

第３５回東京外環トンネル施工等検討委員会

再発防止対策及び地域の安全・安心を高める取り組みを踏まえた工事の状況等について

＜大泉側本線（南行）シールドトンネル＞

令和８年７月２２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
東日本高速道路株式会社関東支社 東京外環工事事務所
中日本高速道路株式会社東京支社 東京工事事務所

目次

1.	工事の進捗状況	1
1. 1	大泉側本線（南行）シールドトンネル工事の概要	1
1. 2	工事進捗状況	1
2.	地域の安全・安心を高める取り組みの対応状況	2
2. 1	地表面変状の確認	3～5
2. 2	地域住民の方への情報提供	6～8
3.	大ギヤ駆動部の変状について	9
3. 1	事象概要	9
3. 2	シールドマシン停止に伴う保全措置	10～11
3. 3	点検状況	12～17
3. 4	原因推定	18～22
3. 5	今後の補修計画	23
4.	本事象を踏まえた東京外環事業におけるシールド工事の対応	24

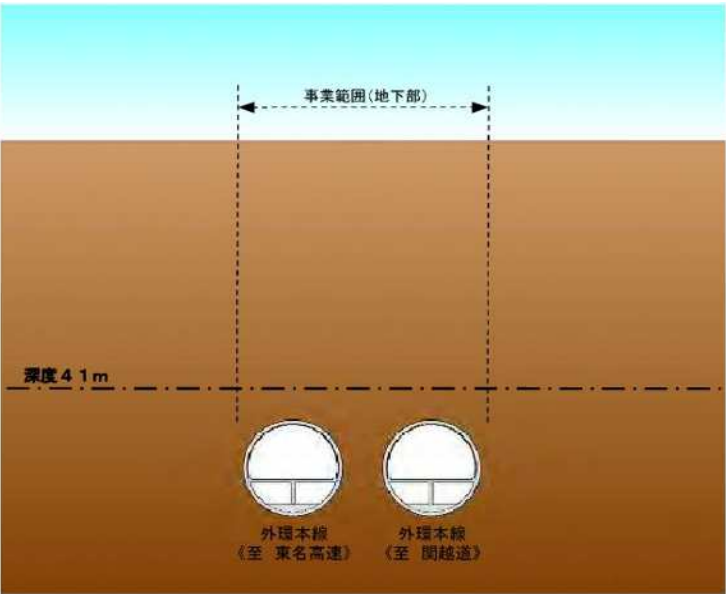
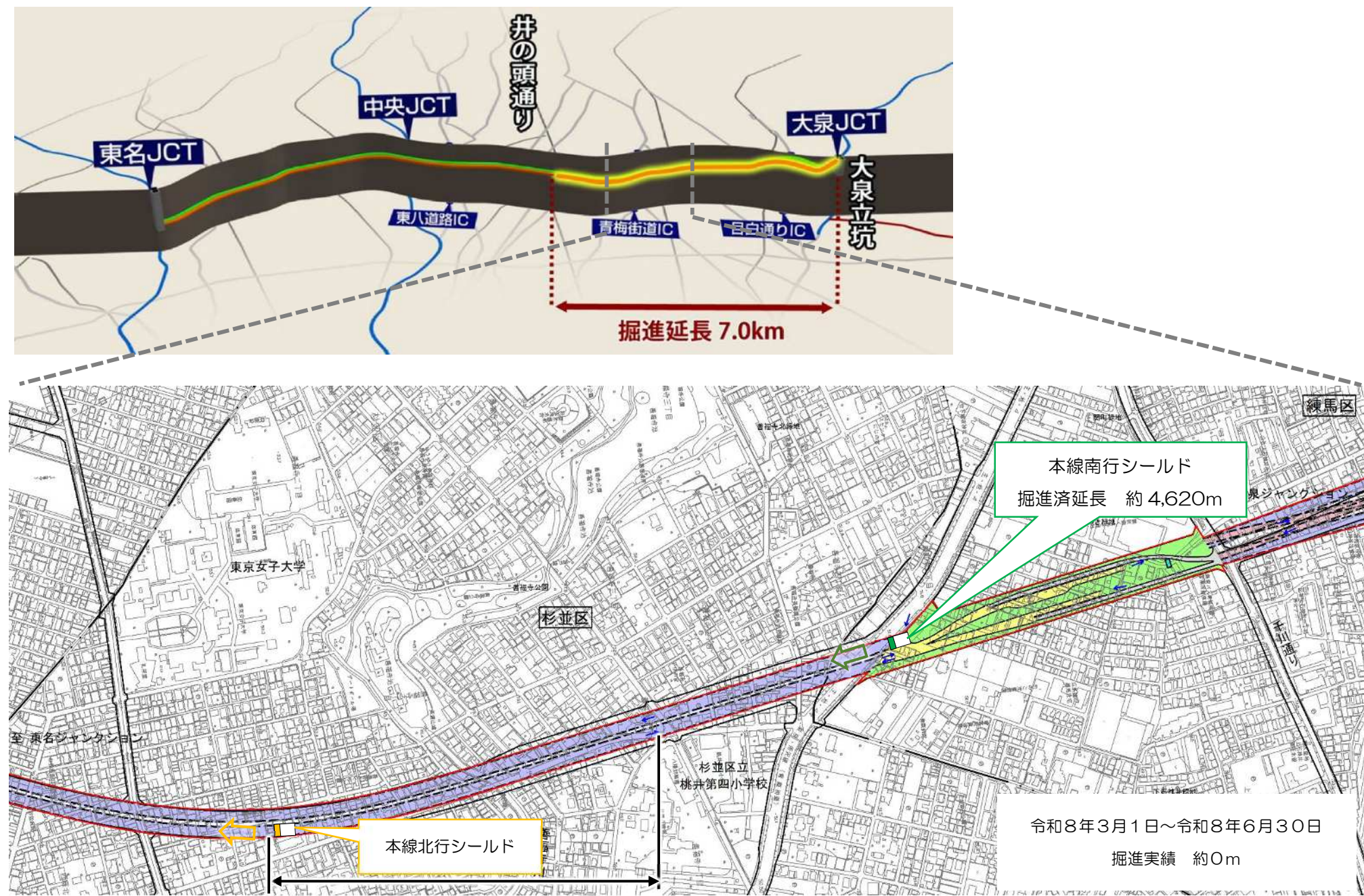
1. 工事の進捗状況

1.1 大泉側本線（南行）シールドトンネル工事の概要

- 工事名称：東京外かく環状道路 本線トンネル（南行）大泉南工事
- 発注者：東日本高速道路（株） 関東支社
- 施工者：清水・熊谷・東急・竹中土木・鴻池特定建設工事共同企業体
- 工事内容：泥土圧シールド（シールド機外径φ16.1m、セグメント外径φ15.8m） 延長 約 6,990m
- 工事箇所：東京都武蔵野市吉祥寺南町～練馬区大泉町

1.2 工事進捗状況

大泉側本線（南行）シールドトンネル工事は、セグメント2926リング（以下、「R」という。）まで掘進しており、掘進済延長は約4,620mである（第34回委員会報告済み）。現在は、後述する大ギヤ駆動部の変状のため、令和8年1月26日より掘進を一時停止している。



断面図（大深度）



本線南行坑内



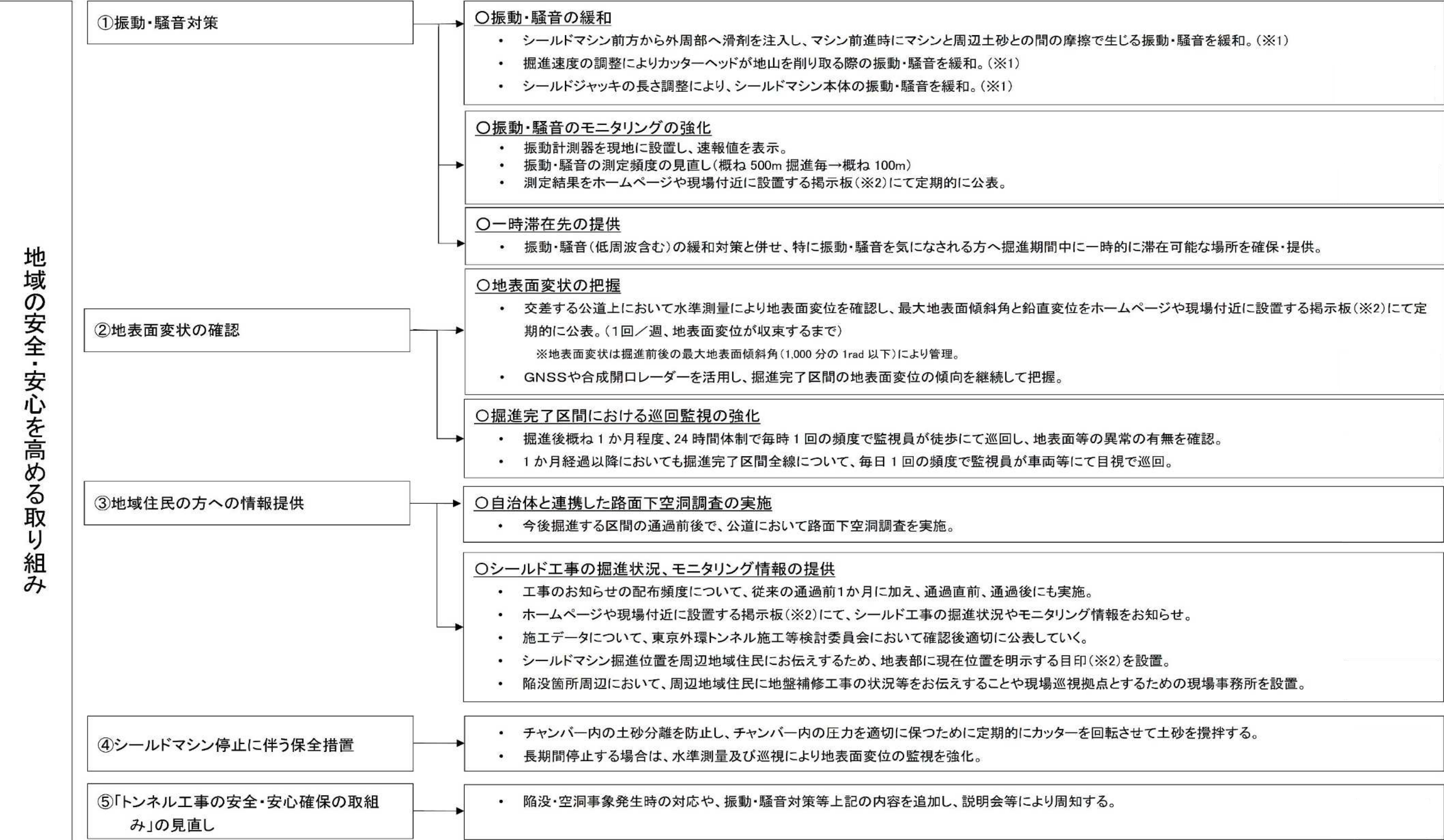
本線南行坑内（2825R 付近）
（切羽側から坑口側を望む）

2. 地域の安全・安心を高める取り組みの対応状況

第23回東京外環トンネル施工等委員会における地域の安全・安心を高める取り組みとして以下を確認した。

地域の安全・安心を高める取り組み

振動・騒音対策や地盤変状の確認、地域住民の方への情報提供、緊急時の運用の見直しについて、シールドトンネル工事に伴う地域の安全・安心を高める取り組みとして、陥没地域で実施した説明会や相談窓口等においていただいたご意見、沿線区市よりいただいた要請書等を参考に次のとおりとりまとめた。引き続き、沿線住民からの問い合わせ等に対し、適切に対応するとともに、不安を取り除くことに努めていく。



※1:状況に応じて実施
※2:設置箇所・手法は自治体と調整

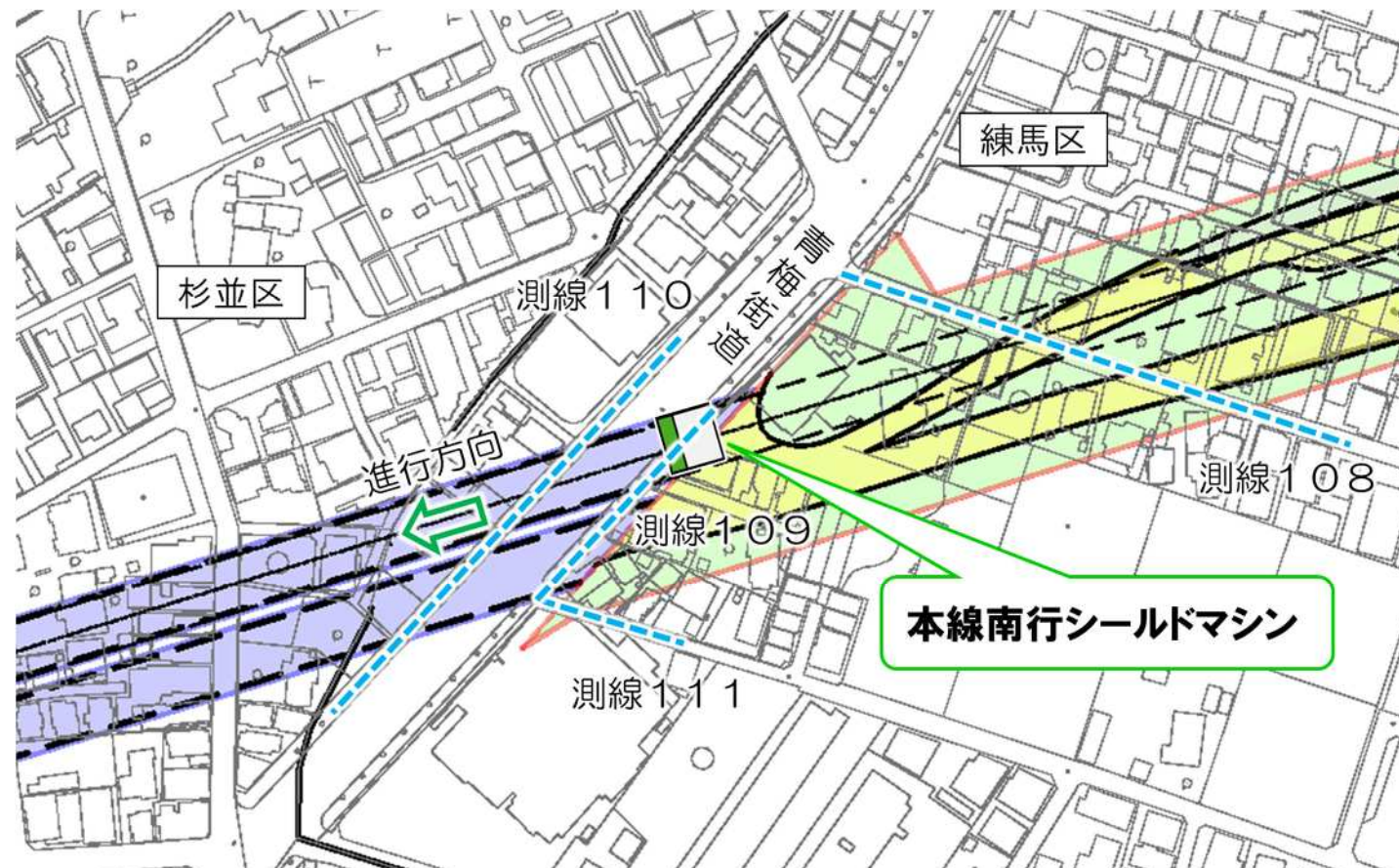
2.1 地表面変状の確認

① 地表面計測

交差する公道上において水準測量により地表面変位をシールド通過まで1回／日、通過後1回／月の頻度で変位が収束するまで計測を実施する計画である。

測量結果については、地表面最大傾斜角および鉛直変位をホームページでは適宜、現場付近の掲示板でそれぞれ定期的に公表している。

今回の掘進区間における掘進前後の地表面最大傾斜角は1000分の1rad以下であることを確認した。



【地表面計測結果】

令和8年3月6日～令和8年6月26日

測線	計測値 基準日	最大傾斜角(rad)																	収束 確認日	収束確認
		3月6日	3月13日	3月20日	3月27日	4月3日	4月10日	4月17日	4月24日	5月1日	5月8日	5月15日	5月22日	5月29日	6月5日	6月12日	6月19日	6月26日		
108	令和7年 8月12日	0.2/1,000	0.3/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.3/1,000	0.2/1,000		
109	令和7年 10月19日	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.1/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000	0.2/1,000		
110	令和7年 10月19日	0.3/1,000	0.3/1,000	0.4/1,000	0.4/1,000	0.4/1,000	0.3/1,000	0.4/1,000	0.6/1,000	0.4/1,000	0.4/1,000	0.4/1,000	0.3/1,000	0.3/1,000	0.3/1,000	0.2/1,000	0.3/1,000	0.3/1,000		
111	令和7年 10月19日	0.1/1,000	0.1/1,000	0.1/1,000	0.1/1,000	0.1/1,000	0.1/1,000	0.1/1,000	0.1/1,000	0.1/1,000	0.1/1,000	0.1/1,000	0.2/1,000	0.1/1,000	0.1/1,000	0.1/1,000	0.0/1,000	0.1/1,000		

測線	計測値 基準日	最大鉛直変位(mm)																	収束確認			
		3月6日	3月13日	3月20日	3月27日	4月3日	4月10日	4月17日	4月24日	5月1日	5月8日	5月15日	5月22日	5月29日	6月5日	6月12日	6月19日	6月26日	前回計測日	前回計測値	収束確認日	収束確認値
108	令和7年 8月12日	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-10	-9	-9	-9	-9				
109	令和7年 10月19日	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-6	-6	-6	-6	-7	-7	-6	-6				
110	令和7年 10月19日	-5	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-5	-4	-4	-4	-3	-4	-4	-4				
111	令和7年 10月19日	-3	-3	-3	-3	-3	-4	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-3				

※収束確認：通過後1回／月の頻度で計測を実施し、鉛直変位の変化量が前回計測値から±1mm以内

② MMS（3D点群調査）、GNSS、合成開口レーダー

掘進作業を実施する前に MMS（3D点群調査）を実施済みであり、GNSS や合成開口レーダーを活用して掘進完了区間の地表面変位の傾向の把握を継続して実施した。



③ 巡回監視の強化

掘進時及び掘進後概ね1ヶ月程度は24時間体制でシールドマシンの掘進工事箇所周辺を徒歩等により巡視員が巡回を実施している。

また、1ヶ月経過以降も掘進完了区間については、毎日1回の頻度で車両等または徒歩により巡回を実施している。

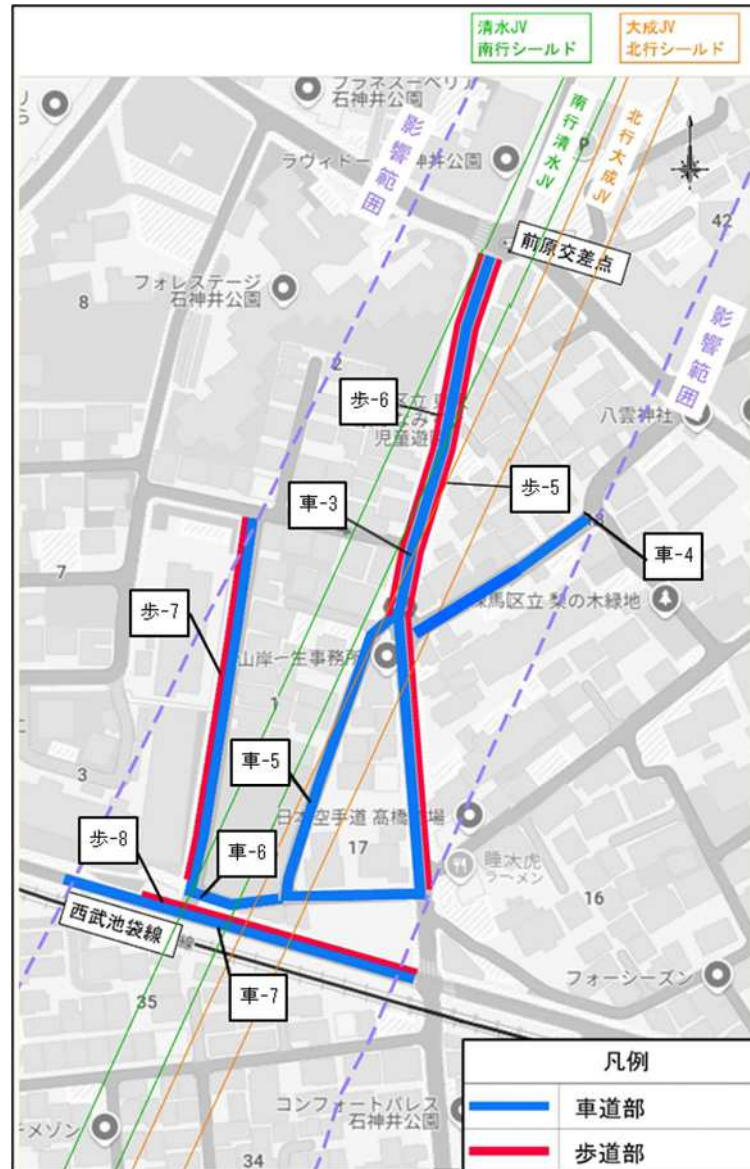
これまで掘進工事箇所周辺において地表面変状等周辺の生活環境に影響を与える事象は確認されていない。



2.2 地域住民の方への情報提供

2.2.1 自治体と連携した路面下空洞調査の実施

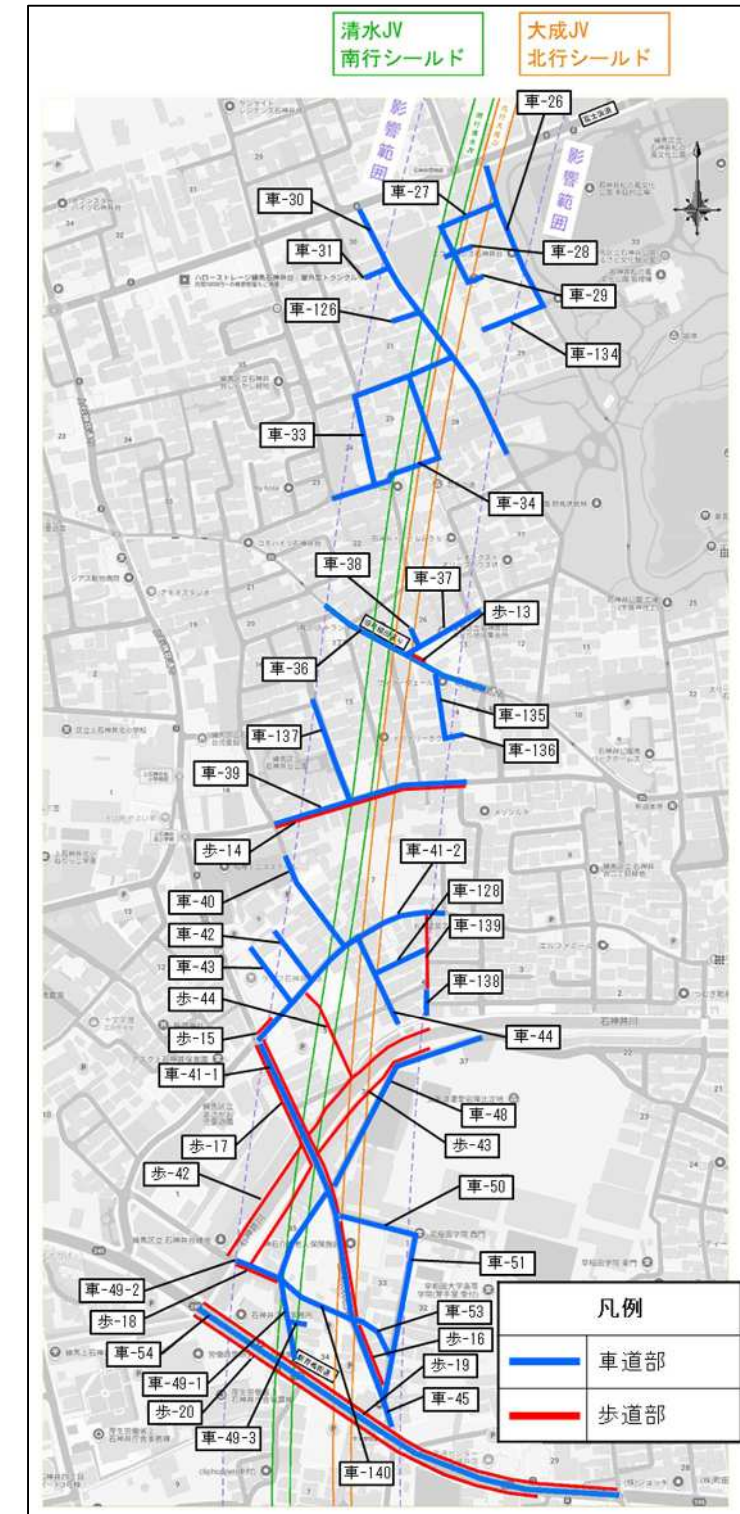
大泉発進の本線トンネル（北行・南行）の掘進済区間において、掘進の影響が地中に及んでいないことを確認するため、令和7年7月及び8月に、公道を対象とした路面下空洞調査を実施した。調査は、「路面下空洞探査車（車載型レーダー）」による走行調査を基本とし、歩道部については作業員によるハンディ型地中レーダーを用いて実施した。異常信号が確認された箇所については、スコープ調査を実施した結果、空洞が存在していないことを確認した。なお、これらの調査結果については、道路管理者等へ報告を行い、了承を得ている。



調査位置図（前原交差点～西武池袋線）



調査位置図（西武池袋線～富士街道）



調査位置図（富士街道～新青梅街道）

令和 7 年 7 月 4 日
東日本高速道路㈱東京外環工事事務所

東京外かく環状道路事業の路面下空洞調査および 3D点群データ計測調査実施について

令和2年10月18日に調布市内で発生した陥没事故におきましては、地域の皆さまに大変なご迷惑、ご心配をお掛けしておりますことを心よりお詫び申し上げます。
今後シールド工事の掘進する際には、安全の確保を最優先に進めることとしておりますが、より安全に工事を実施するため、裏面の対象箇所において専用車両等を用いて、路面下の空洞の有無を調査する「路面下空洞調査」および地表面変位の傾向を把握する「3D点群データ計測調査」を掘進前後で実施させていただきます。ご理解とご協力をお願いいたします。

●路面下空洞調査・3D点群データ計測調査

調査範囲：大泉側シールド工事が掘進した区間周辺の公道
予定期間：令和7年7月14日（月）～令和7年8月29日（金）
調査実施日：平日（休休日：土曜日・日曜日）
時間帯：9時～18時
調査に使用する専用車両等（イメージ）

※空洞調査は空洞探査車の走行（狭路部は作業員によるハンディ型の探査機使用）により行います。
3D点群データ調査は計測機器を搭載した専用車両の走行（狭路部は作業員による地上計測）により行います。
低速車両または人力による調査のため、車両等の一時停止をお願いする場合がございます。



路面下空洞探査
（車載型レーダー）



ハンディ型
地中レーダー



3D点群データ計測調査
専用車両



3D点群データ計測調査
地上計測

【調査範囲】

東京外かく環状道路（関越～東名） 延長16.2km



お問い合わせ先

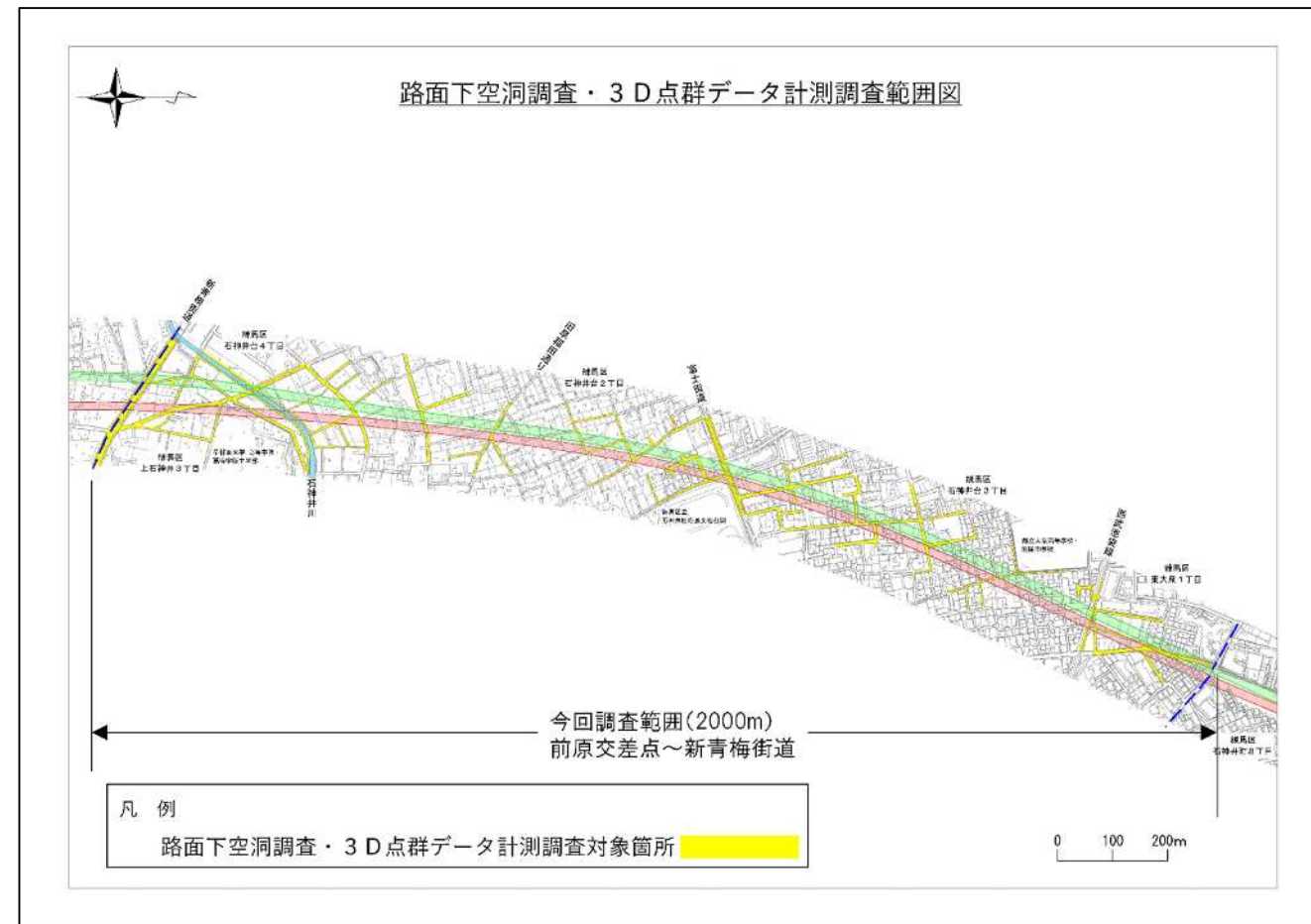
東日本高速道路㈱ 関東支社 東京外環工事事務所
TEL:0120-861-305（フリーコール：受付時間 平日9：00～17：30）
e-mailアドレス:tokyo-gaikan@e-nexco.co.jp

※工事の状況などは東京外環プロジェクトホームページ
(<http://tokyo-gaikan-project.com/>) によりご確認ください。

東京外環プロジェクト



地域周知用配布チラシ（表面）



地域周知用配布チラシ（裏面）



調査実施状況（車道部）

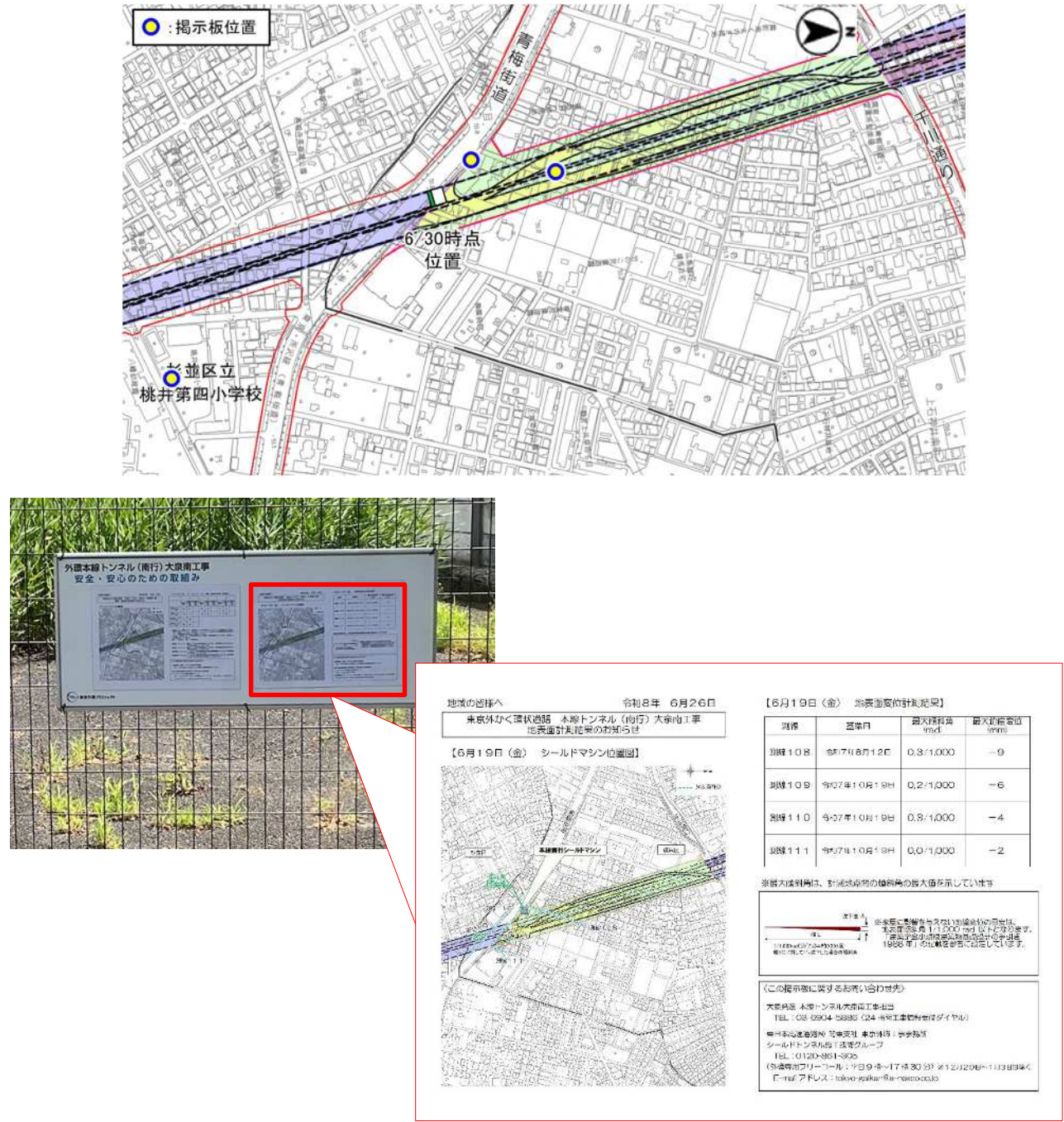


調査実施状況（歩道部）

2.2.2 シールド工事の掘進状況、モニタリング情報の提供

地域住民の方への情報提供として、シールド工事の進捗状況及びモニタリング情報の提供を行っている。
具体的には、①ホームページや現場付近の掲示板を用いた計測結果のお知らせ、②施工データの公表を実施している。
なお、大ギヤの変状に伴う掘進停止についても、ホームページ等でお知らせしている。

- ① ホームページや現場付近の掲示板を用いた計測結果のお知らせ
東京外環事業のホームページに加え、新たに掲示板を設置するなどして工事の情報提供を行っている。



【掲示板の設置例】 地表面変位モニタリング結果の公表

- ② 施工データの公表
東京外環トンネル施工等検討委員会において確認した後、公表していく。



【ホームページ】 シールドマシン位置と大ギヤの変状に伴う掘進停止の公表

3. 大ギヤ駆動部の変状について

3.1 事象概要

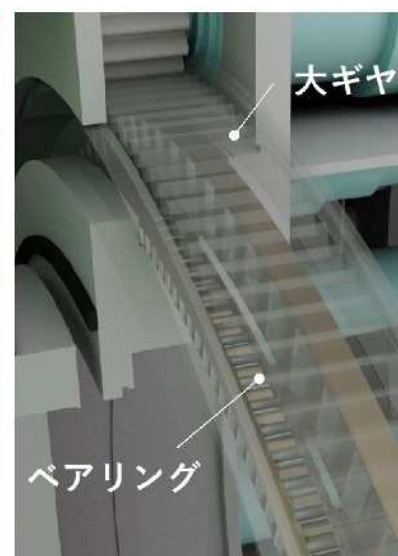
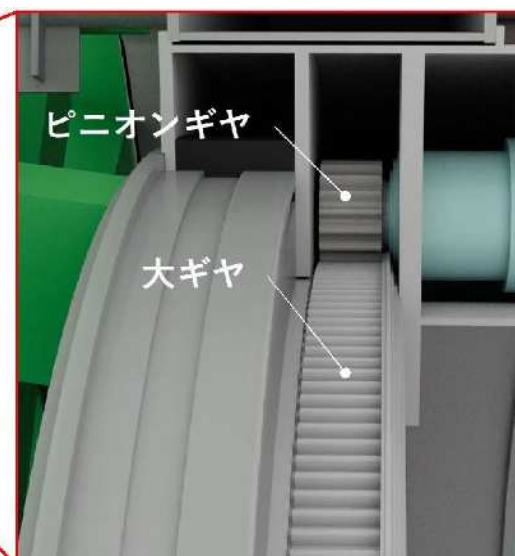
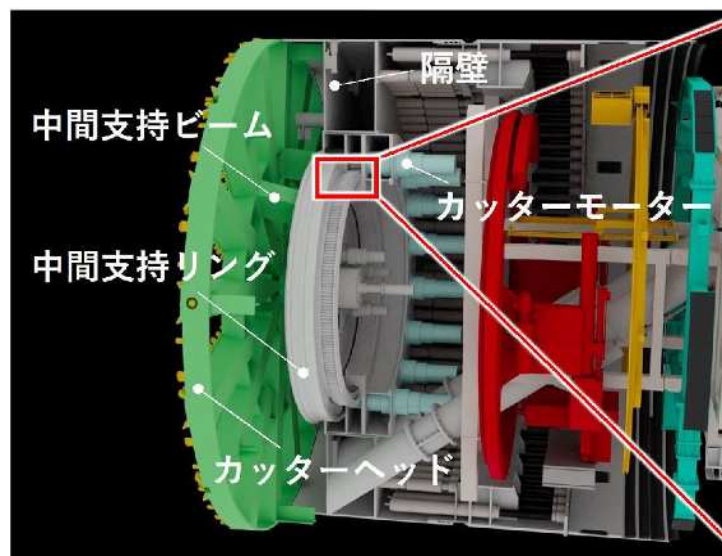
令和8年1月20日、2926R掘進中にシールドマシンのカッター部を回転させる大ギヤ付近から異音を確認した。そのため、1月21日に大ギヤ点検窓より点検を実施したところ、大ギヤの一部に変状が認められたことから、掘進を一時停止し詳細な点検を実施することとした。掘進停止にあたりチャンバー内に鉤物系加泥材を注入、攪拌するため、1月23日より保全措置のための掘進を行ったが、保全掘進中も異音が継続して確認されたため掘進を停止し、1月26日以降詳細点検を実施するとともに、チャンバー内に1回/日の頻度で継続的に鉤物系加泥材を注入・攪拌することとした。

なお、掘進停止中もチャンバー内圧力をリアルタイムで管理している。また、地表面変位についても継続して計測を行っており、いずれも異常がないことを確認している。

○シールドマシン位置図

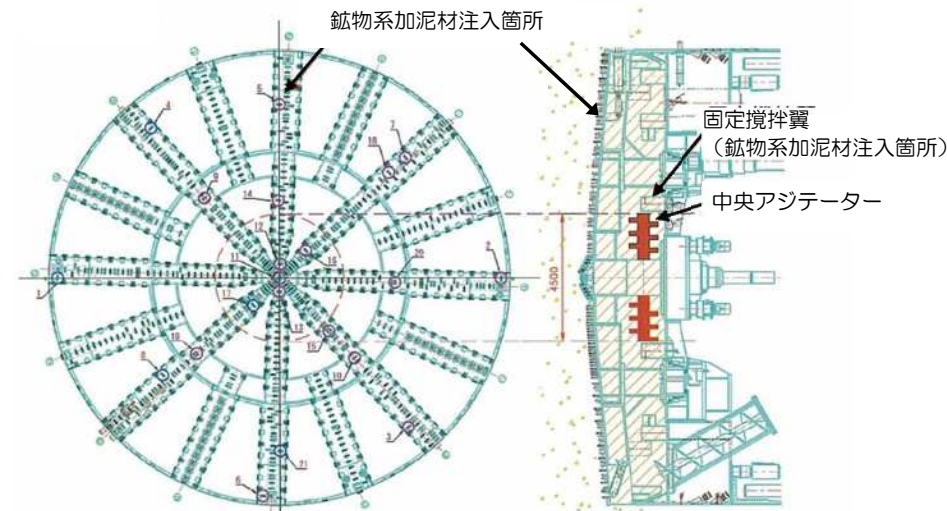


○シールドマシンの構造



3.2 シールドマシン停止に伴う保全措置

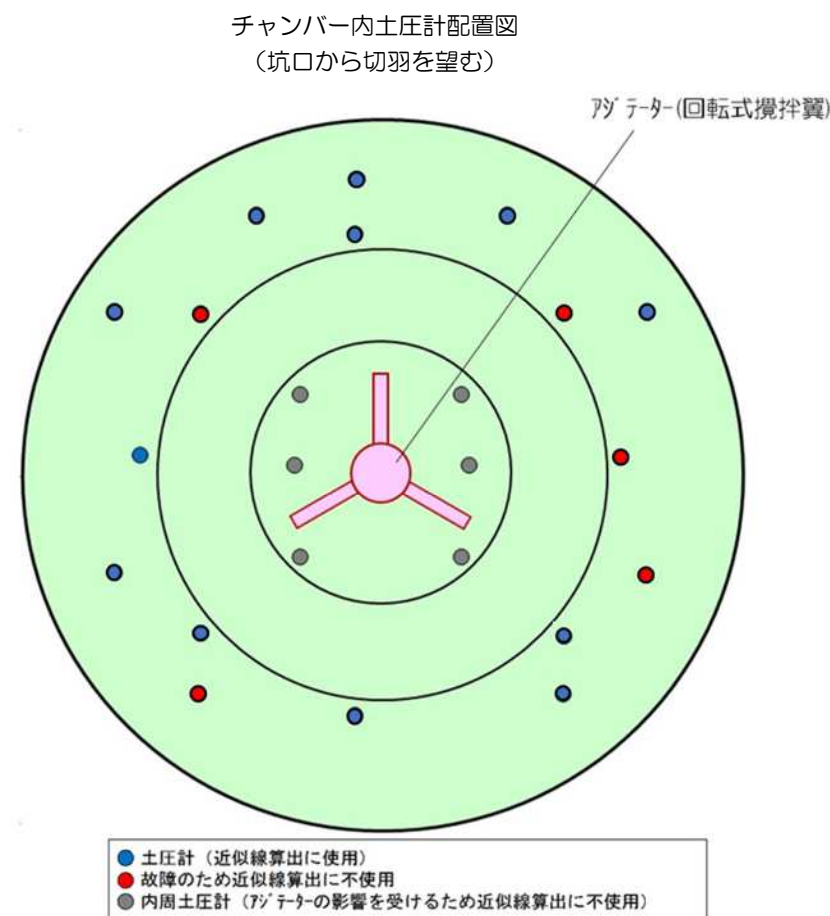
チャンバー内断面中心付近には、独立回転可能な中央アジテーターが設置されている。チャンバー内に鉋物系加泥材を注入し、中央アジテーターでの攪拌およびベアリングの詳細点検を実施するためのカッター回転により、チャンバー内土砂の塑性流動性を確保している。鉋物系加泥材の注入は、掘進停止後から継続的にチャンバー内圧力の確認しながら1回/日の頻度で実施している。なお、注入量は200リットル/日、またはチャンバー内圧力が0.01MPa上昇するまで行い、鉋物系加泥材はカッターのスポーク前面上部、またはチャンバー内固定攪拌翼から注入している。令和8年6月末までに、累積約30m³の鉋物系加泥材を注入している。なお、後述する損傷したベアリングの仮復旧完了に伴い、今後、保全回転を実施する予定である。



鉋物系加泥材注入箇所

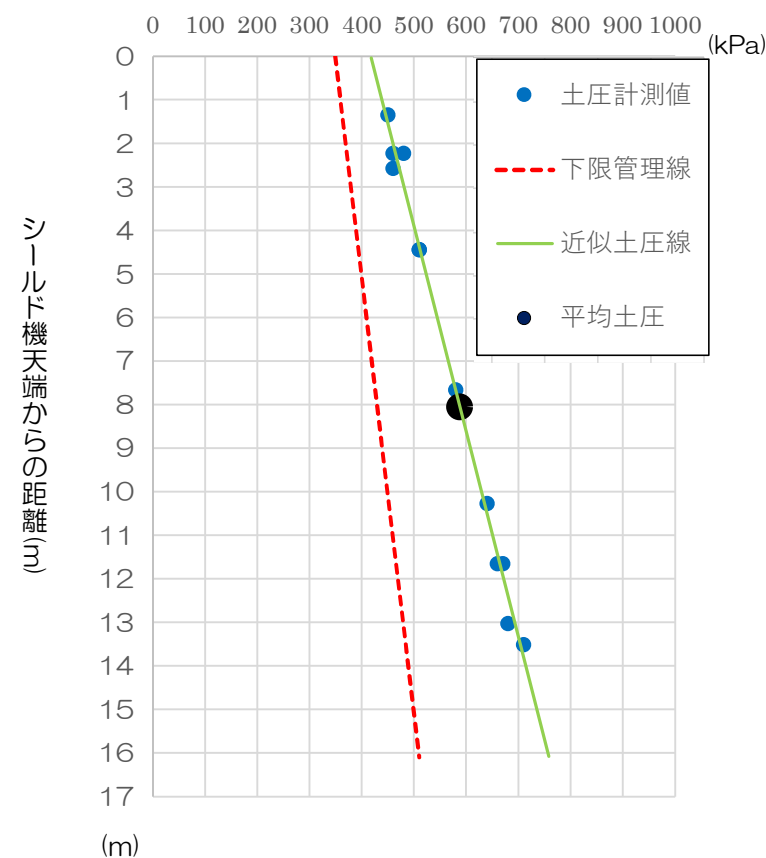
○チャンバー内圧力分布の推移

チャンバー内圧力についてはリアルタイムで監視しており、上記保全措置の実施期間を通じて、圧力勾配の傾きおよび直線性に異常が認められないことから、切羽面が適切に保持されていることを確認している。

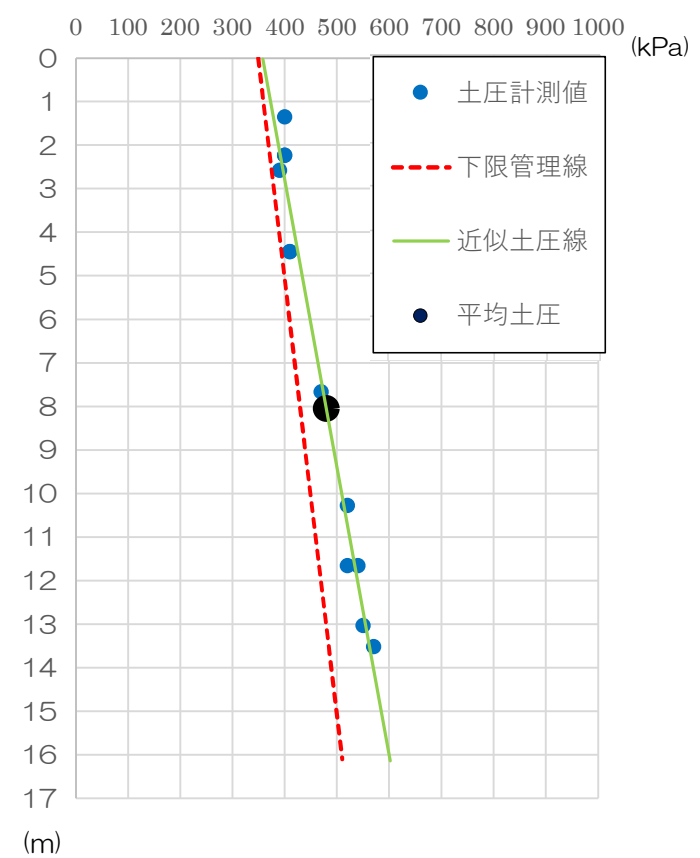


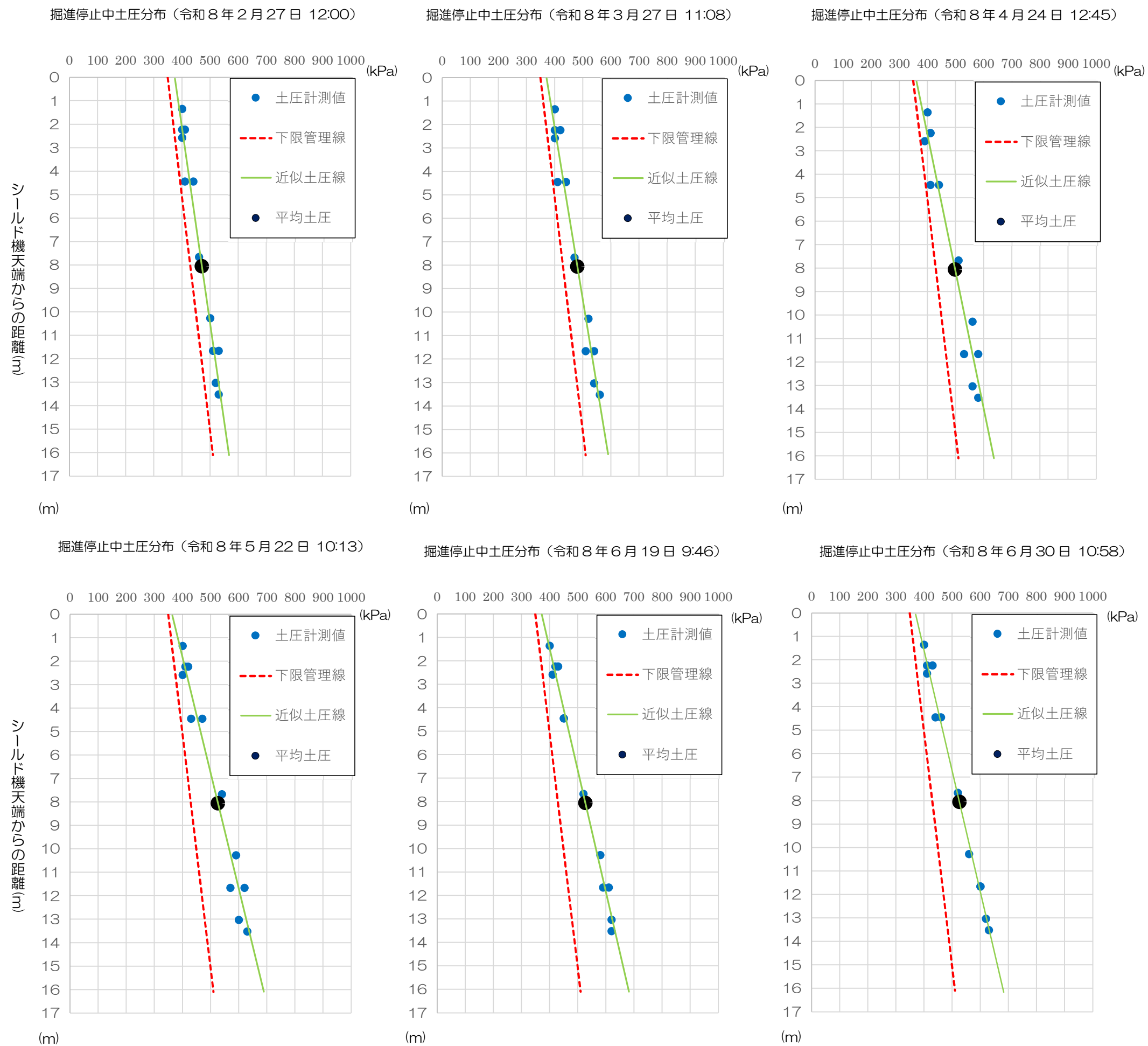
※内周土圧計および故障した土圧計はグラフから省略している

掘進停止時土圧分布 (令和8年1月23日 10:56)



掘進停止中土圧分布 (令和8年1月30日 12:00)





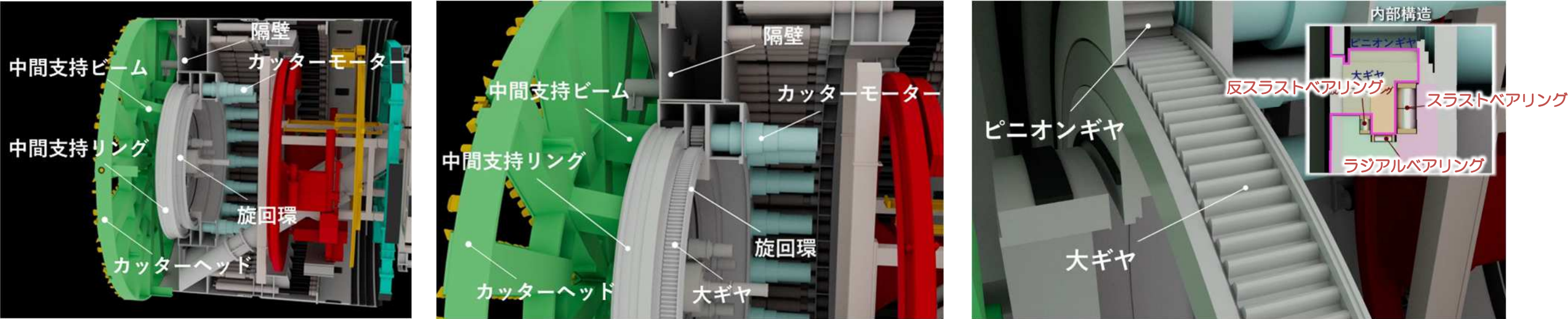
3.3 点検状況

3.3.1 旋回環の構造

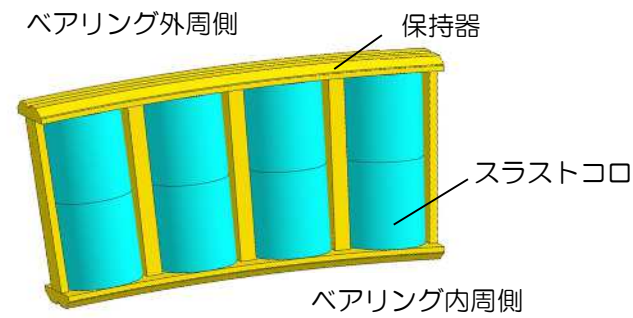
旋回環は、シールドマシン最先端部のカッターヘッドを支持するとともに、カッターモーター20基（大泉側本線（南行）シールドマシン）とこれに連なるピニオンギヤにより、大ギヤを介してカッターヘッドを回転させる構造となっている。旋回環内部には、大ギヤの回転時に生じる摩擦を低減し、円滑な回転を確保するためのベアリングが配置されている。

ベアリングは、①推進推力方向に作用する力（土水圧等）を受けるスラストベアリング、②回転軸に対して直交方向に作用する力（大ギヤの荷重等）を受けるラジアルベアリング、③スラストベアリングとは反対方向に作用する力を受ける反スラストベアリングの3種類で構成される。各ベアリングは、真鍮製の保持器の内部に鉄製円柱形部材である「コロ」を配置した構造であり、大ギヤの回転に伴い、保持器とともに移動しながら回転する。

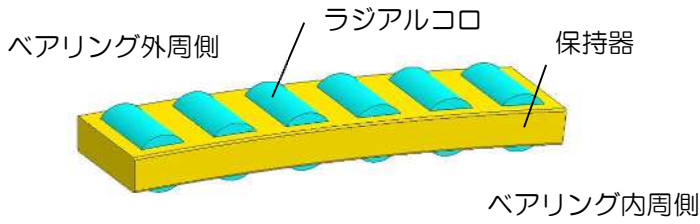
また、旋回環内部には、掘進時におけるカッターヘッドの円滑な回転を補助するため、潤滑剤が内部高さの概ね半分程度まで充填されている。



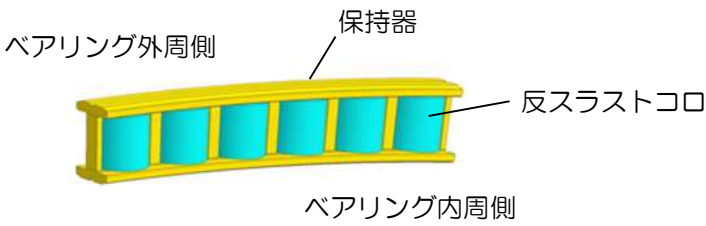
シールドマシンの構造



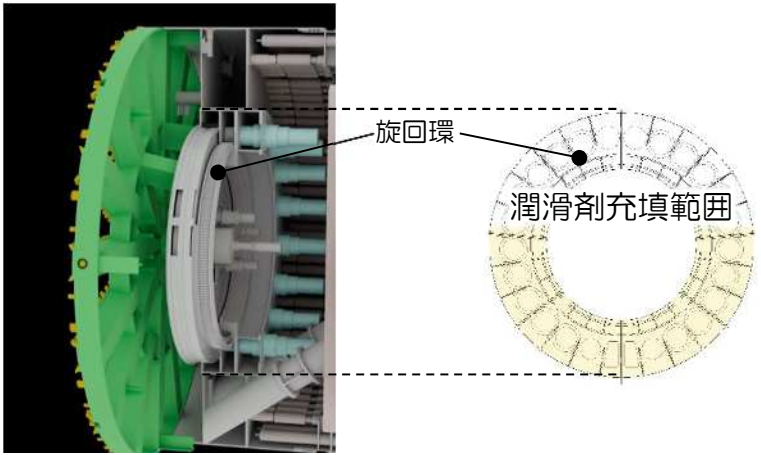
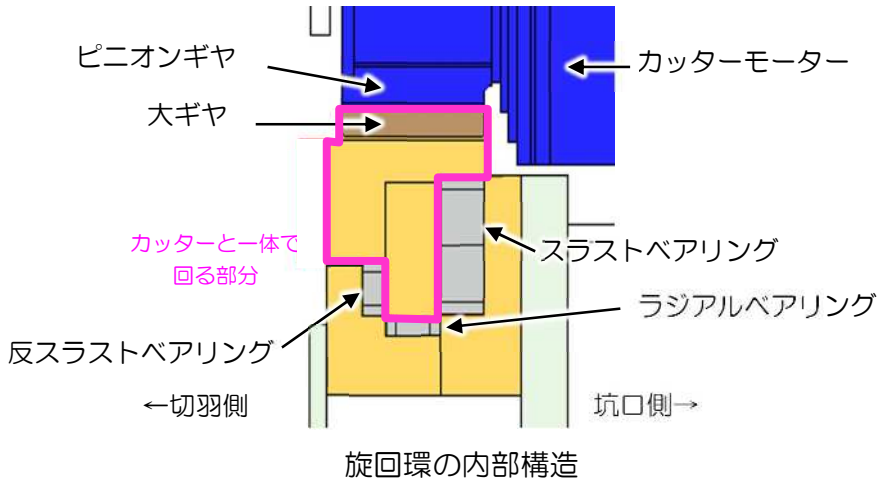
① スラストベアリング



②ラジアルベアリング



③反スラストベアリング



潤滑剤イメージ

3.3.2 大ギヤの点検

カッターを回転させながら大ギヤの目視点検を実施した結果、長さ約 40mm～220mm の比較的小規模な変状（角欠け）が 23 箇所確認された。なお、亀裂の発生は確認されていない。これらの変状（角欠け）は、ベアリングの損傷に伴い発生した金属片が、大ギヤと周辺固定部材との隙間に挟み込まれることで生じたものと推定している。これらの変状（角欠け）に伴う断面欠損は僅かであり、大ギヤの機能に影響を及ぼすものではないことを確認した。このため、補修対応として変状箇所の表面の研磨を実施することとした。



大ギヤの点検結果
（変状状況①）



大ギヤの点検結果
（変状状況②）



大ギヤの点検結果
（金属片が周辺固定部材との隙間に挟まれた状況）

○大ギヤの補修状況

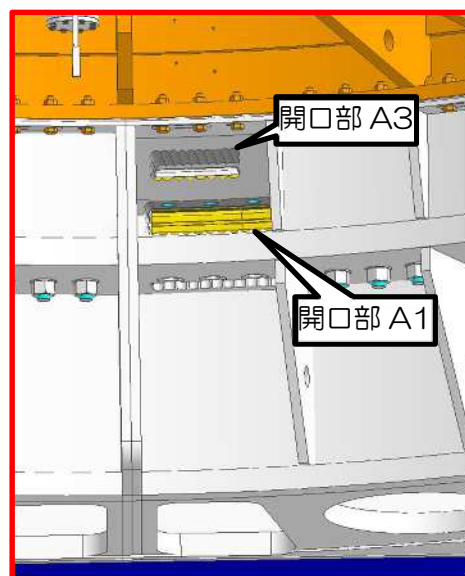


大ギヤの研磨後の状況

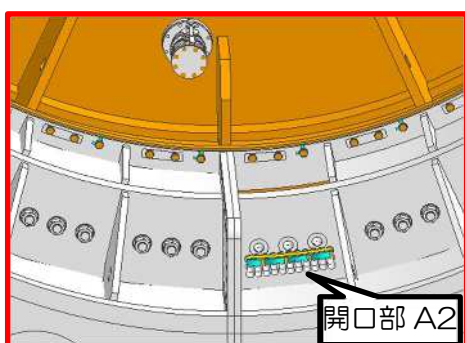
3.3.3 開口部設置による点検

(1) 開口部の概要

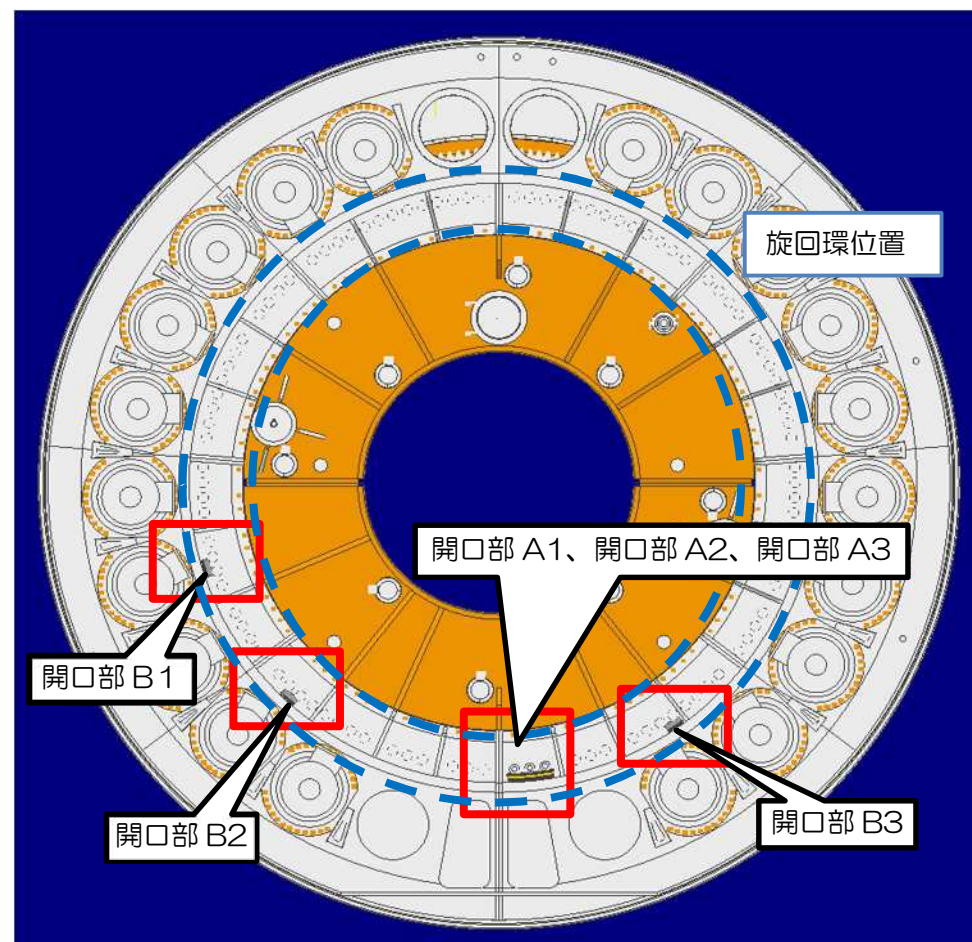
ベアリング部の詳細点検を実施するため、大ギヤ付近のフレームに開口部を6箇所設置した。点検は、カッターを順次回転させながらベアリングを開口部位置まで移動させ、目視確認を繰り返し実施した。



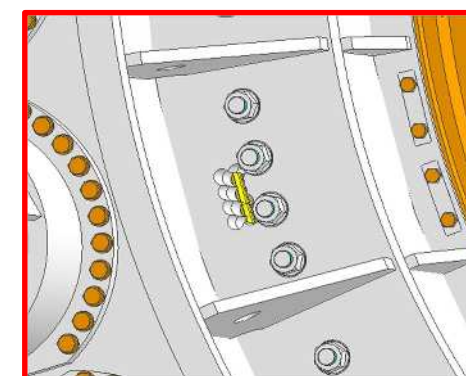
開口部 A1、開口部 A3



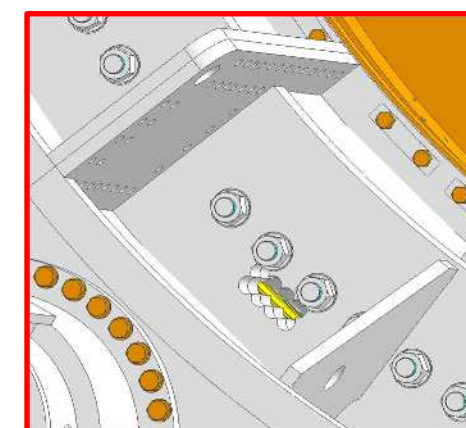
開口部 A2



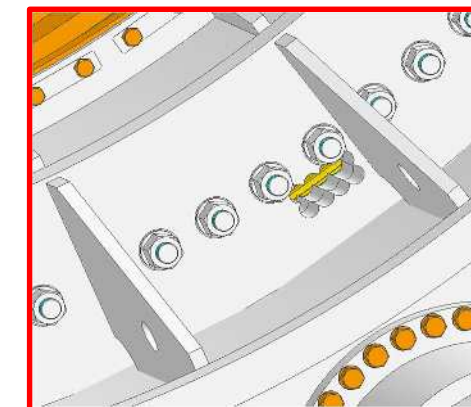
開口部設置箇所（全体正面図）



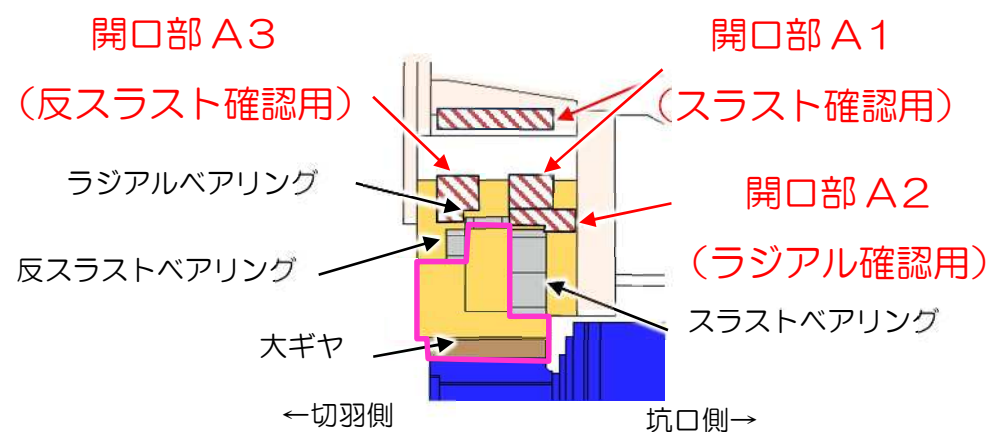
開口部 B 1



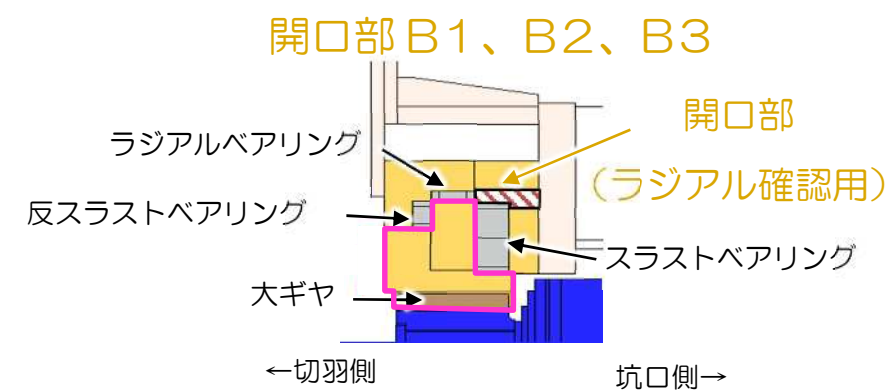
開口部 B 2



開口部 B 3



開口部 A1、A2、A3位置図



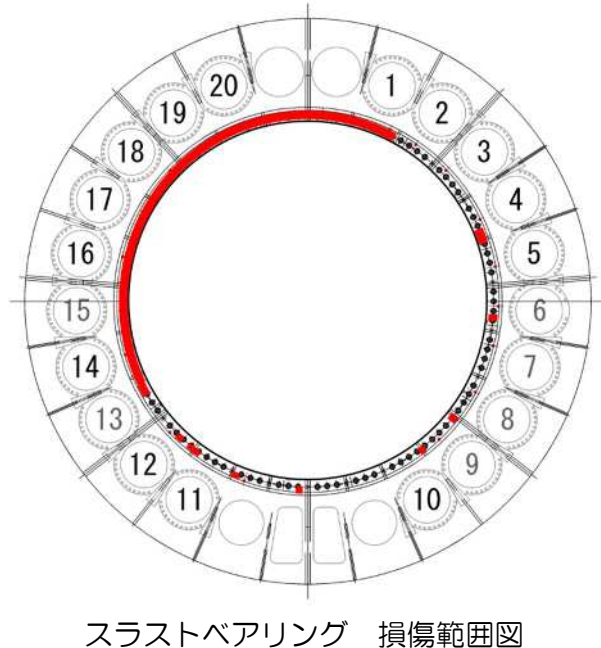
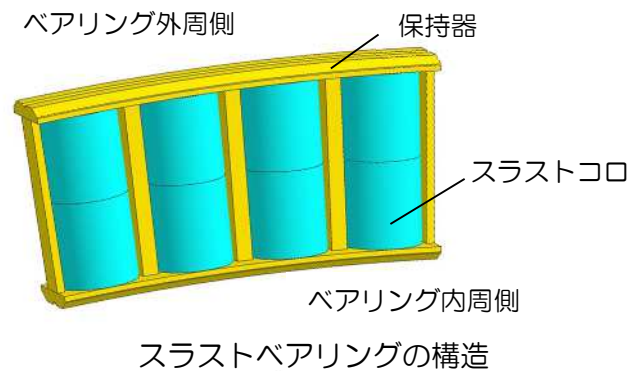
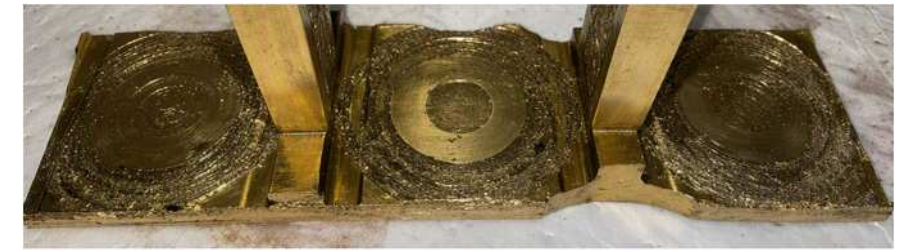
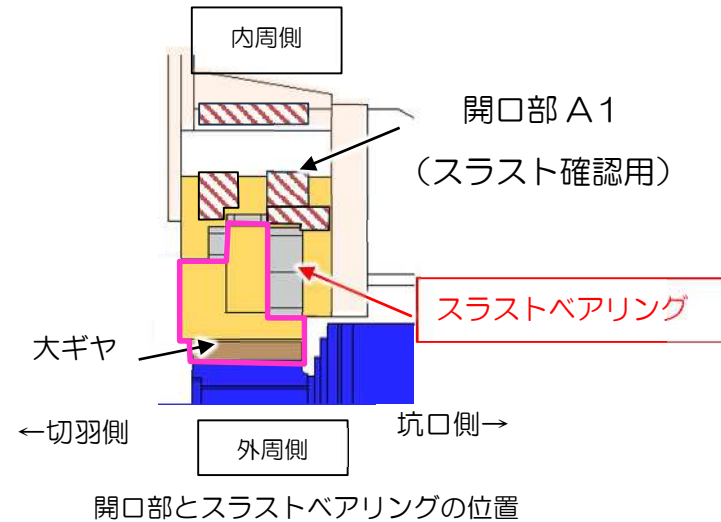
開口部 B1、B2、B3位置図

(2) スラストベアリング

スラストベアリングは、主に掘進推力や土水圧など、推進推力方向に作用する力を受ける部材である。スラストコロは保持器内に上下２段で配置されており、それぞれが独立して回転可能な構造となっている。点検にあたっては、開口部 A1 から保持器の一部を切除してスラストコロを取り出した後、カッターを順次回転させながら未点検箇所を開口部位置まで移動させる作業を繰り返し、スラストベアリング全周の詳細点検を実施した。

ファイバースコープによる点検では、ラジアルベアリングと合わせて全体の７割程度の範囲において変状が認められたが、開口部からの詳細点検の結果、スラストベアリングでは、軽微なものも含め全周にわたり変状が確認された。そのうち、スラストコロの大きな割れや欠けに加え、保持器外周側の一部消失によりコロが横倒しとなった損傷が、一部の範囲に集中して確認された。また、スラストコロの欠片と考えられる金属片が全体にわたり確認され、スラストベアリングが接する面において、金属片により生じたと考えられる擦り傷が確認された。

点検実施後は、損傷の大きいスラストコロ及び保持器を仮復旧用として新たに制作した部材に交換し、仮復旧を実施した。



【詳細点検 凡例】

■：コロの大きな割れや欠け、横倒しとなった損傷が確認された範囲

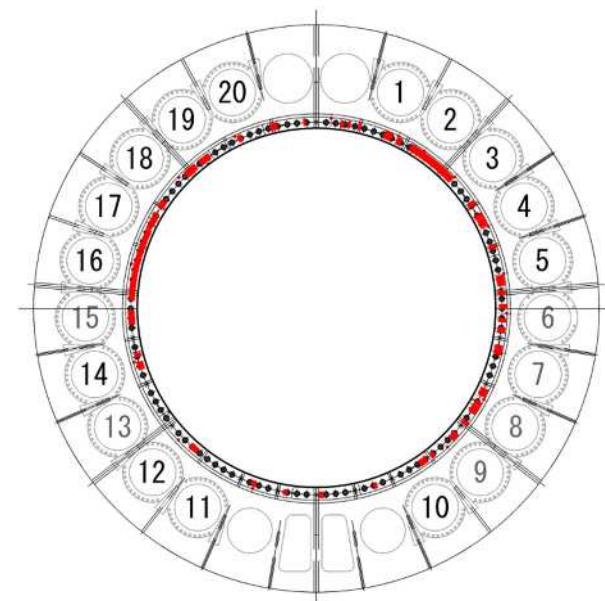
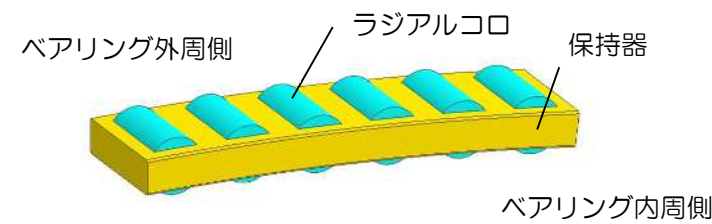
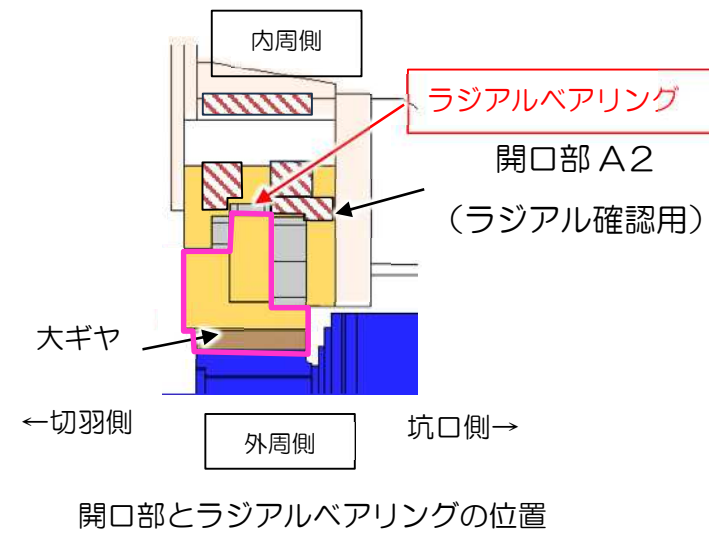


(3) ラジアルベアリング

ラジアルベアリングは、主に大ギヤの荷重など、大ギヤの回転軸に対して直交方向に作用する力を受ける部材である。点検にあたっては、開口部 A2 からラジアルコロおよび保持器を取り出し、カッターを順次回転させながら未点検箇所を開口部位置まで移動させる作業を繰り返し、ラジアルベアリング全周の詳細点検を実施した。

ファイバースコープによる点検では、スラストベアリングと合わせて全体の7割程度の範囲において変状が認められたが、開口部からの詳細点検の結果、ラジアルベアリングでは、軽微なものも含め全周にわたり変状が確認された。そのうち、ラジアルコロの大きな割れや欠けに加え、保持器坑口側（スラストベアリング側）の一部消失によりコロが横倒しとなった損傷が、点在して確認された。また、ラジアルコロの欠片と考えられる金属片が全体にわたり確認され、ラジアルベアリングが接する面において、金属片により生じたと考えられる擦り傷が確認された。

点検実施後は、損傷の大きいラジアルコロ及び保持器を仮復旧用として新たに制作した部材に交換し、仮復旧を実施した。

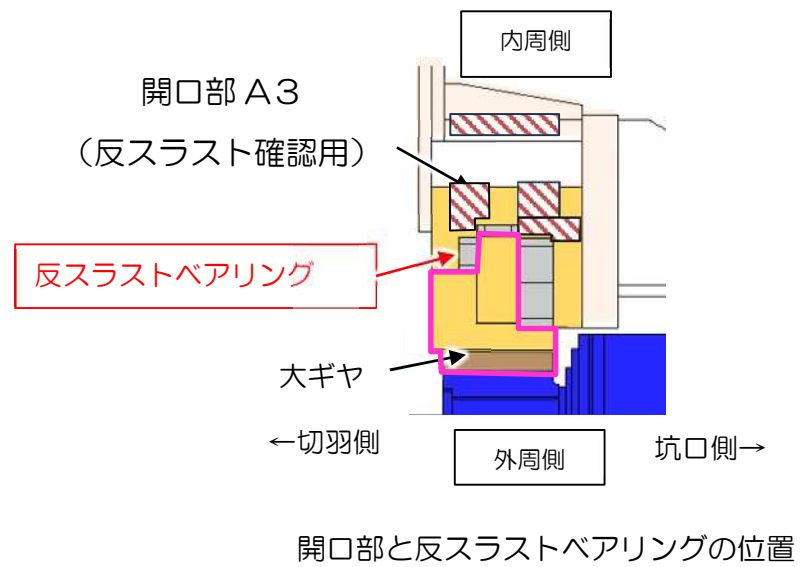


【詳細点検 凡例】
 ■：コロの大きな割れや欠け、横倒しとなった損傷が確認された範囲

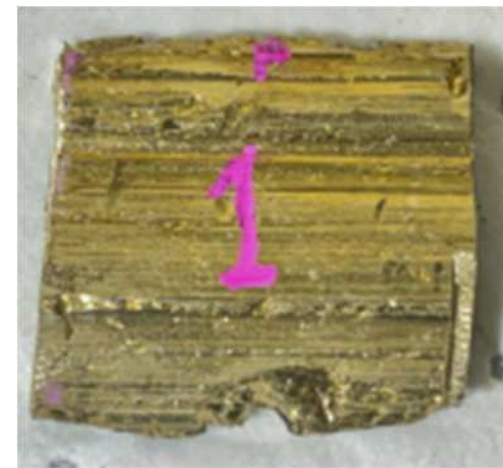
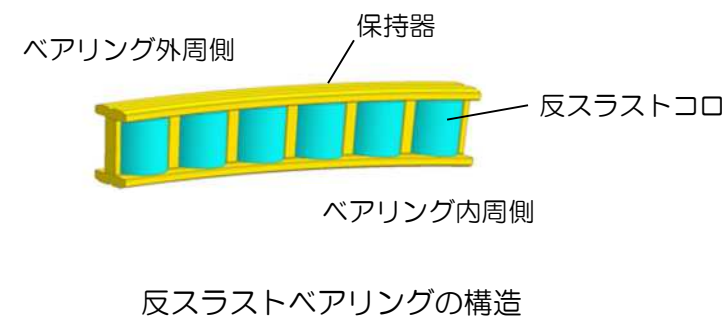


(4) 反スラストベアリング

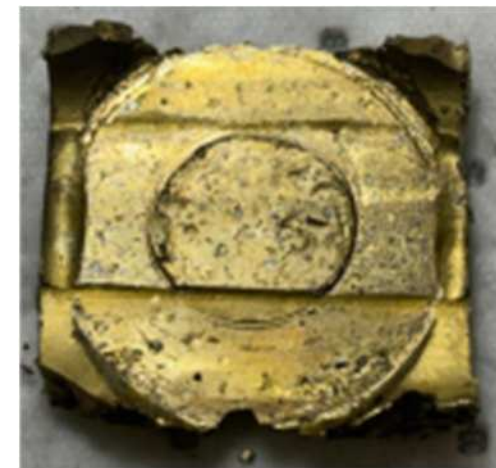
反スラストベアリングは、スラストベアリングが受ける力と反対方向に作用する力を受ける部材である。点検にあたっては、開口部 A3 から反スラストコロ及び保持器を取り出し、未点検箇所を順次開口部位置まで移動させることで、反スラストベアリング全周の詳細点検を実施した。点検の結果、反スラストベアリングでは軽微な変状が全周にわたり確認された。反スラストコロについては、大きな割れや欠け、保持器の一部消失などは確認されていない。



回収した反スラストコロ



保持器（内周側）



保持器（外周側）

3.4 原因推定

3.4.1 推定要因と検証

詳細点検の結果、スラストベアリングおよびラジアルベアリングにおいて、コロの大きな割れや欠け、保持器の一部消失によりコロが横倒しとなった損傷が確認された。また、大ギヤで確認された比較的小規模な変状（角欠け）については、ベアリングの損傷に伴い発生した金属片が、大ギヤと周辺固定部材との隙間に挟み込まれることで生じたものと推定される。

ベアリングの損傷要因としては、以下に示す外的要因及び内的要因が考えられる。このため、これらの要因について網羅的に検討し、損傷メカニズムの推定を行う。

○外的要因

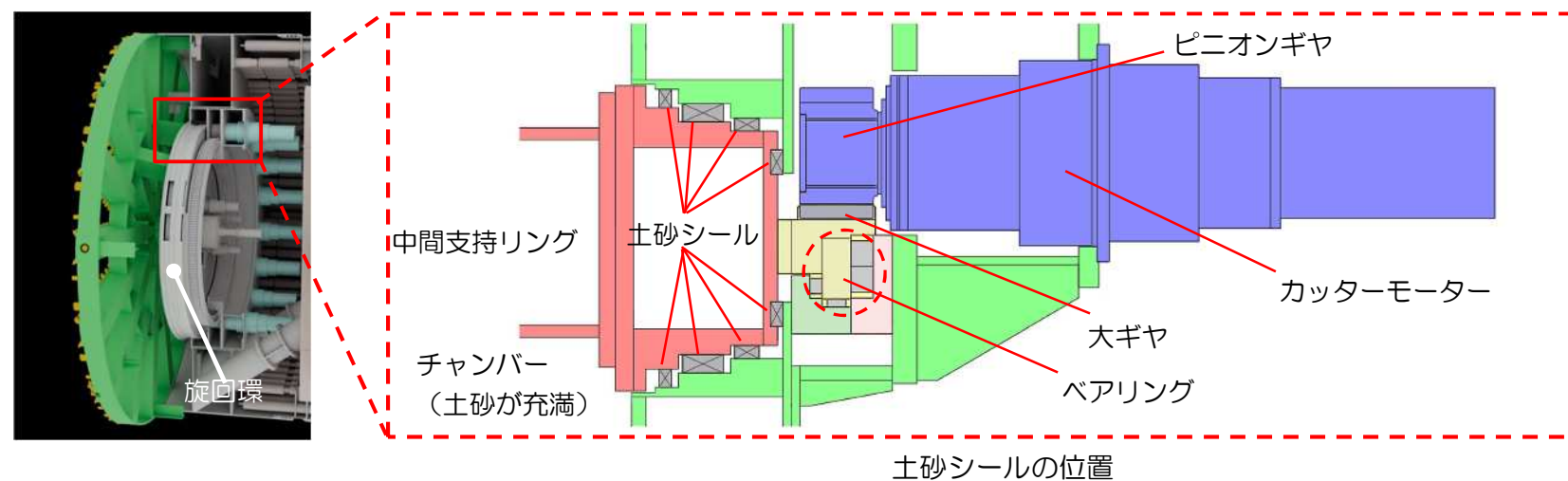
- A) チャンバー側からの土砂の侵入によるベアリングの損傷
- B) シールド機内からの異物の侵入によるベアリングの損傷
- C) 設計を上回る荷重が作用したことによるベアリングの損傷

○内的要因

- D) 制作時の品質不具合によるベアリングの損傷
- E) 設計の不具合によるベアリングの損傷

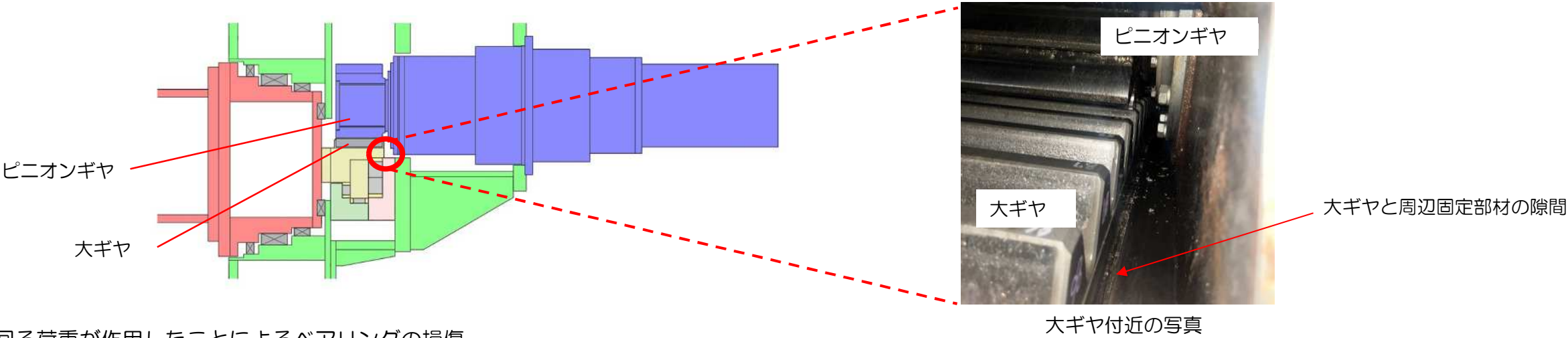
A) チャンバー側からの土砂の侵入によるベアリングの損傷

旋回環の切羽側は土砂シールを介してチャンバーと接している。土砂シールに損傷が生じた場合には、土砂が旋回環内部へ侵入し、ベアリングを損傷させる可能性がある。しかしながら、詳細点検の結果、旋回環内部に土砂は確認されなかったことから、A) チャンバー側からの土砂の侵入によるベアリングの損傷の可能性は低い。



B) シールド機内からの異物の侵入によるベアリングの損傷

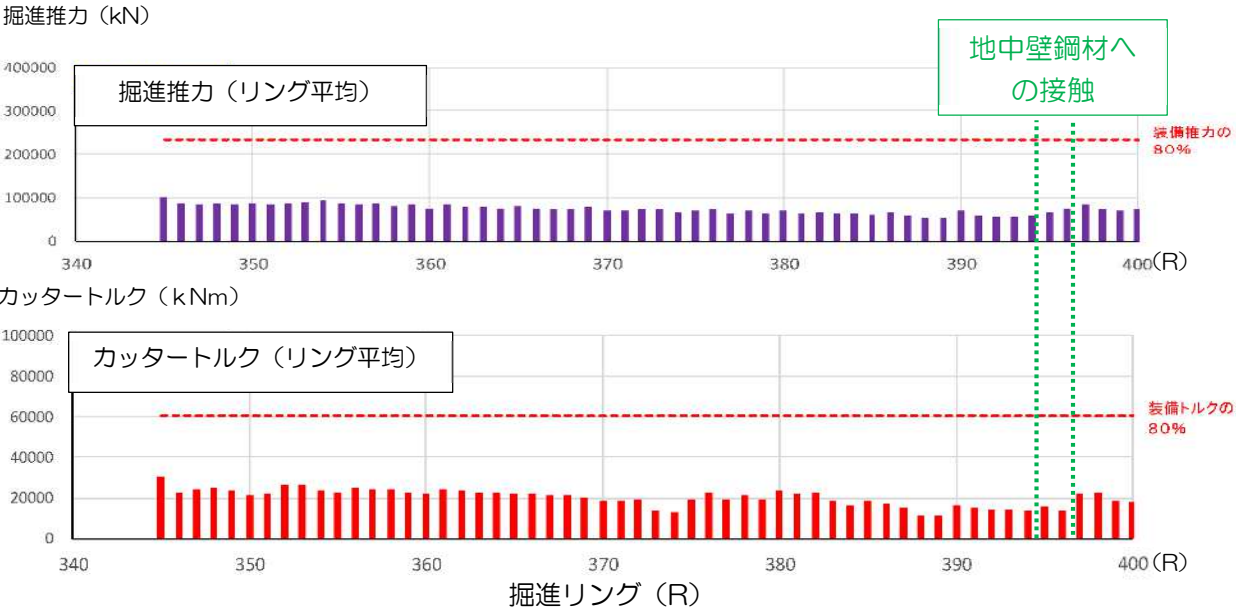
旋回環を損傷させるような大きな異物の侵入経路について確認を行った結果、そのような異物が侵入する経路は確認されなかった。また、詳細点検において金属片が確認されたものの、外部から侵入した異物であることを示す状況は確認されなかったことから、B) シールド機内からの異物の侵入によるベアリングの損傷の可能性は低い。



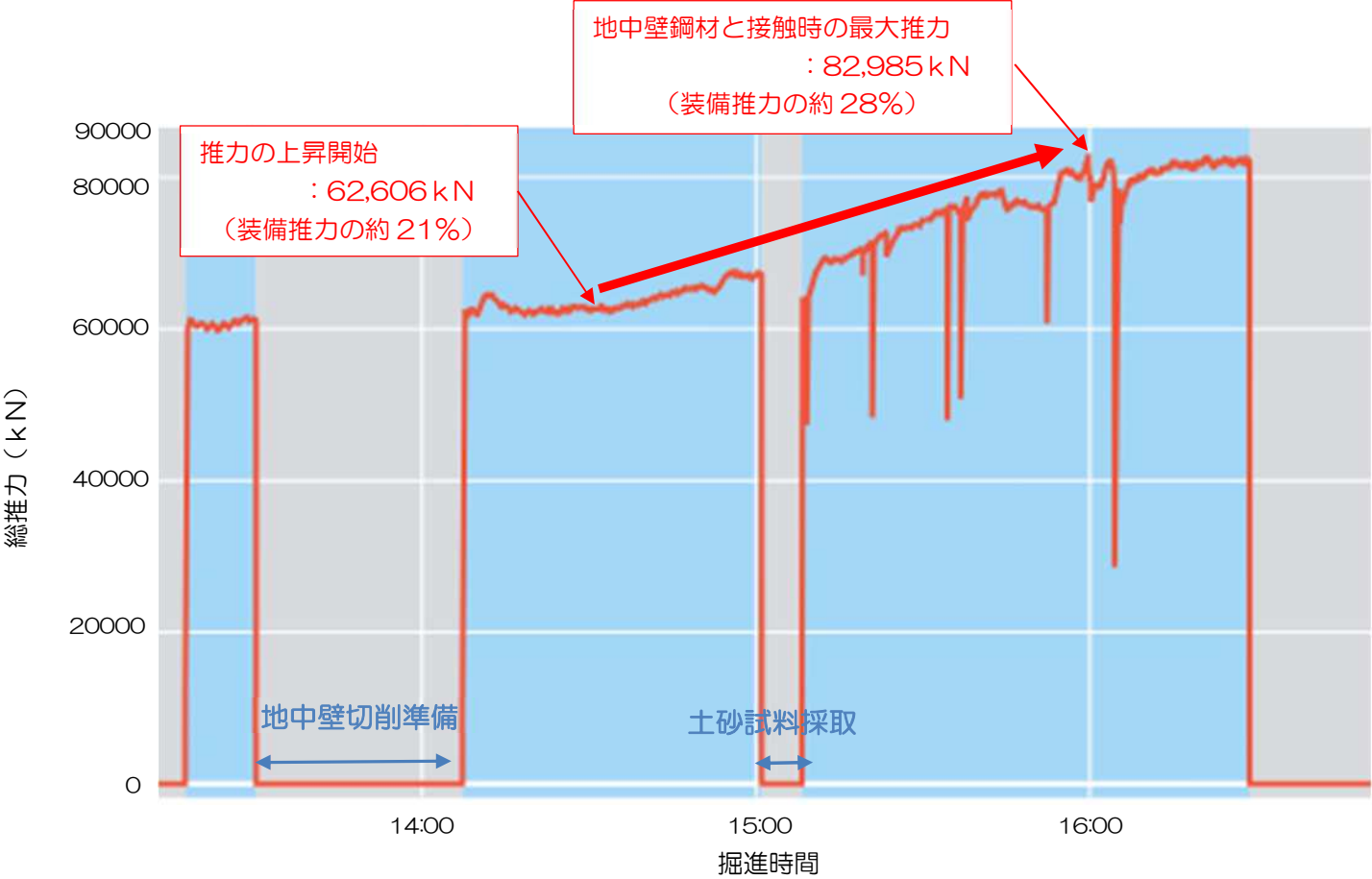
C) 設計を上回る荷重が作用したことによるベアリングの損傷

これまでの掘進区間における施工データをあらためて詳細に確認した結果、令和4年4月に発生したシールドマシン前面のカッターと地中壁鋼材との接触時に、短時間で掘進推力が上昇していたことを確認した。当該接触事象は、地中壁に関する設計図面上の不整合に起因して発生したものである。事象発生後には詳細点検を実施し、損傷が確認されたカッタービット、攪拌翼、外周リング保護ビット及び裏込め注入管保護ビットについて必要な補修を行ったうえで掘進を再開した。また、接触時には掘進推力の上昇が確認されていたものの、その値は管理値である装備推力の80%を大きく下回っており、当時はベアリング損傷を示す兆候は確認されていなかった。

今回、施工データを詳細に確認した結果、地中壁鋼材との接触時に短時間で推力が上昇していたことが確認されたため、地中壁鋼材と接触したマシン上部に荷重が集中して作用した可能性を踏まえ、その影響を検証した。



掘進推力とカッタートルクのデータ (リング平均)



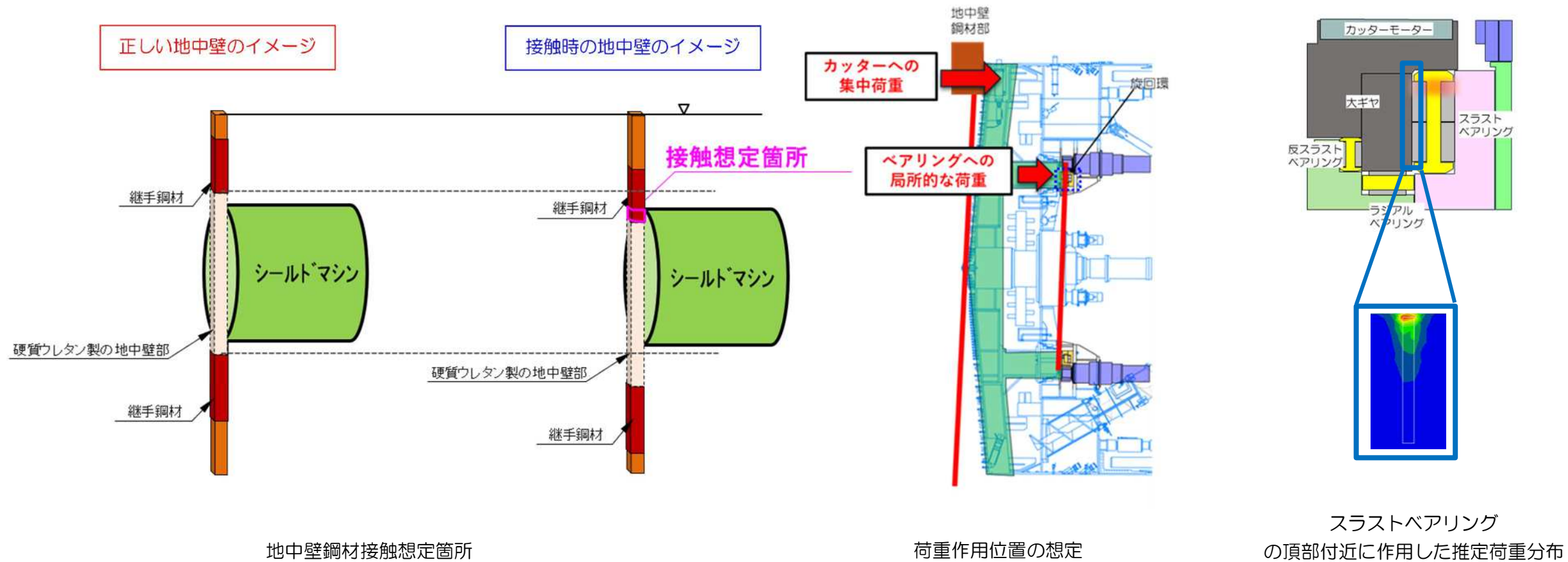
地中壁鋼材と接触時の推力上昇時のデータ

○マシン上部に荷重が集中して作用した影響の検証

施工データを詳細に確認した結果、地中壁鋼材との接触時には、掘進推力が短時間に装備推力の約 7% 分上昇していたことを確認した。土質変化に伴う荷重は基本的に旋回環に分散して作用するのに対し、硬質障害物との接触時には接触箇所周辺に荷重が集中して作用する可能性がある。

このことから、地中壁鋼材との接触前に旋回環へ作用していた荷重に加え、接触時の推力上昇に相当する荷重がマシン上部（鋼材との接触位置を踏まえ 60° と仮定）に集中して作用したものととして解析を実施し、スラストベアリングに作用する荷重分布を確認した。

その結果、スラストベアリングに作用する荷重は均一に分散せず、一部の範囲に集中して作用することが確認された。このことから、地中壁鋼材との接触時には、スラストベアリングに一時的かつ局所的に設計を上回る荷重が作用していた可能性がある。



D) 製作時の品質不具合によるベアリングの損傷

製作時の検査書類を確認した結果、各部材は所定の品質で製作されていたことを確認したことから、D) 製作時の品質不具合によるベアリングの損傷の可能性は低い。

E) 設計の不具合によるベアリングの損傷

設計計算資料を確認した結果、荷重設定及び設計計算は適切に実施されていたことを確認したことから、E) 設計の不具合によるベアリングの損傷の可能性は低い。

3.4.2 損傷メカニズムの推定

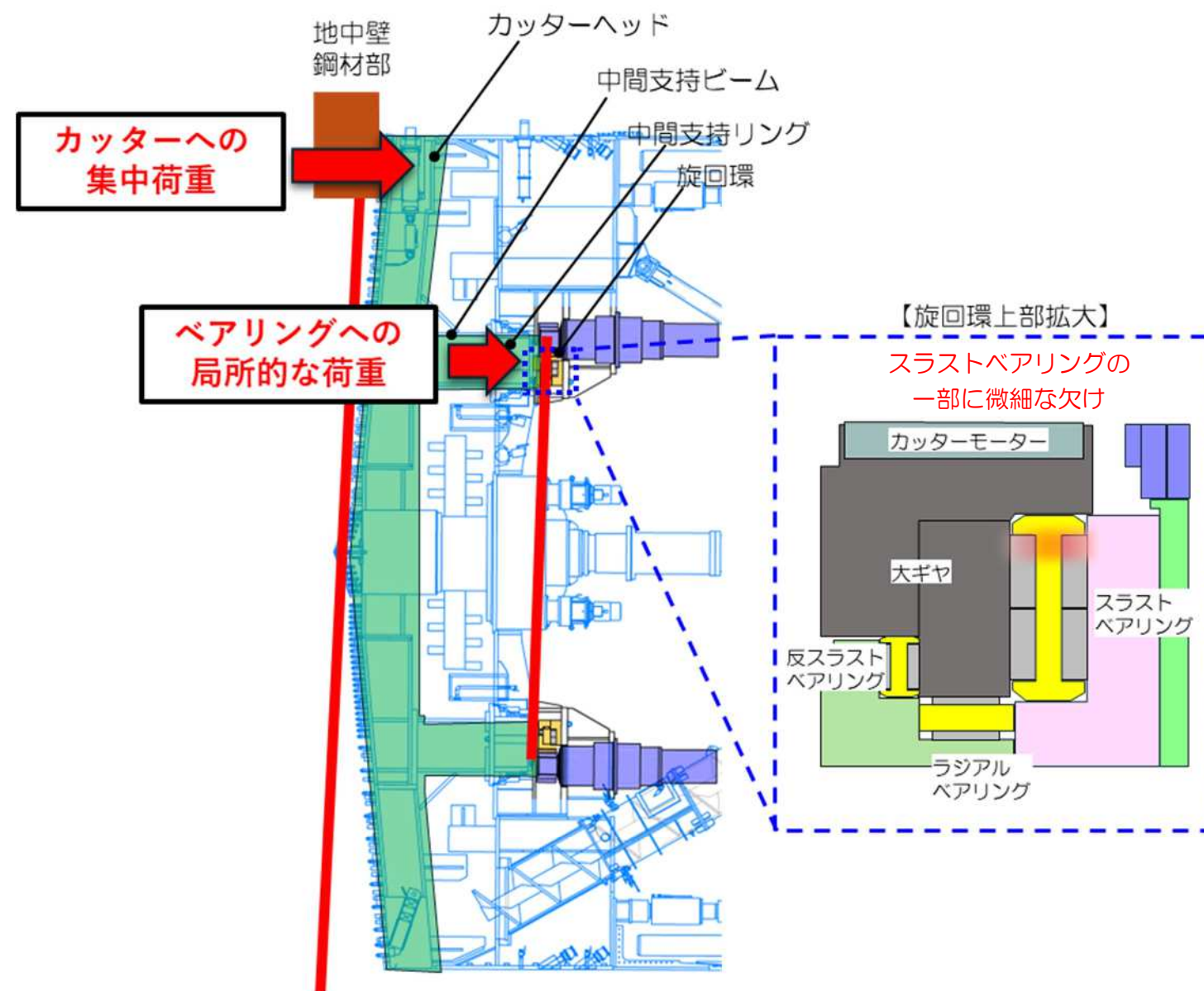
これまでの検討結果から、令和4年4月に発生したシールドマシン前面のカッターと地中壁鋼材との接触により、スラストベアリングに一時的かつ局所的に設計を上回る荷重が作用したことで、ベアリングの一部に微細な欠けが生じ、その後の長距離掘進に伴い損傷が徐々に拡大した可能性があるかと推定される。以下に、推定される損傷メカニズムを示す。

損傷メカニズムの推定

① 地中壁鋼材との接触による微細な欠けの発生（令和4年4月）

スラストベアリングに一時的かつ局所的に設計を上回る荷重が作用 → スラストベアリングの一部に微細な欠けが発生

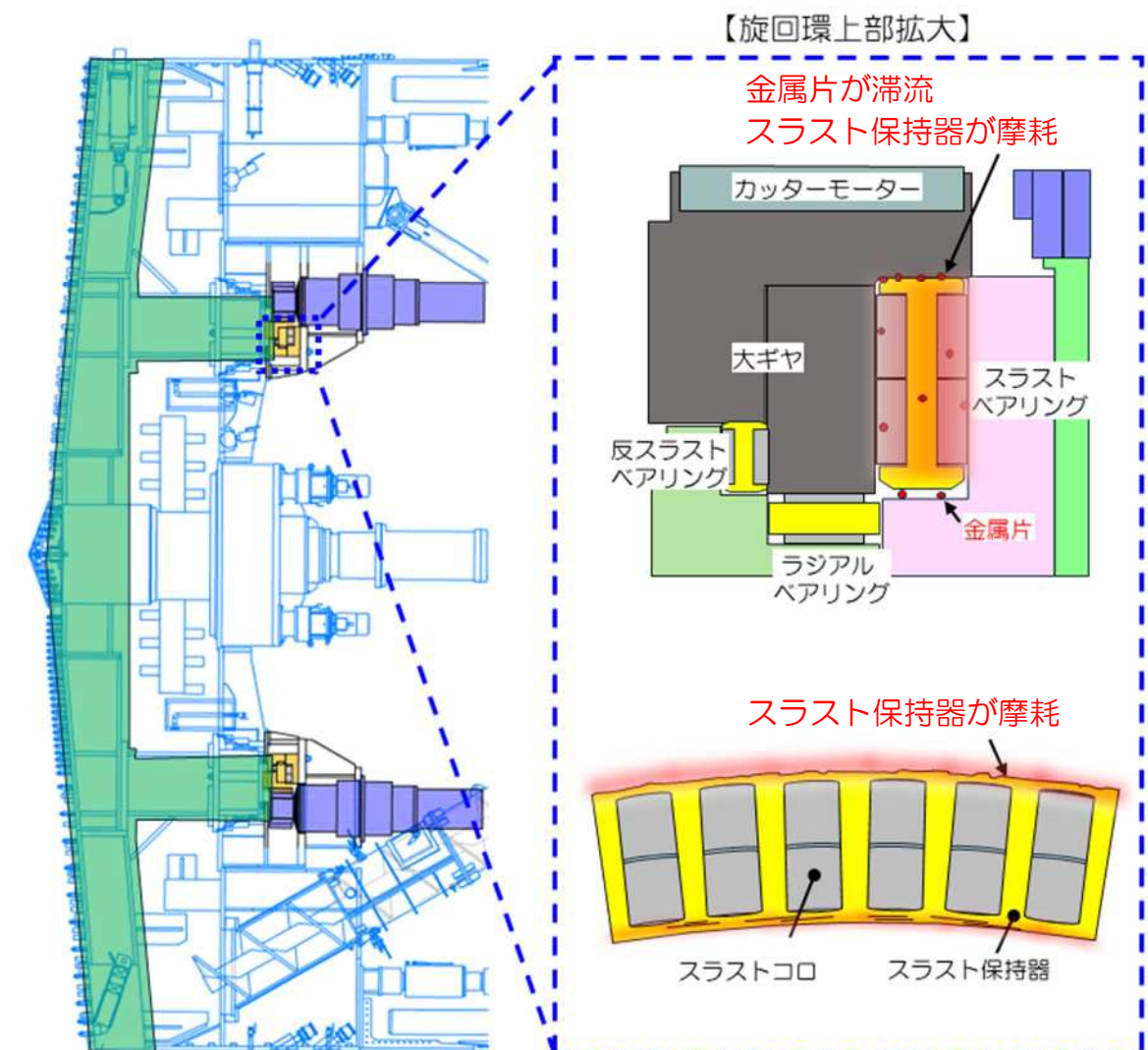
令和4年4月に発生した地中壁鋼材との接触時に、スラストベアリングに一時的かつ局所的に設計を上回る荷重が作用し、スラストベアリングの一部に微細な欠けが発生したものと推定される。



② 長距離掘進に伴うスラスト保持器の摩耗の進行

スラストベアリングの微細な欠け → 保持器の摩耗が進行

①で発生したスラストベアリングの微細な欠けにより、その後の長距離掘進に伴い保持器の摩耗が徐々に進行したものと推定される。また、摩耗の進行により発生した金属片が旋回環内部で繰り返し接触することで、保持器の摩耗がさらに進行したものと推定される。

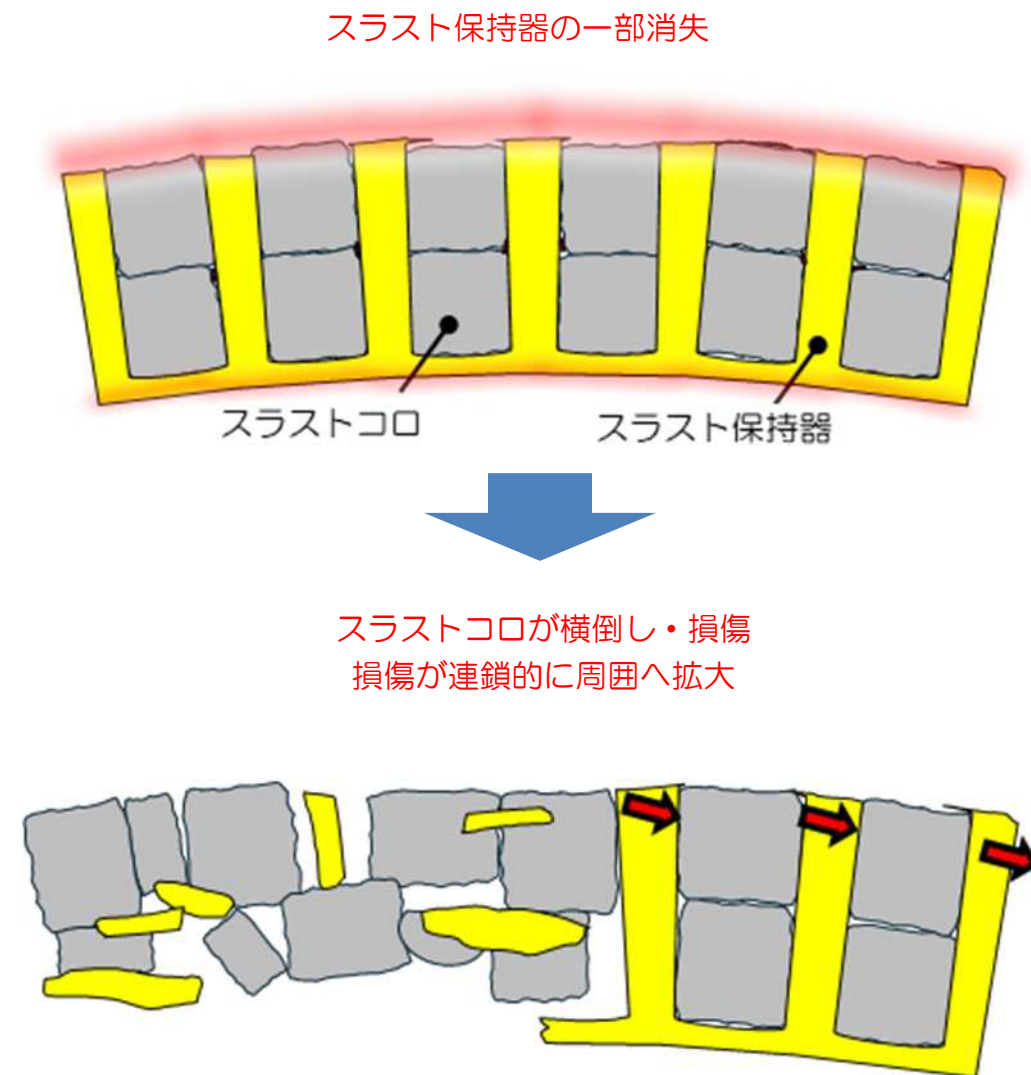


損傷メカニズムの推定

③スラストベアリングの損傷

保持器の一部消失 → スラストコロの損傷拡大

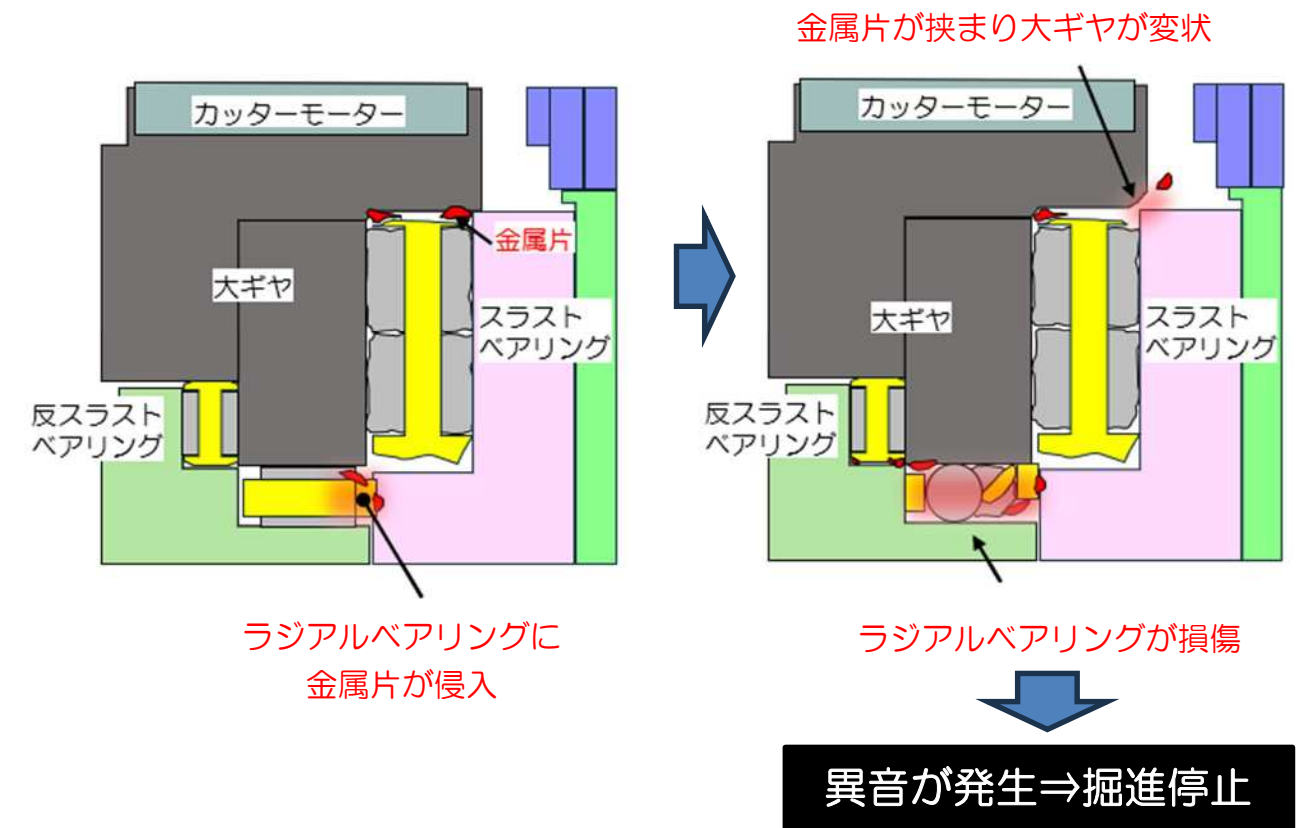
②の結果、保持器の一部が消失したことにより、スラストコロの拘束が失われ、一部のスラストコロに大きな割れや欠け及びコロが横倒しとなった損傷が発生し、これらの損傷が連鎖的に周囲へ拡大したものと推定される。



④ラジアルベアリングの損傷・大ギヤの変状

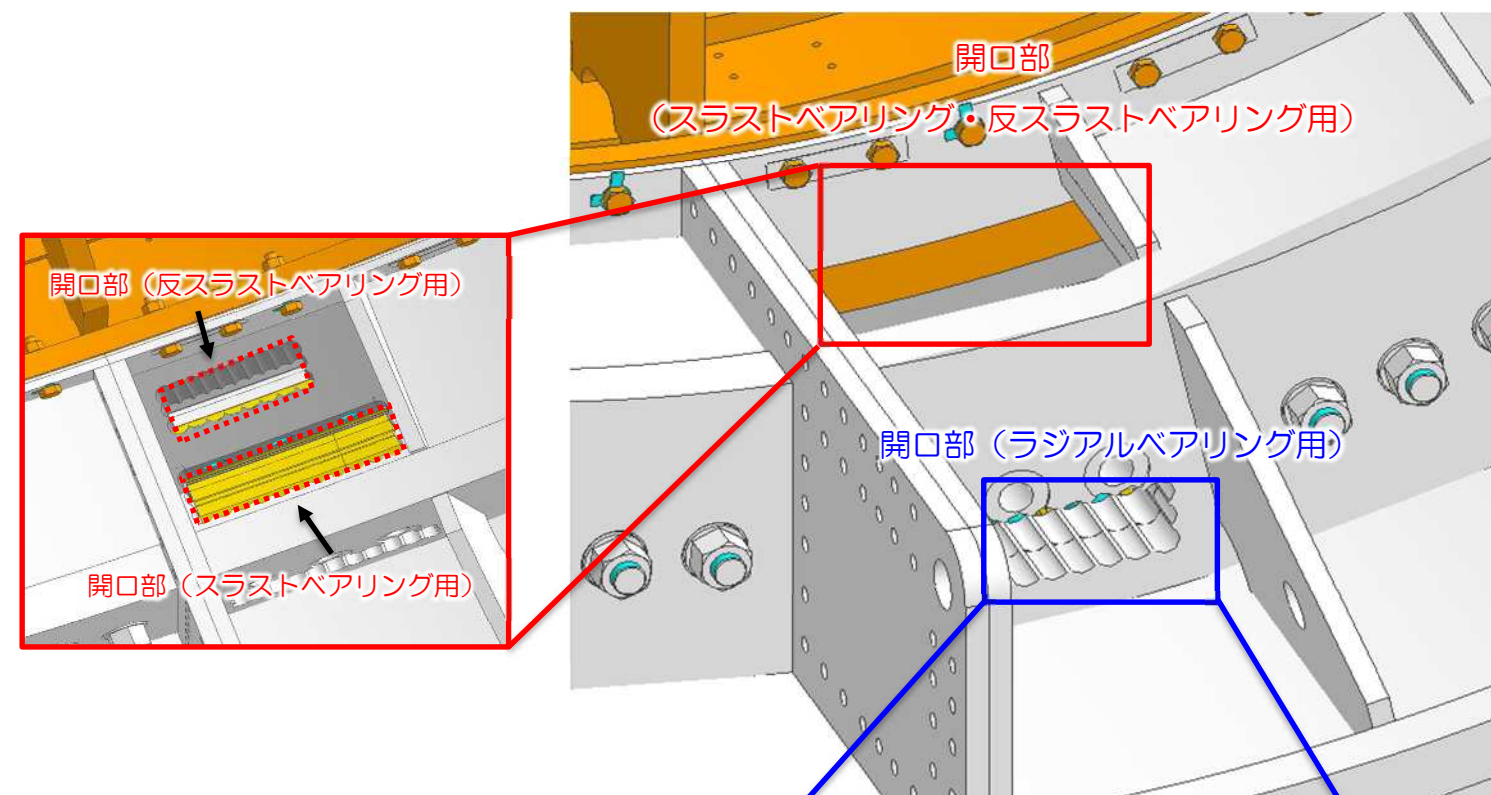
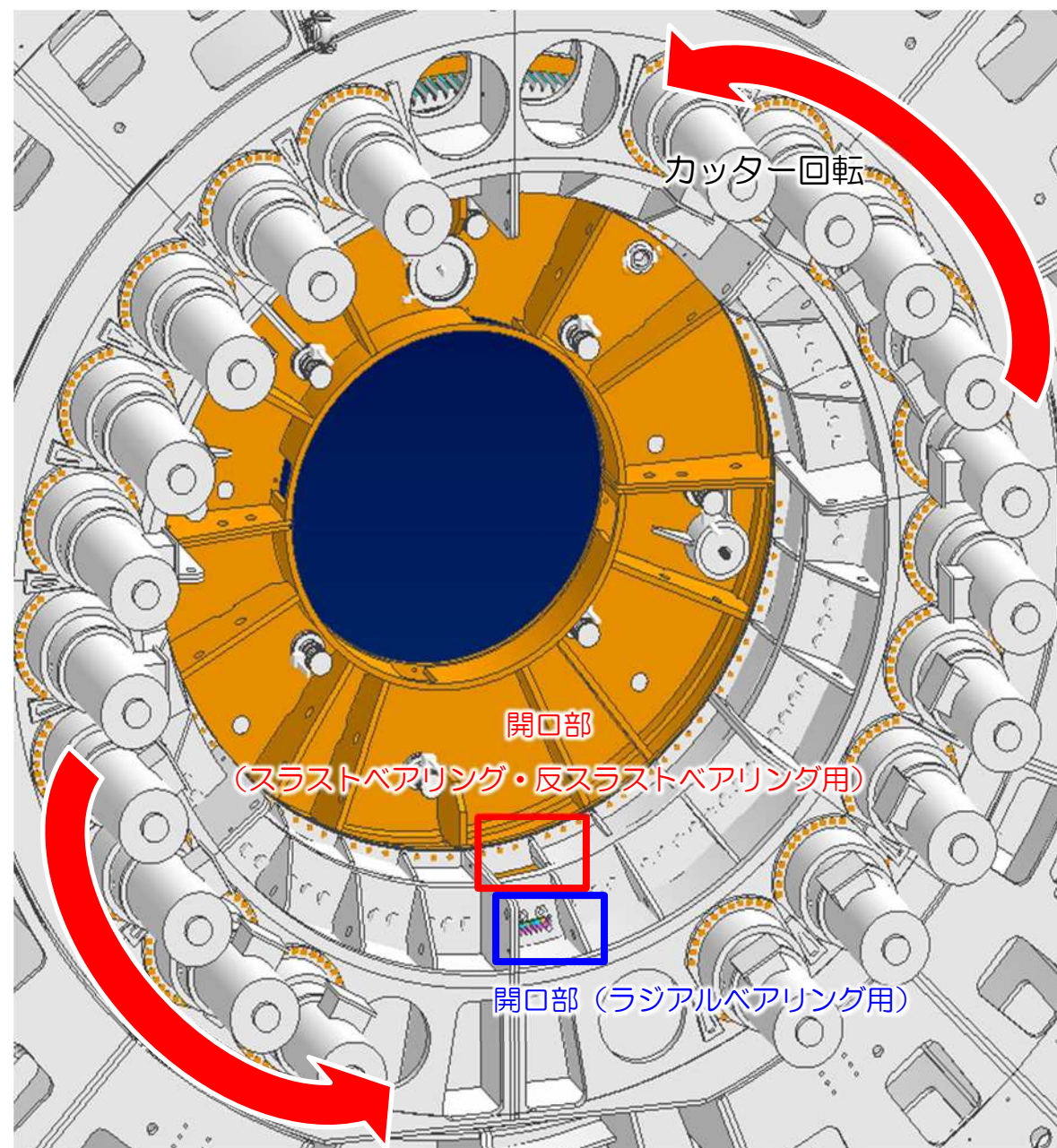
金属片がラジアルベアリングへ侵入 → ラジアルベアリング損傷 → 大ギヤ変状

スラストベアリングで発生した金属片がラジアルベアリングへ移動し、保持器の摩耗を進行させたものと推定される。その結果、保持器の一部が消失し、一部のラジアルコロに大きな割れや欠け及びコロが横倒しになった損傷が発生したものと推定される。また、金属片が大ギヤと周辺固定部材との隙間に挟み込まれたことにより、大ギヤに比較的小規模な変状（角欠け）が生じたものと推定される。

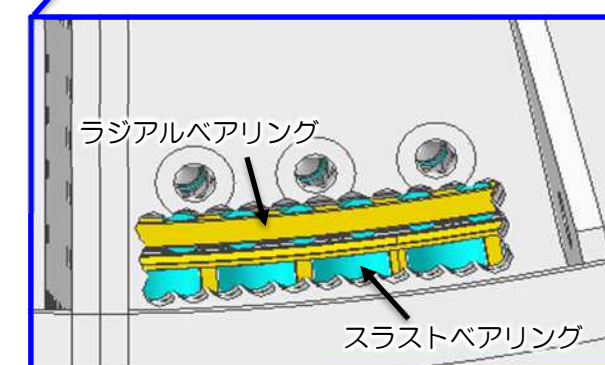


3.5 今後の補修計画

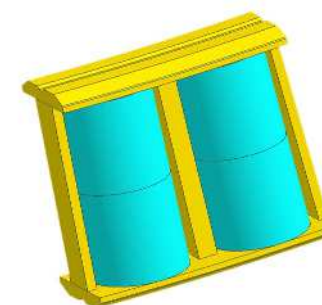
現在、詳細点検により損傷が確認されたベアリングについては、仮復旧作業が完了している。
今後は新たなベアリング部材を製作し、詳細点検時に設けた開口部を利用して交換を行いながら、補修作業を進める予定である。



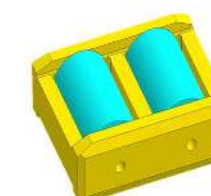
ベアリングを撤去し、
新たに製作した交換用
ベアリングを設置



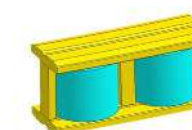
各ベアリングの交換イメージ



スラストベアリング



ラジアルベアリング



反スラストベアリング

4 本事象を踏まえた東京外環事業におけるシールド工事の対応

今回の検討では、令和 4 年 4 月に発生した地中壁鋼材との接触により、マシン上部に荷重が集中して作用した結果、スラストベアリングに一時的かつ局所的に設計を上回る荷重が作用したことでベアリングの一部に微細な欠けが生じ、その後の長距離掘進に伴い徐々に拡大した可能性があると推定された。

今回の損傷メカニズムを踏まえ、東京外環事業における他のシールド工事について、あらためて確認した結果、本事象と同様の予期せぬ支障物との接触事象は確認されなかった。

今後は同様の事象の兆候を早期に把握するため、次の対応を実施することとする。

日常的な排土確認の中で、予期せぬ支障物との接触を示唆する金属片やコンクリート片等の異物の有無を確認するとともに、旋回環内部の潤滑剤に含まれる金属片等の異物の発生状況について、新たに定期的な確認（月 1 回）を実施する。

また、排土確認で異物が確認されるなど、予期せぬ支障物との接触の可能性が確認された場合は、ベアリングに局所的な荷重が作用していないか検証を行うとともに、潤滑剤の点検頻度を強化する。

これらの結果をもとに、有識者の意見を踏まえながらベアリングの点検や対応について必要な措置を実施する。