裏込注入工(硬質発泡ウレタン)における充填確認方法の改良

山形県土木施工管理技士会
林建設工業株式会社
現場代理人　菊池　秀昭

1．はじめに

硬質発泡ウレタンによる裏込注入工の充填確認方法は、一般的に注入時の圧力管理と注入後のコアボーリングによるコアの抜き取り及び目視による方法がとられる。しかし、裏込注入を施工するトンネルによっては、覆工内部の鉄筋等の障害により、コアボーリングの実施に支障をきたす場合がある。

本報告は、裏込注入工の充填確認方法について検討し、改良を行った結果を報告するものである。

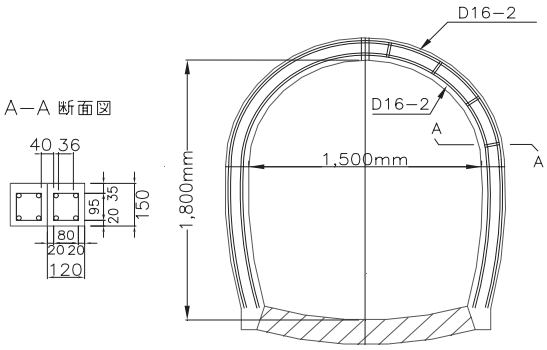
工事概要

⑴　工 事 名：八幡平発電所　隧道改良工事
⑵　発 注 者：秋田県産業労働部
⑶　工事場所：秋田県鹿角市八幡平地内
⑷　工　　期：平成20年７月22日～
　　平成20年10月31日

2．現場における問題点

本工事の当初設計では、外径66mmのコアボーリングによるコアの抜き取り及び目視による充填確認方法となっていた。しかし、本工事のトンネル覆工は、１基当りのトンネル延長方向幅が12cmとなるRCプレキャスト造の組立枠により築造されており、既存資料では内部鉄筋の配置間隔は最大で40mmとなっている。（図－１）そのため、施工時の誤差も考慮すると、ビット外径を36mm以下としないと、鉄筋を切断又は破損する可能性がある。

一方、ウレタン充填確認のためのコア抜き取りは、メーカーの指導によるとコア外径40mm以下ではコアを綺麗に抜き取ることが不可能という見解であり、充填確認の方法を模索する必要がある。



図－１　トンネル断面図

3．対応策と適用結果

１）充填確認方法の選定

本工事の特記仕様書では、充填確認の方法として外径66mmのコアボーリングを3m間隔で削孔して充填状況の確認を行い、その記録を保存しなければならない。また、確認した結果、未充填箇所や連続性のない空洞等が合った場合には二次注入を行う必要があった。

コア抜き取りによる充填確認に代わる方法として、注入孔削孔時に使用するハンマードリルを使用して外径32mmで削孔を行い、その内部を内視鏡によって確認が出来ないかの検討を行った。採用の条件として下記のとおりとした。

⑴　暗い孔内でも鮮明に内部状況が確認できること。

表－１　工業用内視鏡仕様

メーカー・機種	オークス電子(株) MITOOL MS-1
スコープ先端部	φ6mm
先端長さ	25mm
映像端子	11 万画素　CCD
照明	高輝度白色LED 3 個
スコープ長さ	1m
使用環境	－10℃～50℃
防水性	スコープ　　:防油・防水 コントローラ部:防滴
表示部	2 インチ　TFTカラー液晶
画像記録機能	静止画キャプチャー
記録メディア	SDメモリーカード
記録方式	JPEG方式
電源	単 3 型乾電池 4 本又は DC 入力
サイズ	87(W)×222(H)×38(D)
重量	350g

⑵　孔内の充填状況の写真撮影が可能なこと。

⑶　取扱が簡便で軽量であること。

以上を考慮した結果、表－１に挙げた工業用内視鏡を選定し、発注者に充填確認方法の変更承諾を提出した結果、採用となった。

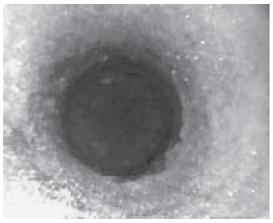
２）内視鏡による充填確認方法

本工事の裏込材充填及び確認方法は、注入孔をトンネルセンターから千鳥配置に1.5m間隔で設置して注入を行い、その1.5mの中間より3m間隔で充填確認用チェック孔を削孔した。チェック孔の削孔は、注入孔の削孔にも使用した外径32mmのハンマードリルを用い（図－２）、充填されたウレタンを突き抜いて地山に到達するまで削孔した。地山に到達するまで削孔するのは、空洞にウレタンが完全充填されている事を確認するためである。

削孔したチェック孔に内視鏡を挿入して充填状況の確認を行い（図－３）、地山とウレタンの境界付近に空洞のない事を確認し、最後にチェック孔内の撮影を行い充填確認記録とした。（図－４）

図－２　注入孔削孔状況

図－３　内視鏡による充填確認



図－４　ウレタン充填確認状況

図－５　未充填（空洞有り）

内視鏡により充填確認を行った結果として、連続性のない空洞や障害物により充填できなかったチェック孔（図－５）も容易に判明し、未充填箇所はチェック孔より二次注入を行い、完全充填を行った。

４．おわりに

本工事において、工業用内視鏡を使用してトンネル覆工背面の裏込注入における充填確認を行った事は、新技術を活用した現場管理として発注者からも高い評価を得る事ができた。また、孔内の状況を直視できるため未充填箇所・空洞等を即座に発見でき、速やかに二次注入を行う事ができたことからも、品質管理における効果は大きかった。また、当初設計であるコアボーリングによる充填確認と比較すると、確認資料の省力化とコスト削減の効果もあった。

今回施工した八幡平発電所隧道改良工事の裏込注入工は、トンネルの延長及び形状寸法から硬質発泡ウレタンによる注入工法「セットフォーム工法」が最適工法として、設計採用されたものと思われる。戦後の高

度成長期に構築された在来工法のトンネルはそのほとんどが補修・補強の時期に至っている。維持補修工事では、工法・材料とも日々新しい技術が開発されてきており、それらを有効に活用することが重要と考える。今後も新技術等の動向に注目しながら、日々の施工に活用する工夫を心がけたい。

最後に、本工事の施工にあたり助言や指導をいただいた発注者および元請の奥山ボーリング㈱の皆様に感謝し、報告を終わる。