

閉断面補剛材を有する圧縮板の極限強度に関する実験的研究

大阪市立大学 工学部 正員 中井 博 徳山工業高等専門学校 正員の重松 恒美
 大阪市立大学 工学部 正員 北田 俊行 大阪市立大学 学正員 上田 康孝

1. まえがき 閉断面補剛材を有する圧縮板の極限強度については、かなり明らかにされてきたが、閉断面補剛材を有する圧縮板の極限強度に関しては、不明確な点が多い。そこで、本研究では、閉断面補剛材を有する圧縮板の局部座屈、あるいは全体座屈崩壊特性について検討するために、実験を実施し、その結果について報告する。

2. 実験概要 実験に用いた供試体のスケッチを図-1および図-2に、また寸法諸元を表-1に示す。シリーズBの供試体の補剛材には、市販のトラフリップを用いた。また、シリーズCは、試験機的能力(600t)を考慮して縮尺 $\frac{1}{2}$ の模型供試体とした。シリーズAは、残留応力を測定するための供試体である。図-3に示すように、シリーズBの実験においては、供試体長を短くし、供試体の側辺を単純支持治具で支持することによって板パネルの局部座屈のみが再現できるような装置を工夫した。また本研究では、縦補剛材本数が多く補剛材の側辺の支持条件が極限強度に及ぼす影響が無視できるような場合を対象としたので、シリーズCの実験においては、図-2に示すように横桁を支持するのみで補剛材の側辺は支持しなかった。

3. 実験結果と考察 (1)シリーズA：残留応力分布の一例を図-4に示す。板パネル部分には、0.25 σ_y 程度の圧縮残留応力が存在していた。(2)シリーズB：図-5および図-6にシリーズBの供試体の崩壊後の残留変形を示す。

表-1 実験供試体の寸法諸元

シリーズ	供試体 NO.	断面寸法 (mm)								降伏点 σ_y (kg/cm ²)	形状比 λ
		B トラフ リブ間隔	H 高さ	t 板パネル 厚さ	R 曲率半径	b トラフ リブ幅	t _s トラフ リブ厚さ	L 供試体長さ	板パネル 幅		
A	1	300	220	12	30	202.2	6	1000	2863	3213	-
	2	320	240	12	40	213.3	6	1000	2892	3012	-
	3	320	260	12	40	204.4	6	1000	2852	2999	-
	4	150	110	6	15	100	3.2	1000	3457	3432	-
B	1	300	220	12	30	202.2	6	1000	2863	3213	-
	2	320	240	12	40	213.3	6	1000	2892	3012	-
	3	320	260	12	40	204.4	6	1000	2852	2999	-
	4	320	240	12	40	213.3	6	1000	4008	3012	-
C	1	150	110	6	15	100	3.2	3000	3457	3432	0.37
	2	150	110	6	15	100	3.2	4500	3457	3432	0.55
	3	150	110	6	15	100	3.2	5000	3457	3432	0.73

$$\lambda = \frac{1}{\pi} \sqrt{\sigma_y/E} \cdot l/r, \quad \sigma_y: \text{公称降伏点 (2400 kg/cm}^2\text{)}$$

$$l: \text{有効座屈長, } r: \text{断面2次半径, } E: \text{ヤング係数 (2.1 \times 10^6 kg/cm}^2\text{)}$$

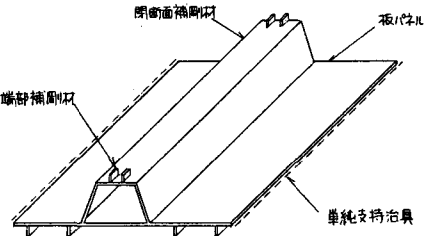


図-1 局部座屈崩壊実験用供試体

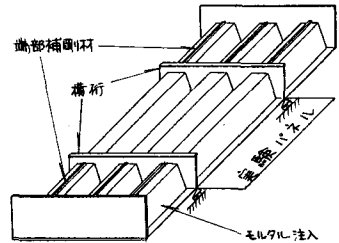


図-2 全体座屈崩壊実験用供試体

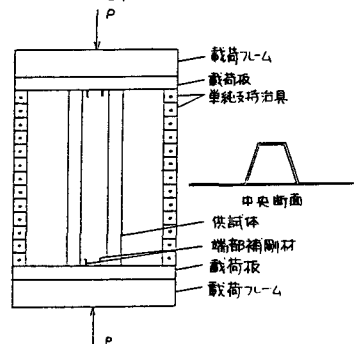


図-3 載荷方法

Hiroshi NAKAI, Toshiyuki KITADA, Tsunemi SHIGEMATSU, Yasutaka UEDA

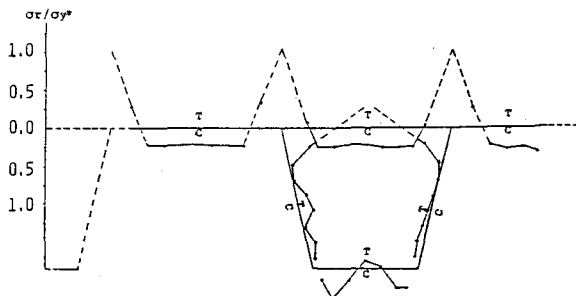


図-4 残留応力分布(A-3)

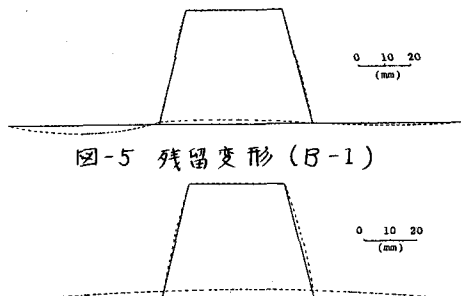


図-5 残留変形(B-1)

図-6 残留変形(B-4)

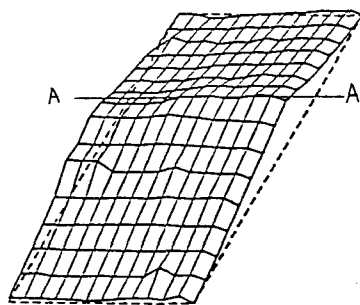


図-7 残留変形(C-2)

供試体B-1~B-3の板パネル部分は、トラフ取付線を節とした3半波形で、トラフ部分は全パネルとも面外へはらみ出した波形でそれぞれ崩壊していた。座屈については、まずトラフの側面部パネル、ついで板パネル、最後にトラフ底面部パネルの順に発生した。板パネルに高張力鋼を用いた供試体B-4の板パネル部分は、側辺を節とする半波形、トラフ部分はシリーズBの他の供試体と同様な座屈波形を示した。ただし、座屈はトラフ底面部パネル、トラフ側面部パネル、最後に板パネルの順に発生した。(3)シリーズC：図-7にシリーズCの崩壊後の残留変形を示す。Cの実験においては、トラフ部分が中央断面で局部座屈した時点で補剛板の面内剛性が急激に低下し、供試体は崩壊に至った。

4. 耐力力の比較・検討 道路橋示

方書、BS5400 PART3およびDASt-Ri 012によって求めた基準耐力力と実験値とを比較したものを表-2に示す。表中、 σ_{cu} は終局圧縮強度、 σ_y^* は補剛材と板パネルのうち小さい方の降伏点を示し、また γ はこれら基準耐力力と実験値との比を示す。この表から、道路橋示方書で定める終局耐力力は、ほぼ妥当な値を与えていることがわかる。一方、表-3には、実験値と文献1)と文献2)を用いた弾・塑性座屈耐力力個々個を示す。ただし、板パネル、および補剛材の圧縮残留応力は、ともに0.2 σ_y^* と仮定して計算した。実験と解析結果との間には、良好な一致が見られる。

表-2 実験結果、および各国示方書による基準耐力力

供試体	実験結果		道路橋示方書		BS5400(PART3)		DASt-Ri-012	
	(σ_{cu})	σ_{cu}/σ_y^*	σ_{cu}/σ_y^*	γ	σ_{cu}/σ_y^*	γ	σ_{cu}/σ_y^*	γ
B-1	370.24	0.847	0.804	1.053	0.940	0.901	0.965	0.878
B-2	395.56	0.878	0.801	1.096	0.947	0.927	0.987	0.908
B-3	378.19	0.841	0.805	1.045	0.951	0.884	0.973	0.864
B-4	506.49	1.080	0.786	1.374	0.947	1.140	0.966	1.118
C-1	216.20	0.766	0.747	1.025	0.921	0.832	0.914	0.838
C-2	206.57	0.732	0.747	0.980	0.882	0.830	0.779	0.940
C-3	208.88	0.740	0.747	0.991	0.833	0.888	0.622	1.190

表-3 実験結果、および弾塑性座屈耐力力

供試体	実験結果		弾塑性座屈耐力力 ($E_t/E=0.001$)	
	P_{cu} (ton)	σ_{cu}/σ_y^*	σ_{cu}/σ_y^* ($R=0.20$)	γ
B-1	370.24	0.847	0.836	1.01
B-2	395.56	0.878	0.828	1.06
B-3	378.19	0.841	0.803	1.05
B-4	506.49	1.080	0.800	1.35
C-1	216.20	0.766	0.761	1.01
C-2	206.57	0.732	0.750	0.98
C-3	208.88	0.740	0.750	0.99

参考文献 1) T. Shigematsu, Prof. H. Nakai ; "Ausbeulen offener und geschlossener Profile mit Schubverformung bei Druckbeanspruchung in Längsrichtung" Der Stahlbau ; Juni, 1983
2) Bijlaard P.P. , "Theory and Tests on The Plastic Stability

of Plates and Shells" Journal of The Aeronautical Science Volume 16, No.9 ; September, 1949