

名古屋大学 正員 福本啓士
 岐阜大学 正員 早佐美純
 名古屋大学 学生員 山口康一

等間隔に配置されたリブつき補剛板の圧縮強度についての実験的、理論的研究を行ったので以下に報告する。

実験的研究

供試体は板の縦横比 1.2 および 2.0、縦リブ本数 3、4、5 本からなる補剛板 34 体であり、表-1 に詳細寸法を示す。この内、7 体は残留応力測定のために用いた。供試体は写真-1 に示すような 4 周辺が単純支持となるように支持して載荷した。非載荷時には板の面外への変形を拘束するように、両端にユニバーサルジョイントをもち 22φ の鋼パイプを 75mm 間隔に板面に垂直にとりつけた。この装置は板が最高荷重に達するまでほぼ満足に機能することがわかった。供試体はすべて初期変形を測定した後、載荷実験を行った。表-2 は実験結果とよめられたものである。図-1 に実験した残留応力分布の一例を示す。また図-2 は既発表の実験結果と本実験で得られた実験値をプロットしたものである。図は縦軸に平均応力度 $\bar{\sigma}$ 、横軸に座屈パラメータ

$$R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y \cdot 12(1-\nu^2)}{E \pi^2 k}} \quad k = 4n^2$$

をとっている。無補剛板のときの一様圧縮の場合と異なり、リブつき板では全断面降伏荷重 ($P_y = A\sigma_y$) からの強度の低下がかなりみられる。また実験には大ききばらつきがみられる。

Table 3
SUMMARY OF TEST RESULTS

Test Specimen No.	A (cm ²)	P _{max} (tons)	P _{max} (kg/cm ²)	σ _y (kg/cm ²)	R	Failure Mode	
B-1-1	57.44	166.0	2890	0.831	0.655	2-b	
B-1-1r	54.86	159.3	2804	0.835	0.713	2-b	
B-1-2	58.93	185.0	3140	0.903	0.679	1a-2-a	
B-2-1	48.51	141.8	2923	3480	0.841	0.608	2-a
B-2-4	60.22	222.2	3690	1.061	0.593	1a-2-a	
B-3-1	39.54	137.0	3465	0.997	0.459	2-b	
C-1-1	89.33	138.6	1952	---	---	**	
C-1-2	93.50	192.3	2657	0.746	0.784	1	
C-1-4	113.60	278.5	2450	0.889	0.766	2-b	
C-2-1	81.02	179.3	2213	0.803	0.695	2-b	
C-2-2	81.25	200.3	2350	0.853	0.694	1	
C-2-4	100.87	257.7	2550	0.927	0.697	1	
C-3-1	72.51	131.5	1996	---	---	**	
C-3-2	77.43	175.0	2260	0.820	0.606	2-b	
C-3-4	90.24	220.0	2438	0.885	0.607	2-b	
C-4-1	63.05	140.0	2220	0.806	0.543	2-a	
C-4-2	65.94	181.5	2780	1.004	0.554	2-b	
C-5-1	58.81	134.9	2375	0.862	0.481	2-b	
C-6-1	107.27	251.0	3329	0.845	0.756	2-b	
C-7-1	98.07	240.5	2452	0.890	0.671	2-b	
C-8-1	86.49	205.6	2377	0.862	0.607	2-b	
D-1-1	63.89	141.5	2243	0.814	0.657	2-b	
D-1-2	65.97	172.2	2610	0.947	0.623	2-b	
D-1-3	71.44	188.5	2631	0.955	0.652	1	
D-2-1	56.33	132.9	2359	0.856	0.578	2-a	
D-2-2	62.77	175.2	2791	1.013	0.597	1	
D-3-1	44.06	114.6	2016	0.946	0.457	2-b	

A: Cross-Sectional Area
 P_{max}: Max. Load
 R: $\frac{P_{max}}{A}$
 σ_y: Yield Stress
 k: n² n: number of sub-panels
 ** These tests were terminated because of failure of the unloading edge supports.

表-2

FAILURE MODE

The results of the tests may be classified as follows based on their failure mechanisms;

- 1 Local torsional distortion of the stiffeners
- 2 Out-of-plane deflection due to over all buckling towards the unstiffened face of the specimens (2-a), and towards the stiffeners (2-b)

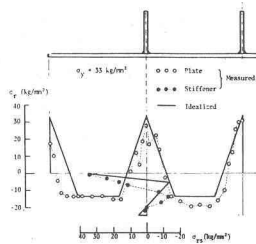


Fig 3 Measured and Idealized Residual Stress Distributions (Test Specimen B-1)

Table 1-a
DIMENSIONS OF TEST SPECIMENS (For Compression Test)

Specimen No.	Steels	n	a (mm)	b (mm)	c (mm)	e (mm)	h _s (mm)	t (mm)	b/t	v/v*	σ	a/b
B-1-1			921	766	192	6.13	60.0	6.83	31.2	0.914	0.074	1.20
B-1-1r			918	767	192	5.73	60.3	6.03	33.5	1.162	0.083	1.19
B-1-2			920	765	191	6.00	57.3	6.00	31.9	1.461	0.095	1.20
B-2-1	SMS0F	4	803	670	168	5.87	52.8	5.80	28.5	0.798	0.076	1.20
B-2-4			803	670	168	6.02	83.4	7.95	27.8	3.129	0.164	1.20
B-3-1			630	526	132	6.10	41.4	6.00	21.6	0.452	0.077	1.20
C-1-1			1436	1260	240	5.85	82.9	5.77	41.0	1.331	0.068	1.20
C-1-2			1424	1197	240	5.80	105.4	6.70	41.3	2.409	0.087	1.20
C-1-4			1436	1198	240	5.93	126.8	8.40	40.4	5.072	0.150	1.20
C-2-1			1291	1076	215	5.87	75.7	5.90	36.7	1.133	0.071	1.20
C-2-2	SS41**	5	1281	1076	215	5.88	94.4	5.82	36.6	2.031	0.087	1.20
C-2-4			1293	1074	215	5.84	134.9	6.20	36.8	4.238	0.152	1.20
C-3-1			1148	958	192	5.93	85.0	6.04	32.3	0.805	0.069	1.20
C-3-2			1147	959	192	6.00	85.0	5.85	32.0	1.576	0.069	1.20
C-3-4			1152	960	192	6.00	102.0	6.00	32.0	3.104	0.142	1.20

Table 1-b
DIMENSIONS OF TEST SPECIMENS (For Compression Test)

Specimen No.	Steels	n	a (mm)	b (mm)	c (mm)	e (mm)	h _s (mm)	t (mm)	b/t	v/v*	σ	a/b
C-4-1			1003	840	168	5.87	57.0	6.03	28.5	0.836	0.070	1.20
C-4-2			1004	838	168	5.73	75.0	5.86	29.3	1.398	0.092	1.20
C-5-1			895	749	150	5.92	51.9	6.00	25.3	0.521	0.070	1.20
C-6-1		5	2393	1194	239	5.99	110.0	8.24	39.9	1.238	0.127	2.00
C-7-1			2160	1073	215	6.06	98.5	6.39	35.4	0.962	0.127	2.01
C-8-1			1912	957	191	6.98	88.3	8.92	32.0	0.805	0.128	2.00
D-1-1	SS41**	5	1592	965	162	4.66	59.5	6.03	34.7	0.897	0.078	1.23
D-1-2			1200	972	162	4.50	76.0	5.85	36.0	1.839	0.102	1.23
D-1-3			1790	965	161	4.68	89.0	5.95	34.4	2.539	0.117	1.23
D-2-1		6	1022	882	144	4.71	52.0	6.06	30.5	0.705	0.078	1.19
D-2-2			1028	860	143	4.55	79.6	5.94	31.5	2.296	0.121	1.20
D-3-1			798	677	113	4.68	41.6	5.94	24.1	0.466	0.078	1.18

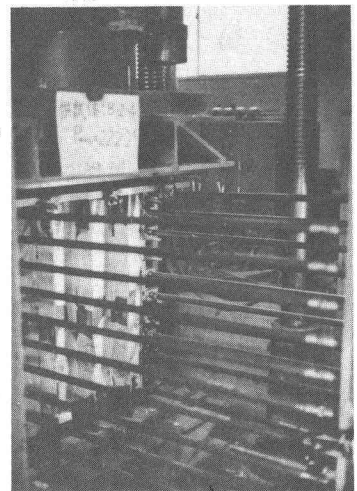
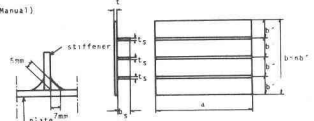
NOTATIONS
 n: number of sub-panels
 v: E1/E2
 * $\sigma_y = \frac{E_1 \Delta_1 + E_2 \Delta_2}{\Delta_1 + \Delta_2}$
 ** Nominal yield point of S3508kg/cm² for t=16mm, 3200kg/cm² for 16-t=40

NOTATIONS
 E: Modulus of elasticity
 ν: Poisson's ratio
 σ: Differential rigidity of plate $E \cdot t^3 / 12(1-\nu^2)$
 t: Thickness of plate
 * $\sigma_y = \frac{E_1 \Delta_1 + E_2 \Delta_2}{\Delta_1 + \Delta_2}$
 ** Nominal yield point of S2508kg/cm² for t=16mm, 2400kg/cm² for 16-t=40

Table 1-c
NOMINAL DIMENSIONS OF TEST SPECIMENS (For Residual Stress Measurement)

Specimen	Steels	n	a (mm)	b (mm)	c (mm)	e (mm)	h _s (mm)	t (mm)	b/t
B-1-4			922	768	192	6	94	6	32
B-1			1400	1152	288	9	126	9	32
B-2			1400	1152	288	9	90	9	32
B-3			1400	1152	288	9	54	9	32
B-4	SMS0F	4	1200	1008	252	9	90	9	28
B-5			1000	792	198	9	90	9	22
B-6			1100	864	216	6	60	6	36

Welding Condition
 Continuous Fillet Welding (Manual)
 Single Pass
 Size 7mm
 Throat Thickness 5mm



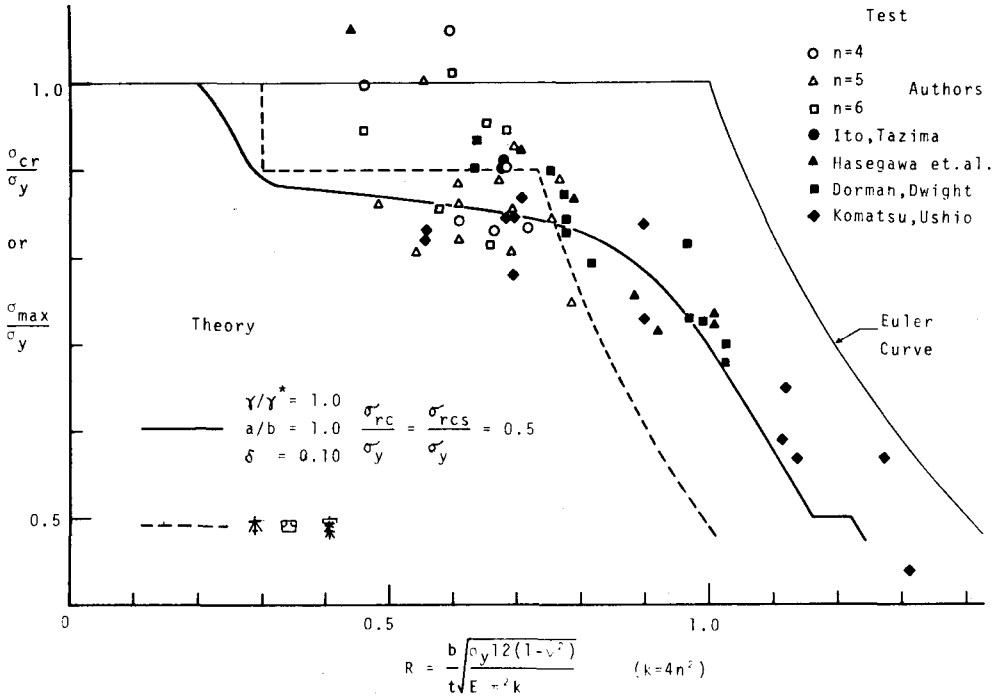


Fig. 2 Comparison of Theory and Test

理論的研究

まき軽表しE文献1), 2)に用いE帯板法による板の固有値問題として得られE座屈強度曲線を図-2に併記してある。計算に用いE残留応力分布は図-1の実測値を単純化したものであり、図-1の実線のような値を用いE。座屈曲線は弾塑性域R=0.5~0.8における実験値と比較的よく説明しているようであり、これは、この範囲における強度が初期変形よりも残留応力の分布形と圧縮残留応力の大きき影響を受けて決まる傾向の方が強いことを示している。

一方、補剛材をリブと有効なフランジ幅からなるT形断面部材に区分し、それぞれのT形部材を初期不整合をもち柱として解析し、断面の曲げ-軸力関係式を求め、数値積分により荷重-変形関係を求める。それぞれのT形部材を横方向の変形に対して、sin波形の適合条件が満足されるようとした後、それぞれの荷重の総和をとり、最大荷重をリブつき板の最高荷重PmaxとみなしE。T形部材として扱E数値計算結果については当日述べる予定である。

参考文献

- 1). Fukumoto Y. et.al. Proc. ASCE Specialty Conference on Metal Bridge, St. Louis, 1974
- 2). 宇佐美 勉, 土木学会論文報告集, No. 228, 1974
- 3). 土木学会, “補剛材つき圧縮板の設計要領(案)” 1974 本州四国連絡橋鋼上部構造に関する調査研究報告書