

広島大学工学部 正会員 藤井 堅
 広島大学工学部 正会員 大村 裕
 フジタ工業(株) 山本 真弘

1 まえがき

筆者らはすでに、鉛直補剛材を有するH梁がねじりを受けるとき、梁の反りにともなう鉛直補剛材のねじれモーメントが反り拘束をし、結果として梁のねじり剛性が大きくなることを指摘し、簡単な実験も行っている。

本文は、実験装置に改良を加え、さらに得られた結果をもとに鉛直補剛材の反り拘束効果を明らかにしたものである。従来、提案した式は鉛直補剛材のねじり剛度のみに注目していたが、補剛材接合部で板としての曲げも大きな反り拘束効果が期待されることがわかった。以下に実験結果と新たな板曲げも考慮に入れた算定式について述べる。

2 補剛材の反り拘束効果を考慮したねじり理論

H梁がねじりを受けるとき、両端の相対ねじれ角 θ は

$$\theta = n \Delta\theta \quad (1)$$

で表わされる。ここに、

$$\Delta\theta = \frac{Tl}{GJ} \left(1 - \frac{2}{2KR + K \coth \frac{K}{2}} \right) \quad (2)$$

で、 l は補剛材間隔、 $K = l\sqrt{GJ/EC_w}$ 、 $R = \sqrt{GJEC_w}/l$ であり、

$$I_c = \frac{Et_s^3}{12b\bar{h}} \left(\frac{2b^2\bar{h}^2}{1+\nu} + \xi b^4 + \eta \bar{h}^4 \right) \quad (3)$$

である。また、 $\xi = \frac{2I_{fs}}{I_{fs1} + 2I_{fs}}$ 、 $\eta = \frac{I_{fw}}{I_{fs2} + I_{fw}}$ 、 $(I_{fs} = D_s/l, I_{fw} = D_w/l, I_{fs1} = D_s/\bar{h}, I_{fs2} = D_s/b, D_s \cdot D_w: D_s$ はそれぞれ、フランジ・ウェブ・鉛直補剛材の板剛度)。

また、式(2)は、 $K \coth \frac{K}{2} \div 2$ の場合、次のように近似式で表わすことができる。

$$\Delta\theta = \frac{T}{GJ + I_c/l} \quad (4)$$

式(4)からわかるように、鉛直補剛材が配置されると見掛け上のねじり剛度が I_c/l だけ増加することになる。

3 実験結果および考察

実験装置を写真-1に示す。供試体は、補剛材の板厚 t_s を変えたものおよび補剛材間隔を変えたもの計11体である。このとき、供試体の両端に端板を取りつけ、これにねじりモーメントを作用させるが、端板での反り拘束

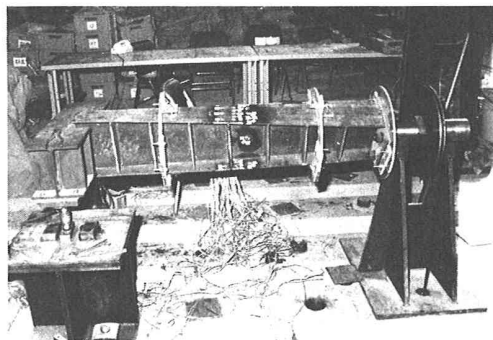


写真-1 実験装置

$\kappa = 0.1348 \quad R = 6.263$

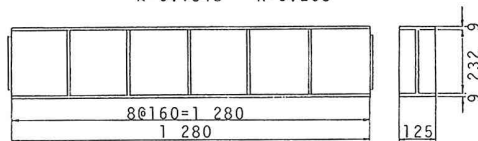


図-1 実験供試体



写真-2 崩壊時のクラック発生位置

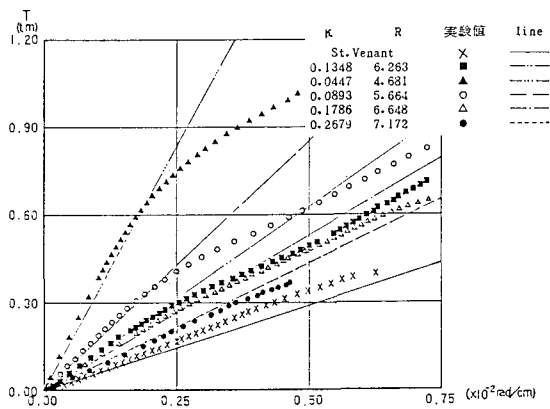


図-2 荷重-ねじれ曲線

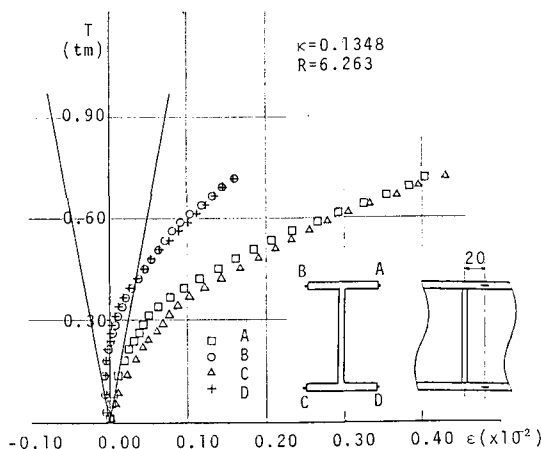


図-3 荷重-反りひずみ曲線

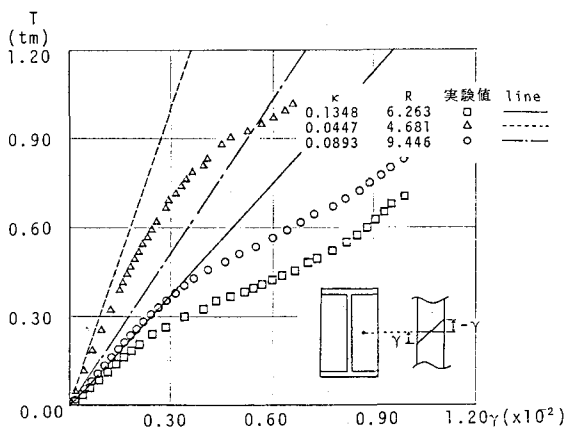


図-4 鉛直補剛材のせん断ひずみ

ねじれ剛度)のみを考慮していたが、今回補剛材の板曲げに伴う第2項、3項が付け加されている。

式(4)の導出で、 $K \coth \frac{K}{2} \approx 2$ となるのは $K < 0.4$ の場合であり、鉛直補剛材程度ではほとんどの場合 $K < 0.4$ となる。

がないように、この端板とフランジとは溶接しないこととした。図-1は実験供試体であり、SS-41、 $250 \times 125 \times 6$ -9H型鋼を使用している。図-2～図-4に結果の一例を示す。

図-2から実験値と式(4)による値とはよく近似しており、補剛材の反り拘束効果が期待できることがわかる。また、St. Venantのねじりでは、塑性域に入ってからほぼ弾性的な挙動が現われているが、これは幾何学的非線形性によるものである。ちなみにSt. Venantの全塑性ねじりモーメントは 0.26 tm である。そして、図-4では、鉛直補剛材にはねじりによるせん断ひずみが見現われている。また、図-3では、完全な反り拘束の場合に比べ反りひずみは極めて小さいものである。したがって鉛直補剛材の反り拘束効果は、見掛けねじり剛度が上昇する程度と考えられ、ねじり剛度を $GJ + \frac{K}{\epsilon}$ で評価すればよいように思われる。

また、フランジと鉛直補剛材接合部付近では、フランジにかなり大きな板の曲げモーメントが発生している。これについては今後の課題であろう。

なお、端板接合部にクラックが発生したが、これは極めてゆっくりと進展した(写真-2)。

実験供試体、載荷装置等の作成には、川田工業(株)の多大な協力を頂いた。ここに記して謝意を表する。

参考文献 1) H形鋼梁の弾塑性ねじり実験、橋梁と基礎 vol. 16, No. 11, 1982, 2) 第34回中国四国支部年次講演会 I-19, 1982.5, 3) 第35回中国四国支部年次講演会 I-30, 1983.5, 4) 第36回年次学術講演会 I-134, 1981.10

追記 式(3)は腹板の両側に鉛直補剛材が配置され、しかも上下フランジと補剛材とは溶接されている場合に対するもので、片側配置あるいは下フランジが溶接されていない場合には表示が異なる。また、従来は式(3)の第1項(補剛材の