

建設省 正員 藤原 梳
 川崎製鉄(株) 正員 原 道彦
 新日本製鉄(株) 正員 雨宮栄一郎

1)よえがえ 面内圧縮応力を受ける鋼構造部材の板要素は、その部材の耐荷力よりも小さい荷重範囲内で局部座屈が生じないように設計することが必要であり、この場合の早期座屈防止には、通常縦筋のリブ(補剛材と)による補強法が用いられる。このような補剛材つき板(補剛板と)の耐荷力に関する研究はまだ十分なものとはいえず、橋梁示方書(以下示方書と)にありては板要素の早期座屈防止のため、補剛材の弾性降伏結果に無補剛材の研究結果を加味して補剛材の最小剛比 γ_0 (示方書では γ で表示されている)を規定している。DIN

においても同様の考えに基づき、補剛材の座屈に關し補剛材の最小剛比 γ^* を示し、補剛材で分割されたパネルの弾性座屈において、補剛材が座屈波形の節点となるように定めている。しかし、DINでは幅厚比の比較的小さい補剛材、すなわちその耐荷力が材料の降伏点応力に支配される領域に対しても、補剛材の板厚に相当するだけの γ^* が要求されることとなり、合理性に欠ける。これに反し、我国の示方書では γ_0 を補剛材に關する使用板厚 t と必要板厚 t_0 との比 t/t_0 の関数として与え、DINに見るような非合理性の排除に意を用いているものの、これに対する理論的、実験的な裏付けは必ずしも明確でなく、この分野における研究あるいは実的データ蓄積が要望されている。

以上の観点から、補剛材の座屈耐荷力を求めるため、1)補剛材の幅厚比 R 、2)補剛材の剛比 γ 、3)補剛材の本数 N に着目し、橋梁部材に当然導入される範囲の初期不整を有する大形供試体を用いて圧縮試験を実施した。

表1 実験のわりつけ

供試体番号	材質	補剛材本数	幅厚比 R	補剛材の剛度	補剛材の材質	縦筋材	
1	S541	0	0.5	-	-	-	
2			0.7				
3			0.5				
4		1	0.7	I=I ₀	-	-	
5			0.3				
6			0.5				
7		2	0.7	I=I ₀ I=I ₀ ²	S541	=2 γ_0	
8			1.0				
9			0.5				
10		3	0.7	I=I ₀ I=I ₀ ² I=I ₀ ³	S541	-	
11							S541
12							
13		-					
14			-				
15		-					
R1	究置此の測定用 (補剛材7本板)		-	-	-	-	No.5 試験体に対応
R2							
R3							
R4							

注1) 文献(1)による補剛材の最小剛比
 2) * 2) " " " "

(5)よ、本研究は(財)国土院技術研究センター耐震技術開発委員会における昭和49年度の基本テーマの一環として行ったものである。

2 実験概要 実験供試体には、圧縮試験用として補剛材4枚を組立てて製作した正方形断面の角柱を15体、残留

応力測定用の補剛材4枚を用いた。これら補剛材は座屈耐荷力の大きさが総括的に把握できるように、幅厚比 R を0.3, 0.5, 0.7, 1.0の4種類、補剛材の剛度を示方書の最小必要剛比 γ_0 を基準として γ_0 , $2\gamma_0$, $4\gamma_0$ の3種類、比較のためにDINの最小必要剛比 γ^* を基準として $\frac{\gamma^*}{4}$, $\frac{\gamma^*}{2}$, γ^* の3種類、補剛材の本数 N を主なパラメーターとして選り、さらに補剛材の材質を付加的に加えて実験のわりつけを行った。実験のわりつけを表1に、供試体の諸元を表2にそれぞれ示す。

載荷には1,00t構造物試験機を用い、供試体と試験機耐圧盤の接触面はMetal

表2 供試体の諸元および実験結果

供試体番号	補剛材			補剛材					変位 IT ₁	l ₁ (mm)	実験結果				
	板厚 D (mm)	R	剛度比 A (cm ⁴)	縦筋比 %	縦筋 I ₀ (cm ⁴)	縦筋 I ₀ (cm ⁴)	γ	γ_0			γ^*	降伏 P _{0.2} (t)	降伏 P _y (t)	降伏 P _{0.2} (t)	
1	169	0.545	10.1							800	100	126	112	1.13	
2	236	0.765	14.2							700	100	143	158	0.91	
3	337	0.545	20.2	0.70	6	27	0.0801	5.947	5.960	27.02	900	100	242	246	0.98
4	472	0.764	28.3	0.96	6	35	0.1165	35.90	36.04	40.44	1800	200	322	358	0.90
5	304	0.327	18.2	0.42	6	19	0.0629	2.298	2.289	46.94	800	100	246	231	1.07
6	506	0.545	30.4	0.70	6	58	0.1146	39.26	39.81	173.4	2,100	200	368	423	0.87
7	709	0.796	42.5	0.98	10	107	0.2315	208.3	201.2	319.5	4,300	200	677	779	0.87
8	1012	1.181	60.7		10	113	0.1861	242.1	243.6	244.4	4,300	200	658	1,079	0.61
9	506	0.580	30.4	0.70	6	67	0.1322	60.51	135.8	2,100	200	411	510	0.81	
10	506	0.590	30.4	0.70	8	87	0.2293	176.7		176.6	2,100	200	484	584	0.83
11	709	0.827	42.5	0.98	10	107	0.2315	293.3		319.5	4,300	200	727	907	0.80
12	709	0.831	42.5	0.98	11	130	0.3365	378.7		402.6	4,300	200	725	906	0.80
13	709	0.831	42.5	0.98	13	153	0.4741	115.9		347.8	4,300	200	820	991	0.83
14	404	0.323	24.2	0.42	6	35	0.0866	10.81	10.87	214.0	1,400	150	346	337	1.03
15	674	0.539	40.4	0.70	8	97	0.2089	184.0	182.0	100.6	4,000	200	649	751	0.86

注 1. 補剛材の板厚 6mm
 2. 材質はすべて 供試体 No.11 の補剛材が S541 を使用し、他は JIS S541 に準じている。
 3. 試験体形状



Touckとした。この接触面の変形拘束が当然考えられるので、供試体の上下両端部に100または200mmの荷重分配区間長(表2参照)を設けて、載荷条件が座屈耐力に影響を与えないように配慮した。本実験のような入形の供試体を用いると測定箇所数は必然的に多くなり、かつ荷重増加に伴う供試体の軸方向圧縮変形を考慮すれば、板要素の面外変位および補剛材の曲げ変形は、外部固定点に取付けた変位計により絶対量を測定するよりも、供試体内の不動点を基準として、これから求めらる相対的変位および変形を測定する方がはるかに適切であると考えられる。したがって、板要素の面外変位は角柱の隅角部を不動点とする相対変位、補剛材の曲げ変形は向隅の相対的変位をそれぞれ可搬式の測定用治具を用いて測定した。載荷条件としては、弾性域では荷重制御を、塑性域では供試体の軸方向短縮量に關する変位制御を採用した。

3 実験結果と考察

実験より得られた最大応力 σ_{max} と材料の降伏点応力 σ_y の比 σ_{max}/σ_y に対する各パラメーターとの關係を図1~3に示す。図1より明らかなように $R=0.5$ の供試体は無補剛板 ($N=0$) を除いて $\sigma_{max}/\sigma_y < 1$ となり示方書の規定を下回った。一方、 $R=0.7$ の場合は $\sigma_{max}/\sigma_y = 0.8 \sim 0.9$ で、Euler座屈曲線より小さい値を示しているが、示方書の緩和規定曲線の外側に位置し、現行規定は満足している。 $R=1.0$ の供試体NO.3は補剛材で分割されたパネルの局部座屈によって σ_{max} に達し、Euler座屈曲線に近い値を示した。

補剛材の剛比 γ は図2(a),(b)に示すごとく $R=0.5$ および 0.7 の供試体によって相互に比較でき、 γ のいずれの場合も、最大耐荷力に対してその程度顕著な差はないと考えられる。

補剛材の本数 N については、 $R=0.5$ の場合、 $N=0 \sim 2$ の区間で σ_{max}/σ_y は直線的に低下し、 $N=2 \sim 3$ の区間ではほぼ等しくなる。 $R=0.3$ および 0.7 の場合は補剛材の本数 N の増加によって σ_{max}/σ_y は僅かに低下するが、4%程度の減少率にとどまっている。

図4は、残留応力の測定結果の例で、供試体R3(表1参照)の残留応力分布である。各供試体に關する最大圧縮残留応力は補剛材で分割されたパネル中央付近に生じ、その値はR1が $2,000 \text{ kg/cm}^2$ 、R2が $2,600 \text{ kg/cm}^2$ 、R3が $2,200 \text{ kg/cm}^2$ 、R4が最も小さく $1,500 \text{ kg/cm}^2$ であった。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，1973. 2
- 2) DIN 4114, Blatt 2: Stahlbau, Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung), Berechnungsgrundlagen, Richtlinien, Feb. 1953

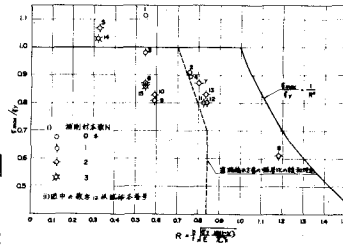


図1 幅厚比 R と σ_{max}/σ_y の關係

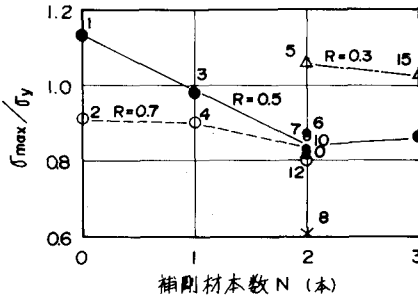
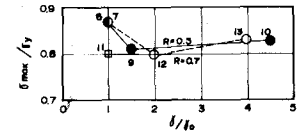
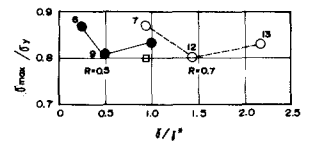


図3 補剛材本数 N と σ_{max}/σ_y の關係



a) σ_y を基準とした場合



b) γ^* を基準とした場合

図2 補剛材剛比 γ と σ_{max}/σ_y の關係

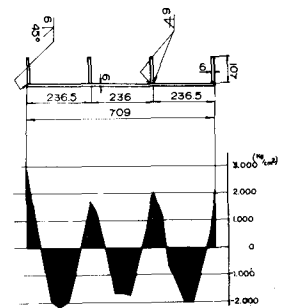


図4 供試体R3の残留応力分布