

## (86) 八戸港ポートアイランド連絡橋(仮称)の施工 (大型独立一本斜塔を有するPC斜張橋)

青森県八戸港管理事務所

諏訪 修悦

青森県八戸港管理事務所

三上 俊孝

五洋・東洋・ドーピー・寺下JV

正会員○上平 謙二

ドーピー建設工業(株)

正会員 立神 久雄

### 1. はじめに

八戸港ポートアイランド連絡橋(仮称)は、近年の物流需要の増大、船舶の大型化、輸送形態の変化が進む八戸港において港湾整備事業の一貫として計画された人工島(ポートアイランド)と、既設の幹線臨港道路とのアクセス道路で、橋長165.5m、15°傾斜した主塔高47.0mを有する2径間連続PC斜張橋である。平成7年3月無事本橋部の橋体工が完成した(写真-1)。

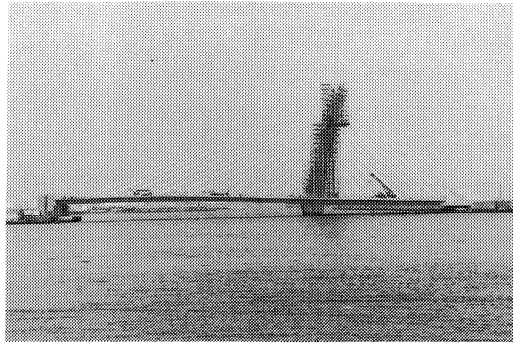


写真-1 全景

本報告は、第4回シンポジウムにおける設計・施工の概要報告に引続き、上部工の施工(特に主桁の施工、斜材の架設及び緊張そして施工管理)に的を絞り報告するものである。尚、本橋の施工にあつたては、構造特性及びコンクリートの品質等の技術的課題に対し、「八戸港ポートアイランド連絡橋(仮称)施工技术委員会」(委員長:伊藤学東京大学名誉教授,幹事長:三浦尚東北大学教授)において十分検討を行ってきた。

### 2. 橋梁概要

本橋の一般図及び断面図を図-1に示し、橋梁概要を表-1に示す。

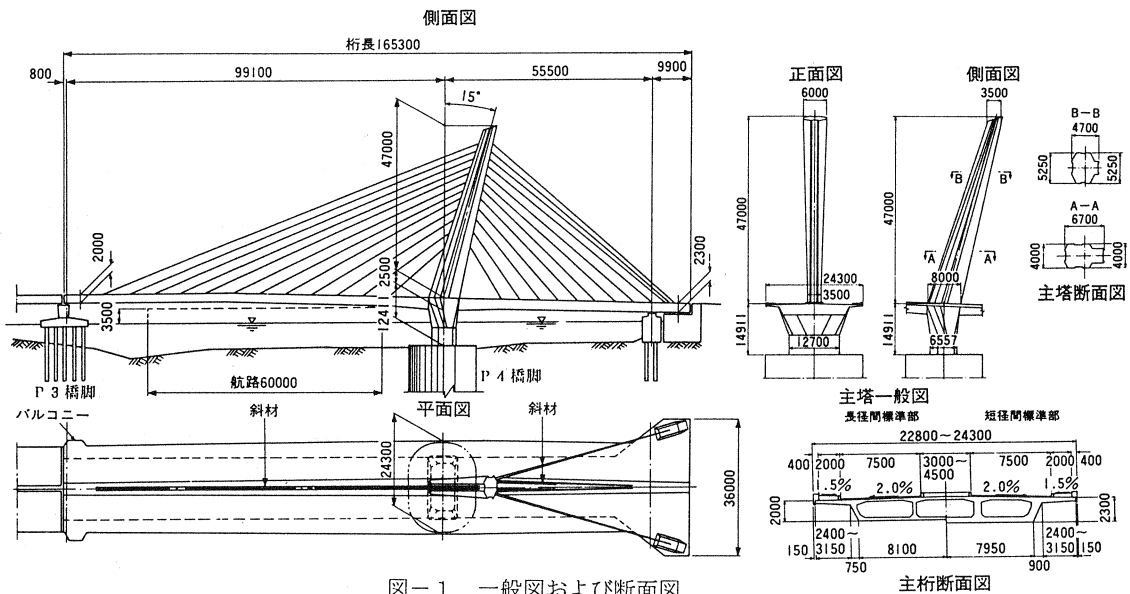


図-1 一般図および断面図

### 3. 主桁の施工

主桁の施工は、柱頭部の13.0m区間においては、鋼管矢板井筒基礎の頂版コンクリート上面より支保工を組み上げて施工後、長径間主桁を25ブロックの張出し架設で施工し、短径間主桁は海面と桁下空間の確保が困難だったため13ブロックに分けて支保工上で施工した。

長径間張出し架設においては、幅員が約24mで3室箱桁断面であることから、中型の4主ワーゲンをを用い標準ブロックは4.0m、斜材定着ブロックは3.0mとして施工し、そして斜材の架設・緊張で1サイクルとして、これをほぼ20日～25日で施工した。張出し架設終了後、橋脚との連結部(6.4m区間)の施工においては、海上橋ということで吊支保工で施工した。

吊支保工部の施工においては、施工に対し影響度の大きいと考えられる、

- ① 日温度変化(特に床版の温度差)による主桁張出し先端の上下動
- ② 吊支保工部のコンクリート強度発現時期を考慮したコンクリート打設終了時期
- ③ コンクリート打設に伴う弾性変形量

に対し十分な対策をこじ施工した。特に主桁張出し先端の上下動の変形に対しては、主桁連結部の橋脚のフーチングにゲビンデ鋼棒を埋め込み、それを吊支保工に固定することによって対処できた(写真-2)。

また、短径間支保工の最後のブロック(バックステイケーブル定着ブロック)の施工については、幅員が36.0mあり、コンクリートボリュームも約600m<sup>3</sup>の充実断面となっているため、

- ① コンクリートの打設能力
- ② 分離した斜材定着体のセットのための固定架台の設置(写真-3)
- ③ コンクリートの温度応力
- ④ PC鋼材の配置
- ⑤ 拡幅部の構造条件

を十分検討し、図-2に示すように4回に分けて分離打設した。

特に、この短径間拡幅部においては、支保工上での分割施工であるとともに、斜材の緊張も主桁中央から、バックステイケーブルの拡幅部端部へと緊張位置が

表-1 橋梁概要

橋種	プレストレストコンクリート道路橋
橋格	1等橋(TL-20)
橋梁形式	2径間連続PC斜張橋
桁長	165.3m(99.1m+55.5m+9.9(張出部))
幅員	全幅22.8m~24.3m 車道2@7.5m、歩道2@2.0m
勾配	縦断4.5%以下、横断2.0%
主桁	PC構造、3室箱桁断面
主塔	RC構造、独立1本柱形式 傾斜角 $\theta = 75^\circ$ 、塔高47.0m
斜材	配置形状:ファン形、1面吊りダブルケーブル (フレシネーHシステム)

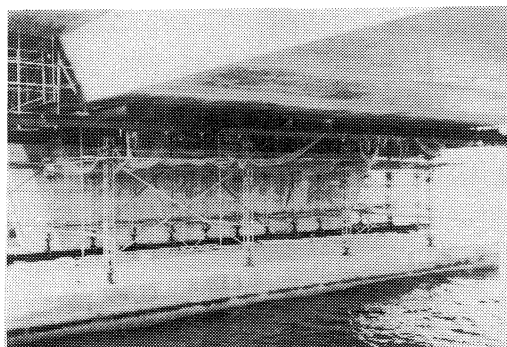


写真-2 吊り支保工の支持状況

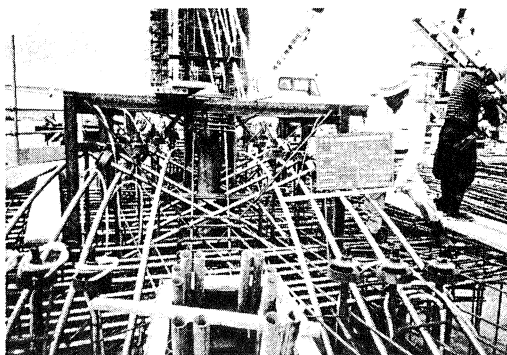


写真-3 固定架台の設置

変わる。このため、図-3に示すように、施工段階に応じた横方向断面力の変化に対し、横方向の部材の安全性を図るため、施工段階に応じたPC鋼材の緊張順序を検討した。

特に短径間拡幅部は充実断面で、一種の床版構造となるため、本検討においては、構造特性を十分把握できるよう断面力解析には2次元のFEM解析モデルを適用した。

#### 4. 斜材の施工

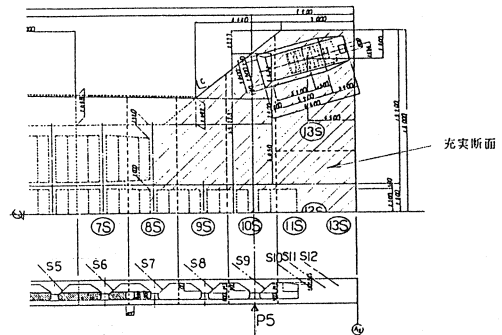
##### (1) 保護管の架設方法

本橋で採用した保護管は、景観設計より自由に着色の可能なFRP管 (パールピンク使用) である。FRP管はPE管などに比べ曲げ剛性が極めて高いため、一般的には、ハンガーワイヤーを用いて順次引き上げ架設する方法がとられている。

本橋の場合、先ず柱頭部付近の短い斜材に関しては、工期短縮を目的に橋面上で先に所定の長さ分接着接合し、タワークレーンにて一括吊り上げ架設を行った。

上記以外の斜材については、保護管 (標準管L=6.0m) を組立て架台上で接着接合し、順次ハ

##### 全体構造



##### 施工段階

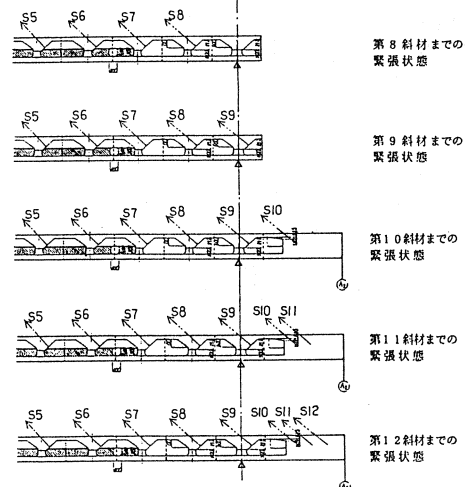


図-3 斜材緊張に伴う構造系の変化

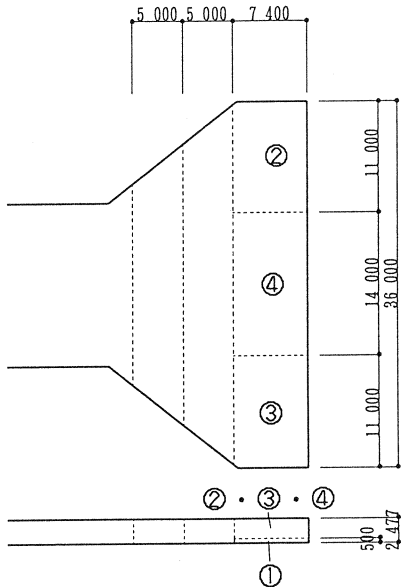


図-2 拡幅部打設順序

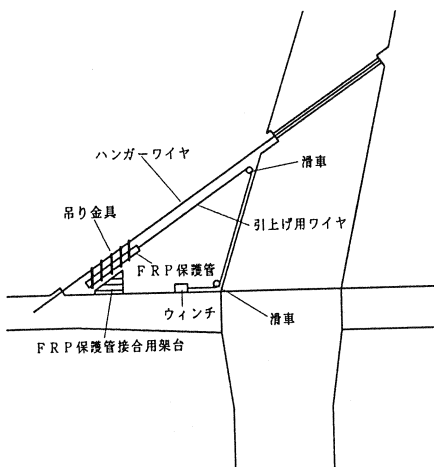


図-4 FRP管架設概念図

ンガーワイヤーに吊り下げ、ウインチによって引上げる方法をとった。図-4にFRP管架設概念図を示し、写真-4には架設状況を示す。

(2) 斜材の架設及び緊張

本橋で用いた斜材は、フレッシュのHシステムで、各斜材の設計張力より表-2のシステム構成となっている。

斜材の緊張は、施工時においては緊張管理が正確で容易なくさび定着による一括緊張方式を採用し、調整時においては、テンションロッドを用いた一括緊張で、リングナットによる定着方式をとっている。

また、斜材の架設、緊張作業については、主塔施工用の支保工足場とは別に作業足場を別途設置して行った。

ここで、斜材の架設及び緊張の手順は以下のとおりとなる。

- ① 先じめ架設された保護管に橋面上にセットしたプッシングマシンより先行ストラ

表-2 斜材システム構成

規 格	PC鋼より線 T15.2mm						SWPR 7B HTS-21						
ケーブルの種類	1 T15.2mm	31 T15.2mm	37 T15.2mm	42 T15.2mm	48 T15.2mm	61 T15.2mm	1 T15.2mm	31 T15.2mm	37 T15.2mm	42 T15.2mm	48 T15.2mm	61 T15.2mm	
標準断面積	138.7mm <sup>2</sup>	4300mm <sup>2</sup>	5132mm <sup>2</sup>	5825mm <sup>2</sup>	6658mm <sup>2</sup>	8461mm <sup>2</sup>	138.7mm <sup>2</sup>	4300mm <sup>2</sup>	5132mm <sup>2</sup>	5825mm <sup>2</sup>	6658mm <sup>2</sup>	8461mm <sup>2</sup>	
引張強度	190kgf/mm <sup>2</sup> (26.6tf)	825tf	984tf	1117tf	1277tf	1623tf	190kgf/mm <sup>2</sup> (26.6tf)	825tf	984tf	1117tf	1277tf	1623tf	
降伏点応力	160kgf/mm <sup>2</sup> (22.6tf)	701tf	836tf	949tf	1085tf	1379tf	160kgf/mm <sup>2</sup> (22.6tf)	701tf	836tf	949tf	1085tf	1379tf	
許 容 値	完成時	76kgf/mm <sup>2</sup> (10.64tf)	330tf	394tf	447tf	511tf	649tf	76kgf/mm <sup>2</sup> (10.64tf)	330tf	394tf	447tf	511tf	649tf
	施工時	114kgf/mm <sup>2</sup> (15.96tf)	495tf	591tf	670tf	766tf	974tf	114kgf/mm <sup>2</sup> (15.96tf)	495tf	591tf	670tf	766tf	974tf

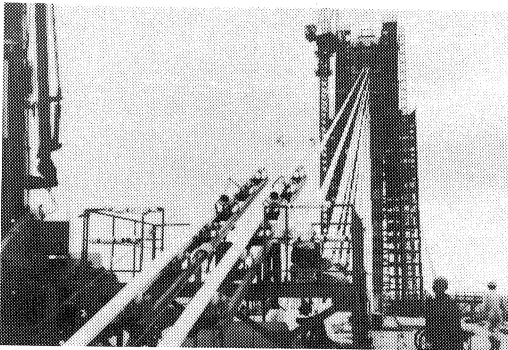


写真-4 FRP管架設状況

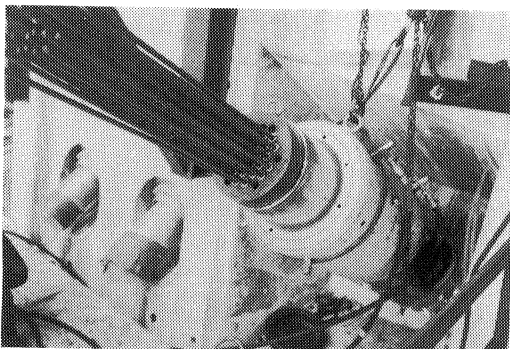


写真-5 緊張状況

61Hシステムの場合

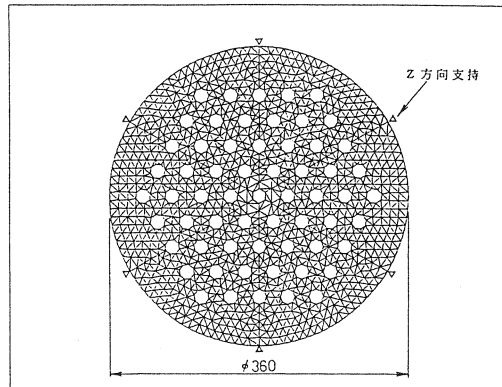
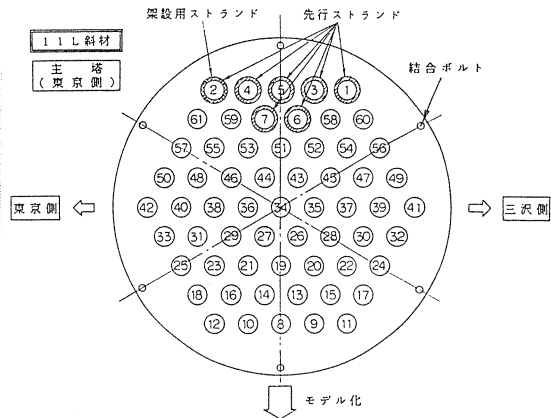


図-5 解析モデル

ンド(3~5本)を挿入し、仮緊張した後、保護管架設用のストランドを解放撤去する。

- ② 残りのストランド(後行ストランド)を①と同様な方法で一本毎順次所定の必要本数挿入し、仮固定する。
- ③ 斜材の緊張はすべて主塔側で行ない、定着体に大型センターホールジャッキ(能力430t及び800t)をセットし、ジャッキの後方の後行ストランドのみにくさびを装着し、長径間側及び短径間側同時に一括緊張する(写真-5)。
- ④ その後、シングルストランドジャッキで先行ストランドを再緊張し、後行ストランドの張力と一致させる。

また、斜材が長くなれば、ケーブルの伸び量がジャッキのストローク以上となる。この場合には勿論ジャッキの盛り替え作業の必要があり、一担くさび定着し、再度緊張することになる。この再緊張の際には定着したくさびの摩擦力を解放しなければならず、この摩擦力の解放と定着板の構造を把握し、安全に盛り替え可能な最大盛り替え圧を検討し、安全に盛り替え作業ができた。本検討においては、定着板(円形)を図-5に示す2次元の有限要素モデルとし、先行ストランドによる緊張力をも考慮した解析を行なった。

### (3) 張力の調整

張力の調整は、施工時つまり張出し架設時には行わず、主桁の連結後のみとした。緊張方法は施工時とは異なり、テンションロッドを用いた一括緊張方式で、リングナットによる定着方法である。また、調整はすべて主塔側で行なった。

張力の調整順序については、構造特性及び主桁及び主塔への応力伝達挙動を考慮して、最下段より順次上段方向に向け一段ずつ行なった(写真-6)。

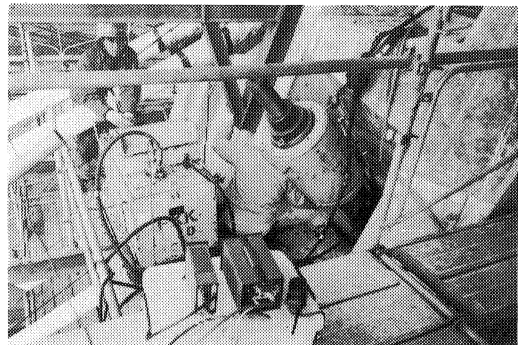


写真-6 調整状況

## 5. 施工管理

### (1) 管理目標

PC斜張橋は、斜材によって吊られた一種の吊り構造であるため、通常のPC桁に比べ支間長に対して桁高を非常に低くできる特徴がある。従って、張出し施工時あるいは斜材緊張時には、主桁は大きく変形することになる。このように施工精度に大きく影響する主桁の変形及び斜材の緊力を主たる管理項目に設定し、橋梁規模に応じた既設の管理目標値を参考にして、本橋では表-3に示す管理目標値を設定した。

### (2) 斜材の緊張管理

#### 1) 張出し施工時

施工時の導入張力の管理については、後行ストランドの一括緊張及び先行ストランドの再緊張時とも緊張ジャッキに油圧を直接デジタル表示できるプレッシャーゲージを取り付け厳密に管理した。(写真-6参照)

この際、主桁、主塔あるいは斜材の温度の影響による張力補正は、それぞれの部材に埋め込んだ熱電対(斜材の場合にはダミーケーブル)により温度を計測し、解析温度に対して行ない、緊張時に補正した。

表-3 管理目標値

管理目標値			
施工時		完成時	
たわみ	緊張時 斜材張力	主桁橋面 形状	斜材張力
±25mm	±5%	±25mm	±5%

また、各施工段階での部材の安全性確認のため、各施工段階における各斜材張力の経時変化について、各斜材の固定側の構成本数の中の本のストランドにセンターホールロードセルを取付け管理した。

## 2) 張力調整時

張力調整は、主桁連結後行なったが、以下の項目を目的とした。

- ① 特に  $t = \infty$  時の橋面形状を管理目標値内とする。
- ② 斜材の張力及び主桁応力度を許容値内とする。

ただし、本橋の場合、当所クリープ計算における橋面荷重載荷時期を主桁施工完了直後と設定していたが、橋面工の載荷時期が設定時期と大幅にずれる事、また橋面荷重が変更される事を考慮して、再度クリープ計算等を実行し、上記①及び②を目的として調整張力を決定した。

図-6に張力調整完了時及びクリープ終了時の橋面形状を示す。この結果から、本橋で設定した施工管理目標値 $\pm 2.5$ mmを十分満足している結果となった。また、調整張力についても各斜材の調整時に、ストランドに取付けたセンターホールロードセルで経時変化の管理を行なった。その結果、調整中の最大誤差が+3.4%であった。

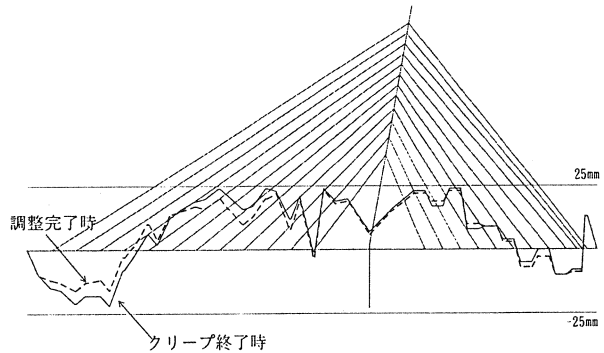


図-6 橋面形状図

## 6. あとがき

八戸港ポートアイランド連絡橋(仮称)の本橋部である本PC斜張橋は、平成3年7月基礎工に着手以来、3年8ヶ月ぶりに上部工の橋体工が無事完成した。日本でも初めての大型独立一本斜塔の採用ということで、特に難易度の高かった主塔の施工あるいは斜材緊張用ジャッキの装着等も克服できた。

本橋は、構造的にもまれな形式であり、今後も景観設計を取り入れたより複雑な構造形式のPC斜張橋の可能性もある。本橋の施工実績が今後のPC技術の発展の一助となれば幸いである。

最後に、「八戸港ポートアイランド連絡橋(仮称)施工技術委員会」伊藤学委員長並びに三浦尚幹理事長をはじめとする各委員の皆様並びに関係各位の御尽力に対し謝意を表する次第である。

## 参考文献

- 1) 久保：八戸港ポートアイランド連絡橋(仮称)の施工：橋梁，Vol.29，No.12，1993
- 2) 竹内、三上、野口、上平：八戸港ポートアイランド連絡橋(仮称)の設計・施工(大型独立一本斜塔を有するPC斜張橋)：プレストレストコンクリート第4回シンポジウム論文集 1994