

## 高濃度スラッジ水を用いた環境配慮型の先送り材の製造とその品質に関する検討

## その1 実験概要

正会員 ○堀 秀一\*1 同 鈴木 峰人\*4  
同 高橋 亨\*2 同 中尾 陽一\*5  
同 船尾 孝好\*3 同 平田 孝博\*6

先送りモルタル 環境配慮 スラッジ水  
回収骨材 産業廃棄物 先送り材

## 1. はじめに

ポンプ施工における先送りモルタル（以下先送り材）は、施工準備段階において欠くことのできない材料であり、生コン工場で製造され荷卸し地点まで運搬される。JIS 工場として先送り材は管理外の製品ではあるが、製造する全てのコンクリート製品を環境配慮型に移行していくことは、製造者の責務として今後の重要な課題の一つである。

そこで、従来の先送り材の代替品として、単位セメント量の低減と産業廃棄物の有効活用を目的とした、生コン工場にて発生するスラッジ水と回収骨材を活用した環境配慮型の先送り材を考案し、その製造性と品質に関する検討を行うための室内実験を計画した。

実験にあたり、単位セメント量の低減および産業廃棄物の有効活用を図る一手法として、スラッジ水の濃度を意図的に高めた高濃度スラッジ水を使用することとした。

本報では、生コン工場の試験室内で行った室内実験の概要、使用材料および調合計画の概要について述べる。

## 2. 室内実験の概要

本実験の概要を表1に示す。検討項目として、①上澄水もしくは高濃度スラッジ水を使用した先送り材の製造性、さらに、②先送り材に使用する細骨材の一部もしくは全量を回収骨材と内割置換した際の先送り材の性状を確認することの2項目とした。実験の要因と水準として、スラッジ水濃度を0%、10%、20%、30%の4水準とし、回収骨材（細骨材）の置換率を0%と100%の2水準とした。

本実験におけるスラッジ水濃度と回収骨材使用率の組合せを表2に示す。高濃度スラッジ水と回収骨材を使用せずに上澄水と普通細骨材を用いた従来の先送り材を基準①とし、スラッジ水濃度および回収骨材使用率を変化させた調合の先送り材について、表3に示す測定項目および試験方法により、先送り材の製造性、フレッシュ性状および硬化性状の確認を行った。

## 3. 使用材料

本実験に使用した先送り材の使用材料を表4に示す。全

表1 実験の概要

実験場所	A工場 大阪市港区
実験の検討項目	①先送り材製造時に、上澄水と高濃度スラッジ水との性状比較 ②上記に加え、回収骨材（細骨材）を使用したときの状態確認
実験の要因と水準	要因①スラッジ水濃度 4水準：0%、10%、20%、30% 要因②回収骨材置換率 2水準：0%、100%

表2 実験のスラッジ水濃度と回収骨材使用率の組合せ

試験No.	目的	スラッジ水濃度 (%)	スラッジ増分量における置換の考え方			回収骨材使用率	
			セメント置換	細骨材置換	セメントおよび細骨材置換	0%	100%
①	基準	0	—	—	—	○	—
②	スラッジおよび回収骨材の影響確認	10	○	—	—	○	—
③		10	—	—	○	○	—
④		10	—	○	—	—	○
⑤		20	—	○	—	—	○
⑥		30	—	○	—	—	○

表3 測定項目および試験方法

測定項目		試験方法
フレッシュ先送り材	流下時間	JSCE-F541「充てんモルタルの流動性試験方法」に準拠
	フロー値	JIS R 5201「セメントの物理試験方法」12フロー試験に準拠
	目視評価	目視による5段階評価（良）5→1（悪）
硬化後	圧縮強度	JIS A 1108「コンクリートの圧縮試験方法」に準拠

Manufacture of environment-friendly postponement material using high-concentration sludge water and examination of its quality

HORI Shuichi, TAKAHASHI Tohru, FUNAO Takayoshi, SUZUKI Minehito, NAKAO Youichi and HIRATA takahiro

ての使用材料が実験工場において調達可能なものとした。スラッジ水は、生コン工場のスラッジ水槽からサンプルを採取し、スラッジを沈殿させながら、適当な濃度となるように調整したものを使用した。なお、今回の室内実験ではスラッジ水濃度を 20%、30%と意図的に高く設定したものを作成し実験を行ったが、生コンクリート工場では、品質面、設備面からも管理することが難しいことから現実的ではないが基準配合との比較のため実施した。細骨材の物性値を表 5 に示す。回収骨材の物性値は新骨材に比べて粗粒率がやや大きく、微粒分量はやや小さい値となった。

#### 4. 先送り材の調合に関する検討

先送り材の調合を表 6 に示す。同表に示した調合番号①を基準配合とした。細骨材の混合比率は細骨材 1：細骨材 2=50：50（容積比）とした。スラッジ水濃度については、調合番号②～④で 10%とし、調合番号⑤は 20%、調合番号⑥は 30%とした。スラッジ増加分量の置換えについては、調合番号②ではセメントの質量と、調合番号③はセメントおよび細骨材の質量と、調合番号④～⑥ではスラッジ増加分量を細骨材の質量と置換えた。

先送り材を製造する際の練混ぜ水に上澄水を使用した調合番号①においては、単位水量を 320kg/m<sup>3</sup> に設定した。本実験の目的である高濃度スラッジ水を使用することによる産業副産物の有効利用を主眼として、まず、計画通り上澄水の 320kg/m<sup>3</sup> を 10%スラッジ水に置換することし、単位スラッジ水量を 352kg/m<sup>3</sup> として調合番号②を製造した。その結果、調合番号②は流動性が極めて悪く、特に、単位スラッジ水量の設定変更が必要と判断した。

そこで、調合番号①の流下時間に基づき、10%、20%および 30%の高濃度スラッジ水の使用量を逐次増加させることにより、フレッシュ性状の目視評価および粘性の定性的評価をもとに単位スラッジ水量を調整した。

図 1 にスラッジ濃度に対する単位スラッジ水量の関係を示す。上澄水を使用した調合番号①に対して、同程度の流動性を確保するためには、10%高濃度スラッジを使用する場合には単位スラッジ水量が 400kg/m<sup>3</sup>程度、また 20%高濃度スラッジ水では約 600kg/m<sup>3</sup>、さらに 30%高濃度スラッジ水では単位スラッジ水量が 760kg/m<sup>3</sup>程度必要となることが、予備的な実験により判明した。図中には回歸線を示すが、決定係数 0.98 と極めて高い相関が得られており、図 1 により、先送り材に使用する高濃度スラッジ水の濃度に応じた単位スラッジ水量の設定が可能となる。

表 4 使用材料

材料名	種類	製造業者又は産地	表乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	混合割合 <sup>*1</sup>
セメント	普通ポルトランドセメント	U b 社製	3.16	—
細骨材1	砕砂 (石灰砕砂)	大分県津久見産	2.66	50
細骨材2	砕砂	兵庫県西島産	2.58	50
細骨材3	回収細骨材	細骨材 1 と 2 の混合		100
練り混ぜ水	上澄水	—	1	—
	スラッジ水	—	1	—

\*1：容積比

表 5 細骨材の物性値

区分	種類	絶乾密度	表乾密度	吸水率	微粒分量	粗粒率	粒径判定
		g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	%	%		実積率%
細骨材1	石灰砕砂	2.65	2.66	0.53	5.9	2.81	58.8
細骨材2	砕砂	2.54	2.58	1.73	6.3	2.87	57.1
細骨材3	回収細骨材	2.56	2.6	1.61	3.5	2.93	58.9

表 6 先送り材の計画調合

調合番号	スラッジ水濃度 (%)	スラッジ増加分量の置換え	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					
			セメント	水	スラッジ水	細骨材 1	細骨材 2	細骨材 3
①	0	—	400	320	—	734	715	—
②	10	セメント置換	368	—	352	734	715	—
		セメントおよび細骨材置換	368	—	402	623	622	—
④	10	細骨材置換	400	—	402	—	—	1224
⑤	20	細骨材置換	400	—	604	—	—	700
⑥	30	細骨材置換	400	—	758	—	—	300

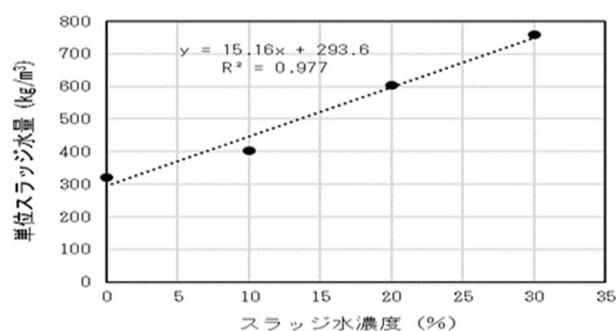


図 1 スラッジ水濃度と単位スラッジ水量の関係

#### 5. おわりに

本稿では、高濃度スラッジ水を用いた環境配慮型の先送り材の調合と製造について検討した結果を述べた。その 2 では、先送り材の流下時間、フロー値および目視評価、先送り材の圧縮強度試験の結果について述べる。

\*1 新関西菱光\*2 三和生コン

\*3 阪神生コン建材工業\*4 岡本生コンクリート

\*5 関西宇部\*6 千石

\*1 Sinkansairyoko Corporation, \*2 Sanwa Namakon

\*3 Hanshin Nmacon Kennzaikougyou, \*4 Okamoto Concrete Corporation

\*5 Kansai Ube Co.,Inc, \*6 Sengoku Corporation