

冷凍コンクリートに関する基礎的研究

建設省中国技術事務所 正会員 吉 野 好明
 正会員 ○ 濱 本 隆
 正会員 小野村 光正

1. はじめに

コンクリートは所要の品質確保に相当高度の技術が必要とされることから、コンクリート構造物の多くはレディーミクストコンクリート工場で製造、運搬されたコンクリートが用いられているが、コンクリートの凝結特性は運搬・打ち込みを制約する。

フレッシュコンクリートの凝結を制御する技術の開発は、フレッシュコンクリートの運搬・施工が困難な工事環境下におけるコンクリート構造物の建設に大きく寄与し、残コンクリートの再利用により省資源・産業廃棄物の減量化が図れる可能性がある。

本研究は、フレッシュコンクリートを冷凍保管し解凍後硬化させることによりコンクリートの凝結を制御する技術開発の基礎的研究を行った結果を報告するものである。

2. 実験概要

コンクリートの凝結を制御する技術開発の基礎的研究として、セメントペーストの冷凍時及び解凍後の挙動を把握することを目的とした 常温実験、氷温実験、解凍後常温実験 を、予備実験等により決定した次の実験条件・方法により行った。

・実験条件・方法

試 料 ; セメントペースト……普通ポルトランドセメント, W/C=40.0%
 冷凍試料の解凍方法 ; 20℃恒温室でステンレス製乳鉢による粉碎解凍
 試料の乾燥方法 ; アセトン添加, 吸引ろ過後, 真空ドライデシケーターで6時間乾燥
 水和反応の進行指標 ; 強熱減量 (JIS R 5202 ポルトランドセメントの化学分析方法)

2.1 常温実験

20℃に調整したセメント及び水を20℃恒温室にて練混ぜ、温度20℃、湿度80%以上の恒温室で試料を保管し、経過時間毎に粉碎・乾燥し強熱減量を測定した。

2.2 氷温実験

0℃に調整したセメント及び水を0℃恒温室にて練混ぜ、温度-5、-10、-15、-20、-50℃の恒温器で保管し、経過時間毎に解凍・乾燥し強熱減量を測定した。

2.3 解凍後常温実験

-50℃の恒温器で29日間保管した試料を解凍、温度20℃、湿度80%以上の恒温室で保管し、経過時間毎に粉碎・乾燥し強熱減量を測定した。

3. 実験結果および考察

表-1 実験結果 (強熱減量 ; %)

実験	経過時間 温度℃	練混ぜ前 セメント	練混ぜ 直後	20分	45分	到達 時	90分	3時間	7時間	1日	2日	3日	7日	14日	28日
常温	+20		3.3	3.4	3.5	—	3.8	4.2	6.4	13.4	16.0	17.5	21.5	—	22.5
氷温	-5	1.5	—	—	—	3.4	—	—	—	4.3	5.4	—	—	—	—
	-10		—	—	—	3.3	—	—	—	3.7	4.0	4.3	—	—	—
	-15		—	—	—	3.0	—	—	—	3.1	3.3	3.3	—	—	—
	-20		—	—	—	3.3	—	—	—	3.4	3.4	3.4	—	3.6	3.8
	-50		2.9	—	—	2.9	—	—	—	2.9	2.9	2.8	2.8	3.1	2.9
解凍後常温	-50→+20		2.9	3.1	3.4	—	3.6	4.5	7.6	13.9	15.7	17.8	19.4	21.9	23.7

常温、氷温、解凍後常温の各実験結果を表-1に示す。表中の「到達時」は、各設定温度到達時であり、冷凍開始（練混ぜ直後）から約70～90分である。

図-1は、常温、氷温実験の保管温度の違いによる経過時間と強熱減量の関係を示したものである。経過時間は、練混ぜ直後を始発とした。

図-2は、常温実験（+20℃）、氷温実験（-50℃）、解凍後常温実験（-50→+20℃）の経過時間と強熱減量の関係を示したものである。ただし、解凍後常温実験の経過時間は、解凍直後を始発とした。

これらの図表から、セメントペーストの冷凍時及び解凍後の挙動として次のことが言える。

- ① 冷凍保管温度 -20℃以上では水和は進行する。
- ② 冷凍保管温度が低いほど水和進行は遅延する。
すなわち、+20℃における初期90分の強熱減量の増加量は、概ね-10℃で1日、-15℃で1週間、-20℃で3週間の強熱減量増加量に相当する。
- ③ 4週間のタイムスパンにおいて、冷凍保管温度 -50℃で水和は停止する。
- ④ 冷凍保管後、解凍、常温養生により、常温養生と同等に水和は進行する。

4. まとめ

本実験結果により、コンクリートを冷凍することによる長期保管の可能性が示唆された。ただし、本実験は 200cc程度のセメントペーストを急速冷凍が可能な恒温器で冷凍し水和反応を強熱減量で判定した基礎実験であり、コンクリート、フレッシュ・硬化性状についての知見は得られていない。また、実用に向けては、例えば -50℃のような水和が停止する超低温でコンクリートを管理し一般的に使用することは冷凍コスト面から非常に困難であると考えられ、さらに解凍技術等の多くのクリアすべき技術的課題が残されている。しかし、冷凍により水和進行が著しく遅延することは、フレッシュコンクリートの運搬・施工が困難な工事環境への適用は可能性が高いと考えられることから、今後さらに調査・試験を進め冷凍コンクリートの実用の可能性について究明していきたい。

謝辞

本実験の実施に先立ち、広島地区生コンクリート協同組合共同試験場に貴重な資料の御提供・御助言を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

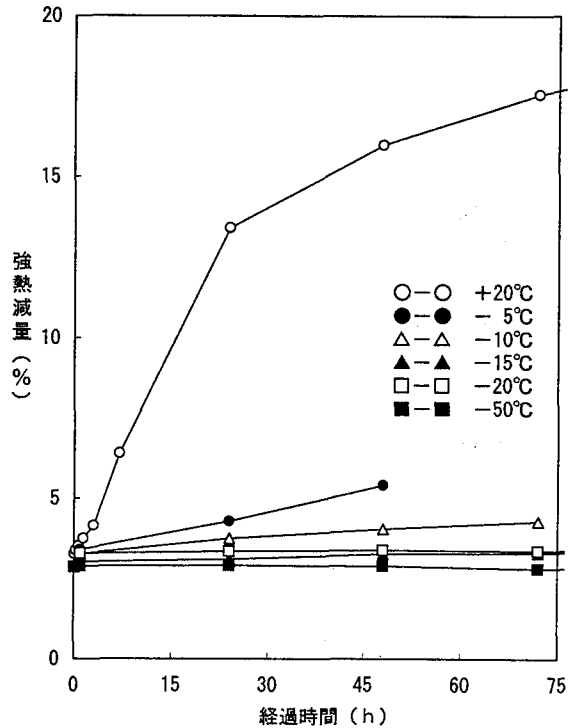


図-1 経過時間－強熱減量

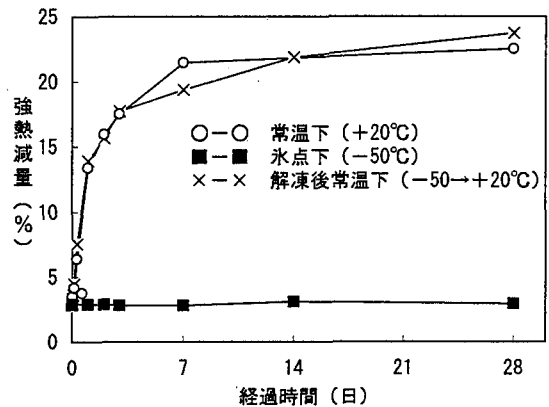


図-2 経過時間－強熱減量