I-63　　単一パネルの２軸圧縮強度の検討

関西大学工学部　正会員　三上　市藏
全日本コンサルタント㈱　正会員　木村　泰三
㈱横河橋梁製作所　正会員　○徳田　浩一

1．まえがき　1983年，Cambridge 大学において，板の２軸圧縮実験が行われた．[1)] ２軸圧縮実験が過去において行われた例は少ないようである．この実験結果を用いて，文献２）に提案した２軸応力状態における単一パネルの圧縮強度算定式の妥当性を検討する．

2．実験の概要　この実験は２軸圧縮応力下における板の挙動を明らかにするために行われた．また，板の崩壊形式を明確にするために残留たわみの測定が行われた．この実験においては，最高荷重時の板の挙動や最高荷重に達した後の荷重とたわみの関係に注目された．

Fig. 1 に示すように，初期たわみと残留応力を有する長さａ，幅ｂ，板厚ｔ＝６mm，縦横比ａ／ｂ＝４または６の長方形板に対して２軸圧縮応力状態のもとで実験が行われた．ほとんどの板については横方向（ｙ方向）荷重を一定として行われたが，３体のみ比例載荷で行われた．縦方向（ｘ方向）荷重は，幅ｂの圧縮縁全長に一定変位が生じるように載荷されたが，横方向荷重は２ｂおよび４ｂ以上の長さで圧縮縁の中央部分に載荷された．また，残留応力の影響を調べるために，板のまわりに溶接ビードを付けたものと，付けていないものの２種類の板が実験された．横方向圧縮縁は単純支持され，面内自由端であり，縦方向圧縮縁は固定支持されている．

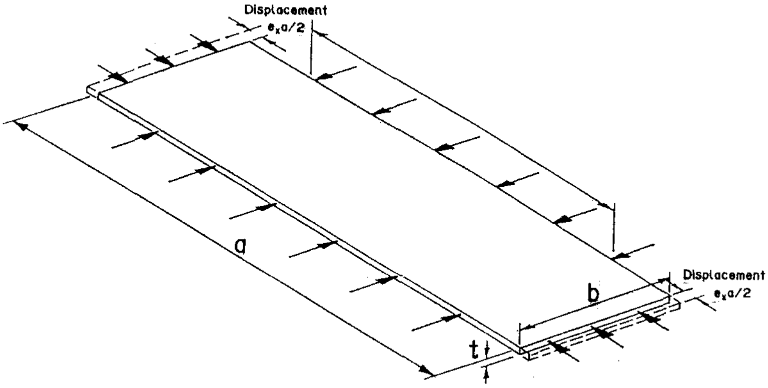

Fig. 1

実験結果をTable 1 に示す．ただし，σ_x は縦方向圧縮強度，σ_y は横方向圧縮強度，σ_Y は板の降伏応力であり，β は次式より求められる．

$$\beta = \frac{1}{1.9}\,\frac{b}{t}\sqrt{\frac{\sigma_Y}{E}} \qquad (1)$$

Table 1 中の45B5W4(b) については，横方向荷重のみで板が座屈したので荷重を戻して再度載荷している．

Table 1

Specimen number	b/t	β	σ_x/σ_Y	σ_y/σ_Y
35R5U3	35.0	0.786	0.818	0.132
5U31	35.2	0.786	0.818	0.135
5W3	35.2	0.786	0.779	0.133
5W31	35.2	0.786	0.769	0.121
5W5	35.2	0.786	0.739	0.206
35L5W3	35.2	0.786	0.800	0.133
5W5	35.2	0.786	0.745	0.207
45R5U8	46.4	1.036	0.653	0.207
5W4	45.9	1.025	0.658	0.102
5W4(b)	45.7	1.020	0.716	0.094
5W8	45.8	1.023	0.588	0.201
5W10	45.7	1.020	0.531	0.254
55R0U3*	57.8	1.291	0.650	0.048
5U3	55.5	1.239	0.638	0.047
5W3	55.4	1.237	0.584	0.047
5W31	56.5	1.262	0.575	0.049

Pilot test. No initial out-of-flatness deliberately introduced.

3．実験値と理論値との比較　実験値 $\sigma_x／\alpha_Y$，$\sigma_y／\sigma_Y$ と，文献２）の式(7) により求まる理論値 $\sigma_{ult,cx}／\sigma_Y$，$\sigma_{ult,cy}／\sigma_Y$ との比

$$R_x = \frac{\sigma_x}{\sigma_{ult,cx}}, \quad R_y = \frac{\sigma_y}{\sigma_{ult,cy}} \qquad (2a,b)$$

を調べるとTable 2 のようになる．この表中の項目Welding は溶接

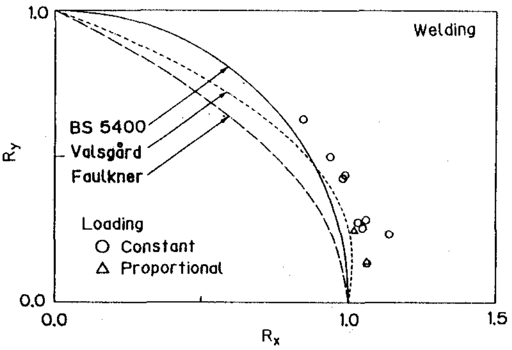

Fig. 2

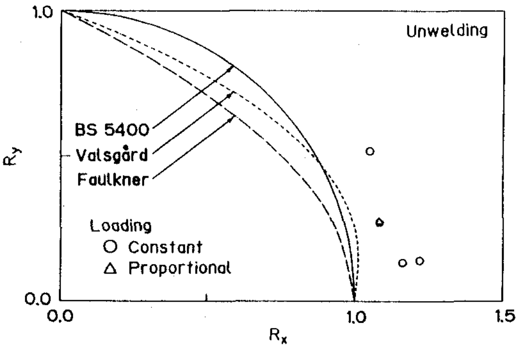

Fig. 3

ビードの有無を示している．また，これらの比と理論相関曲線との関係を，溶接ビードの有無に分けて図示するとFig. 2，Fig. 3のようになる．ここに理論相関曲線は次のようである．

BS 5400 [3]　：　$R_x{}^2 + R_y{}^2 = 1$　　(3)

Valsgård[4]　：　$R_x - 0.25 R_x R_y + R_y{}^2 = 1$　　(4)

Faulkner[5]　：　$R_x + R_y{}^2 = 1$　　(5)

式(3) は文献２）で採用した相関曲線でもある．

Table 2 のL_{ex}/L_{th}の値は，縦軸R_y，横軸R_xで図示したとき，原点から実験値までの距離L_{ex}と，原点から相関曲線(3) までの距離L_{th}との比である．比L_{ex}/L_{th}の平均値および標準偏差を求めると，Table 3 のようになる．

Table 2

Specimen number	$\sigma_x / \sigma_{ult.cx}$	$\sigma_y / \sigma_{ult.cy}$	L_{ex} / L_{th}	Welding	Loading
35B5U3	1.083	0.272	1.117	×	Constant
5U31	1.083	0.278	1.118	×	Proportional
5W3	1.032	0.274	1.068	○	Constant
5W31	1.019	0.249	1.049	○	Proportional
5W5	0.979	0.425	1.067	○	Constant
35L5W3	1.060	0.281	1.097	○	Constant
5W5	0.987	0.437	1.079	○	Constant
45B5U8	1.050	0.518	1.171	×	Constant
5W4	1.049	0.253	1.079	○	Constant
5W4(b)	1.138	0.233	1.162	○	Constant
5W8	0.936	0.499	1.061	○	Constant
5W10	0.844	0.629	1.053	○	Constant
55B0U3*	1.220	0.140	1.228	×	Constant
5U3	1.162	0.133	1.170	×	Constant
5W3	1.062	0.133	1.070	○	Constant
5W31	1.061	0.141	1.070	○	Proportional

* Pilot test. No initial out-of-flatness deliberately introduced.

Table 3

Mean	Standard deviation
1. 104	0. 051

Table 2 より，文献２）の提案算定式はすべての板について強度を５～23%安全側に予測している．また，Fig. 2，Fig. 3 より，残留応力のある板の方が残留応力のない板よりも強度が小さいことがわかる．これらの図表より，一定載荷と比例載荷の載荷条件の違いによる強度の差は，最大である35B5W3と35B5W31 の間ででも 1.8%であり，他はほとんどない．したがって，載荷条件が強度に与える影響は少ないと考えられる．また，３つの相関曲線の中で式(3) が，実験値をまんべんなく好精度で表しており，しかも最も簡略であることがわかる．

４．あとがき　本研究では２軸圧縮実験の結果を用いて，文献２）に提案した２軸応力状態における単一パネルの圧縮強度算定式の妥当性を検証した．この算定式より得られる値は実験値を精度よく評価することがわかった．

1）Stonor, R.W.P., Bradfield, C.D., Moxham, K.E., and Dwight, J.B. : University of Cambridge, Report CUED/D-Struct/TR.98, 1983.　2）三上・木村・徳田：構造工学論文集, Vol.37A, 1991.
3）BS 5400 : Steel, Concrete and Composite Bridges, Part 3, 1982.　4）Valsgård, S. : Det norske Veritas report 78-678, 1978, revised 1979.　5）Faulkner, D. : Trans. R. Instn. Nav. Arch. 107, 1965.