

V-357 液体窒素によるダム配合コンクリートのプレクーリングに関する研究

大成建設株式会社 正会員 丸屋 剛

大成建設株式会社 正会員 松岡康訓

1. まえがき

液体窒素による練り混ぜ中のコンクリートのプレクーリングに関し、ダム配合のコンクリートを使用して、冷却がコンクリートの品質に及ぼす影響、冷却が耐久性に及ぼす影響および品質のバッチ間における変動等について検討した。

2. 実験概要

実験に使用した材料および配合を表1に示す。練り混ぜは100ℓ強制2軸ミキサを使用し、全材料投入後90秒間行った。また、液体窒素は断熱バケツにより重量計量を行い、全材料投入後50秒から80秒の30秒間に練り混ぜ中のコンクリートに直接投入した。凍結融解試験はASTM C666に準拠した。中性化促進試験は朝日科学社製のアサヒルネイヤーCO₂環境試験槽を使用し、試験条件は20℃、60%RH、10%CO₂とした。乾燥収縮試験はJIS A 1129“モルタル及びコンクリートの長さ変化試験法”に準拠した。これら3種の試験は使用したセメントが低発熱性であることから28日標準養生後試験を開始した。含水率測定は5mmウエットスクリーニングしたモルタル試料を110℃で恒量になるまで乾燥させ変化した重量の乾燥前重量に対する割合として求めた。

表1 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	水結 合比 W/C:F (%)	フ ライ ア ッ シ ュ 比 (%)	細骨 材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)										(g/m ³)	
						G										A E	A E
						W	MP	F	S1	S2	G1	G2	G3	G4	減水剤 4倍液	減水剤 100 倍液	
60	3±1	3.5±1	70.1	30	29.3	110	110	47	452	153	493	248	249	495	126	628	

セメント MP：中濃熱ポルトランドセメント
 フライアッシュ F：電発フライアッシュ
 粗骨材 S1：厚木産（表乾比重2.57，吸水率2.94，粗粒率3.13）
 S2：君津産（表乾比重2.63，吸水率2.95，粗粒率1.44）
 G1：八王子（表乾比重2.68，吸水率0.80，粗粒率6.73）
 G2：華嚴産（表乾比重2.61，吸水率2.56，粗粒率7.91）
 G3：華嚴産（表乾比重2.62，吸水率2.20，粗粒率8.07）
 G4：華嚴産（表乾比重2.58，吸水率2.02，粗粒率8.90）
 AE減水剤：ポゾリスNo. 8
 AE剤：ポゾリスNo. 202

3. 実験結果および考察

3. 1 液体窒素による冷却がコンクリートの品質に及ぼす影響

液体窒素による冷却がコンクリートの品質に及ぼす影響を図1に示す。これから、液体窒素量の増加に伴いスランプは低下し、圧縮強度は増加することがわかる。また、空気量は変化しない。これは液体窒素の投入により水量が減少することが原因であると考えられる。

3. 2 品質保持のための水量補正法

液体窒素による冷却でコンクリート中の水量が減少することが明らかとなった。そこで、減少する水をあらかじめ付加水として単

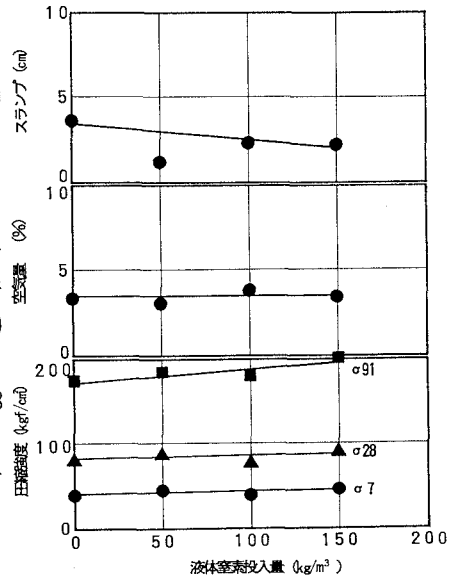


図1 液体窒素投入量とコンクリートの品質の関係

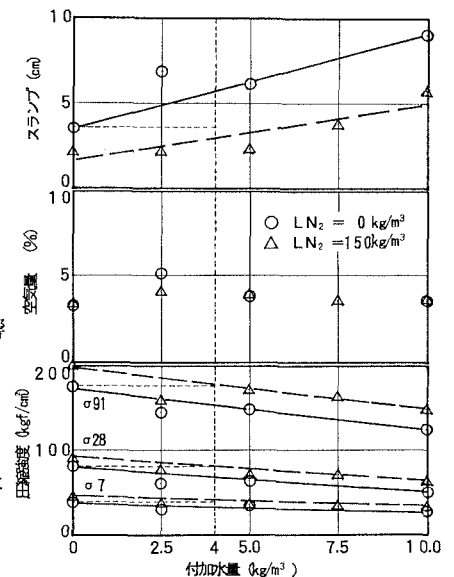


図2 付加水量とコンクリートの品質の関係

位水量に加えることによりコンクリートの品質を保持する方法を検討した。液体窒素の投入により減少する水量は、冷却、未冷却コンクリートにおけるモルタル分の含水率の差から求めることができる。冷却コンクリートの含水率は13.01%、未冷却は12.55%であり、表1から1 m³ 中のモルタル量は872 kg/m³ であることから、水量差は4.0 kg/m³ となる。図2は付加水量とコンクリートの品質の関係を示したものであるが、含水率から求めた水量を付加することにより品質を保持できることがわかる。

3. 3 液体窒素による冷却がコンクリートの耐久性および乾燥収縮に及ぼす影響

図3、図4より、付加水量3.5 kg/m³ で冷却したコンクリートは付加水の無い未冷却のコンクリートに比較して凍結融解抵抗性は大きく、乾燥収縮量は同程度であることがわかる。また、写真1より中性化深さも同程度である。つまり、液体窒素による冷却はコンクリートの耐久性に影響を及ぼさないことがわかる。

3. 4 液体窒素による冷却がコンクリートの品質のバッチ間における変動に及ぼす影響

付加水量を6 kg/m³、液体窒素投入量を150 kg/m³ としたときのコンクリートの品質および冷却原単位のばらつきを図5に示す。図より、コンクリートの品質のバッチ間における変動は小さいことがわかる。特に、圧縮強度に関しては材令91日で変動係数が3.3%であり品質が安定している。

4. まとめ

- (1) 液体窒素による練り混ぜ中のコンクリートの冷却により、圧縮強度は増加し、スランプは低下する。また、空気量の変化はない。これは、冷却により水量が減少するためと考えられる。
- (2) 冷却したコンクリートの品質は、単位水量に付加水を加えることにより保持することができる。付加水量は、液体窒素投入量が150 kg/m³ では約4 kg/m³ である。これは、冷却、未冷却コンクリート中のモルタル分の110℃の乾燥による重量変化の差から求める。このとき、圧縮強度、スランプ、空気量が所定の値に保たれていることを確認する必要がある。
- (3) 液体窒素による冷却は、コンクリートの耐久性および乾燥収縮に影響を及ぼさない。つまり、付加水を含む冷却コンクリートは未冷却コンクリートと比較して、凍結融解抵抗性、中性化進行速度、乾燥収縮に関して同等かそれ以上の性能を有する。
- (4) 液体窒素による冷却がコンクリートの品質のバッチ間における変動に及ぼす影響は小さい。

なお、本研究は東洋酸素㈱と共同で実施したものである。

（参考文献）

丸屋、大友、松岡他：液体窒素によるコンクリートのプレクーリングに関する研究：コンクリート工学年次論文報告集に投稿中

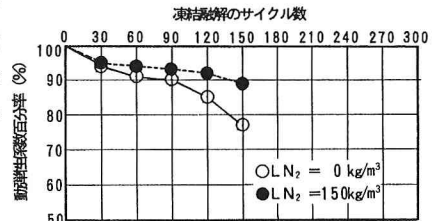


図3 凍結融解試験結果

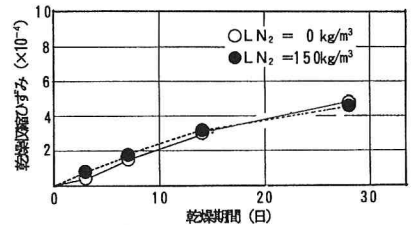


図4 乾燥収縮量測定結果

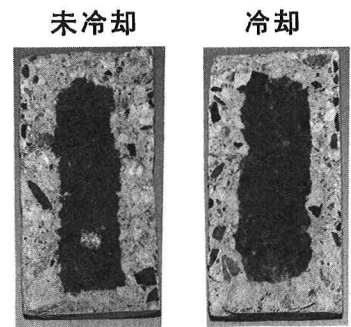


写真1 中性化促進試験結果

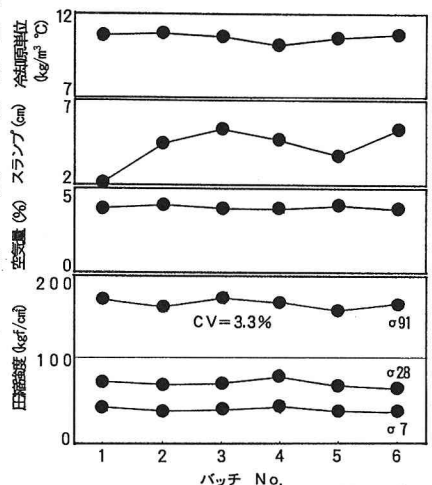


図5 コンクリートの品質のバッチ間における変動