

# 首都高速都心環状線日本橋区間の 地下化プロジェクト概要

藪本 篤<sup>1</sup>・遠藤 啓一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 首都高速道路株式会社 更新・建設局 (〒101-0054 東京都千代田区神田錦町 2-2-1)  
E-mail: a.yabumot114@shutoko.jp

<sup>2</sup>正会員 首都高速道路株式会社 更新・建設局 (〒101-0054 東京都千代田区神田錦町 2-2-1)  
E-mail: k.endou164@shutoko.jp

首都高速道路の日本橋区間地下化事業は、大規模更新(竹橋・江戸橋 JCT 付近)のうち神田橋 JCT から江戸橋 JCT までの約 1.8km を事業区間として、高架橋である既設高速都心環状線を地下化する事業であり、現状は本体工事の工事契約に向けて契約手続きを進めているところである。

本稿では、周辺の再開エリアや地下鉄、並行する日本橋川への影響を踏まえた地下化ルートを選定経緯、また、既設八重洲線地下トンネル、地下埋設物等の周辺構造物や河川下での分合流構築等の制約条件を踏まえたシールド区間と開削区間の構造選定経緯、トンネル区間における工事の特徴および今後の課題について報告する。

**Key Words:** renewal project, underground project, shield tunnel, open cut tunnel

## 1. 日本橋区間地下化事業概要

首都高速道路の日本橋区間地下化事業は、図-1 に示す通り、大規模更新(竹橋・江戸橋 JCT 付近)のうち神田橋 JCT から江戸橋 JCT までの約 1.8km を事業区間として、そのうち約 1.1km を地下化する事業<sup>1)</sup>である。

都心環状線の神田橋 JCT～江戸橋 JCT は、1964 年の東京オリンピックの開催に向け、日本橋川の上部空間に建設された区間である。開通から 50 年以上が経過しており、コンクリート床版の亀甲状のひび割れや鋼桁の切欠

き部の疲労き裂等の重大な損傷が多数発生している等、過酷な使用状況にあることから、2014 年に大規模更新による高架での造り替えが事業化した。その後、日本橋川周辺の再開発地区が国家戦略特区の都市再生プロジェクトに追加されたことにより、まちづくりの機運も高まり、2017 年 7 月に国土交通大臣および東京都知事から日本橋周辺のまちづくりと連携した日本橋地下化に向けて取り組むことを発表された。国、東京都、中央区、首都高速道路株式会社にて計 3 回行われた首都高日本橋地下化検討会により、地下化ルートや事業スキームについて検討



図-1 日本橋区間地下化事業範囲

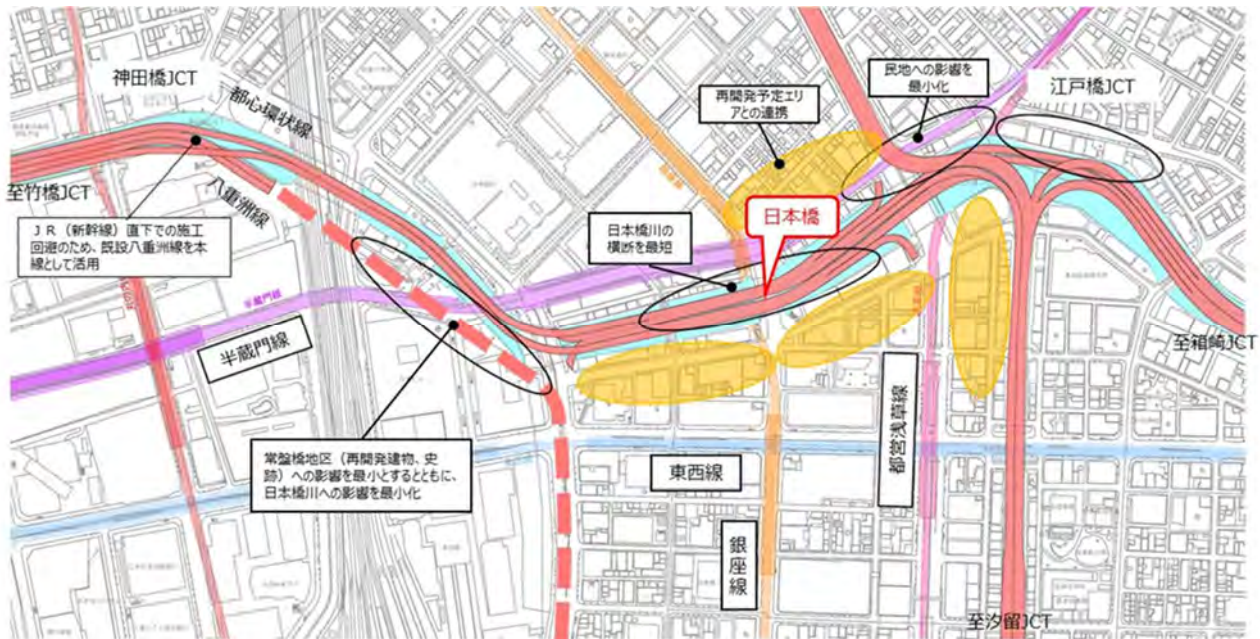


図-2 平面線形のコントロールポイント

表-1 道路規格及び設計速度等

項目	本線	連結路
道路区分	第2種第2級	C規格
設計速度	60km/h	40km/h
車線数	1方向2車線	1方向1車線
車線の幅員	3.25m	3.25m
路肩	左側	1.25m
	右側	0.75m
	側帯	0.50m
標準横断勾配	1.50%	1.50%

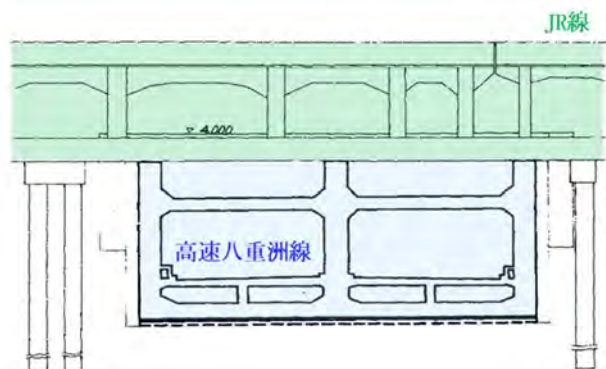


図-3 高速八重洲線とJR線の一体構造

され、2019年10月に都市計画変更、2020年4月に都市計画事業認可を受けて、現状は本体工事の工事契約に向けて契約手続きを進めているところである。

## 2. 地下化ルートを選定

日本橋地下化における、道路（本線、連結路）の道路規格および設計速度等を表-1に示す。地下化ルートは、本線の道路規格を第2種第2級、設計速度60km/h、連結路の道路規格をランプ規格（C規格）、設計速度40km/hと設定している。なお、連結路は新設都心環状線トンネルと八重洲線分合流部のハードノーズから東京駅方面の改築範囲まであり、他の改築範囲は本線規格となる。

地下化ルート上には、地下鉄、地下埋設物、周辺の再開発等、多くの制約が存在する。地下ルートは、既存の八重洲線のトンネルから、これらの地下鉄を避けながら江戸橋JCTで既存の高架構造に接続する必要がある。地下化にあたっての道路線形の平面および縦断のコントロールポイントを以下に示す。

### (1) 平面線形のコントロールポイント

図-2に、地下化ルートにおける平面線形のコントロールポイントを示す。

#### a) 既設高速八重洲線の活用

神田橋JCTでは高速都心環状線と高速八重洲線が分合流する構造となっており、高架構造で高速都心環状線から分岐した高速八重洲線は日本橋川の右岸側へ下りトンネル構造となっている。また、地下の高速八重洲線とJR線とが交差する部分で、八重洲線の躯体とJRの橋台が図-3の通り、一体構造となっている。

神田橋JCT側における地下化の起点を竹橋JCT側からとする場合、高速八重洲線の改良にあたって、JR線の橋脚を移設する必要があり、そのための施工は非常に困難である。そこで地下ルートについては、既設高速八重洲線のトンネルを活用することとし、更新区間の起点はJR線を過ぎた位置からとした。これにより、新幹線を含むJR線直下での施工を回避できる。

b) 大手町連鎖型都市再生プロジェクト（常盤橋地区）への影響

国土交通大臣および東京都知事が日本橋地下化に向けて取り組むことを発表した2017年7月時点では、大手町連鎖型都市再生プロジェクトは、第1次～第4次再開発のうち第3次再開発までが完了しており、第4次の常盤橋街区についても2017年4月に着工済みであった。

日本橋区間の地下化事業は、再開発と一体になって整備を行うことになるが、既に着工済みであった常盤橋街区の大手町連鎖型都市再生プロジェクトへの影響を最小限にするため、既設八重洲線より南側へ極力道路線形を広げないよう考慮した線形としている。

c) 日本橋川への影響

地下化ルートは一石橋付近から江戸橋付近において、日本橋川を右岸側から左岸側へ横断する計画としている。既設高速都心環状線は日本橋川上に設置されており、一部の河川内既設橋脚基礎が地下化ルートと干渉することから、地下ルート構築前に既設橋脚基礎の撤去が必要となり、日本橋川の横断箇所を最少となるように計画した。

一方で、当該区間は一日約10万台の断面交通量があることから、地下化に伴う長期通行止めは不可能である。そのため、日本橋河川内に設置されている既設都心環状線橋脚の一時的な仮受を実施した上で、地下化ルートと干渉する河川内既設橋脚基礎を撤去する計画としている。

また、トンネル区間の一部はシールドトンネル径以下の超低土被りとなっており、地表面から浅い位置で日本橋川と交差することから、既設護岸の杭基礎とも干渉が避けられず護岸の改修も必要となる。

このように、既設高速都心環状線の仮受施工、既設橋脚撤去および河川護岸の改修など大規模な工事を日本橋川河川内で実施する必要がある、計画においては一次元不等流計算などの水理計算の他、模型による水理実験等の水理検討を実施しながら検討を進めていく必要がある。

d) 再開発エリアとの連携と民地への影響

高度に都市化が進んだ日本橋周辺において地下トンネルを建設する上では、用地の確保が課題となる。今回の地下化では、日本橋や大手町周辺の川沿い地区において再開発が計画されており、中央区川沿い5地区（八重洲一丁目北地区、日本橋一丁目1・2番地区、日本橋一丁目中地区、室町一丁目地区、日本橋一丁目東地区）の再開発事業と連携することで、日本橋周辺の過密地域における用地確保が可能となると考えた。これにより、用地買収を最小限に抑えている。

(2) 縦断線形のコントロールポイント

図4に、地下化ルートにおける縦断線形のコントロールポイントを示す。

a) 既設路線への擦り付け

既設高速八重洲線の縦断勾配は最大8.8%となっている。この勾配を改良するためにはJR直下の既設八重洲線の勾配を上げる必要があるが、平面線形のコントロールポイントにも記載した通り、JR線の橋脚移設を伴うことから、JR直下での施工を避けた位置で、既設高速八重洲線と接続する。

呉服橋交差点付近における新設高速八重洲線と既設高

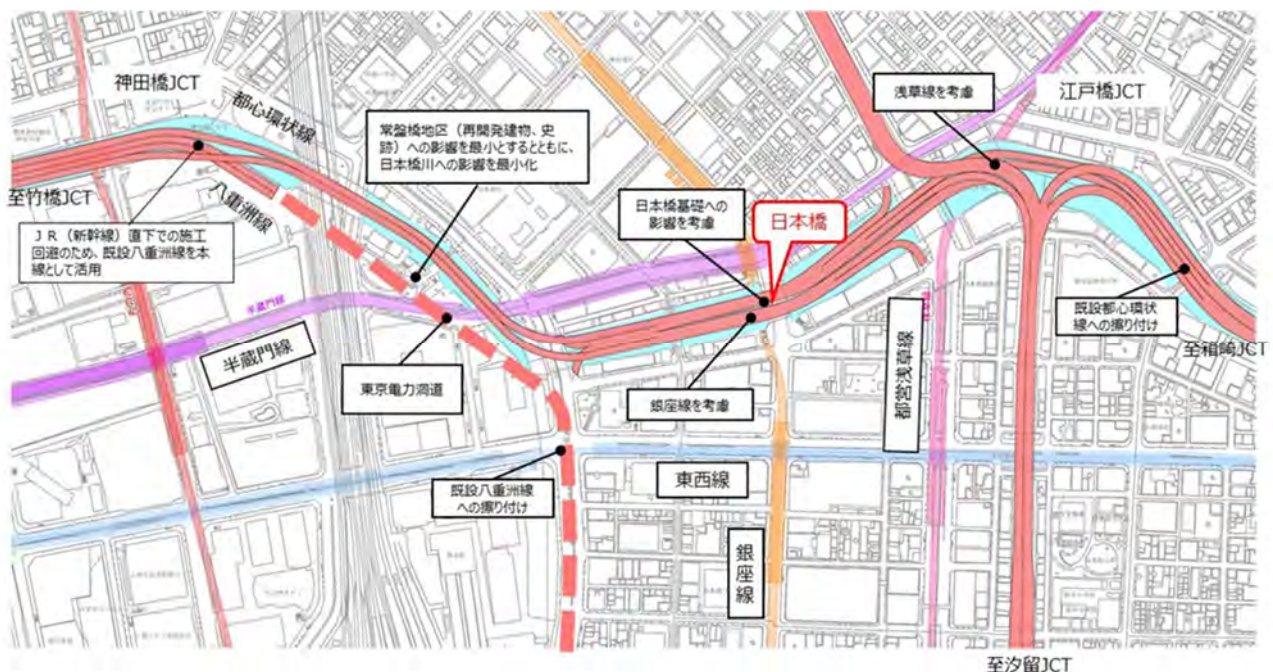


図4 縦断線形のコントロールポイント

縦断面図

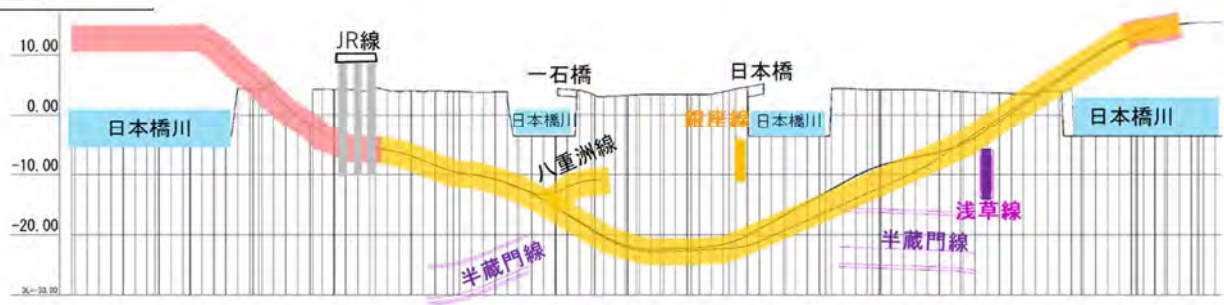


図-5 日本橋区間地下化事業 縦断面図

速八重洲線との接続位置は、呉服橋交差点直下（永代通り）における多数の地下埋設物との干渉が懸念され、地下埋設物の移設・改良は困難と判断したことから永代通り手前（北側）で既設八重洲線と擦り付けるように計画した。

また高速6号向島線との接続位置については、現在の高速都心環状線と高速6号向島線の擦り付け位置を基準とし、本線および周辺建物への影響を最小限とするように設定した。

b) 地下鉄への影響

地下化ルート上には、地下鉄半蔵門線や銀座線、都営地下鉄浅草線が存在している。図-5に示す通り、地下鉄との干渉を回避するように計画している。

c) 史跡常盤橋門跡への影響

既設八重洲線の直上には、1928年に国史跡に指定された史跡常盤橋門跡が位置しており、石造アーチ橋の常盤橋、桁形石垣や石垣護岸といった石積構造物が存在している。文化庁との協議において、既設の高速八重洲線トンネル躯体より上方の範囲の変更を厳しく制限されたため、標識空間の省略などにより内空の最小化を図りながら、図-6のように、既設の高速八重洲線トンネル躯体の天端よりも低くなるように縦断線形を計画した。

d) 地下埋設物（東電洞道）への影響

記のとおり、史跡常盤橋門跡から離れるため、また、新設高速八重洲線連絡路が本線を上部を跨ぐためには、本線の縦断線形を極力下げたいところである。しかし、常盤橋付近に東京電力の洞道が存在しており、主要幹線の一部であることから、移設が困難であった。そこで、洞道内における現地測量を東京電力立ち合いの下で行った上で、洞道の躯体の一部を改造し、かつ首都高の躯体の底板厚さを部分的に縮小する等の調整を行い、東電洞道との干渉を最小限とすべく縦断線形を計画した。

e) 日本橋川および日本橋への影響

日本橋川に対しては、日本橋川の計画河床（AP+3.0m）より新設躯体が飛び出さないように縦断線形を計画した。

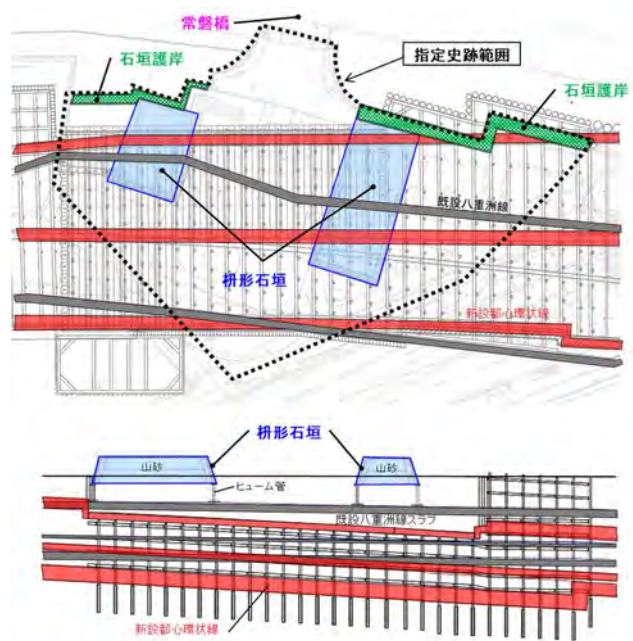


図-6 史跡常盤橋門跡

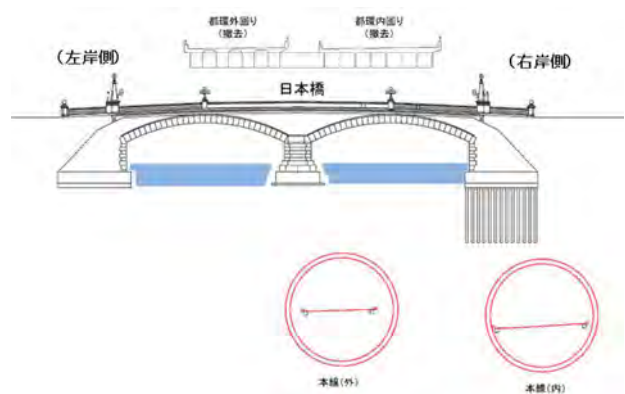


図-7 日本橋基礎構造

また日本橋の基礎構造を確認したところ、図-7のように、一部を杭基礎、残りをべた基礎で設計していることが分かったため、日本橋の基礎杭への干渉を避けるように縦断線形を設定している。

### 3. 構造種別の選定と工事の特徴

上述した平面線形および縦断線形のコントロールポイントを基に設定した道路線形を踏まえ、構造種別を設定した。終点側は、江戸橋 JCT 付近の橋梁に擦り付けることから、高架区間および擁壁区間、トンネル区間が決定する。トンネル区間においては、地上への影響を最小限とするため、シールド工法を基本として検討した。

シールド工法の適用範囲は、以下の方針で決定した。なお、シールド適用範囲外のトンネル区間は開削トンネルとした。

[1]地上への影響を考慮し、可能な限り広い範囲でシールド工法を採用する。

[2]発進および到達立坑は、河積阻害を考慮し、日本橋河川外とする。

最終的に決定した日本橋地下化の事業区間における平面図は図-1の通りであり、シールド区間と開削区間の構造選定経緯を以下に示す。

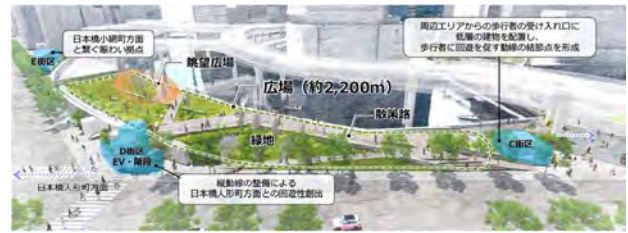
#### (1) 開削・擁壁区間（高架～シールド）

江戸橋 JCT 側からシールドトンネル起点へ向けて、高架構造からシールドトンネルに接続されるまでの区間については、河川や再開発の周辺環境を配慮し、開削トンネルおよび擁壁の形式とする。

中央区道の範囲は、地表面を道路として扱うことから頂版が必要となるため、ボックス構造となる開削トンネルの範囲として設定し、区道以外の範囲は、頂版が不要となることから掘割擁壁構造とした。ただし、日本橋一丁目東地区の再開発事業および中央区との調整により、擁壁区間の一部において首都高上部を有効利用する観点から、擁壁に蓋をしてボックス構造とすることで（以下、蓋掛け）、擁壁の上部を水辺の憩い場として広場を整備することになった。首都高速道路上部空間に整備を予定している広場のイメージパースを図-8、蓋掛け区間を示した平面および縦断図を図-9に示す。蓋掛け区間は、開削トンネル区間と擁壁区間の境界から設定され、一体の広場として江戸橋北交差点からひとつのエリアとして接続を可能としている。また、開削トンネルおよび擁壁区間と近接する既設の構造物は、土被りが深い位置において都営浅草線が擁壁部と交差し、半蔵門線が上下で併設するように構築されている。

#### a) 開削トンネルの構造

開削トンネルの構造は、線形条件によって、トンネル区間は低土被りとなることに加え、移設不可の地下埋設物を防護しつつ躯体を構築する必要があることから、開削工法による構築が適切と判断し、標準的な構造として RC 構造とした。また、開削トンネルにおける江戸橋部は、シールドトンネルの発進および到達部となる。その



※日本橋一丁目東地区都市計画（素案）の概要より

図-8 水辺の憩い広場イメージパース

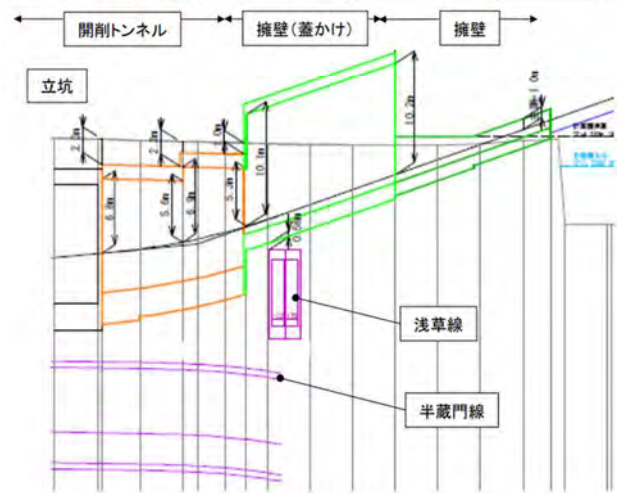


図-9 開削・擁壁範囲

ため、江戸橋部の開削トンネルの形状は、シールドトンネルの土被りの確保と立坑付近に位置する地下化ルートと干渉する高速1号上野線の橋脚を考慮して図-9に示すように形状を決定した。

#### b) 擁壁の構造

擁壁の構造は、再開発事業範囲であることから、先行して建物が解体されるため、特に地上の制約条件がないことから、開削工法による構築が適切と判断し、標準的な RC 構造とした。また蓋掛け部については、合理的な構造となるよう、擁壁上に蓋構造として分離した構造ではなく、頂版と側壁を一体としたボックスカルバート構造とした。なお、擁壁部が蓋掛けされることにより、火災時における利用者の避難環境を満足させるために、日本橋川の擁壁には排煙窓を設置することとした。

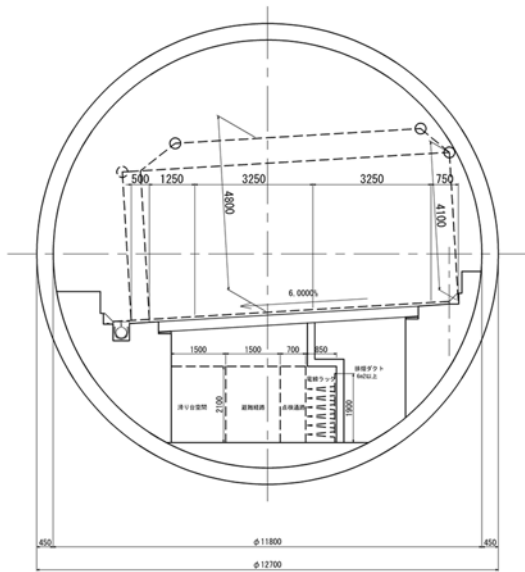


図-10 シールド標準横断面図

表-2 内空設定の基本条件

車線幅員	1車線あたり3.25mの2車線
路肩構成	左路肩：1.25m，右路肩：0.75mの半路肩，管理用通路相当幅0.5m
避難計画	床版下避難通路とし，すべり台設置空間として側方に900mmの設置空間を確保
管理用通路	すべり台設置空間（900mm）を利用し，その上部空間に750mmの管理用通路を設置
内空高さ	建築限界および標識空間を確保した7.2m
標識空間	大型標識の設置がないことから2.5mは未考慮
排水計画	排水路としてφ300mmの円形水路
換気設備空間	ダクト空間を含め，検討中

## (2) シールド区間

シールドトンネルの範囲は，地上および地下の既設構造物や河川等の周辺環境への影響を配慮した安全性を考慮し，非開削でトンネルを構築することが望ましいと考えたことから，可能な限りシールド区間が長くなるように検討した。シールドトンネルを構築するにあたっては，通常，発進立坑および到達立坑を設ける必要がある。立坑とシールドトンネルの接続部は構造が変化することから，維持管理性および施工の安全性を考慮し，地上部に立坑を設けることとした。また，地下化の線形により，トンネルは日本橋川の横断する。

### a) 必要内空の整理

シールドトンネルは，必要内空の設定にあたり，表-2の基本条件を踏まえ，日本橋のシールドトンネルの標準内空を11.8mとした。シールドトンネルの標準横断面図を図-10に示す。なお，シールド径は今後も施設物を含めて詳細に検討し，最適化を目指す。

### b) 覆工の構造形式

一次覆工の構造は，トンネルに作用する土水圧，自重，上載荷重の影響，地震時の影響等に耐えうる主体構造とする必要がある。日本橋の場合は特に，シールドトンネルの直上にビルが構築されることに対する上載荷重の影響や土被りが非常に小さいことによる，シールドに対する土圧の影響を踏まえて選定する必要があった。各構造を比較した結果，上載荷重，超低土被り，地震時の影響を満足しかつ線形による施工時の損傷リスクを考慮し，全線で合成セグメントを採用した。

二次覆工は一般に現場打ちRCを一次覆工の内側に巻き立てて構築するが，二次覆工の機能を一次覆工に有することで省略していることが多く，首都高の実績においても近年省略した構造を採用している。日本橋区間の特徴として，土被りが浅い区間が多いことから，浮き上がり対策として二次覆工の構築が考えられるが，浮き上がり対策は別途床版下のコンクリート打設等にて対応することとし，経済性および施工工程を考慮して，二次覆工は省略する構造とした。

### (3) 開削区間（常盤橋地区）

周辺状況への影響を最小限にするためには，トンネル区間の始点となる新常盤橋付近まで，本来シールドトンネル区間とすることが望ましい。ただし，常盤橋付近においては，地下化本線と八重洲線の分岐部となることから，断面が変化する分合流部を含む地下躯体を日本橋川河川内に構築する必要がある。地下埋設物等の既存構造物がある中で，既設高速八重洲線との接続を含む河川内での切開きによる分合流の構築は，施工性に加え，将来の維持管理性にも課題があることから，開削工法にて構築するシールドトンネルの到達側の立坑は，呉服橋付近に設定した。また，維持管理性の弱点となる構造変化部を最小限とするために，呉服橋付近の到達側立坑から既設八重洲線との接続部である始点までの区間全てを，標準的なRCのボックスカルバート構造で計画した。

なお，八重洲線との接続部までのRCのボックスカルバート構造区間の中で，河積阻害を最小限とするため締切が困難となる河川直下，史跡指定範囲であり文化庁から原則地表面からの施工を避けるよう求められている国指定史跡常盤橋門跡の直下，常盤橋街区の大手町連鎖型都市再生プロジェクトにより2021年7月に開業した常盤橋タワーや日本橋川沿いの親水空間（TOKYO TORCH Park）の影響範囲については，河床防護工や既設八重洲線トンネル躯体を活用した非開削工法によるトンネル構築し，その他は開削工法にて構築することとした。

### a) 河川直下の施工

日本橋川河川内での施工は通年で計画をしているが、東京都河川部との協議では、「河積阻害を生じる場合には対策工を実施することで、現河道水位に対して施工による水位上昇を起こさないこと」が条件となっており、その中で開削トンネルを河床防護工により構築することを計画している。

河川内での締切りを伴う開削施工は、締切りにより阻害される河川断面と同等以上の河積を施工中の水位上昇対策として確保することが基本となる。しかし、本事業区間では、周辺が再開発事業用地となることから、用地買収を伴う河道の拡幅は地下化事業と再開発事業を両立させることが困難である。そのため、河道拡幅による水位上昇対策は限定された範囲でしか実施できず、その他施工法による対策が必要となる。河床防護工による河川内開削トンネルの施工は、図-11の通り、河川内に覆工板と同様の機能を有する鉄樋と呼ばれる板を河床下に設置することにより河川の水を受け、仮締切りなどによる河積阻害を生じさせずに地下躯体を河川下で構築することができるものである。

河床防護工は河川内に設置するため、全ての接続箇所では止水性を確保する必要があり、二重構造による確実な止水を設定している。一方、端部土留めを含む既設構造物と接合する箇所があるため、地震時等に生じる変位に対して追従性のある止水構造の検討が必要となる。

### b) 国指定史跡常盤橋門跡直下の施工

地下化される区間の中には国指定史跡常盤橋門跡が存在しており、石造アーチ橋の常盤橋、枅形石垣や石垣護岸といった石積構造物の直下に地下構造物を構築することになる。石造アーチ橋の常盤橋は東日本大震災により崩落の危険が生じたことから復旧工事が行われ、2020年9月に工事が完了したところ。枅形石垣は、関東大震災後の復興事業や1969年の首都高八重洲線の開削工事により一部解体・復旧が行われているものの、現存する石垣は江戸城外郭諸門の中では最も原型を留める城門の遺構となっている。文化庁との協議により、史跡常盤橋門跡直下の地下躯体構築は、原則、現状変更を伴う地表面からの施工をしないことを求められている。

遺構である石積構造物への影響を十分に考慮した地下躯体の構造および施工とする必要があることから、史跡指定範囲に対して、可能な限り隔離を設けるような縦断線形の設定としていることに加え、既設八重洲線の頂版より下側から先受け工が施工可能な範囲については、本体兼用のエレメント推進工による施工を設定しているところである。史跡直下の地下躯体構築方法については、引き続き、技術提案を求めながら、枅形石垣や石垣護岸への影響が最小限となる工法の検討が必要である。

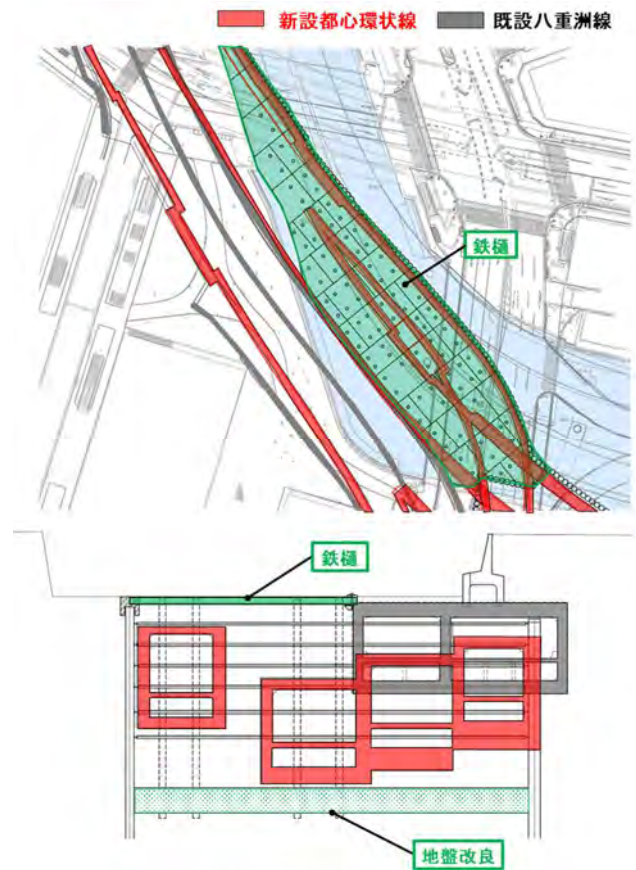


図-11 河川直下のトンネル施工（河床防護工）

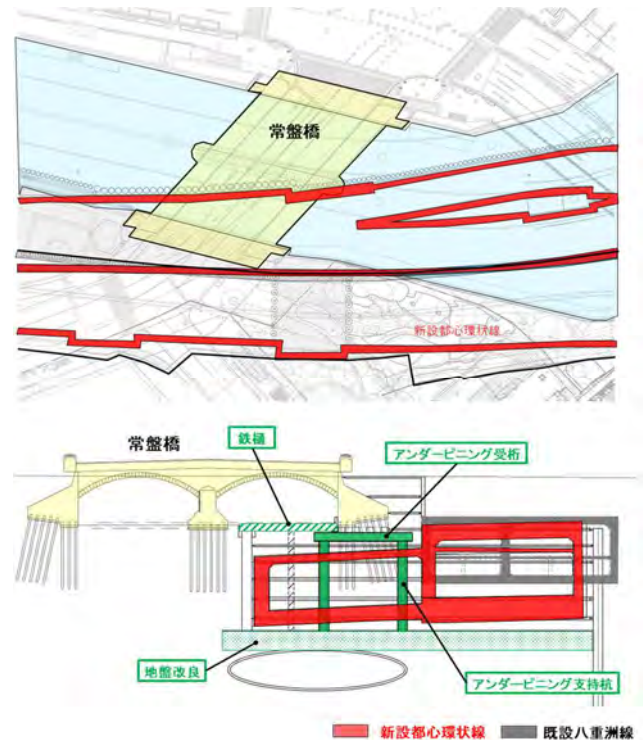


図-12 常盤橋直下のトンネル施工（アンダーピニング）

### c) 常盤橋直下の施工

常盤橋は右岸側橋台の基礎が新設地下躯体と干渉することから、事業化時点においては常盤橋の解体・再構築

を計画していた。常盤橋は関東大震災後の 1926 年に架設された震災復興橋で、2 連鉄筋コンクリートアーチ橋である。千代田区景観まちづくり重要物件に指定されていることに加え、2020 年 9 月には土木学会選奨の土木遺産として認定されたことも踏まえ、管理者である千代田区や文化庁から常盤橋を保存しつつ施工することを求められた。

そこで、常盤橋への影響を最小限としつつ、地下躯体を構築するため、常盤橋直下の地下躯体構築方法について比較検討の上、アンダーピニング工法を選定した。アンダーピニング工法では、図-12 の通り、常盤橋橋台下に設置する受桁及び受桁を支持するアンダーピニング支持杭にて常盤橋橋台を受替え、河床防護工により止水性を確保した中で新設躯体を構築することとなる。

アンダーピニング工法による常盤橋に対する施工の影響について解析的な検討から問題ないことは確認しているものの、常盤橋の現状変更を必要としない低空頭での杭打ち等の施工方法や、常盤橋への影響に配慮した施工管理方法、直下に位置する半蔵門線への影響に配慮した施工計画等、技術提案を求めながら最適な工法の検討が必要である。

#### 4. まとめ

日本橋区間地下化事業における地下化ルートは、周辺の再開エリアや地下鉄、並行する日本橋川への影響を踏まえて設定する必要があった。構造形式選定は、これまでの実績から決定した構造もあるが、日本橋区間地下化事業の特徴を踏まえて、特殊な構造を採用している箇所もある。特殊な構造は、設計段階から維持管理を見据えて検討することが、将来の維持管理者の負担軽減にも直結するため、特に留意が必要である。

今後実施する実施設計においては、周辺再開事業や既設構造物との詳細な協議を踏まえた構造検討や、維持管理を見据えたより効率的かつ効果的な構造検討を実施する所存である。

#### 参考文献

- 1) 栗林伶二, 小沼良一, 中川浩志: 日本橋区間地下化事業における道路空間活用, 交通工学, 第 57 巻 1 号, pp.36-39, 2022.

## OVERVIEW OF THE UNDERGROUND PROJECT IN NIHONBASHI SECTION BY METROPOLITAN EXPRESSWAY

Atsushi YABUMOTO and Keiichirou ENDOU

The underground project in Nihonbashi section by Metropolitan Expressway is one of the renewal project to underground the Inner Circular Route for a section of approximately 1.8 km from the Kandabashi JCT to the Edobashi JCT. At present, we are proceeding with the contract procedure for the construction contract for the main construction. In this paper, we report on the process of selecting the underground route, the process of selecting the structure, the characteristics of the construction in the tunnel section, and future issues.