

FEM 解析を活用したひび割れ防止対策の検討について

(社)北海道土木施工管理技士会

株式会社管野組

土木部

清水 正彦

Masahiko Shimizu

1. はじめに

旭川・紋別自動車道は、北海道縦貫自動車道比布ジャンクションから分岐し、紋別市に至る延長130kmの一般国道の自動車専用道路であり、北海道縦貫自動車道と一体となって道央圏・道北圏とオホーツク圏を結ぶ高規格幹線道路網を形成します。

国土・地域ネットワークの構築により道北圏とオホーツク圏の連携強化を図り、物流効率化の支援や個性ある地域の形成、円滑なモビリティの確保に寄与することを目的としています。

工事概要

- (1) 工 事 名：旭川紋別自動車道遠軽町
丸瀬布改良工事
- (2) 発 注 者：北海道開発局網走開発建設部
- (3) 工事場所：北海道紋別郡遠軽町

工事箇所



図-1 現場位置図



図-2 完成

- (4) 工 期：平成22年4月1日～
平成23年3月10日
- (5) 工事内容：道路改良
カルバート工【 $36.8 \times 7.5 \times 5.0$ 】
1基
頂版工【サンドイッチ頂版】 350m^2
仮設工 一式
工事用道路 160m

2. 現場における課題・問題点

丸瀬布改良工事における函渠は、最大壁厚1,000mmと比較的部材厚の大きな構造物であることから、セメントの水和熱に起因する温度ひび割れの発生が懸念される。

セメントの水和熱、現場の気象条件、コンクリー

トの力学特性、施工条件などを考慮した温度応力解析（FEM 解析）を行い、温度ひび割れの照査およびひびわれ抑制対策について検討した結果をとりまとめたものである。

解析方法として、まず温度解析を応力解析を行い、温度応力を算定する。

温度応力が算定された後、温度ひび割れの照査（安全係数・ひび割れ指数）を行い、温度ひび割れ抑制対策の検討を行う。

検討対象構造物は、構造物の代表として、B1 函渠の壁部材に着目し解析を行うこととした。

3. 対応策・工夫・改良点

* ケース 1

解析を行うにあたり、現場条件を決定し地盤を含め 3 次元有限要素法でモデル化し（図-2）、拘束条件を決定する（図-3）。

解析ひび割れ指数の目標値を、標準仕方書・指針よりひび割れ発生確率を 25% 以内とし、ひび割れ指数（安全係数）を 1.23 と設定した。

分布図および指数履歴図から、B1 函渠の壁部

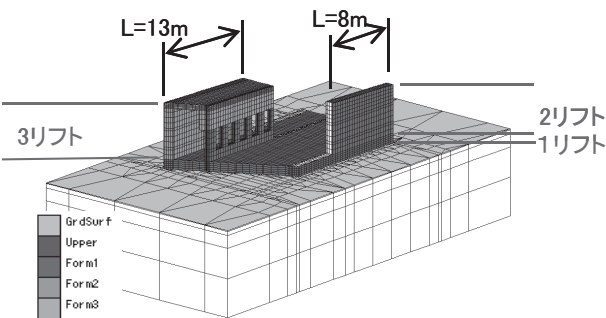


図-3 解析モデル

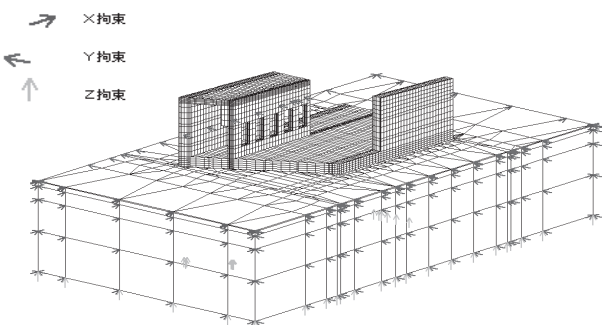


図-3 拘束条件

図-4 拘束条件

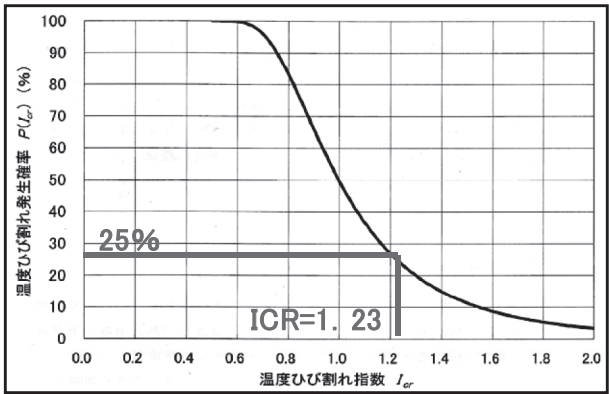


図-5 温度ひび割れ指数と温度ひび割れ発生確率との関係

材では最小ひび割れ指数は、0.62であり本検討における安全係数は1.23以上を満たさない結果となった。

上記の検討により、安全係数を満たさなかったのでひび割れ防止対策を検討する。

防止対策としては、温度降下に伴う熱収縮が先行リフトから拘束され外部拘束応力が卓越した結果であるため、工程・ひび割れ制御効果などの観点から誘発目地の増設、打設温度の低減及び、打設スケジュールの短縮について検討する。

* ケース 2

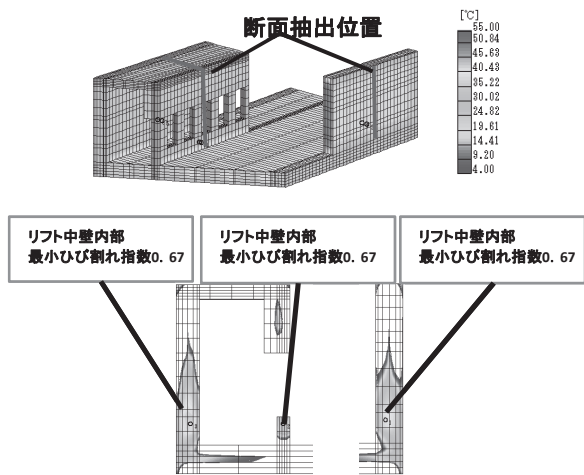


図-6 ひび割れ分布図(1)

部位	ひび割れ指数	材齢(日)
2 リフト右壁内部	0.78	12
2 リフト中壁内部	0.62	6
3 リフト左壁内部	0.67	14

最小ひび割れ指数 I_{cr} : 0.62 < 目標値 : 1.23 NG

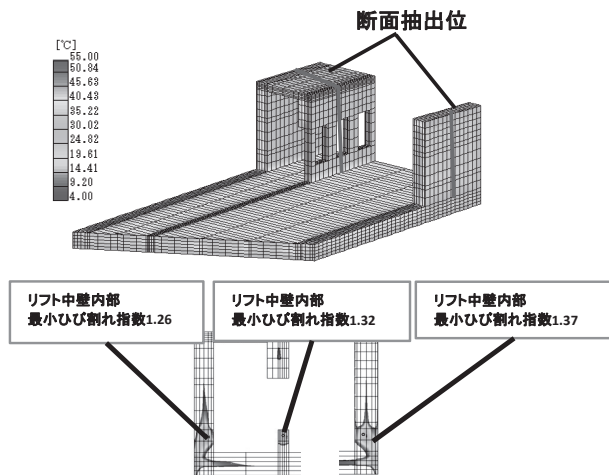


図-7 ひび割れ分布図(2)

部位	当初条件 (ケース 1)		対策条件 (ケース 2)	
	ひび割れ 指数	材齢 (日)	ひび割れ 指数	材齢 (日)
2 リフト右壁内部	0.78	12	1.37	12
2 リフト中壁内部	0.62	6	1.32	6
3 リフト左壁内部	0.67	14	1.26	15

目標値 : 1.23 ≤ 最小ひび割れ指数 I_{cr} : 1.26 OK

解析条件を変更し再度解析を行った。

(誘発目地の増設@ 5 m・打設温度の低減)

分布図および指数履歴図から、ケース 2 の壁部材では最小ひび割れ指数は 3 リフト左壁内部で 1.26 となり、安全係数を満たす結果となった。

ケース 1 に対し打設温度を低減することによる温度降下量の低下、各リフトの打設スケジュールの短縮及び誘発目地の増設による先行リフトから受ける拘束度の低下により、比較的大きな改善傾向が確認できた。

上記の結果をふまえ、丸瀬布改良工事は設計目地の増設・打設温度の低減を実施することと決めた。



図-8 誘発目地の設置状況



図-9 誘発目地の設置状況

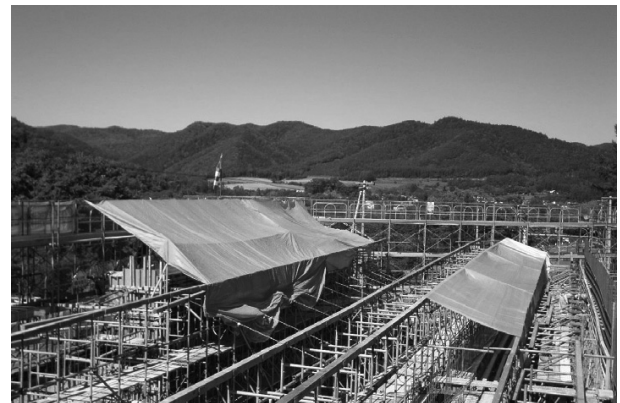


図-10 養生状況 (仮屋根による温度低減対策)



図-11 養生状況 (散水による温度低減対策)

4. まとめ

誘発目地を@ 5 m に増設し、コンクリート打設作業中・打設後においては、初期温度が増大しないように温度低減対策を実施した。特に留意したことは、解析条件以下 (温度条件) にならないようにコンクリート内部温度計を使用しコンクリート温度の管理・計測を行った。

上記のひび割れ対策を行った結果、2 月初旬時点での観測におけるひび割れは発生していないため、解析による検討結果が妥当であり効果が確認された。しかし、引き続き追跡調査の必要がある。