

寒冷地域におけるトンネル覆工の品質確保

長野県土木施工管理技士会
松本土建株式会社 土木部
現場主任

横山 史郎

1. 適用工種

トンネル内径4.550m、トンネル縦断勾配10.9%、施工延長705m、覆工スパン数92の山岳トンネルの覆工コンクリートである。

施工時期は4月から翌年2月末のおよそ11ヶ月間であり、このうち冬期間に該当する期間は概ね6ヶ月間である。

2. 改善提案

当現場は寒冷地の山岳トンネルに分類され、冬期間は降雪量も多く、外気温は -20°C を記録することもしばしばある。

このため、初期強度の発生が重要であるトンネル覆工における冬期間のコンクリート養生が問題になるため、初期養生方法を改善する必要がある。

3. 従来工法の問題点

従来はトンネル掘削を先行させ、内空変位が収束した箇所からトンネル覆工を施工して行くのが通常なため、坑内気流の発生も少なくすむ。しかし当現場は施工条件の関係から掘削と覆工作業を並行することが出来ない為トンネル掘削完了後、覆工作業を行わなくてはならない。

この為従来通りの施工では、トンネル縦断勾配が他に類の無い10.9%を有する当現場において、自然に発生する坑内気流が養生中の若齢のコンクリート

に冷却や乾燥の悪影響を与える事が懸念される。

4. 工夫・改善点

(1) 初期強度の推定（脱型強度の推定）

覆工コンクリート打設に先駆け、冬期間の現場条件に近い形で試験練りを行う事により、脱型強度に必要な硬化時間の推定を行い、当現場において独自の初期強度（脱型所用時間）を確立した。

(2) 坑内気流の改善

掘削完了後の覆工コンクリートでは、坑内気流の改善が必要となった。この為トンネル全断面を閉塞するバルーンを設置した（写真-1）。



写真-1 養生用バルーン

また通常では発破作業が終了したら撤去する防音扉を掘削完了後も設置し坑内気流の抑制を図った（写真-2）。

防音扉を撤去した後は簡易的に設置できる方法で坑内気流を抑制する物を設置した（写真-3）。



写真-2 防音扉



写真-3 簡易シート

(3) 初期養生の改善

坑内気流の抑制である程度の坑内温度の低下を防げるが、初期の養生温度が強度発生に影響を与えるため、打設完了後は覆工セントルをシートで囲うと共に冬期間では加熱養生を併用した（写真-4）。



写真-4 シート養生と加熱養生

5. 効果

坑内気流を遮断する移動式隔壁（バルーン）を設置すると共に初期養生の改善などを行い、養生中の若齢のコンクリートに冷却や乾燥の悪影響を低減することにより所定の品質を確保する事ができた。

具体的に初期段階の養生温度は、厳冬期においても坑内気流を抑制し、打設後のシート養生並びに加熱養生を行う事によって、坑内温度は最低でも10℃以上を保つ事ができ、初期強度の発生も十分なものが得られ予定の脱型時期に型枠を脱型する事ができた（写真-5）。



写真-5 養生温度

6. 適用条件

トンネル覆工において、初期強度の発生は型枠を脱型する重要要素になる事から、冬期間に施工する場合や、当現場のような縦断勾配が他に例を見ない勾配で坑内気流の影響を受ける場合、さらには現場条件を考慮した場合で、トンネル掘削とトンネル覆工を並行する事が困難な場合、覆工コンクリートの保温・乾燥対策として坑内気流を遮断するバルーンを設置すると共に初期養生の向上をすることで所定の品質を確保する事ができる。

7. 採用時の留意点

養生用バルーンの設定時には、車両等の進入経路の計画を行う必要がある。養生バルーンは必要に応じて中央部を開閉し車両の進入等を行う事が可能であるが、突風などにより閉塞する事が困難な場合が考えられる。設置する箇所は覆工の目地などに限定されるため、設置時には要検討が必要になる。

また、養生用バルーンの設定箇所は今回採用して試行錯誤の結果、打設箇所に近接した場所に設置する事が望ましいと考えられるため、頻繁な移動が必要になると思われる。

さらに初期養生の改善においてシート養生と加熱養生の併用を採用したが、加熱養生時には養生温度の上昇により覆工コンクリートの乾燥収縮が懸念される為、諸現場条件を考慮し養生計画を策定し極度の温度上昇を避ける必要があると思われる。

今後の課題として養生用バルーンは覆工コンクリートを施工する前の段階においても採用する事ができると思われるが、現場条件等を考慮し更に検討する必要があると思われる。