

大橋連結路開削部の施工

大橋 JCT EF 連結路工事

藪 本 篤

大橋 JCT の EF 連結路工事は都市内の限られた作業ヤードと工程上の制約条件の下、山留め壁として建設用地幅を縮小できるソイルセメント鋼製地中連続壁工法の本体利用を採用し、地上から逆巻き工法により躯体を構築する。また本工事は、営業中のシールドトンネルを開削工法にて切開く工事であるため、営業中トンネルに一般車両と切開き施工帯を分離するプロテクターを設けて安全性を確保し、またシールドトンネル本体に影響を与えないよう計測管理を行いながら施工を行っている。

キーワード：切開き、逆巻き工法、ソイルセメント鋼製地中連続壁、営業線防護、計測管理

1. はじめに

中央環状品川線は、全線約 47 km の中央環状線の南側部分を形成しており、大井 JCT で首都高速湾岸線から分岐したのち、目黒川および環状第 6 号線（山手通り）の地下をシールドトンネルで北上し、大橋 JCT を介して中央環状新宿線および首都高速 3 号渋谷線に接続する路線である（図—1）。中央環状品川線では、そのほぼ全線においてトンネル構造を採用しており、自動車からの騒音や振動を外部へほとんど伝えない、排出ガスの影響を最小限にするなど、沿道の環境に与える影響の抑制を図っている。

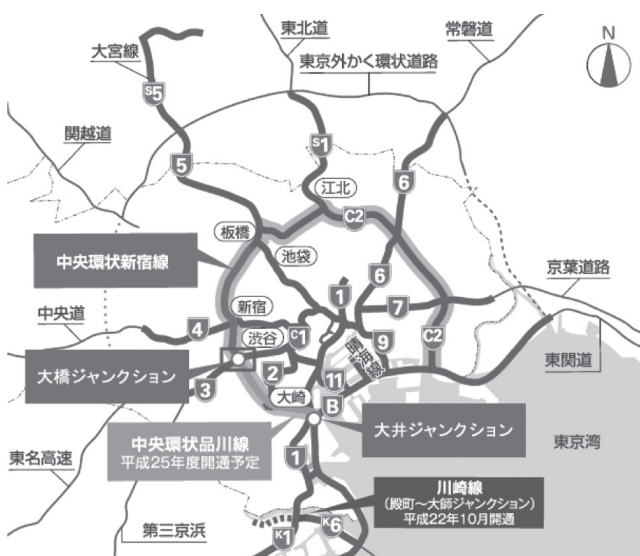
本稿では、大橋 JCT の中央環状品川線とを接続する SJ14 工区 (1) EF 連結路トンネル工事において行

われている、逆巻き工法による開削躯体の構築と、営業中のシールドトンネルの切開きによる分合流部の構築について報告する。

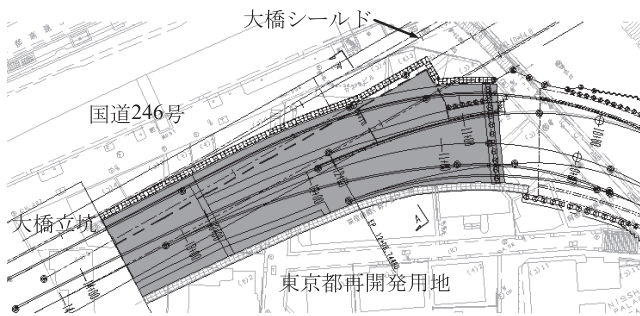
2. 工事の概要

本工事（SJ14 工区 (1) EF 連結路トンネル工事）は、中央環状品川線と首都高速 3 号渋谷線を接続する大橋連結路のうち、大橋 JCT ループ部に近い部分に位置しており、中央環状新宿線から流入する営業中の大橋シールドの上層トンネルを開削工法で切開いて合流部を構築する工事である。大橋 JCT は中央環状線と首都高速 3 号渋谷線を接続するフルジャンクションであり、そのうち A～D 連結路は 3 号渋谷線と中央環状新宿線を繋ぐ連結路で、E、F 連結路は中央環状品川線と 3 号渋谷線を繋ぐ連結路である。本工事で構築する EF 連結路トンネル躯体は上下 2 層の開削トンネルとなっており、上層トンネル（F 連結路）は大橋 JCT から品川線への流出、下層トンネル（E 連結路）は品川線から大橋 JCT への流入である。上層は矩形のトンネル構造、下層は大橋シールドの鋼製セグメントと開削躯体の RC スラブを接続する切開き構造となる（図—2、3）。

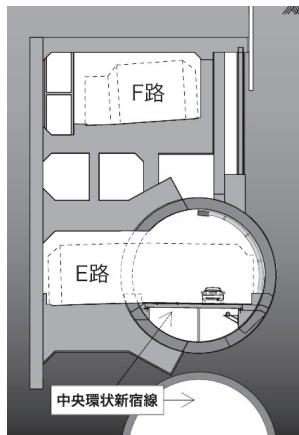
営業中トンネルの切開き工事となるため、切開き施工時の安全性を確保するために、中央環状新宿線の営業開始前に一般車両と切開き施工帯を分離するプロテクターを設置して、切開き工事によるセグメント切断時に生じる煙などの影響が営業車線に生じないように配慮している。また営業中のトンネル自体に対して、



図—1 首都高ネットワーク



図一2 工事範囲 (平面図)



図一3 工事範囲 (断面図)

機能および構造的な安全性が確保できるように、シールドトンネルの計測管理を実施しながらの施工をしている。

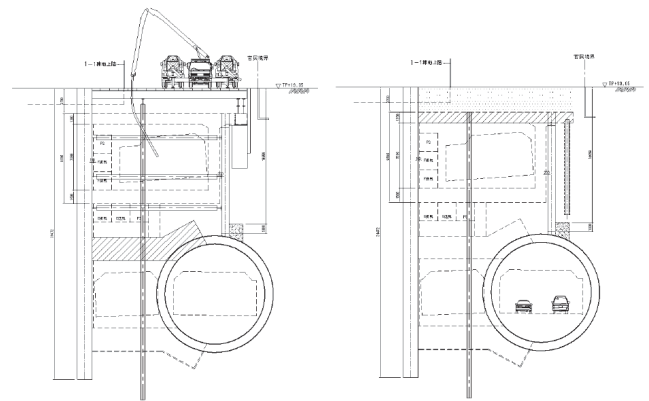
なお、大橋JCTは東京都再開発との協同事業を行っており、立体道路区域を設定しトンネル上に再開発ビルの一部が構築される予定である。平成23年3月までには、再開発ビルの工事のためにトンネル上部も含め地上ヤードを東京都へ返還する必要があることもあり、上層トンネル頂版を先行して施工する逆巻き施工により躯体を構築している。

本工事では再開発用地に隣接する山留め壁として、都市内の限られた作業ヤードと工程上の制約条件から、建設用地幅を縮小できる本体利用のソイルセメント鋼製地中連続壁を採用している。

3. 躯体構築方法の検討

近接構造物への影響を極力抑えるため、開削躯体構築の施工手順として、①案（E連結路頂版先行案）と、②案（F連結路頂版先行案）の2つの方法を検討した（図一4）。また、東京都再開発との工程上の制約も条件となる。

①案は、上層のF連結路の構築に先立ち、下層のE連結路頂版を先行して施工し、その後E連結路底



①案 (E 頂版先行案) ②案 (F 頂版先行案)

図一4 施工方法検討

版およびF連結路頂版を施工する案であり、F連結路の頂版構築と埋戻しが終了した時点で用地返還が可能となる。また、②案は、F連結路の頂版を先行して構築し、その後下部の躯体を逆巻き工法にて施工する案であり、F連結路の頂版構築と埋戻しが終了した時点で用地返還が可能となるが、用地の返還後は、品川線EF連結路側からの横引き施工となる。①案と比較してその期間が長い為、工程調整、ヤード調整が必要となるが、全体工程は短くなる。協定による用地返還期限を満足させるため、②案のF連結路頂版を先行して施工して逆巻き施工により躯体を構築する方法を採用した。またF連結路頂版、E連結路頂版を逆巻き工法にて施工することにより、土留め壁の変位を抑制し、近接する構造物に対する影響を抑えることが可能である。

施工ステップは図一5に示すとおり、まず山留め壁を施工し路面覆工を設置する。上段掘削を行い、F連結路頂版打設後、覆工板を撤去し頂部を埋め戻して作業用地を東京都再開発に返還する。その後支保工を設置しながら掘削を進めてE連結路の頂版を打設した後、下段の掘削を進めE連結路の底版、F連結路の底版および側壁を打設する。最終的に、E連結路の鋼製セグメントを切開いて合流部を形成した後、支保工を撤去して開削躯体の完成となる。

4. 再開発側山留め壁の選定

山留め壁の施工方法の種類は、現場の制約条件やその用途によって多岐にわたる。本工事において再開発用地に隣接する山留め壁の施工方法の選定には、以下の点を考慮する必要がある。

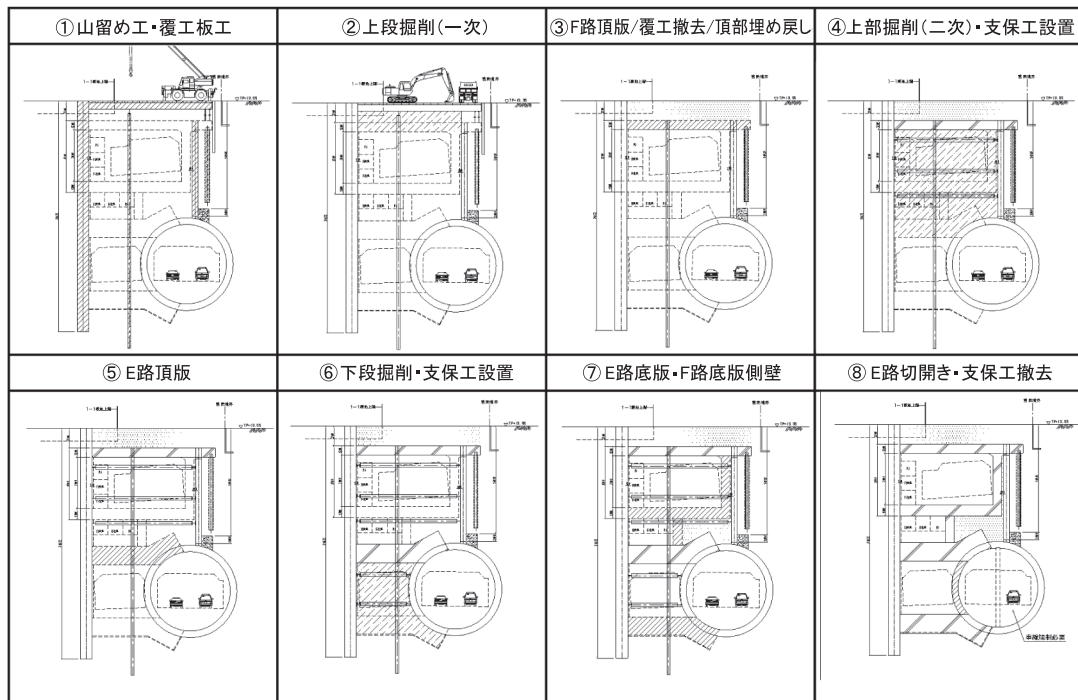


図-5 施工ステップ

(1) 山留め壁選定における着目点

- ・掘削深度が深い（約 30 m）ため、大規模掘削に対応できること。
- ・作業用地が限定されるため施工効率が良く占有面積の小さい工法であること。
- ・地下水位が高いことから、止水性が良いこと。
- ・砂礫層ならびに土丹層を掘削するため、先行削孔等の補助工法を必要としないこと。
- ・東京都再開発事業用地を借用できる期間が限られており工程上の制約から、工期が優先となること。

(2) 山留め壁の選定方法

以上の点を考慮し、再開発側山留め壁として鋼製地中連続壁を選定した。鋼製地中連続壁は、剛性が高いため当該工事のような掘削深度の深い施工に適しており、本体利用とすることで全体工程も有利となる。

また、鋼製地中連続壁には工法-I（コンクリート等充填鋼製地中連続壁工法）と工法-II（ソイルセメント鋼製地中連続壁工法）があり、それぞれ作業スペース、経済性、工期などの項目から適応性を評価した。

作業スペースに関して、施工は区分地上権設定範囲内の作業が前提となるため、泥水処理プラント、安定液プラント、コンクリートプラントを配置する通常の連壁施工ヤードでの施工は不可能であると考えられた。しかし、工法-Iについてはコンクリートプラントを省略しコンクリートを打設時搬入にて対応する、工法-IIについてはCSM等の現位置攪拌工法により

泥土モルタルを生成してその中に芯材を建て込むことで、両案ともヤードの配置が可能となる。経済性に関しては、現位置攪拌で設備が少なくコンクリートの購入の必要が無い工法-IIが経済的である。また、施工のスピードは現位置攪拌となる工法-IIのほうが早い。さらに工法-IIは、混合攪拌処理工法で築造されたソイルセメント壁中にNS-BOXのGH-RとGH-Iの2種類の部材を交互に連続して建込み、両フランジで嵌合できるため、継手部の止水性が高くなる（図-6、7）。

これらの点を総合的に勘案し、鋼製地中連続壁工法-IIを採用した。図-8に、ソイルセメント鋼製地中連続壁の芯材立て込み状況を示す。

ソイルセメント鋼製地中連続壁は、芯材の内部に強度を期待しないソイルセメントが充填された構造であるが、芯材のフランジにカップラーを溶接しており、躯体のスラブの主筋と接続することで本体利用（単独壁）としている。また溶接カップラーの背面には補強プレートを配置している（図-9）。

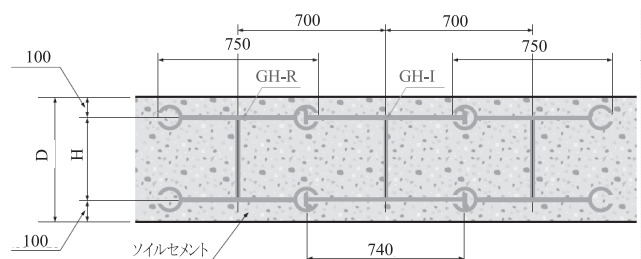
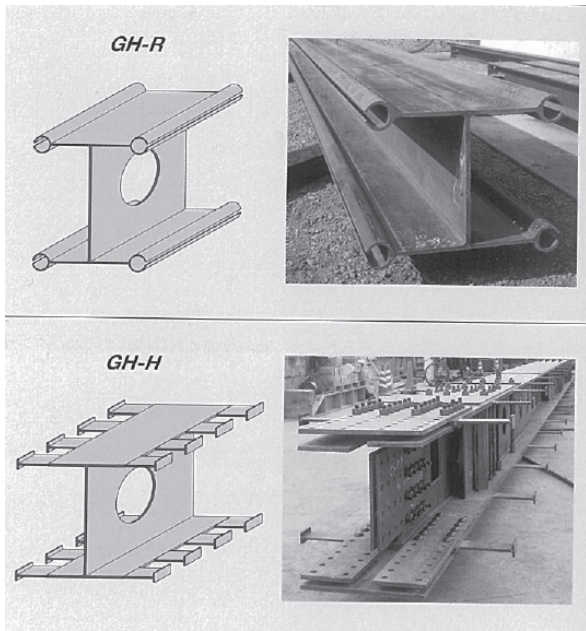


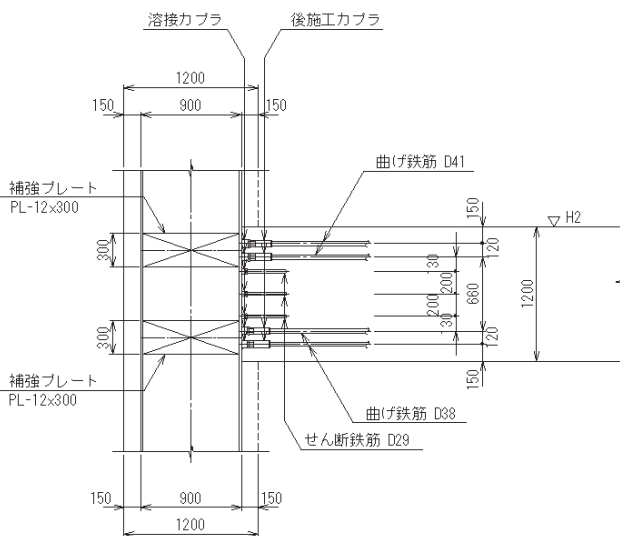
図-6 ソイルセメント鋼製地中連続壁（標準構造）



図一七 NS-BOXの構造



図一八 ソイルセメント鋼製地中連続壁施工状況



図一九 鋼製連壁 溶接カブラ

5. 営業中シールドトンネルの切開き

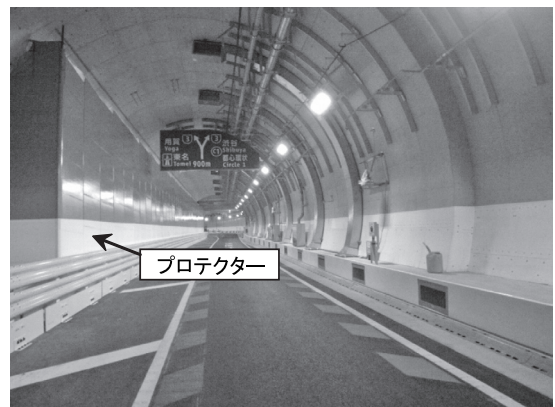
RC 躯体構築後、営業中の大橋シールドのセグメントを切開いてE 連結路合流部を構築する施工を実施する。近接する再開発ビルの掘削や逆巻き施工による躯体の構築、およびシールドトンネルの切開き施工によって、営業中の大橋シールドに与える影響や安全性を考慮して施工を進める必要がある。

切開き施工時には、セグメント切断時に発生する煙などによって、営業車線を通行する車両の視認性等への影響が懸念される。安全性を確保するため中央環状新宿線の営業開始前に、一般車両と切開き施工帯を分離する営業線防護プロテクターを設置し、営業中のシールドトンネル切開き施工に配慮している。プロテクターは、1500 mm ピッチで立てた H 鋼の前面に防音パネルを設置している。一般車両が衝突する可能性も考えられるため、前面にガードレールを設置している (図一 10, 11)。

中央環状新宿線の開通後、切開き施工までは時間があるが、プロテクターの設置によって営業車線の断面が縮小される。プロテクターの上部空間を換気シミュレーションによる火災時の煙溜まりとして見込んでいるため、現状プロテクターの上部とシールドセグメントの間は完全に仕切られてはいない。切開き施工時には、プロテクター上部とセグメントとの間に防災シートを用いて切開き施工により発生する煙が車道に出ないように遮断することとなる。

大橋シールドの機能および構造的な安全性が確保できる許容変位については、FEM による逐次解析を行い躯体構築の施工ステップを検討し、逐次解析による結果を許容値として管理値を設定している。

逐次解析結果では、上層トンネル (B2 下層)、下層トンネル (D2 下層) とともに、EF 連結路開削部の掘削時には上下につぶれ、EF 連結路開削部の掘削が進



図一 10 営業線防護プロテクター

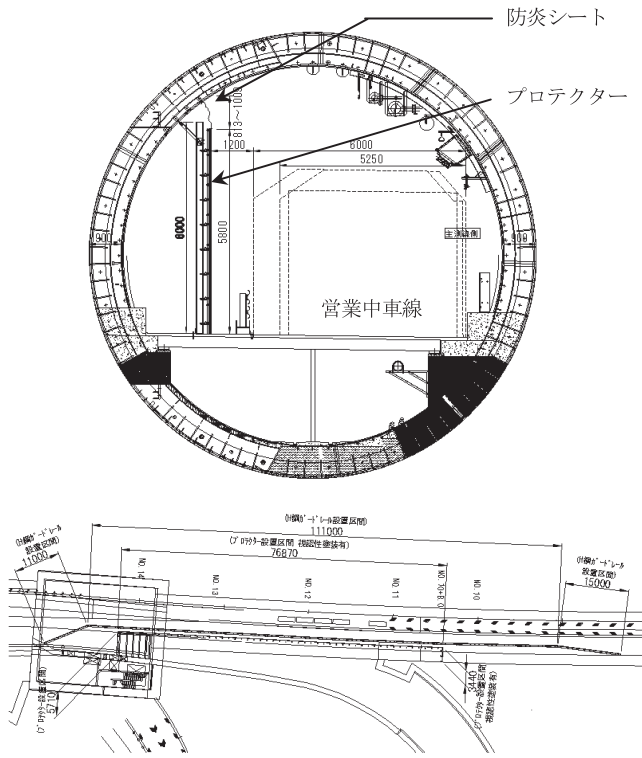


図-11 プロテクター設置図

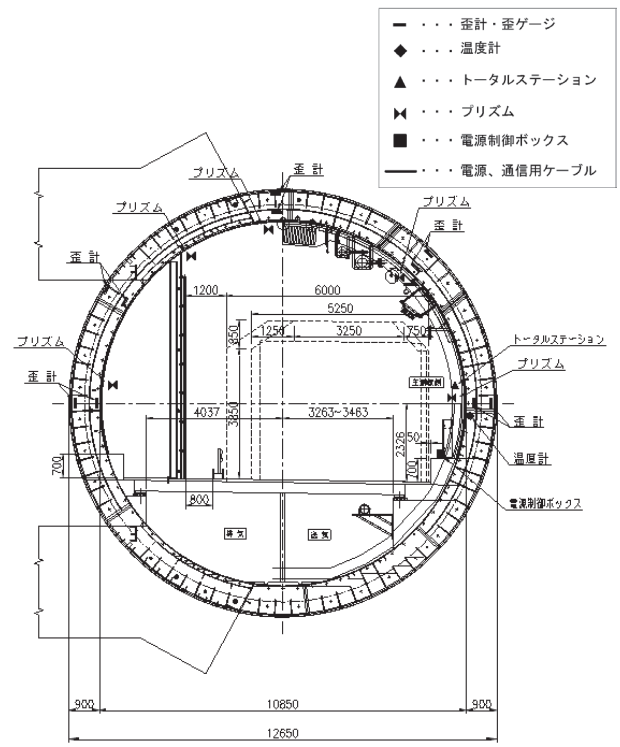


図-14 計測機器設置断面 (大橋シールド上層トンネル)

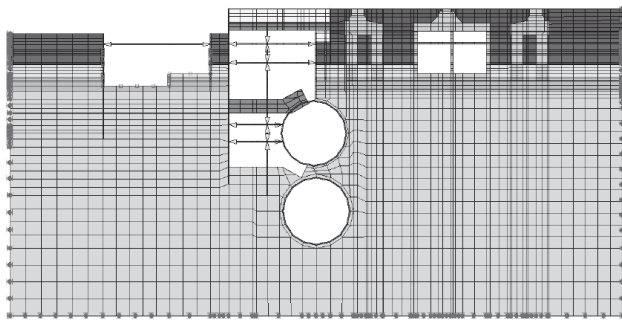


図-12 逐次解析モデル

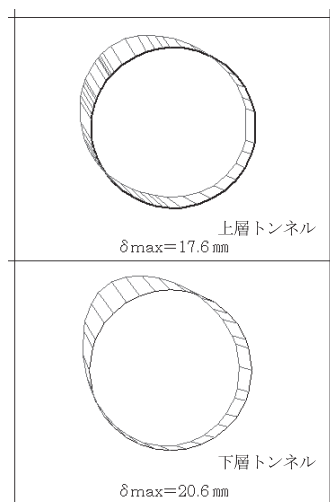


図-13 シールドトンネル変位 (逐次解析)

の状態、隣接する再開発ビルが床付けまで掘削されたときにおいて生じている (図-12, 13)。

これらを考慮し、トータルステーションを用いた大橋シールドセグメントの変形を計測管理しながら施工を行う。計測断面は、上下層ともに切開き区間2断面、非切開き区間1断面の計3断面とした。計測断面の位置は、土留めの設計断面位置や施設付属物による計測機器設置位置への制限を考慮して決定した。図-14に一例として上層トンネル (B2下層) の計測機器設置断面図を示す。

6. おわりに

本稿は、都市内の狭隘な空間の中で、作業ヤード等の制限のもと、山留め壁の選定および地下トンネルと営業中のシールドトンネルとを切開いて接続する工事の概要について紹介した。営業中のシールドトンネルの切開き工事はこれまでもあまり例がなく、安全のため計測管理を徹底して施工を実施していく所存である。

JCMA

[筆者紹介]

数本 篤 (やぶもと あつし)
 首都高速道路(株)
 東京建設局 設計グループ



行するに連れて、掘削側斜め上方に引っ張られるような挙動を示した。最大変位は両トンネルともにE連結路トンネル頂版下まで掘削し、E連結路頂版施工前