現場拝見レポート

シールドトンネル切開き工法の施工

三井住友・JFE 工建・若築
特定建設工事共同企業体　副所長
吉岡　健一

1　はじめに

首都高速中央環状新宿線（**図表１**）は、都道環状６号線（通称山手通り）の地下に位置し、延長約11km のうち約10km が地下10m 以深を通る。

地下部分は、工事にともなう騒音・振動、地上交通の渋滞発生を軽減するため、約７km 区間で外回りと内回りが別々の双設シールドトンネルとなっている。シールドトンネルの直径は約13m である。

地上からこの地下トンネルへのアクセスは、出入口５か所、ジャンクション２か所となっている。

本稿では、新宿線の富ヶ谷出入口トンネル（**図表２**）で施工中の、開削工法によるシールドトンネル切開き工法について報告する。

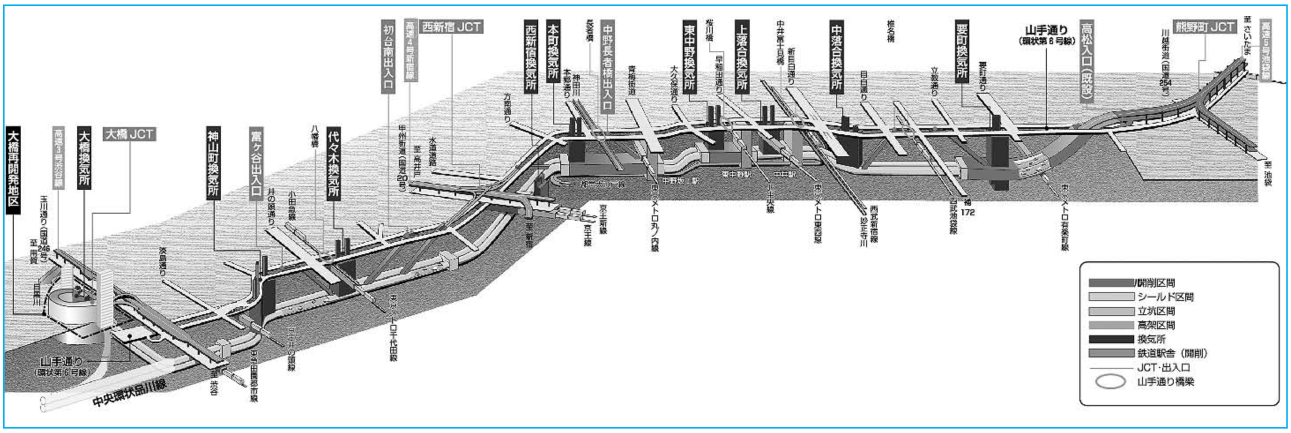
図表１　首都高速道路路線図

出典　首都高速道路 HP より転載

2　工事概要

本工事の概要は次頁**図表３**のとおりであり、本線

図表２　首都高道路中央環状新宿線概要図（出典　首都高速道路 HP より転載）



図表３　工事の概要

工 事 名	ＳJ22工区(1−2)富ヶ谷出入口トンネル工事	
発 注 者	首都高速道路株式会社	
施 工 者	三井住友・JFE 工建・若築特定建設工事共同企業体	
工事場所	東京都渋谷区富ヶ谷２丁目	
工　　期	平成14年３月〜平成20年８月	
工事内容	1）開削トンネル躯体工 コンクリート 鉄　　筋	L＝160m 約13,800m³ 約1,800t
	2）土　工	約51,000m³
	3）埋戻し工	約33,000m³
	4）シールド内躯体工 床　版　工	 約2,100m²
	5）仮設工 切梁腹起工 ＳＭＷ工 薬液注入工 地盤改良工 覆　工　工	 約2,500t 約6,250m² 約5,500m³ 約6,870m³ 約3,200m²

（双設シールドトンネル）に地上から約８％の勾配で接続する出入口線の躯体を構築するものである。

本線シールドトンネルは、工区始点方で約３mの高低差を有し、工区終点方でほぼゼロとなる。出入口躯体は、送排気等のダクトを車道階の下に有し、工区始点方（３ブロック）には、ダクト階の下に緊急時避難用階段室を有する。

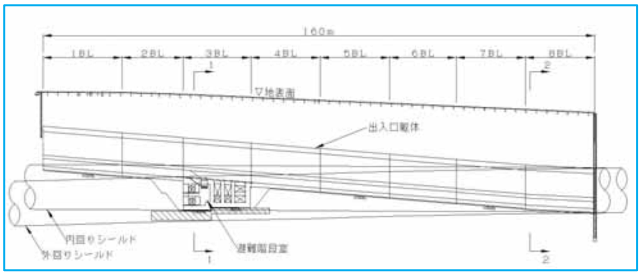
施工手順は、シールド通過前に地中連続壁（SMW）や路面覆工等の仮設を施工し、シールド通過とほぼ同時に掘削を開始する。シールド天端より上部は SMW を、下部はセグメント（鋼殻）を山留壁とし、最大約34m の深さまで掘削する。床付面はシールド下端付近に達する区間もある。出入口躯体は、鋼殻スキンプレートおよび縦リブを切断・撤去し、鋼殻主桁間に配筋を行い、鋼殻と一体となった RC 構造として構築する。躯体構築後、支障する鋼殻主桁は切断・撤去し、躯体完成となる（**図表４〜８**）。

３　設計施工上の課題と対策・施工状況

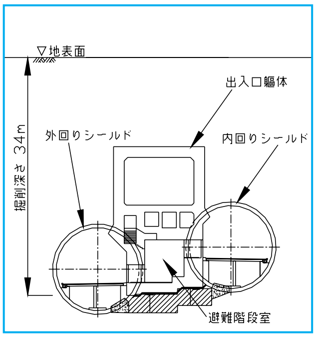
【１】地下水対策

当工区の地層は、上部から関東ローム層、東京砂

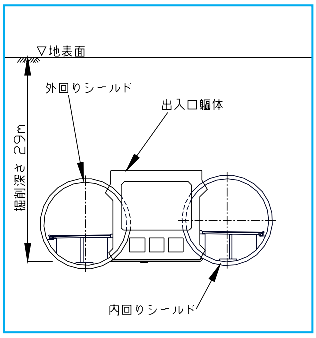
図表４　ＳJ22工区(1−2)縦断図



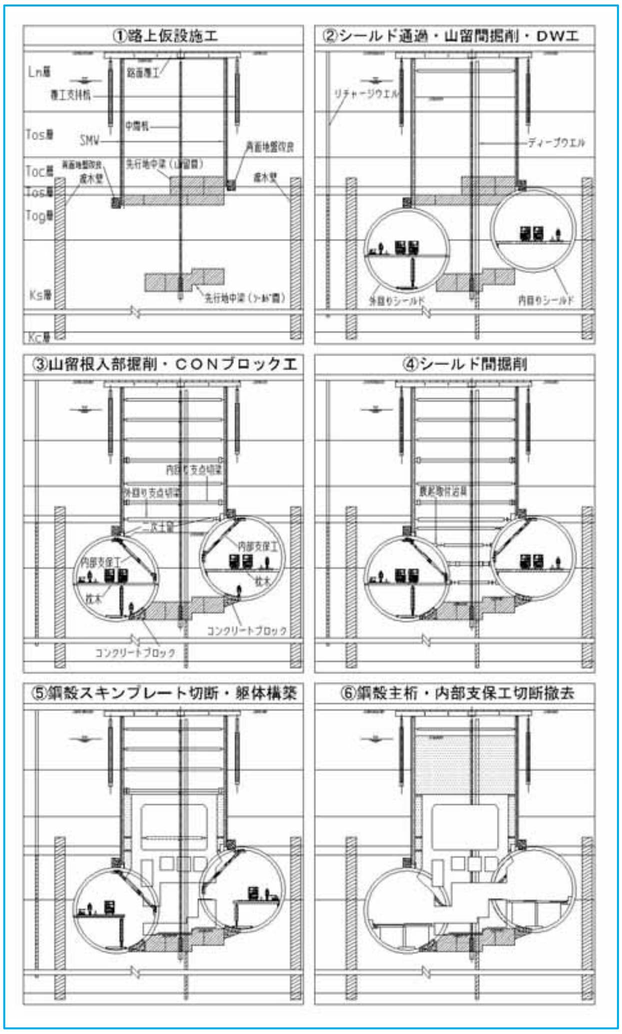
図表５　１−１横断図



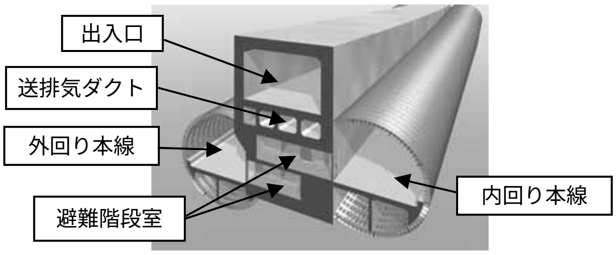
図表６　２−２横断図



図表７　避難階段室施工手順図



図表８　避難階段室完成予想図



層、東京粘土層、東京礫層、上総砂層、上総粘土層となっている。シールドは、豊富な地下水を持つ東京礫層から上総砂層に位置し、掘削時の地下水対策が重要な課題であった。

この対策として、遮水壁工法を採用した。遮水壁は、掘削域への地下水流入量低減を目的とし、薬液注入工法（ダブルパッカー方式）により地表面から約50m 下の上総粘土層に根入れさせて施工した。

この対策により、遮水壁の外へ影響を与えることなく、掘削底面の安定を保ちシールド間の掘削を完了した。

【２】根入れのない山留壁の安定

本工事では、SMW 部分の土砂をすべて掘削する必要があり、SMW は根入れのない状態となる。

SMW の設計は、SMW 先端部分の切梁を支点とした片持ち梁とし、弾塑性法で実施した。

設計結果から、片持ち梁の支点切梁設置時の掘削底面の安定を確保するため、SMW 先端部分に高圧噴射攪拌工法による先行地中梁を設置した。形状は、双設シールドトンネルに高低差があり左右の SMW 先端位置が異なるため、段差形状とした。

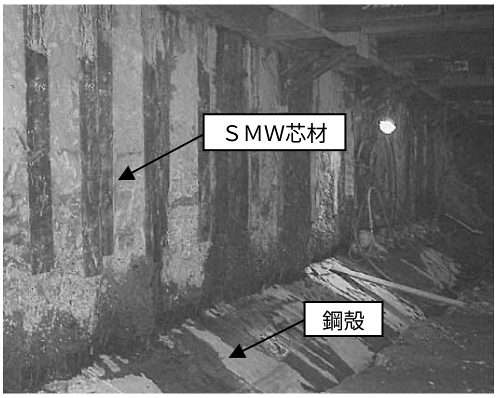
また、SMW 芯材とシールドとの離隔0.5m を掘削時に防護するため、SMW 背面に高圧噴射攪拌工法による地盤改良を行った。

シールド間掘削から躯体構築までの長期にわたる防護は、二次土留により確保した。二次土留は、双設シールドトンネルの段差を考慮して、SMW 芯材を延長したタイプ１とシールドセグメントから芯材が飛び出したタイプ２の２種類とした。

一軸圧縮強度が３N/mm^{2}以上の改良体が対象となる根入れ部掘削は、切梁間隔が非常に狭いため、トンネル掘削用のカッターローダーを用い、出水等のトラブルが発生することなく完了した。

写真１　カッターローダ掘削状況

写真２　根入れ部掘削完了状況



【３】シールド間掘削

シールド間の掘削は、鋼殻に治具を取り付け、この治具に腹起しを設置する、切梁腹起方法で行った。

治具は、鋼殻主桁に現場で溶接して取り付けた。また、双設シールドに段差がありかつシールド下端付近まで掘削を行う避難階段室部分は、シールド裏込材の付着性能を考慮した事前解析結果から、切梁腹起や地盤改良体による先行地中梁ではシールドの安定確保ができないため、シールド通過前に造成する地盤改良体と、シールド天端まで掘削した時点でシールド内から施工するコンクリートブロックを合わせた構造の先行地中梁をシールド下端部に設置することとした。

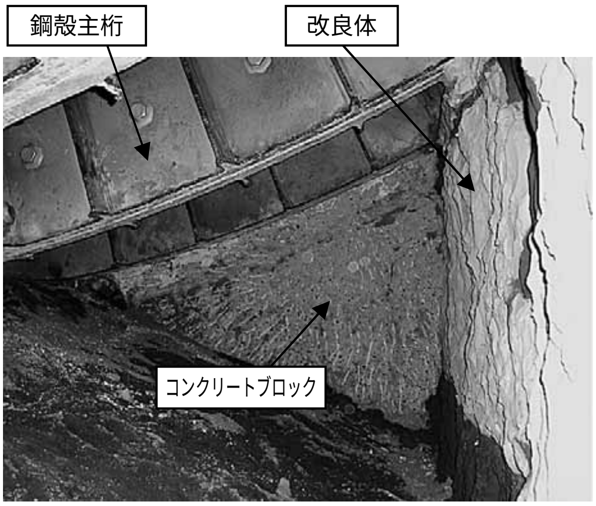
コンクリートブロックの施工は、ほかの JV によるシールド掘進中に行うため、資・機材等は自工区

内の鋼殻主桁間のスペースから搬入し、枕木下で人力掘削により施工した。

掘削土砂は、土嚢袋につめ、枕木下に仮置きし、シールド間掘削が終了し、鋼殻を切り開いてから搬出した。

シールド間掘削は、シールド変形が設計値を超えることなく完了した。

写真３　コンクリートブロック打設面



【４】出入口躯体と鋼殻の接合

出入口躯体と鋼殻の接合は、鋼殻主桁から10cm残して切断した縦リブをシアコネクターとし、耐力が不足する場合には、主桁にスタッドジベルを溶植する方法とした。

接合部耐力の確認は、実物の２分の１で作成した供試体による各種実験結果から決定した。

写真４　シールド切開き状況

４　おわりに

現在、掘削が完了し、躯体を施工中であり、工事完了までには、ダクト階に露出した鋼殻主桁の切断・撤去など、まだまだ課題が多い。

今後の課題を１つひとつ克服し、工事を無事故・無災害で竣工できるように、今後も鋭意努力していく所存である。

【引用文献等】

- 首都高速道路ＨＰ
- 『山手だより』（2007年２月、東京都建設局道路建設部／首都高速道路株式会社東京建設局）

●　編　集　後　記　●

◆新連載「江戸の坂道散策」がスタートしました。普段なにげなく通っている坂が、江戸時代に命名されたものであったりするところも、江戸開府から400年余の歴史を持つ東京の魅力のひとつと言えるでしょう。また、編集担当も新しくなりました。今後も皆様にとって、身近で読みやすい誌面づくりに努力してまいります。ご指導・ご鞭撻のほどよろしくお願いいたします。

ＤＯＢＯＫＵ技士会 東京　第38号
平成19年９月１日発行
第12巻第２号（通巻38号）
発行人――井出　勝也
発行所――東京土木施工管理技士会
〒104-0032 東京都中央区八丁堀2-5-1
（東京建設会館５階）
☎03-3552-5800　FAX03-3552-5832
［ＵＲＬ］http://www.to-gisi.com/
［E-mail］webmaster@to-gisi.com