



## 鷹島肥前大橋（仮称）3P主塔について

県北振興局田平土木事務所 鷹島肥前大橋建設課 ◎松尾 勝  
○中村 泰博

### 1. はじめに

鷹島肥前大橋は県内初の鉄筋コンクリート主塔の斜張橋として建設を進めているが、渡海橋であるためコンクリート主塔の耐久性能が橋梁の長期的な供用性を大きく左右するものであり、設計の考え方と現地施工の一体化が求められる。

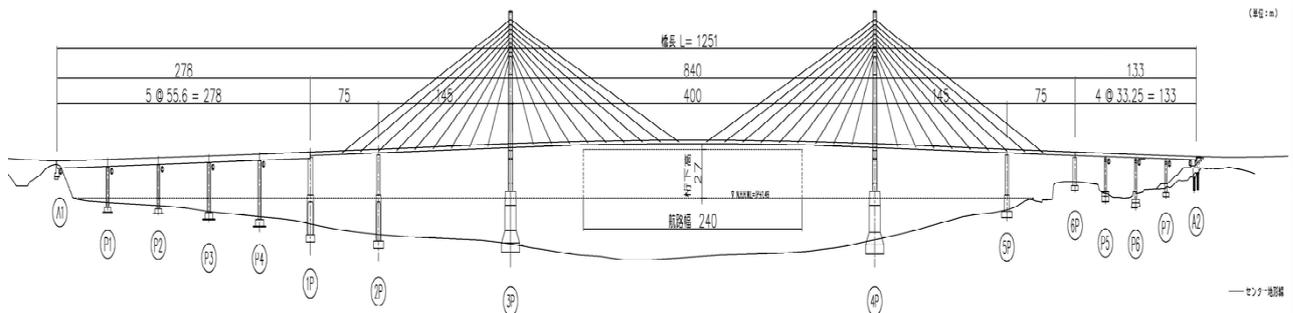
特に、コンクリート打設に当たっては海上施工のためJIS工場からの材料供給を受けられず、コンクリートプラント船による打設となるため、コンクリートの配合はもとより、配筋・型枠組立の段階から詳細な検討を行い現地の施工を進めている。

長崎県で施工を行っている3P主塔は平成17年8月から着手し、主塔高さ100mのうち現在約半分までの工事進捗となっているが、本報告は、設計段階での検討内容と現場での管理並びに施工方法について報告を行うものである。

### 2. 鷹島肥前大橋概要

#### 1) 鷹島肥前大橋（斜張橋部）の諸元

形式：5径間連続斜張橋 支間割：L=220m+400m+220m=840m  
主塔：逆Y型下絞り H=100m 主桁：フェアリング無しの1箱桁鋼床版



【図-1 鷹島肥前大橋一般図】

#### 2) 設計段階でのポイント（コスト縮減への対応）

- ①逆Y型下絞りの鉄筋コンクリート主塔の採用。
- ②レベル2地震時における主塔基部の塑性化を許容した耐震性能の採用。
- ③低減活荷重の採用。
- ④フェアリング無し断面の採用。
- ⑤現場製作型ノングラウトケーブルの採用。

### 3. 主塔設計の概要

#### 1) 防錆対策について

- ①塗装（エポキシ）鉄筋の使用。
- ②十分なかぶりの確保。
- ③耐久性及び鋼材の保護の観点から最大水セメント比を40%に設定。

①、②については、道路橋示方書の塩害に対する検討に従い対策を行った。

なお、主塔の水平材部より上は上部構造と考え道示Ⅲコンクリート橋編を水平材部より下の部分を橋脚と考え道示Ⅳ下部工編を適用した。

また、本橋の地域区分はC地域、構造区分としては鉄筋コンクリート構造から(3)とした。

\* 塗装鉄筋の使用

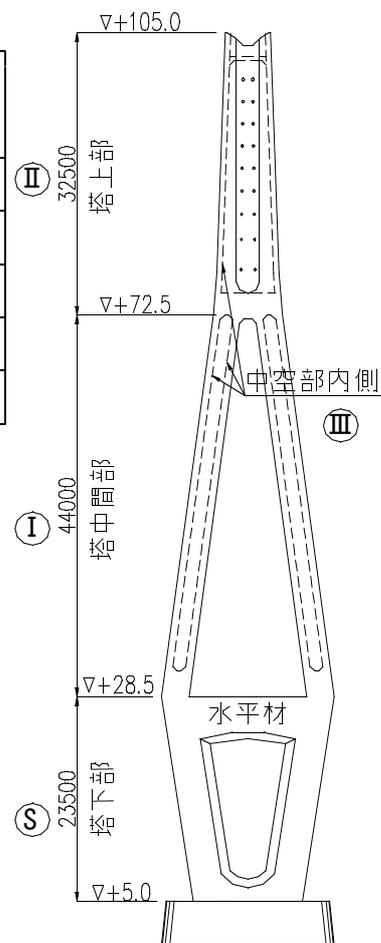
地域 構造 区分	海岸からの距離	対策 区分	塩害の影響による 最小かぶり(純かぶり)	
			コンクリート橋編	下部工編
C (3)	海岸線から20mまで	S	70mm*	90mm*
	20mをこえて50mまで	I	70mm*	90mm
	50mをこえて100mまで	II	70mm	70mm
	100mをこえて200mまで	III	50mm	50mm

【表-1 道路橋示方書・同解説 塩害の影響地域・最小かぶり】

上記塩害対策を踏まえ、主鉄筋中心での最小かぶりを下記のように決定し、純かぶりを確保した。

部 位	対策 区分	最小純 かぶり	設計純 かぶり	主鉄筋中心 最小かぶり	
塔上部	II	70mm	93.0mm	D38	150mm
中間部	I	70mm*	86.5mm	D51	150mm
水平材	S	90mm*	104.5mm	D51	180mm
塔下部			96.5mm		
中空部	III	50mm	86.5mm	D51	150mm

【表-2 主塔最小かぶり】



【図-2 主塔塩害区分】

#### 2) 使用材料について

- ①コンクリート： $\sigma_{ck}=40\text{ N/mm}^2$ の高強度コンクリートの採用。
  - ②鉄筋：軸方向鉄筋については塔下部、水平材部でSD490を使用。
  - ③セメント：温度ひび割れを最小限に抑えるため低発熱ポルトランドセメントの採用。
- ①：主塔の高さが頂版コンクリートから100mの高高度となるため、 $40\text{ N/mm}^2$ の高強度コンクリートとSD490鉄筋の高強度材料を採用し、主塔断面の縮小並びに耐震性能の向上を図った。

ちなみに、設計基準強度が $36\text{ N/mm}^2$ を超えるコンクリートが一般的に高強度コンクリートと呼ばれている。

②：鷹島肥前大橋の主塔形状は、技術検討委員会の審議により景観性及び経済性に優れ、構造上、施工上特に問題の無いという理由から逆Y型下絞り形状が選定された。

しかしながら、塔基部が地震力に対して厳しい形状であるため、当初設計ではSD345のD51鉄筋を150mmピッチの3段配筋で計画していた。

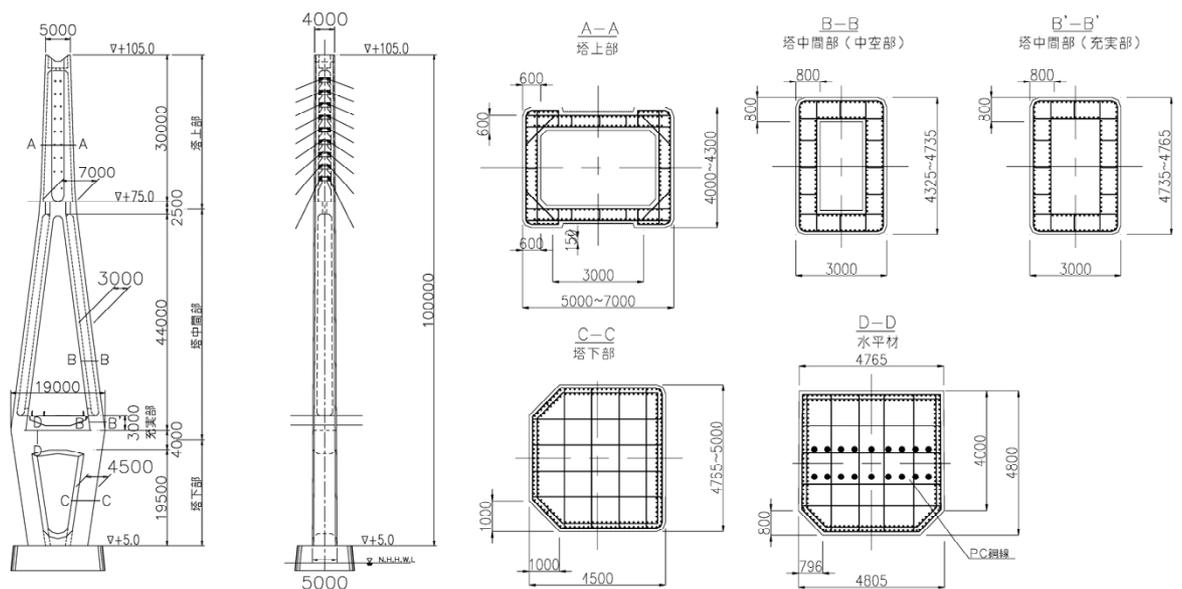
最終的には、SD490鉄筋の採用により2段配筋の構造となったが、現場の施工は写真-1、2に示す様にD51の主筋とD25の帯鉄筋、中間帯鉄筋が交錯するため、SD345を使用した3段配筋の場合、配筋時における作業性の低下及びコンクリート打設時における骨材の流動不足も心配されることから、結果的にはSD490鉄筋の使用による2段配筋を選択して正解であった。



【写真-1 1リフト中間帯鉄筋】

【写真-2 1リフト主筋・帯鉄筋】

また、主塔の断面諸元について以下のとおりとなっている。



【図-3 主塔配筋図】

【表－3 R C主塔断面諸元】

コンクリート基本設計強度 $\sigma_{ck}$				40 N/mm <sup>2</sup>				
断面	主鉄筋中心かぶり (mm)		壁厚 (mm)	軸方向鉄筋		帯鉄筋	中間帯鉄筋	
	外側	内側		径,ピッチ	材質	径,ピッチ	径,ピッチ	材質
A-A 塔上部 ----- 表面筋	外側 150	内側 150	600	D38@150	SD345	D22@150	D16@150	SD345
				D16@150	SD345	D16@150	—	SD345
B-B 塔中間部	外側 150	内側 150	800	D51@150	SD345	D19@150	D19@150	SD345
C-C 塔下部	1段目180	2段目330	充実	D51@150	SD490	D25@150	D25@150	SD345
D-D 水平材	1段目180	2段目330	充実	D51@150	SD490	D29@150	D29@150	SD345

③：コンクリート打設に伴う水和熱によるひび割れ（いわゆる温度ひび割れ）の発生が懸念されたため、低発熱ポルトランドセメントを使用した。

なお、事前に低発熱ポルトランドセメントを使用した場合の温度解析を行ったが、ひび割れ指数が0.60～0.91と非常に小さい値であった。

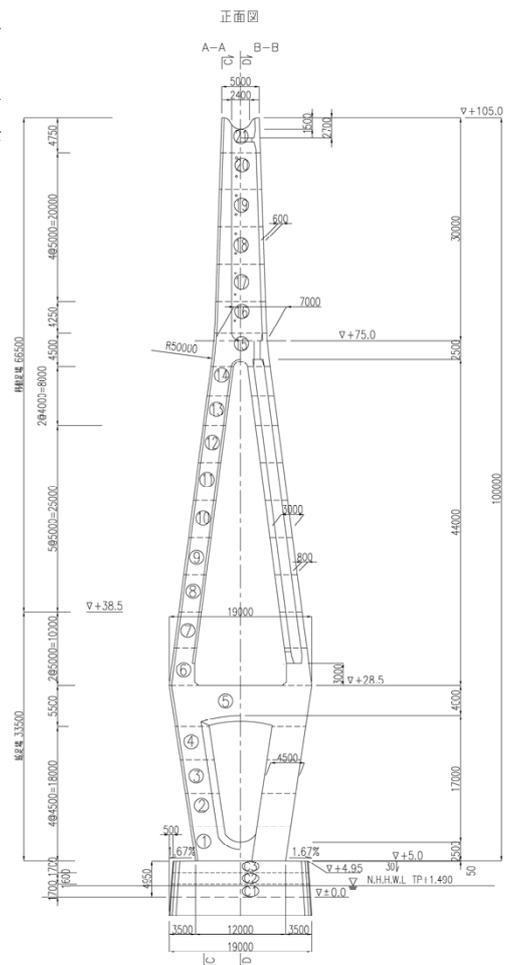
ひび割れ指数を改善する場合は、パイプクーリングや単位セメント量の低減、骨材のプレクーリング等が有効であるが、それらの対策を行っても工費的に増額になるばかりか、改善効果を具体的に数値等で表すことが困難であるため、有害なひび割れが発生した場合は、供用前までにひび割れ部分の補修を行うこととして打設を行った。

塔下部、水平材の打設時期は右図に示すように平成17年11月から平成18年3月までの気温の低い時期の打設であった。

結果的に現段階では3P主塔、佐賀県施工の4P主塔とも温度ひび割れに起因する有害なクラックの発生は認められなかった。

表－4 リフト別コンクリート打設量

リフト	Co(m <sup>3</sup> )	Co種類	打設日	
			3P主塔	4P主塔
⑩	94.3	普通ポルトランドセメント 40-18-20	H18.8.11	
⑨	95.1		H18.7.24	
⑧	95.9		H18.7.8	H18.7.24
⑦	96.7		H18.5.27	H18.6.7
⑥	134.4		H18.4.30	H18.5.18
⑤	454.5	低熱ポルトランドセメント 40-18-20	H18.3.31	H18.4.16
④	186.7		H18.1.31	H18.2.19
③	188.5		H18.1.11	H18.1.31
②	190.3		H17.12.8	H18.1.16
①	240.2		H17.11.15	H17.12.20



【図－4 主塔リフト割り図】

#### 4. コンクリート打設について

前項までに記述した様に、斜張橋のメインタワーとなる主塔は防錆機能、施工性を考慮した設計となっているが、実施工に関してはコンクリート打設時における品質管理、施工管理が最も重要となる。

以下に、当現場で実施した品質管理ならびに打設方法を示す。

##### ①単位水量測定項目の追加

コンクリート打設時における、品質管理については国土交通省より平成15年10月2日付け「レディーミクストコンクリートの品質確保について」の通知がなされており、スランプ、空気量、コンクリート温度等の従来の品質管理に加えて、コンクリート打設時における単位水量の確認を行いながら打設を行った。

なお、単位水量の測定については、単位水量測定器と「エアメーター法による単位水量推定マニュアル（土木研究所法）」の2通りの方法があるが、近隣の生コン工場、請負JVとも単位水量測定器を所有していなかったため、土木研究所法による測定を実施した。

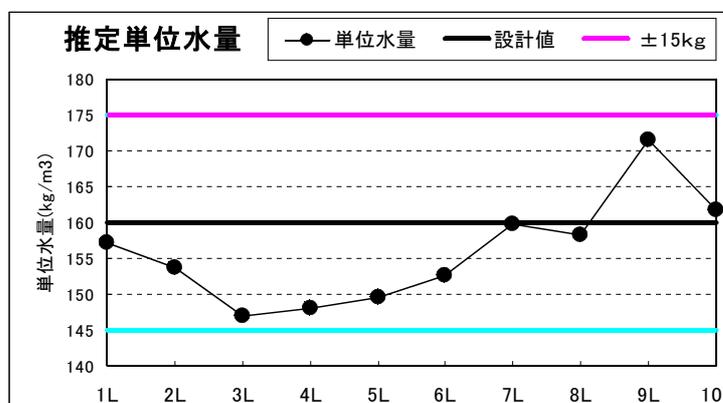
単位水量の測定については1日当たり打設量が100m<sup>3</sup>以上施工する工事を対象としており、管理値の概略については以下の様になっている。

- ・配合設計±15kg/m<sup>3</sup>の範囲内の場合はそのまま施工。
- ・配合設計±15を越え±20kg/m<sup>3</sup>の場合は水量変動の原因を調査し、生コン製造者に改善を指示し、その運搬車の生コンは打設する。その後、配合設計±15kg/m<sup>3</sup>以内で安定するまで、運搬車の3台ごとに1回測定を行うこととする。
- ・配合設計±20kg/m<sup>3</sup>の指示値を超える場合は、生コンを打ち込まずに持ち帰らせ、水量変動の原因を調査し、生コン製造者に改善を指示しなければならない。その後全運搬車の測定を行い、配合設計±20kg/m<sup>3</sup>の以内になることを確認する。

更に配合設計±15kg/m<sup>3</sup>以内で安定するまで、運搬車の3台毎に1回、単位水量の測定を行うこととする。

主塔打設における、1リフト目から8リフト目までの結果を以下に示す。

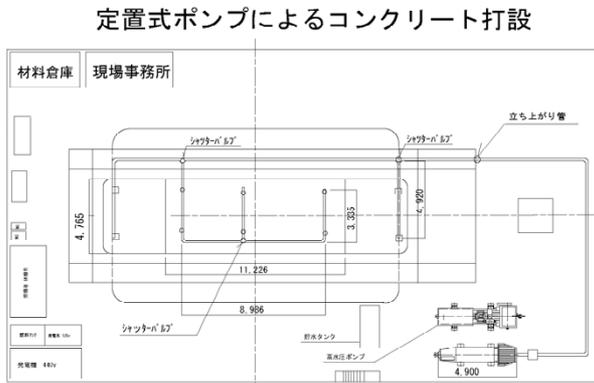
右に示すように、1リフトから8リフトまでは全て管理値の範囲内となっており単位水量に関する品質の確保は保たれているものと推測される。今後は夏場の打設となるため、更に厳しい状況となることが予想されるが、今まで以上の品質確保に努めたい。



【表-5 単位水量推定結果】

## ②水平材打設時の配管

水平材の打設において、C P 船による打設はブーム打設時の筒先の振り回しが困難であること並びにC P 船の移動に伴う打設時間の長期化が予測されたことから、ケーソン頂版上の定置式ポンプから水平材までを鉛直配管とし、水平材上での配管を図一5の様に配置することとした。



【図一5 水平材（5リフト目）配管状況】

打設手順としては、水平材部が配筋が密なうえ、打設高さが5.5m、打設量が約450m<sup>3</sup>となるマスコンクリートであることから、縦方向を50cmピッチの11層毎に分けて打設する方法をとった。

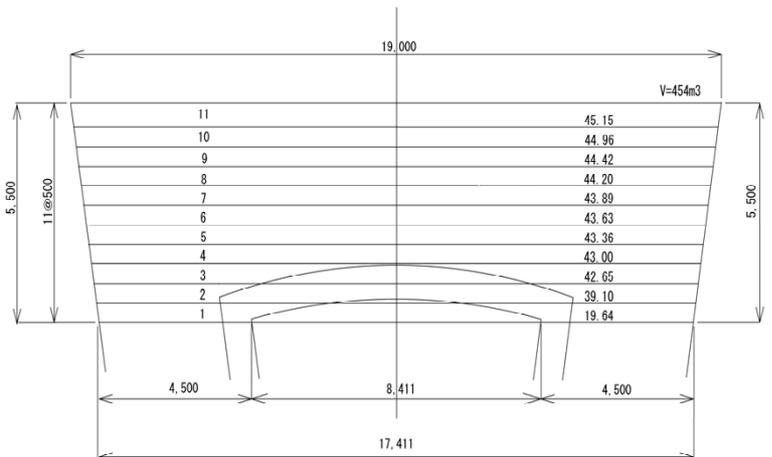
なお、水平材の柱部、梁部にスムーズに打設が行えるよう、配管の各所にはシャッターバルブを設置し、各打設箇所での打ち上がり速度を確認しながらシャッターバルブを順次開閉し、10箇所（注：原文は10箇所と記載）の打設口から施工した。

なお、上記方法による現地での施工は、午前7時から翌日の午前5時までの22時間（時間当たり約20m<sup>3</sup>/h、打上り高さ約0.25m/h）の打設時間を要したが、水平材部の確実な施工ができたものと確信している。

## 5. おわりに

鷹島肥前大橋は、平成20年度完成に向け桁製作、桁架設の発注を順次行い、主塔が完成する平成19年3月以降主桁の架設工事に着手する予定である。

コスト削減に向け様々な検討がなされてきた鷹島肥前大橋であるが、ライフサイクルコストの低減に向け、品質管理と施工管理について今後も注意深く行っていきたい。



【図一6 水平材打設要領】