

論文 戻りコンクリートの再使用に関する一研究

古井 博*1・吉田 康史*2・西村 正*3・会沢 賢一*4

要旨：本研究は、戻りコンクリート（工事現場などにおいて不要となった未使用生コンクリート）を翌日に再使用する技術の確立を目的に、戻りコンクリートへの超遅延剤の添加（水和反応停止）、再使用時における硬化促進材の添加（水和反応活性化）及びスランプ調整剤の添加（所要スランプ確保）によって処理されたコンクリートの性質や耐久性について検討した。その結果、超遅延剤、硬化促進材及びスランプ調整剤によって処理された戻りコンクリートは、その諸性質及び耐久性を損なうことなく再使用できることが明らかとなった。

キーワード：戻りコンクリート、再使用、超遅延剤、硬化促進材、スランプ調整剤

1. はじめに

生コン工場から発生する産業廃棄物のほとんどは、トラックアジテータ及びミキサの洗浄や戻りコンクリートに起因するものである。その廃棄物の量は、一工場当たり平均で約50トン/月と言われ、全国的にみれば膨大な量となっている[1][2]。また、環境保護や資源の有効活用の観点から、その処理方法や有効利用方法が様々検討されている[3]。

一方、コンクリート技術や施工技術の進展に伴い種々の混和材（剤）が開発され、実用化されているものも多く、コンクリートの凝結・硬化を調整する技術も凝結遅延剤や硬化促進剤の開発によるものである。

戻りコンクリートの再使用に対して、コンクリートの凝結・硬化調整技術を適用した例はあるものの[4]、生コン工場の品質管理の立場から、フレッシュ時の性状や硬化時の性状を詳細に論じたものは見当たらない。

そこで、本研究では、生コン工場から発生する廃棄物量の低減及び資源の有効活用を図るために、コンクリートの凝結・硬化調整技術を導入した戻りコンクリートの翌日再使用を取り上げ、そのための技術の確立を目的に、超遅延剤、硬化促進材及びスランプ調整剤によって処理した戻りコンクリートのフレッシュ時の性質、硬化時の性質及び耐久性について実験検討を行った。

2. 実験方法

2. 1 コンクリートの種類

本研究で取り上げたコンクリートの種類は、戻りコンクリートを再使用するまでの過程により3種類に分類した。まず、練り上りからアジテータ車が生コン工場に帰って来るまでの時間を2時間と設定して、コンクリートの練り上がりから2時間経過するまでのものを基準コンクリートとする。次に、超遅延剤を添加してから硬化促進材及びスランプ調整剤を添加するまでのものを

*1 広島地区生コンクリート協同組合 共同試験場場長 (正会員)

*2 広島地区生コンクリート協同組合 技術委員会委員長

*3 デンカグレース(株) 技術部部长、工修

*4 デンカグレース(株) 技術部研究課 (正会員)

保存コンクリートとし、そして、硬化促進材及びスランプ調整剤を添加してからのものを再使用コンクリートとした。

2. 2 実験手順

実験手順の概要を図-1に示す。

本実験における超遅延剤は、30℃の環境温度条件下において、24時間硬化しないという条件で添加率を選定し、 $C \times 0.5\%$ と一定にした。また、硬化促進材の添加率の影響を把握するために、各環境温度（10、20及び30℃）について硬化促進材の添加率を2点とり、各種コンクリート試験を行い、比較検討した。この時の硬化促進材の添加率はセメントに対するスラリーとして計算した。

使用した混和材料は次の通りである。

- ・ 超遅延剤 : オキシカルボン酸類を成分とする減水性を有するもの。
- ・ 硬化促進材 : カルシウムアルミネート系を主成分とする固形分60%のスラリー。
- ・ スランプ調整剤 : ポリカルボン酸系を主成分とする高性能減水剤。

これらの混和材料の添加・練混ぜ方法は、重力式ミキサにて60秒間練混ぜとした。

また、実験中はコンクリート中の水分の乾燥を防ぐため、ビニルシートを用いた。

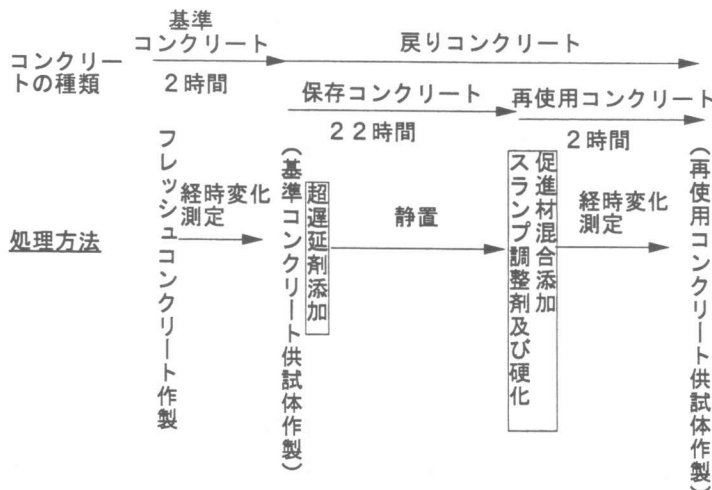


図-1 実験手順概要

2. 3 実験方法

(1) 使用材料

使用材料を表-1に示す。混和剤は、リグニンスルホン酸系のAE減水剤を使用し、環境温度10℃及び20℃では標準形を、環境温度30℃では遅延形をそれぞれ使用した。

表-1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント三種等量混合 比重3.16			
細骨材	下関市蓋井島産海砂	比重2.59	吸水率1.15%	粗粒率2.50
粗骨材	安芸郡蒲刈産碎石2005	比重2.73	吸水率0.44%	粗粒率6.64
混和剤	(10℃及び20℃) AE減水剤標準形 I 種			
	(30℃) AE減水剤遅延形 I 種			

(2) 実験方法

表-2に実験項目及び実験方法を示す。なお、圧縮強度、凍結融解及び長さ変化実験の供試体については材齢24時間は各環境温度で、それ以降は標準養生で行った。

(3) 配合

表-3に示す各温度条件配合により、各種実験を行った。

各コンクリートのスランブは18cm、空気量は $4.5 \pm 0.5\%$ になるようにAE調整剤で調整し、その時の練り上がり温度は、各温度の $\pm 2^\circ\text{C}$ とし、実験時のコンクリート温度は、各温度の $\pm 3^\circ\text{C}$ とした。

表-2 実験項目及び方法

実験項目	実験方法
スランブ	JIS A 1101に従った
空気量	JIS A 1128に従った
経時変化	JIS A 6204 5.1.6に従って行い、30分ごと 120分まで測定した
強熱減量	JIS R 5202に従った。前処理として 0.075mmのふるいを通し吸引過後アセトン洗浄し 105~110°Cで恒量になるまで乾燥した
凝結時間	JIS A 6204附属書1に従った
圧縮強度	JIS A 1108に従った
凍結融解	JIS A 6204附属書2に従った
長さ変化	JIS A 1129に従った

表-3 コンクリートの配合

環境温度	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 [kg/m^3]				混和剤 (C×%)
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	
10°C	58.5	45.8	188	321	790	983	0.25
20°C	58.5	45.8	192	328	782	975	0.25
30°C	58.5	45.8	192	328	782	975	0.25

3. 実験結果及び考察

3.1 スランブ及び空気量の挙動

(1) 各経過時間におけるスランブの挙動

図-2から図-4に各コンクリート温度におけるスランブの経時変化を示す。なお、24時間経過後に添加したスランブ調整剤の添加率は10°Cにおいては0.18~0.30%、20°Cにおいては0.30%~0.35%、30°Cにおいては0.72%とした。この結果より、スランブロスには硬化促進材の添加率が2%の場合、各温度の基準コンクリートのそれと比較して10°Cでは小さく、20°Cでは同等、30°Cでは大きい。硬化促進材の添加率の違いによる影響は添加率が

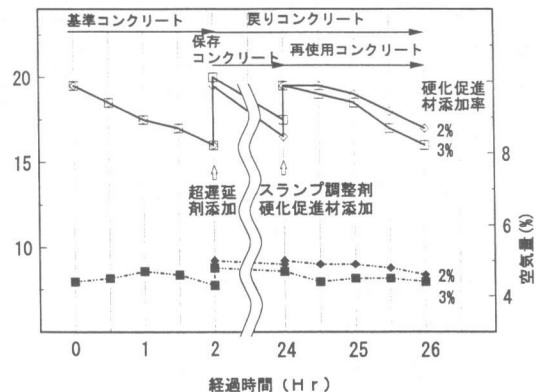


図-2 スランブ及び空気量の挙動 (10°C)

小さい程スランプロスも小さくなる傾向であり、30℃における添加率1%は基準コンクリートのそれと同等となる。

(2) 各時間における空気量の挙動

図-2から図-4に各温度における空気量の経時変化を示す。この結果より、10及び20℃における再使用コンクリートの空気量の経時変化は基準コンクリートのそれと同様に小さく、30℃における再使用コンクリートにおいてはやや増加する傾向である。また、超遅延剤の添加により空気量はやや増加し、スランプ調整剤及び硬化促進材の添加では同等かやや減少する傾向である。超遅延剤を添加してから22時間静置後の空気量の変化はほとんど見られない。

3. 2 各経過時間における強熱減量

図-5に各経過時間における強熱減量の測定結果を示す。この結果から、24時間後の保存コンクリートの強熱減量は基準コンクリートの2時間経過後と比較してほとんど差がないことから、戻りコンクリートに対する超遅延剤の水和抑制効果が確認された。また、再使用コンクリートの強熱減量の時間的変化は基準コンクリートと同じ傾向である。

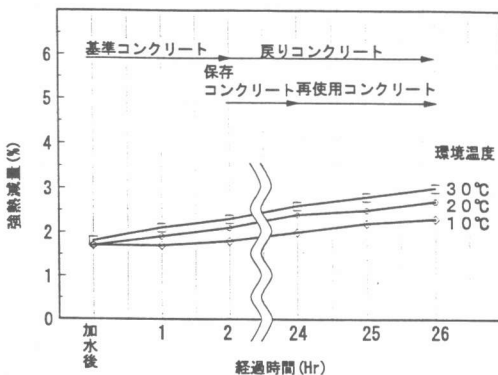


図-5 経過時間と強熱減量の関係

3. 3 凝結時間

凝結の始発時間と硬化促進材の添加率の関係を図-6に示す。この結果より、超遅延剤(C×0.5%)及び硬化促進材(C×2%)の添加率が一定の場合、再使用コンクリートの凝結時間は各温度

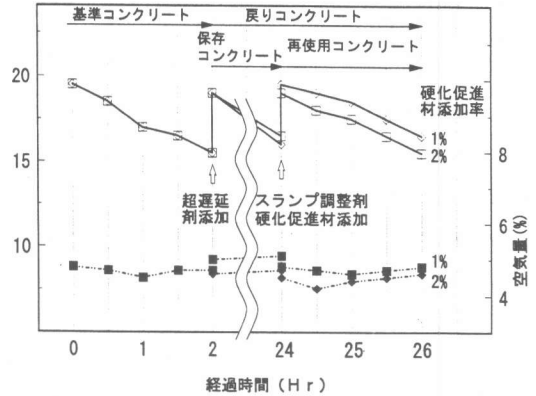


図-3 スランプ及び空気量の挙動 (20℃)

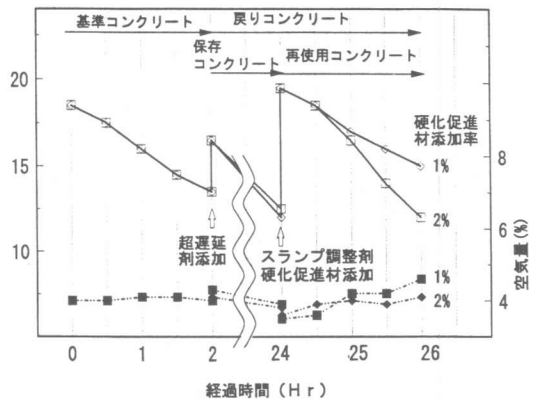


図-4 スランプ及び空気量の挙動 (30℃)

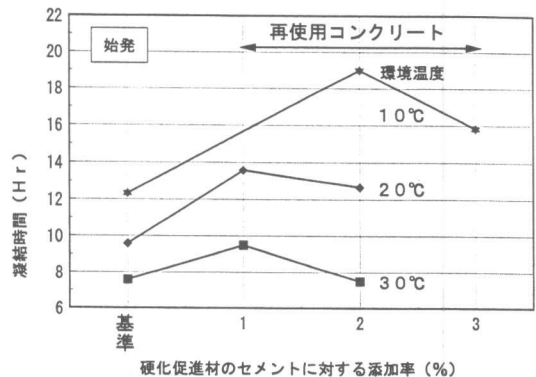


図-6 硬化促進材添加率と凝結時間の関係

における基準コンクリートの始発時間に対して、10℃で約6.5時間、20℃で約3時間遅れ、30℃では同じである。また、硬化促進材の添加率を調整することにより、始発時間のコントロールは可能である。

3. 4 圧縮強度

圧縮強度と硬化促進材の添加率の関係を図-7に示す。再使用コンクリートの圧縮強度は基準コンクリートに比べ、全て増大する傾向にある。これは超遅延剤及びスランプ調整剤によるセメント粒子の再分散による水和効率の増大と考えられる。また、硬化促進材の添加率の違いにおける圧縮強度は、硬化促進材の添加率の増加に伴いやや減少する傾向にあることが、各温度において確認された。

3. 5 凍結融解に対する抵抗性

各温度における基準コンクリート及び再使用コンクリートの凍結融解に対する抵抗性を図-8に示す。この時の硬化促進材の添加率は、10℃において3%、20℃においては2%、30℃においては1%とした。この結果から、再使用コンクリートの凍結融解に対する抵抗性は基準コンクリートとほぼ同じであることが明らかである。

3. 6 長さ変化

各温度における基準コンクリート及び再使用コンクリートの長さ変化を図-9に示す。この時の硬化促進材添加率は凍結融解試験と同じである。再使用コンクリートの長さ変化は各温度条件において、基準コンクリートの長さ変化とほぼ同等の傾向を示す。

4. まとめ

本研究では、戻りコンクリートを翌日再使用することを目的とし、戻りコンクリートに超遅延剤を添加することによってセメントの水和反応を抑制し、翌日に硬化促進材及びスランプ調整剤を添加することによってセメントの水和反応を活性化させると共に、所要スランプに調整する方法によって作製された再使用コンクリートの性質について検討した。その結果をまとめると、以下の通りである。

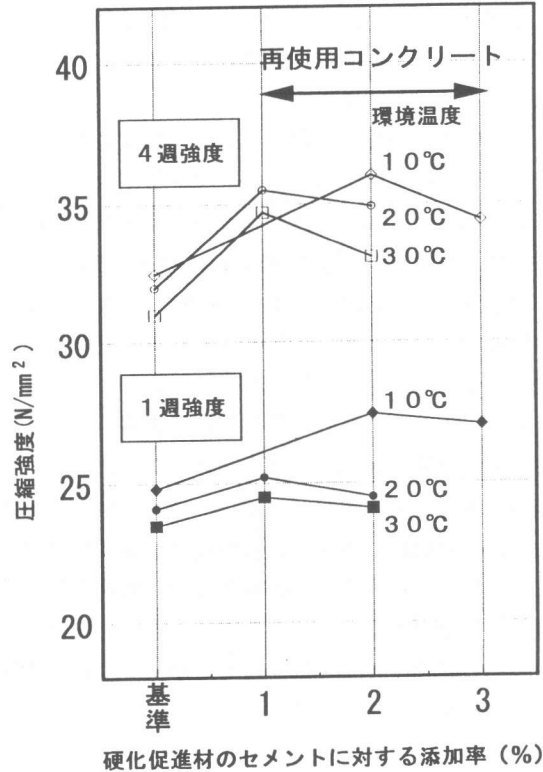


図-7 各温度における硬化促進材添加率と圧縮強度の関係

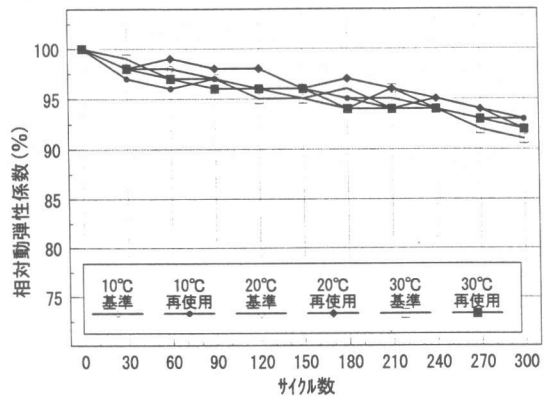


図-8 各種コンクリートの凍結融解に対する抵抗性

(1) 2時間経過後のフレッシュコンクリートに超遅延剤をC×0.5%添加することにより、30℃までの環境温度で22時間以上セメントの水和反応を抑制できる。

(2) 22時間経過後の保存コンクリート（超遅延剤C×0.5%添加）に硬化促進材を環境温度10℃では3%、20℃では2%、30℃では1%（その時のスランプ調整剤添加率は10℃では0.2%、20℃では0.3%、30℃では0.7%）それぞれ添加することにより、基準コンクリートのフレッシュ時の性質とほぼ同じ性質をもつ再使用コンクリートをつくることができる。

(3) 超遅延剤、硬化促進材及びスランプ調整剤を添加した再使用コンクリートの硬化後の性質は、基準コンクリートに対して、圧縮強度は増加し、凍結融解に対する抵抗性及び長さ変化はほぼ同等である。

(4) 実用性となると更に各種の要因（配合条件、超遅延剤及び硬化促進材の添加時期、高低温時など）を検討する必要があるが、戻りコンクリートは廃棄物として処分するのではなく、コンクリートの凝結・硬化調整技術を適用することにより、生コンクリートとして再使用できるということが本研究で確認できた。

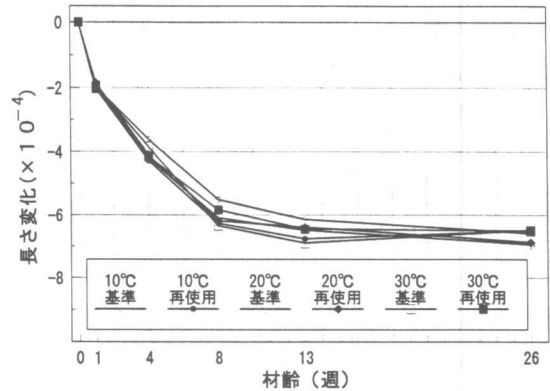


図-9 各種コンクリートの長さ変化

参考文献

- [1] 野崎貞澄：回収水利用の実態と経済効果、セメント・コンクリート、Vol. 492, pp. 50-57, 1988 .2
- [2] 武山信、田地野東一：アジテータドラム内の付着モルタルの使用方法について、月刊生コンクリート、Vol. 15, No. 15, pp. 49-57, 1996. 8
- [3] 畑中重光、谷川恭雄：生コンスラッジに関する研究の現状、コンクリート工学、Vol. 33, No. 6, pp. 14-24, 1995. 6
- [4] 特開昭 63-60184、もどりコンクリートの再生方法