

山岳トンネルのリニューアル工事への3Sセグメント工法の適用

西松建設(株)土木設計部 (正)○大谷達彦, (正)牧祥司
西松建設(株)技術研究所 磯陽夫

1. はじめに

3Sセグメント工法は、老朽化した既設管の内側に硬質塩化ビニル製の3Sセグメントを組み立て、背面に充填材を注入して既設管と一体化した複合管を構築する(図-1)。これにより非開削で既設管の耐荷能力および耐久性を確保し、管の更生を行うことができる。これまでに、下水道管の更生工事で260件以上、20km以上の施工実績がある(平成25年3月末時点)。

今回、3Sセグメント工法を、山岳トンネルのリニューアル方法に適用することを検討した。本論文では、その概要を報告する。

2. 3Sセグメント工法の概要

製管材である「3Sセグメント」は、円形部材、直線部材、ハンチ部材、スライドタイプ等があり、ボルト・ナットで組み立てて更生断面を形成する。

また、「3Sセグメント」は、コンクリートに比べて粗度係数が小さい(コンクリート： $n=0.013$ 、3Sセグメント： $n=0.010$)。そのため、断面を縮小しても計画流量が確保できる。

その他、主な特長は以下のとおりである。

①軽量で施工が容易

1ピースが4kg程度と軽量なことから、運搬が人力あるいは簡易な設備で可能である。組立ては、インパクトレンチ等の工具で行うため、簡易な設備によって狭隘な箇所での施工ができる。また、現地で開き量の調整が可能であるスライドタイプ(写真-1)を用いることによって、曲線線形や段差等に対応できる。

②各種断面に対応

馬蹄形の水路断面に対しては、円形、直線形状の3Sセグメント部材を組合せて対応する。また、点検時の歩行性を考慮して、インバートをコンクリート仕上げとする場合には、インバートを除く断面(欠円、門形)での更生も可能である(写真-2)。

これらの特長から、狭隘な施工条件となる「山岳部の水路トンネルのリニューアル工事」に対して、3Sセグメント工法は有効に活用できると考えた。

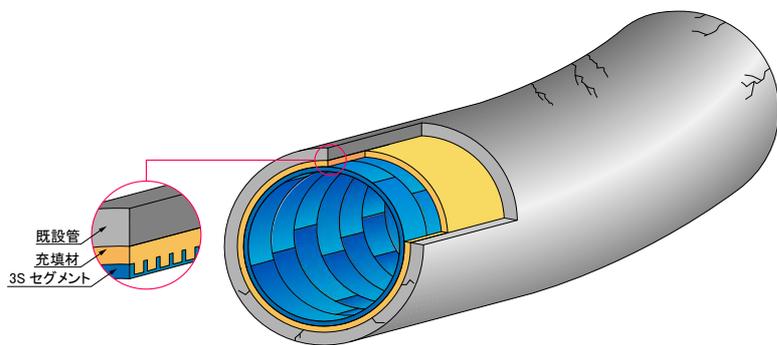


図-1 管更生工法としての3Sセグメント工法

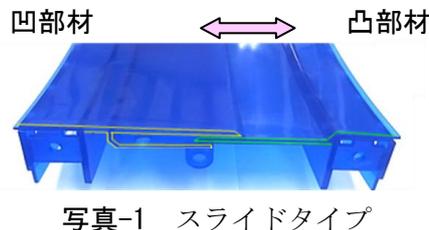


写真-1 スライドタイプ



写真-2 インバートコンクリート仕上げの馬蹄形対応の例

3. 山岳トンネルのリニューアル工事への適用

(1) 山岳部の水路トンネルリニューアル工事の特徴

道路、鉄道、水路等、さまざまな社会資本において、リニューアルの必要性が高まっている。このうち、山

キーワード 3Sセグメント工法, リニューアル工事, 山岳トンネル
連絡先 〒105-8401 東京都港区虎ノ門1丁目20番10号 西松建設(株) 土木設計部 TEL03-3502-7637

岳部の水路トンネルには、発電所施設や農業用施設の導水路トンネル等がある。これら水路トンネルでは、トンネルの一部区間に生じた変状によって水路全体の通水性能が低下し、施設の機能が損なわれる。そのため、変状が生じた箇所を早急にリニューアルすることが重要である。

水路トンネルは、停水期間に制約があり、限られた期間内で工事を行わなければならない。また、トンネル坑口は、一般道路から離れており作業ヤードに適している広く平坦な場所の確保が難しく、さらに施工箇所が坑口から遠距離であることが考えられる。そのため、大規模な仮設や施工機械を必要とせず、坑内への搬入物が重量物でないことが、山岳部の水路トンネルのリニューアル工法に求められる。

このような状況を踏まえ、山岳部の水路トンネルのリニューアル方法として、3Sセグメント工法を適用することを検討した。

(2) 山岳トンネルのリニューアル方法としての3Sセグメント工法の構造

管更生工法としての3Sセグメント工法により形成される複合管では、既設管の残存強度をある程度期待するが、本論文で対象とする変状が生じた山岳トンネルについては、既設覆工に耐荷性を期待することはできないと判断する。そこで、3Sセグメントの背面に補強材を配置し、3Sセグメント、充填材、補強材で外力を負担させることにした。このとき、補強材として、鋼製支保工(もしくは補強鉄筋)を用いることにした(図-2)。

(3) 検討結果

山岳トンネルのリニューアル方法へ3Sセグメント工法を適用するためには、補強構造を適切に計画する必要がある。つまり、地山状況に応じて、充填材の強度、3Sセグメント背面の補強材の寸法および設置間隔を適切に計画することが重要となる。

そこで、地山条件に応じた3Sセグメント工法の仕様を検討するために、骨組み構造解析を実施した。

更生後の断面および寸法は、既設覆工の設計断面とほぼ同一の形状として計画流量が確保できる寸法とした。解析では、変状が生じている既設覆工には耐荷性を期待せず、構造部材として既設覆工を無視することにした。地山条件は、土砂、D級地山、C級地山を対象として、それぞれの地山に応じて、地山物性値、作用荷重を設定した。作用荷重に関しては、トンネルに左右均等に荷重が作用する場合と、偏圧が作用する場合を想定した。

骨組み構造解析の結果、地山状況・作用荷重の各ケースにおいて、更生断面内に設置可能な補強材の寸法、設置間隔、および一般的な充填材の強度によって、作用荷重に抵抗できることがわかった。

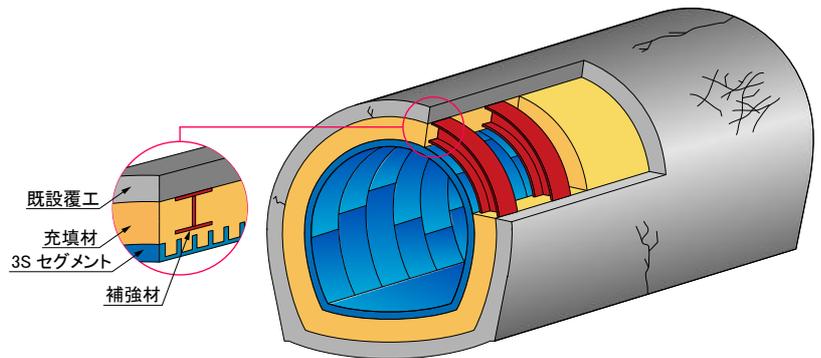


図-2 山岳トンネルのリニューアル方法としての3Sセグメント工法

4. おわりに

社会資本の老朽化が進む中、山岳部の水路トンネルのリニューアル工事に、3Sセグメントを適用することを検討した。その結果、地山状況に応じて、3Sセグメント工法の補強方法を適切に計画することによって、3Sセグメント、補強材、充填材で作用荷重に抵抗できることがわかった。

今後、3Sセグメント工法を合理的に適用していくためには、既設覆工の変状の程度や地山状況を十分に把握することが重要であると考えられる。これらの調査および評価方法について検討していきたい。