

V-187 マスコンクリートのプレクーリングに関する研究

清水建設(株)	正会員	根上義昭
清水建設(株)	正会員	小野 定
清水建設(株)	正会員	加藤和彦

1. はじめに

マスコンクリートの温度ひびわれ制御の効果的な対策の一つとして、コンクリートの練上り温度を下げるプレクーリングが上げられる。

プレクーリングの方法としては、従来から多く使用されている冷水や氷を用いる方法に加えて、最近では、 -196°C の液体窒素(LN_2)を利用した方法等も実施されている。

著者らは、液体窒素を用いて骨材を冷却する方法を開発し、実用に供してきた。これまで著者らが開発したプレクーリングの方法は、骨材に着目したものであるが、実用化は熱効率の面から主に細骨材について行った。しかし、粗骨材はコンクリート中で占める割合が大きく、また、安定したプレクーリングを施工する上でも冷却対象として考慮する必要が認められる。

本研究は、粗骨材を冷風および LN_2 を使用して冷却する場合の冷却時間、冷却効率等について検討したものである。

2. 冷風による冷却

実験は、図-1に示すようなプロトタイプの冷却骨材ビンを用いて行った。実験の要因および水準は表-1のとおりである。骨材温度は、骨材中心にC-C熱電対を埋めこんだ模擬骨材で測定した。

粗骨材温度降下量に及ぼす要因の影響について検討した結果、 LN_2 使用量の影響が大きいことが認められた。

骨材ビン各断面の平均骨材中心温度降下量(ΔT_w)と冷気温度との関係を図-2に示す。冷気温度の降下に伴って ΔT は、直線的に大きくなる傾向を示している。断面4を例にとると、 -10°C の冷気で10分間冷却した場合、平均骨材中心温度は約 5°C 降下している。この関係から、 -30°C の冷気で30分間冷却すると、 ΔT が約 20°C 期待できると推定される。

プロトタイプの実験と併せて、数値実験により、粗骨材温度降下量に及ぼす要因(骨材寸法、冷気温度、熱伝達率)の影響について検討した。その結果、熱伝達率の寄与率が大きいことが認められた。このことから、冷風を用いて粗骨材を冷却する場合、冷却効率を良くするためには、粗骨材と冷風との接触面を大きくし、かつ両者間の熱伝達率が大きくなるように工夫する必要があると考えられる。

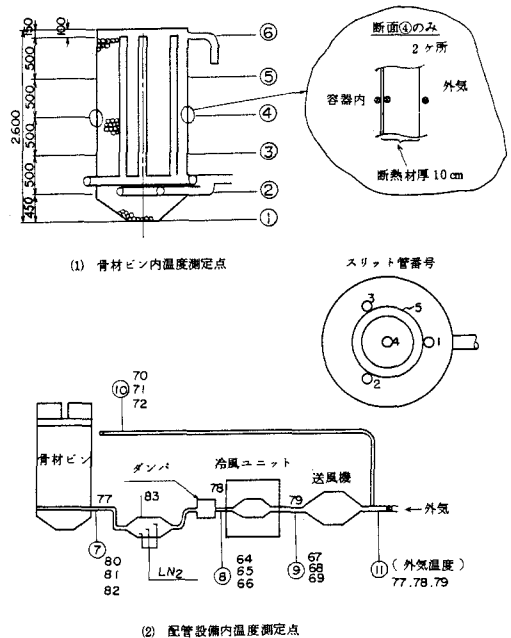


図-1 実験装置の概要

3. LN₂ による直接冷却

粗骨材を攪拌しながらLN₂ を噴入して粗骨材を冷却する方法について検討した。LN₂ の噴入時間は平均で約50秒である。粗骨材温度は、冷却した粗骨材の隙間に放射温度計を挿入して測定した。

粗骨材温度の降下量とLN₂ 使用量との関係を図-3に示す。粗骨材温度の降下量が大きくなるにしたがって、LN₂ 使用量が直線的に増加する傾向を示している。LN₂ の冷熱量を約100kcal/kgとした場合、冷却効率は60%から75%になっている。この実験結果から得られた関係式は次のとおりであり、両者の相関係数は0.91である。

$$W_{LN} = 0.237 \times \Delta T_D + 2.644$$

ここに、

W_{LN} : LN₂ の使用量 (kg/粗骨材
100kgに対して)

ΔT_D : 骨材温度の降下量 (°C)

4. 冷却方法の比較

粗骨材の冷却方法として、LN₂ を用いた冷風による方法、LN₂ で直接冷却する方法について比較検討した。

粗骨材温度は、測定精度に検討の余地があるために、定量的には今後の検討課題の1つであると考えられるが、定性的には次のような傾向が認められる。粗骨材をLN₂ で直接冷却する方法は、冷風を用いる方法に較べて約半分のLN₂ で粗骨材を冷却でき、かつ、短時間に冷却できる。

（参考文献）

- 1) 木村、他：液体窒素により冷却した細骨材を用いたプレケーリングシステムの開発、土木学会論文集第 409号、1989.9
- 2) 根上、他：液体窒素で冷却した砂を用いて製造したコンクリートの諸性質に関する研究、土木学会論文集第 414号、1990.2

表-1 実験要因および水準

要 因	水 準
LN ₂ の噴入量(l/min)	5、10、15
スリット管の配置	パターン1、2、3
送風量 (m ³)	0、15、30

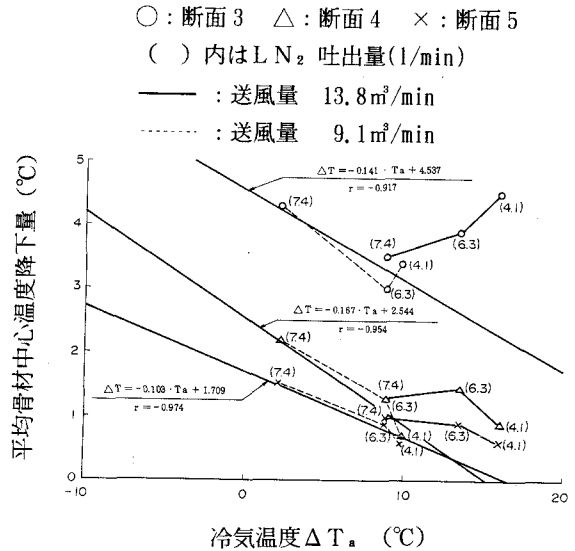


図-2 平均骨材中心温度降下量と冷気温度との関係

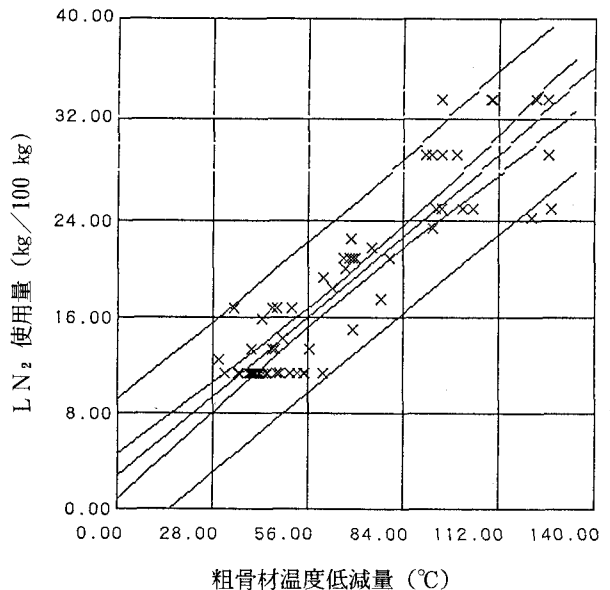


図-3 粗骨材温度低減量とLN₂ 使用量との関係