

名古屋大学 正員 福本 秀士
 名古屋大学 学生員 青木 徹彦
 名古屋大学 学生員 可児 弘之

ま文がき

近年、構造物の軽量化を計るため材料面での研究が進められているが、本研究はアルミ合金材を構造用材として使用する際必要とされる基礎資料を得るために行なった一連の基礎研究の一部である。ここではH型断面柱の中心軸座屈と偏心圧縮実験、および丁型断面腹板の座屈実験について述べる。

1. 材質および材料試験

実験に用いたアルミ合金の材質はいずれも1035-F(住友軽金属社製)でJIS H4163-1963に規定される耐食アルミニウム合金棒第14種A2, B4に相当し、またASTM(USA)では6061-T6に相当する。また比重、弾性係数は鋼の約1/3で、強度ははるSS41に相当する。材料試験は柱の座屈試験解析のために座屈実験柱と同一断面形状の短柱(高さ5cm)3本を作り圧縮試験を行なった。得られた応力-ひずみ関係、応力-接線弾性係数 $\sigma-E_t$ 、および応力-等価弾性係数 $\sigma-E_r$ 関係をFig. -1に示す。なお腹板に対しては引張り試験を行なった。

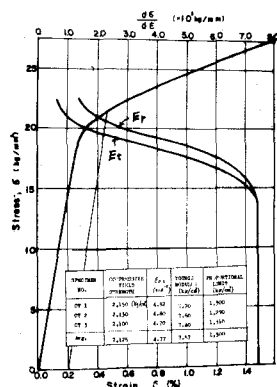


Fig.-1

2. 中心軸座屈実験

試験柱はTable - 1に示すような形状寸法で、長さは169~474mmまでの7種(弱軸まわりの細長比 l/r は25~70)である。柱の両端はすべて弱軸まわりのピン支持とした。この装置は半円筒形ローラー支承で、これを供試体設置状態と合わせFig. 2に示す。中心軸座屈試験では微小偏心が結果に大きな影響を及ぼすので荷重載荷には特に注意を払った。

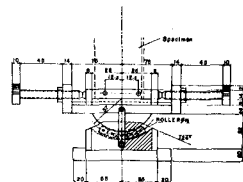


Fig. 2

実験結果をFig. -3に示す。同図の E_r , E_t 曲線は材料試験をもとに計算した接線弾性座屈曲線、および割線弾性座屈曲線である。この図から、3コの実験点(Δ 印)を除き、実験値は両座屈曲線の間に入っており、やや接線弾性座屈曲線に近いことがわかる。点線で示した曲線は弾性限界座屈応力を $\sigma_{cr} = \sigma_{0.2}$ としたときのJohnson式を与えている。

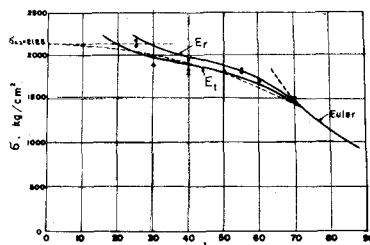


Fig.-3

図中の Δ 印は一連の座屈実験の初期に行なったもので、装置の段階で幾分偏心が存在したと思われる。

3. 偏心圧縮実験

実験柱は中心軸圧縮実験で用いた柱のうち、細長比は30, 50, 60の3種類を用い、偏心比 e/s をそれぞれ0.4, 1.0, 2.0の3通り変えた計9本をいずれも弱軸まわりの偏心を与えて行なった。

Table - 1

Sectional quantities about weak axis y	Specimen No.	Length (mm)	l/r
$A = 5 \text{ cm}^2$	A-1, B-2	169	25
$I_y = 2.29 \text{ cm}^4$	A-2, B-2	205	30
$W_y = 1.53 \text{ cm}^3$	C-1, C-2, C-3	271	40
$r_y = 0.67 \text{ cm}$	D-1	339	50
$e_y = 0.305 \text{ cm}$	C-2, E-2	372	55
	F-1, F-2	406	60
	G-1, G-2	474	70

実験結果を Fig.-4 に示す。この図から偏心荷重を受ける柱の耐力が細長比とともに低下する様子がわかる。柱中央点の横たわみは細長比 50 のとき Fig.-6 のように得られた。図中の点線は柱の最外縁ひずみが 5.02 となったときの荷重とたわみの関係を Secant 式から求めたものである。たわみは最高荷重のとき、柱長に対して 1.3 ~ 1.9 % 生じており、また Secant modulus load に対応するたわみは柱長のほう 0.5 ~ 1 % である。

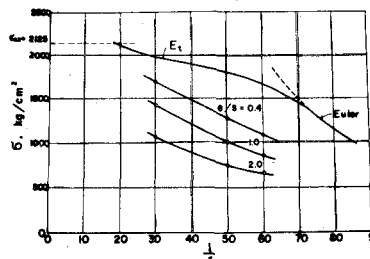


Fig. -4

軸方向力と曲げモーメントを受ける柱の極限強度を求めるのに軸方向力-曲げモーメント相関式が用いられるが一般に広く用いられる相関式として

$$\frac{P}{P_{cr}} + \frac{M}{M_p} = 1 \quad \text{----- (1)}$$

または

$$\frac{P}{P_{cr}} + \frac{M}{M_p(1 - P/P_E)} = 1 \quad \text{---- (2)}$$

がある。ここに P = 最高荷重, P_{cr} = 中心軸線弾

性荷重, P_E = オイラー弾性座屈荷重, M = 柱端に作用するモーメント, M_p = 純曲げによる最大曲げモーメントである。実験結果と上式 (1), (2) を Fig.-5 に示す。同図から上式と実験値との良好な一致はみられない。そこで今回用いたアルミ材について次の相関式を提案する。

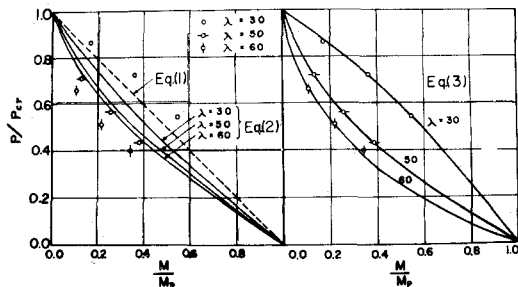


Fig. -5

$$\frac{P}{P_{cr}} + \frac{M(1 - \beta \frac{P}{P_E})}{M_p(1 - \frac{P}{P_E})} = 1 \quad \text{----- (3)}$$

$$\text{ただし } \beta = 0.003 \{ 250 - (e/b)^2 \}$$

これを実験値とともに図示すると Fig.-5 (右) のようになり良好な一致が見られる。なお式 (3) は $\beta = 0$, 1 とおけば、それぞれ式 (2), (1) を表わす。

4. 腹板の座屈実験

供試体は Fig.-8 に示す寸法の 3 コの丁型断面腹板を用い、一様圧縮による腹板の座屈実験を行なった。腹板は載荷辺で単純支持、非載荷辺の一边が自由、他辺がフランジによって弾性回転拘束されている。載荷装置は Fig.-2 に示した柱の座屈試験と同じものを用いた。座屈理論曲線との比較を Fig.-7 に示す。

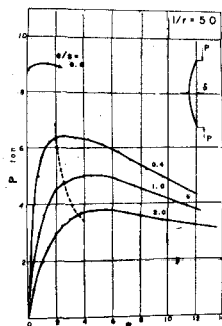


Fig. -6

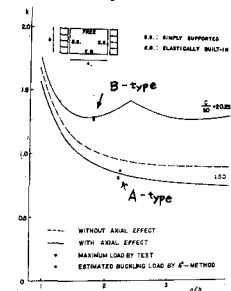


Fig. -7

5. おわりに

中心軸座屈実験では座屈荷重は持線弾性座屈荷重によく一致し、微小偏心が座屈荷重に及ぼす影響が大きい。偏心座屈実験では、最高荷重のとき柱のたわみが最大、柱長の 1.9 % あり、曲げと軸力を受けるアルミ合金柱にはたわみに対する検討が必要であろう。なお本研究に用いた供試体は住友軽金属工業 K.K. の好意によった。

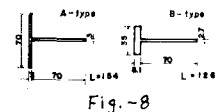


Fig. -8

(参考文献)

1) 大岩浩, 福本啓士 "プレートガーダーの腹板の曲げ座屈強度" 本誌 I-33