

V-195

アラミド緊張材を用いた外ケーブル用定着構造の実験的研究

住友建設 技術研究所 正会員 佐藤 剛

日本道路公団 大阪管理局 永井淳一

千代田コンサルタント 東京支店 福田 暁

住友建設 土木部 木島裕一

1. はじめに

近年、一部のコンクリート橋梁に供用荷重の大型化や構造物の経年変化により損傷が認められたり、適用示方書の変遷により耐力の向上を図るための補強を必要とする場合がある。外ケーブルを用いる方法は、力学的に明快であるために多用されている。従来、定着部の固定方法は、鋼製もしくはコンクリート製のブラケットをP C鋼棒で既設桁と緊張接合する方法が採られてきた。施工上の諸制約（狭い、重い）や非常に短い鋼棒（1 m程度）の緊張のために、緊張力のロスが生じ定着部が機能しないという問題点を有していた。上記問題点を解決するために、P C鋼棒より弾性伸び量の大きいために変位に対し応力変動の少ない素材（アラミド緊張材）を用い、既設主桁間に反力架台を設置することによりプレテンション方式で一括緊張接合する新しい外ケーブル定着部を開発し、桁下空間での作業を低減した。本報告は、ブラケットの緊張接合に必要なアラミド緊張材の特性について述べる。

2. アラミド緊張材を用いた外ケーブル用定着構造について

アラミド緊張材を用いた外ケーブル用定着構造を図-1に示す。一般の施工法方に追加される工種は一括緊張用の緊張架台の設置であり、削除される工種は桁下での個々のブラケットに対する緊張作業である。本工法は、プレテンション方式で橋軸直角方向に一括緊張するために緊張作業および管理が低減される。ブラケットは場所打ち工法とプレキャスト部材の利用が可能である。プレキャスト部材を利用した場合、部材と既設桁の接合と緊張材との一体化の作業が必要である。

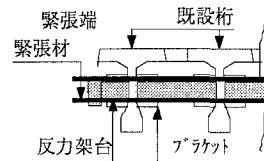


図-1 アラミド緊張材を用いた外ケーブル用定着構造

用いるアラミド緊張材の力学特性を表-1に示す。アラミド緊張材は、表面に凹凸を持たせた $\phi 7.4\text{mm}$ 異形アラミドFRPロッドを9本収束したものである。引張強度はP C鋼線とほぼ等しく、ヤング率はP C鋼線の約1/4である。純リラクセーション率は100年後で約23%であるが、本工法の場合緊張力導入時までに約12%進行するので、緊張力導入後の減少は約11%である。また、アラミド緊張材の小さい弾性係数に起因して、緊張材は大きな伸びが生じており、ブラケットに導入される緊張力のセットロス、クリープ乾燥収縮による緊張力の減少も少ない。したがって、1 m程度の長さの緊張の場合は、P C鋼棒に比べて信頼性の高い外ケーブル用定着構造が構築可能と考えられる。

表-1 アラミド緊張材の力学特性

公称断面積 (mm^2)	381.6
規格引張強度 (kgf/mm^2)	180
ヤング率 (kgf/mm^2)	5400
破断伸び (%)	3.3
リラクセーション率 (100年)	23
動的疲労強度 (kgf/mm^2)	60
規格引張耐力 (tf)	68.4

3. 諸試験

伝達長試験は、アラミド緊張材をプレテンション緊張材として利用する場合の必要伝達長の把握を目的とした。長期安定性試験は、プレテンション型のアラミド緊張材とポストテンション型のP C鋼棒を用いた小型模型に導入された緊張力の経時変化を比較した。

3.1 伝達長試験

試験水準は場所打ちコンクリート部材とプレキャストコンクリート部材とし、目標導入緊張力は 34.2tf ($0.5P_u$)とした。供試体は、高さ300mm、幅300mm、長さ2000mmとし、9 $\phi 7.4$ 緊張材を供試体図心に配置した。緊張方法はプレテンション方式である。プレキャスト部材は $\phi 100$ シースで箱抜きし、アラミド緊張材を緊張後、モルタルを充填しプレキャスト部材と緊張材の一体化を図った。また付着割裂防止のために $\phi 9$ スパ

イラル筋を全長にわたり配置した。計測項目は、導入緊張力と導入時のコンクリート表面の歪である。

プレキャスト部材に使用したコンクリートは早強ポルトランドを使用し、試験時の圧縮強度が518kgf/cm²である。場所打ち部材に使用したコンクリートは締め固めを必要としない高流動コンクリートで、フロー値は60cm、試験時の圧縮強度が464kgf/cm²である。アラミド緊張材とプレキャスト部材の一体化に使用したモルタルはプレミックス無収縮モルタルで、試験時の圧縮強度が484kgf/cm²ある。

試験と解析の結果を図-2に示す。横軸は供試体長手方向の位置を示し、縦軸はコンクリート表面の歪と弾性係数より算出した軸方向の圧縮応力度である。伝達長さの解析では、付着応力分布が自由端に向かうにつれて指数関数的に減少することを考慮し、さらに、導入緊張応力の伝達長さが30cmであるとした場合の、コンクリート表面の歪を評価した。コンクリート表面の歪はシミュレーション値と実験値は良い相関を示しており、アラミド緊張材の緊張力のコンクリートへの伝達が30cm程度で終了していると考えられる。

3.2 長期安定性試験

供試体の形状を図-3に、実験水準を表-2に示す。供試体の製作方法は、前記と同様でありプレキャスト部材はモルタルで緊張材と一体化された。計測項目は部材間に挟まれたロードセルの荷重変化である。試験結果を図-4に示す。アラミド緊張材を用いた500mmの部材の緊張力の変化は少なく、計測した範囲内では安定した推移を示している。一方、P C鋼棒を緊張材とした部材とブラケットの厚さを350mmとした部材の緊張力は時間の経過と共に減少していることが認められる。両供試体ともプレストレスの導入直後に緊張力の減少が生じている。鋼棒を用いた供試体は緊張直後のクリープ変形を原因としており、アラミド緊張材を用いたプレキャスト供試体は部材長さが短いために定着長が不足したと考えられる。本工法のように、非常に短い部材への緊張力の確実な導入を必要とする場合、低い引張剛性を有する緊張材が有利なことが理解できる。

4. まとめ

本工法の開発に関わる試験の結果、次のことが明らかになった。接合のためのアラミド緊張材の緊張力は30cmで部材に導入されるが、長期的な安定を確保するためにはブラケットの部材厚さを50cmにする必要がある。現在、本工法によるブラケットの載荷試験を行い耐荷性状を明らかにし、フィールドテストを行っている。

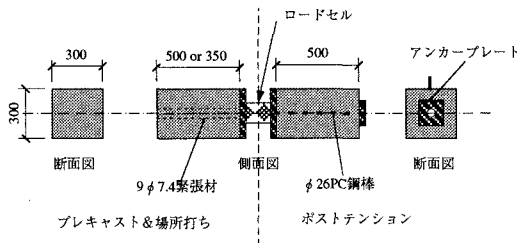
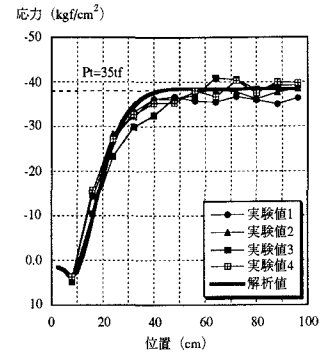
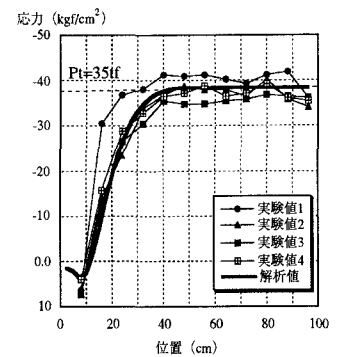


図-3 長期安定試験の供試体の形状



(a) 場所打ち



(b) プレキャスト

図-2 緊張力導入時のコンクリート表面ひずみより推定した応力

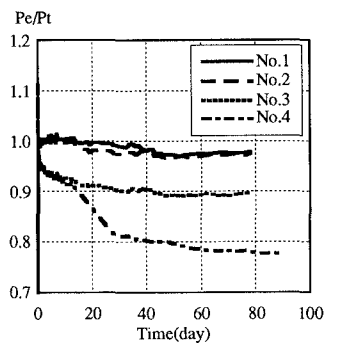


図-4 緊張力の経時変化

表-2 長期安定試験の試験水準

No.	緊張材	製作方法	部材長さ (mm)	導入緊張力 (tf)
1	アラミド緊張材	場所打ち	500	30.5
2	アラミド緊張材	付着定着+プレキャスト	500	25.1
3	アラミド緊張材	付着定着+プレキャスト	350	29.8
4	φ26D&W鋼棒	ポストテンション	500	35.8