

### 液体窒素によるプレクーリング方法に関する基礎的研究

鉄建建設(株) 正会員 西脇 敬一  
同上 正会員 川又 篤  
同上 唐沢 智之

#### 1. はじめに

コンクリートの打込み温度を低下させるプレクーリングは、部材内の最高温度と内外温度差を直接的に低減することが可能であるため、温度ひび割れ抑制対策として非常に効果的な方法とされている。中でも打込み前にコンクリートを冷却する方法は、生コン工場の設備等に全く影響を受けないため、適用性が高いと考えられる。また、最近では、冷却材料の一つである液体窒素の供給方法や投入設備の簡略化が進み、今後は小規模な工事へも適用が増加するものと予想される。そこで、液体窒素によるプレクーリング方法について、冷却がコンクリートの性状に及ぼす影響や部材での温度低減効果を確認するため基礎的な実験を行った。本稿は、これらの結果について報告するものである。

#### 2. 実験概要

##### (1) 骨材および配合

実験には、36-12-20-N のコンクリートを用いた。コンクリートの配合を表-1に、使用した骨材を表-2に示す。

表-1 コンクリートの配合

Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				
				W	C	S	G	AE
20	44.0	40.4	4.5	174	395	684	1040	8.075

##### (2) 冷却方法

冷却は、写真-1に示すように生コン車のホッパーからノズルを差し込み、ドラムを高速攪拌しながら、液体窒素を直接混入する方法で行った。実験では、4m<sup>3</sup>のコンクリートを積載した1台の生コン車を用い、2回に分けて冷却を行った。冷却の目標温度は、1回目で5℃、2回目で10℃とした。

表-2 使用骨材

材料	種類	物性他	産地
細骨材	陸砂	表乾密度 2.58g/cm <sup>3</sup> 、 吸水率 1.77%、粗粒率 2.60	茨城県 鹿嶋産
粗骨材	砕石 (砂岩)	表乾密度 2.66g/cm <sup>3</sup> 、 実績率 59.0%	茨城県 笠間産

##### (3) 測定内容および方法

実験のフローを図-1に示す。試験は、冷却前後の試料により、スランブ、空気量および材齢7日と28日に圧縮強度を行った。

また、写真-2に示すようにマスコンクリート部材を模擬した90cm角の型枠を作製し、冷却前後のコンクリートを打ち込み、熱電対により温度変化を測定した。なお、型枠のメタルフォームは、測定の終了まで存置した。

#### 3. 実験結果

液体窒素の混入時には、写真-1に示したように、気化した液体窒素が比較的広範囲に広がることを確認された。これより、適用に当たっては、周辺環境等に十分な留意が必要であると考えられた。



写真-1 液体窒素の混入状況

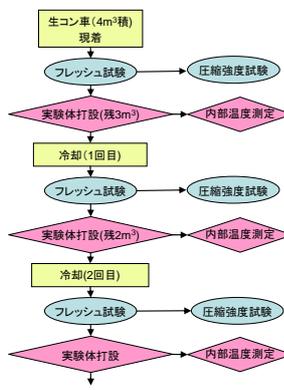


図-1 実験のフロー

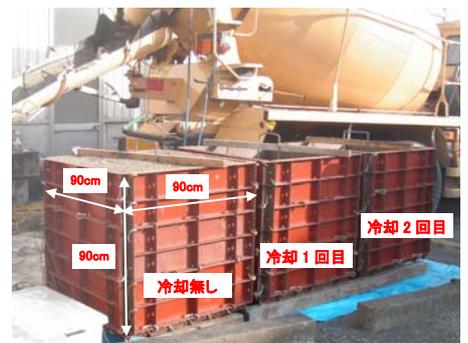


写真-2 実験体

キーワード プレクーリング、液体窒素、温度ひび割れ抑制対策

連絡先 〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 鉄建建設(株) TEL.0476-36-2355

フレッシュ試験の結果を図-2に示す。1回目の冷却では、5℃の低下を目標としたが、3℃の低下にとどまった。2回目の冷却では、2m<sup>3</sup>程度のコンクリートに液体窒素を2分間投入した結果、コンクリート温度は、現着時から12.5℃、冷却1回目から9.5℃低下し、目標とした温度以上に低下させることが可能であった。なお、1m<sup>3</sup>のコンクリートを1℃低下させるのに必要な液体窒素の量は、約12kgと算出された。

フレッシュ性状を見ると、冷却によってスランプは低下する傾向が見られた。しかしながら、冷却を行わずに静置しておいた試料で1.3時間後に行った試験でも、同様の傾向でスランプの低下が認められたことより、これは主に経時変化によるものと推察される。

空気量は、1回目の冷却で3.5%から4.4%と0.8%増加する結果となった。これは、液体窒素の混入時に生コン車のドラムを高速攪拌したため、エントラップトエアが巻き込まれたことに起因すると考えられる。

これらの結果より、今回の実験の範囲では、空気量は若干増加する傾向にあったが、液体窒素による冷却がフレッシュ性状に大きな影響を及ぼさないことが確認された。

圧縮強度は、表-3に示すように冷却の有無および冷却温度に関わらず、材齢7日と材齢28日で同様の結果が得られた。これより、液体窒素による冷却が材齢7日以降の圧縮強度に及ぼす影響は非常に小さいことが確認された。

実験体中心部の温度と外気温の変化を図-3に示す。最高温度は、冷却1回目の実験体で53.3℃、2回目の実験体で45.7℃となり、冷却を行わなかった実験体に比べ、低下することが確認された。また、冷却を行った実験体は、温度の上昇速度も緩やかとなることが確認された。

これらより、液体窒素によるプレクーリング方法は、温度ひび割れ抑制対策に対して有用であることが確認された。

4. おわりに

今回の一連の実験により、液体窒素によるプレクーリング方法は、冷却がフレッシュ性状や圧縮強度に与える影響が小さく、また、部材内の温度を低減することが可能であり、温度ひび割れ抑制対策として有用であることが確認された。しかし、冷却の際に気化した液体窒素が比較的広範囲に広がるため、適用にあたっては、周辺環境等に留意が必要であることがわかった。

謝辞

本実験を進めるにあたり、岩谷産業株式会社に多大なご協力をいただきました。ここに記して、感謝の意を表します。

参考文献

1) 日本コンクリート工学協会：マスコンクリートのひび割れ制御指針 2008, pp.194-202, 2008.11

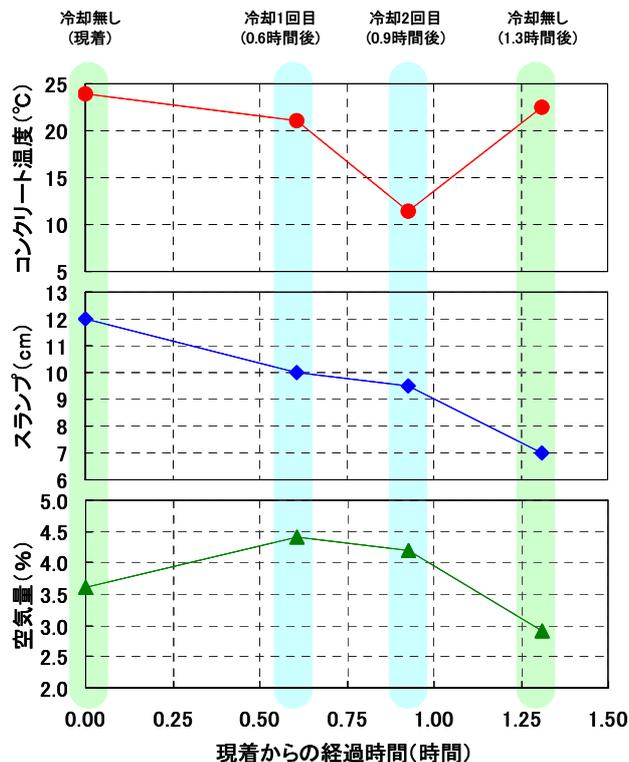


図-2 フレッシュ試験の結果

表-3 圧縮強度の試験結果

冷却の有無	コンクリート温度 (°C)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	
		σ7	σ28
冷却無し	24.0	29.6	40.3
冷却1回目	21.0	29.9	39.0
冷却2回目	11.5	29.9	40.1

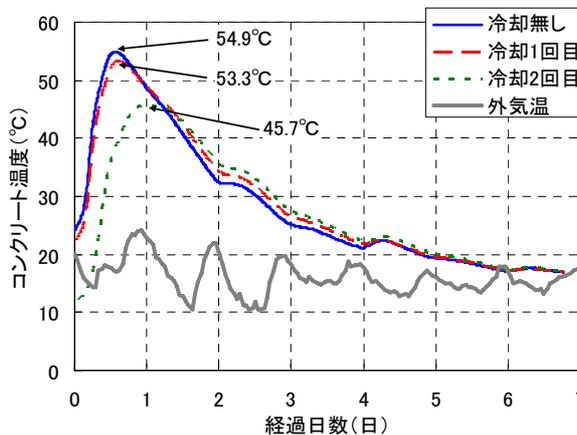


図-3 実験体中心部の温度変化