

水中不分離性コンクリートによる大規模橋梁基礎の施工

本州四国連絡橋公団第一建設局 建設第一課長

村 瀬 佐太美

本州四国連絡橋公団第一建設局 垂水工事事務所 第三工事長

岡 田 凌 太

本州四国連絡橋公団第一建設局 設計課

○那 須 清 吾

1. 工事概要

明石海峡大橋主塔基礎2P、3Pは、大水深、強潮流の厳しい条件下で施工された設置ケーソン基礎であり、海水中に直接コンクリートを打設することから、水中不分離性コンクリートが開発、採用された。2P、3Pそれぞれの打設量は約26万 m^3 、24万 m^3 であり、約1年の工期で平成2年12月に完了した。

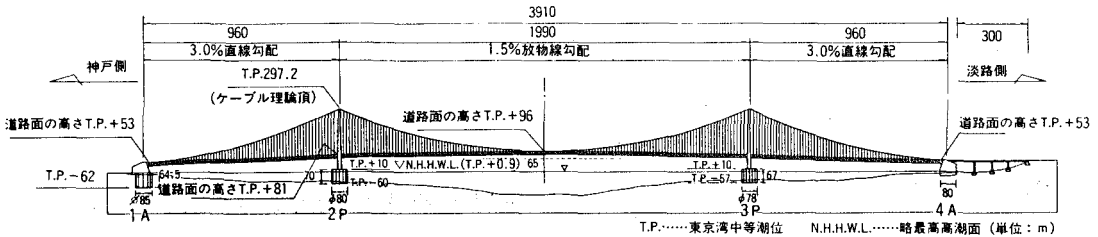


図-1 明石海峡大橋一般図

2. 水中コンクリートの施工

主塔基礎一般図を図-2に、水中コンクリートの施工実績を表-1に示す。施工は表-2に示す設備（主要）をコンクリートプラント台船、資材台船及びケーソン内に配備し、内核部と二重壁部に分けて行った。内核部は、平面積約2400 m^2 を24本の打設管（コンクリートの最大流動距離を8mに制限）により4m程度のリフト厚で層状打設した。各打設管から排出されたコンクリートは水平方向に同心円上に流動し、隣接した打設管から排出されたコンクリートと合流し一体化した。

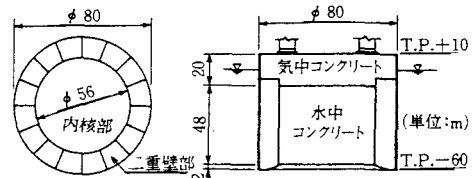


図-2 主塔基礎一般図（2P）

二重壁部はケーソンの鋼材により16分割されており、各区画をそれぞれ底板からTP-5mまで（高さ2P；55m、3P；52m）6本の打設管により一挙に打設した。このため、コンクリートの上昇に伴って打設管の切り離し作業を行い、また打設中はケーソンへのコンクリート側圧、及び打設速度を十分管理して施工を行った。

表-1 施工実績

	2P		3P	
	内核部	二重壁部	内核部	二重壁部
打 設 割 数	14	16	11	16
平均打設時間/回	50.5	52.6	54.4	46.8
平均打設量 m^3 /回	8,991	8,723	9,991	7,984
時間当打設量 m^3	178	166	184	171
総打設量 m^3	125,878	139,569	109,905	127,743

表-2 主要設備の仕様

3. 水中不分離性コンクリートの特徴

施工において、内核部では長時間流動すること、二重壁部ではケーソンをコンクリート側圧から守るために、8時間後には硬化し始めなければならないこと、マスコンクリートであることから、温度応力ひびわれを配慮して、表-3に示す要求品質を決定した。

設 備	仕 様
コンクリート製造設備	強制2軸ミキサー（2P-3.0 m^3 、3P-2.5 m^3 ）X2系列
ブレンディング設備	（2P）製氷設備（3P）チラー、オートストレイザー
海水淡水化装置	（2P）逆浸透幕式（3P）蒸留式144 m^3 /日
濁水処理設備	清水30 m^3 /日、海水20 m^3 /日
材料貯蔵設備	無補給で連続打設9,000 m^3 可能
打設設備	打設管引上装置、打継目処理機、7ジータ（40 m^2 ） コンクリートポンプ42 m^3 /時 X 8機

Satami MURASE, Ryota OKADA, Seigo NASU

セメントは低発熱化するために、ポルトランドセメント分の少ない（20%程度）三成分系セメントを採用し、必要な強度を確保するために、セメント、スラグの粉末度を上げた。また、セルローズ系の粘調剤により水中不分離性を、高性能減水剤と遅延剤により流動性とその持続性を与えた。なお、施工に用いたコンクリートの配合は、セメント320kg/m³、水208～223kg/m³、細骨材率40%であった。

表-3 要求品質

項 目	特殊水中コンクリート
設計基準強度（91日）	$\sigma_{91}=180\text{kgf/cm}^2$
水中／気中供試体強度比	0.8以上
スランブフロー	$52.5 \pm 2.5\text{cm}$
スランブフロー保持時間	8時間以上
凝結開始時間	30時間程度以内
断熱温度上昇量	30度以下

4. 水中不分離性コンクリートの品質

スランブフローについて、2P内核部の例では練上及時で53.3cm（平均）、8時間後で51.7cm（平均）と良好な結果を得た。図-3に示す例のように所要の流動性も確保されており、また、流動性が悪くなる合流部付近での強度低下が設計基準強度を侵すことはなかった（表-4参照）。コンクリート温度は、温度応力ひびわれを防ぐために、表-2に示したブレーキング設備を使用し、打設温度20℃以下、最高温度50℃程度に設定して管理した（図-4参照）。

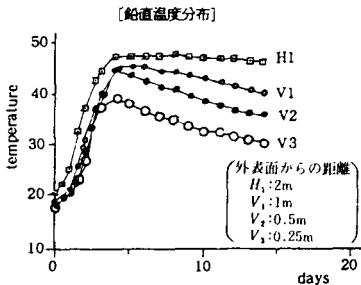
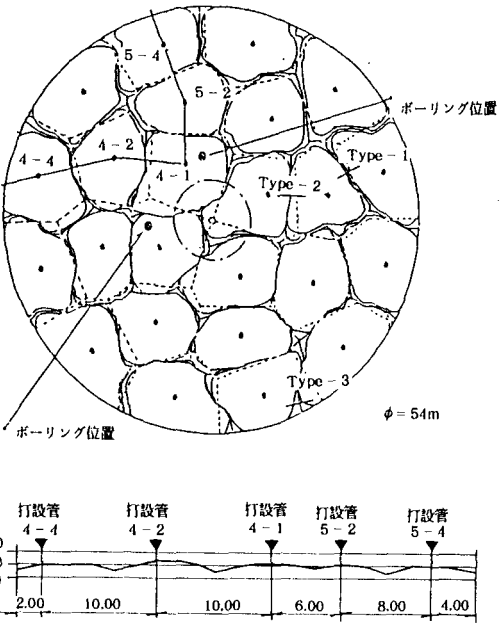


図-4 3P内核部温度測定結果

図-3 内核部の出来形（最上断層）

表-4 強度試験結果

単位: kgf/cm²

項 目	2 P				3 P				
	試料数	平均	最小	標準偏差	試料数	平均	最小	標準偏差	
水中供試体強度（材令91日）	133	248	227	8.9	118	238	208	10.5	
水中／気中強度比（材令91日）	133	0.86	0.80	0.03	118	0.89	0.81	0.04	
ボーリングコアの 圧縮強度	一般部	52	259	221	20.3	54	272	191	41.1
	合流部	6	205	182	32.4	13	223	201	21.6
ボーリングコアの 引張強度	一般部	15	23.4	17.4	2.61	12	19.8	14.3	5.4
	打継部	6	6.8	3.5	2.73	6	10.1	1.9	7.2

注） 水中供試体強度；水中で製作した供試体の圧縮強度

合流部；打設管により打設されたコンクリートが流動して、打設管と打設管の間で合流した部分

打継部；層状打設したコンクリート層間の接続部

5. あとがき

本工事で約50万m³の水中不分離性コンクリートを約1年間で無事完成させることができた。この結果、水中不分離性コンクリートの施工法の妥当性及び品質の優秀さを確認した。