

新若戸沈埋トンネルにおける充てんコンクリートの品質管理方法について

東亜建設工業(株) 新若戸沈埋作業所 正会員○村松 道雄
 東亜建設工業(株) 技術研究開発センター 正会員 羽瀨 貴士
 東亜建設工業(株) 技術研究開発センター 正会員 園部 了
 国土交通省九州地方整備局北九州港湾・空港事務所 正会員 石橋 透

1. 要旨

新若戸道路は、ひびきコンテナターミナルを中心とした「北九州港環黄海圏ハブポート構想」に基づき、若松地区から戸畑・小倉方面への交通アクセス確保のため、洞海湾を海底トンネルで横断する道路として計画されている(図-1)。

本工事は、「閉塞空間へのコンクリート充てん工法」を採用し、充てんコンクリートを使用した。これは JIS 規格外品のコンクリート(30-50-20BB)であり施工例が少ないため、品質を確保する管理方法として、「高速パケット通信網を構築した運行・打設管理システム」、並びに「中性子水分計を採用した単位水量の測定」を採用した。

2. 施工概要

今回製作した鋼コンクリート合成構造(フルサンドイッチ構造)の沈埋函は、標準寸法 H8.4m×B27.9m×L80.0m で、総重量約 24,000t である。海底部のトンネル 557m は、沈埋函を 7 函接続することによって片側二車線の道路トンネルとなる。沈埋函概要図を図-2 に、コンクリートの配合を表-1 に、品質管理項目を表-2 に示す。コンクリート打設は鋼殻を係留・浮遊した状態で行うため、鋼殻の偏心や異常な変形がないようにバランスよく図-3 に示す最適順序で行った。

3. 品質管理方法

鋼コンクリートサンドイッチ構造(特に上面鋼板や水平ダイヤフラム周辺)では、充填コンクリート打ち込みを中断すると充填性が損なわれるため、1つの区画ごとに連続して打設しなければならない。打設速度は打設部位によって異なり、貫通孔を通す箇所、筒先誘導機器を使用する箇所は打設準備に時間を要する。よって、無線や携帯電話を使用し連絡を密にとり効率よく統制する必要がある。そこで本工事では管理の効率化・省力化を目指し、情報伝達共有ツールとして通信ネットワークを構築

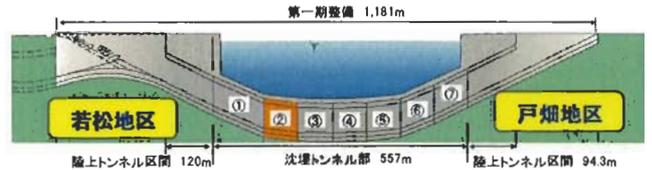


図-1 縦断面図

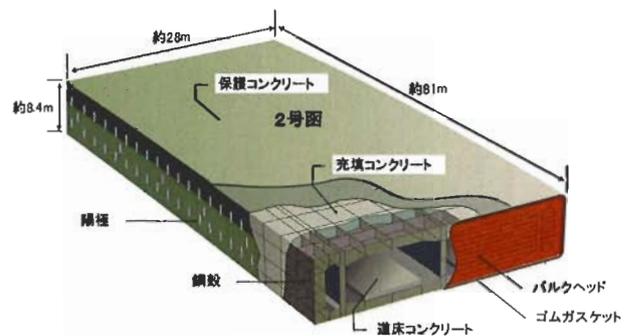


図-2 沈埋函概要図

表-1 コンクリート配合表

工場名	水セメント比 (%)	水	単位量 (kg/m ³)				SP ¹⁾ (C x wt%)	AE ²⁾ (C x wt%)	
			セメント	細骨材①	細骨材②	粗骨材①			粗骨材②
A工場	40.0	170	425	686	172	857	-	1.4~1.8	0.003~0.010
K工場	37.6	160	425	870	-	851	-	1.4~1.8	0.004~0.009
S工場	37.6	160	425	525	363	428	425	1.0~1.1	0.004~0.006

※1: SP: 高性能AE減水剤
 ※2: AE: 空気量調整剤
 ※温和剤添加率は、打設期間中の数値調整範囲

表-2 品質管理項目

試験項目	試験方法	判定基準	頻度(検査)
スラブフロー	JIS A 1150に準拠	50±10cm	最初の3台 および 1回/75m ³
気温	-	-	
コンクリート温度	-	-	
空気量	JIS A 1128に準拠	4.5±1.5%	
単位容積質量	JIS A 1116に準拠	2.3±0.05t/m ³	AM 1回、PM 1回
単位水量	中性子水分計	±20kg/m ³	
塩化物含有量	カンタブ	0.3kg/m ³ 以下	
圧縮強度試験	JIS A 1108に準拠	30N/mm ² 以上(σ ₂₈)	1回/150m ³

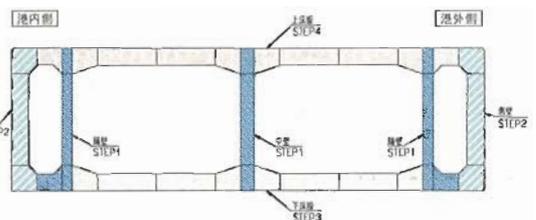


図-3 打設順序(STEP)図

キーワード: 沈埋トンネル, 充てんコンクリート, 打設管理システム, 中性子水分計
 〒810-0011 福岡市博多区博多駅前 3-5-7 東亜建設工業(株)九州支店 TEL 092-472-3715

し、情報を共有化できる「運行・打設管理システム」を採用した¹⁾。使用機器は、端末 PDA2 基、PC3 基、PHS カード5 枚である。運行・打設管理システムの特徴を図-4 に示す。まず工場担当者が練上り時間を入力することにより運行管理室担当者、筒先担当者は、アジテータ車の到着予定時間及び可使用時間を確認できた。次にコンクリート受入検査(フレッシュ性状試験)結果を入力することにより工場にコンクリートの性状をフィードバックし、混和剤添加率調整の参考とした。そして、運行管理室担当者がコンクリートポンプ車に配車した結果を入力することにより、筒先担当者は配車状況を把握できた。運行管理結果を表-3 に、打設時間管理結果を表-4 に示す。K 工場は運搬距離が長く運搬時間が平均 31 分かかったが、コンクリートの供給が途切れることの無いように打設速度を調整することができた。打設速度は部位により異なるが、時間当たり平均 44~52m³を打設することができた。コンクリートの可使用時間(練り上りから打ち込み完了まで)90 分に対して、平均時間 35 分で打ち込みを終えており、品質・運搬ともに安定供給とすることができた。

単位水量の測定には、比例計数管から発生した中性子の数が水素原子数に比例するという原理を利用した「中性子水分計」を採用した¹⁾。事前にキャリブレーションを実施し、作成した校正式を利用して、荷卸し時に測定された中性子数から単位水量を算定した。キャリブレーションの結果を図-5 に示す。各配合の全水量と熱中性子数との関係を表しており、R²が 0.965~0.977 と相関が良いことがわかる。中性子水分計による単位水量測定結果を図-6 に示す。中性子水分計の結果は設計単位水量に対して平均値-0.1kg/m³、標準偏差 5.7kg/m³の範囲で管理された。設計単位水量±20kg/m³の許容範囲に対して、95%が設計水量±10kg/m³の範囲で管理し打ち込むことができた。

4. おわりに

今回採用した2つの品質管理方法により、充てんコンクリート(約 6,500m³)を規格外品がないことを確認し、また RI 法による充填確認を実施し未充填箇所(直径 50cm 以上で、かつ深さが 5mm 以上の場合とされている)²⁾のないことが確認できた。今後のコンクリート品質確保の手法として参考になれば幸いである。

[参考文献]

- 1) 山田・北市・村松・北澤：「GPS を用いた運行管理と中性子水分計を用いた単位水量管理を適用した沈埋函本体コンクリートの施工」, コンクリート工学, Vol.43, No.10, p45-50, 2005.10
- 2) 新若戸道路充てんコンクリートマニュアル(案)



図-4 運行・打設システム概要

表-3 運行管理結果

	打設回数(回)	作業時間計(hr)	平均作業時間計(hr)	平均運搬時間(分)
A工場	15	83.09	5.32	0.07
K工場	5	29.31	5.54	0.31
S工場	4	26.06	6.31	0.10

表-4 打設時間管理結果

	打設回数(回)	作業時間計(hr)	平均作業時間計(hr)	平均打設速度(m ³ /hr)
STEP-1	6	33.44	5.37	45.2
STEP-2	5	31.51	6.22	46.1
STEP-3	6	37.21	6.13	44.2
STEP-4	7	35.50	5.07	52.4

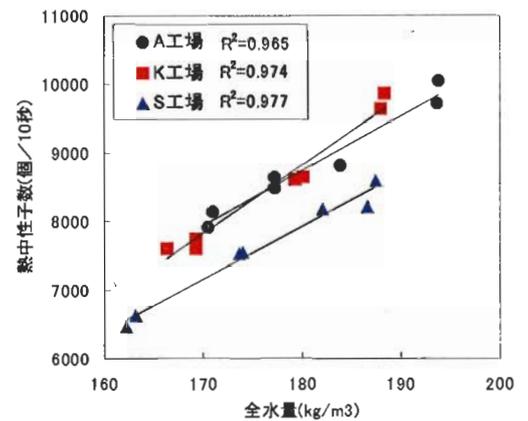


図-5 キャリブレーション結果

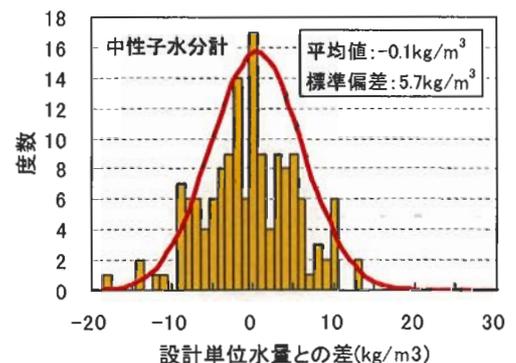


図-6 単位水量測定結果(中性子水分計)