

伸縮式鉄筋かごを用いた場所打ち杭工法の開発

山野辺慎一¹・工藤泰志²・吉川正³・河野哲也⁴・
曾我部直樹⁵・田島新一⁶・小滝裕⁷・木部洋⁸

¹正会員 工修 鹿島建設株式会社 技術研究所 (〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1)

² 株式会社エスイー 山口工場・試験研究所 (〒754-0894 山口県山口市佐山3-42)

³正会員 工博 鹿島建設株式会社 土木管理本部 (〒107-8348 東京都港区赤坂6-5-11)

⁴正会員 工修 鹿島建設株式会社 技術研究所 (〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1)

⁵正会員 工博 鹿島建設株式会社 技術研究所 (〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1)

⁶正会員 工修 鹿島建設株式会社 土木設計本部 (〒107-8502 東京都港区赤坂6-5-30)

⁷正会員 鹿島建設株式会社 機械部 (〒107-8348 東京都港区赤坂6-5-1)

⁸正会員 株式会社エスイー 営業統括本部 (〒160-0023 東京都新宿区西新宿6-3-1)

近年増加している鉄道構造物等のニューアル工事などでは、低空頭・狹隘地における施工性の改善が必須である。筆者らは、伸縮可能な鉄筋かごを用い、これを掘削した孔内に伸展して建て込むことで、施工性を大幅に改善した、新しい場所打ち杭工法を開発した。本工法では、軸方向鋼材にPC鋼より線を用い、その可撓性を利用して鉄筋かごを螺旋状に縮小する。さらに、プレグラウト鋼材を用いることで、場所打ちでプレストレストコンクリート杭の施工も可能である。本文では、本工法の施工性を確認するために行った施工性試験の結果、および本構造の曲げに対する耐力や剛性などの基本特性を確認するために行った正負交番載荷実験の結果について報告する。

キーワード: 場所打ち杭, 低空頭, 伸縮式鉄筋かご, ストランド, 曲げ剛性, PC杭

1. はじめに

近年、都市再生の一環として鉄道構造物の複々線化、連続立体化、リニューアルなどの工事が増加している。そうした工事における場所打ち杭の施工においては、空頭制限が厳しく、杭周辺に作業ヤードを確保できない、さらに夜間だけの施工となるなど、非常に厳しい施工条件となる。従来、施工空間の高さが制限された場所打ち杭の鉄筋かごは、短く分割した鉄筋かごを、接続しながら建て込んでいるため、鉄筋継手に関わるコストの増大、作業時間の延長やそれに伴う鉄筋へのベントナイト付着による杭品質の低下など、さまざまな問題があった。都市再生に関わる工事が増加している現状を鑑みると、低空頭・狹隘地における施工性の改善が急務である。

これまで、場所打ち杭の掘削工法については、施工可能な掘削機械高さを2.7 mまで縮小したBCH工法¹⁾などが開発されているが、低空頭における鉄筋かごを改善するものとしては、軸方向鉄筋の継手が不要となるストランドを用い、専用の建込み装置を

使用して掘削孔の直上で鉄筋かごを組み立てる工法²⁾が開発されているのみである。

筆者らは、あらかじめ工場で製作した伸縮が可能な鉄筋かごを用い、これを掘削した孔内に伸展することで施工性を大幅に改善した新しい場所打ち杭工法を開発した。これまで、杭径1.8 mおよび2.0 mでの施工性試験を行い、さらにプレグラウト鋼材を用いることで、場所打ちでプレストレストコンクリート(PC)杭を施工できることを確認した。また、軸方向鋼材にPC鋼より線を用いた部材の正負交番載荷実験を行い、本工法による杭部材の基本的特性として、曲げ耐力や剛性について検討した。

本文では、本工法の開発において行った一連の試験等の概要について報告する。

2. 鉄筋かごの構成と縮小の原理

(1) 鉄筋かごの縮小の原理

通常の場所打ち杭などの鉄筋かごは、同心円状に



写真-1 鉄筋かご縮小状態



写真-2 縮小作業状況

表-1 PC鋼材(F50)の諸元および材料特性

素線構成	7×φ8.1
公称径	24.3 mm
断面積	277.1 mm ²
引張荷重	500 kN
降伏点荷重*	426 kN
伸び	3.5 %

* : 0.2%永久ひずみ

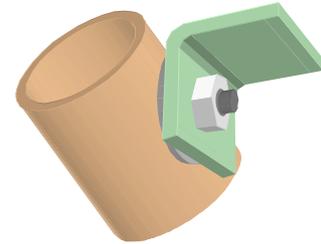


図-1 結合回転治具の例

配置した軸方向鋼材とそれらの外周に配置した帯鉄筋よりなる。本工法の鉄筋かごでは、軸方向鋼材にPC鋼より線を用い、帯鉄筋との結合部に交差角度が90度回転可能なように、特殊な治具を用いて軸方向鋼材と帯鉄筋を結合する。PC鋼より線の可撓性を利用して鉄筋かご全体をねじると、PC鋼より線は螺旋状に変形し、かご全体を縮小することができ、逆方向にねじると、鉄筋かごは容易に伸展する。

写真-1に杭径1.2 mを想定して試作した鉄筋かごの縮小状態を示す。

このように、鉄筋かごが伸縮可能となることにより、鉄筋かごを縮小した状態で施工孔口に運搬し、これを伸展しながら建て込むことで、低空頭でも短時間かつ容易に施工でき、杭周辺にほとんど作業スペースを必要としない施工が可能になる。

なお、PC鋼より線の強度は、鉄筋の4倍程度であり、通常の鉄筋かごにおける軸方向鋼材の占める重量比率は60～80%程度であるから、強度比に対応して鉄筋かごの重量も大幅に軽量化が可能であり、低空頭・狭隘な空間における作業性が改善される。

鉄筋かごの縮小は、写真-2に示すように、かご上端をクレーンで吊り上げ、接地して巻き下げることにより、かごの自重で簡単に行うことができ、クレーン以外に特殊な機械を必要としない。

(2) 鉄筋かごの構成と使用材料

本工法には種々のPC鋼より線を使用することが可能であるが、これまでの試作や施工試験では、可撓性に優れる二重より構造のPC鋼より線(SWPR7B相当、SEEEストランドF50)を用いた。表-1にPC鋼より線の諸元と材料特性を示す。帯鉄筋には溶接閉鎖型の異形鉄筋を用いる。

杭頭部におけるPC鋼より線の定着は、端部に圧着したマンション(スリーブ)のねじ式定着による。ま



写真-3 鉄筋かごの製作精度

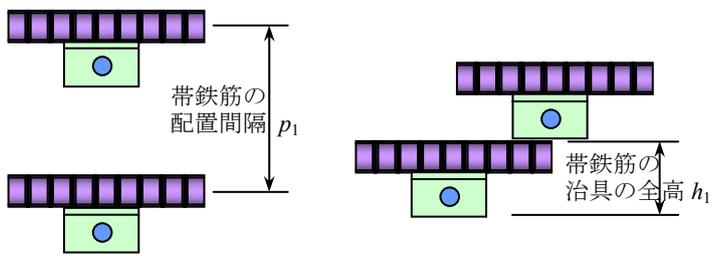
た、後述するように、マンションを有することから、鉄筋かごの接続も容易に行える。

軸方向鋼材と帯鉄筋の交差部には、互いの交差角度が変化できるような結合回転治具を使用している。結合回転治具は、図-1に一例を示すように、PC鋼より線を通すねじ棒を取り付けた鋼管と、帯鉄筋に溶接により固定するアングル材からなる。同治具を、PC鋼より線と帯鉄筋に別々に取り付けた後、回転軸に相当するねじを挿通・結合することで鉄筋かごを組み立てる。こうした構成により、写真-3に示すように、高い精度の鉄筋かごを短時間に建て込むことができる。

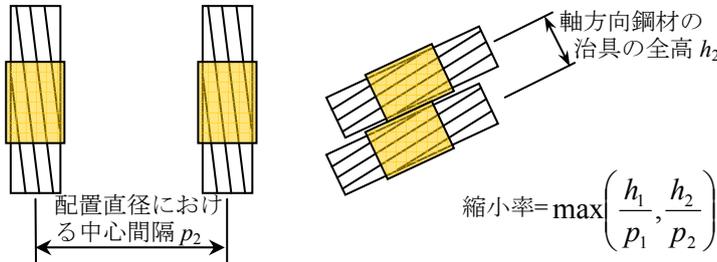
なお、軸方向鋼材にPC鋼より線を用いると、通常の鉄筋に比べ強度が高いことから、曲げ圧縮破壊の先行を防ぐために、コンクリート強度を通常の場合打ち杭よりも大きくする必要がある。そこで、本工法では、コンクリート設計基準強度を泥水中での強度低下を考慮した値で40 N/mm²程度に設定している。

(3) 縮小の限界と治具の特性

鉄筋かごの縮小の限界は、図-2に示すように、治



(1) 帯鉄筋から決まる縮小の限界



(2) PC鋼より線から決まる縮小の限界

図-2 伸展・縮小状態における治具

具を含む帯鉄筋が接触する場合と、治具を含むPC鋼より線が接触する場合があります。伸展した状態に対する縮小時の鉄筋かごの長さ比(縮小率)は、鋼材量にもよりますが、1/4～1/6程度である。

なお、縮小状態におけるPC鋼より線は、曲げられていると同時に捩じられており、PC鋼より線の端部、すなわち鉄筋かごの上下端においては、治具がこの変形を拘束している。結合回転治具は、鉄筋かごの径や治具の配置位置に応じて、強度、縮小率、組立て作業性、およびコストを考慮して、最適な治具を選定する。

(4) 鉄筋かごの接続

SEEEストランドF50は、端部にスリーブを圧着し、ねじ加工することで、ナットによる定着、あるいはカプラーによる接続が可能である。本工法においても、写真-4に示すように、マンションのカプラー接続により、分割した鉄筋かごの接続が可能である。

接続は、鉄筋かごを伸展した状態でも可能であるが、写真-5に示すように、カプラーの取付けやねじ込みの作業が行える程度に、鉄筋かごを縮小状態から若干伸展した状態でも可能である。

これにより、空頭制限が厳しい、あるいは杭長が長く、一本の鉄筋かごで施工できない場合にも、分割した鉄筋かごを順次接続することで、建込みが可能となる。

(5) プレグラウト鋼材による場所打ちPC杭

伸縮の原理は上記の鉄筋かごと同一であるが、PC鋼より線に写真-6のようなプレグラウトタイプを用いると、場所打ちのPC杭を施工することが可能に



写真-4 カプラーによるマンションの接続



写真-5 専用治具による接続作業

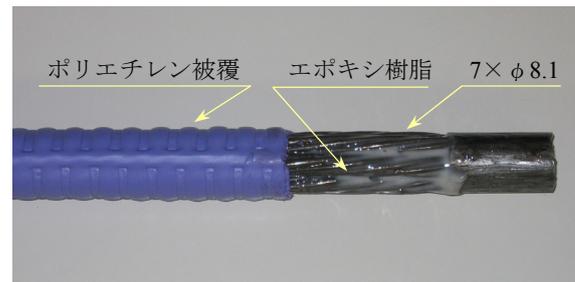


写真-6 プレグラウト F50

なる。

プレグラウト鋼材³⁾とは、PC鋼材の表面に、時間の経過(1ヶ月～数年)で硬化する樹脂を塗布し、その上からポリエチレン被覆を連続整形し凹凸をつけたものであり、橋梁分野で広く普及している。これを本工法の鉄筋かごに用いると、樹脂が未硬化の状態でも通常のPC部材と同様にPC鋼材を緊張し、その後プレグラウト樹脂が硬化してPC鋼材とコンクリートとの付着が発現することで、PC部材の杭となる。PC鋼より線の定着は、両端部に圧着したマンションのねじ式定着による。

プレグラウト樹脂には、温度硬化型と湿気硬化型がある。いずれの使用も可能であるが、施工工程と、コンクリートの水和反応による温度上昇を事前に評価し、適切な樹脂のタイプを選定することにより、鉄筋かごの製作、建込み、コンクリートの打設から

PC鋼材の緊張までの期間は未硬化の状態で、その後の積算温度により徐々にプレグラウト樹脂が硬化し、場所打ちPC杭の施工が可能となる。

3. 建込み実験による施工性確認

本工法の開発に当たっては、二つの施工性確認試験を行った。一つは、RC杭の鉄筋かごの建込みの施工性、および鉄筋かごの接続の施工性を確認するものである。二つ目は、プレグラウト鋼材を用い、鉄筋かごの建込み、コンクリート打設、およびPC鋼材の緊張までの一連の施工性を確認するものである。

(1) 鉄筋かごの建込み試験によるRC杭の施工性確認

杭径1.8 mを想定した鉄筋かごを製作し、実際に掘削した孔内に伸展することにより、施工性について検討した。表-2に同鉄筋かごの諸元を示す。

本試験では、かご長19.0 mのものを上下2分割とし、マンションによる接続作業性も確認した。

伸展作業は、写真-7に示すように、鉄筋かごを孔口に設置し、上端をかんざしにて仮受けし、杭芯位置を確認した後、鉄筋かご下端に玉掛けしたワイヤーを巻き下げることで行った。仮受け後の伸展作業そのものは、10 mのかごにおいても1分程度と極めて短時間であった。

伸展が完了すると、伸展用のワイヤーを回収する必要がある。本工法では、伸展用のワイヤーの玉掛け装置として写真-8に示すコラムロックを鉄筋かご下端に取り付け、孔口での遠隔操作により泥水中の玉掛け装置を外し、伸展用ワイヤーを回収する。

(2) 建込みおよびコンクリート打設によるPC杭の施工性確認

表-3、写真-9、および図-3に、施工性確認試験に用いた鉄筋かごを示す。

前述のように、縮小状態におけるPC鋼より線は、曲げられていると同時に捩じられており、治具がこの変形を拘束している。プレグラウト鋼材には、ポリエチレンシースとより線の間に未硬化のプレグラウト樹脂があり、ポリエチレンシースに取り付けた治具だけでは十分な拘束が得られないため、マンション部にも結合回転治具を配置した。

本工法による鉄筋かごの縮小率は、鋼材量にもよるが、1/4～1/6程度である。写真-10に縮小した状態のかごを示す。鉄筋かご全長17.1 mに対し、かごを

表-2 鉄筋かごの概要(RC杭施工性確認試験)

杭 径	φ=1.8m
杭 長	L=10.0+9.0 m
軸方向鋼材	F50-36 本 ($p=0.39\%$)
帯鉄筋	D16, 径 1.56 m, @125~150

かんざし鋼材 伸展長確認用メジャー
伸展用ワイヤー



写真-7 建込み実験状況



写真-8 鉄筋かごの伸展用ワイヤーの玉掛け装置

縮小した状態での長さは、かご運搬時(定着板を取り付けない状態)で3.8 m、定着板などを取り付けた状態で4.1 mであった。

本施工性確認試験では、BCH工法で設計径2.0 × 18.0 mを掘削し、1次スライム処理、鉄筋かご建込み、2次スライム処理の後、トレミー(貫入深さ2 m以上)にてコンクリートを打設した。伸展作業は、写真-11に示すように、鉄筋かごを孔口に設置し、上端を支持鋼材(H鋼)に受け替えた後、鉄筋かご下端に玉掛けしたワイヤーを巻き下げることで伸展し、吊り治具を孔口より遠隔操作で取り外した。鉄筋かごを孔口に移動してから、H鋼による仮受けを経て伸展完了までの時間は、約30分と極めて短時間であった。

コンクリートは、実施工を想定したもので、中庸

表-3 鉄筋かごの概要(PC 杭施工性確認試験)

杭 径	φ=2.0 m
杭かご長	L=17.1m
軸方向鋼材	F50-28本 (p=0.25%)
帯鉄筋	D25, @150(上半分), @300(下半分)



写真-9 鉄筋かごの伸縮



写真-10 縮小状態の鉄筋かご

熱セメントを使用し、呼び強度60 N/mm²、フロー50 cm、粗骨材の最大寸法20 mmとした。また、保証材齢は91日、空気量は3±1.5%とした。

重量3.2 tonの鉄筋かごの下端には、コンクリート打設時の浮上り防止として約450 kgの錘を取り付けたが、鉄筋かごの浮上りは生じなかった。

建込み時の鉄筋かごの伸展長さは、かご下端に結びつけた巻尺により確認した。また、参考のため、孔壁測定と同様の超音波測定を実施したところ、かご内側に配置した補強リングの位置が所定の深さにあることを確認できた。

(3) プレグラウト樹脂の硬化予測

(2)の施工性確認試験の杭では、熱電対、コンクリート応力計、ロードセルを取り付けており、打設後半年までコンクリート温度を測定した後、実際にPC鋼材を緊張し、緊張力の導入等を確認した。コンクリート温度の測定位置は、杭頭付近、中央付近、杭深部の3つの深度で、各断面とも、杭芯、杭芯から420 mm位置、PC鋼材位置の合計9箇所である。

図-4に打設後のコンクリートの温度計測の結果の例としてPC鋼材位置での値を示す。打設時のコンクリート温度は、9箇所の差はほとんどなく、平均で16.5℃であった。最高温度は、杭頭付近の杭芯で55.8℃であったが、プレグラウトPC鋼材位置では、48.1(杭頭付近)~46.4℃(中央付近)であった。

計測された温度データに基づき、式(1)に示す温度

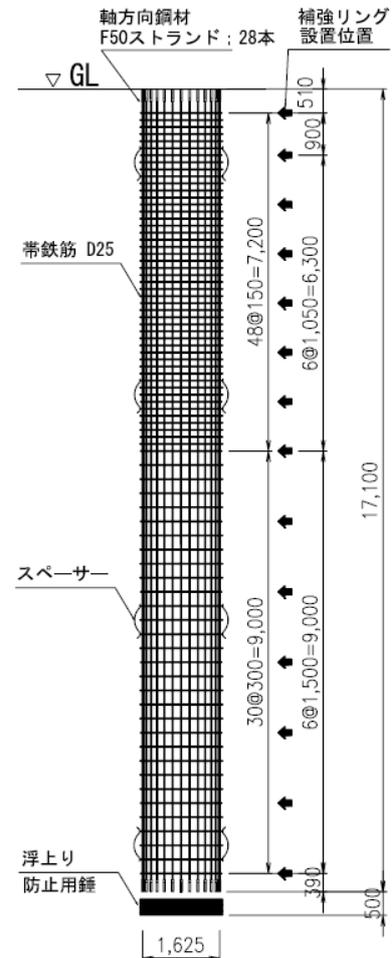


図-3 鉄筋かご配筋図



写真-11 鉄筋かごの伸展

をパラメーターとした熱硬化型樹脂の硬化予測式により緊張可能日数を求めることで、樹脂の硬化予測を行なった。ここで、温度変化に対しては、各温度毎に硬化に対する影響度を一定温度下での緊張可能日数に対する割合で求め、これを累積した累積硬化影響度により緊張可能性を評価した³⁾。すなわち、累積硬化影響度が1.0に達するまでは緊張可能であると判断できる。

$$Y = A \cdot e^{-\beta X} \quad (1)$$

ここに、

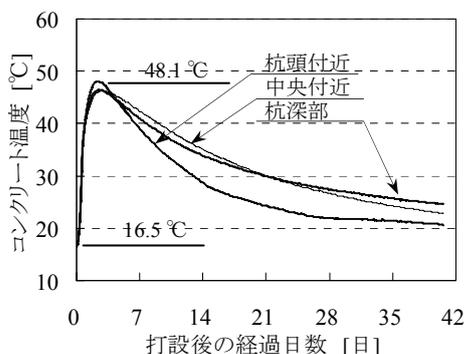


図-4 コンクリートの温度変化(PC鋼材位置)

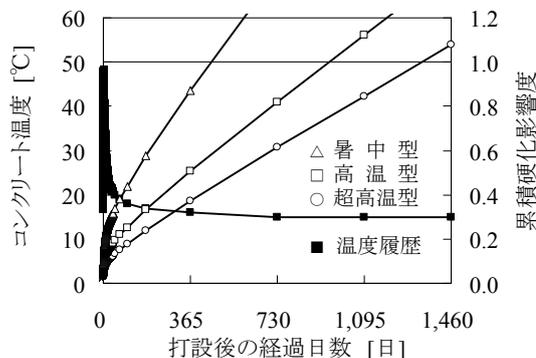


図-5 プレグラウト樹脂の硬化予測

Y: 緊張可能日数(日)

A: 樹脂の硬化抑止特性日数(日)で, 超高温型の場合5,098 暑中型の場合2,690

β : 樹脂の硬化速度係数($1/^\circ\text{C}$)で, 超高温型の場合0.0786, 暑中型の場合0.0881

X: コンクリート温度($^\circ\text{C}$). 計測終了後は地中温度(15°C 一定)に漸近すると仮定した.

累積硬化影響度の計算結果を, 図-5に示す. 本試験では温度硬化型のプレグラウト樹脂のうちの超高温型を用いたが, 打設後約3.5年間緊張可能であることがわかる. また, 樹脂のタイプを種々変えた場合の累積硬化影響度係数を試算したところ, 暑中型でも打設後約1年間は緊張可能との結果となった.

このように, 樹脂のタイプを変更することで, 緊張可能な期間を調整することが可能である.

4. スtrandを用いた部材の曲げに対する基本的特性

本工法のようにPC鋼より線を軸方向鋼材に用いた杭部材としての基本的な特性を確認するために, 正負交番荷重実験を行い, 曲げに対する耐力や剛性について検討した.

(1) 実験の概要

試験体は本工法の鉄筋かごを再現する縮小模型であり, 表-4に示すように, スtrandを非緊張で用いたRC部材の試験体(以下, スtrandRC杭), 同一鋼材量であるが緊張してPC部材とした試験体(以下, スtrandPC杭), および比較のために曲げ耐力が同程度となるように設定した通常のRC(以下, RC杭)の3体である. いずれも杭頭部をモデル化した実構造物の1/2~3/5縮尺模型で, 杭径 ϕ 850 mm, せん断スパン比を3.5とした.

図-6にスtrandRC杭試験体の配筋図を示す.

スtrandRC杭とスtrandPC杭では, F50スtrand8本を配置した. コンクリートの設計基準強度は 42 N/mm^2 とした. なお, 実構造物のスtrandPC杭ではプレグラウト鋼材を使用するが, スtrandPC杭試験体では, 鋼製シースを使用し, 緊張後におよそ1日で硬化するエポキシ樹脂を注入した.

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, 実際の泥水中での打設を想定し, 杭部分は濃度6%のベントナイト溶液に12時間浸漬してから打設した.

荷重は, 一定軸応力度 2 N/mm^2 の下での水平力漸増正負交番荷重とした. 写真-12に実験状況を示す.

(2) スtrandRC杭試験体の実験結果

スtrandRC杭試験体の水平荷重-水平変位の履歴曲線(以下, P- δ 関係)を図-7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標準⁴⁾に従って算出したテトラリニアモデルを示す.

破壊過程を45度位置の軸方向鋼材の降伏変位($\delta_y=56 \text{ mm}$)について整理すると, $+2\delta_y$ に達する前にかぶりコンクリートの剥落が生じ, $+3\delta_y$ への荷重中にPC鋼材の素線の破断に至り, 耐力が低下した. また, $\pm 3\delta_y$ での繰返し荷重により, 素線の破断が進み, 耐力が低下した. ただし, 耐力低下後も鉛直軸力を十分保持していた.

P- δ 関係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が, 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. これは荷重が大きくなると軸方向鋼材の拔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F50スtrand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- δ 関係の包絡線は, 鉄道標準のM点の荷重

表-4 試験体諸元と材料特性

試験体名称		ストランドRC杭	ストランドPC杭	RC杭
杭 径	mm	850	850	850
軸方向鋼材	—	8×F50	8×F50	24×D22
軸方向鋼材降伏強度(強さ)	N/mm ² (kN)	1,625(450.3)*	1,625(450.3)*	468(181.2)
軸方向鋼材比	—	0.00391	0.00391	0.0164
帯 鉄 筋	—	D16@65	D16@65	D16@65
帯鉄筋比	—	0.00719	0.00719	0.00719
コンクリート設計基準強度	N/mm ²	42	42	24
せん断スパン長	mm	2,670	2,670	2,670
せん断スパン比	—	3.5	3.5	3.5
載荷軸力(応力度)	kN (N/mm ²)	1,135 (2.0)	1,135 (2.0)	1,135 (2.0)
導入プレストレス力(応力度)	kN (N/mm ²)	0.0 (0.0)	1,702 (3.0)	0.0 (0.0)
ストランド1本当りの緊張力	kN	0	212.8	—

* : 0.2%永久ひずみ



写真-12 実験状況

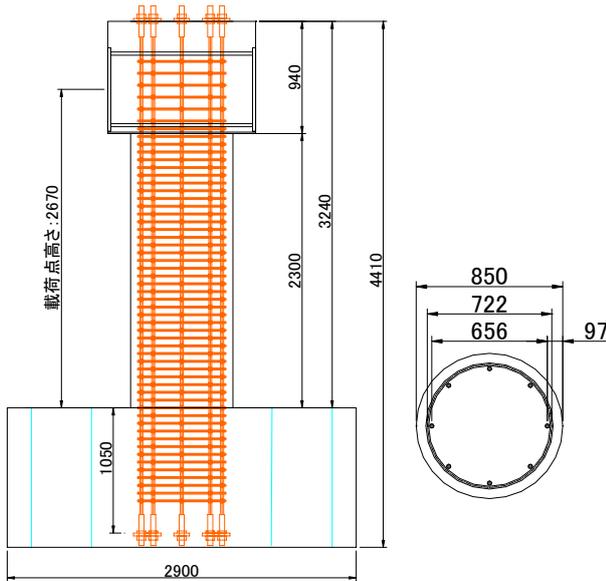


図-6 配筋図(ストランドRC杭試験体)

およびN点の変位を上回っていた。比較のため、RC杭試験体の鉄道標準によるテトラリニアを、図-7に合せて示した。ストランドRC杭とRC杭の降伏変位は、それぞれ56 mm, 16 mmであり、ストランドRC杭の降伏変位はRC杭の3.5倍となっている。

(3) ストランドPC杭試験体の実験結果

ストランドPC杭試験体のP- δ 関係を図-8に示す。図中には、ファイバーモデルでの解析結果、およびプレストレスを軸力に置き換えて鉄道標準に従って算出したテトラリニアモデルの計算結果を示す。

ストランドPC杭試験体では、 $\delta_y (=23.0 \text{ mm})$ 付近で45度位置のPC鋼材が降伏し、 $+2\delta_y$ に達する前にかぶりコンクリートの剥落が始まっていた。ただし、水平耐力は、 $5\delta_y$ まで一定の耐力を保持した後、 $6\delta_y$ への載荷中に素線の破断に至り、耐力が低下した。

実験による降伏変位は、プレストレスを軸力に換算して鉄道標準に従って評価したY点変位と、ほぼ一致していた。実験結果による骨格曲線は、鉄道標

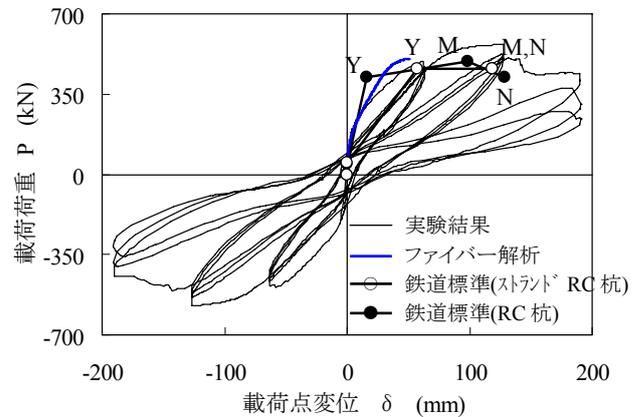


図-7 ストランドRC杭試験体の荷重-変位関係

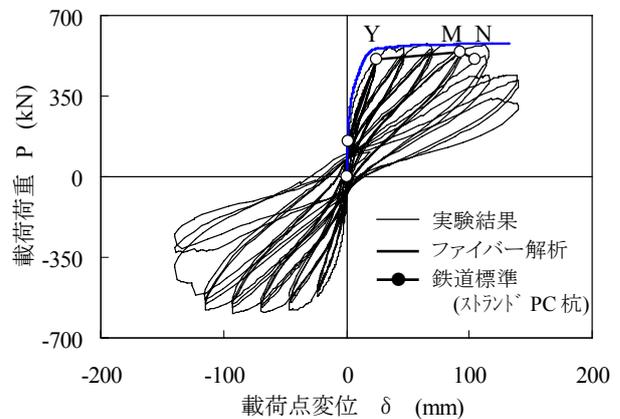


図-8 ストランドPC杭試験体の荷重-変位関係

準のM点の荷重およびN点の変位を上回っていた。また、耐力の低下は素線の破断によるものであるが、その開始点についてはストランドRC杭と同程度であった。

(4) 曲げ剛性に関する考察

図-9に、ストランドRC杭、ストランドPC杭、およびRC杭の各試験体のP- δ 関係の骨格曲線を、比較して示す。

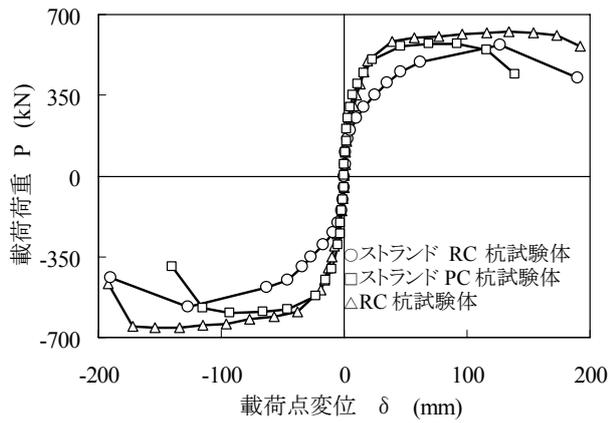


図-9 骨格曲線の比較

ストランドRC杭では、鋼材量がRC杭に比べ少ないために剛性が低かったのに対し、ストランドPC杭では、プレストレスの導入によりRC杭と同等の剛性が実現できていることが分かる。すなわち、PC鋼より線を用いた杭でも、RC杭と同様の復元力特性を実現することができる。

既往の研究⁵⁾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 α (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。ストランドRC杭試験体について α を求めると、図-10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。

5. おわりに

従来、低空頭下での場所打ち杭の鉄筋かごは、コスト、作業時間、品質においてさまざまな問題があった。これに対し、本文で報告した一連の施工性確認試験により、短時間での建込みが可能であること、それによる品質の向上が期待できることが確認できた。

PC鋼より線を軸方向鋼材に用いた杭部材としての特性については、部材の剛性が低下することを考慮する必要はあるものの、平面ひずみを仮定した通常の計算方法により耐力を評価できることなどが確かめられ、既に実構造物に適用されている²⁾。本工法で対象としているPC鋼より線は、従来の素線構成とは異なるものの、本工法においても、同様の部材特性が確認された。

さらに、本工法によるPC杭は、施工時間の短縮だけでなく、ひび割れが生じにくく耐久性に優れる

$$\alpha = -1.684 + 0.762p_s + 2.265a/d + 0.656\eta$$

p_s : 軸方向鋼材比(%)

a/d : せん断スパン比

η : 軸力比=作用軸応力度/ f_c

f_c : コンクリートの圧縮強度

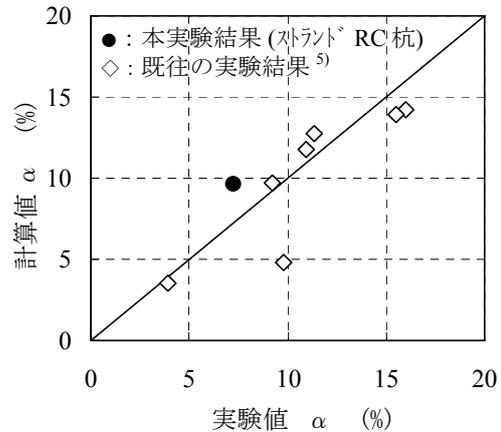


図-10 剛性低下率の比較

と言うPC部材本来の利点を持つ。また、PC鋼材を用いたRC部材の場合、曲げ剛性が通常のRC部材に比べ小さくなるが、PC部材とすることで剛性を改善することが可能になるため、引抜き杭や常時偏心曲げを受ける杭だけでなく、耐震補強としての増し杭のように、通常の場合打ち杭との混用にも用途が広がるものと考えられる。

今後は、定着部の補強方法等の細部構造と、本工法の特性を活かした施工全体のサイクルについて検討する必要があると考えている。

参考文献

- 1) 神田政幸, 日吉洋一郎, 野川達也, 吉川正, 齋藤茂, 小滝裕; BCH(Bottom Circulation Hole)工法の開発と施工例, 基礎工, Vol.33, No.2, pp.36-41, 2005.2
- 2) 築嶋大輔, 野澤伸一郎, 高崎秀明, 近藤昭二, 高瀬義行, 田中良弘; 空頭制限用ストランド場所打ち杭の開発と実工事への適用; 土木学会論文報告集, No.721/VI-57, pp.105-117, 2002.12
- 3) 鋼材付着制御によるPC構造成能改善研究委員会: 付着が拓くPC構造の近未来—構造成能評価における鋼材付着の役割—, プレストレストコンクリート技術協会, 2-18~2-27, 2005.6.
- 4) 国土交通省鉄道局監修・鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設計標準・同解説コンクリート構造物, 2004.4
- 5) 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