

鉛直補剛材の反り拘束効果に注目したH梁のねじり実験

広島大学 工学部 正会員 大村 裕
 広島大学 工学部 正会員 藤井 堅
 ○広島大学 工学部 学生会員 松藤人美

1 まえがき

現在、H型梁の鉛直補剛材はウェブの座屈を防止する目的で配置されるのが普通である。しかしながら、鉛直補剛材が上下フランジに溶接されている場合には、梁のねじりによって生じるフランジの反りを鉛直補剛材がいっくら拘束し、結果として不完全な反り拘束ねじり状態となると考えられる。そして著者らは、鉛直補剛材の反り拘束効果を理論的に検討し、ねじり変位の近似解析法を導出し、提案した。

本研究では、多補剛材を有するH梁のねじり実験を行い鉛直補剛材の反り拘束効果を解明するとともに、すでに提案されている反り拘束効果を考慮したねじり変位の近似解析法の妥当性を検証するものである。

2 補剛材の反り拘束効果を考慮したねじり理論

図-1に示すように梁の中央に鉛直補剛材を有するものを基本形とし、図に示すように座標系をとると、両端部での相対ねじれ角 $\Delta\theta$ は

$$\frac{\Delta\theta}{\alpha} = \frac{T}{GJ_t} \left(1 - \frac{2}{2KR + K \coth \frac{L}{2}} \right)$$

となる。ここに、 $K = \sqrt{\frac{GJ_t}{E C_m}}$ 、 $R = \sqrt{\frac{GJ_t E C_m}{G J^2 h}}$ である。上式の右辺第1項は、St.Venantのねじり率を示し、 $\frac{\Delta\theta}{\alpha}$ は右辺第2項の値だけ、St.Venantのねじり率 $\frac{T}{GJ_t}$ よりも小さいねじり率となることを示している。種々の K に対し、平均ねじり率と R の関係を示せば図-2を得る。図-3に示すような多補剛材を有するH梁の相対ねじれ角 θ は、上式を基にして

$$\theta = n \Delta\theta$$

と表現されることができる。ここに、 n は梁を構成する基本形の数である。

3 実験方法

実験は、供試体の両端にTorsion Armを直角に取り付けて、その先端に荷重を載荷することによって、供試体にトルクを作用させた。供試体は、SS-41、公称 $488 \times 300 \times 11-18$ のH型钢を用いて図4に示すような供試体を作成した。図に示すように、鉛直補剛材を配置していない供試体(No.1)、板厚19mmの鉛直補剛材を50cm間隔に配置した供試体(No.2)、30cm間隔に配置した供試体(No.3)を用意した。供試体長は、310cmとし、その両端から5cmのところからTorsion Arm接合のための接合板が溶接してある。このとき、フランジと接合板を溶接すると、フランジの反りを拘束することになり正確な単純ねじり状態で実験することができなくなる。このため、接合板はウェブのみに溶接している。

4 結果と考察

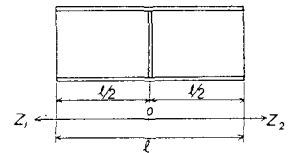


図-1 基本形の座標系

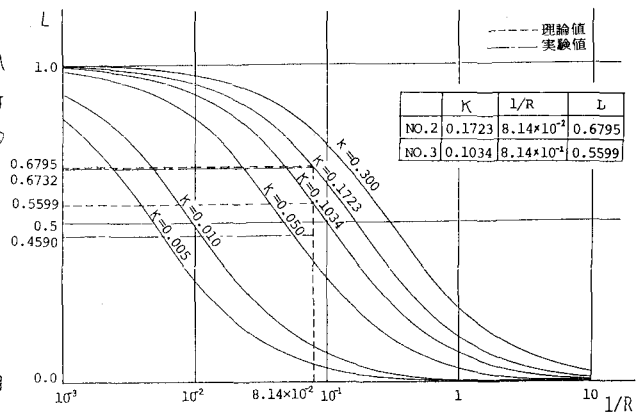
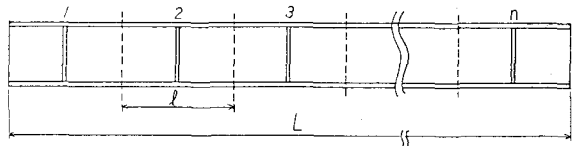
図-2 平均ねじり率Lに与える K, R の影響

図-3 多補剛材を有する梁

このとき、フランジと接合板を溶接すると、フランジの反りを拘束することになり正確な単純ねじり状態で実験することができなくなる。このため、接合板はウェブのみに溶接している。

トルク-ねじれ角曲線を図-5に示す。ここで θ は、梁の両端の相対ねじれ角である。図-5で、No.1~No.3のいずれもトルクの増加とともにねじれ角は、ほぼ直線的に増加している。No.1, No.2においては実験値と理論値とがよく近似している。また、No.3においては若干の差異が生じているものの、鉛直補剛材を密に配置することによってSt. Venantのねじれ角に対してNo.2では約65%、No.3では約45%のねじれ角となっている。

図-6は、図-1で示した基本形を3倍して得られるねじれ角と、供試体両端の相対ねじれ角を示したものである。この図から、基本形によるねじれ角と、供試体両端で測定したそれとの差はわずかであり、補剛材を有するH型梁は鉛直補剛材を中心とした基本形の集合とみなすことができると考えて差し支えないと判断される。次に、フランジに生じるせん断応力と鉛直補剛材に生じるせん断応力を図7、図8に示す。図7からは、フランジのせん断応力もねじれ角に比例して小さくなる。また、図8からは、No.2の方がNo.3よりもせん断応力が大きく表われていて鉛直補剛材を密に配置すれば一枚当りの鉛直補剛材の分担するバイモーメントが小さくなり、十分な反り拘束効果が期待できるとともに、耐荷力を上昇させることが可能となると思われる。以上の結果より、鉛直補剛材を配置することによって、ある程度の反り拘束効果が期待でき、ねじれ角を小さくすることが可能であると思われる。また過去の提案式の妥当性が検証された。一方、鉛直補剛材は、バイモーメントに対応するねじりモーメントを受

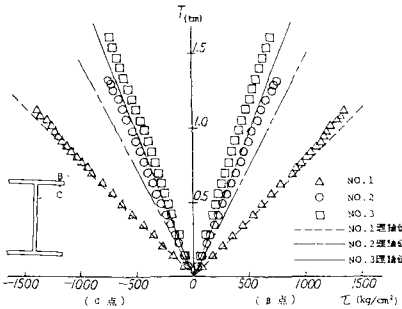


図-7 フランジのトルクせん断応力曲線

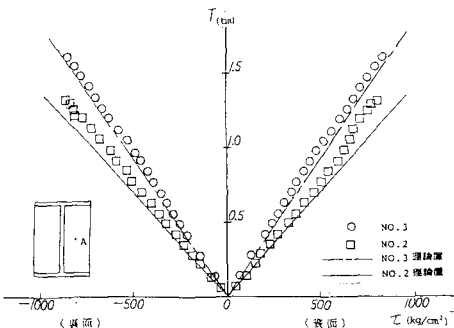


図-8 鉛直補剛材のトルクせん断応力曲線

参考文献

- 1) 藤井、宮田、大村
不完全な反り拘束
状態にあるH型
梁の曲げねじれ実験、第36回土木学会年講、1991.10
2) 高田宣善：構造部材のねじり解析
其立出版

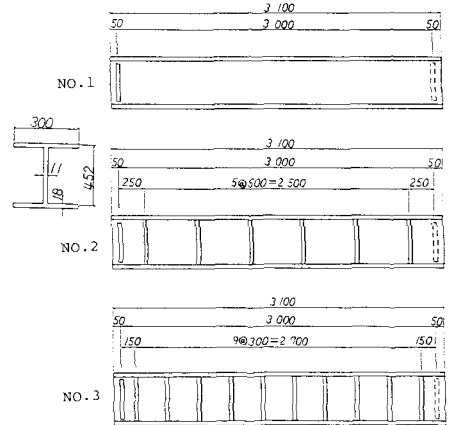


図-4 供試体

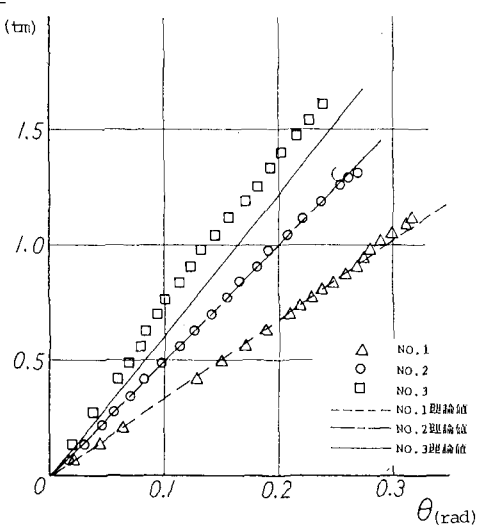


図-5 トルク-ねじれ角曲線

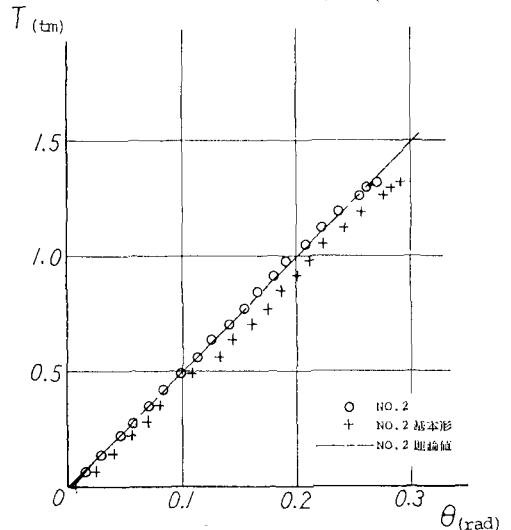


図-6 基本形によるねじれ角と供試体のねじれ角の比較