

VI-113

PC斜張橋におけるFRP斜材外套管の実用化

鹿島建設土木設計本部 正会員 内藤 静男
 鹿島建設土木工務部 小田原裕一
 鹿島建設技術研究所 塚田 卓
 鹿島建設機械部 渡辺 松男

1. はじめに

雄大さと繊細さとを合せ持つ長大PC斜張橋が我が国でも最近次々と計画され、その近代的な美しさはスレンダーなコンクリート主桁と共に斜材ケーブルの張り方や色彩によって強調され、周囲の景観と好対照を成すものと考えられている。斜材ケーブルの外観を決定する外套管としては、経済性と耐久性の観点から最近では黒色ポリエチレン管(PE管)が多く採用されているが、計画時点ではこの外套管に着色したいとの要求が強く、ケーブル防錆工法全体として新工法の開発が望まれていた。我々はこの要求を満たす一案として、自由な色彩選択が可能なFRP(Fiber Reinforced Plastics)管を用い、現場製作斜材外套管として機能させるための設計、施工両面にわたる検討と実証実験を行い、実用化の目処を得たのでここに報告する。

2. 斜材の防錆方法

最近の長大斜張橋のケーブル材料には、PC鋼線(PWS)もしくはPC鋼より線が多く用いられ、メンテナンス周期の長いPC斜張橋においては、表-1に示す防錆方法のうち非金属系的外套管を用いるのが有利と思われる。グラウト材としては、経済性と安定性に優れたセメント系材料が一般的である。

表-1 斜材の防錆方法の比較

方式 材料 特性		外 管 + グ ラ ウ ト					ラッピング
		金 属 系			非 金 属 系		プラスチック (樹脂系)
		鋼 管	アルミニウム管	ステンレス管	ポリエチレン管	FRP管	
強度特性	引張 (kg/mm ²)	49~50	15~25	50~60	3	40~50	5~6
	伸び (%)	25	30	50	850	3	3~4
耐 久 性	衝撃強さ (kg/cm ²)	600 (シャルピー)	150 (シャルピー)	600 (シャルピー)	14 (アイゾット)	100 (シャルピー)	—
	耐 食 性	5~6年 ¹⁾ (環境による防食要)	10~50以上 ¹⁾	30~50以上 ¹⁾	—	—	—
(腐 材)	耐 酸 性	—	—	—	(推定) 50年以上	(推定) 50年以上	(推定) 50年以上
	耐 塩 性	—	—	—	(推定) 50年以上	(推定) 50年以上	(推定) 50年以上
着 色 性	方 法	—	—	—	—	—	—
	耐 久 性	—	—	—	—	—	—
保 守	方 法	—	—	—	—	—	—
	方 法	—	—	—	—	—	—
施 工 性	部分交換	—	—	—	—	—	—
	施工場所	—	—	—	—	—	—
調 査	調査年度	—	—	—	—	—	—
	調査回数	—	—	—	—	—	—
調 査	調査回数	—	—	—	—	—	—
	調査回数	—	—	—	—	—	—

1) 肉厚5mm程度で推定(腐蝕性環境)。
 2) アルミニウム管、ステンレス管は金属地肌(シルバー)で使用する場合は多い。
 3) ケーブル本線の保護が必要。

4) 黒色以外のPE管
 テープはフッ素
 樹脂系を推定

3. FRP管の性質

斜材用FRP管としては、熱硬化性樹脂をガラス繊維で強化し、連続成型した工場製品が有望であり、基材となる樹脂には耐蝕性の高いエポキシあるいはビニルエステルが用いられる。FRP管は樹脂に顔料を混合することにより自由な着色が可能ではあるが、プラスチックの特性とも言うべき色あせの現象が生ずる。しかしFRPに使用する樹脂は光の影響を受け難く、表面のよごれを水洗いする程度で容易に塗装する事ができ、また長期間変色しないフッ素系樹脂塗装を施す事により20~30年間は光沢度を保持できることをウェザーメータによる促進試験により確認している。(図-1参照)

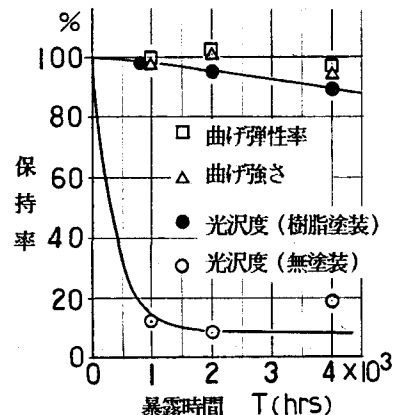


図-1 FRPの耐候性試験結果

4、斜材外套管への適用

主桁、主塔の製作と並行して架設作業を行うことができ、運搬及び揚重設備等に制約の少ない現場製作ケーブルを対象として、FRP外套管を実現するための設計、施工、メンテナンスに関わる技術的課題を明確にし、実用的な架設を可能にする解決策を考案し、これを基に標準施工要領を定め必要な治具の開発を進めてきた。

主な技術的課題とその対策を以下に示す。

- ①FRP管の接合方法 ；接着剤によるテーパ継手採用
- ②接合部の耐荷性能確認 ；耐圧、曲げ、引張り試験実施
- ③外套管として耐候性確認 ；現場暴露試験実施
- ④スペーサの材料と挿入法 ；スパイラルPC鋼線の引込み
- ⑤現場での接合時間の短縮 ；接着部加熱による促進試験
- ⑥外套管の吊上げ方法 ；一括架設と逐次架設方式考案
- ⑦グラウト方法と後処理 ；注入用治具開発、実証試験

テーパ継手としては、図-2に示す内テーパ方式と外テーパ方式を検討し、両者とも実用化の目安とした 10 kg/cm^2 以上の圧力を保持できる事を確認した。

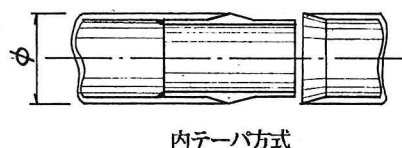
以上の基礎検討や部材実験、実証試験を集大成し、斜材ケーブルシステムとしての一貫性を総合的に検証するため、高さ26mの仮設タワーを用いて施工性確認実験を行った。

図-3に逐次架設の手順、写真-1に架設されたFRP外套管を示す。

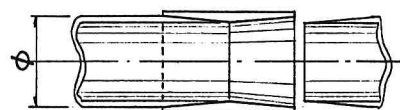
5、まとめ

総合実験により、自由な着色が可能なFRP管をPC斜張橋の斜材外套管として実用化する目処を得た。今後は、蓄積したノウハウを施工に反映してゆきたいと考えている。

尚、本開発に当たっては大日本硝子工業株式会社の御協力を得たので、ここに感謝の意を表する。



内テーパ方式



外テーパ方式

図-2 FRP管のテーパ継手

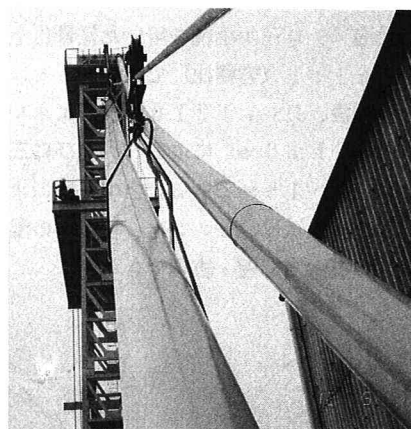


写真-1 架設されたFRP外套管

架設手順

- ① 架設用ワイヤロープ、引上用ワイヤロープを張る。
- ② 移動式の接着用足場を組立てる。
- ③ 足場上でFRP管を順次接着する。
- ④ 架設用ワイヤロープにハンガーで支持しながらウィンチで引上げる
- ⑤ 塔側、主桁側の定着具と接続できる事を確認する。
- ⑥ プッシングマシンによりFRP管内にストランドを挿入し、管のサグを取り保持するために仮緊張する
- ⑦ ストランドを一本づつ所定の本数挿入し緊張する。
- ⑧ ハンガーおよび架設用ワイヤロープを取外す。

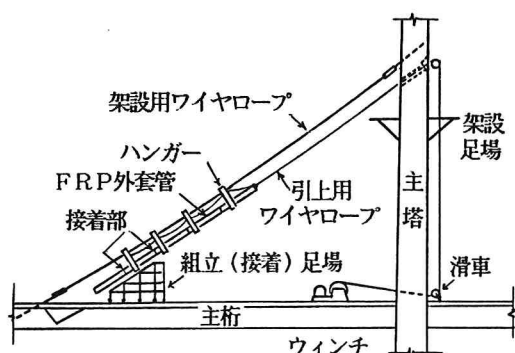


図-3 FRP外套管の逐次架設手順