

早稲田大学 学生員 白 濟 鉉・廣瀬 健太郎

早稲田大学 正会員 清宮 理

1. はじめに

ねじりを受ける部材の力学的性質は曲げやせん断、軸圧縮力などを受ける部材に比べて、不明な点が多い。そこで、基本的なねじり特性や力学的挙動を検討するため、静的載荷実験として鋼部材およびコンクリート充填鋼製柱の合成部材に純ねじりを載荷する。実験は箱形断面の鋼殻部材と正方形断面の合成部材を一端固定、他端ねじりの条件で行った。

2. 実験方法

2.1 供試体

表-1 に供試体の種類を示す。また、図 1 に供試体の基本構造を示す。鋼板の厚さが異なる両端コンクリート中詰め鋼殻部材 3 体と鋼板の厚さが 2.3mm のコンクリート充填鋼製柱の合成部材 1 体をねじり載荷試験に用いた。鋼殻部材に使用する鋼板の材質は SS-400、板厚は、2.3mm、3.2mm および 4.5mm とした。鋼殻部材は両端から 150mm の範囲に支持板を置いて中詰めコンクリートを用いて補強を行った。中詰めコンクリートの設計基準強度は 300kgf/cm² とした。いずれの供試体でも基本寸法は全長 1m、15×15cm 断面とした。

2.2 載荷方法

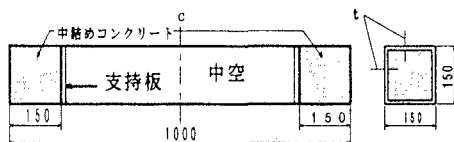
図 2 に載荷装置の概要を示す。載荷方法として、上部支圧板の加力用張りだし梁の載荷治具を介して、油圧ジャッキにより加力し、両端に大きさが等しく、方向が逆向きのねじりモーメントを与えた。ジャッキによる力により供試体に加えられる偶力の腕の長さは、0.5m とした。すなわち、ジャッキにより大きさ P の荷重を加える

表-1 供試体の種類

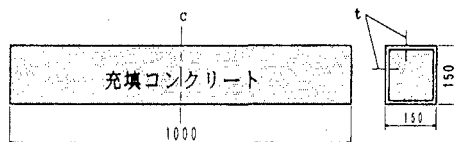
供試体名	中詰めコンクリート	鋼板
		公称厚さ(mm)
Steel-23	両端から 150mm	2.3
Steel-32	両端から 150mm	3.2
Steel-45	両端から 150mm	4.5
Comp-23	全断面	2.3

Steel: 鋼部材 中詰めコンクリート部材

Comp: 合成部材



両端コンクリート中詰め鋼殻部材



コンクリート充填鋼製柱の合成部材

(単位: mm)

図 1 供試体の基本構造

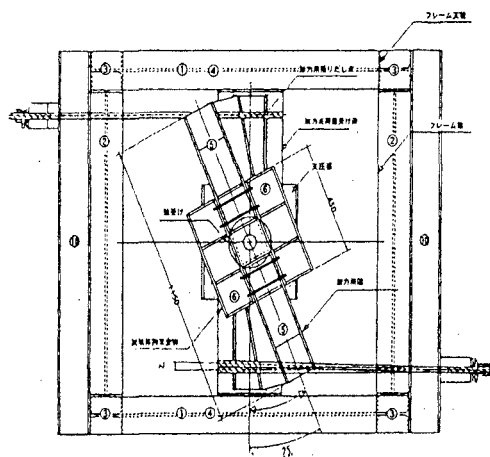


図 2 載荷状況 (載荷装置の平面上部)

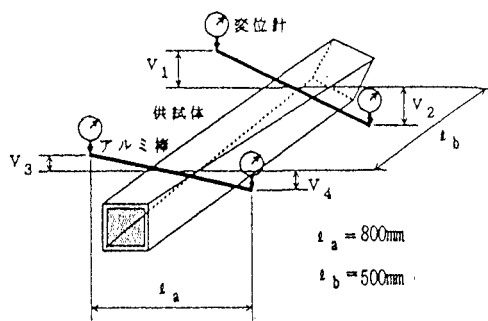


図 3 変位計の設置位置

$$\text{ねじり率 } \phi = [(V_1 - V_2) / l_a - (V_3 - V_4) / l_b] / l_b$$

キーワード: 鋼部材, 合成部材, ねじり, 局部座屈, 静的載荷試験

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 51 号館 16F-01 TEL. FAX 03-5286-3852

ことによって、供試体に加えられるねじりモーメントの大きさは、 $P \cdot l$ (t・f・m) である。载荷にあたっては、二台のジャッキの引き込み量がほぼ等しくなるように注意しながら、静的に荷重を単調増加させた。

2.3 計測方法

荷重はジャッキに取り付けた荷重計によって計測した。ひずみの計測に関しては、3 軸ゲージとして、45 度/90 度ゲージを使用した。図 3 に変位計の設置位置を示す。D3 と D4 の変位の差、D5 と D6 の変位の差からそれぞれの回転角を求め、これらの回転角の差から、単位長さあたりの回転角の変化量としてのねじり率を求めた。D1 と D2 は、供試体の最上段の最大変位を測るために付けたものであり、ねじり率の算定に用いなかった。

3. 実験結果

3.1 ねじり率

図 4 と 図 5 にねじりモーメントとねじり率の関係を示す。steel-45 供試体では、ねじりモーメント 3.5tf・m 程度まで曲線は直線的であった。約 4tf・m を超えたあと、曲線の勾配が徐々に緩やかになった。steel-32 供試体では、2.8tf・m 程度で横這いになり、ねじり率 0.0021(1/cm) 程度でねじりモーメントがいきなり落ちて、そのあと徐々に载荷荷重が減少した。この供試体では、図 7 に示すような局部座屈現象が生じた。steel-23 供試体では、ねじりモーメント 1.5tf・m 程度で、急に折れたあと徐々に減少した。供試体には、steel-32 供試体よりも大きい変形が見られた。合成部材の Comp-23 供試体では、ねじりモーメント 0.4tf・m と 0.8tf・m のところで、少し折れたあと、最大ねじりモーメント 3tf・m 程度まで緩慢な曲線が描かれた。角部の溶接されている部分の破裂のため、载荷はその時点で終了した。

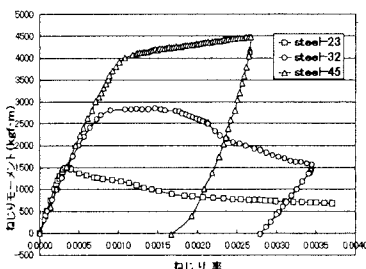


図 4 鋼部材

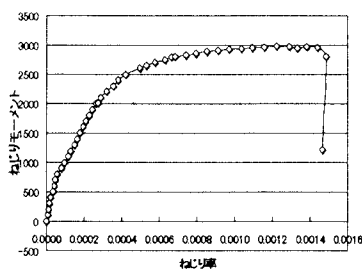


図 5 合成部材

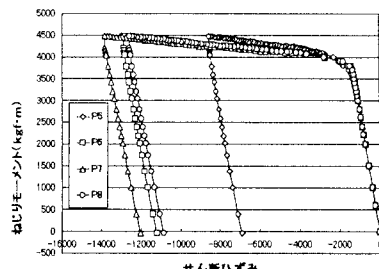


図 6 鋼板の面内せん断ひずみ (steel-45)

3.2 ひずみ

各供試体の鋼板には、16 箇所に 3 軸ゲージを設置した。そのうち、steel-45 供試体における断面中央のひずみ P5~P8 の X, Y, d の 3 方向のひずみから面内せん断ひずみを求めた結果を図 6 にしめす。

4. まとめ

今回の実験では、ねじりモーメントとねじり率の関係から分かるように、各供試体ごとに異なる結果が得られた。特に、薄い鋼板における局部座屈により、steel-23 と 32 供試体では大きな変形が見られた。合成部材では、コンクリートを詰めることにより、強度が鋼板のみの試験体の約 2 倍あり、かつ局部座屈を生じなかった。なお、合成部材においても、溶接されている部分の破裂が問題点が残った。これらの結果から、ねじり载荷試験において、薄い鋼板における局部座屈の問題を取り扱う新たな検討が課題となった。

5. 参考文献

- 1) 水野英二・沈 赤・宇佐美勉：鋼部材の繰返しねじり実験と二曲面モデルによる数値シミュレーション，構造工学論文集，Vol.39A pp.221-234，1993 年 3 月。
- 2) 清宮 理・山田昌郎：鋼板・コンクリート合成部材の純ねじり特性，港湾技術研究所報告 第 36 巻第 2 号，1997 年 7 月

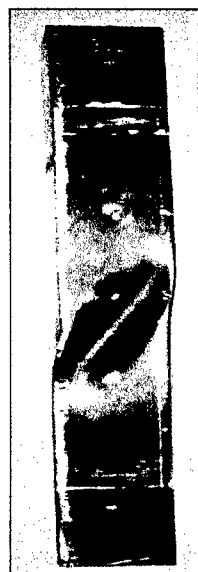


図 7 局部座屈