

アルミ合金桁の横倒れ座屈に関する研究(4報)

大阪大学工学部 正員 前田 幸雄
大阪府立工専 正員 三宮 知彦
神戸製鋼所 正員 梶本 政良

まえがき. アルミ合金大形形材を橋梁等重量構造物の主要部材として積極的に使用するため、アルミ合金材による桁の曲げ圧縮許容応力度算定の資料を得ることを目的として、前報で主たる構造用アルミ合金 A5083 (Al-Mg 系 2 元合金, 非熱処理) と A7N01 (Al-Zn-Mg 系 3 元合金, 熱処理) の大形押出形材に、等曲げモーメントが作用する場合の横倒れ座屈強度につき報告を行ってきた。今回同じ目的で上記と同材質、同一断面寸法の 2 種のアルミ合金桁の両端に、正の不等曲げモーメントを作用させ、生ずる非弾性域での横倒れ座屈強度につき実験的考察を加えたものゝあらう。

試験桁及び試験方法. 試験桁は押出 I 形材で、冷間加工により歪の矯正を行っており、その断面寸法を Fig.1 に、その分類を表-1 に示す。またその機械的性質等については(3報)を参照されたい。試験方法は Fig.2 に示す如く、載荷桁に腕の長さを変えて載荷し、試験桁の両端に不等曲げモーメント比 1:1.5 を作用させた。なお載荷桁は図に示す位置で横支保されている。試験桁の変位(Δ, V)は、桁の両端並みには 4 等分点に設置したアルミ合金 L 材の棒を基準とし、ダイヤルゲージで測定した。断面応力測定に用いた塑性ゲージの貼付位置を Fig.1 に示す。

実験結果と考察. 測定したなかでの最大の水平変位を示す断面について、その測定値から桁両端の水平変位の相加平均を差し引いた値が、荷重の増大と共に変化する様子を Fig.3 に、またその断面の圧縮フランジ上面における垂直、水平の両変位にもとづく連成歪が変化する様子を Fig.4 に示す。これらの歪は桁の横座屈の発達につれ、フランジ面内の曲がりにより、圧縮フランジ上面の凸側では連成歪の減少、凹側では増大が起るゝあらう。従って上面両側の歪が急速に分離する時は、横座屈強度判定の 1 つの資料となり得よう。著者達は横座屈強度を、

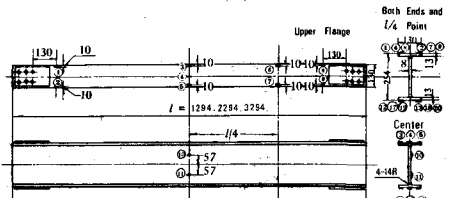


Fig. 1 Dimension of Test Beam

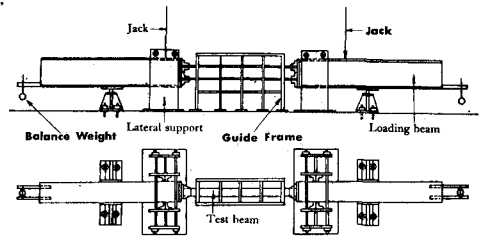
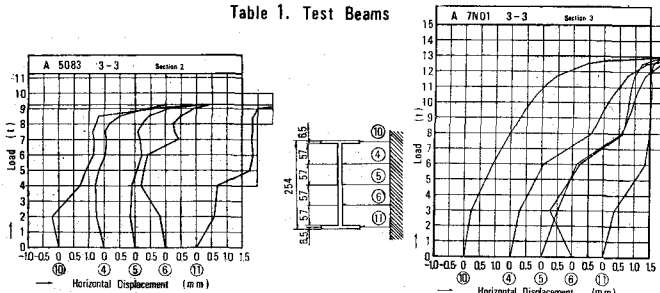
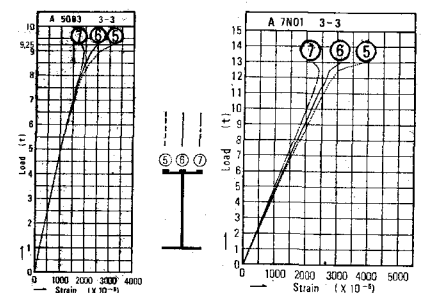


Fig. 2 Test Set-up

Material	Test Beam	Dimension (mm)	Num.
A 5083	TB 2-3	254 x 130 x 8 x 13 x 2294	1
	TB 3-3.4	254 x 130 x 8 x 13 x 3294	2
A 7N01	TB 2-3	254 x 130 x 8 x 13 x 2294	1
	TB 3-3.4	254 x 130 x 8 x 13 x 3294	2

Table 1. Test Beams

Fig. 3 Curves of Load vs. Horizontal Displacement under $k=1/1.5$ (A 5083 and A 7N01)Fig. 4 Curves of Load vs. Strain under $k=1/1.5$ (A 5083 and A 7N01)

桁の水平変位が急激に増大する点に注目し、歪の変化の状態を合せ考慮して判定することとした。なお座屈荷重附近における桁中央断面の歪の分布は Fig.5 の如くで、軸力の影響は小さいようである。傾倒れ座屈強度は不等曲げモーメントの場合、正確な算定法が無いと思はれるが、主たる近似法の1つとして、Salvadori の修正係数を用いた次式に示される Column Research Council の方法を参考とした。この非弾性領域での座屈応力は Basic Column Strength Curve により近似され得るとしている。なおこの式は $C_1=1$ のとき(3輻)のウェブの变形を考慮しない座屈式(1)式と結果的に合致するものである。

$$\sigma_{cr} = \frac{C_1}{S_x} \sqrt{M_c^2 + \frac{A^2}{4} P_{ey}^2}$$

$$M_c = \frac{\pi}{KL} \sqrt{JG E I_y}, \quad P_{ey} = \frac{\pi^2 E I_y}{(KL)^2}$$

ここで、 C_1 : Moment-Gradient Factor (by Salvadori)

$$C_1 = 1.75 - 1.05k - 0.3k^2, \quad C_1 = 2.3 \text{ when } k \leq -0.46$$

k : 2輻モーメント比

S_x : 断面係数, A : フランジの重心間距離

K : Effective-Length Factor,

$E I_y$: 断面の軸触れり曲り剛性, JG : St. Venant の捩り剛性

A5083 及び A7N01 の試験桁の各フランジから取り

つた5号引張試験片による Stress-Strain Curve より導いた

σ_c - τ Curve (Fig.6) を用いて算

出した Column Strength Curve である。

Fig.7 である。従って、曲げモーメント

比 $k = 1/5$ として上式より求めた

座屈応力度が比例限界を越す場合、

Equivalent Column の KL/r を

算出し、これに対応する座屈応力

度を各々 Column Strength Curve から

求めて作成した横座屈強度曲線が Fig.8, Fig.9 である。

ここで Effective-Length Factor K は両端固定とみて $1/2$ と

した。また強度計算に用いた弾性係数、ポアソン比等は、前報と同値である。

以上により、 $b/t_w = 31.75$ (b : 桁高, t_w : ウェブ厚), $b/t_f = 10$ (b : フランジ幅, t_f : フランジ厚) なる断面の桁では、その強軸まわりに不

等曲げモーメント比 $k = 1/5$ が作用する場合、1) Fig.8, 9 から判断される如く、C.R.C. に準じて算

出した理論座屈強度は、材質によりその安全度がかなり異なる。理論座屈強度に対する実験座屈強度

の増分は、この場合、A5083 では、2-3桁で1.4%、3-3.4桁で平均2.6%増、A7N01 では2-3桁で14.4%、

3-3.4桁で平均3.4%増を示し、A5083 に比べて、A7N01 では細長比が小なるとき安全度の高さが

目立つ。2) なお、かかる断面寸法では、A5083, A7N01 共に局部座屈は認められる。桁は傾倒れ

変形に支配された全体座屈で崩壊に到っている。本研究に付いては、軽金属協会の研究補助金を受けた事に附記す。

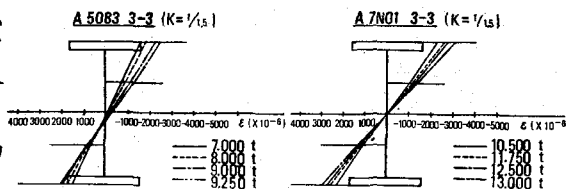


Fig.5 Strain Distributions of Beams (A 5083 and A 7N01)

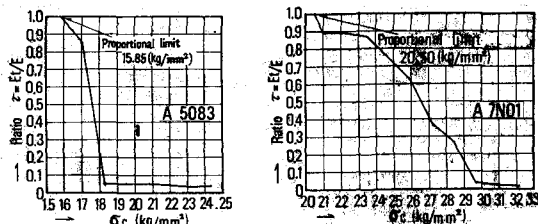


Fig.6 $\sigma_c - \tau$ Curves (A 5083 and A 7N01)

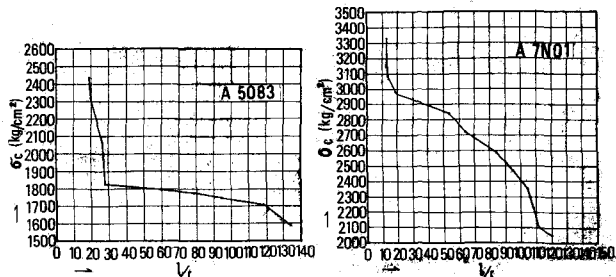


Fig.7 Column Strength Curves in the inelastic range (A 5083 and A 7N01)

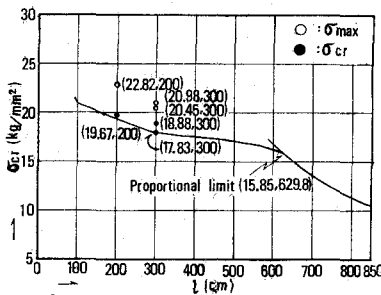


Fig.8 Curve of σ_{cr} vs. L under $k=1/5$ (A 5083)

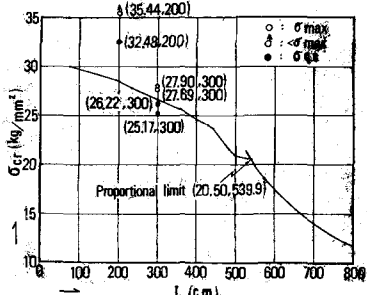


Fig.9 Curve of σ_{cr} vs. L under $k=1/5$ (A 7N01)