

# 戻りコンクリートを再利用したポンプ圧送用 先送りモルタルの実用化に関する研究

(株)内山アドバンス 女屋 英明 ものつくり大学 中田 善久 元足利工大 毛見 虎雄  
(株)和田砂利商会 和田 美佐雄 小宮 正夫 高橋 俊夫 湯本 哲也  
山宗化学(株) 高野 肇 緑川 雅之

## 1. はじめに

建設現場において発生した残りコンクリート及び戻りコンクリート(本研究では、総称していずれも戻りコンと呼ぶ)の発生量は、全国生コンクリート工業組合連合会技術委員会スラッジ対策部会の全組合員を対象とした実態調査<sup>1)</sup>によれば、レディーミクストコンクリート工場(以下、生コン工場とする)1工場当たり 32.4m<sup>3</sup>/月と報告されている。戻りコンは、契約面などから通常生コン工場ごとにいろいろな方法で処理されており、戻りコンを他の現場へコンクリートとして再利用することは、現状の法的な規制により難しい面がある。そのため、生コン業界の戻りコンの再利用に対する技術開発の姿勢は積極的ではなく、特に実用化に向けての研究報告は極めて少ない。

高野ら<sup>2)~4)</sup>は、戻りコンの再利用方法として、超遅延剤及び流動化剤を添加したコンクリート(以下、前処理コンとする)から、ウェットスクリーニングして得られたモルタル(以下、再生モルタルと呼ぶ)を翌日以降のポンプ圧送用モルタルとしての使用方法を提案し、一連の実験成果からその適用性について既に明らかにしてきた。この研究を受けて、本研究は、既往の研究内容に引き続き、再生モルタルをポンプ圧送用先送りモルタルとして、実用化するための実験的研究を行ったものである。ここでは、実際に神奈川県が生コン工場において、戻りコンを想定したコンクリートからウェットスクリーニングして得られた再生モルタルの製造性に関する実機試験結果及び2種類のウェットスクリーニング装置の製造設備としての適用性に関する検討結果について述べる。

## 2. 再生モルタルの製造性に関する実機試験

### 2.1 実験概要

#### (1) 実験の目的

ここでは、実際に工場において、2種類のウェットスクリーニング装置を用いた再生モルタルの製造実験を行い、再生モルタルの品質と製造性(製造装置としての適用性)について検討した。実験は3シリーズに大別して行った。

シリーズの実験は、市販の円形振動ふるい機を用いて、超遅延剤及び流動化剤量を一定として、再生モルタルの品質及び製造性について検討した。シリーズ及びの実験は、試作傾斜形振動ふるい機を用いて、前者は超遅延剤量と再生モルタルの品質及び製造性について検討し、後者では流動化剤量と再生モルタルの品質及び製造性について検討した。

#### (2) 使用材料

使用材料を表1に示す。

表1 使用材料

種類	産地・品質
セメント	普通ポルトランドセメント(密度3.16g/cm <sup>3</sup> )
細骨材	粗目:福建省産山砂(密度2.60g/cm <sup>3</sup> ) 細目:君津産山砂(密度2.60g/cm <sup>3</sup> )
粗骨材	秩父産石灰砕石(密度2.70g/cm <sup>3</sup> ) 大里産硬質砕石(密度2.68g/cm <sup>3</sup> )
練混ぜ水	上水道水
混和剤	リグニン系A E減水剤 超遅延剤:オキシカルボン酸系 流動化剤:ポリアルキルアリルスルホン酸系

#### (3) コンクリートの調合

コンクリートの調合を表2に示す。

表2 コンクリートの調合

W/C	細骨材率 (%)	単位数 (kg/m <sup>3</sup> )			
		水	セメント	細骨材	粗骨材
52.5	45.8	178	336	800	981

#### (4) 前処理コンの製造方法と試験内容

シリーズ、及びの実験における前処理コンの製造方法(超遅延剤量及び流動化剤量)と試験内容を表3に示す。シリーズの実験(実験時

## Feasibility Study of the Reuse of Waste Fresh Concrete as Preceding Mortar for Concrete Pumping Construction

Hideaki ONAYA, Yoshihisa NAKATA, Torao KEMI, Misao WADA, Masao KOMIYA, Toshio TAKAHASHI,  
Tetsuya YUMOTO, Hajime TAKANO and Masayuki MIDORIKAWA

期として 2005 年 3 月)は、室内試験結果を参考に、超遅延剤量を  $2.5\text{kg/m}^3$  として前処理コンを製造した。シリーズ及びの実験(実験時期として 2005 年 6 月~7 月)では、環境条件が 25 以上になるため、前者は超遅延剤量を  $3 \sim 9\text{kg/m}^3$  として前処理コンを製造し、後者は超遅延剤量を  $6\text{kg/m}^3$  定条件に流動化剤を最大  $C \times 1.2\%$  まで添加して前処理コンを製造した。

### (5) 試験項目及び方法

試験項目及び方法を表 4 に示す。

### 2.2 ウェットスクリーニング装置

再生モルタルを製造するために使用したウェットスクリーニング装置を図 1 (円形振動ふるい機)及び写真 1 (傾斜形振動ふるい機)に示す。円形振動ふるい機は、上部下部のウェイトの回転によりふるい面に三次元運動を起こして、スクリーニング効果を向上させた構造のものであり、一方、傾斜形振動ふるい機は、振動機を設置した約  $15^\circ$  程度に傾斜させたふるい上をコンクリートが流れて、スクリーニング効果の向上及びその時間を短縮させるための構造である。

### 2.3 実験方法

実験手順を以下に示す。生コン工場の二軸強制練り式ミキサを用いて  $2\text{m}^3$  のコンクリートを練り混ぜ、その品質を確認し所定の時間までアジテートを行なう。2 時間経過後のコンクリートの品質を確認後、アジテータトラックドラム内に超遅延剤及び流動化剤を添加して前処理コンを製造し、その品質を確認する  $5\text{mm}$  及び  $10\text{mm}$  ふるいを設置した円形振動ふるい機(シリーズ )と  $10\text{mm}$  ふるいを設置した傾斜形振動ふるい機(シリーズ )を用いて前処理コンをウェットスクリーニングして再生モルタルを製造し、その品質を確認するふるい上に残留したモルタルが付着した粗骨材を洗浄後表面乾燥飽水状態として、モルタル付着量を求める(シリーズ ) ウェットスクリーニングに用いた前処理コン量と再生モルタル量から、再生モルタルの回収率を求める

ウェットスクリーニングに要した時間と再生モルタル量から、時間当たりの再生モルタルの製造量およびコンクリートの処理量を求める。コンクリートの調合から理論上のモルタル回収率を求めて、にて求めた回収率の理論上のモルタル回収率に対する割合を算出する(シリーズ )。

表 3 前処理コンの製造方法と試験内容

前処理コンの製造方法			試験内容		
シリーズ	超遅延剤量 ( $\text{kg/m}^3$ )	流動化剤量 ( $C \times \%$ )	前処理コンの流動性	再生モルタル	
				凝結遅延性	圧縮強度
	2.5	0.3		(流動性)	
	3.0 4.5 6.0 7.5 9.0	0.8		- - - -	
	6.0	- 0.6 0.9 1.2		- - - -	

表 4 試験項目及び方法

試験項目	試験方法
スランプ, スランプフロー	JIS A 1101, JIS A 1150に準拠
モルタルフロー	JIS A 1171に準拠
空気量(モルタル)	JIS A 1128(モルタル用エアメータ)に準拠
凝結遅延性	簡易水和発熱温度測定装置
圧縮強度	JIS A 1108に準拠

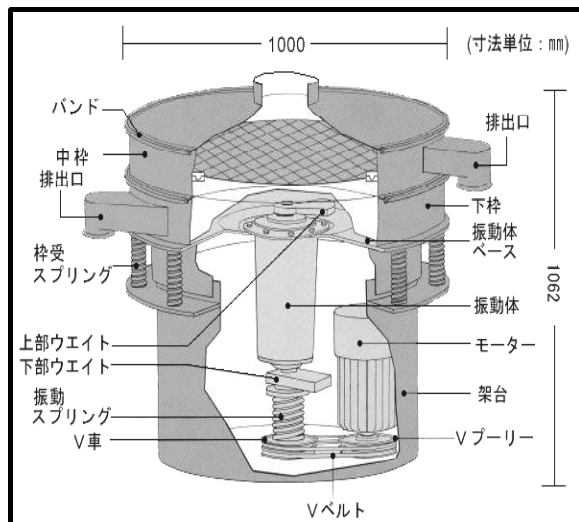


図 1 円形振動ふるい機

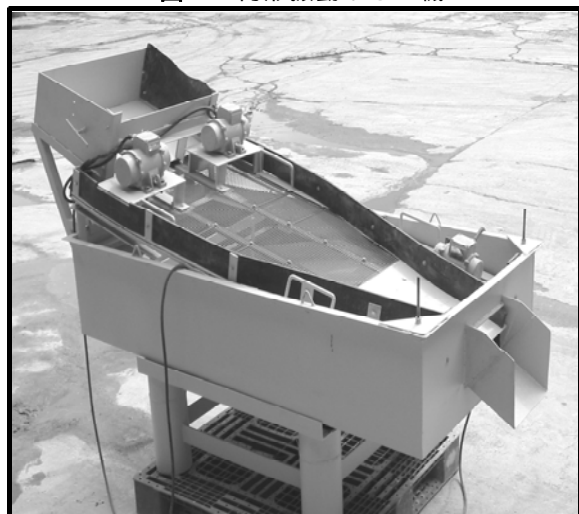


写真 1 傾斜形振動ふるい機

表5 前処理コンと戻りコンの品質

試験試料	スランブ (フロー) (cm)	空気量 (%)	圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )		
			7日	28日	
戻りコン	直後	18.5	5.4	25.5	36.1
	2hr後	14.5	5.0	25.1	34.4
前処理コン <sup>1)</sup>	23.5	5.4	28.4	40.0	
	(45.5×45.0)				

1)流動化剤量はC×0.3%

2)コンクリート温度:11.5~12.5℃

2.4 実験装置および考察

2.4.1 シリーズ の実験について

(1) コンクリートの品質

戻りコンと前処理コンの品質を表5に示す。

(2) 再生モルタルの品質

再生モルタル(5mm 及び 10mm 試料)の品質を表6に示す。再生モルタルは、24時間後も十分な流動性を有しており、製造日の翌日にポンプ圧送用モルタルとして使用できることが確認された。材齢 28 日における圧縮強度は、5mm 及び 10mm の再生モルタル試料とも、戻りコンの試験値に比べて大きい結果となった。

(3) 再生モルタルの製造性

再生モルタルの製造性を表7に示す。粗骨材に付着したモルタル量は、5mm に比べて 10mm ぶんの方が少なく、ぶん目寸法の大きい方がウェットスクリーニング効率は高い結果となった。モルタル回収率は、5mm に比べて 10mm ぶんの方が当然ながら大きく、既往の実験結果<sup>4)</sup>と同様に、本円形振動ぶん機(10mm ぶんの場合)を用いると、約 3m<sup>3</sup>/hr の前処理コンを処理でき、約 2m<sup>3</sup>/hr の再生モルタルを製造できることがわかった。

2.4.2 シリーズ の実験について

超遅延剤量と前処理コンの流動性、再生モルタル(10mm 試料)の凝結遅延性及び製造性を図2に示す。なお、既往の実験結果(図中の凡例: □)は、石灰碎石、山砂を用いた呼び強度 24、スランブ 18 cm の 2 時間静置後のコンクリートに対して、超遅延剤を添加した前処理コンから得られた再生モルタルの試験値(流動化剤は無添加)である。超遅延剤量の増加にともなって、前処理コンの流動性も大きくなる傾向を示し、前処理コンからウェットスクリーニングして得られた再生モルタルの水和発熱開始時間も直線的に長く(凝結遅延性が大きく)なる傾向を示した。製造日の翌日以降に再利

表6 再生モルタルの品質

試験試料	モルタルフロー (mm)	空気量 (%)	水和発熱開始時間(hr)	圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )		
				7日	28日	
5mm	直後	244×241	3.3	36	28.4	42.7
	24hr後	150×148	3.0			
10mm	直後	213×207	4.0	34	25.7	39.1
	24hr後	131×129	3.7			

表7 再生モルタルの製造性

検討事項	5mm 試料	10mm 試料
モルタル付着率 (%)	16.7	9.9
モルタル回収率 (%)	44.0	60.9
[理論上の回収率 (%)]	[57]	[76.3]
理論上の回収率に対する割合 (%)	77.2	79.8
製造量 <sup>1)</sup> (m <sup>3</sup> /hr)	0.86	1.90
	1.65	2.92

1)上段は再生モルタル量、下段はコンクリートの処理量

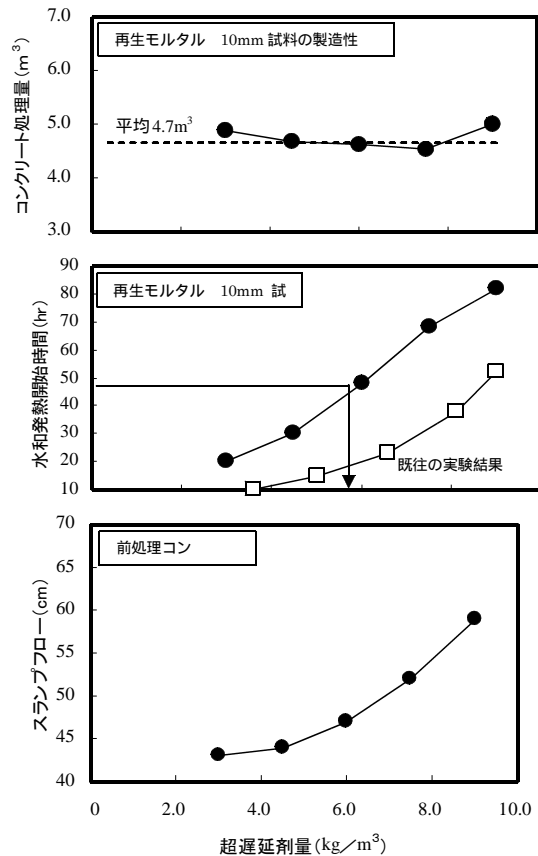


図2 超遅延剤量と前処理コンの流動性、再生モルタルの凝結遅延性及び製造性 (コンクリート温度: 25 ~27 )

用する再生モルタルの使用条件を考慮(安全面から、最低でも 48 時間以上の凝結遅延性を確保)すると、本実験を行った環境温度条件では、6kg/m<sup>3</sup>以上の超遅延剤量が必要なことがわかった。また、既往の実験結果と比較すると、既往の実験では流動化剤を併用していないため水和発熱開始時間に差はあるものの、超遅延剤量と凝結遅延性の関係

は近い傾向となった。

本傾斜ふるい機を用いることにより、約  $5\text{m}^3/\text{hr}$  の前処理コンをウェットスクリーニングでき、前述の円形振動ふるい機に比べると 1.5 倍以上の処理能力があることがわかった。

### 2.4.3 シリーズの実験について

流動化剤量と前処理コンの流動性、再生モルタル(10mm 試料)の凝結遅延性及び製造性を図3に示す。なお、既往の実験結果(図中の凡例: □)は、超遅延剤量を一定( $6\text{kg}/\text{m}^3$ )とした前処理コンから得られた再生モルタルの試験値である。流動化剤量の増加にともなって、前処理コンの流動性も大きくなり、再生モルタルの凝結遅延性も大きくなる傾向を示した。再生モルタルの凝結遅延性は、前処理コンの流動性を調整するために添加する流動化剤量にも影響を受けることがわかった。また、既往の実験結果と比較すると、水和発熱開始時間に差はあるものの、前述の超遅延剤に関する試験結果と同様に、流動化剤量と凝結遅延性の関係も近い傾向となった。コンクリートの処理量及び再生モルタルの製造量は、前処理コンのスランプフローを 55 ~ 60cm 程度にすることで、それぞれ  $7 \sim 8\text{m}^3$  及び  $4 \sim 5\text{m}^3$  の結果が得られ、シリーズの実験以上の処理能力が確認された。再生モルタルの製造性は、前処理コンの流動性を分離を生じさせない程度に大きく設定することにより改善できるものと考えられる。

### 3. まとめ

本実験結果を要約すると以下のようなものである。

- (1) 再生モルタルは、戻りコンに添加する超遅延剤量及び流動化剤量を調節することにより、製造日の翌日以降においても十分な流動性を示した。
- (2) ウェットスクリーニング装置として、市販の円形振動ふるい機(10mm ふるいの場合)を用いると、約  $3\text{m}^3/\text{hr}$  の前処理コンを処理でき、約  $2\text{m}^3/\text{hr}$  の再生モルタルを製造できる。また、粗骨材に付着したモルタル量は、5mm に比べて 10mm ふるいの方が少なく、ふるい目の寸法の大きい方がウェットスクリーニング効率は高い。
- (3) 試作の傾斜形振動ふるい機を用いることにより、約  $5\text{m}^3/\text{hr}$  の前処理コンをウェットスクリーニングでき、市販の円形振動ふるい機に比べると 1.5 倍以上の処理能力があることがわかった。
- (4) 前処理コンのスランプフローを 55 ~ 60cm 程

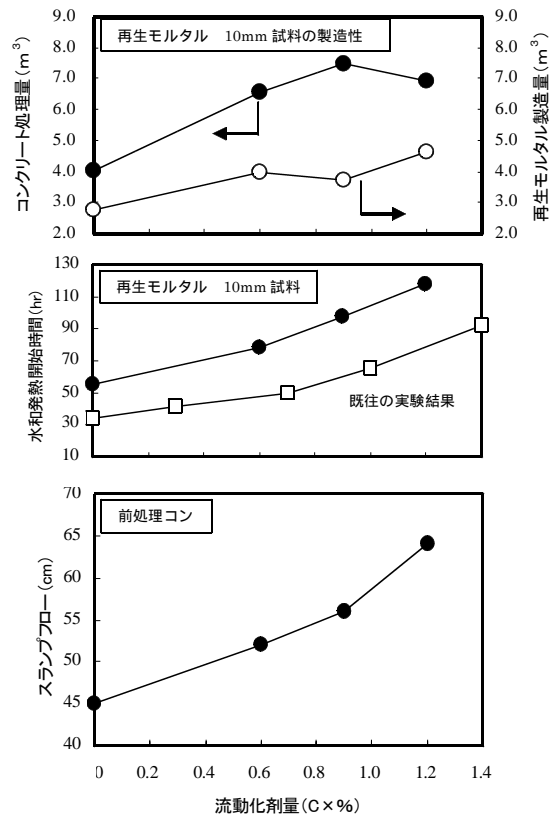


図3 流動化剤量と前処理コンの流動性、再生モルタルの凝結遅延性及び製造性 (コンクリート温度: 25 ~ 26 °C)

度に設定することにより、コンクリートの処理量及び再生モルタルの単位時間製造量は、それぞれ  $7 \sim 8\text{m}^3/\text{hr}$  及び  $4 \sim 5\text{m}^3/\text{hr}$  となり、製造性を大きく改善できる。

今後としては、戻りコンの品質判定にあたり、調合条件(呼び強度、スランプなど)及び練混ぜからの経過時間の上限値を設定し、調合の種類、環境温度(コンクリート温度)と超遅延剤量及び流動化剤量との関連資料を作成するとともに、実用化に向けて再生モルタルの製造・貯蔵及び出荷の製造システムについて構築していく予定である。

### 参考文献

- 1)「生コンクリートスラッジの実態調査に関する調査報告書」、全国生コンクリート工業組合連合会技術委員会スラッジ対策部会, pp.7-11, 1999
- 2)高野肇, 中田善久, 奈良禧徳, 毛見虎雄, 他;「戻りコンクリートのポンプ圧送用モルタルへの再利用方法の提案と化学混和剤が及ぼす影響に関する基礎的研究」,コンクリート工学論集, 第11巻 第3号, pp.19-28, 2000
- 3)高野肇, 中田善久, 奈良禧徳, 毛見虎雄, 他;「戻りコンクリートの配合およびセメントの種類がウェットスクリーニングしたポンプ圧送用モルタルの品質に及ぼす影響」,コンクリート工学論文集, 第12巻 第1号, pp.23-31, 2001
- 4)高野肇, 中田善久, 奈良禧徳, 毛見虎雄, 他;「戻りコンクリートをウェットスクリーニングして得られたポンプ圧送用モルタルの実用化に関する検討」,コンクリート工学論文集, 第13巻 第1号, pp.33-42, 2002

