

ラーメン隅角部のそり・ねじりの連続条件に関する実験的研究

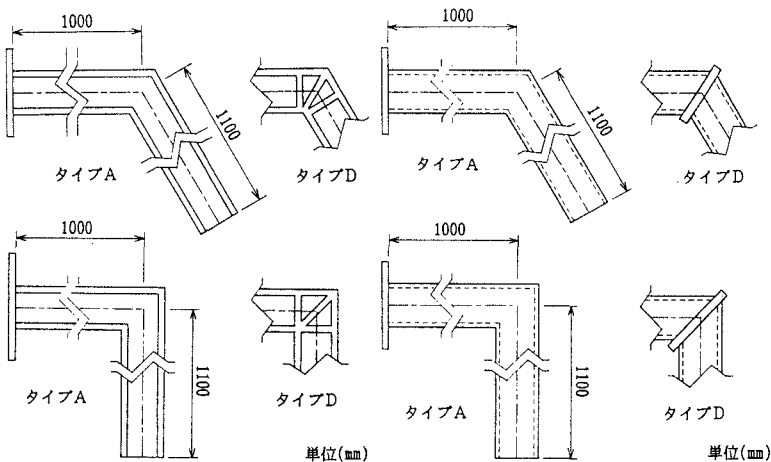
金沢工業大学 ○学生員 嶋本公一
金沢工業大学 正員 西田 進

1. まえがき

現行の立体骨組解析 (FEM) では、隅角部のそり・ねじりの連続条件が不明確であるため、St.Venantのねじりのみ考慮するか、接合部でそり自由もしくは完全拘束の場合のみ解析対象としている。本研究では、く形隅角部の曲げ・ねじり試験より、このことの妥当性を実験的に確認するとともに、より精度の高い連続条件式を提案したい。

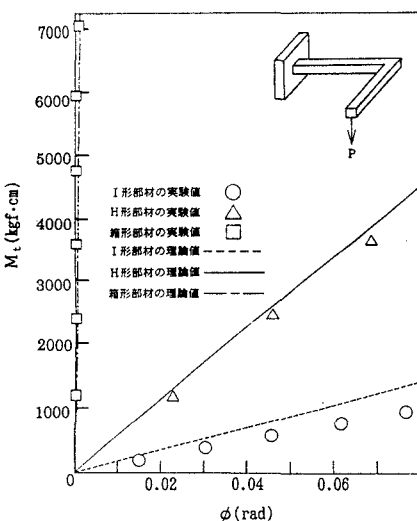
2. 供試体および試験方法

供試体は、ねじり定数比 κ の大きく異なるI、H、箱形断面部材を用いて、図一1及び図一2に示すように外角を 60° 、 90° 、隅角部のそりを拘束しないタイプAと完全拘束するタイプDとしたもの、計12体製作した。実験は、載荷点から隅角部までの距離を偏心量として、隅角部にねじりを与えるねじり試験と、載荷装置を用いて自由端（正確には10cm内側）に集中荷重とねじりを与える曲げ・ねじり試験である。ねじり試験では、変位計を用いて

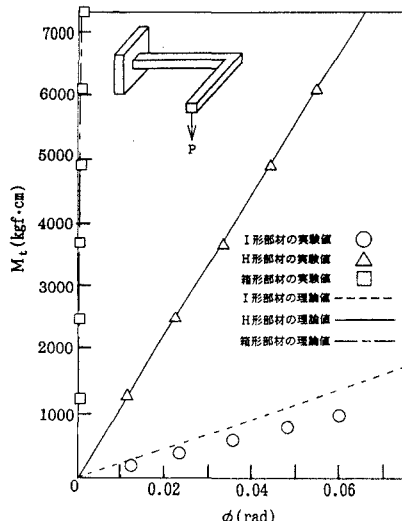


図一1 開断面 (I形、H形断面) 供試体

図一2 箱形断面供試体



図一3 タイプA (90°) の隅角部のねじりモーメント M_t とねじり角 ϕ との関係



図一4 タイプD (90°) の隅角部のねじりモーメント M_t とねじり角 ϕ との関係

$$\phi = \left\{ 1 - \frac{2}{\kappa} \tanh\left(\frac{\kappa}{2}\right) \right\} \frac{IM_t}{GK} - \tanh\left(\frac{\kappa}{2}\right) \frac{I\theta}{\kappa} \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 $\kappa = \sqrt{GKl^2/EI_\omega}$: ねじり定数比、 l : 部材長、 G : せん断弾性係数
 M_t : ねじりモーメント、 K : St.Venantのねじり定数、 I_ω : そり2次モーメント

隅角部のねじり角を測定し、曲げ・ねじり試験では、注目点4点の上下フランジの水平変位とフランジ四隅のひずみを測定した。

3. ねじり試験

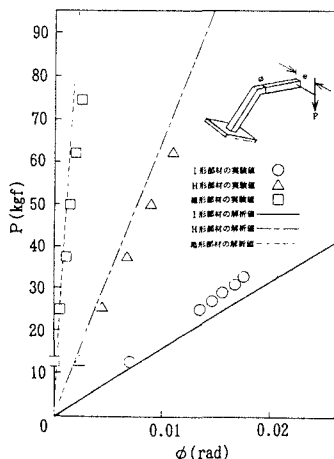
タイプA及びタイプD（外角 90° ）の場合の隅角部のねじり角 ϕ とねじりモーメント M_t の関係を図一3及び図一4に示す。図中の線は、隅角部のそりとゆがみを考慮した Krenk の理論値¹⁾を示し、タイプAは、そり不完全拘束であり、タイプDは、そり完全拘束（そり率 $\theta = d\phi/dz = 0$ ）である。図一3と図一4の直線の勾配の比より、H形>I形>箱形の順にそりに関する補剛効果が大きく表れている。箱形については、ねじり定数比 k が極端に大きいため、その影響が小さく両者の差が小さくなったと思われる。

4. 曲げ・ねじり試験

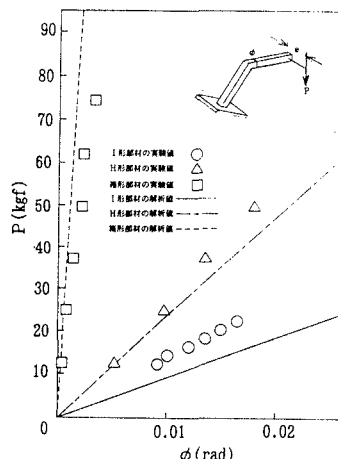
実験値とそり・ねじりを考慮した立体骨組解析値(FEM)とを比較検討する。図一5から図一7は、作用荷重 P とねじり角 ϕ （隅角部から自由端側4.4cm(60°)および6.5cm(90°)の位置)の関係を示し、図一8は、外角 90° のH形供試体（タイプD）の各部材力図を示す。タイプDの実験ねじり角 ϕ は、解析値とほぼ一致しているが、タイプAは、両者の間に少し差が生じている。これは、タイプAでは、隅角部の条件をそり自由として解析しているためである。箱形については、ねじり試験と同様にねじり定数比 k が非常に大きいため、タイプAとタイプDとの間に差が生じなかった。部材力図は、荷重 $P = 86.8\text{kgf}$ の場合の実験値と解析値の双方を降伏部材力を用いて無次元化した値を示している。実験値と解析値は、タイプDの場合ほぼ一致しているものと思われる。タイプAのバイモーメント M_ω については大きな差が生じた。

5. まとめ

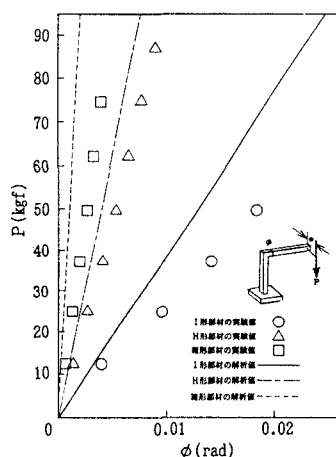
文献1)では、補剛板および隅角部のそりとゆがみのひずみエネルギーよりそり率 θ を導き出しているが、これをそり・ねじりの連続条件として立体骨組解析(FEM)に組み込むべく、現在、検討中である。参考文献1) S.Krenk and L.Damkilde "Warping of Joints in I-Beam Assemblages", Journal of Engineering Mechanics, Vol.117, No.11, November, 1991, pp.2457 - 2474.



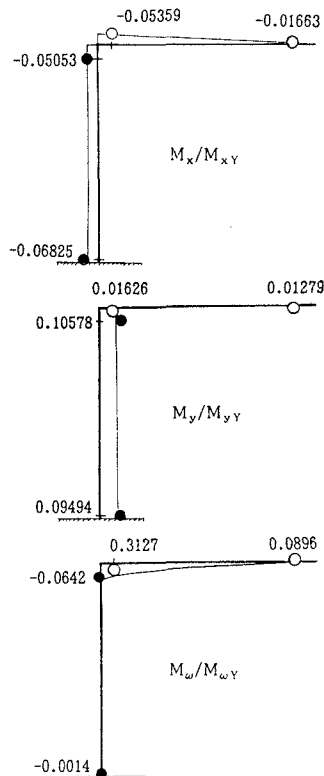
図一5 タイプD (60°) の作用荷重 P とねじり角 ϕ の関係



図一6 タイプA (60°) の作用荷重 P とねじり角 ϕ の関係



図一7 タイプA (90°) の作用荷重 P とねじり角 ϕ の関係



図一8 タイプD (90°) の部材力図