

養生パネルを用いたトンネル覆工コンクリート養生技術の開発

西松建設(株) 正会員 ○椎名 貴快 吉永 浩二 水越 史郎
西松建設(株) 北陸支店 萱森 昇 橋川 黎二郎

1. はじめに

近年、トンネル覆工コンクリートの品質向上を目的とした各種養生技術の開発が活況である。この内、型枠脱型後、一定期間覆工表面を物理的に覆って養生する技術は、覆工コンクリートの急激な温度低下や乾燥を防止し、収縮ひび割れの低減や強度増進、表層部の緻密性向上に有効とされる。しかし、過剰な養生効果(保温性、湿潤性等)を目標に設定した場合、導入する養生技術は高価なものとなり、結果的に適用できるトンネルの延長や断面、設備等は制限され、採用が見送られるケースもある。

著者らは、既存技術よりも低コストで導入でき、且つ必要な要求性能を備えた養生技術を開発した。本論では、当該技術の概要および実トンネルでの養生効果確認実験の結果について概説し、さらに既存技術との効果比較を行った。

2. 養生技術

本技術は、覆工コンクリート表面に、軽量の養生パネルを塩ビ製の支保材を介して密着するように設置し、一定期間坑内環境による影響から保護する(写真-1)。

養生パネルは、中空のポリプロピレン製パネル(単寸法:幅 1,750mm×高さ 910mm)にポリエチレン高発泡シートと不織布を貼付した材厚 11mm の 3 層構造である(写真-2)。

設置手順は、型枠を脱型・移動した覆工スパンに対して、専用台車を用いて養生パネル一式(1 ユニット延長 5.25m 分)を移動し、所定の位置に仮設する。次に、周端部からパイプサポートを用いて養生パネルを覆工面に密着するように設置して完了となる。養生期間は通常 1 週間実施する。

3. 実験概要

表-1 に実験概要、図-1 に坑外気象データを示す。現場は新潟県山間部の豪雪地帯に位置し、実験スパンは坑口から約 40m 地点で、実験当時は冬季のため坑内温度は日平均約 10℃とトンネル坑内環境としては比較的低温条件であった。

本実験では、同スパン内に無養生区間と養生区間を設定し、各々区間の覆工肩部(S.L 上約 3.0m)において、温度、湿度、テストハンマー強度を測定して比較検討を実施した。



写真-1 覆工養生状況

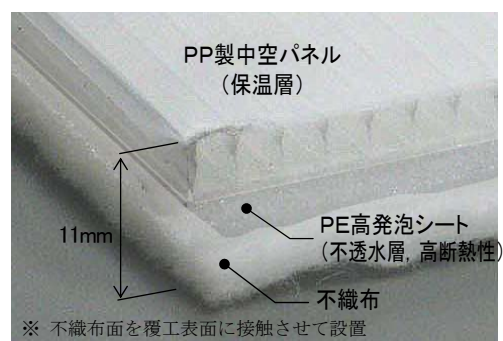


写真-2 養生パネル断面

表-1 実験概要

工事場所	新潟県中魚沼郡津南町
計測箇所	5BL 目覆工肩部(トンネル未貫通時)
計測期間	平成 20 年 12 月 11 日～ 4 週間
覆工配合	24-15-25N
覆工厚	350mm
脱型時期	19 時間後
計測項目	温度(覆工中央・表面、坑内) 湿度(覆工表面、坑内) テストハンマー強度(肩部)
養生期間	1 週間

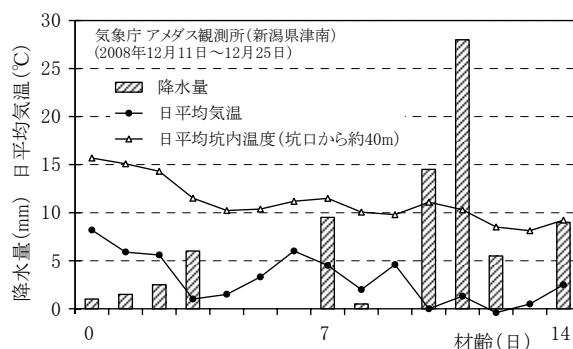


図-1 気象観測データ(新潟県津南町)

キーワード 覆工コンクリート, 養生, ポリプロピレン製パネル, 温度, 相対湿度

連絡先 〒105-8401 東京都港区虎ノ門 1-20-10 西松建設(株) TEL. 03-3502-0268

4. 実験結果

図-2に覆工中央、表面および坑内の温度測定結果を示す。養生した場合、養生期間中の覆工中央と表面の温度は概ね等しく、またピーク温度は無養生より3℃程度高い値であった。これは養生材の高い保温効果を表している。

図-3に養生期間中における覆工表面付近の相対湿度の履歴を示す。既往の研究^{1) 2) 3)}では、相対湿度80%RH以下の環境では水和反応の進行が著しく停滞し、細孔量の増加による強度低下の発生が指摘されている。養生区間は、無養生に比べて3割程高い平均85%RHの値であり、厳しい坑内環境であっても相対湿度80%RH以上を確保し、適切な水和進行に寄与する湿潤環境を保持できたと考える。

表-2に材齢8日、28日でのテストハンマー強度試験の結果を示す。養生した場合、無養生よりも1割以上高い結果であった。これは養生の保温・湿潤効果によって材齢初期の水和反応が促進され、特に表層部での緻密性が増したことも影響していると考えられる。

5. 既存技術との比較

図-4に養生期間中における覆工内部の温度勾配履歴を示す。比較した既存技術は、①発泡スチロール養生、②バルーン養生の2技術である。なお養生期間は全て脱型後7日間であり、無養生時の値も参考に併記した。同図より、本技術は、他の養生技術と同様に温度勾配が概ねゼロと高い保温性能を有していることが分かった。

表-3に各養生技術を用いた場合の覆工表面における熱伝達率の逆解析同定結果を示す。本技術を用いた場合、熱伝達率の同定値は2.3W/m²℃であり、発泡スチロール50mm厚とシートを併用した参考値に近い値であった。

6. まとめ

本養生技術は、コンクリートの保温・湿潤性に優れ、強度増進効果も確認できた。また、既存の養生技術と同等の保温性能を有していた。導入コストは既存技術よりも低減可能であり、現在さらに正確な分掛り調査を実施している。

謝辞: 本現場計測の実施にご協力を戴いた新潟県土木部道路建設課ならびに十日町地域振興局殿に深く謝意を表す。

参考文献

- 1) Powers, T. C. : A discussion of cement hydration in relation to the curing of concrete, Proc. of the Highway Research Board, Vol.27, pp.178-188, 1947.
- 2) 小野吉雄: クリンカー鉱物の水和活性と平衡水蒸気圧, セメント・コンクリート論文集, No.44, pp.24-29, 1990.
- 3) 住学, 桂修, 鎌田英治: 普通ポルトランドセメントの水和反応の進行程度に及ぼす相対湿度の影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), 1995.8.

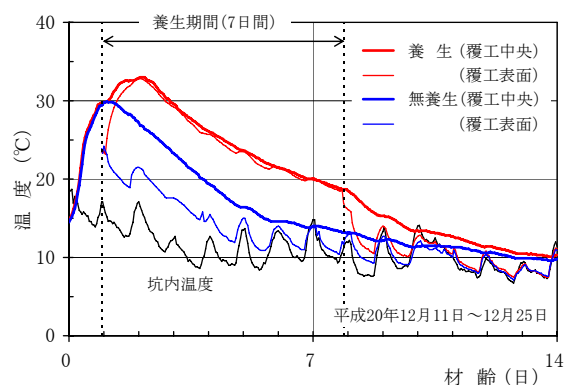


図-2 覆工温度

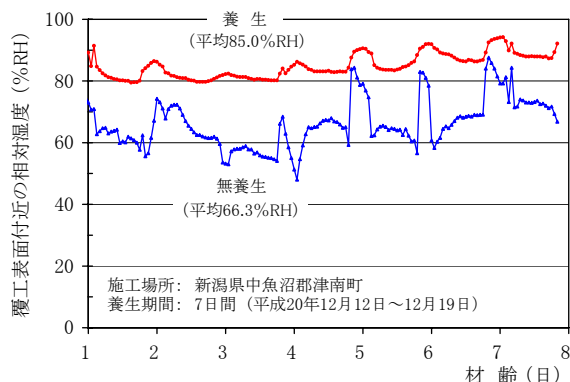


図-3 覆工表面付近の相対湿度

表-2 テストハンマー強度

	材齢 8 日 〔養生終了後〕	材齢 28 日	備考
養生	24.2 (1.16)	28.7 (1.10)	設計基準強度 24N/mm ²
無養生	20.9 (1.00)	26.2 (1.00)	

単位: N/mm², () 内は比率

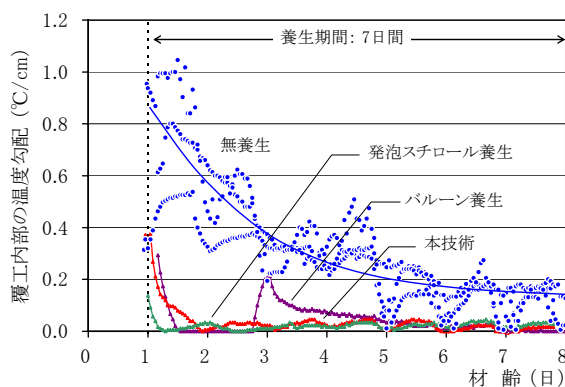


図-4 覆工コンクリート内部の温度勾配履歴

表-3 コンクリート表面での熱伝達率の同定結果

	養生方法	熱伝達率(W/m ² ℃)
同定結果	無養生	14
	発泡スチロール養生(100mm厚)	0.7
	バルーン養生	3.8
	本技術	2.3
参考値*	無養生	14
	シート養生	6
	養生マット	5
	発泡スチロール(50mm厚)+シート	2

* 土木学会コンクリート標準示方書[設計編] 2007年制定