

大水深下での水中不分離性コンクリート打設における 品質確保と施工管理方法の確立

愛媛県南予地方局建設部道路課
宇和島市建設部建設課

岡野 恭久
清水 康弘

○ 清水建設株式会社 土木技術本部 正会員 内田加苗
清水建設株式会社 土木技術本部 正会員 根本浩史
清水建設株式会社 関西支店 正会員 北河 聡

1. はじめに

九島大橋は愛媛県宇和島市街から九島へ渡る橋長 468m の 3 径間連続鋼床版箱桁橋である(図-1)。下部工構造は、RC 造のベルトタイプ式橋脚基礎(図-2)となっている。これまでベルトタイプ式橋脚基礎としては、関西空港や神戸空港の連絡橋などで鋼製タイプの採用がみられるが、RC 造のベルトタイプ式橋脚基礎は、本邦初施工である。橋脚据付け後に水深 30m で過密配筋されたフーチング内部に水中不分離性コンクリートを打ち込むため、その品質確保と施工管理方法を確立させる必要があった。そこで本工事では、設計時の要求性能を満足することと施工の確実性を確認するために、実施工に先立ち陸上で試験施工を実施した。その試験結果を整理し、実施工における施工方法、施工管理および品質管理方法の計画に反映した。



図-1 九島大橋

2. 試験施工概要

実施工を再現したモックアップにて、水中不分離性コンクリートの流動性、充填性の確認及び、強度特性(圧縮・引張・せん断・エポキシ鉄筋との付着)を把握する。

試験施工に用いた水中不分離性コンクリートの基本配合を表-1 に示す。これは、実施工で使用する基本配合と同じものとした。試験施工供試体を図-3、写真-1 に示す。プレキャスト部分・鋼管杭位置を反映させ、平面寸法を実寸大サイズで対称性を考え約 1/8 モデルとして再現した。また、コンクリートの流動性を確認するために、型枠の一部にアクリル板を使用した。流動距離は、最大約 3.3m とし、最少流動距離は約 60cm となるように、打設位置を設定した。型枠の高さも実寸大の 5.4m とし、型枠内に海水を満たし、水中施工を再現した。型枠内の水位を一定に保つために、海水越流部から常にオーバーフローするようにした。

試験打設は全 5 層とし、トレミー管で打設し、一層ごとに流動勾配、充填状況の確認を行った。

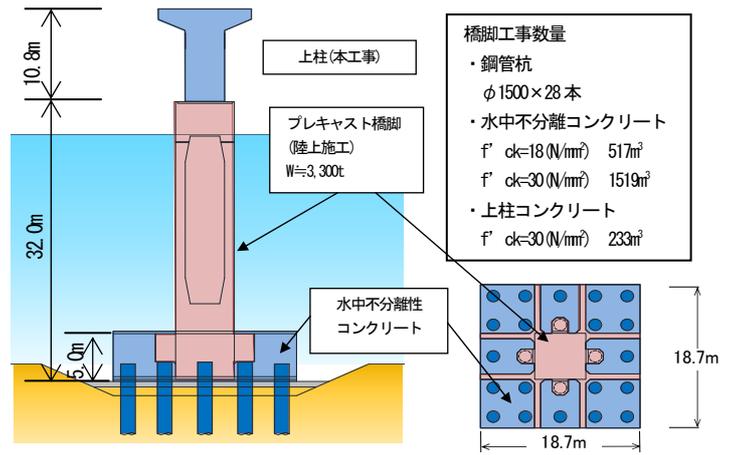


図-2 橋脚基礎概略図

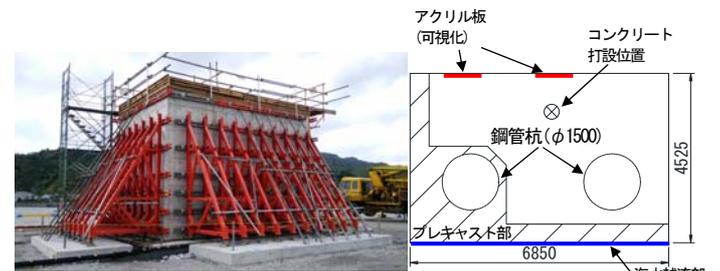


写真-1 試験供試体設置状況

図-3 試験供試体図

表-1 水中不分離性コンクリート基本配合表

設計基準強度 (N/mm ²)	スラブ フロー (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg)						
					セメント	水	細骨材	粗骨材	混和剤		
									減水剤	主剤	助剤
30	57.5	3	47	40	479	225	606	957	4.8	2.5	7.19

キーワード：水中不分離性コンクリート、ベルトタイプ基礎、試験施工、三次元温度応力解析

連絡先：〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1

清水建設株式会社 土木技術本部 設計部 TEL03-3561-3898

3. 試験施工結果

①流動性及び充填性

ワイヤーソー切断による充填性の確認を行った結果、すべての切断面において鉄筋の周囲に空洞、粗骨材の露出等の未充填箇所はなく、高い充填性があることが確認された。

②水中不分離性コンクリートの強度特性

(a)圧縮強度

圧縮強度試験結果を図-4に示す。これより、すべての流動距離にて、所定の強度を満足していることが分かった。

(b)引張り強度

流動距離の大小の影響は見られず、所定の強度を満足していた。

(c)せん断強度

コンクリートの簡易一面せん断試験機を使用し、その結果判定基準を満足していた。

(d)エポキシ鉄筋との付着強度

水中で作成した供試体の付着強度の結果、無塗装鉄筋に対する最大付着応力度の割合は $\tau/\tau_p = 1.04$ となり、ほぼ同等程度の結果が得られた。また、すべての値は設計で用いる付着強度 $\tau_{0a} = 1.53 (=1.8 \times 0.85) \text{ N/mm}^2$ 以下であり、判定基準を満足する結果が得られた。

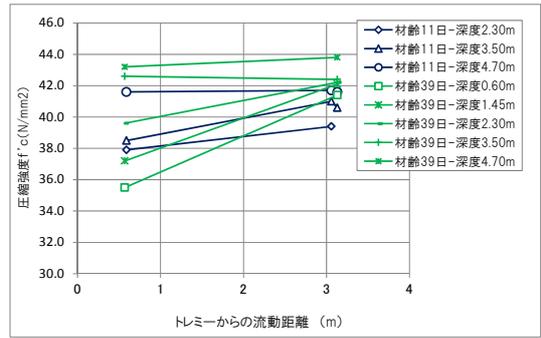


図-4 圧縮強度

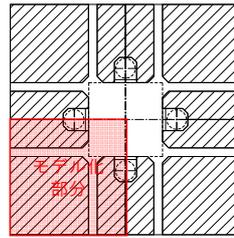


図-5 解析位置

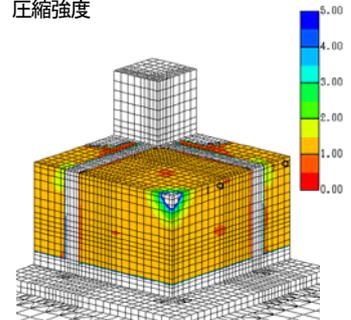


図-6 解析結果

4.3 次元温度応力解析

フーチング部はマスコンクリートであり、温度ひび割れの発生が懸念されたため、3次元温度応力解析を行い、ひび割れ幅の確認を行った。図-5に示す1/4モデルにより解析を行った結果を図-6に示す。これより、フーチング部は要求性能(許容ひび割れ幅 0.22mm)を満足することが確認された。

5. 実施工記録

フーチング下面まで一次コンクリートを打ち、フーチングコンクリートを打設した。(図-7)

試験施工の結果を元に実施工計画を以下のようにした。

- 図-9に示すように、打ち上がり高さ管理のため比抵抗センサーを筒先に設置し(筒先から10cm、30cm、80cm)、常に30cm~80cm程度コンクリート内にトレミー管が挿入されるように管理した。
- 打設順序は、仮支持杭部分のコンクリートを先行した。
- 不安定な打設初期に大きな偏荷重を作用させないため、相対している2室を交互に打設し、1日で打設を完了させた(図-8)。

比抵抗センサーにて測定された比抵抗値を図-10に示す。これより、10cmのセンサーは常にコンクリートに挿入されているため、比抵抗値はほぼ一定を示している。一方、筒先から80cmのセンサーはコンクリートの打込みに伴って、センサーがコンクリート中に埋没すると比抵抗値が上昇し、トレミー管を引上げてセンサーが海水中に移動すると比抵抗値が低下する結果となった。これより、電気比抵抗による水中不分離性コンクリートの筒先高さ管理方法は有効であると考えられる。

6. おわりに

以上の試験施工、温度ひび割れ解析結果を基に実施工を行い、施工中の不具合もなく、無事に施工を終えた。工事施工にあたりご指導いただきました愛媛県南予地方局建設部道路課の皆様をはじめ関係各位に厚く御礼申し上げます。

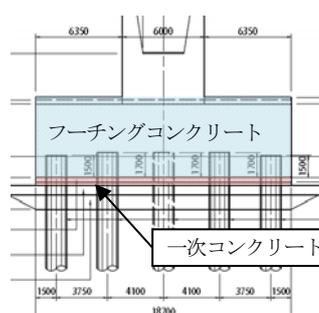


図-7 打設図

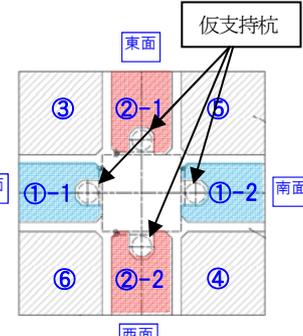


図-8 打設順序



比抵抗値の値

項目	比抵抗値 (Ω・m)
海水	0.25
砂利・コンクリート	2~10

図-9 電気比抵抗センサー

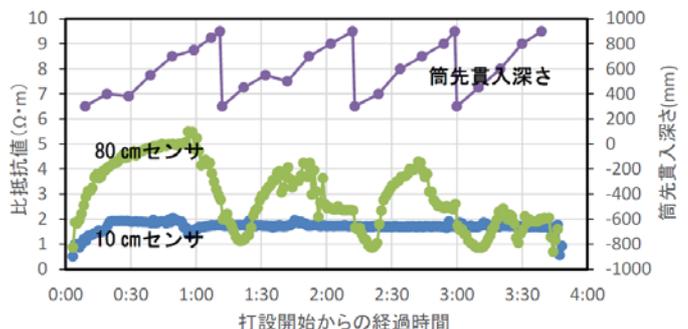


図-10 筒先貫入深さおよび比抵抗値