

V-571

積雪寒冷地に構築した吊橋アンカレイジのコンクリート温度ひび割れ制御

北海道開発局室蘭開発建設部 ○正員 西村 浩二 正員 高橋 守人

1. まえがき

白鳥大橋は、日本で初めて積雪寒冷地に建設される長大吊橋である。アンカレイジはメインケーブルを支える巨大マスコンクリート構造物であり、コンクリートの水和熱に起因する温度ひび割れの発生が予想される。特に、架橋地点の気温は年平均気温が約8℃と低く、夏場の最高半月平均気温が21℃、冬季の最低半月平均気温は約-3℃である。特に11月下旬から4月初旬までは半月平均気温が4℃以下となる。この期間はいわゆる寒中コンクリートとしての対策が必要な期間である。

本報告は、この様な積雪寒冷地におけるマスコンクリートの温度ひび割れ制御法の検討結果と、それに従って実施した各種のひび割れ制御工法とその効果について報告する。

2. ひび割れ制御法の検討

ひび割れ制御工法は種々考えられるが、本橋の自然環境、施工環境を考慮し、次の工法について検討を行った。①使用セメントの選定、②アンカレイジのリフト割り、③防寒養生の工法と期間、④コンクリートの打込み温度、⑤その他。検討は、積算温度によるコンクリート強度を用いたFEM温度応力解析を用いて行った。その結果ひび割れ制御工法として以下に示す工法を採用した。

①使用セメント

セメント3種類（超低発熱型特殊中庸熟セメント、低発熱高炉セメント、高炉セメントB種）について配合試験を実施した結果、水和熱が低く比較的強度の発現が早い低発熱型高炉セメントを選定した。超低発熱型特殊中庸熟セメントは水和熱を押さえることは出来るが、冬場の強度の発現が遅くサイクルタイムを遅延させること、寒冷地の特徴である凍結融解に対する信頼性に乏しいことから採用は見合わせた。

表-1に低発熱高炉セメント（高炉スラグの混入率60%）を用いたコンクリートの示方配合を示す。

表-1 示方配合（Kg/m³：無筋構造部、混和剤は遅延型A E減水剤）

設計基準 強度 σ_{ck} (kgf/cm ²)	水セメント W/C (%)	スランプ (cm)	粗骨材の 最大寸法 (mm)	空気量 (%)	水 (W)	セメント (C)	細骨材 (S)	粗骨材 (G)
210	50	8±2.5	40	5.5±1	140	280	761	1144

②アンカレイジのリフト割り

アンカレイジのリフト割りは、図-1に示すようにケーソン頂版からアンカレイジの鞍部までは1mリフト、それ以上は、1.5mリフトとした。ただし、基礎頂版との打ち継ぎ面から4リフトは、旧コンクリートの外部拘束の影響を考慮して50cmとした。

③防寒養生の工法と期間

冬季のコンクリート施工においては、初期凍害を受けるおそれがあるため、給熱・保温による温度制御が必要である。また本工事では、防寒給熱養生を行わないとコンクリートの温度降

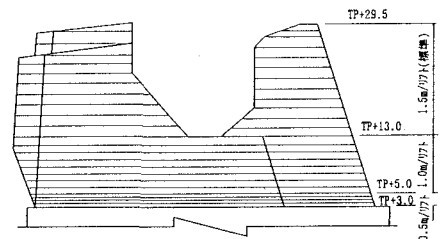


図-1 アンカレイジのリフト割り

下が急激かつ大きいものとなり、温度ひび割れが発生するとの検討結果から、11月下旬から4月初旬までの全期間アンカレイジ躯体を防寒囲いにより完全に囲い、5℃以上の給熱・保温養生を行うこととした。

④コンクリートの打込み温度

コンクリートの打込み温度を下げることは、部材内の温度勾配の緩和および最高上昇温度の抑制効果を期待することが出来、温度ひび割れを制御する上で有効である。本橋では、検討の結果次の工法を採用した。

1)夏期のコンクリート温度は、本州に比べると低いとさらに温度を降下させるために氷により混練り水を冷却した。2)冬季においては、混練り水に用いる温水を調節し打設時で7℃となるように調整した。3)セメントについては、製造直後の使用を避け、温度の下がったものを用いるよう計画的な搬入を行った。

⑤その他

上記の他、コンクリートのひび割れ制御および耐久性向上のために、次の工法を用いた。1)透水型枠の使用、2)鉄筋によるひび割れの分散、3)打設間隔の長いリフトに対する表面被覆養生。

3. 現場計測の結果と考察

アンカレイジ躯体施工における計測項目と目的を表-2に、計測器の配置を図-2に示す。また、図-3にアンカレイジ躯体（1A、6A）ひび割れ発生状況の記録を示す。

表-2 計測項目および目的

計 測 項 目	使用計測器	計 測 目 的
コ ン ク リ ー ト 温 度	熱電対	施工中のコンクリート温度管理
コ ン ク リ ー ト 温 度	温度計	躯体の長期的な温度計測、長期的定常状態の確認
コンクリート打ち継ぎ目の開き	継目計	施工中の継ぎ目の開閉測定、長期的定常状態の確認

計測の結果、コンクリートの温度履歴は、全般的に解析値とほぼ一致している。しかし、部分的には解析値と実測値がやや異なる傾向も示している。これは、検討段階で用いたコンクリートの熱特性が、コンクリートの断熱温度上昇試験や、アンカレイジ基礎あるいは主塔基礎の実測値から逆解析されたものではあるが、実際にアンカレイジ躯体に打設されたコンクリートの熱特性と若干異なること、および給熱養生温度が解析よりやや高めであったことが原因であると考えられる。しかし、図-3に示すとおり、アンカレイジに発生したひび割れは比較的少なく、その幅も多くは0.2mm程度（最大幅で0.3mm程度）であり、ひび割れ制御の効果が確認された。

●:熱電対 ○:温度計 ×:継目計

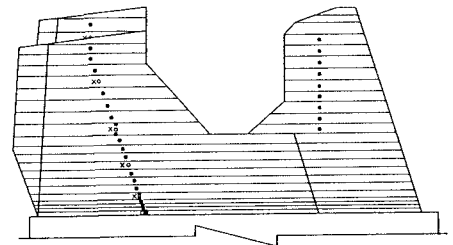
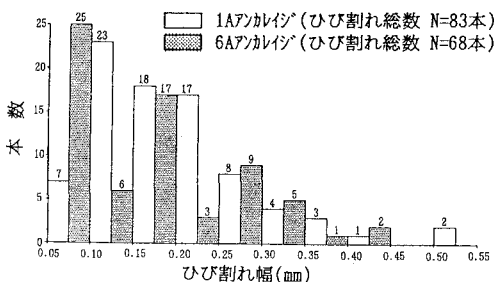
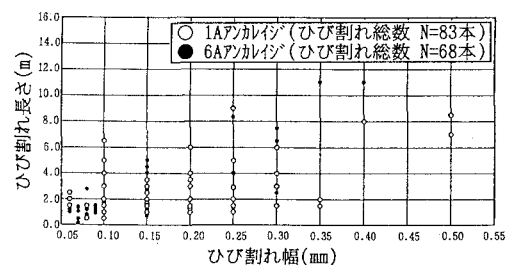


図-2 計測器配置図



(1) ひび割れ幅と本数の関係



(2) ひび割れ幅と長さの関係

図-3 ひび割れ調査結果

〔謝辞〕 有害なひび割れもなく無事にアンカレイジの施工が行えたのは、解析の精度に加え、冬季には風速2.5m近い強風の中で確実な作業を行った施工者の方々のおかげでもあることを報告し結びとする。