

CS-45

曲線ボーリング工法を利用した地下空間構築技術の開発

鉄建建設 フェロー 粕谷 太郎
山 九 正会員 ○三木 甫 三木 昭男

1. まえがき

近年、建設分野での技術革新は目覚ましい進歩を遂げている。このなかで、大都市部におけるトンネルの構築技術は、地上部の構造物や輻輳する地下施設に影響を及ぼすことなく、また地域の都市機能をできる限り阻害することのないように、かつ、効率よく建設することが望まれている。

さらに、地下空間の利用範囲が拡大していることからトンネルの大断面・複雑化、大深度化、長距離化等に対応できることが重要な技術課題であるといえる。

このようなニーズのなか、シールドトンネルまたはTBM先進導坑の内部から曲線ボーリングを円弧状に施工し、既存工法との組合せにより大断面の地下空間構築が可能となっている。本稿は、ここで使用する曲線パイプの接続工法の開発について報告する。

2. 曲線ボーリング用パイプ接続工法の開発

曲線ボーリング装置はすでに開発されており、(財)日本建設機械化協会による建設機械化技術審査証を平成6年8月に取得している。そのなかで、その有効性は試験施工・実施工においても確認されている。

従来、曲線ボーリング用の曲線パイプ接合法は現場溶接継手を使用していたが、下記に示す課題の解決が望まれている。

- ①現場溶接の時間が長いこと。
- ②地下空間での換気が必要であること。
- ③冷間加工した曲線パイプは溶接の入熱により変形すること。

そのうえ、曲線パイプに要求される機能は下記の条件を満足することが必要である。

- ④ボーリング用先端装置の鞘管であるため接合部の内外面が滑らかであること。
- ⑤接合部の強度が十分であること。

従って、上記に示した①～⑤の条件を満足する曲線パイプの接続工法を以下に述べる。

(1) パイプの曲げ加工

パイプの曲げ加工は曲げ半径、管口径、管厚および材質等の要因が複雑に関係している。支保工の場合は強度上の問題から管厚も大きくなるので管厚内部に残留ひずみを生じない熱処理加工法を採用する。

(2) 形状記憶合金継手

形状記憶合金継手は形状が単純で、かつ取扱容易である。円筒状に切削した部位に形状記憶合金製スリーブを装着したのち、一定温度（約300℃）の高周波加熱によりスリーブを収縮させ、短時間（約10分）に締結を完了する。このため、一般工の採用に加えて、クリーンな作業環境も創出できる。

(3) 曲線パイプ接合部の内外面の滑らかさ

曲線パイプは接合端面の精切断と継手部位を円筒状に切削してスリーブを張り出さないよう埋設させて締結する。

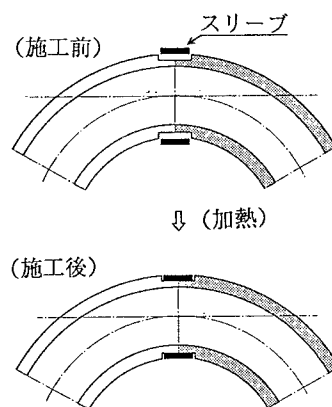


図-1 曲線パイプの接続方法

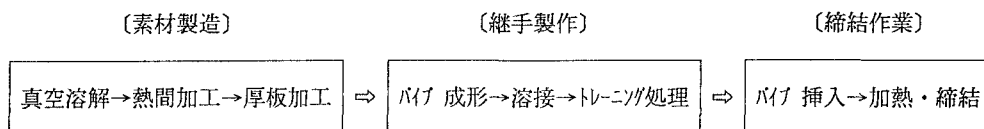
3. 形状記憶合金継手の施工

（1）形状記憶合金の特性

形状記憶合金とは、この合金に変形を加えた後ある温度に加熱すると、あたかもそれ自身が以前の形を覚えていたかのように、自力で変形前の形に戻ってしまう性質を示す金属のことをいう。

（2）形状記憶合金継手の製作と施工例

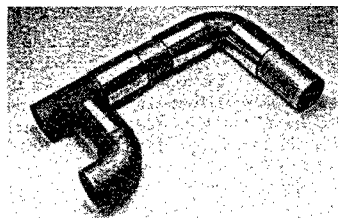
日本で開発されたFe-Mn-Si系形状記憶合金はチタン・ニッケル合金より経済的価格であり、かつ溶接・切削などの加工性に優れている。図－2に示すような製作工程で継手としての試作も行われている。



図－2 形状記憶合金継手の製作工程

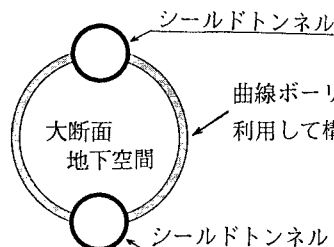
図－3は形状記憶合金製スリーブでパイプを締結した一例である。（文献6参照）

スリーブの加熱はハンディタイプの誘導加熱装置を利用することで省力化が図れる。加熱温度は低温度の300℃前後で良いとされている。

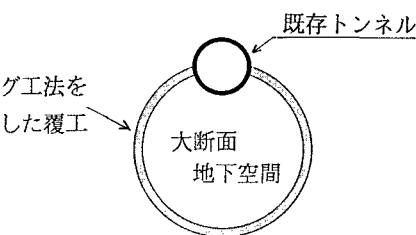


図－3 形状記憶合金継手の施工例

4. 地下空間構築の応用例



図－4 シールドトンネルの大断面化



図－5 既存トンネルのリニューアル化

5. おわりに

本工法は経済的な既存技術を総合化およびシステム化することにより大断面地下空間の構築を可能にする基礎技術であり、実プロジェクト対応に向けた技術開発をさらに進めたいと考えている。

6. 参考文献

- (1) 粕谷太郎, 安藤博雄: 曲線ボーリングを利用した地盤改良工法の開発: 土木技術49巻8号, pp. 95-101
- (2) 曲線ボーリング装置(TULIP工法): 建設機械化技術・技術審査証明報告書, (株)日本建設機械化協会, H6. 8
- (3) 亀岡美友, 粕谷太郎: 曲線ボーリング工法(TULIP工法)の開発: 土木学会誌, 1995年4月, pp. 36-39
- (4) 山田寛之, 丸山忠克他: Fe-Mn-Si系形状記憶合金製配管用継手の開発: 溶接技術, S63. 9, pp. 79-84
- (5) 棚橋浩之, 丸山忠克: 形状記憶合金の応用に関する講演会「鉄系合金の応用」: ASMA, H4. 7, pp. 34-38
- (6) H. Tanahasi, T. Maruyama, H. Kubo: Applications of Fe-Mn-Si alloy for pipe joints
ADVANCED MATERIALS '93, V/B Shape Memory Materials and Hydrides, pp1149-1154