

土木研究所資料

鋼床版試験橋の静的載荷試験

昭和63年1月

建設省土木研究所
構造橋梁部橋梁研究室

Copyright ©(1988)by P.W.R.I

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

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

鋼床版試験橋の静的載荷試験

橋梁研究室	室長	藤原	稔
同	主任研究員	西川	和廣*
同		滝沢	晃
同	部外研究員	小田	訓男

要旨

鋼床版の縦リブと横リブの交差部におけるスリットR部および溶接部の応力状態を把握するため、土木研究所構内に架設された試験橋2橋を対象に、大型トラックを用いて静的載荷試験を行った。その結果、縦リブと横リブの交差部におけるスリットR部および溶接部に大型トラック（約20 t）の静的載荷により疲労による影響を無視しえない程の大きな応力が集中することが確認された。

キーワード：鋼床版，縦リブ，横リブ

*現建設省道路局国道第二課課長補佐

ま え が き

鋼床版は、RC床版に比べて死荷重を軽減できることから、長支間の鋼箱桁橋などに用いられる例が多い。鋼床版はデッキプレートに縦リブと横リブを溶接して製作されるため、自動車輪荷重の繰返し載荷による疲労の影響を受ける。このため道路橋示方書では、鋼床版の設計において疲労の照査が必要であることを定め、溶接部の疲労に対する許容応力度を規定している。

近年、鋼重の軽減、溶接長の低減などの目的で、鋼床版の縦リブに平鋼やバルブプレートの代わりにU断面リブ（トラフリブ）を使用する例が多くなっている。鋼床版の縦リブにトラフリブを用いる場合、横リブ（桁）との交差部では、疲労への配慮から横リブに切欠き（スリット）を設け、縦リブを貫通させて連続とするのが通常である。またこの場合、縦リブから横リブへのせん断力を伝達させるために、横リブと縦リブの交差部のスリット以外の部分を溶接で接合している。

このような縦リブと横リブの交差部は複雑な応力状態となり、特にスリットのR部に応力が集中することは、国内および諸外国で実施された実験結果からも明らかである。したがって、縦リブと横リブの交差部のスリットのR部および溶接部は、疲労に対する検討が必要である。

本研究では、鋼床版の疲労強度に関する基礎資料とするため、土木研究所構内に架設された鋼床版構造を有する2つの試験橋において、大型トラックを用いて静的載荷実験を行い、縦リブと横リブの交差部のスリットR部および溶接部に生じる応力度を測定した（昭和61年1～2月）。

目 次

まえがき

1. 載荷試験の概要	1
1.1 試験橋の概要	1
1.2 試験方法	6
2. A橋の載荷試験結果	15
2.1 縦リブの応力度	15
2.2 横リブの応力度	17
2.3 主桁の応力度	21
2.4 横リブのスリットR部の応力度	22
2.5 縦リブと横リブの溶接接合部の応力度	29
3. B橋の載荷試験結果	30
3.1 縦リブの応力度	30
3.2 横リブの応力度	32
3.3 主桁の応力度	35
3.4 横リブのスリットR部の応力度	36
3.5 縦リブと横リブの溶接接合部の応力度	43
4. 結 論	44

あとがき

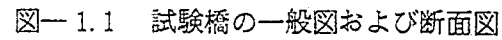
1. 載荷試験の概要

1.1 試験橋の概要

載荷試験の対象とした試験橋は、土木研究所構内の舗装走行実験場に架設されたA橋およびB橋の2橋である(図一 1.1)。

A橋の構造詳細を図一 1.2 に示す。A橋は、支間 9.5 m、幅員 4.5 m、主桁間隔 3.6 mであり、本州四国連絡橋吊橋で用いられている標準的なものと同形式である。その鋼床版は板厚12mmのデッキプレートに J S S 規格¹⁾のトラフリブ 300 × 220 × 6.0 mmを30 cm間隔で溶接し、横リブを支点から87, 97, 194 cm間隔で溶接している。アスファルト舗装の厚さは65mmである。横リブのウェブ高は支点上では60 cm, その他では49 cmである。なお、横リブの現場継手には高力ボルトが使用されている。主桁、デッキプレート、横リブの材質は、S S 41であり、縦リブの材質は、トラフリブは S S 41であり、その他は S M 41 Aである。

B橋の構造詳細を図一 1.3 (1), (2)に示す。B橋は、支間 19.4 m、幅員 4.5 m、主桁間隔 2.27mに1.33mの張出し部を有している。その鋼床版は、板厚12mmのデッキプレートに J S S 規格のトラフリブ 300 × 220 × 6.0 mmを30cm間隔で溶接し、横リブを支点から97cm (横リブウェブ高70cm), 194cm (横リブウェブ高50cm) 間隔で溶接している。アスファルト舗装の厚さは75mmである。横リブの現場継手には高力ボルトが使用されている。デッキプレート、縦リブ、横リブの材質は S S 41であり、主桁は G₁ の下フランジ変断面部に S M 41 Aを用い、その他は S S 41を用いている。



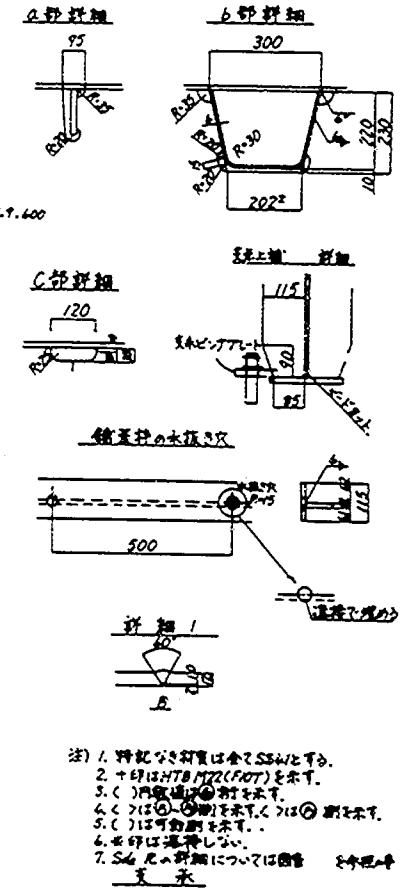
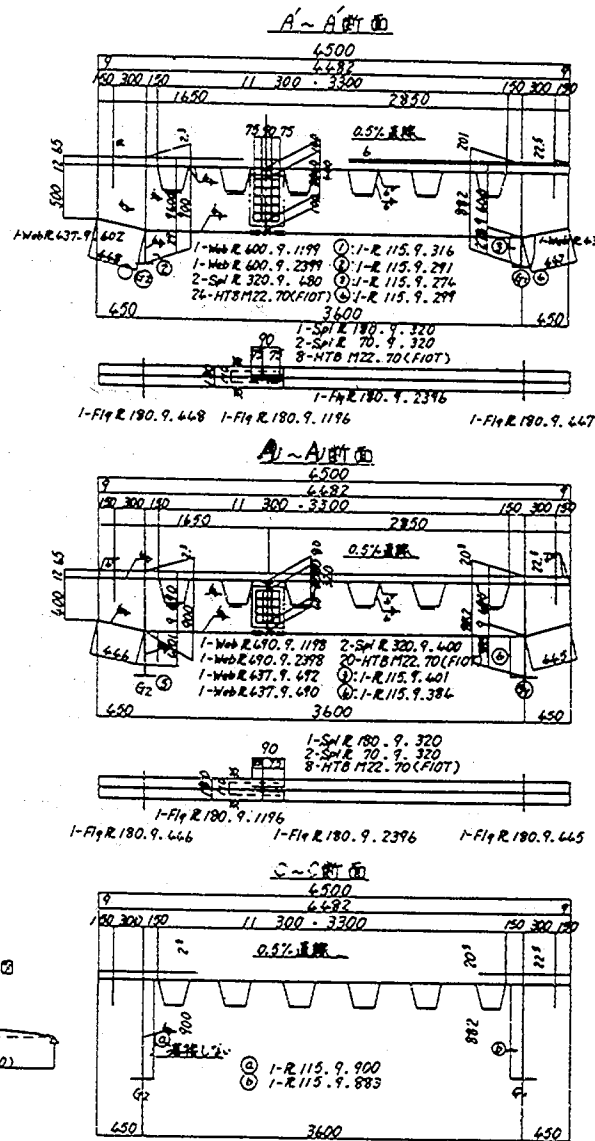
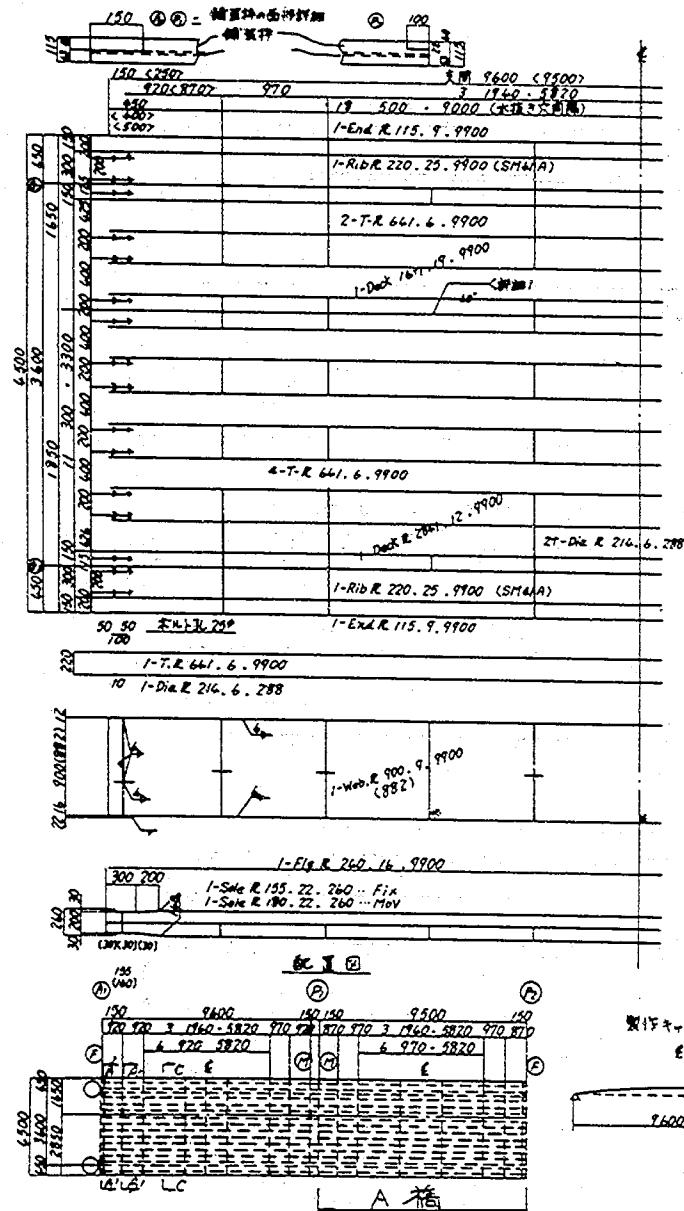


図-1.2 A橋の構造詳細

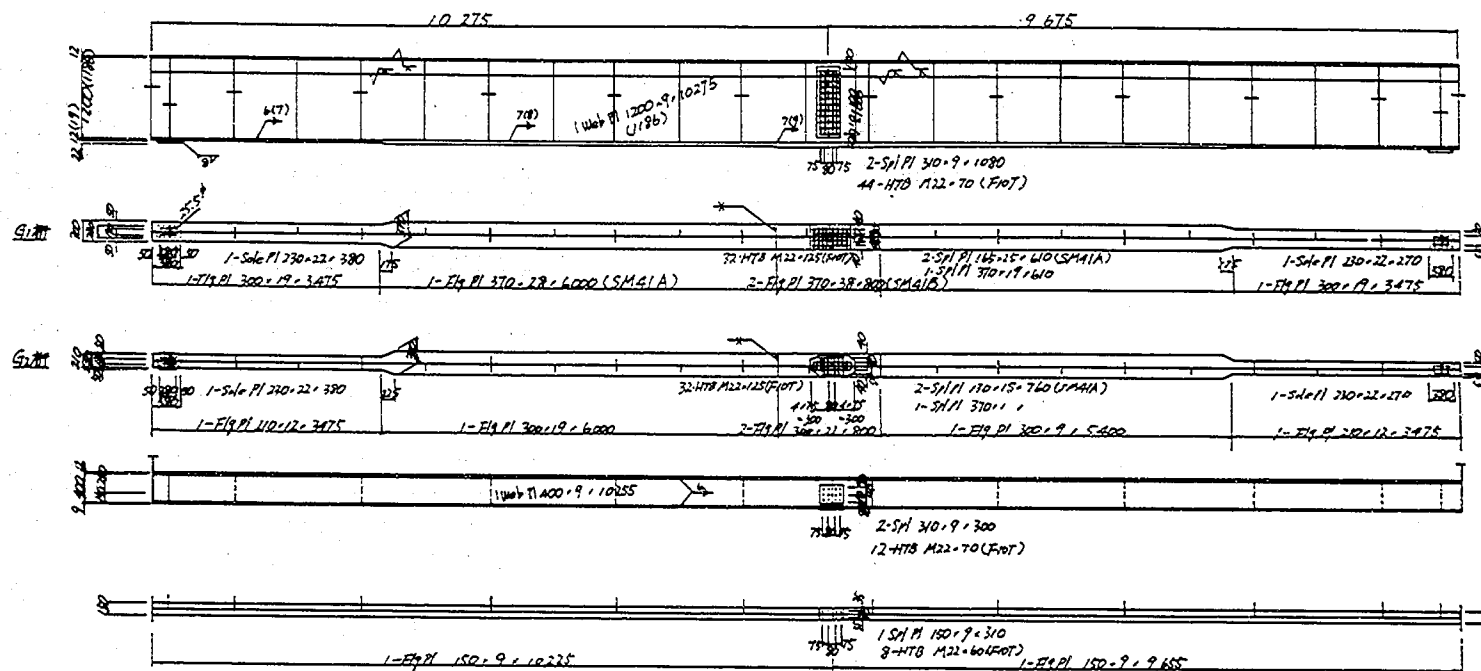
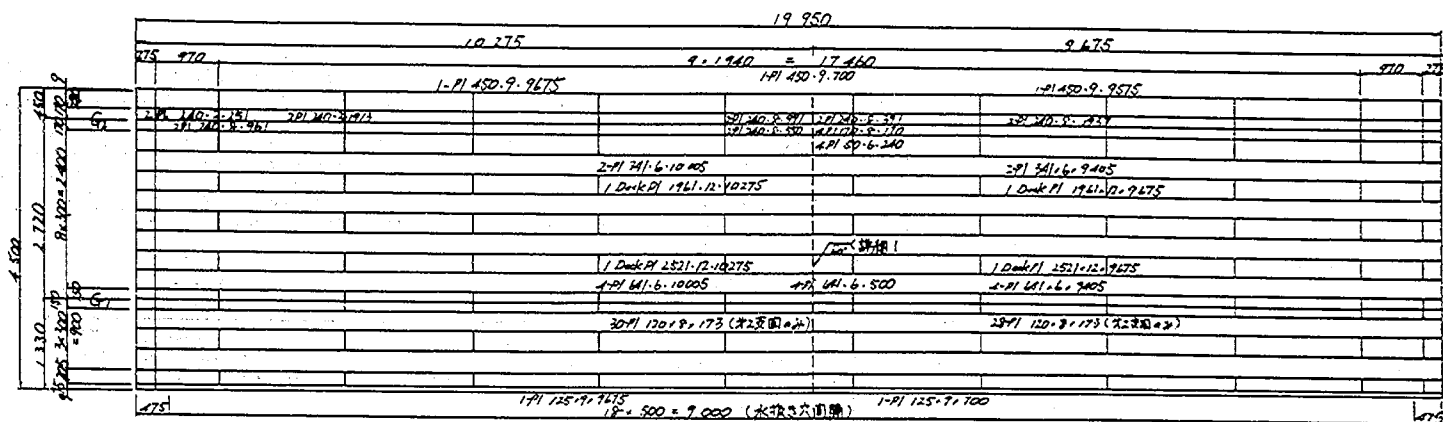


図-1.3(1) B橋の構造詳細

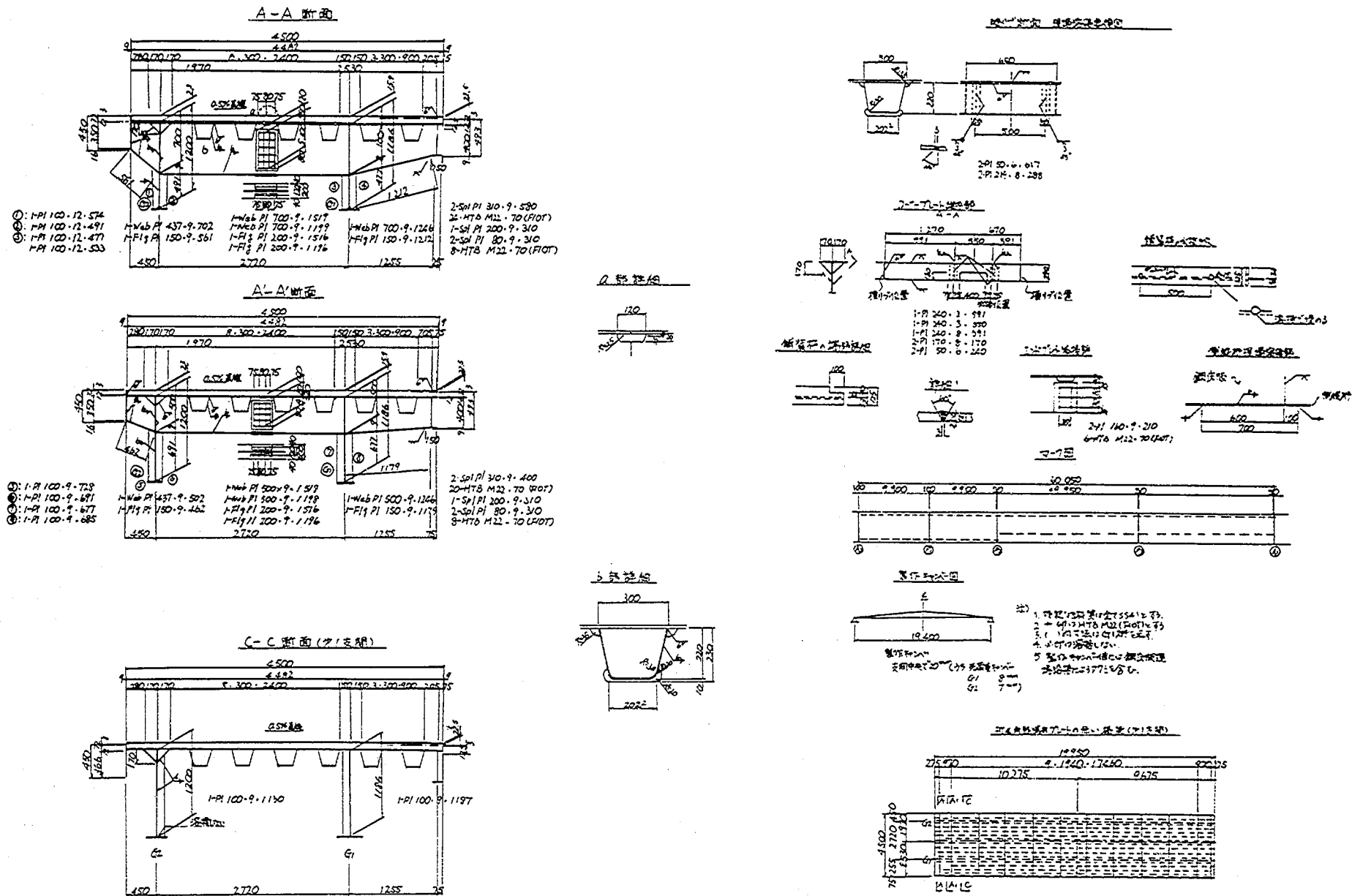


図-1.3(2) B橋の構造詳細および現場継手

1.2 試験方法

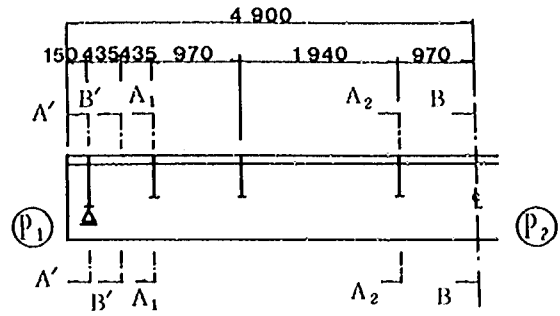
(1) ひずみの測定位置

A橋およびB橋のひずみの測定位置を図一 1.4, 図一 1.5 および図一 1.6 に示す。鋼床版の版としての応力を測定するため縦リブ下面, 横リブ下フランジ下面および主桁下フランジ下面に単軸ゲージを貼付した。また, 横リブウェブと主桁との溶接部の局部応力を測定するために横リブウェブと主桁との交差部に単軸ゲージを貼付した。横リブウェブには, 主応力の流れを測定するため三軸ゲージを貼付した(図一 1.4 および図一 1.5)。さらに縦リブと横リブの交差部におけるスリットR部と縦リブと横リブの溶接部の局部応力を調べるために図一 1.6 に示す位置に単軸ゲージを貼付けた。ゲージの貼付状況を写真一 1, 2 に示す。

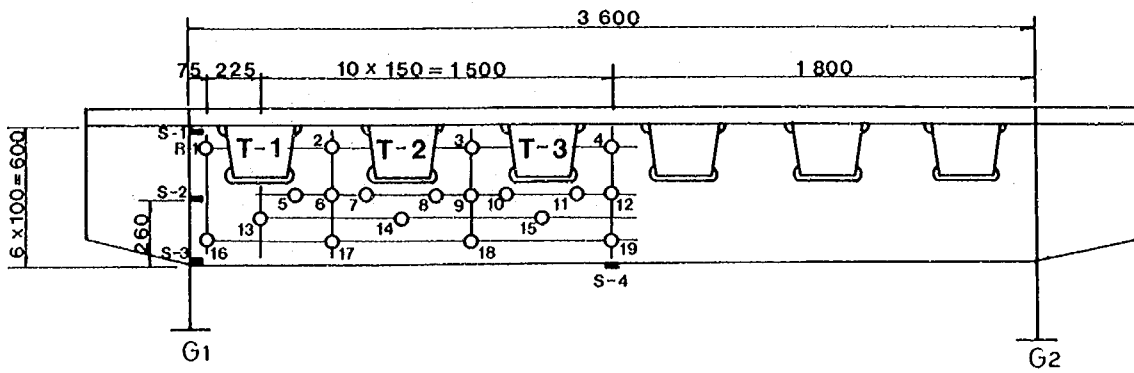
(2) 荷重および載荷位置

試験に用いた荷重車は, 総重量 19.1t の三軸大型トラック (最大軸重: 中軸 10.475 t) である (図一 1.7)。

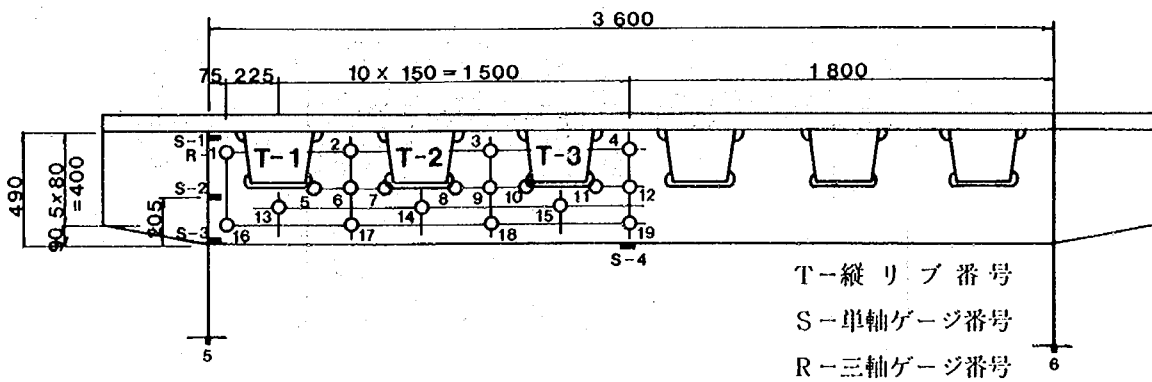
A橋およびB橋における荷重車の載荷位置を図一 1.8 および図一 1.9 に示す。A橋では 1～59 の載荷位置とトラックの右中輪の中心が一致するように, またB橋では, 載荷点 60～104 はトラックの右中輪の中心が, 載荷点 105～132 はトラックの左中輪の中心がそれぞれ一致するように載荷した。載荷位置および載荷状況を写真一 3～5 に示す。



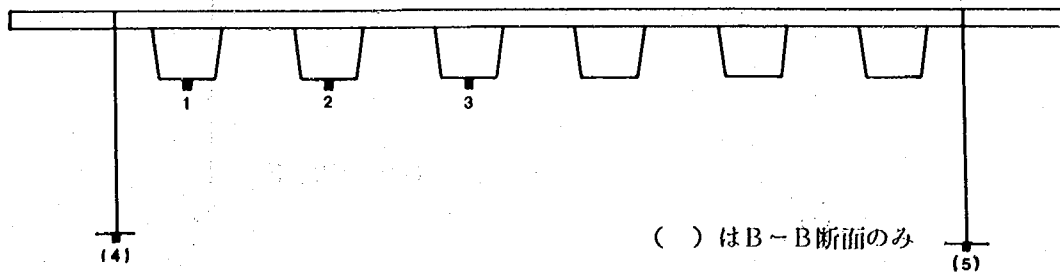
A'-A'断面



A₁-A₁, A₂-A₂断面

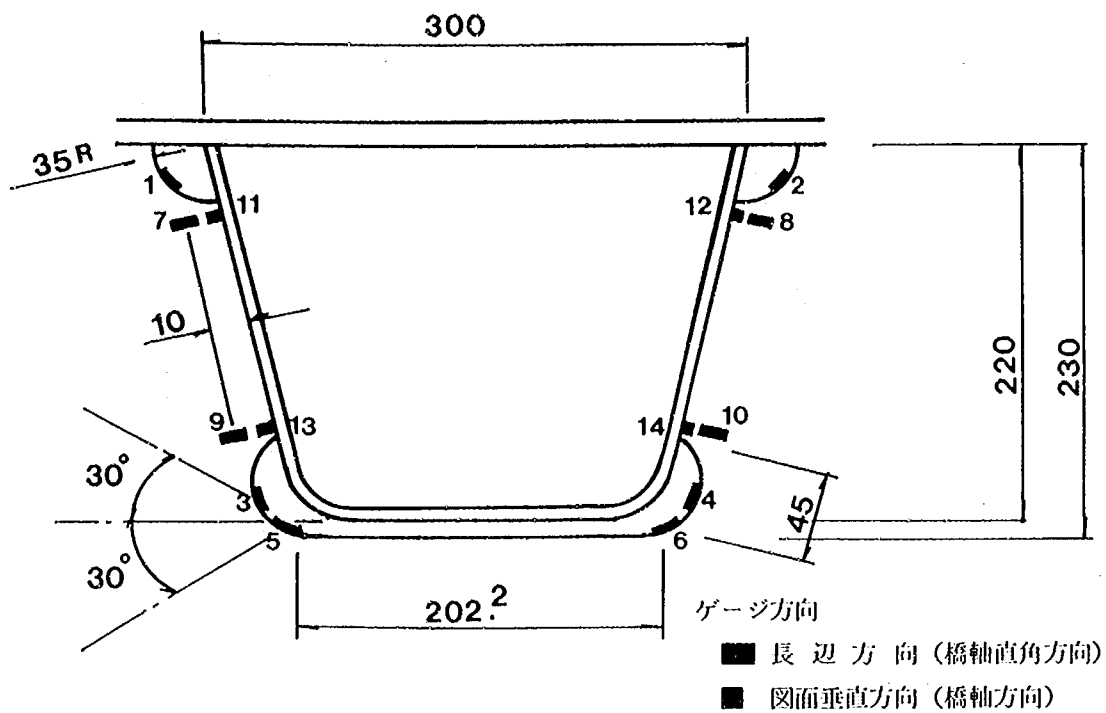


B-B, B'-B'断面



() はB-B断面のみ

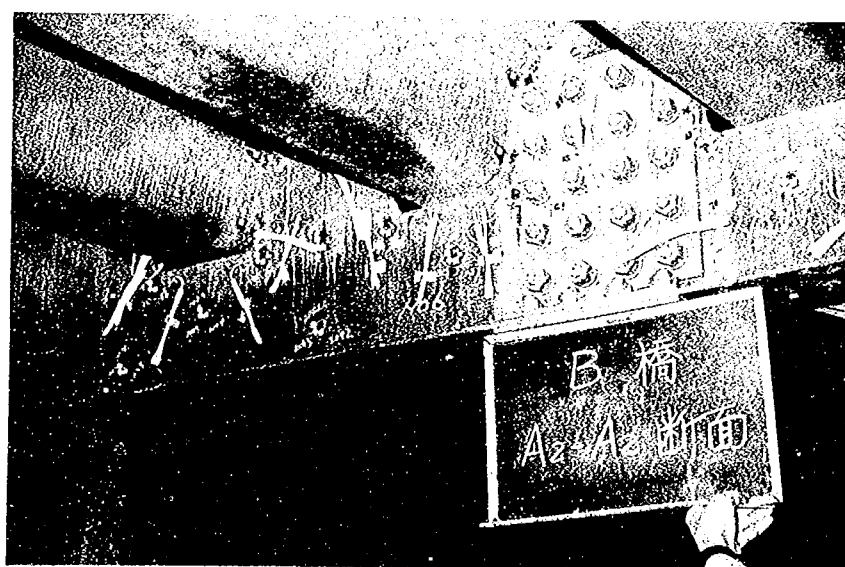
図-1.4 A橋ゲージ貼付位置図



図一 1.6 縦リブと横リブの交差部におけるゲージ貼付詳細図

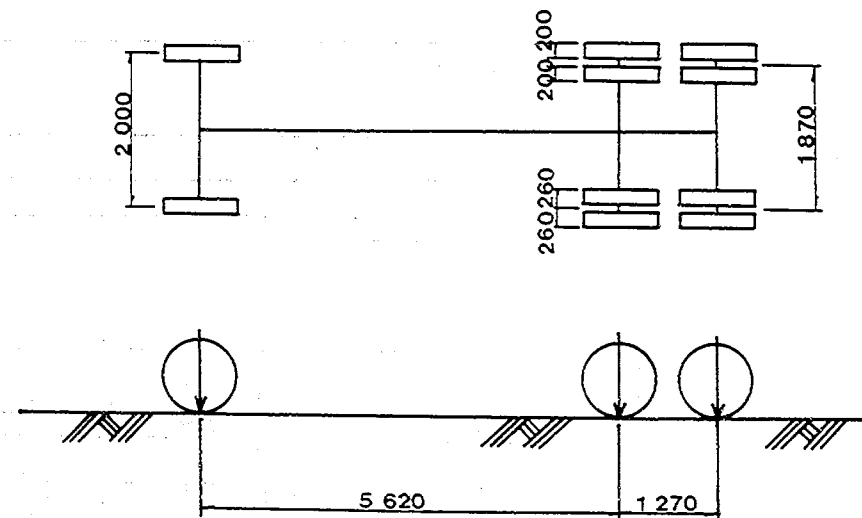


写真—1 ひずみゲージ貼付状況 (A橋)
A'-A' 断面



写真—2 ひずみゲージ貼付状況 (B橋)
A₂-A₂ 断面

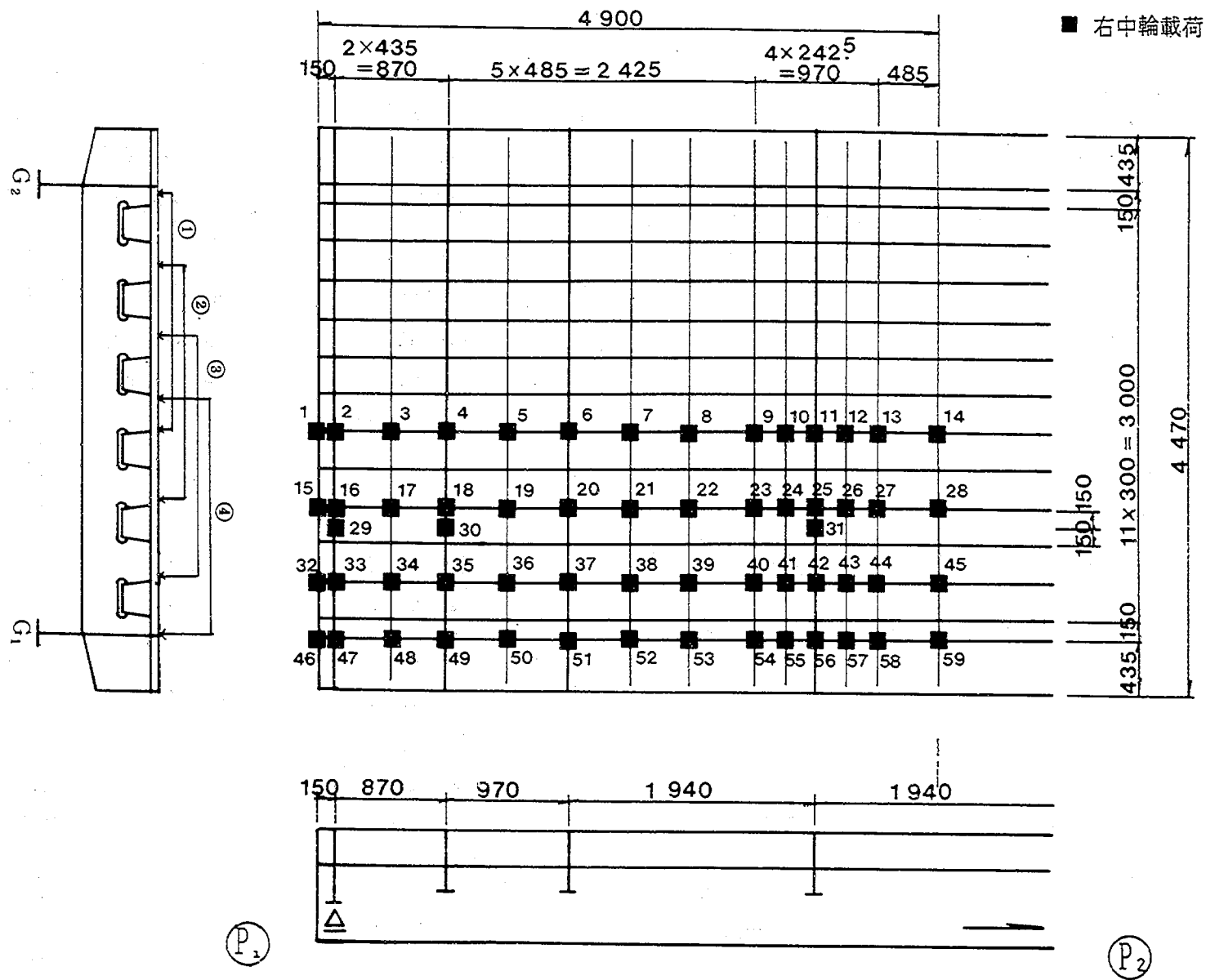
形 式	日 野	K-KF 386
全 長		11,750 (mm)
全 巾		2,490 (mm)
全 高		3,050 (mm)
ホイールベース		5,620 + 1,270 (mm)
ト レ ッ ド	前 輪	2,000 (mm)
	後 輪 前	1,870 (mm)
	後 輪 後	1,860 (mm)
最低地上高		250 (mm)
荷 台 寸 法	長	9,200 (mm)
	巾	2,350 (mm)
最大積載量		10,500 (kg)
車両重量		9,220 (kg)
車両総重量		19,885 (kg)
空車時重量配分	前 輪	42 (%)
	後 輪 前	36 (%)
	後 輪 後	22 (%)
積車時重量配分	前 輪	24 (%)
	後 輪 前	48 (%)
	後 輪 後	28 (%)
最 高 速 度		105 (km/H)



輪 重

	前 輪 (kg)	中 輪 (kg)	後 輪 (kg)	計
右 側	1,150	5,010	3,150	9,310
左 側	1,175	5,465	3,150	9,790
計	2,325	10,475	6,300	19,100

図-1.7 荷 重 車 諸 元



图一.8 A 橋荷重車載荷位置

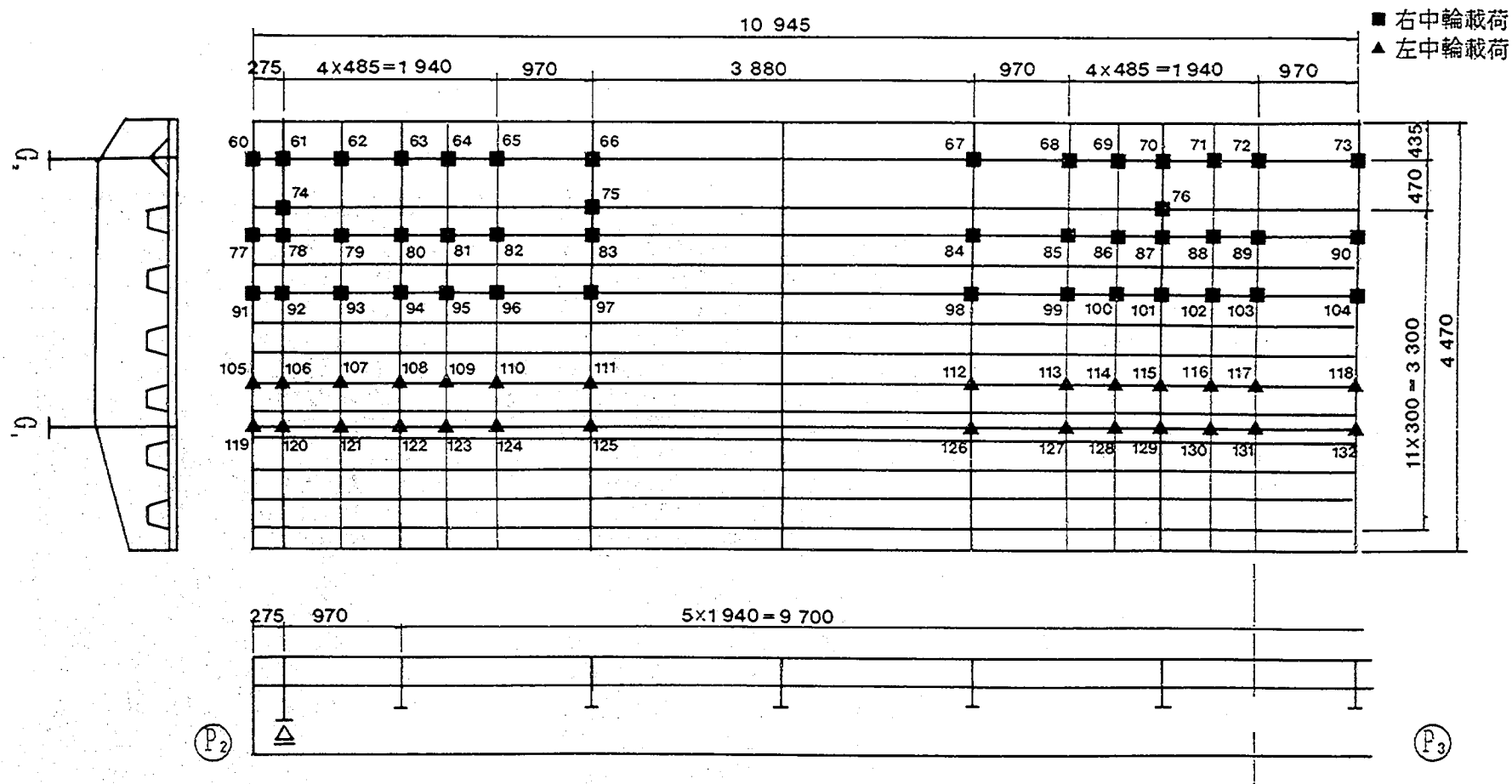


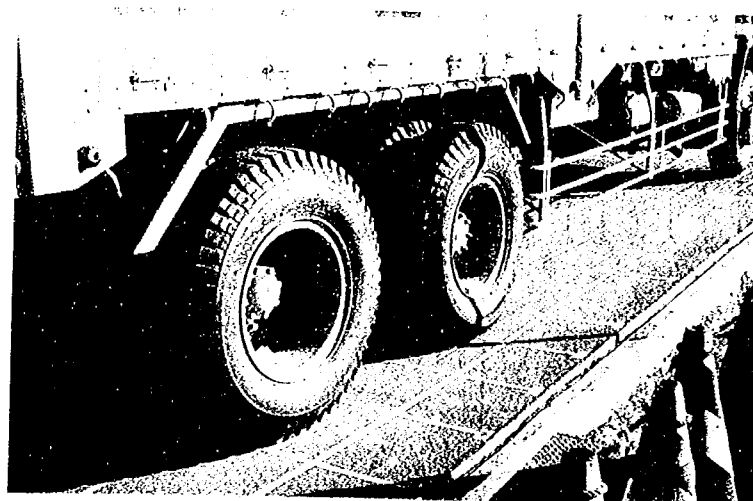
图 1.9 B 桥荷重車載荷位置



写真—3 トラック中輪載荷位置



写真—4 トラック載荷状況



写真—5 トラック載荷状況

2. A橋の載荷試験結果

2.1 縦リブの応力度

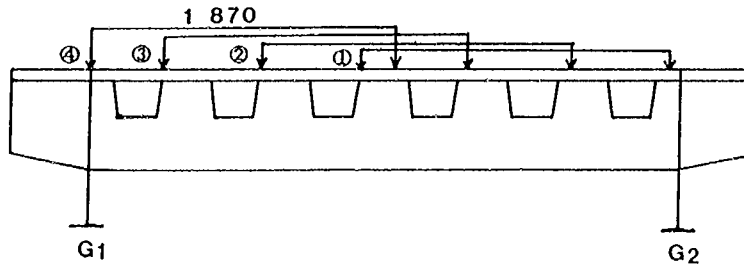
橋軸直角方向のトラックの中輪載荷位置を図一 2.1 に示す①～④載荷状態のように表す。

①載荷状態とは、例えば、図一 1.8 に示す右中輪載荷位置 3 とそのときの左中輪載荷の位置を表わし、

④載荷状態とは、右中輪載荷位置 48 とそのときの左中輪載荷位置を表わしている。

表一 2.1 に中輪荷重が主桁端部（点 a）および主桁支間中央部（点 c）の直上にあるときのそれぞれの縦リブ下面の応力度を示す。これによると主桁端部、主桁支間中央部とも①載荷状態のとき、主桁間中央付近の縦リブ下フランジ（ゲージ番号 3）の値が大きいことがわかる。これは縦リブの位置が主桁間のほぼ中央にあり、輪重も縦リブ直上近くにあるためである。

表一 2.2 および図一 2.3 に①載荷状態における主桁間中央付近の縦リブ下フランジ（ゲージ番号 3）の測定値と計算値の比較を示す。応力の最大値は主桁端部（点 a）では、測定値が計算値の 85%，主桁支間中央部（点 c）では同じく 86% 程度である。なお計算値は Pelican—Esslinger の方法により求めた²⁾。

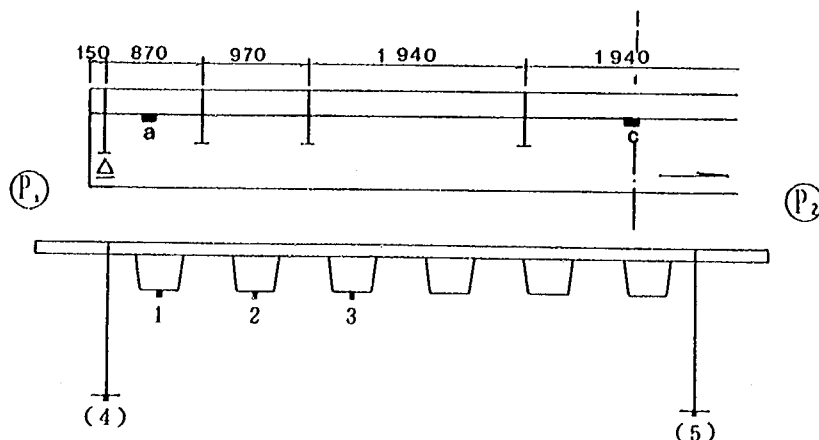


図一 2.1 橋軸直角方向の中輪載荷位置

表一 2.1 A橋 縦リブ下面応力度 (kg/cm²)

		桁 端 部 (点 a)				桁 中 央 部 (点 c)			
載 荷 状 態		① (3)	② (17)	③ (34)	④ (48)	① (14)	② (28)	③ (45)	④ (59)
ゲージ 番 号	1	9	21	132	65	19	22	241	90
	2	26	145	84	30	57	321	173	57
	3	156	86	40	110	349	193	91	217

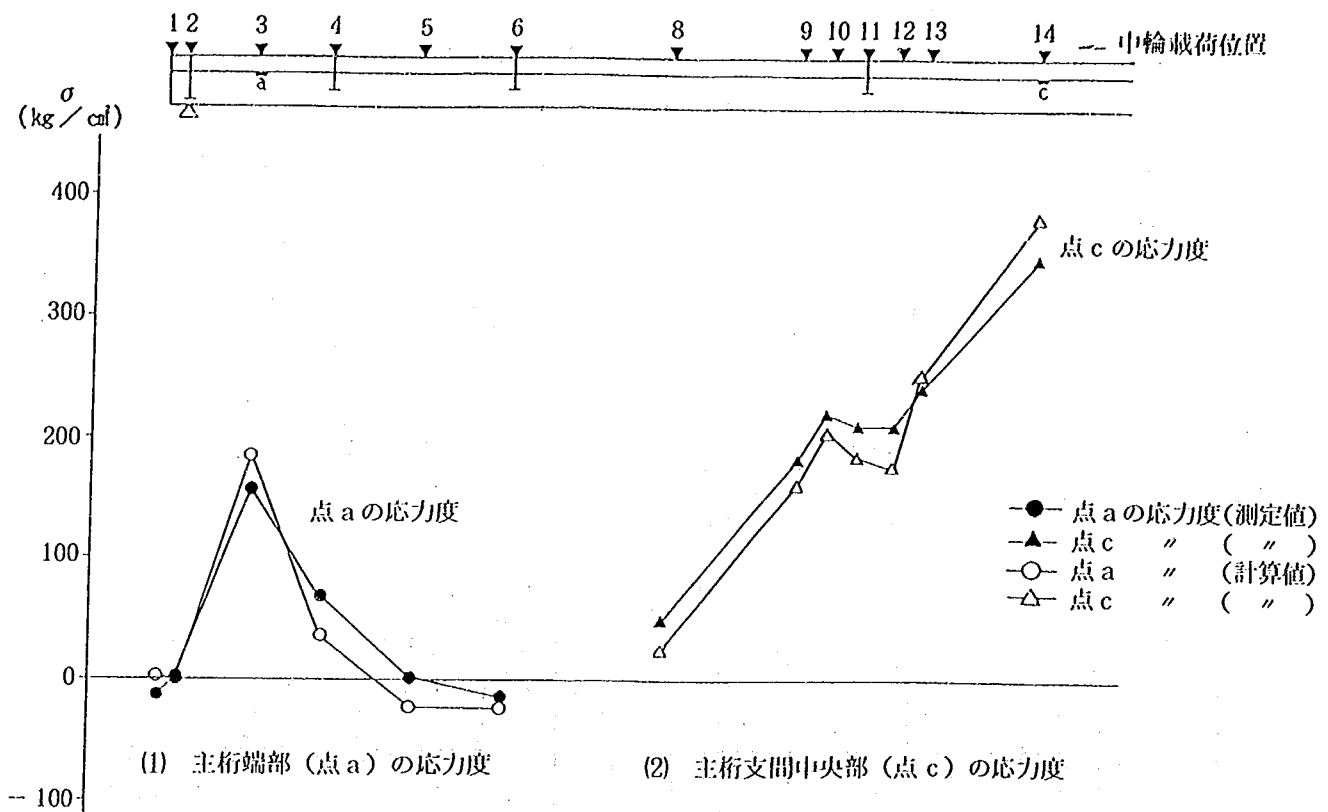
() は右中輪載荷位置の番号



図一 2.2 縦リブ下面測定位置

表一 2.2 A 橋 ① 載荷状態における縦リブ支間中央の応力度

	主 桁 端 部 (点 a)						主桁支間中央部 (点 c)						
右中輪載荷位置	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14
測 定 値 σ (kg/cm ²)	− 14	3	156	69	1	− 11	51	180	222	212	212	242	349
計 算 値 σ _d (kg/cm ²)	1.0	0	183	34.7	− 25.3	− 24.5	24.6	161	209	191	178	246	394
$\frac{\sigma}{\sigma_d} \times 100$ (%)	−	−	85	−	−	45	−	118	106	111	119	98	86



図一 2.3 A 橋 ① 載荷状態における縦リブ支間中央の応力度

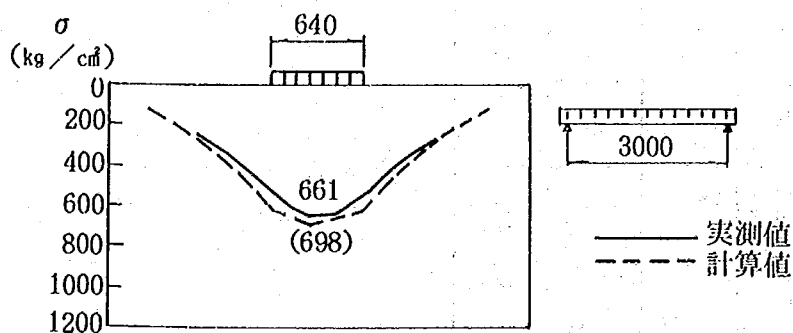
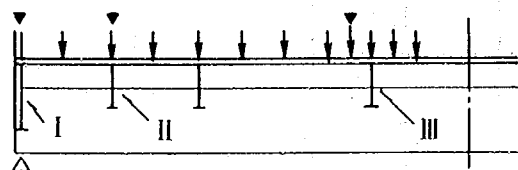
2.2 横リブの応力度

支点上（横リブⅠ），主桁端部（横リブⅡ），および主桁支間中央付近（横リブⅢ）の各横リブ支間中央の下フランジ下面応力度を表一 2.3 に示す。どの横リブも①，④載荷状態のときの応力が②，③載荷状態のときの応力に比べて大きくなっている。これは，過去に行われた鋼床版橋の載荷実験結果³⁾による横リブの曲げ応力分布を見てもうかがえる（図一 2.4）。

測定値が最大であった④載荷状態での各横リブの応力度の測定値と計算値の比較を表一 2.4 に，橋軸方向の応力分布を図一 2.5 (1)，(2)，(3)に示す。横リブ下フランジの応力が最も大きかったトラック中輪の軸重位置は，支点上（横リブⅠ），主桁端部（横リブⅡ）では，横リブ直上に載ったときであるが，主桁支間中央付近（横リブⅢ）は横リブ直上ではなく，横リブ少し手前に載ったときである。これは，載荷試験に用いたトラックが三軸車であり，主として後輪二軸により各横リブに生じる反力が決定されるためである。各横リブとも計算値は測定値とよく一致しており，測定値／計算値は約80～100 %程度である。なお計算値は，Pelican－Esslingerの方法により求めた。

表一 2.3 A橋 横リブ支間中央下フランジの応力度 (kg/cm²)

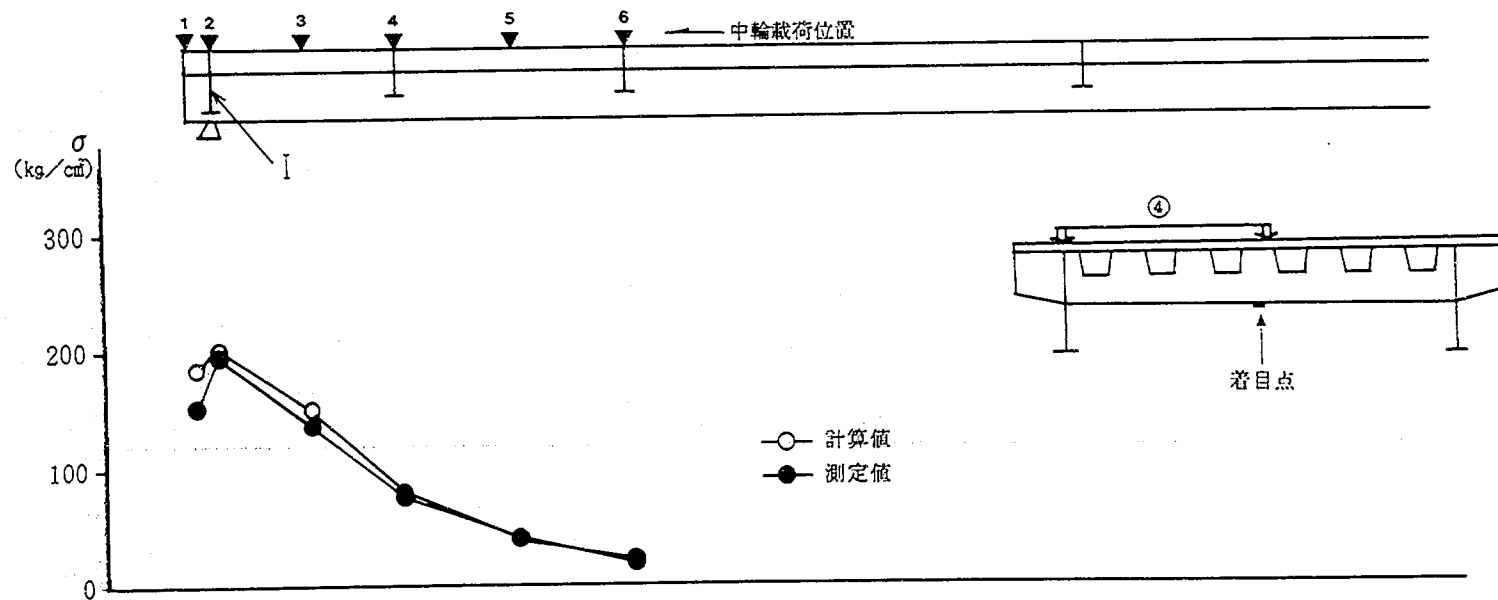
横リブ 載荷状態	I	II	III
①	191	197	332
②	157	132	244
③	171	150	273
④	195	201	332



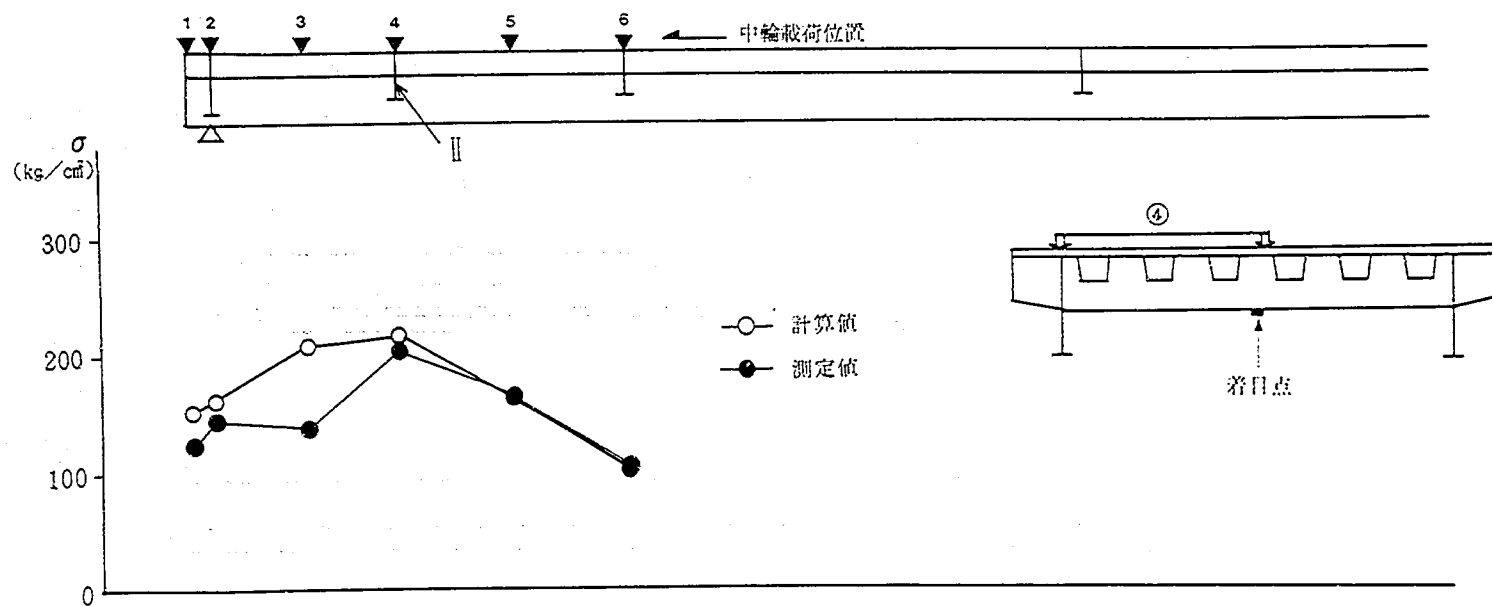
図一 2.4 西新井橋の載荷実験

表— 2.4 A 橋 ④ 載荷状態における横リブ中央部の応力度

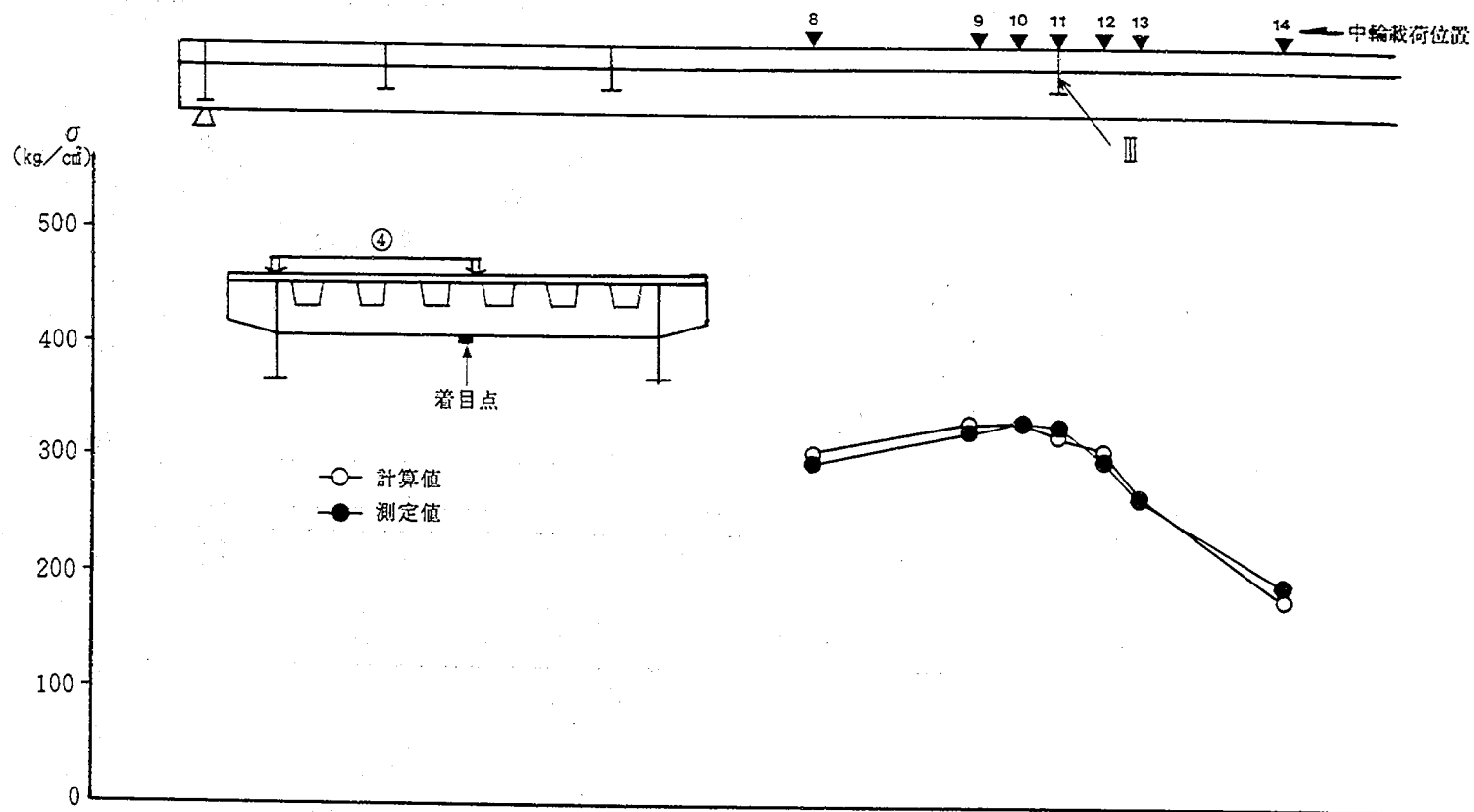
	横リブⅠ						横リブⅡ						横リブⅢ						
右中輪載荷位置	46	47	48	49	50	51	46	47	48	49	50	51	53	54	55	56	57	58	59
測定値 σ (kg/cm ²)	152	195	135	77	40	19	122	141	135	202	163	105	296	326	333	330	300	268	194
計算値 σ_d (kg/cm ²)	184	198	150	78	40	25	150	160	207	216	161	104	304	331	331	319	308	269	179
$\frac{\sigma}{\sigma_d} \times 100$ (%)	83	98	90	99	100	76	81	88	65	94	101	101	97	98	101	103	97	99	108



図—2.5(1) A橋 ④荷状態における横リブ中央部の応力度(横リブⅠ)



図—2.5(2) A橋 ④荷状態における横リブ中央部の応力度(横リブⅡ)



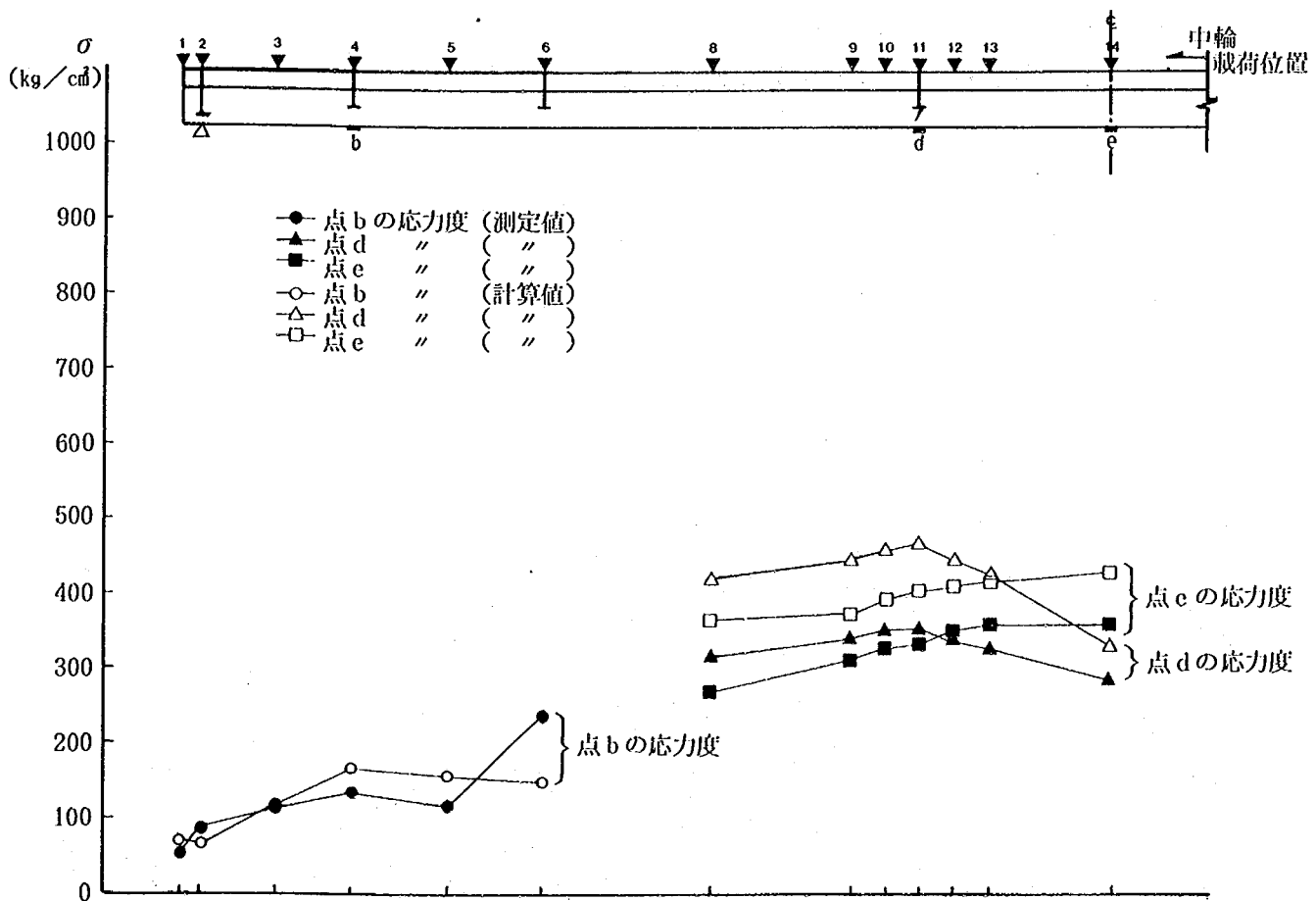
図一2.5(3) A橋 ④載荷状態における横リブ中央部の応力度(横リブⅢ)

2.3 主桁の応力度

表一 2.5 および図一 2.6 は、① 載荷状態における主桁 (G_2) の下フランジ応力度の測定値と計算値を比較した結果を示す。測定値が計算値の70~90%となっており、全体的な傾向は良く一致している。なお計算ではフランジの有効巾は道路橋示方書の 8.3.4 に従った。

表一 2.5 A 橋 ① 載荷状態における G_2 桁下フランジの応力度

	点 b						点 d								点 e							
橋軸方向の右 中輪載荷位置	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	8	9	10	11	12	13	14		
測 定 値 σ (kg/cm ²)	53	89	113	135	119	237	321	343	351	352	340	382	285	270	311	326	338	345	355	355		
計 算 値 σ _d (kg/cm ²)	65	64	116	168	157	148	419	445	457	469	448	426	382	369	424	446	453	460	467	481		
$\frac{\sigma}{\sigma_d} \times 100$ (%)	82	—	97	80	76	—	77	77	77	75	76	90	75	73	73	73	75	75	76	74		



図一 2.6 A 橋 ① 載荷状態における G_2 桁下フランジの応力度

2.4 横リブのスリットR部の応力度

表一 2.6 に各横リブに最も影響を与える橋軸方向のトラックの載荷位置とそのときのスリットのR部の応力度を示す。また、それぞれのR部に発生した最大応力度と最小応力度を表一 2.7 に示す。

デッキプレート側のスリットR部（ゲージ番号1，2）の応力度は最小 -688 kg/cm^2 （CASE 4，②載荷），最大 825 kg/cm^2 （CASE 4，③載荷）であり，縦リブ下部のスリットR部の応力度は，ゲージ番号3，4では最小 -803 kg/cm^2 （CASE 4，②載荷），最大 708 kg/cm^2 （CASE 1，①載荷），ゲージ番号5，6では最小 -1241 kg/cm^2 （CASE 4，②載荷），最大 1094 kg/cm^2 （CASE 3，①載荷），である。

正負とも応力度の大きなゲージ番号5，6の荷重状態と応力度の関係を図一 2.7 に示す。これをみると支点上（横リブI）では，橋軸直角方向の載荷位置にかかわらず，主桁（ G_1 ）に隣接したT-1リブのゲージ番号6に応力が集中し，主桁端部および主桁支間中央付近（横リブII，III）ではT-2リブのゲージ番号5に集中していることがわかる。

縦リブ下部のR部の応力は，橋軸直角方向に正負の値が交互に生じている。主桁支点上の横リブIでは，圧縮側応力の絶対値が大きいが，支間中央に移動するに従って引張側の応力が大きくなり，主桁支間中央付近の横リブIIIでは引張側の応力の絶対値の方が大きくなっている。また，絶対値そのものも横リブIIIにおいて最大となっている。したがって，今回の静的載荷試験からは，主桁支間中央に近づく程，スリットR部は疲労の影響を受けやすいものと考えられる。

図一 2.8 (1)，(2)，(3)に各横リブの主応力分布図を示す。

表-2.6 A橋 スリットR部の応力度

(kg/cm²)

横リブ	橋軸方向の 載荷位置	縦リブ	T-1						T-2						T-3					
		ゲージ番号 載荷位置	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
I	CASE 1	① (1)	112	-252	112	-362	493	-667	248	-266	708	-358	650	-733	232	52	98	-313	365	-403
		② (15)	185	-350	195	-478	733	-973	366	-175	558	-415	608	-751	66	42	-31	0	-31	58
		③ (32)	282	-204	94	-662	710	-1099	158	-144	267	-161	286	-326	158	-63	131	-90	322	-233
		④ (46)	178	-197	-64	-374	358	-666	212	-250	555	284	515	-572	232	-8	171	-273	443	-481
II	CASE 2	① (4)	223	-236	60	-173	334	-356	150	-224	277	-245	696	-416	370	173	109	-263	385	-409
		② (18)	343	-398	130	-252	595	-605	453	71	167	-397	689	-530	-26	-3	-51	110	-162	278
		③ (35)	573	-166	-2	-414	608	-800	45	-98	34	-21	106	-1	19	-131	119	-77	328	-150
		④ (49)	387	-147	-117	-205	224	-372	101	-216	230	-260	576	-365	141	17	312	-317	655	-628
III	CASE 3	① (9)	403	-432	171	-236	564	-477	238	-313	468	-495	1094	-877	523	409	166	-449	580	-645
		② (23)	593	-686	330	-371	1000	-803	579	247	359	-786	1048	-1201	263	13	-152	149	-193	383
		③ (40)	766	-244	209	-673	965	-1096	351	-151	31	-154	260	-186	52	-152	222	-164	589	-265
		④ (54)	488	-305	65	-315	469	-541	142	-280	414	-507	955	-816	257	228	464	-549	1008	-931
	CASE 4	① (10)	404	-428	170	-237	562	-471	240	-313	463	-488	1085	-868	560	414	173	-455	602	-664
		② (24)	591	-688	328	-365	993	-797	608	254	376	-803	1085	-1241	218	-6	-155	176	-225	419
		③ (41)	825	-235	190	-689	964	-1120	310	-167	29	-127	237	-149	49	-156	217	-165	585	-268
		④ (55)	531	-294	28	-314	434	-536	144	-282	416	-517	960	-826	238	227	502	-573	1068	-983

() は右中輪載荷位置の番号

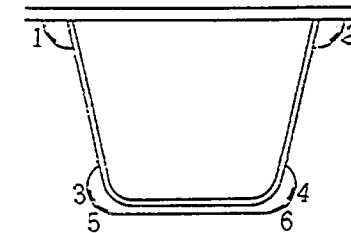
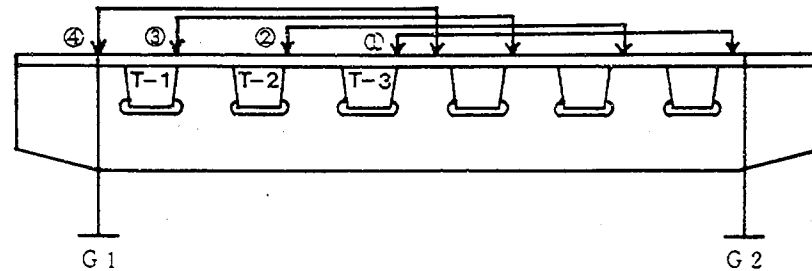
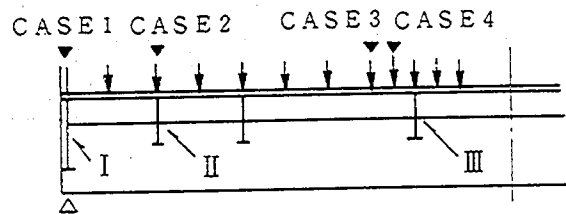
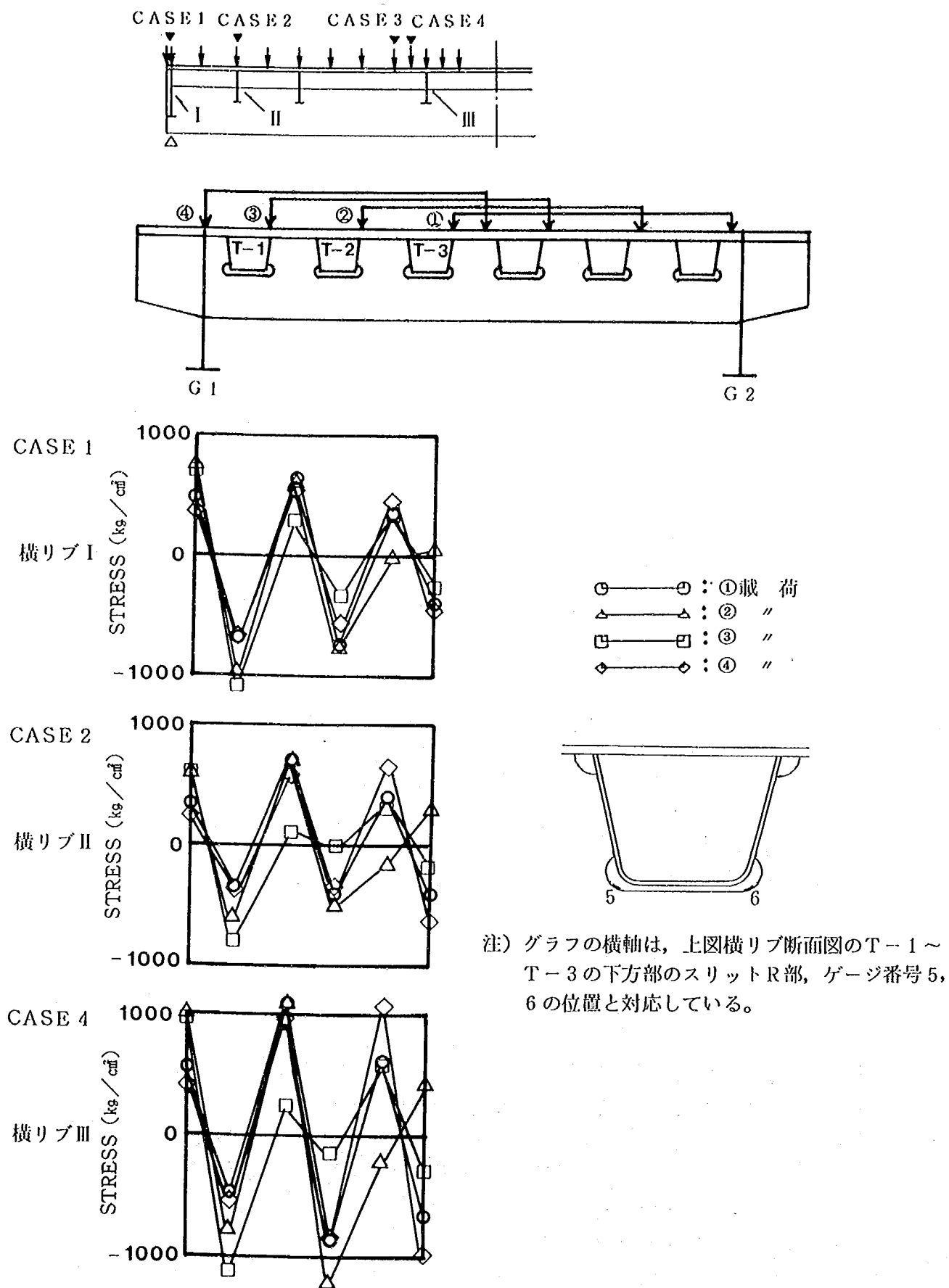
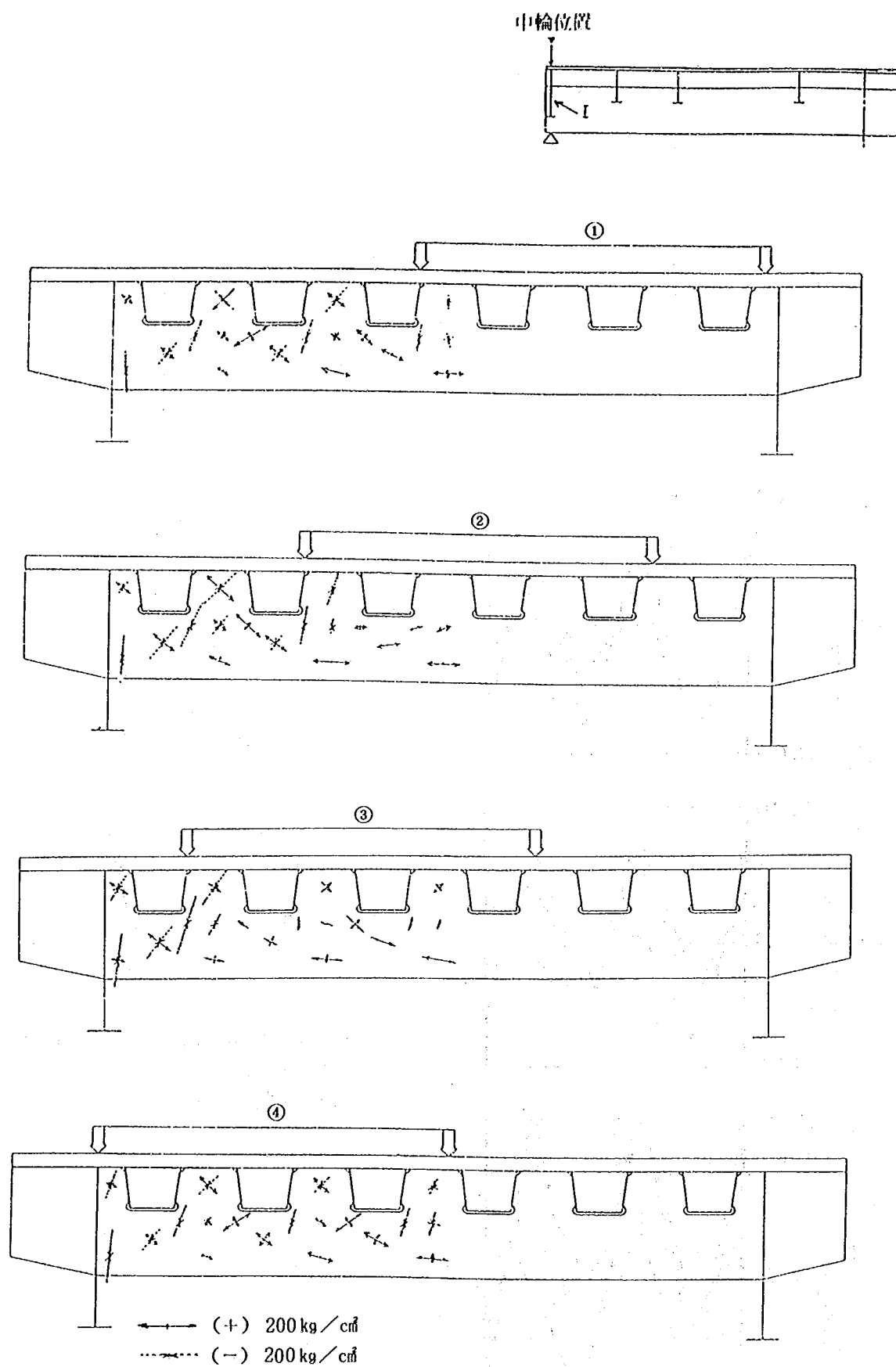


表-2.7 スリットR部の最大応力度および最小応力度

横 リ ブ	縦リブ	T - 1						T - 2						T - 3					
	ゲージ 番 号	1, 2		3, 4		5, 6		1, 2		3, 4		5, 6		1, 2		3, 4		5, 6	
		最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値
I	CASE1	282	-350	195	-662	733	-1099	366	-266	708	-415	650	-751	232	-63	171	-313	443	-481
II	CASE2	573	-398	130	-252	608	-800	453	-224	277	-397	696	-530	370	-131	312	-317	655	-628
III	CASE3	766	-686	330	-673	1000	-1096	579	-313	468	-786	1094	-1201	523	-152	464	-549	1008	-931
	CASE4	825	-688	328	-689	993	-1120	608	-313	463	-803	1085	-1241	560	-156	502	-455	1068	-983



図一 2.7 A橋 スリットR部の応力分布の比較



図—2.8(1) A橋 主応力分布図(横リブI)

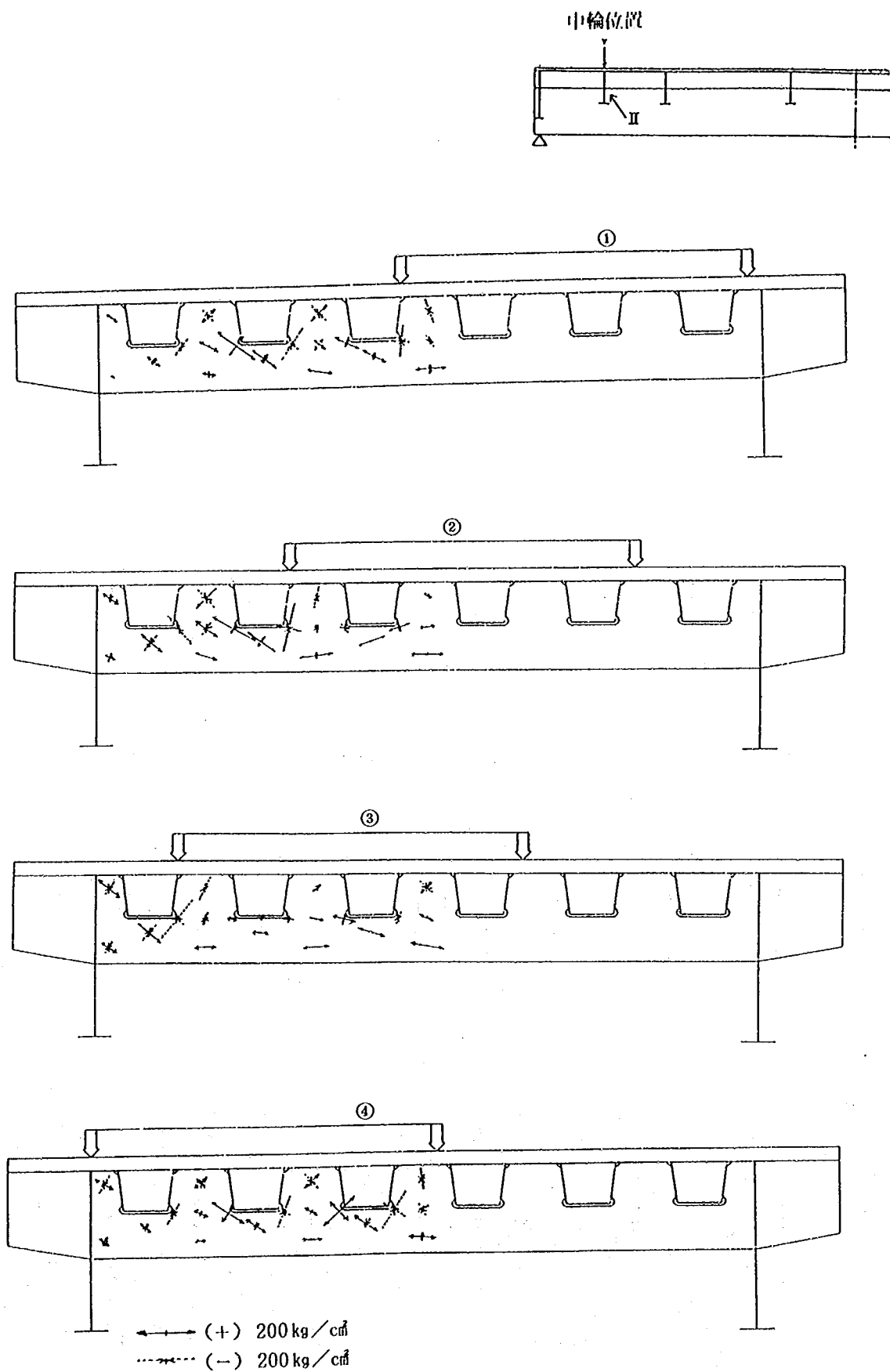
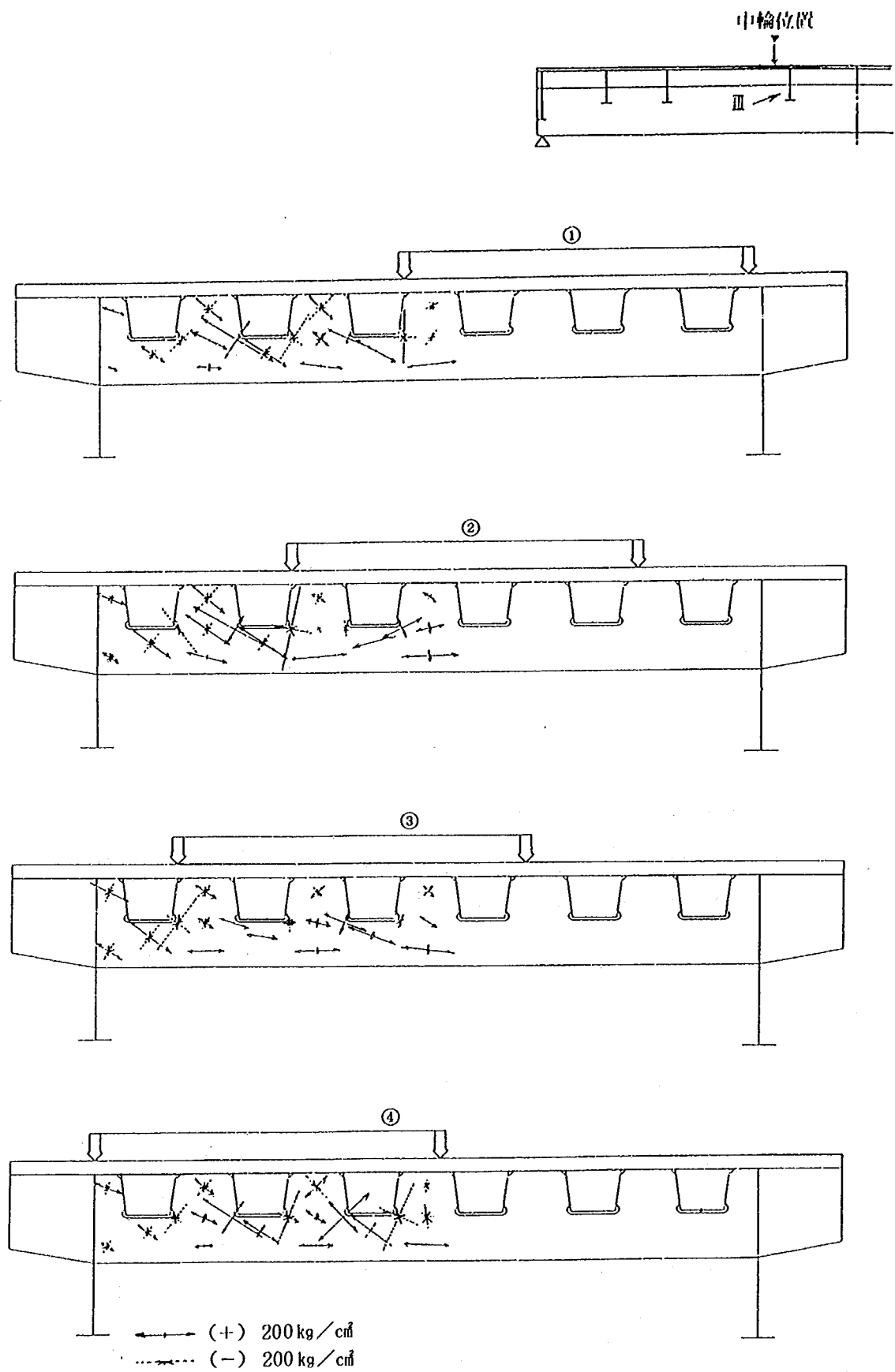


図-2.8 (2) A橋 主応力分布図 (横リブⅡ)



図—2.8(3) A橋 主応力分布図(横リブⅢ)

2.5 縦リブと横リブの溶接接合部の応力度

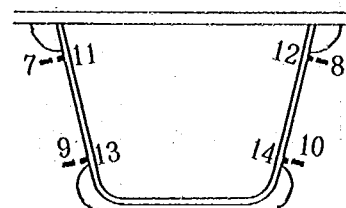
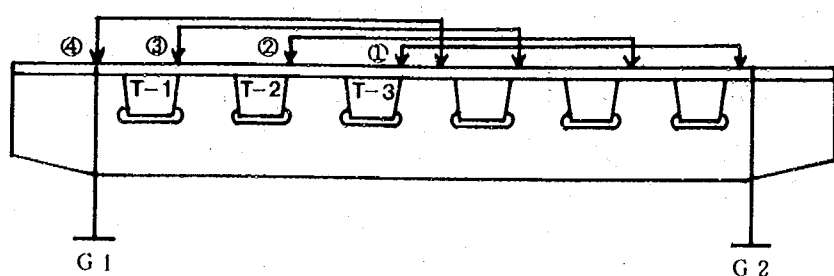
表一 2.8 に縦リブと横リブとの溶接接合部の横リブ側の応力度を示す。また表一 2.9 に縦リブと横リブの溶接接合部の縦リブ側の応力度を示す。

表一 2.8 A橋 縦リブと横リブの溶接接合部の応力度 (横リブ側)

縦リブ	側	横リブ ゲージ方向	I				II				III			
			①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④
T-1	G ₁	7	4	8	29	30	74	118	19	10	172	256	137	84
		9	-101	-140	-202	-144	-202	-359	-453	-213	-218	-468	-540	-149
	G ₂	8	-18	-37	12	-14	-57	-125	-237	-60	-109	-220	-519	-115
		10	67	121	101	24	345	536	550	257	426	709	731	372
T-2	G ₁	7	-5	12	19	-3	-11	16	2	-5	-36	-49	-60	-31
		9	-73	-60	10	-48	25	-17	-14	4	92	2	10	-12
	G ₂	8	-6	25	-4	-12	60	8	16	46	69	-19	14	45
		10	94	99	-15	44	-17	-47	2	-13	-115	-154	-15	-42
T-3	G ₁	7	-6	2	-12	-14	-78	3	-7	-32	-95	-107	-26	-75
		9	-95	24	-51	-92	-28	3	16	25	-9	18	37	-55
	G ₂	8	80	1	-11	52	-13	-5	10	26	-57	-18	24	-14
		10	88	-21	57	90	-45	35	3	-62	-135	-5	33	-53

表一 2.9 A橋 縦リブと横リブの溶接接合部の応力度 (縦リブ側)

縦リブ	側	横リブ ゲージ方向	I				II				III			
			①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④
T-1	G ₁	11	-5	-8	-2	2	-59	-101	-165	-120	-99	-162	-212	-172
		13	-97	-132	-149	-74	0	7	-29	-43	47	51	-19	-59
	G ₂	12	44	69	54	34	38	60	20	0	43	76	-5	-8
		14	126	179	175	79	45	69	44	44	28	50	-144	23
T-2	G ₁	11	-24	-79	-32	-44	-29	-112	-9	-40	-63	-102	-83	-90
		13	29	36	19	20	58	58	69	55	102	-2	-6	44
	G ₂	12	-128	-118	-44	-99	23	-7	4	12	34	-37	-4	-1
		14	141	133	57	100	83	80	96	-18	40	-111	130	116
T-3	G ₁	11	-26	1	-15	-27	-57	11	-4	-32	-140	-77	-55	-117
		13	-104	11	-65	-111	71	106	92	88	28	43	121	58
	G ₂	12	38	0	8	37	-19	2	19	25	-44	-25	5	-32
		14	79	-3	50	80	79	122	109	82	-130	128	174	-1



ゲージ方向
 ■ 長方形長辺 (橋軸直角方向)
 ■ 図面垂直 (橋軸方向)

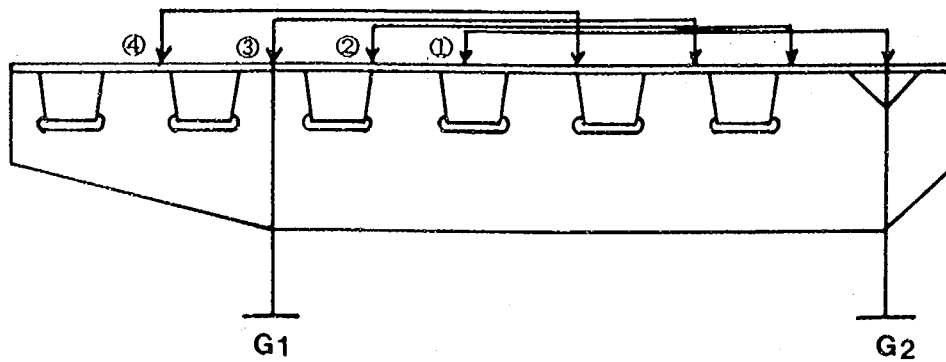
3. B橋の載荷試験結果

3.1 縦リブの応力度

橋軸直角方向のトラックの中輪載荷位置を図一3.1に示す①～④載荷状態のように表わす。①載荷状態とは、例えば図一1.9に示す右中輪載荷位置60とそのときの左中輪載荷位置を表わしている。また、③載荷状態とは、左中輪載荷位置119とそのときの右中輪載荷位置を表わしている。

表一3.1にトラックの中輪が主桁端部(点a)および主桁支間中央部(点c)の直上にあるときのそれぞれの縦リブ下面の応力度を示す。それによると、主桁端部、主桁支間中央部ともに、縦リブ直上に載っている①載荷のとき、ゲージ番号4の応力度が最大となっている。

表一3.2および図一3.3に主桁端部の縦リブ下面(点a)および主桁支間中央部の縦リブ下面(点c)の①載荷状態における主桁間中央付近の縦リブ(ゲージ番号4)の測定値と計算値の比較を示す。点aおよび点cの最大値の測定値/計算値は、0.94および1.03となっており、全体的に良く一致している。

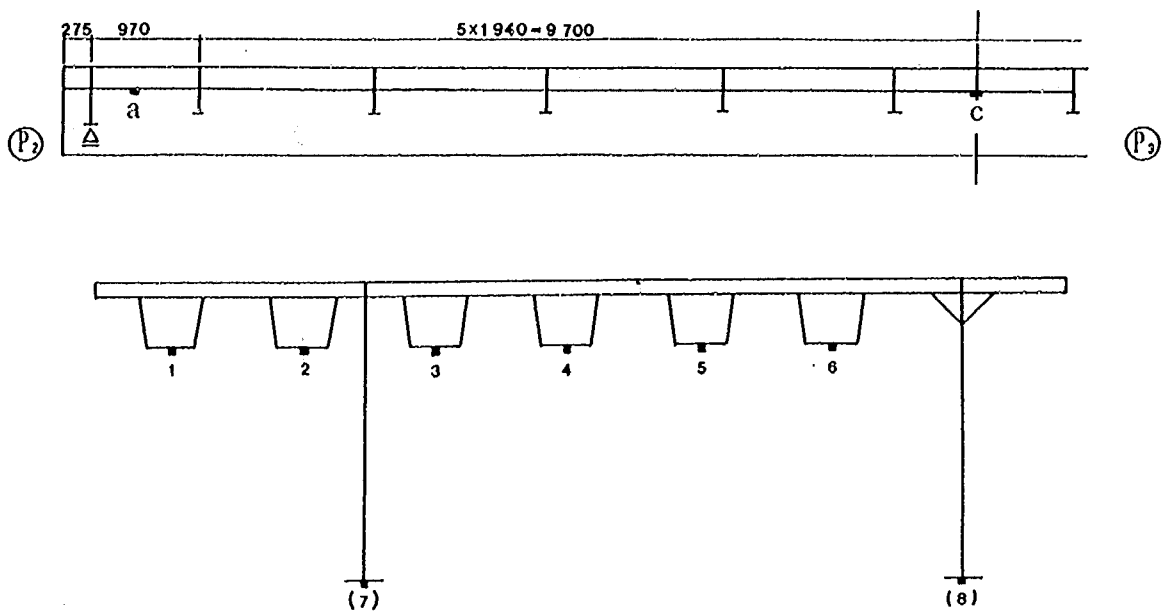


図一3.1 橋軸直角方向の中輪載荷位置

表一3.1 B橋 縦リブ下面応力度

(kg/cm²)

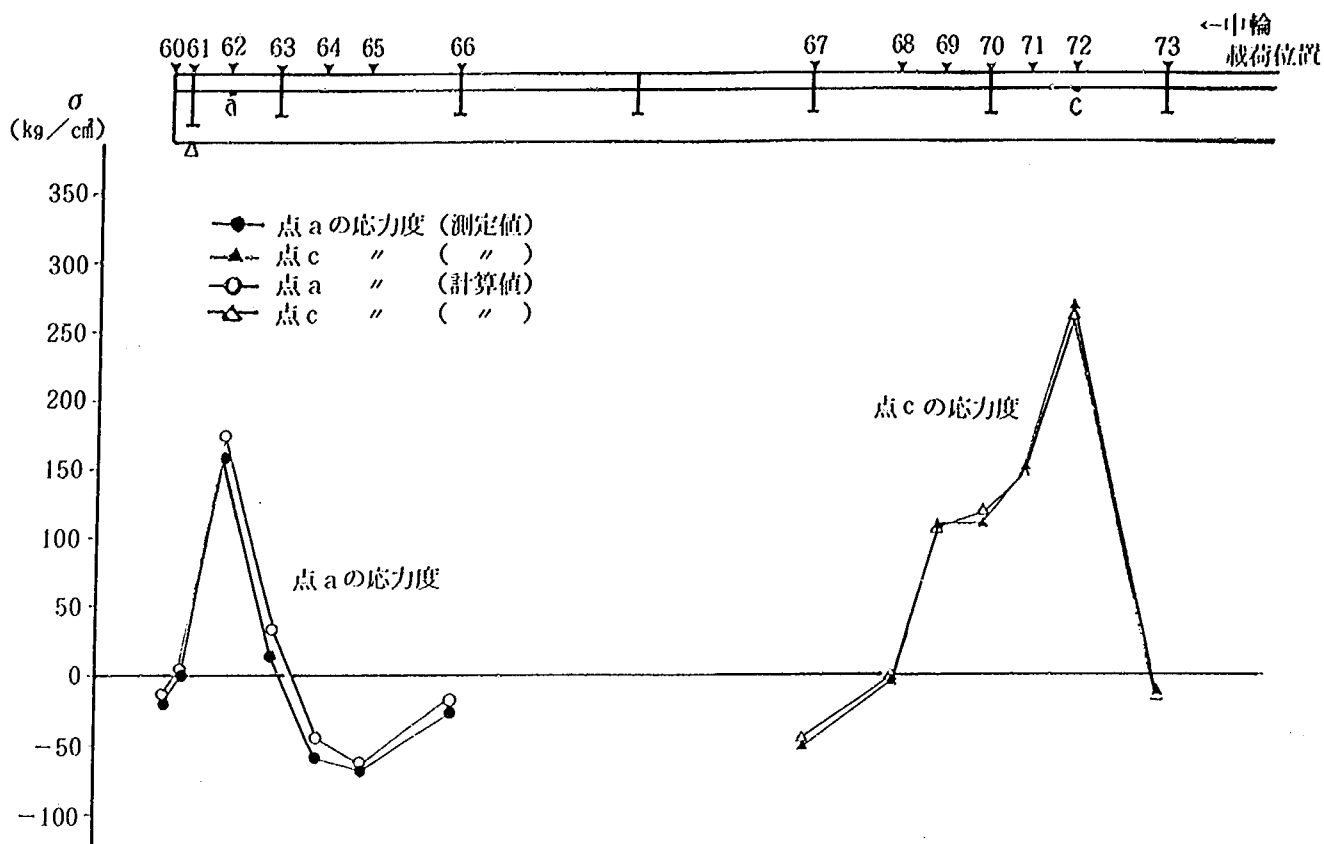
載荷位置 ゲージ番号		主桁端部（点 a）				主桁支間中央部（点 c）			
		①	②	③	④	①	②	③	④
B 橋	1	— 1	— 4	43	98	0	— 5	— 1	109
	2	— 1	2	5	69	— 5	— 22	56	137
	3	29	101	58	8	5	153	71	— 29
	4	160	86	30	71	269	66	8	67
	5	38	38	100	140	8	6	138	208
	6	20	103	117	29	— 8	176	160	2



図一 3.2 縦リブ下面測定位置

表一 3.2 B 橋 ① 載荷状態における縦リブ支間中央の応力度

	主 桁 端 部 (点 a)							主 桁 支 間 中 央 部 (点 c)						
橋軸方向の右 中輪載荷位置	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
測 定 値 σ (kg/cm ²)	-21	0	160	13	-59	-69	-27	-51	-5	109	111	152	269	-11
計 算 値 σ_d (kg/cm ²)	-11.6	-0.8	171	31	-42	-60.4	-19.5	-51.2	-4	105	117	150	261	-14
$\frac{\sigma}{\sigma_d} \times 100$ (%)	—	—	94	42	140	114	138	99	125	104	95	101	103	79



図一 3.3 B橋 ①载荷状態における縦リブ支間中央の応力度

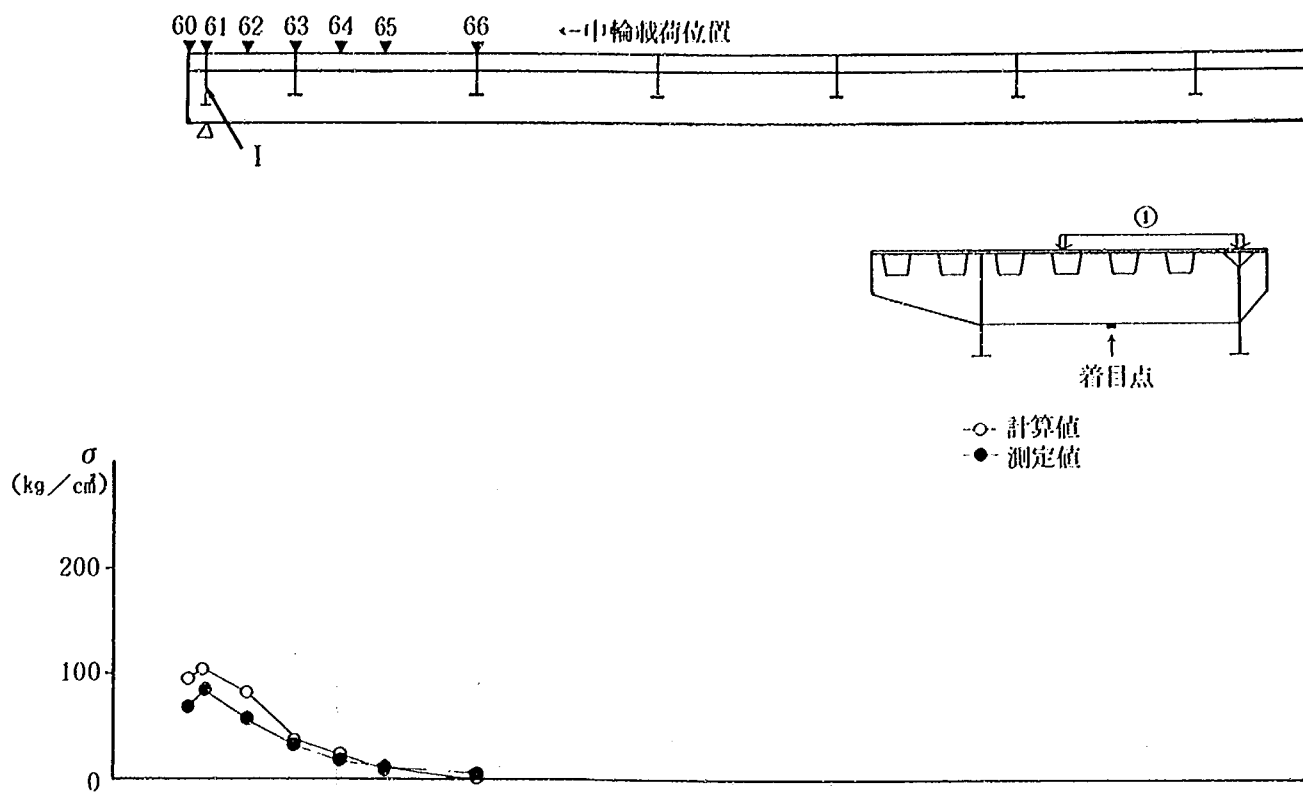
3.2 横リブの応力度

支点上（横リブⅠ），主桁端付近（横リブⅡ），主桁支間中央付近（横リブⅢ）の各横リブ支間中央部の応力度の測定値と計算値を表一 3.3 に，図一 3.4 (1), (2), (3) に橋軸方向の応力分布を示す。

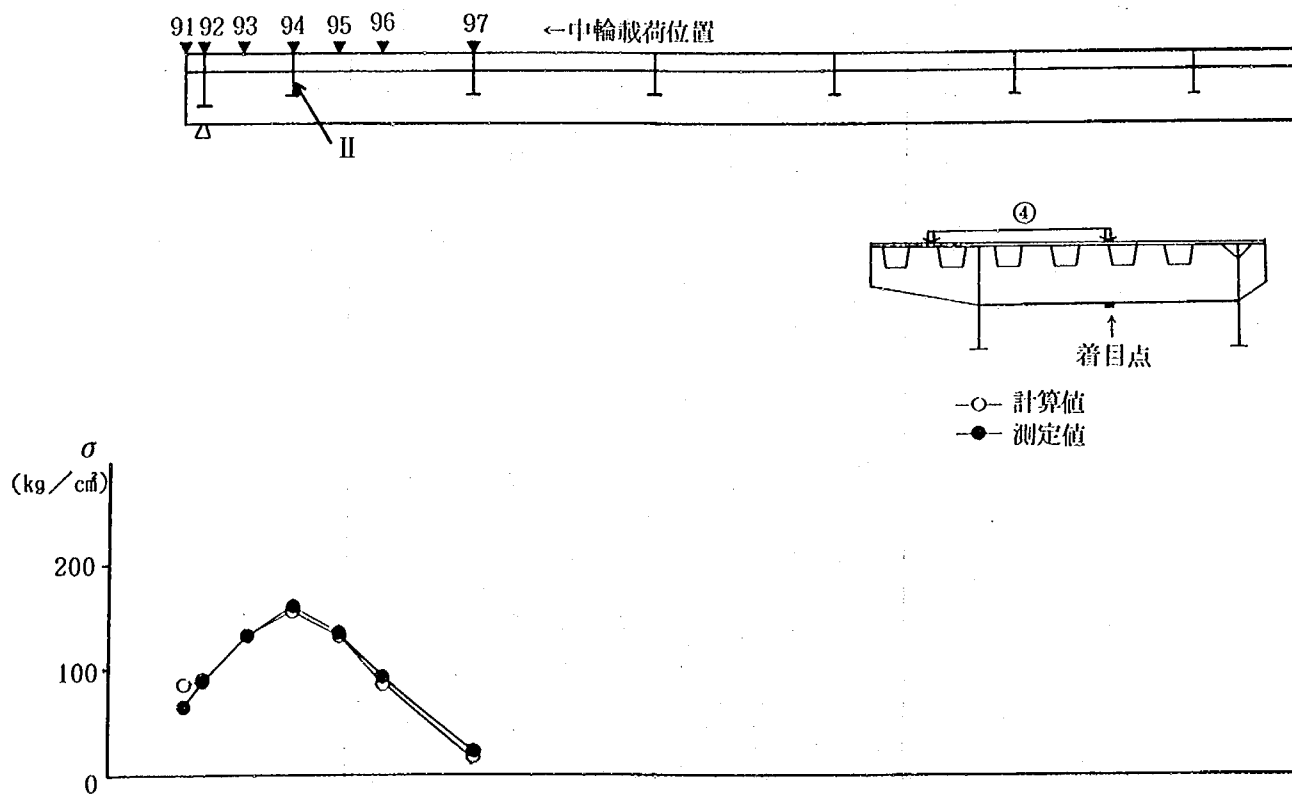
支点上（横リブⅠ）では①载荷のときが，主桁端部および主桁支間中央付近（横リブⅡ，Ⅲ）では，それぞれ③，④载荷のときが最大となっている。測定値／計算値は，支点上（横リブⅠ）では0.7～0.8，主桁端部および主桁支間中央付近（横リブⅡ，Ⅲ）では，1.0程度であり，A橋の結果と同じようによく一致した傾向を示している。

表-3.3 B橋 横リブ支間中央部の応力度

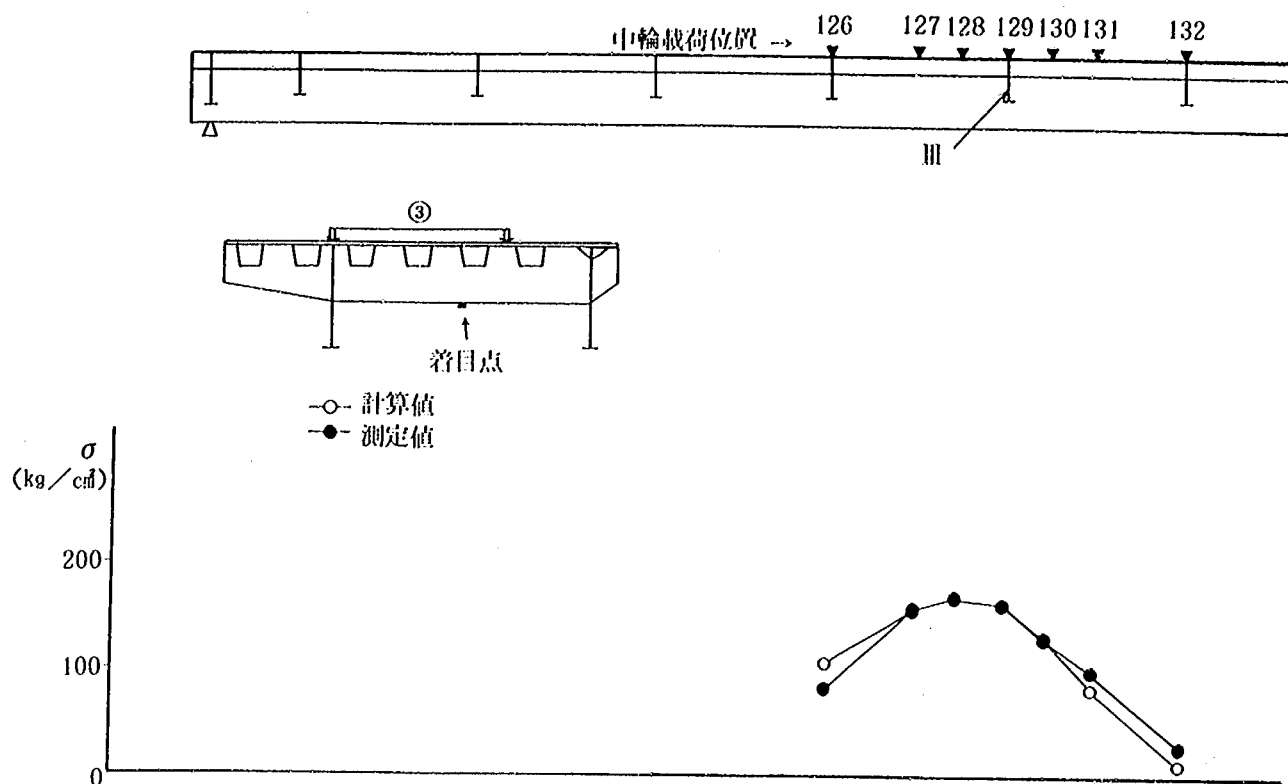
	横リブⅠ (④ 載荷状態)							横リブⅡ (④ 載荷状態)							横リブⅢ (③ 載荷状態)						
橋軸方向の 中輪載荷位置	60	61	62	63	64	65	66	91	92	93	94	95	96	97	126	127	128	129	130	131	132
測定値 σ (kg/cm ²)	69	85	57	33	18	11	5	66	86	133	159	135	93	23	83	159	173	163	132	100	27
計算値 σ_d (kg/cm ²)	96	104	83	38	24	8.1	1.2	86	87	133	155	134	84	16	108	158	169	163	130	83	13
$\frac{\sigma}{\sigma_d} \times 100$ (%)	72	82	69	87	75	—	—	77	99	100	103	101	—	—	73	101	102	100	102	—	—



図一 3.4(1) B橋 ①載荷状態における横リブ支間中央部の応力度 (横リブ I)



図一 3.4(2) B橋 ④載荷状態における横リブ支間中央部の応力度 (横リブ II)



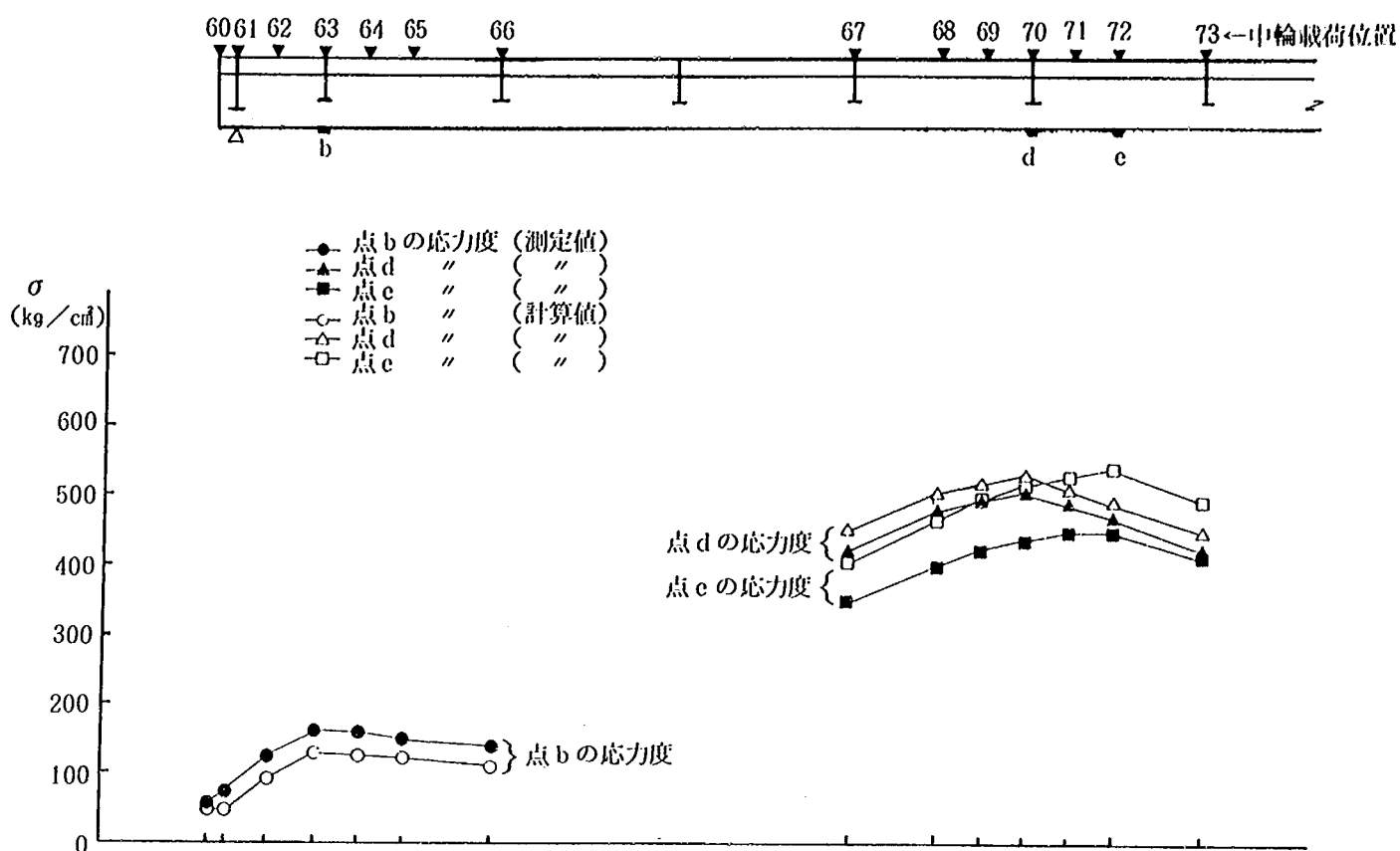
図一 3.4(3) B橋 ③載荷状態における横リブ支間中央部の応力度 (横リブⅢ)

3.3 主桁の応力度

表一 3.4, および図一 3.5 に主桁 (G_2) の測定値と計算値を示す。測定値と計算値は、全体的に良く一致している。

表一 3.4 B橋 ①載荷状態における G_2 桁下フランジの応力度

	点 b							点 d							点 e						
橋軸方向の右 中輪載荷位置	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	67	68	69	70	71	72	73
測定値 σ (kg/cm ²)	56	74	123	161	159	149	137	419	475	490	500	486	465	422	347	397	420	436	446	446	411
計算値 σ_d (kg/cm ²)	38	57	68	98	95	93	85	448	502	515	528	508	488	448	406	468	498	515	526	536	490
$\frac{\sigma}{\sigma_d} \times 100$ (%)	—	—	—	—	—	—	—	94	95	95	96	96	95	94	85	85	84	85	85	83	84



図一3.5 B橋 ①载荷状態における G_2 桁下フランジの応力度

3.4 横リブのスリットR部の応力度

表一3.5に各横リブに最も影響を与える载荷状態とスリットR部の応力度を示す。また、それぞれのR部に発生した最大・最小応力度を表一3.6に示す。

デッキプレート側のスリットR部（ゲージ番号1, 2）に発生した応力は、最小—435 kg/cm^2 （CASE3, ④载荷），最大755 kg/cm^2 （CASE3, ④载荷），縦リブ下部のスリットR部の応力度は，ゲージ番号3, 4では最小—1325 kg/cm^2 （CASE3, ④载荷），最大607 kg/cm^2 （CASE3, ④载荷），ゲージ番号5, 6では，最小—1597 kg/cm^2 （CASE3, ④载荷），最大1287 kg/cm^2 （CASE3, ④载荷）であり，最大・最小応力は，すべて支間中央部の横リブスリットR部に発生している。相対的に見て，デッキプレート側のR部の応力は，縦リブ下方に比べ小さく，特に張出し部では，その傾向が強い。デッキプレート側で比較的大きな応力が発生している箇所は G_1 主桁よりの縦リブ（T-3, T-4）のスリットR部であり，A橋と同じ傾向を示している。したがって，疲労設計上問題となるのは，張出し部を有する場合でもA橋と同じように縦リブ下部のスリットR部であると思われる。

図一3.6に，縦リブ下部のスリットR部（ゲージ番号5, 6）の応力分布を示している。B橋はA橋よりもスリットR部の応力集中が大きくなっている。これは，B橋はA橋に比べ主桁間は小さいが逆に支間はA橋の2倍もあり，主桁作用による影響の差が現われていることが考えられる。

図一3.7(1), (2), (3)に，それぞれの横リブウェブの主応力分布を示す。A橋と同じような応力の流れを示していることがわかる。

表-3.5 B橋 スリットR部の応力度

断面	橋軸方向の 面 載荷位置	縦リブ ゲージ番号 載荷位置	T - 1						T - 2						T - 3						T - 4						T - 5						T - 6						(kg/cm ²)					
			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6						
I	CASE 1	① (61)	11	-27	19	-38	55	-45	30	-118	43	-129	107	-134	175	-176	117	-298	515	-649	293	339	-71	-149	-7	-253	-72	133	-61	146	-237	269	-121	111	-174	109	-377	388						
		② (106)	11	-6	8	-15	36	-8	27	-124	34	-113	94	-118	346	-65	63	-481	451	-745	103	-2	-19	-21	-19	-78	29	44	0	23	-27	77	55	258	-153	-178	-239	57						
		③ (120)	4	14	0	11	-2	15	62	78	-65	-243	-16	-180	321	-81	-78	-293	189	-448	174	-159	165	-86	344	-251	232	47	67	-190	147	-362	140	289	-329	29	-597	354						
		④ (99)	-45	106	-52	37	-187	86	-4	234	-674	-36	-777	319	79	-265	89	-318	482	-587	281	-263	282	-194	603	-521	366	222	-61	-133	-89	-180	-39	79	-88	78	-252	220						
II	CASE 2	① (63)	-15	13	-50	30	-94	65	-5	-167	-31	-133	-7	26	317	-336	383	-454	938	1074	509	385	-65	-167	67	287	-118	146	-80	289	-237	554	-211	76	-206	170	-387	436						
		② (108)	4	-25	6	11	0	50	0	-214	69	-126	172	-29	563	-111	237	-567	787	-1063	166	2	-21	21	-40	61	-31	-11	23	27	42	67	67	220	-151	-128	-132	115						
		③ (122)	34	-42	44	-21	91	-42	90	100	-17	-260	50	-48	398	-117	44	-258	264	-446	161	-332	229	-121	513	-305	155	58	159	-278	310	-515	108	342	-457	209	-814	729						
		④ (94)	98	151	131	-92	251	-215	90	309	-758	271	-1302	834	47	-402	216	-362	657	-734	343	-412	433	-271	920	-795	319	416	-117	-80	-161	39	-223	128	-171	219	-470	559						
III	CASE 3	① (69)	3	-7	-69	54	-149	135	9	-74	-76	-171	26	24	298	-356	483	-612	1276	-1276	755	501	-102	-235	97	-374	-195	123	-125	326	-409	676	-210	64	-260	192	-477	590						
		② (114)	3	-34	-43	-11	-52	40	-5	-90	-18	-216	105	-48	580	60	320	-990	1253	-1597	432	-55	-29	5	4	30	-9	-41	17	45	98	112	83	429	-225	-368	-249	70						
		③ (128)	22	-39	23	-37	117	-56	59	126	-134	-330	-3	-48	401	-190	34	-455	616	-726	169	-397	321	-192	712	-444	317	329	186	-378	488	-575	43	346	-578	219	-1063	909						
		④ (100)	90	370	124	-197	393	-340	176	197	-1325	137	-1338	1210	2	-439	319	-638	1132	-1136	361	-244	607	-403	1287	-1002	672	422	-151	-94	-233	50	-235	153	-210	248	-575	691						

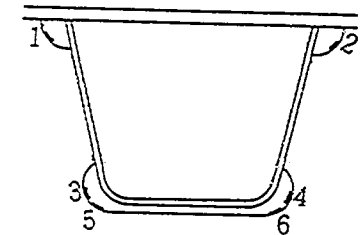
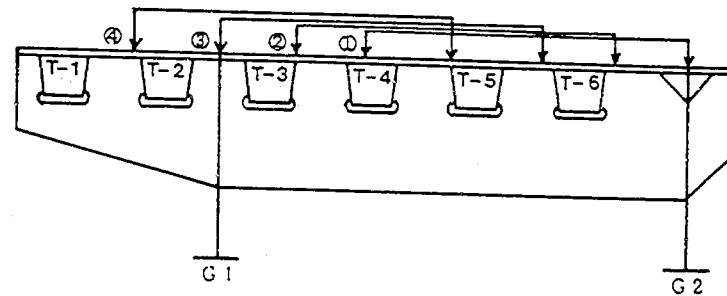
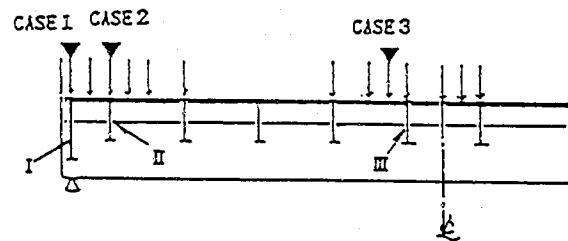


表-3.6 各スリットR部の最大・最小応力度

(kg/cm²)

縦リブ	ゲージ番号	T - 1						T - 2					
		1, 2		3, 4		5, 6		1, 2		3, 4		5, 6	
		最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値
I	CASE1	106	-45	37	-52	86	-187	234	-124	43	-674	319	-777
II	CASE2	151	-25	131	-92	251	-215	309	-214	271	-758	834	-1302
III	CASE3	370	-37	124	-197	393	-340	177	-74	137	-1325	1210	-1338
縦リブ	ゲージ番号	T - 3						T - 4					
		1, 2		3, 4		5, 6		1, 2		3, 4		5, 6	
		最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値
I	CASE1	346	-265	117	-481	515	-745	339	-263	282	-194	603	-521
II	CASE2	563	-402	383	-567	1074	-1063	509	-412	433	-271	920	-795
III	CASE3	580	-435	483	-990	1276	-1597	755	-397	607	-403	1287	-1002
縦リブ	ゲージ番号	T - 5						T - 6					
		1, 2		3, 4		5, 6		1, 2		3, 4		5, 6	
		最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値
I	CASE1	366	-72	146	-190	269	-362	289	-121	109	-329	388	-597
II	CASE2	416	-118	289	-278	554	-237	342	-223	219	-457	729	-814
III	CASE3	672	-41	326	-378	676	-575	429	-235	248	-578	691	-1063

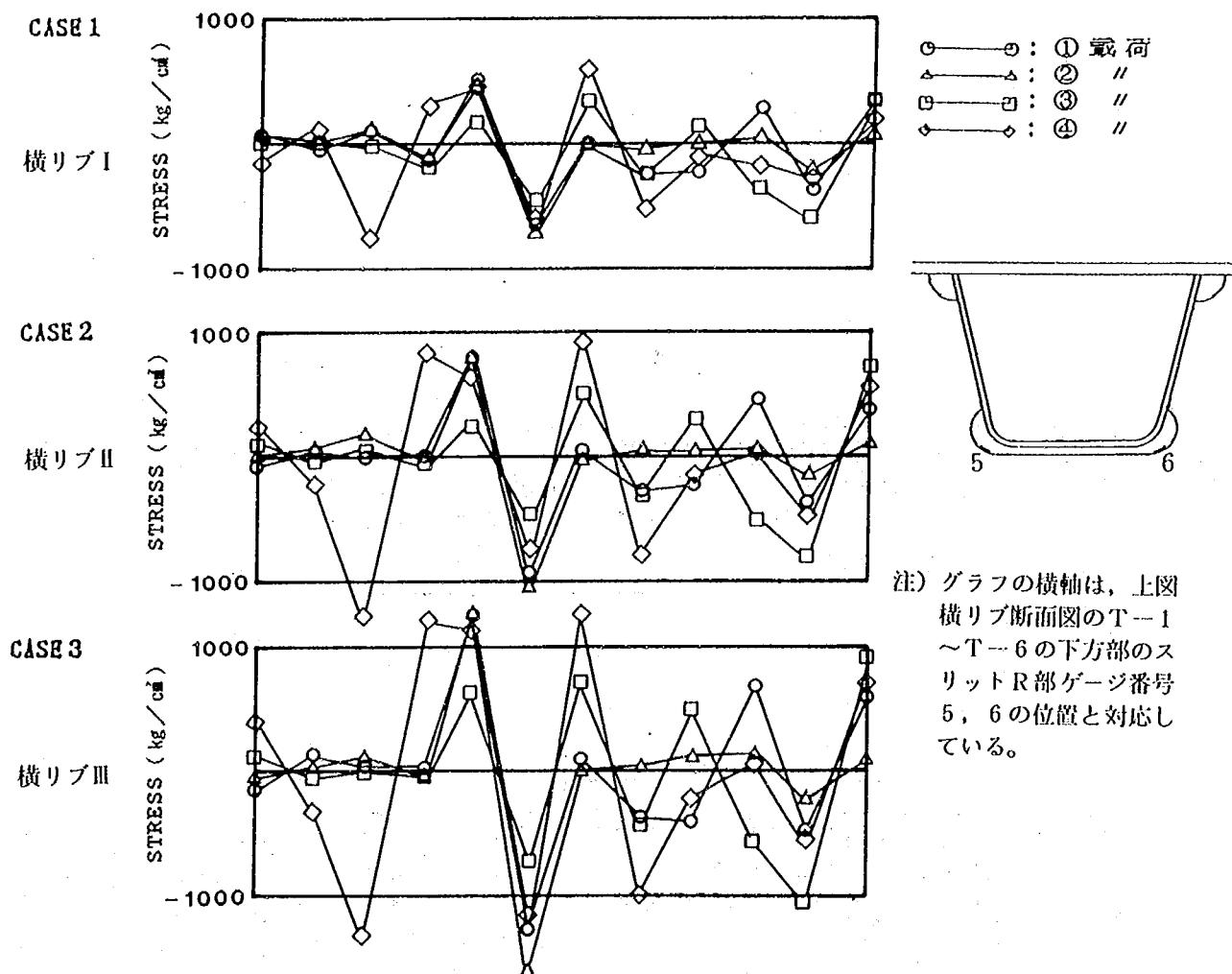
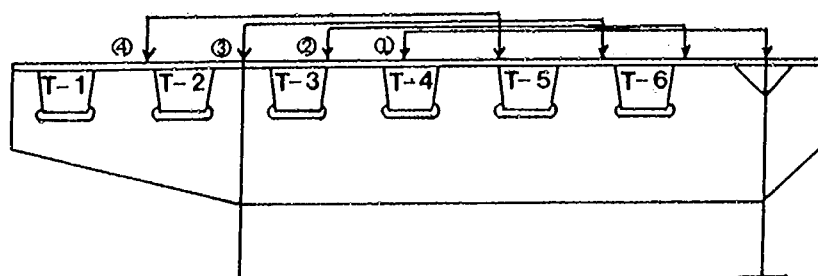
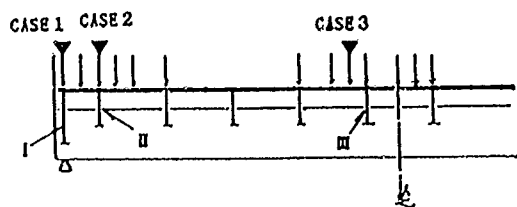


図-3.6 B橋 スリットR部の応力分布の比較

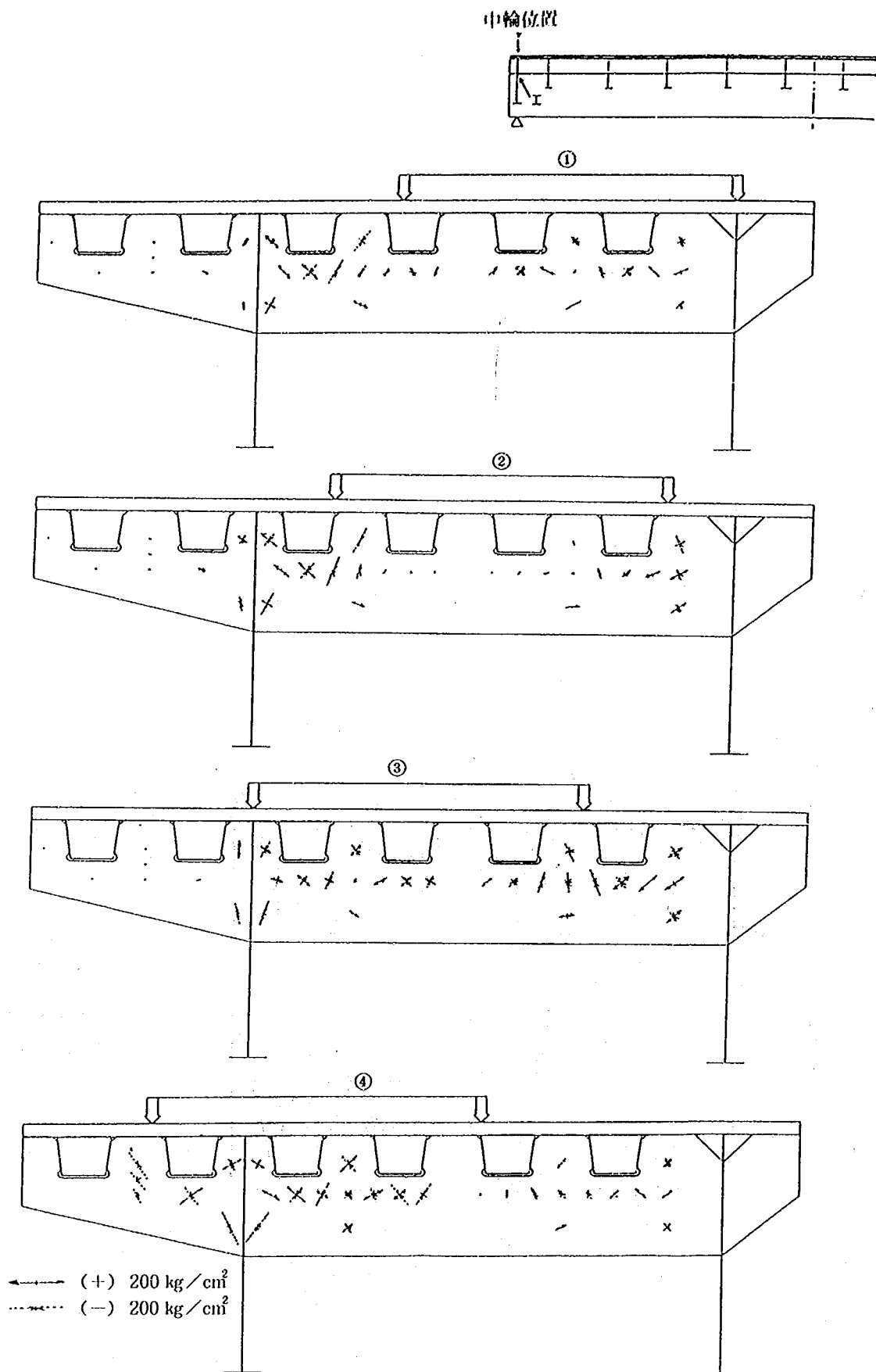


図-3.7(1) B橋 主応力分布図(横リブ1)

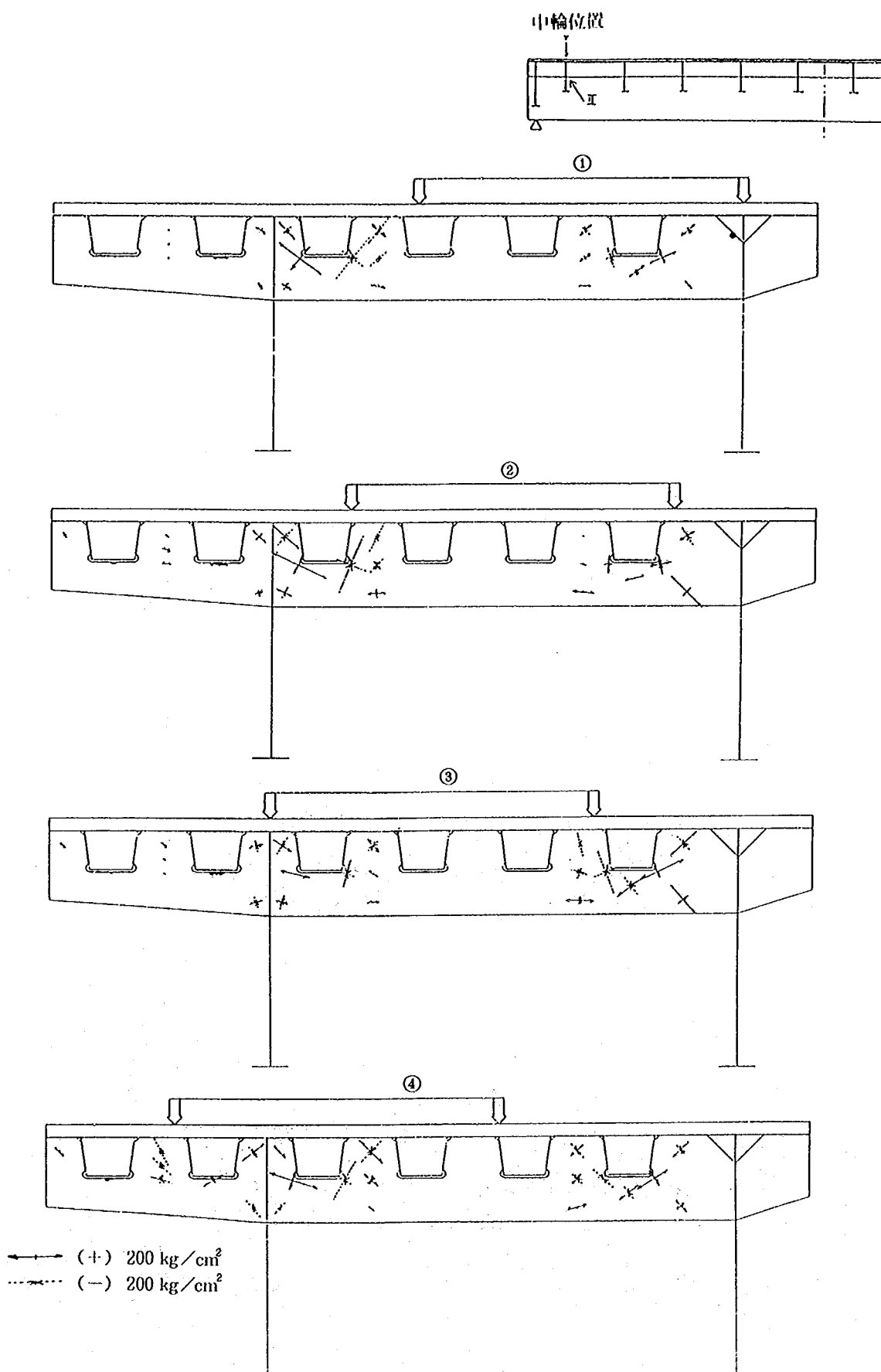
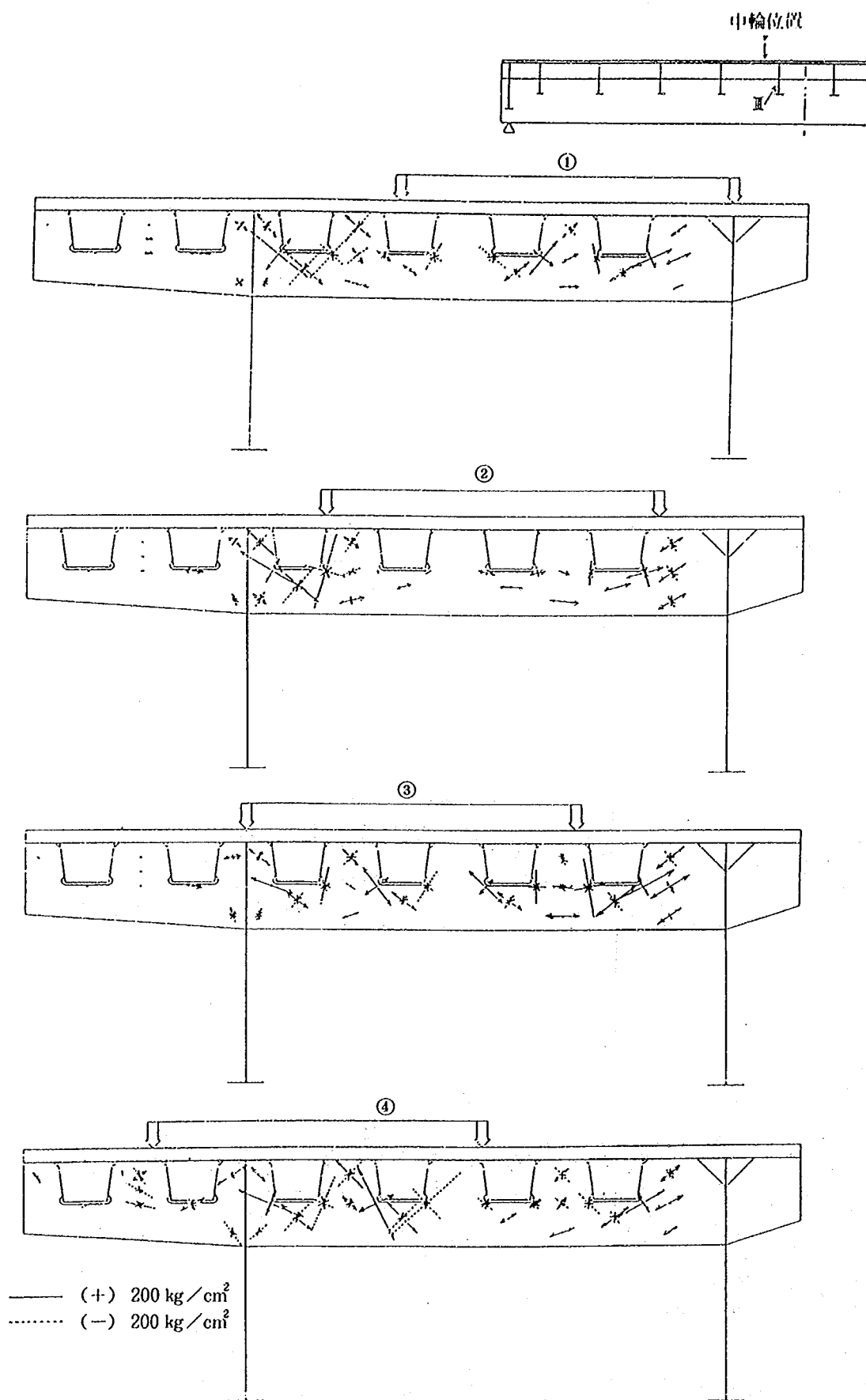


図-3.7(2) B橋 主応力分布図 (横リブⅡ)



図=3.7(3) B橋 主応力分布図 (横リブⅢ)

3.5 縦リブと横リブの溶接接合部の応力度

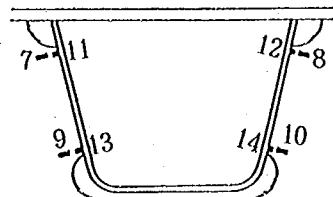
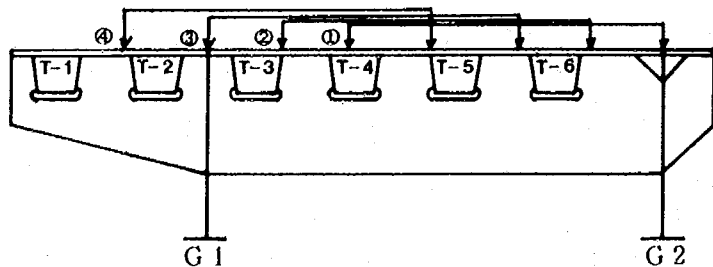
表一3.7に、縦リブと横リブの溶接接合部の横リブ側の応力度を表わし、表一3.8に縦リブと横リブの溶接接合部の縦リブ側の応力度を示す。

表一3.7 B橋 縦リブと横リブの溶接接合部の応力度 (横リブ側)

縦リブ	例	断面	I				II				III			
			①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④
T-1	G ₁	7	-4	0	2	9	-9	4	0	2	5	2	4	0
		8	-13	0	-3	27	-4	21	16	21	48	19	-3	-116
		9	0	2	1	30	4	16	4	39	4	3	6	-13
		10	5	0	-5	-94	23	-24	-26	-84	-24	-20	-3	14
T-2	G ₁	7	-4	0	-3	31	-9	0	3	69	7	6	13	69
		8	-27	-24	-17	-72	14	44	7	-119	53	28	-52	-110
		9	16	16	23	-9	23	25	60	7	60	69	22	-42
		10	-7	4	-120	-119	-10	-3	-82	-38	-82	-57	-81	-137
T-3	G ₁	7	-17	-19	2	-2	-59	-55	-14	-5	-44	-60	-26	4
		8	-54	-72	-91	-28	21	0	-42	9	17	-91	-49	-36
		9	-5	50	7	-20	105	62	39	103	50	15	39	73
		10	28	-26	15	30	-38	-42	-11	1	-109	-338	-153	-78
T-4	G ₁	7	58	46	4	11	4	16	-10	-24	-49	-34	-24	-51
		8	-73	-55	-48	-62	-96	-5	7	-42	-111	10	27	-103
		9	74	2	6	17	-37	6	73	82	-78	13	108	88
		10	-71	27	30	16	-181	-11	-15	-93	-83	-51	4	10
T-5	G ₁	7	7	-3	-18	-9	33	2	-60	-79	32	3	-54	-76
		8	10	-5	-15	-60	-48	0	9	-121	16	4	-46	-19
		9	-2	0	36	21	6	6	-26	-66	-15	-2	1	-7
		10	-38	-9	11	3	4	18	-57	-50	-36	17	9	-63
T-6	G ₁	7	1	14	50	3	14	18	55	26	39	8	8	35
		8	5	-3	-8	19	-32	-66	-173	-37	15	-102	-80	-57
		9	0	71	27	2	-10	-3	-47	-28	0	-16	-35	-19
		10	-34	-124	-58	-13	1	101	-20	47	-25	-48	-88	71

表一3.8 B橋 縦リブと横リブの溶接接合部の応力度 (縦リブ側)

縦リブ	例	断面	I				II				III			
			①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④
T-1	G ₁	11	-4	0	1	9	-2	8	-6	-19	-13	-48	-86	-130
		12	-14	0	2	48	-4	34	27	71	41	4	-24	-90
		13	0	2	-1	5	-6	0	-5	-1	-27	-50	-72	-139
		14	16	8	0	-45	-18	0	0	-25	-58	-44	-16	-122
T-2	G ₁	11	-3	0	-2	17	-13	0	-20	6	-42	-65	-84	-94
		12	-42	-35	-11	60	1	40	2	-61	33	0	-60	-233
		13	16	25	15	-17	0	31	-23	-68	-24	-40	-81	-134
		14	29	36	8	-36	-1	38	-34	-3	-25	-2	-113	-115
T-3	G ₁	11	-12	4	18	-2	-64	-67	-60	-37	-109	-132	-128	-128
		12	-56	-63	-55	-44	26	34	4	46	-3	-143	-158	-27
		13	21	29	14	29	50	52	13	58	-17	-50	-55	-50
		14	55	59	49	62	-38	-8	-16	40	-41	-216	-28	52
T-4	G ₁	11	-12	4	-20	-37	-56	0	-30	-60	-77	-87	-101	-120
		12	-41	-27	-52	-75	-90	34	44	7	-195	-90	-8	-118
		13	13	11	19	34	8	23	30	55	-105	-70	-25	-17
		14	-12	15	31	54	-213	50	52	-36	-190	-27	55	17
T-5	G ₁	11	15	4	-15	-11	26	13	-13	14	-54	-88	-106	-105
		12	-2	-13	-35	-48	-41	67	75	-79	64	41	-54	-185
		13	-9	0	21	0	-36	8	16	-62	-104	-83	-55	-46
		14	-44	-6	35	18	56	101	26	41	-58	26	-88	-109
T-6	G ₁	11	18	0	5	9	-5	4	13	11	-90	-88	-63	-38
		12	23	21	29	12	21	19	-69	19	31	-131	-223	-44
		13	-12	-2	-24	-4	-44	0	-46	-23	-141	-137	-104	-78
		14	-46	-31	-45	-25	30	44	88	107	-61	-233	-94	29



ゲージ方向
 ■ 長方形長辺(橋軸直角方向)
 ■ 図面垂直(橋軸方向)

4. 結 論

建設省土木研究所内に設置されている縦リブとしてU断面リブ（トラフリブ）を用いた鋼床版橋の大型トラック（総重量 19.1 t）による静的載荷試験を行い、鋼床版各部の応力度を測定した結果、鋼床版の縦リブと横リブの交差部における横リブのスリットR部に圧縮、引張ともに $1000\text{kg}/\text{cm}^2$ を超える応力度が生じた。したがって、この部分は、自動車荷重の繰返し載荷による疲労の影響を受けやすく、設計施工において配慮が必要である。

あ と が き

今回の鋼床版試験橋における大型トラックによる静的載荷試験の結果、鋼床版の縦リブと横リブの交差部の応力状態を把握することができ、同部に対する疲労設計の必要性が確認できた。

今後、構造細目の検討および供試体による疲労試験、実橋での一般交通による応力度の状態の把握を行って鋼床版の疲労設計の確立をめざしたい。

参 考 文 献

- 1) 日本鋼構造協会「日本鋼構造協会鋼床版用U形鋼規格」J S S C No. 169 1980年3月。
- 2) 国広哲男・藤原 稔：直交異方性版理論による鋼床版実用設計法，土木研究所報告第137号の1，昭和44年8月。
- 3) 鈴木・針ヶ谷・玉野・佐藤：鋼床版の格子ゲルバー桁への応用，土木学会誌47巻10号，昭和32年。
- 4) 直交異方性鋼床版橋設計便覧，土木研究所資料第399号，昭和43年7月。
- 5) 道路橋示方書・同解説 I 共通編，II 鋼橋編，日本道路協会，昭和55年2月。

要 旨 土木研究所構内に架設した鋼床版試験橋において、
大型トラック（約20 t）を用いて静的載荷試験を行い、縦リブ
と横リブの交差部におけるスリット R 部および溶接部の応力状
態を把握した。

キーワード：鋼床版，縦リブ，横リブ

郵便はがき

40円切手
をはいて
下さい

3 0 5 - □ □

茨城県つくば市大字旭一番地
建設省土木研究所
橋梁研究室 御中

No. 24

No. 24

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第2534号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 印

