

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 学生会員 ○赤崎 圭輔
 大阪大学大学院 正会員 石川 敏之
 大阪大学大学院 正会員 大倉 一郎

1. はじめに

従来のアルミニウム桁においては、図-1に示すように、垂直補剛材および水平補剛材がMIG溶接ですみ肉溶接により取り付けられている。アルミニウム合金材は押出成形により比較的自由的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提案されている¹⁾。このようなウェブに対して設計条件式が提案されており、提案式は鋼桁に対しては妥当であることが確認されている。

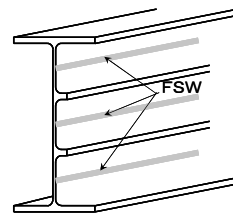
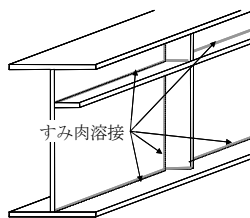


図-1 従来のアルミニウム 図-2 新しいアルミニウム桁

本研究では、等間隔に水平補剛されたアルミニウム桁の耐荷力試験を行い、提案式がアルミニウム桁にも妥当であるかどうかを調べる。

2. 等間隔に水平補剛されたウェブの座屈条件

図-3に示すように、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} が次式で与えられる。

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

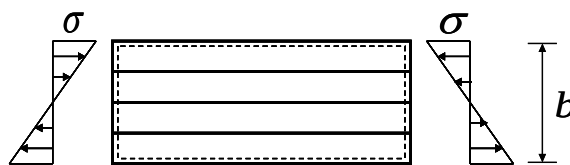


図-3 曲げを受けるウェブ

ここに、 s ：水平補剛材で区切られたパネルの総数、 $\sigma_e = \frac{\pi^2 E}{12(1-\mu^2)} \frac{1}{\beta^2}$ ：基本座屈応力、 E ：ヤング率、

μ ：ポアソン比、 $\beta = \frac{b}{t}$ ：幅厚比。

ウェブ上段パネルが局部座屈するためには、次式が満たされなければならない。

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

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

剛性比、 I ：水平補剛材の断面二次モーメント、 $D = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)}$ ：ウェブの板曲げ剛性、

$\delta = \frac{A}{bt}$ ：水平補剛材の断面積比。

図-4に示すように、せん断が作用する場合、ウェブ全体がせん断座屈するときのせん断座屈応力 τ_{cr} は次式で与えられる。

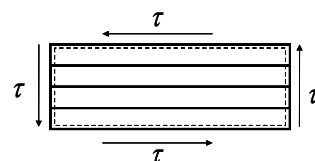


図-4 せん断を受けるウェブ

キーワード アルミニウム桁、座屈、耐荷力

連絡先 〒565-0871 吹田市山田丘2-1 TEL 06-6879-7618

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

3. 試験体

使用材料は A5083P-0 である。限界幅厚比パラメータに対して、Eurocode 9 で規定される値を採用した。すなわち、ウェブでは $R_{cr} = 0.471$ (四辺単純支持), フランジでは $R_{cr} = 0.386$ (3 辺単純支持 1 辺自由) である。桁のウェブの幅厚比は次式で与えられる。

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

試験体の製作では、 $s = 3$ とし、 $R_{cr} = 0.471$, $\sigma_{0.2} = 125 \text{ MPa}$, $E = 7.0 \times 10^4 \text{ MPa}$, $\mu = 0.3$ であるので、試験体のウェブ幅厚比 β は 77.0 である。試験体を図-5、図-6 に示す。ウェブ厚は各試験体とも 6mm である。図-5 は純曲げを受ける試験体であり、図-6 はせん断が卓越する試験体である。前者を試験体 I と呼び、後者と試験体 II と呼ぶ。

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座屈により終局を迎えた。荷重と支間中央のたわみの関係を図-8 に示す。最大荷重は 171kN で、降伏モーメントに対応する荷重 $P_{0.2} = 151 \text{ kN}$, 全塑性モーメントに対応する荷重 $P_p = 169 \text{ kN}$ より大きい。

試験体 II の載荷荷重と支間中央のたわみの関係を図-9 に示す。図中の $P_{0.2}$ は、ウェブのせん断降伏荷重で、 $P_{0.2} = 477 \text{ kN}$ である。最大荷重は 506kN で、この荷重より大きい。

5. まとめ

試験体 I は、上フランジの横倒れ座屈で終局を迎え、降伏モーメントに対応する荷重でウェブ上段パネルに局部座屈は起こらなかった。試験体 II は、ウェブのせん断降伏荷重以下で、ウェブがせん断座屈を起こさなかった。これは、今回の試験で採用した限界幅厚比パラメータの値が適切でなかったために、ウェブが座屈することなく終局を迎えたと考えられる。

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 I Vol. 51A, pp. 203-210, 2005. 3.

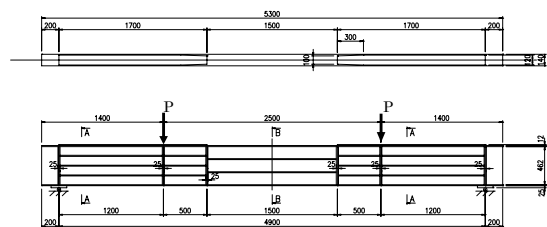


図-5 試験体 I

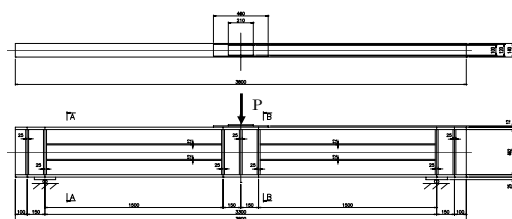


図-6 試験体 II

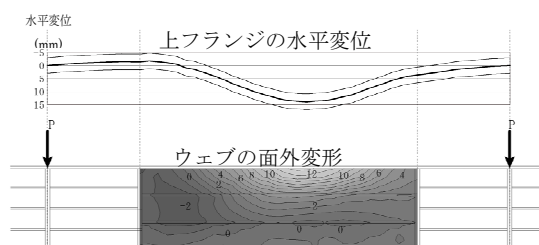


図-7 残留変形 (試験体 I)

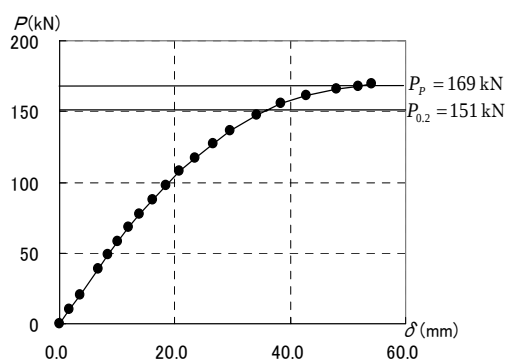


図-8 荷重-たわみ関係 (試験体 I)

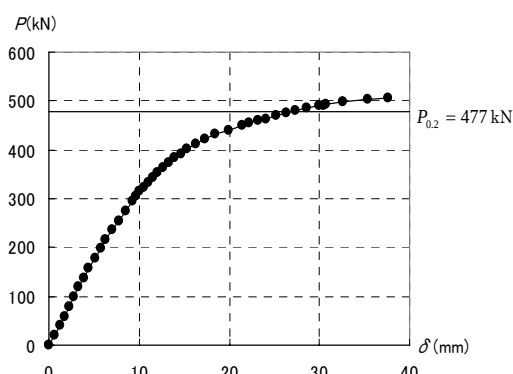


図-9 荷重-たわみ関係 (試験体 II)