

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

1. はじめに

近年、アルミニウム歩道橋、歩道用アルミニウム床版および道路橋用アルミニウム床版を用いた鋼桁橋が建設されるようになってきた。桁もアルミニウム合金で製作できるようになれば、巨大災害に対する緊急仮設橋、耐震性に優れる橋、小メンテナンス橋を建設することができる。

0.2%耐力の高い 6000 系アルミニウム合金を道路橋用の桁に適用できるようにするために、図-1 に示すような、突起付きウェブを有する桁が提案された^{1),2)}。曲げを受ける桁の耐荷力は、フランジの横倒れ耐荷力で決まる。この場合、フランジの板厚が薄い場合には、板が局部座屈を起こす。そこで、本研究は、自由突出板の耐荷力を明らかにする。

2. 解析モデル

ウェブとフランジの接合を図-2 に示す。図-2(a)は、T型断面の押出型材の使用により非接合の場合、図-2(b)は、ウェブとフランジを MIG 溶接した場合、図-2(c)は、摩擦攪拌接合または MIG 溶接によって、フランジ幅の中間に接合を有する場合である。これらの各場合に対する解析モデルを図-3 に示す。各解析モデルは、3 辺単純支持、1 辺自由の長方形板（縦横比 4）であり、材料は A6061-T6 である。図-3(b)と(c)に示すように、接合中心線から各側 25mm の部分が強度低下を起こす。汎用有限要素解析プログラム MARC を用いた弾塑性有限変位解析により、図-3 の各板の耐荷力を求める。

応力-ひずみ関係として次式を用いる³⁾。

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

$$\text{接合部} \begin{cases} \varepsilon = \frac{\sigma}{E} + 0.002 \left(\frac{\sigma}{\sigma_{j0.2}} \right)^{n_j} & (\sigma \leq \sigma_{j0.2}) \\ \sigma = \sigma_{j0.2} & (\sigma > \sigma_{j0.2}) \end{cases} \quad (2)$$

ここに、 ε : ひずみ、 σ : 応力、 $\sigma_{0.2}$: アルミニウム合金材

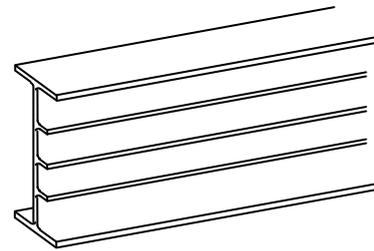


図-1 突起付き桁

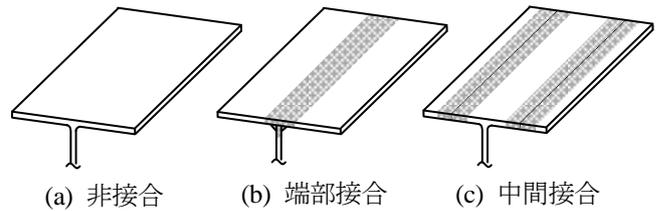


図-2 ウェブとフランジの接合

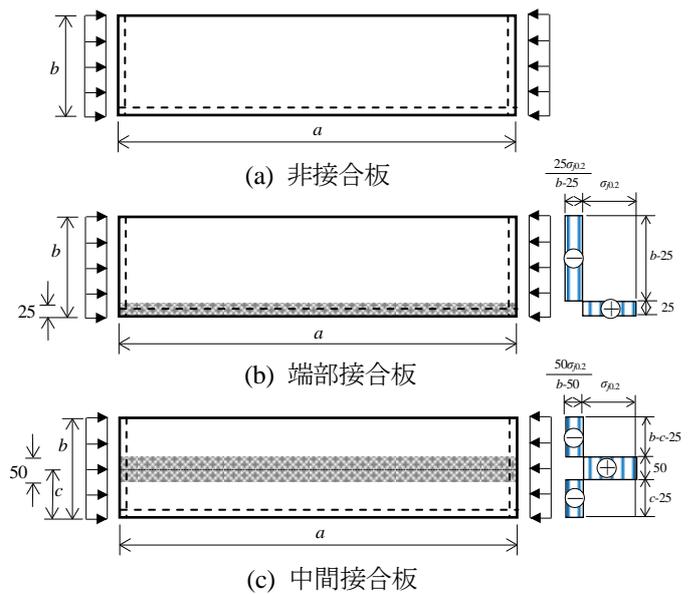


図-3 解析モデル

表-1 0.2%耐力とひずみ硬化パラメータ

母材		接合部			
		MIG 溶接		FSW	
$\sigma_{0.2}(\text{MPa})$	n	$\sigma_{j0.2}(\text{MPa})$	n_j	$\sigma_{j0.2}(\text{MPa})$	n_j
245	29.1	108	5.3	108	10

の 0.2%耐力、 $\sigma_{j0.2}$: 接合部の 0.2%耐力、 n と n_j : ひずみ硬化パラメータ。0.2%耐力とひずみ硬化パラメータの値を表-1 に示す。

長方形板の初期たわみに対して次式を仮定する。

$$w_0 = \frac{y}{100} \sin\left(\frac{\pi x}{a}\right) \quad (3)$$

ここに、 a ：長方形板の長さ、 x と y ：それぞれ、長方形板の長さ方向と幅方向の座標。

残留応力に対して、**図-3** に示す矩形分布を仮定する³⁾。接合中心線から各側 25mm の範囲に、接合部の 0.2% 耐力 $\sigma_{j0.2}$ に等しい引張残留応力、そこから離れた位置に、引張残留応力と釣り合う圧縮残留応力を与える。

3. 圧縮強度の上限值

端部接合板 (**図-3(b)**) と中間接合板 (**図-3(c)**) の圧縮強度の上限值 $\sigma_{p0.2}$ がそれぞれ次式で与えられる。

$$\sigma_{p0.2} = \frac{b-25}{b} \sigma_{0.2} + \frac{25}{b} \sigma_{j0.2} \quad (4)$$

$$\sigma_{p0.2} = \frac{b-50}{b} \sigma_{0.2} + \frac{50}{b} \sigma_{j0.2} \quad (5)$$

この $\sigma_{p0.2}$ を用いて、幅厚比パラメータ R_p は次式で定義される。

$$R_p = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{12(1-\mu^2)}{k} \frac{\sigma_{p0.2}}{E} \beta} \quad (6)$$

ここに、 μ ：ポアソン比(=0.3)、 k ：座屈係数(=0.425)、 E ：ヤング率(=70GPa)、 β ：幅厚比。

4. 耐力

端部接合板の耐力を**図-4** に示す。板幅が大きくなるに従って耐力が上昇し、無次元表示の耐力は非接合板の耐力より大きくなる。端部接合板に対する残留応力の影響を**図-5** に示す。板幅が小さい場合、残留応力の影響が現れるが、板幅が 100mm 以上になると残留応力の影響はなくなる。

摩擦撚拌接合による中間接合板の耐力を**図-6** に示す。長方形板の板幅は 300mm である。接合中心線が自由辺に近づくに従って耐力が上昇する。

5. 結論

端部接合板の場合、板幅が大きくなるに従って、無次元表示された耐力は上昇し、非接合板のそれを超える。端部接合板では、板幅が 100mm 以下で、残留応力の影響が現れる。摩擦撚拌接合による中間接合板では、接合中心線が自由辺に近づくに従って、耐力が上昇する。

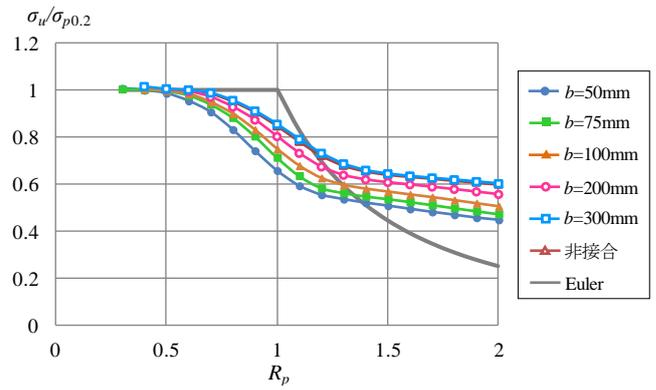


図-4 端部接合板の耐力

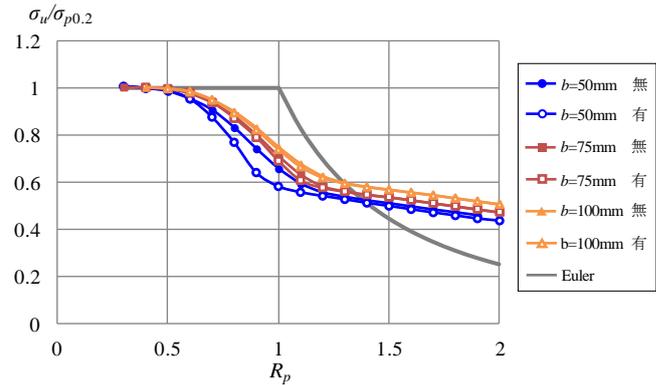


図-5 残留応力の影響

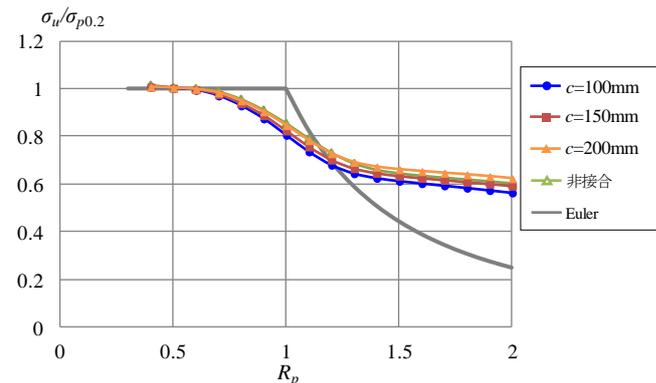


図-6 中間接合板の耐力

参考文献

- 1) 西森文子, 大倉一郎: 座屈強度と終局強度を考慮した突起付きアルミニウム合金板の断面形状, 構造工学論文集, Vol.59A. (印刷中)
- 2) 大倉一郎, 小笠原康二: 接合位置と板幅がアルミニウム合金板の曲げ耐力に与える影響, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.68, No.2, pp.287-299, 2012.
- 3) 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.