

岩盤内におけるシールド地中ドッキングの施工実績

— 高圧ガス導管 姫路・岡山ラインにおける小断面非開削工事（その3） —

鹿島建設株式会社 ○正会員 平岡伸哉

鹿島建設株式会社 正会員 仙波尚史

大阪ガス株式会社 正会員 宮川公一

1. はじめに

本工事は、大阪ガスの高圧ガス輸送導管を敷設する事業（兵庫県姫路市～岡山県岡山市、総延長 86.0km）のうち、相生市内の約 4.5km を掘削する工事である。市街地で立坑用地の確保ができず、片押し 4.5km の長距離掘削では裏込材や加泥材の圧送が困難であり、かつ坑内からの土砂搬出も工程上のロスになるため、地中ドッキング（以下、地中接合）によりシールドトンネルを接合する計画とした。接合予定位置は地山が安定した岩盤区間（土被り 15m 程度）としたが、詳細位置は実際の地山の状況を考慮して決定することとした。また、接合位置が発進立坑から約 2km、かつ内径 2.2m の狭隘な作業空間での接合作業となり、解体方法、接合部の構造及びシールド機駆動部の残置等、様々な課題に対応した結果、無事に完工させることができた。

2. 検討内容と課題

シールド機の地中接合方式には大別して機械式接合方式と補助工法併用方式（地盤改良）による接合方式がある。機械式接合方式は予めシールド機のスキンプレートに装備したフードを押し出す方法等があるが、本工事はシールド機は小口径（外径 $\Phi 2,280\text{mm}$ ）のため、上述のような接合装置を装備することができない。また、補助工法併用方式の場合、地上部から施工しようとする路上占有が必要となるが、本工事は住宅が立ち並ぶ幹線道路直下を通過するルートであり、路上占有は難しい。そのため、工事区間内の岩盤層（硬岩）を接合予定位置とし、機械式接合方式や路上からの補助工法を用いない施工方法を採用した。

また、狭隘な作業空間での接合作業の後、シールド坑内にガス導管（ $\Phi 600\text{mm}$ ）を配管した後、ガス導管周囲の空隙部をセメントベントナイトで充填する工事（以下、「配管中詰工事」）もあるため、工事工程を可能な限り短縮することが求められた。このような条件下で以下の点を課題と考えた。

- ① 接合位置・・・安定した地山（硬岩層）での接合
- ② 接合精度・・・工程上のロスになるためシールド機駆動部を解体せずに残置する計画としたが、駆動部とガス導管との離隔は300mm 以上確保する条件（要求品質）のため、接合精度の確保
- ③ 接合部の構造・・・狭隘な作業区間における土留の構造（安全性を確保した上での省略化及び軽量化）

3. 対策工

3.1 接合位置

接合予定位置でのボーリング調査を追加し、硬岩であることを確認及び地下水の有無も測定した。また、接合部の線形は曲線区間だと面合わせが難しいため、平面は直線、縦断線形はレベルとし、接合時にシールド機の面向きを合わせて極力、隙間を減らす線形位置とした。

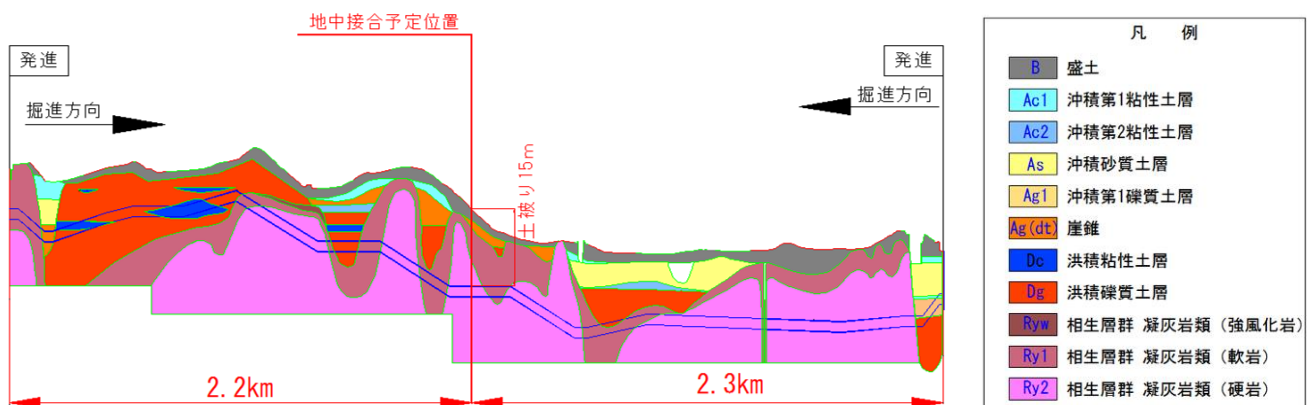


図-1 掘進縦断図

キーワード：シールド、地中接合、岩盤、小口径

連絡先：鹿島建設(株) 関西支店土木部 〒540-0001 大阪市中央区城見 2-2-22 TEL06-6946-7076

3.2 接合精度

シールド機の駆動部はカッターヘッドを回転させるための最大厚20cmのギヤボックスがあり、潤滑剤としてグリースが充填されている。この解体は、溶断厚が幅広く、グリース類燃焼のリスクが高く、工程と安全性の課題が大きかったため、駆動部を残置する計画とした。その場合、ガス導管と駆動部との離隔が300mm以上必要であり、接合精度として相対変位で水平鉛直2方向とも83mm以内を許容管理値とした。そのため、GPS測量を実施し、ジャイロ測量を300m毎に実施した。また、先着シールド機の位置をジャイロ及び光波で最終確定した後、後着シールド機の到達位置に反映した。

3.3 接合部の構造

本工事のシールド機は接合装置を装備せず、かつシールド機内径約2.2mの狭隘な作業空間での接合作業のため、接合部分の土留は軽量化できる構造とした。両シールド機のカッターヘッドは土砂及び岩盤に対応するためセミドーム型を採用しており、接合時は両シールド機のディスクカッターが接触するまで掘進するが、外周部は隙間が発生する。そこに現地合わせのFB（幅100mm、 $t=3.2\text{mm}$ ）を円周方向に沿って溶接接合した。また、カッターヘッドの外周部は残置して土留を省略化し、前面のみ撤去して配管中詰工事に必要最小限の作業空間を確保した（図-2、写真-1参照）。

4. 施工実績

4.1 接合位置

接合部は地下水が比較的多く（約30～40ℓ程度）、接合作業（溶接作業）に時間を要したが、地山は硬岩（シュミットロックハンマーによる一軸圧縮強度が約400kgf/cm²）であったので、崩落することなく安定した状態で接合作業ができた。地下水に対しては鉄板溶接後、隙間を急結モルタルで充填し、さらに硬質発泡ウレタンを注入した。

4.2 接合精度

接合精度は相対変位で水平54mm、鉛直39mmとなり、管理値以内であった。また、接合部の面向きも偏角0.5°（最外周の隙間の差が20mm）程度であったので、接合部の鉄板は問題なく施工できた（図-3参照）。

4.3 接合部の構造

駆動部内径が約1.5mと非常に狭い空間のため、挟まれる危険性が高い作業となる。カッターヘッド外周部は残置して土留に代用することで解体材を減らし、接合部の鉄板も軽量化してクラウン部の施工性も向上した（写真-1参照）。また、機内にはIビームとギヤトロチェーンブロックを準備し、解体材は小分割（約100kg/個程度）して搬出した。溶断部材厚が平均40mm程度のため、小分割にも時間を要したので、カッター外周部も含めて、次工程の配管中詰工事に支障とならない部分は極力残置した。

5. おわりに

安定した地盤内で、配管中詰工事が施工可能な空間をつくり、必要最小限の接合とすることで、到達・解体接合作業を約1ヵ月で完工できた。今後の同種工事の参考になれば幸いである。

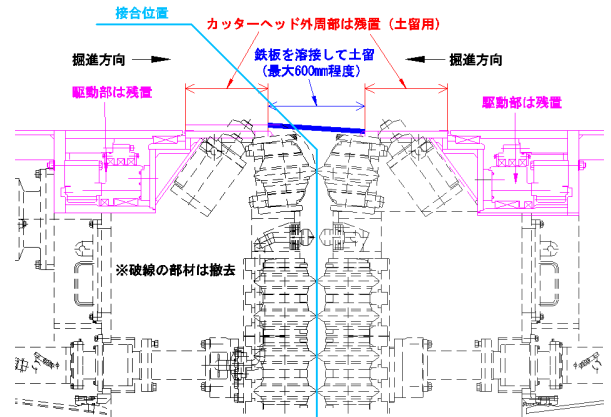


図-2 接合部詳細図

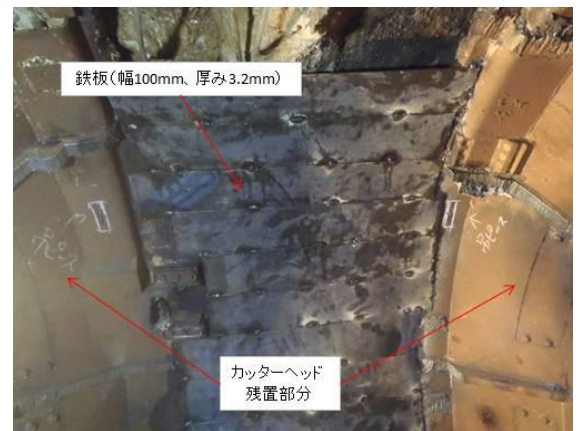


写真-1 接合部

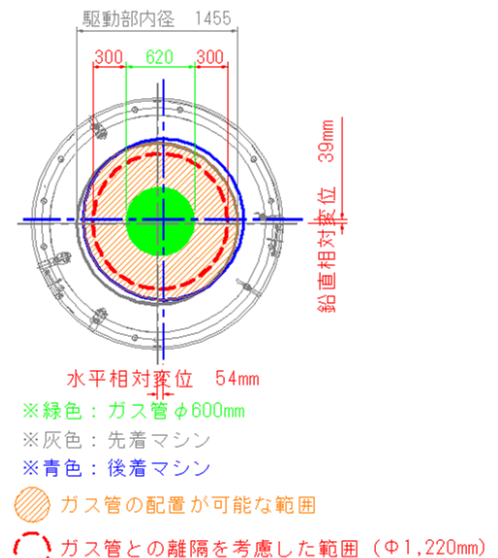


図-3 接合精度