伸縮式鉄筋かごを用いた場所打ちPC杭工法の試験施工

鹿島建設技術研究所 正会員 ○山野辺慎一
鹿島建設土木管理本部 正会員 吉川 正
鹿 島 建 設 機 械 部 小滝 裕
鹿島建設土木設計本部 正会員 田島 新一
株式会社エスイー 工藤 泰志

1．はじめに

近年，増加傾向にある鉄道構造物等のリニューアル工事において，低空頭・狭隘地での場所打ち杭の施工性の改善策として，これまで，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)]や軸方向鋼材にPC鋼より線を用いた伸縮式の鉄筋かご工法[2)] 等が開発されている．本開発は，後者をさらに発展させ，軸方向鋼材にプレグラウトタイプのPC鋼より線を用いることで，場所打ちでプレストレストコンクリート(PC)の杭の施工を可能にすることを目的としている．本文では，その試験施工の概要について報告する．

2．鉄筋かごの構成と概要

伸縮式の鉄筋かご工法は，軸方向鋼材にPC鋼より線(SWPR7B相当，SEEEストランドF50等)を用い，その可撓性を利用して鉄筋かごを螺旋状に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により，低空頭でも短時間かつ容易に施工できる工法である．帯鉄筋には溶接閉鎖型の異形鉄筋を用いる．

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，ストランドを通すネジ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，ストランド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．この鉄筋かごを縮小した状態で，掘削孔真上に運搬し，伸展しながら孔内に建て込む．そのため，高い精度の鉄筋かごを短時間に建て込むことができ，また，杭周辺にほとんど作業スペースを必要としない．

伸縮の原理はこれと同一であるが， PC鋼より線に**写真-1**のようなプレグラウトタイプを用いると，コンクリート打設・硬化後に緊張し，その後プレグラウト樹脂が硬化して鋼材とコンクリートとの付着が発現することで，軸方向鋼材の継手がない場所打ちのPC杭を施工することが可能になる．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．

表-1に試験施工に用いたストランドの諸元と材料特性を，**表-2**，**写真-2**，および**図-2**に鉄筋かご示す． 縮

表-1 ストランド(F50)の諸元・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

表-2 鉄筋かごの概要

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

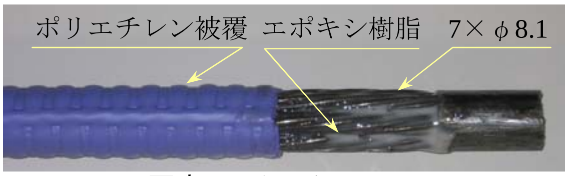

写真-1 プレグラウトF50

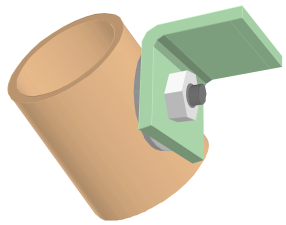

図-1 結合回転治具の例

写真-2 鉄筋かごの伸縮

キーワード ストランド，場所打ち杭，低空頭，プレグラウト鋼材

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 042-489-7062

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．

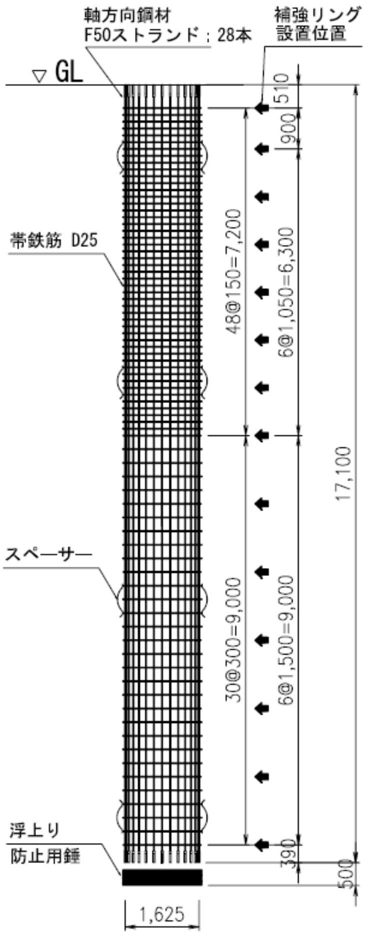

図-2　鉄筋かご全体図

３．建込みおよびコンクリート打設による施工性確認

本工法による鉄筋かごの縮小の限界(伸展した状態に対する縮小時の鉄筋かごの長さの比率)は，鋼材量にもよるが，1/4～1/6 程度である．**写真**-3 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．

試験施工では，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**-4 に示ように，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．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 450kg 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確認できた．

本試験杭は，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，打設後半年程度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する予定である．

写真-3 縮小状態の鉄筋かご

４．おわりに

本試験施工で改めて短時間での建込みが可能であることが確認できた．今後，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．

従来，低空頭下での場所打ち杭の鉄筋かごは，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，多くの問題があった．本工法はそれらを改善するだけでなく，ひび割れが生じにくく耐久性に優れると言う PC 部材本来の利点を持つ．また，PC 鋼線を用いた 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，通常の場所打ち杭との混用にも用途が広がるものと考えられる．

写真-4　伸展建込み状況

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) 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，Ⅲ-272，pp.543-544，2005.9