

(147) 中能登農道橋の施工

石川県珠洲農林総合事務所 宮坂 昭夫
 石川県七尾農林総合事務所 池田 俊文
 清水建設株式会社土木本部 内田 秀樹
 ○清水建設株式会社土木本部 小林 顕

1. はじめに

中能登農道橋は、石川県中島町と七尾湾に浮かぶ能登島を結ぶ海上橋で、七尾西湾を中心とする中島町、能登島町、田鶴浜町で構成される鹿北地域の広域営農団地農道整備事業の一環として、平成11年3月に完成した。本橋は、全長620mであり、橋長170mのPC2径間連続箱桁橋と、橋長450mのPC3径間連続斜張橋で構成されている。PC斜張橋の支間長は230mであり、国内第5位の規模である。

本稿では、斜張橋上部工(その3工区)の施工を中心に報告する。

2. 工事概要

以下に本橋の工事概要を示す。また、橋梁一般図を図-1に示す。

発注者：石川県農林水産部

工事名：広域営農団地農道整備事業

能登島第2地区能登島農道橋工事 その3

工事場所：石川県鹿島郡中島町字長浦～能登島町字通地内

橋名：中能登農道橋(愛称 ツインブリッジのと)

工期：平成6年3月～平成11年3月

橋種：プレストレストコンクリート橋

構造形式：PC3径間連続斜張橋

橋長：450m

支間長：109.0+230.0+109.0m

有効幅員：車道6.5m+歩道1.5m

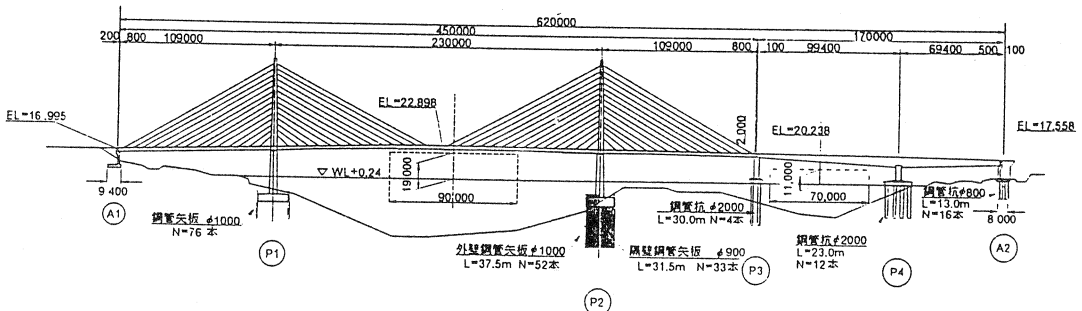
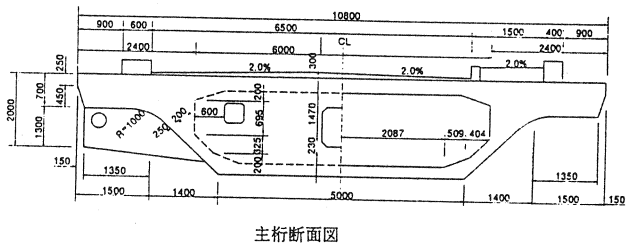
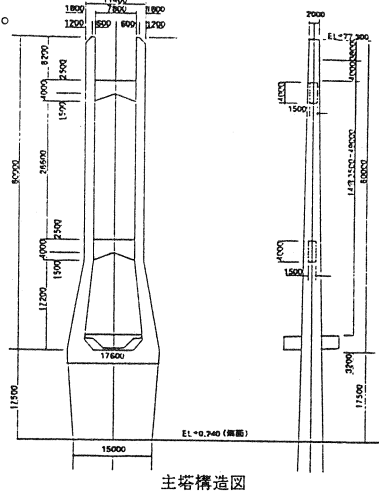
基礎：A1橋台-直接基礎

P1橋脚-直接基礎(鋼管矢板仮締切)

主桁：1室箱型断面PC構造

主塔：H型RC構造

斜材：準ハープ型2面吊り



4. 主桁の施工

本橋の柱頭部は11mとし、移動式作業車が中央・側径間同時に乗せることができる長さとした。柱頭部の施工は、ブラケットを橋脚に総ねじPC鋼棒で摩擦接合し、その上にステージを組み立てて、支柱式支保工により施工した。柱頭部施工後、移動式作業車(容量200tf・m)を組み立てて、張出施工を開始した。張出は、中央径間側29ブロック・側径間側27ブロックであり、斜材定着ブロック3.5m、標準ブロック4.0mを交互に施工した。

外型枠は、転用回数・防錆からステンレス型枠とし、斜材定着部の型枠は、交互に使用することから、最もセットしやすいと考えられる埋込型枠とし、標準部組立時には蓋をする仕組みとした(写真-1)。また、内型枠はメタルフォームを採用し、斜材定着ブロックには桁内に横桁があることから、人道孔を通して移動することのできるサイズとした。

主桁側斜材定着具は、すべて角度が違い、主桁の上げ越し、温度によって、セット角度が微妙に変化する。また、そのセットには、高精度を必要とすることから、既設の主塔側定着具から、レーザーによって照射して、方向を確認した(写真-2)。

コンクリート打設は、橋脚施工時に設置した仮栈台に、ポンプ車を設置し、ブームを桁上まで伸ばし、桁上に配管を並べて行った。また、打設は中央・側径間側を同日とし、圧送性を考慮して、橋面上の配管長が50m以下ではスランプ12cm、それ以上ではスランプ15cmとした。

側径間閉合は、固定式支保工により施工した。側径間部にも斜材定着部があり、型枠が複雑な形状をとることから、型枠は張出施工時に用いたステンレス型枠を改造して用いることとした。また、移動式作業車は、解体撤去によって生じる主塔のアンバランスモーメントを軽減するために、カウンターウエイトとして残した。風や温度変化による既設ブロックの変位は、約50tのウエイトコンクリートを地面に打設し、総ねじPC鋼棒と四角支柱を用いて固定した。

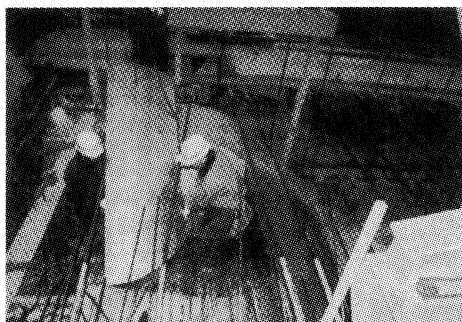


写真-1 埋込型枠

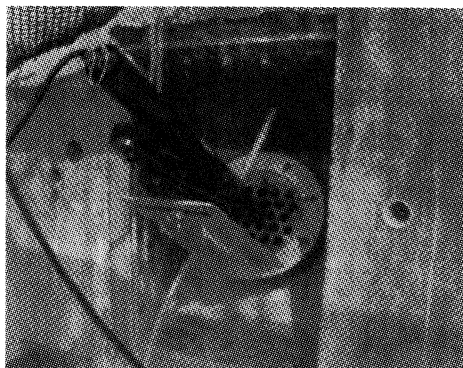


写真-2 レーザー照射

5. 主塔の施工

主塔足場は総足場工法を採用し、斜材架設・斜材グラウト等の施工にも使用することから、主塔施工完了後も残した。主塔は17ロットに分割して施工し、3、7、13ロットにブラケットを取り付けて、枠組み足場を組み立てた。資材の揚重にはタワークレーン(100tm)、人の昇降にはエレベーターを使用した。海上であることから、タワークレーンの基礎は、直接地面に設置できず、総ねじPC鋼棒・埋込ボルトにより、橋脚に大型ブラケットを取り付ける方法とした。

主塔側斜材定着具の固定は、鉄骨を主塔躯体に埋め込むことにより行った。鉄骨は、工場で地組したものを搬入し、仮栈台にて斜材定着具を仮セットした後、建て込みを行った(写真-3)。鉄骨建て込み後、定着具の本セットを行った。調整治具を水平・鉛直方向、ねじれが独立で調整できる構造に改良して、セット作業をスムーズにできるようにした(写真-4)。

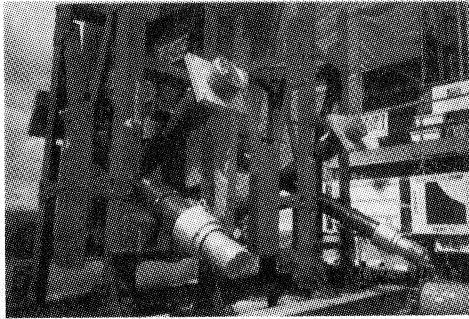


写真-3 斜材定着具地組

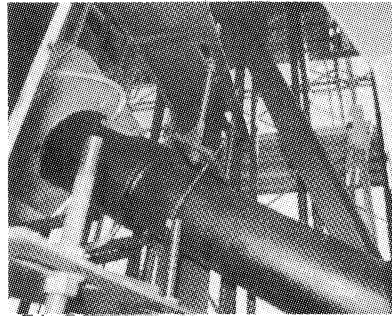


写真-4 斜材定着具調整治具

主塔コンクリートは、設計基準強度 40N/mm²、スランプ 15cm とし、打設は、主桁と同様に、仮栈台にポンプ車を配置し、橋脚・主塔に配管を固定して行った。主塔には、タワークレーンとエレベーターが水平ステータを介して接合されているため、これらの使用による振動が硬化中のコンクリートに悪影響を与えることから、打設終了から翌々日の朝まで使用を禁止した。

6. 斜材の施工

本橋の斜材は、フレシネー工法Hシステムを使用した。架設方法は、まず、7.5m で搬入したPE管を所定の長さに溶着し、タワークレーンで主塔側端を吊り上げ、仮固定する。ウィンチにより主桁側端部を定着具付近まで引っ張り、仮固定する。次に、プッシングマシンで、PC鋼より線1本を主塔側より挿入し、シングルストランドジャッキを用いて、主塔側から仮緊張し、PE管のたるみをとる。その後、すべてのPC鋼より線(24~37本)を配置し、本緊張する。

通常、本緊張は、モノグループシステムジャッキ4台を用いて、一括で行うが、本橋では、張出施工中に張力の調整をしないので、安全性・作業性・経済性の観点から、シングルストランドジャッキを用いて1本ずつ緊張する1本緊張方式を採用した。導入張力は、主塔・主桁の弾性変形、斜材のたるみの減少により変化することから、1本ずつ導入力を変えて施工した(写真-5)。

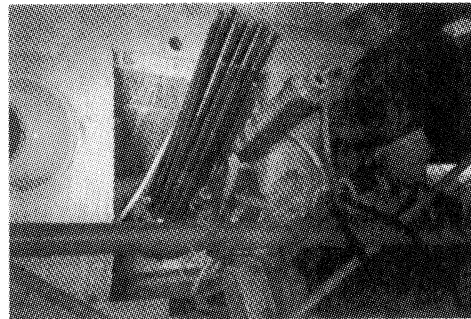


写真-5 1本緊張方式

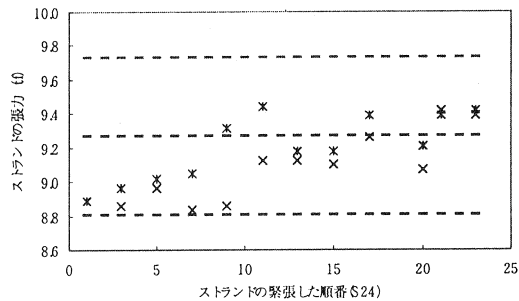


図-3 PC鋼より線の緊張作業終了後の誤差

また、PC鋼より線を主塔を挟んで交互に緊張することで、ジャッキの台数を4台から2台に変更した。また平行する2本の斜材を同張力とするため、ポンプに分岐盤を取付て、精度を高めるとともに、ポンプも2台から1台に変更した。

図-3に、緊張完了後のPC鋼より線1本1本の張力誤差を示す。すべて誤差は5%以内となり、良好な施工管理となった。

7. 斜材張力調整の施工

中央閉合後の斜材張力調整は、主桁側から行った。緊張台車は、橋面上から吊り下げるタイプとし、ロー

ラーをつけて、容易に動かせる構造とした。ジャッキ重量は約1tあり、斜材の角度も一本ずつ違うため、セット作業に時間を要することが予想された。そこで、上下、左右、鉛直・水平の角度を調整できるジャッキ台車を製作し、1台の緊張台車に2台のジャッキ台車を配置し、スムーズに作業できるようにした(写真-6)。

調整量は、主桁応力度・斜材張力が許容値以内となる範囲で変更し、橋面高さを修正した。緊張作業は、主塔、中央径間を挟んで対称(4段8斜材)とし、緊張順序は、主桁応力度が許容値以内になるように決定した。張力調整後の橋面高さは、図-4に示す通りであり、誤差は最大で30mmであり、良好な結果が得られた。

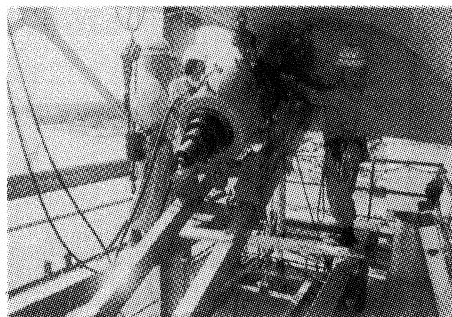


写真-6 張力調整状況

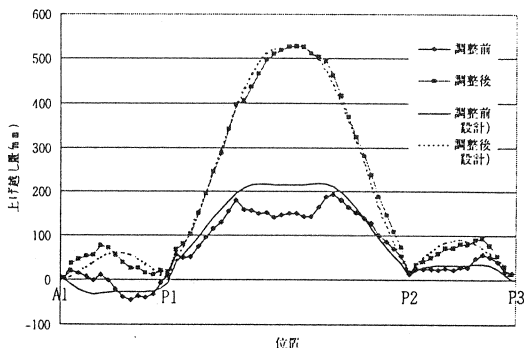


図-4 張力調整時の上げ越し量

8. 斜材グラウト

斜材グラウトの施工は、主桁側定着具から橋面付近までの1次グラウトと、それ以上の2次グラウト、3次グラウトに分けて行った。前記の緊張台車を用いて、桁下から一次注入を行い、2次注入は橋面上から行った。

PE管の許容内圧は、温度によって急激に減少する(図-5)。施工時期は6月であり、比較的温度の高くない時期ではあったが、日中のPE管温度は、60℃を越える実測値となった。最長の斜材は、ヘッド差が60mを超え、許容値を超える場合がある。そこで、2次注入はヘッド差を30mに抑え、残りを3次注入することで対処した。また、PE管にセットした圧力計で、真の圧力を計測し、安全性を確認しながら注入した。

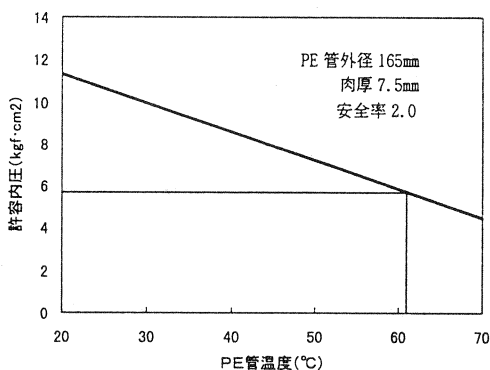


図-5 PE管温度-許容内圧の関係

9. 計測工

計測項目は、主桁ではレベル・応力・温度、主塔では傾斜・応力・温度、斜材では張力・温度である。ここで、斜材温度測定はダミーケーブルを用いた。図-6に計器配置一覧図を示す。

また、計測管理に関しては、計測管理システムを構築した。計測管理システムの流れは、各施工ステップごとに主桁変形・斜材張力変化等を自動計測

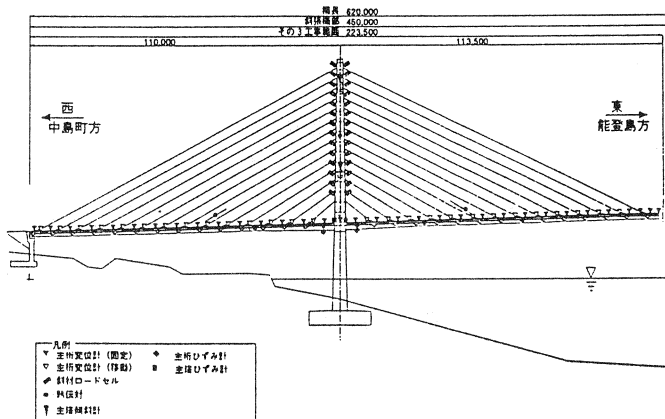


図-6 計測配置一覧図

し、計算値と実測値を比較し、誤差分析、将来予測を行ない、以後の上越し量・斜材張力の変更を行なうものである。

計測管理の工程を図-7に示す。自動計測は常時行ったが、斜材張力・主桁上げ越し量の変更を行うために、コンクリート打設、斜材緊張での変化量に着目し、そのデータにより将来予測をした。図-8に主桁レベルの計測結果例を示す。本例は、標準張出時で、最も主桁のたわみが大きい施工ステップである。許容誤差以内に入っており、良好な計測管理をすることができた。

日数	作業内容	計測ステップ	決定事項	将来予測
1		コンクリート打設	セット高決定	
2	ワーゲン移動 型枠セット			
3		ワーゲン移動		将来予測
4				
5				
6				
7				
8				
9		鉄筋PC組立	高セット高決定	
10	型枠蓋セット			
11	コンクリート打設			
12				
13	ワーゲン移動 型枠セット	コンクリート打設	セット高決定	
14		ワーゲン移動		将来予測
15				
16			斜材張力決定	
17	斜材緊張	鉄筋PC組立		
18	張力チェック	斜材緊張	高セット高決定	将来予測
19	型枠蓋セット			
20	コンクリート打設			

図-7 計測管理工程

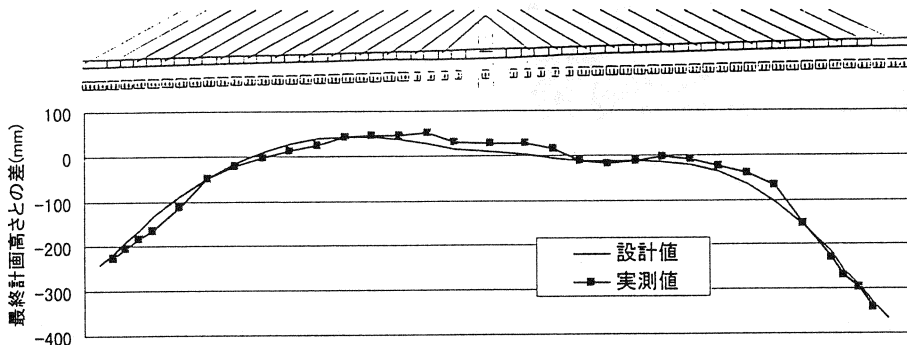


図-8 主桁計測結果例

また、温度の影響により、主桁のたわみが変化することから、事前に温度影響値を計算し、温度補正を行った。図-9に、晴天時の張出し先端での主桁の高さ変化と温度変化の実測例を示す。温度影響値の計算結果に、温度補正係数を考慮することによって、温度補正後の桁レベルを高い精度で把握することができた。

あとがき

本橋は、橋面工の施工も終え、平成11年3月27日に無事開通した。本橋の設計、施工にあたりご指導ならびに貴重なご助言をいただいた「能登島架橋検討委員会(委員長 京都大学 長谷川 高士 教授)」の委員の方々をはじめとする関係各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 中能登農道橋の施工: 橋梁と基礎 vol.33 pp1-10:1999.6
- 2) 能登島農道橋(仮称)の施工: 第8回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集 pp313-318:1998.10

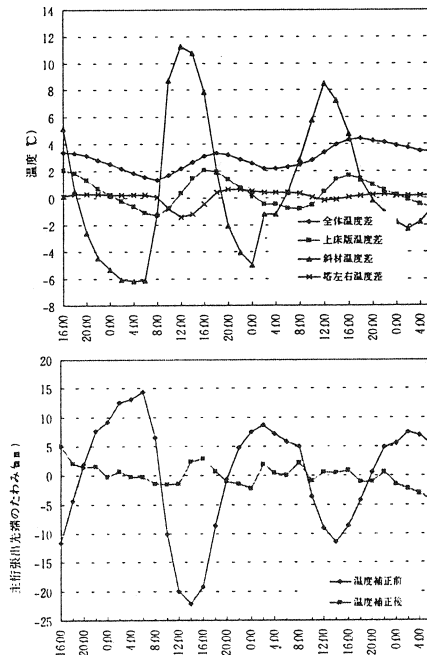


図-9 温度・主桁計測(77m張出)