

ストランドを用いた RC 杭の曲げに対する基本的特性

鹿島建設技術研究所 正会員 山野辺慎一
 鹿島建設技術研究所 正会員 曾我部直樹
 鹿島建設土木設計本部 正会員 嶋田 義人
 株式会社エスイー 工藤 泰志
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 築嶋 大輔

1. はじめに

低空頭・狭隘地における場所打ち杭の施工性を改善する工法として、軸方向鋼材にストランドを用いた工法が開発されている¹⁾。本文では、部材の正負交番載荷実験を行い、同工法による杭部材の基本的特性として、曲げに対する耐力や剛性について検討した結果について、報告する。

2. 実験の概要

本工法は、軸方向鋼材に相当するストランドの可撓性を利用して、ストランドを螺旋状にすることにより、縮小が可能な鉄筋かごを実現するものである。軸方向鋼材には PC 鋼より線 F50 (SWPR7B 相当, SEEE ストランド・素線構成 7×8.1 , 断面積 277.1 mm^2 , 引張強度 500 kN)を用いている。

試験体は、上記の鉄筋かごを再現する縮小模型として、F50 ストランド 8 本を配置した。ストランドを用いると、通常の鉄筋に比べ強度が高いことから、曲げ圧縮破壊の先行を防ぐために、コンクリート強度を通常の場所打ち杭よりも大きくする必要があるので、そこで、本工法では、設計基準強度を 42 N/mm^2 と設定した。

図-1 に試験体の配筋図を、表-1 に試験体の諸元を同じ計算耐力をもつ通常の鉄筋かごの諸元と比較して示す。試験体は、杭頭部をモデル化した実構造物の $1/2 \sim 3/5$ 縮尺模型で、杭径 850 mm 、せん断スパン比 3.5 となっている。コンクリートはフーチング部分と杭部分に分けて打設し、杭部分は、実際の泥水中での打設を想定し、濃度 6% のベントナイト溶液に 12 時間浸漬してから打設した。載荷方法は、一定軸応力 2 N/mm^2 の下での水平力漸増正負交番載荷とした。写真-1 に実験状況を示す。

3. 実験結果と考察

水平荷重 - 水平変位の履歴曲線を図-2 に示す。図中には、ファイバーモデルでのシミュレーション解析結果および鉄道構造物設計標準に従って算出

表-1 ストランド杭試験体の諸元

杭 径	850 mm
軸方向鋼材	$8 \times \text{F50}$ ($24 \times \text{D22}$)
軸方向鋼材の降伏強度	$1,515 \text{ N/mm}^2$ * (390 N/mm^2)
軸方向鋼材比 p_s	0.00391 (0.01637)
帯鉄筋	D16@65 (D16@65)
コンクリート圧縮強度 f_c	42 N/mm^2 (24 N/mm^2)
せん断スパン比 a/d	3.5

()内は、通常鉄筋を用いて同じ降伏耐力を持つ場合の諸元

*: 0.2%永久ひずみ



写真-1 実験状況

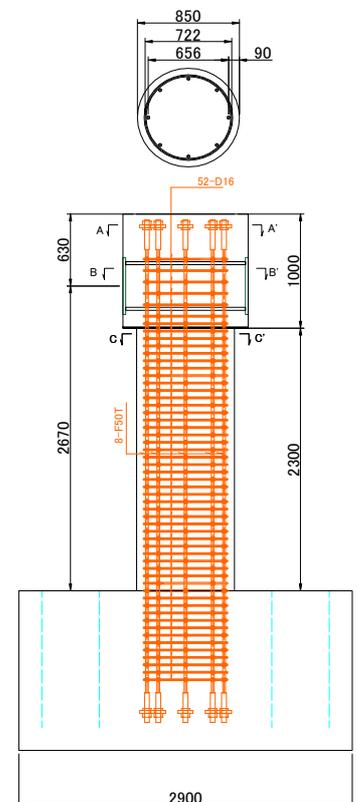


図-1 試験体の配筋図

キーワード ストランド, 場所打ち杭, 曲げ耐力, 剛性

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設技術研究所 TEL 0424-89-7062

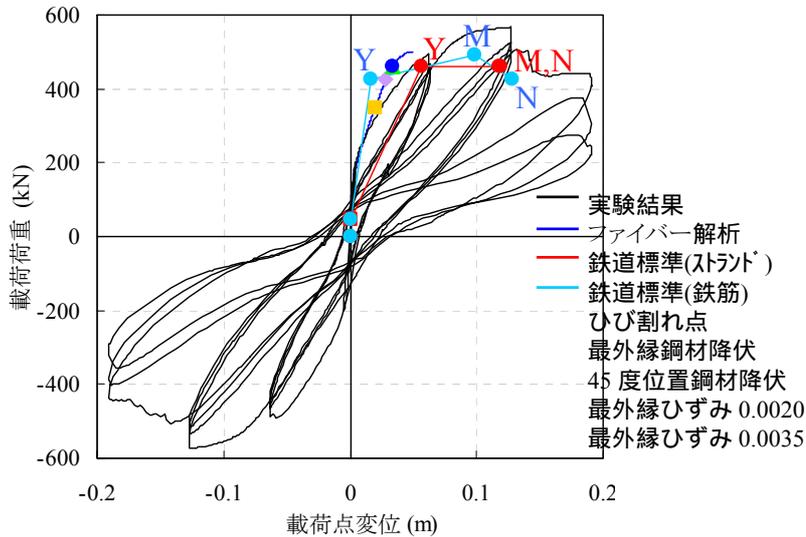


図-2 水平荷重 - 水平変位の関係

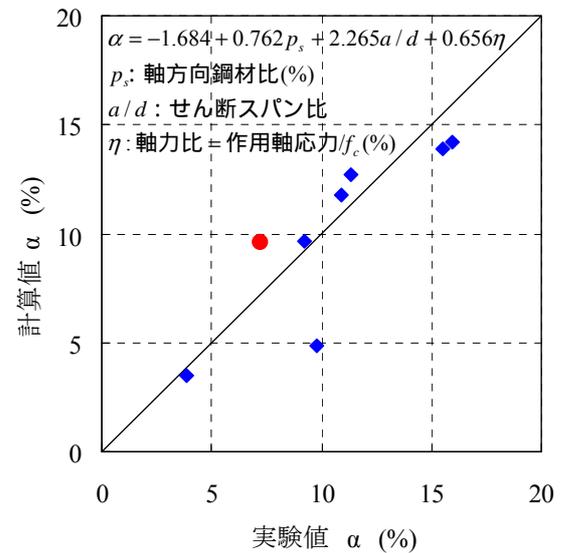


図-3 剛性低下率の比較

したテトラリニアモデルを示す。

破壊過程を45度位置のストランドの降伏変位(y)について整理すると、+2 y に達する前にかぶりコンクリートの剥落が生じ、+3 y への荷重中にストランドの破断に至り、耐力が低下した。また、 $\pm 3 y$ での繰返し荷重により、ストランドの破断が進み、耐力が低下した。ただし、耐力低下後も鉛直軸力を保持していた。

水平荷重 - 変位関係(P-)について実験結果の包絡線とファイバー解析結果を比較すると、水平荷重が降伏荷重の半分程度までは、良い一致を示していた。さらに荷重が大きくなると、同じ荷重レベルにおいて実験の方が解析よりも変位が大きくなったが、これは荷重が大きくなると軸方向鋼材の抜け出し量が大きくなるためである。

実験による降伏変位は、軸方向鋼材の諸元にストランドの値を考慮して鉄道標準に従って算出したY点変位と、ほぼ一致していた。また、実験結果によるP-包絡線は、鉄道標準のM点の荷重およびN点の変位を上回っていた。参考までに、表-1に示した同等RC杭の鉄道標準によるテトラリニアを、図-2に合わせて示した。ストランド杭とRC杭の降伏変位は、それぞれ0.056m、0.016mであり、ストランド杭の降伏変位はRC杭の3.5倍となっている。

既往の研究²⁾では、ストランドを用いた部材の剛性が完全付着を仮定している通常設計の場合に比べ低下することから、実験結果に基づき、主鋼材比 p_s 、せん断スパン比 a/d 、軸力比 η をパラメータとした剛性低下率(降伏時割線剛性の全断面有効剛性に対する比%)を求めている。今回の実験結果について α を求めると、図-3に示すように若干大きめではあるが、ほぼ同程度の値であった。

4. まとめ

1体の実験ではあるが、F50を用いたストランド杭の基本的特性は、以下のように、既往の実験と同様であることを確認した。

- (1) ストランドの拔出しにより、通常の鉄筋を用いた場合に比べ、部材剛性が小さい。降伏割線剛性は、既往の式により概ね評価可能な範囲にあった。
- (2) 降伏変位は通常部材の3.5倍であり、終局変位は通常部材と同程度であった。また、これらの値は、鉄道標準の算出式において、軸方向鋼材の諸元にストランドの値を考慮することで、予測可能と考えられた。
- (3) ストランド降伏後、比較的早くコンクリート剥落が生じ、部材の終局はストランドの破断による。

参考文献 1) 山野辺慎一, 吉川正, 小滝裕, 工藤泰志; ストランドを用いた新しい場所打ち杭工法の開発, 土木学会第60回年次学術講演会, 第3部, 2005.9

2) 築嶋大輔, 野澤伸一郎, 石橋忠良, 趙唯堅; 軸方向鋼材にストランドを用いた部材の剛性; コンクリート工学論文集, Vol.11, No.3, pp.121-127, 2000.9