

VI-11

鋼板内張工法によるトンネル改修工事の施工について

清水建設株式会社東北支店 正会員 高橋 光雄

1. はじめに

近年、施工後40年以上経過した導水用トンネルの老朽化が著しく現われ始め、漏水等により、その使用目的に対し十分機能を満たしていない場合が多く、これらに対する方法として従来コンクリート内巻が一般的であり、通水断面の減少を防ぐために底盤を掘り下げることもある。しかし、この工法は、安全性、工期、経済性、薬注による環境汚濁の問題等を抱えており、それらの点を考慮した工法として、鋼板内張工法による施工を行いました。

ここでは、工法の概要について述べた後、施工法及び解析法における特徴について簡単に述べたいとおもいます。

2. 工法の概要

鋼板内張工法とは、図-1に示すように(1)鋼板をトンネル形状より僅かに小さい相似形に2～3分割した形（インバート部とクラウン部）のものを工場で製作し、(2)縮径してトンネル内に搬入し、(3)所定の精度で設置し、(4)現場溶接することによりトンネル内に新しい鋼板のトンネルを創り出すものである。(5)このようにして形成された鋼板と既設覆工との空隙には、モルタルが注入され、鋼板周辺拘束が確保される。この拘束の効果により、比較的薄い鋼板で、水圧・土圧等の荷重を負担することが可能となる。

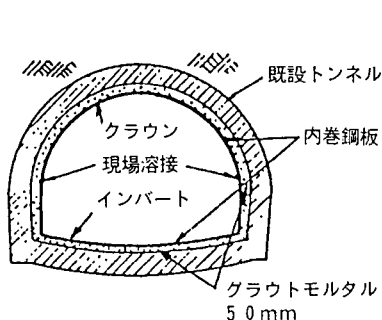


図1 鋼板内張工法

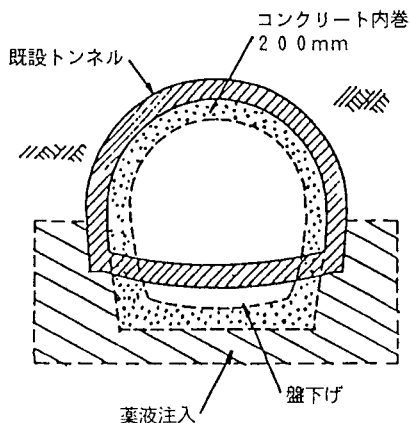


図2 盤下げコンクリート内巻き

3. 工法の特徴

この工法の特徴は、以下の通りである。

- 1) 施工法がシンプルで大掛かりな仮設工事がなく、経済性が高い。
- 2) プレハブ化された鋼板を使用するため、工期が極めて短い。
- 3) 内巻鋼板だけで、地下水圧・土圧等を負担することが可能である。（単なる補修ではない）
- 4) 盤下げを行わないので（図2）、地山の応力解放を伴わず安全性も高い。
- 5) 塗装鋼板を使用するため、粗度係数が向上し、断面減少を補って余りがある。
- 6) 水密性が高く、既設コンクリート覆工の劣化の進行を防止する。

4. 施工法

施工法については、トンネルの老朽度に応じて幾通りかありますが、今回当社が施工した、インバート先行工法手順について述べたいとおもいます。

- (1) トンネルに相似形な鋼板を、インバートとクラウンに分割して、工場て成形加工する。
- (2) 鋼板を現地へ輸送し、まずインバート材を専用台車により縮径して、トンネル内に搬入する。(図4)
- (3) インバート材開先合せを台車の芯出し調整機能を用いて行い、溶接接合する。
- (4) インバート材下部にグラウトを注入する。
- (5) クラウン材を同様に縮径して搬入し(図5)、芯出し後溶接する。
- (6) クラウン材と既設トンネルとの空隙に、モルタルを注入する。
- (7) 継手部の内面塗装を行い完成する。

施工上の課題は、トンネルと最小限のクリアランスで(50mm)鋼板を搬入し、所定精度で芯出しすることであり、その為に専用の搬入・芯出し設備が開発された。(図-6)

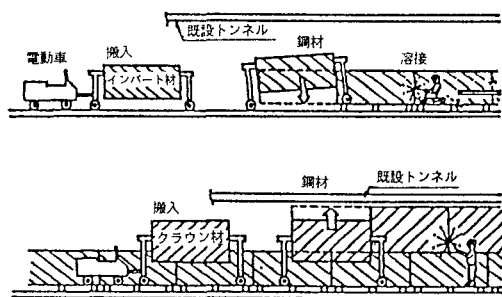


図3 インバート先行工法

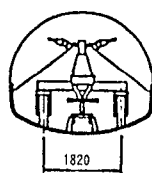


図4 インバート材搬入

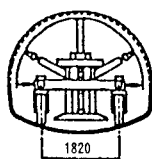


図5 クラウン材搬入

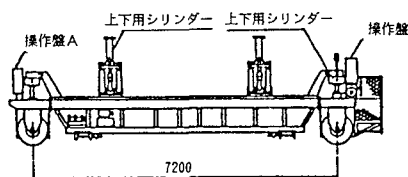


図6 搬入芯出し台車

5. 構造解析

設計に当たっては、トンネルの老朽度合に応じて荷重を検討する。既設トンネルが比較的健全な場合には、トンネル覆工を浸透して作用する地下水圧が、主な荷重となり(図-7)、水圧鉄管の設計法(図-8)に準じて、水圧による鋼板の強度検討(座屈の検討)を行う必要がある。円管の場合、AmStutzの理論式が適用できるが、馬蹄形については周辺拘束を考えた座屈の評価式はなかった。そこで、鋼板とグラウトの剝離、鋼板の材料非線形、幾何学的非線形をも考慮した有限要素プログラムを開発し、周辺拘束条件下における馬蹄形鋼板の強度検討を行った。

図9、10は解析結果の一例であり、A点における座屈が支配的であることが分かる。土圧が主な荷重となる場合についても同様の検討を行う。

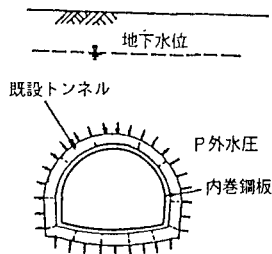


図7 荷重モデル

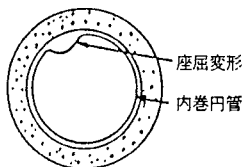


図8 水圧鉄管座屈モデル

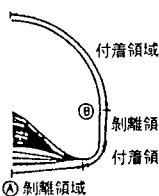


図9 内張り変形イメージ

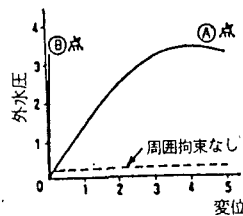


図10 鋼板の変形曲線概略図

6. おわりに

今回の施工におきまして、工程としては、1日平均3mの実績が得られ、安全性にも優れていることが確認されました。ただ今後の問題点として、モルタル注入における確実な充填方法や通水した状態で、不排水による施工法等の開発が課題とおもわれます。