

V-308

鋼部材と合成部材のねじり載荷試験

早稲田大学理工学研究科 学生会員 白 濟 鉉
早稲田大学理工学研究科 フェロー 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、せん断あるいは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、鋼部材およびコンクリート充填鋼製柱の合成部材を対象に純ねじりを静的に載荷する。ねじり載荷試験は箱形断面の鋼製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製部材3体と全断面コンクリート充填鋼製柱の合成部材3体を製作した。鋼製部材は両端から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。いずれの供試体でも基本寸法は全長1m、断面15×15cmとした。

2.2 材料特性

供試体と同一条件で養生した直径10cm高さ20cmの円柱管理供試体を用いて、コンクリートの圧縮試験と引張試験を行った。管理供試体の材料実験は載荷試験前、圧縮試験と引張試験を各3本ずつ行った。また、載荷試験後3本の圧縮試験を行った。管理供試体の試験結果の平均値とその実験当日の補間値を表-2に示す。鋼製部材にはSS-400の鋼板を用いた。

表-2 コンクリートの強度試験結果および補間値

	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)	ポアソン比	引張強度 (N/mm ²)
載荷試験前	51.321	3.251×10^4	0.206	4.630
載荷試験後	52.004	2.588×10^4	0.184	4.692
補間値				
Comp-23	51.077	3.488×10^4	0.214	4.608
Comp-32	51.370	3.204×10^4	0.204	4.634
Comp-45	51.565	3.014×10^4	0.198	4.652
Conc	51.906	2.683×10^4	0.187	4.683

2.3 載荷方法

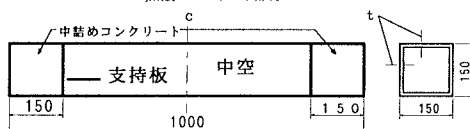
図-2に載荷装置の概要を示す。載荷方法として、上部支圧板の張りだし梁の載荷治具を介して油圧ジャッキにより加力し、両端に大きさが等しく方向が逆向きのねじりモーメントを与えた。ジャッキによる力により供試体に加えられる偶力の腕の長さ l は0.5mとした。すなわち、ジャッキにより大きさ P の荷重を加えることによって供試体に加えられるねじりモーメントの大きさは $P \cdot l$ (t・m)である。載荷にあたっては、二台のジャッキの引き込み量がほぼ等しくなるように注意しながら、静的に荷重を単調増加させた。

表-1 供試体の種類

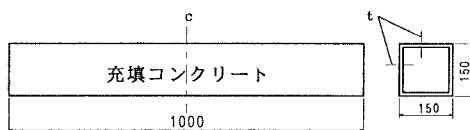
供試体名	中詰めコンクリート	鋼板
		公称厚さ (mm)
Steel-23	両端から150mm	2.3
Steel-32	両端から150mm	3.2
Steel-45	両端から150mm	4.5
Comp-23	全断面	2.3
Comp-32	全断面	3.2
Comp-45	全断面	4.5
Conc	全断面	—

Steel;コンクリート中詰め鋼製部材 Comp;合成部材

Conc;無筋コンクリート部材



両端コンクリート中詰め鋼製部材



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

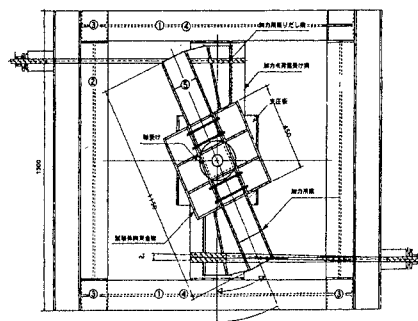


図-2 載荷状況(載荷装置の平面上部)

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

3. 実験結果

3.1 ねじりモーメントとねじり率の関係

図-3 と図-4 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 程度まで両者の関係は直線的であった。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、そのあと徐々に載荷荷重が減少した。この供試体では図-6 に示すように供試体中央部に局部座屈現象が生じた。Steel-23 供試体では 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。合成部材はいずれの供試体でも曲線が立ち上がり、鋼材降伏後はほぼ水平となった。Comp-45 供試体ではねじりモーメント 5tf・m 程度まで曲線は直線的であった。また 5~6tf・m で勾配が徐々に緩やかになって約 6tf・m を超えたあと曲線の勾配がかなり緩やかになった。Comp-32 供試体でも 3.5tf・m 程度まで直線的であって、約 4tf・m を超えたあと Comp-45 と同じような曲線が描かれた。Comp-23 供試体では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。この供試体では角部の溶接されている部分の破裂のため載荷はその時点で終了した。

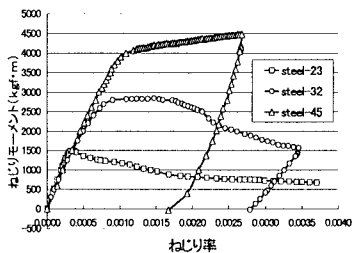


図-3 鋼部材

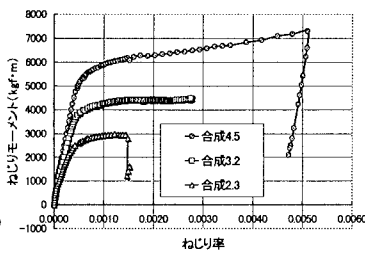


図-4 合成部材

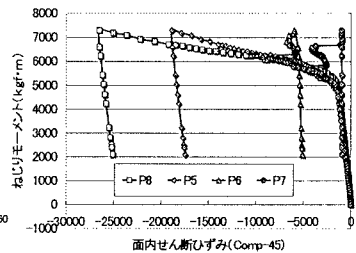


図-5 鋼板の面内せん断ひずみ

3.2 ひずみ

各供試体の鋼板には、16箇所、3軸ゲージを設置した。そのうち、Comp-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-5 にしめす。

3.3 充填コンクリートの崩壊状況

合成柱供試体の鋼板を切り開き、観察された充填コンクリートの崩壊状況を図-7 に示す。合成柱供試体の充填コンクリートはひび割れが全面に渡り様に生じ、ひび割れの方向は大体 45° を向き、せん断崩壊している状況が図よりわかった。

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 Steel-32 供試体では大きい変形が見られ、耐荷力が低下した。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 1.5~2 倍あり、かつ局部座屈を生じなかった。これらの結果からねじり載荷試験において鋼部材の破壊性状は、板の厚さが薄い場合局部座屈で破壊して、厚い場合は鋼材の塑性で破壊されることがわかった。合成部材では鋼部材と比較して大きな耐荷力があって、コンクリートの存在により局所座屈が防止されるとともに溶接部での破断がなければ 10 程度大きなじんせい率が得られることがわかった。

【参考文献】

- 1) 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



図-6 局部座屈

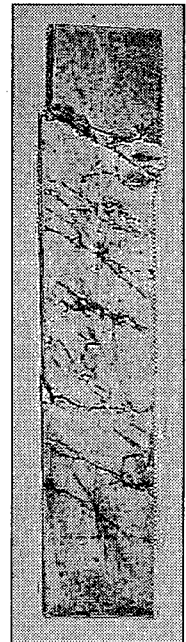


図-7 崩壊状況