

首都高速 1 号羽田線（東品川栈橋・鮫洲埋立部）更新事業の概要

LARGE-SCALE STRUCTURAL RENEWAL PROJECT FOR METROPOLITAN EXPRESSWAY ROUTE 1
IN HIGASHI-SHINAGAWA AND SAMEZU

高橋三雅*，津田浩輝**

Mitsumasa TAKAHASHI and Hiroki TSUDA

ABSTRACT This paper outlines the first large-scale structural renewal project of the Metropolitan Expressway. The renewal area consists of the Higashi-Shinagawa pier and Samezu reclaimed land. Due to aging and severe usage, the structures are seriously damaged. In order to improve durability and maintenance efficiency, the section will be rebuilt with adequate space above sea level. A bypass will also be constructed along the renewal section, so that the expressway can be used during the renewal project.

KEYWORDS：首都高速道路,大規模更新

Metropolitan Expressway, Large-scale renewal

1. まえがき

首都高速道路の高速 1 号羽田線（東品川栈橋・鮫洲埋立部）は、1963 年（昭和 38 年）に供用し供用後約 53 年を経過した延長約 1.7km の区間である（図-1）。

東品川栈橋は海上部に建設されており、海水による激しい腐食環境によりコンクリート剥離や鉄筋腐食等の重大な損傷が多数発生している。また、鮫洲埋立部は鋼矢板による山留により埋立構造として構築されたが、仮設と同等の構造であり、路面陥没等の重大な損傷も過去に発生している。

これまで部分的な補修、補強を行っているものの、損傷の状況及び長期的な使用に適さない構造であること等から、大規模更新区間として造り替えを行うものである。

本稿は、当該区間における更新事業の計画・設計・施工の概要について報告するものである。



図-1 高速 1 号羽田線（東品川栈橋・鮫洲埋立部）更新事業位置図

*首都高速道路(株) プロジェクト部 構造設計室長(〒100-8930 東京都千代田区霞が関 1-4-1)

**首都高速道路(株) 東京西局プロジェクト本部 プロジェクト管理課(〒141-0032 東京都品川区大崎 1-6-3)

2. 高速 1 号羽田線(東品川栈橋・鮫洲埋立部)の現状

2.1 東品川栈橋・鮫洲埋立部の構造概要

東品川栈橋は、目黒川河口付近から八潮橋(国道357号)付近までの延長約1,2kmの区間となっている。

上部構造は、当該区間がN値0のシルト層が20m～30mに及ぶ軟弱地盤であることから、上部工をできるかぎり軽量化するため、RC造の中段梁を設置した栈橋構造を採用している。また、工事費及び工事量低減の観点から、路面高さを可能な限り低くすることで早期の完成を実現している(図-2)。

下部構造については、ヘドロ層が深く支持層30m以上の箇所が多いため、経済性及び施工性の観点から、鉛直荷重に抵抗するPC杭と地震時の水平力に抵抗する円筒基礎を併用する構造を採用している。円筒基礎は、約90m間隔で配置しており、直径約16mの大きさを円形に鋼矢板を打設したうえで内部に砂を充填し、頂部(A.P.+0m以上)を厚さ1mの鉄筋コンクリートで巻き立てた構造である。円筒内外部の土圧によりリング状の剛体として機能するものとしている。また、鋼矢板には外部電源方式の電気防食を施している。

鮫洲埋立部は、八潮橋付近から勝島運河河口付近までの延長約0.5kmの区間となっている。

当該区間は、ヘドロ層を2～3m掘削すると良質な砂質土であるため、経済性を考慮し、陸側にコンクリート矢板、海側に鋼矢板を打設したうえで、両矢板間をタイロッドで結び、内部を埋め立てた構造を採用している(図-2)。同構造を採用することで、ジョイントが不要となり、車両走行の快適性等も確保している。また、東品川栈橋部と同様に、鋼矢板に対しては外部電源方式の電気防食を施している。

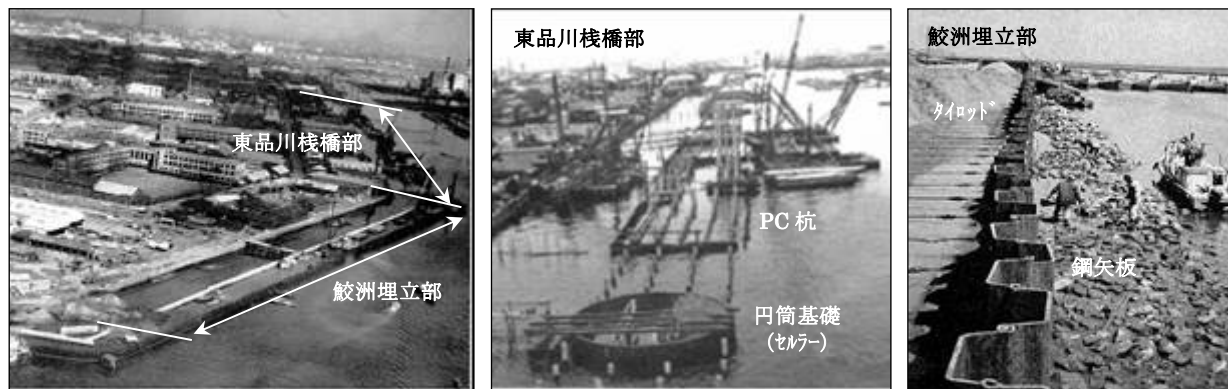


図-2 建設中の東品川栈橋・鮫洲埋立部の状況

2.2 東品川栈橋・鮫洲埋立部の損傷状況

東品川栈橋は、路面高さが海面に近い栈橋構造であるため、コンクリートの剥離及び鉄筋の腐食等の損傷が多数生じている(図-3)。可能な限り補修を実施しているものの、点検・補修が可能な時間帯が海水面が中段梁より高くなる時間のみに限られ、維持管理・補修が困難な状況にある。また、交差構造物との関係で路面高さが下がる箇所は、維持管理・補修の空間そのものの確保が困難な状況にある。



図-3 東品川栈橋の損傷状況

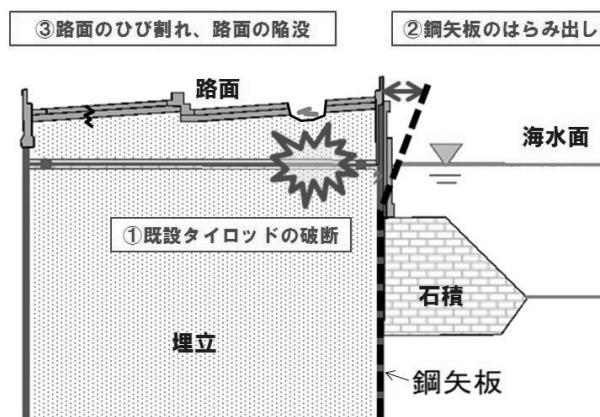


図-4 鮫洲埋立部の損傷概要

鮫洲埋立部は、現在では仮設で用いられる鋼矢板による構造であるため、土中内部のタイロッドが腐食・破断し、鋼矢板が海側にはらむことで、路面にひび割れや陥没が過去に発生している状況にある(図-4)。道路の当面の安全性・供用性を確保するため、過年度、鋼矢板の変状を抑制するためのグラウンドアンカーの施工を実施してきているが、長期にわたる耐久性、維持管理性の課題が残されている。

3. 高速1号羽田線(東品川栈橋・鮫洲埋立部)更新の線形・構造計画

3.1 全体線形計画

高速1号羽田線(東品川栈橋・鮫洲埋立部)の更新道路(以下、更新線)の線形・幅員は、現行の幾何構造基準の標準値以上かつ現況より良化する線形を確保することを基本として計画した。

平面線形については、並行するモノレールからの維持管理のための離隔の確保、併設して計画されている一般街路の整備空間の確保を考慮した。また、損傷状況等に鑑み、可能な限り早期の更新を考慮し、追加の用地取得は行わないことを前提として平面線形を計画した。なお、道路幅員については、路肩幅員等が現行の基準を満足するように総幅員17.0mを18.2mにする計画とした。

縦断線形については、維持管理及び耐久性確保の観点から海水面から道路構造物の離隔を確保し、防災上の観点から路面高さは当該地の高潮高さ(A.P.+4.6m)を確保することとした(図-5~9)。その結果、交差する水道橋の大井水管橋、道路橋の大井埠頭橋を上越しする計画とした(図-5)。

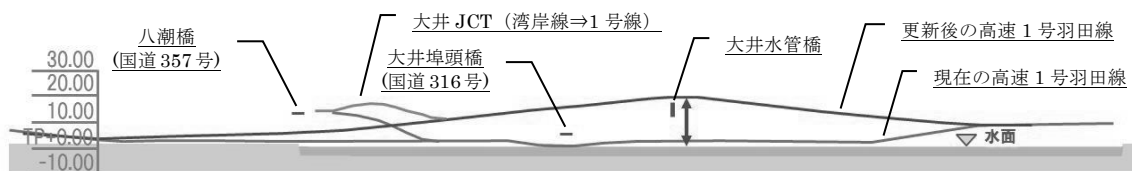


図-5 東品川栈橋・鮫洲埋立部の縦断線形計画



図-6 現況のイメージ図(東品川栈橋部)



図-7 更新後のイメージ図(東品川栈橋部)

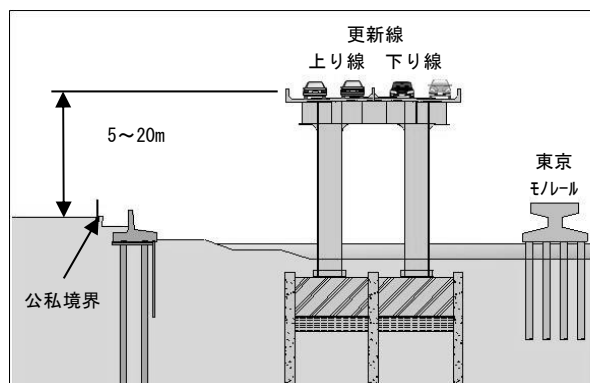


図-8 更新後のイメージ図(東品川栈橋部)

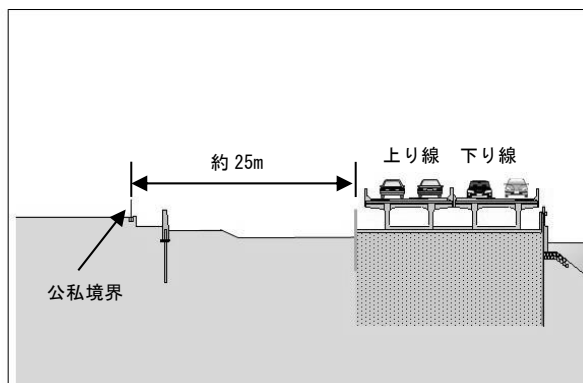


図-9 更新後のイメージ図(鮫洲埋立部)

大井水管橋は2連のアーチ橋構造（径間長 83m）となっており，その内1連が高速道路上を交差している。大井水管橋の高さは，縦断計画におけるクリティカル点となるため，現在のアーチ構造1連を桁高を小さくできるトラス構造に架け替えることで，路面高さを可能な限り下げるとともに縦断勾配を緩やかにする計画とした（図-10，11）。

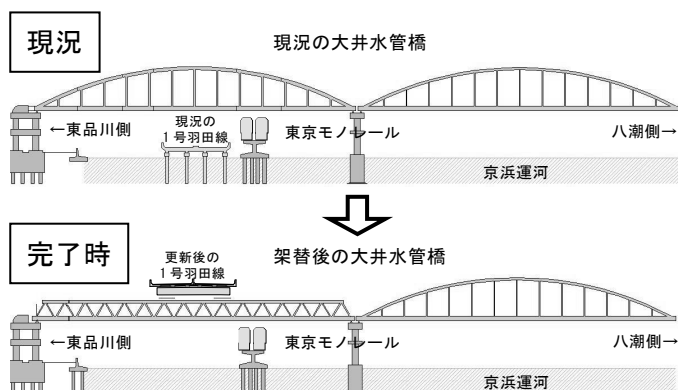


図-10 大井水管橋架替概要図



図-11 大井水管橋交差部完成イメージ

3.2 東品川栈橋部(更新線)の構造計画

延長約 1.2km の東品川栈橋部は，鋼 6 径間連続鈑桁橋 4 橋，鋼 3 径間連続鈑桁橋 1 橋の高架橋で計画した。以下に構造部位別に概要を示す（図-12）。

(1) 上部工

上部工の構造形式は，主に維持管理(点検・補修・改良等)の容易性等から鋼鈑桁形式を採用した。また，上部工の維持管理性の向上を図るため，恒久足場として外装板(チタン製)を設置する。外装板内における維持管理空間を確保するために，外装板は桁下空間を確保するとともに橋脚隅角部フィレットを覆う配置とする。ゲルバー掛け違い部についても通常よりも維持管理空間を確保すべく，桁端の切欠き形状に配慮するなど，上部工各部の維持管理性の向上を図っている。

また，主桁ウェブ厚を厚くすることで水平補剛材を設けない鈑桁構造を採用するとともに，全ての中間横桁は高力ボルト接合とし，疲労強度が低い溶接継手を少なくした構造仕様とすることで，現場工程の短縮，維持管理及び耐久性の向上を図っている。

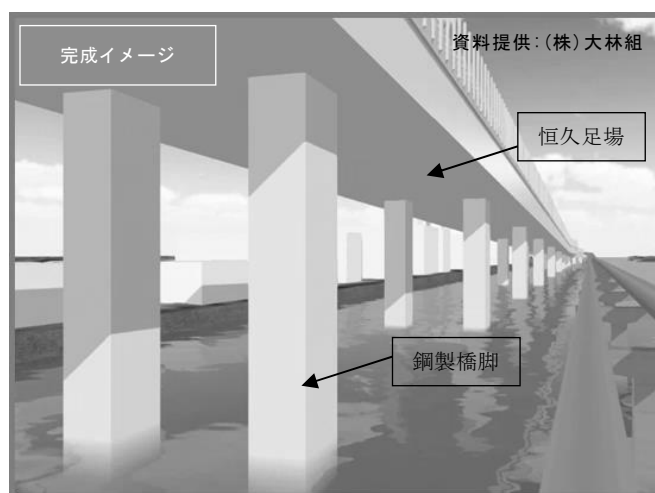


図-12 東品川栈橋部(更新線)の構造概要

(2) 床版工

床版工の構造形式は、耐久性・供用性を有し、床版下面のコンクリートを直接目視できることから維持管理性に優れ、現場工期の短縮も可能となるプレキャスト PC 床版を採用した。なお、当該区間は概ね直線区間であることから、PC 床版の製作性、現場施工性、品質確保等も比較的容易であり、また、ブロック単位の部材となることから、損傷時の対応や将来の改良等も比較的容易であると考えている。

(3) 橋脚工

橋脚の構造形式は、現場での工程短縮、施工性を考慮し鋼製橋脚を採用した。海上部という腐食環境を考慮し、高耐久性仕様の防食工法の適用により、橋脚の防食耐久性を向上させている。海上大気部は合金溶射と重防食塗装との組み合わせ、飛沫・干満帯は高耐食性ステンレスライニング工法、海中部は耐海水腐食性に優れたステンレスクラッド鋼を採用した。

(4) 基礎工

基礎工の構造形式は、近接構造物への影響を考慮し、基礎寸法が縮小可能な柱状体基礎とし、水上での施工実績が多く施工性・工程に優れる鋼管矢板基礎を採用した。また、上り線側基礎・下り線側基礎の段階的な半断面施工となる基礎を一体化することで、耐震設計上不利となる偏心荷重や不等沈下等の課題を回避するものとしている。なお、鋼管に腐食代を考慮することで将来的な耐久性を確保した。

施工法については、近隣住居等への振動、騒音等の影響を考慮し、ウォータージェット併用圧入工法とした。

3.3 鮫洲埋立部(更新線)の構造計画

鮫洲埋立部については、高架構造とした場合、維持管理性に必要な海水面との離隔が確保できないこと、密に配置された既設のタイロッドやグラウンドアンカーに影響を与えずに基礎の施工を行うことが困難であることなどから、高架構造は選定しないことを前提として構造形式を検討した。

(1) 土工部嵩上げ工

高潮高さ以上への土工部嵩上げ構造は、基盤面上へのリブ付 U 型セグメントと PC 合成床版(PC 床版+場所打ち床版)から成るプレキャスト U 型ボックス構造を設置する方法を採用した(図-13)。プレキャスト構造の採用により、高品質な工場製作部材を適用するとともに、鉄筋・型枠工事等現場での施工量縮減を図っている。

また、プレキャスト部材を縦断方向に PC 鋼材で連結し、躯体に地震時挙動に応じたプレストレス力を導入することで、躯体縦断方向の耐久性を向上させている。

なお、躯体は十分な鉄筋のかぶり厚の確保、エポキシ被覆鉄筋の採用等により、海際での耐久性を確保した。ボックス内部の空間確保や維持管理孔の設置により、ボックス内部の維持管理性を確保する構造とした。



図-13 鮫洲埋立部(更新線)の構造概要

(2) 地盤改良工

プレキャスト U 型ボックス構造に対する支持力、安定性の確保及び鋼矢板に変わる山留機能を確保するために、海側の既存鋼矢板背面及びボックス下の地盤を路面から必要な深さまで柱列状に地盤改良を行うものとした(図-13)。地盤改良工は、セメント系改良体の造成により半永久的な耐久性を確保する高圧噴射攪拌工法を基本とすることにより、タイロッドやグラウンドアンカーなどの地中支障物への影響は回避し、半断面施工時においては、更新線形中央付近に多重管式高圧噴射攪拌工法による地盤改良を行い、隣接する供用中の下り線への影響を抑制することとした。

4. 高速1号羽田線(東品川栈橋・鮫洲埋立部)の施工計画

4.1 工程及び施工計画

当該区間の断面交通量は約7万台/日であり、高速道路及び一般街路への交通影響を極力低減するため、長期通行止めを行わないことを前提として施工計画を検討した。その結果、併設して計画されている一般街路予定の空間を活用し、迂回路による交通の切り回しによる段階的な施工を行うこととした。

また、2020年東京五輪の円滑な開催に支障を与えないよう、開催時(2020年7月～9月)には、損傷した現道(東品川栈橋・鮫洲埋立部)での供用はせず、また、当該区間に接続している大井JCTの渡り線(湾岸線⇒羽田線)(以下、大井JCT)の機能は確保することとした。

工事は大きく以下の4段階のステップで行う計画とした(図-14)。

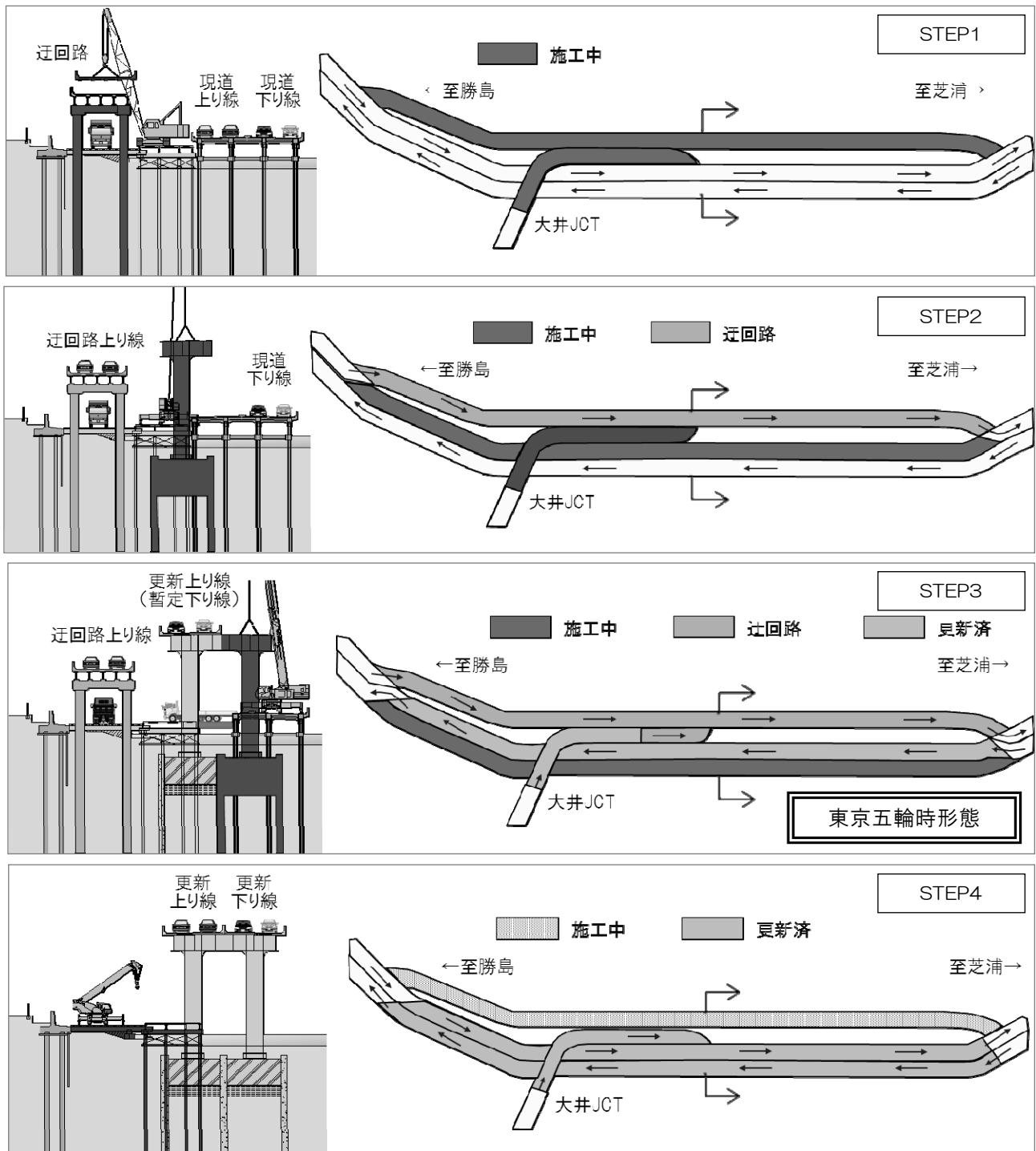


図-14 概略施工ステップ図

第1ステップでは、作業ヤードを海上部に整備した後、迂回路を構築し、現道上り線の交通を迂回路に切り替える。迂回路の構築は、現道の上下線、護岸を除いた残った空間内に計画している。幅員及び線形の関係から4車線の整備が不可能であるため、迂回路は2車線で整備を行う。また、大井JCTについては、迂回路及び更新線の構築に支障となることから、今年2016年（平成28年）6月から約40ヶ月間の通行止めを予定しており、1号線合流部から1号線交差部までを順次撤去し、迂回路構築、更新線施工等を行っていく計画である。

第2ステップでは、現道下り線の交通を供用させた状態で、上り線の造り替え（撤去及び新設）を行うとともに、大井JCTを暫定的に迂回路へ接続させる。

第3ステップでは、現道下り線の交通を更新後の上り線を用いて切り替える。2020年東京五輪開催時の供用形態に該当する。その後、現道下り線の造り替え（撤去及び新設）を行う。

第4ステップでは、更新後の上下線へ交通を切り替え、大井JCTを更新後の上り線へ接続させた後、迂回路等の撤去を行う。なお、工事完了は平成38年度を予定している。

4.2 作業ヤード進入路

本工事は大半が海上部での施工となることから、資機材搬入のための海上部作業ヤードへの進入路を確保することが工事工程上、非常に重要となる。進入路は、極力公共用地を活用することを前提に、東品川側に5箇所計画（下図①～⑤）しており、八潮側は大井水管橋架替作業構台及び大井JCT架替作業構台への進入路を2箇所（下図⑥、⑦）計画している（図-15）。



図-15 作業ヤード進入路位置図

4.3 迂回路計画

迂回路は、更新線施工の着手の前提となるものであり全体工程に大きく影響するほか、更新線供用後に撤去するため、工程、施工性及び供用期間中の耐久性・維持管理性を主眼に計画した。

(1) 一般部

上部構造は鋼連続鈑桁形式とし、下部構造は橋軸方向に鋼管杭を2列配列し剛性を高めたパイルベント橋脚構造を採用した（図-16）。

基礎杭施工は、先端の根固めが不要で排泥がなく、打設・引拔が可能な回転杭工法を採用した。

パイルベント橋脚構造の採用による桁下空間の確保により、迂回路の維持管理性の向上や、桁下空間を工事車両の動線として活用を図っている。

(2) 大井埠頭橋交差部

更新工事完了後の完成形では、当該区間は大井埠頭橋を上越しする計画だが、迂回路については現道と同様に下越しとして計画している。

上部構造はPC梁スラブ構造、基礎構造は鋼管杭基礎を採用した（図-17）。

当該区間は現道と同様に路面が計画高水位よりも低くなるため、迂回路躯体外側に土留め壁（鋼矢板）を打設し、さらに迂回路の側壁で遮水する計画としている。

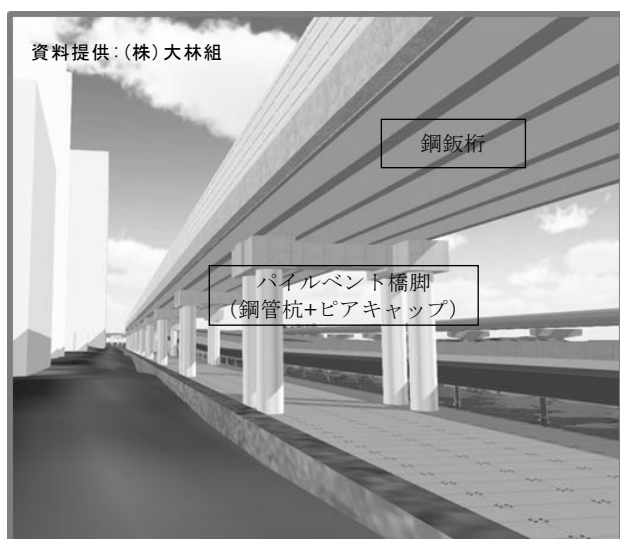


図-16 迂回路の構造概要(一般部)

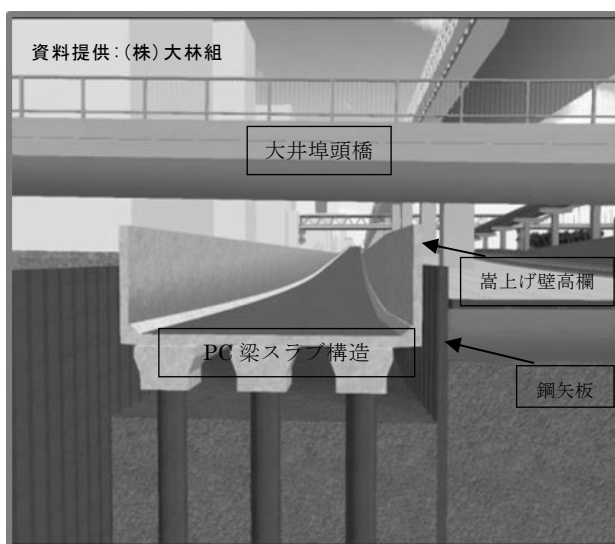


図-17 迂回路の構造概要(大井埠頭橋交差部)

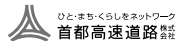
5. あとがき

高速1号羽田線(東品川栈橋・鮫洲埋立部)更新事業は、昨年2015年(平成27年)8月に土木工事が契約され、同年11月に地元への工事説明会を実施した上で、今年2月に作業ヤード進入路の施工に着手したところである。海上部の作業構台の整備等を経て、現在は迂回路下部工の施工中である。

本工事は、首都高速道路の安全・安心の確保のためには不可欠である一方、事業期間が平成38年度までと長期間に及ぶため、沿道住民の方々をはじめ、首都高速道路を利用するお客様のご理解・ご協力を得られるように、関係機関との調整や社内の検討を進め、早期の事業完了を目指していく考えである。

首都高速1号羽田線(東品川棧橋・鮫洲埋立部) 更新事業の概要

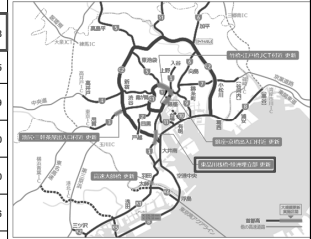
首都高速道路株式会社
プロジェクト部構造設計室 室長
高橋 三雅



© Metropolitan Expressway Company Limited 2016

首都高速道路の更新計画

	路線	対象箇所	延長	供用 年度	事業年
大規模 更新	1号 羽田線	東品川棧橋・ 鮫洲埋立部	1.9 Km	S38	H26
		高速大橋橋	0.3 Km	S43	H27～3
	3号 渋谷線	池尻・三軒茶屋 出入口付近	1.5 Km	S46	H27～3
		竹橋・江戸橋JCT付近 (日本橋区間)	2.9 Km	S39	H27～4
	都心 環状線	銀座・京橋出入口付近 (築地川区間)	1.5 Km	S37	H27～4
		大規模修繕	55 Km	—	H26～3
	合 計	63 km	—		

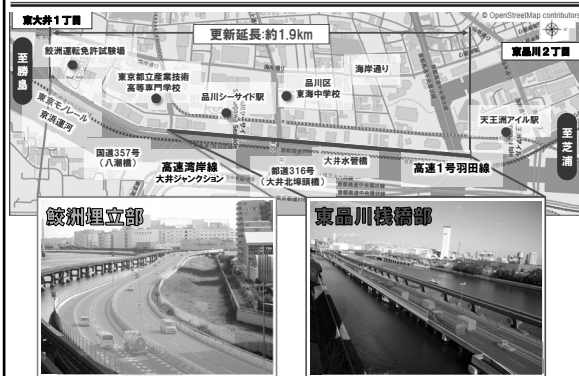


※この他に、大規模修繕実施箇所として55kmを選定しています。

© Metropolitan Expressway Company Limited 2016

1

1号羽田線(東品川棧橋・鮫洲埋立部)の更新事業位置図

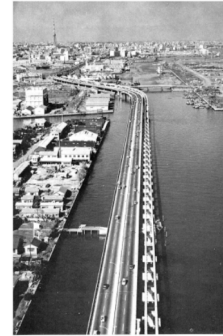


© Metropolitan Expressway Company Limited 2016

2

1号羽田線(東品川棧橋・鮫洲埋立部)の建設状況

■全景



■東品川棧橋



【構造概要】
供 用 年:昭和38年(1963年)
【供用後約53年】
構造形式:上部工 RC橋樑構造
下部工 PC杭+セルラー
延 長:1,200m
幅員構成:17.0m(3.25m×4車線)
(注)RC:鉄筋コンクリート
PC:プレストレストコンクリート

■鮫洲埋立部



【構造概要】
供 用 年:昭和38年(1963年)
【供用後約53年】
構造形式:タイロッド式鋼矢板土留め
延 長:460m
幅員構成:17.0m(3.25m×4車線)
※ H19～21年に補修を実施。

© Metropolitan Expressway Company Limited 2016

3

東品川棧橋部の施工状況(建設当時)



© Metropolitan Expressway Company Limited 2016

4

鮫洲埋立部の施工状況(建設当時)



© Metropolitan Expressway Company Limited 2016

5

1号羽田線（東品川橋）維持管理が困難な構造

- コンクリートの剥離、鉄筋腐食が発生。
- 海水面に近接している箇所では、維持管理・補修が困難。

【海水面に近接している箇所（補修が困難）】

【海水面に近接していない箇所（可能な限り補修を実施）】



コンクリートの剥離、鉄筋腐食が発生



（補修前）

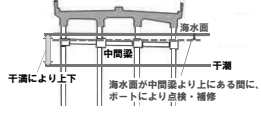


（補修後）

桁下と海水面に近接しており、維持管理が困難
＜建設時には矢板で締め切り、水を抜いて施工＞



※1日のうち2～3時間しか点検・補修ができない



© Metropolitan Expressway Company Limited 2016

6

1号羽田線（鮫洲埋立部）耐久性の低い仮設構造

仮設で用いられる構造で50年が経過



（建設中の鮫洲埋立部）

タイロッド

鋼矢板

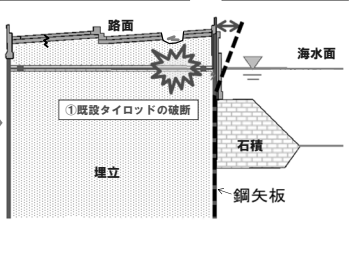


タイロッド（PC鋼線）

海水により、土中でタイロッドが腐食し破断
⇒鋼矢板ははらみ出し、路面にひび割れ及び陥没が発生

③路面のひび割れ、路面の陥没

②鋼矢板のはらみ出し



© Metropolitan Expressway Company Limited 2016

7

1号羽田線（鮫洲埋立部）損傷状況

- 鋼矢板がはらみ出すことにより、路面が陥没する可能性がある。
- グラウンドアンカーによる補強を実施。

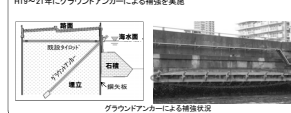
路面のひび割れ（平成18年12月発生）



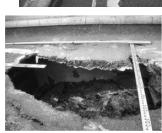
路面の陥没（平成20年6月発生）



H18～21年にグラウンドアンカーによる補強を実施



グラウンドアンカーによる補強状況



埋立下の空間
長さ 250cm
幅 180cm
深さ 150cm

© Metropolitan Expressway Company Limited 2016

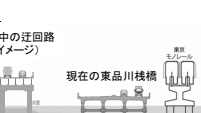
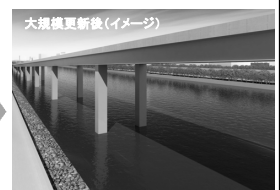
8

1号羽田線（東品川橋・鮫洲埋立部）更新イメージ

- 海水面から一定程度離れた高架構造とするため、橋橋全体を架け替え
- 工事中の交通影響を軽減させるため、高速道路の迂回路を設置



迂回路設置（イメージ）

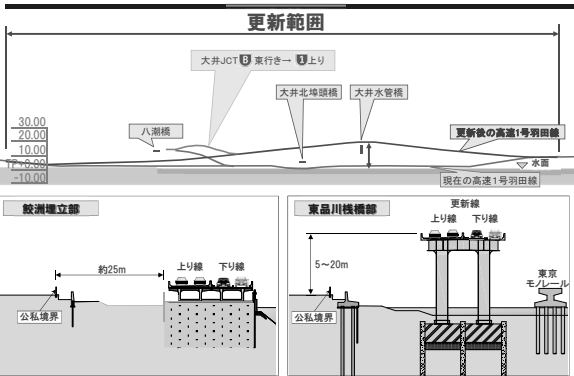


断面図
工事中の迂回路（イメージ）
現在の東品川橋

© Metropolitan Expressway Company Limited 2016

9

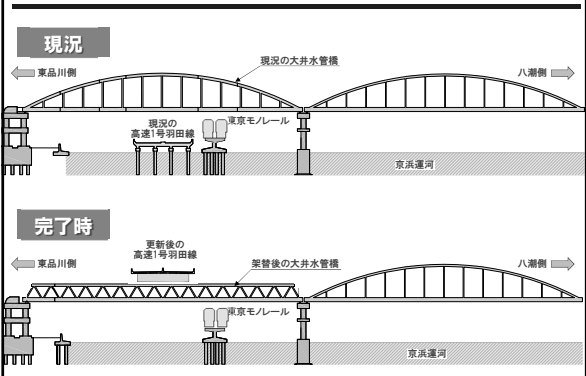
1号羽田線（東品川橋・鮫洲埋立部）更新縦断計画



© Metropolitan Expressway Company Limited 2016

10

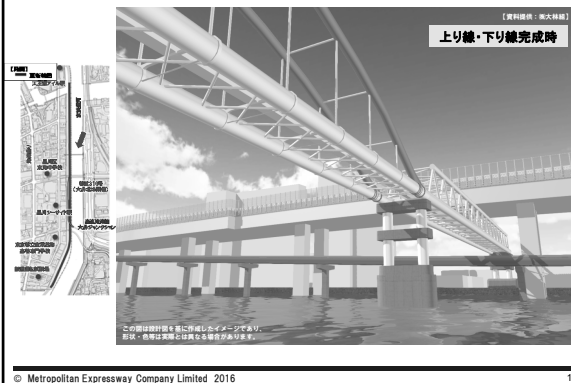
1号羽田線（東品川橋・鮫洲埋立部）大井水管橋の架替え



© Metropolitan Expressway Company Limited 2016

11

大井水管橋 完成イメージ



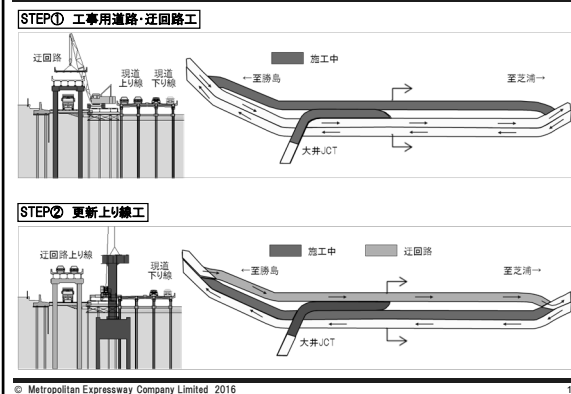
12

1号羽田線（東品川栈橋・鮫洲埋立部）作業ヤード進入路



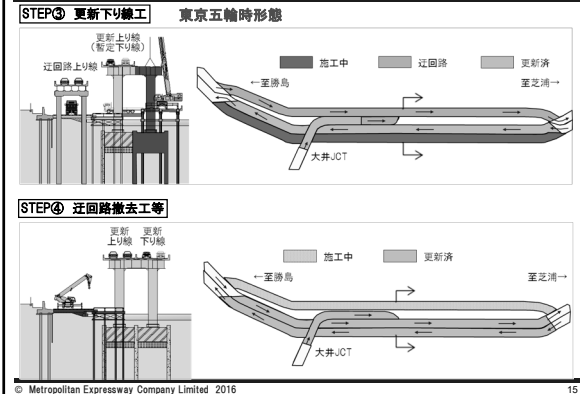
13

施工ステップ（１）



14

施工ステップ（２）



15

大井JCT（・湾岸線⇒・羽田線）長期通行止めの概要

- 高速1号羽田線（東品川栈橋・鮫洲埋立部）の更新（造り替え）にあたり、本線通行止めを回避するため、迂回路を設置
- 併せて大井JCTの迂り替えを実施
- 迂回路及び大井JCTを施工するにあたり、既設の大井JCTの一部が支障となり撤去が必要のため、長期通行止めを実施

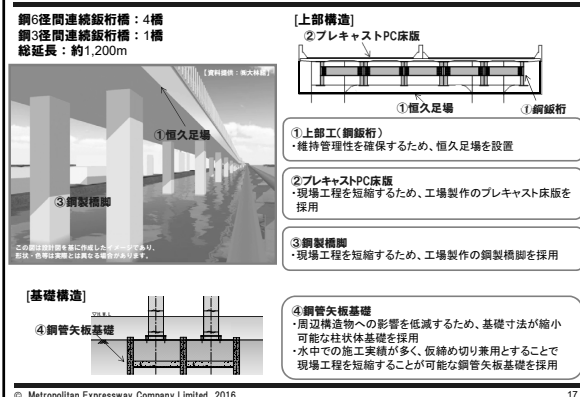
通行止区域 大井JCT（・湾岸線⇒・羽田線）
通行止期間 平成28年6月8日（水）20時から平成31年9月末日まで（40か月間）

- 迂回措置等
- ・迂回路として、中央環状線（外回り）、台場線（上り）及び深川線（上り）等を案内
 - ・大井JCT経由で・羽田線の芝浦出口（上り）への利用が出来なくなるので、代替出口として・湾岸線の大井南出口（東行き）を案内



16

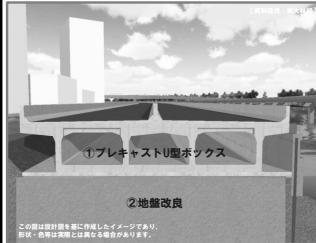
東品川栈橋の構造概要



17

鮫洲埋立部の構造概要

路面嵩上げ構造：延長約460m



①プレキャストU型ボックス
・現場工程を短縮するため、工場製作の
プレキャストU型ボックス構造を採用
・海床での耐久性を確保するため、エポキシ
樹脂鉄筋等を採用

②地盤改良
・現場工程を短縮するため、大口径の地盤改良
工法を採用
・周辺構造物への影響を低減するため、噴射型
の地盤改良工法を採用

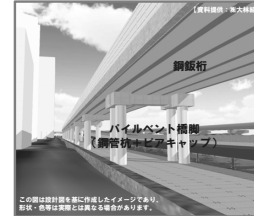
© Metropolitan Expressway Company Limited 2016

18

迂回路の構造概要

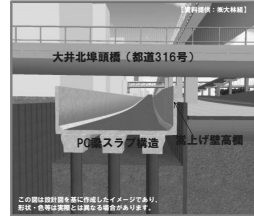
一般部

連続鉄板橋：延長約1,830m



大井北埠頭橋交差部

PC梁スラブ構造：延長約170m

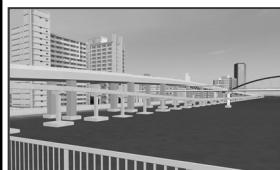


鋼板橋+パイルベント橋脚
・橋脚構造と比較し、周辺への圧迫感を低減するため、
杭本数を削減、煩雑感を排除できるパイルベント構造を採用
・周辺構造物への影響を低減するため、回転杭を採用
・桁下空間の確保により維持管理性の向上、工事用道路としての
活用が可能

© Metropolitan Expressway Company Limited 2016

19

完成イメージ



大井北埠頭橋からの眺望



大井水管橋付近の眺望

© Metropolitan Expressway Company Limited 2016

20

ご清聴ありがとうございました

© Metropolitan Expressway Company Limited 2016

21