

暑中コンクリートにおける液体窒素を用いたプレクーリングと効果

中日本高速道路(株) 正会員 野島 昭二
中日本高速道路(株) 片山 雅夫

清水建設(株) 正会員 ○頃安 研吾
清水建設(株) 正会員 中島 淳太

1. はじめに

新名神高速道路の四日市北ジャンクション(仮称)から菰野インターチェンジ(仮称)間に建設中の小牧高架橋において、一部、張出し架設工法が採用されている。マスコンクリートとなる柱頭部を夏季に打ち込んだ際の暑中コンクリート対策として、液体窒素をコンクリートに直接噴射して打込み温度を低減させるプレクーリングを実施した。本報では、プレクーリングにおけるコンクリート温度の管理方法と打込みからの温度計測結果を基にした温度ひび割れに対する効果について述べる。

2. 構造物概要およびコンクリート仕様

対象構造物は張出し架設工法における橋脚上方の柱頭部である。断面形状は一連箱桁(図-1)で、施工延長12m、柱頭部横桁幅3.5mである。桁高5.5mを2回に分けて施工し(第1リフト:3.5m, 第2リフト:2.0m)、打込みはポンプ車にて行った。

柱頭部コンクリートに使用した配合を表-1に示す。マスコンクリートとなる柱頭部の温度ひび割れ指数低減を目的とし、中庸熱ポルトランドセメントを用いた。細骨材には石灰砕砂(S1)および川砂(S2)を、粗骨材には石灰碎石を用い、混和剤として高性能AE減水剤を用いた。

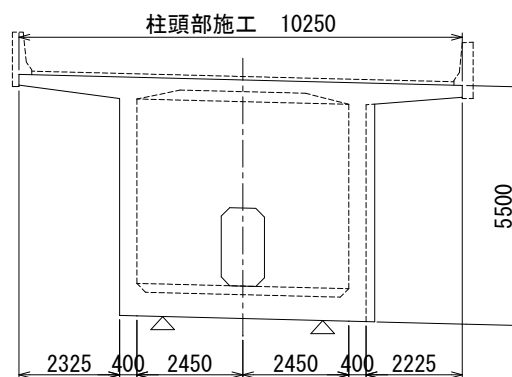


図-1 構造図

表-1 コンクリート配合

Cement Type	f'_{ck} (N/mm ²)	Slump (cm)	Air (%)	G_{MAX} (mm)	W/C	s/a	単位量(kg/m ³)					SP (C×%)
							W	C	S1	S2	G	
M	40	13	4.5	20	46.7	48.0	158	338	443	428	972	0.65

3. プレクーリング方法

プレクーリングは、現場敷地内にて行った。液体窒素によるプレクーリング概要図を図-2に示す。配置した液体窒素ローリー車から直結した噴射ノズルを、高速攪拌中のアジテータ車のホッパー口から直接コンクリートへ噴射し、冷却した。

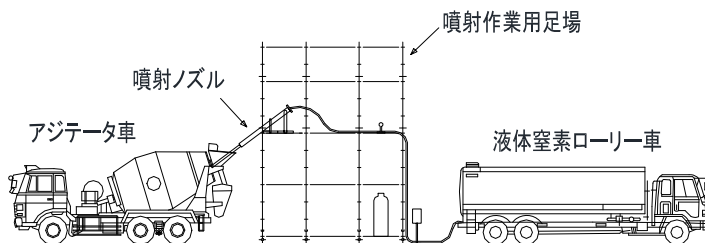


図-2 プレクーリング概要図

4. 温度管理基準

本工事におけるコンクリート施工時の温度ひび割れの抑制を目的として、目標ひび割れ指数を設定している。事前の温度応力解析結果から目標ひび割れ指数を満足するためには、打込み温度を第1リフトでは30.0℃以下、第2リフトでは26.0℃以下に制御する必要がある。プレクーリング後の経過時間と圧送中の温度上昇を1.0℃見込んで、噴射直後のコンクリートで、それぞれ29.0℃以下、25.0℃以下を管理温度とした。

5. 実施工および温度管理方法

本工事における柱頭部施工において、暑中コンクリートとなりプレクーリングの対象となった箇所は、第1リフトで1回、第2リフトで2回の計3回である。打込み量は、第1リフトで約110m³、第2リフトで約90m³

キーワード プレクーリング, 液体窒素, 暑中コンクリート, 温度ひび割れ

連絡先 〒512-1303 三重県四日市市小牧町字中川原 1864-1 清水建設株式会社 TEL059-336-6460

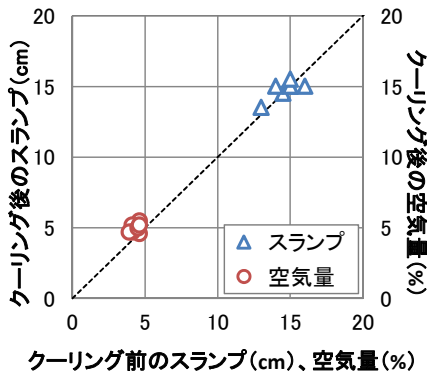


図-3 クーリング前後の性状

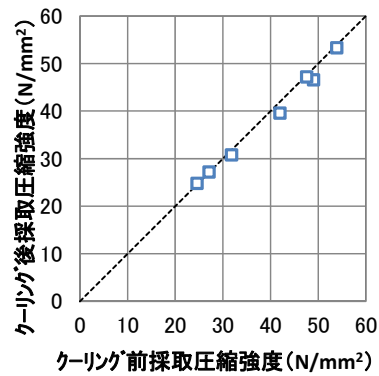


図-4 クーリング前後の強度

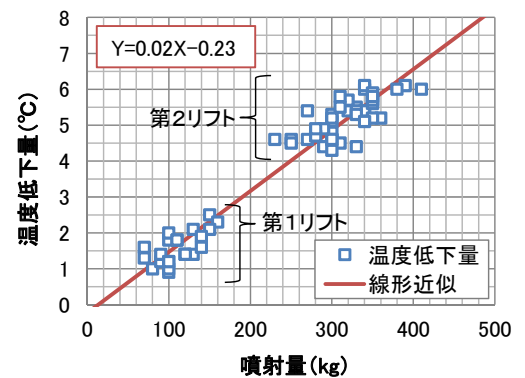


図-5 噴射量と温度低下量の関係

であった。プレクーリング前後のコンクリート性状、圧縮強度を図-3および図-4に示す。液体窒素噴射によるコンクリートの品質への影響は認められなかった。

レディーミクストコンクリート工場の実績から夏季における打込み温度は30℃から33℃と予想された。したがって、プレクーリングにより第1リフトで1℃から4℃、第2リフトで5℃から8℃温度を低減させる必要がある。実施工における過冷却を防ぎ、冷却効率、すなわち噴射量(kg)と温度低下量(℃)の関係を把握するため、実施工前に試験施工を行った。

実施工では、現着したアジテータ車毎のコンクリート温度を計測し、試験施工で得られた噴射量と温度低下量の関係から、所定の温度以下となる噴射量を算出してその量分噴射し冷却した。その後、再度温度を計測し、所定の温度以下であれば打込み、所定の温度より高ければ再度噴射して温度を計測した。試験施工で得られた噴射量と温度低下量の関係に、アジテータ車毎の記録を加え、この関係式の精度をより高めながら施工を進めた。計3回のプレクーリングで得られた噴射量と温度低下量の関係を図-5に示す。これにより、噴射後のコンクリート温度を、所定の温度に対し-1℃から0℃の間に抑えることができた。また、打込み箇所の温度も計測し、圧送後の温度上昇も1.0℃以内に収まった。本施工内における計3回の冷却効率は14.9kg/m³・℃であったが、圧送時の温度上昇や経時による温度上昇などロスをなくすることでより効率を上げられると考えられる。

6. 効果確認

プレクーリングしたコンクリートの温度ひび割れに対する効果を確認するため、構造物内に埋設した熱電対を用いて打込み後からの温度を計測した。図-6に実測値および事前温度解析結果を示す。計測箇所および解析結果の着目点は、外気や既設コンクリートからの影響を受けにくい柱頭部横桁の中心部とした。

最高温度について実測値の方が若干低い、概ね事前解析結果と同様の傾向を示した。すなわち、プレクーリング後のコンクリートと事前解析値の断熱温度上昇特性は概ね相違なく、温度ひび割れに対する抑制効果があったといえる。また、目視点検においてもひび割れはなく、温度ひび割れの発生を防ぐことができた。

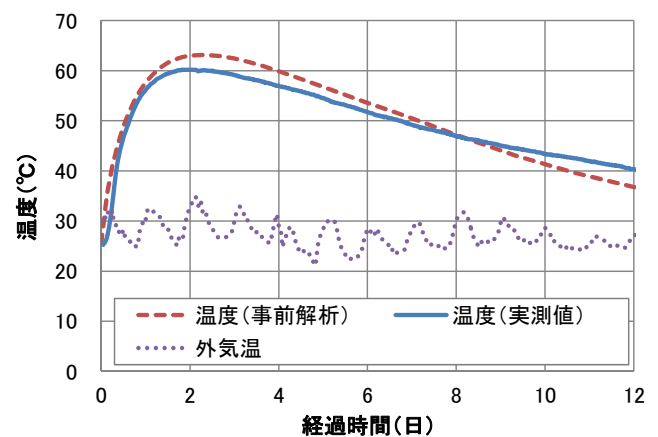


図-6 打込み後のコンクリート温度と事前解析値

7. まとめ

- ・ 液体窒素によるプレクーリング前後のコンクリートの品質に変動が見られなかった。
- ・ 噴射量と温度低下量の関係からアジテータ車毎に噴射量を設定することで、過冷却なく所定のコンクリート温度以内に管理することができた。
- ・ プレクーリング後のコンクリートと事前解析値の断熱温度上昇特性は概ね相違なく、温度ひび割れに対する抑制効果があった。