

I-31

十字形断面柱模型を用いた自由突出板の圧縮強度の実験

関西大学工学部 正員 三上市藏
 栗本 鐵工所 正員 石原一男
 関西大学大学院 学生員 大淵智弘

全日本コンクリート 正員 木村泰三
 関西大学大学院 学生員 河合義勝

1. まえがき プレートガーダーのフランジなどの自由突出板の理論強度式はBasler¹⁾, 西村²⁾, 小松・北田³⁾, 三上⁴⁾, その他が与えている。実験的研究は、福本⁵⁾, 西野⁶⁾, 井上⁷⁾, McDermott⁸⁾によって行われているが、これらは幅厚比の小さい場合に対するもので、後座屈強度の期待できる幅厚比の大きい自由突出板の終局圧縮強度はいまだ実験的に解明されていないようである。そこで、幅厚比の大きい自由突出板の終局圧縮強度を実験的に調べるために、十字形断面柱模型の圧縮実験を行った。

2. 実験概要 十字形断面柱(突出板の幅b, 厚さt, 長さL)模型を、鋼材はSM490YA(TAシリーズ)およびSS400(TBシリーズ), 柱の長さは500, 700, 900mmの3種類, 突出板の幅厚比は3種類を選んで、15体製作した。模型の諸寸法および幅厚比パラメータλを表-1に示す。ただし、λは式(1)からk=0.425として求める。

$$\lambda = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \frac{12(1-\mu^2)}{\pi^2 k}} \quad (1)$$

材料試験の結果、鋼材SM490YA に対して $\sigma_y=3732\text{kgf/cm}^2$, $E=2.03 \times 10^6\text{kgf/cm}^2$, $\mu=0.28$, 鋼材SS400 に対して $\sigma_y=2022\text{kgf/cm}^2$, $E=2.09 \times 10^6\text{kgf/cm}^2$, $\mu=0.27$ である。

載荷実験に先立って柱模型の4枚のパネルの初期たわみを測定した。また、4枚のパネルのひずみを測定して、偏心荷重とならないように位置を調節した上で、載荷した。

3. 実験結果 座屈荷重 P_{cr} は、4枚のパネルの中で最初に座屈が生じたと思われるパネルを対象として、荷重-たわみ関係および荷重-ひずみ関係から δ^2 法を用いて推定した。荷重-たわみ関係および荷重-柱軸方向縮み関係の例をそれぞれ図-1, 2に、荷重-膜ひずみ関係および荷重-曲げひずみ関係の例をそれぞれ図-3, 4に示す。この例(TA35)の場合、測定結果から座屈荷重 $P_{cr}=41.2\text{tf}$ と推定した。座屈荷重を過ぎてからも荷重は増加しているが、一部、ひずみ硬化が生じていると思われるものもある。実験結果を表-2に示す。

表-1

Model	L(mm)	b(mm)	t(mm)	b/t	L/b	λ
TA15	498.2	62.8	4.80	13.08	7.9	0.91
TA17	697.8	63.1	4.83	13.06	11.1	0.91
TA19	897.8	63.8	4.85	13.15	14.1	0.92
TA25	498.5	81.8	4.78	17.11	6.1	1.19
TA27	698.3	81.9	4.75	17.24	8.5	1.20
TA35	498.0	100.4	4.73	21.23	5.0	1.48
TA37	698.0	101.1	4.83	20.93	6.9	1.46
TA39	898.5	101.3	4.73	21.42	8.9	1.49
TB17	698.5	72.3	4.33	16.70	9.7	0.85
TB19	897.5	71.7	4.45	16.11	12.5	0.82
TB27	697.0	94.3	4.45	21.15	7.4	1.07
TB29	898.5	93.9	4.52	20.77	9.6	1.05
TB35	497.7	115.7	4.43	26.12	4.3	1.32
TB37	698.0	116.5	4.42	26.36	6.0	1.34
TB39	899.0	116.3	4.48	26.00	7.7	1.32

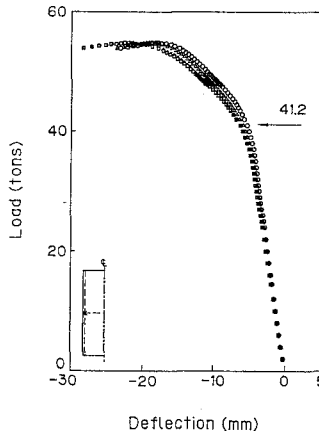


図-1

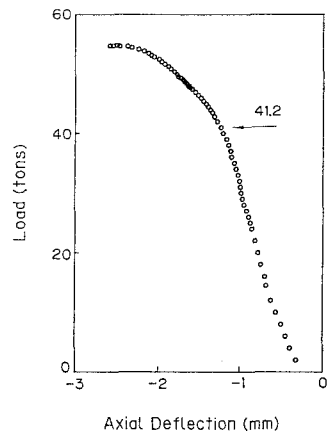


図-2

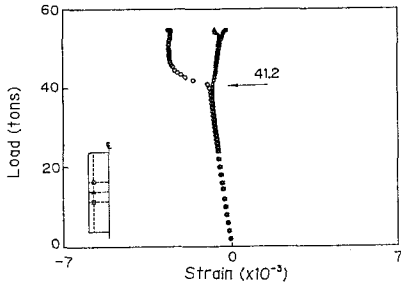


図-3

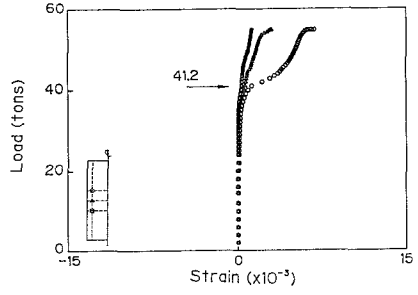


図-4

表-2

Model	λ	Buckling Load P_{cr} (tf)	Experimental σ_{cr}/σ_y	σ_{cr}/σ_{ult}			
				Mikami	Basler	Nishimura	Komatsu-Kitada
TA15	0.91	39.0	0.841	1.109	1.032	0.996	1.031
TA17	0.91	38.9	0.831	1.095	1.019	0.983	1.018
TA19	0.92	38.9	0.835	1.104	1.028	0.992	1.026
TA25	1.19	44.6	0.746	1.113	1.154	1.049	1.036
TA27	1.20	41.5	0.702	1.051	1.095	0.992	0.977
TA35	1.48	41.2	0.571	0.941	1.249	0.922	---
TA37	1.46	39.7	0.537	0.879	1.142	0.859	---
TA39	1.49	41.6	0.571	0.944	1.270	0.926	---
TB17	0.85	23.0	0.891	1.135	1.048	1.006	1.056
TB19	0.82	22.1	0.849	1.064	0.982	0.937	0.992
TB27	1.07	21.8	0.642	0.913	0.891	0.845	0.853
TB29	1.05	22.8	0.656	0.924	0.852	0.895	0.863
TB35	1.32	24.8	0.597	0.935	1.069	0.898	---
TB37	1.34	28.5	0.674	1.059	1.224	1.019	---
TB39	1.32	24.4	0.575	0.897	1.018	0.861	---

4. 実験値と理論値との比較 模型の板パネルの初期横たわみは大きかった。このため、図-1~図-4からわかるように、早い段階から横たわみ、ひずみ、柱軸方向縮みが増大している。このように初期たわみが大きく、変形が大きい場合には、 P_{cr} を終局強度とみなすのが、設計上適当と思われる。実験値 P_{cr} を図示すると図-5のようになる。図には実験値を●、○印で示した。●印はSM490YA、○印はSS400 に対する結果を示す。図には理論強度式^{1) 2) 3) 4)}を比較のため、併記してある。

実験値と理論値の比について平均値と標準偏差を求めると表-3のようになる。これらの結果から、三上の式はほぼ平均値を与える。Baslerの式は理論値が高めに予測されている実験模型3体を除いて、実験結果の下限値を与える。西村の式は変動の小さい、平均値よりやや低めの値を与えている。小松・北田の式は適用範囲($\lambda \leq 1.3$)が限られており、理論値が高めの値に予測されている実験模型は4体である。結果の詳細は講演当日に述べる。

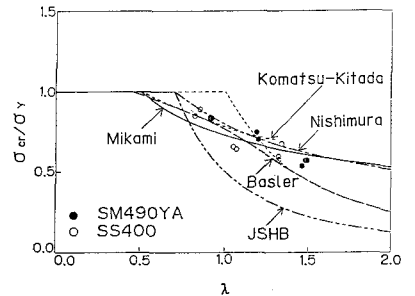


図-5

表-3

	σ_{cr}/σ_{ult}		
	Mikami	Basler	Nishimura
Mean	1.011	1.072	0.945
Standard deviation	0.090	0.117	0.062

1) Basler and Thürlimann : Proc. of ASCE, Vol. 87, No. ST6, Aug., 1961. 2) 文部省科学研究費報告書(代表 福本晴士), 1990.3. 3) 小松・北田 : 土木学会論文報告集, No. 314, 1981.10. 4) 三上・木村・徳田 : 土木学会年次学術講演会講演概要集, 1991.9, I-99. 5) 福本・伊藤 : 土木学会論文報告集, No. 160, 1968.12. 6) Nishino, Tall and Okumura : Trans. of JSCE, No.160, Dec., 1968. 7) 井上・折原・西山・桑村 : 構造工学論文集, 日本建築学会, Vol. 35B, 1989.3. 8) McDermott : Proc. of ASCE, Vol. 95, No. ST9, Spt., 1969.