

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

極東興和(株)

極東興和(株) 正会員

極東興和(株)

○三原 孝文

三本 竜彦

児島 大輔

1. はじめに

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体を構築し、プレストレスを導入する工法(図-1)が検討されている。

本稿では、この固定定着体を有するプレストレス導入工法の概要を述べるとともに、水平方向への適用性を検討するために実施した材料選定試験および定着性能試験について報告する。

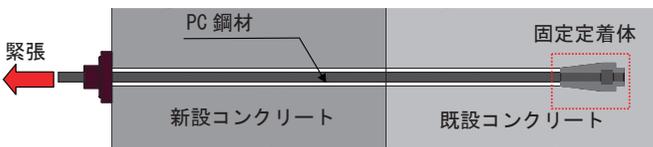


図-1 概念図

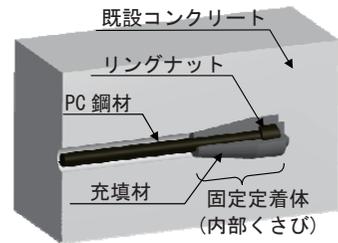


図-2 固定定着体の構造

2. 工法概要

2.1 固定定着体の特徴

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に示す固定定着体を構築する。固定定着体は、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。固定定着体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(拡張削孔)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、引抜力に対して抵抗する効果が期待できる。

2.2 施工手順

本工法の施工手順を以下に示す(図-3)。

- (1) 既設コンクリートにコア削孔した後、孔最深部を拡張削孔する。
- (2) リングナットを装着したPC鋼材を挿入し、先端の拡張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、固定定着体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、PC鋼材を緊張する。
- (4) PC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。

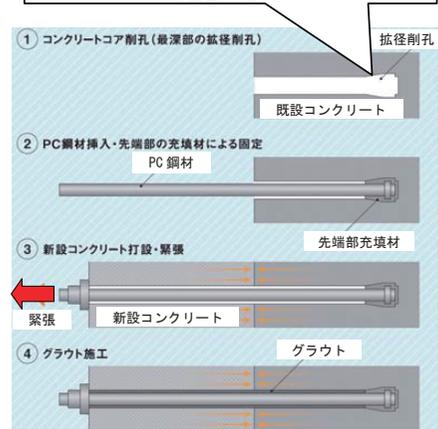
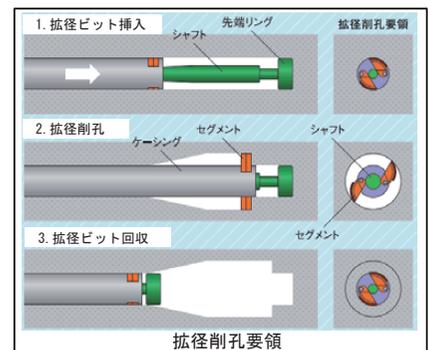


図-3 施工手順

3. 水平施工適用実験

3. 1 水平施工における課題と対策方法

既往の実験では、PC 鋼材を鉛直方向に配置したケースを想定した検討を行っている¹⁾。鉛直方向の配置においては、高強度鉄筋用モルタル充填継手の充填材として開発された流動性の高い、高強度モルタルを使用し、注入したモルタルが空気と置換しながら拡径削孔内の隅々まで確実に充填し固定定着体を形成する。

一方で、PC 鋼材を水平方向に配置する場合には、注入した充填材が孔内で流動することにより、固定定着体の上縁側に空隙が発生し、固定定着体の内部くさび効果が十分に得られない懸念があった。そこで、流動性を調整した充填材を先行注入してPC 鋼棒をあと挿入することで空隙のない固定定着体を形成する方法を検討した (図-4)。

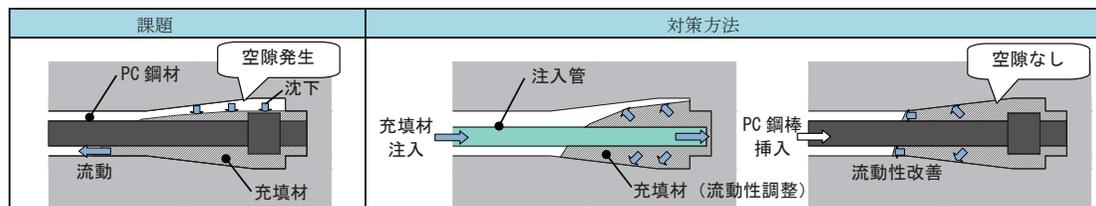


図-4 水平施工時の課題と対策方法

3. 2 材料選定試験

(1) 試験方法

材料選定試験は、拡径削孔部への充填性能およびプレストレスの保持性能を評価するために、流動性を調整した特殊な高強度モルタルに加えて、使用目的が類似し水平施工への適性が高いと考えられる2種類の既製材料(無機系)を使用して行った。使用材料を表-1に、材料物性値を表-2示す。

表-1 使用材料

記号	充填材
A	特殊高強度モルタル
B	鉄筋定着用充填材-1
C	鉄筋定着用充填材-2

供試体は、既設補強部材を模した400×900×1300mmのコンクリートブロック2体を実際の水平施工と同じ方法で削孔を行い、各種充填材を用いてPC 鋼棒(φ23mm)を定着して製作した(図-5)。

表-2 使用材料の物性

項目	単位	充填材		
		A	B	C
圧縮強度(σ_7)	N/mm ²	84.5	58.3	68.7
圧縮強度(σ_{28})	N/mm ²	116.8	65.7	88.3
緊張時材齢	日	7	8	7
圧縮強度(緊張時)	N/mm ²	76.4	53.9	62.6
静弾性係数(緊張時)	kN/mm ²	39.9	22.0	26.1
ポアゾン比(緊張時)		0.23	0.24	0.24

*緊張時のテストピースは、現場空中養生

充填性能は、供試体に形成した固定定着体を切断し、内部の充填状況を直接目視することで確認した。

プレストレス保持性能は、使用状態を想定した引抜き力(0.6Pu相当)を供試体に導入し、持続载荷状態(7週間)でのPC鋼材ひずみを経過確認した。

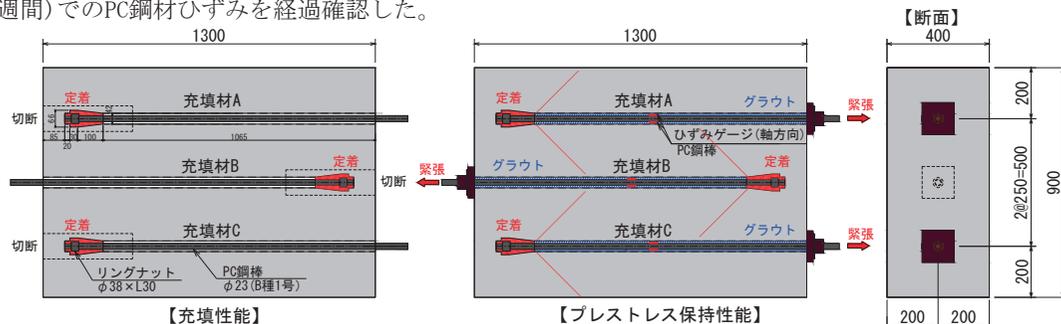


図-5 材料選定試験供試体

(2) 試験結果

PC 鋼棒の伸びは、緊張力が400kN に達するまではほぼ線形挙動を示したが、それ以降は明瞭な降伏点を示さず、伸びが増加するPC 鋼材特有の非線形挙動を示した。土木学会のコンクリート標準示方書²⁾に従い求めたPC 鋼棒の比例限界は429kNであり、試験結果は概ね一致する (図-9)。全ての供試体でPC 鋼棒の引抜き荷重がPC 鋼材の降伏耐力を超える448.7kN まで達しても固定定着体は破壊に至らなかったことから、引き続きPC 鋼棒が降伏挙動を示すまで荷重載荷行った。計測した最大引抜き荷重を表-4 に示す。

引抜き荷重が 230kN を超えたあたりから供試体No.1でPC 鋼棒の抜け出しが観察されたが、抜け出し量が急激に増加することはなく、緊張力の増加と比例して安定して増加する傾向を示した。このため、固定定着体の荷重伝達機構はPC 鋼棒の抜け出しが生じた後も有効に機能するものと判断される。また、通常の使用状態においてPC 鋼棒に作用する最大引張力は降伏強度 (Py) の0.90倍の値

(347.8kN) となるが、その時点におけるPC 鋼棒の抜け出し量は最大0.16mmであった。これはプレストレス時に1mm単位で計測・管理されるPC 鋼棒の伸び変位に対して小さい値であるため、固定定着部における抜け出しの影響は実用上無視できると考えられる (図-9)。

載荷試験後の供試体から固定定着体を切断して内部のひび割れ発生状況を確認した (写真-2)。充填材の内部ひび割れは、リングナット前面に作用する支圧分布と一致する斜方向に発生している。なお、確認されたひび割れ幅は0.1mm程度と微細であった。このことから、リングナットと充填材の機械的ななみ合いが固定定着体の荷重伝達に大きく寄与していることがわかる。

4. まとめ

本稿では、水平施工における充填材料の選定とPC 鋼棒φ23mm を使用した場合における固定定着体の耐荷性能を検証した。主な結論を以下に示す。

- (1) 流動性を調整した特殊高強度モルタルを使用することで、水平施工においても充填性およびプレストレス保持性に優れた固定定着体を形成できることが確認できた。
- (2) 特殊高強度モルタルにより形成した固定定着体の耐力は、SBPR1080/1230 (丸鋼C 種1号) の規格降伏荷重以上であることから、SBPR930/1080 (丸鋼B 種1号) の規格引張荷重 (448.7kN) を上回る耐荷性能を有することが確認できた。

今後は、実構造物への適用を想定した補強効果の検証実験を実施する予定である。

謝辞：本報をまとめるにあたり、日本スプラインスリーブ (株)、電気化学工業 (株) から材料提供および技術支援をいただきました。また、横浜国立大学名誉教授の池田尚治先生にご助言をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 三本竜彦, 溝垣道男, 山根隆志, 吉武勇: コンクリート工学年次論文集, Vol. 35, No2, 2013
- 2) (公社)土木学会: 2012 年制定 コンクリート標準示方書 [設計編], 2012

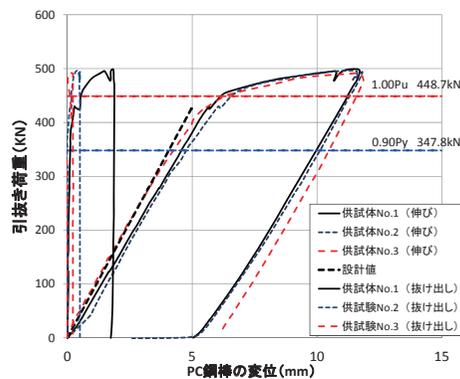


図-9 PC 鋼棒の変位

表-4 最大引抜き荷重

項目	No.1	No.2	No.3
最大荷重(kN)	494.5	495.5	490.4
降伏耐力(kN)	448.7		

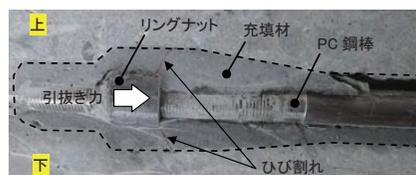


写真-2 固定定着体の内部状況