

大阪大学工学部 正員 前田幸雄
大阪府立工專 正員 〇三宮和彦
神戸製鋼所 正員 梶本政良

試験結果、試験桁の初期変形や、歪り難い僅かな荷重の偏心等により、桁が積座屈を発生するまでの過程は、等曲ガゼメント、不等曲ガゼメント共に、厳密には一様となり得ず、一部の桁には、その圧縮フランジの積変位が、既に低荷重の時から序々に発達するものが見られた。これらの桁を含めて各試験桁は、荷重の増

試驗桁記号	h/t_w	b/t_f
T.B. A	31.75	10.00
T.B. B	127.00	7.69
T.B. C	127.00	5.00

The image contains three sets of technical drawings for T-beams, labeled a) T.B.A, b) T.B.B, and c) T.B.C. Each set includes a cross-section and a longitudinal view.

- a) T.B.A:**
 - Cross-section:** Shows a T-beam with a top flange width of 130, a web width of 10, and a total height of 10. The bottom flange has a width of 10. The longitudinal view shows a total length of 1284, with a 1/4 section indicated.
 - Longitudinal view:** Shows the beam with a total length of 1284. The bottom flange has a width of 10. The longitudinal view shows a total length of 1284, with a 1/4 section indicated.
- b) T.B.B:**
 - Cross-section:** Shows a T-beam with a top flange width of 210, a web width of 15, and a total height of 10. The bottom flange has a width of 10. The longitudinal view shows a total length of 1624, with a 1/4 section indicated.
 - Longitudinal view:** Shows the beam with a total length of 1624. The bottom flange has a width of 10. The longitudinal view shows a total length of 1624, with a 1/4 section indicated.
- c) T.B.C:**
 - Cross-section:** Shows a T-beam with a top flange width of 210, a web width of 15, and a total height of 10. The bottom flange has a width of 10. The longitudinal view shows a total length of 1334, with a 1/4 section indicated.
 - Longitudinal view:** Shows the beam with a total length of 1334. The bottom flange has a width of 10. The longitudinal view shows a total length of 1334, with a 1/4 section indicated.

163

大につれ、或る時点に至ると、僅かな荷重の増加で急激な横変位の発達をみる。実験座屈強度 σ_{cr} の判定は、各試験桁につき、その圧縮フランジの、荷重-横変位曲線を描き、その変位が急速に増大(始める)時点に注目し、圧縮フランジ上面両側の歪の変化(分岐)の状態も合せ考慮して判定することとした。かかる座屈

強度 σ_{cr} から、桁が最早その平衡状態を保ち得なくなる所の終局強度 σ_{max} に至るまでに、更に強度の増加を見た。
1). 等曲げモーメント($k=1$)による座屈強度。

試験桁を表-2に示す。

A5083及びA7N01の試験桁の各フランジより取り作製した5号試験片

による引張試験から、

Stress-Strain Curveを求め、

これより σ_c - τ Curve

(Fig 3)を導き、これを用

いて(3報)の式(1), (2),

(3), から算出した非弾性

座屈強度も、 ℓ , ℓ/r

($r = \sqrt{\frac{I_y}{A_f + \frac{1}{2}A_w}}$), ℓ/ρ_t

(ρ_t : フランジ重心間距離)

(ρ_t : フランジ厚)をパラメーターとして図示した

座屈強度曲線がFig 4~

Fig 11に示す。これらの

図中に、実験結果をプロット

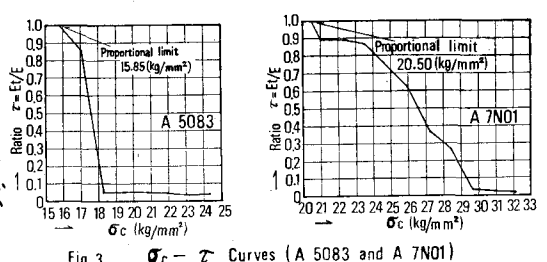


Fig. 3 σ_c - τ Curves (A 5083 and A 7N01)

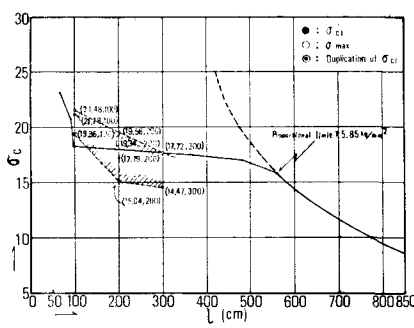


Fig. 4 σ_{cr} vs. L Curve under $k=1$ (A 5083 T.B.A)

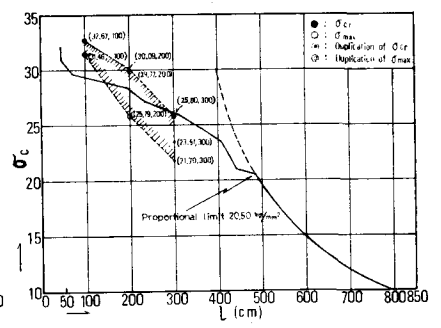


Fig. 5 σ_{cr} vs. L Curve under $k=1$ (A 7N01 T.B.A)

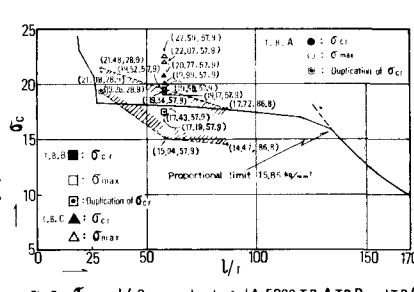


Fig. 6 σ_{cr} vs. L/r Curve under $k=1$ (A 5083 T.B.A, T.B.B, and T.B.C)

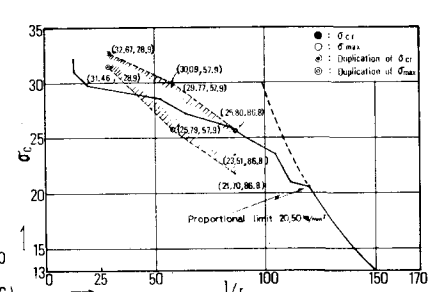


Fig. 7 σ_{cr} vs. L/r Curve under $k=1$ (A 7N01 T.B.A)

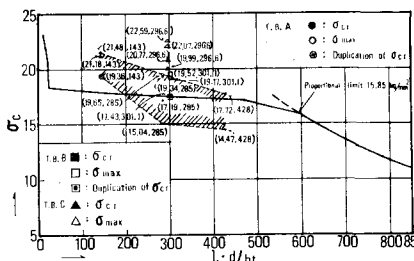


Fig. 8 σ_{cr} vs. $L \cdot d/bt$ Curve under $k=1$ (A 5083 T.B.A, T.B.B, and T.B.C)

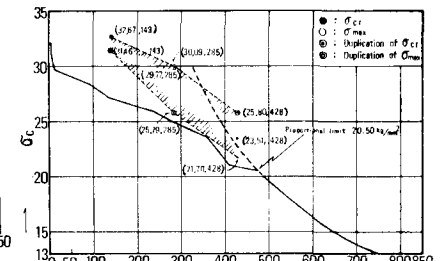


Fig. 9 σ_{cr} vs. $L \cdot d/bt$ Curve under $k=1$ (A 7N01 T.B.A)

材質	試験桁記号	寸法 (mm)	数量(桁)	曲げモーメント
A 5083	T.B.A 1-1.2	254 x 130 x 8 x 13 x 1294	2	
	T.B.A 2-1.2	シ x 2294	2	
	T.B.A 3-1	シ x 3294	1	
	T.B.B-1.2	254 x 100 x 2 x 13 x 1918	2	
	T.B.C-1.2	254 x 65 x 2 x 13 x 1334	2	
A 7N01	T.B.A 1-1.2	254 x 130 x 8 x 13 x 1294	2	
	T.B.A 2-1.2	シ x 2294	2	
	T.B.A 3-1.2	シ x 3294	2	

表-2 試験桁 ($k=1$)

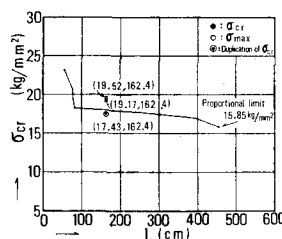


Fig. 10 σ_{cr} vs. L Curve under $k=1$ (A 5083 T.B.B)

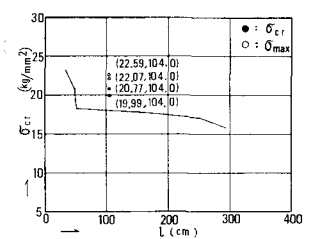


Fig. 11 σ_{cr} vs. L Curve under $k=1$ (A 5083 T.B.C)

してある。

2) 不等曲げモーメント(たき1)による圧屈強度

桁の両端に不等曲げモーメントが作用する場合の横倒れ圧屈強度について、確たる算定法が無いと思はれるので、

こゝでは Salvadori の Moment-Gradient Factor を乗じて補正する Column Research Council の方法を参考とした。

こゝで非弾性領域での圧屈応力は、Basic Column Strength

Curve により近似され得るとして、

A5083 及び A7N01 につき、 G_c - τ Curve (Fig.3) を用いて各々算出した Column Strength Curve を Fig.12 に示す。

従つて、両端曲げモーメント比、たき1として(4報)の C.R.C. の式から算出した圧屈応力度が、比例限度を越す場合、Equivalent Column の K 値を算出し、これに対応する非弾性圧屈応力度 E 、各々 Column Strength Curve (Fig.12) から求め、 λ をパラメータとする横圧屈強度曲線を作成することとした。

なお、実験に際して曲げモーメント比と圧屈強度との関係を調べるため、たきの値を変えてみたが、載荷フレームの能力から、それはかなり制限されたものとなっている。

a) たき > 0 の圧屈強度

試験桁をまとめて表-3 に示す。C.R.C. の方法に基づいて作成した横圧屈強度曲線並みに実験結果をプロットして、Fig.13 ~ Fig.18 に示す。

b) たき < 0 の圧屈強度

試験桁を表-4 に示す。この場合のたきは、制限された値となつた。これらの圧屈強度曲線並みに実験結果をプロットして Fig.19 ~ Fig.22 に示した。

たきの値に対する算出圧

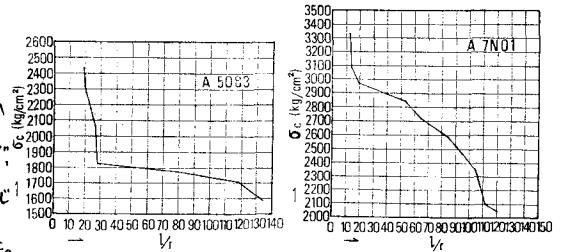


Fig.12 Column Strength Curves in the inelastic range (A 5083 and A 7N01)

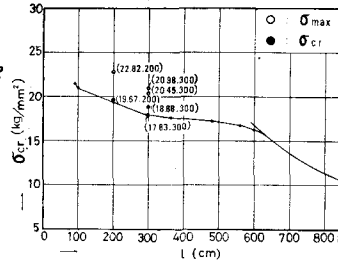


Fig.13 Curve of G_{cr} vs. L under $k=1/15$. (A 5083 T.B.A)

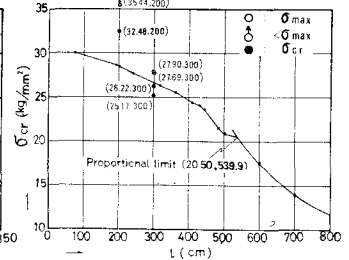


Fig.14 Curve of G_{cr} vs. L under $k=1/15$. (A 7N01 T.B.A)

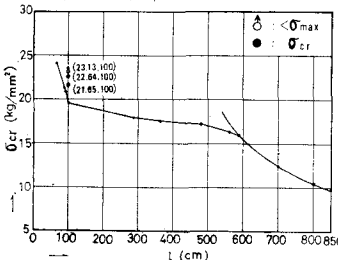


Fig.15 Curve of G_{cr} vs. L under $k=1/12$. (A 5083 T.B.A)

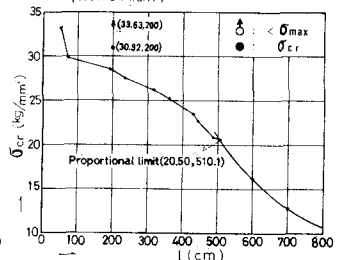


Fig.16 Curve of G_{cr} vs. L under $k=1/12$. (A 7N01 T.B.A)

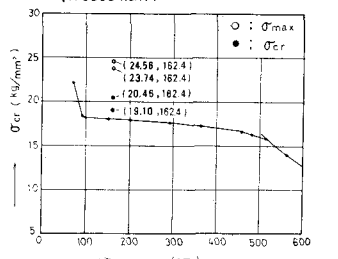


Fig.17 G_{cr} vs. L Curve under $k=1/15$. (A 5083 T.B.B)

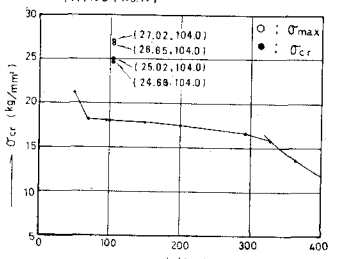


Fig.18 G_{cr} vs. L Curve under $k=1/15$. (A 5083 T.B.C)

材質	試験桁記号	寸法 (mm)	k	曲げモーメント
A 5083	T.B.A 1-3	254 x 130 x 8 x 13 x 1294	1/1.2	
	T.B.A 1-4	〃	1/1.2	
	T.B.A 2-3	254 x 130 x 8 x 13 x 2294	1/1.5	
	T.B.A 2-4	〃	1/1.5	
	T.B.A 3-3	254 x 130 x 8 x 13 x 3294	1/1.8	
	T.B.A 3-4	〃	1/1.5	
	T.B.B 1	254 x 100 x 2 x 13 x 1918	1/1.5	
	T.B.B 2	〃	1/1.5	
	T.B.C 1	254 x 65 x 2 x 13 x 1334	1/1.5	
	T.B.C 2	〃	1/1.5	
A 7N01	T.B.A 2-3	254 x 130 x 8 x 13 x 2294	1/1.5	
	T.B.A 2-4	〃	1/1.2	
	T.B.A 3-3	254 x 130 x 8 x 13 x 3294	1/1.5	
	T.B.A 3-4	〃	1/1.5	

表-3 試験桁 ($k > 0$)

材質	試験桁記号	寸法 (mm)	k	曲げモーメント
A 5083	T.B.A 2-5	254 x 130 x 8 x 13 x 2294	1/30	
	T.B.A 2-6	〃	1/30	
	T.B.A 2-7	〃	1/30	
	T.B.A 2-8	〃	1/100	
	T.B.A 3-5	254 x 130 x 8 x 13 x 3294	1/16.6	
	T.B.A 3-6	〃	1/30	
	T.B.A 3-7	〃	1/60	
	T.B.A 3-8	〃	1/100	
A 7N01	T.B.A 2-5	254 x 130 x 8 x 13 x 2294	1/200	
	T.B.A 3-5	254 x 130 x 8 x 13 x 3294	1/100	
	T.B.A 3-6	〃	1/30	
	T.B.A 3-7	〃	1/30	

表-4 試験桁 ($k < 0$)

屈強度の比較を、A試験桁(A5083)についで図示したものをFig.23~Fig.24に示す。

なおここで桁の端条件は、すべて両端固定とみなして、そのEffective-Length Factor K は $1/2$ とした。

以上の試験結果から、それぞれの算出座屈応力度を基準として、実験座屈応力度の増分を、百分率で表わし、表-5~表-7に示す。

考察 かゝる断面寸法の領域に属するアルミ合金桁では、この実験の範囲内で、大要次の事が判断される。

i) $k=1$ のとき、接線弾性係数理論による座屈強度は、Basic Column Strength Curve を用いて算出した値と極めて良く近似する。かゝる算出値に対し、実験座屈強度は、a). 桁の断面寸法比により、その安全度は強く支配され、この場合、 $\sigma_{cr}/\sigma_t = 57.9$ に注目すれば、B試験桁($b/t_w = 12.7$, $b_f/t_f = 7.69$)以外は、かなり大きく算出値と相異している。b). 材質により安全度が異なるようで、また桁の細長比が小さくなるにつれ安全度が大となっている。

ii) $k \neq 1$ のとき、概ね上記a). b) のことが認められるが、C.R.C. に準じて算出した座屈強度に対し、モーメント勾配に注目すれば、実験座屈強度は、 $k > 0$ のとき両材質とも、 k の値が $+0$ に接近する程安全度が高く、また $k < 0$ のとき、 -0 に近づく程安全度が高くなっている。更に $k < 0$ の安全度は、 $k > 0$ のそれらに比べて段々が高くなるようである。これらのことから、アルミ合金桁の座屈強度算定には、その材質的特性及び断面の幾何学的Factor を更に取り入れる必要がある。これらの点につき今後研究を進めたりと考えている。

当研究については、軽金属協会の研究補助金をうけた事を附記する。

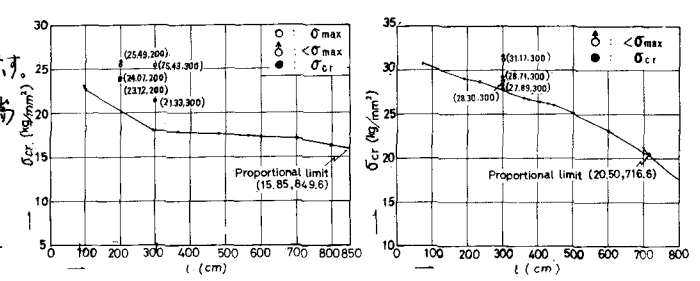


Fig.19 Curve of σ_{cr} vs. L under $k = -1/30$ (A5083 T.B.A.) Fig.20 Curve of σ_{cr} vs. L under $k = -1/30$ (A7N01 T.B.A.)

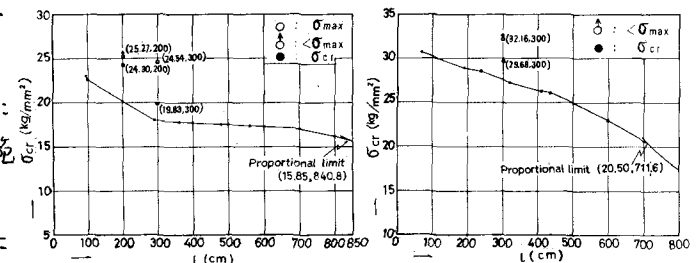


Fig.21 Curve of σ_{cr} vs. L under $k = -1/100$ (A5083 T.B.A.) Fig.22 Curve of σ_{cr} vs. L under $k = -1/60$ (A7N01 T.B.A.)

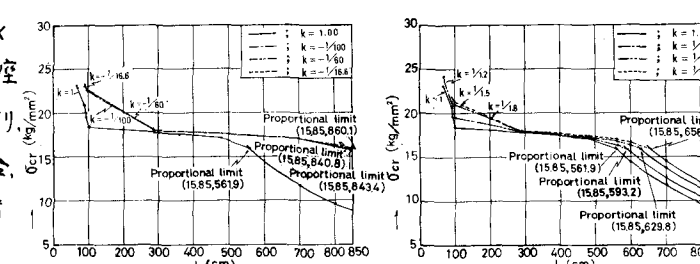


Fig.23 Comparison of Buckling Strength Curve under $k = 1, 1/100, -1/60, -1/168$ (A5083 T.B.A.) Fig.24 Comparison of Buckling Strength Curve under $k = 1, 1/12, 1/13, 1/18$ (A7N01 T.B.A.)

材質	試験桁記号	k	実験座屈強度の増分(%)		
			$\sigma_{cr}-L$ に対し	$\sigma_{cr}-L$ に対し	$\sigma_{cr}-L$ に対し
A 5083	T.B.A 1-1	1	+ 5.9	+ 7.9	+ 5.9
	T.B.A 1-2	1	+ 5.9	+ 7.9	+ 5.9
	T.B.A 2-1	1	-16.5	-14.3	-16.4
	T.B.A 2-2	1	- 4.8	- 2.1	- 4.5
	T.B.A 3-1	1	-18.3	-15.8	-17.9
	T.B.B -1	1	- 3.2	- 0.4	- 3.2
	T.B.B -2	1	- 3.2	- 0.4	- 3.2
	T.B.C -1	1	+11.0	+14.1	+11.1
	T.B.C -2	1	+15.3	+18.6	+15.4
	T.B.A 1-1	1	+ 7.1	+16.0	+ 7.3
A 7N01	T.B.A 1-2	1	+ 7.1	+16.0	+ 7.3
	T.B.A 2-1	1	- 8.5	+ 3.5	- 7.5
	T.B.A 2-2	1	- 8.5	+ 3.5	- 7.5
	T.B.A 3-1	1	-17.2	+ 3.9	-15.3
	T.B.A 3-2	1	-10.3	+12.5	- 8.3

表-5 実験座屈強度の増分 ($k=1$)

材質	試験桁記号	k	実験座屈強度の増分(%)	
			$\sigma_{cr}-L$ に対し	$\sigma_{cr}-L$ に対し
A 5083	T.B.A 1-3	$1/1.2$	+ 16.1	
	T.B.A 1-4	$1/1.2$	+ 11.0	
	T.B.A 2-3	$1/1.5$	+ 1.9	
	T.B.A 2-4	$1/1.8$	+ 4.5	
	T.B.A 3-3	$1/1.5$	- 0.4	
	T.B.A 3-4	$1/1.5$	+ 5.5	
	T.B.B -3	$1/1.5$	+ 5.8	
	T.B.B -4	$1/1.5$	+ 13.4	
	T.B.C -3	$1/1.5$	+ 36.5	
	T.B.C -4	$1/1.5$	+ 38.5	
A 7N01	T.B.A 2-3	$1/1.5$	+ 14.4	
	T.B.A 2-4	$1/1.2$	+ 8.9	
	T.B.A 3-3	$1/1.5$	- 1.4	
	T.B.A 3-4	$1/1.5$	- 5.4	

表-6 実験座屈強度の増分 ($k > 0$)

材質	試験桁記号	k	実験座屈強度の増分(%)	
			$\sigma_{cr}-L$ に対し	$\sigma_{cr}-L$ に対し
A 5083	T.B.A 2-5	$-1/30$	+ 16.8	
	T.B.A 2-6	$-1/30$	+ 18.6	
	T.B.A 2-7	$-1/50$	+ 19.8	
	T.B.A 2-8	$-1/100$	+ 19.7	
	T.B.A 3-5	$-1/16.6$	+ 17.5	
	T.B.A 3-6	$-1/30$	+ 18.5	
	T.B.A 3-7	$-1/60$	+ 0.78	
	T.B.A 3-8	$-1/100$	+ 10.2	
A 7N01	T.B.A 2-5	$-1/200$	—	
	T.B.A 3-5	$-1/100$	—	
	T.B.A 3-6	$-1/30$	+ 1.1	
	T.B.A 3-7	$-1/30$	+ 2.5	
	T.B.A 3-8	$-1/60$	+ 7.6	

表-7 実験座屈強度の増分 ($k < 0$)