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
(独) 港湾空港技術研究所　正会員 岡﨑慎一郎　愛媛県庁　三好勇太

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，鋼管内部のコンクリートが均質・密実にかつ，隙間なく充填され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，耐荷性能が向上するとされている [1)]．具体的には充填コンクリートによって鋼管の座屈を抑制し，あらゆる方向の力に対してバランスよく耐力を発揮することができるようになっている．

本研究では CFT 構造の耐荷性能の更なる向上を目指して鋼管内部に鉄筋を配置することに着目し，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，落石防護柵の支柱への適用を想定して、実際の構造物の状況に近づけるために片持ち梁形式の曲げ試験を実施して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φ6 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．内部コンクリートはスランプ値 8.0±2.0cm、空気量 4.0±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．

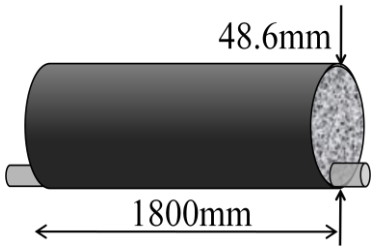

図 1　供試体寸法

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．打設後はブリーディングの影響を少なくす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℃の室内で封かん養生を 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の曲げ試験で耐荷性能の評価を行った．試験は鋼管の片端 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．落石対策便覧 [2)]によると落石防護柵の設計法では安全率を 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．そのため本来なら耐荷性能の評価は供試体の変位角が 15°までの計測結果を用いて行うが，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，変位を測定した．なお耐荷性能の評価は落石の破壊応力をどの程度許容できるかを示す指標である変位角 30°までの最大荷重を用いた．

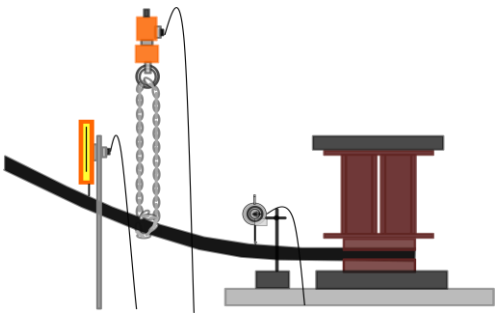
図 2　片持ち梁形式曲げ試験の概略図

表 1　コンクリートの示方配合

単位量(kg/cm³)					(%)		(cm)	(%)
W/C	水	セメント	細骨材	粗骨材	高性能 AE 減水剤	AE 剤	空気量	スランプ量
50%	175	350	833	912	1.5	0.5	8.0	4.0

キーワード：CFT 構造，鉄筋
連絡先：〒790-8577　愛媛県松山市文京町 3 番　愛媛大学工学部　089-927-9819

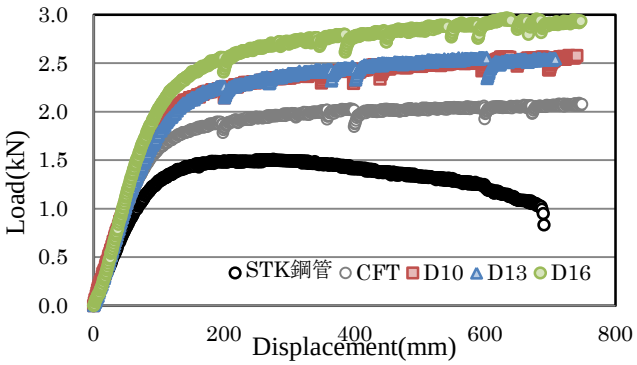

図 3　荷重−変位曲線 (D10, D13, D16)

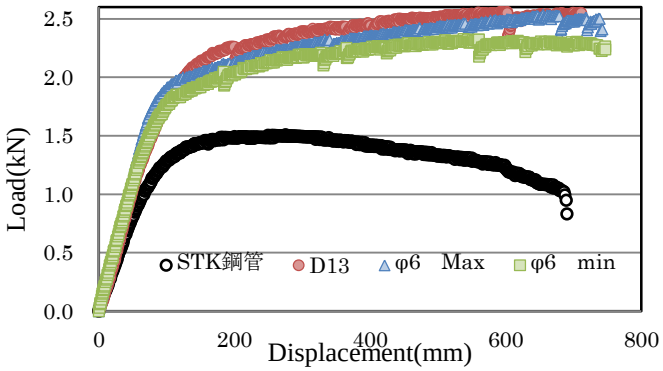

図 4　荷重−変位曲線 (D13, φ6)

3. 実験結果

図 3 は D10，D13，D16 の鉄筋を配置した CFT 構造部材の荷重-変位曲線を示す。図 3 には比較のためのコンクリートを充填していない鋼管単体(STK 鋼管)及び鉄筋を配置せずコンクリートのみを充填させた結果も示す。鋼管単体では変位が 100mm あたりから圧縮部に座屈が生じ、変位が約 300mm で荷重が最大となり、その後荷重が減少し約 700mm において引張部が破断して破壊した。一方、D10，D13，D16 の異型鉄筋を配置した CFT 供試体では圧縮部において座屈は観察されず、引張部の鋼管の降伏により変位約 150mm のあたりから荷重-変位曲線の勾配は急激に小さくなった。最終的は変位角 40°あたりで鋼管の引張側が破断して破壊した。耐荷性能は STK 鋼管と比較してそれぞれ向上しており D16 では大幅な向上がみられた．D10 と D13 の耐荷性能に差がみられなかったがこれは既往の研究結果 [3)]より内部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 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する鉄筋の強度を増加することは CFT 構造の耐荷性能の向上に有効であると考えられる．また破壊形式は供試体の引張部に鉄筋を配置し引張強度を増加させたものの STK 鋼管と同様に引張部が破断して破壊したため変化はみられなかった．

次に，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．図 4 は CFT 構造に鉄筋径 φ6 の丸鋼を 4 本配置した供試体の荷重-変位曲線を示す．比較のために鉄筋の断面積がほぼ等しい D13 を 1 本配置した CFT 構造の結果も示している。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引張側に配置しているため D13 の方が大きいものの変位角 30°までの範囲では大きな差は見られない．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φ6 を 4 本配置した供試体は載荷方向軸に鉄筋が配置されていない断面から荷重を負荷した場合において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．

4. まとめ

CFT 構造の耐荷性能の向上に鋼管内部に配置する鉄筋の断面積の増加が及ぼす影響は大きいと考えられる．

鋼管内に鉄筋を均等に配置した供試体の耐荷性能は，鉄筋が鋼管内を占める割合が同程度で引張部にのみ配置した供試体と比較して変位角 30°まででは同等であり，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