

# 円形断面鋼部材と合成部材のねじり載荷試験と有限要素法解析

早稲田大学理工学研究科 学生会員 白 濟 鉦  
早稲田大学理工学研究科 フェロー 清 宮 理

## 1. はじめに

ねじりを受ける鋼部材及び合成部材の変形、ひび割れ、破壊などの基本的なねじり特性を検討するため、純ねじりの静的載荷試験を行った。ねじり載荷試験は円形断面の鋼部材と合成部材を一端固定、他端ねじりの条件で行った。なお、汎用プログラムで材料非線型を考慮した有限要素解析を行い、試験結果との比較検討を行った。

## 2. 載荷試験

### 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管柱部材 2 体、全断面コンクリート充填鋼製柱の合成柱部材 2 体および 1 体の無筋コンクリート柱部材をねじり載荷試験に用いた。鋼管柱部材は、両端から 150mm の範囲に載荷受け鋼板を設けて中詰めコンクリートと補強用フィン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 1 m、外径 139.8mm 断面とした。鋼部材には STK41 の鋼板を用いた。

表-1 供試体の種類

供試体名	部材の種類	厚さ (mm)	外径 (mm)	D/t
CS35	鋼管部材	3.5	Φ139.8	40
CS45		4.5		31
CH35	合成部材	3.5		40
CH45		4.5		31
CC	無筋コンクリート部材	—	—	—

CS : Circular Steel Column (コンクリート中詰め鋼管柱)

CH : Circular Hybrid Column (コンクリート充填合成柱)

CC : Circular Concrete Column (無筋コンクリート柱)

### 2.2 載荷方法

ねじり載荷試験は、文献 2) の研究において使われた載荷装置を用いて行った。また、ねじり率の測定も文献 2) の研究と同様に行った。

## 3. 有限要素法による解析

ねじりを受ける鋼管柱、無筋コンクリート柱および合成柱部材を材料非線型を考慮した有限要素法で解析した。有限要素解析では、汎用プログラムの SOLVIA を使用した。図-2 に解析モデルを示す。要素モデルとしては、鋼部材には 4 節点 SHELL 要素、コンクリート柱部材には、8 節点 SOLID 要素を用いた。固定条件としては、部材に荷重が載荷され

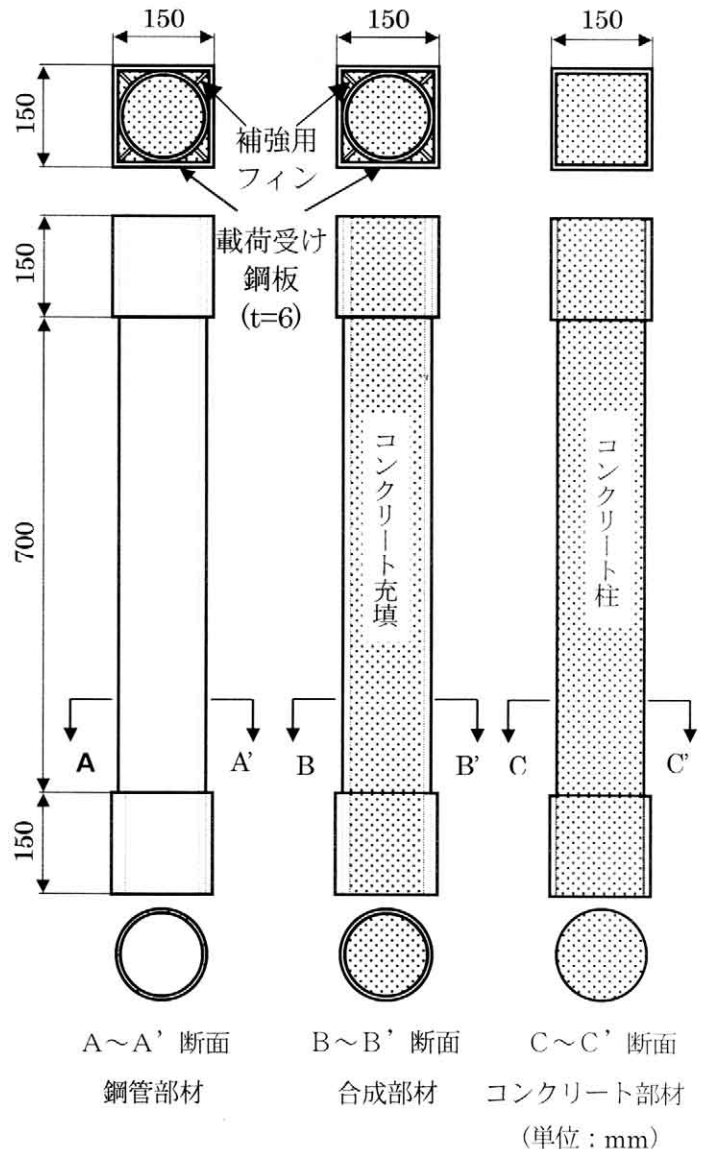


図-1 供試体の基本構造

キーワード：合成部材、ねじり、静的載荷試験、有限要素法、局部座屈

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

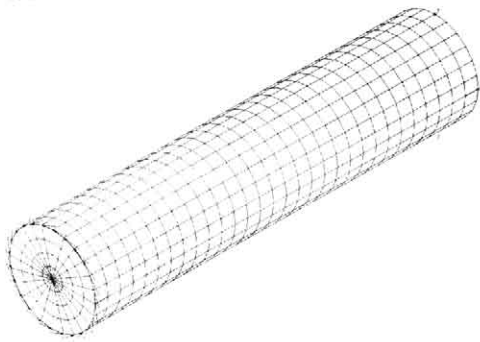


図-2 解析モデル

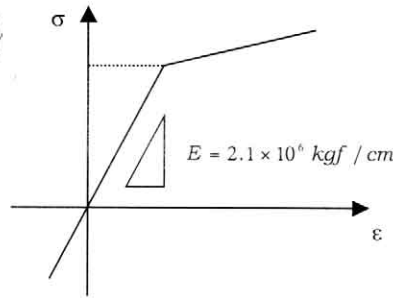


図-3 鋼材の材料特性

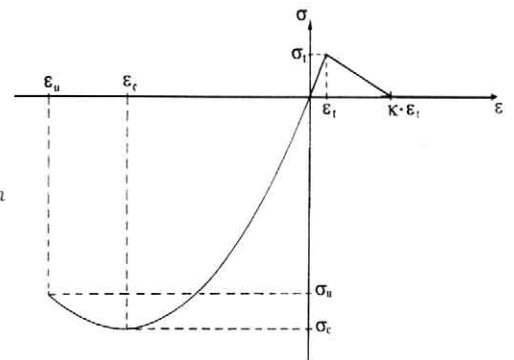


図-4 コンクリートの材料特性

る上端部は自由境界で、下端部は固定境界とした。ところで、合成部材の場合、充填コンクリートの SOLID 要素の各節点では回転方向変位を拘束した。各々の応力～ひずみ関係を図-3と図-4に示す。

#### 4. 試験結果とその考察

有限要素法による解析結果と試験結果から求めたねじりモーメントとねじり率の関係を図-5～図-7に示す。試験結果と解析結果から、いずれの供試体も低荷重段階におけるねじり剛度 GK は線形性を保ち、試験値と有限要素法解析

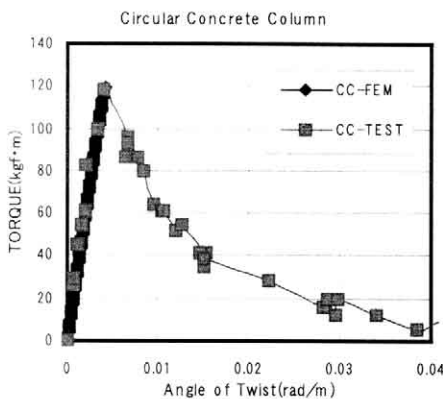


図-5 コンクリート部材

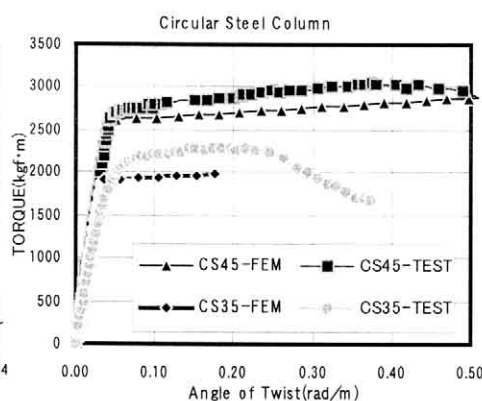


図-6 鋼管部材

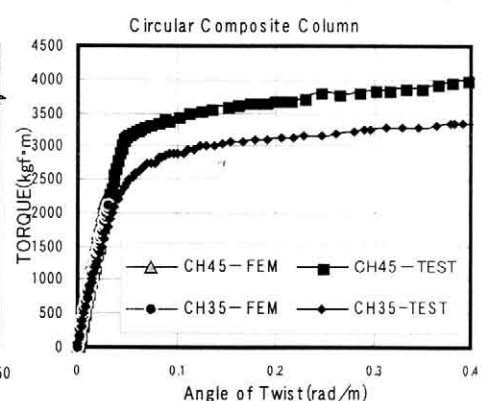


図-7 合成部材

結果による解析値がほぼ等しくなった。コンクリート供試体CCでは、試験値のねじり耐力が118.5kgf・mとなり、解析値の119.3kgf・mとほぼ同じ結果が得られた。鋼管柱供試体CSと合成柱CHでは、ねじりモーメントとねじり率の関係が折れ曲がっている位置のねじり率に対して載荷試験では、10倍以上のねじり率でもねじりモーメントは低下しなかった。しかし、その後の鋼管柱供試体では、ねじり耐力が低下し、図-8のように局部座屈で終局を迎えた。合成柱供試体CHでのねじり耐力は、コンクリートと鋼材の試験結果から単純累加して求めた値より約1.2倍高くなっている。この結果から鋼管にコンクリートを充填したことによるねじり耐力は高くなり、かなりの合成効果が得られることがわかった。

#### 5. まとめ

今回のねじり載荷試験において鋼管柱供試体の破壊性状は、10程度以上のじん性率をもち、その後は局部座屈で終局を迎えた。これに対して、合成部材では鋼部材と比較して大きな耐力があって、コンクリートの存在により局所座屈が防止されることがわかった。今回の有限要素法解析での初期剛性は載荷試験結果とほぼ一致していた。しかし、合成部材では、降伏するまでの挙動の追跡が十分ではなかった。この点は今後の課題としたい。

#### 【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7月
- 2) 白 濟 鉉・清宮 理：鋼部材と合成部材のねじり載荷試験と設計法との比較，鋼構造年次論文報告集，第7巻，1999年11月

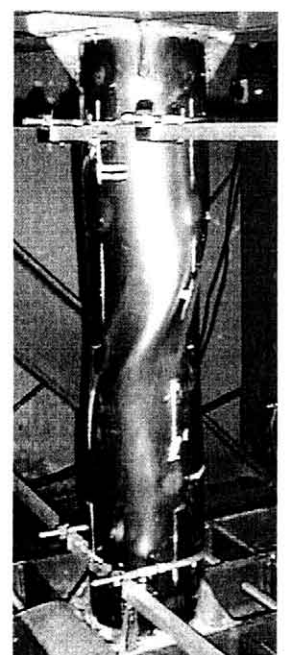


図-8 局部座屈