

水中 RC 構造物を対象とした水中不分離性自己充てんコンクリートの配合設計

鹿島技術研究所 正会員 高田 和法
 日本海上工事 正会員 岸田 哲哉
 鹿島技術研究所 正会員 大野 俊夫
 日本海上工事 正会員 田崎 邦男

1. はじめに

水中不分離性コンクリートはこれまで多くの構造物に適用され、最近では立坑底板や橋脚基礎などの水中 RC 構造物にも使用されるようになってきた。本報文では、一般的な RC 構造物の配筋条件に対し、高い自己充てん性を有する水中不分離性コンクリートの配合設計について検討した。目標とする自己充てん性は高流動コンクリートにおける「ランク 2」¹⁾とし、水中不分離性は水中気中強度比 0.8 以上²⁾を満足することを前提とした。自己充てん性、水中不分離性には様々な配合要因が影響しているが、ここではマシブな構造物への適用を考慮し、水セメント比 60%で低熱ポルトランドセメントを用いた場合の、細・粗骨材量、水粉体容積比、水中不分離性混和剤添加率の影響について検討した。

2. 実験の概要

表-1に検討した水中不分離性コンクリートの基準配合（配合 No.1）を示す。空気量を 2.0±1.0%、気中におけるスランプフロー値（流動開始 30 分後）を高性能 AE 減水剤（SP 剤）で 630±30mm に調整し、基準配合から各種配合パラメータを

表-1 基準配合（No.1）

W/C (%)	air (%)	V _w /V _p (%)	s/m (%)	G _{vol} (l/m ³)	単位量 (kg/m ³)					UWB (W×%)	SP (P×%)
					W	C	LP	S	G		
60	2.0	141	40	350	220	367	115	665	928	1.15	2.4

V_w/V_p: 水粉体容積比 s/m: モルタル中の細骨材容積比 G_{vol}: 単位粗骨材絶対容積
 C: 低熱ポルトランドセメント(密度3.22g/cm³) LP: 石灰石微粉末(密度2.73g/cm³)
 S: 静岡産山砂(表乾密度2.62g/cm³) G: 奥多摩産碎石(表乾密度2.65g/cm³, 最大寸法20mm)
 UWB: 水中不分離性混和剤(水溶性セルロースエーテル系)
 SP: ポリカルボン酸系高性能AE減水剤 P: 粉体総重量(C+LP)

変化させた全 13 配合（表-2）について、高流動コンクリートに使用する「ボックス型間隙通過性試験」¹⁾（以下、ボックス試験）を実施してその自己充てん性を評価した。ボックス試験器はあらかじめ A 室の半分までを水で満たし、試料投入用鋼管を水面下まで差し込んで A 室をコンクリートで充てんした。その後、B 室を水で満たした状態でゲートを開き、流動開始から 30 分後に B 室における充てん高さを測定した。障害は R2 を使用し、充てん高さが 300mm 以上となった配合は自己充てん性ランク 2 を満足すると評価した。ランク 2

表-2 検討配合一覧

配合No.	W/C (%)	V _w /V _p (%)	s/m (%)	G _{vol} (l/m ³)	UWB (W×%)	SP (P×%)	自己充てんランク2
1	60	141	40	350	1.15	2.4	×
2				320		2.1	×
3				305		1.8	○
4			38	290		1.8	○
5				320		2.0	○
6				1.9		×	
7		36	335	2.0	×		
8				1.9	×		
9				3.0	○		
10		120	40	305	1.00	2.1	○
11					0.85	2.0	○
12			38	320	1.00	2.6	×
13						2.4	○

を満足した配合については、水中作製供試体による材齢 28 日の圧縮強度・静弾性係数を確認した。また、水中不分離性混和剤（UWB）の添加率を変化させたケース（No.9～11）については材齢 28 日の水中気中強度比も確認した。

3. 実験結果および考察

(1) 細・粗骨材量の影響

表-2 に、全 13 配合についてボックス試験の充てん高さが 300mm 以上となった配合には、300mm 未満の配合には×を付けた。図-1 は、水粉体容積比（V_w/V_p）と UWB 添加率がそれぞれ 141%、1.15%で一定のとき

キーワード 水中不分離性コンクリート、自己充てん性、配合設計、水中気中強度比

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島技術研究所 TEL.0424-89-7076

の、細・粗骨材量の組み合わせと自己充てん性の関係を示したものである。単位粗骨材絶対容積(G_{vol})が 335 l/m^3 以上では、空気を除くモルタル中の細骨材容積比 (s/m) を低減してもランク 2 の充てん性は確保できないことが分かる。一方、 G_{vol} が 320 l/m^3 以下の範囲では、 s/m を適切な値にすることで、自己充てん性ランク 2 を満足することができた。 $s/m=40\%$ では $G_{vol}=305 \text{ l/m}^3$, $s/m=38\%$ では $G_{vol}=320 \text{ l/m}^3$ がそれぞれ自己充てん性ランク 2 を満足できる粗骨材量の上限であった。

(2) 水粉体容積比 (V_w/V_p) と UWB 添加率の影響

配合 No.3 と 9 は $s/m=40\%$, $G_{vol}=305 \text{ l/m}^3$, UWB 添加率=1.15% で、 V_w/V_p がそれぞれ 141% , 120% の配合である。表-3 に単位量の違いを示す。両配合とも自己充てん性ランク 2 を満足しているが、単位水量、単位セメント量の少ない No.9 の方が、温度応力や耐久性の観点からより望ましい配合といえる。しかし、SP 剤の添加率が 3.0% と非常に高くなるため、配合 No.10 および 11 では配合 No.9 よりも UWB 添加率を低減し、SP 剤使用量の低減を図った。図-2 に UWB 添加率と SP 剤添加率および材齢 28 日における水中気中強度比の関係を示す。UWB の使用量を低減することで、SP 剤の使用量も低減することができた。また $V_w/V_p=120\%$ では、UWB 添加率が 0.85% 以上であれば、水中気中強度比は 0.8 を下回らない結果が得られた。

表-3 配合No.3 (上段) とNo.9 (下段)

W/C (%)	air (%)	V_w/V_p (%)	s/m (%)	G_{vol} (l/m^3)	単位量 (kg/m^3)					UWB ($W \times \%$)	SP ($P \times \%$)
					W	C	LP	S	G		
60	2.0	141	40	305	236	393	123	713	808	1.15	1.8
		120			220	367	188	713	808		3.0

も自己充てん性ランク 2 を満足しているが、単位水量、単位セメント量の少ない No.9 の方が、温度応力や耐久性の観点からより望ましい配合といえる。しかし、SP 剤の添加率が 3.0% と非常に高くなるため、配合 No.10 および 11 では配合 No.9 よりも UWB 添加率を低減し、SP 剤使用量の低減を図った。図-2 に UWB 添加率と SP 剤添加率および材齢 28 日における水中気中強度比の関係を示す。UWB の使用量を低減することで、SP 剤の使用量も低減することができた。また $V_w/V_p=120\%$ では、UWB 添加率が 0.85% 以上であれば、水中気中強度比は 0.8 を下回らない結果が得られた。

(3) 圧縮強度および静弾性係数

図-3 に充てん性ランク 2 を満足したすべての配合の水中作製圧縮強度および静弾性係数 (材齢 28 日) を示す。圧縮強度は $28.0 \sim 30.3 \text{ N/mm}^2$ でほぼ一定であった。いずれの配合も、設計基準強度が 24 N/mm^2 程度までの水中 RC 構造物に十分適用可能な施工性と強度特性を有していると言える。

4. まとめ

自己充てん性ランク 2 を満足する水中不分離性コンクリートの配合設計について、以下のことが明らかとなった。

- (1) 細・粗骨材量には適切な組み合わせが存在し、使用した材料では、 $s/m=40\%$ で $G_{vol}=305 \text{ l/m}^3$, $s/m=38\%$ では $G_{vol}=320 \text{ l/m}^3$ がそれぞれランク 2 を満足できる粗骨材量の上限であった。 G_{vol} が 335 l/m^3 以上では、ランク 2 の自己充てん性を満足する配合は得られなかった。
- (2) $V_w/V_p=120\%$ では、UWB 添加率が 0.85 ~ 1.0% で水中気中強度比が 0.8 以上となり、 $V_w/V_p=141\%$ の場合よりも少ない単位水量、単位セメント量および UWB 使用量と標準的な SP 剤添加率で、高い自己充てん性を有する水中不分離性コンクリートが設計できることが分かった。

参考文献

- 1) 土木学会：2002 年制定 コンクリート標準示方書・施工編，18 章 高流動コンクリート，2002，pp277 ~ 287
- 2) 土木学会：2002 年制定 コンクリート標準示方書・施工編，22 章 水中コンクリート，2002，pp315 ~ 331

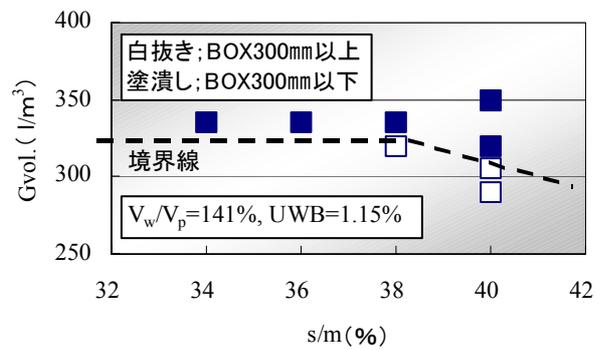


図-1 細・粗骨材量と自己充てん性

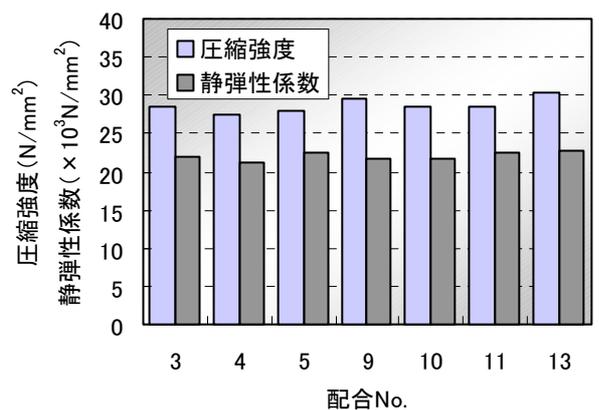
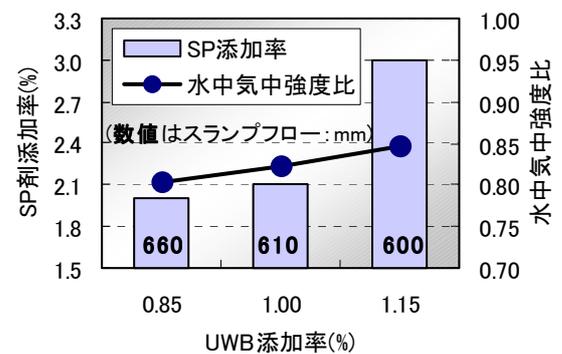


図-3 圧縮強度および静弾性係数