

夢洲トンネル躯体の温度応力解析結果に関する評価について

長岡工業高等専門学校 学生会員 平井 祐貴
正会員 岩波 基

1. はじめに

咲洲と夢洲を海底で結ぶ夢洲トンネルは、全長約2.1kmの道路・鉄道併用の沈埋トンネルであり、そのうち夢洲トンネル咲洲側アプローチ部築造工事(その6)は、咲洲側の陸上アプローチ約650mの一部を構築するための土留め・掘削工事である。本工事の躯体コンクリートは、底版・床版、壁ともマッシュプであるため、水和反応による温度応力ひび割れの発生が懸念された。そこで、工事前に解析を行い、ひびわれ発生の確率とひびわれ幅

を推定した上で、対策案を検討した。ひびわれ対策としては、
①全ての部材に低熱ポルトランドセメントと最大骨材寸法20mmの配合のコンクリートの採用
②鉄道部側壁に膨張剤を添加
を実施した。
本報告は、実際の温度データを基に温度応力解析の再計算を実施して、ひび割れ発生状況との比較を行った結果である。

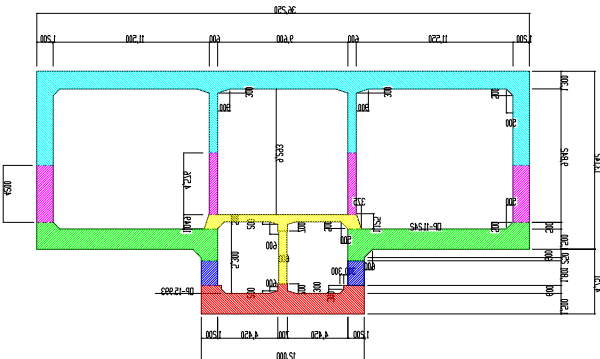


図-1 標準断面図

表-1 コンクリート配合条件

セメントの種類	低熱ポルトランドセメント
設計基準強度	24N/mm ²
水セメント比	55%
セメント単位量	318kg/m ³

2. 解析条件

コンクリートの配合条件を表-1に示す。また、外気温は大阪の実績より表-2に示したとおり設定し、打設日および打設温度を実際にあわせて表-3の値で解析を実施した。その他のコンクリートの熱物性および力学的物性はコンクリート標準示方書¹⁾に準じて表-4のように設定した。解析に用いた3次元を図-2に示す。なお、対称性から1/4モデルで解析を実施した。

表-3 打設日および打設温度

打設箇所	打設時期	打設温度
1リフト 鉄道部底版	5月25日	22.4
2リフト 鉄道部側壁	7月27日	30.2
3リフト 道路部底版	11月16日	16.2
4リフト 鉄道部頂版・柱	12月21日	11.3
5リフト 道路部側壁・中壁	2月16日	8.9
6リフト 道路部側壁・頂版・中壁	5月10日	22.4

表-2 外気温

日	気温(℃)
1月	5.8
2月	5.9
3月	9
4月	14.8
5月	19.4
6月	23.2
7月	27.2
8月	28.4
9月	24.4
10月	18.7
11月	13.2
12月	8.3

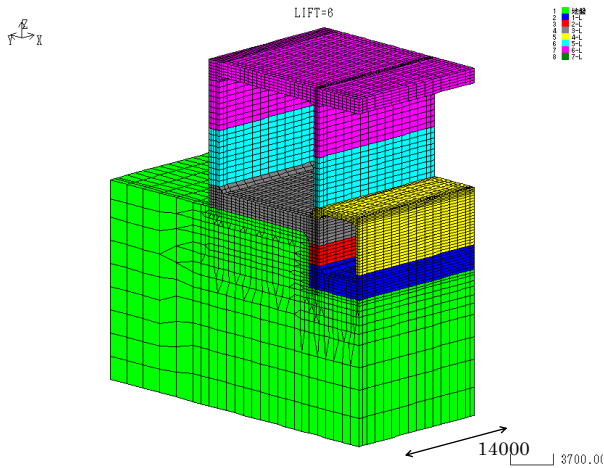


図-2 解析モデル

4. 解析結果

解析結果のうち表-5にリフトごとの最小ひび割れ指数を図-3に各リフトのひび割れ指数経時変化を示す。

表-5 最小ひび割れ指数

リフト	グラフNo.	打設箇所	最小ひびわれ指数
1	1	鉄道部底版	1.65
2	2	鉄道部側壁	2.36
3	3	道路部底版	1.03
4	4	鉄道部頂版	0.74
5	5	道路部側壁	0.85
6	7	道路部頂版壁部	3.20

解析結果では、リフト3、4、5においてはほぼひび割れが発生する結果となっているが、実際にはひび割れが生じなかった。温度応力解析結果の評価では、ひび割れ指数が小さい期間が短くその後のひび割れ指数が大きき場合でも最小値で評価することが多い。これが、現実との差として現れる可能性がある。しかし、ひび割れの発生の有無はあらゆる条件によって影響を受けるためひび割れ解析の評価には十分な検討が必要である。

5. おわりに

本工事のような大規模な地下構造物でも事前の温度ひび割れ解析を行い対策を講じるが、その結果を検証する計測を行っていない。今後、ますます情報の蓄積が重要になっていくと考える。

【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

表-4 コンクリートの熱物性値および力学的物性値

セメント種類		低熱ポルトランドセメント
熱伝導率	W/m℃	2.7
比熱	KJ/kg℃	1.15
密度	Kg/m ³	2350
断熱温度上昇量	(℃)	$Q=K(1-\exp(-\alpha \times t^\beta))$
	打設温度	採用値
K: 終局断熱温度上昇量(℃)	10	43.60
	20	42.35
	30	41.09
α : 上昇速度に関する定数	10	0.317
	20	0.446
	30	0.608
β : 上昇速度に関する定数	10	0.712
	20	0.683
	30	0.667
$f_c'(t)$: 材齢t日のコンクリートの圧縮強度(N/mm ²)	$f_c'(t)=\frac{t}{a+bt}f_c'(91)$	
	a	29.1
	b	0.68
	$f'(91)$	47.1N/mm ²
$f_t(t)$: 材齢t日におけるコンクリート引張強度(N/mm ²)	$f_t(t)=0.44 \times \sqrt{f_c'(t)}$	
$E_e(t)$: 材齢t日における有効ヤング係数(N/mm ²)	$\Phi(t)$: 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	
	材令3日まで $\Phi=0.73$	
	材令5日以降 $\Phi=1.0$	
	材令3日～5日は直線補間	

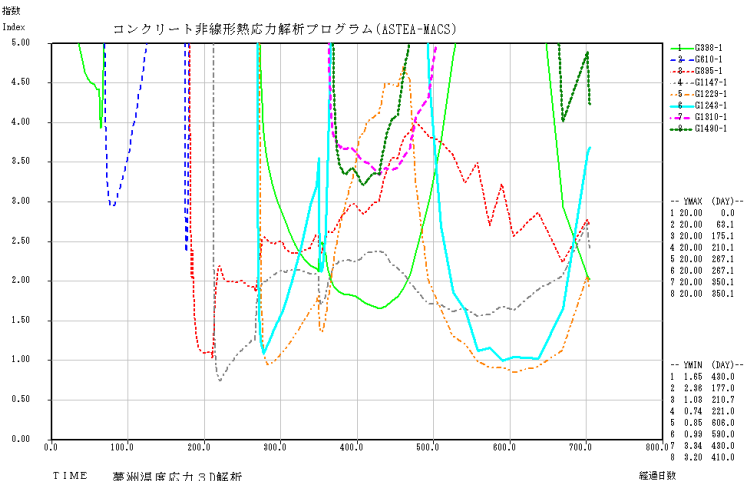


図-3 ひび割れ指数の経時変化