

【技術ノート】

PC鋼棒用FAB定着具の開発と施工

Development and Construction of FAB Anchor System for PC Bar

吉野 博*
Hiroshi YOSHINO

森谷 久吉**
Hisayoshi MORIYA

1. はじめに

プレストレストコンクリート桁橋には、せん断鋼棒として鉄筋とは別にPC鋼棒が配置されることがある。この鉛直に配置されるPC鋼棒が、正確に導入力を伝達し、しかも長い期間安全に機能するための新型定着具の開発をおこなった。この開発は、日本道路公団福岡建設局発注による球磨川第三橋の工事と並行しておこなわれ、その成果はそのまま本体工事の鉛直鋼棒用定着具として採用された。開発主体は、FCC協会を中心とする3社（大成建設株、神鋼鋼線工業株、川田建設株）によった。この開発にともなう実験と施工結果について報告する。

2. PC鋼棒定着具の問題点

PC鋼棒の定着タイプは、DW方式のような特殊なものを除けばアンカープレート（以後支圧板と記す）方式が一般的である。この支圧板方式のPC鋼棒定着について、従来より問題とされてきた点は次の4つである。

①支圧板の直角性の保持^{1),2),3)}

傾斜定着によってPC鋼棒ネジ部の強度低下が生じ破断につながる。PC鋼棒と支圧板の直角性とともに、PC鋼棒軸線とジャッキ軸線・支圧板穴の芯を一致させることも重要である。

②定着部付近のグラウトの完全注入

グラウトの未注入部分にみられるPC鋼棒の腐食が、破断につながる（応力腐食）。

③支圧板前面（背面）の応力集中⁴⁾

支圧板付近の切欠き形状に対して載荷荷重がバランスよく分散されること。必要最小量の補強鉄筋を適切に配置する。

④ナットとボルトの加工精度の向上⁵⁾

ナットとボルトの隙間を小さくすることにより疲労強度を高めることができる。

以上の4点は、定着具の構造そのものが原因していることのほかに、施工の仕方によっても大きく左右されるものであるが、構造的な問題に起因するものなくすべく新型定着具を開発した。新しい支圧板（以後キャスティングと記す）を図-1に、定着具セット状況を図-2に示す。

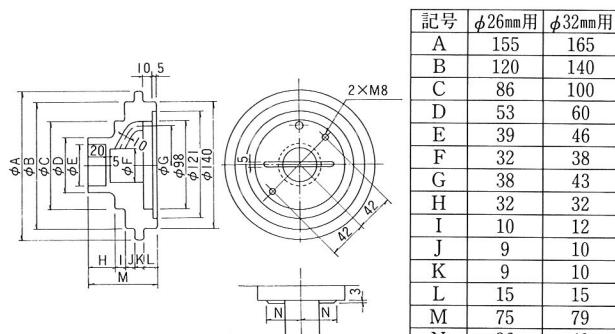
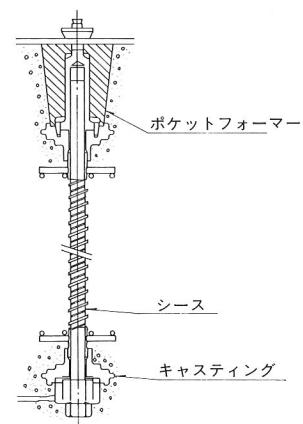


図-1 キャスティング

キャスティングは

- ① 載荷荷重による変形が小さい。
- ② キャスティング前面の応力分散が良い。
- ③ グラウト注入が完全となる。
- ④ 直角保持金具、グラウトキャップの取付けができる。



以上4つの改良を行い、実験によって効果を確認した。

図-2 新型FAB定着

*川田建設㈱営業本部PC営業部営業三課課長(前・東京支店工事部工事二課課長) **川田建設㈱工事本部工務部工務課

3. 鉛直鋼棒定着具の実験

実験は2回に分けて神鋼鋼線工業株研究所で行った。第1回は、道路公団本社構造技術課、人吉工事事務所の立合いのもとに(S.61.5.7~8)加力試験、直角度測定、施工性の3点について行い、第2回は同年7月にグラウト注入試験を行った。

実験の目的は

- ① キャスティングが定着具として、支圧板方式相当以上に機能することを確認する(加力試験)。
- ② キャスティングがPC鋼棒に対して直角に保持できることを確認する(直角度の測定)。
- ③ グラウトが、ナット周辺部に完全充填することを確認する(グラウト試験)。
- ④ 部品数が増加した組立作業と、実際の緊張作業について、作業性が向上・改善したかの確認(施工性試験)。

以上4項目であった。

表-1 供試体一覧

記号	定着具	補強筋	供試体数
A	26mm鋼棒用新型定着具	グリッド筋	3
B		スパイラル筋	3
C	プレート 135×135×28	グリッド筋	3
D		スパイラル筋	3

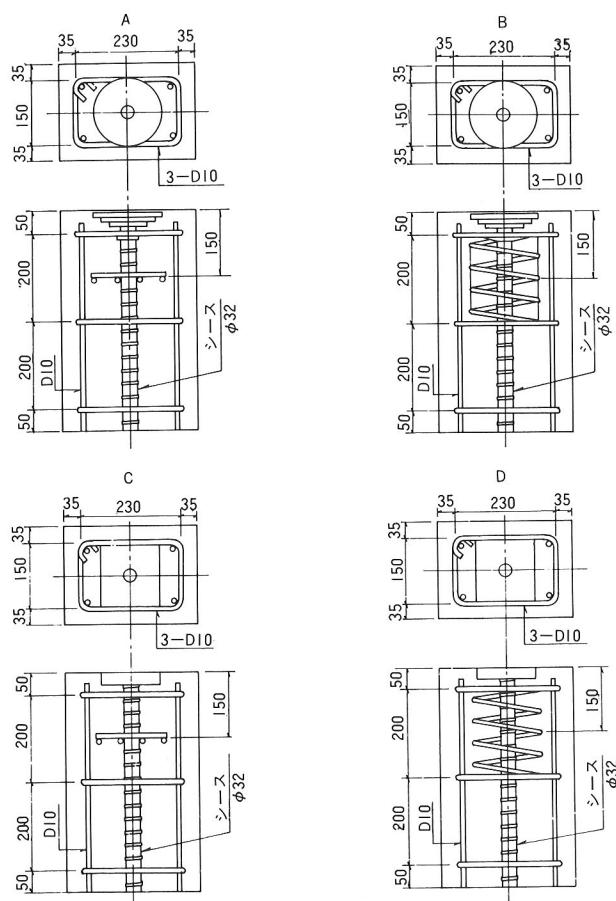


図-3 供試体形状寸法図

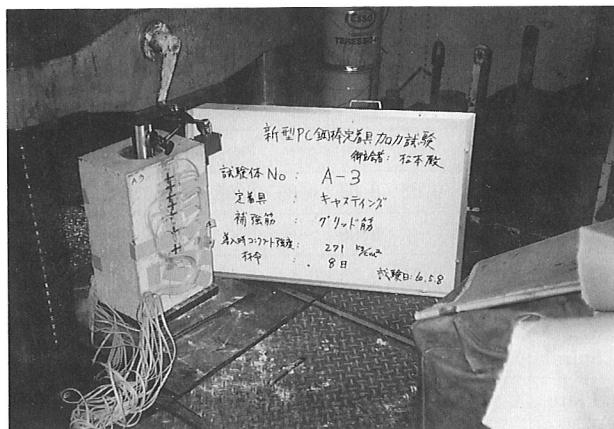


写真-1 加力試験

(1) 加力試験

定着性能を、従来の支圧板方式と新型定着具とを対比して実験した。定着部の補強鉄筋は、グリッド筋とスパイラル筋の2種類を用いた。供試体一覧を表-1に、形状寸法を図-3に示す。供試体の形状寸法と加力試験の方法・判断基準は、昭和58年12月28日付、建設省住宅局建築指導課長通達第404号「プレストレストコンクリート造の緊張材の定着装置及び接続具の有効性の確認について」によった。試験方法はキャスティング・支圧板を埋め込んだ供試体を万能試験機(RUE-100型)にセットし、PC鋼棒ナットと同一形状のライナー材に載荷した(写真-1)。載荷は単調増加であり、この時調査した項目は表-2に示すとおりである。判定基準を表-3に示す。

載荷試験の結果は、表-4、5に示す通りとなった。

表-2 調査項目及び荷重段階

調査項目	荷重段階	調査方法
コンクリート表面ひずみ	5 tonピッチ	ひずみゲージ ひずみ測定器
定着具のめり込み量	5 tonピッチ	ダイヤルゲージ
ひびわれ発生荷重	—	目視、試験機
最大ひびわれ幅	①許容引張荷重 ×1.1 =49.4ton	クラックゲージ
	②規格降伏荷重 =50.44ton	
5分間保持	規格引張荷重 ×0.95 =55.48ton	ダイヤルゲージ クラックゲージ
最大荷重	—	試験機

※A, B, C, Dの各供試体3体の内、1体づつについて行なう。

表-3 判断基準

荷重段階	適合すべき条件
a. 緊張材の許容引張荷重 ×1.1	コンクリート表面に0.1mmを越えるひびわれを生じないこと。ひびわれを生じた場合には、当該荷重により5分間以上の持続載荷を行い、ひびわれが著しく進展しないことを確認すること。
b. 緊張材の規格降伏荷重	コンクリート表面に0.2mmを越えるひびわれを生じないこと。定着具に有害な変形、損傷、めり込み等を生じないこと。
c. 緊張材の規格引張荷重 ×0.95	コンクリートが、5分間以上安全に当該荷重を支持し得ること。定着具に、有害な変形、損傷、めり込み等を生じないこと。

表一4 ひびわれ幅結果一覧表

		Pa×1.1 (49.94ton)		Py(50.44ton)		0.95×Pu (55.49ton)	
		載荷直後	5分後	載荷直後	5分後	載荷直後	5分後
Casting	A-1	— —	— —	0.05 0.03	0.07 0.03	0.07 0.03	0.07 0.03
	-2	0.03 0.04	0.05 0.05	0.05 0.05	0.05 0.07	0.06 0.08	—
Grid	-3*	— 0.06	— ×	— ×	— ×	— ×	—
	B-1	0.04 0.05	0.04 0.07	0.05 0.07	0.05 0.08	0.06 0.09	—
Spiral	-2	0.02 0.01	0.02 0.02	0.03 0.02	0.04 0.03	0.05 0.04	—
	-3*	0.04 0.03	0.05 0.03	0.06 0.03	× 0.04	× 0.05	—
Plate	C-1	0.06 0.02	0.06 0.02	0.06 0.02	0.07 0.04	0.09 0.05	—
	-2	0.05 —	0.09 0.01	0.09 0.01	0.11 0.03	0.14 0.03	—
Grid	-3*	0.06 0.02	0.07 0.02	0.07 0.02	0.08 0.02	0.09 0.02	—
	D-1	0.03 0.06	0.03 0.07	0.03 0.07	0.05 0.08	0.07 0.10	—
Plate	-2	— 0.02	— 0.02	— 0.02	0.05 0.03	0.05 0.04	—
	-3*	0.03 0.08	0.03 0.10	0.03 0.10	0.04 ×	0.05 ×	—
判定基準	0.1mm以下	ひびわれが著しく進展しないこと	0.2mm以下		当該荷重を支持し得ること		

注) 1. *行のひびわれ幅は

$$\Delta \ell = (\text{歪ゲージの読み}) \times 10^{-6} \times 30\text{mm}$$

によって、計算した。

2. ×印は、ゲージ測定不能を意味する。

3. 各欄の2つの数字は、長辺方向の2面の値をそれぞれ示す。

載荷に伴う発生ひびわれ幅は、いずれのタイプも許容値を満足し、キャスティングも十分に機能していることが確認できた。クラック発生荷重と破壊荷重に着目した結果は、通常の「支圧板+グリッド筋」を基準とした場合に比べ、キャスティングタイプはいずれの組合せでも、耐荷力が大きくあらわれた。特に、キャスティングをグリッド筋と併用した場合と「支圧板+スパイラル筋」の組合せの場合が同程度の耐荷力を示したので、「キャスティング+グリッド筋」によって実用化できることが明らかとなった。

(2) 直角度の測定

傾斜定着が改善されているかどうかを図-4に示す要



写真-2 直角度の測定

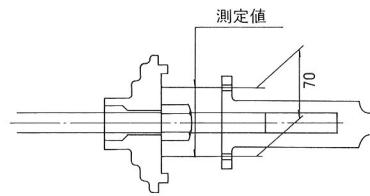


図-4 測定方法 (PC鋼棒には、張力(約1ton)を導入)導入後に測定。

表-5 クラック発生荷重と破壊荷重

	crack発生荷重(ton)		破壊荷重(ton)	
	Grid	Spiral	Grid	Spiral
キャスティング	51.6	48.4	81.5	83.4
プレート	38.0	47.2	67.2	80.8

表-6 直角度の測定

タイプ区分	回数	測定値(mm)	差(mm)
ボルトタイプ	1	66.00	0.25
		65.75	
〃	2	65.40	0.15
		65.25	

領で、ノギスにて測定した(写真-2参照)。

新型定着具の直角度の保持の原理は図-2に示すようにPC鋼棒ネジ部に80mmのネジしろで固定されたホルダーが、キャスティングと面タッチすることで保障される。同時にPC鋼棒中心とキャスティング中心及び緊張作業時のジャッキ中心とが一致する。

測定の結果を表-6に示す。以上の結果より、PC鋼棒の耐力低下を導く有害な傾斜は生じなかった。したがって

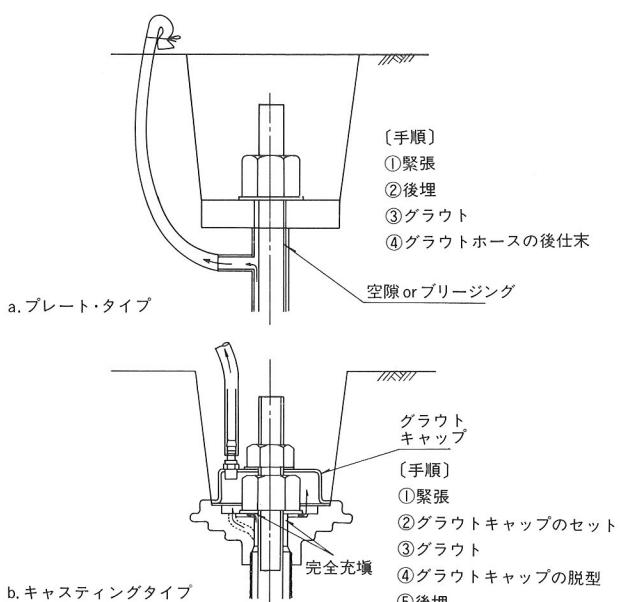


図-5 グラウト注入の改善

この誤差範囲ならば、十分に実用に値するものと考えられる。

(3) グラウト試験

グラウト試験は、図-5に示す従来の支圧板付近の空隙をなくし、ナット内へもグラウトを注入するように改良したキャスティングが、ねらいどおり機能を発揮しているか否かを確認するものであった。グラウト充填は、写真-3でみる通りナット周辺部で完全に行われていた。

(4) 施工性試験

施工性試験の目的は、キャスティングの組立・取付、緊張・グラウトの一連の作業について総合評価を行うものであった。品質管理、工程管理、経済性、ハンドリングについて、それぞれの長所・短所が洗い出され議論されたが、総合的には旧来より向上しているという結論が得られた。

実用に際して、新しい定着具システムは「FAB」と命名された。

4. FAB定着具の施工

球磨川第三橋において、新しく開発された定着具がPC鋼棒用（鉛直鋼棒・横桁横縫鋼棒）として採用された。

資材搬入小屋にて、固定端・緊張端を完全に組立て、小運搬の後、所定の位置に建て込んだ。部品数の増加に



写真-4 FAB定着具の部品

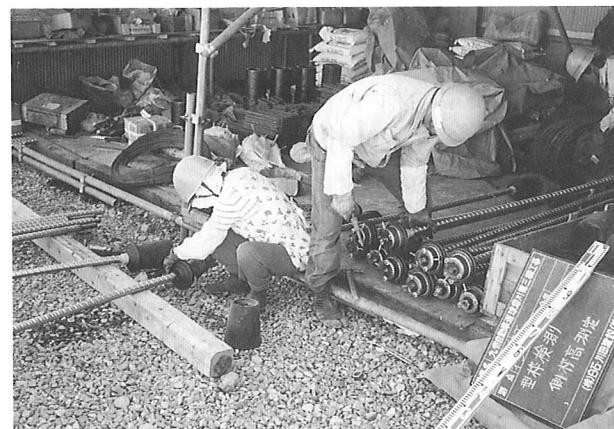


写真-5 鉛直鋼棒の地組

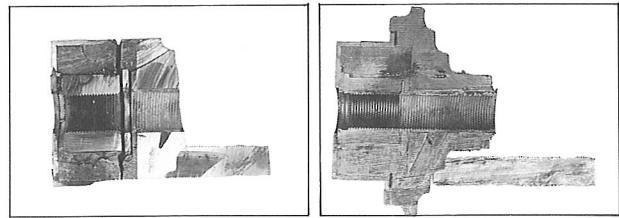


写真-3 グラウト試験(充填)

伴う作業能率の問題は、所定の場所で決められた作業員が組立てることで、十分に改善できたと思われる。（写真-4, 5参照）。工程に左右されることなく、職員の立合いのもと組み立てられたFAB定着具は、開発目的である直角性の保持に十分貢献できたと思う。

スタートラップの組立時に、所定の位置に鉛直鋼棒を落し込み、スタートラップ・下床版配筋の完了とともに建て込みを完了した（写真-6参照）。固定端のグラウトホースを接続し、2本の鉛直鋼棒を一組として、グラウト充填時には注入・逆注入を行なって万全を期した。

コンクリート打設後の鉛直鋼棒の作業手順は次のとおりである。

- ① コンクリートの養生(ポケットフォーマーの脱型)
 - ② 鉛直鋼棒の緊張
 - ③ グラウトキャップの取付
- （写真-7 参照）
（写真-8 参照）

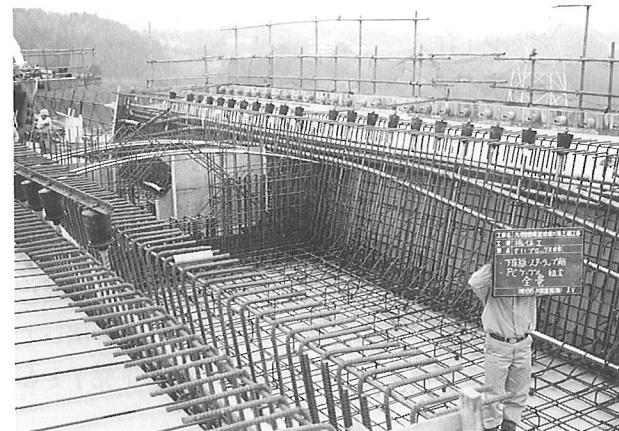


写真-6 鉛直鋼棒の建て込み

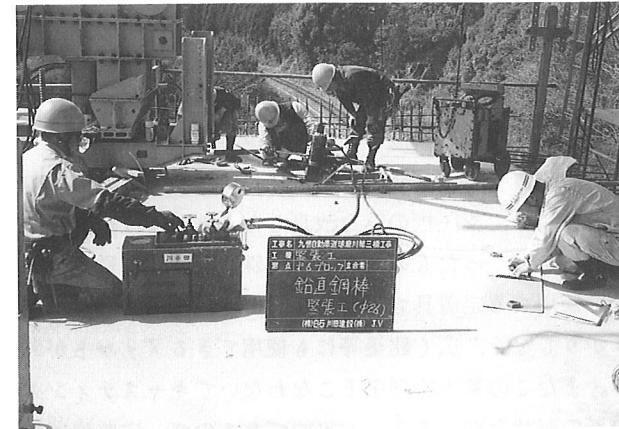


写真-7 鉛直鋼棒の緊張

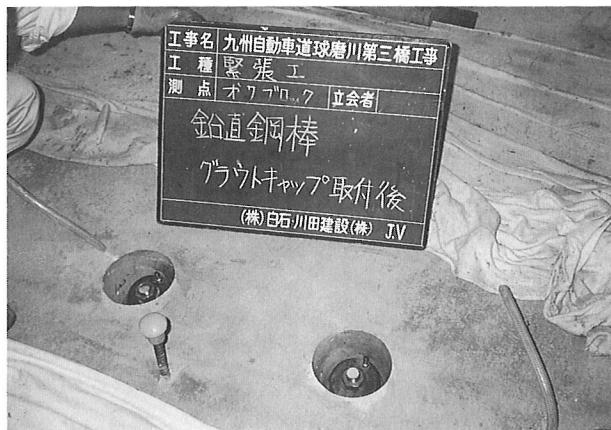


写真-8 グラウトキャップの取付

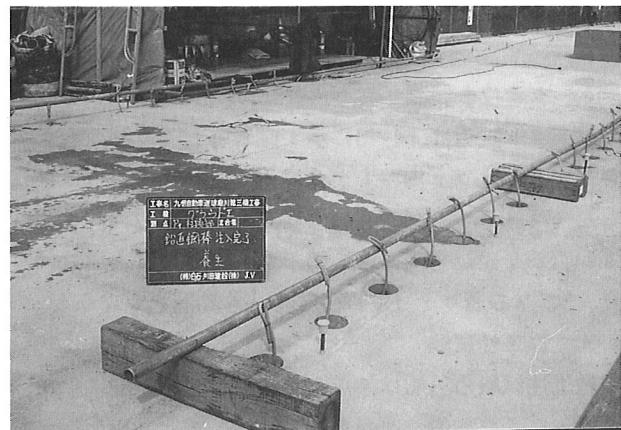


写真-10 グラウト養生



写真-9 グラウト注入



写真-11 グラウトキャップの脱型

- ④ グラウト注入 (写真-9 参照)
- ⑤ グラウト養生 (写真-10 参照)
- ⑥ グラウトキャップの脱型 (写真-11 参照)
- ⑦ ポケットフォーマー部の後埋 (完了)

鉛直鋼棒は緊張完了と同時に、すみやかにグラウトすることが重要である。支圧板、ナットの後埋には無収縮モルタルを充填し、水が浸透したりすることのない様に配慮した。後埋は、ポケットフォーマーが上方に開いていて、砂・水等が溜まりやすいため、グラウト完了とともに処理を行なった。

5. あとがき

球磨川第三橋で使用された後も、ひき続き、鹿児島県
オシドリ
鴛鴦橋、九州縦貫道八代～人吉間の沢水第二橋、北陸自動車道名立川橋、大阪市の淀川新橋で使用された。

この定着具はPC鋼棒とPCナットは従来のものをそのまま使用し、支圧板のみを改良したことにより種々の問題解決をはかったものである。特殊な鋼棒、特殊なナットを使用する定着具ではないことより、PC橋の鉛直鋼棒ばかりではなく、広く建築等にも使用できるメリットがある。またこの基本原理をそこなわないでキャスティングのみの形状をえることも可能であるので、定着箇所の自由度が増し、今後いろいろな方面に利用が可能である。

PC鋼棒の破断に結びつく原因を、傾斜定着の改善とグラウトの充填と考え、支圧板を改良することによって問題解決をはかった。改良にともなって派生する支圧板前面の局部応力、施工性の実際を考慮し、実験にとり込むことによって、それぞれの問題の解決・確認をはかった。

実験の成果が、直接実橋に使用されるという幸運にも恵まれたが、さらにもう一度、開発当初にもどって、改良・改善がないかを吟味したいと考えている。

当工法の開発にあたり、尽大なる協力をいただいた日本道路公団の方々、また、FCC協会の構成員の方々に感謝いたします。

参考文献

- 1) 土木学会編：プレストレストコンクリート標準示方書, pp.80, 昭和54年1月.
- 2) 土木学会編：PC鋼材について、コンクリートライブラリー第44号, pp.11, 昭和54年7月.
- 3) (社)日本道路協会：PC鋼棒傾斜定着の影響、コンクリート橋施工便覧, pp.78～pp.79, 1984年12月.
- 4) 土木学会編：プレストレストコンクリート標準示方書, pp.46～pp.50, 昭和54年1月.
- 5) Fritz Leonhardt：プレストレストコンクリート, pp.88, 1983年9月.