

大規模開削トンネルの温度応力解析結果の 精度に関する一考察

岩波 基¹・平井祐貴²・大石敬司³・五十嵐祐貴⁴

¹正会員 博(工) 長岡工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒940-8532新潟県長岡市西片貝町888)
E-mail: miwanami@nagaoka-ct.ac.jp

²学生会員 長岡技術科学大学 建設工学専攻 (〒940-2188新潟県長岡市富岡町1603-1)

³正会員 東京地下鉄(株) 鉄道本部 改良建設部 (〒110-8614東京都台東区東上野3-19-6)

⁴学生会員 長岡工業高等専門学校 環境都市工学専攻 (〒940-8532新潟県長岡市西片貝町888)

東京メトロ副都心線の新宿三丁目駅は、大規模かつ複雑な構造を開削工法によって構築されたトンネルである。当工事のような大規模かつ複雑な構造のボックスカルバートにおいて、ひび割れ調査結果と解析結果とを比較し、3次元温度応力解析の精度について検討した事例は少ない。そこで、本論文は、同駅トンネルの打設ブロック10の最上部側壁において、誘発目地を引張強度が超えた応力を伝えない要素としてモデル化した場合に、誘発目地部でのひび割れ調査結果と温度応力解析結果の傾向はほぼ一致したが、その他のひび割れ発生状況には差違が生じたことについて知見をまとめたものである。

Key Words : temperature stress, crack, cut and cover tunnel

1. はじめに

近年、開削トンネルに対しても、適切な維持管理手法の確立が重要な課題となっており、硬化時の水和熱や乾燥収縮といった初期材齢時の材料特性に基づくひび割れを制御するようになってきている。

道路トンネルや駅部のような大規模開削トンネルでは、コンクリート硬化時の水和反応による温度応力ひび割れを防ぐため、過去のいくつかのプロジェクトでは施工前に解析を行い、ひび割れ発生の確率とひび割れ幅を推定した上で、対策案を行う試みがなされている。しかし、一般的に採用されているマスコンクリートの3次元有限要素法を用いた温度応力解析は基本的に弾性解析であるため、ひび割れ発生による引張応力解放とそれに伴うコンクリート内の応力再分配および若材齢時のコンクリート非線形特性などを考慮できない。そのため、本研究で対象としている多層のリフトで施工するボックスラーメンでは実挙動と解析結果とに大きな差違が生じることが多い。例えば、夢洲トンネル咲洲側アプローチ部築造工事(その6)においては、施工前の解析結果と計測データを用いた事後の解析結果そしてひび割れ状況調査結果に乖離が見られた。具体的には、実挙動の温度応力に起因していると思われるひび割れは発生しなかったにもか

かわらず、実測の打込み温度と外気温のデータを用いた解析ではひび割れが90%以上発生する値となった¹⁾。

このように大規模ボックスラーメンを対象としたひび割れ予測解析において実挙動と解析結果に差違があるが、夢洲トンネル咲洲側アプローチ部築造工事のように施工後の調査し、解析精度について検討を行った実績は少なく、旧首都高速道路公団川崎縦貫線大師工区および大宮工区²⁾や旧阪神高速道路公団³⁾の比較的単純な構造のボックスラーメンにおいては温度応力解析結果とひび割れ発生状況との比較検討がなされた実績がある程度である。また、みなとみらい21線北仲駅⁴⁾については温度ひび割れ対策について報告が行われているだけである。

そこで、東京メトロ副都心線の池袋から渋谷の区間内にある新宿三丁目駅の大規模かつ複雑な構造のボックスラーメンについて、施工完了後に再計算を行い、ひび割れ調査結果と比較を行った。

具体的には、初期材齢時の変状の実態や特徴を把握するために、副都心線に複数ある開削トンネル工区から1箇所を選定し、施工初期のひび割れ調査を実施した。そして、同駅トンネル構造物のうち、打設ブロック(以後、BLと称す。)9およびBL10での詳細なひび割れ調査結果と3次元温度応力解析を比較したところ、BL9では乾燥収縮も考慮した解析結果がひび割れ調査結果とほぼ一致

した。しかし、BL10では両者に差異があり、実挙動よりも解析結果の方がひび割れが多く生じることを示す結果であった⁹⁾。つまり、側壁の厚さが700～800mm程度の外部拘束を受ける壁構造で乾燥収縮を考慮した場合は、現状の乾燥収縮ひずみ量の推定式はやや過大な評価をしている可能性があるため、この結果に応じたひび割れ対策を行うとすると、対策コストが非常に高くなってしまいう可能性が高いことが分かった。

マスコンクリートの3次元有限要素法を用いた温度応力解析において、精度向上の方策として、若材齢時のコンクリート非線形特性を考慮した解析を行うことが考えられるが、この特性を把握するためには、詳細な実験が必要であり、解析時間もかかり過ぎるため、現実の工事に適用することは困難である。これに対して、誘発目地等のひび割れ発生箇所を特定してモデル化することは、引張応力の増加量を伝達しないジョイント要素と鉄筋をトラス要素で表現することで比較的簡単に行うことができる。

そこで、本論文は、BL10について誘発目地をジョイント要素とトラス要素で評価した3次元モデルにより解析を実施し、その結果とひび割れ調査結果とを比較して誘発目地のモデルについて考察を加えたものである。

2. 構造概要

(1) 構造寸法

図-1の網掛けで示すように、解析でモデル化した当該構築のBL10における柱⑮～⑯は2層3径間のボックスラーメン構造を有しており、1層部（以後、B1と称す）は柱構造、2層部（以後、B2と称す）は中壁構造となつて

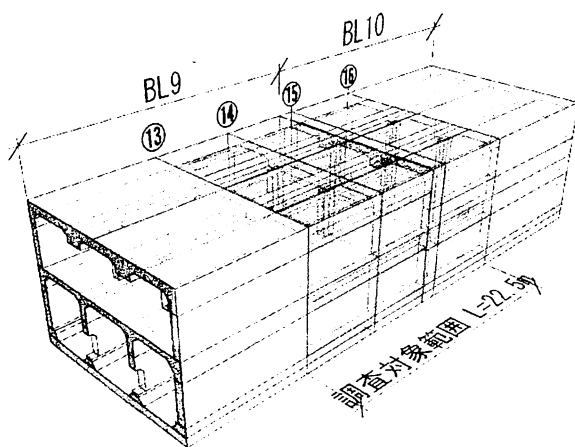


図-1 対象躯体の概要

いる。外側寸法は約17m×14m×7.5m、B2側壁、下床版の厚さは800mm、B1側壁、上床版の厚さは700mmとなっており、温度上昇やその後の収縮によるひび割れが問題となるいわゆるマスコンクリートといえる壁厚を有して

いる。

表-1 配合条件

リフト No.	打設箇所	配合	セメント量 kg/m ³	水セメント比 %
1	下床版	24-15BB	290.0	55.0
2	B2側壁ハンチ・ B2中壁ハンチ		308.0	52.0
3	B2中壁	24-15N	290.0	55.0
4	B2側壁		291.0	
5	中床版			
6	B1側壁・B1中柱			
7	上床版・B1側壁			

(2) 材料条件

本工事では、施工前のひび割れ抑制方法に関する検討により、下床版とB2側壁ハンチ、中壁ハンチに高炉セメントB種が採用された。その他の箇所には、普通ポルトランドセメントが用いられている。各打設箇所の配合条件を表-1に示す。

表-2 BL10の打設日および打設箇所

リフト No.	打設日	打設箇所	打込み温度 ℃
1	H17.4.15	下床版	20.7
2	H17.4.23	B2側壁ハンチ・ B2中壁ハンチ	19.0
3	H17.6.14	B2中壁	26.0
4	H17.6.23	B2側壁	24.0
5	H17.7.29	中床版	30.7
6	H17.9.30	B1側壁・B1中柱	24.0
7	H17.12.1	上床版・B1側壁	14.3

(3) 施工条件

図-1のBL10の構築は2005年4月から2005年12月にかけて7リフトに分けて施工が行われた。型枠には合板を使用し、材齢3日で脱型した。なお、B1とB2の側壁には誘発目地を約5mごとに設置した。打設順、打設箇所、実際の打設日および打込み温度を表-2に示す。また、躯体断面における各打設箇所を図-2に示す。

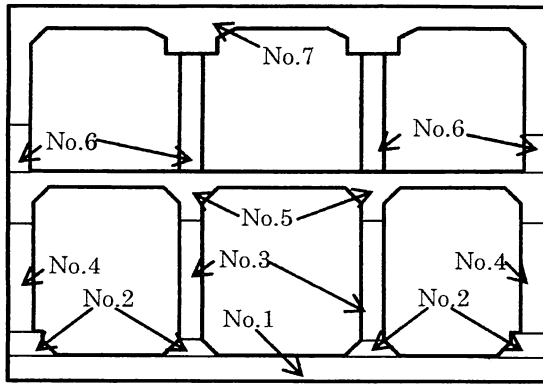


図-2 各打設箇所

3. ひび割れ調査結果の概要

ひび割れ調査によるコンクリート打設12ヶ月程度経過した時点のひび割れ変状展開図の一部を図-3⁶⁾に示す。なお、この時点で地山の埋戻しも完了していた。図-3は、同図中に示す展開図範囲に太線で示した箇所の展開図で、図上部が側壁で、下部が上床版を描いている。図中に①で示したひび割れは温度応力や乾燥収縮が原因と考えられるもの、②で示したひび割れは誘発目地の位置に発生したもの、③で示したひび割れは打設ブロックの境界に発生したもの、④で示したひび割れは中間杭切断箇所が原因と考えられるひび割れである。ひび割れ調査において土圧が作用した影響と考えられるひび割れは発見されなかった。ひび割れ調査では、BL10の側壁には誘発目地以外の位置でのひび割れの本数が少なく幅もヘアークラック程度のものしか確認されていない。また、誘発目地におけるひび割れ幅は平均で0.43mmであった。BL10の上床版には中間杭による開口部の影響で生じた④のひび割れしか発生していない。

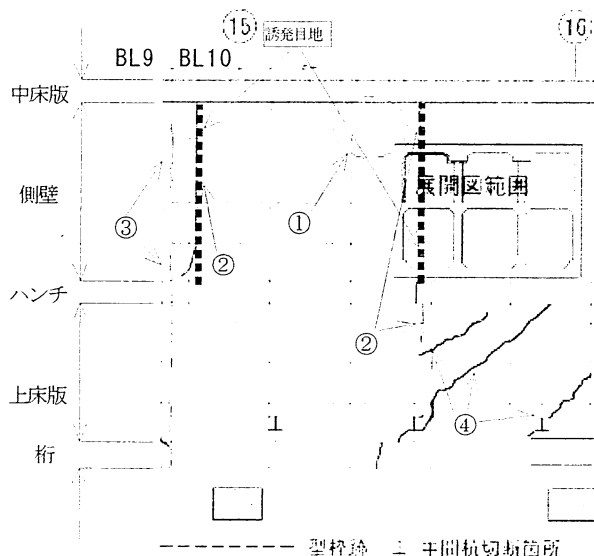


図-3 ひび割れ変状展開図⁶⁾

4. 解析条件

解析は、一般的な温度応力解析の手法を用いる。まず温度解析を行った後、温度解析結果をもとに温度応力解析を行い、生ずる変位と応力を算出した。また、本解析では解析コードにASTEAMACSのVer.5を用いた。

(1) コンクリートの各物性値

コンクリートの熱物性値および力学的物性はコンクリート標準示方書⁷⁾に準じて表-3のように設定した。

表-3 コンクリートの熱物性値および力学特性

セメントの種類		普通ポルトランドセメント			高炉セメントB種	
					下床版	B2ハンチ
熱伝導率	W/m°C	2.7				
比熱	KJ/kg°C	1.15				
密度	kg/m³	2400				
断熱温度上昇量	°C	Q=K(1-exp(α×t))				
K: 終局断熱温度上昇量	打設温度	採用値				
	10	45.80	47.88	45.90		
	20	44.90	45.80	44.00		
	30	43.90	45.80	44.00		
α: 上昇速度に関する定数	10	0.570	0.504	0.479		
	20	1.066	0.997	0.932		
	30	1.497	1.140	1.347		
f _c (t): 材齢 t 日のコンクリートの圧縮強度		$f'_c(t) = \frac{t}{a+bt} f'_c(91)$				
		a	4.5	6.2		
		b	0.95	0.93		
(N/mm²)		f'(91)	24	24		
f _t (t): 材齢 t 日のコンクリートの引張強度		f _t (t)=0.44×√f _c (t)				
(N/mm²)						
Ee(t): 材齢 t 日における有効ヤング係数		φ(t): 温度上昇時におけるクリープの影響が大きいことによるヤング係数の補正係数				
		材齢3日まで φ=0.73				
		材齢5日以降 φ=1.0				
(N/mm²)		材齢3～5日は直線補間				

本研究では、乾燥収縮を考慮して解析を行った。乾燥収縮を考慮する際には、コンクリート標準示方書⁷⁾より、コンクリートの環境条件と乾燥開始材齢から、最終ひずみ量を推定し、350μに設定した。各材齢時の乾燥収縮量は、式(1)を用いて求めた。

$$\varepsilon'_{cs}(t, t_0) = [1 - \exp\{-0.108(t - t_0)^{0.56}\}] \cdot \varepsilon'_{sh} \quad (1)$$

ここに、 $\varepsilon'_{cs}(t, t_0)$: コンクリートの材齢 t_0 から t までの収縮ひずみ

t_0 および t : 乾燥開始時および乾燥中のコンクリートの有効材齢

ε'_{sh} : 収縮ひずみの最終値

(2) 解析における温度境界条件および拘束条件

解析に用いた3次元モデルを図-4に示す。この3次元モデルの節点数は43,186、要素数は34,634である。

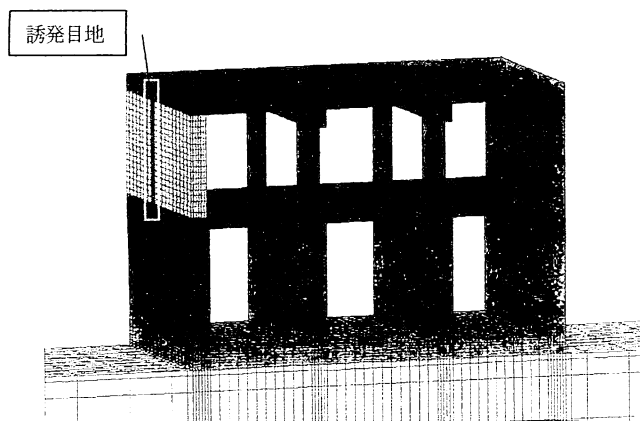


図-4 解析モデル

表-4 熱伝達境界条件

養生方法	$\eta(\text{W/m}^2\text{°C})$
空気	14
合板	8

表-5 外気温

月	気温(°C)	月	気温(°C)
1	5.8	7	25.4
2	6.1	8	27.1
3	8.9	9	23.5
4	14.4	10	18.2
5	18.7	11	13.0
6	21.8	12	8.4

下床版の土への熱伝達の状況や、土から受ける外部拘束を考慮するため、地盤を考慮して解析を行った。

温度境界条件は、各打設工程において、その打設箇所の上面は直接外気と接する熱伝達境界として評価した。また、側壁と上床版、中床版の打設工程において、それらの下面および側面は、打設後3日目まで合板の熱伝達条件を考慮し、その後は外気と接するものとして熱伝達境界を設けて解析を実施した。表-4はそれぞれの熱伝達率 η を示している。

また、外気温は、坑内温度の測定結果がなく、また、比較的良好に換気が行われている大規模な地下空間では外気温との差が小さい実績⁹⁾から、東京のアメダスデータに基づいて表-5に示すとおりに設定した。

また、図-4に示した解析モデルの、地盤底面全体を上下方向に拘束し、地盤底面の一辺を水平方向に拘束、さらに水平方向を拘束した一辺の一端を奥行き方向に拘束した状態で応力解析を行った。なお、側壁背面の埋戻し土による影響によって温度応力解析の結果は、ひび割れ指数が無視できる程度だけ大きくことを確認しているため⁹⁾、今回は埋戻し土を省略して解析を実施した。

(3) 誘発目地のモデル化

誘発目地のモデル化は、図-4のB1側壁における誘発

目地の位置に付着喪失等価領域の要素を作成した。付着喪失等価領域の幅をコンクリート標準示方書⁷⁾の曲げひび割れ幅の推定式の一部である式(2)から算出し、524mmとなった。

図-5に示すように鉄筋がある位置には鉄筋の剛性を有するトラス要素を設け、その他の位置では熱と圧縮応力を伝達し、引張強度に達するとそれ以上の引張応力を伝達しない要素で要素間を結んだ。

$$l = 1.1 \cdot 1.3 \cdot \kappa_2 \cdot 1.0 \{4c + 0.7(c_s - \phi)\} \quad (2)$$

ここに、 l ：付着喪失等価領域の幅 (mm)

κ_2 ：コンクリートの品質がひび割れに及ぼす影響を表す指数

$$\kappa_2 = \frac{15}{fcd' + 20} + 0.7 = 1.04$$

c ：かぶり 70.0 (mm)

c_s ：鋼材の中心間隔 125 (mm)

ϕ ：鉄筋径 22(mm)

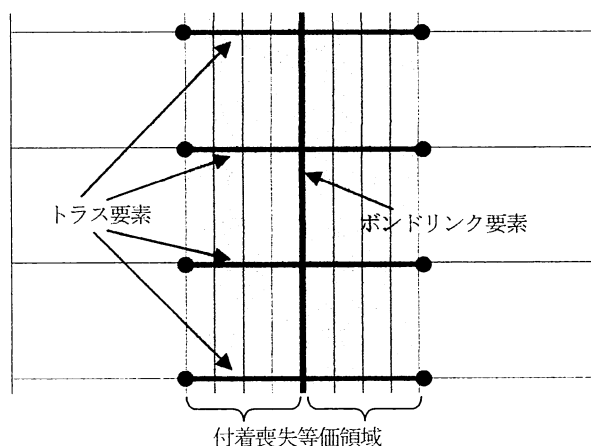


図-5 誘発目地要素詳細図

5. 評価方法

コンクリート標準示方書⁷⁾によれば、コンクリート供試体の引張強度と構造物中の引張主応力の比をひび割れ指数と定義し、以下の式(3)で算出される。

$$I_a(t) = f_{tk}(t) / \sigma_c(t) \quad (3)$$

ここに、 $I_a(t)$ ：ひび割れ指数

$f_{tk}(t)$ ：材齢日におけるコンクリート引張強度

$\sigma_c(t)$ ：材齢日におけるコンクリート最大主引張応力度

誘発目地のように特別なモデル化していない要素では、コンクリート標準示方書⁷⁾によるひび割れ指数によって、

コンクリートに発生するひび割れの状況を評価することとした。

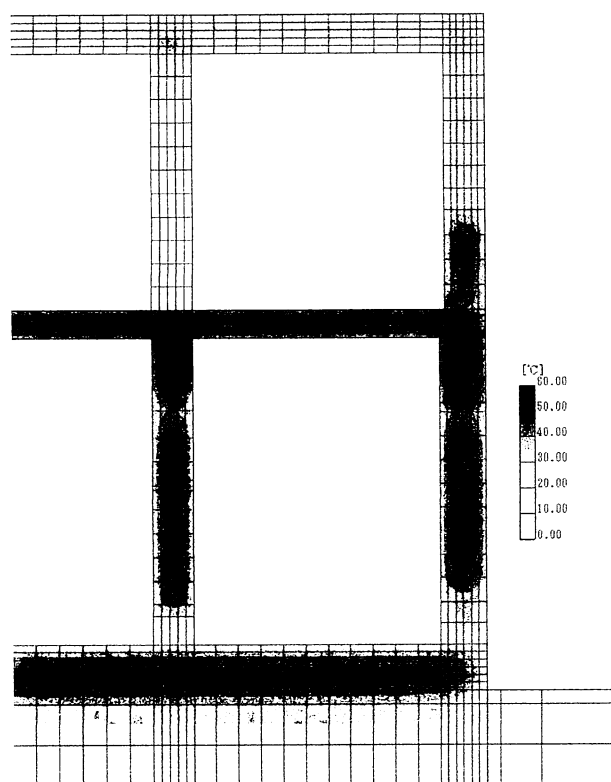


図-6 BL10 中央断面における最高温度分布図

表-6 各打設箇所での最高温度

リフト No.	打設箇所	最高温度 ℃	経過日数 日
1	下床版	46.0	1.6
2	B2側壁ハンチ・ B2中壁ハンチ	35.6	8.9
3	B2中壁	34.4	60.6
4	B2側壁	49.5	70.1
5	中床版	56.8	105.9
6	B1側壁・B1中柱	46.8	169.0
7	上床版・B1側壁	35.6	231.4

6. 解析結果

(1) 温度解析結果

BL10の中央断面における最高温度分布図を図-6に示す。これらの分布図は、ステップ解析を行い、各要素における最高温度の結果を示したものである。したがって、要素によって表示している最高温度の発生時刻が異なる。なお、断面方向においてほぼ左右対称の計算結果が得られたので、その半分のみを表示している。

打設リフトごとの最高温度をまとめたものを表-6に示

す。経過時間は解析開始時刻を0日としている。

図-6を見ると、BL10では中床版の温度が非常に高くなっており、表-6より、最高温度が56.8℃を示していることがわかる。これは表-2に示したように夏季に打設し、打込み温度が30℃以上であるためである。

BL10における温度の経時変化を図-7に示す。

これらの図を見ると、どの打設リフトも打設後1～2日程度で最高温度に達していることがわかる。

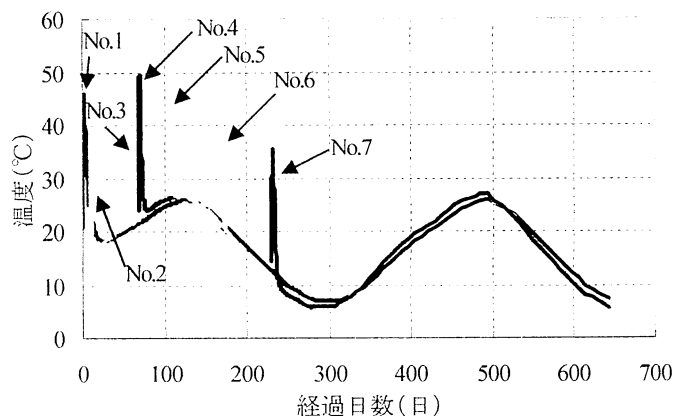


図-7 BL10の温度の経時変化

(2) 温度応力解析結果

BL10のひび割れ指数が最も小さかった中央付近の断面における最小ひび割れ指数分布図を図-8に示す。

また、図-8の断面における、各打設箇所の最小ひび割れ指数をまとめたものを表-7に示す。

これらを見ると、BL10のB2ハンチ、中床版、上床版

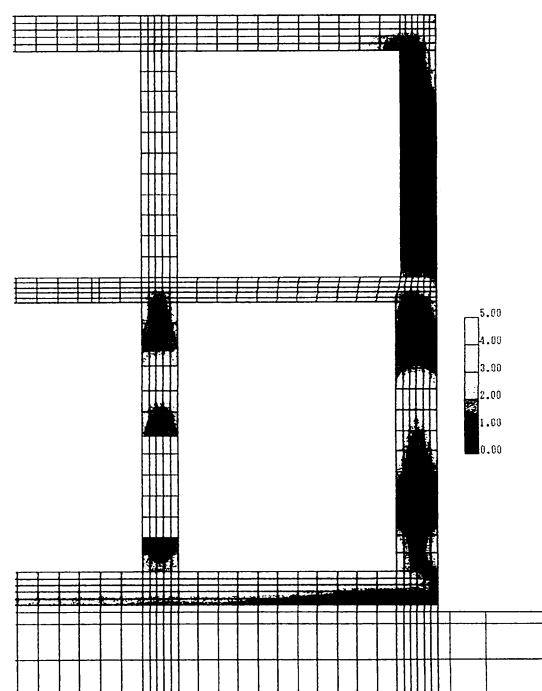


図-8 中央付近断面における最小ひび割れ指数分布図

以外で最小ひび割れ指数が1.0を大きく下回っており、非常にひび割れが発生しやすい結果となっている。

表-7 各打設箇所での最小ひび割れ指数

リフト No.	打設箇所	最小ひび 割れ指数	経過日数 日
1	下床版	0.96	453.0
2	B2側壁ハンチ・ B2中壁ハンチ	1.28	69.6
3	B2中壁	0.73	160.8
4	B2側壁	0.73	642.0
5	中床版	0.92	168.9
6	上床版・B1側壁	0.68	231.1
7	B1側壁・B1中柱	0.74	642.0

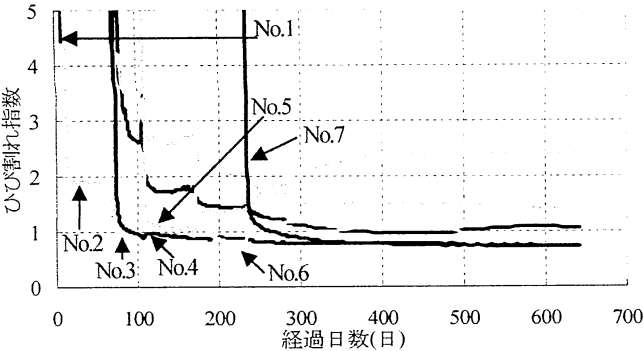


図-9 BL10のひび割れ指数の経時変化

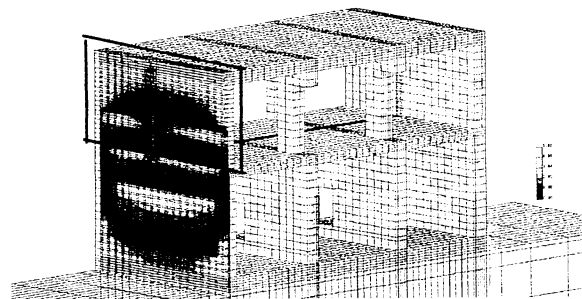


図-10(a) B1側壁における最小ひび割れ指数分布図

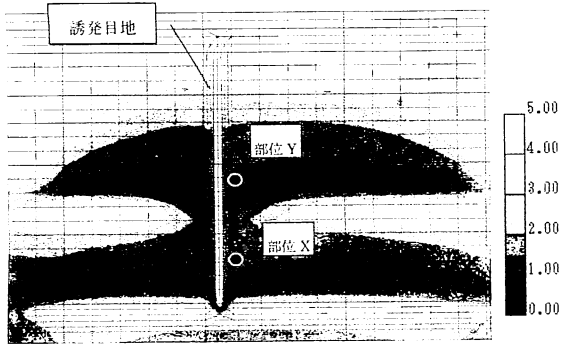


図-10(b) B1側壁における最小ひび割れ指数分布図

BL10におけるひび割れ指数の経時変化を図-9に示す。これらのグラフを見ると、中央断面では乾燥収縮を考慮することで打設直後からひび割れ指数が低下し続けていることがわかる。

表-8 各リフトの最高温度

部位	打設箇所	最小ひび 割れ指数	経過日数 日
X	B1側壁・B1中柱	0.87	230.9
Y	上床版・B1側壁	0.91	595.0

図-10(b)は、図-10(a)で囲ったBL10のB1側壁の誘発目地近傍を切り出した断面における最小ひび割れ指数分布を示したものである。また、図-11(b)は、図-10(a)および図-11(a)におけるBL10の○で示した誘発目地近傍での6リフトの部位Xと7リフトの部位Yにおけるひび割れ指数経時変化を示したグラフである。さらに、図-11(b)における、6リフトと7リフトの最小ひび割れ指数をまとめたものを表-8に示す。

図-10(b)を見ると6リフトと7リフトの下部で誘発目地

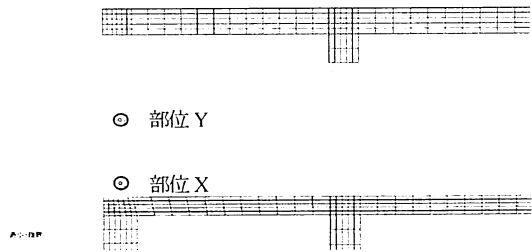


図-11(a) B1側壁におけるひび割れ指数着目位置

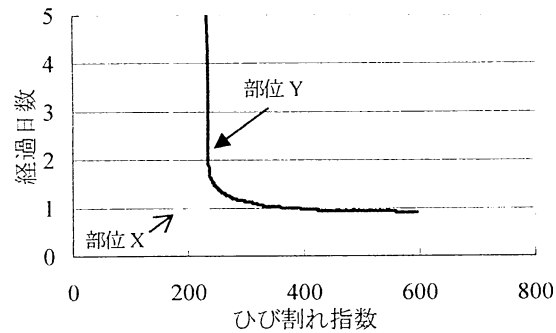


図-11(b) B1側壁におけるひび割れ指数の経時変化

によってひび割れ指数が大きくなっていることが分かる。これは誘発目地の効果で引張応力度が解放されることに起因しており、6リフトの最小ひび割れ指数が0.68から0.87へ、7リフトでは0.74から0.91に上昇している。

図-12(b)は、図-12(a)で示したB1側壁から抽出した4箇所のコンクリート表面のひび割れ幅解析値の経時変化を示した図である。横軸は1リフト打設日を0日とした

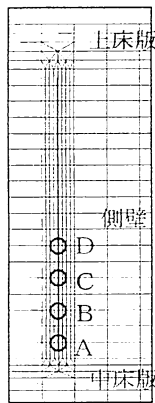


図-12(a) B 1 側壁のひび割れ幅の着目位置

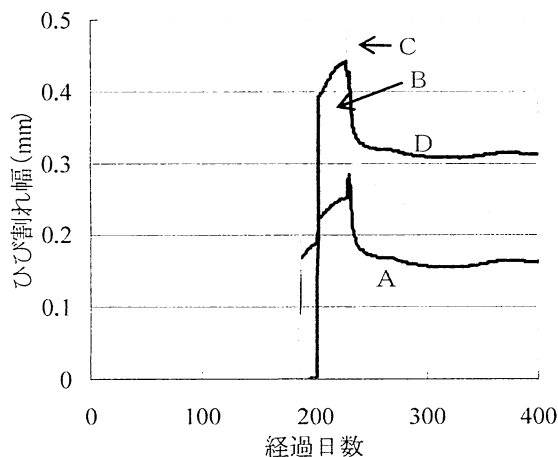


図-12(b) B 1 側壁のひび割れ幅の経時変化

表-9 誘発目地での最大ひび割れ幅

部位	ひび割れ幅 (mm)
A	0.28
B	0.46
C	0.49
D	0.44

解析経過時間であり、縦軸はひび割れ幅をmmで示している。なお、ひび割れ幅は、図-5のボントリンク要素の引張ひずみ解析結果とその要素長との積で算出した。また、表-9は、図-12(b)の4点での解析結果におけるひび割れ幅の最大値をまとめたものである。なお、誘発目地における他の点ではひび割れが生じない結果となった。

図-12(b)と表-9から解析結果では、誘発目地で生じたひび割れは側壁の下部の6リフトだけであり、ひび割れ幅は最大で0.49mm程度であった。

7. ひび割れ調査結果と解析結果との比較

ひび割れ調査では、BL10側壁はひび割れの本数が少なく、ひび割れ幅もヘアークラック程度のものでしか確認されていない。また上床版には中間杭による開口部の影響で生じた図-3の④のひび割れしか発生していない。それに対して、BL10側壁と上床版の解析結果は、誘発目地以外の場所でひび割れ指数の値が0.68～0.74であった。

誘発目地のモデルについては、解析において、6リフトにだけひび割れが生じ、最大幅が0.49mm、部位A～Dの4点のひび割れ幅が0.28mm～0.49mmとなったのに対して、ひび割れ調査において6リフトの数カ所で計ったひび割れ幅の平均は0.43mmとなっており、両者はほぼ一致している。

また、誘発目地近傍の6リフトでは、解析経過日数190日程度で図-11(b)の6リフトの部位Xにおけるひび割れ指数が1.0以下になり、その後ひび割れ指数が増加していることから、解析上でもひび割れが発生による応力解放が表現できていることが確認できた。7リフトでは、図-12(b)で誘発目地部にひび割れが生じていない解析結果となっており、ひび割れ調査結果と一致している。

以上のひび割れ調査結果と解析結果との比較から、誘発目地のモデル化は実挙動を一応表現できたと考える。しかし、誘発目地による応力解放効果は実挙動より小さく、誘発目地から離れた箇所では、誘発目地を設けないモデルと同様に、解析結果の方がひび割れ調査結果よりも多くひび割れが生じる結果となった。

8. 結論

今回の検討で得られた知見を以下にまとめる。

- ・ 誘発目地に生じるひび割れ幅を、以下のモデル化によって精度良く算出できた。まず、誘発目地の位置に付着喪失等価領域の要素を作成する。このとき最も問題となる付着喪失等価領域の幅は、コンクリート標準示方書⁷⁾の曲げひび割れ幅の推定式の一部を用いて算出する。次に、鉄筋がある位置には鉄筋の軸剛性と同じ剛性を有するトラス要素を設ける。さらに、その他の位置では熱と圧縮応力を伝達し、引張強度に達するとそれ以上の引張応力を伝達しない要素で要素間を結ぶ。このモデルによって、誘発目地以外のひび割れでも、3次元FEM解析においてひび割れ幅の推定を精度良く行える。
- ・ 誘発目地のモデルに引張強度以上の力を伝えない要素を用いることで、大きな引張応力度が発生した場合に目地近傍の引張応力低減と応力分散の効果を解析によって表現できる。
- ・ 誘発目地を考慮したモデルを用いても、目地周辺部分の付着喪失等価領域以外では、目地による応力低

減効果が解析によって表現できなかった。これは、ひび割れ発生後にもジョイント要素が引張強度程度の応力を伝達するためである。

- ・ 目地による応力低減効果を解析によって再現するためにはジョイント要素の引張応力による剛性低下を考慮することが必要である。
- ・ 本研究では、ひび割れ調査を行った B1 側壁の誘発目地のみをモデル化した。しかし、B2 側壁にも誘発目地があるため、ひび割れ発生時の応力解放の影響が無視できない。したがって、誘発目地が2つのリフトにわたって設置されている場合には、解析精度を向上するためには、両方のリフトの誘発目地に付着喪失等価領域と鉄筋の剛性を有するトラス要素を設けたモデルを設置することが必要となる。

謝辞：本論文のまとめるにあたって貴重なご意見をくださった（株）コンポート 有賀貴志氏に深甚なる謝意を表する。

参考文献

- 1) 平井祐貴, 岩波基, 大澤拓洋：大規模開削トンネル躯体の温度応力解析結果の評価に関する一考察, トンネル工学報告集, vol18, pp.295-300, 2008.11
- 2) 石田高啓, 田嶋仁志, 前田邦彦：開削トンネルのマスコン対策検討, トンネル工学研究論文・報告集, Vol.12, pp.571-576, 2002.11
- 3) 小松郁夫, 佐藤奈津代：開削トンネルの躯体コンクリート打設に関する検討と実績, 阪神高速道路公団技術研究発表会論文集, Vol.32, pp.138-143, 1999
- 4) 奥原祐治：開削トンネルのひび割れ対策, 土木技術, Vol.56, pp.91-97, 2001
- 5) 平井祐貴, 大石敬司, 岩波基, 大規模開削トンネルのひび割れ調査結果と温度応力解析結果の比較と一考察, 第19回トンネル工学研究発表会論文集, pp.77-86, 2009.11
- 6) 諸橋由治, 石川幸宏, 瀬筒新弥, 新井泰, 有賀貴志：開削トンネルの材料ひび割れに関する一考察, トンネル工学報告集, vol.17, pp.349-354, 2007.11
- 7) 土木学会：コンクリート標準示方書・施工編, 2002
- 8) 岩波基, 江島裕章, 竹内秀二, 櫛原賢二：大深度円形立坑における温度応力対策に関する一考察, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.20, pp.1255-1260, 1998.
- 9) 富山恵介, 平井祐貴, 岩波基, 埋め戻し土の温度応力解析結果への影響に関する検討, 平成21年度土木学会年次学術講演会, VI-206, pp.411-412, 2009.9

A STUDY COMPARING TEMPERATURE STRESS ANALYSIS RESULTS WITH A CRACK CONFIRMATION OF MASSIVE CUT AND COVER TUNNEL

Motoi IWANAMI ,Yuuki HIRAI, Keiji OISHI and Yuuki IKARASHI

Shinjuku-sanchōme Station is a metro station in Shinjuku 3-chōme, Shinjuku, Tokyo. This massive complicate tunnel was built with open cut method. But there is no study that compared temperature stress analysis results with a crack investigation on massive complicate box culvert structure like this tunnel. In this paper, We compared temperature stress analysis results with a crack confirmation by watching when crack inducement joints is a element that doesn't transmit a tensile stress that exceeds tensile strength. As a result, temperature stress analysis results in crack inducement joints and a crack confirmation by watching was almost corresponding ,but there were differences in other parts.