

4. 京都府のトンネル覆工コンクリートが目指すべき方向

4.1 トンネル覆工コンクリートの課題

覆工コンクリートの課題としては、施工の基本事項を遵守していない場合や十分な養生が行われていない場合等により、ひび割れや緻密性不足といった不具合が生じていると考えられる。

(1) 施工中に生じる不具合および施工に起因するひび割れの発生

- 1) 十分な締固めを行っていないなどの理由で、打重ね線、色むらや砂すじなどの不具合が生じていると考えられ、打重ね線や色むらなどに沿ってひび割れの発生が見られる。また、天端部のコンクリートには、充填不足やブリーディング水の除去不足が原因と考えられる、縦断方向のひび割れの発生が見られる。
- 2) このようなひび割れは、不均質で密実性が低く一体化が損なわれたコンクリートが原因であると考えられ、本来入るはずのないひび割れが発生していると考えられる。
- 3) これらの不具合は、将来的にうきやはく離に進展する可能性が高いだけでなく、坑口部では塩分などの劣化因子の侵入を促進し、早期劣化につながる恐れもあることから、発生を抑制することが重要である。

(2) 施工目地部に生じる不具合の発生

- 1) 型枠の過度な押上げや目地部の開きなどにより施工目地部に生じるひび割れは、将来的にうきやはく離に進展する可能性が高い。
- 2) これらの不具合は、コンクリート片の剥落による利用者被害の発生が懸念されることから、発生を抑制することが重要である。

(3) 緻密性

- 1) 覆工コンクリートは、一般的に約18時間程度で脱型強度に達した時点で脱型し、その後は特に養生を行わないのが発注仕様の標準となっている。⁶⁾このため、さらなる養生によりコンクリートの緻密性が向上し、飛来塩分や凍結防止材に起因する塩化物イオンなどの劣化因子が侵入しづらいコンクリート表層となる。

(4) 側壁の横断方向ひび割れ

- 1) 覆工コンクリートがインバートの拘束を受ける場合には、覆工コンクリートに横断方向のひび割れが発生する可能性がある。

- (5) これらの不具合のうち、(1)～(2)は、「均質かつ密実で一体性のあるコンクリート」を施工段階で目指していないために発生していると考えられる。また、(3)は、必要となる対策を講じていれば十分抑制可能な事象であると考えられ、さらなる対策の実施により不具合が生じづらくなると考えられる。

4.2 トンネル覆工コンクリートの目指すべき方向

京都府の自然環境や現場条件、構造物や使用材料の特性などを踏まえ、設計、施工、維持管理の各段階で、十分な耐久性をもつトンネル覆工コンクリートの品質確保を目指す。

(1) 施工中に生じる不具合および施工に起因するひび割れの抑制

- 1) 一般的に、コンクリートの充填不足や締固め不足、ブリーディング水の除去不足などから、打重ね線や色むら、気泡の残留、水はしりや砂すじなどの施工の丁寧さが不足したことによる不具合が発生していると考えられる。また、打重ね線や色むらに沿ったひび割れの発生や、天端部の充填不足やブリーディング水の除去不足などから、天端部に縦断方向のひび割れが発生していると考えられる。
- 2) ひび割れには、温度変化や乾燥収縮によって生じるひび割れなど、現実的には発生を抑制することが困難なものもあるが、特に、施工の不具合により、コンクリートの一体性や緻密性が損なわれた結果生じるひび割れは、将来的にうき・はく離・剥落につながるものが多く、利用者被害防止の観点から発生を抑制することが重要である。
- 3) このような、施工の丁寧さに起因する不具合を抑制するためには、施工の基本事項を遵守し、施工段階において設計で想定しているような「均質かつ密実で一体性のあるコンクリート」を目指す。

(2) 施工目地部に生じる不具合の抑制

- 1) 一般的に、施工目地部は、施工時点では不具合がなくても、供用後早期にうきが発生し、剥落の可能性を有する事例もある。
- 2) 施工目地部は、ブリーディング水が集積しやすいため、他の部位と比較して脆弱なコンクリートになりやすい傾向にある。
- 3) このため、施工目地のブリーディング水を十分に除去するとともに、密実なコンクリートを充填する努力を行ったうえで、脱型後の施工目地の開きによって生じる、施工目地部の不具合の防止を目指す。

(3) 緻密性の向上

- 1) 覆工コンクリートの一般的な脱型時間である、18時間で脱型したコンクリートの表層の緻密性を透気試験で確認した事例では、「劣」の評価となっているが、同じコンクリートを一週間程度養生すると、「一般」の評価まで表層品質が向上する結果となる。
- 2) このため、施工の基本事項を遵守し、施工中に生じる不具合や施工に起因するひび割れの発生を抑制したうえで、適切な養生を行い、劣化因子が侵入しにくい密実性の高いコンクリートを目指す。

(4) 側壁の横断方向ひび割れの抑制

- 1) インバートのある区間では、温度変化に伴う覆工コンクリートの収縮がインバートによって拘束されることにより、横断方向のひび割れが側壁に発生する場合がある。
- 2) このようなひび割れは、一般的に水セメント比 (W/C) が50%程度よりも小さいと発生する可能性が高く⁶⁾、また、均質かつ密実で一体性のあるコンクリートであっても発生する場合がある。
- 3) このため、水和反応による急激な温度上昇の抑制や、急激な温度降下を招かないような対策を講じることで抑制することを目指す。