

圧縮を受けるアルミニウム合金部材の耐荷力

大阪大学大学院工学研究科 学生会員 ○山田 了平
大阪大学大学院工学研究科 正会員 大倉 一郎

1. はじめに

東海、東南海、南海地震の津波対策として緊急仮設橋（被災後 72 時間以内に供用できる仮設橋）が必要とされている．これに対して，アルミニウム合金の軽量性を活かして，アルミニウム・トラス橋が考えられている．トラス橋の設計においては，圧縮を受ける部材の耐荷力が重要である．他方，現在，アルミニウム合金土木構造物設計・製作指針の作成が土木学会で行われている．このような状況で，本研究は，圧縮を受けるアルミニウム部材の耐荷力を明らかにすることを目的とする．

2. 応力 - ひずみ関係

アルミニウム合金の応力-ひずみ関係は次式で与えられる¹⁾．

$$\begin{cases} \varepsilon = \frac{\sigma}{E} + 0.002 \left(\frac{\sigma}{\sigma_{0.2}} \right)^n & (\sigma \leq \sigma_{0.2}) \\ \sigma = \sigma_{0.2} & (\sigma_{0.2} \leq \sigma) \end{cases} \quad (1)$$

ここに， E ：ヤング係数(=70GPa)， $\sigma_{0.2}$ ：0.2%耐力， n ：ひずみ硬化パラメータ

アルミニウム合金 A6061-T6，A6005C-T5，A5083-O に対する $\sigma_{0.2}$ と n の値を表 1 に示す．これらのアルミニウム合金の対する応力-ひずみ関係を図 1 に示す．

3. 座屈強度曲線

圧縮を受けるアルミニウム合金部材の座屈強度は，接線係数法の適用により，次式で与えられる．

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi E_t}{\left(\frac{l}{r} \right)^2} \quad (2)$$

ここに， σ_{cr} ：座屈強度， E_t ：接線係数， l ：部材の有効座屈長， r ：部材の断面二次半径

式(1)に対して，接線係数 E_t は次式で与えられる．

$$E_t = \frac{d\sigma}{d\varepsilon} = \frac{1}{\frac{1}{E} + \frac{0.002n}{\sigma_{0.2}} \left(\frac{\sigma}{\sigma_{0.2}} \right)^{n-1}} \quad (3)$$

座屈強度 σ_{cr} を 0.2%耐力 $\sigma_{0.2}$ で無次元化することにより，座屈強度曲線が次式で与えられる．

$$\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_{0.2}} = \frac{\eta}{\lambda^2} \quad (4)$$

$$\text{ここに, } \lambda = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{\sigma_{0.2}}{E}} \frac{l}{r}, \quad \eta = \frac{1}{1 + \frac{0.002En}{\sigma_{0.2}} \left(\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_{0.2}} \right)^{n-1}}$$

式(4)が与える座屈強度曲線を図 2 に示す．6061-T6 と A6005C-T5 の座屈強度曲線はほぼ同じである．しかし，A5083-O の座屈強度曲線は両座屈強度曲線と大きく異なる．したがって，6000 系アルミニウム合金の耐荷力と A5083-O の耐荷力は分けて扱う必要がある．

表 1 0.2%耐力とひずみ硬化パラメータ

アルミニウム合金	$\sigma_{0.2}$ (MPa)	n
A6061-T6	245	29.1
A6005C-T5	175	29.1
A5083-O	127	5.3

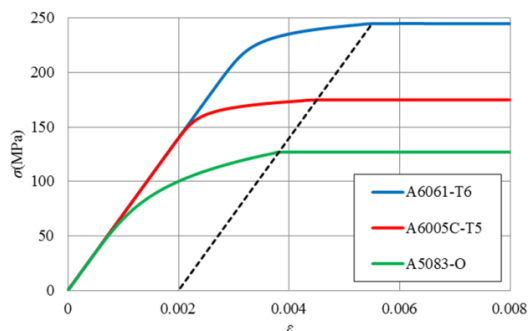


図 1 応力-ひずみ関係

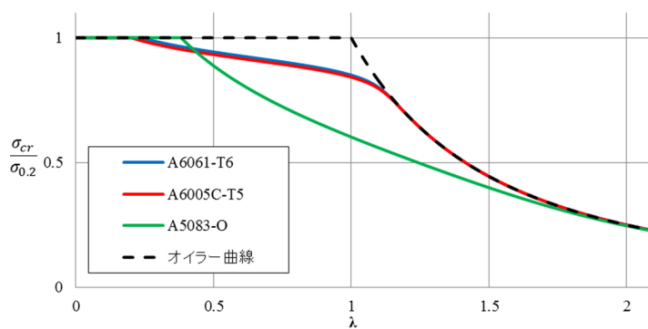


図 2 圧縮を受けるアルミニウム合金部材の座屈強度曲線

キーワード アルミニウム合金，圧縮，部材，耐荷力

連絡先 〒565-0871 吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 TEL 06-6879-7618

4. 断面設計

板要素が局部座屈を起こさないようにするために、圧縮を受ける自由突出板と両縁支持板において、耐荷力が 0.2%耐力を維持する限界の幅厚比パラメータの値に対して板要素の幅厚比を決める．限界の幅厚比パラメータ R_1 の値を表 2 に示す²⁾³⁾．押出ダイスの寸法制限より、部材断面の高さと幅は、それぞれ 250mm である．これを考慮して、限界の幅厚比に対応する、箱型断面と H 型断面の寸法を図 3 に示す．

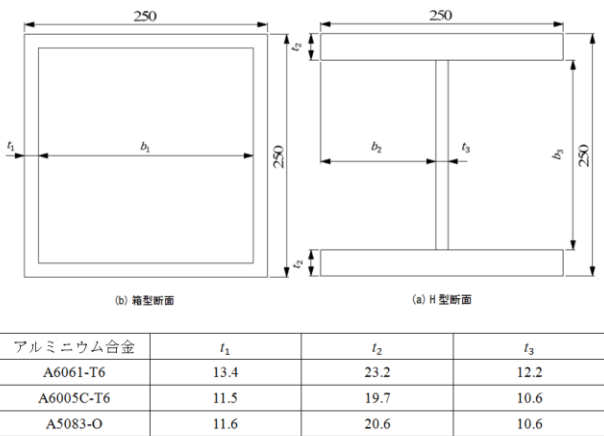


図 3 断面寸法

5. FEM による弾塑性有限変位解析

汎用有限要素プログラム MARC を用いて、弾塑性有限変位解析を行う．有限要素として 8 節点アイソパラメトリックシェル要素（MARC における要素番号 22）を使用する．部材の両端は単純支持され、次の初期たわみを持っていると仮定する．

$$v_0 = \frac{l}{1000} \sin \frac{\pi z}{l} \tag{6}$$

ここに、 l ：部材の長さ

図 4 に示すように、対称条件により、部材の半分の要素分割する．

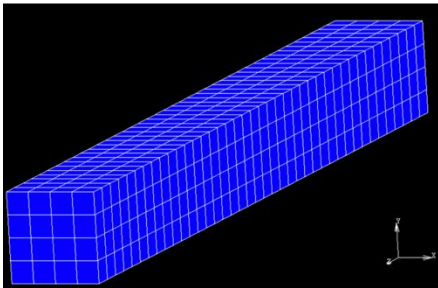


図 4 要素分割

6. 耐荷力曲線

アルミニウム合金における箱型断面部材の耐荷力曲線を図 5 に示す．

1) 6000 系アルミニウム合金

λ が小さいとき、耐荷力曲線は Eurocode 9 のそれとほぼ同じであるが、 λ が大きくなると Eurocode 9 より高くなる．

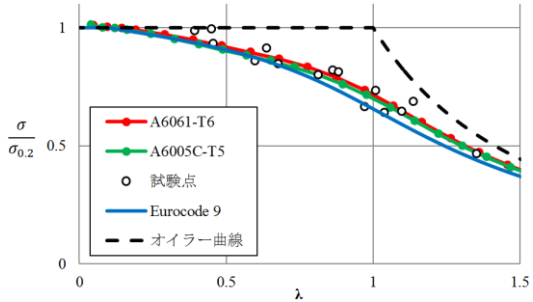
2) アルミニウム合金 A5083-O

λ が小さいとき、耐荷力曲線は Eurocode 9 のそれより高く、 λ が大きくなる、Eurocode 9 より低くなる．

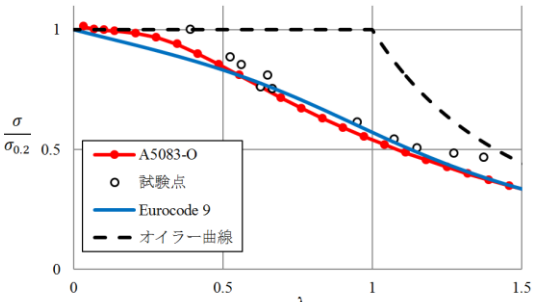
H 型断面については、公演当日発表する．

表 2 限界幅厚比パラメータ $R_{1.0}$ の値

アルミニウム合金	自由突出板	両縁支持板
A6061-T6, A6005C-T6	0.49	0.52
A5083-O	0.40	0.44



(a) 6000 系アルミニウム合金



(b) 5000 系アルミニウム合金

図 5 アルミニウム合金箱型断面部材の耐荷力曲線

参考文献

- 1) 大倉一郎，長尾隆史，石川敏之，萩澤亘保，大隅心平：構造用アルミニウム合金の応力-ひずみ関係および、接合によって発生する残留応力の定式化，土木学会論文集 A，Vol.64，No.4，pp.789-805，2008．
- 2) 大倉一郎，小笠原康二：接合位置を考慮したアルミニウム合金板の圧縮耐荷力，構造工学論文集，Vol.56A，pp.111-121，2010．
- 3) 大倉一郎，小笠原康二：アルミニウム合金製自由突出板の圧縮耐荷力，ALST 研究レポート 12，2009．