

片持ち梁方式の曲げ試験によるSC杭の韌性の評価

12T0280W 塚越 俊裕
指導教員：関口 徹

1. はじめに

近年、杭基礎構造において大地震動時を想定した2次設計が求められることが多くなっている。¹⁾しかし、既製コンクリート杭に関する強度データは多く蓄積されているが、杭の韌性を対象とした載荷試験はあまり行われていないため変形性能(以下、本研究では韌性と表現)に関するデータは多くない。²⁾

本研究では他の既製杭に比べて韌性が高いとされる鋼管に周囲が拘束されるSC杭(外殻鋼管付きコンクリート杭)を対象とした。SC杭は中空であるため、杭体コンクリートが破壊した場合、鋼管の拘束力がなくなり座屈をするという恐れがある。これまでに中空部分をコンクリートで充填(以下、中詰)したSC杭の単純梁方式の曲げ試験が行われたが、単純梁方式の載荷方法では大変形を伴う計測が困難であった。そのため本研究では、片持ち梁方式の載荷試験を用いてSC杭の中空部分をコンクリートで中詰することによりどの程度、韌性が向上するかを検証する。

2. 試験概要

試験体は、パイルキャップと杭で構成されている。図1に載荷装置概要を示す。杭とパイルキャップは剛接合である。図は実際の杭基礎構造とは上下逆さであるがこれは試験体を固定するためである。載荷方法は試験体を反力フロアに固定し、軸力導入用油圧ジャッキにより所定の軸力を導入後、アクチュエータで水平に加力する。

表1に実験ケースを示す。試験体は杭の中詰が無いものを1体、中詰が有るものを3体の計4体作製し、全てを杭径400mm、肉厚60mm、鋼管厚6.0mmとした。杭体コンクリート強度は105N/mm²であり、中詰コンクリート強度の目標値を21N/mm²とした。導入軸力は表1に示すとおりとした。

載荷状況を写真1に示す。載荷方式は図2に示す変位制御による正負交番載荷方式とした。図中の P_y はSC杭の降伏曲げモーメントを与える荷重、 P_u は終局曲げモーメントを与える荷重、 δ_y は P_y 時の載荷点の変位量としている。1/3 P_y ~ P_y までの載荷は各1サイクルとし、2 δ_y 以降の載荷は3サイクルとする。 P_u を計測した後は1サイクルごととし、荷重が再び P_y を下回った場合、試験終了とする。また、10 δ_y まで P_y を下回らなかった場合は、載荷装置の限界まで正側一方向に連続載荷する。

載荷荷重と載荷点の水平変位を用いて P - δ 効果を

考慮し求めたモーメント M と杭頭付近の4断面に設置したひずみゲージの値から求めた曲率 ϕ を用いて M - δ 、 M - ϕ 関係、骨格曲線を算定し、各実験ケースの破壊状況と併せて比較する。

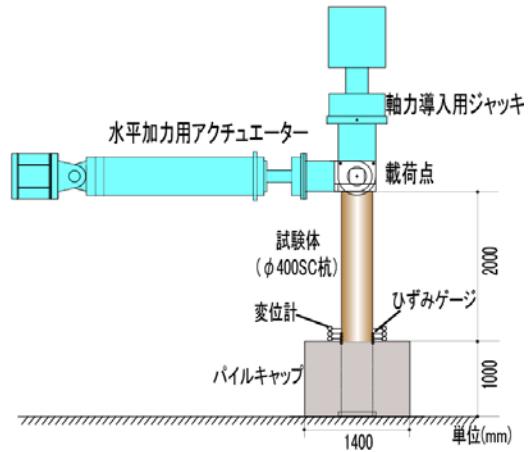


図1 載荷装置概要

表1 実験ケース

| 実験ケース | 中詰補強 | 軸力 (kN) |
|-------|---------------------|---------|
| 1 | なし | 1250 |
| 2 | あり | 1250 |
| 3 | コンクリート強度 | 1875 |
| 4 | 21N/mm ² | -640 |



写真1 載荷状況

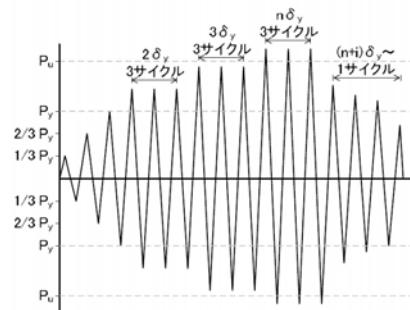


図2 載荷サイクル

3. 実験結果

写真 2,3,4,5 にそれぞれの実験ケースの破壊状況、図 3,4,5,6 に M - δ 、 M - ϕ 関係、 M - ϕ 骨格曲線を示す。 M - δ 、 M - ϕ 関係図における赤い破線は降伏値であり、骨格曲線における赤い破線は M - ϕ 関係の解析値である。計測点は 4 断面あるが、代表としてパイルキヤップ表面から 125mm の断面の値を示している。以下、それぞれの実験ケースの結果について述べる。

・実験ケース 1 (中詰無、軸力 1250kN)

中空であるため、小さい変位量で降伏値を迎える。変形が大きく進まない段階で杭体のコンクリートが圧壊し鋼管が局部座屈した。破壊状況は杭体コンクリートが圧壊。杭頭周辺で提灯座屈。

・実験ケース 2 (中詰有、軸力 1250kN)

中空部にコンクリートが中詰してあるため靭性が向上している。破壊状況は杭体コンクリートが圧壊。中詰コンクリート表面に曲げひび割れ。杭頭周辺で提灯座屈。

・実験ケース 3 (中詰有、軸力 1875kN)

実験ケース 2 より導入軸力が 1.5 倍高いので曲げモーメントの最大値は大きくなるがその後の減少が大きいため靭性は多少落ちる。破壊状況は実験ケー



写真2 実験ケース1破壊状況



写真3 実験ケース2破壊状況



写真4 実験ケース3破壊状況



写真5 実験ケース4破壊状況

ス 2 と同様。

・実験ケース 4(中詰有、軸力-640kN)

導入軸力が引張方向なので曲げモーメントの最大値は実験ケース 2,3 に比べて小さい。しかし荷重ピーク後に曲げモーメントは減少せず、また靭性は高い。破壊状況は、杭体コンクリートの圧壊が実験ケース 1,2,3 と異なり杭肉厚全体の圧壊ではなく中詰コンクリートまで到達しない。

4.まとめ

中空の SC 杭、中空部にコンクリートを中詰し、導入軸力を変えた 3 つのケースについて載荷試験を行い、それぞれ SC 杭の靭性を検討した。その結果、以下の知見を得た。

- ・中空の SC 杭では杭体のコンクリートが早い段階で圧壊し十分な靭性が得られない。
- ・中空にコンクリートを中詰することにより靭性の向上が期待できる。
- ・軸力を大きくするほど曲げモーメントの最大値は大きくなるが、靭性は落ちる。

参考文献

1) 小椋仁志:単純梁方式による SC 杭の M - ϕ 関係の評価(その 1:試験方法の検討と試験計画) 日本建築学会学術講演梗概集 pp429-430, 2015

2) 基礎構造の耐震診断指針(案)、ベターリビング、2013

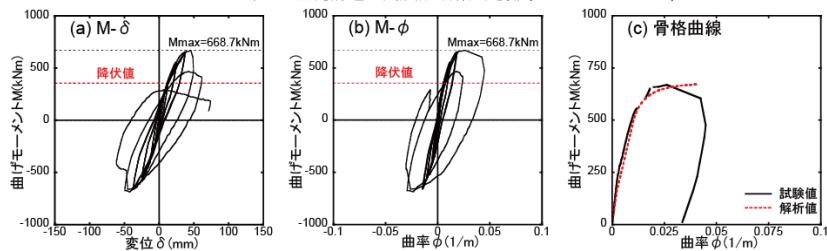


図3 実験ケース1結果

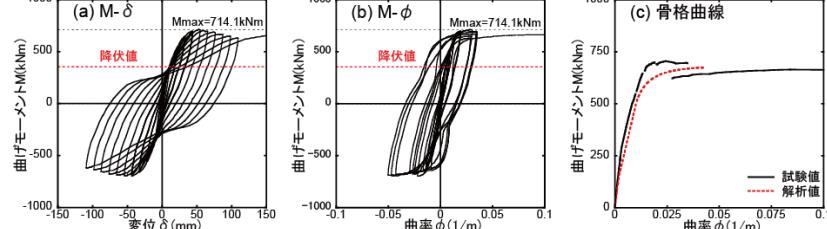


図4 実験ケース2結果

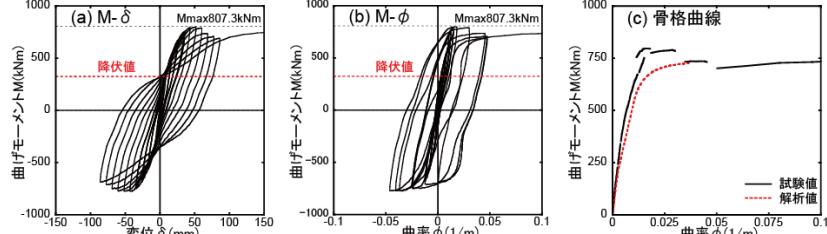


図5 実験ケース3結果

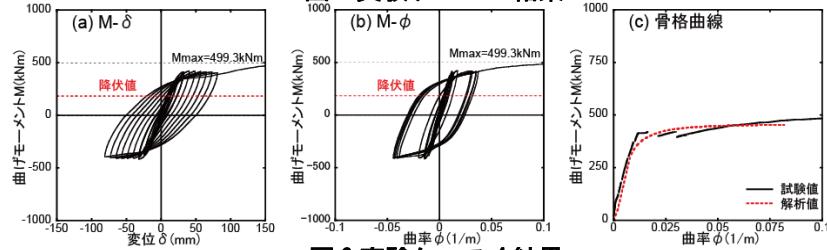


図6 実験ケース4結果