

鉄筋の種類・鉄筋配置が CFT 構造の耐荷性能に及ぼす影響

愛媛大学 学生会員 ○久保郁貴 正会員 氏家勲 正会員 岡崎慎一郎

1. はじめに

CFT 構造とは鋼管の内部にコンクリートを充填させた鋼・コンクリート複合部材であり、現在では CFT 構造のもつ耐衝撃性や耐震性、耐火性からおもに建築分野で中高層建物の低層階柱に用いられているがこれらの性能より土木分野でも適応への期待が高まっている。CFT 構造の特徴としてはコンクリートが均質・密実にかつ、隙間なく充填されること及びコンクリートが必要な強度となることにより相互拘束効果が得られ、耐荷性能の向上がみられる¹⁾。

本研究では CFT 構造の耐荷性能の更なる向上を期待して異型鉄筋に着目し、その本数と配置を変化させ補強した CFT 構造供試体を作製し、より実際の構造物の状況に近づけるために落石防護柵の支柱を想定して片持ち梁形式曲げ試験を実施し耐荷性能の評価を行った。

2. 実験概要

本研究では鉄筋の本数、鉄筋径、鉄筋の配置の違いによる CFT 構造の耐荷性能の変化を知るために、一般構造用炭素鋼鋼管 STK400(長さ 1800mm, 直径 48.6mm)の引張部に直径 10mm, 13mm, 16mm の異型鉄筋(以降は D10, D13, D16 と略記)を 1 本配置し W/C50%のコンクリートを打設した供試体と直径 6mm の丸鋼(以降は $\phi 6$ と略記)を 90° 間隔に均等に計 4 本配置し W/C50%のコンクリートを打設した供試体を作製した。

CFT 構造では鋼管とコンクリートの相互拘束効果を十分に実現させるために密実にかつ隙間なく充填させる必要があるためコンクリートは高流動のものを使用するものではあるが、本研究ではスランブ値 $8.0 \pm 2.0\text{cm}$ 、空気量 $4.0 \pm 1.0\%$ となるように試験練りを行い選定したものを使用した。

CFT 構造の相互拘束効果はコンクリートの密実で隙間のない充填とコンクリートの十分な強度発現および鋼管とコンクリートの一体化によりはじめて得ることができる。そのため打設の際はコンクリートが十分に充填するように鋼管容積に対して 6 層詰めにし、各層ごとにバイブレータを適度に当てることで鋼管内のコンクリートの充填性を確保した。打設後は骨材が均等に分布させるために打設完了時から 30 分間隔で供試体を 90° ずつ回転させ作製した。養生は約 20°C の室内で封管養生を 3 週間行った。

本研究では作製した供試体は片持ち梁形式曲げ試験で耐荷性能の評価を行った。試験は鋼管の片端に 200mm の円弧型ジグを取り付けその上から圧縮試験機を用いて荷重をかけて固定する事で片持ち梁を実現した。載荷方法はチェーンを用いて行い供試体をチェーンで上から引っ張ることで毎分約 20mm の変位速度で荷重を載荷する。固定するために用いた圧縮試験機は RU-30 万能材料試験機〔株東京機械製造所製〕を使用した。

落石対策便覧²⁾によると落石防護柵の設計法は安全率を 2 以上とする必要があるため、落石衝突時の支柱は防護柵の延長方向と直角に 15° 回転可能とされている。本来なら耐荷性能の評価は供試体の変位角が 15° までの数値を対象に行うが本研究では塑性域における変形性能の変化や供試体の破壊形式の評価も行うために変位角 30° まで荷重、変位を測定し、載荷自体は終局状態まで

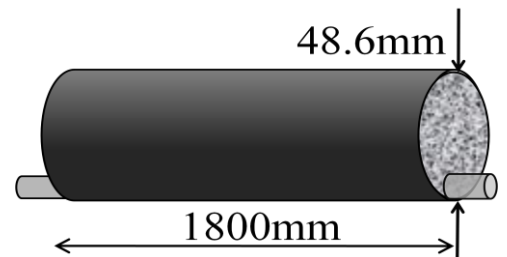


図 1 供試体寸法

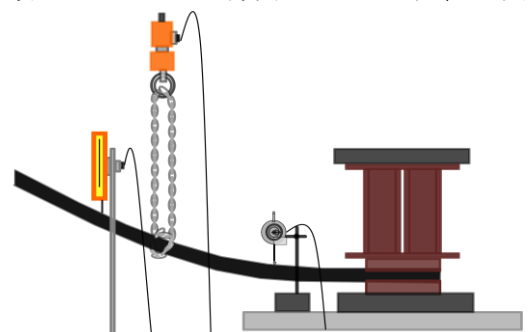


図 2 片持ち梁形式曲げ試験の概略図

継続して行った。なお耐荷性能の評価は最大荷重、靱性量をもとに行う。

3. 実験結果

まず CFT 構造に配置する鉄筋の直径の変化がもたらす影響について述べる。CFT 構造(W/C50%)に鉄筋径 D10, D13, D16 の異形鉄筋を配置することで変形性能、破壊形式及び耐荷性能にどのような影響がみられるか評価を行う。D10, D13, D16 の荷重-変位曲線を図 3 に示す。これらの供試体は共通して塑性域での荷重の減少を抑制する効果が見られる。荷重の減少を抑制する効果は鋼管と内部に充填しているコンクリートとの間に生まれる相互拘束効果によるものであるため鉄筋径に関係なく十分に発揮されている。また耐荷性能は STK 鋼管と比較してそれぞれ増加していることがわかる。D16 では大幅な向上がみられたものの D10 と D13 では耐荷性能に大きな差がみられなかった。これは既往の研究結果³⁾より鋼管内部のコンクリートの充填状況による影響を受けているためであると考えられる。これらことより本研究では D10 と D13 の耐荷性能に差はなかったものの CFT 構造の引張部に配置される鉄筋の強度の増加は直接 CFT 構造の耐荷性能の向上に有効であると考えられる。

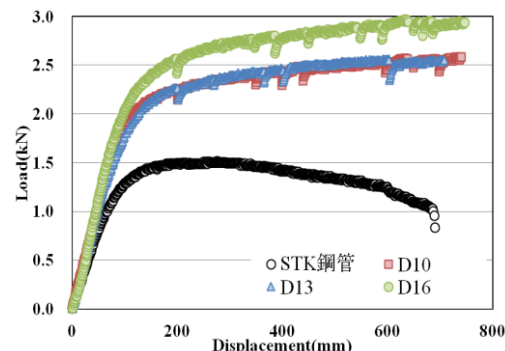


図 3 荷重-変位曲線(D10, D13,D16)

つぎに CFT 構造の内部に配置させる鉄筋の本数と鉄筋の配置を変えることによる耐荷性能の変化について述べる。CFT 構造(W/C50%)に鉄筋径 $\phi 6$ の丸鋼を 4 本配置した供試体の評価を行う。荷重-変位曲線を図 4 に示す。鋼管内を鉄筋が占める割合が異形鉄筋 D13 を 1 本使用した供試体と同程度であるため D13 の耐荷性能と比較すると D13 の方が大きいもののそこまでの差は見られない。このことより変位角 30° まででは同断面積の鉄筋を均等に配置した場合と 1 方向に集中して配置した場合とでは同程度の強度実現が可能であることが分かった。また $\phi 6$ を 4 本配置した供試体の最も不利な断面に荷重が負荷した場合でも十分な強度実現が可能であったためあらゆる方向からの衝撃に対して性能を発揮することで可能であることが分かった。

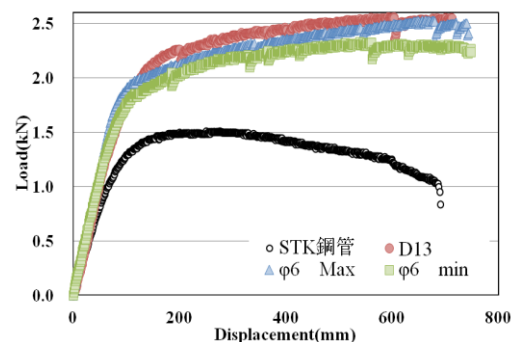


図 4 荷重-変位曲線(D13, $\phi 6$)

4. まとめ

本研究では CFT 構造の耐荷性能の向上を目的とし鋼管に鉄筋を配置して評価を行った。以下にこの実験で得られた結果をまとめる。

鋼管内部に配置する鉄筋の断面積を増加させることは CFT 構造の耐荷性能の向上に及ぼす影響が大きいと考えられる。

均等に鉄筋を配置した供試体は鉄筋が鋼管内を占める割合が同程度で引張部のみに鉄筋のある供試体と比較して変位角 30° まででは同等の耐荷性能がみられ、またあらゆる方向からの衝撃に対して十分な強度実現をすることが可能であるため鉄筋を 1 点にのみに集中して配置するよりも数本に分けて均等に配置した方が有効であると考えられる。

参考文献

- 1)日本建築学会：コンクリート充填鋼管構造設計施工指針，1997 年。
- 2)日本道路協会：落石対策便覧，丸善，2000 年，p.1-422。
- 3)崎野健治，中原浩之：材料強度のばらつきが CFT 柱の耐力と変形性能に及ぼす影響（その 2・円形断面），学術講演梗概集。C-1，構造 III，木質構造，鉄骨構造，鉄骨鉄筋コンクリート構造，建築学会，2001，p1111-1112