

高表面水率の砂を用いたコンクリートの問題点について

日本文理大学工学部 正会員 三浦 正昭
三角町役場 非会員 尾崎 裕文

1. はじめに

平成15年5月、京都府の名神高速道路改築工事（発注者：日本道路公団）で生コン車への“加水”が指摘され、新聞、テレビ等で報道されたことは周知の通りである。この事態に対して国交省は、平成15年10月に通達を出し、ある一定以上の土木工事に対して、受注者に“単位水量の測定”を義務づけた。詳細は省くが、①単位水量の上限値は粗骨材の最大寸法40mmで165kg/m³、20/25mmで175kg/m³、②単位水量の測定値が±15kg/m³の範囲にある場合はそのまま施工してよい、との通達内容になっている。

さて生コン工場は「“連続して安定した”コンクリートを供給すること」が信頼性の根幹であろう。それを阻害する最も大きな要因の1つは砂の“表面水”の変動である。そのため表面水率の連続測定法やより精度の高い計量方法¹⁾等が提案され実用化されている。

それ故に、生コンの「全国統一品質管理監査基準（平成14年版）」においても“細骨材置場には上屋を設けていること”と規定され監査が行われている。また「生コン工場品質管理ガイドブック」にも、砂の表面水を出来るだけ少なくするために、“骨材納入業者に対して砂の表面水率の上限値規制をするのがよい”と記載されている。ところが、8%や9%、またそれ以上の高い表面水をもった砂がかなりの頻度で使用されているのが実態のように思われる。

本報は、表面水の多い砂がコンクリートの性質に及ぼす影響を、これまで既に報告²⁾してきているスランプと圧縮強度については再現性を確認するとともに、新たにブリーディング、引張強度、曲げ強度、乾燥収縮に関しても実験を実施し、高表面水率の砂を使用した場合の問題点について報告したものである。

2. 実験概要

本実験のコンクリートの配合および試験項目を表-1、2に示す。配合は粗骨材（碎石）の最大寸法20mmの配合-1と40mmの配合

表-1 コンクリートの配合

配合の種類	セメントの種類	粗骨材の最大寸法 (mm)	水セメント比 (%)	スランプの範囲 (cm)	空気量 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
							水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
配合-1(2005)	N	20	55	8±2.5	6.0	44	167	304	770	1003	0.608
	BB	20	60	8±2.5	6.0	44	167	278	777	1012	0.556
配合-2(4005)	N	40	55	10±2.5	4.5	40	155	282	741	1125	0.564

-2の2種類である。砂の表面水率を0%及び7%(10%)近傍に調整し、表面水の補正を行って現場配合を決定、打設した。

表-2に示す材齢に表記の試験項目について試験を行った。尚、円柱供試体はφ10×20cm・φ12.5×25cm、曲げ供試体は15×15×53cmで、JISに準拠して製作・養生した。乾燥収縮供試体は10×10×40cmで材齢3日に脱型（基線長測定）、以後気乾養生とした。

表-2 試験項目

配合の種類	セメントの種類	水セメント比	目標表面水率	目録	フレッシュコンクリート		硬化コンクリート									
					スランプ	ブリーディング	圧縮強度				引張強度		曲げ強度		乾燥収縮	
							1日	3日	7日	28日	28日	28日	7日	14日	28日	28日
配合-1 (2005)	N	55%	0%	1	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—
			0%	2	○	—	—	—	—	○	○	○	○	○	○	○
			7%	1	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—
			7%	2	○	—	—	—	—	○	○	○	○	○	○	○
	BB	60%	0%	○	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—
			7%	○	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—
配合-2 (4005)	N	55%	0%	○	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—
			10%	○	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—

3. 実験結果及び考察

3.1 フレッシュコンクリートに及ぼす影響

砂の目標表面水率0%と7%（配合-1:砕石2005, N: 図中●, BB: ○）, 10%（配合-2: 砕石4005, N: 図中□）の場合のスランプ及びブリーディング率の関係を図-1, 2に示す。

表面水の多い砂を使用すると, スランプ, ブリーディングともに増加傾向になった。またスラブに関しては既往の研究結果の再現性が確認された。

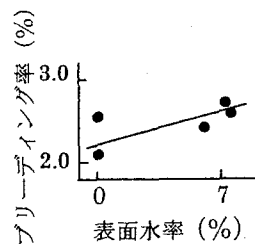
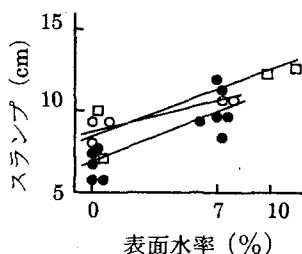


図-1 スランプの傾向

図-2 ブリーディングの傾向

表-3に表面水率7%の補正計算を示す。

実質的に表面水量, 即ち単位水量が増え, 砂量が減ったことになる。表面水の増量4kgは単位水量の $4/167 \approx 2.4\%$ で, これは補正基準によると $2.4/1.2 = 2$, 即ち, スランプ+2cmに相当する。さらに砂量が減少していることから, これもスランプ増の要因となり実験結果との整合性が認めらる。

表-3 表面水補正 (kg)

砂の表面水率	補正計算		補正計算の精査		実質的 量	増 減	変 動
	示方配合	現場配合	砂の差	実質部			
砂 S	770	$770 \times 1.07 = 824$	54	50	$770 + 50 = 820$	-4	↓
表面水量	-	$770 \times 0.07 = 54$	-	4	$54 + 4 = 58$	+4	↑
水 W	167	$167 - 54 = 113$	-	-	113 (計量分)	-	↑

3.2 硬化コンクリートに及ぼす影響

(1) 強度に及ぼす影響について

砂の表面水率と各種強度との関係を図-3, 4に示す。図-3, 4のように, スランプ, ブリーディングとは逆に, 表面水の多い砂を用いると, 圧縮, 引張, 曲げ強度とも小さくなった。また圧縮強度については既往の結果の再現性が確認された。これはS. E. C. コンクリート²⁾とは逆に, 骨材界面付近のセメントペーストの水セメント比が大きくなるのではないかと推察している。

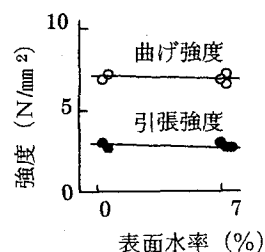
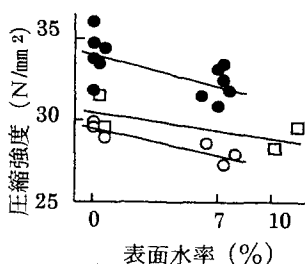
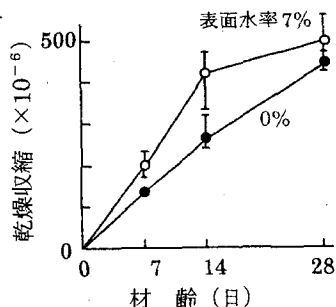


図-4 引張・曲げ強度の傾向

(2) 乾燥収縮に及ぼす影響について

表面水率と乾燥収縮の関係を図-5に示す。図-5に示すように, 表面水が多い場合は, ばらつきはあるものの材齢28日の範囲で, 乾燥収縮が大きくなる傾向が認められた。これは実質的な単位水量の増加や砂とセメントペーストの付着強度の低下等が起因しているものと考えている。



4. 結論

高表面水率の砂の使用は, コンクリートの品質を低下させる方向に作用することが確認された。従って, “連続して安定した”コンクリートを製造するためには, 砂の表面水管理が極めて重要なことを再認識すべきである。地方で多用されている呼び強度18~24クラスであれば, 砂の表面水管理とスランプ管理を適正に行うことによって“連続して安定した”品質のコンクリートを製造し得るものと考えている。そのためには“砂置場の上屋設置のJIS化”と“砂の受入検査の適正化”(表面水率の上限設定など)など原材料管理の基本に立ち返るべきであろう。

ところで本報の趣旨とは少し外れるが, 前述の単位水量の早期判定の許容範囲 $\pm 15\text{kg}$ は, 配合理論上はスランプ $\pm 7\text{cm}$ 程度に相当し測定精度の向上が緊急課題であろう。これらの規定制定の背景に加水事件があるとすれば, “加水”は技術的問題ではなく倫理の問題として解決すべき問題であると思う。

[参考文献] 1) 十河他: コンクリートテクノ, 2002. 1. 2) 三浦他: 土木学会西部支部研究発表会, 1987. 3. 3) 伊東他: セメント・コンクリート, NO. 410, 1981. 1