

第13回（2005年）

生コン技術大会

研究発表論文集



全国生コンクリート工業組合連合会
全国生コンクリート協同組合連合会

研 6.

生コン車の付着モルタルの安定化及び 生コン工場の回収スラッジの改善について

金塚美喜男*1 ○香取恒雄*1 木間栄一*1 熊岡敏夫*2 長谷優司*2

要旨：廃棄物の低減は社会的なテーマであり、生コン業界においても大きな問題である。生コン工場では一般的には、荷卸しを完了して帰社したトラックアジテータ（以下、アジテータと呼ぶ）は水によりドラム内を洗浄して排出し、骨材、上澄水及びスラッジ残土に分別して、一部は再利用、残りは産廃処理としている。本報告は JIS A 5308 附属書 4 に規定する付着モルタル安定剤（以下、安定剤と呼ぶ）を利用して、①アジテータドラム洗浄水の排出量の削減 ②工場内の回収スラッジ水の改善を目的に、廃棄物を産廃処理しないクローズドシステムを検証したものである。

キーワード：付着モルタル安定剤・アジテータドラム洗浄水・回収スラッジ水

1. はじめに

現場荷卸し後のドラムに付着したモルタル（以下、付着モルタルと呼ぶ）は、洗浄水とともに工場内で処理され、スラッジ残土の大部分は廃棄処理されるのが一般的である。この付着モルタルの量は、大型車一台当たり 30 %、そして洗浄水は 50 %程度と言われており、これらの処理には多額の費用、労力及び時間を要する上に、廃棄物処理という社会的デメリットも同居している。

また、スラッジ水は、その固形分率が単位セメント量の 3%以内であれば、コンクリートの練混ぜ水として利用可能であるが、それでも余剰となる。

本実験は生コン工場における「廃棄物ゼロ」のクローズドシステムをめざす一手法として、

①安定剤と水により付着モルタルをスラリー状（以下スラリー状モルタルと呼ぶ）にし、新たに積み込むコンクリートと混合して使用する。

②1 日の出荷完了時に安定剤と水により洗浄し、回収水に安定剤を添加したスラッジ水（以下安定化スラリーと呼ぶ）を翌日の練混ぜ水として利用する。

の 2 点について、フレッシュコンクリートの性状及び圧縮強度への影響を検証した。

2. 試験概要

試験場所 佐倉エスオーシー株式会社 試験室

安定剤 JIS A 5308 附属書 4 の規定に適合する付着モルタル安定剤

表-1 安定剤の主成分及び物性

主成分	外観	密度 (20℃、g/cm ³)	pH	凍結温度 (℃)
オキシカルボン酸系化合物	淡青色液	1.120	7.0	-2.5

表-2 安定剤の品質

モルタルの フロー値比%	凝結時間の差 min		圧縮強さの比%		スラリー状モルタルの 流動性 (24 時間後)	塩化物イオン (Cl ⁻) 量 kg/m ³	全アルカリ量 kg/m ³
	始発	終結	7 日	28 日			
103	+5	+5	100	101	良好	0.00	0.02
100~110	-60~ +90	-60~ +90	90 以上	90 以上	スラリー状モルタルが 容易に流動し、部分的 な塊が認められない	0.02 以下	0.30 以下

* 下段は JIS A 5308 附属書 4 の規格値

*1 佐倉エスオーシー株式会社

*2 株式会社ポゾリス物産

2. 1 スラリー状モルタルの再利用（室内試験）

（1）試験内容

附属書4による付着モルタルの使用法は、コンクリートの荷卸し後、アジテータのドラムを安定剤希釈液 50 ㊦で洗浄し、洗浄水（残水）を排出せずに、一台あたり 50kg の水を減じた新しいコンクリートを積み込む方法である。この方法をモデルとして、まず室内試験を行った。

（2）室内試験配合

表-3 に基準配合 A [30-15-20N] と試験配合 B~E を示す。

試験配合 B~E は、工場

表-3 基準配合 A と試験配合 B~E

帰着後のアジテータに
5m³のコンクリートを積
み込むと想定し、基準配
合 A から単位水量を
10kg/m³ (50kg/5m³) 減
じた配合とした。

配合No.	単位水量 W と配合	洗浄水/m ³		付着モルタル
基準配合 A	170kg (30-15-20 N)	水 W2	安定剤	—
試験配合 B	160kg (A-10kg)	—	—	16 ㊦/ m ³ (80 ㊦/5m ³)
試験配合 C		10.0kg	—	
試験配合 D		9.9kg	0.1 ㊦	
試験配合 E		9.8kg	0.2 ㊦	

また、コンクリート 1m³ に 16 ㊦ (80 ㊦/5m³) の付着モルタルが導入されると想定した。

（3）安定剤の濃度

試験配合 C は、試験配合 B に付着モルタル 16 ㊦/m³ と表-3 に示す W2 のみを配合した。

試験配合 D、E は、試験配合 B に付着モルタル 16 ㊦/m³ と表-3 に示す W2 と安定剤を配合した。

（4）練混ぜ

コンクリートの練混ぜには、容量 60 ㊦の強制 2 軸型ミキサを用い、練混ぜ量は 30 ㊦とした。

G+S+C 空練り (15 秒) → + (W+Ad) 本練り (120 秒) → + 付着モルタル + 洗浄水 (30 秒)

試験項目は、スランプ、空気量及び圧縮強度とした

（5）室内試験結果

試験結果を表-4 に示す、試験に
供した付着モルタルは、往復 1 時間
以上の運搬距離を想定して事前に
作製し、AE 助剤の添加量は A : 4.0A
B~E : 5.0A とした。

表-4 室内試験結果

配合No.	スランプ (cm)	空気量 (%)	C T (°C)	圧縮強度 (N/mm ²)		
				σ 1	σ 7	σ 28
基準配合 A	15.3	4.5	20.0	7.0	28.3	35.1
試験配合 B	12.5	4.6	20.0	性状確認のみ		
試験配合 C	16.6	6.1	20.0	6.5	27.1	34.0
試験配合 D	17.2	5.4	20.0	6.0	27.9	35.0
試験配合 E	18.5	5.8	20.0	6.0	28.3	34.7

a. フレッシュコンクリートの性状
試験配合 B : AE 剤を増加して基準
配合と同程度の空気量とした。

試験配合 C : スランプは基準配合 A よりやや大きい、空気量は増加した。

試験配合 D : スランプは大きい状態は非常に良い、空気量は配合 C ほど多くない。

試験配合 E : スランプは配合 D より大きい状態は良好、空気量は配合 C と D の中間程度であ
り、安定剤の使用量を増した配合 E がもっとも良好な結果であった。

b. 圧縮強度への影響

1 日強度 : 基準配合 A と比較して、配合 D 及び E とともに極端な強度低下は認められず、安定剤
による凝結遅延の影響はないと判断された。

7、28 日強度 : 図-1 に示すように、いずれの配合もほとんど強度差は認められなかった。

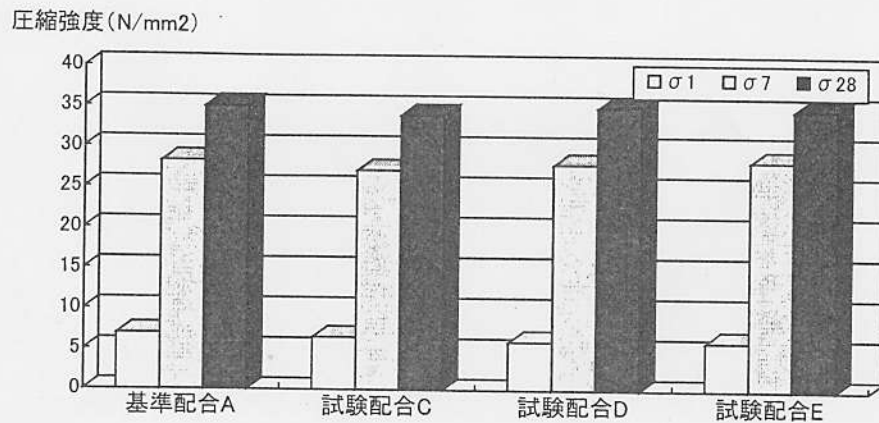


図-1 室内試験の圧縮強度試験結果

2. 2 安定化スラリーとした回収水の利用 (室内試験)

(1) 試験内容

安定剤と水でアジテータドラムを洗浄し、洗浄廃水から骨材を分離して得られるスラリー (安定化スラリー) を、コンクリートの練混ぜ水として使用する方法である。室内試験は、表-5 に示すように、スラッジ固形分を 3.0 及び 5.0%、安定化スラリーを 3.0、5.0 及び 7.0% とした。

(2) 試験前の準備

a. 回収水の採取と調整

回収水水槽から回収水を採取、上澄み水を取り除き、固形分濃度を 20% 程度に調整した。

b. 安定化スラリーの作製

① 帰社したアジテータ車を、安定剤 (1.0 %) と水 (99.0 %) (注) で洗浄し、洗浄廃水から粗骨材を除去した。(注) 10% 以上の安定化スラリー濃度を得るため

② バケツの中の洗浄廃水をかくはんした後、細骨材を沈降させて、安定化スラリーを分取した。

③ 回収水と同様に、安定化スラリーの固形分濃度を測定した。

c. 試料のかくはん及び固形分濃度の再確認

回収水及び安定化スラリーはそれぞれをパール缶に移し、翌日の試験練りまでラゴスターラーでかくはん、試験練り時の固形分濃度は、回収水 : 20.6%、安定化スラリー : 27.8% であった。

(3) 室内試験配合

基準配合① [27-18-20N] 及び試験配合②～⑥を表-5 に示す。

試験配合②～⑥は、単位水量の一部を回収水又は安定化スラリーで置き替えた。

W/C は基準配合①

と同一とし、s/a

は固形分率に応じて基準配合①より減じた。

表中 () 内の値は、s/a の修正値を示す。

表-5 基準配合①及び試験配合②～⑥

配合No.	W/C (%)	s/a (%)	C	W	セメントに対するスラッジ固形分率 (%)
基準配合①	54.5	46.4	331	地下水	—
試験配合②		44.9 (-1.5)			3.0
試験配合③		44.4 (-2.0)		安定化スラリー	5.0
試験配合④		44.9 (-1.5)			3.0
試験配合⑤		44.4 (-2.0)			5.0
試験配合⑥		43.9 (-2.5)			7.0

(4) 練混ぜ

コンクリートの練混ぜには容量 60ℓの強制 2 軸型ミキサを用い、練混ぜ量は 30ℓとした。

G+S+C 空練り (15 秒) → + (W+Ad) 本練り (120 秒)

試験項目は、スランプ、空気量及び圧縮強度とした。

(5) 室内試験結果

試験結果を、表-6 に示す。

表-6 室内試験結果

試 験 配 合	固形分率 (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	フロー値 (cm)	C T (°C)	圧縮強度 (N/mm ²)		
						σ_1	σ_7	σ_{28}
① 基準配合	—	19.3	4.2	30.0	24.0	6.9	24.3	32.9
②	回収水	3.0	18.5	4.3	28.5	24.0	8.0	26.5
③		5.0	15.5	4.0	25.8	23.5	7.7	25.7
④	安定化スラリー	3.0	19.5	4.3	30.0	23.5	7.9	28.2
⑤		5.0	18.5	3.8	30.5	23.5	7.9	29.8
⑥		7.0	17.5	4.0	26.8	23.5	8.4	33.1

*AE 助剤 : ①5.0A ②~⑥4.0A

a. フレッシュコンクリートの性状

回収水中のスラッジ固形分率が 3% の場合、スランプはほぼ同等であるが、5% になるとスランプが極端に低下した。一方、安定化スラリーは 5% 程度まではスランプの変動はなかったが、7% の場合はスランプがやや硬くなった。いずれの配合も空気量の変動はみられなかった。

b. 圧縮強度

1 日強度 : 安定剤による凝結遅延の影響はまったく見られなかった。

7、28 日強度 : 図-2 に示すように、基準配合①と比較して、安定化スラリーを練混ぜ水に用いた配合④~⑥は、固形分率の増加に伴い 7 日以降の強度は増加する傾向を示した。

圧縮強度(N/mm²)

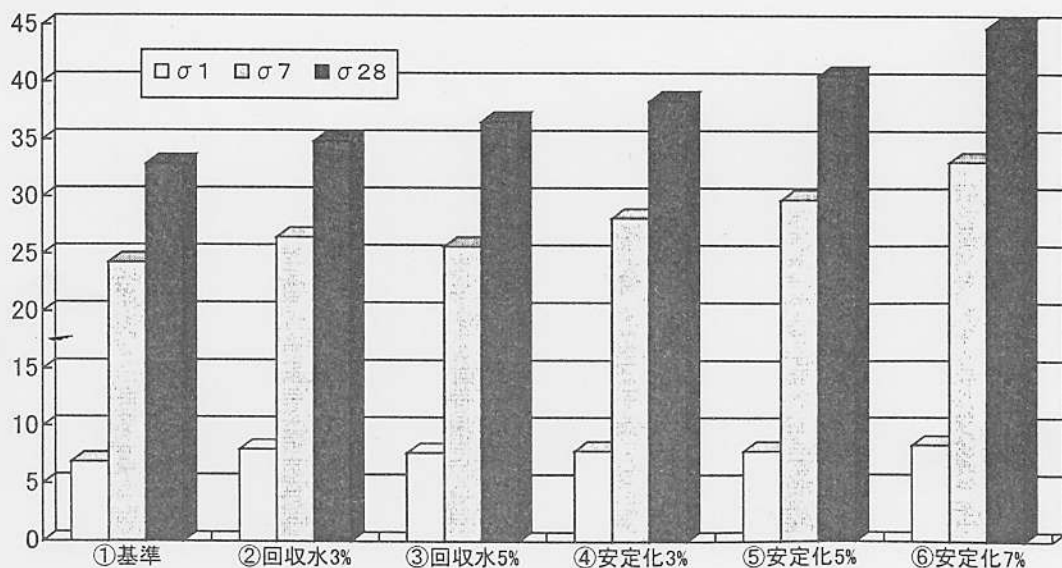


図-2 室内試験の圧縮強度試験結果

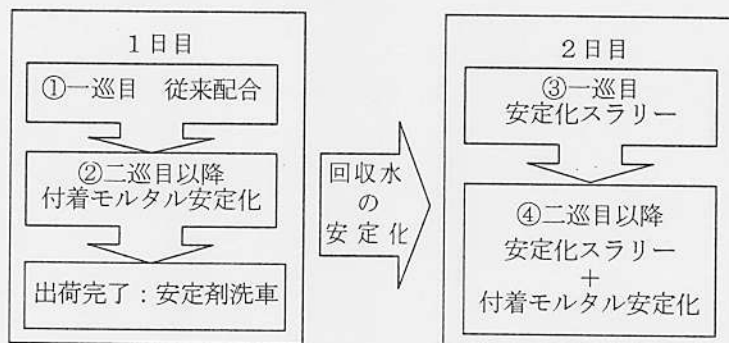
2. 3 夏期実機試験

(1) 試験内容

スラリー状モルタルの再利用及び、未処理のスラッジ水と安定化スラリーとした回収水を使用したコンクリートとを対比して、下記4パターンの比較試験を行った。

表-7 実機試験の組合せ

配合No.	スラリー状モルタル	安定化スラリー	残水処理
①	×	×	排出
②	○	×	—
③	×	○	排出
④	○	○	—



(2) 実機試験配合

表-8に配合①通常配合[30-18-20N]と配合②スラリー状モルタル試験配合(1日目)を示す。配合②は、付着モルタル及び洗浄水を排出しない、スラリー状モルタル試験用の配合であり、ドラム内の洗浄水量が50ℓ、生コンの積載量が5.5m³/車であることから、配合①から単位水量を9kg/m³(50kg÷5.5m³)減じた配合とした。1車当たり0.8ℓ(約0.15ℓ/m³、室内試験2水準の中間値)の安定剤と、これを含む50ℓの洗浄水で付着モルタルをスラリー化した。

表-8 通常配合[30-18-20N]①とスラリー状モルタル試験配合②

配合No.	W/C(%)	s/a(%)	NC	W 1	積み込み→	ドラム内の残存物 (1台当たり)		
						付着モルタル	W (kg)	安定剤(ℓ)
①	50.0	45.1	368	184				
②	47.6	45.1	368	175		80ℓ	49.2	0.8

1日の出荷を完了したアジテータは、前述の2.2と同様に安定剤(1.0ℓ)と水(199.0ℓ)で洗車し、安定化スラリーとして排出し、これを翌日の練混ぜ水として使用した。

表-9に示す配合③は、配合[24-15-20BB](2日目)であり、練混ぜ水に安定化スラリーを使用した配合である。配合④は、安定化スラリーとスラリー状モルタルとを併用する配合(以下、併用配合と呼ぶ)であり、表-8と同様の配合修正を行った。

表-9 安定化スラリー配合[24-15-20BB]③、と併用配合④

配合No.	W/C(%)	S/a(%)	BB	W 1	積み込み→	ドラム内の残存物 (1台当たり)		
						付着モルタル	W (kg)	安定剤(ℓ)
③	57.9	45.1	292	169				
④	54.8	45.1	292	160		80ℓ	49.2	0.8

なお、いずれの配合も練混ぜ水としては、回収水を100%使用した。

各配合の単位セメント量に対するスラッジ固形分率を表-10に示す。

表-10 コンクリート中のスラッジ固形分率

配合	単位セメント量 (kg/m ³)	回収水		セメント量に対する スラッジ固形分率(%)	単位水量 (kg/m ³)
		計量値(kg/m ³)	固形分濃度(%)		
①	368	149	4.5	1.8	184
②	368	136	4.7	1.7	175
③	292	130	4.1	1.8	169
④	292	125	4.1	1.8	160

(3) 試験項目

試験項目は、スランプ、空気量及び圧縮強度とし、スランプ及び空気量は工場出荷時及び現場到着時（約 30 分経過後）に測定した。

(4) 試験結果

試験結果を表-11 に示す。

表-11 実機試験結果

試験配合	試験場所	スランプ (cm)	空気量 (%)	フロー値 (cm)	C T (°C)	圧縮強度 (N/mm ²)	
						σ_7	σ_{28}
① 通常配合 [30-18-20N]	工場発	19.5	4.9	31.5×30.0	30.5	24.7	32.5
	現場着	16.0	4.0	28.0×26.0	30.0	27.4	37.3
② スラリー状モルタル配合 [30-18-20N]	工場発	20.5	4.8	35.0×34.0	30.5	—	—
	現場着	21.0	4.7	37.0×36.0	32.0	27.9	38.9
③ 安定化スラリー配合 [24-15-20BB]	工場発	16.0	4.9	—	30.5	—	—
	現場着	15.0	4.8	—	30.0	18.6	29.2
④ 併用配合 [24-15-20BB]	工場発	17.0	5.3	—	29.5	—	—
	現場着	17.0	4.8	—	31.5	19.8	30.2

a. フレッシュコンクリートの性状

②～④のスラリー状モルタル配合及び練混ぜ水を安定化スラリーとした配合は、ともに運搬によるスランプ及びフローの低下が抑制され、良好な状態を保持した。

b. 圧縮強度への影響

圧縮強度はほとんど変化がないことを確認できた。

3. まとめ

(1) スラリー状モルタルの再利用

室内試験及び夏期の実機試験ともにスラリー状モルタルを使用することにより、スランプは基準配合よりも大きい値となったが、強度低下等の悪影響は認められなかった。これはアジテータドラム内に残存するスラリー状モルタルのセメント分が、安定剤を添加したことにより有効に働いたものと考えられる。実機試験においては運搬によるスランプ及びフローの低下が抑制され、荷卸し地点においても良好な状態であった。これらは、単位セメント量の多い配合にも有効であると推測できる。

(2) 安定化スラリーとした回収水の利用

室内試験では地下水、未処理の回収水及び安定化スラリーとした回収水の比較を行った。未処理の回収水はスラッジ固形分率が 5% になるとスランプは極端に低下したが、安定化スラリーは 5% 程度までは良好な状態を維持し、いずれも固形分率に比例して強度の増進が認められた。

実機試験では安定化スラリー配合と併用配合との比較をした、併用配合では運搬によるスランプ及びフローの低下がほとんど見られず、特に夏期配合では有効であると思われた。

今回、スラリー状モルタルの再利用及び、安定化スラリーとした回収水を練混ぜ水に使用する試験を実施した。両手法を併用した配合は夏季の回収水使用における、フレッシュコンクリートの状態や経時保持性の改善に顕著な効果が認められた。また、スラリー状モルタルの利用では、帰社ごとのアジテータドラムの洗浄水排出量は低減され、安定化スラリーとした回収水を翌日の練混ぜ水に使用する手法も、工場で発生する産廃処理の低減に効果があり、「廃棄物ゼロ」のクローズドシステムの一助になると思われた。