

矢板工法トンネルの施工方法と 点検管理の留意点

山崎 哲也¹・八木 弘²

¹正会員 中日本高速道路(株) (〒460-0003 名古屋市中区錦2-18-19)

E-mail:t.yamazaki.ac@c-nexco.co.jp

²正会員 中日本高速道路(株) (〒460-0003 名古屋市中区錦2-18-19)

E-mail:h.yagi.aa@c-nexco.co.jp

トンネルの建設工法は、現在はNATMが標準工法であるが、1983年以前は矢板工法が主流であった。高速道路では、建設後30年以上経過したトンネルのほとんどが矢板工法だが、現在トンネルを維持管理している技術者の多くは、矢板工法トンネルの設計・施工経験がない。トンネルは、目視可能な範囲は覆工表面だけであるが、変状原因推定、補修方法検討においては、トンネル覆工背後の地山状況やトンネルの施工方法などの情報が必要となる。本稿では、矢板工法の作り方を概説し、どの部位に不具合がやすいかなど、変状原因を推定するために必要な内容と、効率的に点検管理をするためのポイントを記載する。ナレッジマネジメントで組織力強化を図る。

Key Words : timbering support method, renewal, repair

1. はじめに

(1) 高速道路トンネル保全の現状

高速道路トンネルの建設工法は、1983年の要領改訂を境に、矢板工法からNATMへ移行した。供用後30年を超えるトンネルのほとんどは矢板工法であり、老朽化が進み、不具合が顕在化してきている(図-1)。そのような不具合に対し、どのような補修、補強方法が適しているかを検討するためには、現状把握のための調査と、

原因の推定が必要となる。調査は、覆工クラックの状況、背面空洞や覆工巻き厚の確認、外力や湧水の影響、地山の劣化状況などについて確認する。調査結果に加え、対象トンネルがどのような作られ方をしているかがわかれば、より適切な補修方法の検討が可能となる。

しかしながら残念なことに、トンネルの維持管理に携わる技術者に矢板工法の施工経験者はほとんどいなくなってしまった。

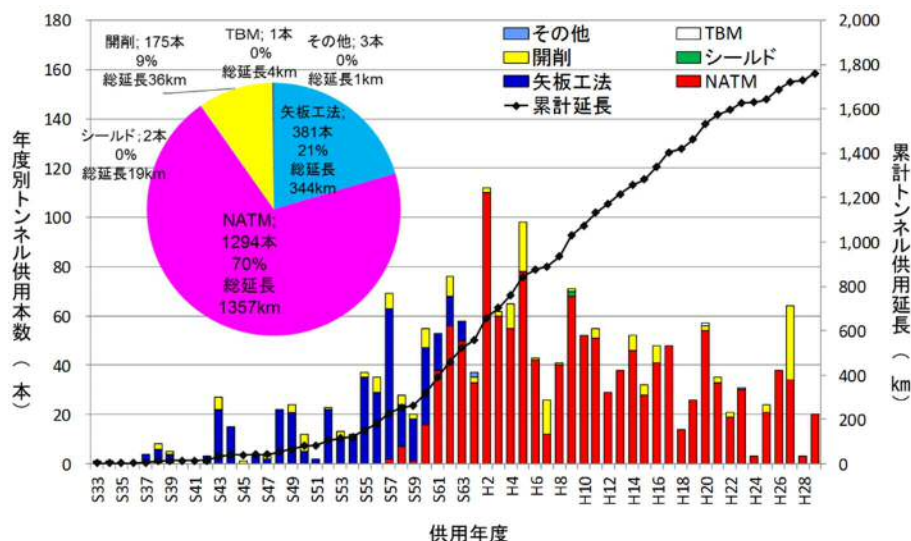


図-1 矢板工法トンネル建設の推移と割合

(2) 本稿の目的

本報告は、技術伝承として、これから矢板工法トンネルを維持管理していく矢板工法未経験の技術者に対し、矢板工法の施工方法と、構造に起因する不具合を理解してもらい、今後の保全につなげてもらうために取りまとめた。効率的な点検実施と変状的確な評価、判断、対応につなげていただきたい。

2. 課題と対応

(1) 課題

今後膨大に増え続ける老朽化した矢板工法トンネルに対し、保全としてどのように付き合っていくかが課題となる。NATM と矢板工法では、支保の考え方が違う（矢板工法の覆工は地山の荷重を受け持つ。余力保持の機能だけではない）ため、NATM トンネルと同じように矢板工法トンネルの変状をとらえては、正しい判断ができず、道路利用者の安全が担保されない可能性がある。ポイントを理解した効率的な点検を行い、同じ路線の他の構造物の補修、補強のタイミングを踏まえた補修計画（規制計画）を立てるべきである。矢板工法を理解し、同じような落事象を繰り返さないようにすることや、変状が顕在化する前に対処することが業務効率化につながる。

(2) 対応

補修計画、補修方法の検討に当たっては対象トンネル（矢板工法トンネル（写真-1））がどのように作られているかを知っている必要がある。それを踏まえたうえでやるべきことは、変状の発生しそうな箇所を把握し、点検計画を策定する。起きた変状の原因究明と今後同様の事象を起こさないための改善策の検討である。



写真-1 矢板工法トンネルのイメージ

3. 技術伝承

(1) 矢板工法の特徴

矢板工法の主な掘削工法は、上部半断面先進工法である。主な特徴は、覆工コンクリートの打設順序が逆巻きになることや、防水工は基本施工されず、少し遮水する程度の対応しかない（写真-2）ことなどが挙げられる。矢板工法（上部半断面先進工法）の施工手順は以下のとおり（図-2）。

- ・上半掘削後、上半内空を鋼アーチ支保工で支保
- ・覆工のアーチ部コンクリートを先行打設
- ・大背を掘削
- ・土平（足付け部）を掘削し、側壁コンクリートを打設（写真-3）
- ・残りの土平（中間部）を掘削し、側壁コンクリートを打設



写真-2 矢板工法の湧水处理

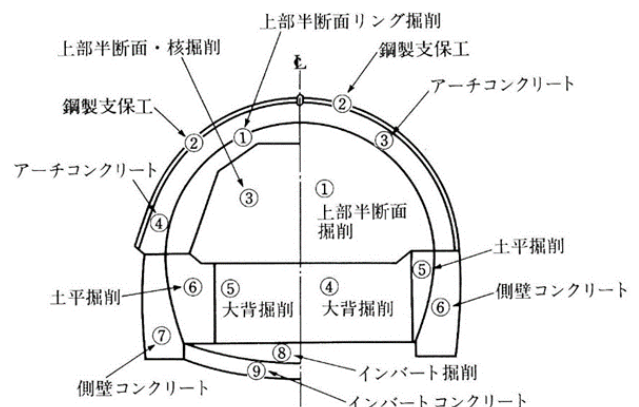


図-2 上部半断面先進工法の施工手順

このような施工手順のため、アーチコンクリートと側壁コンクリートの打継ぎ目（せめ部）ができる（図-3）。この水平打継ぎ目にうまくコンクリートが回らない場合は、モルタルやコンクリートを充填して仕上げたり、モルタル補修を施すなどの対処をすることがあった。覆工コンクリートの打設方法は、昭和50年代前半までは、圧縮空気によりコンクリートをエアータンク送る機械（プレスクリート）で、コンクリート配管を引抜きながら打設する、引抜き方式で行われた（図-4）。引抜き配管の段取り替えや、圧送不良による施工中断があると、コールドジョイントが発生しやすかった。また、矢板背面や引抜き配管より上部へのコンクリート打設は難易度が高かった。



写真3 側壁コンクリートの打設状況

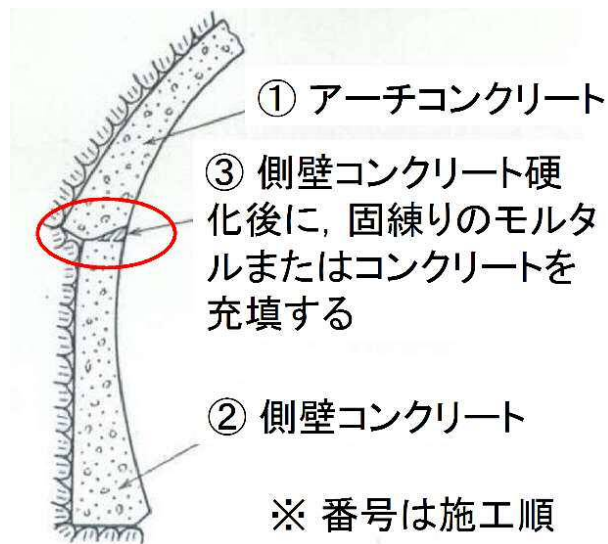


図3 せめ部の打継ぎ目

(2) 矢板工法の特徴を踏まえた点検管理の留意点

a) 横断打継ぎ目付近の空洞、ひび割れ

つま部付近にコンクリートの充填不足による空洞が発生しやすい。また、セントルの着脱時に、打設直後の弱材齢のコンクリートにセントルを当てて、三日月ひび割れを発生させることがあった（写真4）。

b) せめ部からのはく落

覆工のアーチ部と側壁部は、コンクリートの温度変化に伴う挙動や地震時の動きなどが違うので、打継ぎ目に充填したモルタルや補修モルタルがはく離・はく落しやすい（写真5）。

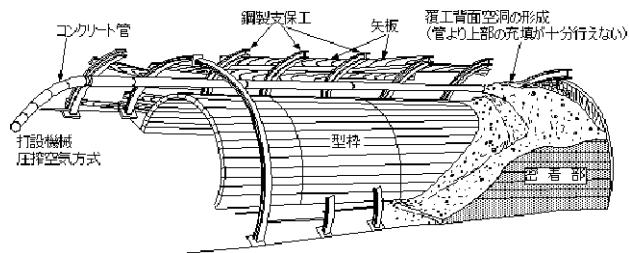


図4 引抜き方式の覆工コンクリート打設



写真4 横断目地のひび割れ

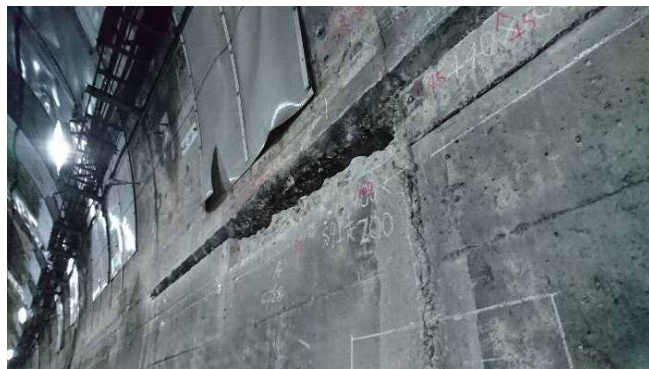


写真5 せめ部のはく落

c) 漏水

矢板工法は、NATM のような防水工は施工されていないので、せめ部や横断打継ぎ目からの漏水が多く、トン

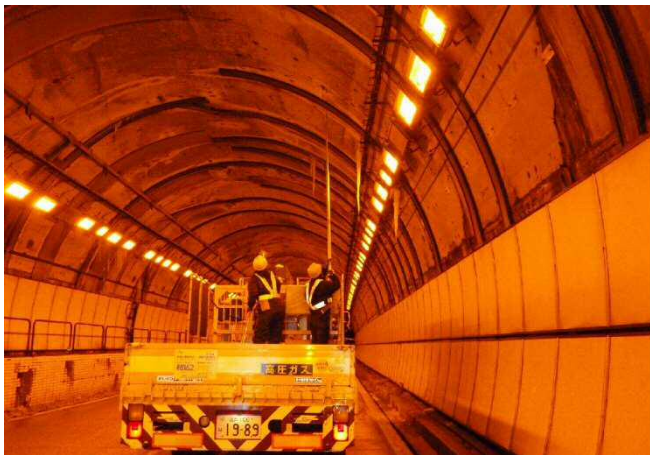


写真-6 つらら除去作業状況

ネル内諸設備の劣化や漏電，さらに寒冷地においてはつららなどの原因となる（写真-6）。

d) コールドジョイントに起因したはく落

コンクリート打設時のトラブルなどにより発生したコールドジョイントに、ひび割れが重なると、はく落片が形成されやすい（写真-7）。

e) 背面空洞

矢板背面へのコンクリート打設は困難であり、湧水の影響もあり、空洞が生じていることが多い。背面空洞は地震時などに弱点となりやすく、将来にわたって維持管理していくうえでのリスクとなるので、注入材などを充填しておくことが必要（写真-8）。



写真-7 コールドジョイントに起因するはく落

4. おわりに

今後トンネルの老朽化に伴い覆工に変状が発生した際に、施工方法を理解していれば、適切な対策を選定できる。矢板工法の特徴を理解していれば、効率的な点検も可能となる。矢板工法の設計施工経験がない技術者でも、覆工ひび割れなどの対策を正しく検討できるよう、今回収集した矢板工法の知見を広く周知していきたい。このようなナレッジマネジメントにより、組織力強化を図ることが、技術者不足となるこれからの時代に必要ではないだろうか。

参考文献

- 1) 中日本高速道路(株)，中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株)．トンネルの設計・施工に関する技術資料 ～矢板工法の技術史～．2018．

(2019.8.9 受付)



写真-8 覆工背面の空洞

CONSIDERATIONS OF INSPECTION MANAGEMENT AND THE CONSTRUCTION METHOD OF TIMBERING SUPPORT METHOD TUNNEL

Tetsuya YAMAZAKI and Hiroshi YAGI

At present, NATM is the standard construction method for tunnel construction. The previously built tunnels were constructed using a timbering support method. Most of the expressway tunnels more than 30 years after construction were constructed using the timbering support method. Many of the engineers who currently maintain the tunnel have no experience in constructing the tunnel by the timbering support method. The cause of the tunnel deformation is estimated from the geological condition behind the lining and the construction method of the tunnel. Therefore, knowing how the tunnel was made is necessary to consider the repair method. In this report, it is explained in which part the tunnel constructed by the timbering support method is deformed.