

I-22 アルミ合金桁の横倒れ座屈に関する研究(3報)

大阪大学工学部 正員 前田 幸雄

大阪府立工専 正員〇三宮 知彦

神戸製鋼所 正員 梶本 政良

まえがき 本研究はアルミ合金大形形材を重量構造物に積極的に使用する為、重要な設計条件を与える桁の横倒れ座屈に関する実験的研究を行ない、アルミ合金材による桁の曲げ圧縮許容応力算定の資料を得んとするものである。この目的で主たる構造用アルミ合金、Al-Mg系2元合金AA5083とAl-Zn-Mg系3元合金AA7078の大形押出形材に正の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、あわせて両者の比較を試みたのでその結果を報告する。

試験桁及び試験方法 試験桁は押出I形桁を冷間加工で矯正したもので、その断面寸法をFig.1に、その分類を表-1に示す。また試験桁の機械的性質並びに化学成分を表-2に示す。

試験方法はFig.2に示す如く、15ton油圧ジャッキ2基で載荷桁に載荷することにより試験桁の両端に等曲げモーメントを作用させた。なお載荷桁は載荷桌の位置で横支保装置で支持されている。

試験桁の変位(U,V)の測定はアルミ合金し材で構成した枠を基準とし、ダイヤルゲージで測定し、断面応力測定には塑性ゲージKL-10-A5を用い、その貼付位置をFig.3に示した。

実験結果と考察 鋼材に比し弾性係数の小さなアルミ合金桁では、たわみの量かなり大きく出てくる。荷重の増大につれ突然横倒れ現象が目撃されるようになるが、それ以後は荷重は大きくならず横座屈変形が急速に発達してくる。

試験中測定した桁の中央断面の各横変位をFig.3に、ストレインをFig.4に示す。なおこれらの横変位の値は桁中央の実測値から両端におけるその平均を差し引いた値であり、ストレインはフランジ面内の水平変位(U)による歪を取り

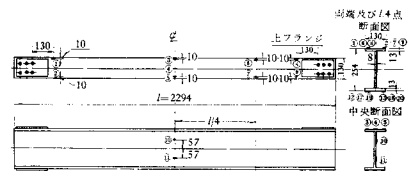


Fig. 1 Dimension of Test Beam

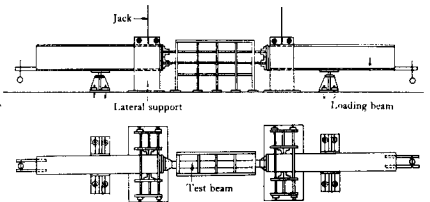


Fig. 2 Test Setup

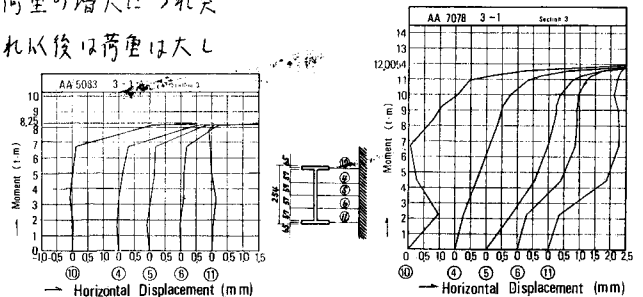


Fig. 3 Bending Moment—Horizontal Displacement Curve of AA 5083 and AA 7078

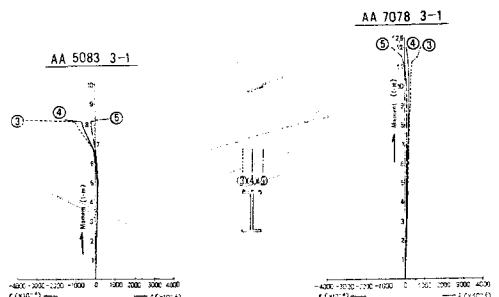


Fig. 4 Bending Moment—Strain Curve due to Horizontal Displacement (AA 5083 and AA 7078)

表-1 試験桁の分類

材質	分類	寸法 (mm)	数量(個)
AA 5083	1-1, 2	254 x 130 x 8 x 13 x 1294	2
	2-1, 2	254 x 130 x 8 x 13 x 2294	1
	3-1	254 x 130 x 8 x 13 x 3294	2
AA 7078	1-1, 2	254 x 130 x 8 x 13 x 1294	2
	2-1, 2	254 x 130 x 8 x 13 x 2294	2
	3-1, 2	254 x 130 x 8 x 13 x 3294	2

表-2 機械的性質および化学成分

材質	引張試験			化学成分 (%)										
	引張力 kg/mm ²	引張強さ kg/mm ²	伸び %	Cu	Si	Fe	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al		
AA 5083	16.6	30.8	23	0.08	0.10	0.25	0.73	4.2	0.17	0.02	0.08	Re		
AA 7078	28.6	35.14	19	0.04	0.09	0.21	0.42	1.10	0.22	4.53	/	Re		

出したものである。積座屈強度はこれらの横変位が急激に変化する点に注目し、ストレインの変化の状態を合せ考えて判定する事とした。また積座屈強度の算定に当っては、かゝる断面寸法の新ではウエブの変形が座屈強度に及ぼす影響は小さいので、これを考慮しない弾性鈎合方程式を基本式とし(1,2報参照)、非弾性域においては接線弾性係数理論を用いる事とした。

等曲げモーメントによる積座屈強度は、両端固定の条件を満たす解として次の式を得る。

$$\sigma_{cr} = \frac{1}{S} \cdot \frac{2\pi}{L} \sqrt{EI_y} \sqrt{GJ_T + \frac{\pi^2}{L^2} EC_{bd}} \quad \text{---(1)}$$

ここで EI_y ; 軸まわりの曲げ剛度, GJ_T ; St. Venant の捩れ剛性 EC_{bd} ; 曲げ捩れ剛性, S ; 断面係数

AA5083 及び AA7078 の試験桁の各フランジより切り取って作成した5号引張試験片による Stress-Strain Curve (Fig.5) から導いた σ_c - τ Curve (Fig.6) を用いて(1)式から算出した積座屈強度曲線をそれぞれ Fig.7, Fig.8 に示す。また(1)式は反りにもとづく曲げ捩れ抵抗が支配的であるときみなすに次のように簡便化される。

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(L/r)^2} \quad \text{---(2)} \quad \text{但し, } r = \sqrt{\frac{I_y}{A_f + \frac{1}{6} A_w}}$$

ここで A_f ; 圧縮フランジの面積, A_w ; ウエブの面積

この(2)式から Fig.6 の σ_c - τ Curve を用いて算出した座屈強度曲線を Fig.9, Fig.10 に示す。更に St. Venant の捩れ抵抗を支配的とみなすと(1)式の近似式として次の式を得る。

$$\sigma_{cr} = \frac{1.3 E}{L \cdot d/bt} \quad \text{---(3)}$$

ここで d ; フランジ間距離, b, t ; フランジ巾、厚

この(3)式を用いて前と同じく算出した座屈強度曲線が Fig.11, Fig.12 である。なお強度計算に用いた弾性係数及びポアソン比は、引張試験の結果から判断して AA5083 は $E = 7.26 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$, $\nu = 1/3$, AA7078 は $E = 7.48 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$, $\nu = 0.34$ とした。以上の事から $d/b = 31.75$, $b/t = 10$ (6.75:7.75) なる断面の桁では、その強軸まわりに等曲げモーメントが作用する場合、1) かゝる断面では接線弾性係数理論によれば非弾性域での座屈強度曲線は、曲げ捩れ抵抗を支配的とみなす(2)式か(3)式に比しより近似を与え、AA7078 においては AA5083 に比べて特にその傾向が目立っている。2) 実験座屈強度は AA5083 は $d/b > 35$, AA7078 は $d/b > 40$ の範囲で理論曲線より強度低下がみられるが、全塑性モーメントに達し得る所の横方向支持点の間隔の限度は、AA5083 では同じく算出した所の $d/b \div 35$ 程度となり、AA7078 では、 $d/b \div 30$ 程度となることが判断される。本研究に付いては軽金属協会の研究補助金を用いたことと附記する。

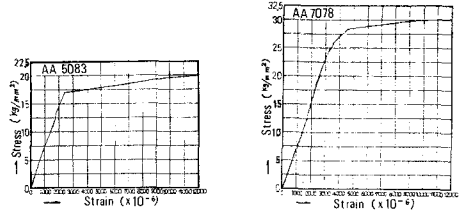


Fig. 5 Stress-Strain Curve of AA 5083 and AA 7078

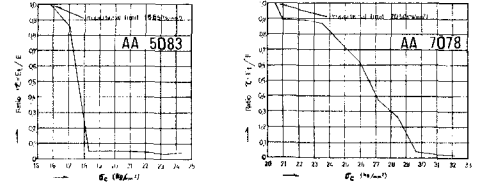


Fig. 6 σ_c - τ Curve of AA 5083 and AA 7078

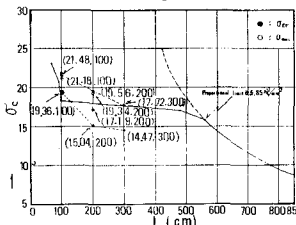


Fig. 7 σ_c - l Curve of AA 5083

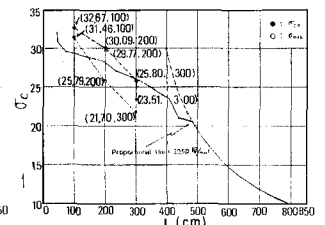


Fig. 8 σ_c - l Curve of AA 7078

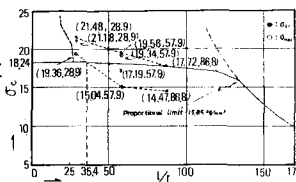


Fig. 9 σ_c - l/r Curve of AA 5083

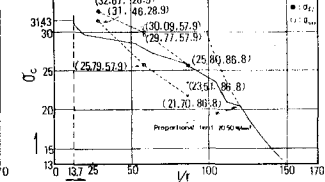


Fig. 10 σ_c - l/r Curve of AA 7078

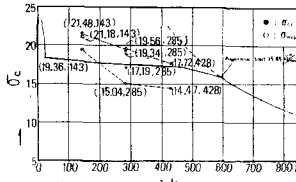


Fig. 11 σ_c - $l \cdot d/bt$ Curve of AA 5083

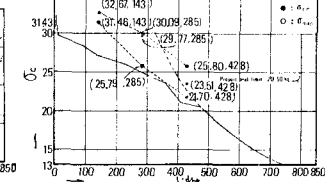


Fig. 12 σ_c - $l \cdot d/bt$ Curve of AA 7078