

V-17

フレッシュコンクリート中のセメントの再資源化に関する研究

秋田高専	学生員	○最上田 晶
秋田高専	正会員	桜田 良治
三井建設(株)	正会員	樋口 正典

1. はじめに

コンクリート打設現場で余剰となった戻りコンクリートの処理方法として、硬化後に再生骨材や路盤材として再利用する方法や、安定剤添加によるスラリー状態の維持方法がある。前者では、原コンクリートの強度によっては、コンクリート用骨材としての品質が期待できないことがあり、後者によった場合には、安定剤添加による水和反応の抑制には限度があり、翌日の生コンとしての再出荷が必須条件となる。

そこで本研究は、まだフレッシュ状態にある戻りコンクリートから、当初の配合材料を粉末状態にして回収する技術の開発を目的とする。その基礎研究として、スラリー状態にあるセメントペーストを急速に凍結させ真空乾燥することで(図-1)、セメントを粉末状態で回収し、これを配合材料として再利用した場合の基本特性について検討した。その中で、試料の予備凍結時の凍結室温の違いが硬化セメントペーストの強度に及ぼす影響について検討するとともに、注水から冷凍室投入までの時間が回収したセメントの品質に及ぼす影響についても検討した。

2. 実験方法

水セメント比 0.3 で練混ぜたセメントペーストを、冷凍室(凍結室温: -22.5°C , -12.8°C)に 24 時間入れて凍結させた。練混ぜ時間は、1 分及び 60 分とし、練混ぜ時間も含めて注水から、それぞれ 3 分及び 62 分で冷凍室に投入した。冷凍後のセメントペーストを小塊に破砕し、これを 500ml のナス形フラスコに入れて凍結乾燥機に装着した。昇華により蒸発した水分は、冷却トラップにより捕集し、乾燥時の真空度を $5 \times 10^{-4} \text{mmHg}$ に維持した。凍結乾燥により回収したセメントに再び加水することによって作製した硬化セメントペーストについて、材齢 28 日における圧縮強度試験を行った。

3. 結果及び考察

図-2 に、水セメント比 0.3 で練混ぜた、凍結層厚 13mm のセメントペーストの予備凍結時の凍結曲線を示す。凍結室温を -22.5°C とした場合は、練混ぜ温度 $+24.0^{\circ}\text{C}$ のセメントペーストは、冷却開始から約 30 分で氷点下に達し、氷と未凍結水の共存状態を約 70 分間保持した後に、経過時間 100 分で凍結が完了している。一方、凍結室温を -12.8°C とした場合には、凍結完了時間は約 170 分で、凍結室温を -22.5°C とした場合より 70 分長くなる。

この凍結室温で予備凍結させ、これを真空乾燥処理により回収したセメントを用いたセメントペーストの圧縮強度を普通セメントと比較して図-3 に示す。回収したセメントは、予備凍結前の練混ぜ時間を 1 分とした。水セメント比 0.3 についてみると、凍結乾燥処理により回収したセメントは普通セメントに比べて凍結室温 -22.5°C の場合に 87%、凍結室温 -12.5°C では 85% の強度の発現が達成できる。水セメント比 0.4, 0.5 についても、88%~71%

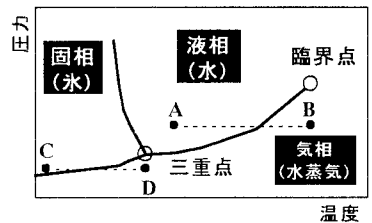


図-1 水の相図

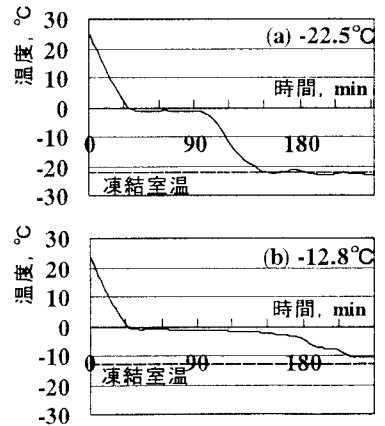
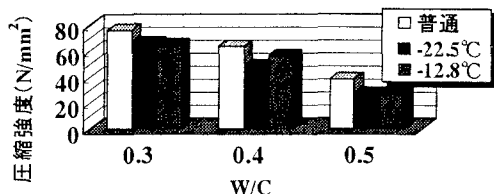
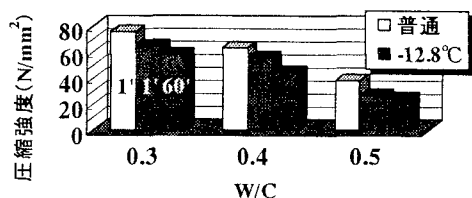


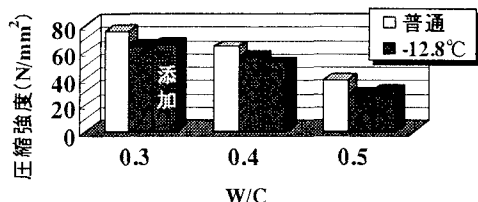
図-2 セメントペーストの凍結曲線



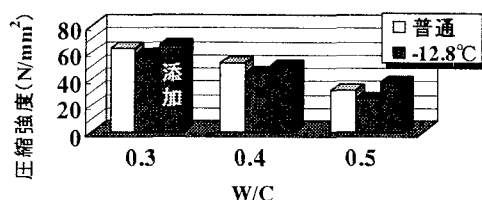
図—3 凍結室温の強度への影響



図—4 練混ぜ時間の強度への影響



図—5 遅延剤添加による効果(1分練り)



図—6 遅延剤添加による効果(60分練り)

の強度発現が期待できる。また、凍結室温を -12.8°C とした場合には凍結室温 -22.5°C の場合に比べて、98%～116%の強度が達成されることにより、凍結室温を -12.8°C の緩慢凍結とした場合でも、強度発現に及ぼす影響は小さいものと考えられる。この要因をセメントの発熱速度曲線(20°C)から考えると[1]、凍結室温が -22.5°C では発熱速度がほとんど変化のない誘導期に凍結を完了し、 -12.8°C でも誘導期から加速期への移行前に凍結を完了しているため、両者とも凍結完了前の水和の進行状態には有意な差はないためと考えられる。

注水後 60 分間の練混ぜ後に予備凍結させた場合の強度の発現特性を、練混ぜ時間 1 分の場合と比較した(図—4)。水セメント比が 0.3 の供試体では、1 分間の練混ぜ後に凍結乾燥することにより、普通セメントペーストに比べて 85%の圧縮強度が達成できる。この練混ぜ時間を 60 分とした場合には、普通セメントペーストに比べて 78%の強度があり、1 分間の練混ぜ供試体よりは強度として 9%低下する傾向にある。これは 60 分間の練混ぜ時間中での水和反応の進行やセメントペーストの乾燥が進むことにより、回収したセメント粉末の品質が低下したためと考えられる。

ここで、練混ぜ時に凝結遅延形の AE 減水剤を添加した場合の効果を調べた(図—5)。凍結室温 -12.8°C では、セメントペーストが凍結完了するまで 170 分を要すが(図—2)、遅延剤を添加することで添加しないで凍結乾燥処理したものに比べて、平均で約 5%の強度の増加が期待できる。

同じように遅延剤を添加して練混ぜ時間を 60 分とした場合には(図—6)、添加しないで凍結乾燥処理したものよりも、平均で約 24%強度が増加する。これには、遅延剤の添加により、凍結が完了するまでの水和の進行の抑制とセメント粒子の分散の促進、さらには長時間の練混ぜによるセメント粒子の分散の効果が複合的に作用して、回収セメントの品質が向上したためと考えられる。

4. まとめ

凍結室温 -12.8°C で予備凍結し、これを真空乾燥処理したセメントペーストの強度は、凍結室温を -22.5°C とした場合とほぼ同じ強度の発現が期待できる。さらに注水から冷凍室投入までの時間が 62 分の場合でも、普通セメントペーストの強度の 78%達成できるとともに、これに凝結遅延剤を添加することで凍結乾燥処理したセメントの品質の向上が期待できることが判明した。本研究は、平成 13 年度(社)東北建設協会の建設事業の技術開発に関する研究費助成(2001-01 号)を受けて行われたもので、ここに記して感謝いたします。

参考文献 [1] R.Sakurada et al. : Studies on Recovery Technique of Cementitious Materials by Freeze-Drying Method, The 26th Conference on Our World in Concrete & Structures, Vol.20, pp. 567-572, 2001.