

# 長距離・小断面 TBM によるガス導管トンネルの施工実績 —大阪ガス三重・滋賀ライン山岳トンネル工事—

戸田建設(株) 大阪支店 正会員 杉本伊佐夫  
戸田建設(株) 大阪支店 正会員 ○堀 直

## 1. はじめに

本工事は、大阪ガス(株)が計画している天然ガス輸送幹線「三重・滋賀ライン」のうち、鈴鹿山系にかかる山岳トンネル工事である。トンネルは、滋賀県多賀町の S2 坑口より S4 坑口に至る延長 7,507m (掘削径 φ2,300mm) を TBM 工法で施工を行った (図-1 参照)。工法の選定にあたっては、両端坑口からの 2 切羽、中間部に作業基地を設けた 4 切羽の発破掘削等、早期貫通を目指す検討も行ったが、猛禽類保護等の制限から、TBM 工法による 1 切羽で施工を行った。本稿では、長距離、小断面 TBM における施工計画および施工実績について述べる。

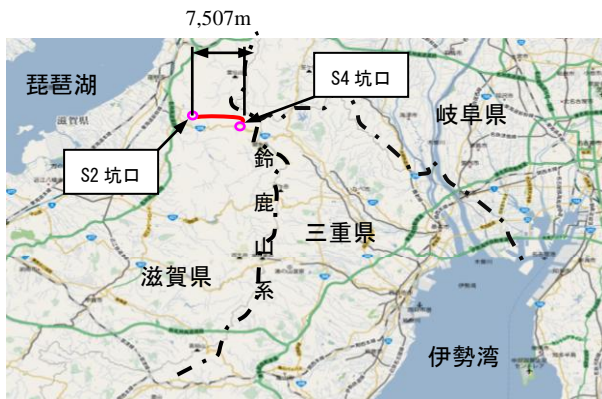


図-1. 施工位置図

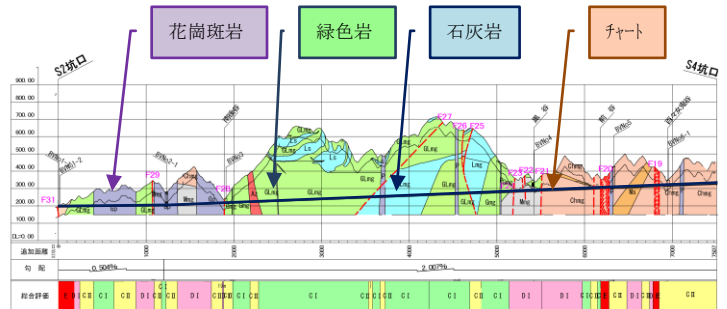


図-2. 想定地質縦断

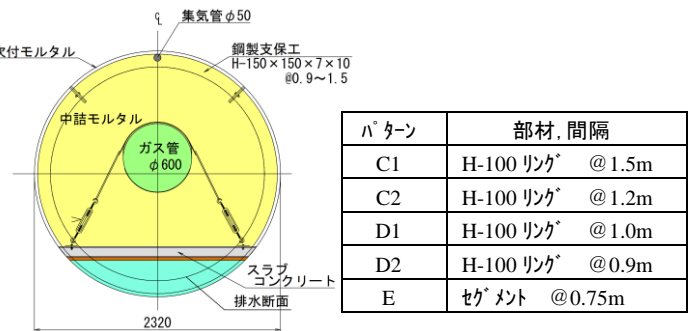


図-3. 標準断面図

## 2. 地質概要

本工事で横断する鈴鹿山系の地質はジュラ紀付加体 (ジュラ紀に海溝陸側に付加した海洋性堆積物) のチャート、石灰岩、緑色岩に泥質岩を挟む構成となっている。坑口より 1km には、湖東流紋岩類の花崗岩・ひん岩が貫入しており、坑口近傍には古琵琶湖層群である砂礫層が堆積する。最大土被りは 400m に達する。地質上の課題点は石灰岩掘削時の突発湧水、付加体による地山の脆弱化、チャート大規模破碎帯、機械掘削における硬質岩 (花崗斑岩、チャート) への対応であった。地質縦断図を図-2 標準断面図および支保パターンを図-3 に示す。

## 3. 掘削設備計画

TBM 掘削機外径は、φ600mm のガス導管をトンネル内に設置するための作業空間を確保するために、φ2300mm と設定した。掘削機の特徴を以下に示す。

- ・フルシールドタイプ (シールドジャッキ 4 本の装備)
- ・脆弱な地山を想定したグリッパの拡大
- ・滑材注入口の装備 (締付け対策)
- ・破碎能力向上のためのディスクカッターの拡径

また、後方台車には小断面に対応した自動吹付ロボットおよび水抜ボーリングを兼ねた先進ボーリング台車などを装備した。(写真-1 および 2 参照)



写真-1. TBM 掘削機

写真-2. 自働吹付ロボット

キーワード：トンネル、TBM、小断面、長距離、拡幅掘削

連絡先：〒550-005 大阪府大阪市西区西本町 1-13-47 戸田建設(株)大阪支店土木工部部 TEL06-6531-6840

### 4. 掘削実績

地質ごとの掘削状況を以下に示す(図-4 参照)。

#### 4-1. 掘削概要

##### (1)TD 約 2,000m まで

緑色岩およびチャートの小規模断層、花崗斑岩の熱水変質地山、粘土化した泥質岩等により当初計画にて想定していた岩等級よりランクの低い岩が大部分を占めた。その結果、マシン後方での地山の表面剥落が激しく、鋼製支保工による施工では、欠落部の空隙充填により施工効率が低下した。対策として、セグメントを使用する E パターンが増大した。切羽においても湧水を伴う崩落が発生し、掘進停止となった。その都度、水抜きボーリングを行い、シリカレジンを注入した上で掘進を行った。



写真-2 テール部地山崩落状況 (マシン後方より)      写真-3 切羽崩落状況 (マシン後方より機内)

##### (2)TD 約 2,000m~TD3,800m まで

緑色岩混在岩で月進 350m と順調に掘進を行った。

##### (3)TD 約 3,800m~TD3,900m まで

約 100m の区間では破碎した緑色岩の出現とともにマシンの拘束が 4 回発生し、拘束対策として拡幅掘削により対応した。

##### (4)TD 約 3,900m~TD5,000m まで

新鮮な石灰岩の掘削で湧水も約 1.0L/min/m の増加があったが大規模な湧水もなく順調な掘進を行った。

##### (5)TD 約 5,000m~TD5,500m まで

泥質岩の掘削で破碎帯の懸念があったが、当該箇所は粘土化しておりセグメントにて対応した。

##### (6)TD 約 5,500m から到達まで

チャート層の掘削で、大規模破碎帯の懸念があり、破碎された層が不規則に出現したが、セグメントの使用、連続掘削で対応した。硬質岩のチャート主体の掘削であることから、カッタービットの摩耗が進行し、2 回/週の交換が進捗に影響を与えた。

### 4-2. TBM 拘束とその対策

#### (1)地山拘束状況

TD3,800m 付近にて大規模破碎帯に遭遇し、TBM 掘削機が地山の拘束により 4 回掘進不能に至った。地山は緑色岩が破碎され細片化する地質であった。

#### (2)TBM 拘束対策

対策として TBM 掘削機を拘束している土圧を除去するため、上半部分の地山を取り除く拡幅掘削を行った。

##### (2-1)拡幅掘削

拡幅掘削は掘削機頂部の土圧を解除できる半円形の掘削形状とした。掘削は人力で行い、本体ベルコンにて鋼車に積み込み搬出した。鋼製

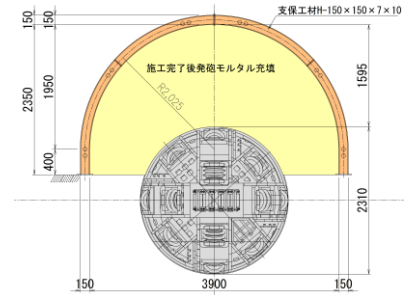


図-5. 拡幅掘削断面図

支保工 (H-150) は狭隘な坑内での施工性をから 4 分割とし、矢板は鉄矢木 (軽量鋼矢板 I 型) を用いた。

##### (2-2)再掘削対策

先進ボーリング調査結果より、拘束された地山がその後も継続することが確認された。再掘削に際しては、健全な地質が出現するまで拡幅掘削を行う方法等についても検討した。しかし、小断面であるため全てが人力施工であるから再度掘削機で掘削し、拘束の都度拡幅掘削を行う方法を選定した。結果的にその後 3 回拘束されたが、安全面から最良の手段であった。

### 5. おわりに

掘削当初より、破碎帯、脆弱な地山によって進捗が大幅に低下した。マシン拘束に際しては、検討、検証を重ねた結果、危機を乗り越え無事に貫通することができた。ひとえにこの工事に携わった人々の協力の賜物であり、改めて感謝いたします。

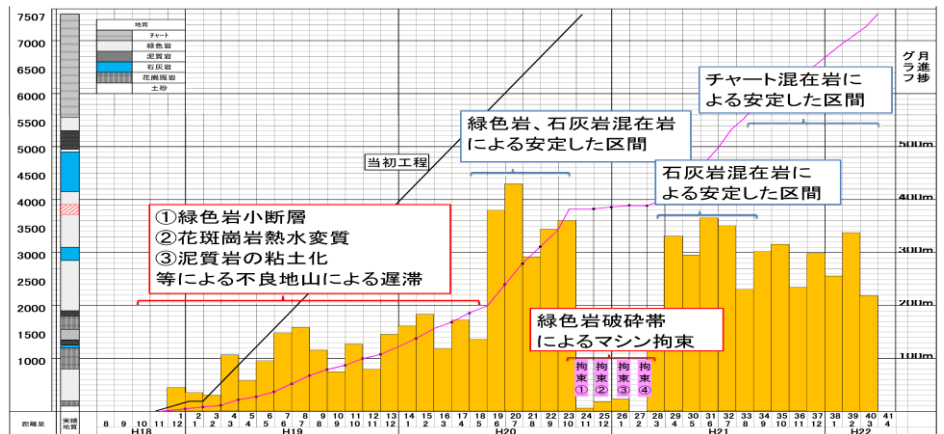


図-4. 進捗実績