

水中 RC 施工技術の確立に向けて

本州四国連絡橋公団 長大橋技術センター 正会員 河口 浩二
同 正会員 ○古村 学
同 鳥羽 保行

1. はじめに

次世代の海峡横断道路プロジェクトにおいて計画されている超長大橋は、スパンもさることながら基礎の設置水深も 100m 超級と既往の実績を大きく超えるものもある。このような大水深でかつ合理的な基礎(柱部を RC 構造)に適用可能な水中 RC 施工技術を確認することを目的として水中鉄筋コンクリート(以下、「水中 RC」という)の施工性確認実験を行った。

2. 水中 RC 施工技術の必要性と検討課題

本州四国連絡橋の海中基礎形式は、これまで主として充実剛体基礎(設置ケーソン工法)が採用されてきた。これに対して、海峡横断道路プロジェクトでは、より合理的かつ経済的となる基礎形式として、ツインタワー基礎をはじめとした種々の基礎形式が提案されている。ツインタワー基礎(図-1)は、工費縮減(数量削減、施工性改善)を目的として、フーチング部を RC ケーソン、柱部を鋼殻ケーソン(鋼殻の内部は RC 構造)としている。柱部の RC 施工法は、水中施工やドライアップ後の気中施工が考えられる。今回報告する水中 RC 施工については、現時点で施工技術が確立されておらず、その実用化にあたっては、克服すべき課題がある。以下に基礎的検討課題を示す。

- ・ 水中 RC の施工特性の把握
(配筋への水中不分離性コンクリートの充填性等)
- ・ 水中 RC の鉄筋付着特性の把握
(配筋の海水中存置期間と付着強度の関係)

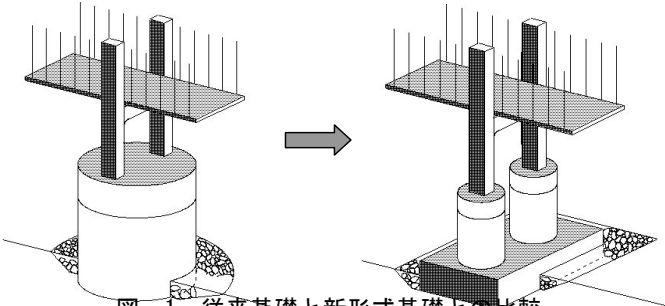


図-1 従来基礎と新形式基礎との比較

3. 基礎的実験の実施

水中 RC の施工特性、鉄筋付着特性を把握するため以下の基礎的実験を行った。

(1) 水中不分離性コンクリートの仕様及び配合

表-1 に要求品質(案)を、表-2 に配合(案)を示す。

表-1 水中不分離性コンクリートの要求品質(案)

項目	要求品質	参考(明石)	設定根拠等
設計基準強度	24(N/mm ²)	18(N/mm ²)	RC構造として設定
スランプフロー	60±5(cm)	52.5±2.5 (cm)	鉄筋の間隙を材料分離が生じることなく通過させる必要があることから、明石海峡大橋(無筋)より大きく設定
スランプフロー保持時間	4時間以上	8時間以上	比較的狭い部位を想定し保持時間を半分程度に設定
空気量	2±1(%以下)	5(%以下)	大水深(大水压)を考慮して設定
凝結始発時間	15時間程度	30時間程度	比較的狭い部位を想定し凝結始発時間を半分程度に設定
濁度	150ppm以内	150ppm以内	明石海峡大橋と同様
PH	12以下	12以下	明石海峡大橋と同様

表-2 水中不分離性コンクリートの配合(案)

W/C (%)	S/a (%)	単位量(kg/m ³)						
		W	C	LP	S	G	UWB	SP
60	42	220	367	116	663	928	2.53	9.66

C:低熱ポルトランドセメント…温度ひび割れの低減を考慮
LP:石灰石微粉末…材料分離抵抗性、自己充填性を考慮
UWB:水中不分離性混和剤(水溶性セルロースエーテル) W×1.15%
SP:ポリカルボン酸系高性能AE減水剤 P×2.0%

キーワード 海中基礎、水中鉄筋コンクリート、水中不分離性コンクリートの充填性、鉄筋付着特性
連絡先 〒651-0088 神戸市中央区小野柄通 4-1-22 アーバンエース三宮ビル TEL078-291-1075

(2) 水中 RC の施工特性の把握

1) 実験条件

基礎的実験ということで水圧は常圧とし、鉄筋量は一般的な鉄筋コンクリート構造(壁構造)の配筋を参考に 247kg/m^3 (水平筋 D32@150 mm、最小間隔 118 mm) とした。

2) 実験結果

水中 RC の施工特性に関する基礎的実験の結果をまとめると、以下の通りである。

- ・ スランプフロー保持時間、凝結始発時間ともに要求品質(案)を満足した。
- ・ 水中打設による濁度、PH は所定の要求品質以内であった。
- ・ 水中・気中強度比は、いずれも 0.9 以上であった。
- ・ 水中流動における流動勾配は約 5% であった。(実験水槽 7m)
- ・ 配筋された型枠内への水中不分離性コンクリートの打設において密実な充填性が確認された。ただし、コンクリートの表面部には、平均で 4.5mm 程度の弱層部が認められた。(図-2 参照)
- ・ 水中流動距離が 5m 以内であれば、強度低下や材料分離は生じ難いことが明らかとなった。
- ・ 鉄筋の付着特性は良好であり、流動距離が長く、天端に近い位置を除けば、RC 構造部材として十分な性能を有していた。(図-3 参照)
- ・ 鉄筋周りのコンクリートの塩化物含有量は、鋼材腐食限界濃度(1.2kg/m^3)を下回る結果となった。

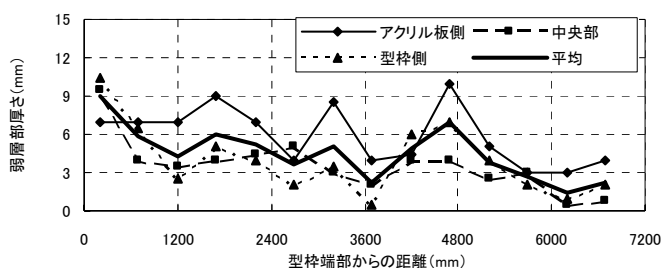


図-2 弱層部の厚さ

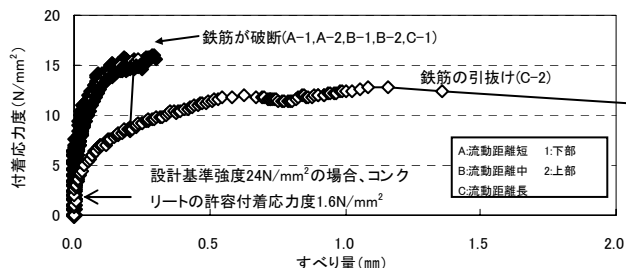


図-3 鉄筋の引抜き試験結果(材齢 91 日)

(3) 水中 RC の鉄筋付着特性の把握

1) 実験条件

鉄筋種類(異形棒鋼、エポキシ樹脂塗装鉄筋)、暴露期間(3 ヶ月、5 ヶ月)、暴露条件(酸素、日光のあり・なし)及びコンクリートの打込み(海水中、気中)の組合せとした。

2) 実験結果

水中不分離性コンクリートと鉄筋(海水中に最長 5 ヶ月間存置)との付着強度は、存置期間が長くなると最大 34% 程度に低下するものの、通常の RC 構造部材として必要な性能(設計基準強度 24N/mm^2 の場合、コンクリートの許容付着応力度 1.6N/mm^2)を十分有していることが明らかとなった。また、鉄筋への付着物がすべり量(気中:海水中 5 ヶ月間暴露=1:約 3~20 倍)に影響することも明らかとなった。

4. おわりに

今回の基礎的実験により、常圧下における水中 RC の流動性・充填性及び強度性状や鉄筋との付着性能を把握し、水中不分離性コンクリートを用いた水中 RC 構造物の構築が可能となる見通しを得た。

しかし、大水深基礎における水中 RC の施工は高压下となることから、常圧下の特性がそのまま高压下の特性となるかどうか、今後、実験等により確認していく必要がある。