

プレテンション PC 桁に用いる CFRP より線の定着長に関する研究

有明工業高等専門学校
琉球大学
株式会社 技建
株式会社 ホープ設計

正会員 〇金田 一男
同 富山 潤
宮野 伸介
崎原 盛伍

1. 目的

塩害により橋梁や栈橋などのコンクリート構造物に早期劣化が生じ、重要な社会問題となっている。これらの構造物の長寿命化および維持管理の軽減などの課題を早急に解決するために、塩害が発生しない CFRP 材料の使用が有効である。CFRP より線を橋梁のプレテンション PC 桁の緊張材として使用する場合、その定着長を明らかにする必要がある。本論文では、その定着長に関する実験方法および実験結果について報告する。

2. 試験体製作及びプレストレスの導入

従来の普通 PC 鋼より線（呼び径 15.2mm）の定着長は、その呼び径の 65 倍を用いて設計される¹⁾。しかし、CFRP より線をプレテンション PC 桁の緊張材として使用する場合、その定着長が小さくなり、PC 桁の設計に不具合を与えることを懸念される。本研究では、文献 2) を参考に、図 1 に示すように 2 本の緊張材を用いた試験体（3000×230×115mm）を製作し定着長実験を行った。また、比較のために PC 緊張材は、呼び径 15.2φ の普通 PC 鋼より線と CFRP より線の 2 種類を用いる。また、今後、フライアッシュコンクリートを橋梁上部工へ活用することを念頭に、普通コンクリート（以降：NC）とフライアッシュを混入したコンクリート（以降：FAC）の 2 種類の材料を用い、コンクリートの配合設計を行った（表 1）。同表中の FA1 および FA2 は、フライアッシュの内割量および外割量をそれぞれ示す。各パラメーターの試験体をそれぞれ 3 体ずつ計画し、合計 12 体の試験体を製作した。

定着長を測定するために、写真 1 に示すように、コンクリート中に緊張材と平行にモールドゲージを配置した。試験体端部からの各モールドゲージの位置を表 2 に示す。表 2 からわかるように、想定しているひずみの変化範囲ではモールドゲージを密に配置している。試験体製作後に図 2 に示す温度管理で定圧蒸気養生を約 8 時間行い、その後、自然温度（33℃）まで冷却させた。試験体製作後 2 日目にプレストレスを導入し、試験体の中に埋め込みしたモールドゲージを用いて、プレストレス導入に伴って生じた各位置の軸方向ひずみを測定した。なお、プレストレス導入時のコンクリートの圧縮強度は 38.8N/mm² と 38.6N/mm² である。

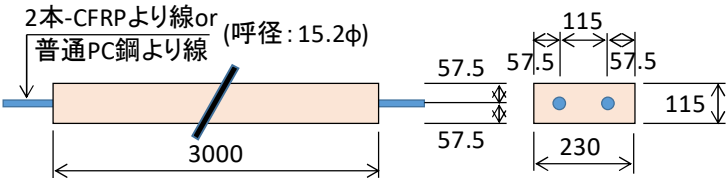


図1 試験体の形状・寸法・緊張材配置（長さ単位:mm）

表1 定着長試験体のコンクリート配合

配合名	粗骨材の最大寸法(mm)	スランプ(cm)	空気量(%)	水粉体比 W/(C+FA)(%)	細骨材率 s/a(%)	単位量(kg/m ³)					
						水 w	セメント +FA1+FA2	細骨材		粗骨材 G	混和剤 A
								S1	S2		
NC	20	12	1.5	32.5	39	160	492	207	471	1091	4.2
FAC	20	12	1.5	32.5	37	160	394+98+25	192	435	1091	4.2

表2 モールドゲージの配置位置

緊張材種類	試験体端部からの距離(mm)						
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7
PC鋼より線	400	600	750	900	1100	1500	
CFRP	200	350	500	600	700	1000	1500

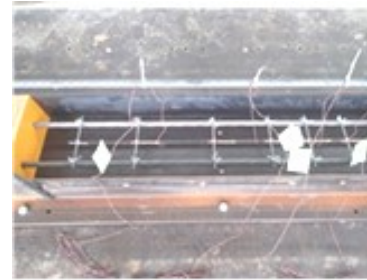


写真1 モールドゲージの設置

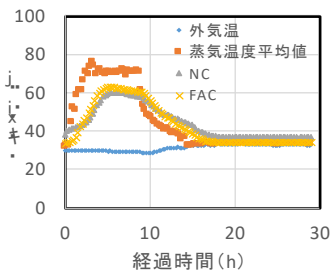


図2 養生時の温度管理

キーワード CFRP より線, プレストレス, PC 桁, 定着長, 長寿命化, 橋梁

連絡先 〒836-8585 福岡県大牟田市東萩尾町 150 有明工業高等専門学校 建築コース TEL0944-53-8808

3. 実験結果

導入ひずみと試験体端部からの距離との関係を図3に示す。

はじめに普通 PC 鋼より線仕様の場合について、NC, FAC を用いた試験体の実験結果をそれぞれ図3(a), (b)に示す。図3(a)より、端部から 750mm (約 50φ) の位置までコンクリートのひずみは増加する傾向であるが、その後、600mm 位置のひずみレベルまで低下し横ばいする結果となる。図3(b)より、600mm (約 40φ) の位置まで導入ひずみが試験体端部からの距離に比例して増加している。

以上より、NC と FAC を用いた試験結果に若干の相違が見られたが、本実験方法で得られたプレストレス導入時の普通 PC 鋼より線仕様の定着長は、40～50φ (平均 45φ) 程度であり、「道示」¹⁾に示された 65φ より小さい結果となっている。

次に CFCC 仕様の場合について、NC, FAC を用いた試験体の実験結果をそれぞれ図3(c), (d)に示す。同図より、NC 試験体および FAC 試験体の実験結果がほぼ同様である。導入ひずみは端部からの距離と比例して 700mm (約 46φ) の位置まで増加しているが、その後、導入ひずみの増加は殆どない。

以上より、CFRP 仕様の NC と FAC 試験体の試験結果がほぼ同等であり、プレストレス導入時の CFRP より線の定着長は 45φ 程度であると言える。また、この定着長は、普通 PC 鋼より線仕様の平均定着長と同じである。

更に、図3(a)～(d)の実験結果を比較すると、普通 PC 鋼より線仕様試験体の定着長位置における導入ひずみは 400μ 程度であるのに対して、CFRP 仕様試験体の定着長位置における導入ひずみは 450～500μ 程度であり、若干大きな結果となっている。

4. まとめ

定着長の実験結果より、下記の知見が得られた。

- (1) 普通 PC 鋼より線仕様の場合、NC と FAC 試験体の定着長はそれぞれ 50φ と 40φ であり、その平均値が 45φ である。
- (2) CFRP より線仕様の場合、NC と FAC 試験体の定着長の実験結果が同等であり、その値は 46φ である。
- (3) CFRP より線仕様の定着長は、普通 PC 鋼より線仕様の定着長平均値と同じ程度であるため、極端に小さいとは言えない。しかし、いずれの実験結果も「道示」¹⁾に示された値 (65φ) より小さくなっている。従って、CFRP より線仕様のプレテンション PC 桁は普通 PC 鋼より線の PC 桁と同様に「道示」¹⁾に示された設計法に準じて設計してもよいと考える。

謝辞

本論文は、一般社団法人 沖縄しまて協会「平成 28 年度 沖縄地域の建設技術に関する技術開発及び調査研究支援事業」の研究助成を受け、CFRP 仕様の高性能プレテンション PC 桁に関する技術開発 (研究代表者: 金田一男) の一部について取りまとめたものである。東京製鋼株式会社より CFRP より線を提供して頂きました。研究計画・試験体製作・試験の実施・試験結果のとりまとめにおいて、大城武・琉球大学名誉教授に多大のご指導・ご助言を頂きました。お世話になった関係各位に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- (1) 日本道路協会、「道路橋示方書・同解説 III コンクリート橋編」, 2000 年 3 月
- (2) 港湾関連民間技術の確認審査・評価依頼者提出資料, 第 15001 号, 「SC ストランド-全素線塗装型 PC 鋼より線-」, 審査・評価依頼者: 黒沢建設株式会社・株式会社ケーティビー, 一般財団法人 沿岸技術研究センター, 2015. 11

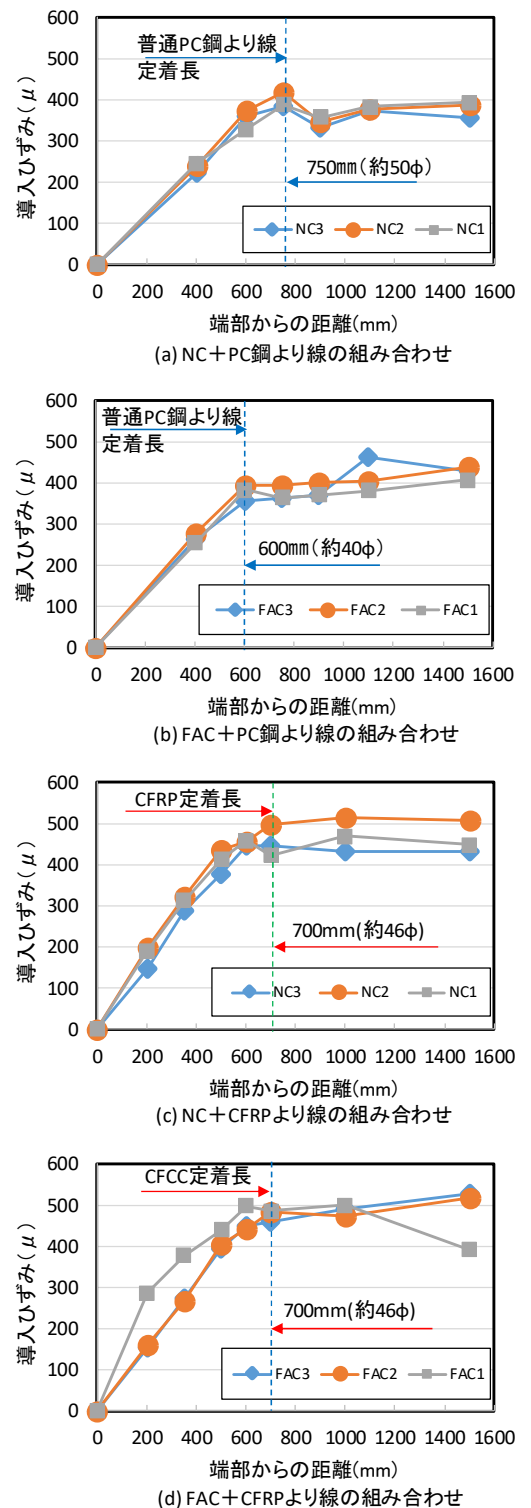


図3 導入ひずみと端部からの距離との関係