

## 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

### 議事概要

#### ■ 第3回 有識者委員会：令和2年11月5日

##### 【議題】

- ・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

##### 【議事概要】

- 今回の空洞の状況・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ことを確認した。
- 今回のように空洞があった場合に留意すべき点は空洞深度と幅と地下水であり、空洞を確認した際は、これらの状況を速やかに調査したうえで、緊急的な措置の必要性や対策工事の内容を判断することを確認した。
- 陥没や空洞が発生した要因を把握するため、シールドトンネルの掘進データの確認に加え、地形、地質、地下水、並びに河川との関係についても調査するとともに、早急に原因究明を行うことを確認した。
- また、現在進めている空洞調査を速やかに実施するとともに、必要に応じて更に空洞調査を実施することを確認した。
- 引き続き、陥没箇所、空洞確認箇所およびその周辺の監視を重点的に行うとともに、周辺住民からの問合せ等に対し適切に対応することを確認した。

以上

## 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

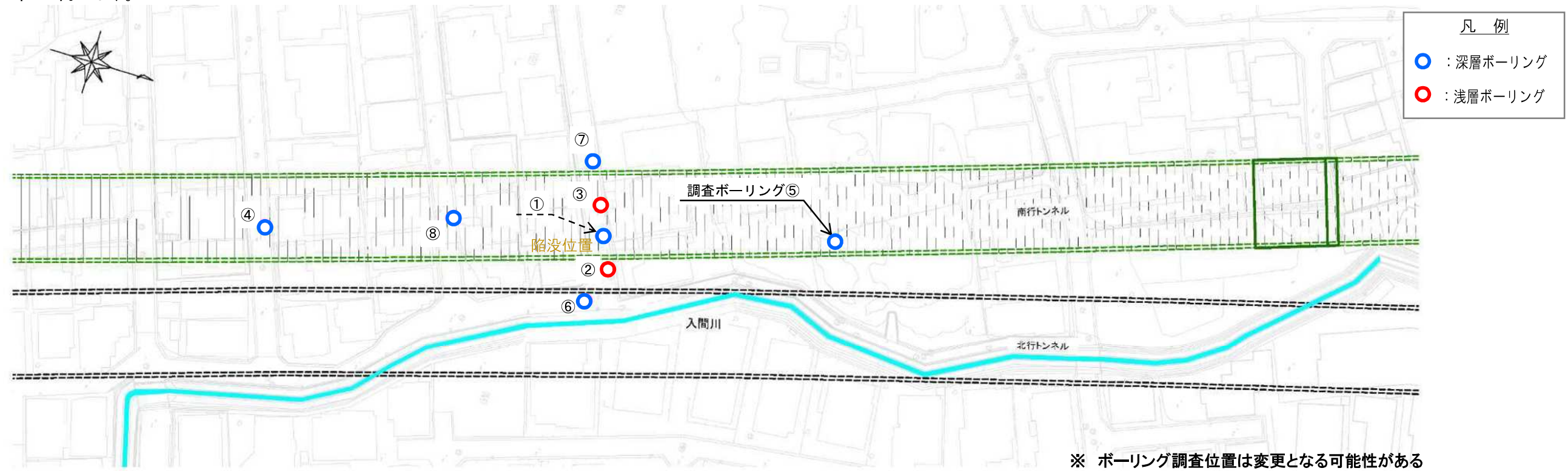
令和2年 11月 5日

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

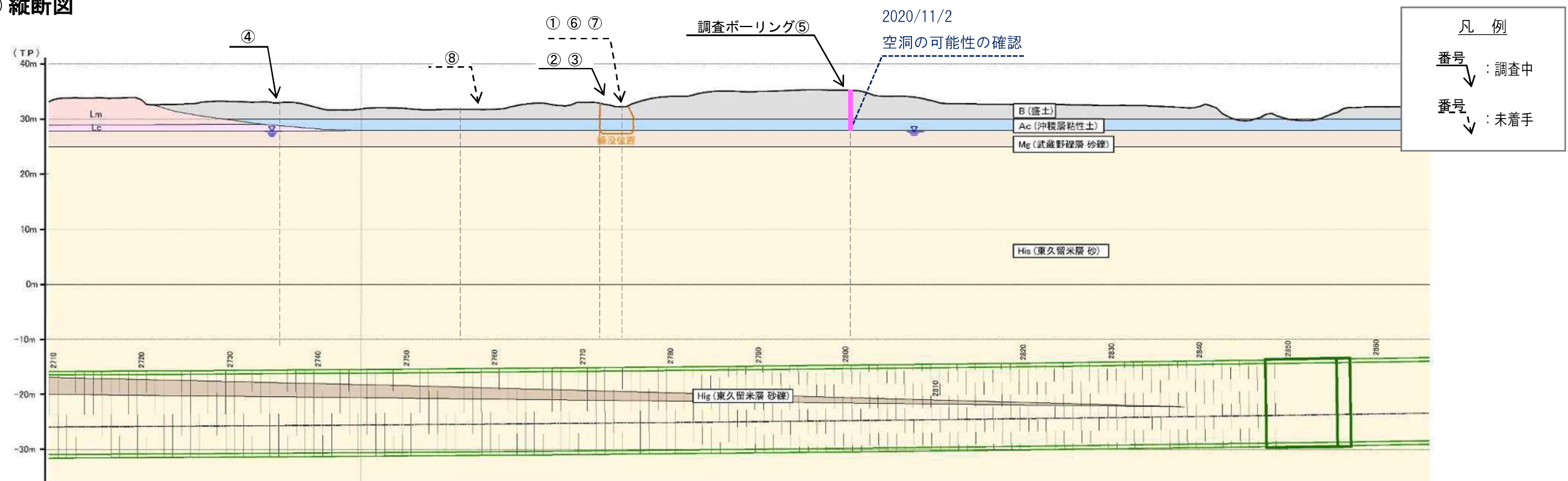
# 1. 空洞を確認した経緯について

## 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い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

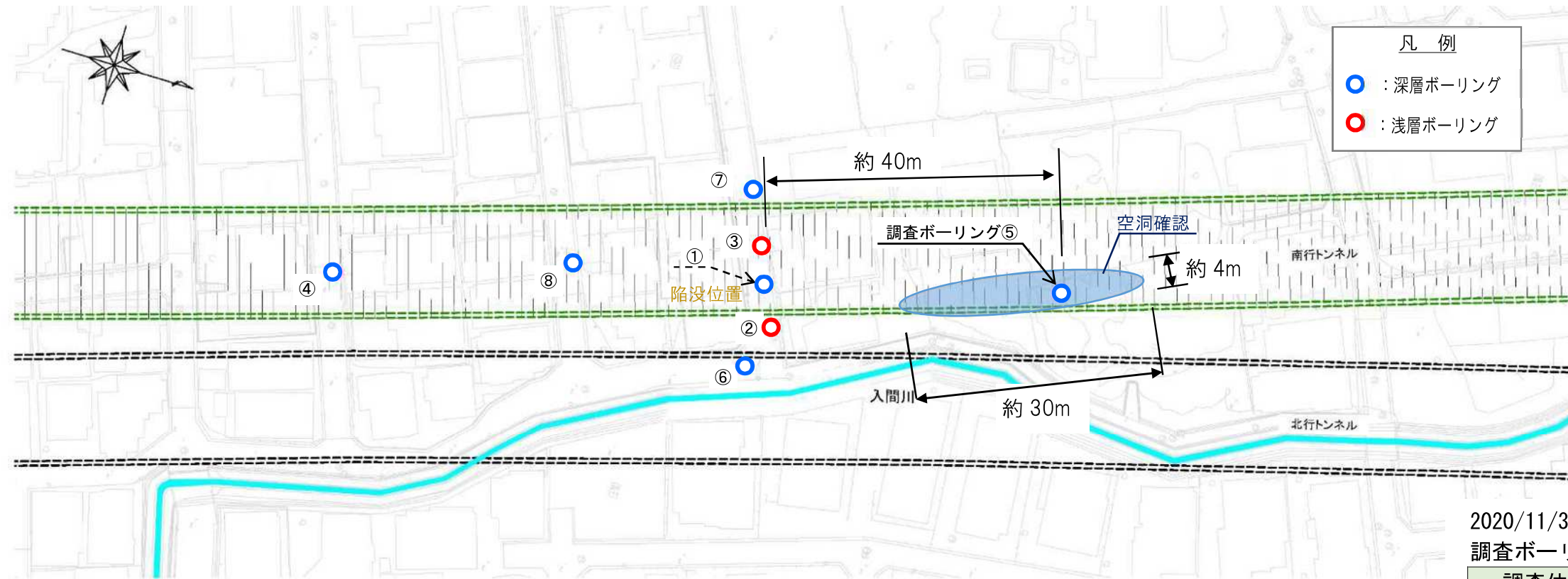
**概要**  
地下水の成分分析を実施  
(成分分析中)



写真4 地下水採取

### 3. 空洞の調査結果について

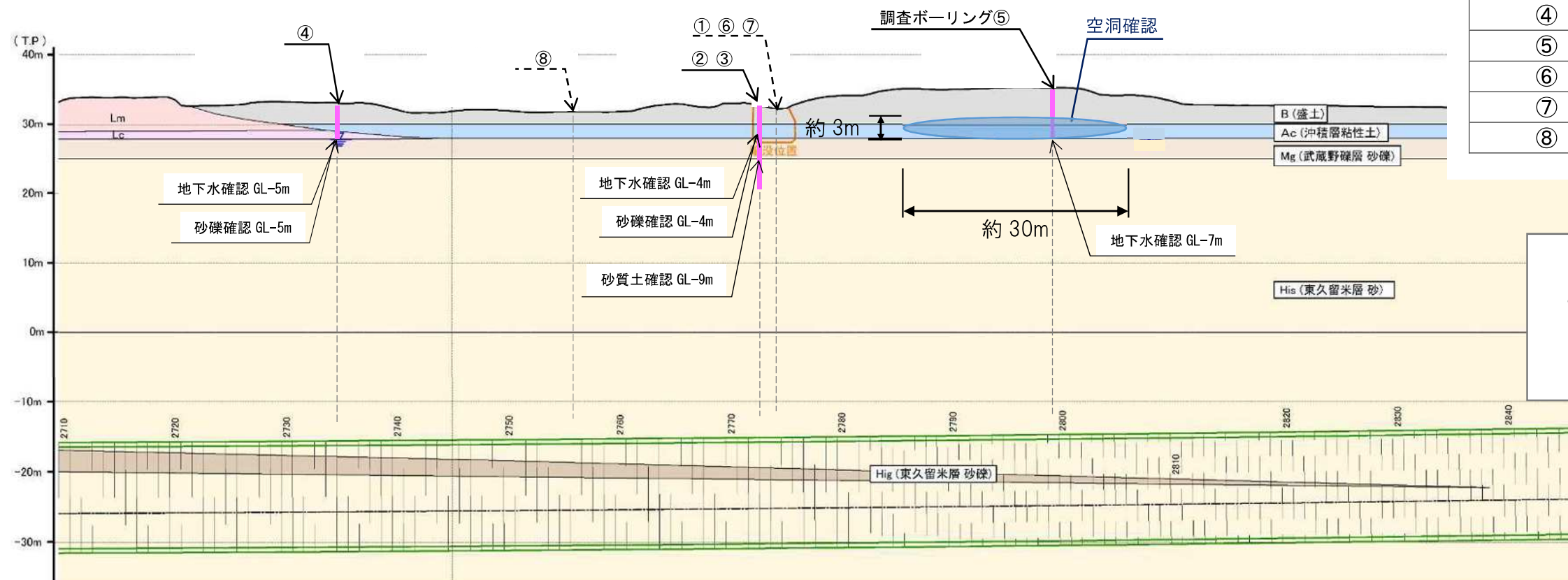
#### ① 空洞形状



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	—

※ ボーリング調査位置は変更となる可能性がある

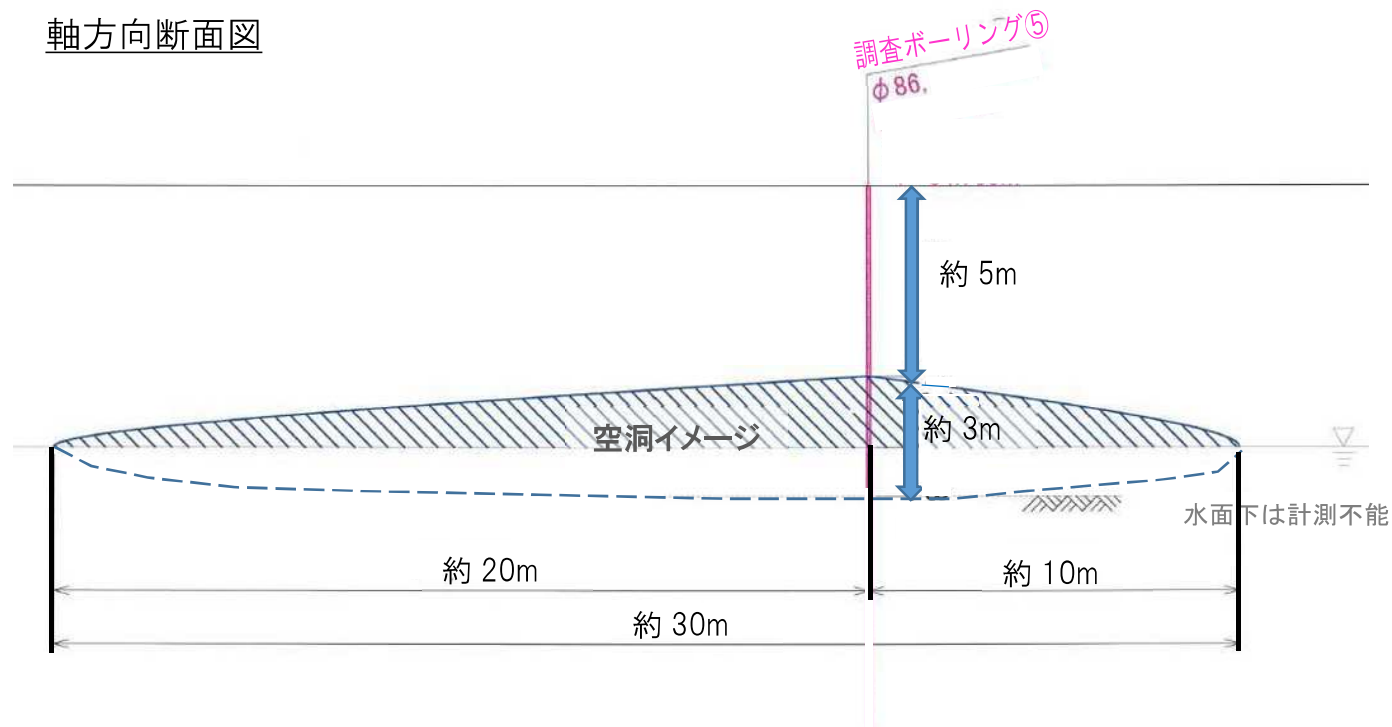


凡例  
番号 ↓ : 調査中  
番号 ↓ : 未着手

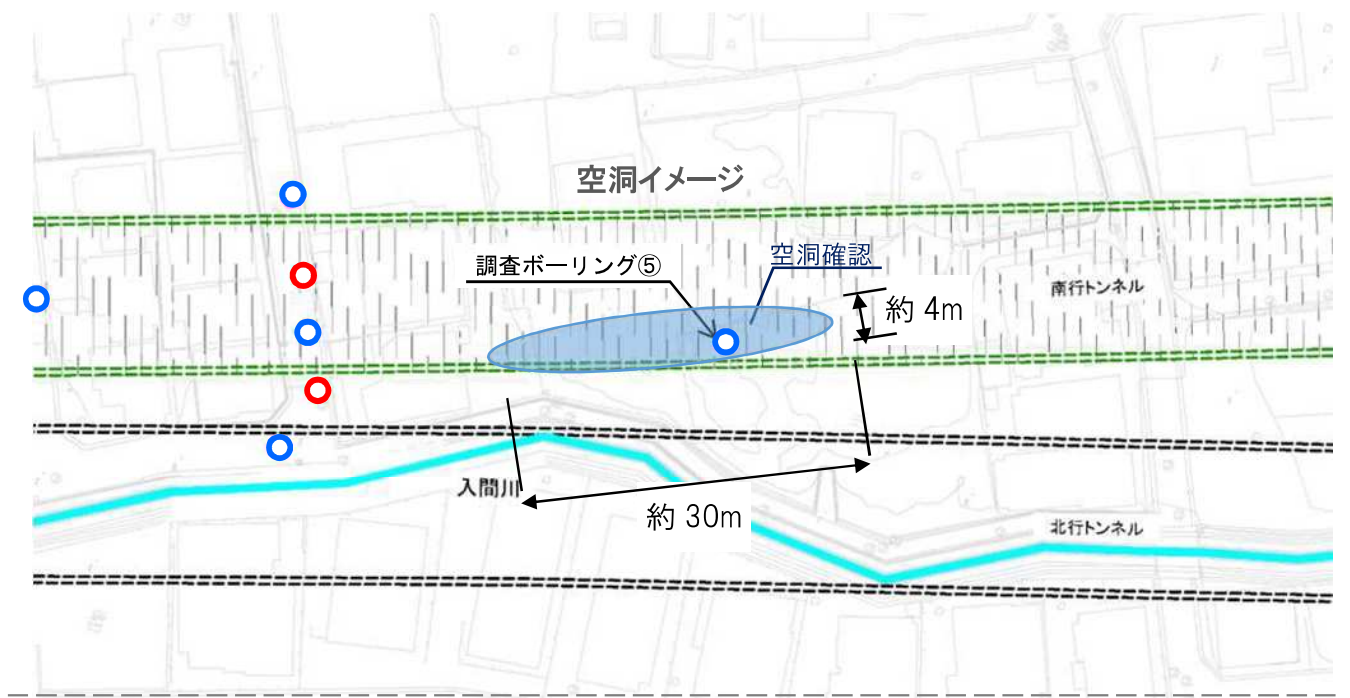
4 ※今回ボーリング調査は調査中であることから、上図の地質縦断図には反映されていない

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。

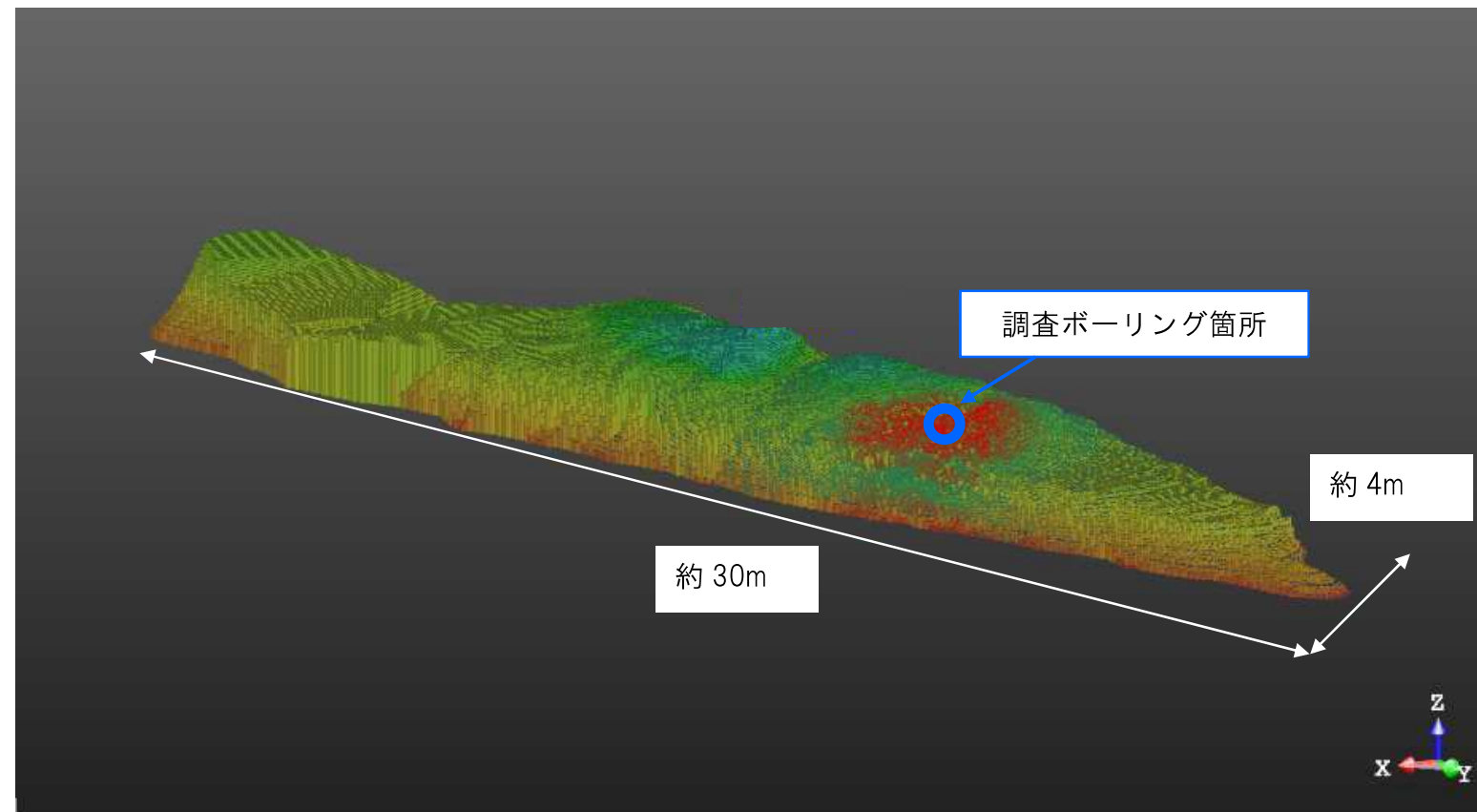
軸方向断面図



平面位置形状図



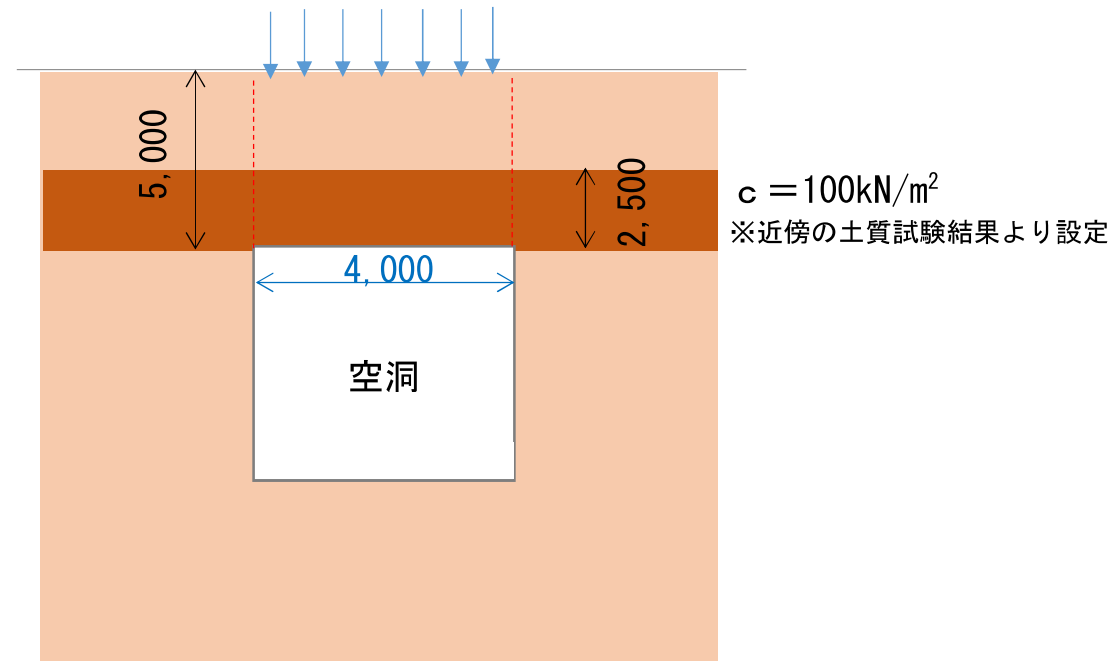
3D レーザースキャナーによる空洞計測結果（水面上部の空洞）



※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。

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

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

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

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

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

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。



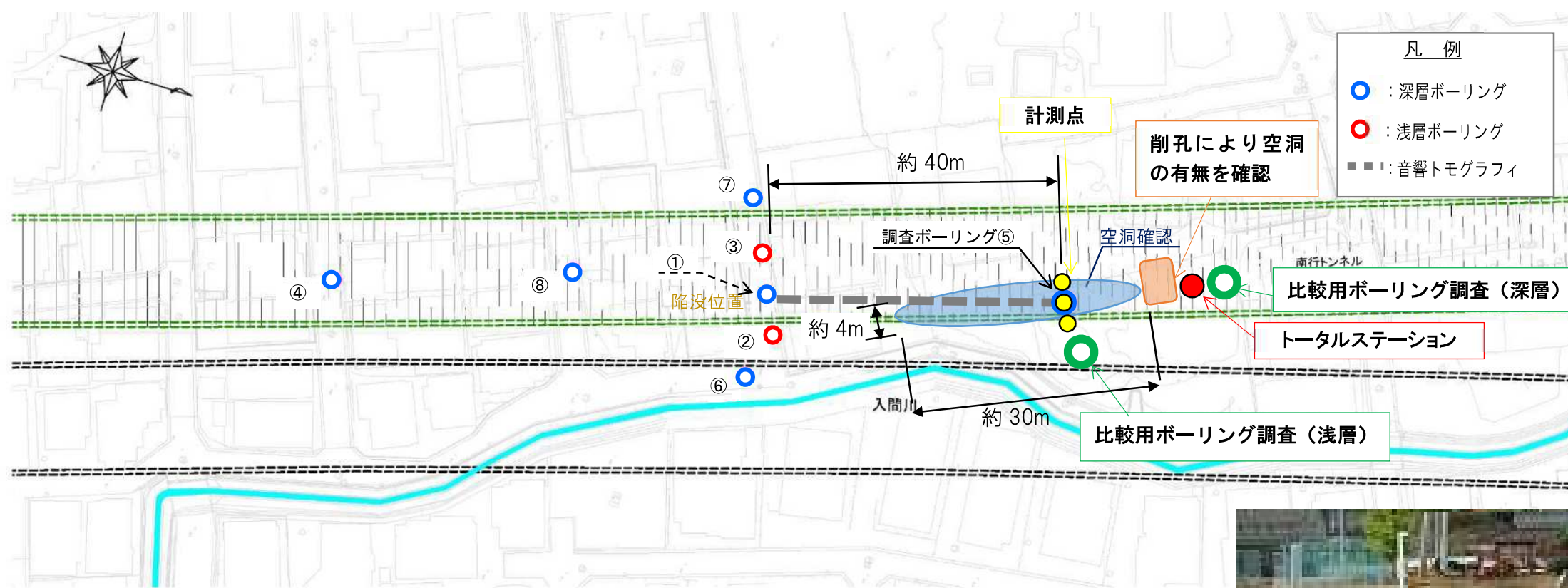
## 4. 空洞箇所の今後の対応及び調査・監視について

### 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。



※ ボーリング調査位置は変更となる可能性がある



自動測量イメージ(トータルステーション)

## ＜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)

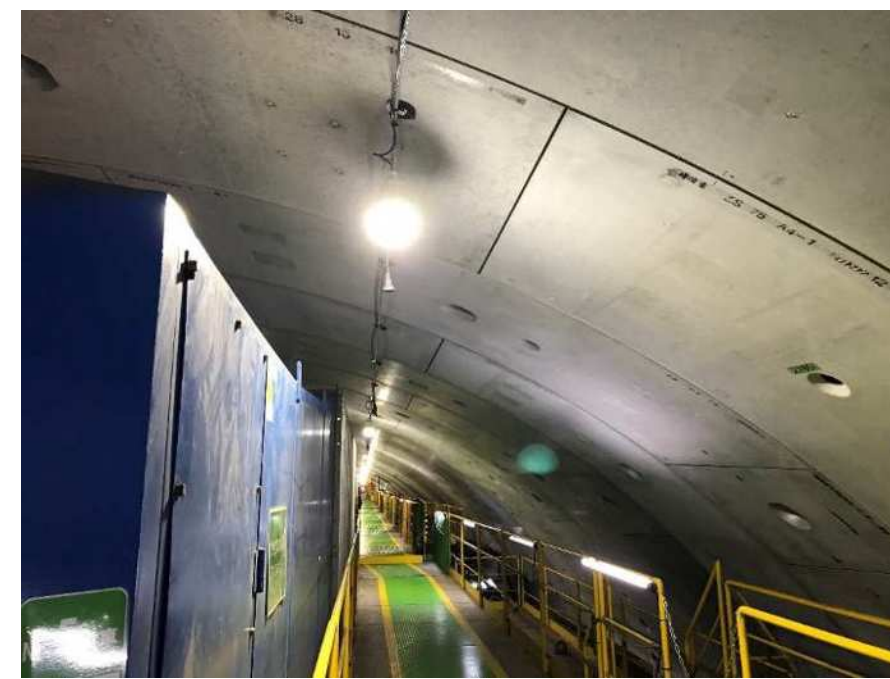


写真3 坑内状況写真(空洞発見箇所付近右側)



写真4 坑内状況写真(空洞発見箇所付近左側)

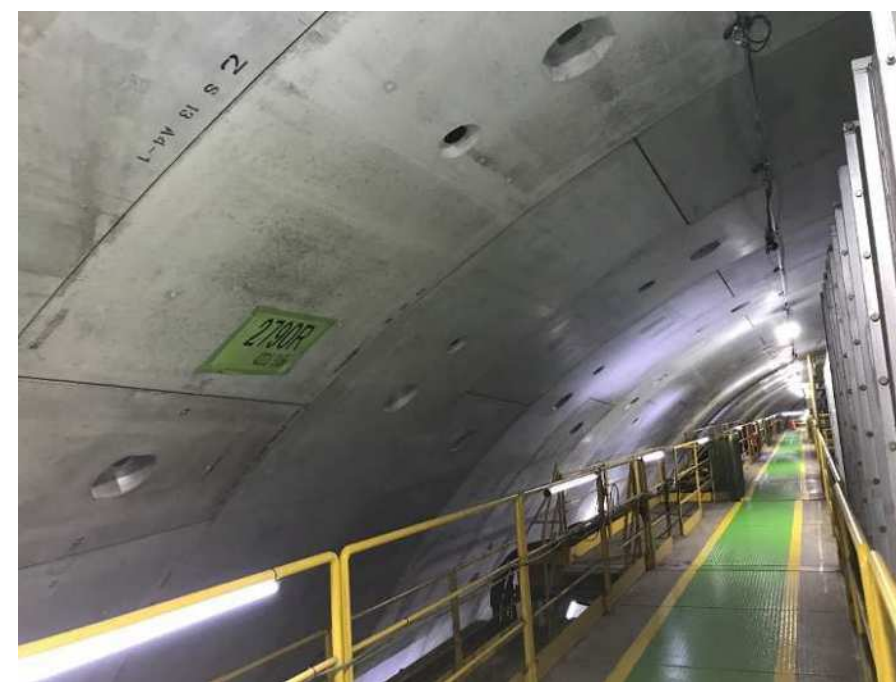


写真5 坑内状況写真(空洞発見箇所付近セグメント状態)