

## 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

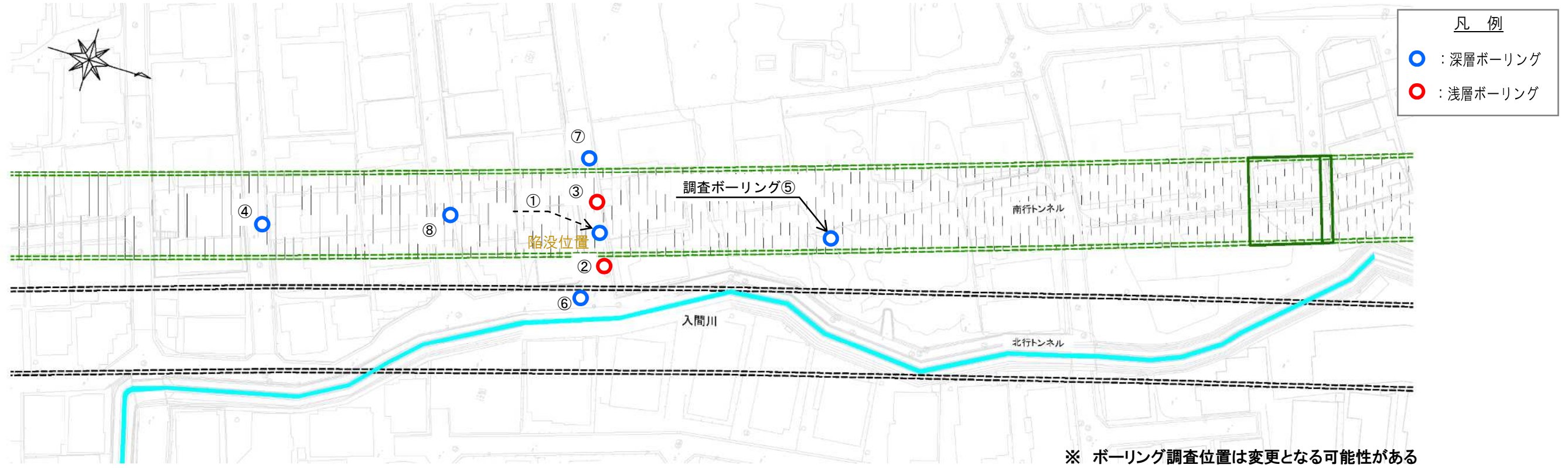
令和2年 11月 5日

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

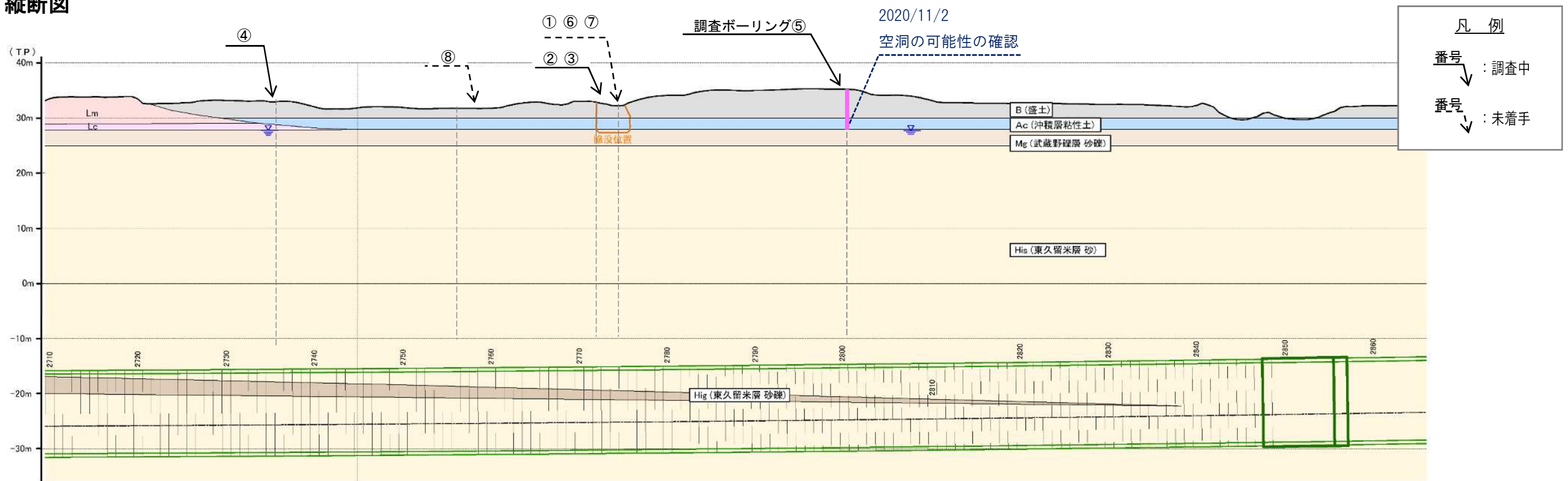
# 1. 空洞を確認した経緯について

## 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<br>・貫入調査(スウェーデン式サウンディング試験)を実施<br>⇒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)<br>・監視員を常駐し、地表面の常時観測を実施<br>・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<br>・地下水面上の確認の結果、幅約4m×長さ約30mの空洞を確認<br>NEXCO 東日本が有識者に空洞の対応について見解を伺う。<br>[有識者見解]<br>・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

ポ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 ポ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)

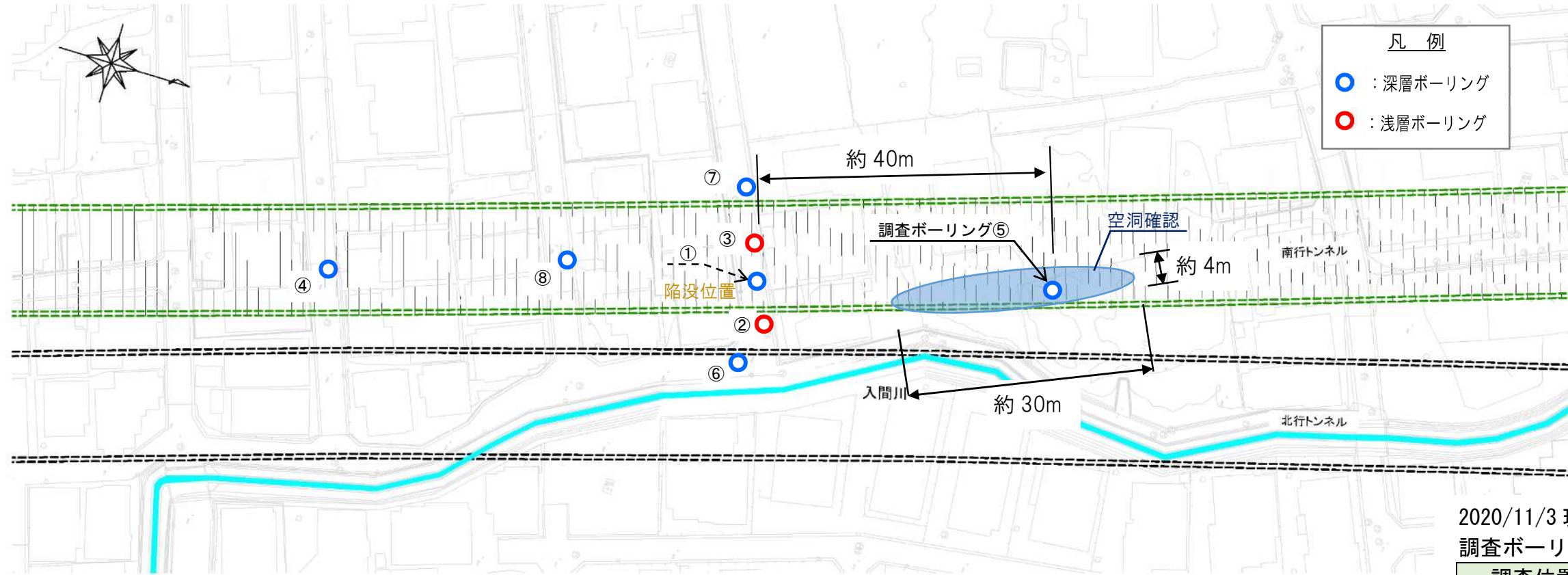


写真4 地下水採取



### 3. 空洞の調査結果について

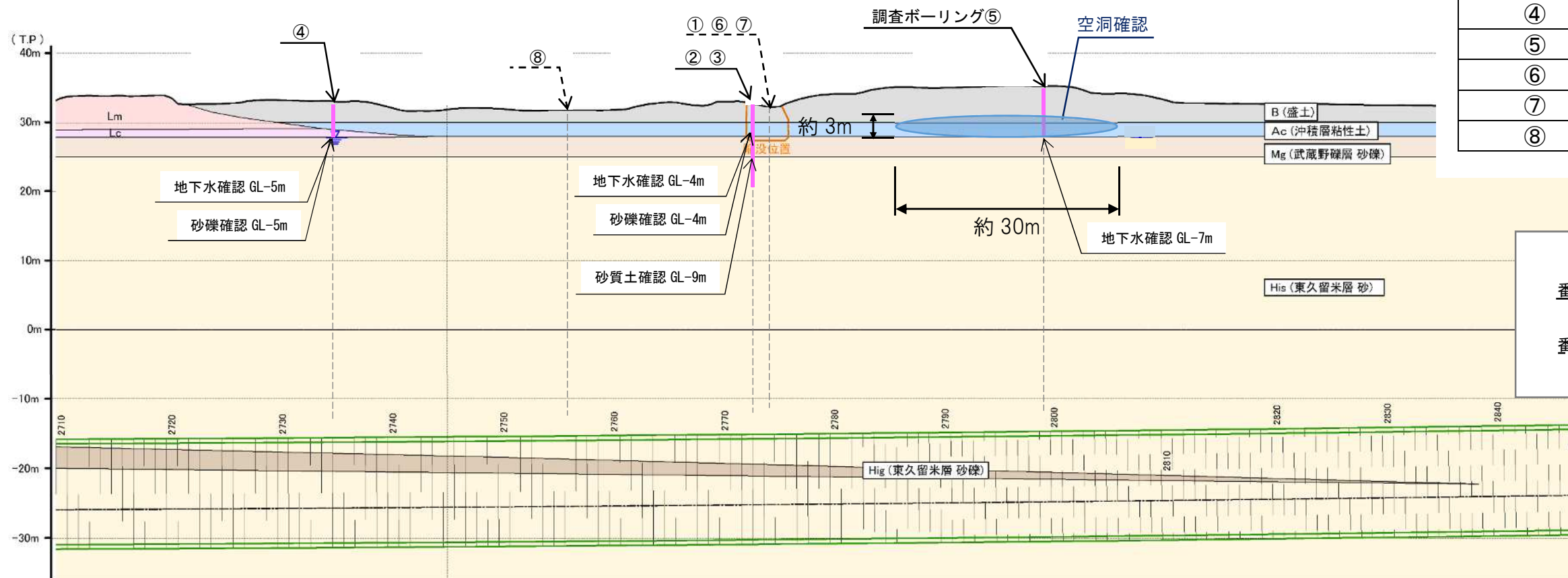
#### ① 空洞形状



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    | —    |

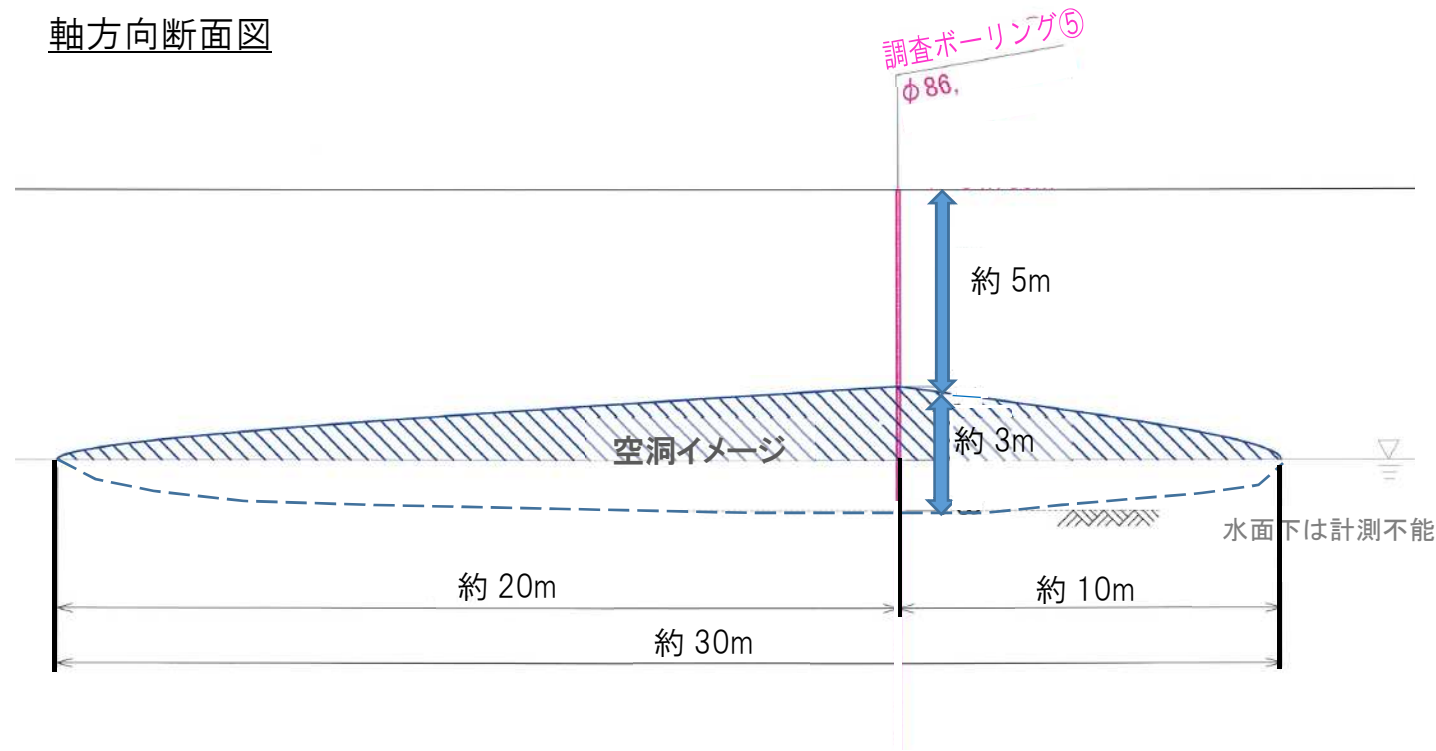
※ ボーリング調査位置は変更となる可能性がある



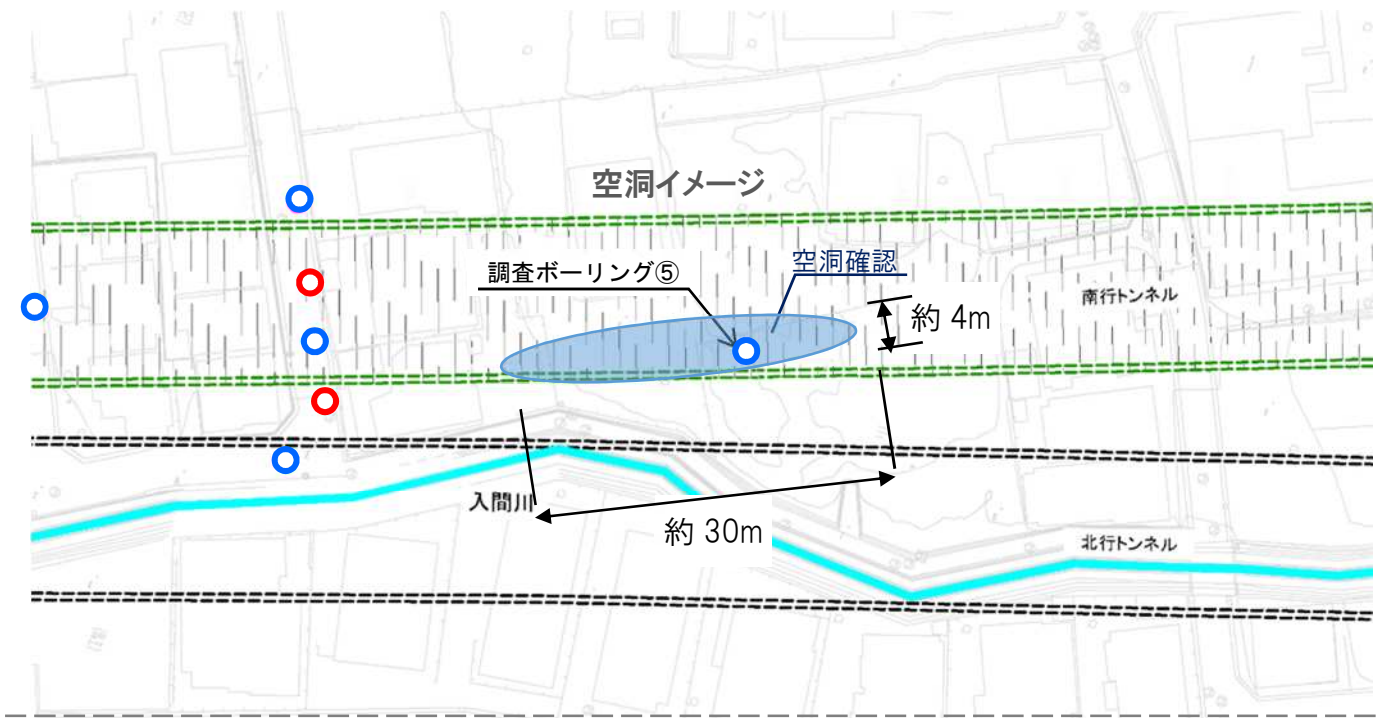
凡例  
番号 ↓ : 調査中  
番号 ↑ : 未着手

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。

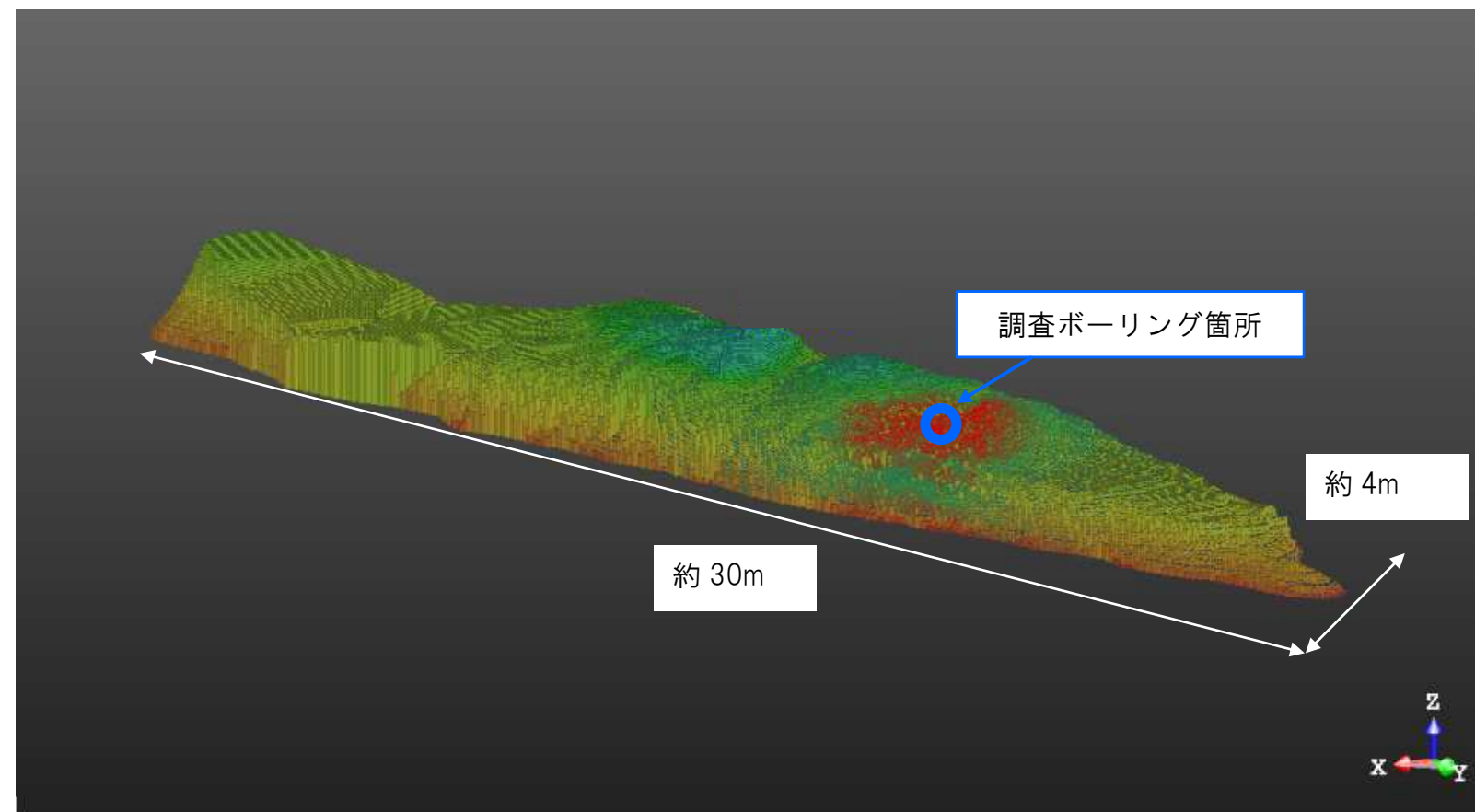
軸方向断面図



平面位置形状図



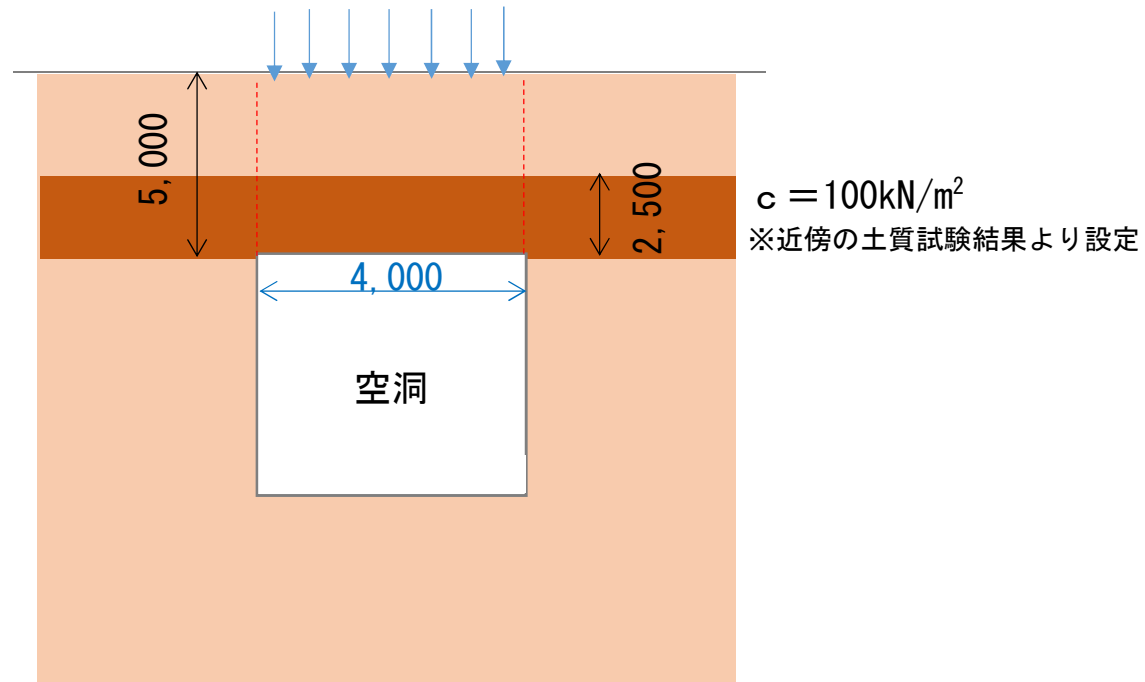
3D レーザースキャナーによる空洞計測結果（水面上部の空洞）



※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。



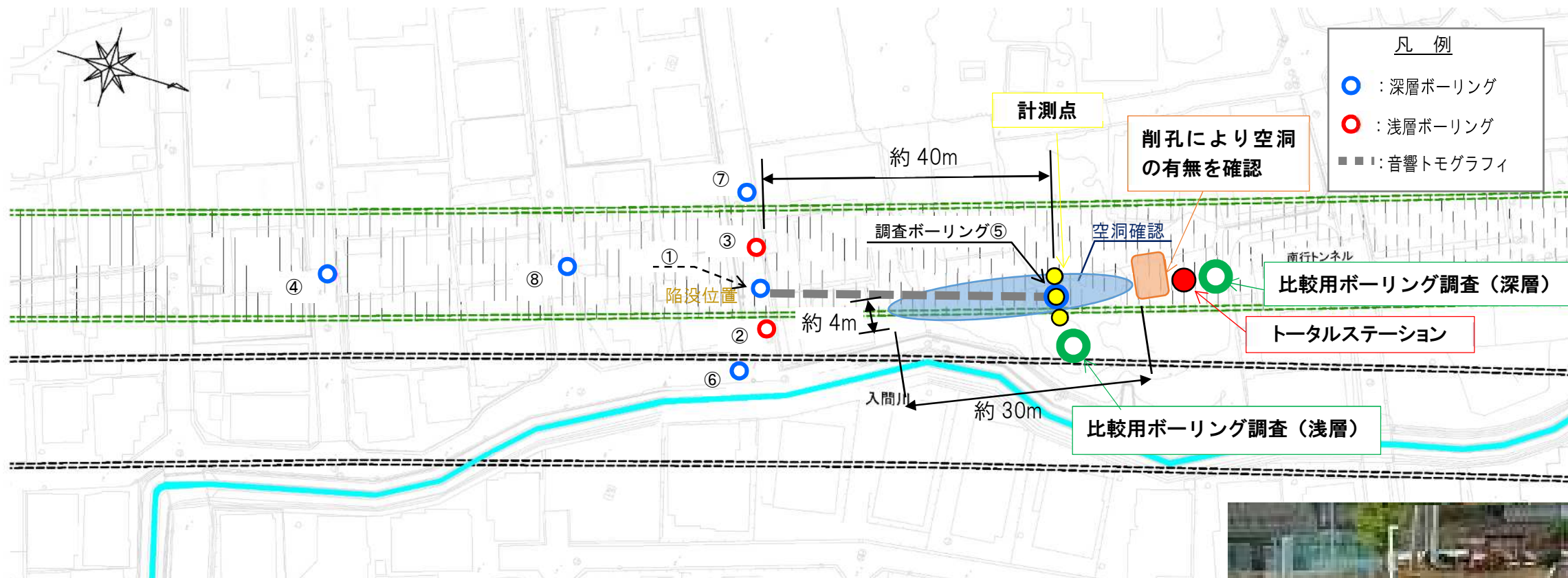
## 4. 空洞箇所の今後の対応及び調査・監視について

### ①ゆるみ範囲の確認

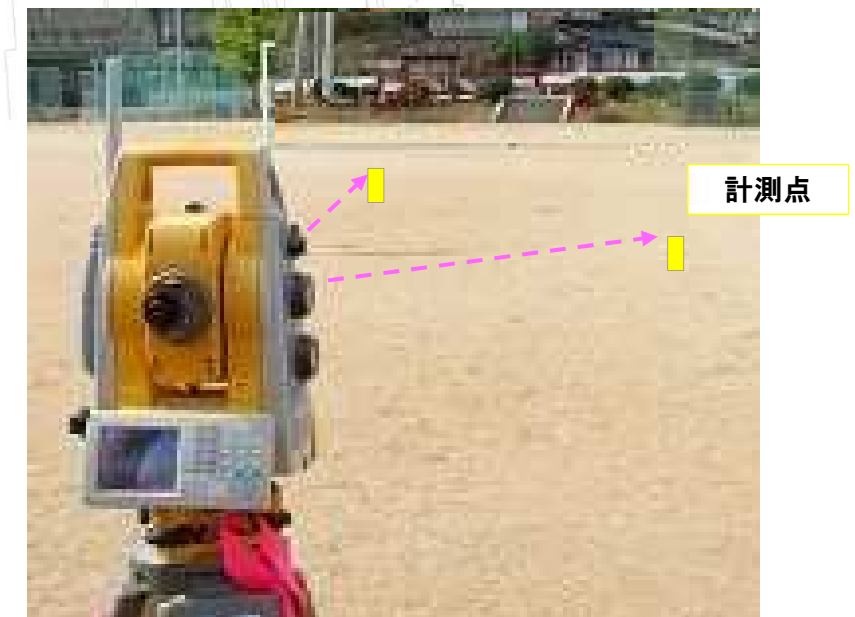
- ・空洞箇所のトンネル上部の地盤の状況を確認するため、ボーリング調査を行う。また比較用のボーリングを追加する。
- ・空洞箇所周辺の空洞やゆるみを確認するため、削孔による空洞有無の確認や音響トモグラフィ調査を行う。

### 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)