

NATM トンネル覆工コンクリートにおける施工目地部の変状抑制対策とその効果

西松建設(株) 土木設計部 正会員 ○宮田 和実
 西松建設(株) 北日本支社 正会員 目崎 浩二, 河内 正道
 国土交通省 東北地方整備局 大菅 貴広
 横浜国立大学 准教授 正会員 細田 暁

1. はじめに

NATM 工法における2次覆工コンクリートは、その品質によって供用中にはく離・はく落などによる第三者被害を及ぼす可能性のある部材でもある。供用中の第三者被害を防止し、また供用中の劣化も抑制するには、建設時に適切な品質が確保されなければならない。

本稿では、供用されている NATM トンネルの点検データを分析した一例を示し、施工目地の近傍に変状が生じやすいことを明らかにしている。その上で施工目地近傍に生じる変状の原因は建設時にあると考え、その原因について考察し、抑制対策を考案した。さらに、その抑制対策の効果の検証を目的として実構造物に適用した事例を紹介する。

2. トンネル覆工コンクリートの施工目地近傍の劣化

2.1 点検データの分析結果の一例

国土交通省の管理する道路トンネルの点検結果を分析した一例について説明する。本事例は、2007年に完成した延長500m程度のトンネルについて、2009年に行われた点検結果を用いて分析した結果である。図-1は、点検調査に記載されている変状の展開図に対して、60分割の位置情報を与えたものである。展開図の左右縁が施工目地に、上下端が側壁部に該当する。この事例では、覆工コンクリートの側壁がタイルで覆われており、その部分の点検データは得られていない。60分割の各位置における1ブロックあたりの変状の個数を可視化したものが図-2である。図-2において、赤色が濃いほど変状の発生頻度が高いことを示し、数字が1の場合、1ブロックにつき1つ変状が生じていることを示している。このトンネルでは、うき・はく離・はく落は、施工目地近傍に多いことが分かる。しかも、アーチの天端付近に多く発生しており、コンクリートが落下した場合は第三者被害につながる懸念がある。

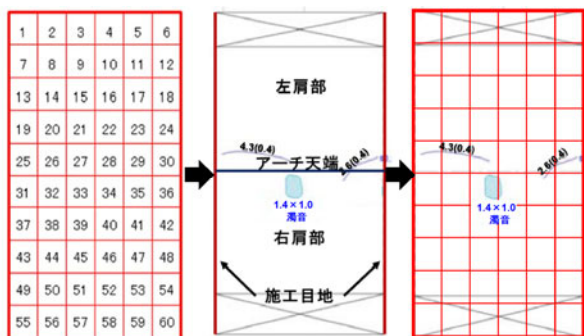


図-1 トンネル点検データの変状への位置情報の付与

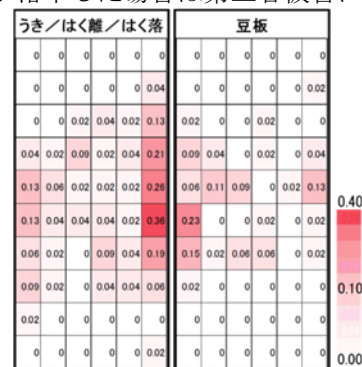


図-2 トンネル1ブロックあたりの変状の発生頻度の例

2.2 想定される変状の発生原因

図-3に、筆者らの推察する施工目地付近での不具合の発生メカニズムを示す。後打ちコンクリートの打込み後、コンクリートの温度変化や収縮による体積変化により、後打ちコンクリートと先打ちコンクリートは離れる方向に変形する。このときに、両者の間に付着が存在する場合、コンクリート内部に低品質の弱部が存在すれば、その弱部に沿ってひび割れが発生し、浮きにつながる可能性がある。

図-3の概念図では、先打ちコンクリートの側に低品質な弱部が生じる状況を想定している。実際、材令が経っており、強度がより発現しているはずの先打ちコンクリート側にひび割れやうきが生じる目地部が、現場においては少なくない。その理由として、筆者らは先打ちコンクリートのつま部に、低品質な部分が生じる可能性があると考えている。

実施工において、つま部に設置した水抜き用穴あき鋼板つま板（パンチングメタル）から排出されたブリーディング水の混入したモルタルを採取し、材令28日まで現場養生したものについて圧縮強度試験を行った。最初に排出されたモルタル（泡を多く含んだ試料）の強度は11.7N/mm²であり、呼び強度24N/mm²の1/2程度であった。本現場では、脆弱部の原因となるブリーディング水は適切に排除していたが、つま部には局所的に品質の低い部分ができる可能性はあり、特に天端付近でその可能性が高いと考えられ、これが先打ちコンクリート側のひび割れやうきにつながると考えている。

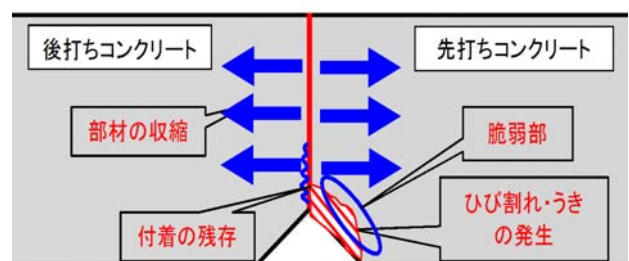


図-3 施工目地部に変状が発生する機構の推察

キーワード 覆工コンクリート, 施工目地, 変状, 付着

連絡先 〒105-6310 東京都港区虎ノ門 1-23-1 虎ノ門ヒルズ森タワー10階 西松建設株式会社 土木設計部 TEL03-3502-7660

3. 施工目地近傍の変状の抑制対策

筆者らが施工を行った NATM トンネルは、発注者である東北地方整備局南三陸国道事務所における品質確保の試行工事の対象であり、二次覆工コンクリートについては東北地方整備局の『コンクリート構造物の品質確保の手引き（案）』に基づき、施工状況把握チェックシートや目視評価法を活用した品質確保に取り組んでいる。その上で、前述した変状原因を踏まえ、施工目地近傍に発生する変状の抑制対策を講じた。

3.1 ビニールシートの挿入による方法

施工目地の弱部に発生するひび割れ、うきを抑制するために、目地部にビニールシートを設置し、後打ちコンクリートと先打ちコンクリートとの縁を完全に切り、両者の付着を低減する対策を施した。この対策の概念図を図-4 に、現場での施工状況を写真-1 に示す。使用したビニールシートは $t=0.2\text{mm}$ の薄手のフィルムシートであり、安価で、入手も容易である。セトル脱型後、先打ちコンクリートのつま部に貼付ける。このとき、後打ちコンクリートが先打ちのコンクリートに直接触れることの無い様、つま部を完全に覆うように取り付ける必要がある。筆者らの現場においては、防水シート側の固定には粘着テープを使用し、先打ちコンクリート側は、プラスチックフラットバーをコンクリート釘にて固定した。ビニールシートの端部は目地に沿わせてセトル外部へ出し、後打ちコンクリートに巻き込まれないよう配慮した。

3.2 つま板鋼板の延長による方法

通常、セトルのつま部型枠は、木矢板にて施工を行うのが一般的である。しかし木矢板は、転用を重ねるごとに表面に毛羽立ちが発生したり、施工する作業員の技量によって、木矢板の間の隙間がばらついたり、木矢板ごとに段差が出来たりすることがある。このような場合、つま部の端面には凹凸が発生しており、後打ちコンクリートとの間に付着力が生じ易くなると考えられる。このような端面の凹凸を低減するために、つま部のダミージョイント（三角形目地鋼板）に合わせて、 $w=200\text{mm}$ の鋼板を設置した。写真-2 に設置状況を示す。つま部の型枠の一部を鋼板とすることで、覆工コンクリートのつま部仕上がり面が平滑となり、後打ちコンクリートと先打ちコンクリートとの付着を低減させることが期待できる。

4. 対策の効果について

4.1 ビニールシートの挿入による効果

目地部の変状の有無を確認するために目視調査を行った。調査は全 97BL で行い、内訳は、ビニールシートの対策工を行った箇所が 44BL、未対策箇所が 53BL である。目視調査の結果、未対策区間では 11BL で目地部にひび割れやうきが確認されたのに対し、対策区間では変状は確認されなかった。ビニールシートの挿入による縁切りが効果的であったといえる。対策区間の目地部の状況を写真-3 に示す。施工完了時、覆工より突出しているビニールシートは切断撤去する。対策箇所ではビニールシートの箇所では完全に縁が切れており、目地が直線に通り、美観にも優れる結果となった。

4.2 鋼板の延長による効果

対策工を行った場合のつま部の仕上がり状況を写真-4 に示す。対策箇所は、鋼板部の仕上がり平滑化されており、後打ちコンクリートと先打ちコンクリートとの間の付着力は小さくなっていると考えられる。また、対策に使用している材料が鋼板であるので、脱型後に適切にケレンを行うことで、転用を重ねても仕上がり端部の平滑さを保つことが出来た。対策工を採用したトンネルの目地箇所数は 29 箇所であり、目視調査の結果、不具合は確認されなかった。

5. まとめ

筆者らの施工現場では、施工目地付近の変状原因を先打ちコンクリートと後打ちコンクリートとの付着と考え、両者の間の縁を切る対策や、接する面を平滑面とする対策を講じた。今回実施した対策工は、現場での目視調査の結果より、目地部の不具合発生抑制に効果があったと判断できる。目地部の不具合の根絶には、目地部近傍においても品質の低いコンクリートとならないための施工上の配慮を適切に行った上で、付着の低減対策を徹底して行う必要があると考えられる。

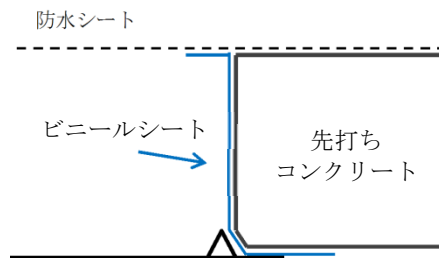


図-4 ビニールシートによる対策の概念図

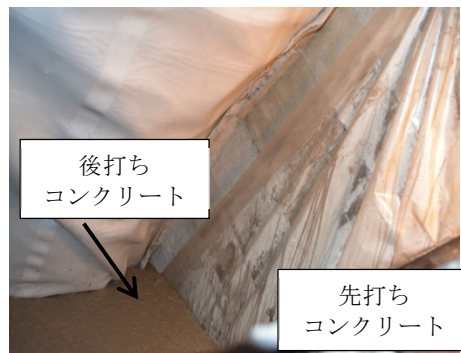


写真-1 ビニールシートによる対策の現場施工状況

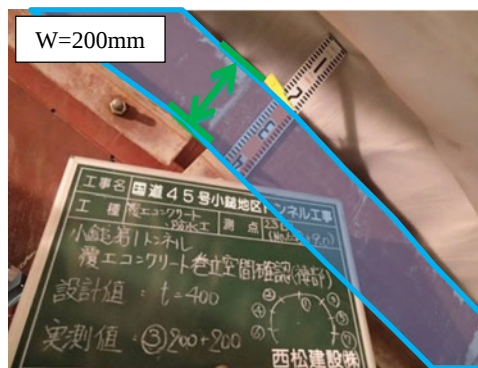


写真-2 鋼板設置状況（セトル外部より）

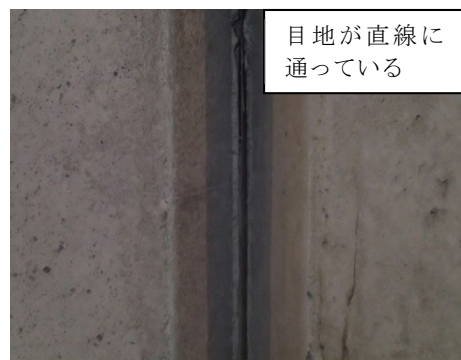


写真-3 施工目地近景（ビニールシート対策箇所）

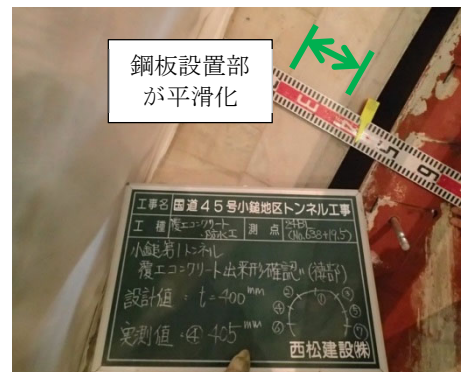


写真-4 つま部の仕上がり（鋼板対策箇所）