

川崎製鉄(株) 正 員 ○金子 忠 男
 建設 省 正 員 金 井 道 夫
 新日本製鉄(株) 正 員 雨 宮 栄一郎

1 緒 言 リブで補剛された板は外荷重に対して合理的かつ経済的な断面が得られることから、構造設計に積極的に用いられている。土木構造においては橋脚、トラス橋門構、吊橋主塔などに鋼製補剛板が多用されているが、これらは、通常、溶接により組立てられ、製作されるため、必然的に初期たわみや残留応力などの、いわゆる初期不整が内在することとなる。このような鋼製補剛板に圧縮力が作用する場合、当然のことながら、初期不整が圧縮耐荷力の低減要因となるが、主因たる溶接熱残留応力と圧縮耐荷力との関係ははまだ十分に解明されているとはいえない。鋼製補剛板において、溶接されたリブはその形状によって若干異なるが、大旨、溶接線近傍で引張、リブ最外縁で圧縮の残留応力分布を有する。このため構造系が非弾性域に入った場合、ひずみや変形が急激に増大し、設計剛度が必ずしも確保されるとは限らず、その結果、局部座屈を生じ、補剛板の圧縮耐荷力および変形性能が低下することが懸念される。したがって、本研究ではその実態把握のため、過去 3 年にわたり、種々の力学パラメーターを組合せた 45 体へのばる大型供試体を製作のうえ、実験的に究明してきたが、今回最終シリーズの実験が完了したので、その結果について以下に報告する。

2 実験概要 表-1 に今回実施した実験供試体の諸特性ならびに実験結果を示すが、今回は前報に述べた成果をふまえ、特に次の諸点に重点を置き、実験計画を立案した。(1) 前報までに得られた圧縮耐荷力低減曲線で座屈パラメーター $0.6 < R < 0.7$ の領域のデータが欠けているのを補充する。

(2) $R > 1.0$ の弾性座屈領域における補剛板の圧縮耐荷力と力学的挙動を把握する。(3) リブ形状として従来の単純矩形リブのほかに T 型リブを有する供試体を作成のうえ、その圧縮耐荷力に及ぼす影響を調べる。すなわち、表において No. 32 ~ 35 は前報までの結果の確認用として製作し、No. 36 ~ 40 は $R = 0.6, 0.7$ 近傍のデータ完充のために製作したものである。さらに、No. 42 ~ 45 は弾性座屈領域における圧縮耐荷力特性の究明用に計画したものである。表中、供試体番号に T を添付したものはリブ形状を T 型とした供試体である。なお、供試体は前報までと同様、辺長比 2.0 の板に 2 本のリブを有する補剛板 4 枚で形成される箱型断面柱を用いることとし、リブ剛比は DIN 4 114 で規定される最小必要剛比 I^* の 1 倍および 2 倍とした。圧縮載荷に際しては、1000 トン構造物試験機を使用し、圧縮荷重を導入したが、均等荷重を作用させるため、載荷辺における端面拘束や不整の影響をできる限り軽減するよう努力した。

3 実験結果および考察 表-1 に示す供試体の圧縮実験結果を座屈パラメーター R についてプロットすれば、図-1 のようになる。図中白ぬき記号で示したのは前報までに得られた結果であり、今回得られた黒ぬき記号で示す結果と比較対照のため併記した。図より $R = 0.4, 0.5$ 近傍では、前結果に比して大幅に低い値を示しており、両者の正否は説明困難であるが、いずれも、破線で示した本四公団提案の基本曲線より大きな値となっていることが判る。図-1 の結果より、大略、次のことが言明される。すなわち、

表-1 供試体の特性値および実験結果

供試体番号	リブ形状	板厚 t (mm)	鋼種	ヤング率 E (kg/mm ²)	弾性係数 ν	リブ剛比				座屈耐荷力		
						I	通孔	I^*/I_0	I^*/I_1	P_y (ton)	P_{cr} (Pmax) (ton)	P_{cr}/P_y
32	2	0.42	(30.8)	0.168	62	10	6.20	64.5	0.96	675	640	0.95
33	"	0.42	(31.5)	0.270	164	10	16.40	64.5	2.54	760	750	0.99
34	"	0.52	(28.6)	0.143	59	19.5	3.03	61	0.97	813	752	0.92
35	"	0.52	(31.3)	0.226	151	19.5	7.74	61	2.48	896	864	0.96
36	"	0.59	(29.3)	0.132	55	30	1.83	60	0.92	914	870	0.95
37	"	0.59	(28.6)	0.196	141	30	4.70	60	2.35	1000	987	0.99
38T	"	0.60	(31.0)	0.126	54	30	1.80	60	0.90	987	926	0.94
39	"	0.67	(32.2)	0.112	53	36	1.47	57	0.93	609	526	0.86
40T	"	0.67	(30.8)	0.147	57	36	1.58	57	1.00	642	579	0.90
41T	"	0.77	(31.5)	0.134	56	50	1.12	60	0.93	742	640	0.86
42	"	1.22	(30.8)	0.099	55	-	-	59	0.93	901	519	0.58
43	"	1.35	(31.0)	0.095	54	-	-	59	0.92	983	532	0.54
44	"	1.40	(30.6)	0.083	47	-	-	51	0.92	1163	639	0.55
45T	"	1.41	(32.2)	0.086	48	-	-	51	0.94	1178	654	0.56

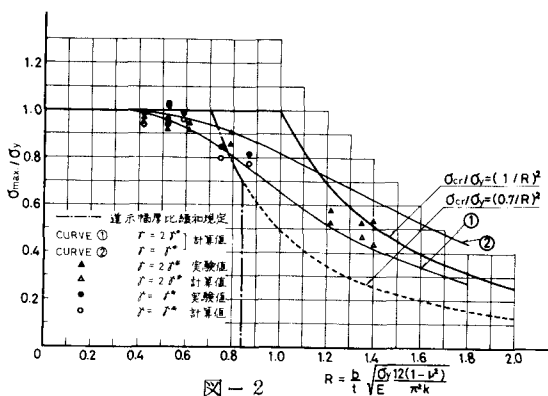
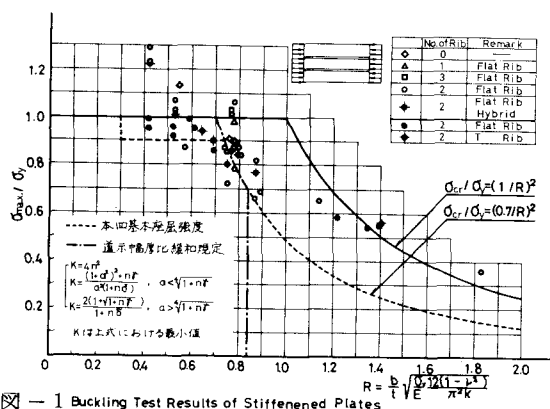
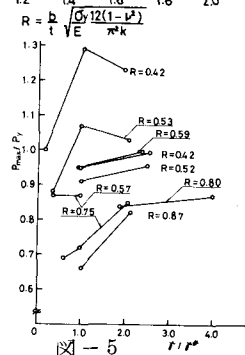
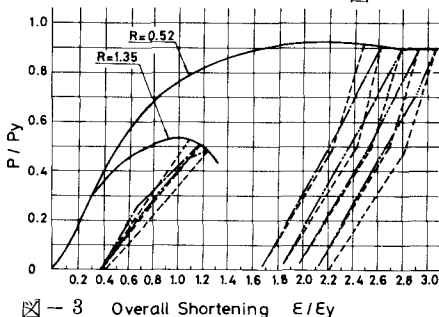
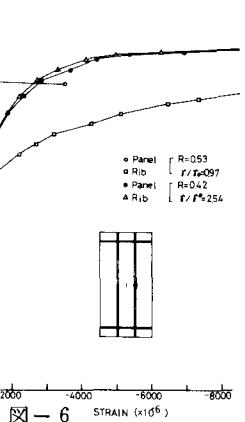
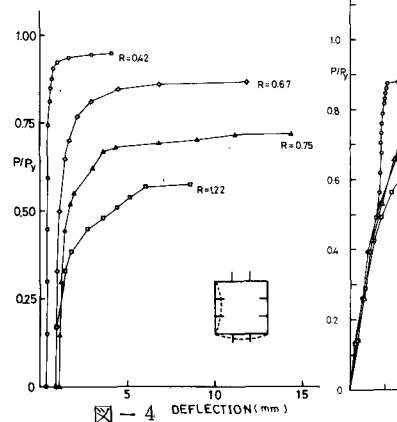


図-1 Buckling Test Results of Stiffened Plates

補剛板で座屈時に $\sigma_{cr} \geq \sigma_y$ が満足される領域は $R < 0.5$ であり、 $0.5 < R < 0.7$ では σ_y に対して 5~10% 程度耐荷力が低減する。また、示方書で規定される幅厚比緩和領域 $0.7 < R < 0.84$ では 1, 2 の例外をのぞけば、 $\sigma_{cr} \geq \sigma_y$ がほぼ満足されうる。さらに、 $R > 1.0$ の弾性座屈領域での耐荷力は、 $R = 1.4$



の近傍でオイラー曲線と一致し、それ以下ではオイラー曲線より低く、以上では逆に高くなるのが判明する。図-2 に今回の実験結果（黒ぬき記号）とこれに対応する F.S.M. による計算値（白ぬき記号）を示すが、両者はかなり良く近似しており、また、 $\sigma_y = 2.4 \text{ Kg/mm}^2$ 、残留応力 $\sigma_{rc} = \sigma_{rt} = 0.65 \sigma_y$ として計算した曲線 ①、②とも類似の傾向を示すのが認められる。



つぎに、弾性、塑性両座屈領域における供試体の荷重方向短縮量を図-3 に示すが、塑性領域の供試体（ $R = 0.52$ ）では最大荷重に達したのちも耐荷力が急減することなく、安定しているのに対し、弾性座屈領域のそれ（ $R = 1.35$ ）は耐荷力が急激に消失する不安定な挙動を呈示するのが観察される。同様のことが、供試体のパネルのたわみを R 値毎にプロットした図-4 から言えば、 $R < 0.7$ では最大荷重近傍までたわみが増大することはないが、 R 値が大きくなるに従い、たわみが比較的初期荷重の段階から増大していくのが明察される。図-5 はリブ剛比の耐荷力に及ぼす影響を図示したものであるが、実験結果から板-リブ面積比の影響を分離できず、必ずしも明確ではない。一般的傾向として、 $r/r^* < 1.0$ および R 値が大きい場合には r 値の増大が耐荷力増加に寄与するが、 $r/r^* > 1.0$ および R 値が小さい場合は、 r 値の増大が耐荷力にさほど影響しないと言える。図-6 は $r = r_0$ および $r = 2r^*$ の供試体のパネルとリブ最外縁のひずみを図示したものであるが、前者のリブひずみが早期より増大し、不安定なのに対し、後者では最後までパネル-リブ間で全く安定しているのが判明する。なお、T 型リブの効果は矩形リブと比較して、特に有異差は認められなかった。最後に本研究は建設省総合技術開発プロジェクト「新耐震設計法の開発」における昭和 51 年度の研究テーマの一環として実施したことを付記する。

