

Ⅲ－42

鋼管杭基礎の大変形性能に関する研究

八戸工業大学

学生員 ○三浦 晋

八戸工業大学

正会員 塩井幸武

八戸工業大学

正会員 長谷川明

1. はじめに

兵庫県南部地震で大規模な被災を受けたことにより、基礎の保有水平耐力の照査で、大きな変形性能が要求されている。鋼管内にコンクリートを充填することで耐力、変形性能を改善できることは、図-1、図-2で検証されている。今後、杭基礎の大径化を図る際に、鋼管内に鉄筋コンクリートを充填する場合に同じ効果が発揮できるか否か不明である。よって本研究では、鋼管と鋼管内にコンクリートおよび鉄筋コンクリート(RC)を充填したコンクリート充填鋼管(以下CFT)、鉄筋コンクリート充填鋼管(以下RCFT)に対する繰返し曲げ載荷試験を行い、鋼管杭とCFT杭およびRCFT杭の曲げ部材特性を比較検討した。その結果について報告するものである。

2. 試験概要

鋼管供試体は $\phi 200 \text{ mm} \times 2000 \text{ mm}$ とし、板厚3.2 mm、4.5 mm、6.0 mm、リブ付き6.0 mmの4グループに分け、鋼管、高強度CFT、低強度CFT、RCFT(小リング、大リング、二重リング)の6体、計24種類とした。鋼管の材料はSTK400、(リブ付きはSKK400)を使用し、主鉄筋($\phi 6 \text{ mm}$)SR235、帯鉄筋($\phi 3 \text{ mm}$)SWRM6TWを使用した。コンクリートは高強度コンクリートに配合強度 40 N/mm^2 のもの、低強度コンクリートには配合強度 24 N/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である(図-3)。最大荷重2940 kNの載荷装置を使用した。最大荷重の後、最大荷重の90%を、終局状態とした。計測項目は図-3に示すように載荷荷重、梁のたわみ、鋼管表面のひずみ及び、充填したコンクリート内部のひずみを測定した。

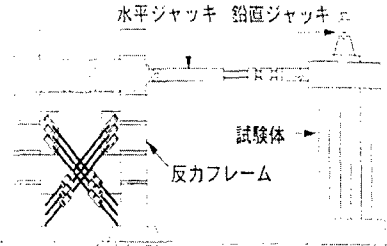


図-1 水平正負交番載荷試験装置図

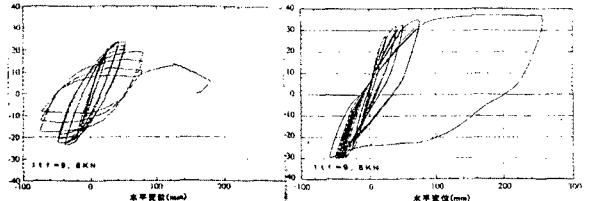


図-2 荷重-変位曲線(左：中詰め無し 右：全長中詰め)

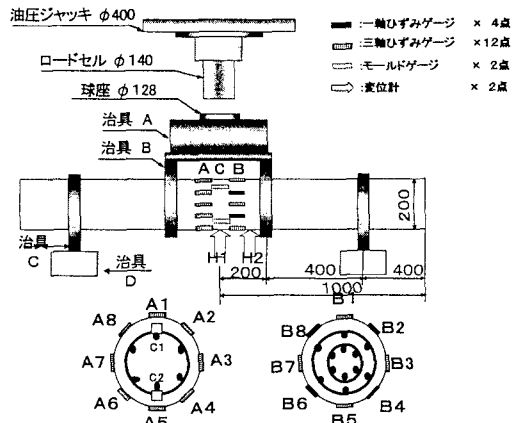


図-3 曲げ試験載荷装置図

表-1 各供試体の曲げ耐力、靱性率

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

3. 試験結果および考察

実験から得られた最大曲げモーメント、靱性率を表-1 に、曲げモーメント-たわみ曲線を図-4 に示す。靱性率は、最大荷重時と初期降伏時の変位の比をもって靱性率とした。径厚比の異なる全ての鋼管で、CFT、RCFT 供試体は曲げ耐力、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は向上するが、合成効果は小さくなる。鉄筋の配筋方法による違いでは、二重リングの配筋が最も高い曲げ耐力を示したが、その差は小さい。各径厚比における CFT 部材と RCFT 部材を比較すると、曲げ耐力の変化はさほど見られないが、厚肉鋼管の二重リングで靱性率の向上が見られた。RCFT 杭にすると、最大荷重時までは鉄筋を充填した効果は顕著でないが、それ以降の優れた変形性能が望める。リブによる曲げ耐力、変形性能への影響は、靱性で向上するが、曲げ耐力では、リブ無しのものより約 13%~16%が減少する。理由はリブにより引張側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切れを急激に拡大したためと思われる。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強度の差は大きく表れず、内部コンクリートの影響は小さいことが判明した。

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-5 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ほぼ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-6 に RCFT の破壊状況を示す。CFT の内部コンクリートは載荷点で破断しており、リブ付き RCFT では、圧縮側表面が圧壊していた。RCFT においては、内部コンクリートに細かいひび割れがあるものの、破断は見られなかった。

4. まとめ

- ① RCFT は CFT と同等の曲げ耐力だが、変形性能を考慮すると RCFT の方が優れている。
- ② リブの効果は終局状態では発揮されない。
- ③ 充填コンクリートの強度差による RCFT の曲げ耐力への影響は小さい。

参考文献

龍田昌毅・塩井幸武・木村亮：鋼管群杭基礎の終局水平耐力に関する模型実験，土木学会第 51 回年次学術講演会概要集第 3 部（B），pp.44~45，1996
毛利栄一郎・小達亮・齋藤天徳：コンクリート構造物のせん断補強に関する実験的研究，平成 12 年度土木学会東北支部技術研究発表会，2001.3

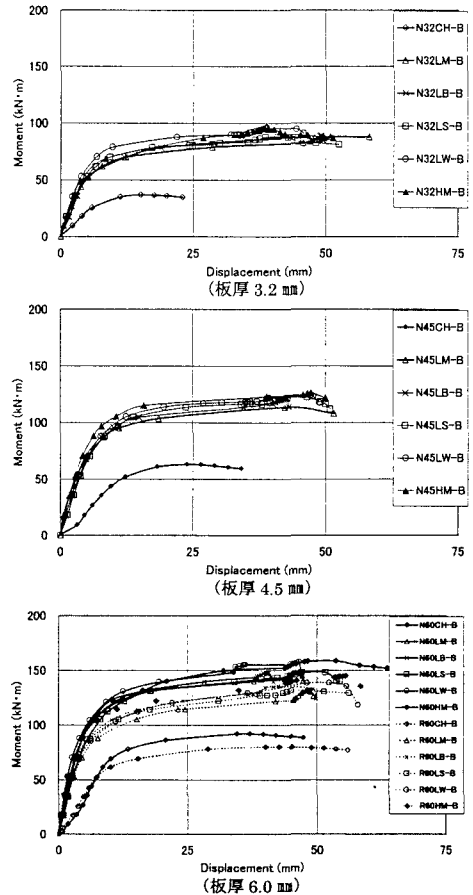


図-4 曲げモーメント-たわみ曲線

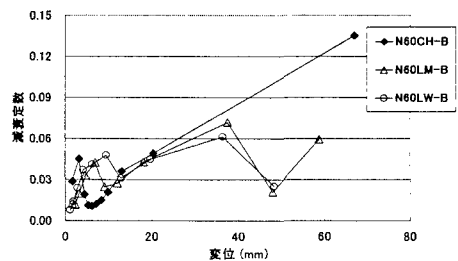


図-5 減衰性能

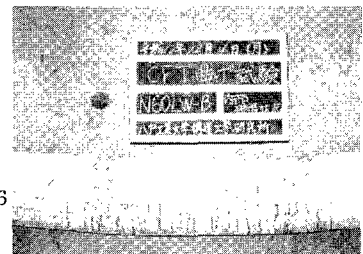


図-6 破壊状況