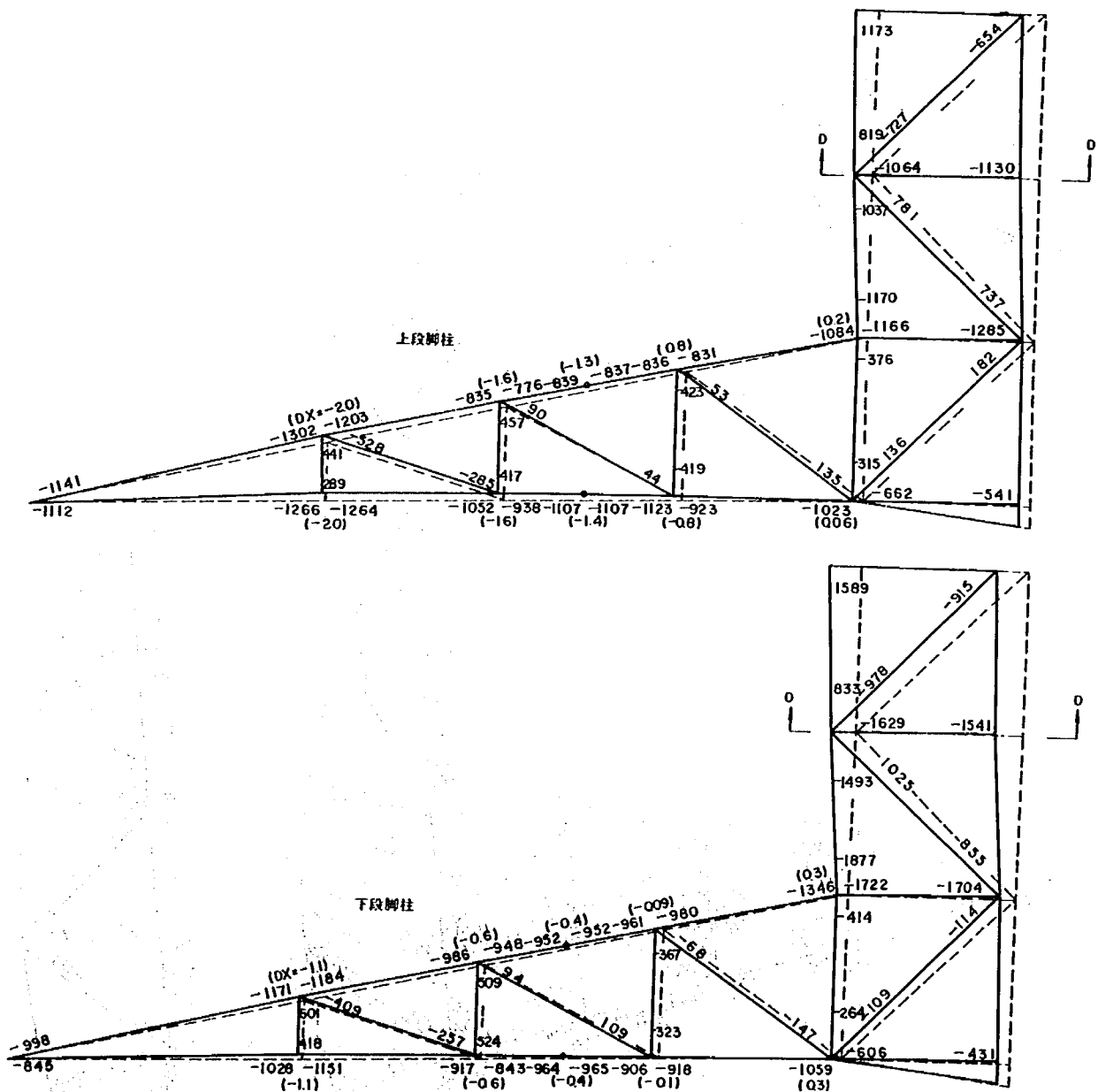
付図 2.2 初期変化なし



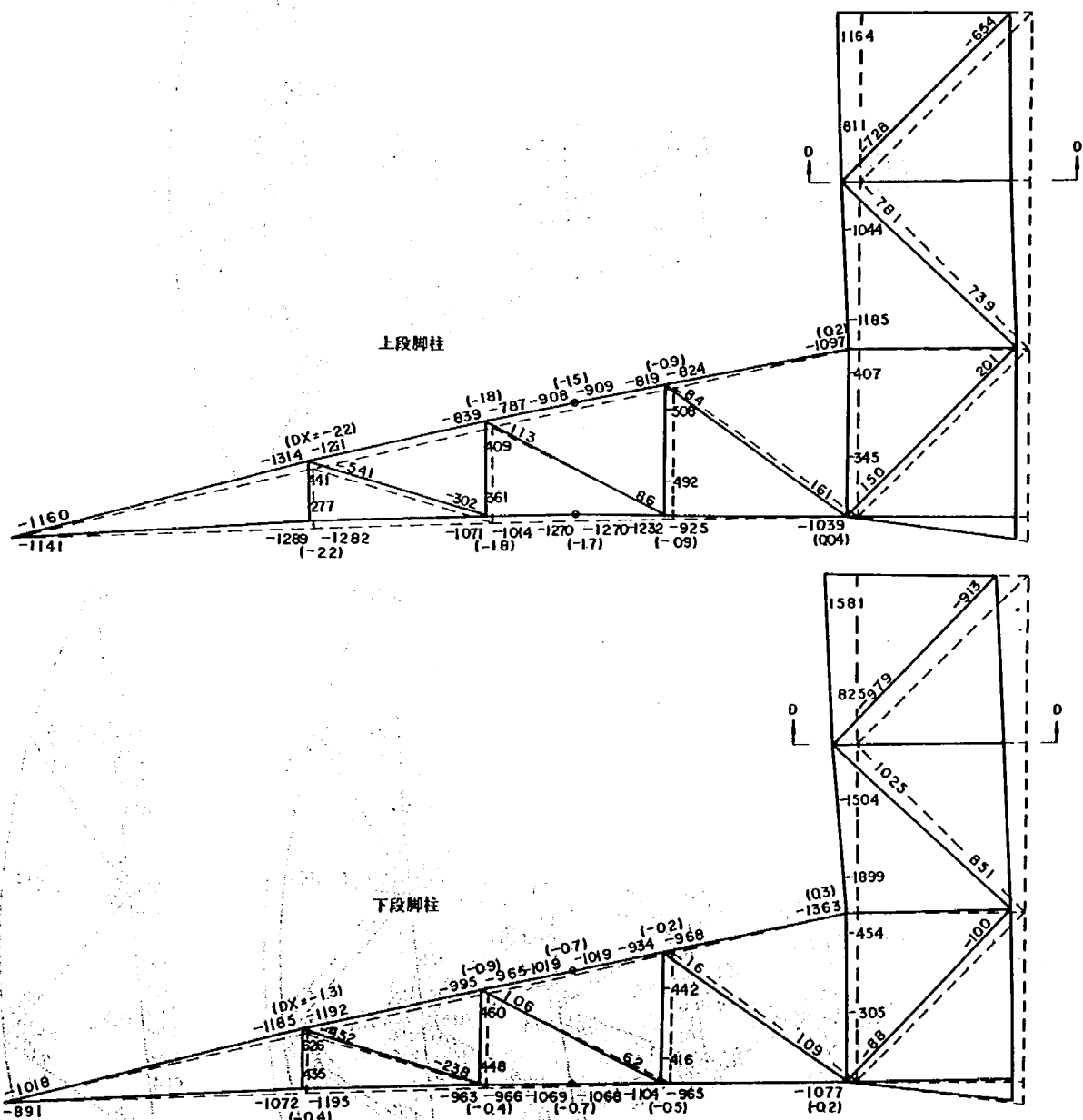
付図-3.2 5号ゲート変形状態



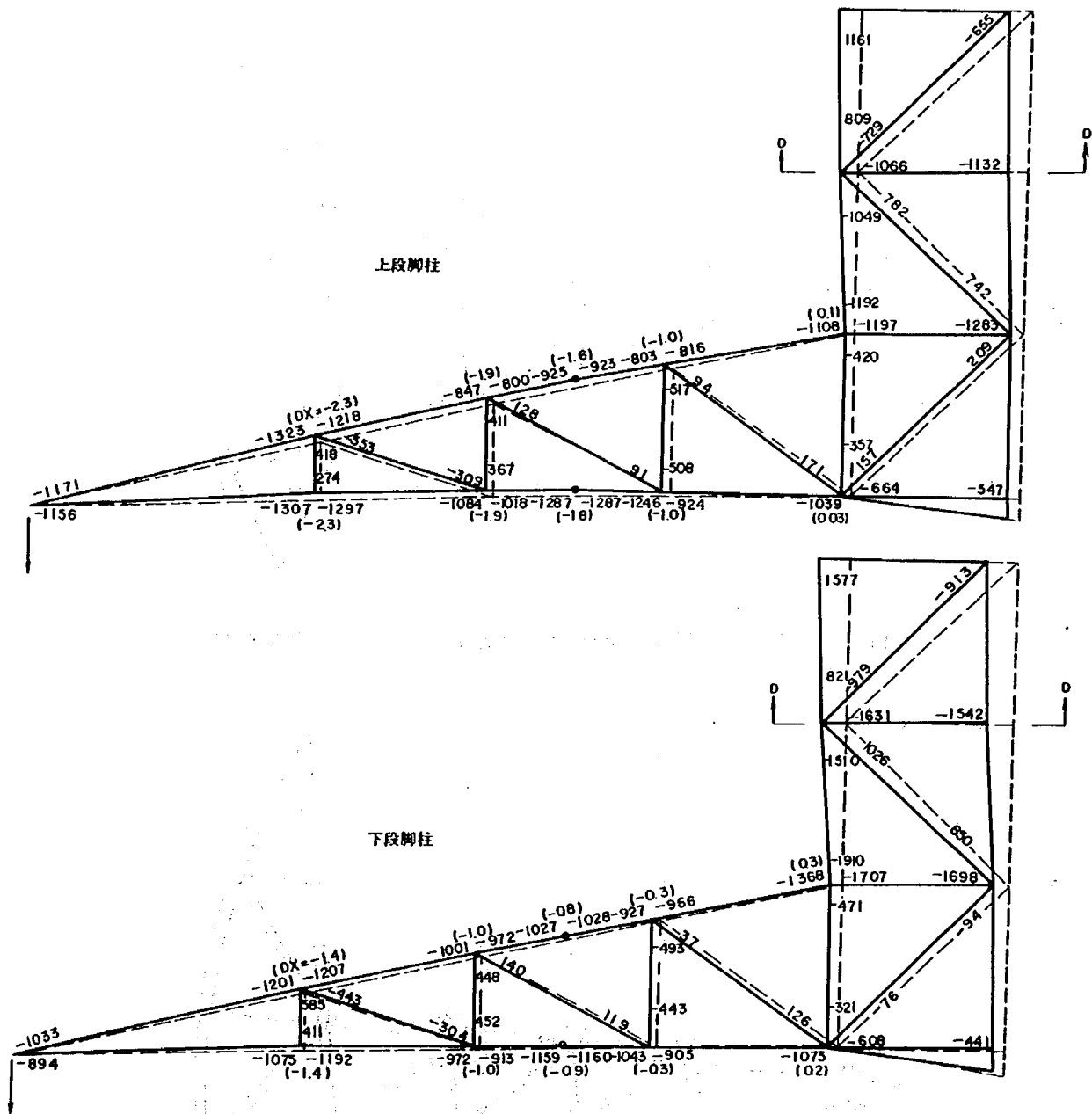
付図 - 4. 2 1号ゲート変形状態



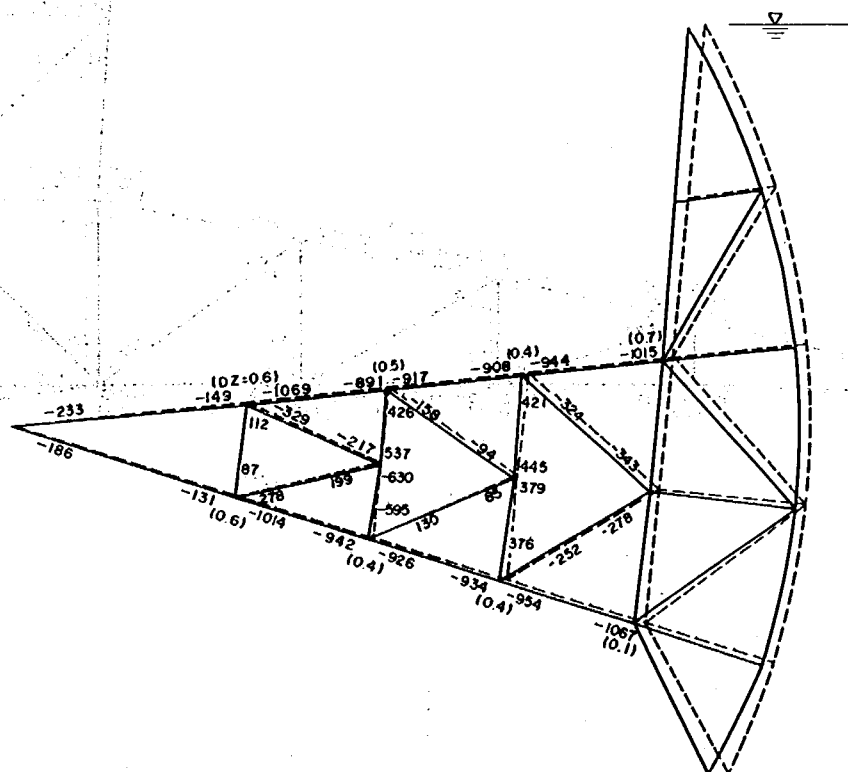
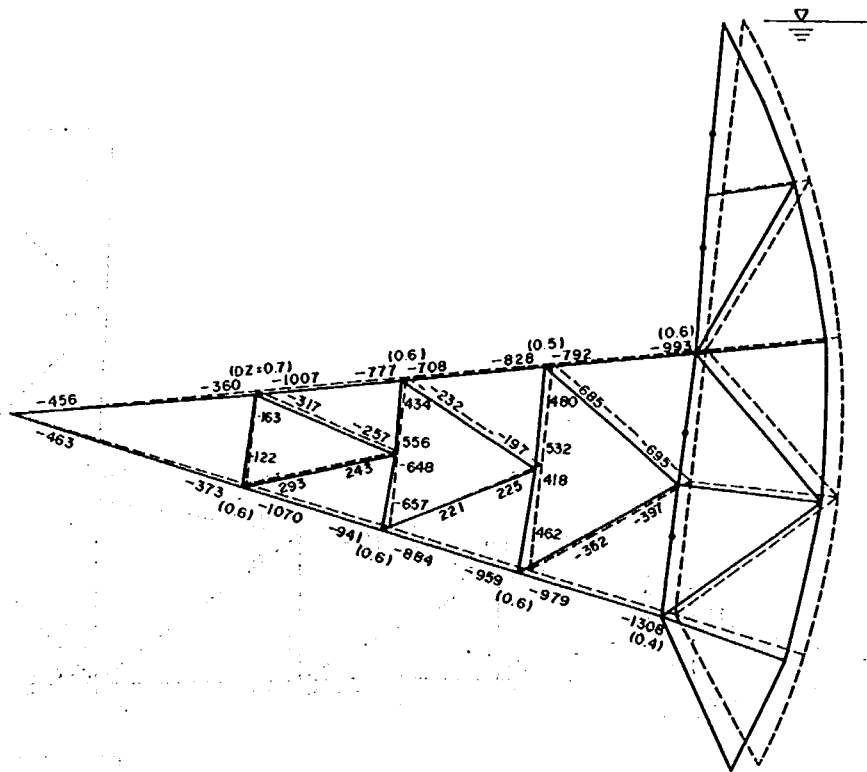
付図-5.2 2, 3号ゲート変形状態

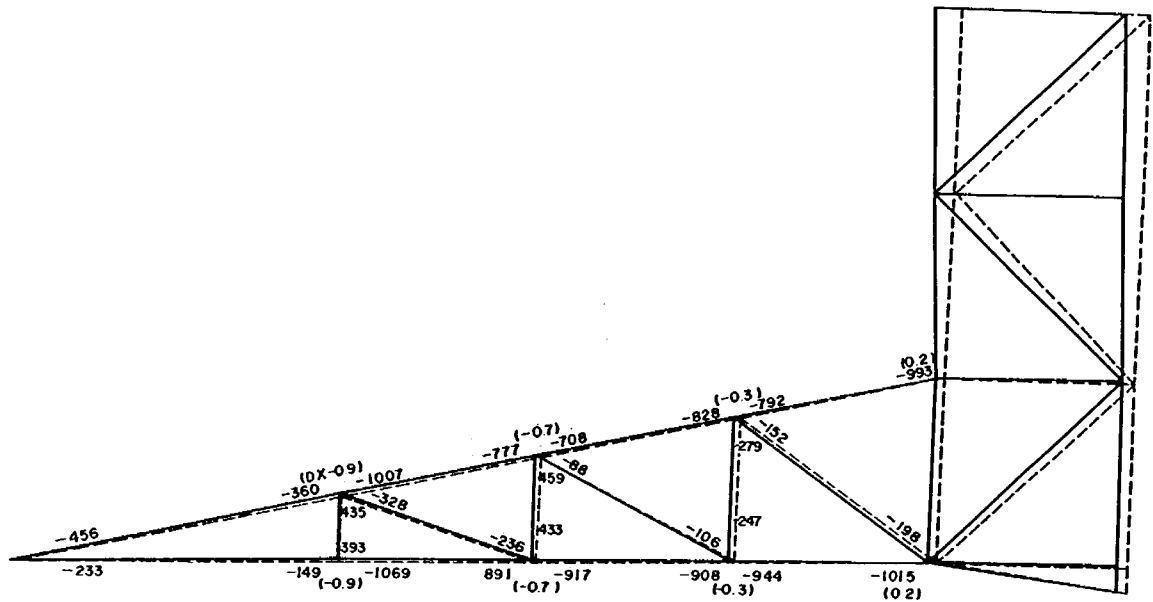


付図 - 6.2 4号ゲート変形状態

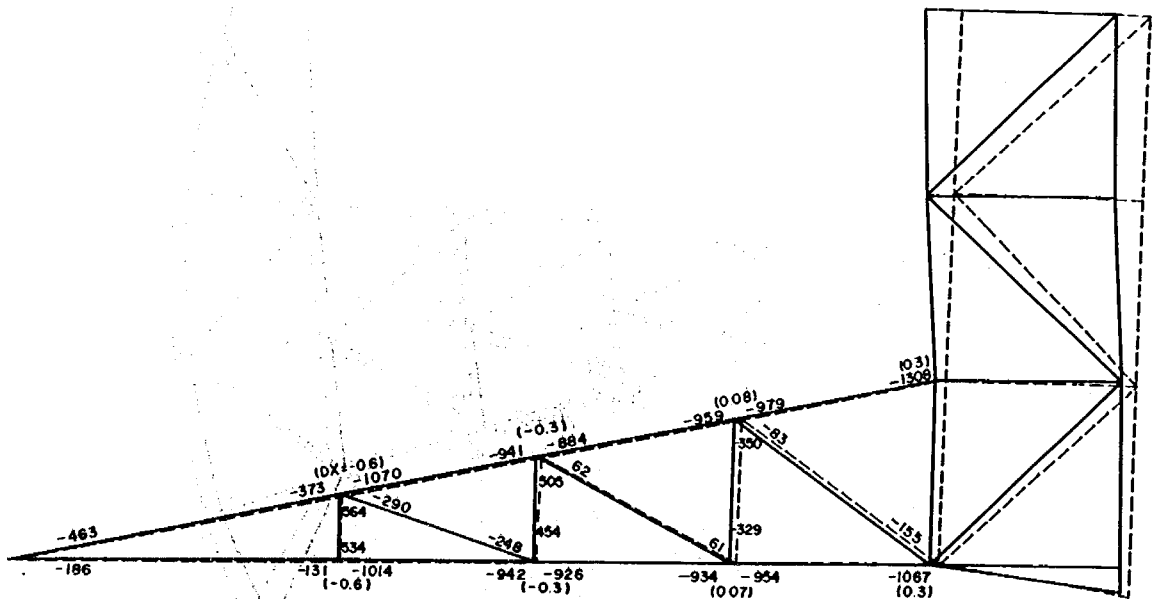


付図 - 7.2 16号ゲート変形状態

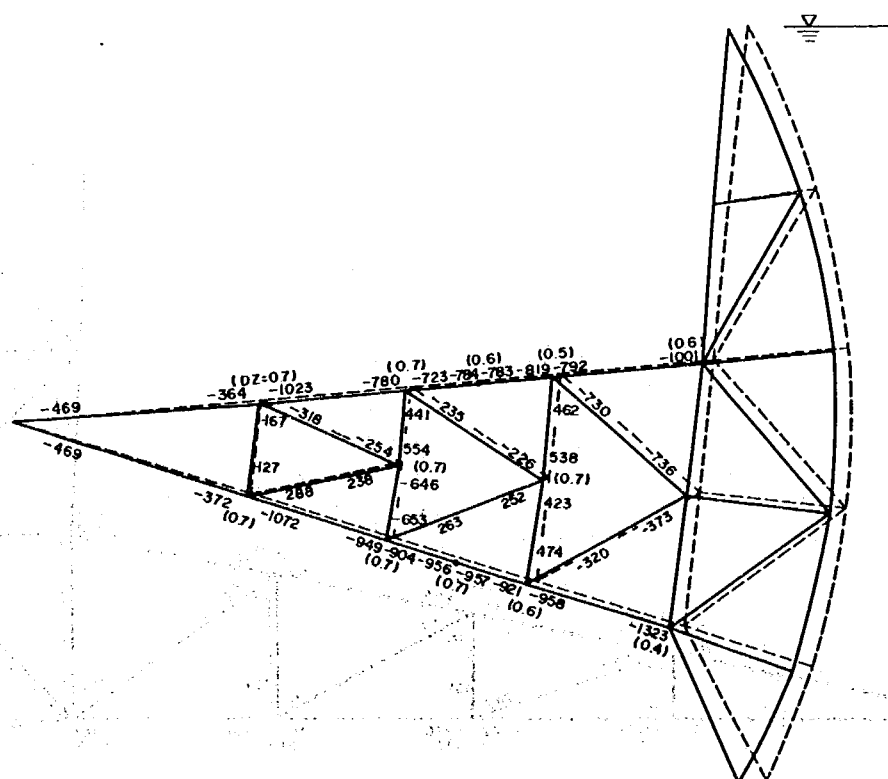
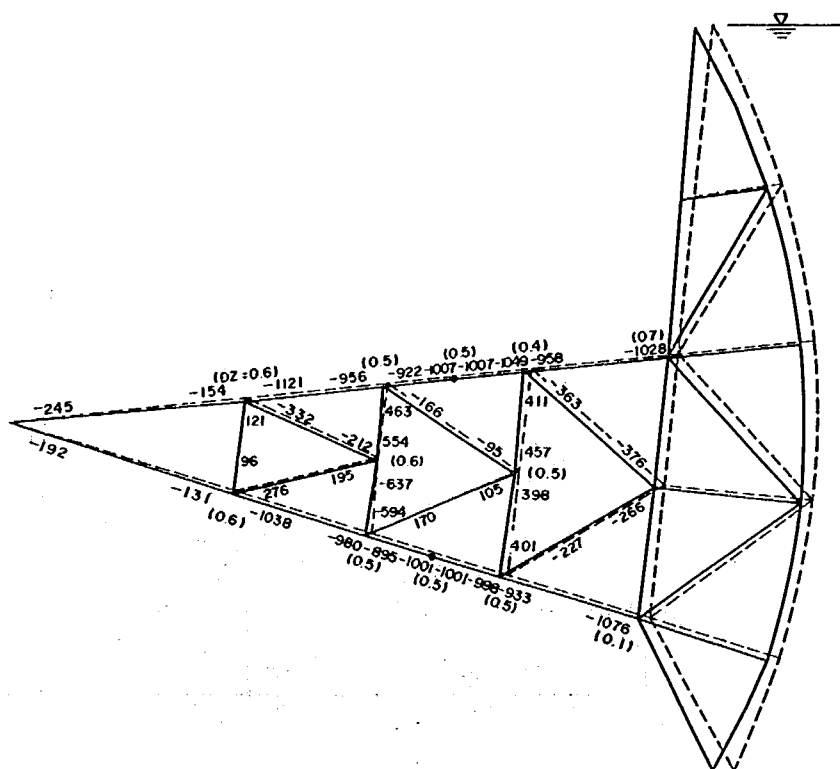


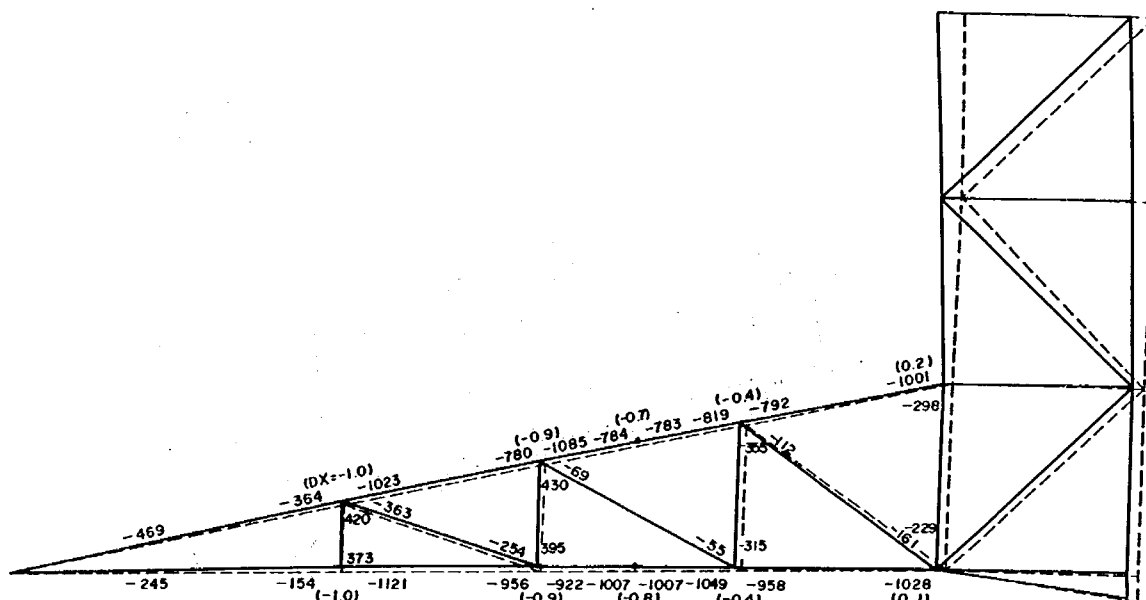


付図-8.2(a) 1号ゲート補強(初期変形なし) 上段脚柱

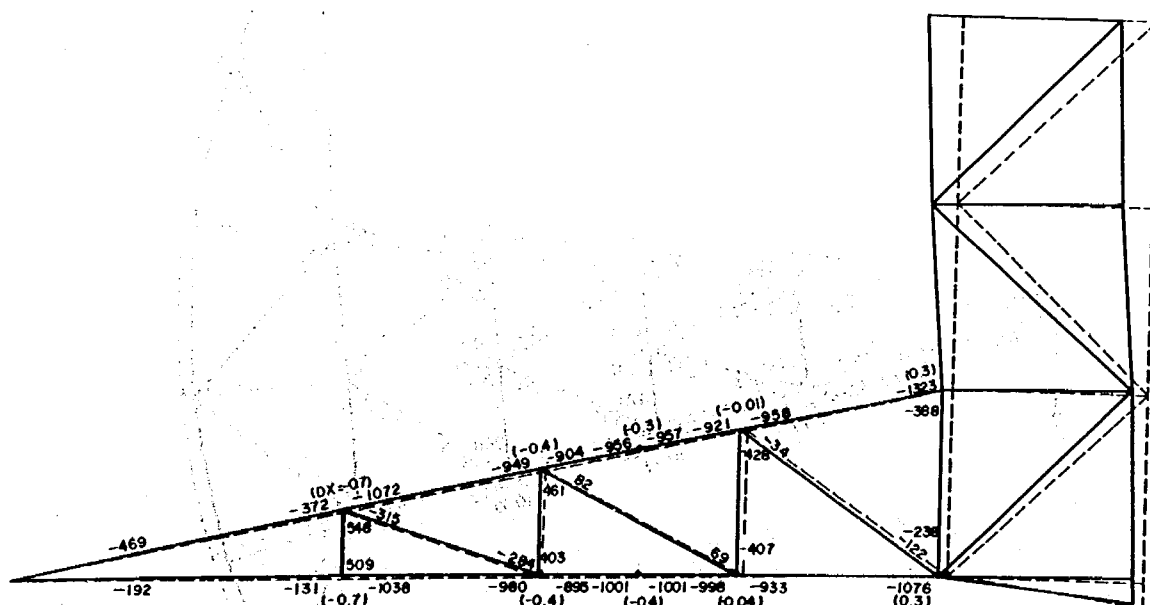


付図-8.2(b) 1号ゲート補強(初期変形なし) 下段脚柱

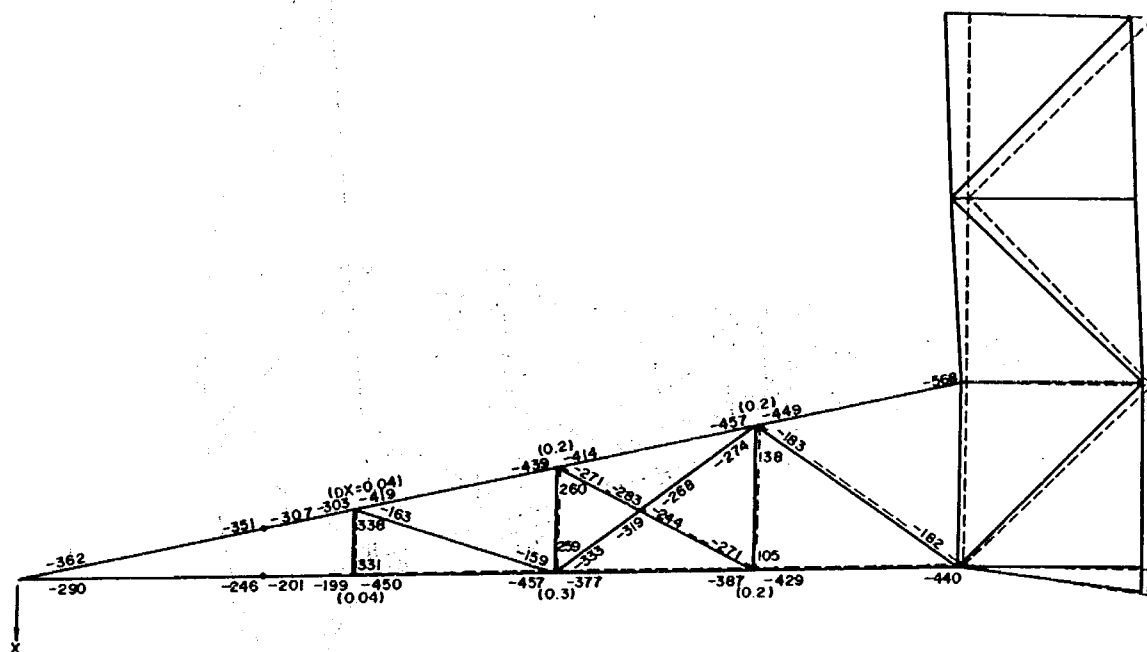




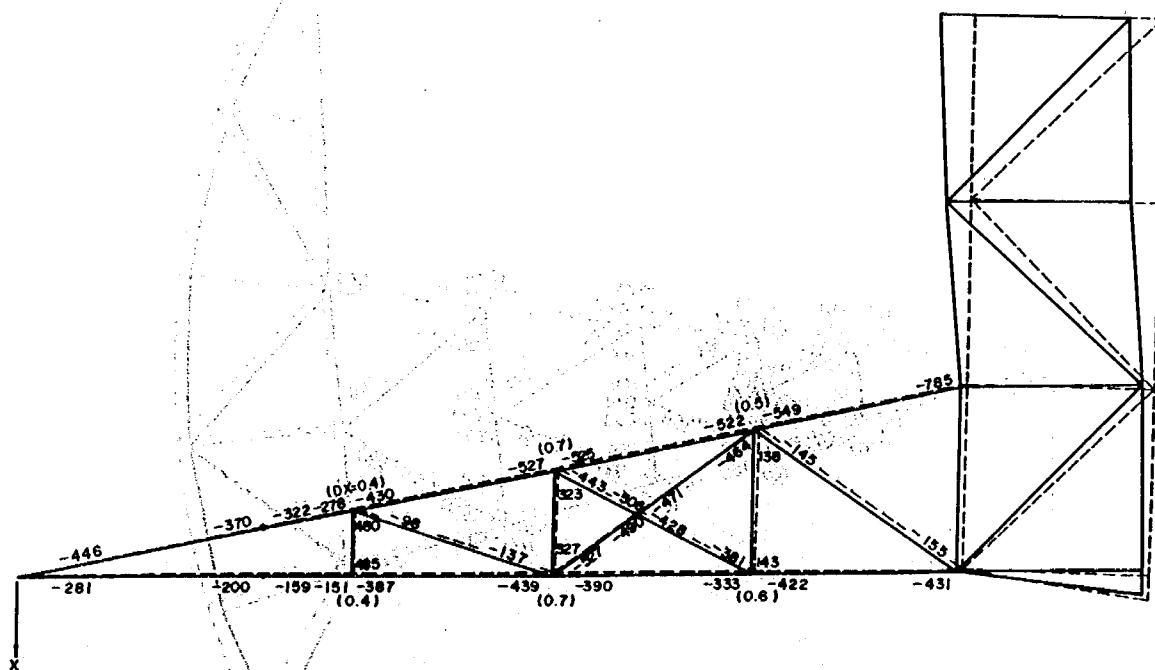
付図-9.2(a) 1号ゲート補強(初期変形考慮) 上段脚柱



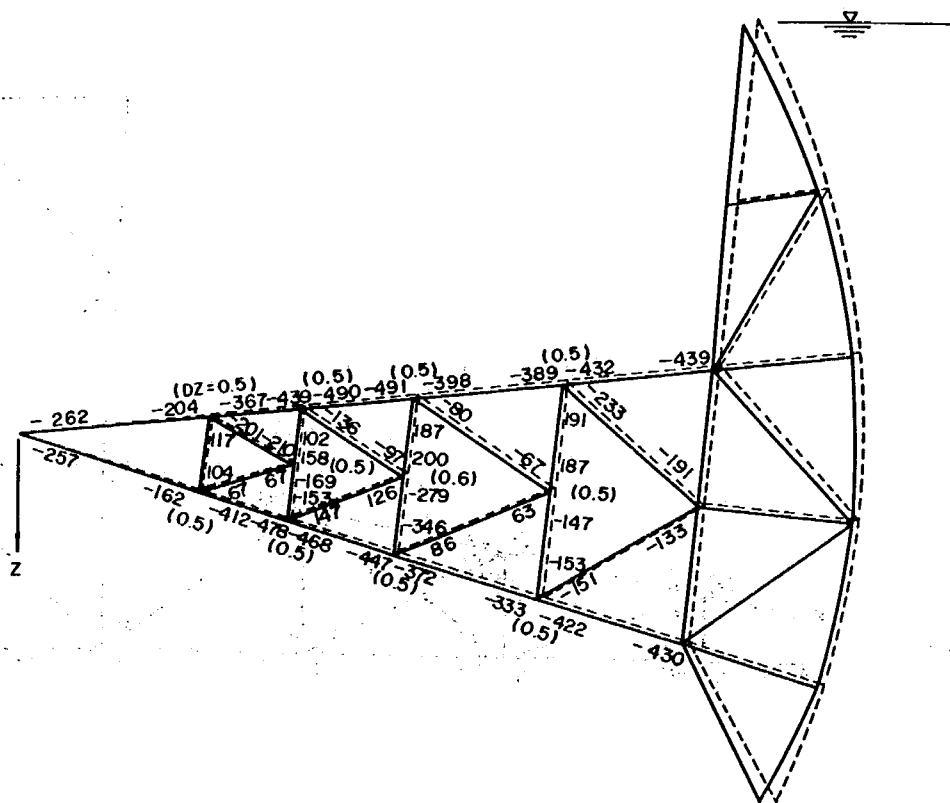
付図-9.2(b) 1号ゲート補強(初期変形考慮) 下段脚柱



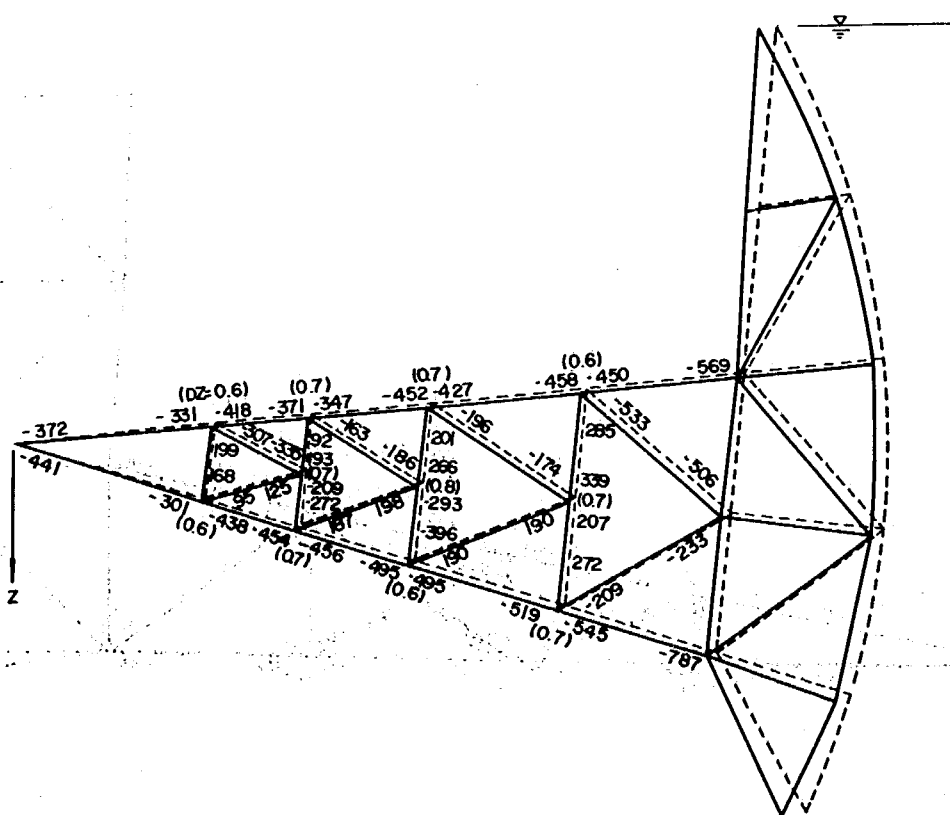
付図-10.2(a) 脚柱添接案2 上段脚柱



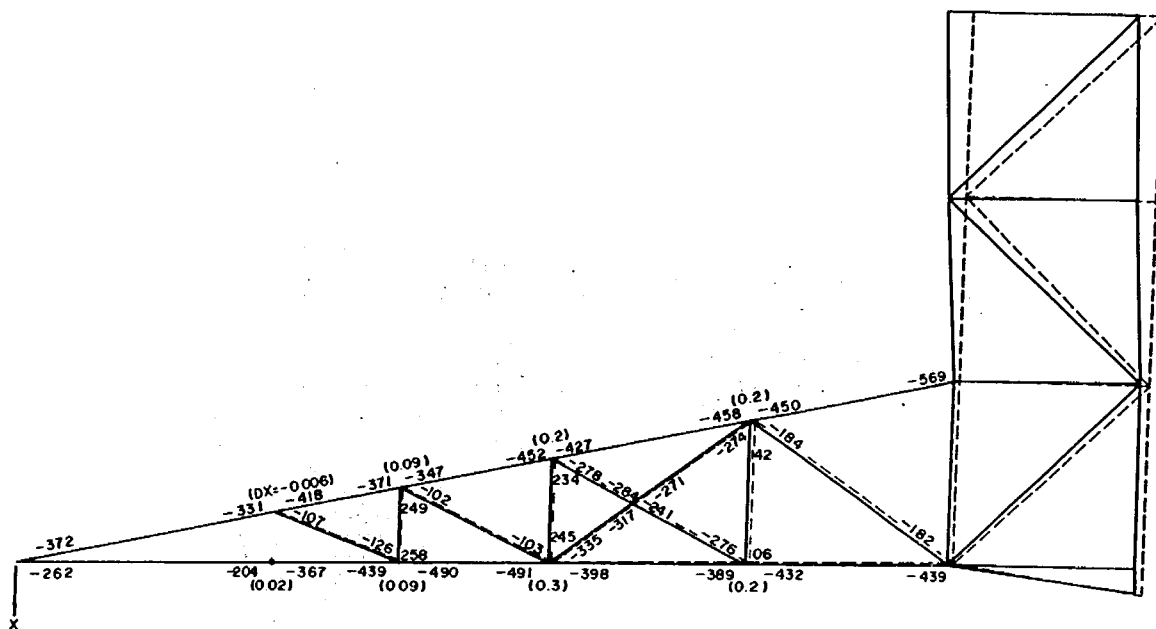
付図-10.2(b) 脚柱添接案2 下段脚柱



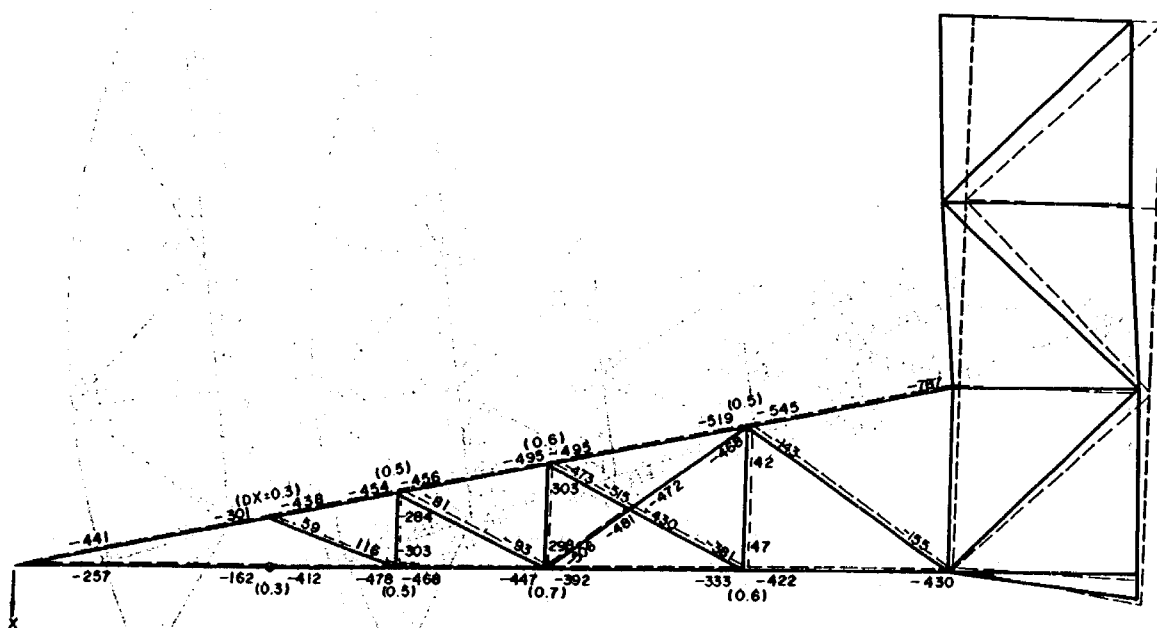
付図-11.1(a) 脚柱添接案1 外側脚柱



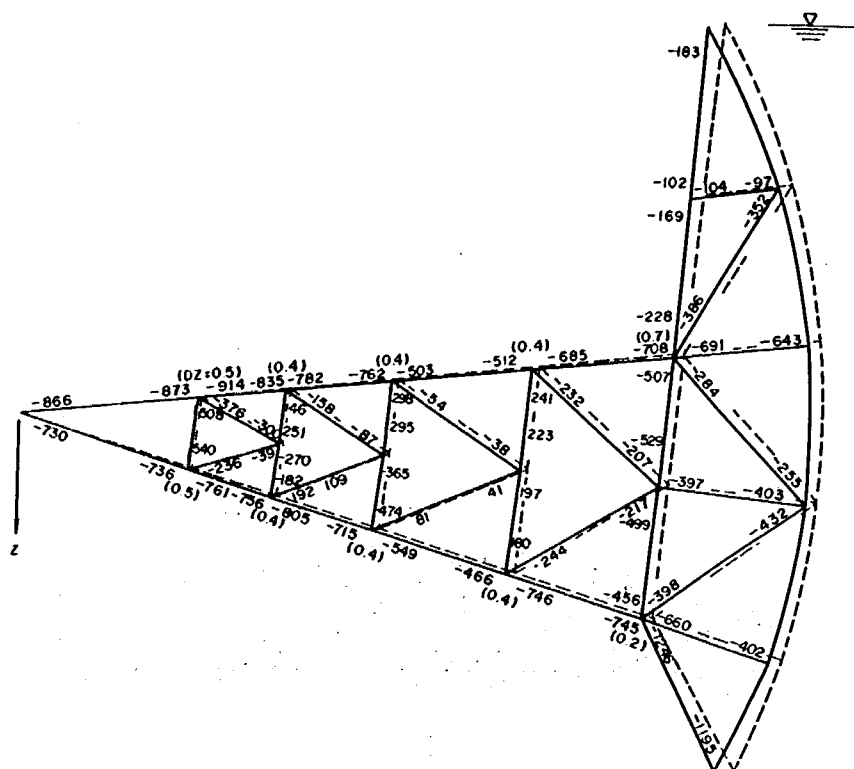
付図-11.1(b) 脚柱添接案1 内側脚柱



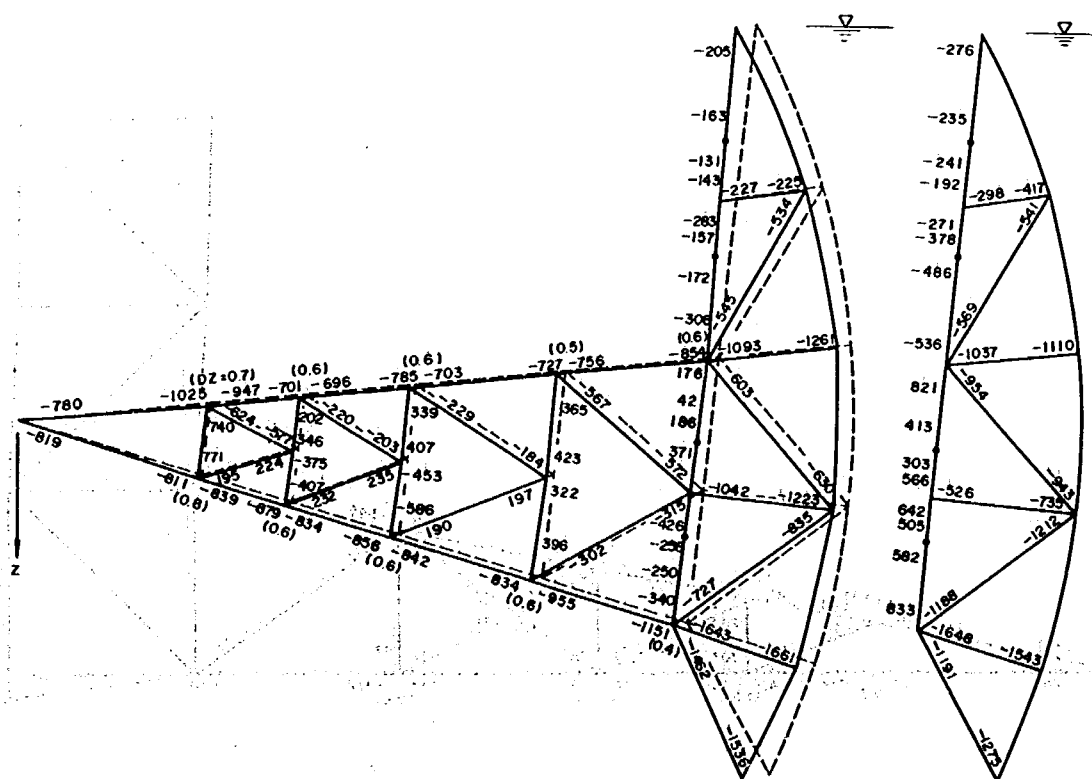
付図-11.2(a) 脚柱添接案1 上段脚柱



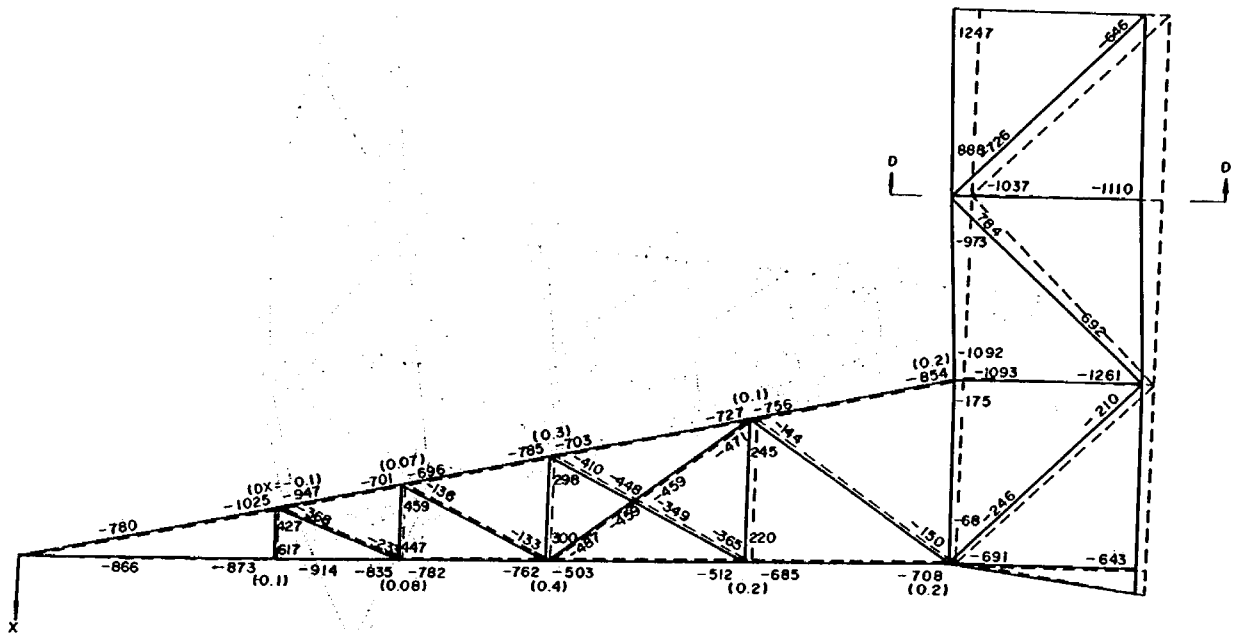
付図-11.2(b) 脚柱添接案1 下段脚柱



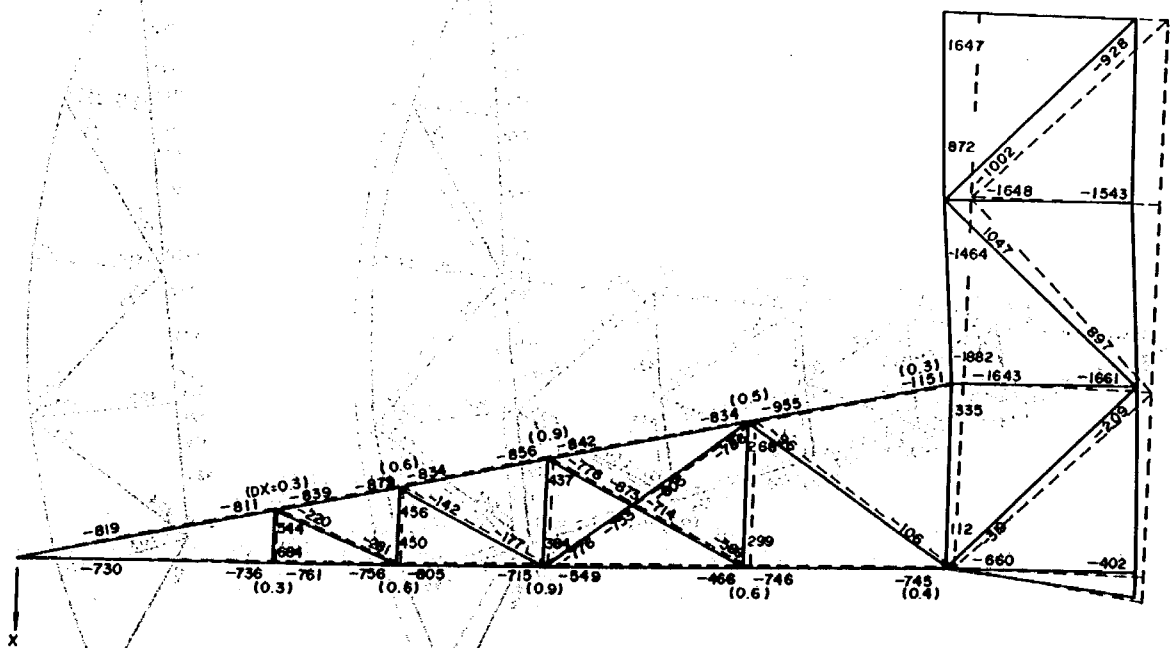
付図-12.1(a) 脚柱取換え案1 外側脚柱



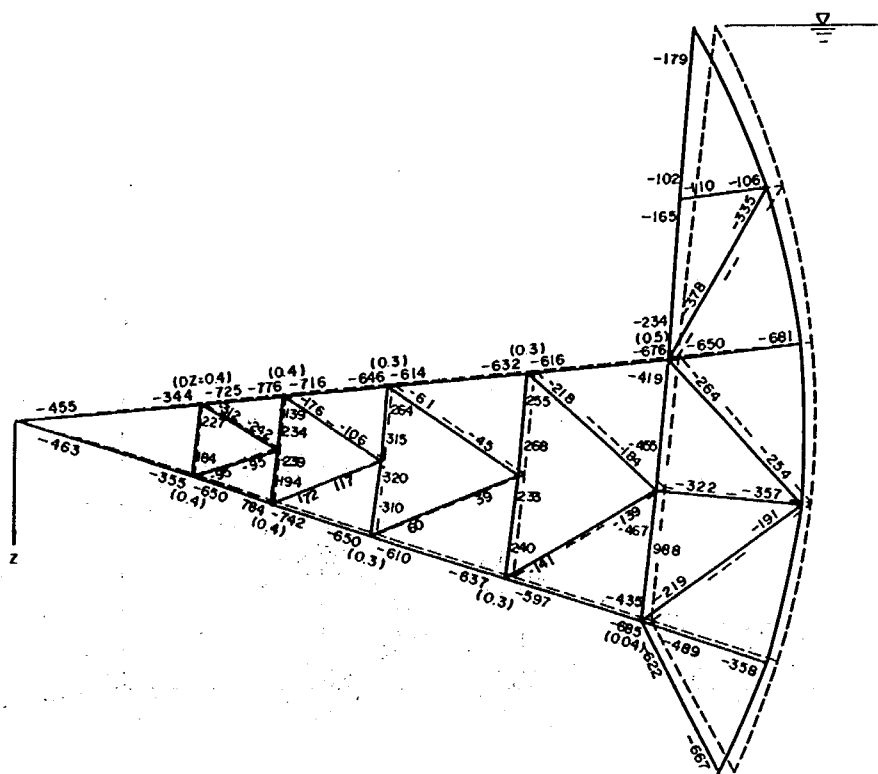
付図-12.1(b) 脚柱取換え案1 内側脚柱



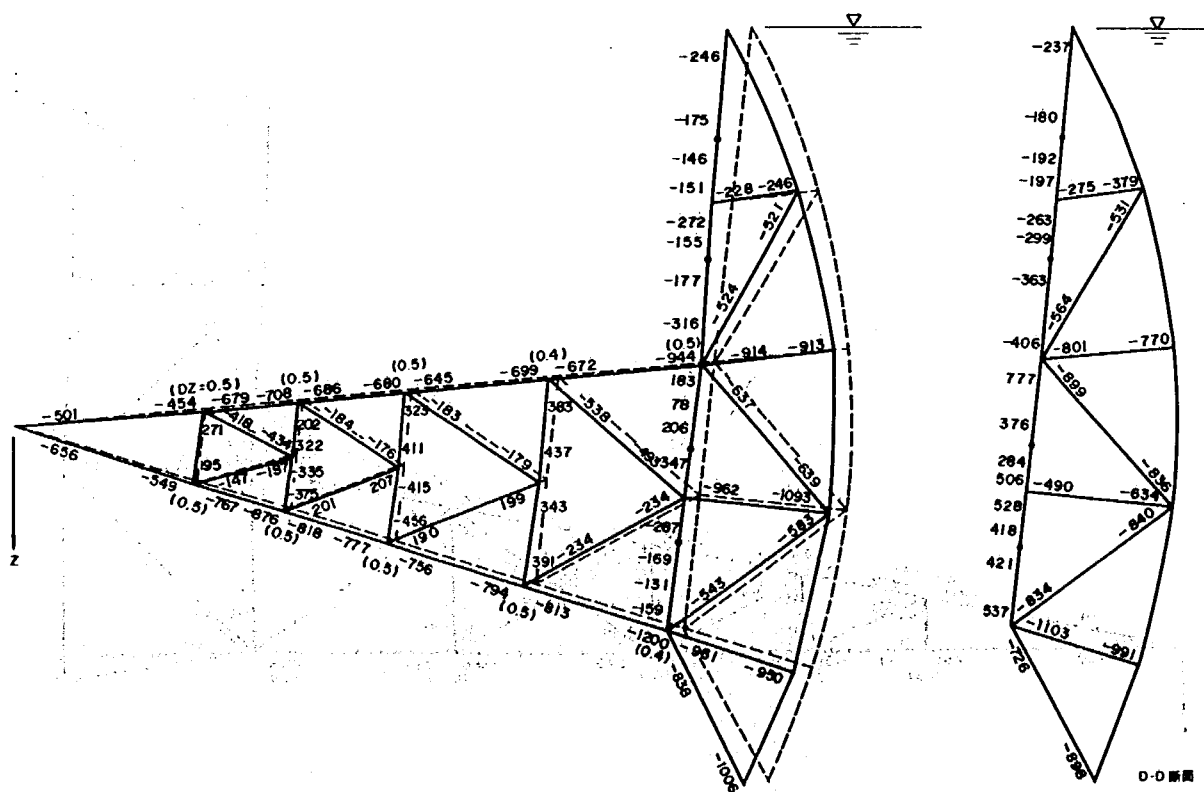
付図-12.2(a) 脚柱取換え案1 上段脚柱



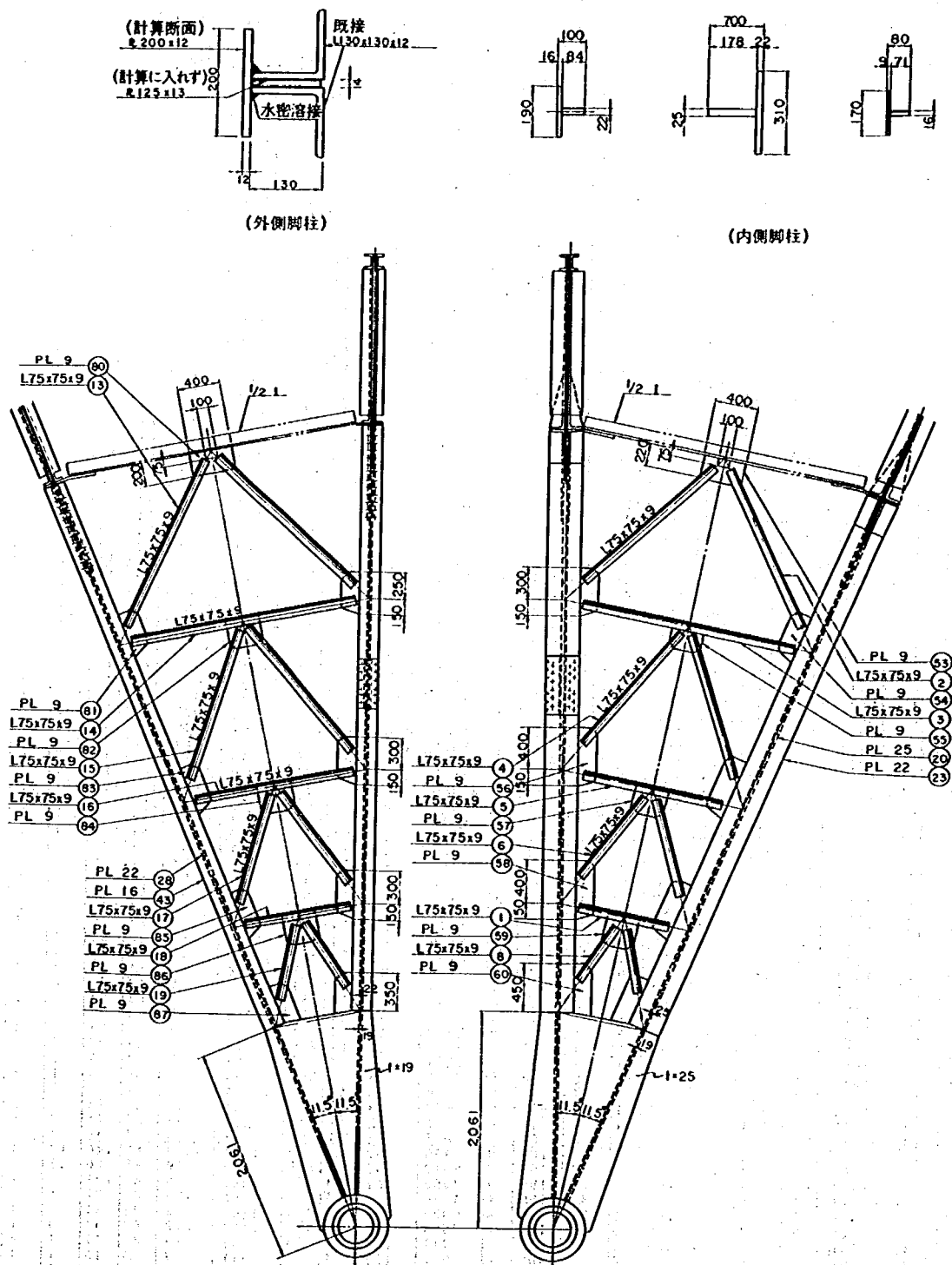
付図-12.2(b) 脚柱取換え案1 (a) 下段脚柱



付図-13. 1(a) 脚柱取換え案2 外側脚柱



付図-13. 1(b) 脚柱取換え案2 (内側脚柱)



付図-14.2 脚柱取換案2の詳細側面図

付表-1(1) 最大応力計算表(初期変形なし)

E L 215.3

	M	N	F X			F Y			F Z			M Y				M Z				M X			MAX
			N	A	STR	S1	AY	STR	S2	AZ	STR	M1	IY	Y	STR	M2	IZ	Z	STR	T	JX	STR	
外側上段	1	1	-22143	275	-804	247	138	18	33	138	2	4894	521	98	92	5172	213	65	156	15	7	2	-1052
	1	2	-22143	275	-804	247	138	18	33	138	2	16062	521	98	302	3622	213	65	109	15	7	2	-1215
	2	2	-20903	275	-759	101	138	7	78	138	5	10959	521	98	206	8261	213	65	250	21	7	2	-1215
	2	3	-20903	275	-759	101	138	7	78	138	5	5298	521	98	99	4310	213	65	130	21	7	2	-988
	3	3	-22335	275	-811	34	138	2	22	138	1	2140	521	98	40	2100	213	65	63	0	7	0	-914
外側下段	4	4	-22335	275	-811	34	138	2	22	138	1	3325	521	98	62	1483	213	65	44	0	7	0	-917
	4	4	-20248	275	-735	76	138	5	49	138	3	6231	521	98	117	2876	213	65	87	4	7	0	-939
	4	5	-20248	275	-735	76	138	5	49	138	3	6237	521	98	117	5241	213	65	158	4	7	0	-1010
	5	1	-19700	275	-715	228	138	16	13	138	0	1972	521	98	37	2310	213	65	69	18	7	2	-821
	5	9	-19700	275	-715	228	138	16	13	138	0	13905	521	98	261	1158	213	65	35	18	7	2	-1011
外側トラス材	6	9	-20204	275	-734	57	138	4	78	138	5	9326	521	98	175	7777	213	65	235	21	7	2	-1144
	6	10	-20204	275	-734	57	138	4	78	138	5	191	521	98	3	4777	213	65	144	21	7	2	-881
	7	7	-21919	275	-796	6	138	0	24	138	1	1440	521	98	27	1991	213	65	60	4	7	0	-883
	7	10	-21919	275	-796	6	138	0	24	138	1	2457	521	98	46	1927	213	65	58	4	7	0	-900
	8	11	-20207	275	-734	89	138	6	52	138	3	6718	521	98	126	2817	213	65	85	11	7	1	-945
内側上段	8	12	-20207	275	-734	89	138	6	52	138	3	7975	521	98	149	5822	213	65	176	11	7	1	-1059
	9	2	40	100	4	70	50	14	14	50	2	3858	53	54	385	750	53	54	75	3	2	1	464
	9	9	40	100	4	70	50	14	14	50	2	3662	53	54	366	814	53	54	81	3	2	1	451
	10	2	-1079	100	-107	9	50	1	4	50	0	1224	53	54	122	867	53	54	86	4	2	1	-315
	10	6	-1079	100	-107	9	50	1	4	50	0	396	53	54	39	111	53	54	11	4	2	1	-157
外側Kトラス材	11	9	853	100	85	7	50	1	10	50	2	953	53	54	95	1647	53	54	164	0	2	0	344
	11	6	853	100	85	7	50	1	10	50	2	250	53	54	25	125	53	54	12	0	2	0	122
	12	3	375	100	37	115	50	23	8	50	1	4654	53	54	465	1174	53	54	117	4	2	2	619
	12	6	375	100	37	115	50	23	8	50	1	5178	53	54	517	472	53	54	47	4	2	2	601
	13	6	-246	100	-24	101	50	20	23	50	4	4532	53	54	453	544	53	54	54	6	2	3	-531
内側下段	13	10	-246	100	-24	101	50	20	23	50	4	4062	53	54	406	1448	53	54	144	6	2	3	-574
	14	3	-381	100	-38	2	50	0	4	50	0	316	53	54	31	632	53	54	63	2	2	0	-132
	14	7	-381	100	-38	2	50	0	4	50	0	145	53	54	14	217	53	54	21	2	2	0	-73
	15	10	266	100	26	5	50	1	0	50	0	654	53	54	65	59	53	54	5	1	2	0	96
	15	7	266	100	26	5	50	1	0	50	0	351	53	54	35	213	53	54	21	1	2	0	82
外側下段	16	4	1797	100	179	51	50	10	1	50	0	2950	53	54	295	498	53	54	49	0	2	0	523
	16	7	1797	100	179	51	50	10	1	50	0	3043	53	54	304	284	53	54	28	0	2	0	511
	17	7	1463	100	146	56	50	11	5	50	1	3249	53	54	324	82	53	54	8	3	2	1	478
	17	11	1463	100	146	56	50	11	5	50	1	3336	53	54	333	578	53	54	57	3	2	1	536
	18	4	-2639	100	-263	4	50	0	4	50	0	506	53	54	50	184	53	54	18	3	2	1	-331
内側トラス材	18	8	-2639	100	-263	4	50	0	4	50	0	439	53	54	43	650	53	54	65	3	2	1	-371
	19	11	-2033	100	-203	4	50	0	0	50	0	439	53	54	43	203	53	54	20	1	2	0	-266
	19	8	-2033	100	-203	4	50	0	0	50	0	503	53	54	50	130	53	54	13	1	2	0	-266
	20	1	-72887	962	-757	1636	481	34	393	481	8	7914	4603	158	27	60112	2026	106	315	350	53	6	-1099
	20	13	-72887	962	-757	1636	481	34	393	481	8	77885	4603	158	267	47489	2026	106	248	350	53	6	-1272
外側上段	21	13	-67664	962	-703	438	481	9	390	481	8	63246	4603	158	217	49675	2026	106	260	284	53	5	-1180
	21	14	-67664	962	-703	438	481	9	390	481	8	8861	4603	158	30	14513	2026	106	76	284	53	5	-809
	22	14	-65964	962	-685	219	481	4	138	481	2	6267	4603	158	21	6203	2026	106	32	72	53	1	-738
	22	11	-65964	962	-685	219	481	4	138	481	2	29765	4603	158	102	16533	2026	106	86	72	53	1	-873
	23	15	-60845	962	-632	339	481	7	514	481	10	30104	4603	158	103	21572	2026	106	113	81	53	1	-848
外側下段	23	16	-60845	962	-632	339	481	7	514	481	10	26981	4603	158	92	64904	2026	106	340	81	53	1	-1064
	24	1	-75801	962	-787	1510	481	31	213	481	4	14417	4603	158	49	28850	2026	106	151	407	53	7	-987
	24	20	-75801	962	-787	1510	481	31	213	481	4	65787	4603	158	225	29611	2026	106	155	407	53	7	-1167
	25	20	-78264	962	-813	189	481	3	321	481	6	53230	4603	158	182	35901	2026	106	188	344	53	6	-1183
	25	21	-78264	962	-813	189	481	3	321	481	6	22085	4603	158	75	16887	2026	106	88	344	53	6	-976
内側トラス材	26	21	-80096	962	-832	241	481	5	139	481	2	16124	4603	158	55	8130	2026	106	42	7	53	0	-929
	26	112	-80096	962	-832	241	481	5	139	481	2	23593	4603	158	80	14847	2026	106	77	7	53	0	-989
	27	22	-77285	962	-803	336	481	6	597	481	12	25350	4603	158	87	20591	2026	106	107	141	53	2	-997
	27	23	-77285	962	-803	336	481	6	597	481	12	31191	4603	158	107	79850	2026	106	418	141	53	2	-1328
	28	13	-198	100	-19	120	50	24	19	50	3	6547	53	54	654	918	53	54	91	1	2	0	-764
脚柱水平トラス材	28	20	-198	100	-19	120	50	24	19	50	3	6263	53	54	626	1126	53	54	112	1	2	0	-757
	29	13	-4125	100	-412	1	50	0	3	50	0	758	53	54	75	621	53	54	62	3	2	1	-549
	29	17	-4125	100	-412	1	50	0	3	50	0	442	53	54	44	68	53	54	6	3	2	1	-462
	30	20	3880	100	387	1	50	0	6	50	1	412	53	54	41	1107	53	54	110	0	2	0	538
	30	17	3880	100	387	1	50	0	6	50	1	611	53	54	61	73							

付表-2(1) 最大応力計算表(5号ゲート変形状態)

No.5 GATE

	M	N	F X			F Y			F Z			M Y				M Z				M X			MAX
			N	A	STR	S1	AY	STR	S2	AZ	STR	M1	IY	Y	STR	M2	IZ	Z	STR	T	JX	STR	
外側上段	1	1	-22234	275	-807	247	138	17	31	138	2	5024	521	98	94	4947	213	65	149	16	7	2	-1050
	1	2	-22234	275	-807	247	138	17	31	138	2	15746	521	98	296	3418	213	65	103	16	7	2	-1206
	2	2	-20997	275	-762	92	138	6	76	138	5	10556	521	98	198	8199	213	65	248	20	7	2	-1208
	2	3	-20997	275	-762	92	138	6	76	138	5	4180	521	98	78	4061	213	65	122	20	7	2	-962
	3	3	-22264	275	-809	42	138	3	56	138	4	57	521	98	1	3150	213	65	95	2	7	0	-905
外側下段	4	4	-22264	275	-809	42	138	3	56	138	4	3446	521	98	64	1345	213	65	40	2	7	0	-913
	4	4	-20215	275	-734	85	138	6	51	138	3	7523	521	98	141	3180	213	65	96	6	7	0	-971
	4	5	-20215	275	-734	85	138	6	51	138	3	6530	521	98	122	5212	213	65	157	6	7	0	-1013
	5	5	-19194	275	-697	228	138	16	9	138	0	2119	521	98	39	1867	213	65	56	20	7	2	-792
	5	9	-19194	275	-697	228	138	16	9	138	0	13629	521	98	256	771	213	65	23	20	7	2	-976
外側トラス材	6	9	-19686	275	-715	47	138	3	74	138	5	8884	521	98	167	7487	213	65	226	20	7	2	-1108
	6	10	-19686	275	-715	47	138	3	74	138	5	1268	521	98	23	4413	213	65	133	20	7	2	-871
	7	10	-21367	275	-776	77	138	5	55	138	4	459	521	98	8	2907	213	65	87	10	7	1	-871
	7	110	-21367	275	-776	77	138	5	55	138	4	5749	521	98	108	1559	213	65	47	10	7	1	-931
	8	11	-20056	275	-728	80	138	5	53	138	3	5470	521	98	102	3026	213	65	91	9	7	1	-921
	8	12	-20056	275	-728	80	138	5	53	138	3	7747	521	98	145	5722	213	65	173	9	7	1	-1046
	9	2	40	100	4	71	50	14	18	50	3	3889	53	54	389	926	53	54	92	3	2	1	485
	9	9	40	100	4	71	50	14	18	50	3	3692	53	54	369	989	53	54	99	3	2	1	472
	10	2	-1067	100	-106	10	50	2	4	50	0	1274	53	54	127	829	53	54	82	4	2	2	-315
	10	6	-1067	100	-106	10	50	2	4	50	0	469	53	54	46	76	53	54	7	4	2	2	-159
	11	9	842	100	84	8	50	1	10	50	2	1002	53	54	100	1664	53	54	166	0	2	0	350
	11	6	842	100	84	8	50	1	10	50	2	322	53	54	32	89	53	54	8	0	2	0	124
	12	3	365	100	36	118	50	23	4	50	0	4859	53	54	486	837	53	54	83	3	2	1	605
	12	6	365	100	36	118	50	23	4	50	0	5200	53	54	520	495	53	54	49	3	2	1	605
	13	6	-249	100	-24	96	50	19	19	50	3	4408	53	54	440	544	53	54	54	6	2	2	-518
	13	10	-249	100	-24	96	50	19	19	50	3	3768	53	54	376	1076	53	54	107	6	2	2	-507
	14	3	-507	100	-50	0	50	0	3	50	0	132	53	54	13	418	53	54	41	1	2	0	-104
	14	7	-507	100	-50	0	50	0	3	50	0	30	53	54	3	192	53	54	19	1	2	0	-72
	15	10	394	100	39	7	50	1	0	50	0	826	53	54	82	125	53	54	12	0	2	0	133
15	7	394	100	39	7	50	1	0	50	0	460	53	54	46	187	53	54	18	0	2	0	103	
16	4	1851	100	184	47	50	9	0	50	0	2622	53	54	262	358	53	54	35	0	2	0	481	
16	7	1851	100	184	47	50	9	0	50	0	2893	53	54	289	246	53	54	24	0	2	0	497	
17	7	1393	100	139	59	50	11	3	50	0	3322	53	54	332	66	53	54	6	3	2	1	477	
17	11	1393	100	139	59	50	11	3	50	0	3588	53	54	358	394	53	54	39	3	2	1	536	
18	4	-2819	100	-281	5	50	1	3	50	0	648	53	54	64	104	53	54	10	2	2	1	-355	
18	8	-2819	100	-281	5	50	1	3	50	0	486	53	54	48	581	53	54	58	2	2	1	-387	
19	11	-1830	100	-182	3	50	0	0	50	0	292	53	54	29	78	53	54	7	1	2	0	-218	
19	8	-1830	100	-182	3	50	0	0	50	0	450	53	54	45	139	53	54	13	1	2	0	-240	
内側上段	20	1	-74017	962	-769	1634	481	33	383	481	7	8034	4603	158	27	58402	2026	106	306	379	53	7	-1102
	20	13	-74017	962	-769	1634	481	33	383	481	7	77141	4603	158	264	46280	2026	106	242	379	53	7	-1275
	21	13	-68941	962	-716	440	481	9	377	481	7	62976	4603	158	216	48798	2026	106	255	278	53	5	-1187
	21	14	-68941	962	-716	440	481	9	377	481	7	9378	4603	158	32	13275	2026	106	69	278	53	5	-817
	22	14	-66724	962	-693	11	481	0	41	481	0	6501	4603	158	22	4396	2026	106	23	96	53	1	-738
	22	111	-66724	962	-693	11	481	0	41	481	0	5579	4603	158	19	959	2026	106	5	96	53	1	-717
	23	15	-60805	962	-631	322	481	6	517	481	10	31696	4603	158	108	23082	2026	106	120	113	53	2	-859
	23	16	-60805	962	-631	322	481	6	517	481	10	22455	4603	158	77	63914	2026	106	335	113	53	2	-1043
内側下段	24	1	-75103	962	-780	1501	481	31	186	481	3	15056	4603	158	51	24694	2026	106	129	433	53	8	-960
	24	20	-75103	962	-780	1501	481	31	186	481	3	64357	4603	158	220	26284	2026	106	137	433	53	8	-1137
	25	20	-77606	962	-806	149	481	3	287	481	5	52074	4603	158	178	32893	2026	106	172	329	53	6	-1156
	25	21	-77606	962	-806	149	481	3	287	481	5	27474	4603	158	94	14413	2026	106	75	329	53	6	-975
	26	21	-79560	962	-826	723	481	15	24	481	0	22463	4603	158	77	5369	2026	106	28	46	53	0	-931
	26	112	-79560	962	-826	723	481	15	24	481	0	37023	4603	158	127	3395	2026	106	17	46	53	0	-970
	27	22	-77046	962	-800	326	481	6	598	481	12	19201	4603	158	65	22078	2026	106	115	179	53	3	-980
	27	23	-77046	962	-800	326	481	6	598	481	12	35557	4603	158	122	78216	2026	106	140	179	53	3	-1332
	28	13	-226	100	-22	118	50	23	22	50	4	6430	53	54	643	1115	53	54	111	1	2	0	-776
	28	20	-226	100	-22	118	50	23	22	50	4	6153	53	54	615	1325	53	54	132	1	2	0	-769
	29	13	-4041	100	-403	2	50	0	3	50	0	794	53	54	79	557	53	54	55	3	2	1	-537
	29	17	-4041	100	-403	2	50	0	3	50	0	368	53	54	36	38	53	54	3	3	2	1	-442
	30	20	3802	100	379	0	50	0	6	50	1	460	53	54	46	1114	53	54	111	1	2	0	536
	30	17	3802	100	379	0	50	0	6	50	1	530	53	54	53	41	53	54	4	1	2	0	436
	31	14	1782	100	178	96	50	19	5</														

付表-3(1) 最大応力計算表(1号ゲート変形状態)

No.1 GATE

	M	N	F X			F Y			F Z			M Y				M Z				M X			MAX
			N	A	STR	S1	AY	STR	S2	AZ	STR	M1	IY	Y	STR	M2	IZ	Z	STR	T	JX	STR	
外側上段	1	1	-22700	275	-824	247	138	17	37	138	2	4947	521	98	93	5806	213	65	175	15	7	2	-1092
	1	2	-22700	275	-824	247	138	17	37	138	2	15820	521	98	297	4176	213	65	126	15	7	2	-1247
	2	2	-21464	275	-779	92	138	6	86	138	6	10603	521	98	199	8730	213	65	264	20	7	2	-1242
	2	3	-21464	275	-779	92	138	6	86	138	6	4151	521	98	78	5041	213	65	152	20	7	2	-1009
	3	3	-23016	275	-836	45	138	3	46	138	3	96	521	98	1	8	213	65	0	1	7	0	-837
外側下段	3	109	-23016	275	-836	45	138	3	46	138	3	3522	521	98	66	3715	213	65	112	1	7	0	-1014
	4	4	-20408	275	-741	86	138	6	46	138	3	7593	521	98	142	2261	213	65	68	5	7	0	-951
	4	5	-20408	275	-741	86	138	6	46	138	3	6487	521	98	121	5316	213	65	160	5	7	0	-1022
	5	1	-19946	275	-724	228	138	16	16	138	1	2017	521	98	37	2865	213	65	86	19	7	2	-847
	5	9	-19946	275	-724	228	138	16	16	138	1	13737	521	98	258	1646	213	65	49	19	7	2	-1031
外側Kトラス材	6	9	-20451	275	-743	51	138	3	84	138	6	9087	521	98	170	8080	213	65	244	21	7	2	-1157
	6	10	-20451	275	-743	51	138	3	84	138	6	786	521	98	14	5371	213	65	162	21	7	2	-919
	7	10	-22429	275	-815	45	138	3	42	138	3	408	521	98	7	51	213	65	1	2	7	0	-823
	7	110	-22429	275	-815	45	138	3	42	138	3	4083	521	98	76	3375	213	65	102	2	7	0	-993
	8	11	-20405	275	-741	84	138	6	49	138	3	6062	521	98	113	2249	213	65	68	10	7	1	-922
内側上段	8	12	-20405	275	-741	84	138	6	49	138	3	7812	521	98	146	5907	213	65	178	10	7	1	-1065
	9	2	45	100	4	71	50	14	17	50	3	3913	53	54	391	888	53	54	88	3	2	1	483
	9	9	45	100	4	71	50	14	17	50	3	3699	53	54	369	951	53	54	95	3	2	1	468
	10	2	-1076	100	-107	10	50	2	4	50	0	1276	53	54	127	871	53	54	87	4	2	1	-321
	10	6	-1076	100	-107	10	50	2	4	50	0	455	53	54	45	94	53	54	9	4	2	1	-161
内側下段	11	9	841	100	84	7	50	1	10	50	2	980	53	54	98	1691	53	54	169	0	2	0	351
	11	6	841	100	84	7	50	1	10	50	2	296	53	54	29	110	53	54	11	0	2	0	124
	12	3	350	100	35	122	50	24	5	50	1	5029	53	54	502	954	53	54	95	5	2	2	632
	12	6	350	100	35	122	50	24	5	50	1	5387	53	54	538	458	53	54	45	5	2	2	618
	13	6	-265	100	-26	102	50	20	21	50	4	4636	53	54	463	520	53	54	52	8	2	3	-541
内側Kトラス材	13	10	-265	100	-26	102	50	20	21	50	4	4057	53	54	405	1290	53	54	129	8	2	3	-560
	14	3	-479	100	-47	1	50	0	5	50	1	143	53	54	14	703	53	54	70	0	2	0	-131
	14	7	-479	100	-47	1	50	0	5	50	1	37	53	54	3	198	53	54	19	0	2	0	-69
	15	10	362	100	36	6	50	1	0	50	0	764	53	54	76	275	53	54	27	2	2	0	139
	15	7	362	100	36	6	50	1	0	50	0	426	53	54	42	195	53	54	19	2	2	0	97
内側上段	16	4	1841	100	183	49	50	9	0	50	0	2744	53	54	274	409	53	54	40	0	2	0	497
	16	7	1841	100	183	49	50	9	0	50	0	3015	53	54	301	349	53	54	34	0	2	0	518
	17	7	1413	100	141	59	50	11	5	50	1	3404	53	54	340	165	53	54	16	2	2	1	497
	17	11	1413	100	141	59	50	11	5	50	1	3592	53	54	359	527	53	54	52	2	2	1	552
	18	4	-2805	100	-280	5	50	1	4	50	0	665	53	54	66	115	53	54	11	3	2	1	-357
内側下段	18	8	-2805	100	-280	5	50	1	4	50	0	501	53	54	50	696	53	54	69	3	2	1	-399
	19	11	-1913	100	-191	4	50	0	0	50	0	372	53	54	37	177	53	54	17	2	2	1	-245
	19	8	-1913	100	-191	4	50	0	0	50	0	488	53	54	48	222	53	54	22	2	2	1	-261
	20	1	-72993	962	-758	1633	481	33	428	481	8	7932	4603	158	27	65445	2026	106	343	364	53	6	-1128
	20	13	-72993	962	-758	1633	481	33	428	481	8	77157	4603	158	264	51670	2026	106	270	364	53	6	-1292
内側Kトラス材	21	13	-67645	962	-703	421	481	8	431	481	8	62776	4603	158	215	53322	2026	106	279	281	53	5	-1197
	21	14	-67645	962	-703	421	481	8	431	481	8	6478	4603	158	22	17602	2026	106	92	281	53	5	-817
	22	14	-66092	962	-686	4	481	0	325	481	6	3536	4603	158	12	10036	2026	106	52	112	53	2	-750
	22	111	-66092	962	-686	4	481	0	325	481	6	3889	4603	158	13	16737	2026	106	87	112	53	2	-786
	23	15	-61171	962	-635	341	481	7	515	481	10	33117	4603	158	113	19085	2026	106	100	99	53	1	-848
内側上段	23	16	-61171	962	-635	341	481	7	515	481	10	24185	4603	158	83	67419	2026	106	353	99	53	1	-1071
	24	1	-74906	962	-778	1507	481	31	243	481	5	14282	4603	158	49	33452	2026	106	175	422	53	7	-1002
	24	20	-74906	962	-778	1507	481	31	243	481	5	65300	4603	158	224	33177	2026	106	173	422	53	7	-1175
	25	20	-77166	962	-801	184	481	3	360	481	7	52873	4603	158	181	38904	2026	106	203	344	53	6	-1185
	25	21	-77166	962	-801	184	481	3	360	481	7	22453	4603	158	77	20357	2026	106	106	344	53	6	-984
内側下段	26	21	-79485	962	-826	360	481	7	367	481	7	16653	4603	158	57	12660	2026	106	66	15	53	0	-949
	26	112	-79485	962	-826	360	481	7	367	481	7	12991	4603	158	44	17550	2026	106	91	15	53	0	-961
	27	22	-77470	962	-805	339	481	7	593	481	12	24145	4603	158	82	17336	2026	106	90	156	53	2	-977
	27	23	-77470	962	-805	339	481	7	593	481	12	32867	4603	158	112	82284	2026	106	431	156	53	2	-1348
	28	13	-193	100	-19	120	50	24	22	50	4	6534	53	54	653	1092	53	54	109	1	2	0	-781
内側Kトラス材	28	20	-193	100	-19	120	50	24	22	50	4	6248	53	54	624	1283	53	54	128	1	2	0	-771
	29	13	-4084	100	-408	2	50	0	3	50	0	772	53	54	77	636	53	54	63	3	2	1	-548
	29	17	-4084	100	-408	2	50	0	3	50	0	415	53	54	41	58	53	54	5	3	2	1	-454
	30	20	3836	100	383	0	50	0	7	50	1	423	53	54	42	1173	53	54	117	0	2	0	542
	30	17	3836	100	383	0	50	0	7														

付表-4(1) 最大応力計算表(2, 3号ゲート変形状態)

No. 2, 3 GATE

	M	N	F X			F Y			F Z			M Y				M Z				M X			MAX
			N	A	STR	S1	AY	STR	S2	AZ	STR	M1	IY	Y	STR	M2	IZ	Z	STR	T	JX	STR	
外側上段	1	1	-22908	275	-832	247	138	17	40	138	2	4977	521	98	93	6189	213	65	187	15	7	2	-1112
	1	2	-22908	275	-832	247	138	17	40	138	2	15860	521	98	298	4496	213	65	136	15	7	2	-1266
	2	2	-21734	275	-789	96	138	7	92	138	6	10742	521	98	201	9079	213	65	274	21	7	2	-1264
	3	3	-21734	275	-789	96	138	7	92	138	6	4774	521	98	89	5768	213	65	174	21	7	2	-1052
	3	3	-23482	275	-853	10	138	0	118	138	8	1049	521	98	19	2209	213	65	66	0	7	0	-938
外側下段	4	4	-23482	275	-853	10	138	0	118	138	8	1871	521	98	35	7244	213	65	219	0	7	0	-1107
	4	4	-20556	275	-746	80	138	5	42	138	3	6919	521	98	130	1574	213	65	47	4	7	0	-923
	4	5	-20556	275	-746	80	138	5	42	138	3	6259	521	98	117	5305	213	65	160	4	7	0	-1023
	5	9	-19948	275	-724	227	138	16	16	138	1	1971	521	98	37	2802	213	65	84	19	7	2	-845
	5	9	-19948	275	-724	227	138	16	16	138	1	13602	521	98	255	1619	213	65	49	19	7	2	-1028
外側Kトラス材	6	6	-20399	275	-741	48	138	3	81	138	5	8995	521	98	169	7995	213	65	241	21	7	2	-1151
	6	10	-20399	275	-741	48	138	3	81	138	5	1274	521	98	23	5081	213	65	153	21	7	2	-917
	7	10	-22178	275	-805	78	138	5	8	138	0	503	521	98	9	990	213	65	29	1	7	0	-843
	7	11	-22178	275	-805	78	138	5	8	138	0	5792	521	98	108	1701	213	65	51	1	7	0	-964
	8	11	-20275	275	-736	81	138	5	51	138	3	5639	521	98	106	2542	213	65	76	10	7	1	-918
内側上段	9	12	-20275	275	-736	81	138	5	51	138	3	7712	521	98	145	5914	213	65	178	10	7	1	-1059
	9	2	38	100	3	70	50	14	2	50	0	3847	53	54	384	102	53	54	10	3	2	1	397
	9	2	38	100	3	70	50	14	2	50	0	3657	53	54	365	163	53	54	16	3	2	1	384
	10	2	-1011	100	-101	10	50	2	5	50	1	1281	53	54	128	988	53	54	98	3	2	1	-327
	10	6	-1011	100	-101	10	50	2	5	50	1	475	53	54	47	60	53	54	6	3	2	1	-154
内側下段	11	6	782	100	78	8	50	1	9	50	1	1019	53	54	101	1565	53	54	156	1	2	0	335
	11	6	782	100	78	8	50	1	9	50	1	333	53	54	33	77	53	54	7	1	2	0	118
	12	3	373	100	37	120	50	24	10	50	2	4923	53	54	492	1367	53	54	136	6	2	2	665
	12	6	373	100	37	120	50	24	10	50	2	5332	53	54	533	473	53	54	47	6	2	2	617
	13	6	-204	100	-20	98	50	19	26	50	5	4523	53	54	452	516	53	54	51	7	2	3	-523
内側Kトラス材	13	10	-204	100	-20	98	50	19	26	50	5	3863	53	54	386	1705	53	54	170	7	2	3	-576
	14	3	-426	100	-42	1	50	0	7	50	1	217	53	54	21	1026	53	54	102	1	2	0	-165
	14	7	-426	100	-42	1	50	0	7	50	1	97	53	54	9	328	53	54	32	1	2	0	-83
	15	10	306	100	30	7	50	1	1	50	0	828	53	54	82	54	53	54	5	2	2	1	117
	15	7	306	100	30	7	50	1	1	50	0	438	53	54	43	326	53	54	32	2	2	1	105
内側上段	16	4	1852	100	185	51	50	10	2	50	0	2886	53	54	288	652	53	54	65	1	2	0	538
	16	7	1852	100	185	51	50	10	2	50	0	3087	53	54	308	411	53	54	41	1	2	0	534
	17	7	1475	100	147	60	50	12	7	50	1	3429	53	54	343	92	53	54	9	3	2	1	499
	17	11	1475	100	147	60	50	12	7	50	1	3653	53	54	365	731	53	54	73	3	2	1	585
	18	4	-2762	100	-276	5	50	1	4	50	0	600	53	54	60	90	53	54	9	4	2	1	-345
内側下段	18	8	-2762	100	-276	5	50	1	4	50	0	483	53	54	48	751	53	54	75	4	2	1	-399
	19	11	-1953	100	-195	3	50	0	0	50	0	326	53	54	32	174	53	54	17	2	2	0	-244
	19	11	-1953	100	-195	3	50	0	0	50	0	457	53	54	45	197	53	54	19	2	2	0	-259
	20	1	-72800	962	-756	1630	481	33	448	481	9	7782	4603	158	26	68672	2026	106	359	366	53	6	-1141
	20	13	-72800	962	-756	1630	481	33	448	481	9	76740	4603	158	263	54016	2026	106	283	366	53	6	-1302
内側Kトラス材	21	13	-67294	962	-699	432	481	8	460	481	9	62346	4603	158	214	55348	2026	106	290	283	53	5	-1203
	21	14	-67294	962	-699	432	481	8	460	481	9	8825	4603	158	30	20402	2026	106	106	283	53	5	-835
	22	14	-65932	962	-685	95	481	1	511	481	10	6048	4603	158	20	13731	2026	106	71	128	53	2	-776
	22	111	-65932	962	-685	95	481	1	511	481	10	1768	4603	158	6	28339	2026	106	148	128	53	2	-839
	23	15	-61425	962	-638	337	481	7	508	481	10	31780	4603	158	109	16134	2026	106	84	98	53	1	-831
内側上段	23	16	-61425	962	-638	337	481	7	508	481	10	24749	4603	158	84	69132	2026	106	362	98	53	1	-1084
	24	1	-74932	962	-778	1505	481	31	240	481	4	14257	4603	158	48	32839	2026	106	172	423	53	7	-998
	24	20	-74932	962	-778	1505	481	31	240	481	4	64529	4603	158	221	32937	2026	106	172	423	53	7	-1171
	25	20	-77352	962	-803	165	481	3	349	481	7	52252	4603	158	179	38634	2026	106	202	349	53	6	-1184
	25	21	-77352	962	-803	165	481	3	349	481	7	24983	4603	158	85	18782	2026	106	98	349	53	6	-986
内側下段	26	21	-79576	962	-827	485	481	10	256	481	5	19439	4603	158	66	10520	2026	106	55	2	53	0	-948
	26	112	-79576	962	-827	485	481	10	256	481	5	20507	4603	158	70	10569	2026	106	55	2	53	0	-952
	27	22	-77379	962	-804	331	481	6	601	481	12	22240	4603	158	76	19202	2026	106	100	153	53	2	-980
	27	23	-77379	962	-804	331	481	6	601	481	12	33319	4603	158	114	81650	2026	106	428	153	53	2	-1346
	28	13	-211	100	-21	120	50	24	7	50	1	6532	53	54	653	283	53	54	28	1	2	0	-702
内側Kトラス材	28	20	-211	100	-21	120	50	24	7	50	1	6255	53	54	625	478	53	54	47	1	2	0	-693
	29	13	-4118	100	-411	1	50	0	4	50	0	766	53	54	76	776	53	54	77	2	2	1	-564
	29	17	-4118	100	-411	1	50	0	4	50	0	427	53	54	42	20	53	54	2	2	2	1	-455
	30	20	3879	100	387	0	50	0	6	50	1	431	53	54	43	1052	53	54	105	0	2	0	535
	30	17	3879</																				

付表-5(1) 最大応力計算表(4号ゲート変形状態)

No.4 GATE

	M	N	F X			F Y			F Z			M Y				M Z				M X			MAX
			N	A	STR	S1	AY	STR	S2	AZ	STR	M1	IY	Y	STR	M2	IZ	Z	STR	T	JX	STR	
外側上段	1	1	-23248	275	-844	247	138	17	44	138	3	5032	521	98	94	6740	213	65	203	16	7	2	-1141
	2	2	-23248	275	-844	247	138	17	44	138	3	15722	521	98	295	4984	213	65	150	16	7	2	-1289
	2	2	-21993	275	-799	90	138	6	99	138	7	10515	521	98	197	9462	213	65	286	20	7	2	-1282
	3	3	-21993	275	-799	90	138	6	99	138	7	4038	521	98	75	6532	213	65	197	20	7	2	-1071
	3	3	-23985	275	-871	51	138	3	192	138	14	469	521	98	8	4477	213	65	135	2	7	0	-1014
外側下段	4	4	-23985	275	-871	51	138	3	192	138	14	3647	521	98	68	10939	213	65	331	2	7	0	-1270
	4	4	-20755	275	-754	87	138	6	38	138	2	7752	521	98	145	881	213	65	26	5	7	0	-925
	5	5	-20755	275	-754	87	138	6	38	138	2	6630	521	98	124	5337	213	65	161	5	7	0	-1039
	5	5	-20456	275	-743	231	138	16	20	138	1	2414	521	98	45	3411	213	65	103	20	7	2	-891
	5	5	-20456	275	-743	231	138	16	20	138	1	14176	521	98	266	2099	213	65	63	20	7	2	-1072
外側Kトラス材	6	6	-20955	275	-761	68	138	5	89	138	6	9481	521	98	178	8492	213	65	256	21	7	3	-1195
	6	6	-20955	275	-761	68	138	5	89	138	6	1539	521	98	28	5760	213	65	174	21	7	3	-963
	7	7	-22918	275	-832	121	138	8	78	138	5	5368	521	98	100	1150	213	65	34	5	7	0	-966
	7	7	-22918	275	-832	121	138	8	78	138	5	4371	521	98	82	5142	213	65	155	5	7	0	-1069
	8	8	-20460	275	-743	104	138	7	47	138	3	8837	521	98	166	1875	213	65	56	8	7	1	-965
内側上段	8	8	-20460	275	-743	104	138	7	47	138	3	8303	521	98	156	5910	213	65	178	8	7	1	-1077
	9	9	68	100	6	72	50	14	10	50	2	3930	53	54	393	502	53	54	50	3	2	1	449
	9	9	68	100	6	72	50	14	10	50	2	3642	53	54	364	575	53	54	57	3	2	1	427
	10	10	-1097	100	-109	10	50	2	5	50	1	1269	53	54	126	948	53	54	94	3	2	1	-329
	10	10	-1097	100	-109	10	50	2	5	50	1	421	53	54	42	81	53	54	8	3	2	1	-159
内側下段	11	11	838	100	83	6	50	1	10	50	2	878	53	54	87	1686	53	54	168	1	2	0	338
	11	11	838	100	83	6	50	1	10	50	2	213	53	54	21	101	53	54	10	1	2	0	114
	12	12	245	100	24	132	50	26	7	50	1	5333	53	54	533	1082	53	54	108	8	2	3	665
	12	12	245	100	24	132	50	26	7	50	1	5727	53	54	572	436	53	54	43	8	2	3	639
	13	13	-369	100	-36	118	50	23	23	50	4	5093	53	54	509	491	53	54	49	8	2	3	-594
内側Kトラス材	13	13	-369	100	-36	118	50	23	23	50	4	4840	53	54	484	1504	53	54	150	8	2	3	-670
	14	14	-324	100	-32	1	50	0	7	50	1	184	53	54	18	1080	53	54	108	0	2	0	-158
	14	14	-324	100	-32	1	50	0	7	50	1	96	53	54	9	315	53	54	31	0	2	0	-72
	15	15	206	100	20	3	50	0	0	50	0	421	53	54	42	258	53	54	25	2	2	1	87
	15	15	206	100	20	3	50	0	0	50	0	204	53	54	20	314	53	54	31	2	2	1	71
内側上段	16	16	1721	100	171	53	50	10	0	50	0	2962	53	54	296	487	53	54	48	2	2	1	515
	16	16	1721	100	171	53	50	10	0	50	0	3194	53	54	319	508	53	54	50	2	2	1	540
	17	17	1446	100	144	55	50	11	6	50	1	3304	53	54	330	203	53	54	20	2	2	1	494
	17	17	1446	100	144	55	50	11	6	50	1	3164	53	54	316	561	53	54	56	2	2	1	516
	18	18	-2645	100	-264	6	50	1	3	50	0	681	53	54	68	3	53	54	0	4	2	2	-332
内側下段	18	18	-2645	100	-264	6	50	1	3	50	0	540	53	54	54	782	53	54	78	4	2	2	-396
	19	19	-2180	100	-217	6	50	1	1	50	0	691	53	54	69	65	53	54	6	3	2	1	-292
	19	19	-2180	100	-217	6	50	1	1	50	0	618	53	54	61	333	53	54	33	3	2	1	-311
	20	20	-72402	962	-752	1627	481	33	476	481	9	7461	4603	158	25	73108	2026	106	383	380	53	7	-1160
	20	20	-72402	962	-752	1627	481	33	476	481	9	76548	4603	158	262	57373	2026	106	300	380	53	7	-1314
内側Kトラス材	21	21	-66790	962	-694	422	481	8	494	481	10	62279	4603	158	213	58175	2026	106	304	281	53	5	-1211
	21	21	-66790	962	-694	422	481	8	494	481	10	7169	4603	158	24	23177	2026	106	121	281	53	5	-839
	22	22	-65732	962	-683	5	481	0	656	481	14	4327	4603	158	14	17317	2026	106	90	164	53	3	-787
	22	22	-65732	962	-683	5	481	0	656	481	14	4763	4603	158	16	39960	2026	106	209	164	53	3	-908
	23	23	-61649	962	-640	343	481	7	506	481	10	33288	4603	158	114	13512	2026	106	70	113	53	2	-824
内側上段	23	23	-61649	962	-640	343	481	7	506	481	10	24196	4603	158	83	71353	2026	106	374	113	53	2	-1097
	24	24	-74471	962	-773	1506	481	31	270	481	5	14174	4603	158	48	37639	2026	106	197	435	53	8	-1018
	24	24	-74471	962	-773	1506	481	31	270	481	5	64964	4603	158	222	36374	2026	106	190	435	53	8	-1185
	25	25	-76706	962	-797	164	481	3	385	481	8	51658	4603	158	177	41701	2026	106	218	329	53	6	-1192
	25	25	-76706	962	-797	164	481	3	385	481	8	24574	4603	158	84	21811	2026	106	114	329	53	6	-995
内側下段	26	26	-79263	962	-823	471	481	9	479	481	9	19114	4603	158	65	14718	2026	106	77	17	53	0	-965
	26	26	-79263	962	-823	471	481	9	479	481	9	19645	4603	158	67	24770	2026	106	129	17	53	0	-1019
	27	27	-77642	962	-806	341	481	7	598	481	12	23299	4603	158	79	15947	2026	106	83	158	53	2	-968
	27	27	-77642	962	-806	341	481	7	598	481	12	33845	4603	158	116	84295	2026	106	441	158	53	2	-1363
	28	28	-194	100	-19	120	50	24	14	50	2	6542	53	54	654	695	53	54	69	1	2	0	-742
内側Kトラス材	28	28	-194	100	-19	120	50	24	14	50	2	6258	53	54	625	847	53	54	84	1	2	0	-728
	29	29	-4105	100	-410	2	50	0	4	50	0	770	53	54	77	734	53	54	73	3	2	1	-560
	29	29	-4105	100	-410	2	50	0	4	50	0	421	53	54	42	25	53	54	2	3	2	1	-454
	30	30	3864	100	386	0	50	0	6	50	1	425	53	54	42	1141	53	54	114	0	2	0	542
	30	30	3864	100	386	0	50	0	6	50	1												

付表-6(1) 最大応力計算表(6号ゲート変形状態)

No.6 GATE

	M	N	F X			F Y			F Z			M Y				M Z				M X			MAX
			N	A	STR	S1	AY	STR	S2	AZ	STR	M1	IY	Y	STR	M2	I Z	Z	STR	T	JX	STR	
外側上段	1	1	-23466	275	-852	247	138	17	45	138	3	4934	521	98	92	7015	213	65	212	15	7	2	-1156
	1	2	-23466	275	-852	247	138	17	45	138	3	15813	521	98	297	5221	213	65	158	15	7	2	-1307
	2	2	-22302	275	-810	93	138	6	99	138	7	10657	521	98	200	9492	213	65	287	21	7	2	-1297
	3	3	-24258	275	-881	48	138	3	195	138	14	87	521	98	80	6443	213	65	194	21	7	2	-1084
	3	109	-24258	275	-881	48	138	3	195	138	14	87	521	98	1	4524	213	65	136	0	7	0	-1018
外側下段	4	4	-20760	275	-754	85	138	6	39	138	2	7572	521	98	71	11090	213	65	335	0	7	0	-1287
	4	4	-20760	275	-754	85	138	6	39	138	2	7572	521	98	142	950	213	65	28	4	7	0	-924
	5	5	-20572	275	-747	227	138	16	23	138	1	1886	521	98	35	3728	213	65	112	19	7	2	-894
	5	9	-20572	275	-747	227	138	16	23	138	1	13597	521	98	255	2427	213	65	73	19	7	2	-1075
	6	10	-21029	275	-764	48	138	3	91	138	6	9010	521	98	169	8574	213	65	259	21	7	3	-1192
外側トラス材	6	10	-21029	275	-764	48	138	3	91	138	6	1287	521	98	24	6091	213	65	184	21	7	3	-972
	7	110	-23140	275	-840	78	138	5	113	138	8	477	521	98	8	2177	213	65	65	10	7	1	-913
	8	11	-20618	275	-749	81	138	5	47	138	3	5673	521	98	106	1658	213	65	50	11	7	1	-1159
	8	12	-20618	275	-749	81	138	5	47	138	3	7690	521	98	144	6047	213	65	182	11	7	1	-905
	9	2	43	100	4	71	5.0	14	3	5.0	0	3883	53	54	388	152	53	54	15	3	2	1	407
内側上段	9	9	43	100	4	71	5.0	14	3	5.0	0	3673	53	54	367	209	53	54	20	3	2	1	391
	10	2	-1015	100	-101	10	5.0	2	5	5.0	1	1305	53	54	130	1015	53	54	101	3	2	1	-332
	10	6	-1015	100	-101	10	5.0	2	5	5.0	1	492	53	54	49	67	53	54	6	3	2	1	-156
	11	9	775	100	77	8	5.0	1	10	5.0	2	1015	53	54	101	1604	53	54	160	1	2	0	338
	11	6	775	100	77	8	5.0	1	10	5.0	2	336	53	54	33	87	53	54	8	1	2	0	118
内側トラス材	12	3	352	100	35	126	5.0	25	10	5.0	2	5199	53	54	520	1359	53	54	136	7	2	3	691
	12	6	352	100	35	126	5.0	25	10	5.0	2	5545	53	54	554	444	53	54	44	7	2	3	633
	13	6	-223	100	-22	103	5.0	20	26	5.0	5	4716	53	54	471	492	53	54	49	8	2	3	-542
	13	10	-223	100	-22	103	5.0	20	26	5.0	5	4039	53	54	404	1778	53	54	177	8	2	3	-603
	14	3	-463	100	-46	1	5.0	0	8	5.0	1	144	53	54	14	1197	53	54	119	0	2	0	-179
内側下段	14	7	-463	100	-46	1	5.0	0	8	5.0	1	50	53	54	5	304	53	54	30	0	2	0	-81
	15	10	340	100	34	7	5.0	1	0	5.0	0	849	53	54	85	277	53	54	27	3	2	1	146
	15	7	340	100	34	7	5.0	1	0	5.0	0	458	53	54	45	303	53	54	30	3	2	1	109
	16	4	1872	100	187	51	5.0	10	1	5.0	0	2879	53	54	288	639	53	54	63	2	2	1	538
	16	7	1872	100	187	51	5.0	10	1	5.0	0	3164	53	54	316	505	53	54	50	2	2	1	553
内側トラス材	17	7	1460	100	145	63	5.0	12	8	5.0	1	3573	53	54	357	212	53	54	21	1	2	0	523
	17	11	1460	100	145	63	5.0	12	8	5.0	1	3802	53	54	380	792	53	54	79	1	2	0	604
	18	4	-2837	100	-283	6	5.0	1	4	5.0	0	682	53	54	68	119	53	54	11	5	2	2	-362
	18	8	-2837	100	-283	6	5.0	1	4	5.0	0	518	53	54	51	867	53	54	86	5	2	2	-420
	19	11	-1938	100	-193	4	5.0	0	0	5.0	0	339	53	54	33	242	53	54	24	2	2	1	-250
内側上段	19	8	-1938	100	-193	4	5.0	0	0	5.0	0	473	53	54	47	290	53	54	29	2	2	1	-269
	20	1	-72141	962	-749	1629	481	33	493	481	10	7838	4603	158	26	75647	2026	106	396	359	53	6	-1171
	20	13	-72141	962	-749	1629	481	33	493	481	10	76839	4603	158	263	59461	2026	106	311	359	53	6	-1323
	21	13	-66425	962	-690	1429	481	8	515	481	10	62528	4603	158	214	59964	2026	106	314	286	53	5	-1218
	21	14	-66425	962	-690	1429	481	8	515	481	10	8134	4603	158	27	24894	2026	106	130	286	53	5	-847
内側トラス材	22	14	-65532	962	-681	88	481	1	790	481	16	5358	4603	158	18	19452	2026	106	101	155	53	2	-800
	22	111	-65532	962	-681	88	481	1	790	481	16	1894	4603	158	6	45572	2026	106	238	155	53	2	-925
	23	15	-61777	962	-642	346	481	7	503	481	10	32456	4603	158	111	12023	2026	106	63	94	53	1	-816
	23	16	-61777	962	-642	346	481	7	503	481	10	25525	4603	158	87	72355	2026	106	379	94	53	1	-1108
	24	1	-74434	962	-773	1508	481	31	291	481	6	13741	4603	158	47	40785	2026	106	213	419	53	7	-1033
内側下段	24	20	-74434	962	-773	1508	481	31	291	481	6	65067	4603	158	223	39121	2026	106	205	419	53	7	-1201
	25	20	-76597	962	-796	181	481	3	415	481	8	52749	4603	158	181	43974	2026	106	230	357	53	6	-1207
	25	21	-76597	962	-796	181	481	3	415	481	8	22854	4603	158	78	24352	2026	106	127	357	53	6	-1001
	26	21	-79259	962	-823	347	481	7	596	481	12	17033	4603	158	58	17521	2026	106	91	37	53	0	-972
	26	112	-79259	962	-823	347	481	7	596	481	12	11589	4603	158	39	31551	2026	106	165	37	53	0	-1027
内側トラス材	27	22	-77756	962	-808	339	481	7	596	481	12	24311	4603	158	83	14406	2026	106	75	144	53	2	-966
	27	23	-77756	962	-808	339	481	7	596	481	12	32650	4603	158	112	85537	2026	106	448	144	53	2	-1368
	28	13	-205	100	-20	121	5.0	24	8	5.0	1	6559	53	54	656	354	53	54	35	1	2	0	-711
	28	20	-205	100	-20	121	5.0	24	8	5.0	1	6280	53	54	628	525	53	54	52	1	2	0	-700
	29	13	-4122	100	-411	1	5.0	0	4	5.0	0	760	53	54	76	828	53	54	82	2	2	1	-569
内側トラス材	29	17	-4122	100	-411	1	5.0	0	4	5.0	0	435	53	54	43	31	53	54	3	2	2	1	-457
	30	20	3884	100	388	1	5.0	0	6	5.0	1	424	53	54	42	1122	53	54	112	0	2	0	542
	30	17	3884	100	388	1	5.0	0	6	5.0	1	598	53	54	59	39	53	54	3	0	2	0	450
	31	14	1673	100	167	93	5.0	18	13	5.0	2	3390	53	54	339	1430	53	54	143	2			

付表-7(1) 最大応力計算表(1号ゲート補強, 初期変形なし)

No.1 GATE HOK-YOU

	M	N	F X			F Y			F Z			M Y				M Z				M X			MAX
			N	A	STR	SI	AY	STR	S2	AZ	STR	M1	IY	Y	STR	M2	I2	Z	STR	T	JX	STR	
外側上段	1	1	-22618	1530	-147	687	1046	6	209	484	4	142661	38499	95	35	54380	6630	63	51	43	137	0	-233
	2	2	-22618	1530	-147	687	1046	6	209	484	4	4618	38499	95	1	1330	6630	63	1	43	137	0	-149
	3	3	-20936	275	-760	31	138	2	71	138	5	4694	521	98	88	7281	213	65	221	1	7	0	-1069
	4	4	-20936	275	-760	31	138	2	71	138	5	346	521	98	6	4110	213	65	125	1	7	0	-891
	5	5	-22551	275	-819	4	138	0	24	138	1	1389	521	98	26	2371	213	65	72	0	7	0	-917
	6	6	-22551	275	-819	4	138	0	24	138	1	2182	521	98	41	1579	213	65	48	0	7	0	-908
	7	7	-20955	275	-761	69	138	5	45	138	3	5276	521	98	99	2769	213	65	84	6	7	0	-944
	8	8	-20955	275	-761	69	138	5	45	138	3	6028	521	98	113	4638	213	65	141	6	7	0	-1015
外側下段	9	9	-19525	1530	-127	593	1046	5	106	484	2	117588	38499	95	29	31733	6630	63	30	151	137	1	-186
	10	10	-19525	1530	-127	593	1046	5	106	484	2	4721	38499	95	1	3406	6630	63	3	151	137	1	-131
	11	11	-20388	275	-740	53	138	3	64	138	4	4493	521	98	84	6237	213	65	190	0	7	0	-1014
	12	12	-20388	275	-740	53	138	3	64	138	4	4079	521	98	76	4156	213	65	126	0	7	0	-942
	13	13	-22587	275	-820	26	138	1	28	138	2	1502	521	98	28	2564	213	65	78	3	7	0	-926
	14	14	-22587	275	-820	26	138	1	28	138	2	2737	521	98	51	2069	213	65	63	3	7	0	-934
	15	15	-20732	275	-753	79	138	5	54	138	3	5751	521	98	108	3076	213	65	93	8	7	1	-954
	16	16	-20732	275	-753	79	138	5	54	138	3	7224	521	98	135	5904	213	65	179	8	7	1	-1067
外側Kトラス材	17	17	16	100	1	9	50	1	9	50	1	528	53	54	52	599	53	54	59	0	2	0	112
	18	18	16	100	1	9	50	1	9	50	1	442	53	54	44	422	53	54	42	0	2	0	87
	19	19	-1613	100	-161	5	50	1	8	50	1	436	53	54	43	1253	53	54	125	1	2	0	-329
	20	20	-1613	100	-161	5	50	1	8	50	1	415	53	54	41	153	53	54	15	1	2	0	-217
	21	21	1381	100	137	6	50	1	4	50	0	563	53	54	56	855	53	54	85	1	2	0	278
	22	22	1381	100	137	6	50	1	4	50	0	487	53	54	48	140	53	54	14	1	2	0	199
	23	23	431	100	43	96	50	19	7	50	1	3676	53	54	367	160	53	54	16	4	2	1	426
	24	24	431	100	43	96	50	19	7	50	1	4484	53	54	448	466	53	54	46	4	2	1	537
	25	25	-558	100	-55	126	50	25	5	50	1	5387	53	54	538	372	53	54	37	6	2	2	-630
	26	26	-558	100	-55	126	50	25	5	50	1	5323	53	54	532	82	53	54	8	6	2	2	-595
	27	27	-724	100	-72	4	50	0	1	50	0	581	53	54	58	287	53	54	28	0	2	0	-158
	28	28	-724	100	-72	4	50	0	1	50	0	191	53	54	19	34	53	54	3	0	2	0	-94
	29	29	606	100	60	2	50	0	2	50	0	248	53	54	24	468	53	54	46	0	2	0	130
	30	30	606	100	60	2	50	0	2	50	0	222	53	54	22	30	53	54	3	0	2	0	85
	31	31	1063	100	106	53	50	10	2	50	0	3094	53	54	309	69	53	54	6	0	2	0	421
	32	32	1063	100	106	53	50	10	2	50	0	3186	53	54	318	218	53	54	21	0	2	0	445
	33	33	407	100	40	56	50	11	1	50	0	3217	53	54	321	186	53	54	18	2	2	1	379
	34	34	407	100	40	56	50	11	1	50	0	3351	53	54	335	14	53	54	1	2	2	1	376
	35	35	-2766	100	-276	3	50	0	1	50	0	372	53	54	37	113	53	54	11	1	2	0	-324
36	36	-2766	100	-276	3	50	0	1	50	0	327	53	54	32	359	53	54	35	1	2	0	-343	
37	37	-2176	100	-217	3	50	0	1	50	0	335	53	54	33	29	53	54	2	2	2	1	-252	
38	38	-2176	100	-217	3	50	0	1	50	0	405	53	54	40	218	53	54	21	2	2	1	-278	
内側上段	39	39	-71193	2320	-307	854	1500	5	497	820	6	102168	44100	155	36	97588	8980	104	113	128	134	1	-456
	40	40	-71193	2320	-307	854	1500	5	497	820	6	25861	44100	155	9	38273	8980	104	44	128	134	1	-360
	41	41	-67593	962	-702	128	481	2	327	481	6	25184	4603	158	86	41890	2026	106	219	37	53	0	-1007
	42	42	-67593	962	-702	128	481	2	327	481	6	4063	4603	158	13	11940	2026	106	62	37	53	0	-777
	43	43	-65402	962	-680	139	481	3	113	481	2	1650	4603	158	6	4278	2026	106	22	77	53	1	-708
	44	44	-65402	962	-680	139	481	3	113	481	2	21276	4603	158	73	14302	2026	106	75	77	53	1	-828
	45	45	-59589	962	-619	254	481	5	457	481	9	21240	4603	158	72	19322	2026	106	101	122	53	2	-792
	46	46	-59589	962	-619	254	481	5	457	481	9	21536	4603	158	73	57586	2026	106	301	122	53	2	-993
内側下段	47	47	-77050	2320	-332	629	1500	4	337	820	4	163045	44100	155	57	64369	8980	104	74	305	134	2	-463
	48	48	-77050	2320	-332	629	1500	4	337	820	4	26371	44100	155	9	27772	8980	104	32	305	134	2	-373
	49	49	-77389	962	-804	262	481	5	298	481	6	24448	4603	158	83	35084	2026	106	183	35	53	0	-1070
	50	50	-77389	962	-804	262	481	5	298	481	6	18670	4603	158	64	14031	2026	106	73	35	53	0	-941
	51	51	-79219	962	-823	183	481	3	110	481	2	11129	4603	158	38	4558	2026	106	23	6	53	0	-884
	52	52	-79219	962	-823	183	481	3	110	481	2	219053	4603	158	65	13681	2026	106	71	6	53	0	-959
	53	53	-76745	962	-797	312	481	6	586	481	12	22315	4603	158	76	20332	2026	106	106	170	53	3	-979
	54	54	-76745	962	-797	312	481	6	586	481	12	30166	4603	158	103	78101	2026	106	408	170	53	3	-1308
内側Kトラス材	55	55	-194	100	-19	19	50	3	3	50	0	1125	53	54	112	325	53	54	32	0	2	0	-163
	56	56	-194	100	-19	19	50	3	3	50	0	944	53	54	94	92	53	54	9	0	2	0	-122
	57	57	-1890	100	-188	5	50	1	5	50	1	402	53	54	40	896	53	54	89	1	2	0	-317
	58	58	-1890	100	-188	5	50	1	5	50	1	599	53	54	59	102	53	54	10	1	2	0	-257
	59	59	1645	100	164	7	50	1	3	50	0	620	53	54	62	673	53	54	67	0	2	0	293
	60	60	1645	100	164	7	50	1	3	50	0	703	53	54	70	97	53	54	9	0	2	0	243
	61	61																					

付表-8(1) 最大応力計算表(1号ゲート補強, 初期変形考慮)
No1 GATE HOKYOU

	M	N	F X			F Y			F Z			M Y				M Z				M X			MAX
			N	A	STR	S1	AY	STR	S2	AZ	STR	M1	IY	Y	STR	M2	IZ	Z	STR	T	JX	STR	
外側上段	1	1	-23180	1530	-151	691	1046	6	243	484	5	144037	38499	95	35	62139	6630	63	59	47	137	0	-245
	1	2	-23180	1530	-151	691	1046	6	243	484	5	5159	38499	95	1	2548	6630	63	2	47	137	0	-154
	2	2	-21529	275	-782	41	138	3	79	138	5	5243	521	98	98	7914	213	65	241	1	7	0	-1121
	2	3	-21529	275	-782	41	138	3	79	138	5	1436	521	98	27	4836	213	65	147	1	7	0	-956
	3	3	-23339	275	-848	74	138	5	45	138	3	3656	521	98	68	217	213	65	6	5	7	0	-922
外側下段	5	5	-21204	275	-770	77	138	5	42	138	3	2334	521	98	43	3827	213	65	116	5	7	0	-1007
	5	5	-21204	275	-770	77	138	5	42	138	3	6437	521	98	121	2202	213	65	67	6	7	0	-958
	5	9	-19672	1530	-128	595	1046	5	131	484	2	6169	521	98	115	4701	213	65	143	6	7	0	-1028
	5	9	-19672	1530	-128	595	1046	5	131	484	2	118543	38499	95	29	37502	6630	63	35	160	137	1	-192
	6	9	-20535	275	-746	58	138	4	71	138	5	4772	521	98	89	6685	213	65	203	0	7	0	-1038
外側Kトラス材	6	10	-20535	275	-746	58	138	4	71	138	5	4659	521	98	87	4831	213	65	147	0	7	0	-980
	6	10	-23055	275	-837	66	138	4	40	138	2	2485	521	98	46	403	213	65	12	1	7	0	-895
	6	10	-23055	275	-837	66	138	4	40	138	2	2837	521	98	53	3661	213	65	111	1	7	0	-1001
	7	11	-20975	275	-762	75	138	5	51	138	3	5186	521	98	97	2458	213	65	74	8	7	1	-933
	8	12	-20975	275	-762	75	138	5	51	138	3	7153	521	98	134	5910	213	65	180	8	7	1	-1076
内側上段	9	2	20	100	2	8	50	1	11	50	2	517	53	54	51	681	53	54	68	1	2	0	121
	9	2	20	100	2	8	50	1	11	50	2	429	53	54	42	523	53	54	52	1	2	0	96
	10	2	-1600	100	-159	4	50	0	9	50	1	409	53	54	40	1331	53	54	133	2	2	0	-332
	10	6	-1600	100	-159	4	50	0	9	50	1	363	53	54	36	179	53	54	17	2	2	0	-212
	11	9	1359	100	135	5	50	1	4	50	0	542	53	54	54	872	53	54	87	1	2	0	276
内側下段	11	6	1359	100	135	5	50	1	4	50	0	440	53	54	44	163	53	54	16	1	2	0	195
	12	3	417	100	41	102	50	20	7	50	1	4017	53	54	401	211	53	54	21	5	2	2	463
	12	6	417	100	41	102	50	20	7	50	1	4674	53	54	467	465	53	54	46	5	2	2	554
	13	6	-558	100	-55	127	50	25	5	50	1	5478	53	54	547	355	53	54	35	7	2	3	-637
	13	10	-558	100	-55	127	50	25	5	50	1	5304	53	54	530	96	53	54	9	7	2	3	-594
内側Kトラス材	14	3	-850	100	-84	2	50	0	2	50	0	418	53	54	41	416	53	54	41	1	2	0	-166
	14	7	-850	100	-84	2	50	0	2	50	0	88	53	54	8	34	53	54	3	1	2	0	-95
	15	10	729	100	72	3	50	0	3	50	0	367	53	54	36	628	53	54	62	0	2	0	170
	15	7	729	100	72	3	50	0	3	50	0	302	53	54	30	31	53	54	3	0	2	0	105
	16	4	1134	100	113	52	50	10	3	50	0	2901	53	54	290	88	53	54	8	0	2	0	411
内側上段	16	7	1134	100	113	52	50	10	3	50	0	3166	53	54	316	288	53	54	28	0	2	0	457
	16	7	359	100	35	60	50	11	2	50	0	3380	53	54	338	256	53	54	25	1	2	0	398
	17	11	359	100	35	60	50	11	2	50	0	3623	53	54	362	43	53	54	4	1	2	0	401
	18	4	-2981	100	-297	4	50	0	1	50	0	521	53	54	52	146	53	54	14	2	2	1	-363
	18	8	-2981	100	-297	4	50	0	1	50	0	384	53	54	38	416	53	54	41	2	2	1	-376
内側下段	19	11	-2016	100	-201	3	50	0	1	50	0	269	53	54	26	2	53	54	0	3	2	1	-227
	19	8	-2016	100	-201	3	50	0	1	50	0	394	53	54	39	267	53	54	26	3	2	1	-266
	20	1	-71280	2320	-307	846	1500	5	553	820	6	103310	44100	155	36	109045	8980	104	126	137	134	1	-469
	20	13	-71280	2320	-307	846	1500	5	553	820	6	26764	44100	155	9	42287	8980	104	48	137	134	1	-364
	21	13	-67441	962	-700	148	481	3	362	481	7	25825	4603	158	88	45120	2026	106	235	38	53	0	-1023
内側Kトラス材	21	14	-67441	962	-700	148	481	3	362	481	7	1345	4603	158	4	14552	2026	106	76	38	53	0	-780
	22	14	-65396	2962	-679	87	480	1	296	481	6	1453	4603	158	4	7685	2026	106	40	108	53	2	-723
	22	11	-65396	2962	-679	87	480	1	296	481	6	5289	4603	158	18	16693	2026	106	87	108	53	2	-784
	23	15	-59838	962	-621	269	481	5	453	481	9	24967	4603	158	85	16601	2026	106	86	131	53	2	-792
	23	16	-59838	962	-621	269	481	5	453	481	9	20204	4603	158	69	59545	2026	106	311	131	53	2	-1001
内側上段	24	1	-76259	2320	-328	624	1500	4	378	820	4	163912	44100	155	57	72810	8980	104	84	321	134	2	-469
	24	20	-76259	2320	-328	624	1500	4	378	820	4	26736	44100	155	9	30741	8980	104	35	321	134	2	-372
	25	20	-76358	962	-793	267	481	5	332	481	6	24691	4603	158	84	37364	2026	106	195	36	53	0	-1072
	25	21	-76358	962	-793	267	481	5	332	481	6	19275	4603	158	66	17304	2026	106	90	36	53	0	-949
	26	21	-78597	962	-816	302	481	6	334	481	6	12065	4603	158	41	8999	2026	106	47	4	53	0	-904
内側下段	26	112	-78597	962	-816	302	481	6	334	481	6	12826	4603	158	44	18470	2026	106	96	4	53	0	-956
	27	22	-76841	962	-798	315	481	6	576	481	11	21114	4603	158	72	16968	2026	106	88	178	53	3	-958
	27	23	-76841	962	-798	315	481	6	576	481	11	31746	4603	158	108	79781	2026	106	417	178	53	3	-1323
	28	13	-188	100	-18	19	50	3	5	50	1	1100	53	54	110	396	53	54	39	0	2	0	-167
	28	20	-188	100	-18	19	50	3	5	50	1	919	53	54	91	180	53	54	18	0	2	0	-127
内側Kトラス材	29	13	-1852	100	-185	5	50	1	6	50	1	387	53	54	38	950	53	54	95	1	2	0	-318
	29	17	-1852	100	-185	5	50	1	6	50	1	572	53	54	57	122	53	54	12	1	2	0	-254
	30	20	1605	100	160	7	50	1	3	50	0	606	53	54	60	680	53	54	68	0	2	0	288
	30	17	1605	100	160	7	50	1	3	50	0	678	53	54	67	116	53	54	11	0	2	0	238
	31	14	681	100	68	95	50	19															

付表-9(1) 最大応力計算表(脚柱添接案2)

DAI 2-AN (2)

	M	N	F X			F Y			F Z			M Y				M Z				M X			MAX	
			N	A	STR	S1	AY	STR	S2	AZ	STR	M1	IY	Y	STR	M2	IZ	Z	STR	T	JX	STR		
外側上段	1	1	-23439	1160	-202	600	860	6	24	300	0	113760	13759	97	80	1647	2530	130	8	75	43	1	-290	
	1	123	-23439	1160	-202	600	860	6	24	300	0	41693	13759	97	29	3066	2530	130	15	75	43	1	-246	
	2	2	-21789	600	-363	1	300	0	151	300	5	1153	1099	97	10	11399	1920	130	77	9	17	0	-450	
	3	3	-21789	600	-363	1	300	0	151	300	5	940	1099	97	8	12847	1920	130	86	9	17	0	-457	
	3	3	-19041	600	-317	29	300	0	83	300	2	273	1099	97	2	8593	1920	130	58	8	17	0	-377	
外側下段	4	4	-19041	600	-317	29	300	0	83	300	2	4378	1099	97	38	4809	1920	130	32	8	17	0	-387	
	4	4	-20354	600	-339	92	300	3	55	300	1	6790	1099	97	59	4681	1920	130	31	11	17	0	-429	
	4	5	-20354	600	-339	92	300	3	55	300	1	8273	1099	97	72	4379	1920	130	29	11	17	0	-440	
	5	5	-18710	1160	-161	478	860	5	47	300	1	95709	13759	97	67	10505	2530	130	53	69	43	1	-281	
	5	124	-18710	1160	-161	478	860	5	47	300	1	47371	13759	97	33	1191	2530	130	6	69	43	1	-200	
外側Kトラス材	6	6	-19756	600	-329	12	300	0	141	300	4	1323	1099	97	11	7066	1920	130	47	21	17	1	-387	
	6	10	-19756	600	-329	12	300	0	141	300	4	659	1099	97	5	15565	1920	130	105	21	17	1	-439	
	6	10	-16784	600	-279	52	300	1	86	300	2	4065	1099	97	35	11260	1920	130	76	5	17	0	-390	
	7	11	-16784	600	-279	52	300	1	86	300	2	4284	1099	97	37	2635	1920	130	17	5	17	0	-333	
	7	11	-18366	600	-306	134	300	4	44	300	1	11085	1099	97	97	2926	1920	130	19	29	17	1	-422	
	8	12	-18366	600	-306	134	300	4	44	300	1	10954	1099	97	96	4407	1920	130	29	29	17	1	-431	
	9	2	-58	100	5	20	50	4	2	50	0	1116	53	54	111	44	53	54	4	0	2	0	120	
	9	9	-58	100	5	20	50	4	2	50	0	1035	53	54	103	266	53	54	26	0	2	0	134	
	10	2	-1540	126	-122	1	63	0	0	63	0	61	64	53	5	110	64	53	9	0	3	0	-136	
	10	6	-1540	126	-122	1	63	0	0	63	0	238	64	53	19	15	64	53	1	0	3	0	-142	
	11	9	-1429	126	-113	3	63	0	1	63	0	202	64	53	16	189	64	53	15	1	3	0	144	
	11	6	-1429	126	-113	3	63	0	1	63	0	317	64	53	26	10	64	53	0	1	3	0	139	
内側上段	12	3	-256	100	25	42	50	8	2	50	0	1585	53	54	158	234	53	54	23	1	2	0	206	
	12	6	-256	100	25	42	50	8	2	50	0	2066	53	54	206	6	53	54	0	1	2	0	231	
	13	6	-723	100	-72	64	50	12	4	50	0	2623	53	54	262	16	53	54	1	3	2	1	-335	
	13	10	-723	100	-72	64	50	12	4	50	0	2870	53	54	287	407	53	54	40	3	2	1	-399	
	14	3	-765	126	-60	1	63	0	0	63	0	283	64	53	23	166	64	53	13	0	3	0	-96	
	14	7	-765	126	-60	1	63	0	0	63	0	54	64	53	4	107	64	53	8	0	3	0	-72	
	15	10	-719	126	57	0	63	0	2	63	0	67	64	53	5	272	64	53	22	0	3	0	84	
	15	7	-719	126	57	0	63	0	2	63	0	28	64	53	2	108	64	53	8	0	3	0	67	
	16	4	-631	100	63	21	50	4	1	50	0	1244	53	54	124	163	53	54	16	1	2	0	203	
	16	7	-631	100	63	21	50	4	1	50	0	1262	53	54	126	66	53	54	6	1	2	0	195	
	17	7	-100	100	-10	22	50	4	0	50	0	1236	53	54	123	168	53	54	16	0	2	0	-149	
	17	11	-100	100	-10	22	50	4	0	50	0	1372	53	54	137	99	53	54	9	0	2	0	-156	
	18	4	-2230	126	-176	1	63	0	3	63	0	97	64	53	8	549	64	53	45	2	3	0	-229	
	18	8	-2230	126	-176	1	63	0	3	63	0	103	64	53	8	54	64	53	4	2	3	0	-188	
	19	11	-1164	126	-92	2	63	0	4	63	0	192	64	53	15	549	64	53	45	1	3	0	-152	
	19	8	-1164	126	-92	2	63	0	4	63	0	268	64	53	22	289	64	53	23	1	3	0	-137	
	内側下段	20	1	-72146	2650	-272	952	1640	5	228	1010	2	86810	23420	157	58	26715	16950	208	32	393	150	2	-362
		20	125	-72146	2650	-272	952	1640	5	228	1010	2	83976	23420	157	56	19113	16950	208	23	393	150	2	-351
		21	13	-68210	2020	-337	20	1010	0	631	1010	6	15128	9379	157	25	42320	15270	208	57	98	120	0	-419
21		14	-68210	2020	-337	20	1010	0	631	1010	6	11822	9379	157	19	61522	15270	208	83	98	120	0	-439	
22		14	-62805	2020	-310	251	1010	2	818	1010	8	12380	9379	157	20	61842	15270	208	84	219	120	1	-414	
22		15	-62805	2020	-310	251	1010	2	818	1010	8	28880	9379	157	48	72762	15270	208	99	219	120	1	-457	
23		15	-61046	2020	-302	293	1010	2	1454	1010	14	27566	9379	157	46	74767	15270	208	101	181	120	1	-449	
23		16	-61046	2020	-302	293	1010	2	1454	1010	14	21729	9379	157	36	169534	15270	208	230	181	120	1	-568	
24		1	-76201	2650	-287	640	1640	3	214	1010	2	133836	23420	157	89	57642	16950	208	70	405	150	2	-446	
24		126	-76201	2650	-287	640	1640	3	214	1010	2	99266	23420	157	66	14647	16950	208	17	405	150	2	-370	
25		20	-77846	2020	-385	218	1010	2	575	1010	5	21001	9379	157	35	7762	15270	208	10	81	120	0	-430	
25		21	-77846	2020	-385	218	1010	2	575	1010	5	14851	9379	157	24	86789	15270	208	118	81	120	0	-527	
内側Kトラス材	26	21	-76851	2020	-380	251	1010	2	979	1010	9	16556	9379	157	27	86719	15270	208	118	79	120	0	-525	
	26	22	-76851	2020	-380	251	1010	2	979	1010	9	24765	9379	157	41	74353	15270	208	101	79	120	0	-522	
	27	22	-78794	2020	-390	368	1010	3	1979	1010	19	32235	9379	157	53	77833	15270	208	106	299	120	2	-549	
	27	23	-78794	2020	-390	368	1010	3	1979	1010	19	29627	9379	157	49	254663	15270	208	346	299	120	2	-785	
	28	13	-57	100	-5	32	50	6	7	50	1	1754	53	54	175	293	53	54	29	0	2	0	-209	
	28	20	-57	100	-5	32	50	6	7	50	1	1645	53	54	164	515	53	54	51	0	2	0	-220	
	29	13	-2397	126	-190	4	63	0	0	63	0	213	64	53	17	72	64	53	6	1	3	0	-213	
	29	17	-2397	126	-190	4	63	0	0	63	0	538	64	53	44	72	64	53	6	1	3	0	-240	
	30	20	-2281	126	-181	5	63	0	0	63	0	374	64	53	30	24	64	53	1	3	3	0	212	
	30	17	-2281	126	-181	5	63	0	0	63	0	617	64	53	51	70	64							

付表-10(1) 最大応力計算表(脚柱添接案1)

DAI 1-AN (2)

	M	N	F X			F Y			F Z			M Y				M Z				M X			MAX	
			N	A	STR	S1	AY	STR	S2	AZ	STR	M1	IY	Y	STR	M2	IZ	Z	STR	T	JX	STR		
外側上段	1	1	-23390	1200	-194	816	900	9	11	300	0	122118	17849	97	66	445	2570	130	2	74	46	1	-262	
	2	2	-23390	1200	-194	816	900	9	11	300	0	1077	17849	97	0	2024	2570	130	10	74	46	1	-204	
	2	113	-21257	600	-354	70	300	2	17	300	0	25	1099	97	0	1953	1920	130	13	9	17	0	-367	
	3	3	-18886	600	-314	47	300	1	85	300	2	7026	1099	97	61	3676	1920	130	24	9	17	0	-439	
	3	4	-18886	600	-314	47	300	1	85	300	2	2776	1099	97	24	8883	1920	130	60	6	17	0	-398	
外側下段	4	4	-20279	600	-337	95	300	3	55	300	1	4897	1099	97	43	4855	1920	130	32	6	17	0	-389	
	4	4	-20279	600	-337	95	300	3	55	300	1	7206	1099	97	63	4729	1920	130	32	11	17	0	-432	
	5	5	-18383	1200	-153	623	900	6	47	300	1	8346	1099	97	73	4381	1920	130	29	11	17	0	-439	
	5	9	-18383	1200	-153	623	900	6	47	300	1	94311	17849	97	-51	10539	2570	130	53	65	46	1	-257	
	6	115	-18498	600	-308	276	300	9	46	300	1	10895	17849	97	5	838	2570	130	4	65	46	1	-162	
外側Kトラス材	6	115	-18498	600	-308	276	300	9	46	300	1	11226	1099	97	98	923	1920	130	6	2	17	0	-412	
	7	10	-16594	600	-276	61	300	2	80	300	2	16454	1099	97	145	3723	1920	130	25	2	17	0	-478	
	7	11	-16594	600	-276	61	300	2	80	300	2	5202	1099	97	45	10504	1920	130	71	5	17	0	-392	
	8	11	-18267	600	-304	137	300	4	43	300	1	4676	1099	97	41	2371	1920	130	16	5	17	0	-333	
	8	12	-18267	600	-304	137	300	4	43	300	1	11405	1099	97	100	2749	1920	130	18	30	17	1	-422	
内側上段	9	2	373	126	29	23	63	3	0	63	0	1046	64	53	86	29	64	53	2	1	3	0	117	
	9	9	373	126	29	23	63	3	0	63	0	906	64	53	75	5	64	53	0	1	3	0	104	
	10	2	-2447	126	-194	1	63	0	0	63	0	5	64	53	0	95	64	53	7	0	3	0	-201	
	10	114	-2447	126	-194	1	63	0	0	63	0	197	64	53	16	7	64	53	0	0	3	0	-210	
	11	9	160	126	12	11	63	1	0	63	0	576	64	53	47	101	64	53	8	0	3	0	67	
	11	114	160	126	12	11	63	1	0	63	0	670	64	53	55	5	64	53	0	0	3	0	67	
	12	3	303	100	30	35	50	7	2	50	0	1333	53	54	133	246	53	54	24	1	2	0	187	
	12	6	303	100	30	35	50	7	2	50	0	1671	53	54	167	38	53	54	3	1	2	0	200	
	13	6	-661	100	-66	53	50	10	4	50	0	2106	53	54	210	30	53	54	3	2	2	1	-279	
	13	10	-661	100	-66	53	50	10	4	50	0	2416	53	54	241	394	53	54	39	2	2	1	-346	
	14	3	-739	126	-58	0	63	0	0	63	0	128	64	53	10	147	64	53	12	1	3	0	-80	
	14	7	-739	126	-58	0	63	0	0	63	0	12	64	53	1	102	64	53	8	1	3	0	-67	
	15	10	694	126	55	0	63	0	2	63	0	134	64	53	11	253	64	53	20	0	3	0	86	
	15	7	694	126	55	0	63	0	2	63	0	9	64	53	0	103	64	53	8	0	3	0	63	
	16	4	605	100	60	20	50	4	1	50	0	1172	53	54	117	149	53	54	14	1	2	0	191	
	16	7	-102	100	-10	21	50	4	0	50	0	1211	53	54	121	62	53	54	6	1	2	0	187	
	17	7	-102	100	-10	21	50	4	0	50	0	1215	53	54	121	160	53	54	16	0	2	0	-147	
	17	11	-102	100	-10	21	50	4	0	50	0	1340	53	54	134	97	53	54	9	0	2	0	-153	
	18	4	-2255	126	-179	1	63	0	2	63	0	123	64	53	10	542	64	53	44	2	3	0	-233	
18	8	-2255	126	-179	1	63	0	2	63	0	113	64	53	9	46	64	53	3	2	3	0	-191		
19	11	-1133	126	-89	2	63	0	4	63	0	206	64	53	17	545	64	53	45	2	3	0	-151		
19	8	-1133	126	-89	2	63	0	4	63	0	276	64	53	22	276	64	53	22	2	3	0	-133		
内側下段	20	1	-74287	2690	-276	1275	1680	7	385	1010	3	82475	27499	157	47	40362	17000	208	49	353	153	2	-372	
	20	13	-74287	2690	-276	1275	1680	7	385	1010	3	8933	27499	157	5	41149	17000	208	50	353	153	2	-331	
	21	13	-70028	2020	-346	44	1010	0	382	1010	3	10898	9379	157	18	40003	15270	208	54	31	120	0	-418	
	21	116	-70028	2020	-346	44	1010	0	382	1010	3	15517	9379	157	25	684	15270	208	0	31	120	0	-371	
	22	14	-62955	2020	-311	342	1010	3	758	1010	7	26288	9379	157	44	53068	15270	208	72	203	120	1	-427	
	22	15	-62955	2020	-311	342	1010	3	758	1010	7	30061	9379	157	50	71611	15270	208	97	203	120	1	-458	
	23	15	-61118	2020	-302	301	1010	2	1451	1010	14	28718	9379	157	48	73693	15270	208	100	179	120	1	-450	
	23	16	-61118	2020	-302	301	1010	2	1451	1010	14	21845	9379	157	36	170068	15270	208	231	179	120	1	-569	
	24	1	-74401	2690	-276	835	1680	4	335	1010	3	146379	27499	157	83	67463	17000	208	82	492	153	3	-441	
	24	20	-74401	2690	-276	835	1680	4	335	1010	3	38269	27499	157	21	3468	17000	208	4	492	153	3	-301	
	25	20	-74922	2020	-370	699	1010	6	157	1010	1	37787	9379	157	63	3853	15270	208	5	164	120	1	-438	
	25	118	-74922	2020	-370	699	1010	6	157	1010	1	34123	9379	157	57	20024	15270	208	27	164	120	1	-454	
	26	21	-77047	2020	-381	201	1010	1	884	1010	8	9177	9379	157	15	73081	15270	208	99	67	120	0	-495	
	26	22	-77047	2020	-381	201	1010	1	884	1010	8	23907	9379	157	40	72236	15270	208	98	67	120	0	-519	
	27	22	-78909	2020	-390	363	1010	3	1974	1010	19	31458	9379	157	52	75895	15270	208	103	297	120	2	-545	
	27	23	-78909	2020	-390	363	1010	3	1974	1010	19	29539	9379	157	49	255779	15270	208	348	297	120	2	-787	
	内側Kトラス材	28	13	251	126	19	41	63	6	2	63	0	1812	64	53	150	370	64	53	30	0	3	0	199
		28	20	251	126	19	41	63	6	2	63	0	1620	64	53	134	182	64	53	15	0	3	0	168
		29	13	-3494	126	-277	6	63	1	3	63	0	100	64	53	8	270	64	53	22	1	3	0	-307
29		117	-3494	126	-277	6	63	1	3	63	0	640	64	53	53	70	64	53	5	1	3	0	-335	
30		20	253	126	20	18	63	2	0	63	0	816	64	53	67	96	64	53	8	1	3	0	95	
30		117	253	126	20	18	63	2	0	63	0	1212	64	53	100	69	64	53	5	1	3	0	125	
31		14	1044	100	104	25	50	5	4	50	0	744	53	54	74									

付表-1 1(1) 最大応力計算表(脚柱取換え案1)

KYAKUBU TORIKAE

	M	N	F X			F Y			F Z			M Y				M Z				M X			MAX
			N	A	STR	SI	AY	STR	S2	AZ	STR	MI	IY	Y	STR	M2	I2	Z	STR	T	JX	STR	
外側上段	1	1	-26475	434	-610	418	217	19	5	217	0	19750	807	97	237	949	311	63	19	74	17	4	-866
	1	2	-26475	434	-610	418	217	19	5	217	0	21594	807	97	259	229	311	63	4	74	17	4	-873
	2	2	-23197	434	-534	326	217	15	144	217	6	16514	807	97	198	9013	311	63	182	75	17	4	-914
	2	113	-23197	434	-534	326	217	15	144	217	6	16108	807	97	193	5391	311	63	108	75	17	4	-835
	3	3	-18793	434	-433	32	217	1	27	217	1	1652	807	97	19	2564	311	63	51	14	17	0	-503
外側下段	3	4	-18793	434	-433	32	217	1	27	217	1	3564	807	97	42	1853	311	63	37	14	17	0	-512
	4	4	-23303	434	-536	91	217	4	43	217	1	6913	807	97	83	3316	311	63	66	21	17	1	-685
	4	5	-23303	434	-536	91	217	4	43	217	1	8102	807	97	97	3751	311	63	75	21	17	1	-708
	5	9	-22477	434	-517	347	217	16	27	217	1	12844	807	97	154	2950	311	63	59	82	17	4	-730
	5	9	-22477	434	-517	347	217	16	27	217	1	13783	807	97	165	2680	311	63	54	82	17	4	-736
外側Kトラス材	6	9	-21692	434	-499	32	217	1	132	217	6	8913	807	97	107	7721	311	63	155	76	17	4	-761
	6	115	-21692	434	-499	32	217	1	132	217	6	12182	807	97	146	5545	311	63	111	76	17	4	-756
	7	10	-18094	434	-416	45	217	2	30	217	1	5719	807	97	68	3248	311	63	65	11	17	0	-549
	7	11	-18094	434	-416	45	217	2	30	217	1	1621	807	97	19	1564	311	63	31	11	17	0	-466
	8	11	-22528	434	-519	140	217	6	54	217	2	12347	807	97	148	3949	311	63	79	51	17	2	-746
内側上段	8	12	-22528	434	-519	140	217	6	54	217	2	10652	807	97	127	4903	311	63	99	51	17	2	-745
	9	2	726	126	57	92	63	14	44	63	7	3729	64	53	308	1738	64	53	143	6	3	1	508
	9	2	726	126	57	92	63	14	44	63	7	3911	64	53	323	1933	64	53	160	6	3	1	540
	10	10	-3088	126	-245	17	63	2	1	63	0	1286	64	53	106	308	64	53	25	9	3	2	-376
	10	114	-3088	126	-245	17	63	2	1	63	0	524	64	53	43	152	64	53	12	9	3	2	-300
内側下段	11	9	-220	126	-17	10	63	1	17	63	2	995	64	53	82	1657	64	53	137	2	3	0	-236
	11	114	-220	126	-17	10	63	1	17	63	2	92	64	53	7	191	64	53	15	2	3	0	-39
	12	3	78	126	6	77	63	12	4	63	0	3134	64	53	259	408	64	53	33	9	3	2	298
	12	6	78	126	6	77	63	12	4	63	0	3460	64	53	286	40	64	53	3	9	3	2	295
	13	6	-523	126	-41	97	63	15	10	63	1	3921	64	53	324	3	64	53	0	13	3	3	-365
外側Kトラス材	13	10	-523	126	-41	97	63	15	10	63	1	4354	64	53	360	889	64	53	73	13	3	3	-474
	14	3	-259	126	-20	1	63	0	0	63	0	191	64	53	15	234	64	53	19	1	3	0	-54
	14	7	-259	126	-20	1	63	0	0	63	0	76	64	53	6	155	64	53	12	1	3	0	-38
	15	10	189	126	15	2	63	0	3	63	0	328	64	53	27	474	64	53	39	0	3	0	81
	15	7	189	126	15	2	63	0	3	63	0	161	64	53	13	160	64	53	13	0	3	0	41
内側上段	16	4	566	126	44	35	63	5	4	63	0	2062	64	53	170	328	64	53	27	4	3	1	241
	16	7	566	126	44	35	63	5	4	63	0	2029	64	53	168	141	64	53	11	4	3	1	223
	17	7	327	126	25	29	63	4	0	63	0	1791	64	53	148	289	64	53	24	0	3	0	197
	17	11	327	126	25	29	63	4	0	63	0	1599	64	53	132	279	64	53	23	0	3	0	180
	18	4	-2326	126	-184	2	63	0	1	63	0	216	64	53	17	377	64	53	31	1	3	0	-232
内側下段	18	8	-2326	126	-184	2	63	0	1	63	0	230	64	53	19	49	64	53	4	1	3	0	-207
	19	11	-2037	126	-161	5	63	0	3	63	0	561	64	53	46	457	64	53	37	0	3	0	-244
	19	8	-2037	126	-161	5	63	0	3	63	0	453	64	53	37	232	64	53	19	0	3	0	-217
	20	1	-72116	1066	-676	2099	533	39	185	533	3	1026	4950	157	3	20962	2179	106	101	524	66	7	-780
	20	13	-72116	1066	-676	2099	533	39	185	533	3	82003	4950	157	260	18330	2179	106	89	524	66	7	-1025
外側Kトラス材	21	13	-65500	1066	-614	817	533	15	309	533	5	65667	4950	157	208	25739	2179	106	125	282	66	4	-947
	21	116	-65500	1066	-614	817	533	15	309	533	5	18338	4950	157	58	6033	2179	106	29	282	66	4	-701
	22	14	-56746	1066	-532	254	533	4	294	533	5	18082	4950	157	57	23622	2179	106	114	163	66	2	-703
	22	15	-56746	1066	-532	254	533	4	294	533	5	23696	4950	157	75	24735	2179	106	120	163	66	2	-727
	23	15	-57690	1066	-541	272	533	5	470	533	8	23398	4950	157	74	29153	2179	106	141	110	66	1	-756
内側上段	23	16	-57690	1066	-541	272	533	5	470	533	8	22387	4950	157	71	49899	2179	106	242	110	66	1	-854
	24	1	-69289	1066	-649	1774	533	33	50	533	0	36218	4950	157	114	11558	2179	106	56	594	66	8	-819
	24	20	-69289	1066	-649	1774	533	33	50	533	0	50349	4950	157	159	777	2179	106	3	594	66	8	-811
	25	20	-70104	1066	-657	174	533	3	191	533	3	40005	4950	157	126	11616	2179	106	56	402	66	6	-839
	25	118	-70104	1066	-657	174	533	3	191	533	3	57899	4950	157	183	8093	2179	106	39	402	66	6	-879
内側下段	26	21	-70017	1066	-656	170	533	3	346	533	6	13402	4950	157	42	29615	2179	106	144	104	66	1	-842
	26	22	-70017	1066	-656	170	533	3	346	533	6	14577	4950	157	46	27316	2179	106	132	104	66	1	-834
	27	22	-75083	1066	-704	368	533	6	616	533	11	27743	4950	157	87	33818	2179	106	164	240	66	3	-955
	27	23	-75083	1066	-704	368	533	6	616	533	11	34233	4950	157	108	69794	2179	106	339	240	66	3	-1151
	28	13	744	126	59	155	63	24	49	63	7	6476	64	53	536	1752	64	53	145	3	3	0	740
外側Kトラス材	28	20	744	126	59	155	63	24	49	63	7	6319	64	53	523	2289	64	53	189	3	3	0	771
	29	13	-6715	126	-532	6	63	0	1	63	0	1103	64	53	91	13	64	53	1	6	3	1	-624
	29	117	-6715	126	-532	6	63	0	1	63	0	442	64	53	36	118	64	53	9	6	3	1	-577
	30	20	1302	126	103	11	63	1	10	63	1	78	64	53	6	1043	64	53	86	6	3	1	195
	30	117	1302																				

付表-12(1) 最大応力計算表(脚柱取換え案2)
HOKYOU DAI-4 AN (2)

		M	N	F X			F Y			F Z			M Y			M Z			M X			MAX		
				N	A	STR	S1	AY	STR	S2	AZ	STR	M1	IY	Y	STR	M2	IZ	Z	STR	T		JX	STR
外側上段	1	1	1	-26899	1010	-266	671	760	8	49	250	1	84987	10140	200	167	2705	1410	119	22	162	64	2	-455
	2	2	2	-26899	1010	-266	671	760	8	49	250	1	8479	10140	200	16	7402	1410	119	62	162	64	2	-344
	3	3	113	-23648	464	-509	198	289	6	152	175	8	6598	920	95	68	8125	399	73	148	45	30	1	-725
	4	4	3	-24831	464	-535	43	289	1	36	175	2	13299	920	95	137	7125	399	73	130	45	30	1	-776
	5	5	4	-24831	464	-535	43	289	1	36	175	2	2489	920	95	25	2979	399	73	54	22	30	0	-614
外側下段	6	6	4	-23588	464	-508	107	289	3	32	175	1	4452	920	95	45	2888	399	73	52	22	30	0	-632
	7	7	5	-23588	464	-508	107	289	3	32	175	1	7572	920	95	78	1654	399	73	30	51	30	1	-616
	8	8	9	-23049	1010	-228	474	760	6	133	250	5	59461	10140	200	117	14021	1410	119	118	230	64	3	-463
	9	9	9	-23049	1010	-228	474	760	6	133	250	5	6740	10140	200	13	13534	1410	119	114	230	64	3	-355
	10	10	115	-21622	464	-466	248	289	8	136	175	7	7439	920	95	76	5960	399	73	108	38	30	1	-650
外側Kトラス材	11	11	10	-21622	464	-466	248	289	8	136	175	7	17406	920	95	179	7643	399	73	139	38	30	1	-784
	12	12	11	-23901	464	-515	58	289	2	41	175	2	3981	920	95	41	3009	399	73	54	27	30	0	-610
	13	13	11	-23901	464	-515	58	289	2	41	175	2	5440	920	95	56	3648	399	73	66	27	30	0	-637
	14	14	11	-22354	464	-481	114	289	3	43	175	2	8332	920	95	86	1684	399	73	30	24	30	0	-597
	15	15	12	-22354	464	-481	114	289	3	43	175	2	10315	920	95	106	5380	399	73	98	24	30	0	-685
	16	16	9	594	126	47	33	63	5	13	63	2	1444	64	53	119	745	64	53	61	0	3	0	227
	17	17	9	594	126	47	33	63	5	13	63	2	1283	64	53	106	381	64	53	31	0	3	0	184
	18	18	2	-2784	126	-220	4	63	0	8	63	1	414	64	53	34	704	64	53	58	0	3	0	-312
	19	19	114	-2784	126	-220	4	63	0	8	63	1	104	64	53	8	177	64	53	14	0	3	0	-242
	20	20	9	-487	126	-38	8	63	1	1	63	0	371	64	53	30	337	64	53	27	0	3	0	-95
	21	21	114	-487	126	-38	8	63	1	1	63	0	556	64	53	46	134	64	53	11	0	3	0	-95
	22	22	3	420	126	33	69	63	10	3	63	0	2782	64	53	230	23	64	53	1	1	3	0	264
	23	23	6	420	126	33	69	63	10	3	63	0	3101	64	53	256	322	64	53	26	1	3	0	315
	24	24	13	-310	126	-24	80	63	12	2	63	0	3401	64	53	281	185	64	53	15	6	3	1	-320
	25	25	10	-310	126	-24	80	63	12	2	63	0	3463	64	53	286	6	64	53	0	6	3	1	-310
	26	26	3	-442	126	-35	1	63	0	1	63	0	187	64	53	15	140	64	53	11	0	3	0	-61
	27	27	14	-442	126	-35	1	63	0	1	63	0	53	64	53	4	72	64	53	6	0	3	0	-45
	28	28	15	349	126	27	0	63	0	1	63	0	76	64	53	6	328	64	53	27	1	3	0	60
	29	29	7	349	126	27	0	63	0	1	63	0	87	64	53	7	64	64	53	5	1	3	0	39
	30	30	16	631	126	50	41	63	6	1	63	0	2440	64	53	202	38	64	53	3	1	3	0	255
	31	31	7	631	126	50	41	63	6	1	63	0	2457	64	53	203	189	64	53	15	1	3	0	268
	32	32	17	224	126	17	43	63	6	0	63	0	2491	64	53	206	122	64	53	10	5	3	1	233
	33	33	11	224	126	17	43	63	6	0	63	0	2646	64	53	219	51	64	53	4	5	3	1	240
	34	34	8	-2033	126	-161	1	63	0	3	63	0	181	64	53	15	512	64	53	42	2	3	0	-218
	35	35	8	-2033	126	-161	1	63	0	3	63	0	201	64	53	16	95	64	53	7	2	3	0	-184
	36	36	11	-1396	126	-110	1	63	0	2	63	0	136	64	53	11	241	64	53	20	3	3	0	-141
	37	37	19	-1396	126	-110	1	63	0	2	63	0	197	64	53	16	159	64	53	13	3	3	0	-139
	内側上段	38	38	20	-69617	1570	-443	1622	1250	12	50	320	1	26130	26050	250	25	9433	3969	141	33	454	125	3
39		39	13	-69617	1570	-443	1622	1250	12	50	320	1	8151	26050	250	7	1233	3969	141	4	454	125	3	-454
40		40	21	-65167	1070	-609	275	648	4	227	422	5	3537	5480	155	10	15772	3889	149	60	55	87	0	-679
41		41	116	-65167	1070	-609	275	648	4	227	422	5	24803	5480	155	70	7612	3889	149	29	55	87	0	-708
42		42	14	-63497	1070	-593	237	648	3	53	422	1	15940	5480	155	45	1999	3889	149	7	191	87	2	-645
43		43	22	-63497	1070	-593	237	648	3	53	422	1	23080	5480	155	65	10767	3889	149	41	191	87	2	-699
44		44	15	-58308	1070	-544	304	648	4	600	422	14	22948	5480	155	64	16878	3889	149	64	226	87	2	-672
45		45	23	-58308	1070	-544	304	648	4	600	422	14	28135	5480	155	79	83943	3889	149	321	226	87	2	-944
46		46	24	-70736	1570	-450	932	1250	7	199	320	6	125010	26050	250	119	24528	3969	141	87	680	125	5	-656
47		47	20	-70736	1570	-450	932	1250	7	199	320	6	38961	26050	250	37	17725	3969	141	62	680	125	5	-549
内側下段	48	48	25	-70839	1070	-662	899	648	13	148	422	3	36062	5480	155	102	847	3889	149	3	198	87	2	-767
	49	49	25	-70839	1070	-662	899	648	13	148	422	3	56322	5480	155	159	14457	3889	149	55	198	87	2	-876
	50	50	118	-78062	1070	-729	165	648	2	19	422	0	9032	5480	155	25	622	3889	149	2	22	87	0	-756
	51	51	22	-78062	1070	-729	165	648	2	19	422	0	18207	5480	155	51	3777	3889	149	14	22	87	0	-794
	52	52	27	-76219	1070	-712	364	648	5	650	422	15	20812	5480	155	58	11344	3889	149	43	61	87	0	-813
	53	53	27	-76219	1070	-712	364	648	5	650	422	15	40358	5480	155	114	97843	3889	149	374	61	87	0	-1200
	54	54	23	511	126	40	48	63	7	8	63	1	2166	64	53	179	637	64	53	52	0	3	0	271
	55	55	28	511	126	40	48	63	7	8	63	1	1854	64	53	153	29	64	53	2	0	3	0	195
	56	56	29	-4825	126	-382	3	63	0	3	63	0	157	64	53	13	282	64	53	23	1	3	0	-418
	57	57	117	-4825	126	-382	3	63	0	3	63	0	509	64	53	42	125	64	53	10	1	3	0	-434
内側Kトラス材	58	58																						

付録 Bダムテンターゲート応力解析

Bダムゲートの3次元応力解析は、事列のゲート解析を行なう以前に、同種類の応力解析プログラムを用いて行なった。Bダムにおいて、特に応力上不都合な問題がでてきたというのではなく、事例ゲート解析の際用いるプログラムの精度、および地震時の応力増加の調査の為行ったものである。

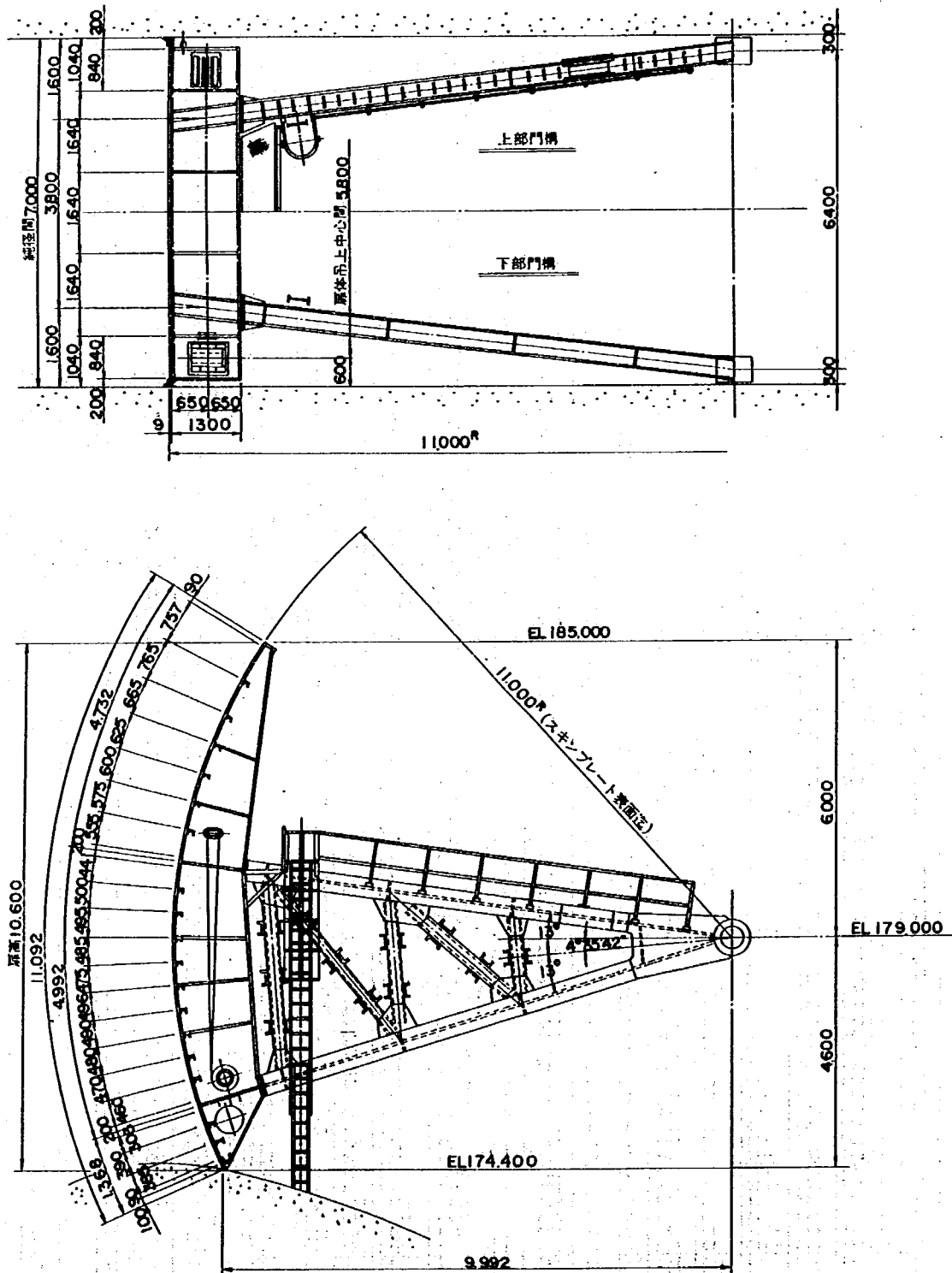


図-13 大石ダム平面、側面図

1. 現行設計法による応力計算

静水圧とトラニオンピン摩擦力が作用したときの下部主門構での応力を示すと、表-15 のようになる。

表-15 現行設計法による
脚柱部材応力

	軸圧縮応力	ラーメン構造としての 曲げ応力	トラニオン 摩擦力による 曲げ応力	合 計
A	611	32	0	643
B	611	18	0	629
C	611	5	155	771
D	611	8	192	811
D'	611	19	482	1112

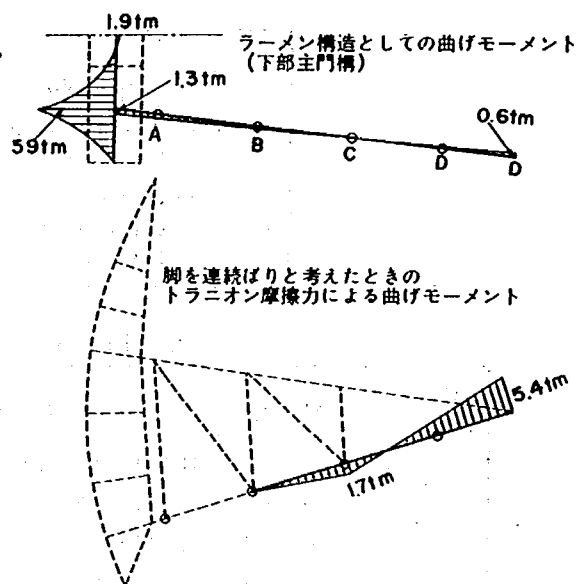


図-14 現行設計法による曲げモーメント

2. 3次元応力解析

2.1 解析条件

このゲート扉体の縦主桁、横主桁はプレート構造であるが、桁高が高いため図-15に示すように、2つの部材で置き換えて計算する。このとき、換算部材はH型形状をしているものとし、断面二次モーメントは、元々の部材に対し強軸方向 I_z で90~110%、弱軸方向 I_y で70~130%内に納まるような断面を選ぶ。

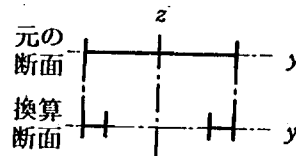


図-15 断面換算状態

表-16 に両主桁から換算した部材を示す。縦主桁においては、桁高は標高によって違うが、表で用いている $h = 1300$ (横主桁と交わる点での桁高) の時採用した換算断面を全標高で用いても、各標高での元々の断面の I_z に対して大きな差はない。また、縦主桁の断面積も、元々の断面の各標高で変化するが、全体的には表に示すように断面積が小さくなり、その分自重が軽くなる。しかし、ウェブプレートの剛性を斜材で置き換える際、その斜材も自重をもつものとしているため、結局、大きな相違はなくなる。

表-16 換算断面比較表

		使用部材	断面積	断面二次モーメント	
			$A (cm^2)$	$I_y (cm^4)$	$I_z (cm^4)$
横主桁	元の断面	I/300×200×9×22	100.5 (100%)	1470 (100%)	254000 (100%)
	換算断面	2×(H200×200×13×15)	82.1 (82%)	2000 (136%)	254000 (100%)
縦主桁	元の断面	I1300×160×9×16	82.7 (100%)	550 (100%)	181970 (100%)
	換算断面	2×(H150×150×12×13)	53.9 (65%)	730 (133%)	180170 (99%)

荷重として、常時に静水圧、捲上荷重、自重、トラニオンピン摩擦力を、地震時 ($K = 0.06$) に静水圧、動水圧、自重、自重慣性力を考慮した。

表-18に主要部材の断面特性値、図-16に立体骨組構造図、図-17に部材番号図を示す。

表-17 荷重条件

常 時	地 震 時 (K=0.06)
静 水 圧 (EL185.75m)	静水圧 (EL 186.03m)
捲上荷重 (Joint 9に下 流向きに 16.39 ton)	動水圧 (EL 184.50m)
自 重 (7.85 ton/m ³)	自 重
摩 擦 力 (上下段脚柱と も 4.75 t・m)	自重慣性力 (自重×Kを 下流向きに)

表-18 主要部材の断面特性値

特性 種別	部 材 名	使 用 部 材	断 面 積	断面二次モーメント	
			A (cm ²)	I _y (cm ⁴)	I _z (cm ⁴)
①	脚 柱	H 400×400×13×21	218.7	22400	65360
②	脚 柱 ト ラ ス	2 [250×90×9	88.1	24260	8360
③	横 主 桁	H 200×200×13×15	82.1	2000	5670
④	縦 主 桁	H 150×150×12×13	53.9	730	2020
⑤	扉体部脚柱延長	H 400×300×9×19	146.6	8550	44960

組合せ ① ③ ④ ⑤

②

y

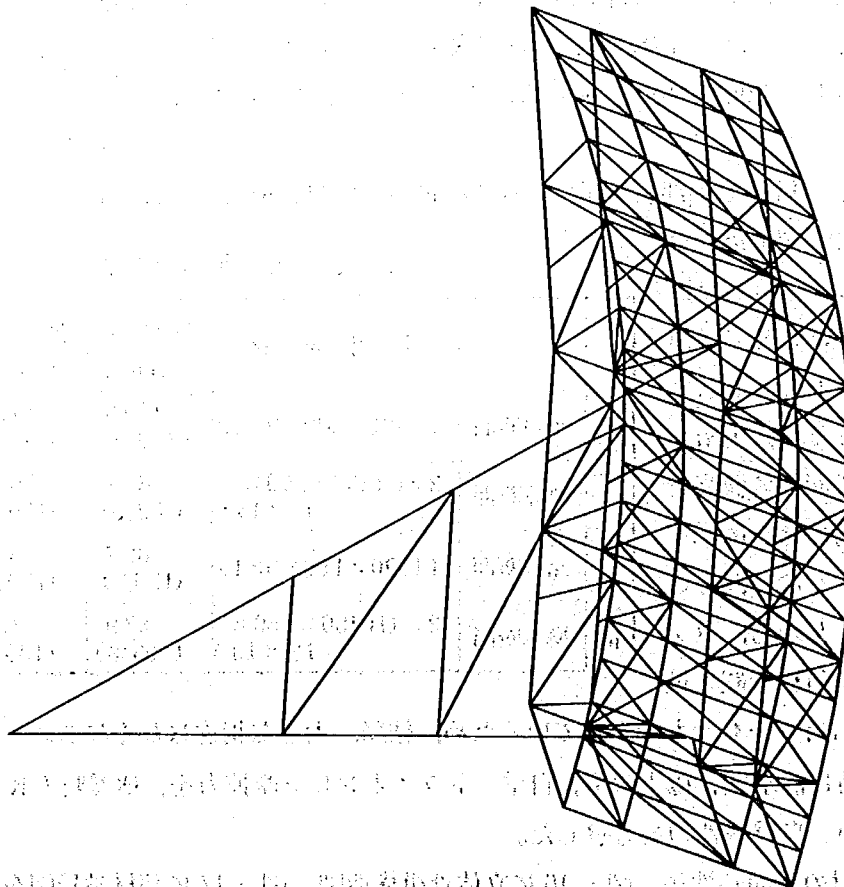


図-16 立体骨組構造図

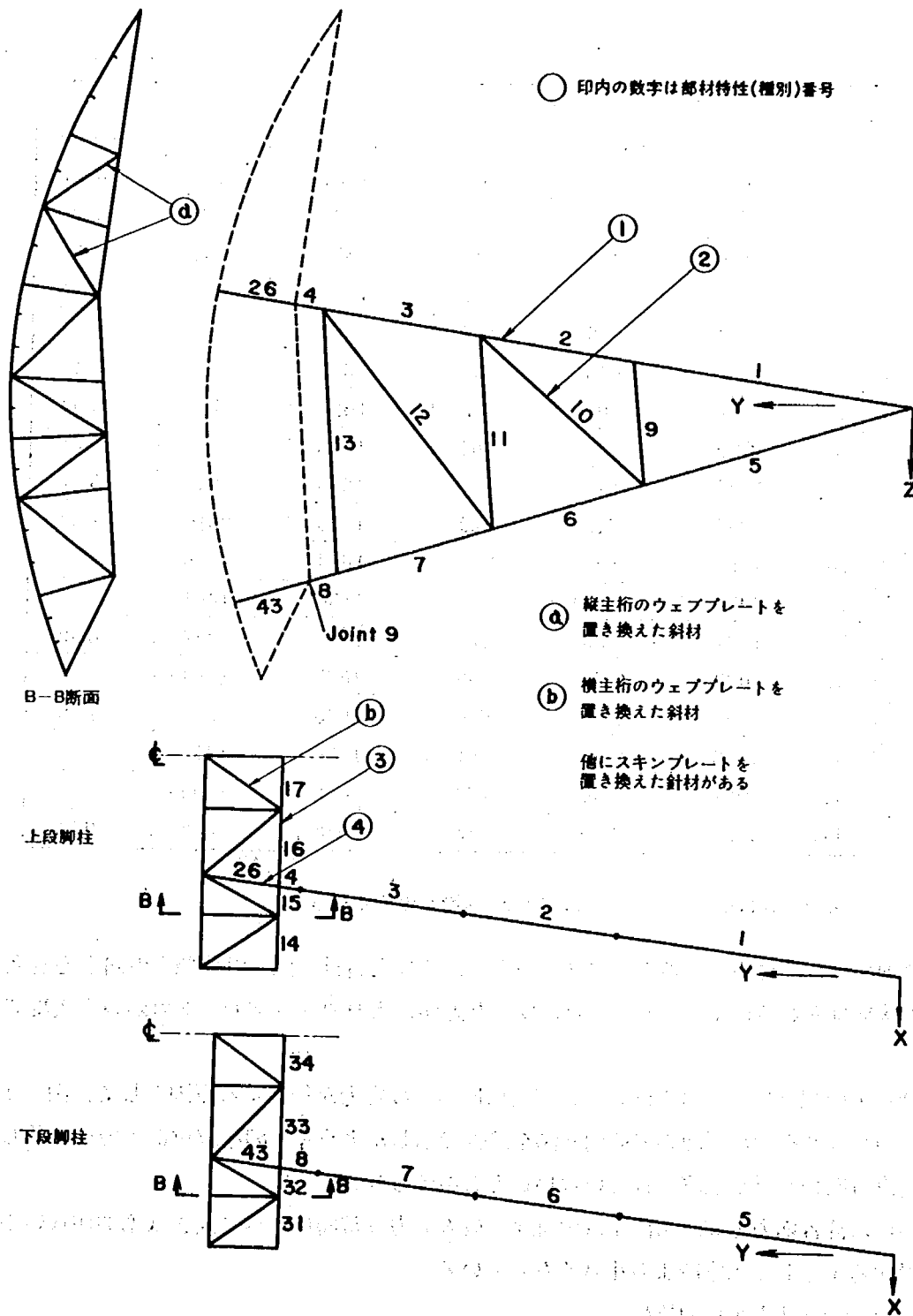


図-17 部材番号図

2.2 解析結果

表-19に解析結果を示す。

脚柱部については、許容応力値に対し30%以上の余裕をもっている。

扉体部では、下流側横主桁の脚柱取付部付近で許容応力値を越えているが、これは、大きな曲げ応力が発生したためである。部材の中には、部材および材料としての降伏点応力を越えているものもあるが、解析の際の仮定の良否も不確かであり、ここで結論を出すことは適当でない。例えば、扉体部

表-19 解析結果

(圧縮 kg/cm^2)

部 材			常 時			地 震 時		
			許容応力①	最大応力②	②/①	許容応力③	最大応力④	④/③
脚 柱	上 段	1	1040	692	0.67	1560	717	0.46
		2	1081	649	0.60	1621	796	0.49
		3	1081	703	0.65	1621	779	0.48
		4	1099	806	0.73	1648	866	0.53
	下 段	5	1040	660	0.63	1560	678	0.43
		6	1081	643	0.59	1621	711	0.44
		7	1081	701	0.65	1621	709	0.44
		8	1099	700	0.64	1648	675	0.41
扉 体	上 段 横 主 桁	14	1090	616	0.57	1635	609	0.37
		15	1097	2415	2.20	1645	2616	1.59
		16	1083	1660	1.53	1624	1728	1.06
		17	1091	(452)	0.41	1636	(464)	
	下 段 横 主 桁	26	1092	759	0.70	1638	852	0.52
		31	1090	(605)	0.56	1635	(560)	
		32	1097	2898	2.64	1645	2963	1.80
		33	1083	1523	1.41	1624	1410	0.87
		34	1091	(308)	0.28	1636	(464)	
		43	1092	835	0.76	1638	842	0.51

注) カッコ書きは引張を示す。③は①の50%増しの値である。

横主桁の脚柱延長部材両わきのウェブプレート剛性置換え斜材(図-18参照)の向きを変えるだけでも、応力状態は変わるはずである。また、変えた方が、よりウェブプレートの効力を表現できる場合もある。

その他に(仮想)換算部材とはいえ、横主桁に過剰な応力が作用する原因として、図-17(部材番号図)の脚柱部を含む断面の扉体側面図を破線で示したように、脚柱取付部へ力を分散して伝えるための鉛直方向の部材が配置されていないこともあげられる。

地震時には許容応力を50%増しにできるが、最大応力は常時に比べて大きな増加がないので、許容応力に対する率としては常時より小さくなっている。

2.3 現行設計法との応力比較

3次元応力解析法で求めた値と現行設計法での値を比較すると表-20のようになる。この結果、両方法には大差がないことがわかる。

2.4 別法による許容応力との比較

別法による許容応力との比較を表-21に示したが、これは、表-19の解析結果とほぼ同じ値になった。

表-20 脚柱部の現行設計法との応力比較

(常時, kg/cm^2)

部 材	現行設計法		3次元応力解析法			
	下部主門構		下段脚柱		上段脚柱	
	軸応力 ①	軸応力+ 曲げ応力 ②	軸応力③ (③/①)	軸応力+ 曲げ応力④ (④/②)	軸応力⑤ (⑤/①)	軸応力+ 曲げ応力⑥ (⑥/①)
扉 体 ↑ ト ビ ラ ニ ン オ ン	611	645	594 (0.97)	700 (1.09)	540 (0.88)	806 (1.25)
	611	643	594 (0.97)	701 (1.09)	558 (0.91)	703 (1.09)
	611	771	581 (0.95)	643 (0.83)	568 (0.93)	649 (0.84)
	611	811	564 (0.92)	660 (0.81)	575 (0.94)	692 (0.85)

表-21 脚柱部の計算結果と許容応力との比較

(常時, kg/cm^2)

部 材	σ_N	σ_{MX}	σ_{My}	σ_{cax}	σ_{cay}	安全率
上段脚柱	1 575	116	31	1011	947	0.70
	2 568	61	20	1072	"	0.60
	3 558	103	42	1072	"	0.65
	4 540	222	48	1098	"	0.73
下段脚柱	5 564	91	23	1011	"	0.66
	6 581	48	24	1072	"	0.60
	7 594	66	41	1072	"	0.63
	8 594	60	46	1098	"	0.63

注) σ_{cay} を求める際の ℓ_y は脚柱全長を用いている。

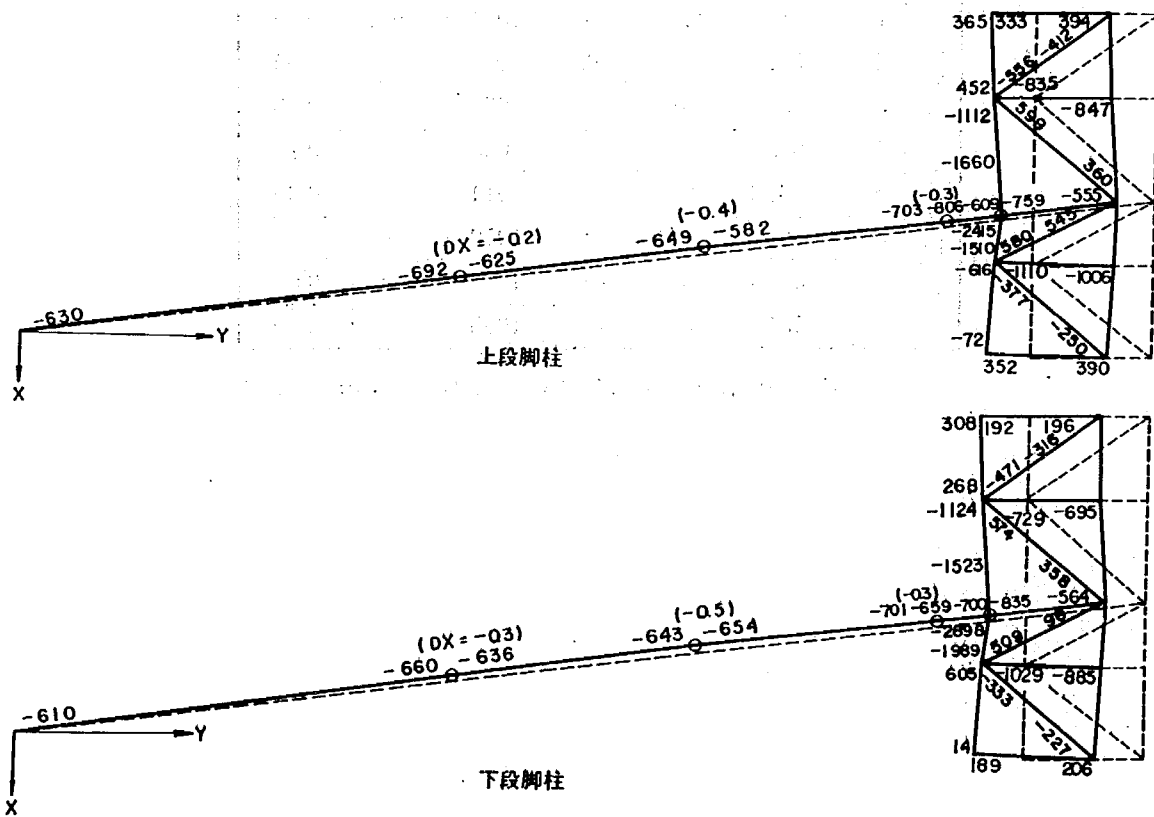
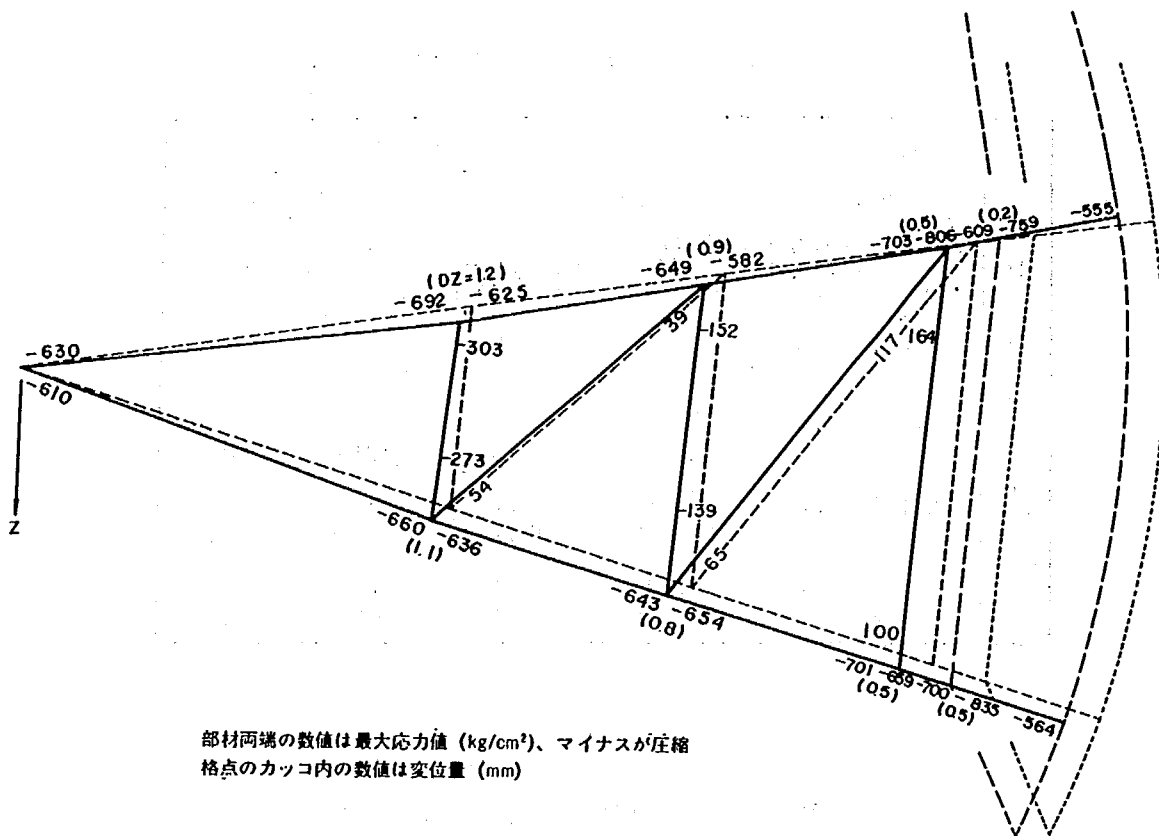


図-18 最大応力図(常時)

参考文献

1. 水門鉄管協会：水門鉄管技術基準 昭和 48 年 3 月
2. 和知ダムゲート事故技術調査委員会：和知ダムゲート事故原因調査報告 昭和 43 年 3 月
3. 柴田功，斉藤孝三：テンターゲートの脚柱の立体的挙動に関する研究，土木研究所報告第 149
の 2 昭和 52 年 9 月

ダムテンターゲート脚柱の初期変形が応力に及ぼす影響について

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第1691号
昭和56年5月(1981)

糸林 芳彦他

キーワード：テンタゲート，脚柱，ゲート初期変形，ゲート3次元応力解析，ゲート補強工

要旨

本書は，ダムテンターゲートの脚柱の初期変形が応力に及ぼす影響について3次元解析を行った結果をとりまとめたものである。

郵便はがき

四十円切手
をはいて
さい

305-□□

建設省土木研究所
ダム構造研究室
御中

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第1691号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印