

鉄筋コンクリート充填鋼管構造の耐震性に関する研究 その2 (曲げ試験について)

八戸工業大学 学生員 ○毛利栄一郎
八戸工業大学 正会員 塩井 幸武
(株)コサカ技研 正会員 三浦 晋

1. はじめに

兵庫県南部地震では、鉄筋コンクリート(RC)構造物の倒壊または、大きな残留変形が見られた。今後、このような事態を防ぐため、従来の道路橋の耐震設計に対して更なる構造上の改善を検討する必要がある。本稿では、鉄筋コンクリートと比較して耐荷力、靱性率、残留耐力の面で優れた力学的特性を有する、コンクリート充填鋼管(CFT)または、鉄筋コンクリート充填鋼管(RCFT)について、巻立鋼管の厚さ、鉄筋による補強を強度の異なるコンクリート等に関する繰り返し曲げ載荷試験の結果を発表する。

2. 試験概要

本試験では柱状の供試体の中央に載荷する曲げ試験を行う。供試体は $\phi 200\text{mm} \times 2000\text{mm}$ とし、鋼管の厚さを、3.2mm、4.5mm、6.0mm、リブ付き 6.0mm の4グループに分けた。それぞれに、中空鋼管、高強度 CFT、低強度 CFT、RCFT (大リング、小リング、二重リング) の6体ずつ計 24 体とした。鋼管の材料は、STK400 で、主鉄筋($\phi 6\text{mm}$)には SR235、帯鉄筋($\phi 3\text{mm}$)には SWRM6TW を使用した。コンクリートは、高強度コンクリートとして配合強度 40N/mm^2 、低強度コンクリートとして配合強度 24N/mm^2 のものを使用した。試験は両端を回転支承とする2点載荷による曲げ試験(図-1)である。最大荷重の後、最大荷重の90%を、終局状態とした。測定項目は、図-1に示すように載荷荷重、梁のたわみ、鋼管表面の歪み、および、充填コンクリート内部の歪みである。以上の実測値から、靱性率、曲げモーメントを求める。

表-1 各供試体の最大荷重、最大曲げモーメント、靱性率

供試体番号	特徴	最大荷重(kN)	最大曲げモーメント(kN・M)	鋼管とのモーメント比較	初期降伏変位(mm(σ_y))	最大荷重時の変位(mm(σ_r))	靱性率 σ_r/σ_y
N32CH-B	中空鋼管	208.2	36.9	—	5.8	14.5	2.5
N32HM-B	高強度CFT	534.7	87.3	2.37	3.7	31.1	8.4
N32LM-B	低強度CFT	495.8	80.7	2.19	3.7	42.8	11.7
N32LB-B	大リング	501.6	82.3	2.23	5.1	33.0	6.4
N32LS-B	小リング	493.9	80.6	2.18	4.0	36.9	9.2
N32LW-B	二重リング	538.5	89.9	2.44	5.0	41.1	8.2
N45CH-B	中空鋼管	358.9	63.2	—	11.1	22.0	2.0
N45HM-B	高強度CFT	708.3	120.5	1.91	6.2	26.4	4.3
N45LM-B	低強度CFT	638.2	110.6	1.75	5.3	30.8	5.8
N45LB-B	大リング	688.3	110.9	1.75	5.6	26.5	4.7
N45LS-B	小リング	689.6	116.7	1.85	5.1	38.8	7.6
N45LW-B	二重リング	696.2	118.8	1.88	5.0	40.7	8.1
N60CH-B	中空鋼管	522.6	92.2	—	8.3	34.0	4.1
N60HM-B	高強度CFT	885.8	152.6	1.66	4.7	40.5	8.6
N60LM-B	低強度CFT	834.7	140.1	1.52	5.0	26.5	5.3
N60LB-B	大リング	834.5	144.4	1.57	6.5	34.3	5.3
N60LS-B	小リング	835.5	143.3	1.55	6.6	42.7	6.4
N60LW-B	二重リング	885.2	148.6	1.61	4.0	41.4	10.3
R60CH-B	リブ中空鋼管	452.1	80.1	—	7.2	39.5	5.5
R60HM-B	リブ高強度CFT	812.4	131.0	1.64	4.8	33.1	6.8
R60LM-B	リブ低強度CFT	739.7	122.9	1.53	4.4	32.7	7.5
R60LB-B	リブ大リング	762.9	129.2	1.61	6.0	35.8	5.9
R60LS-B	リブ小リング	740.9	127.4	1.59	4.6	35.7	7.7
R60LW-B	リブ二重リング	778.4	131.7	1.64	4.4	43.2	9.8

3. 実験結果と考察

表-1に最大荷重、最大曲げモーメント、靱性率を示す。靱性率は、最大荷重時の変位を、初期降伏時の変位で除したものとした。径厚比の異なる全ての鋼管で、コンクリートを内部に充填することで曲げ耐力、変形性能とも大幅に向上した。径厚比の影響は、肉厚を厚くすると曲げ耐力の向上は見られるが、中空鋼管
キーワード 曲げ試験 CFT RCFT 曲げ耐力 残留耐力 靱性率

連絡先：八戸工業大学構造工学研究所塩井研究室 Tel.0178-25-3111(内 3107) E-mail www-shioi@stud.hi-tech.ac.jp

とのモーメント比は小さくなる。配筋による差は、二重リングが最も高い曲げ耐力を示したが、その差はほとんどなかった。各径厚比における CFT 部材と、RCFT 部材を比較すると、曲げ耐力の差はさほど見られなかったが、二重リング、小リングで靱性の向上が見られた。充填コンクリートに、鉄筋を配置することにより、最大荷重までは鉄筋を配した効果は顕著に見られないが、それ以降の荷重では優れた変形性能が期待できる。リブによる曲げ耐力、変形性能に与える影響は、最大曲げ耐力で、リブなしの供試体と比較して、約 13%～16%の低下が見られた。靱性率もほとんど変化がなかった。その理由として、リブが引張側のコンクリートのひび割れを早め、鋼管とコンクリートの付着面が剥離し強度低下となったと考えられる。また、充填した高強度コンクリートと、低強度コンクリートの差は大きく表れず、内部コンクリートの曲げに対する影響は小さいことがわかる。

鋼管と RCFT 供試体の変形時のエネルギー吸収力すなわち減衰定数を比較したものが図 - 3 である。各荷重ステップの荷重-変位曲線から減衰定数を求めた。RCFT と鋼管の減衰定数は、塑性変形するとどちらも、直線的な増加を示した。RCFT 部材は内部コンクリートのひび割れが発生する初期の段階では、約 3%と、鋼管と同等の減衰性能を示したが、変位が増大した塑性域では約 5%となり、CFT、RCFT の差は、ほとんど見られなかった。

図 - 4 に供試体の内部破壊状況を示す。図 - 4 は、RCFT の破壊状況で、細かいひび割れが引張側で発生しているのがわかる。それに対して、CFT の内部コンクリートは、載荷点で破断した。リブ付き鋼管では、リブの凹凸の部分から、ひびが伸びており、剥離も見られた。

4. まとめ

CFT は RCFT と同等の曲げ耐力だが、靱性率を考慮すると、RCFT の方が有効である。

曲げ部材では、リブの効果が発揮されがたい。

充填コンクリートの強度差による CFT の曲げ耐力の差は少ない。

二重リングでは高い変形性能が期待できる。

RCFT の減衰定数は 3～5%で変化する。

参考文献

三浦晋：鋼管杭基礎の大変形性能に関する研究、平成 12 年度土木学会東北支部技術研究発表会、2001.3

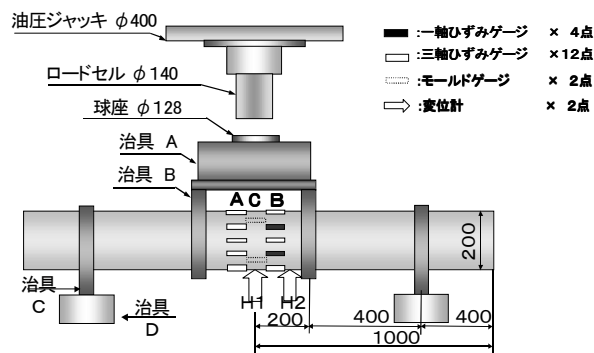


図 - 1 曲げ試験荷装置図

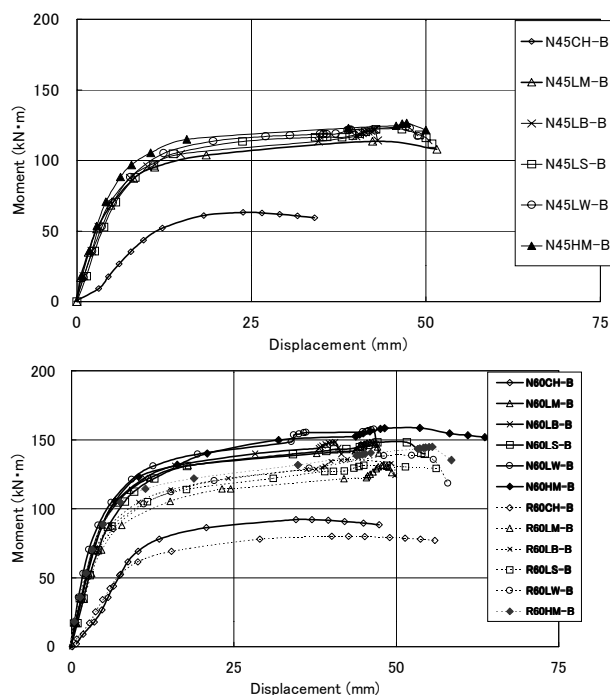


図 - 2 曲げモーメント-たわみ曲線

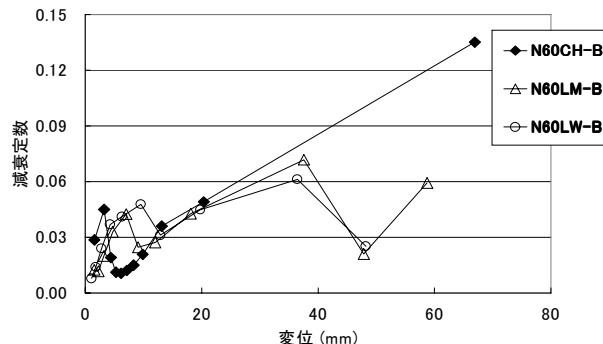


図 - 3 減衰性能



図 - 4 破壊状況