

K-PREX工法

～既設コンクリート構造物へのプレストレス導入技術～

三原 孝文¹

¹極東興和（株） 営業本部 補修技術課

K-PREX工法は、既設コンクリート構造物の内部に固定定着したPC鋼材を用いて、プレストレス補強する技術である。既設コンクリート部材にコア削孔をした後に、先端部を特殊削孔機で円錐状に拡径削孔を行う。そこに、リングナットを配置したPC鋼材を挿入して、先端部の空隙を専用の高強度モルタルで満たすことにより、部材内部にくさび状の固定定着部を構築する。

この固定定着部と部材内部に配置したPC鋼材（緊張材）を用いて、コンクリート構造物をプレストレス補強することができる。この工法を適用することで、部材の内部での補強が可能となるため、部材外面に補強材等を設置する必要がなくなるという利点がある。

本稿では、本工法の概要と想定される適用方法に加えて、適用事例について紹介する。

キーワード：既設コンクリート構造物の内部補強、拡幅・部材追加、プレストレス、耐震補強

1. はじめに

K-PREX工法は、既設コンクリート構造物の内部補強あるいは、新旧部材の一体化を図るために、既設コンクリート部材の内部にPC鋼材をあと施工で埋込んで固定定着部を構築し、プレストレスを導入する工法（図-1）である¹⁾⁴⁾。

本稿では、K-PREX工法の概要と適用方法に加えて、適用事例について紹介する。



図-1 概念図

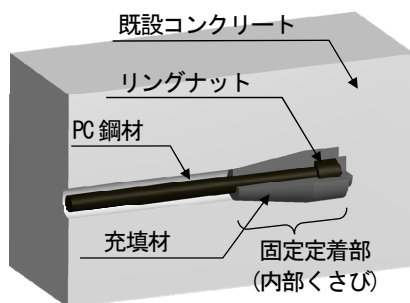


図-2 固定定着部の構造

2. 工法概要

(1) 固定定着部の特徴

本工法ではコア削孔した既設コンクリート内に挿入したPC鋼材の先端部を固定するため、図-2に示す固定定着部を構築する。固定定着部は、削孔した既設コンクリート、リングナットを装着したPC鋼材、既設コンクリートとPC鋼材の空隙部を充填する先端部充填材で構成されている。固定定着部の既設コンクリートは、定着構造をコンパクトにするため、円錐台と円筒を組み合わせた形状で削孔（拡径削孔）している。この削孔形状により、PC鋼材に緊張力が作用した際に充填材がコンクリート内で“内部くさび”の役目を果たすことから、引抜き力に対して抵抗する効果が期待できる。

(2) 施工手順

本工法の施工手順⁵⁾を以下に示す（図-3）。

- ①既設コンクリートにコア削孔した後、最深部を拡径する。
- ②リングナットを装着したPC鋼材を挿入し、先端の拡径削孔部に充填材を満たして固定する。
- ③部材増設の場合は、新設コンクリート部材を打設し、固定定着部の充填材および新設コンクリートの強度が所定の値に達した後に、PC鋼材を緊張する。
- ④PC鋼材周辺にグラウトを充填し、PC鋼材の防錆および部材との一体化を図る。

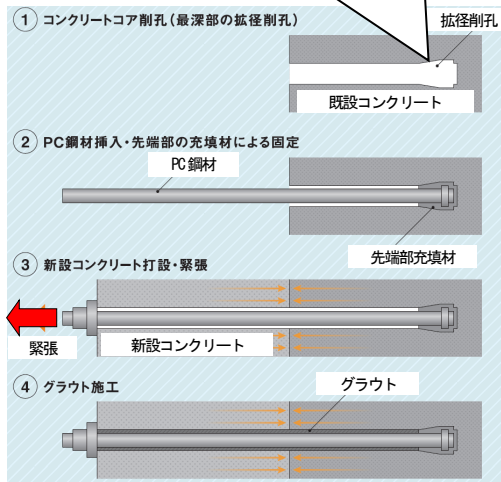
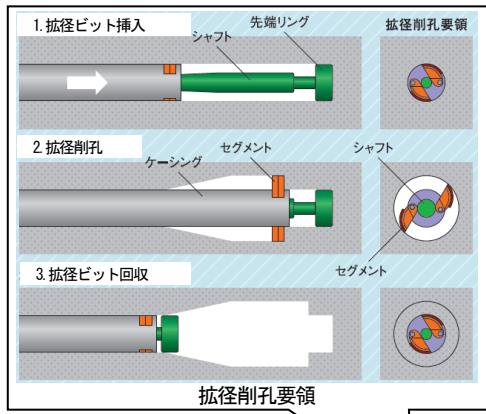


図-3 施工手順

3. 適用方法

(1) 従来技術

既設コンクリート構造物に対する補強工法の従来技術について、その多くは部材外部に補強材を設置する方法が一般にとられてきた。補強材には、鉄筋コンクリートや鋼板、炭素繊維等が用いられ、対象とする構造物にあわせて、巻き立て・増厚・接着等の方法により補強が行われている(図-4)。

また、プレストレスを導入する方法についても、基本的には、ブラケットや偏向装置を外付けしたうえで、PC鋼材を配置する外ケーブル工法が適用される。

さらに、対象とする構造物は、土中や水中にある場合も多く、施工性や経済性(大掛かりな仮設を要する)により、従来技術では、実施が困難なケースもある。

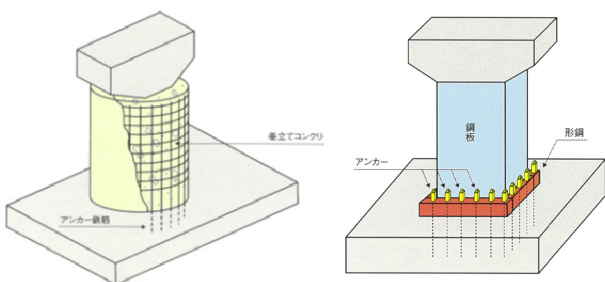


図-4 従来技術の例(橋脚補強)

(2) K-PREX工法の適用例

本工法では、部材外部に補強材を設置することなく、既設コンクリートの内部にプレストレスを導入することができる。これにより、部材の内部補強が可能となるため、従来技術と比べ、より簡易な仮設により対象部材を補強することが可能となる。想定される内部補強での適用例を図-5に示す。

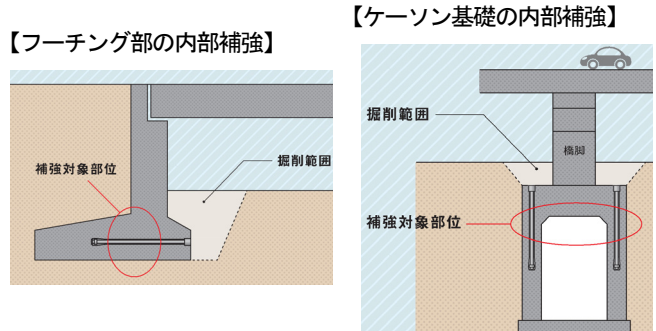
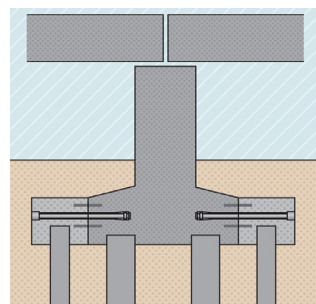


図-5 内部補強の適用例

また、本工法では、拡幅等により新たにコンクリートを打ち継ぐ部材およびその境界面にプレストレスを導入することができる(新旧一体化)。これにより、限られた部材寸法のなかで、効率的にコンクリートを打ち継ぐことが可能となる。くわえて、プレストレスを導入することで、打ち継ぎ面の水密性が向上し、打ち継ぎ面からの劣化因子の侵入を抑制することが期待できる⁷⁾。そのため、土中に埋設される構造物や、周辺環境により水分が供給される構造物においては、長期的に耐久性を確保することができる。想定される拡幅・部材追加の適用例を図-6に示す。

【下部工基礎の拡幅】



【歩道橋の添加】

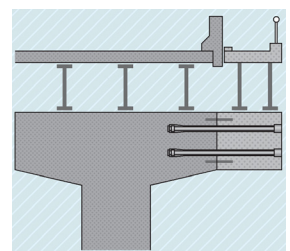


図-6 拡幅・部材追加の適用例

さらに、プレストレスを導入することで、差し筋(ケミカルアンカー)等の配置本数を減らし、既設躯体への削孔本数を抑制することができる。これにより、削孔時における既設鉄筋の内部干渉と損傷を抑制し、既設躯体を傷めることを予防することができる。

4. 適用事例

(1) 工事概要

大阪府発注の2径間PC単純桁橋の耐震補強工事において本工法を適用した。補強一般図と位置図をそれぞれ図-7,図-8に示す。

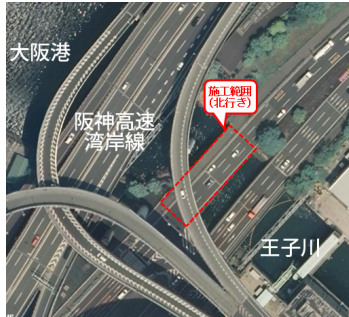


図-7 位置図 (上空より)

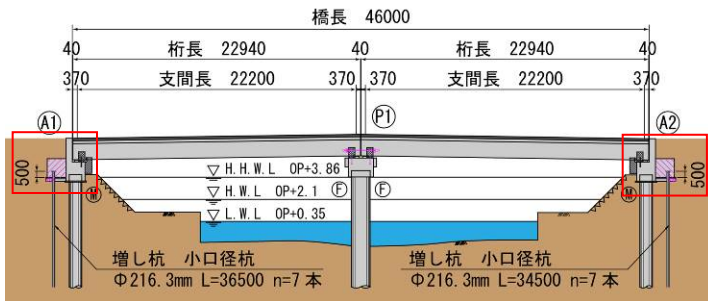


図-8 補強一般

本工事では、耐震補強として新たな増し杭と既設橋台を一体化させるための増しフーチングが増設される。そのため、既設橋台コンクリートと増しフーチングコンクリートを確実に一体化させることが構造的にも長期耐久性を確保する上でも重要となる。特に対象構造物は、海岸線近くに位置しており、干満の影響によって海水の影響を受けることから、特に打ち継ぎ面の水密性が重要となる。そこで、新旧コンクリートの打ち継ぎ面に対して、標準のあと施工アンカーによる差し筋およびチップング処理に加えて、接合面にプレストレスを導入することで、打ち継ぎ面の水密性・耐久性を向上させることができる本工法³⁾を適用した。

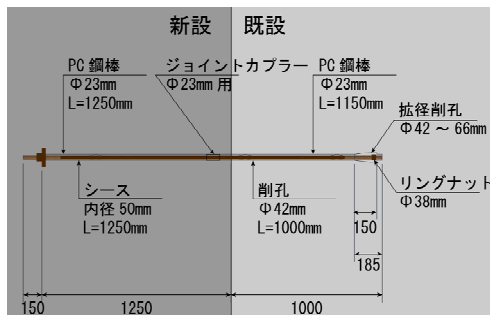


図-9 構造図

本適用事例では、既設橋台の背面に長さ 1000mm の削孔 (コアドリル) を行い、躯体内部に固定定着部を設け

ることで打ち継ぎ面の全高に対してプレストレスが分配するように PC 鋼棒を配置した。構造図を図-9 に示す。各橋台には PC 鋼棒を 4 本配置した。

本路線は、交通量が非常に多いため、橋台背面を掘削した後に覆工版を敷設した上で、道路供用下での施工を行った (図-10)。

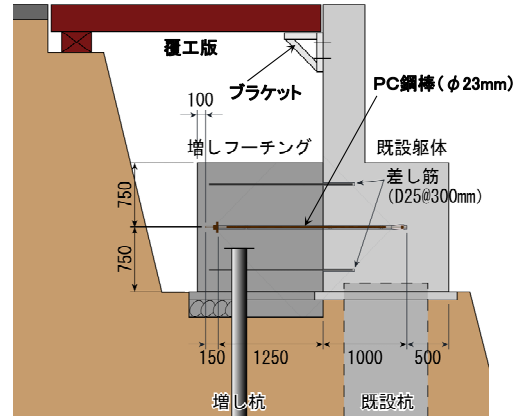


図-10 構造図 (施工時)

(2) 施工要領

実施においては、他の工種への影響を少なくするため、固定定着部の形成工程は、増し杭工が完了したのちに、増しフーチング工の準備期間にて実施した。

施工は以下の要領で行った。主な施工状況を図-11 に示す。

- 既設躯体にコアドリルにより削孔を行うため、レーダー法により、内部鉄筋探査を行った。
- 既設鉄筋を避けた位置でコアドリルにより、所定の長さ (1,000mm) までφ42mmのコア削孔を行った。
- 完了したコア削孔の最深部に拡径用ビットを挿入して拡径削孔を行った。
- 拡径削孔完了後に掃除機により孔内を清掃した後に、拡径部に所定の内空断面が確保されているか調べるため、専用ゲージで計測した。
- 先端部充填材を削孔内部に注入した。注入に先立ち先端部充填材の練上り直後のフロー性状を確認した⁹⁾。
- 先端部にリングナットを配置したPC鋼棒 (φ23mm) を挿入し、先端部充填材が硬化するまで自重や外力により動かないように固定して養生を行った。
- 既設部に定着し配置したPC鋼棒をカプラー接続により延長し、新設部PC鋼棒を配置した。新設部PC鋼棒には、シーブを配置した。
- 増しフーチング工を行った。
- 新設コンクリートおよび先端部充填材の強度を確認した後に、センターホールジャッキを用いてプレストレスを導入した。導入緊張力は、荷重計を使用して管理した。
- 予め配置した注入ホースから超低粘性グラウトを注入して孔内およびシーブ内の空隙を充填した。
- 定着部 (箱抜き) を無収縮モルタルにて後埋めした。

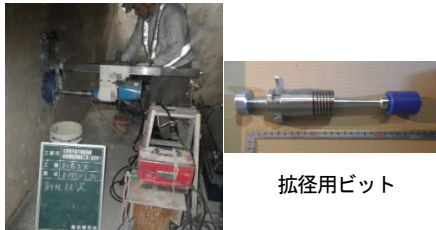
【工程】

【施工状況】

準備



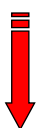
削孔



先端部充填材の注入



緊張材の挿入



プレストレスの導入・定着



PC グラウト注入



完了



図-11 実施状況

5. まとめ

本稿では、K-PREX工法の概要と適用方法について事例とあわせて紹介した。工法の用途と特徴をまとめる。

本工法の主な用途を以下に示す。

①内部補強

既設コンクリート構造物の部材に導入するプレストレスにより、部材の内部から補強を行うことができる。

②新旧一体化

既設コンクリート構造物に部材を打ち継ぐ場合において、打継目に対して直交するようにプレストレスを導入することができる。

本工法の主な特徴を以下に示す。

①耐久性の向上

打ち継ぎ面にプレストレスを導入することで、水密性が向上する。

②経済的な補強

既設構造物にプレストレスを導入できることから、土中・水中の部材を経済的に補強することができる。

③削孔数の削減

プレストレス導入に伴い、あと施工アンカーの本数を削減することができる。

現在のところ、適用性が実証されているPC鋼材種別は、φ23mmのPC鋼棒B種1号に限定されている。今後は、適材適所にあわせて導入プレストレスが選択できるように、緊張力が異なる鋼材種類に対応する検討を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 三本竜彦,溝垣道男,山根隆志,吉武勇: 中間定着部を用いたプレストレス導入工法に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.2, pp.1357-1362, 2013.
- 2) Tatsuhiko Mimoto, Takuya Sakaki, Takafumi Mihara and Isamu Yoshitake: Strengthening system using post-tension tendon with an internal anchorage of concrete members, *Engineering Structures*, Vol.124, pp.29-35, 2016.
- 3) Tatsuhiko Mimoto, Isamu Yoshitake, Takuya Sakaki and Takafumi Mihara: Full scale flexural test of jointed concrete members strengthened with post-tension tendons with internal anchorage, *Engineering Structures*, Vol.128, pp.139-148, 2016.
- 4) 三原孝文, 三本竜彦, 児島大輔: 固定定着体を有する既設構造物プレストレス導入工法の水平施工適用実験報告, プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, Vol.24, pp.445-448, 2015.
- 5) PREX 工法研究会: K-PREX 工法 設計・施工マニュアル (PC 鋼棒編) 【初版】, 2015