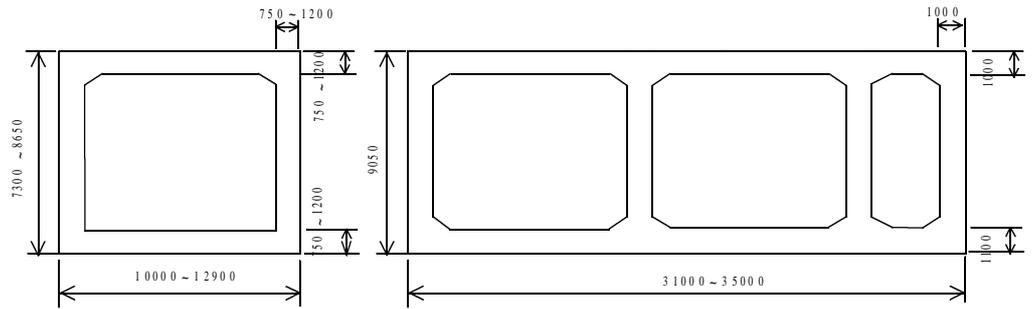


新十条通開削トンネル工事におけるマスコンクリートの施工について

阪神高速道路公団京都建設事務所 正会員 安田 扶律  
 " 正会員 生田 正洋  
 (株)奥村組本社土木設計部 正会員 森本 克秀  
 奥村・大日本建設工事共同企業体 非会員 丸山 信一

1. はじめに

新十条通は、京都高速道路の一部として伏見区と山科区を結ぶ路線であり、このうち伏見側では現在開削トンネル工事を施工している。躯体標準断面は図 - 1 に示すとおりであり、マスコンクリートに相当<sup>1)</sup>するため、特に側壁部の打設において底版部からの拘束による温度ひび割れの発生が懸念された。本稿では、この開削トンネルにおけるマスコンクリートの温度ひび割れ対策について報告する。



ランプ部

本線部

図 - 1 躯体標準断面

2. ランプ側壁部における温度ひび割れ対策

ランプ部は対面2車線の1ボックス構造であり、側壁部の施工条件は表 - 1 に示すとおりである。

表 - 1 ランプ部側壁の施工条件

打設時期	4月～11月
初期打設温度	17.1～31.5
外気温	16.5～29.9
呼び強度	30N/mm <sup>2</sup>
打設ブロック長	13.2～20m
打設順序	底版 側壁・頂版

側壁部について事前に簡易法<sup>2)</sup>により検討したところ、高炉セメントB種を用いることを前提とした配合のコンクリートの場合、ひび割れ指数は1.0前後であり、ひび割れの発生は軽微であると予想されたため<sup>2)</sup>、高炉セメントB種を用いたコンクリート(管理材齢28日、単位セメント量C=386kg/m<sup>3</sup>)で4月から打設を開始した。最初の打設ブロックについて脱型したところ、側壁下部から上方へ延びるひび割れ(最大幅0.8mm)が1～5mの間隔で発生していることが確認された。発生状況から、このひび割れは躯体底版部の外部拘束に伴う温度応力(引張り)によるものであり、一部では側壁を貫通していると考えられた。

このため温度ひび割れ対策として、6月以降のコンクリート打設においては管理材齢を91日に変更することで単位セメント量をC=346kg/m<sup>3</sup>に低減した。この結果、ひび割れ幅は若干縮小したものの、明瞭なひび割れ低減効果は得られなかった。また一部ブロックで、溶接金網(100mmメッシュ)の設置やリフト高さを小さくする施工上の対策を実施したが、これらについては効果が見られなかった。

なお事後解析として、2次元FEM温度解析及びCP法温度応力解析を採用してひび割れ指数を算出したところ0.6～0.8の値となり、温度ひび割れの発生は避けられない状況であったことが明らかとなった。

3. 本線部における温度ひび割れ対策

本線部は往復分離4車線の2ボックス構造であり、一部ブロックでは換気用ダクトボックスを併設している。側壁部の施工条件を表 - 2 に示す。

事前に2次元FEM温度解析及びCP法温度応力解析により検討した側壁部における温度ひび割れ指数

は、高炉セメントB種を用いた配合では0.6～0.8程度、低熱ポルトランドセメントを用いた配合では1.0程度であった。このため、最初の側壁部打設について低熱ポルトランドセメント（管理材齢91日、 $C=268\text{ kg/m}^3$ （呼び強度 $24\text{ N/mm}^2$ ））を用いたコンクリートを11月に打設した。その後の打設についてはセメントによる差を確認するため、高炉セメントB種（管理材齢91日、 $C=279\text{ kg/m}^3$ （呼び強度 $24\text{ N/mm}^2$ ））または $346\text{ kg/m}^3$ （同 $30\text{ N/mm}^2$ ））を用いたコンクリートを打設している。

この結果、2月までに打設したブロックではひび割れがまったく発生せず、3月に打設したブロックについて温度ひび割れと考えられる若干のひび割れが側壁部に発生している状況が確認されている。

なお、事後の温度ひび割れ指数を算出したところ、事前に得られた値と大差のない結果となった。

表 - 2 本線部側壁の施工条件

打設時期	11月～5月(予定)
初期打設温度	10.3～14.0（3月までの実績）
外気温	5.8～10.8（3月までの実績）
呼び強度	$24\text{ N/mm}^2 \cdot 30\text{ N/mm}^2$
打設ブロック長	6.1～11.2m
打設順序	底版 下端ハンチ部（の数日後） 側壁・頂版

#### 4．本工事における温度ひび割れ発生の要因

前述の通り、本工事では、ランプ部側壁では多くの温度ひび割れが発生しているが、本線部側壁では温度ひび割れが2月まで発生せず、3月に軽微なひび割れが発生している。

このように本工事で温度ひび割れの発生状況に違いをもたらした大きな要因は、側壁部のコンクリート打設時期による温度の違いであると考えられる。工程上、ランプ部については夏期を中心とした打設、本線部については冬期を中心とした打設となったため、ランプ部の打設においては夏期の高い外気温がコンクリートの初期打設温度及びピーク温度を大きく上昇させたために多数の温度ひび割れを発生させたことは明らかである。

このほかに、打設ブロック長の違いも、本工事での温度ひび割れの発生状況に影響を及ぼした要因であったと考えられる。一日に打設できるコンクリート量の制約により、断面の小さいランプ部に比べ断面の大きい本線部では打設ブロック長を短くしている。このため、側壁部が底版部から受ける拘束が本線部では比較的小さかったのではないかと推測される。

#### 5．今後の課題

コンクリートの打設時期が側壁部の温度ひび割れ発生に与える影響は非常に大きいと考えられるが、費用対効果の面及び工程への影響から、本工事においては低熱ポルトランドセメントを用いたコンクリートの打設が最も効果的な温度ひび割れ対策であると考えている。しかし、特に冬期においては高炉セメントB種を用いたコンクリートでも温度ひび割れは発生していないため、打設時期によって両者を使い分けることが望ましく、その時期を明らかにする必要がある。

しかしながら、本工事におけるこれまでの検討では、コンクリートの打設時期及び打設ブロック長の違いが温度ひび割れの発生に及ぼす影響について、ひび割れ指数によって説明ができていたとは言い難い。今後、解析手法を見直す等により事後解析をさらに進めて、打設ブロック長の違いによる影響について明らかにした上で、温度ひび割れ対策が必要となる時期を見極めることができるようにしたいと考えている。

（参考文献）

- 1) (社)土木学会：コンクリート標準示方書 施工編、平成8年3月
- 2) (社)日本コンクリート工学協会：コンクリートのひびわれ調査、補修・補強指針、1987年3月
- 3) (社)日本コンクリート工学協会：コンクリート技術の要点 '99、1999年9月