

V - 171

液体窒素によるコンクリート冷却が高流動コンクリートの品質に及ぼす影響

大林組土木技術部 正会員 若松 岳
本州四国連絡橋公団 正会員 糸日谷淑光
大林組本店土木本店 正会員 新開 千弘

1. まえがき

液体窒素を直接コンクリートに噴入しコンクリートの打込み温度を低下させる工法（NICEクリート工法）は、年間を通じて施工されるうち、夏季の特にコンクリート温度の高い時期に限って使用されるなど、簡便なブレーキング工法として知られている¹⁾。

明石海峡大橋の1Aアンカレイジにおいても、フレークアイスを用いたブレーキングが行われているが、温度ひび割れ解析の結果、打込み温度を17℃以下にする必要があったため、夏期に限定してNICEクリート工法を採用した。しかし、高流動コンクリートに対してNICEクリート工法を適用した例がないため、実規模における試験の上、実施工を行った。本報告では、NICEクリート工法の適用に伴う高流動コンクリートのフレッシュおよび硬化コンクリートの品質への影響について、調査結果を述べる。

2. 実験概要

2.1 コンクリート材料および配合

コンクリートの配合条件を表-1、配合を表-2に示す。高流動コンクリートはマスコンクリート用として粗骨材の最大寸法を40mmとし、三成分系低発熱セメントを260kg/m³、石灰石微粉末を150kg/m³用い、ポリカルボン酸系の高性能AE減水剤を(C+LF)×1.4～1.7%，AE連行剤を(C+LF)×0.003～0.009%使用した、締固めがほとんど不要の高い流動性を保有したコンクリートである。

2.2 試験項目および方法

NICEクリートの適用は7～9月の盛夏時である。フレークアイスを用いたブレーキングによりコンクリート温度はすでに16～18℃

まで冷却されているが、NICEクリート工法によってさらに約4℃の冷却を行った。その冷却に伴うコンクリートの品質への影響を調査するため、冷却前後のスランブフロー、空気量、圧縮強度を比較した。試験方法はそれぞれ、JSCE、JISに準じた。

3. 実験結果および考察

実験結果を図-1～図-3に示す。スランブフローは、冷却に伴い全般に増大する傾向を示し、その程度は、冷却前に比べて約2cmである。この結果は、従来のNICEクリートの場合と同等の結果であり、高性能AE減水剤の温度依存性は顕著には認められなかった。これは冷却温度が約5℃程度であったためと思われる。空気量は冷却に伴って平均0.9%増加した。均一な冷却を行うためにアジテータを高速回転するが、その時に気泡を巻き込んだ影響と思われる。これは、高流動コンクリートの粘性が高いことに起因

表-1 配合条件

設計基準強度 (91日) (kgf/cm ²)	粗骨材 最大寸法 (mm)	スランブ フ ロー (cm)	空気量 (%)
240	40	45～60	4±1

表-2 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)						
		W	C	L F	S	G	A ₁	A ₂
55.8	45	145	260	150	769	965	0.57～ 0.70	0.012～ 0.037

C：三成分系低発熱セメント，LF：石灰石微粉末，
S：海砂(75%)＋砕砂(25%)，G：碎石，
A₁：ポリカルボン酸系高性能AE減水剤，A₂：AE連行剤

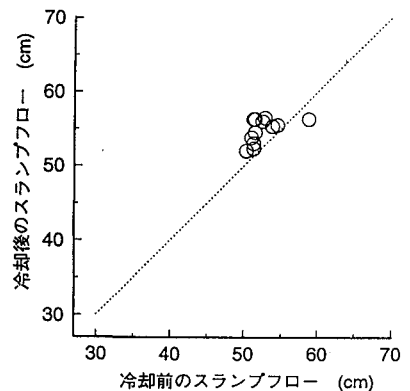


図-1 冷却前後のスランブフロー

するものと考えられるが、巻き込まれた空気泡は、打ち込みまでのアジテータ時間の経過に伴って減少し、打ち込み後のコンクリートの品質への影響は認められなかった。このことは、図-3の冷却後のコンクリートの圧縮強度が冷却前に採取したコンクリートの圧縮強度と大差ないことから裏付けられる。

4. 施工結果について

実施工においては、アジテータ車に 5m^3 のコンクリートを積載し、基圧 8kgf/cm^2 の据置型コンバータタンクにより冷却した。冷却量は、あらかじめ投入時間と冷却量の関係を調べておき、時間管理によって行った。図-4は液体窒素の投入時間とコンクリートの冷却温度の関係を示すものである。

投入装置によって若干の差はあるものの、従来通り投入時間によって冷却量を管理できることがわかる。すなわち、冷却温度 4°C に対して $85\sim 95$ 秒の投入時間とした。冷却を実施したコンクリート量は $6,550\text{m}^3$ 、平均冷却量は 3.7°C 、冷却量は約 $24000\text{m}^3\cdot^\circ\text{C}$ で、使用した液体窒素量が約 $429,000\text{kg}$ であり、冷却効率は $17.9\text{kg/m}^3\cdot^\circ\text{C}$ であった。冷却温度が小さいため、アジテータや投入装置などに奪われる冷熱量の比率が大きく、冷却効率は一般的な値より若干大きめの値となった。図-5は実施工における冷却前後のスランプフローを比較したものであるが、事前試験時と同様冷却によって若干スランプフローが大きくなる傾向が認められたが、事前検討の結果をもとに、安定した管理ができたものと思われる。

5. まとめ

高流動コンクリートを液体窒素により直接冷却した試験と実施工の結果、以下の点が明らかとなった。

- (1) 冷却によってスランプフローは若干(2 cm 程度)増加する傾向があるが、ほぼ同等と考えてよい。
- (2) 冷却に伴って空気量が増加するが、その後のアジテータ中にほぼ冷却前の状態に戻る。
- (3) 冷却前後の供試体の圧縮強度はほぼ同等である。
- (4) 冷却温度幅が約 4°C において冷却効率は $17.9\text{kg/m}^3\cdot^\circ\text{C}$ であった。

【参考文献】

- 1) 十河茂幸他；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

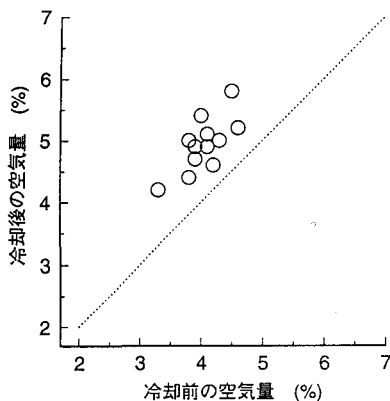


図-2 冷却前後の空気量

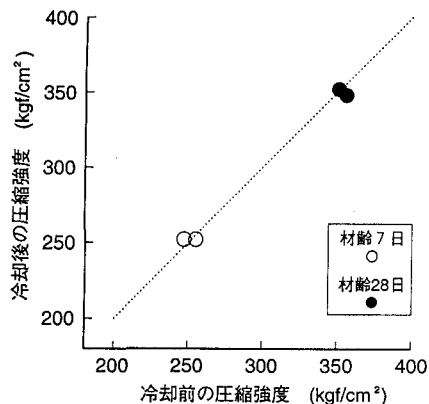


図-3 冷却前後の圧縮強度比較

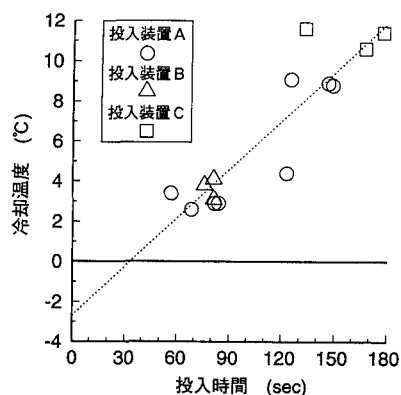


図-4 LN_2 投入時間とコンクリートの冷却温度

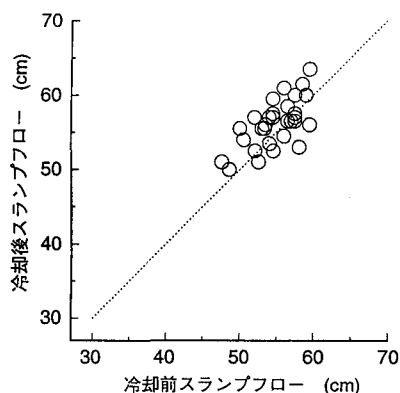


図-5 冷却前後のスランプフロー（実施工）