

## 第3回 東京外環トンネル施工等検討委員会 有識者委員会

地表面陥没箇所周辺の地盤調査で確認された地中の空洞について

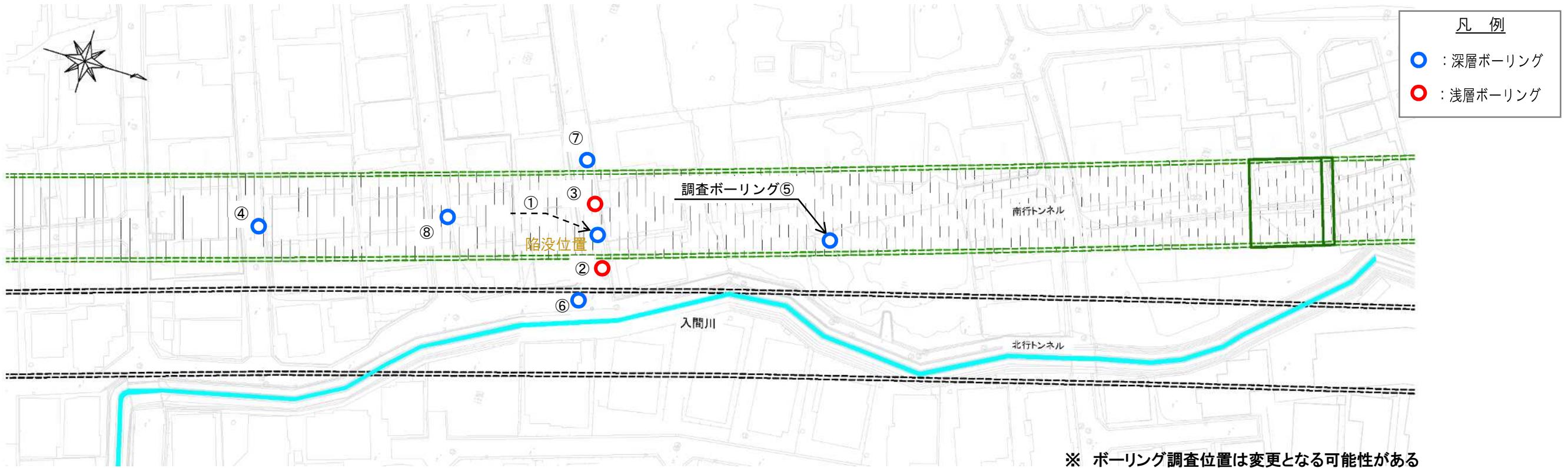
令和2年 11月 5日

東日本高速道路株式会社関東支社東京外環工事事務所  
鹿島・前田・三井住友・鉄建・西武特定建設工事共同企業体

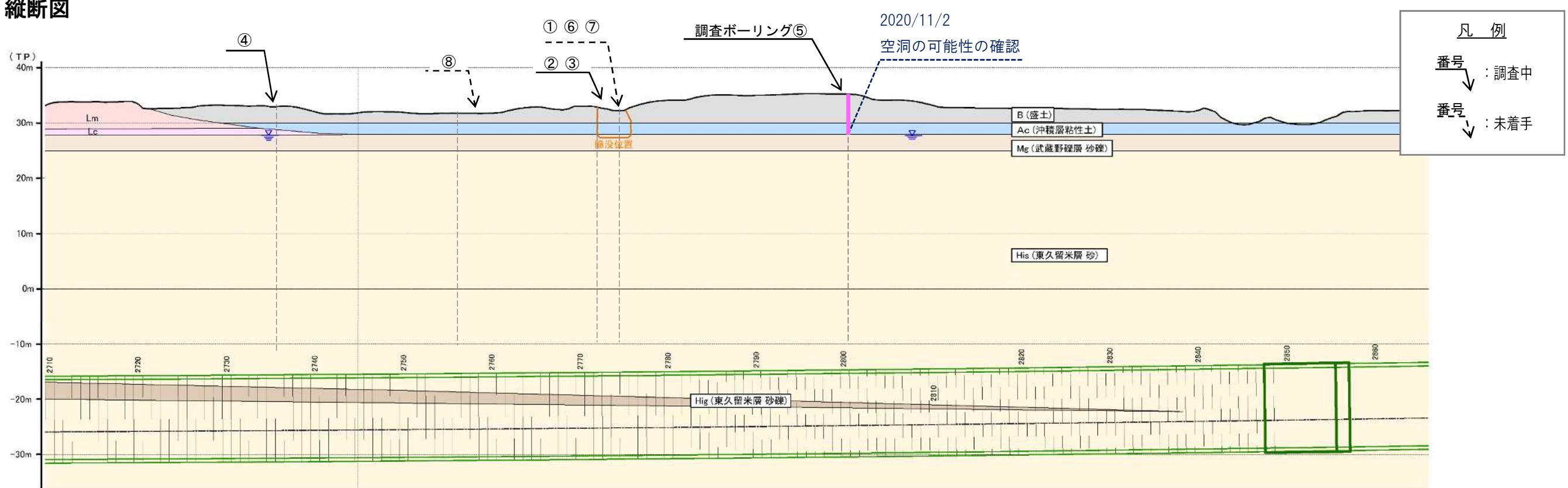
# 1. 空洞を確認した経緯について

## ① 位置図

令和2年10月18日に発生した陥没事象の原因究明のために実施していたボーリング調査中に、下図の調査ボーリング⑤において、地表からの深度約5mの位置に空洞の可能性を確認した（令和2年11月2日）。



## ② 縦断図



### ③時系列

日付	時刻	内 容
11月2日	12:20	陥没箇所から約40m北にて、ボーリング調査中に空洞の可能性を確認(地下約5m)
	14:00	空洞範囲の調査に着手 ・貫入調査(スウェーデン式サウンディング試験)を実施 ⇒地表面の地盤が固く調査が難航
	17:00～	常時監視体制を構築(以降体制継続) ・監視員を常駐し、地表面の常時観測を実施 ・1時間ごとの水準測量を実施
11月3日	10:00～16:00	レーザースキャナ等による調査実施 ・地下水面上の確認の結果、幅約4m×長さ約30mの空洞を確認 NEXCO東日本が有識者に空洞の対応について見解を伺う。 [有識者見解] ・空洞の状況・大きさから、直ちに地表面に変状を及ぼすものではなく、緊急的な対応は必要ないが、空洞は早期に充填することが望ましい
11月4日	10:00～12:00	NEXCO東日本から近隣住民へ説明

## 2. 空洞調査概要について

地表からの深度約5m位置に空洞がある可能性が確認されたため、次の調査により空洞の広がり等について確認を行った。

**調査項目**  
スウェーデン式サウンディング試験(SWS)

**概要**  
地表面からロッドを貫入し空洞範囲を探査

**結果**  
地表からの深度約 2.5 m以深を貫通できず、硬質粘土層の存在を確認



写真1 半自動式SWS試験

**調査項目**  
ボアホールカメラ観察

**概要**  
空洞が確認されたボーリングロッド内にカメラを挿入して空洞内部の状況を確認

**結果**  
地下水の存在を確認



写真2 ボアホールカメラ観察

**調査項目**  
3Dレーザースキャニング計測

**概要**  
ボーリングロッド内からレーザー測距器を入れ空洞内面の形状寸法を計測

**結果**  
レーザースキャニングで空洞の形状大きさを確認



写真3 3Dレーザースキャニング装置

**調査項目**  
地下水採取

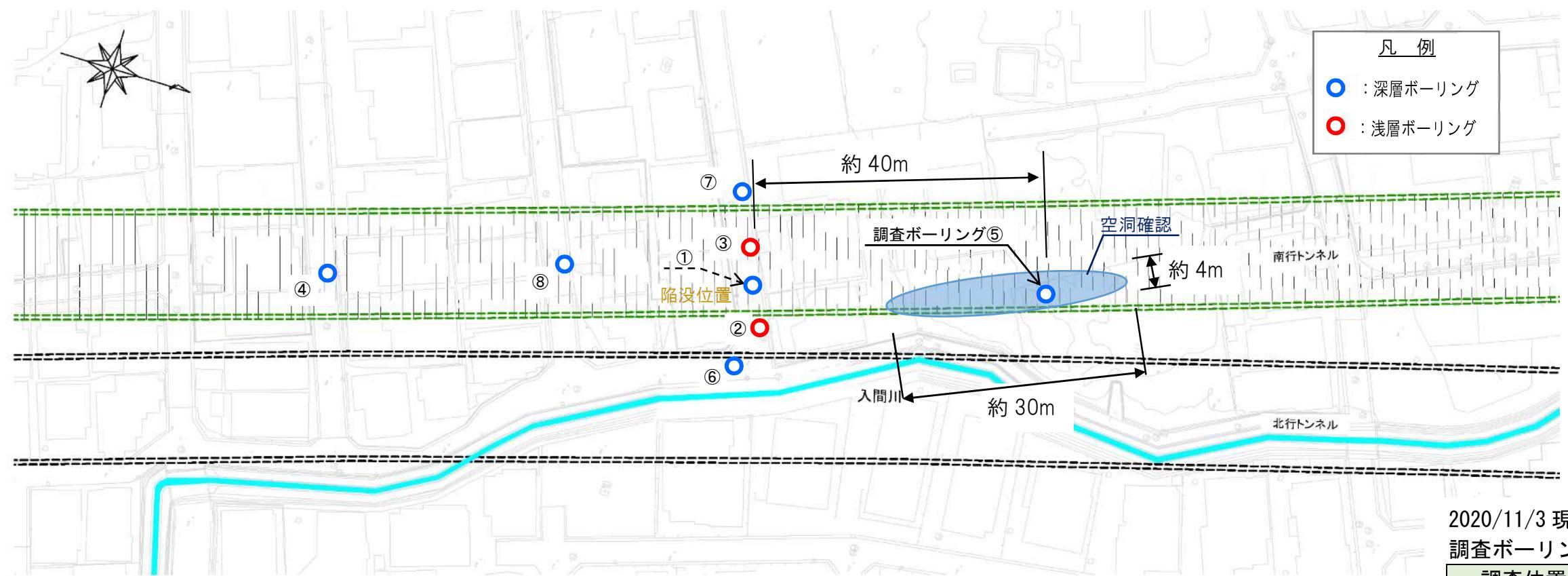
**概要**  
地下水の成分分析を実施  
(成分分析中)



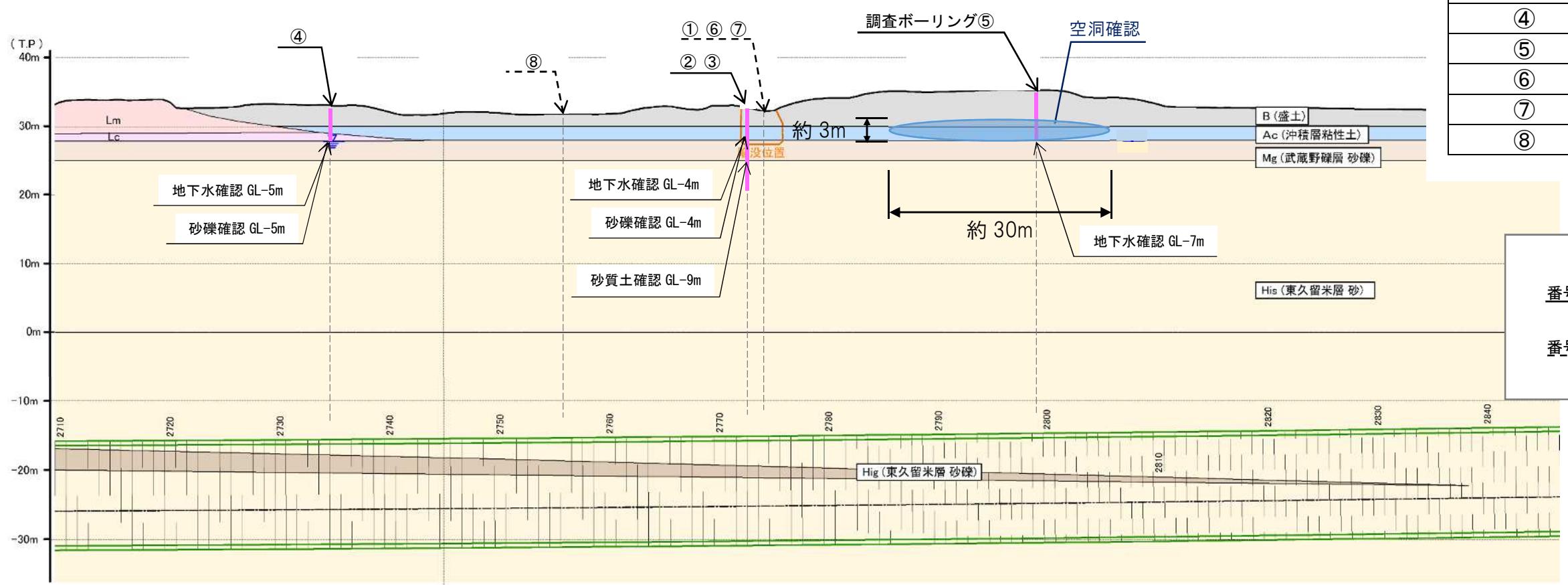
写真4 地下水採取

### 3. 空洞の調査結果について

#### ① 空洞形状



※ ボーリング調査位置は変更となる可能性がある



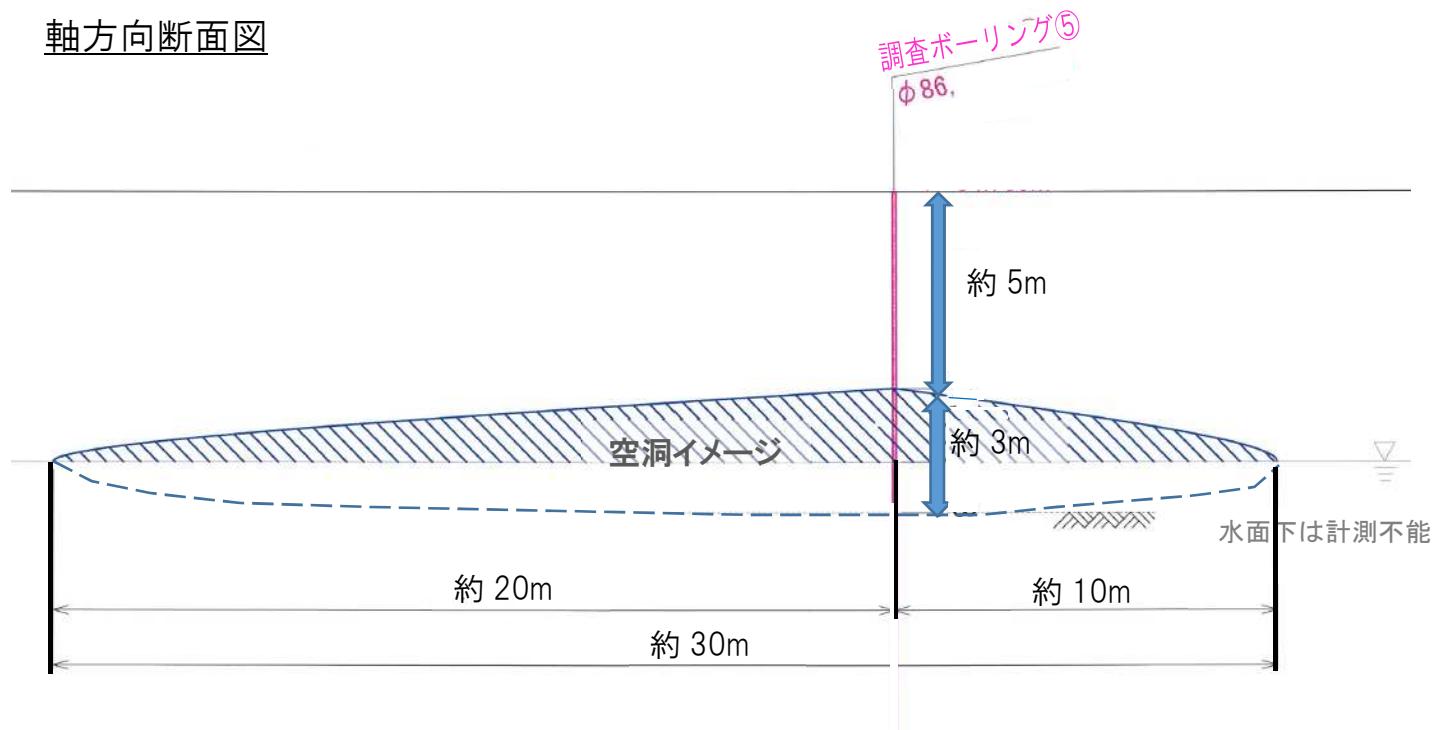
2020/11/3 現在  
調査ボーリング実施状況

調査位置	削孔深度
①	—
②	14 m
③	9 m
④	7 m
⑤	5 m
⑥	—
⑦	—
⑧	—

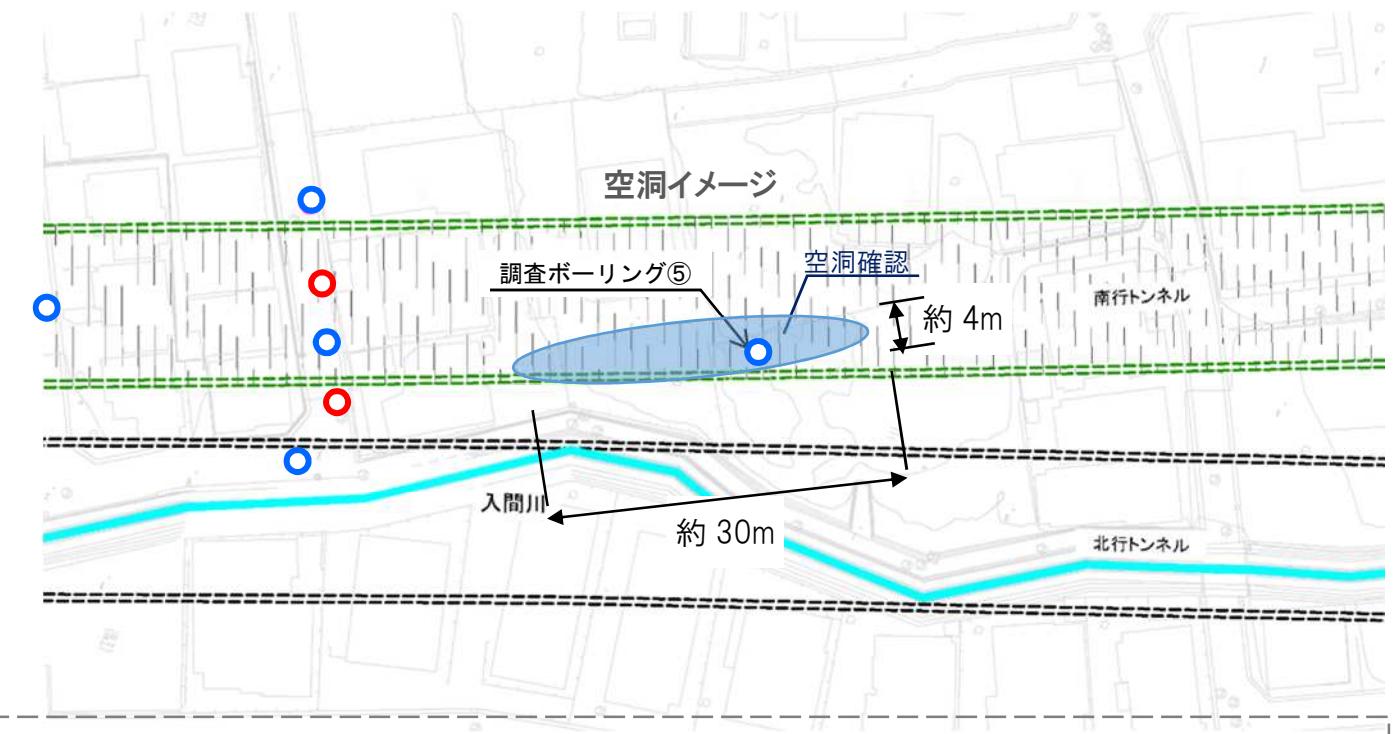
凡例  
番号 ↓ : 調査中  
番号 ↴ : 未着手

3D レーザースキャナーによる空洞計測の結果、空洞深度約5m、幅約4m×長さ約30m、厚さ約3mの空洞を確認した。

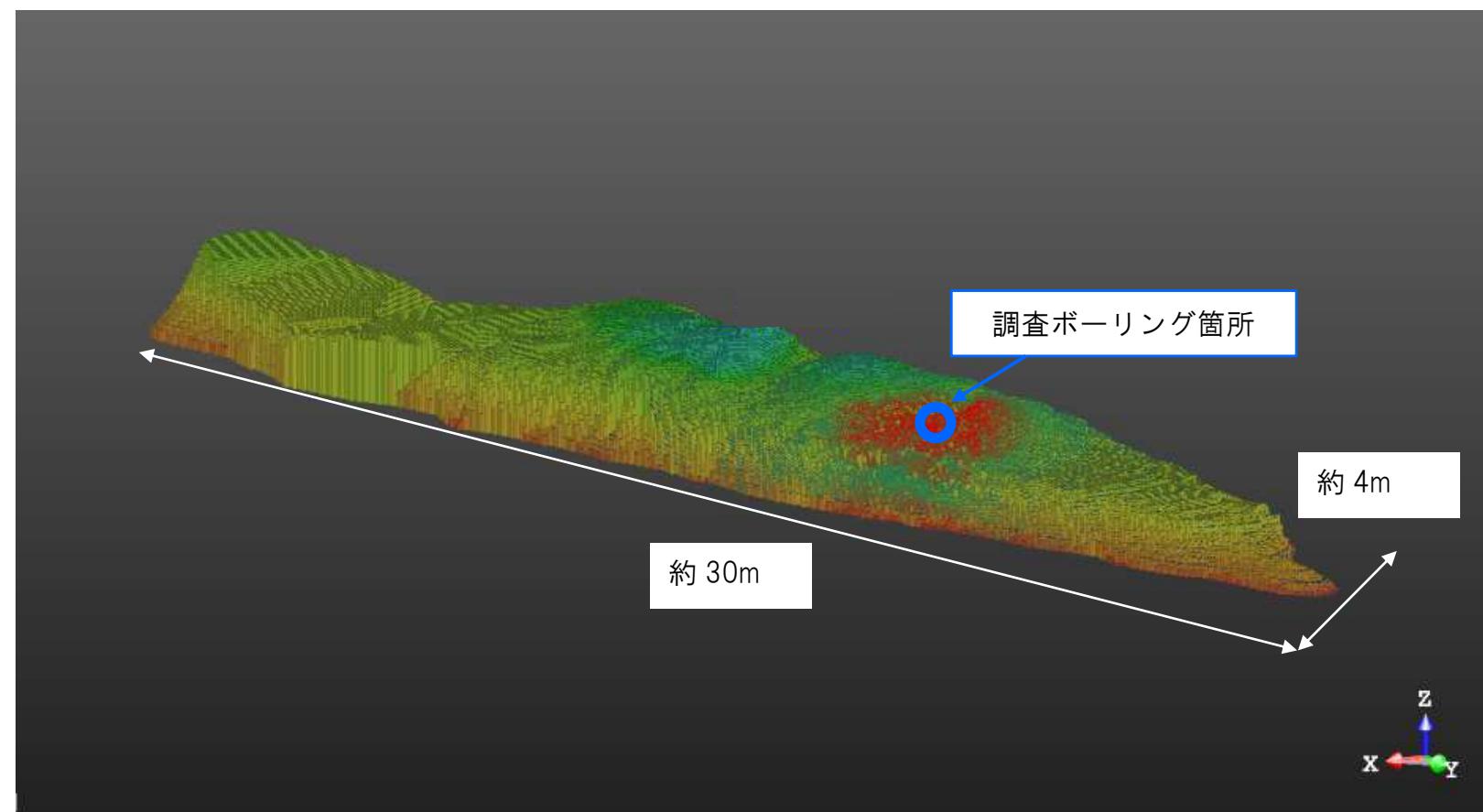
軸方向断面図



平面位置形状図



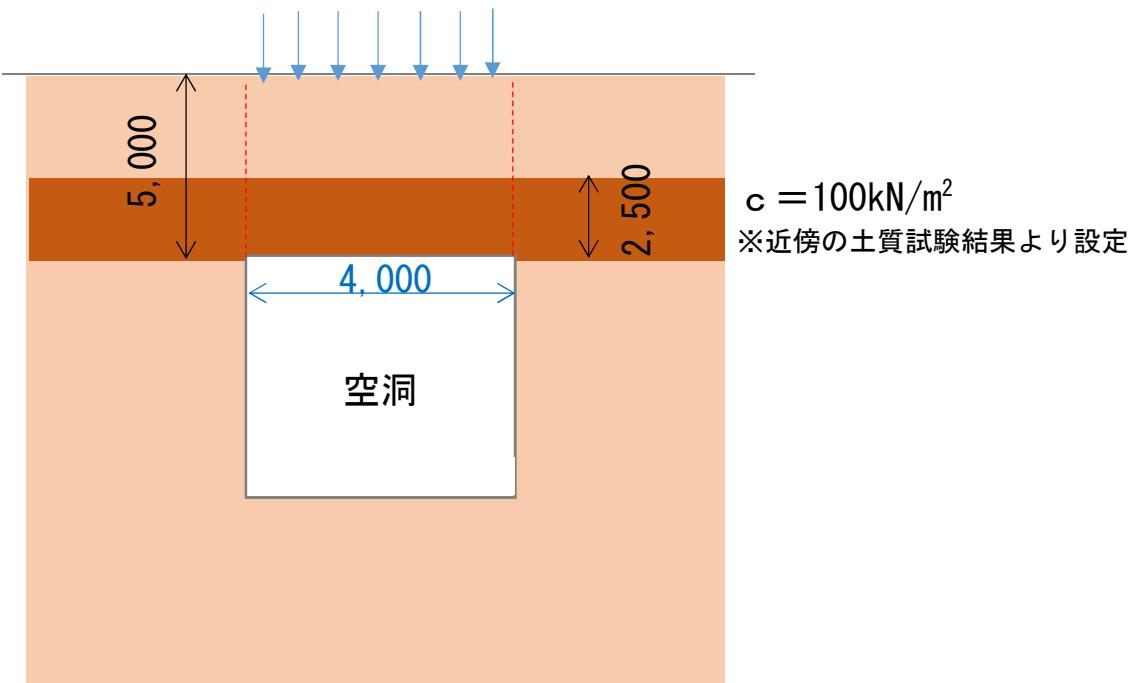
3D レーザースキャナーによる空洞計測結果（水面上部の空洞）



※データ処理上の画像であり、着色に意味はありません。

## ②空洞の評価について

空洞上部の土砂粘着力から算定される地耐力としては、安全率を3とした場合、 $11.7\text{kN/m}^2$ 程度であると推定される。



ボーリング調査およびスウェーデン式サウンディング試験より、地表からの深度約 2.5m から 5m の位置において硬質な粘土層の存在が確認された。そのため、2.5m 程度の硬質な粘土層に対して、空洞短辺方向の2面せん断による抵抗力を算定する。

$$\text{抵抗力 } 100\text{kN/m}^2 \times 2.5\text{m} \times 2\text{面} = 500\text{kN/m}$$

$$\text{自重} (\gamma=1.8) \text{を控除すると } 18\text{kN/m}^3 \times 5.0\text{m} \times 4.0\text{m} = 360\text{kN/m}$$

$$\text{上載荷重限界 } 500\text{kN/m} - 360\text{kN/m} = 140\text{kN/m}$$

$$\text{限界荷重 } q = 140\text{kN/m} \div 4.0\text{m} = 35\text{kN/m}^2$$

$$\text{安全率3とすると、} qa = 35\text{kN/m}^2 \div 3 = 11.7\text{kN/m}^2$$

表 4.1.2 上部構造荷重の目安値（建築面積当たり）

$w = 4.0\text{ kN/m}^2$	一般地域の平屋
7.0	一般地域の 2 階建、多雪区域（積雪 100cm）の平屋
10.0	一般地域の 3 階建、多雪区域 2 階建
12.5	多雪区域の 3 階建

注：上記の荷重は、1階床荷重および基礎の自重は含まれていない。

## 4. 空洞箇所の今後の対応及び調査・監視について

### ①ゆるみ範囲の確認

- ・空洞箇所のトンネル上部の地盤の状況を確認するため、ボーリング調査を行う。また比較用のボーリングを追加する。
- ・空洞箇所周辺の空洞やゆるみを確認するため、削孔による空洞有無の確認や音響トモグラフィ調査を行う。

### ②監視体制

自動測量を早急に配置し、空洞箇所の充填完了まで、空洞箇所の24時間監視を行う。



## <参考>トンネル掘進状況について

### トンネル坑内の状況(令和2年11月4日9時頃撮影)

掘進を行った区間のトンネル坑内にセグメントのひび割れ・漏水などは発生していないことを確認した。

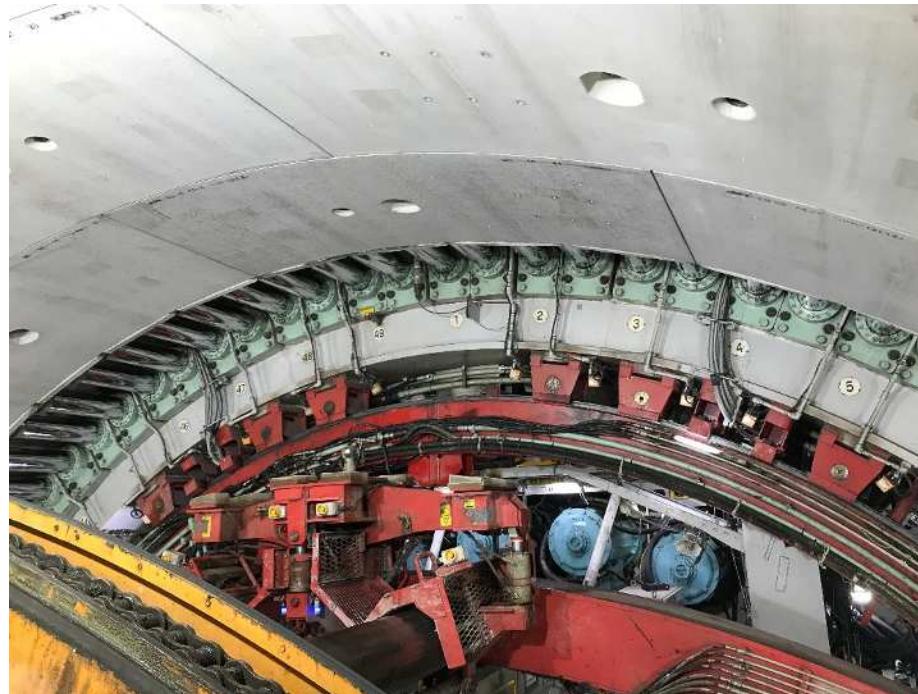


写真1 坑内状況写真(マシン上部)



写真2 坑内状況写真(マシン下部)

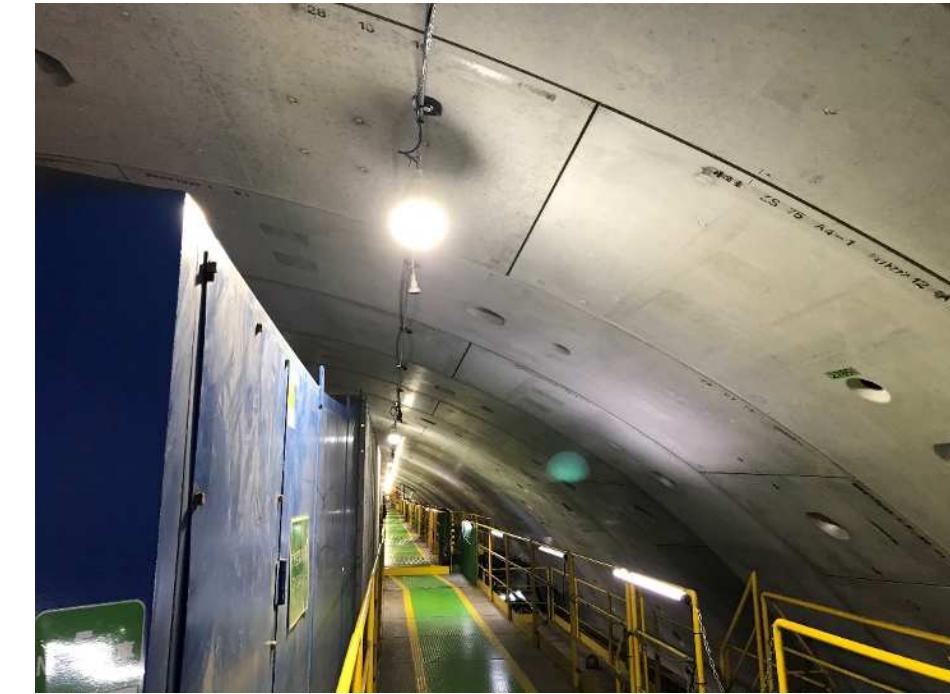


写真3 坑内状況写真(空洞発見箇所付近右側)



写真4 坑内状況写真(空洞発見箇所付近左側)

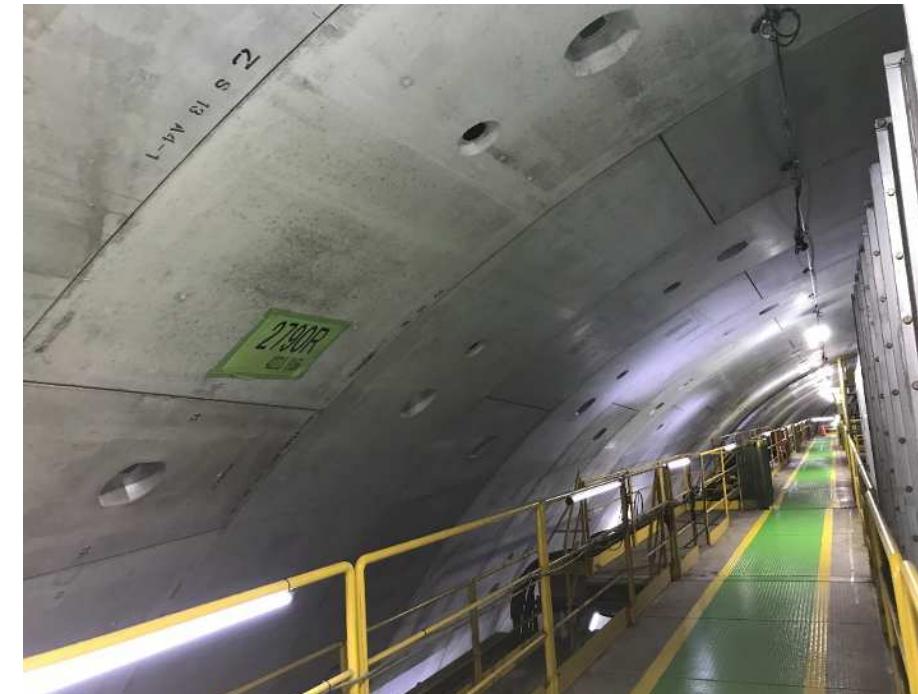


写真5 坑内状況写真(空洞発見箇所付近セグメント状態)