

V-434 ドライアイスを用いたブレーキング工法の研究
 一その1 冷却システム及び冷却効率の検討一

三井建設(株) 正会員 本郷 善彦 正会員 竹内 光
 正会員 澤村 秀治 後藤 功

1. はじめに

コンクリート構造物の大型化・複雑化、あるいは、耐久性確保の観点から、マスコンクリート構造物の水和過程で発生するひびわれを制御することは重要な課題である。その中で、あらかじめ冷却したコンクリートを打設するブレーキング工法はその効果が大きく、液体窒素を用いた工法がダム及び橋梁アンカレイジ等の建設現場で実用化されている。筆者らは、新たな冷却媒体として蒸発潜熱が 137kcal/kgと大きいドライアイスに着目し、冷却コンクリートの基礎的な研究を行ってきた¹⁾。今回、既設のパッチャプラントに冷却設備を取付け、ドライアイスを用いたブレーキング工法の実証試験を行い、約80m³の冷却コンクリートを打設した。本研究では、冷却システム及び冷却効率について検討した結果を報告する。

2. 冷却システム

冷却システムのフローを図-1に示す。既存のミキサーに骨材(砂、砂利)を投入し、その中に冷却媒体としてドライアイス投入してドライミックスを行う。ドライアイスが昇華する際の吸熱作用によって骨材を冷却し、冷却骨材を生産する。ミキサー内の炭酸ガスを強制的に排気した後、骨材温度の計測を行い、骨材が所定の温度まで冷却されたことを確認する。最後に、残りの材料である水、セメント、混和剤を投入し、冷却コンクリートを製造する。本システムの特徴の1つは、冷却コンクリートの製造を既存のミキサー内で行うため、冷却のための大きな設備及びスペースを必要とせず、短期間の準備で冷却コンクリートが製造できることである。また、ドライアイスの温度は-78.5℃であり、-196℃の液体窒素と比較するとミキサーに与える熱的な衝撃も小さいと考えられる。

3. 試験概要

使用したコンクリートの配合を表-1に、試験水準を表-2に示す。荷卸し地点での目標温度として20℃、15℃、10℃とし、温度基準を+0℃、-3℃とした。各バッチの混練りは、容量3m³の強制2軸練りミキサーを用いて、1バッチ1.75m³の混練りを行い、3バッチ5.25m³で1車出荷した。レミコン車1台毎に出荷時点及び荷卸し時点でのコンクリート温度、スランプ、空気量を測定した。

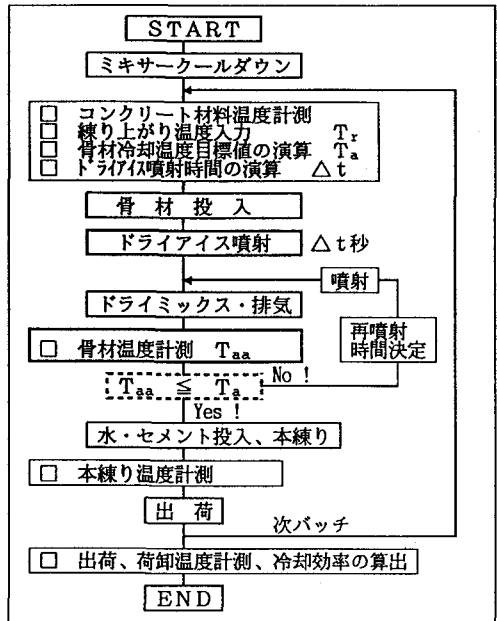


図-1 冷却システムのフロー

表-1 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 (cm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	水以外 M/C (%)	細骨材 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
					W	C	S	G	混和剤(C×%)	
									AE減水剤	超遅延剤
25	12±2.5	4±1	60.4	43.8	165	273	813	1080	1.5	0.075

表-2 試験水準

温度水準	未冷却	20℃	15℃	10℃	計
打設量(m ³)	21	21	21	15.75	78.75
出荷台数	4	4	4	3	15

4. コンクリート温度測定結果

打設したコンクリートの荷卸地点での温度測定結果を、図-2に示す。未冷却コンクリートの温度は、23～25℃であった。冷却コンクリートの温度は、目標温度に対して-2℃～+1℃の範囲にあり、精度良く温度管理ができた。

5. 冷却効率

1 m³の骨材及びコンクリートを1℃冷却するのに必要なドライアイス量Da、Dcは、それぞれ下式より、理論的に求められる。

$$Da = (Ws + 0.2S + 0.2G) / 137 \quad (1)$$

$$Dc = (W + 0.2C + 0.2S + 0.2G) / 137 \quad (2)$$

ここに、Ws；骨材の表面水量(kg)

今回の配合ではDaは3.2kg、Dcは4.4kgである。実験で使用したドライアイス量と骨材冷却温度の関係を図-3に、コンクリート冷却温度とドライアイス量の関係を図-4に示す。図-3より、骨材を1 m³、1℃冷却するために使用したドライアイスは、平均4.8kgであり、骨材冷却効率は67%であった。一方、図-4より、コンクリートを1 m³、1℃冷却するために使用したドライアイスは、本練り時で6.3kg、荷卸時で6.9kgであり、冷却効率は、それぞれ70%、64%であった。本練り時と荷卸時との差は、未冷却コンクリートの方が冷却コンクリートよりも運搬時の温度上昇が大きかったためである。室内試験では80～85%の冷却効率が得られており、今回の実証試験では20%程度冷却効率が低下した。この理由としては、ミキサー容量に比べて練り混ぜ数量が小さく、かつ、ミキサーを断熱養生していないためにドライアイスの冷熱がミキサー外に流出し、効率的に骨材を冷却できなかったことが考えられる。

6. おわりに

冷却媒体としてドライアイスを用いたコンクリートブレーキング工法の実証試験を行った結果、既存の生コンクリートプラントの大幅な改良や広いスペースを必要とせず、ミキサーにドライアイス生成ホーン及び温度管理システムを設置することによって、精度良く冷却コンクリートが製造できることを確認した。ドライアイスによるコンクリートの冷却効率は、冷却温度幅に関係なく、64～70%であり、1m³コンクリートを1℃冷却するのに必要なドライアイス量は6.9kgであった。今後は、混練り数量の増加及びミキサーの保冷等を行い、より効率的なシステムに改良していきたいと考えている。

参考文献 1) 土師秀人・竹内光・田村富雄：ドライアイスを用いたブレーキング工法の基礎的研究（その1、その2）、土木学会第45回年次学術講演会、Vol. 5, pp. 402-405、1990. 9

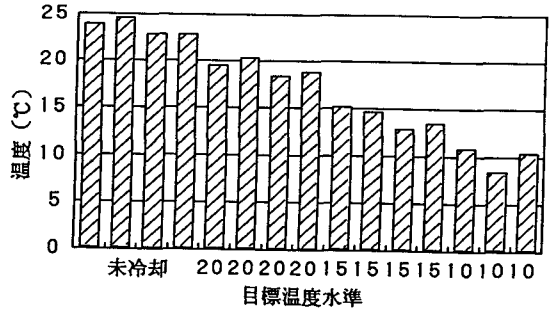


図-2 コンクリートの温度測定結果

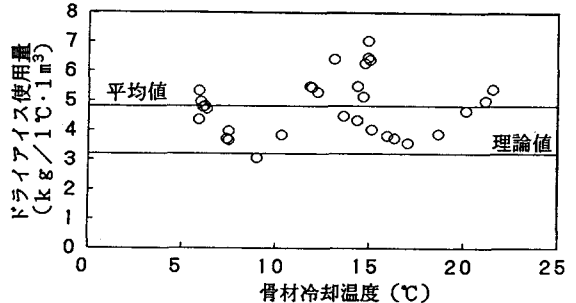


図-3 骨材冷却温度とドライアイス使用量

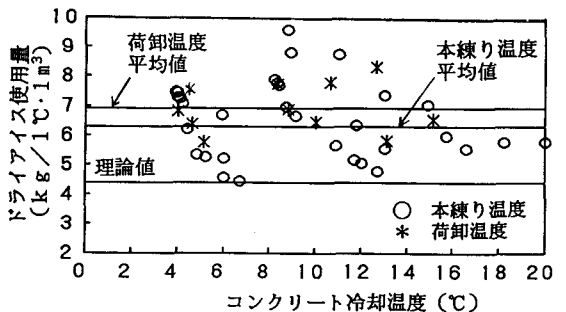


図-4 コンクリート冷却温度とドライアイス使用量