

寒冷地における加温装置を用いた覆工コンクリートの品質向上

前田建設工業(株) 正会員 ○久保田 薫
 前田建設工業(株) 正会員 下 満
 岐阜工業(株) 小枝 保彦

1. はじめに

中部縦貫自動車道は、高規格幹線道路のうち「一般国道の自動車専用道路」として位置付けされた長野県松本市（中央自動車道長野線・松本 J.C.T）を起点に、飛騨・奥美濃・越前地方の険しい山岳地帯を経て、福井県福井市（北陸自動車道・福井北 J.C.T）に至る延長約 160km（東海北陸自動車道を除く）の道路である。中部縦貫上野トンネル工事は、岐阜県高山市松本町～下切町に位置する上野第一トンネル(L=480m)、上野第二トンネル(L=320m)、内空断面積 63m²の道路トンネルの新設工事である。本トンネルは、積雪寒冷地に位置しており、冬期の朝晩の気温は氷点下となることから、覆工コンクリート打設後の水和反応が進みにくく、脱型時に強度不足によるひび割れが発生する懸念があった。このような背景から、冬季における覆工コンクリートの初期強度発現を促進し、脱型直後のひび割れの発生を抑制するための覆工コンクリートの養生管理を検討する必要がある。本稿では、冬季における加温装置を用いた覆工コンクリートの養生管理について報告する。

2. 装置の概要・養生管理

2.1 加温装置の概要

加温装置には、接地面を均一に加熱することができる面状発熱体で型枠を直接加温するセントル加温養生システム（NETIS_CB-120032-A）を採用した。セントル加温養生シ



写真-1 面状発熱体シート設置状況



写真-2 温度設定制御盤

テムは、セントルのスチールフォーム内側に面状発熱体シート（通電によりシートが発熱する面状のヒーター）を設置したもので、サーモスタットにより容易にヒーターの温度調整（設定温度 0℃～50℃）が可能となる。

2.2 養生管理の検討

養生管理において、セントルの脱型強度の決定と脱型強度の管理方法を確立する必要がある。まず、セントルの脱型強度は、通常の 2 倍程度となる 5N/mm² と決定した。また、セントルの脱型強度の確認は、積算温度方式による推定方法を採用し、事前に積算温度と強度の関係を把握するために供試体による試験を実施した。加えて、加温による水和反応の促進効果を把握するため、セントル天端部の加温（設定温度：40℃）の有無による比較試験を 11 月に実施した。図-1 に加温の有無による積算温度結果を示す。図-1 から、加温ケースと無加温ケースとを比較すると、加温ケースの方が 6 時間早く脱型強度となる積算温度(2770℃・h)に達することが確認できた。このことから、加温養生を実施することにより、打設後の覆工コンクリートの初期強度発現を促進する効果だけでなく、養生時間が、無加温ケースに比較して 6 時間短縮でき、工程的にも有利であることが確認できた。図-2 に加温の有無によるコンクリート温度結果を示す。図-2 から、加温ケースと無加温ケースと比較すると、打設終了後から加温ケースの方が温度上昇が大きく、14.5 時間後には約 5.5℃の差が生じた。その後は、両ケースとも大きな上昇もなく同程度の温度を保つことが確認できた。以上のことより、加温養生においては、打設直後から開始し脱型強度となる積算温度が確認できるまで実施することとした。

キーワード 山岳トンネル, 寒冷地, 覆工, 加温, 積算温度

連絡先 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄 5-25-25 MKD 名古屋ビル 前田建設工業(株)中部支店 TEL 052-251-6251

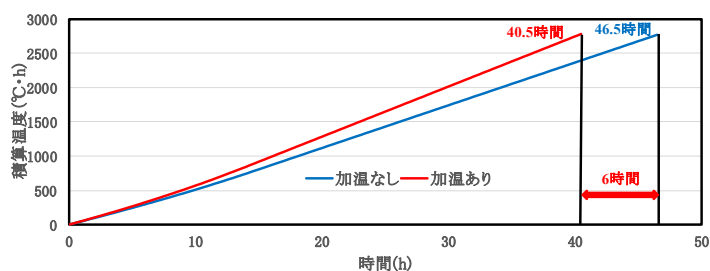


図-1 比較試験の積算温度結果

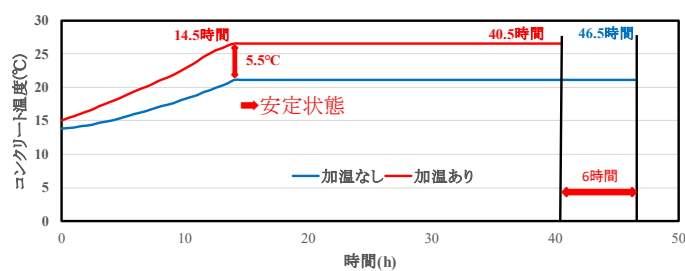


図-2 比較試験のコンクリート温度結果

3. 実施状況

前項で確立した養生管理を外気温が氷点下となる1月に実施した。図-3, 4に、上野第一トンネル覆工 5BL の積算温度結果とコンクリート温度結果を示す。図-3 から、脱型強度となる積算温度に達する時間が 50 時間であると確認できた。図-4 から、コンクリート温度が上昇・安定するまでに 26.5 時間かかっており、11 月に実施した試験結果と比較すると 12 時間遅いことが確認できた。これは、1 月の外気温が 11 月と比較して低かったためと考えられる。以上のことより、外気温が氷点下となる 1 月～3 月における加温装置による養生は、一定の水和反応の促進の効果は得られるが、コンクリート温度の上昇は小さく、安定するまでに時間がかかることが分かった。そのため、加温装置の他に補助としてジェットハーネスを使用することとした。図-5, 6 に、加温装置とジェットハーネスを併用し、同じ 1 月に施工した上野第二トンネル覆工 7BL の積算温度結果とコンクリート温度結果を示す。図-5 から、脱型強度となる積算温度に達する時間が 43.5 時間であると確認できた。図-6 から、コンクリート温度が安定するまでに 20.5 時間かかることが確認できた。以上のことより、加温装置のみの養生よりジェットハーネスを併用した養生の方が脱型強度となる積算温度へ達するまで 6.5 時間早いことが分かった。また、ジェットハーネスを併用した養生は、コンクリート温度が安定するまでの時間が 6 時間早く、温度自身も約 4℃高いことが分かった。

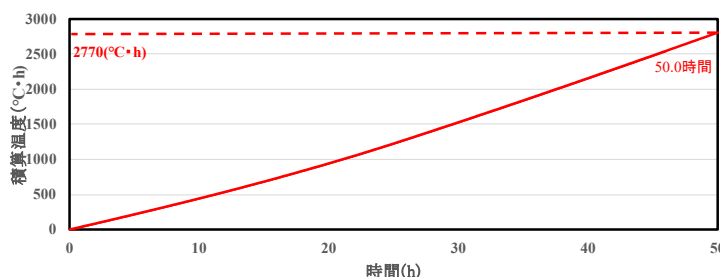


図-3 積算温度結果(加温装置)

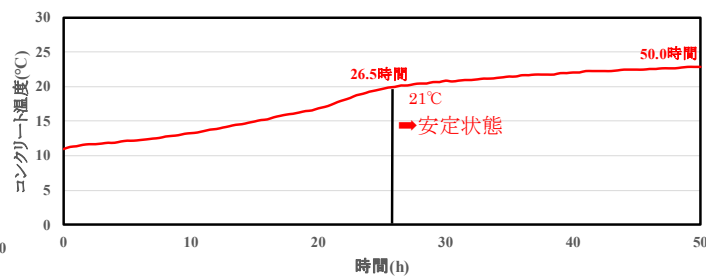


図-4 コンクリート温度結果(加温装置)

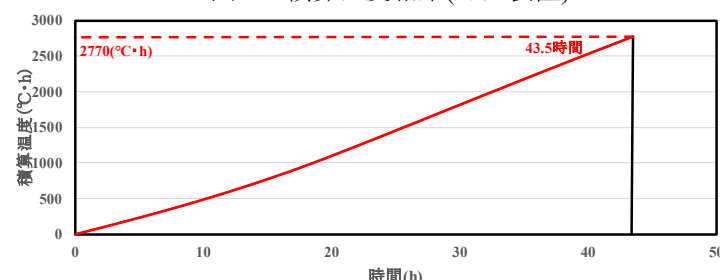


図-5 積算温度結果(加温装置+ジェットハーネス)

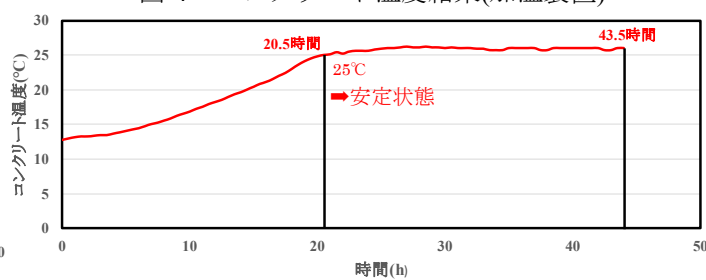


図-6 コンクリート温度結果(加温装置+ジェットハーネス)

4. まとめ

積雪寒冷地における加温装置を用いた覆工コンクリートの養生について、比較試験及び実施工において計測を実施した結果、以下の事項が確認できた。

- ① 加温装置の使用は、早期にコンクリート温度を上昇・安定へと導き、脱型強度となる積算温度に達するまでの時間を短縮できることから、覆工コンクリートの初期養生には有効である。
- ② 厳冬期(1～3月)は、加温装置にジェットハーネスを併用することにより、加温装置のみ使用した結果とほぼ同等の効果が確保されることから、養生時間の増加に伴う工程遅延の発生を防止できる。

今後は、実施工におけるデータを集積し、適切な現場養生を進めたいと考えている。