

即時脱型コンクリート製品の配合および白華抑制に関する基礎的研究

福岡大学 学生員 ○日高 翔太 福岡大学 正会員 橋本 紳一郎 (株)ヤマウ 正会員 山本 康雄
(株)ヤマウ 正会員 山下 龍二 (株)ヤマウ 正会員 小嶺 啓藏 東海大学 正会員 伊達 重之

1.はじめに

近年、施工現場では、工期短縮やコスト削減などからプレキャスト製品の適用機会が増加している。その中でも河川用ブロック等に用いられる即時脱型コンクリート製品は、加圧振動締固めを行い、即時脱型できるため製品を短期間で大量に製造可能である。しかし、即時脱型コンクリートは製造時においてゼロスランプの状態であるため、従来のようなスランプ試験、空気量試験ではコンシステンシーを適切に評価できない。そのため、配合のバランスにより、偶各部の欠け、設計基準強度を満足できないことや即時脱型コンクリート製品の表層部に現れる白華現象が問題となっている。そこで、本研究では、フレッシュ性状試験、硬化後の特性より即時脱型コンクリート製品の充填性、白華抑制効果や表面性状を満足する配合を検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料とコンクリート配合

表-1 に使用材料、表-2 にコンクリート配合を示す。単位水量を 100kg/m^3 で一定とし、細骨材率を 50～80% の範囲内で 5 水準設定した。それらに混和剤の添加有無を条件とした計 10 配合で検討した。今回、対象としたのは河川護岸用ブロックであり、材齢 14 日における設計基準強度は 24N/mm^2 以上と定められている。

2.2 試験項目および試験方法

即時脱型コンクリート製品の製造過程を模擬した試験装置を用いて供試体を作製した。試験条件に関しては、振動と同時に荷重をかけることができ、荷重条件を 0.01, 0.05Mpa の 2 水準とし振動時間を 30 秒と定めた。

フレッシュ性状試験の手順は、3kg の試料を鋼製型枠に投入後、荷重を付与すると同時に振動締固めを行った。その後、沈下深さを測定することにより充填率を算出した。

円柱供試体の作製は、試料を所定量、鋼製型枠に 1 層詰め後、上載荷重を与えるのと同時に振動締固めを行い作製した。圧縮強度試験では、養生方法を気中養生、養生期間を 14 日間と定めた。充填率は、供試体の単位容積質量を測定し、その値を示方配合より算出した理論上の単位体積重量で除して求めた。白華促進試験は既往の研究¹⁾を参考に円柱供試体 $\phi 100 \times 20\text{mm}$ を用いて試験を行った。白華促進試験を行うための供試体の養生期間を 7 および 14 日とし、所定の養生期間まで恒温室内にて気中養生（気温： 20°C 、湿度：60%）を行った。

表-1 使用材料

記号	種類	物理的品質
W	地下水	密度 1.0g/cm^3
C	普通ポルトランドセメント	密度 3.15g/cm^3
S1	海砂	密度 2.58g/cm^3 , FM=2.81
S2	砕砂	密度 2.71g/cm^3 , FM=3.24
G	砕石 1505	密度 2.69g/cm^3
Ad ₁	即時脱型コンクリート用混和剤	非イオン系界面活性剤 密度 1.01g/cm^3

表-2 コンクリート配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)					
		W	C	S1	S2	G	Ad
30	50	100	333	410	646	1068	—
	60			492	775	855	
	65			533	839	748	
	70			574	904	641	
	80			656	1033	427	
	50	100	333	410	646	1068	C×0.2%
	60			492	775	855	
	65			533	839	748	
	70			574	904	641	
	80			656	1033	427	

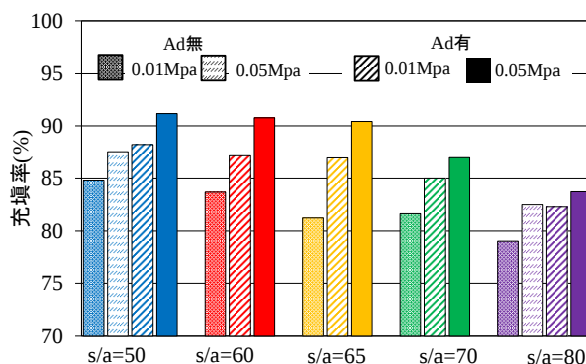


図-1 各細骨材率における充填率算出結果

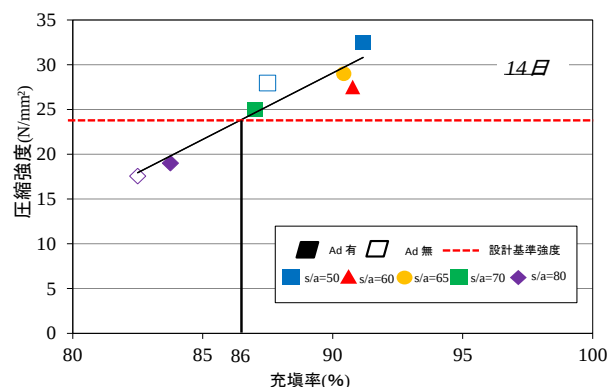


図-2 圧縮強度と充填率の関係

キーワード 即時脱型コンクリート製品、充填性、白華現象、圧縮強度、表面性状

連絡先 〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1 福岡大学大学院工学研究科建設工学専攻 TEL 092-871-6631

浸漬日数は91日までとし、7日毎に測定を行った。

3. 結果および考察

図-1 に各細骨材率における充填率算出結果、図-2 に材齢14日における圧縮強度と充填率の関係を示す。混和剤無添加の配合に対し、混和剤を添加した配合は、充填率が増加し混和剤による充填性の改善効果を確認できた。それらは、s/aの違いで比較した場合についても、同様に混和剤の効果を確認することができたが、s/aの大きい配合に対しては、混和剤の効果が低くなる結果を示した。これは、単位細骨材量が多くなることによって、混和剤による分散効果が低減したためだと考えられる。さらに、上載荷重が小さい場合には、その傾向が顕著に表れた。上載荷重を変化させた場合でも、同様の傾向はみられたが、s/a=50, 60, 65%において、90%以上の充填率を確保できた。圧縮強度と充填率の関係より、材齢14日で設計基準強度を満足するには、充填率が86%以上必要である。また、充填率が高くなるにつれ圧縮強度の変動係数は低い傾向を示した。

図-3 に配合条件の違いによる浸漬日数と全白華発生率の関係、図-4 に浸漬日数35日における白華発生率算出結果、図-5 に浸漬日数35日における白華発生率と充填率の関係、写真-1 に各細骨材率における供試体の表面性状および白華発生状況を示す。混和剤を添加した配合は、混和剤無添加の配合に対し、白華発生率は低い。これは混和剤を添加することで充填率が向上し、コンクリートの内部空隙率が減少することによって、水分の逸散水量が低下したためであると考えられる。また、7日間養生を行った場合と14日間養生を行った場合では、白華発生率に差はみられ14日間養生を行った方が白華発生率は低い結果を示した。これは養生期間が長くなることで、コンクリートの内部構造が緻密化し、水分の逸散水量が減少することによって白華発生率が減少したためだと考えられる。この傾向は、不溶性白華発生率についても同様であった。供試体に発生した白華発生率は、充填率の違いによって大きく異なり、充填率が低くなるほど白華発生率は高い値を示している。今回使用した材料及び検討配合の範囲内では、充填率を86%以上確保すれば、白華発生率は約50%程度抑制できることが確認された。供試体の表面性状は、s/a=50%で空隙が確認されたが、s/a=65%程度を確保することで表面性状が、良好になることを確認した。

以上のことより、今回、使用した材料および検討配合では、充填率86%以上を確保することで、表面性状や設計基準強度を満たし、白華抑制効果を期待できると考えられる。

4. まとめ

充填率は、圧縮強度や全白華発生率と強い相関性があり、本研究の対象とした即時脱型コンクリート製品と使用材料においては、充填率を86%以上確保することで設計基準強度や表面性状を満たし、白華抑制効果を期待できることが確認された。

参考文献

長尾敏之ら：即脱成型平板のエフロレッセンスの定量化に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.27，No.1，2005

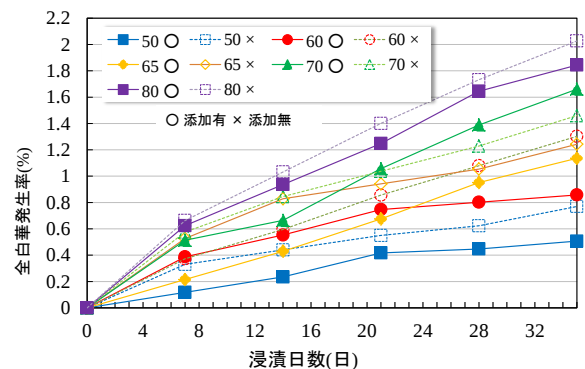


図-3 配合条件の違いによる
全白華発生率と浸漬日数の関係

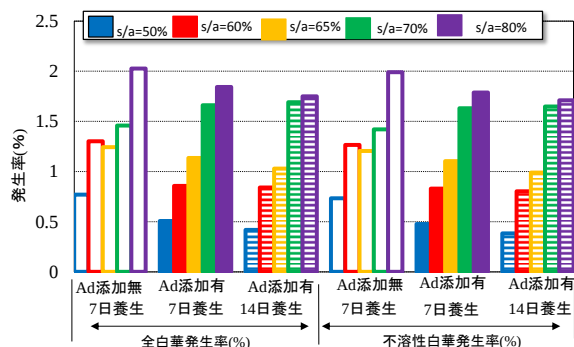


図-4 浸漬35日における白華発生率算出結果

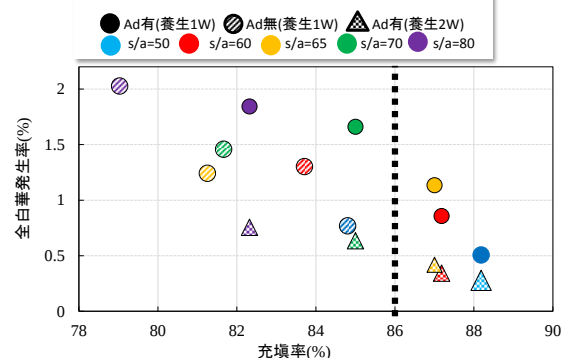


図-5 浸漬日数35日における
白華発生率と充填率の関係

細骨材率(%)	50	65	80
供試体表層部の 表面性状			
浸漬28日における 白華発生状況			
充填率(%)	88.2	87.0	82.32
白華発生率(%)	0.51	1.14	1.84

※白枠:白華発生部分 表面性状 5mm以上の空隙を確認⇒良好ではないと判断

写真-1 各細骨材率における供試体の
表面性状と白華発生状況