

V-198

液体窒素で冷却した砂を用いたコンクリートの基礎的性質

清水建設株式会社 正会員 栗田 守朗

清水建設株式会社 正会員 亀崎 和也

清水建設株式会社 正会員 近藤 克巳

1. はじめに

マスコンクリートの温度ひびわれを制御する方法として、液体窒素を用いてコンクリートの練り上がり温度、打込み温度を下げるブレーキング工法に関する研究開発が我が国においても進められているが、そのほとんどはコンクリートの練りませ中に液体窒素を噴入する方法あるいは練りませ後のコンクリートに液体窒素を噴入する方法を採用している。¹⁾しかし、コンクリートの構成材料である細骨材を直接液体窒素により極低温（マイナス数十度）に冷却してコンクリートを練りませ、コンクリートの練り上がり温度を下げるブレーキング方法について検討された例は見当たらない。本報告では、液体窒素で冷却した細骨材（以下冷却砂と記す）を用いたブレーキング方法について実施した基礎実験および実証実験のうち基礎実験の結果の一部を報告するものである。

2. 実験概要²⁾

2. 1 実験方法

実験は、図-1に示すフローに従って実施した。冷却砂は写真-1に示す冷却砂製造装置（断熱材で保冷したボルテックス型の強制練りミキサ：容量100ℓ）を用いて製造した。その後、冷却砂を他の材料とともにコンクリート練りませ用ミキサ（100ℓパン型強制練りミキサ）に投入しコンクリートを製造した。

実験では、常温砂（約20℃）を使用したコンクリートと冷却砂を使用したコンクリートについて比較検討を行った。冷却砂の温度は-30～-70℃程度とした。また、細骨材の表面水率は表面乾燥状態から10%程度まで変えて試験に供した。

表-1にコンクリートの配合および使用材料を示す。

2. 2 試験項目

① フレッシュコンクリート：スランプ、空気量、コンクリート温度、単位容積重量、ブリージング量、凝結硬化速度等をJISの方法に準じて試験した。

② 硬化コンクリート：圧縮強度は、 $\phi 10 \times 20$ cmの供試体を作製し、所定の材令（3，7，28日）まで標準養生（水中）を行いJISの方法に準じて試験した。

表-1 コンクリートの配合

粗骨材 最大寸 法 (mm)	水セ メント 比 (%)	細骨 材率 (%)	スラ ンプ (cm)	空気 量 (%)	単位量 (kg/m ³)				
					W	C	S	G	Ad.
25	50	40	12	4	150	300	738	1119	0.045

ただし、セメント：普通ポルトランドセメント
細骨材：鬼怒川産川砂、粗骨材：鬼怒川産川砂利
混和剤：AE剤

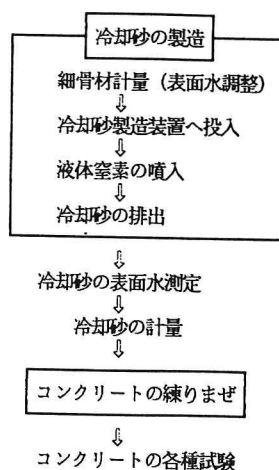


図-1 実験フロー

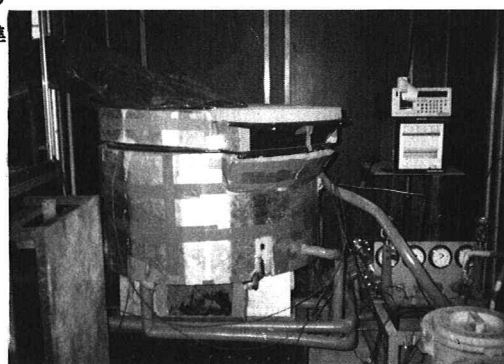


写真-1 冷却砂製造装置

3. 実験結果および考察

3. 1 コンクリートの練り上り温度特性

冷却砂を使用して製造したコンクリートの温度は細骨材が有する表面水率および冷却砂の温度によって異なる。冷却砂を用いて練り混ぜたコンクリートの練り上り温度特性を図-2に示す。常温砂を使用したコンクリートの練り上り温度の平均は22.2℃であり、冷却砂を用いた場合は1.1~13.4℃である。従って、冷却砂を用いることによりコンクリートの練り上がり温度を20℃程度容易に低減できることが確認された。又、コンクリート1m³を1℃冷却するのに必要な液体窒素量は約9kg/m³℃であった。

3. 2 フレッシュコンクリートの特性

フレッシュコンクリートの試験結果を表-2および図-3に示す。冷却砂を使用したコンクリートのスランプ、空気量および単位容積重量は常温砂を使用したコンクリートと比較するとバラツキは若干大きいものの顕著な差は認められない。冷却砂を使用したコンクリートの凝結硬化速度特性は常温砂を使用したコンクリートと比較するとほとんど同様な傾向を示しており顕著な差は認められない。

3. 3 圧縮強度特性

図-4は圧縮強度の発現状況を示したものである。冷却砂を使用したコンクリートの圧縮強度は常温砂を使用したコンクリートのそれと比較すると各材令において同等以上の結果が得られており、平均すると若干大きい傾向が認められる。

4. まとめ

冷却砂を用いて実施したコンクリートに関する本実験の範囲で得られた結論は以下のようである。

- (1) 冷却砂を用いることによりコンクリートの練り上り温度を20℃程度容易に低減できることが確認された。
- (2) 冷却砂を用いて製造したフレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートの性質は常温砂を用いたコンクリートと比較すると同等以上得られており、冷却砂を用いてコンクリートを製造しても実用上問題は無いと考えられる。

本研究は東京ガス㈱および東京冷熱産業㈱との共同研究で実施したものである。

〔参考文献〕

- 1) 例えば、十河他：液体窒素により冷却されたコンクリートの基礎的性質，第8回コンクリート工学年次講演会論文集，1986
- 2) 栗田他：液体窒素で冷却した砂を用いたコンクリートの性質に関する研究，第10回コンクリート工学年次講演会投稿中，1988

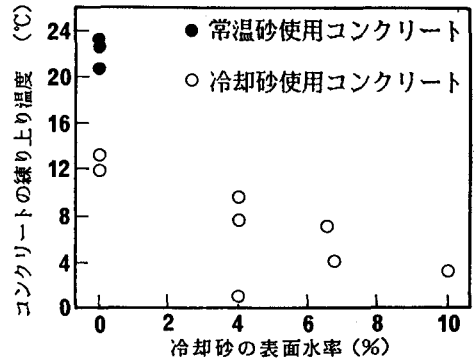


図-2 コンクリートの練り上り温度

表-2 フレッシュコンクリートの試験結果

項目 種類	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位容積重量 (kg/m ³)
常温砂使用 コンクリート	10.8 (1.0)	4.5 (0.5)	2256 (12.5)
冷却砂使用 コンクリート	10.1 (1.7)	4.2 (0.8)	2264 (22.1)

上段: $\bar{x}$, 下段: $\sqrt{v}$

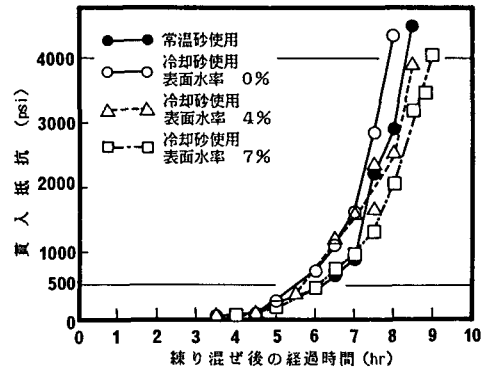


図-3 プロクター貫入抵抗試験結果

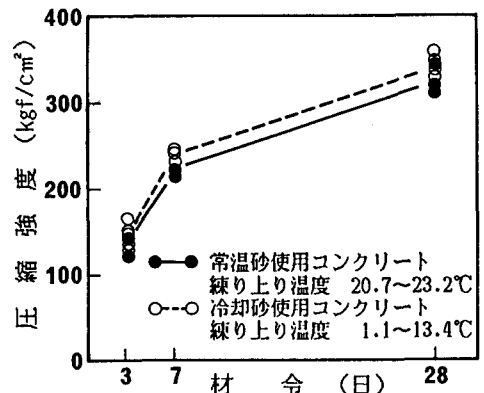


図-4 圧縮強度発現状況