

地盤補修の施工状況等に関する

オープンハウスの資料

【シールドトンネル工事の状況等】

令和6年12月21日

国土交通省 関東地方整備局 東京外かく環状国道事務所  
東日本高速道路(株) 関東支社 東京外環工事事務所  
中日本高速道路(株) 東京支社 東京工事事務所

## 目 次

▪ 事業概要 .....	1
▪ 東京外かく環状道路(関越~東名)現在の状況 .....	8
▪ 中央JCT部の工事 .....	12
▪ 中央JCT ランプシールドトンネル工事の掘進状況等 .....	16
▪ 地下水の観測結果 .....	50
▪ 大気質・騒音・振動の調査結果 .....	53
▪ 安全対策の取り組み事例 .....	54
▪ 利用者等の避難 .....	55
▪ お問い合わせ先 .....	56

## 東京外かく環状道路の概要

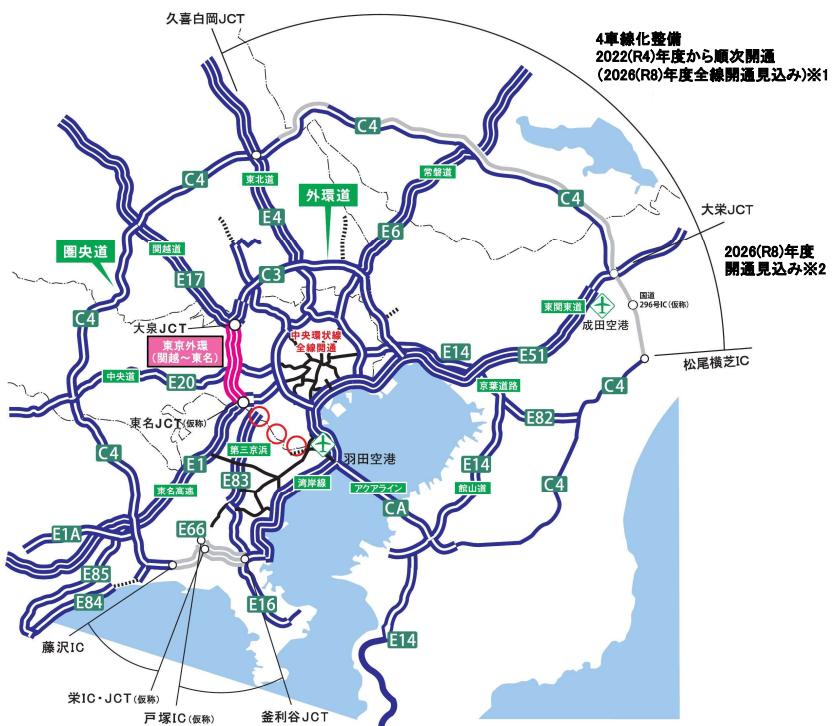
## 首都圏三環状道路の概要

首都圏三環状道路は、都心部の慢性的な交通渋滞の緩和及び、環境改善への寄与等を図り、さらに、我が国の経済活動の中核にあたる首都圏の経済活動と暮らしを支える社会資本として、重要な役割を果たす道路です。

近年の開通により、首都圏全体の生産性を高める重要なネットワークとしてストック効果を発揮しています。

- 首都圏中央連絡自動車道(圏央道)
  - ◆都心から半径約40~60km  
延長約300km
- 東京外かく環状道路(外環道)
  - ◆都心から約15km、延長約85km
- 首都高速中央環状線(中央環状線)
  - ◆都心から約8km、延長約47km

凡 例			
_____	開通済区間	_____	2車線
_____	事業中	_____	4車線
_____		_____	4車線
○○○○	予定路線	_____	6車線



※1 資機材の調達等が順調な場合  
※2 大栄JCT～国道296号IC(仮称)間は、  
1年程度前倒しでの開通を目指す

2024年9月時局

## 東京外かく環状道路の全体計画

## 全体計画と幹線道路網図



「JCT・ICは仮称・開通区間は除く」

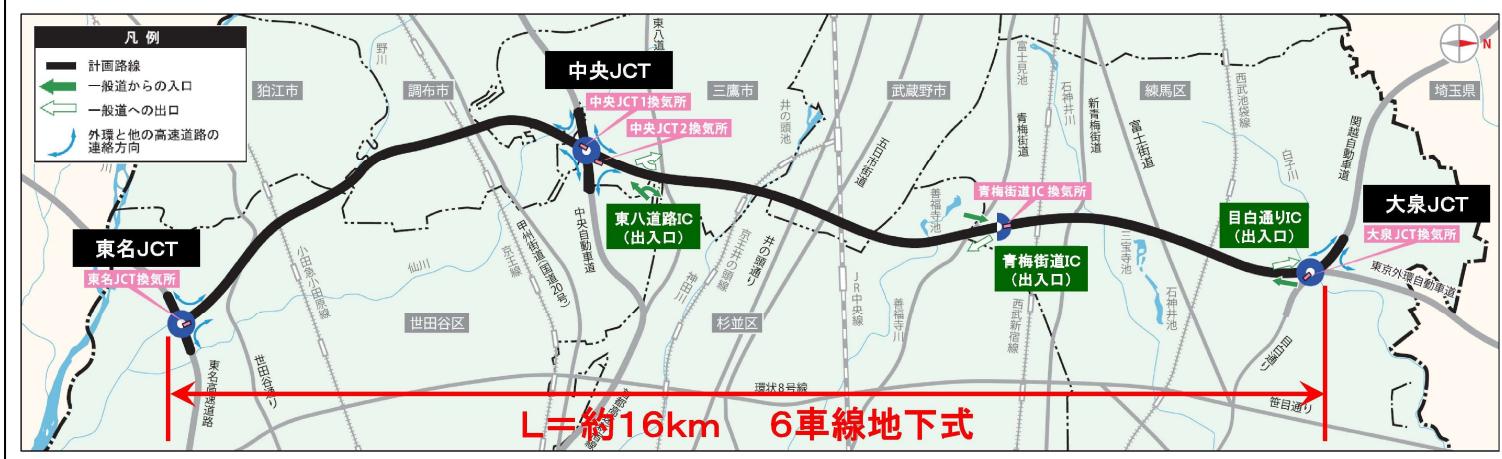
東京外かく環状道路は、都心から約15kmの圏域を環状に連絡する延長約85kmの道路であり、首都圏の渋滞緩和、環境改善や円滑な交通ネットワークを実現する上で重要な道路です。

関越道から東名高速までの約16kmについては、平成21年度に事業化、平成24年4月には、東日本高速道路(株)、中日本高速道路(株)に対して有料事業許可がなされ、国土交通省と共同して事業を進めています。

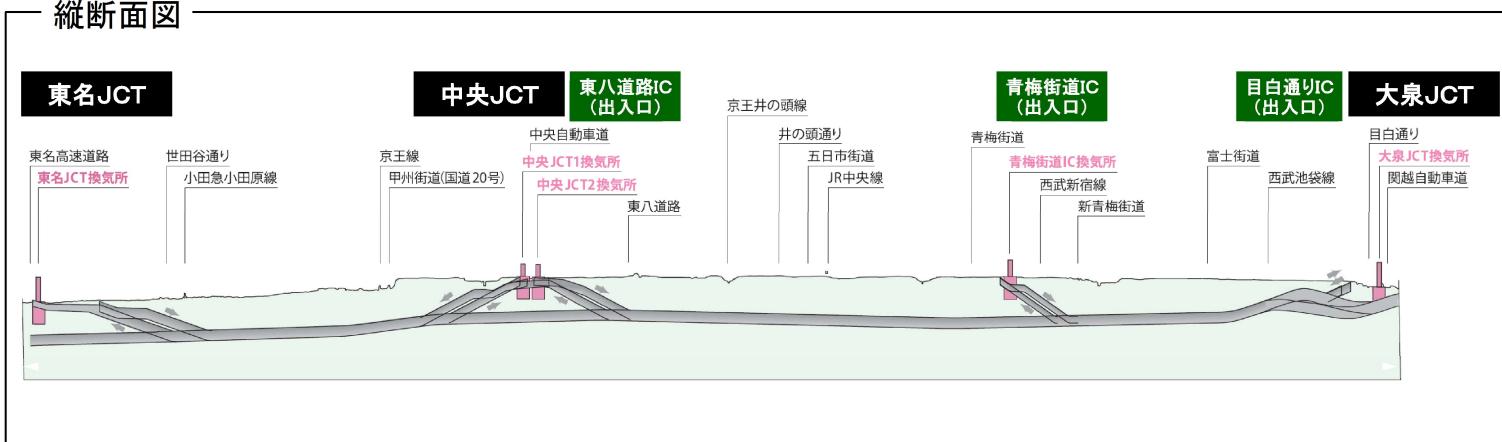
# 東京外かく環状道路(関越～東名)の計画概要

(平成19年4月6日 都市計画変更(高架→地下))  
(平成27年3月6日 都市計画変更(地中拡幅部))

## 平面図



## 縦断面図



(JCT・ICは仮称。開通区間は除く)

## 計画概要

延長: 約 16 km

高速道路との接続: 3箇所

- ・東名JCT (仮称)
- ・中央JCT (仮称)
- ・大泉JCT

出入口: 3箇所

- ・東八道路IC (仮称)
- ・青梅街道IC (仮称)
- ・目白通りIC (仮称)

構造形式: 地下式

(41m以上の大深度に計画)

## トンネル完成イメージ



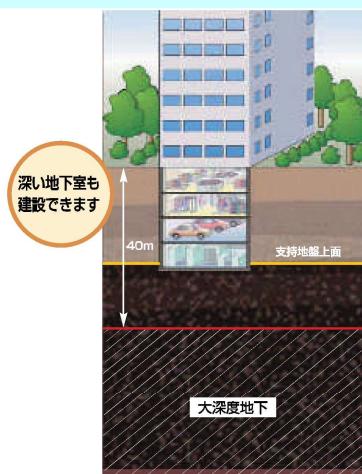
# 大深度地下利用について

東京外かく環状道路（関越～東名）は、「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」に基づく大深度地下の使用の認可を受け本線トンネルの大部分を地下40m以深の大深度地下としました。これにより、用地取得等を伴う箇所が地上部と大深度地下以浅部のみとなり、地域分断等による地上部の影響が少なくなります。

## ■大深度地下とは

- ・通常利用されない地下空間（①または②のいずれか深い方の空間）

①地下室の建設のための利用が通常行われない深さ（地下40m以深）



②建築物の基礎の設置のための利用が通常行われない深さ（支持地盤上面から10m以深）

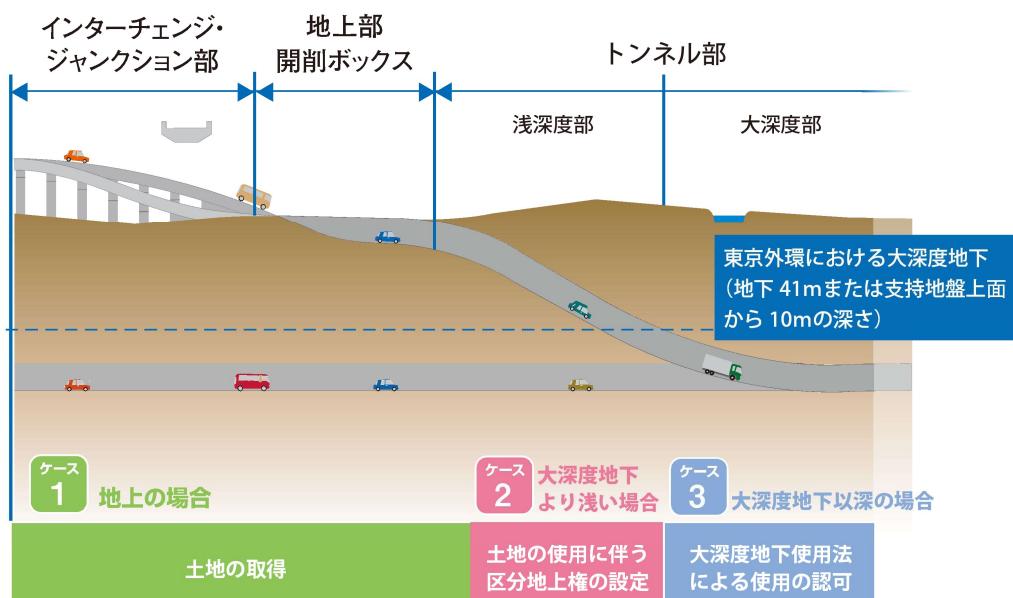


東京外かく環状道路（関越～東名）（以下「東京外環」という）の構造はイメージ図のとおり、主にインターチェンジ・ジャンクション部、地上部開削ボックス及びトンネル部に区分され、トンネル部はさらに浅深度部と大深度部に区分されます。

※浅深度部：トンネルの一部若しくは全ての構造が大深度地下より浅い箇所

（主としてイメージ図ケース2）

大深度部：トンネルの全ての構造が大深度地下以深になる箇所（イメージ図ケース3）



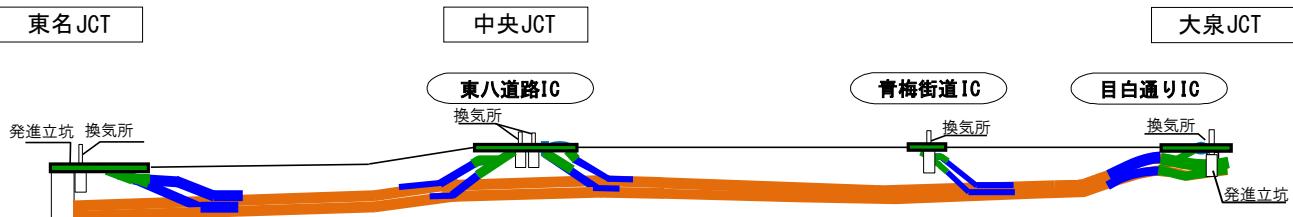
<イメージ図>

# 用地取得および埋蔵文化財調査の状況

【JCT・ICは仮称、開通区間は除く】

## ■用地取得区分イメージ

凡例 ■ : 用地買収部 ■ : 区分地上権取得部 ■ : 大深度トンネル部



## 用地取得の状況

令和6年11月末

		東名JCT	中央JCT	青梅街道IC	大泉JCT	合計
面積ベース	買収	99%	99%	40%	99%	94%
	区分地上権	99%	97%	58%	100%	91%
	合計	99%	99%	48%	99%	93%
件数ベース	買収	97%	99%	58%	99%	94%
	区分地上権	97%	95%	61%	100%	90%
	合計	97%	97%	60%	99%	93%

## 埋蔵文化財調査の状況

令和6年11月末

埋蔵文化財調査対象地のうち着工可能な面積の割合

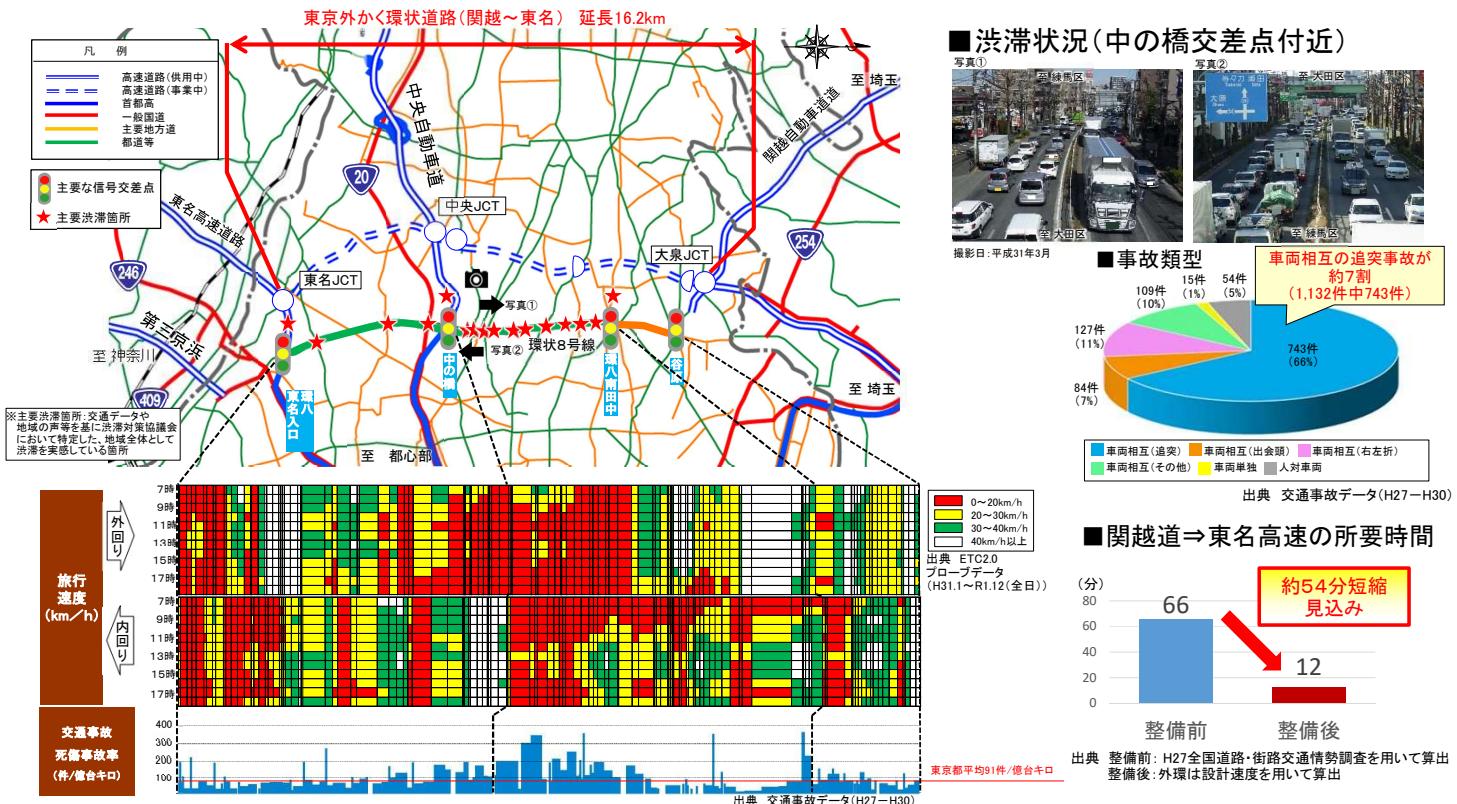
$$\text{※進捗率} = \frac{\text{調査済み面積}}{\text{調査対象面積}}$$

	東名JCT	中央JCT	青梅街道IC	大泉JCT	合計
進捗率	98%	100%	0%	100%	88%

# 東京外かく環状道路(関越~東名)沿線の課題

## 環状8号線の交通状況

- 外環(関越~東名)に並行する環状8号線では、高速道路との交差部周辺で交通渋滞が発生。
- 事故類型は車両相互の追突事故が多く、全体の約7割。
- 外環(関越~東名)の整備により、交通の転換が図られ、交通混雑の緩和、交通事故の減少が期待。



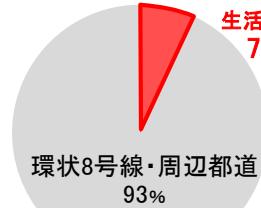
## 環状8号線周辺の生活道路の交通状況

- 関越道(練馬IC)及び外環(大泉IC)と東名高速(東京IC)を乗り継ぎしている交通の約1割が、環状8号線周辺の生活道路を抜け道として利用。
- 環状8号線周辺の生活道路の交通事故件数は、都内の市区町村道と比較して8倍~13倍。
- 外環(関越~東名)の整備により、抜け道利用交通が転換することで、生活道路の安全性向上が期待。

### ■環状8号線周辺道路の抜け道



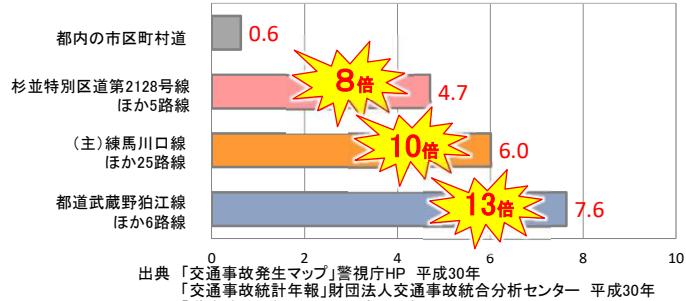
### 【練馬IC・大泉IC⇒東京ICを乗り継ぐ交通の割合】



練馬IC・大泉IC⇒東京ICを乗り継いでいる交通の約1割が生活道路を抜け道として利用



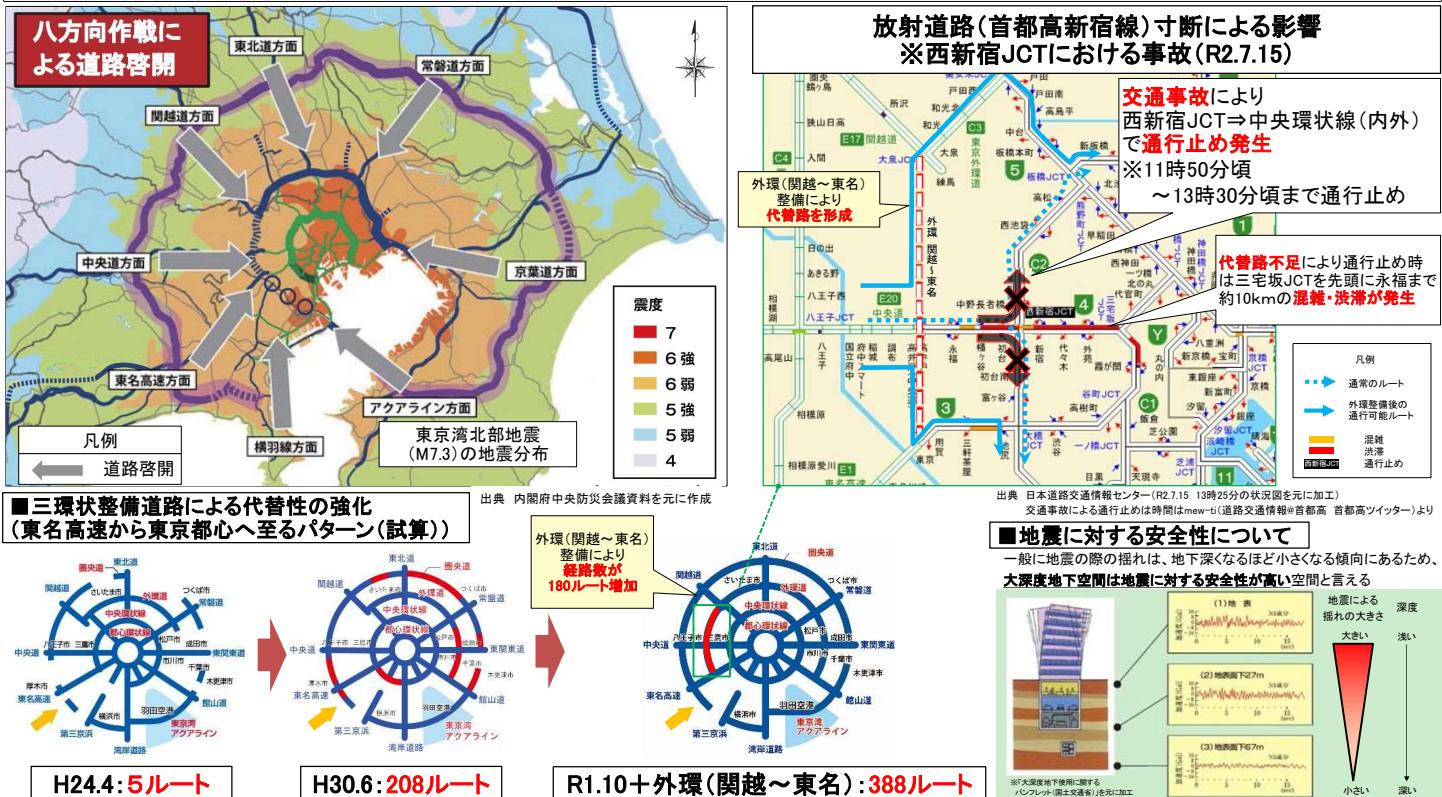
### 【生活道路における交通事故の発生率(件/km・年)】



# 東京外かく環状道路(関越~東名)の整備効果 1/2

## 災害時等の代替路の確保

- 首都直下地震(M7クラスの地震)が今後30年以内に発生する確率は70%程度と推定。
- 道路管理者と関係機関は、首都直下地震に備え、都心に向けた八方向を優先啓開ルートに設定(八方向作戦)。
- リダンダンシーの強化により、災害だけでなく、事故などで放射道路が寸断された場合でも都心への経路が確保可能。

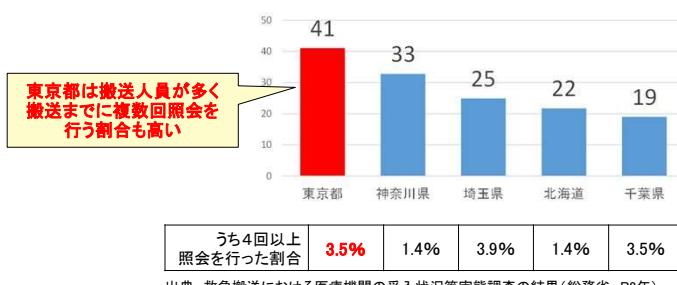


## 救急医療への支援

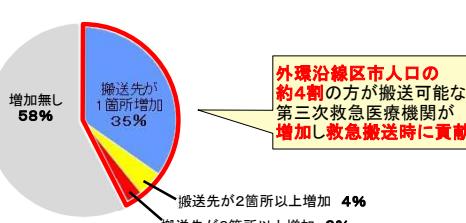
- 東京都は重症者の救急搬送人員が最も多く、搬送までに複数回照会を行う割合も高い。
- 外環(関越~東名)が整備されることで沿線区市人口の約4割の方が、多量出血による死亡率が50%となる30分で搬送可能な第三次救急医療機関の数が増加。
- 外環(関越~東名)が整備されることで救急搬送先の選択肢が増加し、沿線の高度救急医療を支援。

### 沿線区市の救急搬送先の増加

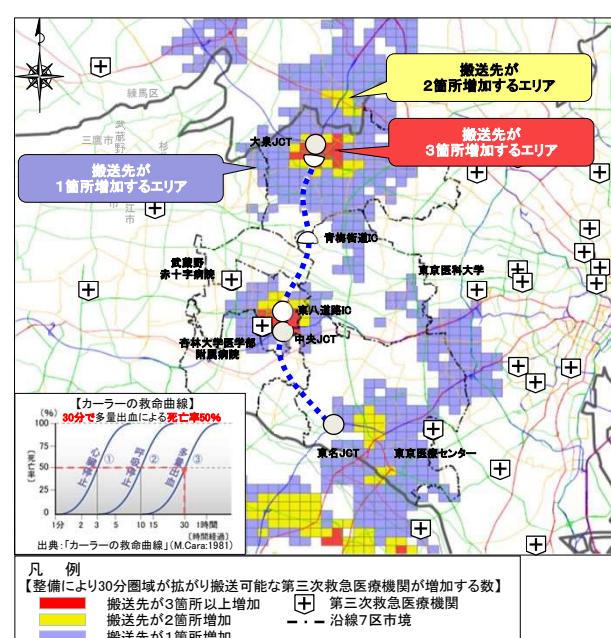
【都道府県別重症者以上搬送人員ランキング 上位5位】



【外環沿線区市人口の救急搬送先の増加割合】



出典 人口: 国勢調査(H27年度) 外環沿線区市: 288万人  
速度: 現況はETC2.0プローブデータ(H31.1~R1.12)。整備後は現況+外環(設計速度80km/h)により算出  
※外環沿線区市(練馬区、杉並区、世田谷区、武蔵野市、三鷹市、調布市、柏江市)を対象とした集計  
※第三次救急医療機関: 心筋梗塞、脳卒中、頭部外傷など一刻を争う重危篤救急患者の救急医療を担当する機関



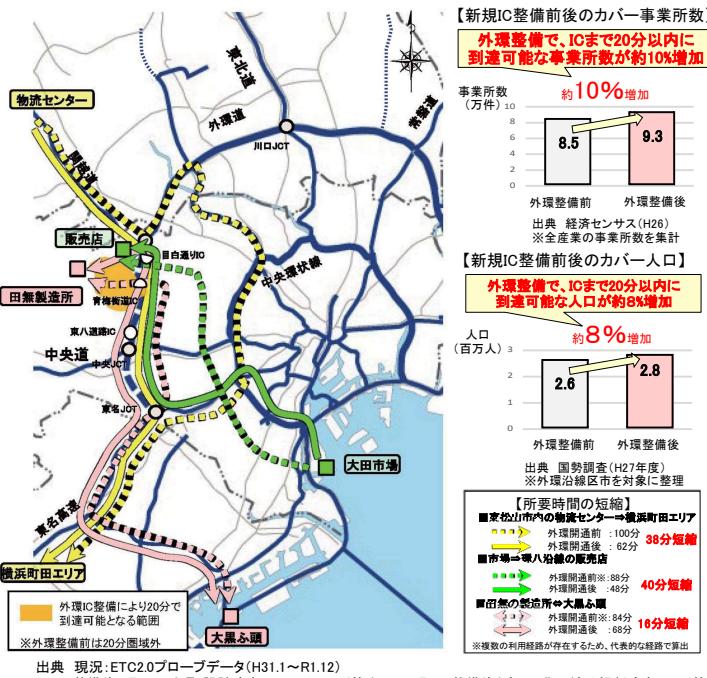
※搬送先が増えた箇所を緑色  
※沿線7区市周辺の医療機関名を記載

# 東京外かく環状道路(関越~東名)の整備効果 2/2

## 企業活動の支援

- 外環(関越~東名)整備による既存路線の渋滞緩和、所要時間の短縮、時間圏域の拡大などを通じて、物流コスト削減、ドライバーの長時間労働緩和、物流品質の向上など企業活動を支援。

### ■所要時間の短縮効果



### ■沿線アクセスの向上

### ■企業の声

#### ①広域的な企業活動の支援(所要時間の短縮等) 物流業 A社

- 東松山の配送センターから、関越道や首都高を利用して横浜町田エリアへ荷物を配達している。
- 外環(関越~東名)整備により、都心の中央環状線を通過することなく、配送できるため、時間短縮や安全性向上に期待している。

※ヒアリング実施日: 令和2年6月

#### ②沿線企業の企業活動の支援(物流品質の向上)

- 花の流通を行っており、鮮度(物流品質)が重要な要素となるが運送上の都合によっては時間が読めないこともある。
- 外環が整備されることで、大田市場より、環八沿線に複数立地する販売店に輸送する際、輸送時間の短縮や安定化が図られ、品質を維持しやすくなることが期待される。

生花卸業: 株式会社大田花き



画像出典:公式HP

※ヒアリング実施日: 令和2年7月

#### ③沿線企業の企業活動の支援(ドライバー負荷軽減等)

- 製品・部品の輸出入のため、田無の製造所と大黒ふ頭のバックヤード間で、運送を行っている。
- 外環(関越~東名)整備により、ドライバーの負荷が軽減することを期待している。

製造業: 住友重機械工業株式会社



画像出典:公式HP

※ヒアリング実施日: 令和2年7月

## バスの定時性向上

- 環状8号線は東西に延びる複数の鉄道路線の主要駅間を南北に結ぶバスルートとして利用。
- 環状8号線には主要渋滞箇所が複数存在しており、所要時間(最短・最長)の差にバラツキがあり、定時運行に懸念が存在。
- 外環(関越~東名)が整備されることで、環状8号線の混雑が緩和され、バスの定時性向上が期待。

### ■環状8号線周辺のバスルート



### ■企業の声

#### 定時性の確保により、高頻度の運行が可能に

- 渋滞の影響を受け、通過時間が読みにくい路線があります。
- 外環(関越~東名)整備により定時性が確保され、所要時間が短くなれば利用者の増加や、より高頻度の運行が期待されます。



※ヒアリング実施日: 平成30年11月

#### 【環状8号線利用バス路線 運行本数一例】



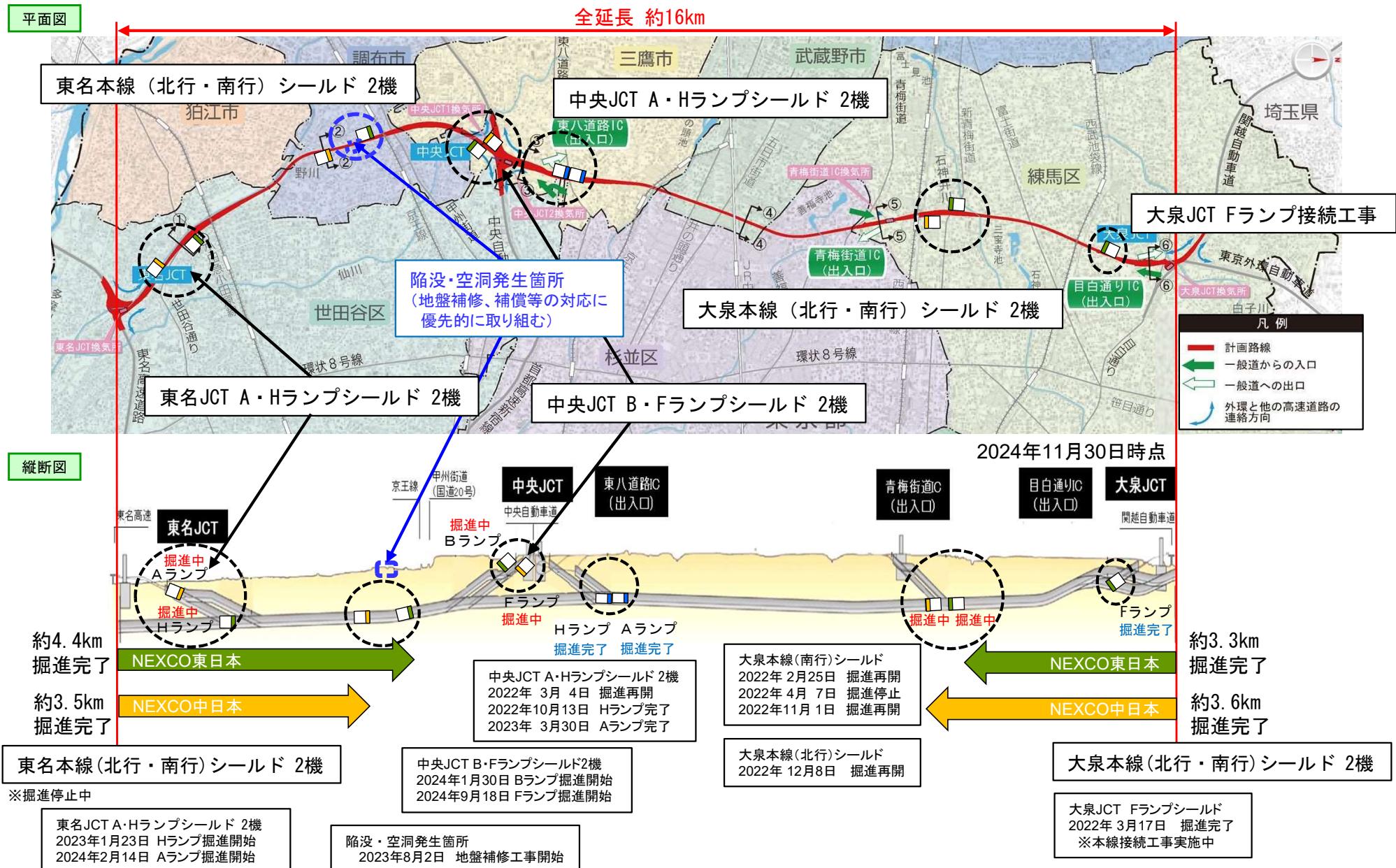
#### 【環状8号線(中央線～京王線)の時間信頼性】

交通状況により約2倍の所要時間がかかる



出典 ETC2.0プローブデータ(H31.1～R1.12) (全日 星12時間)  
所要時間は東電荻窪支社交差点～上高井戸一丁目交差点間を対象に整理  
最短・最長所要時間・特異値(所要時間の上位10%、下位10%)を除いた所要時間のバラツキ

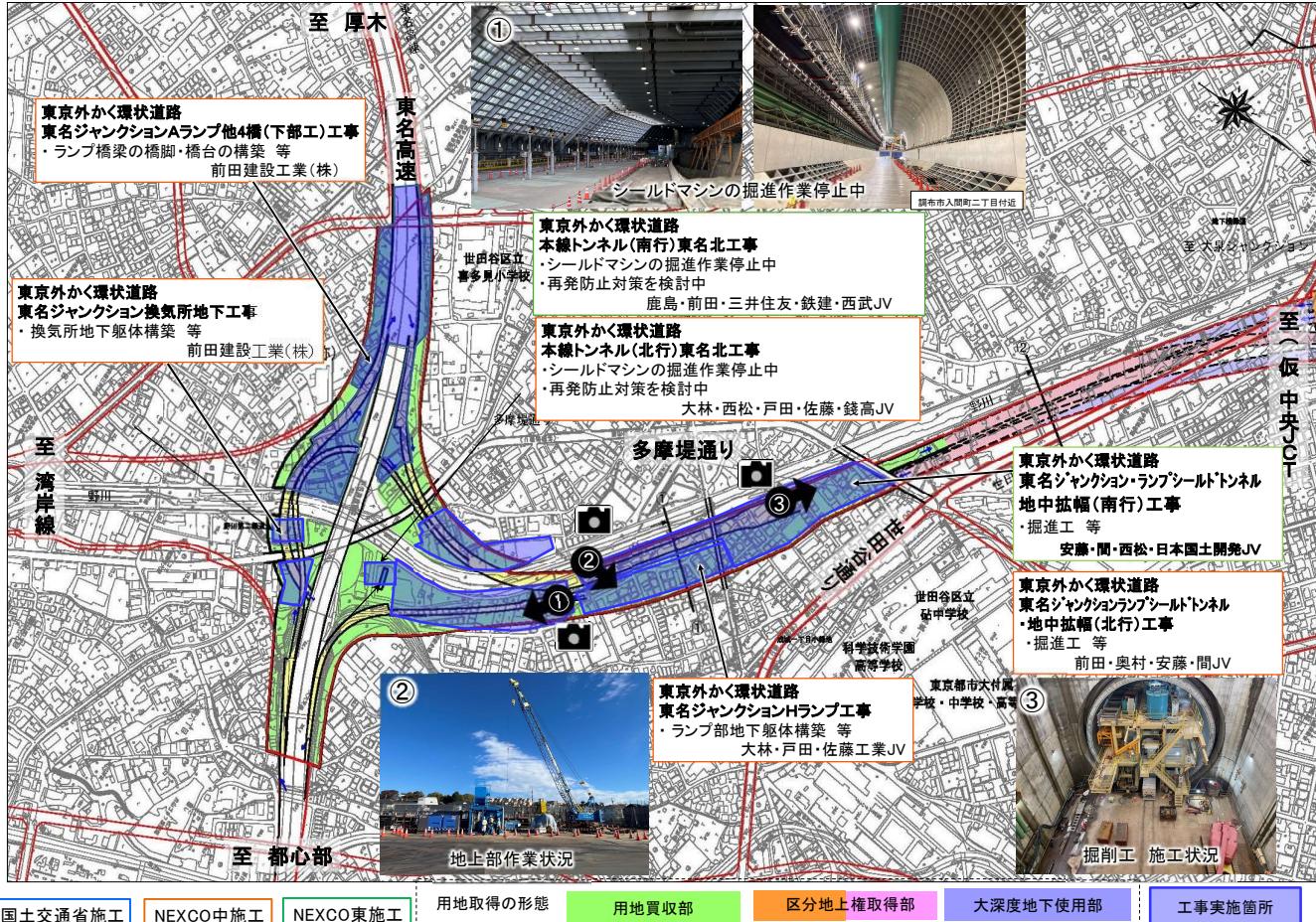
# 東京外かく環状道路(関越~東名) 現在の状況



# 現在の状況【東名JCT】

## 工事の状況

令和6年11月現在



## 空撮写真



[令和3年4月時点]

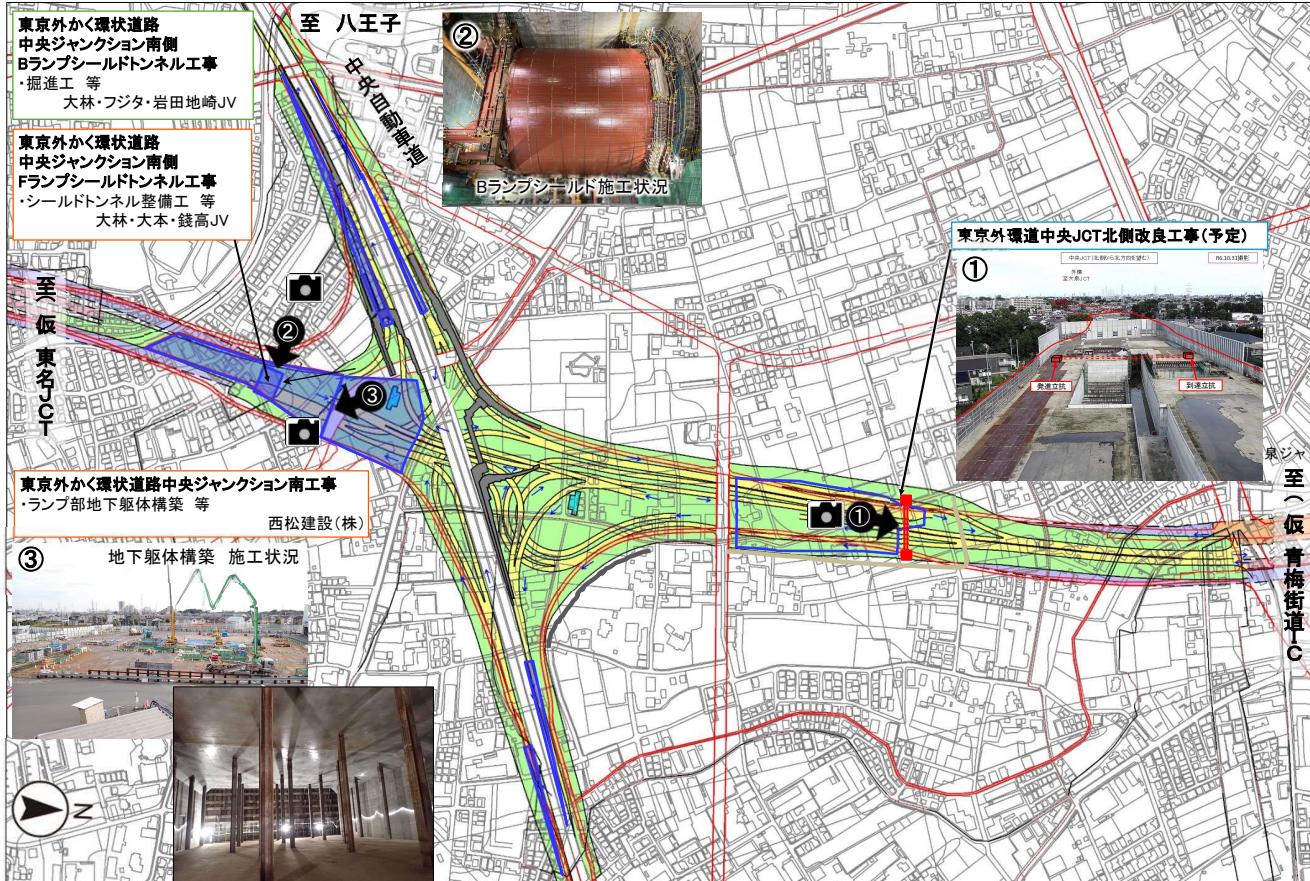


[令和6年10月時点]

# 現在の状況【中央JCT】

## 工事の状況

令和6年11月現在



## 空撮写真



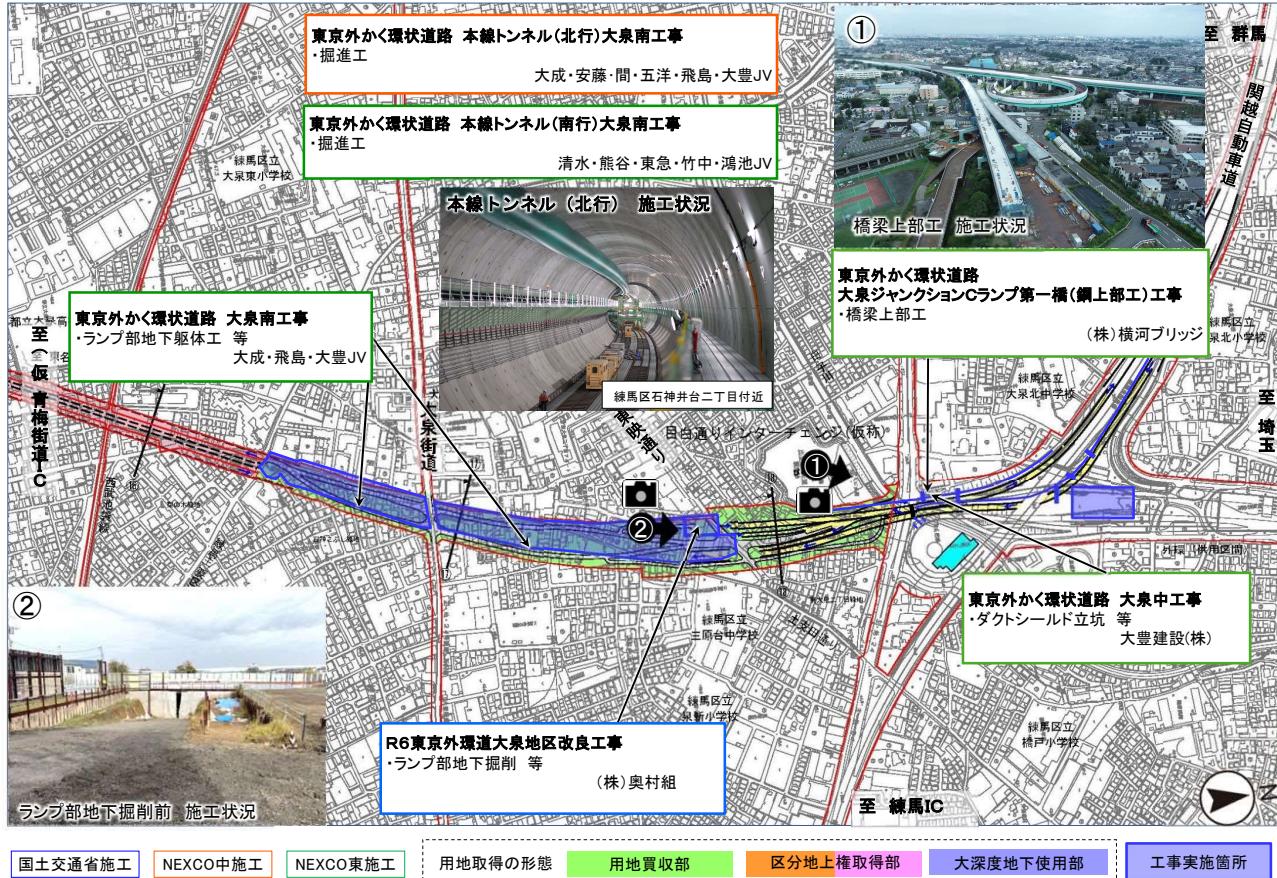
[令和6年10月時点]

[令和6年10月時点]

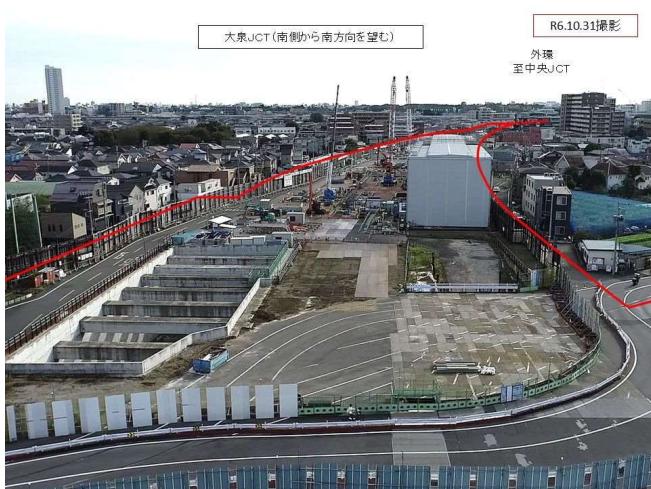
# 現在の状況【大泉JCT】

## 工事の状況

令和6年11月現在



## 空撮写真

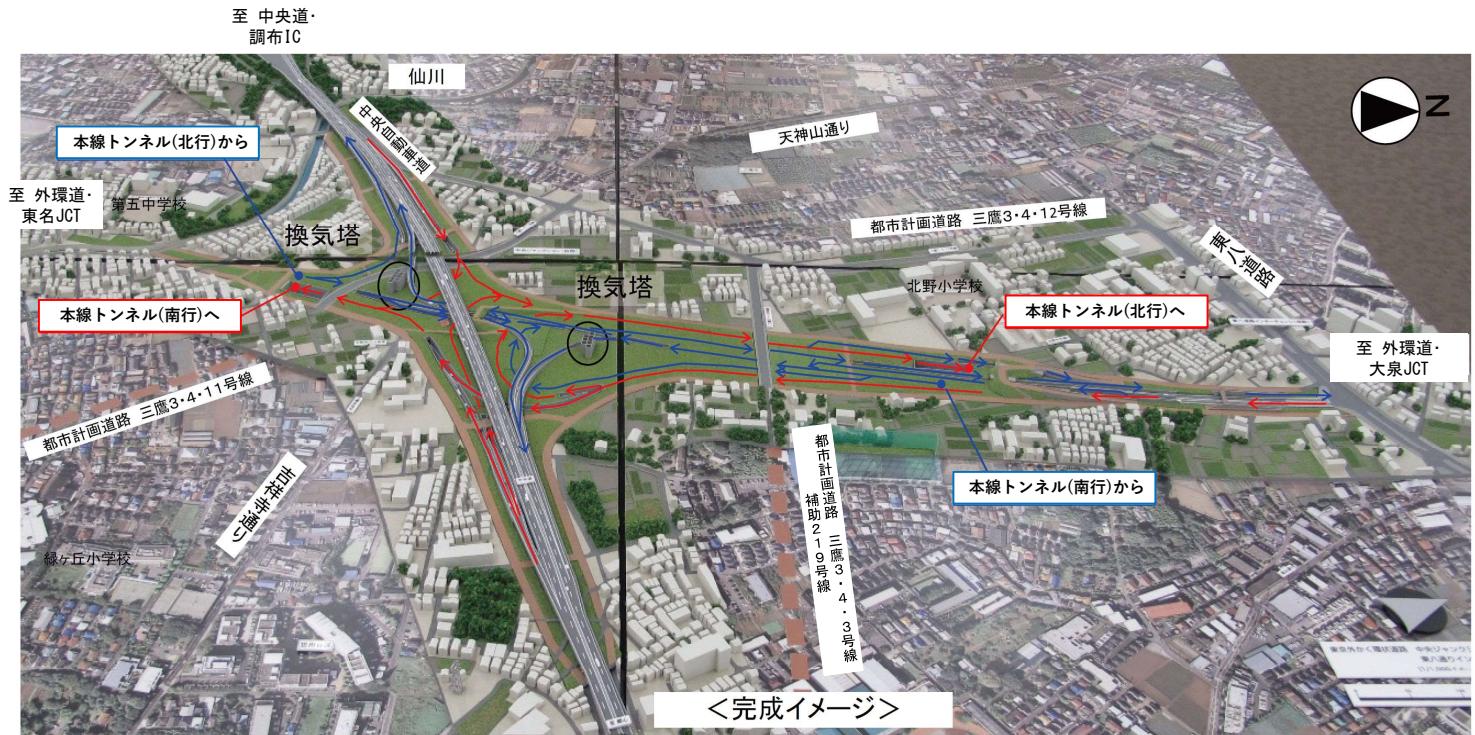


[令和6年10月時点]



[令和6年10月時点]

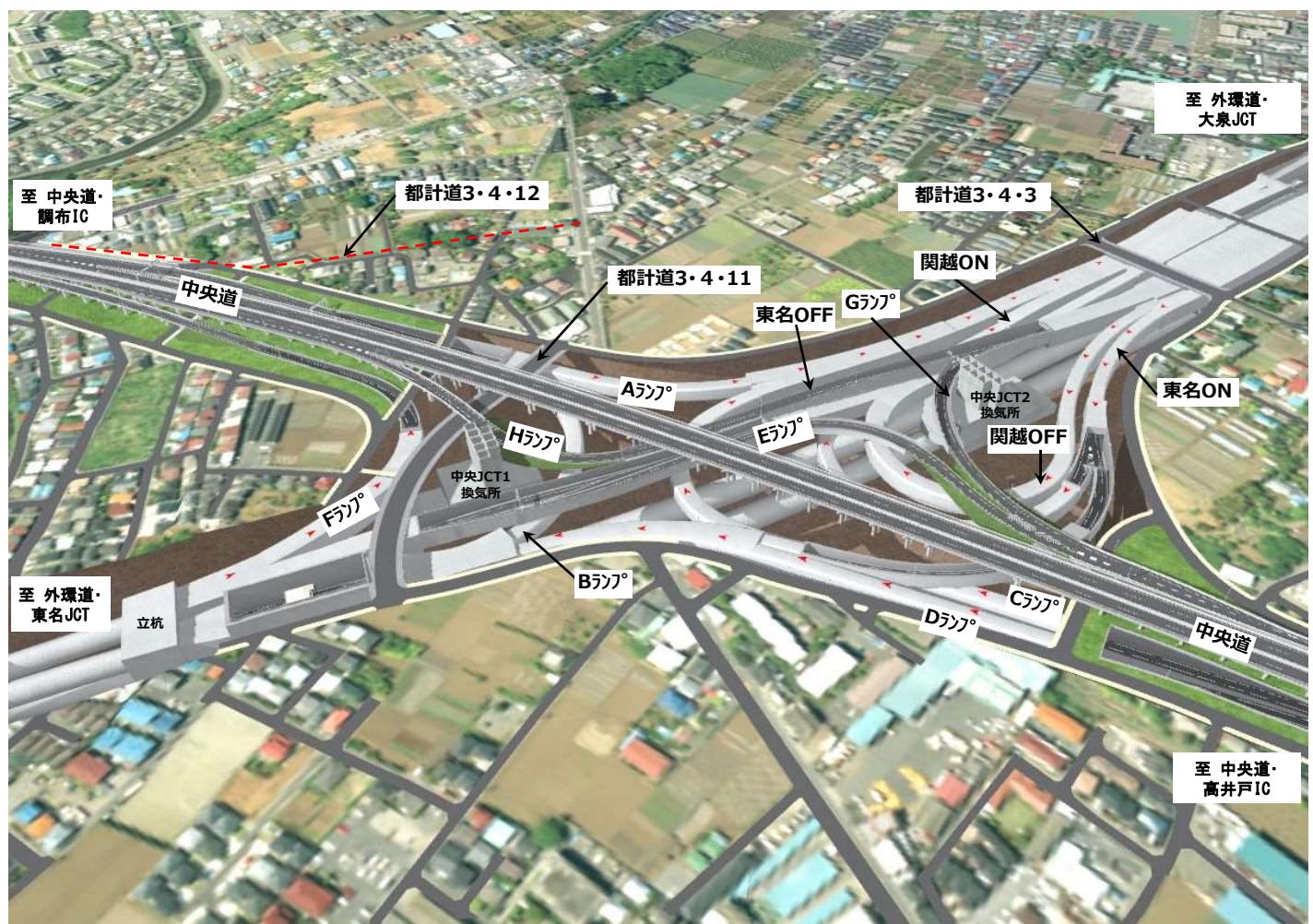
# 中央JCT部の工事 【完成イメージ】



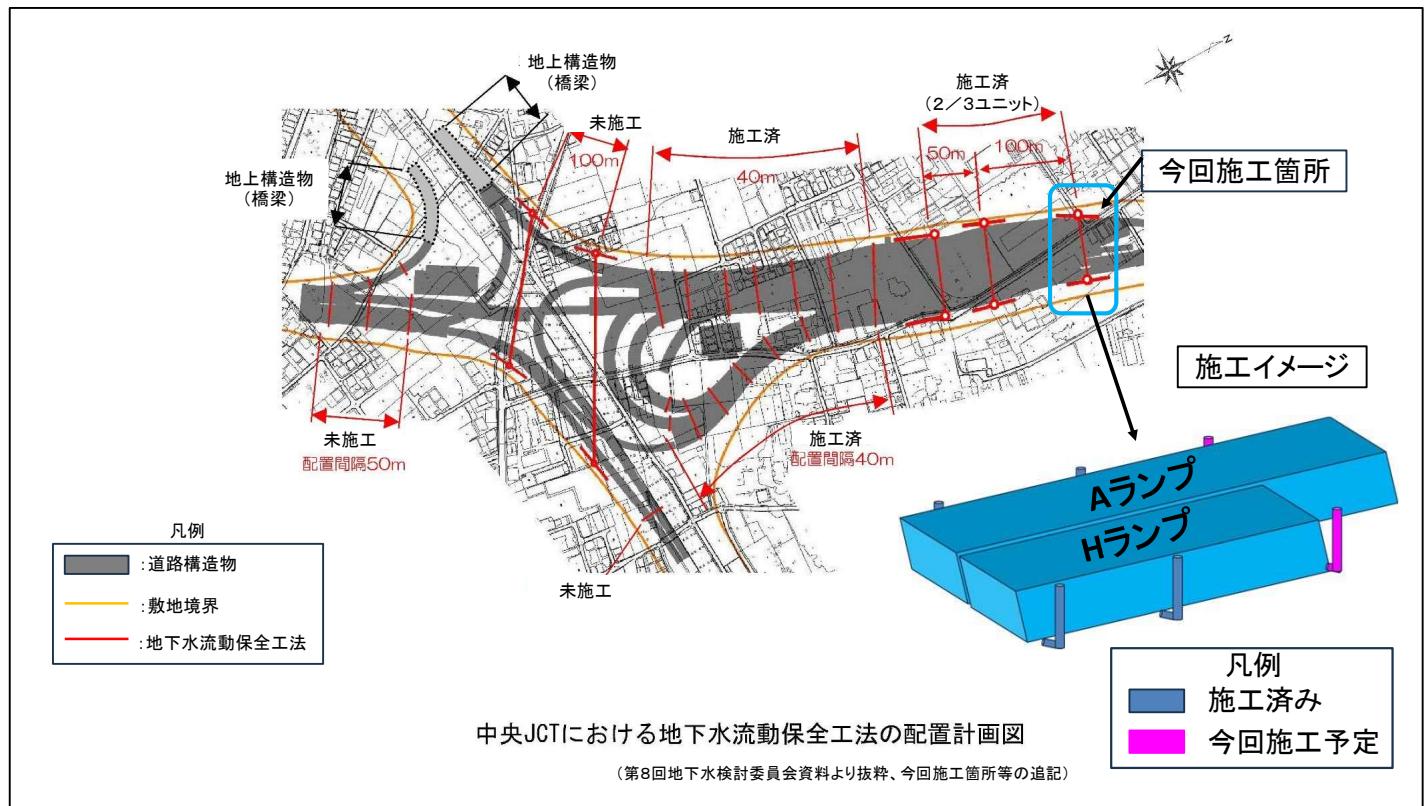
＜完成イメージ＞

至 中央道・  
高井戸IC

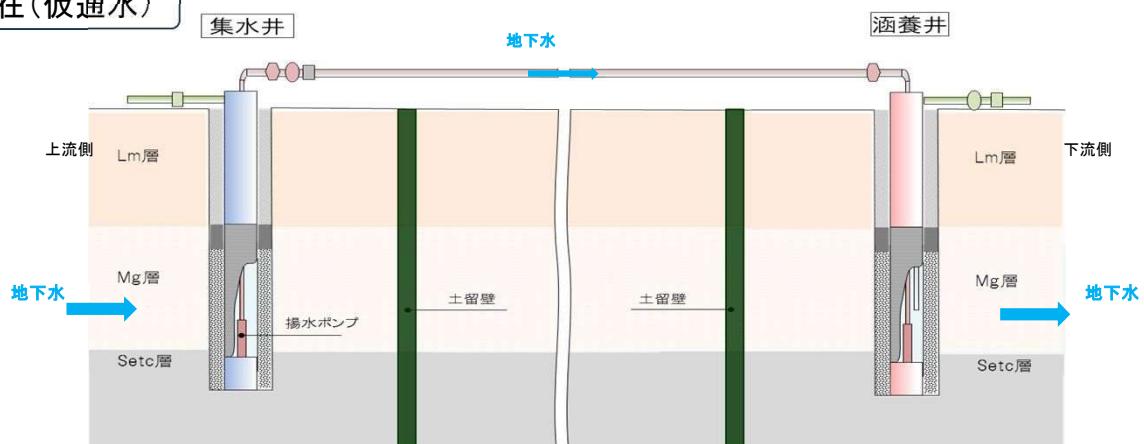
→ 外環道へ  
← 外環道から



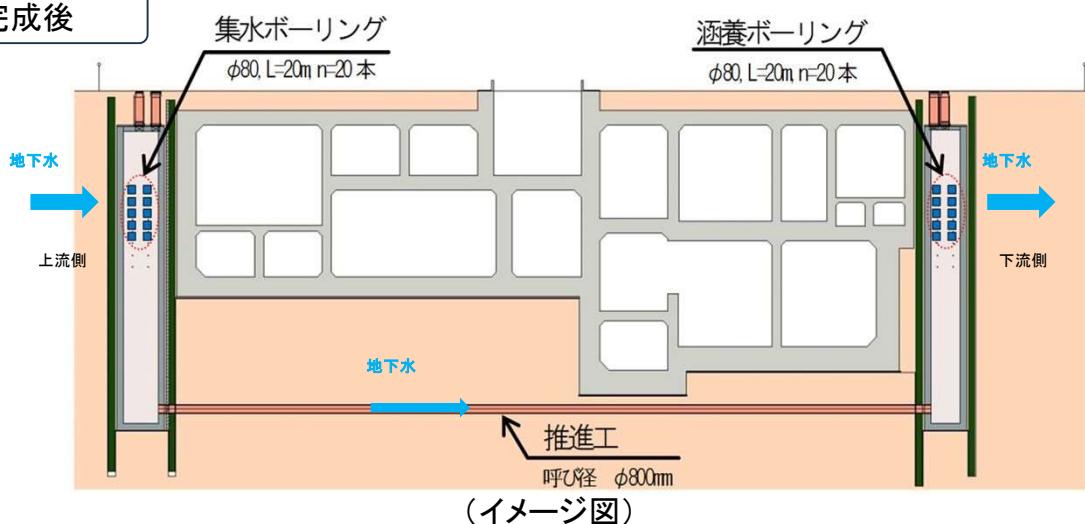
# 中央JCT北側改良工事の概要



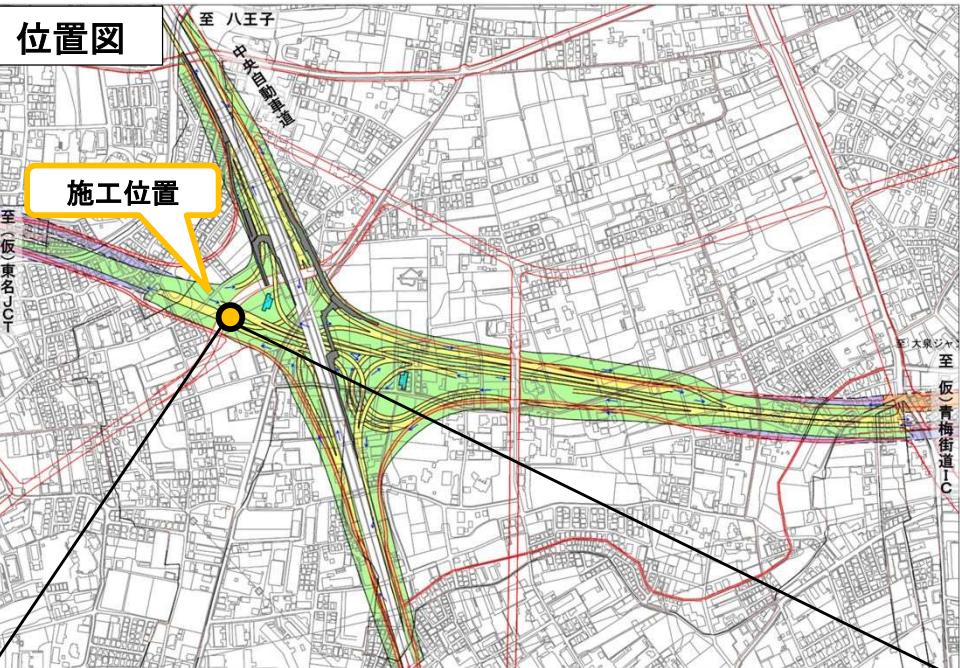
現在(仮通水)



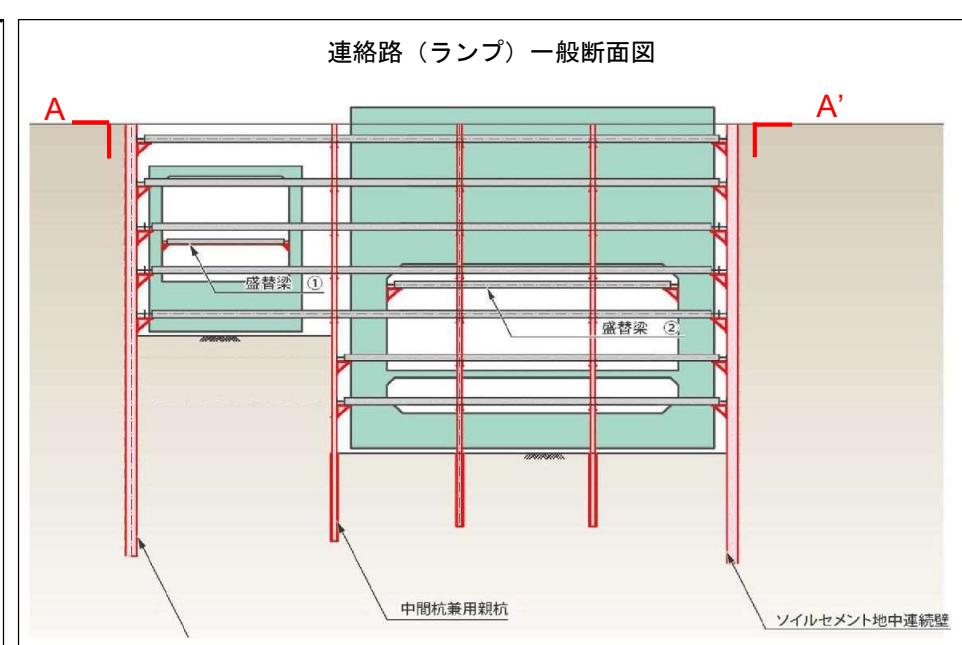
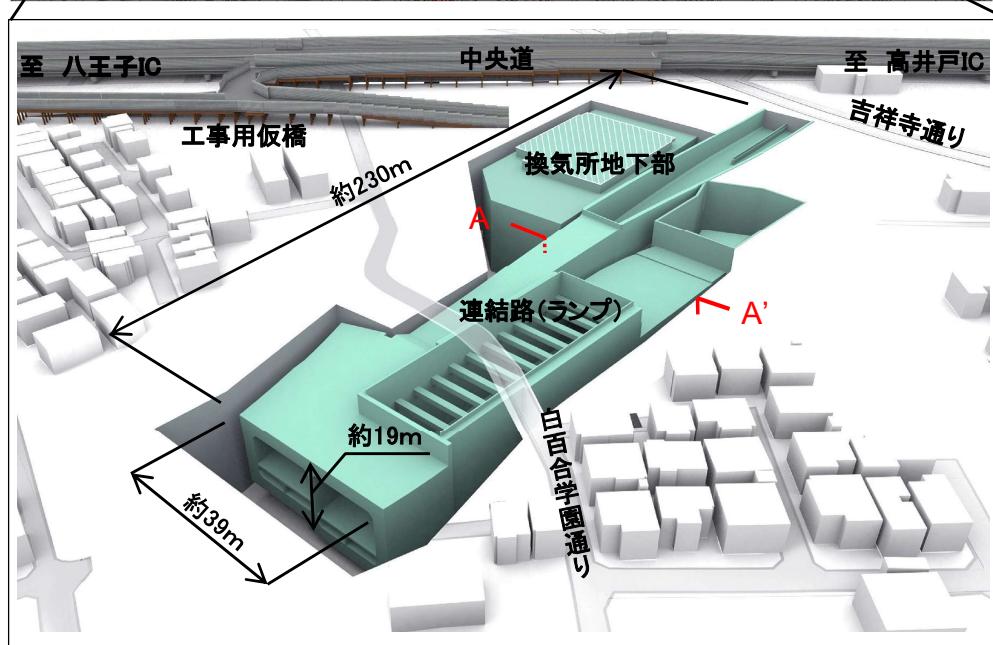
完成後



# 中央JCT部の工事【ランプボックス、地下構造物】



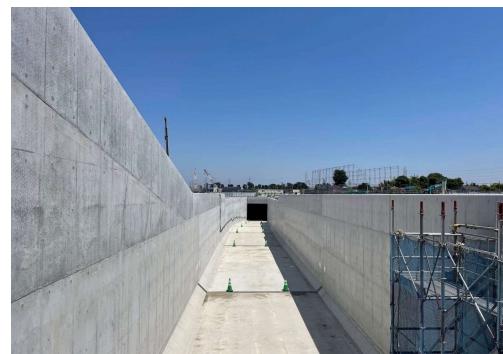
中央JCT部	
工事名称	東京外かく環状道路 中央ジャンクション南工事
発注者	中日本高速道路(株) 東京支社
施工者	西松建設(株) 関東土木支社
工事内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・開削によるランプボックスの構築(開削工)</li> <li>・維持管理用の電気室の構築(地下構造物工)</li> <li>・地下水流动保全工</li> </ul>



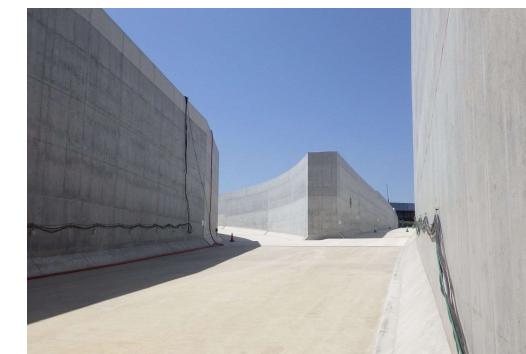
# 現場写真【中央JCT関連工事】



中央JCT北側開削トンネル施工状況  
(令和5年5月16日)



中央JCT北側開削トンネル施工状況  
(令和5年5月16日)



中央JCT北側開削トンネル施工状況  
(令和5年5月16日)



中央道へアクセスする工事用仮橋設置状況  
(外景) (令和元年6月17日)



中央JCT上り線ONランプ工事用仮橋の状況  
(令和5年5月18日)



中央JCT北側開削トンネル施工状況  
(令和5年2月1日)



中央JCT南側ランプシールド防音設備設置状況  
(令和4年9月27日)



中央JCT南側開削トンネル施工状況  
(令和5年12月20日)

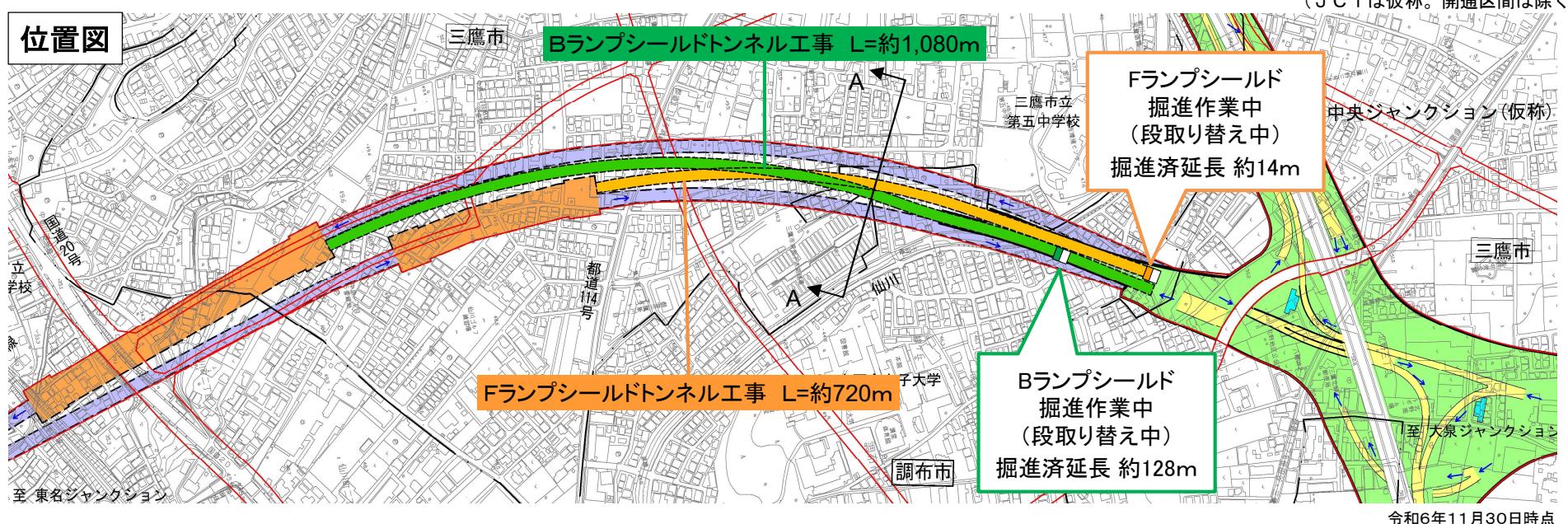


中央JCT南側開削トンネル施工状況(地上部)  
(令和6年10月31日)

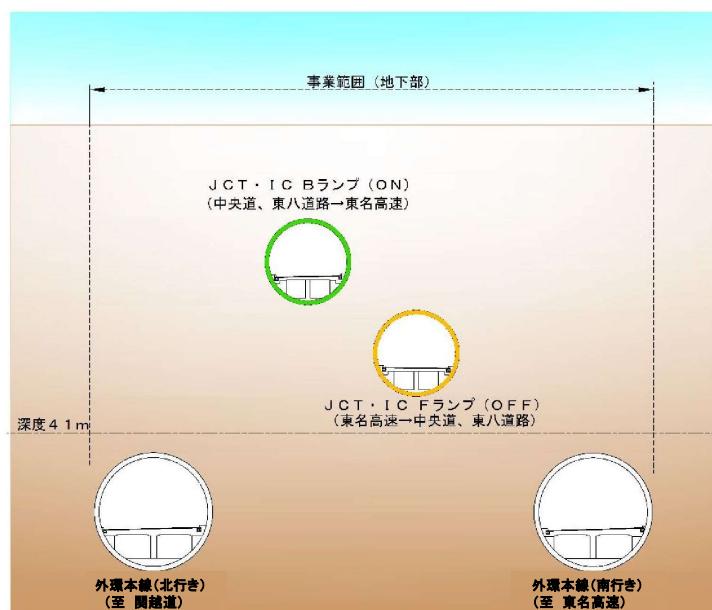
# 中央JCT B・Fランプシールドトンネル工事の概要

(JCTは仮称。開通区間は除く)

## 位置図



## 断面図(A-A)



B ランプシールドトンネル	
工事名称	東京外かく環状道路 中央ジャンクション南側 B ランプシールドトンネル工事
発注者	東日本高速道路(株) 関東支社
施工者	大林組・フジタ・岩田地崎建設 特定建設工事共同企業体
工事内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・泥土圧シールド</li> <li>シールド機外径約 12m、セグメント外径 <math>\phi 11.5m</math></li> <li>・延長約 1,080m</li> </ul>
ランプシールド区間	東京都三鷹市北野～中原

F ランプシールドトンネル	
工事名称	東京外かく環状道路 中央ジャンクション南側 F ランプシールドトンネル工事
発注者	中日本高速道路(株) 東京支社
施工者	大林組・大本組・錢高組 特定建設工事共同企業体
工事内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・泥土圧シールド</li> <li>シールド機外径約 12m、セグメント外径 <math>\phi 11.5m</math></li> <li>・延長約 720m</li> </ul>
ランプシールド区間	東京都三鷹市中原～北野

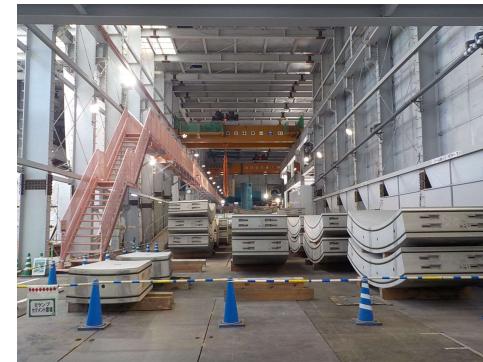
# 現場写真【中央JCT Bランプシールドトンネル工事】



シールドマシンの組立状況  
(平成30年12月11日)



シールドマシン発進前の状況  
(令和5年1月20日)



セグメントストックヤードの状況  
(令和6年10月31日)



シールドマシン後方の状況  
(令和6年11月25日)



発進立坑部の状況  
(令和6年11月25日)



防音ハウス内の状況  
(令和6年11月29日)



ベルトコンベアの状況  
(令和6年11月29日)



土砂ピットヤードの状況  
(令和6年11月29日)



土砂ピットヤード内部の状況  
(令和6年11月29日)

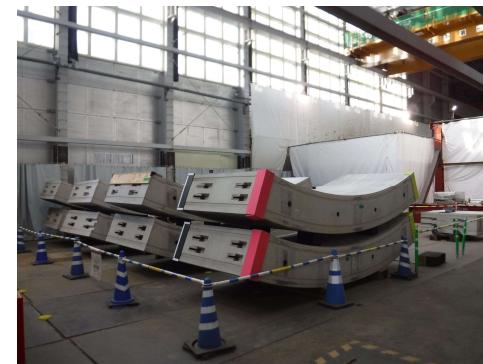
# 現場写真【中央JCT Fランプシールドトンネル工事】



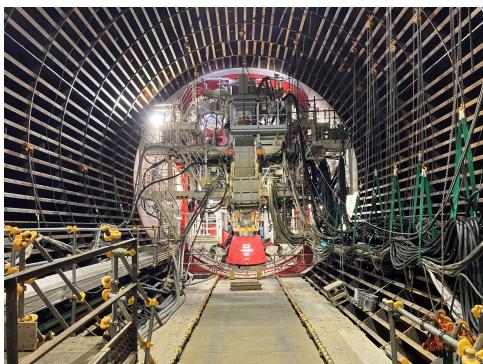
シールドマシンの組立状況  
(平成30年12月19日)



シールドマシン発進前の状況  
(令和5年1月20日)



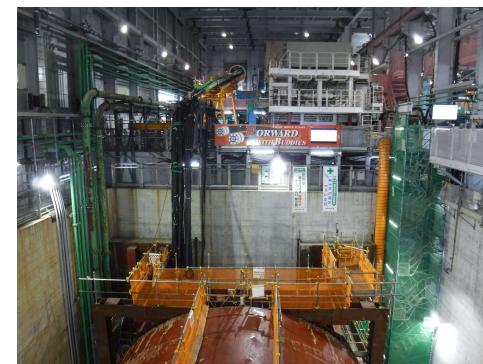
セグメントストックヤードの状況  
(令和6年10月31日)



シールドマシン後方の状況  
(令和6年11月20日)



発進立坑部の状況  
(令和6年11月20日)



防音ハウス内の状況  
(令和6年11月29日)



ベルトコンベアの状況  
(令和6年11月29日)

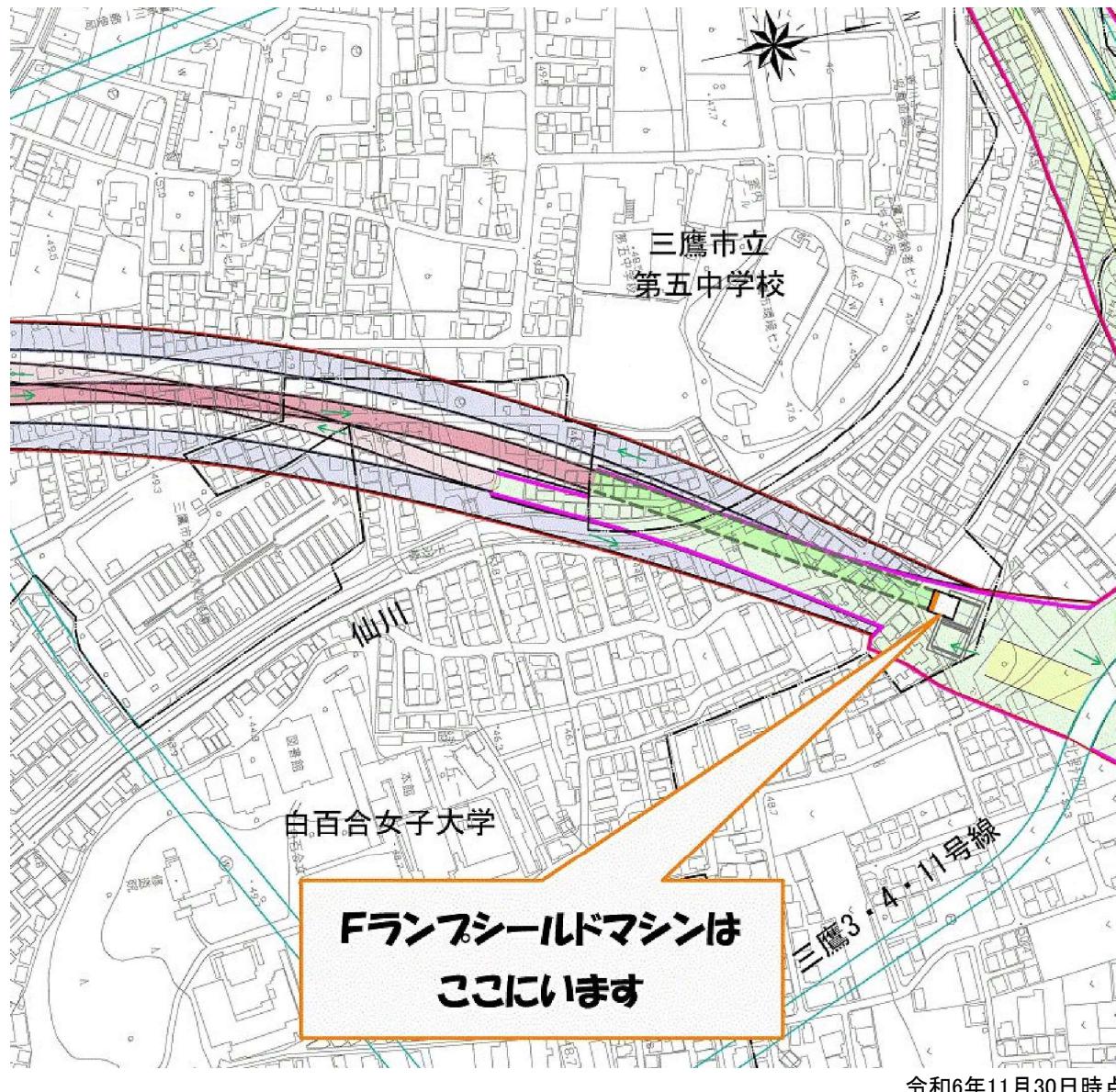


土砂ピットヤードの状況  
(令和6年11月29日)



土砂ピットヤード内部の状況  
(令和6年11月29日)

# 現場写真【中央JCT Fランプシールドトンネル工事】



発進立坑部の状況  
(令和6年9月18日)



発進立坑部の状況  
(令和6年11月20日)

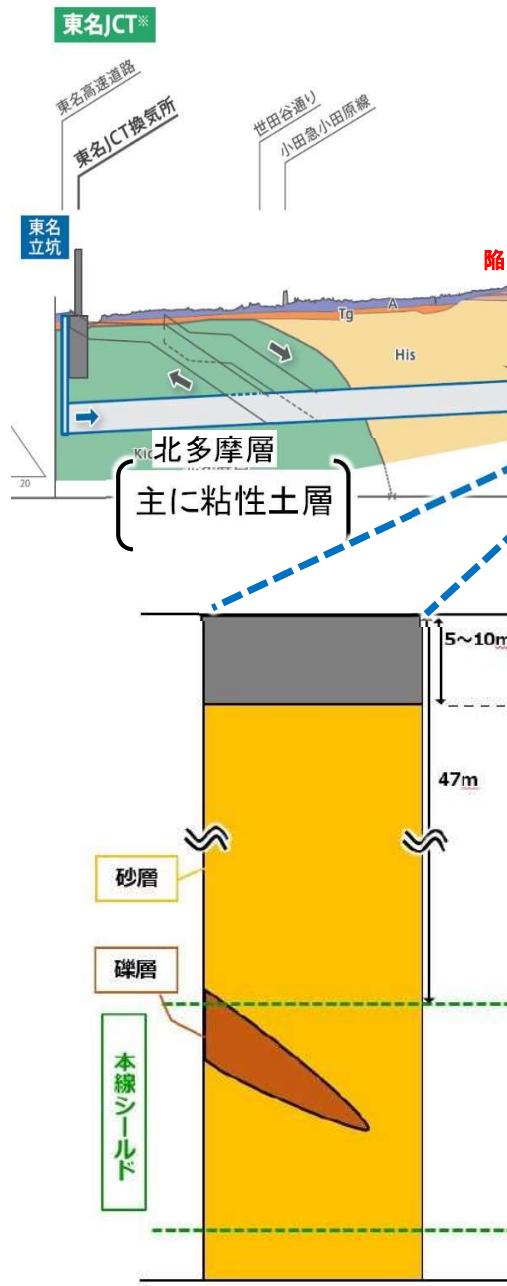
※仮組セグメント:シールドマシンが掘進するために立坑内に設置する仮設のセグメント

## シールドマシンの動画

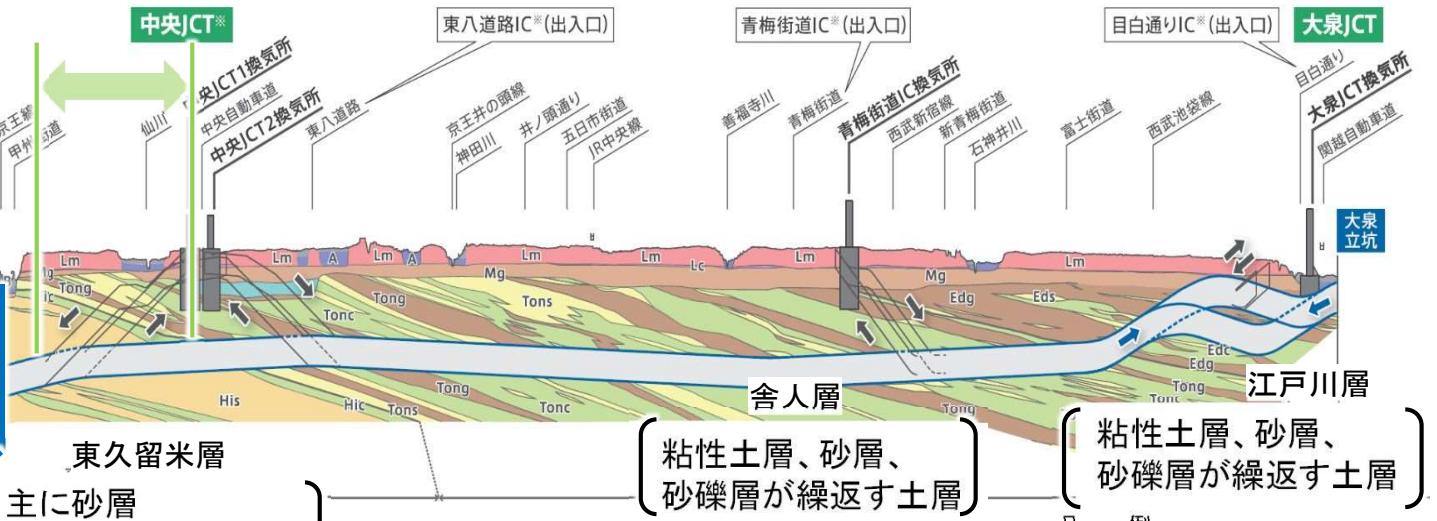


# 陥没箇所周辺の地盤

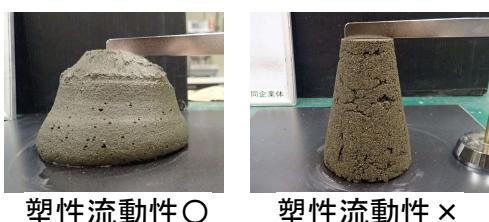
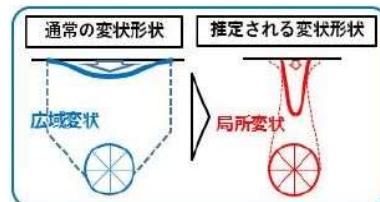
## 地質状況



中央JCT B・Fランプ  
シールドトンネル区間



- ①表層が薄い
- ②変状が煙突状に伝わる砂の層が連続
- ③塑性流動性(良い固さ・まとまり)の確保が難しい



地質時代	地層名	地質記号	層相
完新世	盛土、埋土	B	疊混じり土主体
	沖積層	A	軟質な粘性土、腐植土
	関東ローム層	Lm	火山灰質粘性土
	ローム質粘土層	Lc	粘土化した関東ローム層
	立川縁層	Tg	砂 縫
	武藏野縁層	Mg	砂 縫
	世田谷層	Seto	細粒分の多い粘性土
	Settg	砂 縫	
	江戸川層	Edc	粘性土
	Eds	砂	締まった砂礫が主体で、締まった砂、硬い粘性土を挟む地層
第四紀更新世	Edg	砂礫	
	Tong	粘性土	
	Tons	砂	締まった砂礫、砂、硬い粘性土が繰り返す地層
	Tong	砂礫	
	Hic	粘性土	
	His	砂	締まった砂が主体で、硬い粘性土の薄層を挟む地層
	Hig	砂礫	一部に砂礫を挟む
	Kic	粘性土	硬い粘性土が主体の地層

## 塑性流動性(良い固さ・まとまり)

### 塑性流動性あり

- ・良い固さ
- ・まとまり



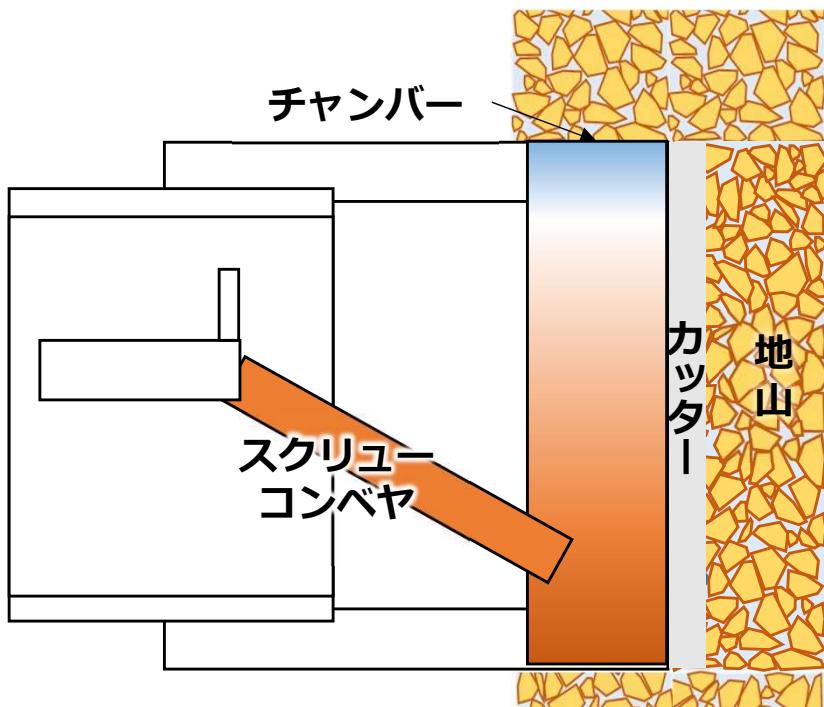
### 塑性流動性なし

- ・固すぎる  
(柔らかすぎてもだめ)
- ・まとまりがない

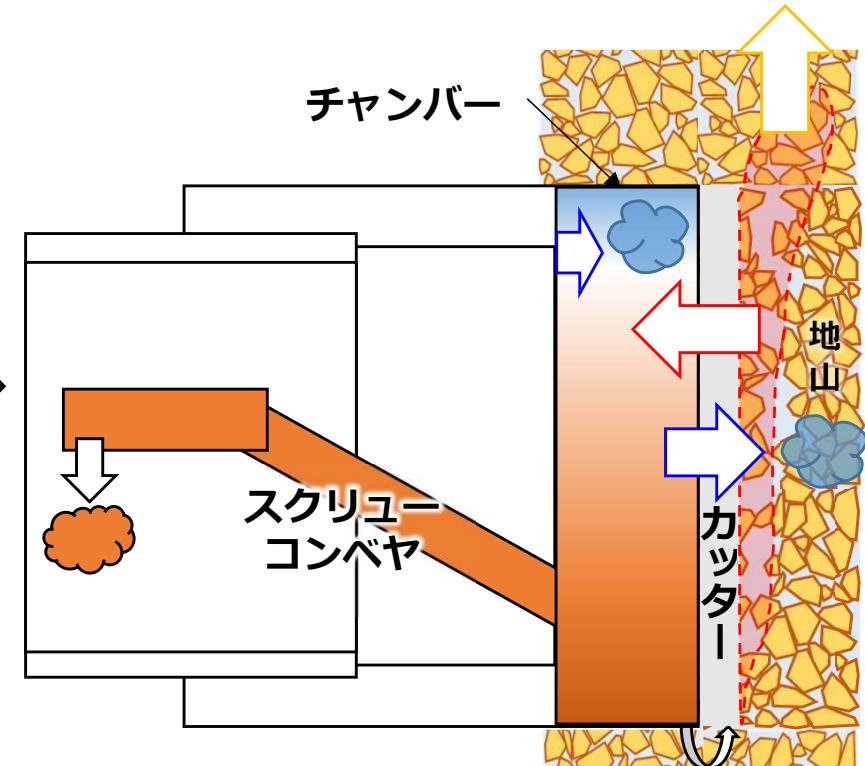


# 陥没・空洞の原因

〈事故発生箇所付近での夜間停止〉



〈翌朝の工事〉



- 夜間の停止中に削った土と添加材が分離
- 下部に土砂がたまり、土が締め固まってしまった
- 翌朝、カッターが回らなくなってしまった

- 回らなくなったカッターを回すため、特別な作業を行った時に、地山の土が過剰に入り込んでしまい、その後の掘進において、土を取り込みすぎた
- シールドマシン上部にゆるみが発生
- 上方に煙突状に伝わり陥没・空洞が発生

# 事故を踏まえた対応

## ■陥没・空洞の原因

### 〈事故発生箇所付近での夜間停止〉

- 夜間の停止中に削った土と添加材が分離
- 下部に土砂がたまり、土が締め固まってしまった
- 翌朝、カッターが回らなくなってしまった

## ■対応

### 対応 I

- 掘進停止中も、土の締め固まりを生じさせません

### 対応 II

- 取り込んだ土の量を丁寧に把握します

### 〈翌朝の工事〉

- 回らなくなったりカッターを回すため、特別な作業を行った時に、地山の土が過剰に入り込んでしまい、その後の掘進において、土を取り込みすぎた
- シールドマシン上部にゆるみが発生
- 上方に伝わり陥没・空洞が発生



### 対応 III ○お住まいの皆さまの安全・安心を高めます

- ・振動・騒音をできるだけ低減します
- ・地表面などのモニタリングを強化します
- ・積極的に情報提供を行います
- ・緊急時にも安心できる対応を整えます

# 対応Ⅰ：掘進停止中も、土の締め固まりを生じさせません

## ポイント 様々な条件でも土の締め固まりを生じさせない添加材を確認

### 原因と対応

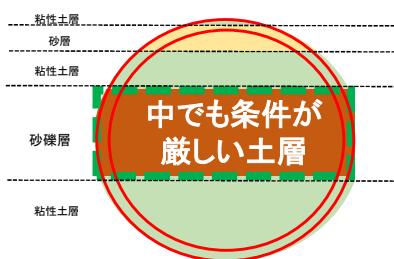
- 夜間の停止中に削った土と添加材が分離
- 下部に土砂がたまり、土が締め固まってしまった
- 翌朝、カッターが回らなくなってしまった



- 停止中も土が締め固まらない添加材を実験で確認
- 実際には出現しがたい厳しい条件でも実験

### 具体的な対応

- 実際の掘削断面で最も条件の厳しい断面と、  
その中でも条件が厳しい土層が全断面に現れた断面  
で添加材と土を配合する実験
- 添加材と混ぜた土が長期停止でも分離しないか確認
- これらを複数の添加材で実験し、適した添加材を確認  
(実際の掘削断面で最も条件の厳しい断面) (中でも条件が厳しい土層が  
全断面に現れた想定断面)



### 実験の様子

- 厳しい条件も含め、複数の添加材を用いることで  
締め固まりが起こらないことを確認

添加材	材令	添加直後	7日後 (年末年始等の長期停止を想定)
気泡材		(塑性流動性あり)	粘性が無く固まっている まとまりが無くバラバラになっている
鉱物系 (ベントナイト)		(塑性流動性あり)	(塑性流動性あり)

### まとめ

- いざれの条件でも締め固まりが起こらない添加材を確認
- これら複数の添加材を常に使用可能な状態とする
- 課題発生時の対応を事前に取り決め

# 対応Ⅰ：掘進停止中も、土の締め固まりを生じさせません

## ポイント

掘進地盤に適した添加材の選定等をするために、以下4種類の添加材で、事前配合試験を行っています。

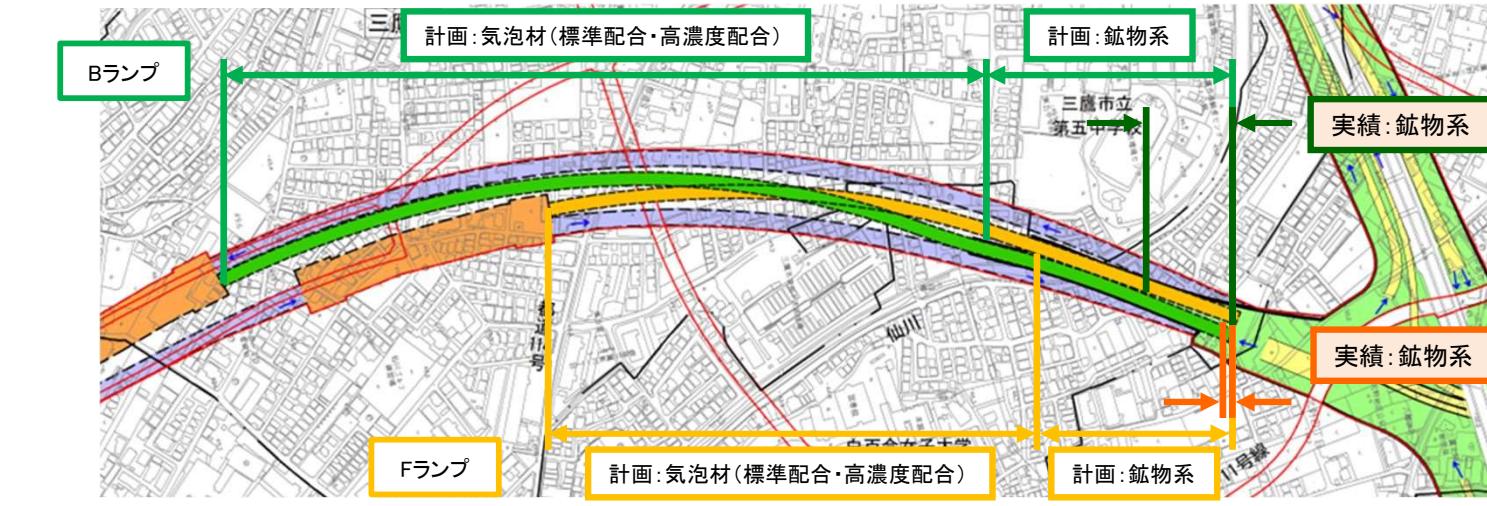
	CASE-1	CASE-2	CASE-3	CASE-4
添加材種別	気泡材(標準配合)	気泡材(高濃度配合)	気泡材+鉱物系 (気泡材の助材として使用)	鉱物系 (単体で使用)
外観				
特徴	・標準的に使用を予定している 気泡材	・標準的な気泡材に対し、強度 の高い気泡を得ることを目的と して、起泡剤溶液の配合を変え た気泡材	・気泡材の添加と同時に、助材 として鉱物系を添加することで 細粒分を補うとともに、粘性を付 与して、塑性流動性の改善を図 るもの	・鉱物系を主材として添加
種類	・陰イオン系界面活性剤 (家庭用洗剤等と同じ成分)	・陰イオン系界面活性剤 (家庭用洗剤等と同じ成分)	気泡材と鉱物系を混ぜ合わせ たもの。	・モンモリロナイト粘土混合物 (粘土の一種。高い粘着性や吸 水性を利用して、土木工事のほ か陶磁器製造、農薬、食品添加 物など様々な用途に使用される もの)

# 対応Ⅰ：掘進停止中も、土の締め固まりを生じさせません

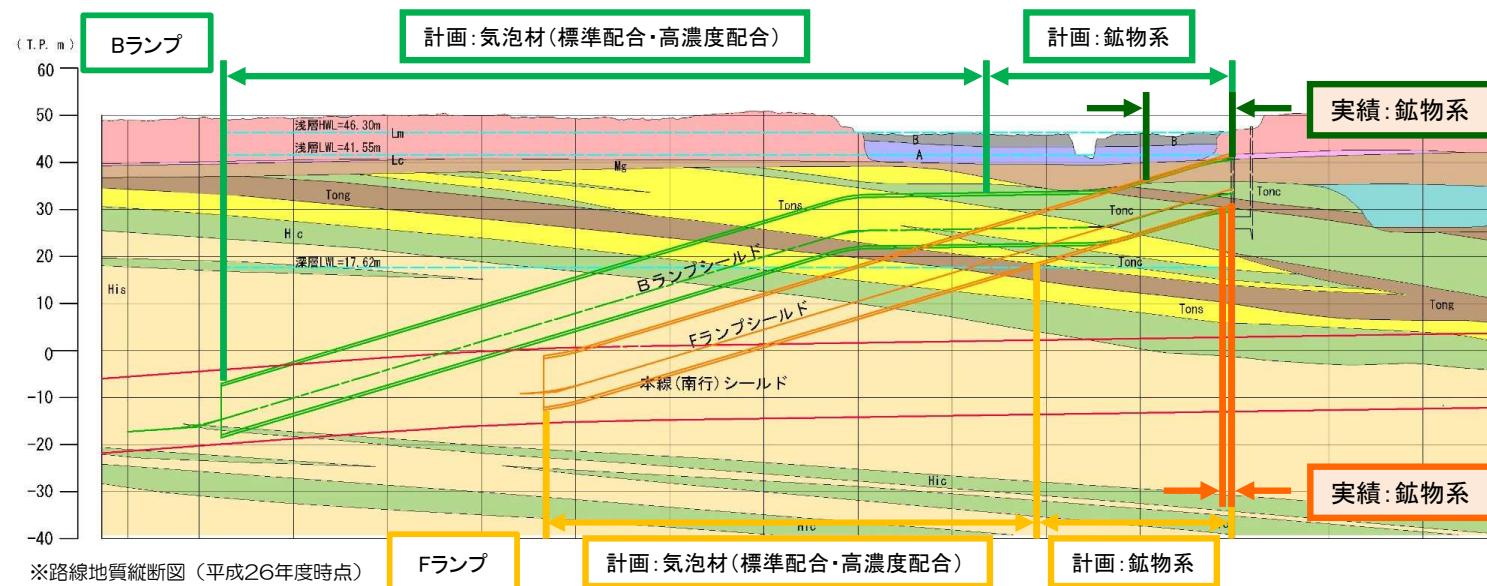
## 実施状況

- 中央JCT B・Fランプシールドトンネル工事は、今まで鉱物系の添加材を使用して土の締め固めを生じることなく、掘進を行っています。
- カッター回転不能となる事象は発生していません。

## ＜添加材使用計画・実績図＞



添加材注入ポンプ



鉱物系添加材用泥水タンク

凡 例

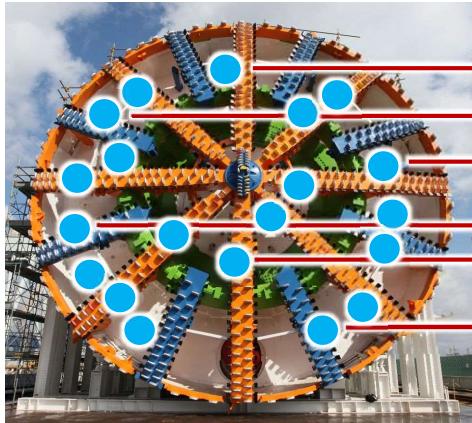
地質時代	地層名	地質記号	概 観
完新世	盛土、埋土	B	堆積しり土主体
	沖積層	A	軟質な粘土、腐泥土
	関東ローム層	La	火山灰質粘土土
	ローム質粘土層	Lo	粘土化した関東ローム層
	立川疊層	Tg	砂 様
	武藏野疊層	Mg	砂 様
	世田谷層	Seto	細粒分の多い粘土土
		Setg	砂 様
第四紀			
上 総層群	Edc	粘性土	締まった砂礫が主で、硬い粘土を挟む地層
	Eds	砂	
	Eg	砂礫	
	Tone	粘性土	締まった砂礫、砂、硬い粘性土が繰り返す地層
	Tons	砂	
	Tong	砂礫	
下 総層群	Hic	粘性土	締まった砂礫が主で、硬い粘性土の薄層を挟む地層
	His	砂	一層に砂礫を挟む
	Hig	砂礫	硬い粘性土が主体の地層
北多摩層	Kic	粘性土	

# 対応Ⅰ：掘進停止中も、土の締め固まりを生じさせません

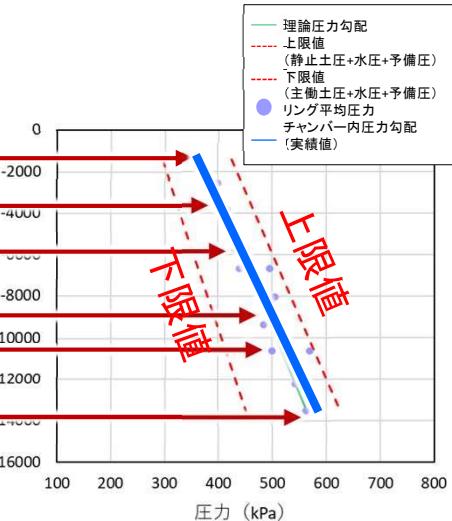
## 中央JCT B-Fランプシールドトンネル工事の塑性流動性とチャンバー内圧力のモニタリングと対応

### 実施状況

- カッタートルク<sup>※1</sup>、チャンバー内圧力勾配<sup>※2</sup>等の状況をリアルタイムで監視する設備を搭載しています。



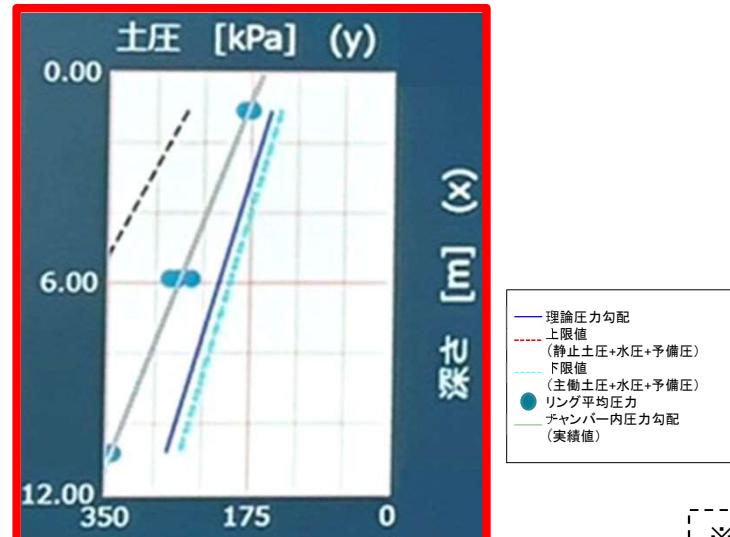
圧力計位置(参考例)



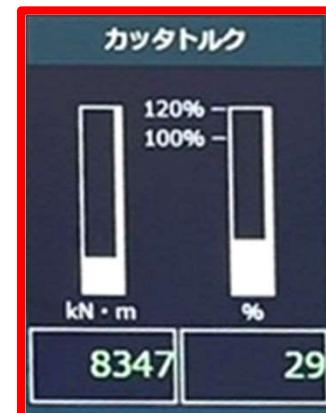
チャンバー内圧力勾配の確認



監視モニターによるリアルタイム監視の例



チャンバー内圧力勾配の  
リアルタイム監視状況の例



カッタートルクのリアルタイム監視状況の例

※1 カッタートルク

※2 チャンバー内圧力勾配

：マシン先端の地山面を掘削するのに必要なカッターの回転力

：カッターヘッドと隔壁との間の土砂を充満させる空間内に生じた鉛直方向の圧力変化量