

# 型枠存置時間の延長による膨張材を混和した覆工コンクリートのひび割れ抑制効果 —国道45号 唐丹第3トンネル工事—

鹿島建設(株) 正会員 ○松本修治 佐藤崇洋 手塚康成 青柳隆浩

## 1. はじめに

国道45号唐丹第3トンネル工事は、東日本大震災からの復興リーディングプロジェクトとして、覆工コンクリートの品質確保および耐久性向上に向けた様々な取組みがなされている。本報文では、当工事で実施した新型テレスコピックセントル工法<sup>1)</sup>(以下、TAF工法と称す)による型枠存置時間の延長に加え、膨張材を混和した覆工コンクリートを用いた際のひび割れ抑制効果の検証結果について報告する。

## 2. TAF工法の概要

図-1にTAF工法の概要を示す。TAF工法とは、2組のアーチフォーム(馬蹄形の型枠)を移動式の支保工となるガントリーで交互に前進させながら覆工コンクリートの施工を行う工法である。本工法により、2日に1回の施工サイクルを維持したまま、覆工コンクリートの打込み完了から脱型までの型枠存置による養生時間を、従来工法の18時間から66時間まで延長することが可能となる。

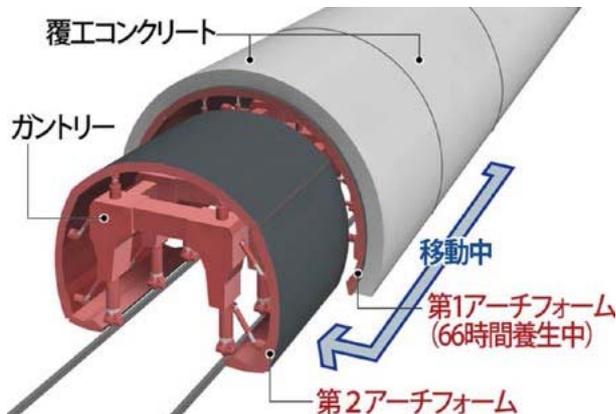


図-1 TAF工法の概要図

表-1 検証ケース

No.	記号	型枠の存置時間	膨張材の有無
1	18	18hr	なし
2	18EX	18hr	あり
3	66	66hr	なし
4	66EX	66hr	あり

## 3. ひび割れ抑制効果の検証

表-1に検証ケースを示す。型枠の存置時間が打込み完了から18時間および66時間とした場合の膨張材の効果を検証した。検証方法は、乾燥収縮や温度応力によってひび割れが発生しやすいとされる覆工コンクリートの天端部において、覆工コンクリート断面中心部の周方向を軸としてひずみ計測を行う。また、同位置に熱電対を設置し温度を計測した。なお、ひずみ計は、コンクリートの線膨張係数に近似させた自己温度補償型を用いた。無拘束の状態でのひずみを計測するために、無応力計についても、各ケースで1か所に設置した。

図-2にひずみ計の設置状況を示す。ひずみ計の固定方法は、支保鋼材から丸鋼を格子状組み、その間の中央にバインド線で行った。無応力計は、丸鋼から直接バインド線で固定した。

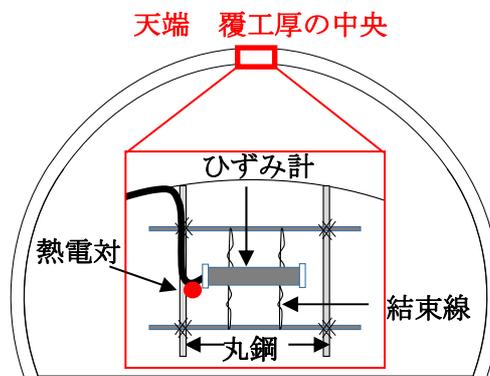


図-2 ひずみ計の設置状況

表-2 覆工コンクリートの配合

表-2に覆工コンクリートの配合を示す。覆工コンクリートには、中流動コンクリートを使用し、膨張材の有無による2配合を選定した。膨張材は

粗骨材 最大寸法 (mm)	スランプ フロー (cm)	空気量 (%)	水 結合 材比 (%)	細骨 材率 (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					混和 剤 (%)
					水	セメ ント	膨 張 材	細骨 材	粗骨 材	
20	35~50	5.5	45.7	55.2	160	330	20	992	812	0.75
					160	350	—	992	812	0.75

石灰系のもので、セメントに対し内割りで20 kg/m<sup>3</sup>混和した。なお、セメントには、高炉セメントB種を使用した。

キーワード 新型テレスコピックセントル工法, 膨張材, ひずみ, 覆工コンクリート

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-489-8014

### 4. 計測結果

#### 4.1 計測温度

図-3 に覆工コンクリートの内部温度の履歴を示す。膨張材の混和による水和熱の上昇は、No.4 の型枠存置時間が 66 時間のケースの方が顕著であり、No.2 の型枠存置時間が 18 時間のケースでは、最高温度に差が認められなかった。これは、膨張材の混和による温度上昇速度が速くなる傾向<sup>2)</sup>に加え、66 時間のケースでは、型枠存置による養生効果だけでなく、トンネル坑内の雰囲気温度の違いなども影響したと考えられるが、定かではない。また、型枠存置時間が 18 時間のケースは、覆工コンクリートの水和熱が最高温度に達する前に脱型したため、放熱により温度上昇勾配が緩やかになり、水分逸散による水和反応が阻害されたと考えられる。

#### 4.2 計測実ひずみ

図-4 に無応力計のひずみの比較を示す。型枠の存置時間が 18 時間および 66 時間のケースのいずれにおいても、実ひずみが収束した材齢 10 日以降において、膨張材の混和による実ひずみの差が 500 $\mu\text{m}$  程度生じており、膨張材の効果が認められた。

図-5 に膨張材を混和したケースの実ひずみの比較を示す。材齢 10 日以降において、型枠存置時間が 18 時間の実ひずみが、 $-10\mu\text{m}$  と膨張側から収縮側に移行しているのに対し、型枠存置時間が 66 時間は、100 $\mu\text{m}$  程度の膨張側にひずみが残留していることが確認された。このことから、膨張材の効果は、TAF 工法を用いて型枠の存置時間を 66 時間とすることで、膨張材の初期反応において十分な拘束が得られ、確実に発揮できるものと考えられた。なお、実ひずみの値は、温度補正されたものである。

### 5. まとめ

TAF 工法を用いて型枠の存置時間を 66 時間とし、養生および拘束時間を延長することで、トンネル覆工コンクリートにおける膨張材の効果を十分に得られることが確認できた。また、実際のトンネルにおいて、覆工コンクリートの初期におけるひび割れ調査を実施した結果、現時点では天端のトンネル軸方向のひび割れは観察されていない。現在、長期ひずみを計測中であり、初期のひずみの差が長期に及ぼす影響について、今後分析する予定である。

#### 参考文献

- 1) 金子恵一ほか：土木学会 第 69 回年次学術講演会講演概要集, VI-065, 土木学会, 2014
- 2) 辻幸和ほか：膨張コンクリートの断熱温度上昇について, セメント・コンクリート論文集, p.250 - 253, 1981.

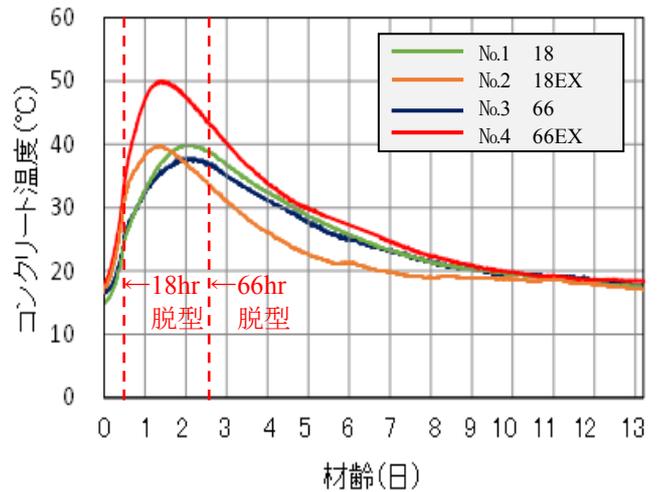


図-3 覆工コンクリートの内部温度の履歴

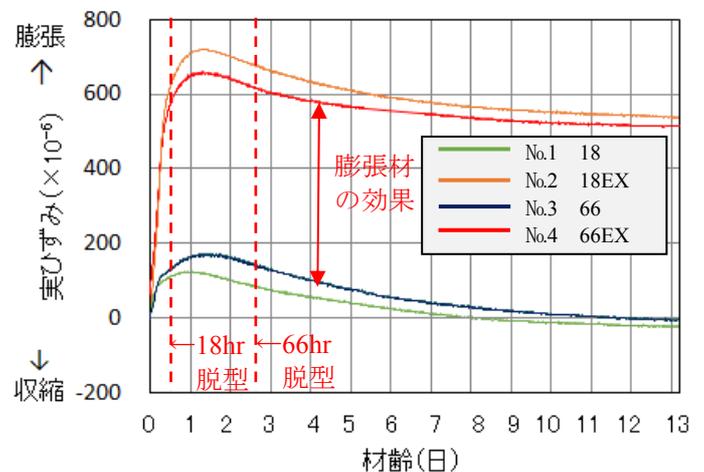


図-4 無応力計のひずみの比較

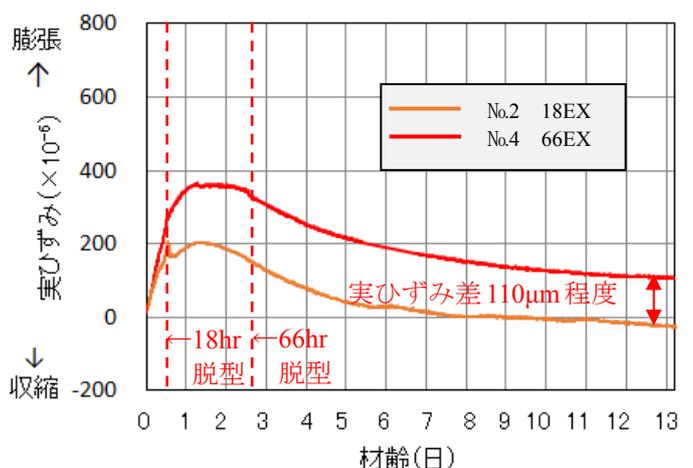


図-5 膨張材を混和したケースの実ひずみの比較