

松尾橋梁(株) 正員 ○ 総 田 完 治
 松尾橋梁(株) 正員 明 田 啓 史
 大阪市土木局 正員 中 西 正 昭

1. まえがき 多数の補剛材を有する箱形においては、溶接およびガス切断により生ずる残留応力および初期たわみが、補剛板の座屈強度あるいは箱形断面全体の耐荷力に対して不利な影響を及ぼすことは周知のとおりである。本実験は多数の補剛材を有する箱形の圧縮フランジおよび、腹板の曲げあるいはせん断耐荷力に関する一連の実験⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾の一部として実施したものであり、これらの理論解析の基礎資料となるものである。

2. 供試体 供試体は耐荷力実験に用いるものと同一諸元を有する

表-1 模型の諸元 (mm)

供試体	箱形模型	圧縮補剛板模型 (I 型)	II 型	IV 型
縦リブ形状	⌒	⌒	⌒	⌒
横リブ形状	T	T	⌒	T
□-25	6	6	6	6
□-40	50	28, 25	39	39
□-20	6	3.2	4.5	4.5
2w	3.2	6	6	6
H-40	29	90	90	90
H-20	4.5	10	10	10
L-25	6			
L-40	50			
L-20	9			

もので材質はすべて SM58 相当材として WELTEN 60R を使用した。II 型模型ではフランジのリブ間の幅厚比は道示の基準値 $b/t = 28$ とし、縦リブおよび横リブの剛度は道示の最小剛比 $I/I_0 = 1.0$ のものについて縦リブ形状が ⌒ と T 型のものを、また横リブの拘束による影響を見るために横リブ形状が ⌒ と T 型のものを組合せて選んだ。箱形模型は実橋では b/t が制限値以下になることを想定してフランジは $b/t = 14$ 、腹板の水平補剛材は、 $I/I_0 = 1.0$ のものを選んだ。

3. 供試体の製作 供試体の製作順序は次のとおりとした。

- (1) 縦リブ、水平補剛材等を原板よりガス切断、冷間プレスによるひずみ取り。
- (2) T 型断面のリブを組立て、本溶接後、冷間プレスによるひずみ取り。
- (3)* フランジに縦リブを本溶接後、冷間プレスおよびフランジの先端のみの加熱によるひずみ取り。(※印の工程は実橋の製作とは異なる。)

(4) 腹板の補剛材を仮付溶接。

(5) 仮付溶接にて箱形に組立て。

(6) 本溶接

- i) 下フランジと腹板、下フランジと横リブ、腹板と水平補剛材の片面
- ii) 上フランジと腹板、上フランジと横リブ、水平補剛材の残りの片面
- iii) 腹板とダイヤフラム

(7) ひずみ取り。フランジおよび腹板の自由端のみ 600℃ 程度に加熱。

供試体の溶接条件を表 2 に示す。ビード断面積 A_w と入熱量 Q との比 k ($A_w = k \cdot Q$) は $(9 \sim 14) \times 10^{-3} \text{ mm}^3/\text{J}$ となった。これはこれ迄に得られている値 $k = 14 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^3/\text{J}$ ⁽⁵⁾, $k = 16 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^3/\text{J}$ ⁽⁶⁾ よりもやや小さい値となっているが供試体のスミ肉サイズが小さいため余盛の部分の面積の割合が大きく、これを評価すれば k 値は幾分大きくなる。

4. 残留応力の測定方法 供試体の全長 2600^{mm} のうち、中央部分の横リブおよび垂直補剛材間パネル 400^{mm} の更に中央部を測定の対象とした。初期たわみの測定後、測定パネルの外側各 50^{mm} の位置で供試体をガス切断した。表面処理、マーキングを行ないストレインゲージ (東京測器 FLA-2L, ゲージ長 2^{mm}, リード線 150 付) を接着、ひずみの初期値を測定した。次に供試体をボール盤およびドリルの連続削孔によりブロック分割した後、帯鋸により細分割切断を行ない応力解放後のひずみを測定した。ひずみ測定は 1 ゲージ直結式とした。なお、本測定に先立って小型模型による予備測定を実施し、ストレインゲージの種類、貼付位置、ひずみ測定方法、リー

図-1 模型の形状

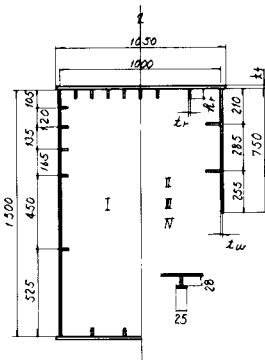


表-3 材料試験結果 (kg/cm^2)

σ_s	σ_y	E	ν	δ (%)
3.2	5120	2.13	0.264	20.6
4.5	5040	2.23	0.269	23.6
6.0	5000	2.01	0.244	—
10.0	4780	2.10	0.283	31.4

(WELTEN 60R)

ド線長の変化および結線方法による抵抗値の変化、切断方法、速度および発生温度等について検討を行なった。また測定および測定準備作業は、日中の気温の安定した時間帯の選択と室温調整とによる温度管理の下で行なった。

5. 測定結果 従来、残留応力の測定にはコンタクトゲージが多く使用されているが、今回の測定においては、供試体の板厚が薄いこと、測定精度の向上の理由によりストレインゲージを使用した方が良好な結果を得た。測定データにおいて、 $\Sigma \Delta \sigma_x$, $\Sigma \Delta \sigma_x X$, $\Sigma \Delta \sigma_x Y$ の応力検証における誤差の割合はいずれの供試体とも $\Delta \sigma_x / \sigma_y = 0.01$ 以下であった。図2, 3に初期たわみ, 図4, 5に残留

図-2 圧縮フランジ 初期たわみ

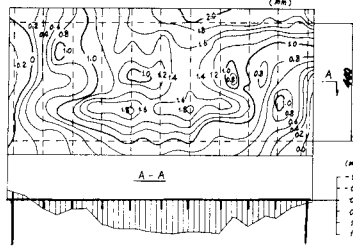
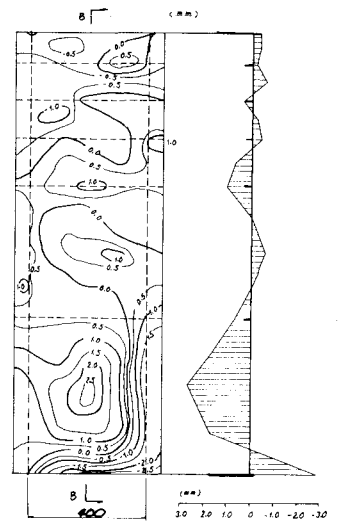


図-3 腹板 初期たわみ



縦リブ間残留応力測定結果

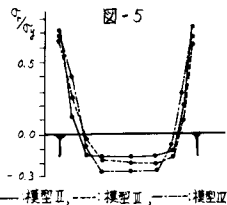


図-6 縦リブ

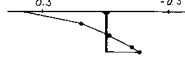


図-4 箱桁模型残留応力分布図

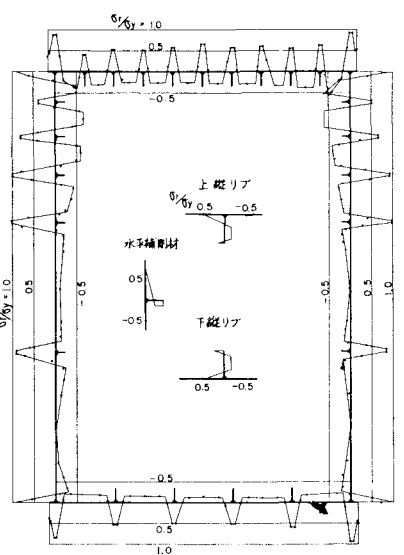


表-4 C 値

模型	部材	A_w mm ²	C kg/mm ²	C/σ_y	C/σ_x
I	U-Flg	7.6	373	0.32	
	Web-1	7.6	476	0.68-0.03	
	Web-2	5.5	547	0.60-0.0	
	L-Flg	8.6	435	0.17	
	全体	7.4	436	—	
II	U-Flg	6.1	324	0.18	
	Web-1	8.0	833	0.15-0.07	
	Web-2	8.2	1001	0.23-0.14	
	全体	6.6	503	—	
III	U-Flg	7.0	517	0.20	
	Web-1	7.0	1121	0.26-0.07	
	Web-2	8.0	794	0.21-0.08	
	全体	7.2	679	—	
IV	U-Flg	10.5	377	0.25	
	Web-1	11.5	567	0.23-0.12	
	Web-2	12.0	624	0.20-0.09	
	全体	10.9	459	—	

$= 1.0$ の上フランジ、腹板については $C =$

324~547 kg/mm^2 となり Dwight らの値 $C = 660 \text{ kg/mm}^2$ より小さい。一方、十分剛な水平補剛材を設けた π 型模型の腹板については $C = 567 \sim 1121 \text{ kg/mm}^2$ となり、圧縮板をカラムアプローチ手法により設計する IDR では $C = 1020 \text{ kg/mm}^2$ としていることを考えると納得できる傾向と言える。

6. あとがき 一連の耐力実験の理論解析に有用な残留応力の測定結果が得られた。

また模型ではあるが箱桁断面全体についての残留応力分布が把握できた。おわりに今回の測定をまとめるにあたり御指導いただいた大阪大学の小松定夫教授に感謝の意を表します。

〈参考文献〉 (1)小松他; 箱桁の圧縮フランジの破壊実験について, 土木学会関西支部年次学術講演会概要集 S 54.6 (2)三上他; 多数の補剛材を有する箱桁の曲げ耐力実験, 同 (3)丹羽渡辺他; 多補剛材を有する箱桁腹板のせん断耐力に関する研究, 同 (4)小松他; 補剛材を有する圧縮板の極限強度に関する実験的研究, 土木学会論文報告集第 255 号 (5)小松他; 補剛板の溶接残留応力および初期たわみに関する実験的研究, 同第 265 号 (6)Dwight & Moxham; Welded Steel plates in compression, The Structural Engineer VOL47 NO.2 1969

図-7

