

高強度高流動水中不分離性コンクリートの開発

熊谷組	技術研究所	正会員	古川 敦
熊谷組	技術研究所	正会員	山口 高弘
熊谷組	技術研究所	正会員	林 順三
熊谷組	技術研究所	正会員	横田 聖剛

表-1 開発のコンセプト

<p>水中鉄筋コンクリート構造や複合構造が可能な水中不分離性コンクリート</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スランプフロー：【従来】$50 \pm 5 \text{ cm}$ 【新】$60 \pm 5 \text{ cm}$ ・水中圧縮強度：【従来】20 N/mm^2 【新】$50 \sim 60 \text{ N/mm}^2$ <p>従来の水中不分離性コンクリートと同様の材料分離抵抗性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水中での分離抵抗性試験による懸濁物質：100mg/l以下 ・水中気中強度比：0.9以上 <p>コストパフォーマンスの高い水中不分離性コンクリート</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「製造コスト/圧縮強度」で比較した場合に従来タイプ以上 <p>断熱温度上昇量の低下</p> <ul style="list-style-type: none"> ・圧縮強度を高くするためにセメント量を増加させており、断熱温度上昇量を抑えるために、高ピーライト系セメントを使用 <p>凝結時間の短縮</p> <ul style="list-style-type: none"> ・壁式構造の鋼殻等への打設（側圧）を考慮し、従来の水中不分離性コンクリートと比較して約半分程度に凝結始発時間を短縮

1. はじめに

新全国総合開発計画（平成10年3月閣議決定）では、北東国土軸、日本海国土軸、太平洋新国土軸、西日本国土軸の4つの国土軸構想が提案され、それらの国土軸の要に位置する東京湾口道路、伊勢湾口道路、紀淡海峡道路、関門海峡道路、豊予海峡道路および島原天草長島架橋の6つの海峡横断道路プロジェクトが、構想を進める対象として選定された。しかし、これら将来の海峡横断道路プロジェクトの実現には、自然環境条件、事業の大型化、社会環境の変化（公共投資削減）等の問題から、工期短縮，工費削減が重要な課題として挙げられており、その達成に向けて新工法，新材料，新構造形式等の開発が必要不可欠となっている。

「高流動高強度水中不分離性コンクリート」は、従来の水中不分離性コンクリートが基礎の充填材（ウエイト）としての材料であったのに対して、構造部材として水中鉄筋コンクリートや鋼とコンクリートの複合構造を実現するための新材料となる。これにより、壁式構造等の自由な構造形式の選択が可能となり、構造物全体の数量削減等にも効果を発揮する。

2. 開発フロー

開発のコンセプトおよび目標値を表-1に示す。開発に向けて流動性・分離抵抗性を中心に図-1に示すフローにより開発を進めた。これらのフローにより開発されたコンクリートの諸元を、従来の水中不分離性コンクリートと比較し図-2に示す。なお、従来型のデータ

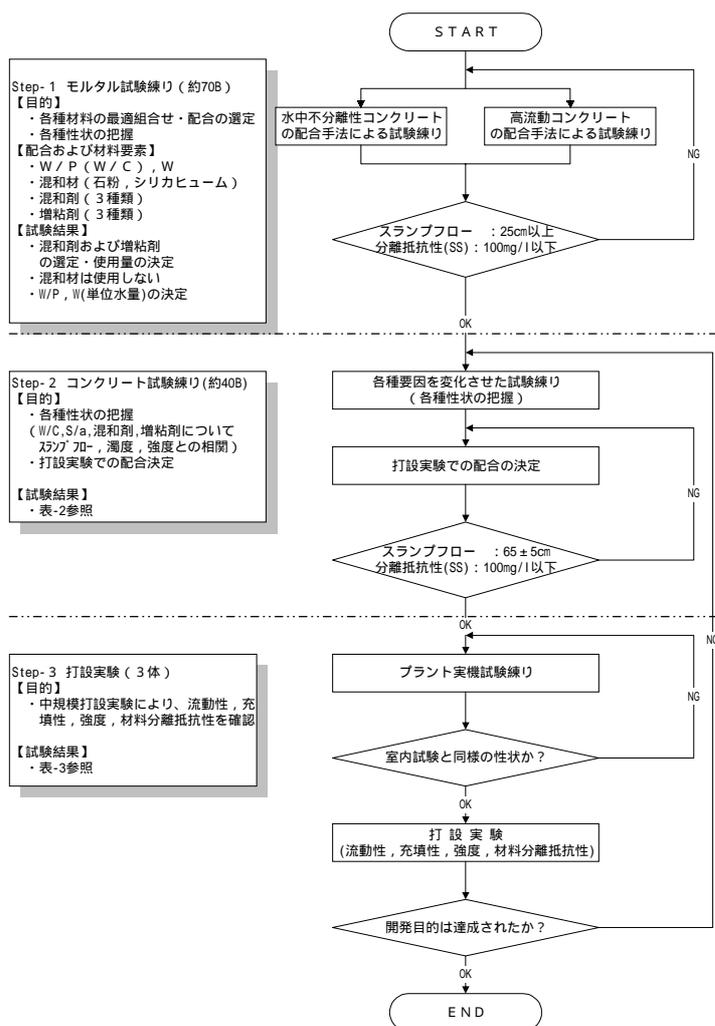


図-1 開発フロー

キーワード：水中コンクリート，高流動，高強度

は、本州四国連絡橋来島大橋 4 A に使用したものである。

材料コストにおいては、従来の水中不分離性コンクリートと比較して 2 ~ 3 割程度増加（セメントおよび高性能 AE 減水剤の増加が原因）するが、「製造コスト / 圧縮強度」で比較した場合は従来の水中不分離性コンクリートよりもコストパフォーマンスが高いものといえる。

3. 打設実験

室内試験練りで得られたコンクリート性状を中規模打設実験により確認することを目的に、図-2に示す鉄筋籠を配置した長さ6.6mの型枠水槽内の端部 1 カ所より高流動高強度水中不分離性コンクリートを打設し、その流動性・鉄筋通過性・流動勾配を確認した。なお、打設はポンプ車により圧送速度12m³/hr程度で行った。

表-3には試験結果を示すが、ほぼ所定の性能を満足する結果が得られた。コア抜き供試体の圧縮強度試験結果については室内試験結果より20%程度低い値となったが、これは積算温度および養生条件等の違いによるものと考えられる。

4. まとめ

構造部材として水中鉄筋コンクリートを実現するための性能（高流動・高強度）としては、満足のいく結果を得ることができた。

今後は打設方法等の検討を重ね、次期海峡横断道路プロジェクトでの主塔・アンカレイジの海中基礎の構造部材材料、沈埋函立坑等の海洋構造物の構造部材材料、地中連続壁材料（特に本体構造との併用を図る構造形式）、水中基礎・構造物等の補修・補強材料などへ積極的に適用していきたい。

表-2 従来との比較

項目		新型	従来型
材料	セメント	高ビ-ライト系	三成分低発熱セメント
	増粘剤	セルロ-エ-テル	セルロ-エ-テル
	高性能AE減水剤	レボ'ルト' SP-8S	-
	高性能減水剤	-	レボ'ルト' UC-150
	AE減水剤	-	ボ'ソリス 70
配合	水結合材比 (W/C)	%	37.5 ~ 47.5
	細骨材率 (S/a)	%	40.0 ~ 50.0
	単位水量 (W)	kg/m ³	210 ~ 260
	単位セメント量 (C)	kg/m ³	400 ~ 600
	高性能AE減水剤 (/C)	%	1.5 ~ 3.0
	高性能減水剤 (/C)	%	-
	AE減水剤 (/C)	%	-
	増粘剤	kg/m ³	1.4 ~ 2.2
性能	スラップ 70-	cm	60 ± 5
	水中圧縮強度	7 N/mm ²	24 ~ 38
		28 N/mm ²	47 ~ 63
		91 N/mm ²	55 ~ 75
	水中気中強度比 (28)	%	94 ~ 97
	分離抵抗性 (懸濁物質)	mg/l	25 ~ 50
	断熱温度上昇量		試験中
	凝結始発時間	hr	24

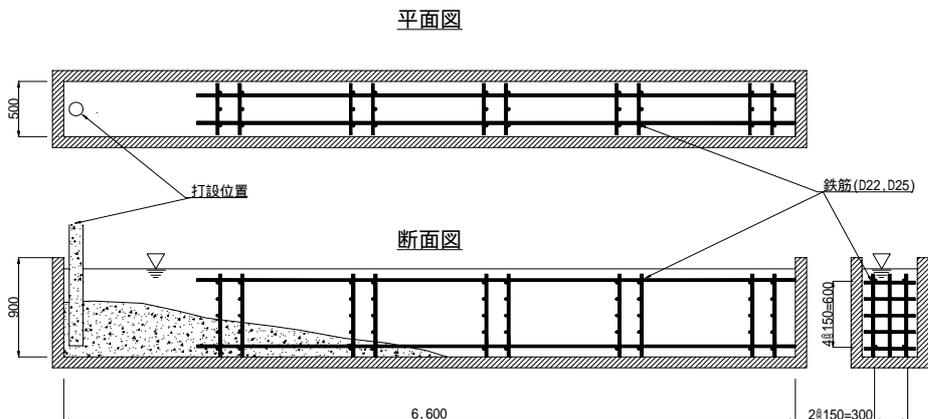


図-2 型枠水槽

表-3 打設試験結果

試験項目	打設実験結果	
打設時	スラップ 70-	60cm
	空気量	3.70%
	練上り温度	12
	流動性試験 (U型漏斗試験)	34cm
	流動状況 (流動勾配)	鉄筋ありの型枠の場合：全体流動勾配 = 1/38 (鉄筋部 = 1/12.5, 無鉄筋部 = 1/70) 鉄筋なしの型枠の場合：全体流動勾配 = 1/65
懸濁物質 (分離抵抗性)	打設開始直後 = 0mg/l 打設完了直前 = 55mg/l	
打設後	圧縮強度 (室内作成供試体)	水中圧縮強度 (28) = 59N/mm ² 水中気中強度比 = 0.98
	圧縮強度 (コア抜き供試体)	水中圧縮強度 (28) = 46N/mm ² 流れ方向に 3 カ所、高さ方向に 3 箇所コア抜きを実施したが、いずれも値のばらつきは少ない
	引抜き試験	付着強度 = 20N/mm ² 流れ方向に 3 カ所、高さ方向に 3 カ所引抜き試験を実施したが、いずれも値のばらつきは少ない
	充填状況	コア抜き供試体参照