

埋め戻し土の温度応力解析結果への影響に関する検討

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○富山 恵介
 長岡工業高等専門学校 学生会員 平井 祐貴
 長岡工業高等専門学校 正会員 岩波 基

1. はじめに

東京メトロ副都心線は2008年6月14日に開業した、和光市と渋谷を結ぶ運行区間全長約20.2kmの路線である。その区間内にある新宿3丁目駅は開削工法で構築されたトンネルである。

東京メトロでは、約160kmの地下区間のうち約6割の約100kmが開削トンネルであり、同トンネルに対する適切な維持管理手法の確立は重要な課題となっている。施工物のコンクリートの材料・施工・環境に起因する変状は硬化時の水和熱、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に支配される。

開削トンネルの温度応力解析では、埋戻し土を考慮しない方法が一般的である。そのため、埋戻し土がどの程度解析に影響してくるのかがわからないのが現状である。そこで本研究では、東京メトロ副都心線に実際に存在する開削トンネル工区の一部を対象とし、埋め戻し土を考慮していない場合と、考慮した場合の解析結果の比較検討を行った。

2. 解析条件

図-1に示すように、解析に使用した新宿3丁目駅内の打設ブロック10は2層3径間のボックスラーメン構造を有しており、外側寸法は約17m×14m、側壁厚は800mmとなっている。各リフトの打設日、コンクリート配合条件、打設温度を表-1に、外気温は表-2に示す。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¹⁾に準じて設定し、乾燥収縮を考慮した解析を行った。

解析に用いた3次元モデルを図-2に示す。また、解析で用いた土の物性値は一般的に用いられている値を使用した。埋戻し土の初期温度は埋戻しを行う時

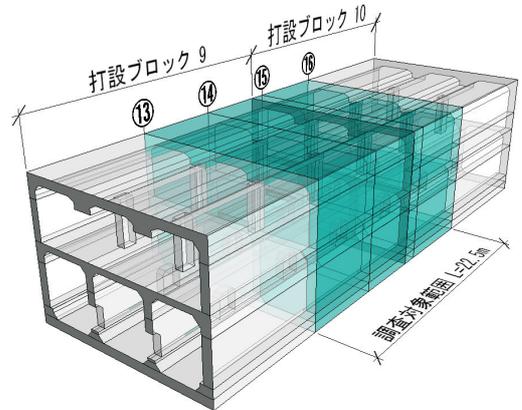


図-1 対象躯体の概要

表-1 打設日、配合および打設温度

BL	打設日	打設箇所	配合	セメント量	打設温度
				kg/m ³	°C
10	H17.4.15	下床版	24-15BB	290.0	20.7
	H17.4.23	B2側壁ハンチ・B2中壁ハンチ		308.0	19.0
	H17.6.14	B2中壁	24-15N	291.0	26.0
	H17.6.23	B2側壁			24.0
	H17.7.29	中床版			30.7
	H17.9.30	B1側壁・B1中柱			24.0
	H17.12.1	上床版・B1側壁			14.0
			14.5		

表-2 外気温

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

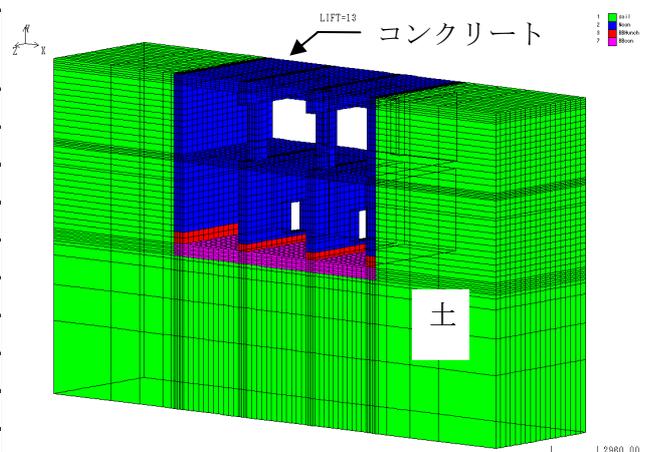


図-2 解析モデル図

キーワード 大規模開削トンネル, 温度応力解析, 埋戻し土

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町888番地 長岡工業高等専門学校 TEL 0258-32-6435

期の外気温と同一にした。解析上では実際の工事と同様に外壁コンクリートの打設が終わった高さまで順次埋戻しを行うよう、モデル化した。

3. 解析結果

トンネル長手方向の中央断面に着目し、図-3に埋戻し土を考慮していない場合、図-4には埋戻し土を考慮した場合の最高温度分布図を示す。これらの分布図は、ステップ解析を行って各要素における最高温度の結果を表示したものである。したがって、要素によって時刻が異なっている。

これら2つの図を比べると、埋戻し土を考慮した場合の方が全体的に温度が高くなっているということがわかる。これは外気に比べ土の方が、熱伝導率が低いためと考えられる。ただし、この傾向には埋戻し土の初期値に大きな影響を受けると考える。

表-3は両ケースの最小ひび割れ指数を比較したものを示す。この表を見ると、B1Fでの最小ひび割れ指数の差はそれほど見られない。しかしB2Fでは埋戻し土を考慮しない場合、側壁、上床版ともに最小ひび割れ指数が0.7程度となっているが、埋戻し土を考慮した場合には1.2程度となっており、大きな差が生じている。つまり埋戻し土を考慮した場合の方が、ひび割れ指数に大きく影響をあたえる箇所もあることがわかる。

4. まとめ

埋戻し土を考慮した場合の温度応力解析では、埋戻し土を考慮しない場合よりも、ひび割れ指数が大きめの値をとる傾向があると確認できた。そのため設計段階では、埋戻し土を考慮しない解析を行った方が安全側に設計になると考えられる。

謝辞：計測データを快く提供して下さった東京地下鉄(株)の皆様には心より感謝申し上げますのである。

参考文献

1)土木学会 コンクリート標準示方書[施工編] 2002年制定

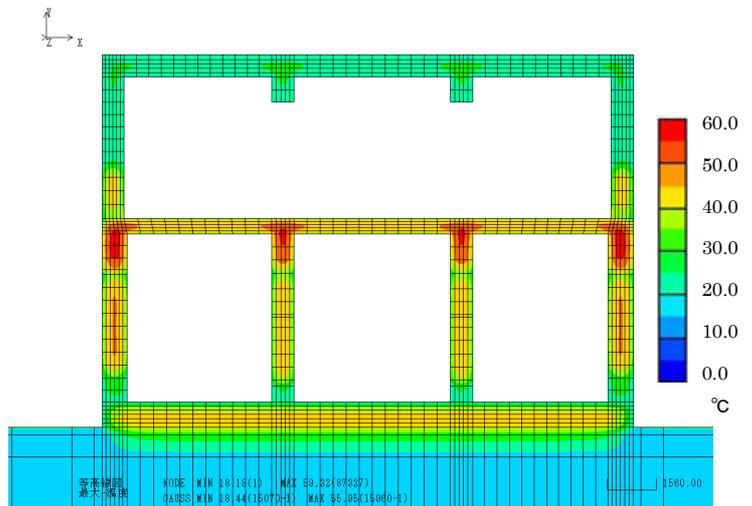


図-3 最高温度分布図(埋戻し土考慮なし)

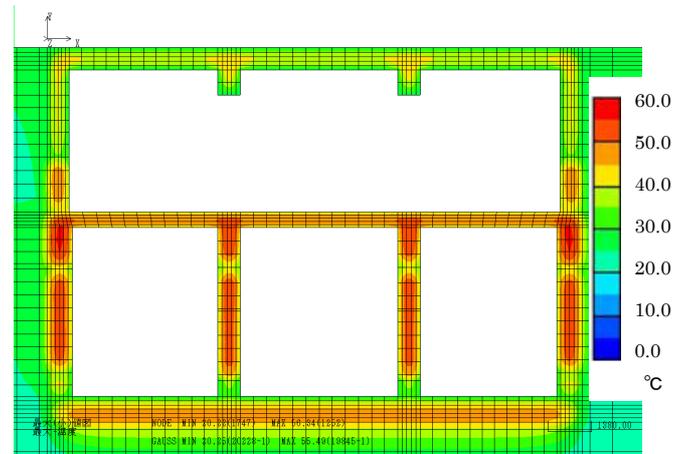


図-4 最高温度分布図(埋戻し土考慮あり)

表-3 最小ひび割れ指数まとめ

打設ブロック	No	打設箇所	最小ひび割れ指数	
			埋戻し土	
			なし	あり
10	1	下床版	0.96	1.56
	2	B2側壁ハンチ・B2中壁ハンチ	1.28	1.81
	3	B2中壁	0.73	1.21
	4	B2側壁	0.73	1.17
	5	中床版	0.92	0.95
	6	B1側壁・B1中柱	0.68	0.70
	7	上床版・B1側壁	0.74	0.75