

第1部門 等間隔に水平補剛されたアルミニウム桁の耐荷力

大阪大学大学院工学研究科 学生員 ○赤崎 圭輔
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 石川 敏之
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 大倉 一郎

1. はじめに

従来のアルミニウム桁は、**図-1**に示すように垂直補剛材および水平補剛材がMIG溶接等ですみ肉溶接により取り付けられる。アルミニウム合金材は押出成形により自由な断面で長尺な部材の製作が可能である。したがって、**図-2**に示すように摩擦攪拌接合(FSW)によりT字型の部材を接合し、等間隔に水平補剛された断面形状を有する桁がアルミニウム桁として適した構造であると提案されている¹⁾。また、このようなウェブに対する設計条件式が導かれており、その設計条件式は鋼桁では適切であるということが明らかにされている。

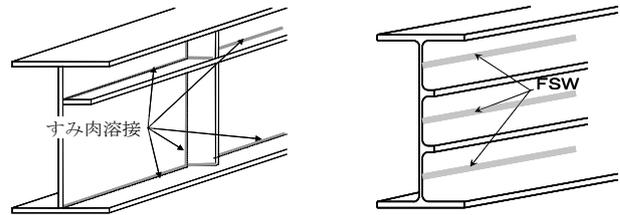


図-1 従来のアルミニウム桁 図-2 新しいアルミニウム桁

本研究では、等間隔に水平補剛されたアルミニウム桁において、耐荷力試験を行った。

2. 等間隔に水平補剛されたウェブの座屈条件

図-3のように、幅**b**、板厚**t**のウェブに純曲げが作用する場合、ウェブ上段パネルの座屈応力 σ_{cr} は次のようになる。

$$\sigma_{cr} = \frac{8.4s^3}{2.1s - 2} \sigma_e \quad (1)$$

ここに、 s : 水平補剛材間のパネル数、 $\sigma_e = \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \frac{1}{\beta^2}$: 基本

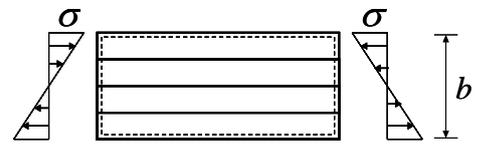


図-3 曲げを受けるウェブ

座屈応力、 E : ヤング率、 ν : ポアソン比、 $\beta = b/t$: 幅厚比

ウェブ上段パネルが局部座屈するためには次式を満たさなければならない。

$$\gamma \geq \gamma^* \quad (2)$$

ここに、 $\gamma = \frac{EI}{Db}$: 曲げ剛性比、 $\gamma^* = \frac{1}{s} \left[\left\{ \frac{s^3(1+s\delta)}{3.161(1.05s-1)} - 0.8 \right\}^2 - 1 \right]$: 必要補剛材比、 I : 補剛材

の断面二次モーメント、 D : ウェブの板曲げ剛性、

$\delta = A/(bt)$: 補剛材の断面積比

図-4のように、せん断が作用する場合、ウェブ全体が座屈する応力 τ_{cr} は

$$\tau_{cr} = 3.78 \left\{ 1 + 0.81(1.52 + \gamma s)^{0.5} \right\}^{0.5} \sigma_e \quad (3)$$

で表される¹⁾。

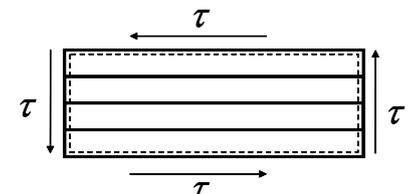


図-4 せん断を受けるウェブ

3. 試験体

使用材料はA5083P-0である。また、MIG溶接ですみ肉溶接により製作する。現在、国内で使われている限界幅

厚比パラメータの値は支持条件によらず $R_{cr} = 0.7$ である。本研究では限界幅厚比パラメータの値を Eurocode9 の値とする。限界幅厚比パラメータの値はウェブが $R_{cr} = 0.471$ (四辺単純支持), フランジが $R_{cr} = 0.386$ (3 辺単純支持 1 辺自由) である。ウェブの幅厚比は次式で表される。

$$\beta = \pi R_{cr} \sqrt{\frac{8.4s^3}{12(1-\mu^2)}} \sqrt{\frac{E}{\sigma_{0.2}}} = 77.0 \quad (4)$$

ここに $s = 3$, $\sigma_{0.2} = 125 \text{ MPa}$, $E = 7.0 \times 10^4 \text{ MPa}$, $\nu = 0.3$ である。試験体を図-5, 図-6 に示す。ウェブ厚は各試験体で 6mm である。図-5 は純曲げを受ける試験体で試験体 I と呼ぶ。図-6 は曲げとせん断を受ける試験体で、フランジが厚くせん断が卓越する。この試験体を試験体 II と呼ぶ。

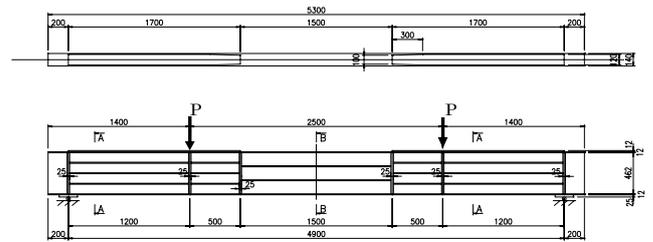


図-5 試験体 I

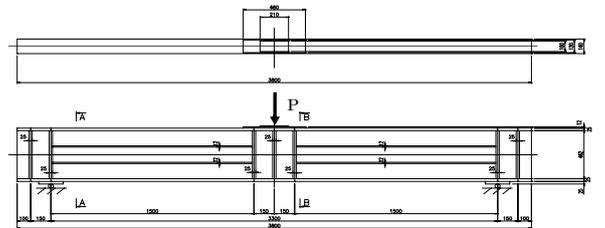


図-6 試験体 II

4. 試験結果

試験体 I の残留変形を図-7 に示す。同図には載荷点を基準とした場合の上フランジの水平変位とウェブの面外変形を、水平補剛材側への変形を正として示してある。試験体 I は上フランジの横倒れにより終局状態となっている。また、荷重と支間中央部のたわみとの関係を図-8 に示す。最大荷重は 171kN で、フランジの 0.2%耐力荷重 $P_{0.2} = 151 \text{ kN}$, 全塑性モーメント時の荷重 $P_p = 169 \text{ kN}$ より大きい。

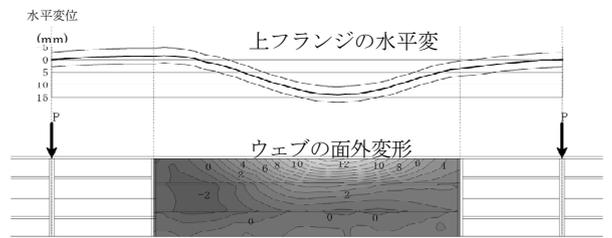


図-7 残留変形 (試験体 I)

試験体 II の載荷荷重と支間中央部の鉛直変位との関係を図-9 に示す。図中の $P_{S0.2}$ は純せん断が作用するとした場合のウェブの 0.2%耐力荷重で $P_{S0.2} = 371 \text{ kN}$ である。また、 $P_{M0.2}$ は載荷点近傍のフランジの 0.2%耐力荷重で $P_{M0.2} = 371 \text{ kN}$ である。最大荷重は 506kN で、フランジの 0.2%耐力荷重, ウェブの 0.2%耐力荷重よりも大きい。

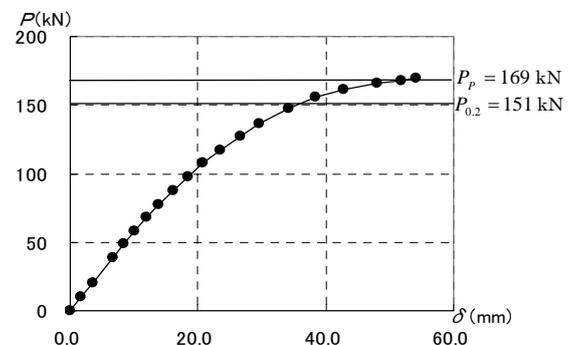


図-8 荷重-変位関係 (試験体 I)

5. まとめ

試験体 I は上フランジの横倒れ, 試験体 II はフランジおよびウェブが 0.2%耐力を超えることにより終局状態となっており, 設計で期待されたウェブの座屈は起こっていない。今回の実験で用いた限界幅厚比パラメータの値が小さくウェブが厚かったために, ウェブが座屈することなく終局状態となっている。しかし, これではウェブが厚く不経済であるため, 適切な限界幅厚比パラメータの値とはいえない。したがって, 今後は適切な限界幅厚比パラメータの値を決めなければならない。

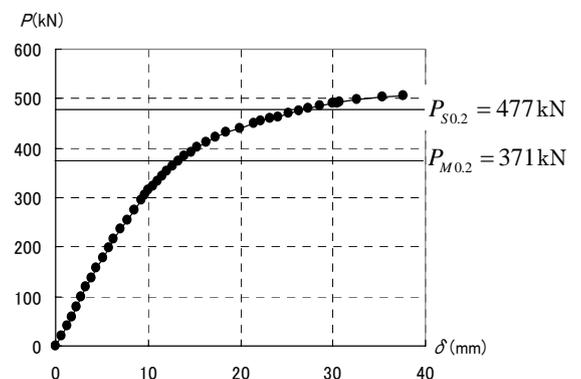


図-9 荷重 - 変位関係 (試験体 II)

参考文献

- 1) 大倉一郎, 北村幸嗣, 赤崎圭輔, 卯瀧高久, ビッグラズロ ゲルゲリ, 三河克己: 新しいアルミニウム合金製補剛桁の提案, 構造工学論文集 Vol. 51A, 2005