

現場組立型斜材ケーブルの架設および緊張管理 — 韓国 PC斜張橋・華明大橋 —

(株)エスイー 正会員 ○田中 智
(株)エスイー 白根 信隆
(株)エスイー 大嶽 昌之

1. はじめに

今まで数多くの斜張橋が建設され、技術が発達したことにより、スパンは長大化し、構造形式も多様化している。それに伴い斜材ケーブルにおいても、大容量化や長尺化が進み、また施工性や耐久性も改善され、さまざまなシステムが開発されてきた。

斜材ケーブルは、工場でケーブルとソケットを一体に加工し現地では取付けのみを行うプレファブ型斜材ケーブルと、ケーブルの部材を架設現場へ搬入し現地で組立てを行う現場組立型斜材ケーブルの2種類に大別される¹⁾。



写真－1 華明大橋全景

本稿では、現場組立型斜材ケーブルが採用されたPC斜張橋の事例として、韓国で建設中の華明大橋(写真－1)を例に挙げ、斜材ケーブルの架設および緊張管理について報告する。

2. 華明大橋の概要

華明大橋の橋梁概要を表－1に示す。華明大橋は、3径間連続PC斜張橋であり、PC斜張橋としては韓国最大となる270mの中央支間を有している。主塔は独立1本柱、主桁断面形状は逆台形1室箱桁である。斜材ケーブルは1面吊形式であり、2面吊形式に比べ大容量なものが採用されている。

表－1 華明大橋の概要

工事名	草井～華明間連絡道路(華明大橋)建設工事
架設位置	金海市大東面～釜山広域市北区華明洞
発注者	釜山広域市建設本部
施工者	現代建設JV
構造形式	三径間連続PC斜張橋 (主塔)独立1本柱/(主桁)逆台形1室箱桁
橋長	500m (115m+270m+115m)
幅員	27.8m (往復4車線+1歩道)
斜材	現場組立型斜材ケーブル 本数:72本(18段/主塔) 長さ:40.795m~145.051m タイプ:49、55、61、73、75、85

3. 斜材ケーブルの構造

本橋に採用された斜材ケーブル構造図を図－1に示す。本ケーブルは、ストランド、定着具、保護管、クランプ、緩衝装置の主要部材で構成されている。

ストランドはφ15.7mmの垂鉛めつきPC鋼より線にワックスを塗布し、ポリエチレンで被覆した三重防錆仕様であり、所定本数を束ねて高密度ポリエチレン製の保護管に収容されている。ストランドは、くさび定着方式で1本ずつ定着具に固定されるため、ケーブルタイプは設計荷重に合わせてストランド1本単位での選択が可能である。本橋ではストランド本数最小49本から最大85本で構成される全6タイプのケーブルが採用された。

ストランド束は、定着鋼管先端付近でクランプにより集束され、緩衝装置が取り付けられる。さらに、本橋では、渦励振およびレインバイブレーションの対策として保護管表面へ二重螺旋リブが設けられ、長さが80m以上のケーブルについては制振ダンパーが設置された。

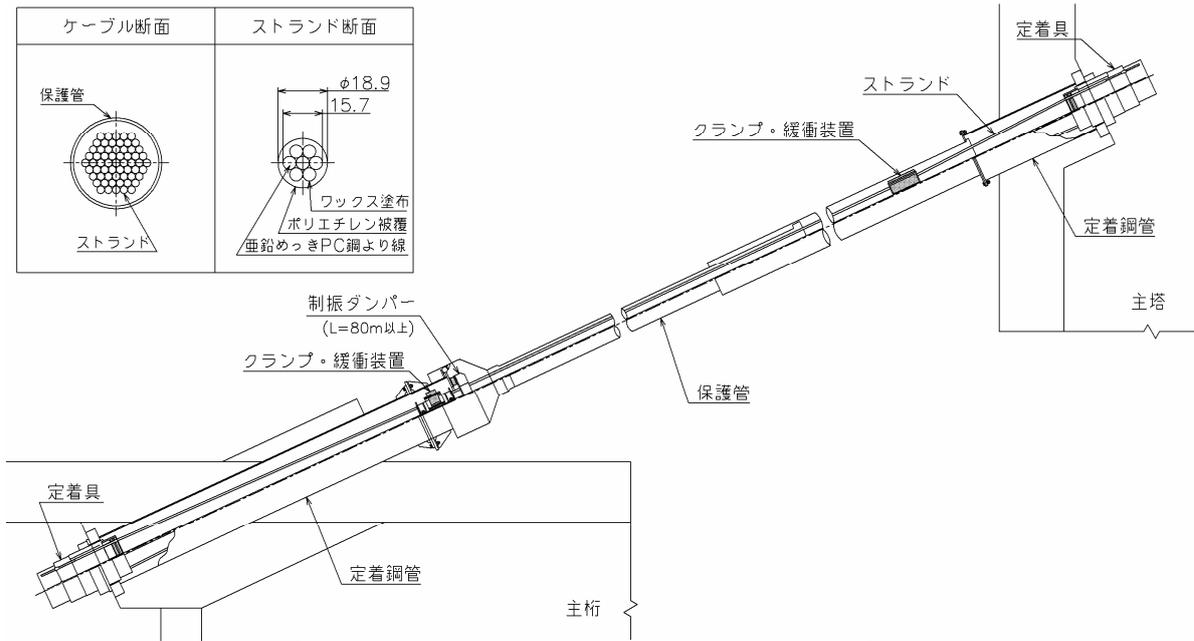


図-1 斜材ケーブル構造図

4. 斜材ケーブルの架設

4.1 概要

現場組立型斜材ケーブルは、現地で小型の機材を用いてストランドを1本ずつ所定本数を架設することで製作される。したがって、資材運搬やケーブル架設において大型の車両や機材を必要としないこと、またケーブルが大容量化しても施工性が損なわれないこと等が特徴である。一方で、現場での作業量が増えるため、ケーブル架設に際しては所定の施工手順に則り、正しい管理の下に行うことが重要となる。ここでは本橋のケーブル架設について示す。

4.2 ケーブル架設手順

本橋におけるケーブル架設手順を図-2に示す。

(1) 定着具取付け、保護管組立て

ストランド架設の事前作業として、塔・桁の両定着具を取り付け、保護管の組立てを行なった。保護管の組立てでは、定尺 11.8m の保護管を所定長まで接続し、保護管架設用ストランドを地上で挿入した。

(2) 保護管架設

保護管をタワークレーンで所定の位置まで吊上げ、保護管架設用ストランドを主塔定着具へくさび固定させた。その後、ウィンチで保護管を主桁側へ引き寄せ、最後に架設用ストランドを緊張することで、両定着具間に保護管を張り渡した。

本橋では、最長ケーブル(約 140m)の保護管まで、タワークレーンと 1tf ウィンチのみで架設が可能であった。

(3) ストランド架設・緊張

ストランド架設には、先行架設された保護管をガイド代わりに2台のウィンチを用いてストランドを順次架設する保護管先行ウィンチ方式を採用した。ストランド架設の概要を図-3、架設状況を写真-2に示す。保護管の両端からワイヤを配線し、専用接続治具(スレッダー)を介して連結する。スレッダーは2台のウィンチを連動さ

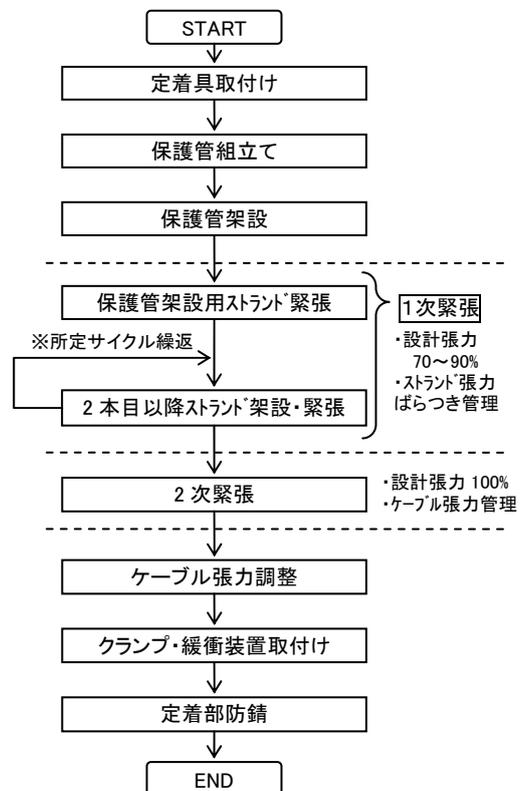


図-2 ケーブル架設手順

からワイヤを配線し、専用接続治具(スレッダー)を介して連結する。スレッダーは2台のウィンチを連動さ

せることで保護管内を上下に移動する。ストランドはスレッダーに固定され一緒に引き上げられ保護管内に配線される。

本架設工法では、4つのパートで作業が行われる（図-3）。まず、「橋面」にてストランドをドラムから引き出し、ホイールを介して保護管内を通し「塔外」まで配線する。次に、ストランドを「塔外」から「塔内」の定着具へ挿入し、くさびで固定する。塔側での固定が完了したのち、「橋面」のカuttingベンチにて、ストランドの切断・ポリエチレン被覆の除去を行う。最後に「桁内」にストランドを挿入し、目標の張力まで緊張する（緊張管理は次項に記す）。

以上がストランド架設の一連の流れである。なお、今回のストランド架設の平均サイクルタイムは7分程度であった。

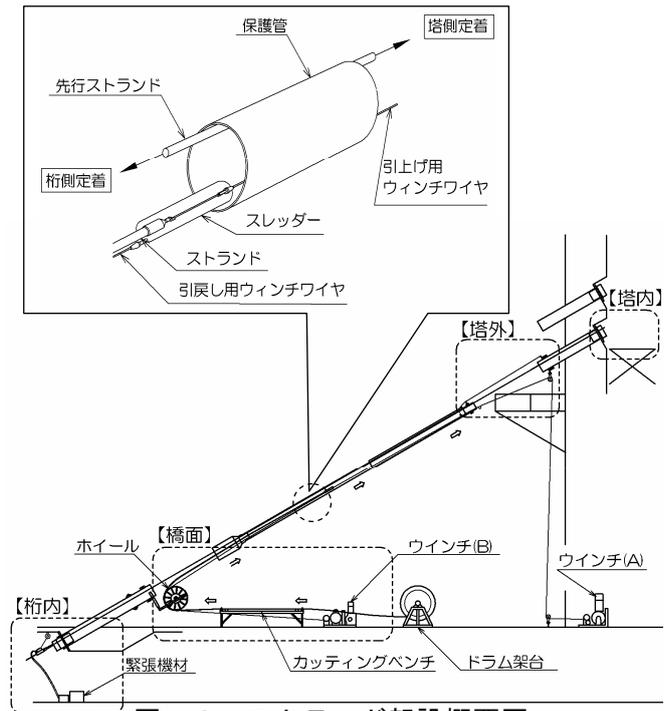


図-3 ストランド架設概要図

(4) ケーブル張力調整

主桁中央閉合が完了したのち、架設時主桁応力を供用時に必要な応力状態に調整する、またケーブル張力を最適な応力状態に修正するためにケーブル張力調整が行われた。本張力調整では、張力の増加をシングルジャッキによるストランド1本単位で、張力の低減をマルチジャッキによるケーブル単位で行った。

(5) ケーブル仕上げ作業

ケーブル張力調整完了後、緩衝装置と制振ダンパーを取り付け、保護管を所定の高さに設置した。そして、防錆処理として、定着具の内部へワックスを注入し、露出部には防錆テープを巻きつけた。

以上で、すべてのケーブル架設作業が完了となる。

5. 緊張管理

5.1 現場組立斜材ケーブルの緊張管理概要

PC斜張橋の張出し架設では、主桁および主塔のキャンバーや各部応力を定められた精度以内に管理する必要があり、主要部材の1つである斜材ケーブルの張力においても同様に慎重な管理が要求される²⁾。さらに、現場組立型斜材ケーブルの場合、ケーブルを構成する各ストランドの張力を均等にする管理（以下、ストランド張力管理）も必要となる。したがって、本橋では、ケーブル張力導入を1次緊張と2次緊張の2段階で行い、それぞれの管理精度の向上を図った（図-2）。

5.2 1次緊張

1次緊張ではストランド張力管理を目的とした。1次緊張時の導入張力は、1度ついた歯跡をくさびが重複して掴まないこと、作業効率を考え2次緊張でのストランド伸び量をジャッキストローク以下とすることを考慮し設計張力の70~90%とした。

ストランド架設中は、ストランドが順次緊張されることによる構造体の弾性変形、橋面荷重の移動、日照の影響などによりケーブル定着具間の距離は常に変動する。したがって、ストランド張力管理においては、その変動を考慮しなければならない。本橋では、ストランド張力管理工法として、光波距離計をシステムに組み込むことを特徴とするAQ緊張管理工法（当社開発）を採用した（写真-3）。



写真-2 ストランド架設状況写真

この工法では、ケーブル定着間の変動を光波距離計で実測し、その変化量から各ストランドごとの導入張力を計算する。また、導入張力の計算にはストランド温度の影響も考慮することで管理精度の向上を図っている。1次緊張におけるストランド導入張力の結果を図-4中に示す。

さらに、緊張ジャッキと油圧ポンプを含めたすべての構成機材がネットワーク化されており、制御用パソコンからの操作のみで緊張作業が行え、かつ緊張データは自動保存されるため、作業全体の省力化が図られている。

5.3 2次緊張

1次緊張の管理により同一ケーブル内の構成ストランドには等しい張力が導入される。よって、2次緊張では、全ストランドを均等に設計張力まで緊張することが目的となる。

2次緊張の導入張力を設定する際は、1次緊張における主桁たわみ変動の計画値と実測値の誤差の影響、ならびにケーブルのサグ変動の影響等を考慮した。

ケーブルへの張力導入は以下の手順で行った。まず1本目のストランドに所定の張力を導入し、その伸び量を測定する。そして、2本目以降のストランドについては、その伸び量を基準として伸び管理で行う。

伸び管理の場合、緊張作業中のケーブル温度変化や橋面荷重等の影響を無視できる利点があり、本橋のようにケーブルが大容量であり2次緊張に時間を要する場合には、非常に有効な手法であった。2次緊張におけるストランド導入張力の結果を図-4中に示す。

5.4 張力確認

本橋では架設ステップ毎に1次緊張と2次緊張ののち、温度が安定する早朝に張力測定を実施した。張力測定は、シングルジャッキで再度ストランドを1本ずつ緊張することにより行なった。各ケーブルごとの測定数量は、構成ストランド本数の10%程度とし、架設日の変わり目など、架設の環境条件が異なる場所を重点的に実施した。張力確認結果を図-4中に示す。本緊張管理では、すべてのケーブルにおいて許容値以内に管理された。

6. おわりに

本稿では、韓国最大のPC斜張橋として建設が進められている華明大橋の斜材ケーブルの架設と緊張管理について報告した。近年、国内では斜張橋の建設が少なくなったものの、東南アジア諸国を中心に建設は続けられている。その中で現場組立型斜材ケーブルが適応される事例も多く見られる。本報告が斜張橋建設に携わる方々の一助になれば幸いである。

最後に、本橋の施工に際して多大なご指導・ご尽力を頂いた関係者各位に深く感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 喜多野由之, 大嶽昌之, 猪俣 明, 白根信隆: 斜材ケーブルの構造および架設技術の紹介, プレストレストコンクリート, Vol. 52, No. 6, pp. 97-102, 2010
- 2) プレストレストコンクリート技術協会: PC斜張橋・エクストラロード橋設計施工基準, pp. 109-110, 2009. 4



写真-3 AQ緊張管理作業状況

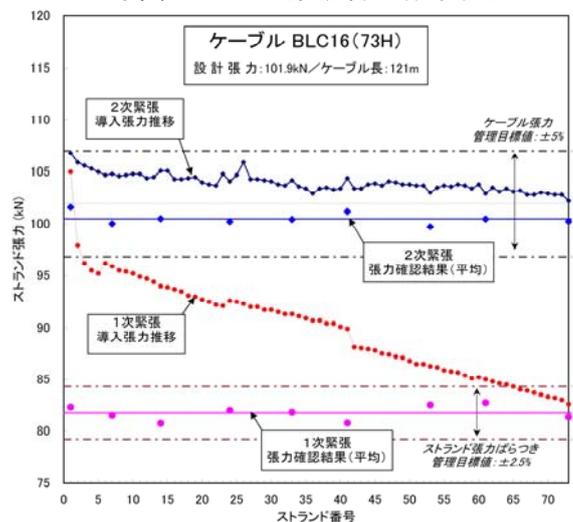


図-4 緊張管理結果 (BLC16)