

(49) アラミドFRPロッドを用いた外ケーブル定着ブラケット固定工法の設計・施工 —富士見橋補強工事—

住友建設（株）土木本部	技術部	正会員	○ 高山 晴光
住友建設（株）静岡支店	土木部	正会員	亀山 誠人
	同上	正会員	杉村 悟
住友建設（株）土木本部	技術部	正会員	和途 隆浩

1. はじめに

富士見橋は、国道150号線が大井川を渡河する箇所に昭和36年に竣工した28径間単純PCポストテンションT桁橋である。本工事は、B活荷重対応の補強工事で外ケーブル方式によるプレストレス導入工法が採用された。外ケーブルの定着具を固定するために主桁両側面にコンクリート製の定着ブラケットを取り付けた。主桁と定着ブラケットは、緊張材を用いプレストレスにより一体化させた。

富士見橋補強工事の内第1工区において、緊張材の性能を更に高めるため、PC鋼棒に替えて、緊張材として弾性伸び量が大きく変位に対し応力変動が少なく、また化学的安定性に優れ、腐食劣化しないアラミドFRPロッドを定着ブラケット緊張材として用いた。

本稿では、アラミドFRPロッドを用いた定着ブラケット固定工法の設計および施工について報告する。

2. 工事概要

2.1 工事概要

- 工事名：平成10年度（国）150号
 橋梁補修工事（富士見橋）（第1工区）
- 施主名：静岡県 御前崎土木事務所
- 形式：28径間プレテンションT桁橋 L=900.48m
- 工期：平成10年12月25日～平成11年6月21日
- 工事対象：A1橋台～P4橋脚 4径間
- 工事内容：○外ケーブル補強工 F70T 2本/1主桁
 ○外ケーブル定着ブラケット工
 （緊張材 アラミドFRPロッド 7φ7.4 4本/1BL）
 ○落橋防止装置工

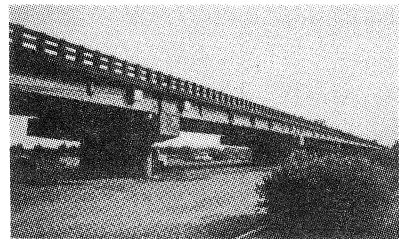


写真-1 富士見橋

図-1に外ケーブル配置および定着部・偏向部の位置、写真-1に富士見橋全景を示す。

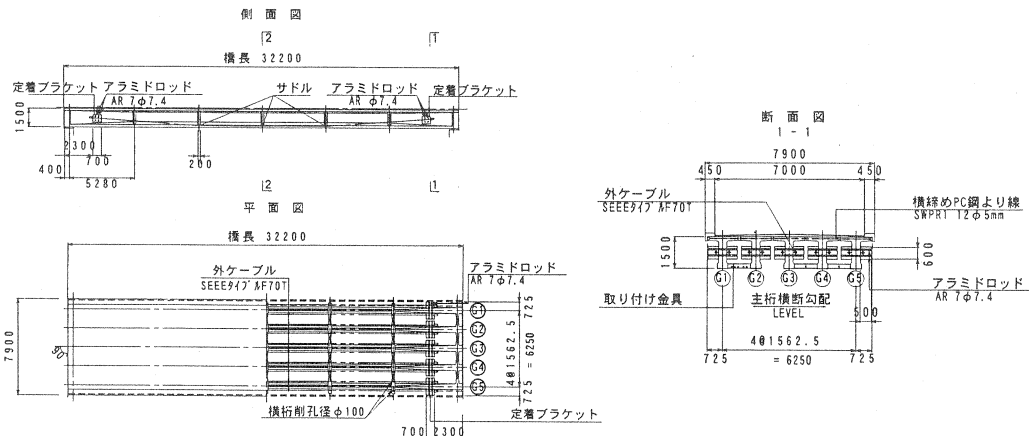


図-1 全体一般図

3. 補強設計

3. 1 主桁の設計

本工事は、B活荷重対応の補強工事で、単純桁を外ケーブルF70T2本/1主桁によって補強するものである。本工事における外ケーブル補強前と補強後の主桁応力度比較を表-1に示す。

表-1より、補強前設計荷重時下縁の合成応力度が $\sigma u = -4.61 \text{ N/mm}^2 < -1.5 \text{ N/mm}^2$ と許容値を超えているが、外ケーブルによる補強によって $\sigma u = -0.5 \text{ N/mm}^2 > -1.5 \text{ N/mm}^2$ となり、許容値を満足した。

表-1 応力度比較表(支間中央部)

	主桁自重	場所打ち自重	橋面荷重	活荷重(B活荷重)	定着ブラケット重量	プレストレス(内ケーブル)	プレストレス(外ケーブル)	補強前		補強後	
								死荷重時	設計荷重時	死荷重時	設計荷重時
上縁	6.83	0.35	2.8	6.48	0.17	-3.92	-0.77	6.06	12.54	5.46	11.94
下縁	-11.02	-0.5	-4.13	-9.56	-0.26	20.6	4.37	4.95	-4.61	9.06	-0.5

(単位: N/mm²)

許容値: 死荷重時 $0 < \sigma < 1.4$
設計荷重時 $-1.5 < \sigma < 1.4$

3. 2 定着ブラケットの設計

定着ブラケットには、外ケーブルによる緊張力によってせん断力と偏心モーメントが作用するため、これに対してアラミド緊張材によるプレストレスによって抵抗できるよう設計した。せん断力に対してはアラミド緊張材を考慮した設計せん断伝達耐力が外ケーブルによる作用せん断力を上回る様アラミド緊張材を決定した。また、偏心モーメントによって定着ブラケットと主桁の接着面に引張応力度が生じるため、これを打ち消すようにアラミド緊張材によるプレストレスを導入した。

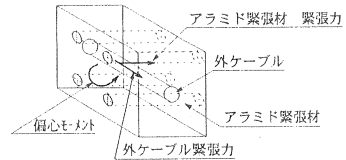


図-2 定着ブラケットに作用する力

図-2に定着ブラケットに作用する力、表-2に設計結果を示す。

表-2 定着ブラケット設計結果

作用せん断力	449.4kN
設計せん断伝達耐力	861.0kN

偏心モーメント	102 N・m
外ケーブルによる応力度	209 N/mm ² -209 N/mm ²
アラミド緊張材のプレストレスによる応力度	315 N/mm ² 204 N/mm ²
合成応力度	105 N/mm ² 413 N/mm ²

4. アラミドブラケット工法の概要

4. 1 アラミドブラケット工法の概要

アラミドブラケット工法の施工方法は、アラミド緊張材配置部分をシース等で確保した定着ブラケットを製作し、アラミド緊張材を挿入・緊張した後、シース内に無収縮モルタルを注入し一体化する方法である。今回の施工は、5主桁一括緊張方法で、中間サポートおよび緊張反力架台を介し橋軸直角方向に一括して緊張し、主桁間および緊張側・固定側のアラミド緊張材を切断してプレストレスを導入した。

4. 2 アラミドブラケット工法の特徴

本工法の構造上の特徴は、アラミドFRPロッドの優れた付着特性を利用し、定着ブラケットにプレテンション定着させることである。主な特徴は、以下に示す。

- ① アラミドFRPロッドは、軽量で、狭い空間での作業性に優れている。
- ② 低弾性率のアラミドFRPロッドを緊張材として用いることから、与えたプレストレスが部材の収縮などで大きくロスせず、定着ブロックを確実に固定できる。
- ③ 複数の主桁に取り付ける外ケーブル用定着ブロックを同一のアラミドFRPロッドを用いてプレテンション方式で固定するため、定着ブロックの間に緊張スペースが不要で、従来工法より小さなスペースに設置できる。
- ④ アラミドFRPロッドは、錆の恐れがなく耐久性に優れる。また、プレテンション方式による付着定着を行うため定着金具が残らないので維持・補修の面で有利である。

4. 3 施工手順

本工事における外ケーブル補強工の施工手順を図-3に、施工概要図を図-4に示す。

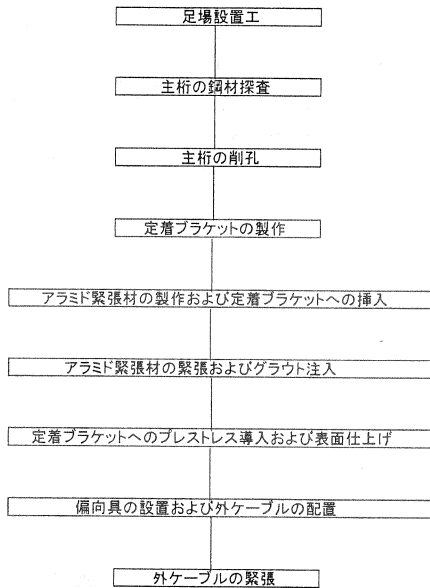


図-3 施工フロー図（外ケーブル補強工）

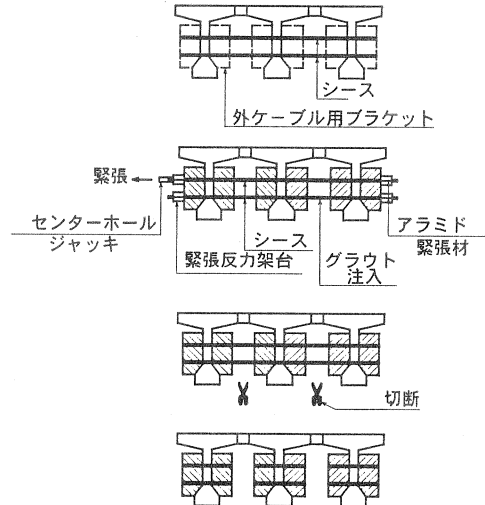


図-4 施工概念図

①主桁および横桁の鋼材探査

主桁の定着ブラケット用貫通孔および横桁の外ケーブル用貫通孔の削孔に先立ちX線およびRCレーダーによる探査を行い、PC鋼材および鉄筋の位置を確認した。

②主桁および横桁の削孔

鋼材探査の結果をマーキングし、鋼材等を傷つけないよう慎重に削孔した。

③定着ブラケットの製作

削孔完了後、主桁削孔部に5主桁一括のシースを組み立て、定着ブラケット部の鉄筋・型枠を組み立てた。その際、外ケーブル挿入用のシースも同時に組み立てておき、組み立て完了後、コンクリートを打設した。

④アラミド緊張材の製作および定着ブラケットへの挿入

アラミド緊張材の製作は、まず工場でφ7.4mmアラミドFRPロッドを7本組のケーブルに加工し、緊張側定着体を取り付け、高強度無収縮モルタルを充填し養生したアラミド緊張材を現場へ搬入し、定着ブラケット内に挿入後、固定側定着体を取り付け、高強度無収縮モルタルを充填し養生した。

⑤アラミド緊張体の緊張およびグラウト注入

アラミド緊張体挿入後、反力架台、中間サポート、定着

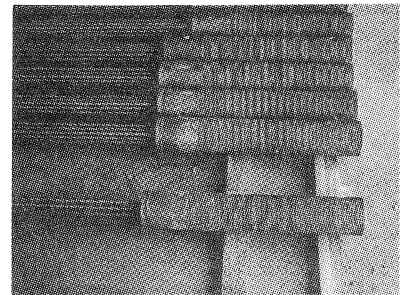


写真-2 アラミド緊張材（工場製作）

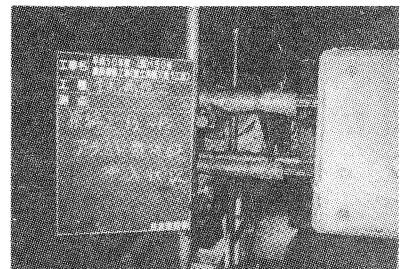


写真-3 アラミド緊張材挿入状況

ナット、プレートを取り付け、センターホールジャッキで緊張し、ナット定着した。緊張管理方法は、所定の緊張力を導入することを主とし、補足として伸び量を計測し、異常の有無を確認した。緊張終了後、緊張側および固定側の削孔穴にグラウトホースを取り付け、密封後シース内に高強度無収縮モルタルを注入した。

⑥定着ブラケットへのプレストレス導入および表面仕上げ
高強度無収縮モルタルの圧縮強度が 35 N/mm^2 以上であることを確認した後、主桁間定着ブロック間のシース部（隙間 218.5 mm ）をダイヤモンドカッター刃の電動丸のこにて切断しプレストレスの導入を行った。緊張側および固定側については、反力架台の構造上、丸のこが使用できないため、ディスクサンダーにてアラミドFRPロッドを切断しプレストレスを導入した。プレストレス導入後、反力架台および中間サポートを撤去し、切断面を整形した。

⑦外ケーブルの配置および緊張

定着ブロック完成後、外ケーブルの配置を行った。外ケーブルは、SEEE ケーブルF70Tを使用した。緊張作業の前に、定着ブラケットのコンクリートが所定の強度（本工事の場合、 40 N/mm^2 以上）に達したか確認した上で緊張作業を行った。各桁にそれぞれ2本のケーブルが配置されているため、緊張作業はなるべく桁断面および構造全体に対して対称となるように桁の左右を同時に緊張した。緊張順序は図-5に示すようにG3桁→G4桁→G2桁→G5桁→G1桁の順序で緊張ジャッキ4台を使用し同時に両引き緊張を行った。緊張作業終了後、マニション部を防錆処理し保護キャップを取り付けた。

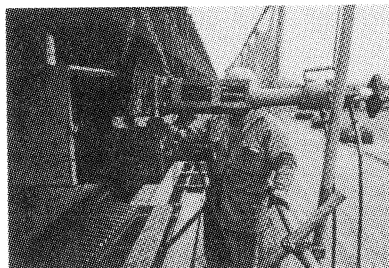


写真-4 アラミド緊張材緊張状況

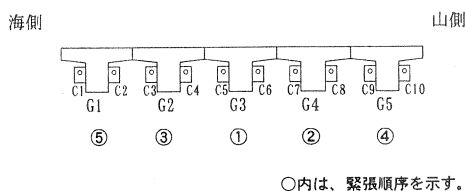


図-5 外ケーブル配置図

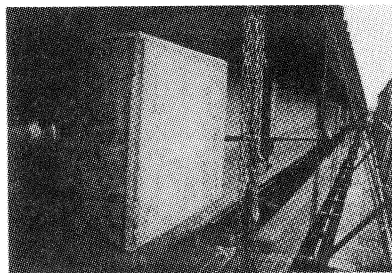


写真-5 施工完了

5. おわりに

本工事では、定着ブラケット固定用鋼材の緊張作業を5主桁一括緊張で行うことにより、従来工法に比べ緊張作業の省力化が図れた。また、緊張材として腐食などの耐久性に優れたアラミドFRPロッドを使用し、定着方法は付着による定着であるため定着具は不要となりメンテナンスフリーとなる。これにより、従来工法では困難であった主桁間隔の狭い桁橋の外ケーブル補強工事で施工効率の向上が図れ、施工コストの低減に寄与することができた。

今後、このような施工条件での施工において本稿が参考となれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 平成8年制定コンクリート標準示方書 [設計編]、土木学会、(1996.3)
- 2) 連続繊維補強材を用いたコンクリート構造物の設計・施工指針(案)、コンクリートブライ- 88、土木学会、(1996.9)
- 3) 松本他：狭い施工環境下におけるアラミド緊張材による外ケーブル用ブラケット工法の適用、第8回シンポジウム論文集、プレストレストコンクリート技術協会、(1998.10)