

# 調布市域(入間川東側エリア)における追加調査結果

令和3年12月

東日本高速道路株式会社

# 目 次

## ①表層地盤の強度について

|                      |       |       |
|----------------------|-------|-------|
| ・ 地歴の再確認             | ..... | 1 ～ 4 |
| ・ 調査対象地域周辺のボーリング調査結果 | ..... | 5     |
| ・ ボーリング調査(浅層)位置図     | ..... | 6     |
| ・ ボーリング調査(浅層)結果      | ..... | 7     |
| ・ 地盤の長期許容応力度の確認      | ..... | 8     |

## ② 特異な空隙や空洞について

|                     |       |         |
|---------------------|-------|---------|
| ・ 不攪乱試料のX線検査        | ..... | 9 ～ 17  |
| ・ 開削調査              | ..... | 18 ～ 20 |
| ・ 孔壁写真              | ..... | 21 ～ 23 |
| ・ ビデオ付きコーン貫入試験      | ..... | 24      |
| ・ 振動による表層地盤への影響確認実験 | ..... | 25 ～ 27 |

## ③ トンネル掘進に伴う振動の影響について

|                          |       |    |
|--------------------------|-------|----|
| ・ 当該地周辺の地震の履歴            | ..... | 28 |
| ・ トンネル掘進の振動特性            | ..... | 29 |
| ・ 振動場における粒状体の挙動に関する実験的研究 | ..... | 30 |
| ・ 液状化判定                  | ..... | 31 |

## <参考>

|               |       |    |
|---------------|-------|----|
| ・ 武蔵野礫層の確認    | ..... | 32 |
| ・ 地下水位の変動調査   | ..... | 33 |
| ・ 地下水の流向・流速調査 | ..... | 34 |
| ・ 入間川護岸調査     | ..... | 35 |
| ・ 埋設物の状況確認    | ..... | 36 |
| ・ 市道84-2付近の状況 | ..... | 37 |

|            |       |    |
|------------|-------|----|
| 追加調査結果のまとめ | ..... | 38 |
|------------|-------|----|

### ①表層地盤の強度について

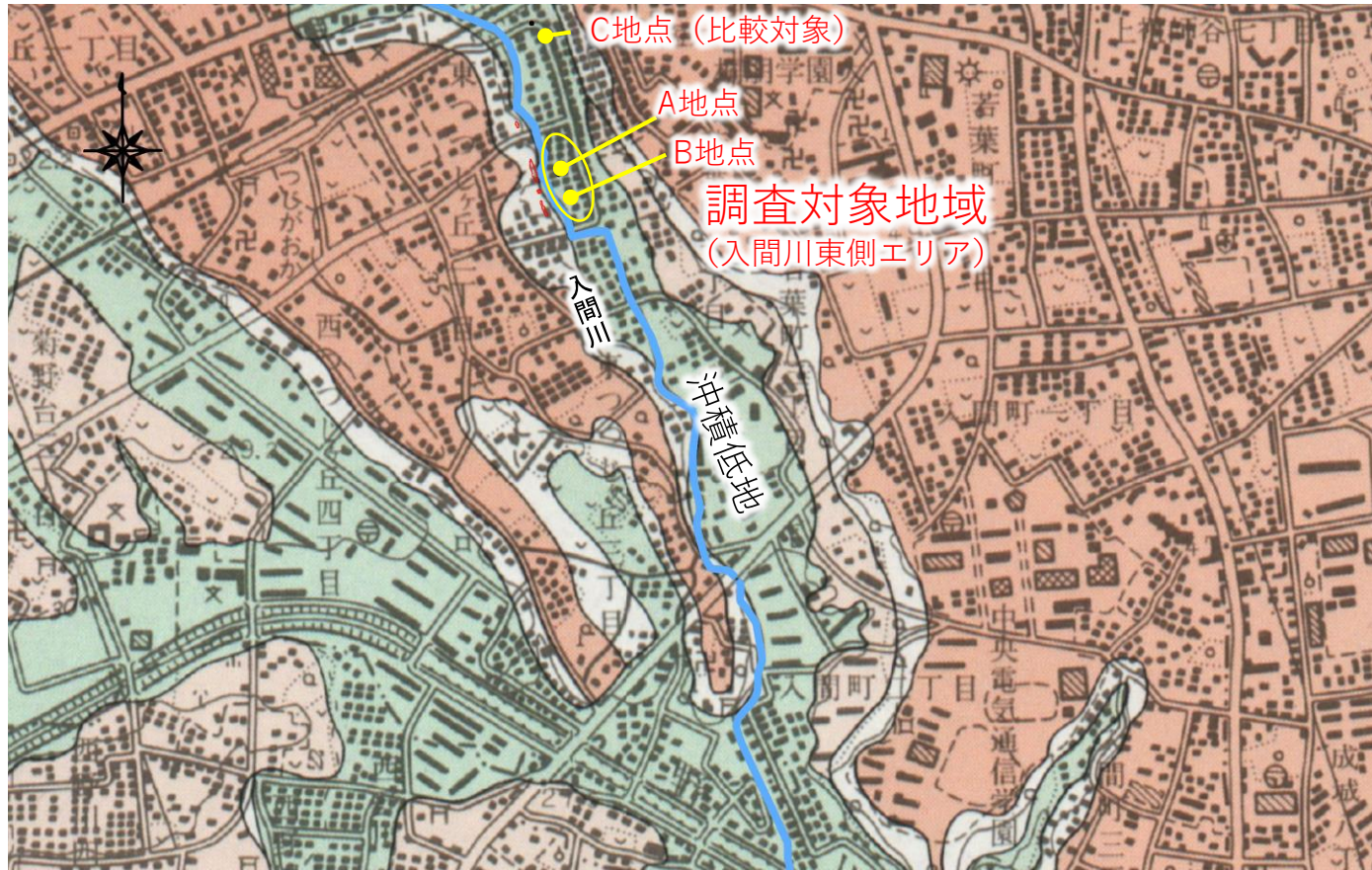
入間川東側エリアにおける表層地盤のN値は概ね5以下であり、トンネル掘進の影響がない箇所の調査でも同様の結果でした




# 地歴の再確認

## 調査対象地域の周辺の地形図

○調査対象地域である入間川東側は、沖積低地※にあたります。

※第四紀沖積世時代(約1万年前)から現在までに、河川や海水の作用によって形成された沖積層からなる低地



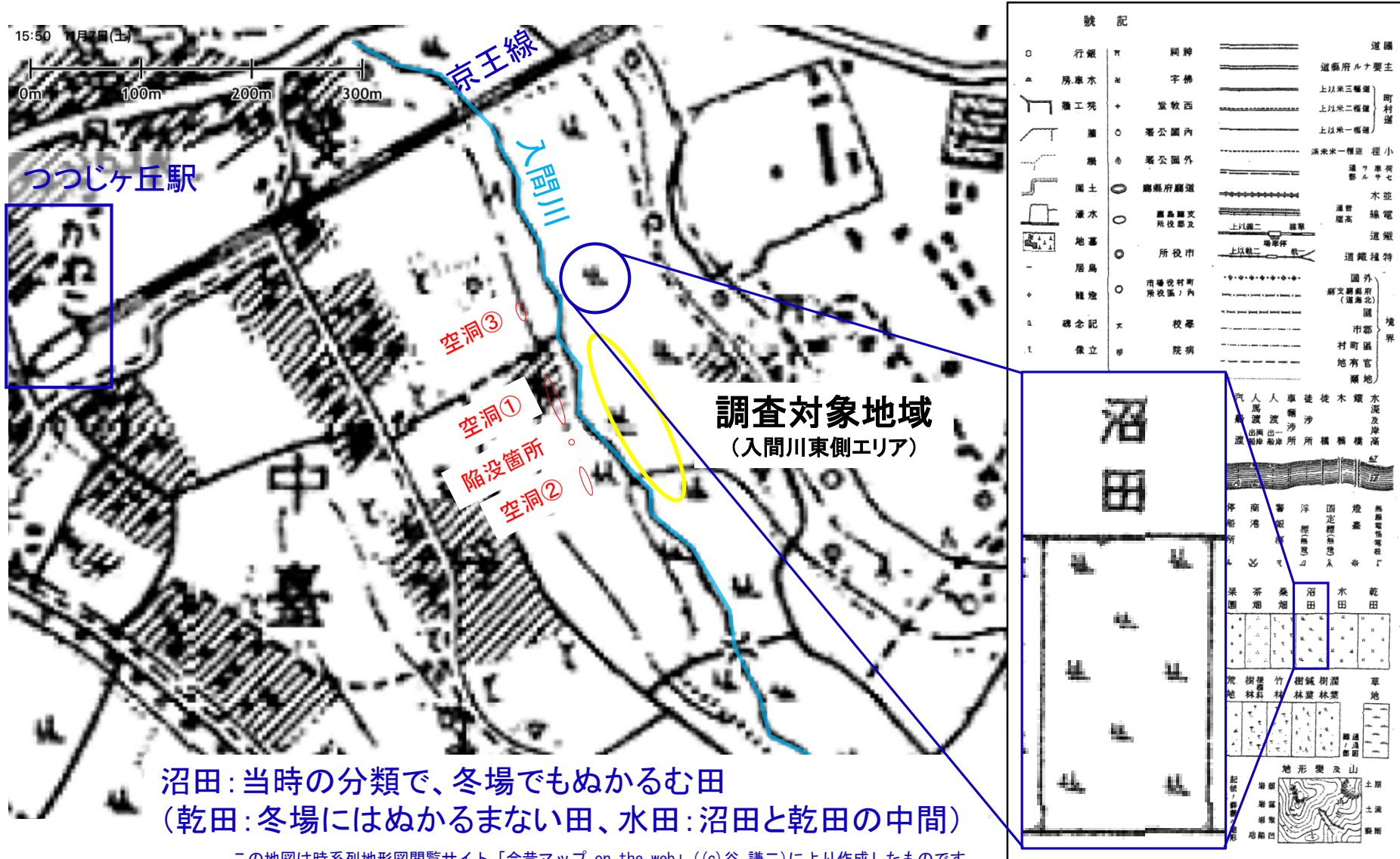
| 凡例  |       |
|---|-------|
|  | 上位段丘面 |
|  | 下位段丘面 |
|  | 沖積低地  |
| 山地・斜面等は、着色しておらず白部として表示  |       |

調査対象地域周辺の地形図  
出典:「地理院地図 GSI Maps」

# 地歴の再確認

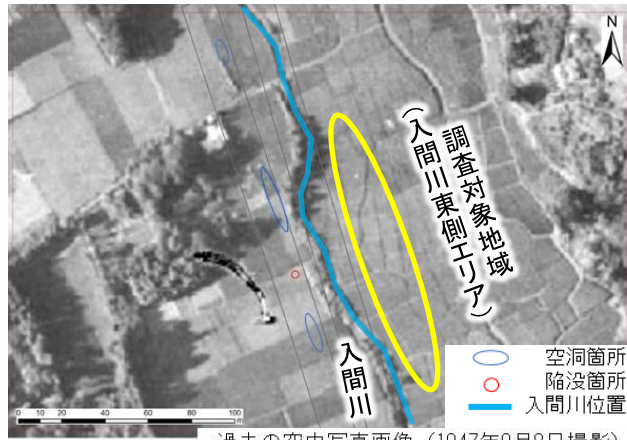
## 調査対象地域周辺の旧版地形図

○1944－1954年の旧版地形図によると入間川東側は「沼田」であったことが確認されます。



# 地歴の再確認

## 航空写真(1947年、1963年、1971年、1975年)



過去の空中写真画像 (1947年9月8日撮影)  
出典：国土地理院 地図・空中写真閲覧サービス

○沖積低地部は1950年代まで耕作地(おそらく田圃)として利用されています。



過去の空中写真画像 (1963年6月26日撮影)  
出典：国土地理院 地図・空中写真閲覧サービス

○1963年には宅地化のために造成(埋土)されています。



過去の空中写真画像 (1971年4月30日撮影)  
出典：国土地理院 地図・空中写真閲覧サービス

○1971年には宅地化が進んでいます。



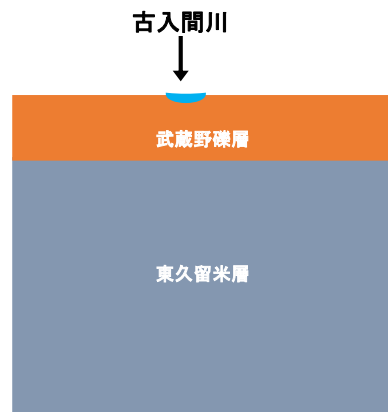
過去の空中写真画像 (1975年1月19日撮影)  
出典：国土地理院 地図・空中写真閲覧サービス

○1975年には更に宅地化が進んでいます。

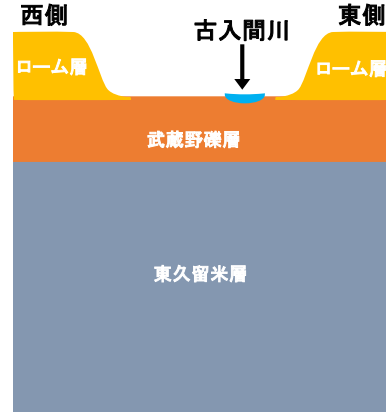
## 入間川周辺の土地の成り立ち

- 現在の入間川周辺の沖積低地は、古い入間川によるローム層の浸食と、古い入間川氾濫原に堆積した草や木が元となった有機質粘土が主体となっていると想定されます。
- 田圃として利用されていたと想定される有機質粘土の上に盛土を行い、宅地として造成されたと想定されます。

【約8～5万年前】

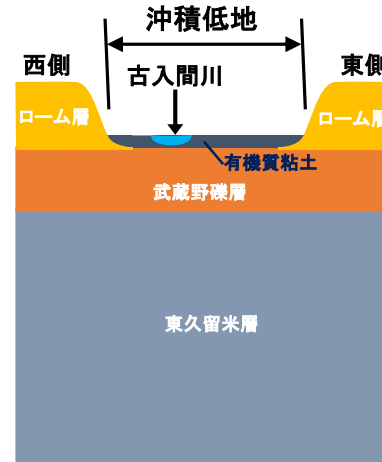


【約5万年前～】



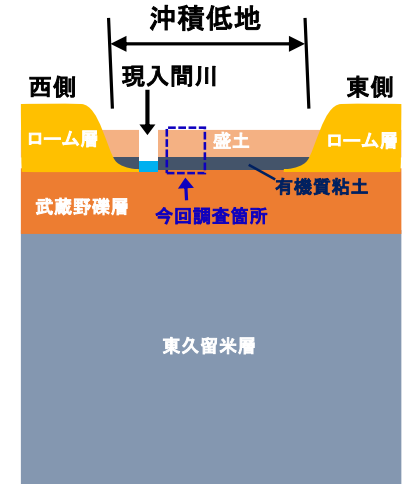
- ①約127万年前の海底に堆積した土砂(東久留米層)<sup>1)</sup>
- ②その上に8～5万年前の旧多摩川によって運ばれ堆積した砂礫(武蔵野礫層)からなる扇状地性の地盤が形成されます<sup>2)</sup>。
- ③扇状地上の湧水を源とする小河川(古い入間川)が形成されます<sup>2)</sup>。

- 2) 更に、5万年前以降に降った火山灰によるローム層が扇状地性の地盤を覆います。<sup>2)</sup> 古い入間川が流れている場所は、ローム層が侵食され、川の両側は次第にローム層が覆う台地が形成されます<sup>2)</sup>。



- 3) 古い入間川の氾濫原に生えている草木が堆積して有機質粘土に変わっていきます。

【現代】



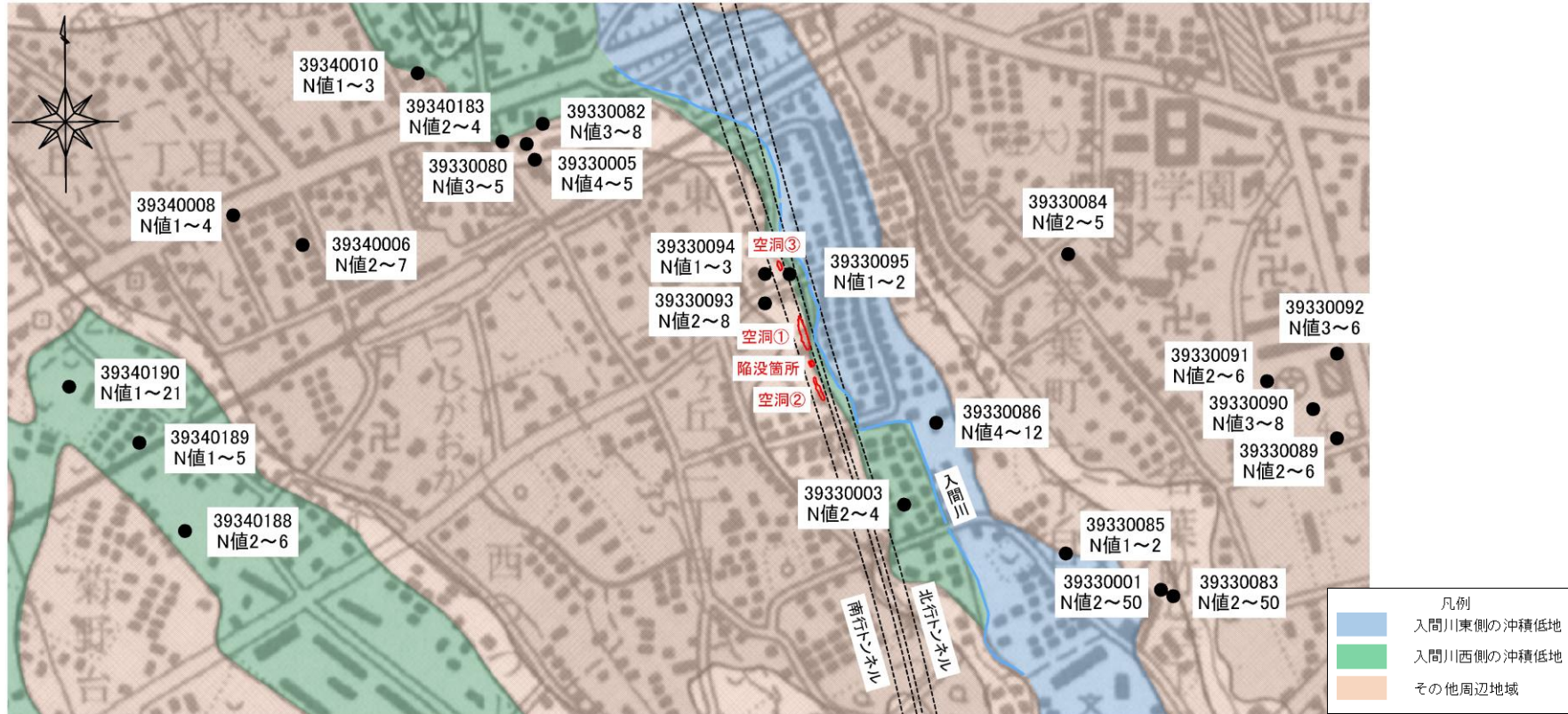
- 4) 有機質粘土で出来た低地は田圃として利用されていたと想定されます。その後、宅地化するためにロームを主体とした盛土造成をしたと想定されます。

1) 出典：村田昌則, 鈴木毅彦, 中山俊雄, 川島眞一, 川合将文(2007)武蔵野台地南東部地下における上総層群のテフロクロノロジー. 地学雑誌, 116, 243-259.

2) 出典：久保純子(1988)相模野台地・武蔵野台地を刻む谷の地形

# 調査対象地域周辺のボーリング調査結果

○調査対象地域周辺における既往のボーリング調査結果では、調査地点によってバラつきが見られるものの、調査対象地域を含む表層地盤(武蔵野礫層の上部)は比較的広範囲にN値5以下の地点が多く分布しています。



○入間川西側の沖積低地のボーリングデータ(GIS版)

| ボーリング |    | 39330003 | 39330082 | 39330095   | 39340010 | 39340183 | 39340188             | 39340189 | 39340190 |
|-------|----|----------|----------|------------|----------|----------|----------------------|----------|----------|
| 調査時期  |    | 1971年    | 1973年    | 2017年      | 1971年    | 1973年    | 2015年                | 2015年    | 2015年    |
| 土質区分  | N値 | 表土       | 2 埋土     | 3 表土       | 2 表土     | 1 有機質土   | 4 表土                 | 5 表土     | 4~5 表土   |
|       |    | 高有機質土    | 4 砂質ローム  | 5~8 礫混りシルト | 1 高有機質土  | 2 砂質粘土   | 2~3 火山灰質粘土<br>~高有機質土 | 2 シルト~粘土 | 2 表土     |
|       |    |          |          |            | 砂質シルト    | 3        | 砂混じりシルト              | 6 シルト    | 1 シルト    |

○入間川東側の沖積低地のボーリングデータ(GIS版)

| ボーリング |    | 39330085      | 39330086          |
|-------|----|---------------|-------------------|
| 調査時期  |    | 1971年         | 1983年             |
| 土質区分  | N値 | 埋土・粘土         | 1 埋土              |
|       |    | 粘土<br>~小礫混り粘土 | 2 旧表土<br>~腐植土混り中砂 |
|       |    | 砂質粘土          | 2                 |

○その他周辺地域のボーリングデータ(GIS版)

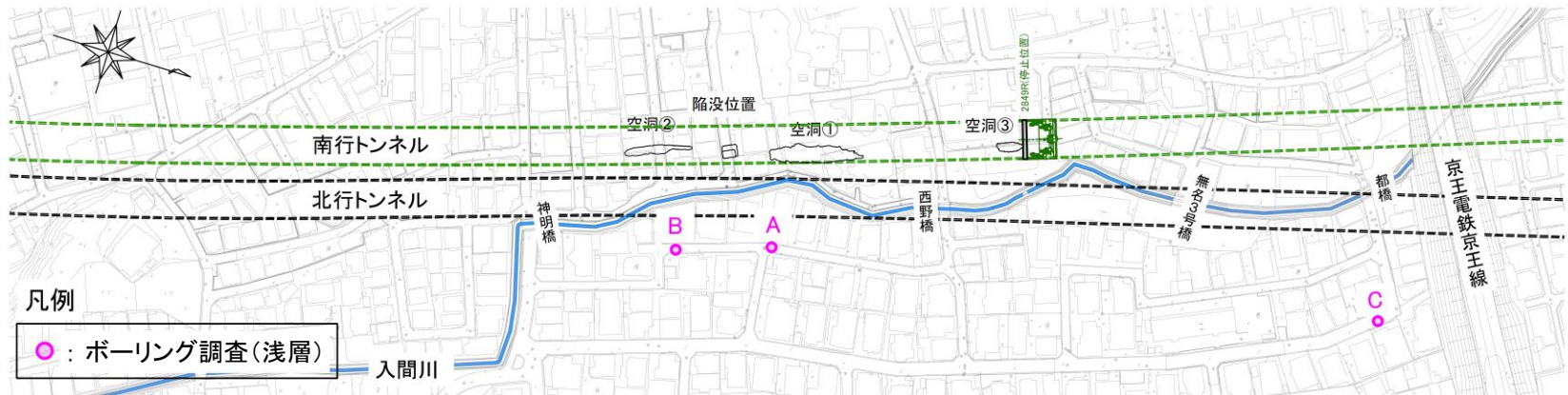
| ボーリング |    | 39330001 | 39330005  | 39330080  | 39330083 | 39330084 | 39330089 | 39330090  | 39330091  | 39330092  | 39330093   | 39330094 | 39340008 | 39340006  |
|-------|----|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|----------|-----------|
| 調査時期  |    | 1974年    | 1971年     | 1971年     | 1974年    | 1974年    | 2014年    | 2014年     | 2014年     | 2014年     | 2017年      | 2017年    | 1968年    | 1964年     |
| 土質区分  | N値 | 表土       | 50 表土     | 4 盛土~ローム  | 4~5 盛土   | 50 表土・埋土 | 3 表土     | 6 表土      | 4 表土      | 4~6 表土    | 3 表土       | 8 表土     | 3 表土     | 1 表土      |
|       |    | シルト~細砂   | 2~3 関東ローム | 4~5 凝灰質粘土 | 3 シルト~細砂 | 2~3 ローム  | 2~5 ローム  | 2~5 関東ローム | 3~8 関東ローム | 2~5 関東ローム | 3~6 表土~シルト | 2 シルト    | 1 関東ローム  | 2~4 関東ローム |
|       |    |          | 火山灰質粘土    | 3         |          |          |          |           |           |           |            |          |          | 粘土質ローム    |

※各ボーリングの詳細柱状図は、参考資料10P~21P参照

出典:東京都土木技術支援・人材育成センターHP 東京の地盤(GIS)

# ボーリング調査(浅層)位置図

○A～Cの3地点において、ボーリング調査および開削調査を実施しました。



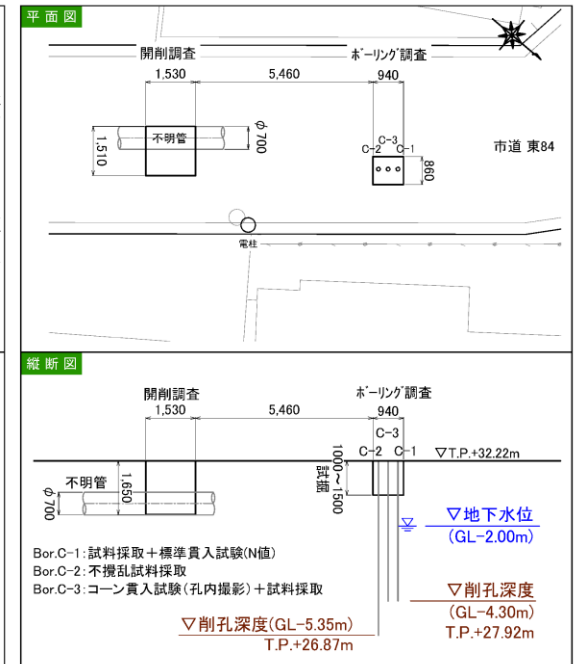
A地点



B地点



C地点(比較対象)



※試掘は、埋設物の確認のため実施

# ボーリング調査(浅層)結果

## ボーリング柱状図

○表層地盤は、入間川東側はローム、玉石混じり粘土質砂礫等で盛土されていることが確認されました。

### <A地点>

○表層地盤のN値は、1～3

○砂礫層はGL-3.50mで確認されました。(武蔵野礫層天端レベルTP+27.66m)

### <B地点>

○表層地盤のN値は、0～1

○砂礫層はGL-2.90mで確認されました。(武蔵野礫層天端レベルTP+28.10m)

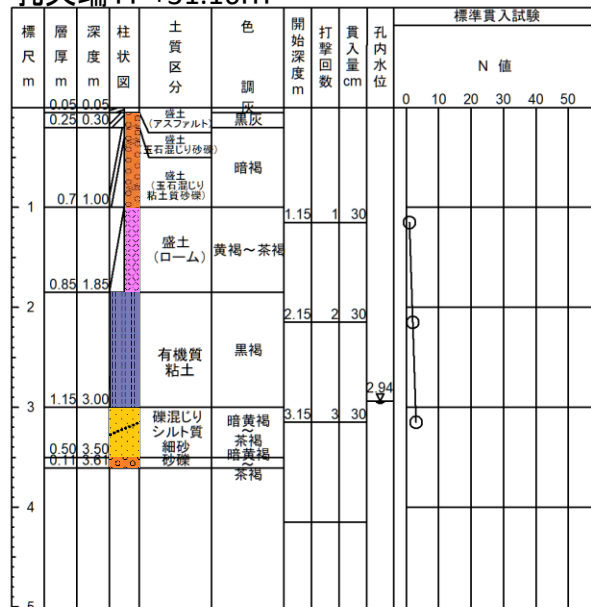
### <C地点(比較対象)>

○表層地盤のN値は、0～6

○砂礫層はGL-3.40mで確認されました。(武蔵野礫層天端レベルTP+28.82m)

A地点 A-1

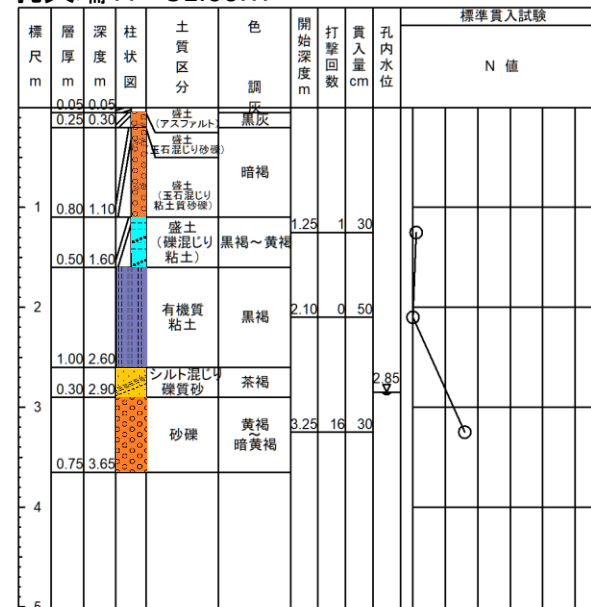
孔天端TP+31.16m



※GL-1.25mまでは、ガラが多く混在

B地点 B-1

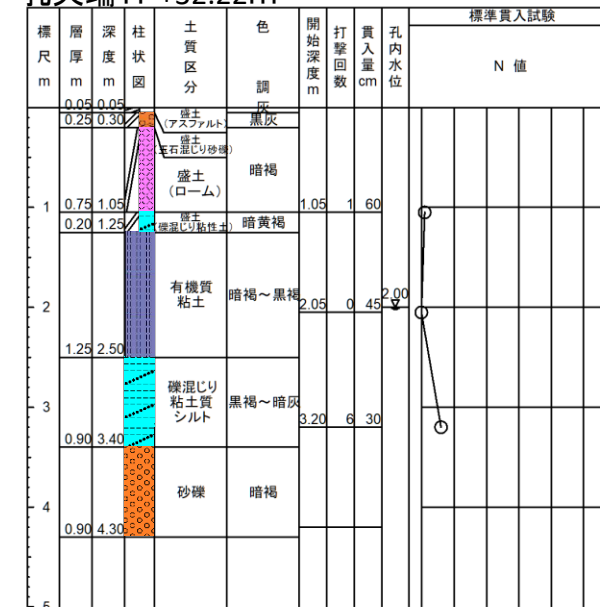
孔天端TP+31.00m



※GL-1.6mまでは、ガラが多く混在

C地点(比較対象) C-1

孔天端TP+32.22m



# 地盤の長期許容応力度の確認

○一軸圧縮試験の値から長期許容応力度を算出した結果、一般住宅の基礎構造として、べた基礎や布基礎を適用できる基準を上回る強度を有することが確認されました。

## 【一軸圧縮試験の結果】

A地点  
A-2

| 番号 | 深度         | 層名    | N値※ | 一軸圧縮強さ (kN/m <sup>2</sup> ) |      |      |      |
|----|------------|-------|-----|-----------------------------|------|------|------|
|    |            |       |     | ①                           | ②    | ③    | 平均   |
| 1  | 1.35～1.80m | ローム   | 1   | 81.0                        | 35.9 | 45.0 | 54.0 |
| 2  | 1.90～2.28m | 有機質粘土 | 2   | 54.8                        | 59.5 | 20.6 | 45.0 |

注) 埋設物確認のための試掘によりGL-1.25まで未採取であり、一軸圧縮試験を実施していません。

B地点  
B-2

| 番号 | 深度         | 層名    | N値※ | 一軸圧縮強さ kN/m <sup>2</sup> |      |      |      |
|----|------------|-------|-----|--------------------------|------|------|------|
|    |            |       |     | ①                        | ②    | ③    | 平均   |
| 1  | 1.99～2.36m | 有機質粘土 | 0   | 50.8                     | 43.0 | 41.5 | 45.1 |

注) 埋設物確認のための試掘によりGL-1.60まで未採取であり、一軸圧縮試験を実施していません。

C地点  
(比較対象)  
C-2

| 番号 | 深度         | 層名    | N値※ | 一軸圧縮強さ kN/m <sup>2</sup> |      |      |      |
|----|------------|-------|-----|--------------------------|------|------|------|
|    |            |       |     | ①                        | ②    | ③    | 平均   |
| 1  | 1.66～2.02m | 有機質粘土 | 0   | 67.3                     | 77.6 | 58.5 | 67.8 |
| 2  | 2.20～2.60m | 有機質粘土 | 0   | 77.1                     | 79.4 | 87.1 | 81.2 |

注) 埋設物確認のための試掘によりGL-1.50まで未採取であり、一軸圧縮試験を実施していません。

※N値は、A-1、B-1、C-1の値

## 【長期許容応力度の算定】

○小規模建築物基礎設計指針(日本建築学会)における、テルツァーギの修正支持力式※により地盤の長期許容応力度 $q_a$ を算定した結果、一軸圧縮強さ $q_u$ : 45kN/m<sup>2</sup>を用いた場合、長期許容応力度は $q_a \approx 38\text{kN/m}^2$ となります。

※【テルツァーギの修正支持力式】

$$q_a = 1/3 \times (\alpha \cdot c \cdot N_c + \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q)$$

(粘土として内部摩擦角  $\phi = 0^\circ$  とみなし、支持地盤の粘着力 $c = 1/2 \cdot q_u$ とした。  
また基礎の根入れ $D_f$ を0mと仮定した。)

建設省告示1347号に示される長期許容応力度と基礎形式

| 長期許容応力度<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | 基礎形式          |
|---------------------------------|---------------|
| 20未満                            | 基礎ぐい          |
| 20以上30未満                        | 基礎ぐい または べた基礎 |
| 30以上                            | 基礎ぐい、べた基礎、布基礎 |

## ②特異な空隙や空洞について

不攪乱で採取した表層地盤のX線検査等の結果、特異な空隙や空洞は確認されませんでした

また、現地採取土による振動実験でも、特異な空隙は確認されませんでした

# 不攪乱試料のX線検査

## 【A地点】

- GL-1.25mまでは埋設物確認のため試掘を実施しており、それより深い位置で試料採取しました。
- GL-1.25m～GL-3.5m付近まで盛土および有機質粘土等で構成され、GL-3.5m付近から砂礫層が確認されました。
- ボーリングにより採取した不攪乱試料のX線検査の結果、数ミリ以上の特異な空隙は確認されておりません。
- (一部で黒い撮像が見られる箇所は、局所的な腐植土が多い粘性土や試料採取時の乱れであり、特異な空隙でないことを確認しています。)

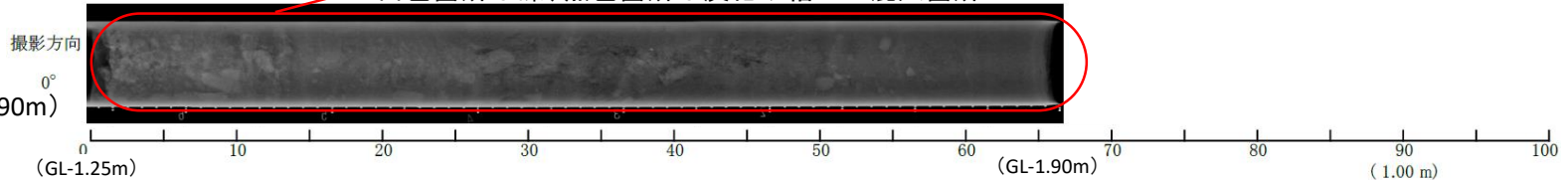
試料写真

(GL-1.25m～GL-1.90m)



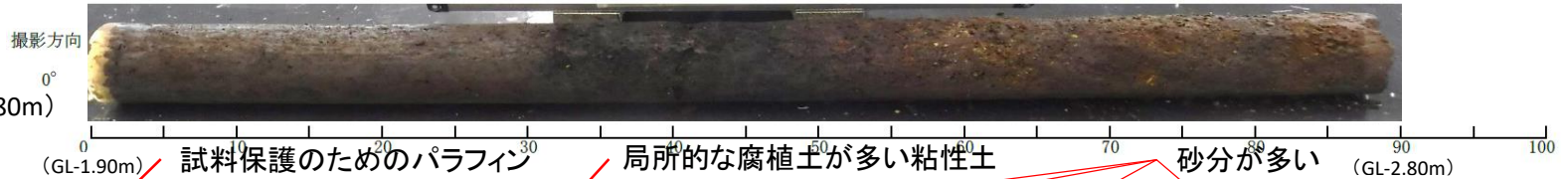
X線写真

(GL-1.25m～GL-1.90m)



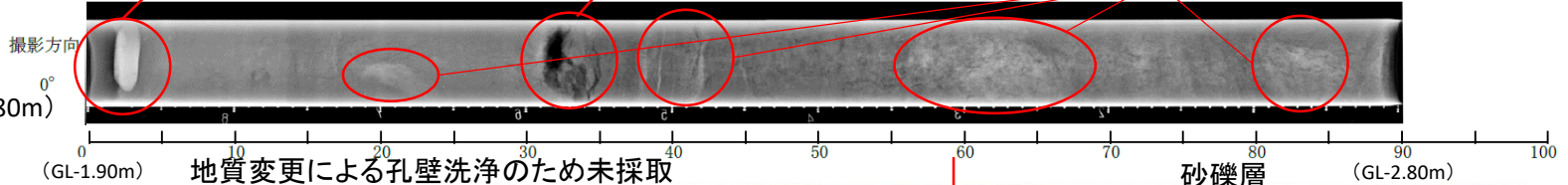
試料写真

(GL-1.90m～GL-2.80m)



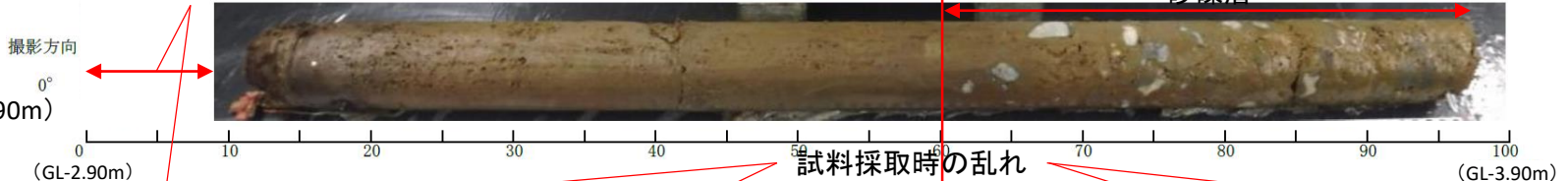
X線写真

(GL-1.90m～GL-2.80m)



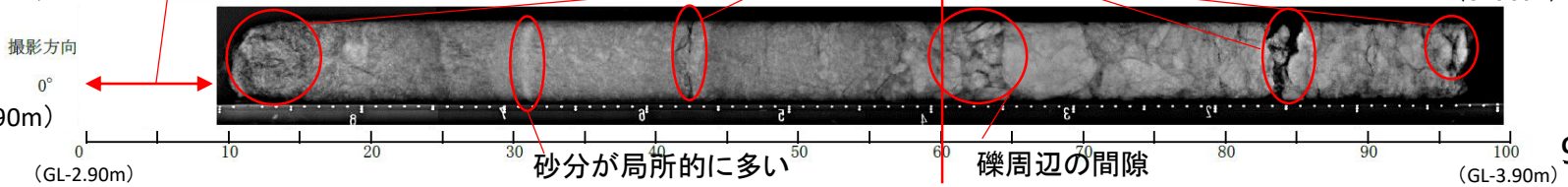
試料写真

(GL-2.90m～GL-3.90m)



X線写真

(GL-2.90m～GL-3.90m)



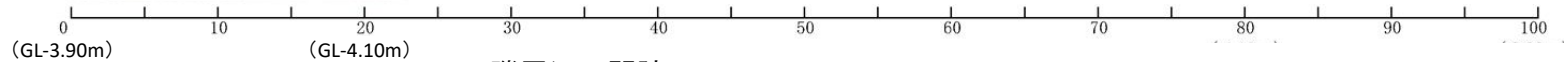
# 不攪乱試料のX線検査

## 【A地点】

○礫周辺で間隙が見られますが、これは通常の礫地盤でも見られるものです。

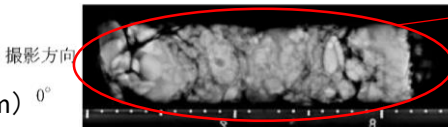
### 試料写真

(GL-3.90m～GL-4.10m) 0°

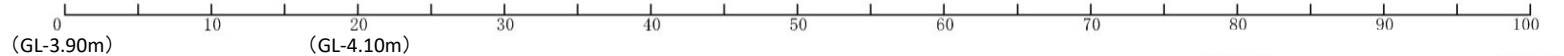


### X線写真

(GL-3.90m～GL-4.10m) 0°

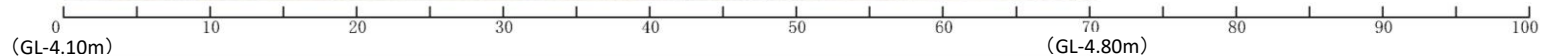


礫周辺の隙



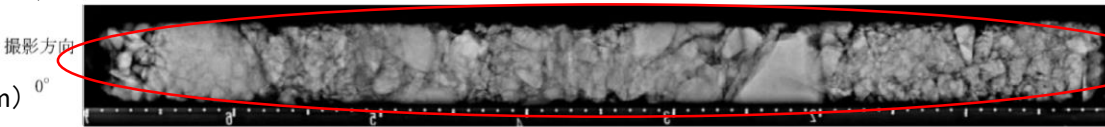
### 試料写真

(GL-4.10m～GL-4.80m) 0°

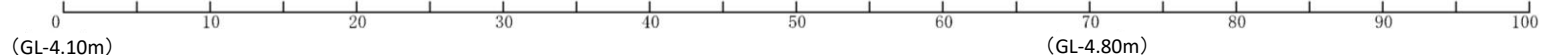


### X線写真

(GL-4.10m～GL-4.80m) 0°



礫周辺の隙



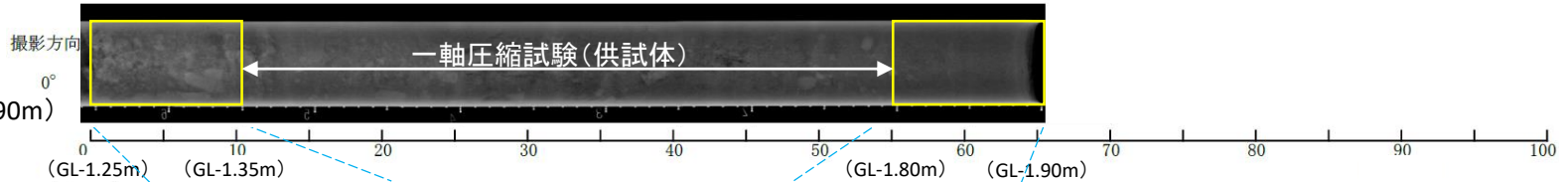
# 不攪乱試料のX線検査

## 【A地点】

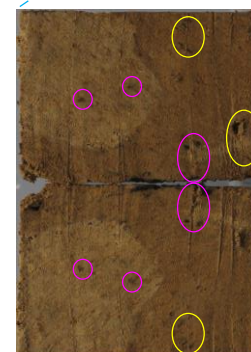
○ボーリングコアを半割にした結果、内部に腐植物と礫石が混入している部分が確認された以外に、特異な空隙は確認されませんでした。

### X線写真

(GL-1.25m～GL-1.90m)



### 半割写真

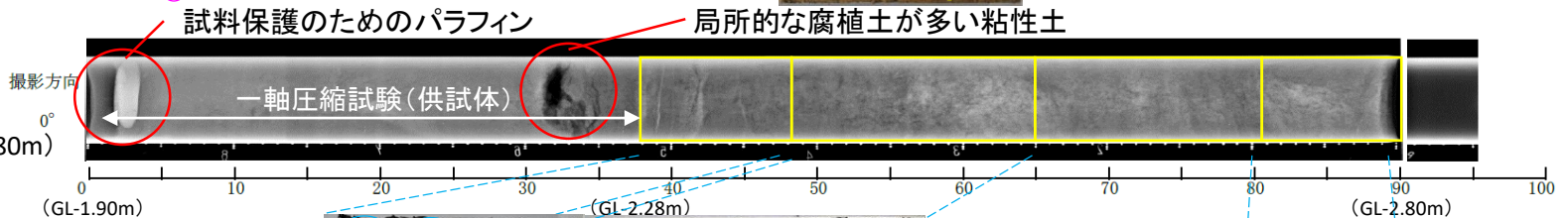


#### 凡例

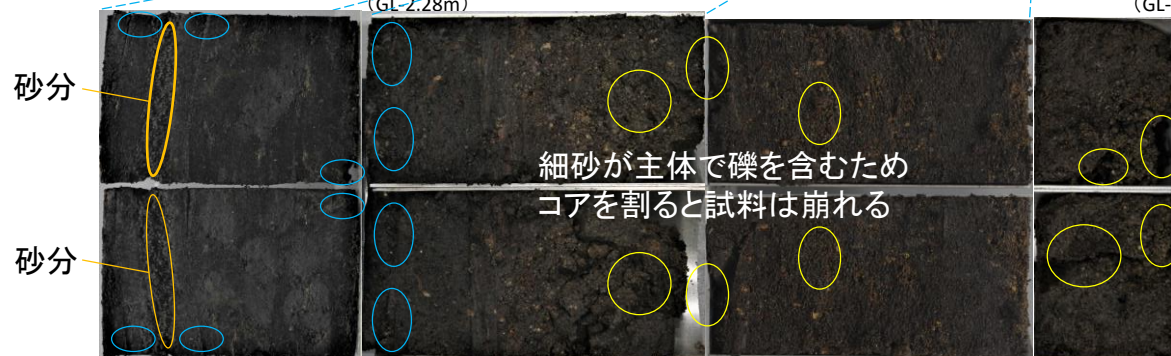
- : 炭化・酸化した部分
- : 腐植物の混入部分
- : 礫石の混入部分

### X線写真

(GL-1.90m～GL-2.80m)



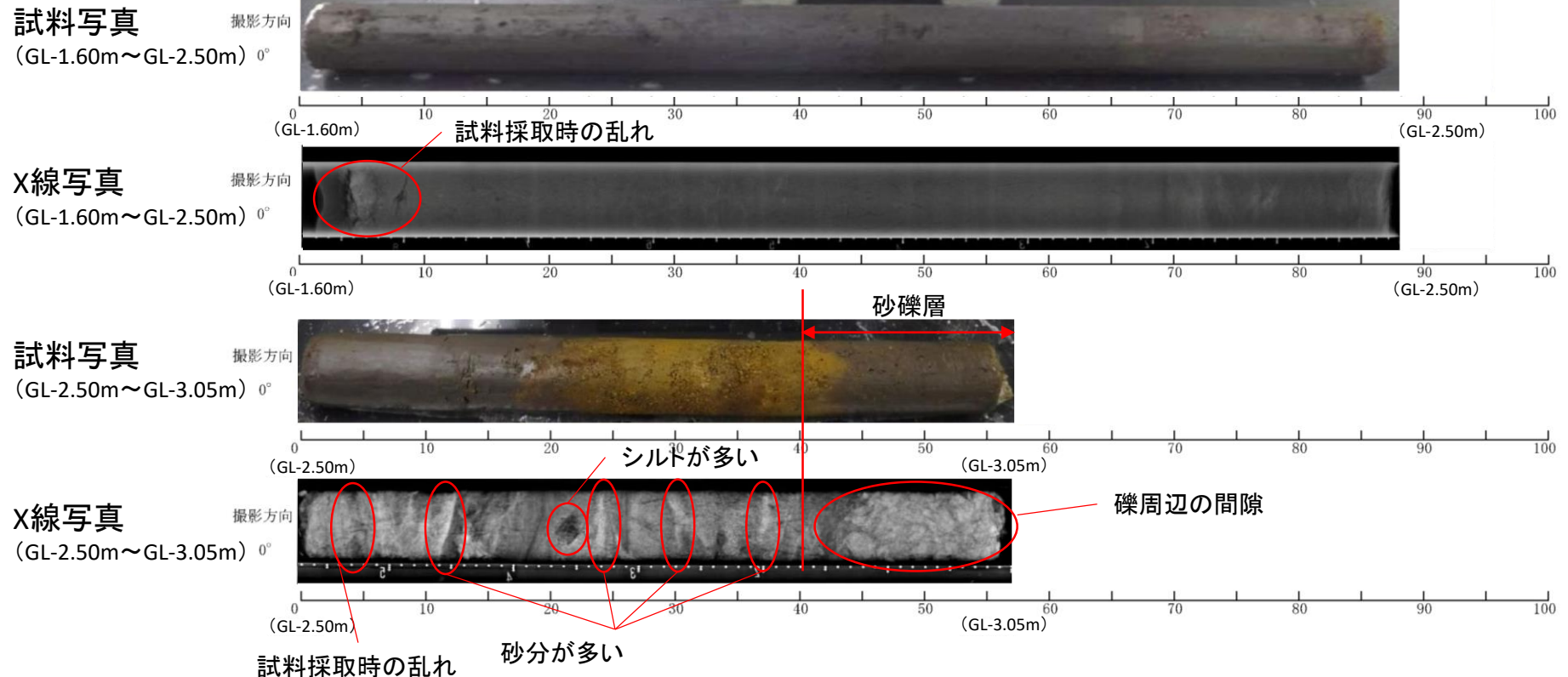
### 半割写真



# 不攪乱試料のX線検査

## 【B地点】

- GL-1.6mまでは埋設物確認のため試掘を実施しており、それより深い位置で試料採取しました。
- GL-1.6m～GL-2.9m付近まで盛土および有機質粘土等で構成され、GL-2.9m付近から砂礫層が確認されました。
- ボーリングにより採取した不攪乱試料のX線検査の結果、数ミリ以上の特異な空隙は確認されておりません。
- (一部で黒い撮像が見られる箇所は、局所的にシルトが多い箇所や試料採取時の乱れであり、特異な空隙でないことを確認しています。)



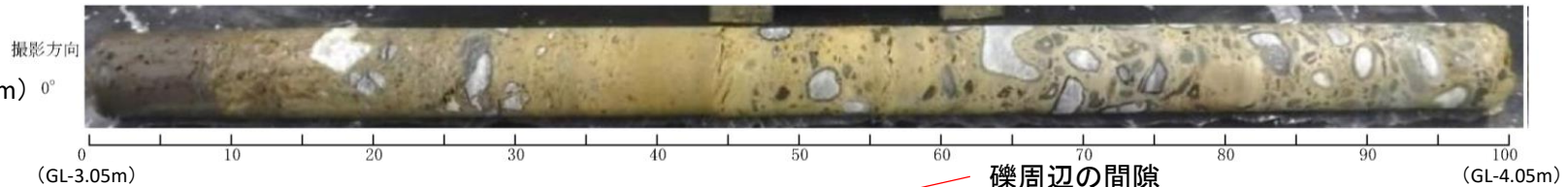
# 不攪乱試料のX線検査

## 【B地点】

○礫周辺で間隙が見られますが、これは通常の礫地盤で見られるものです。

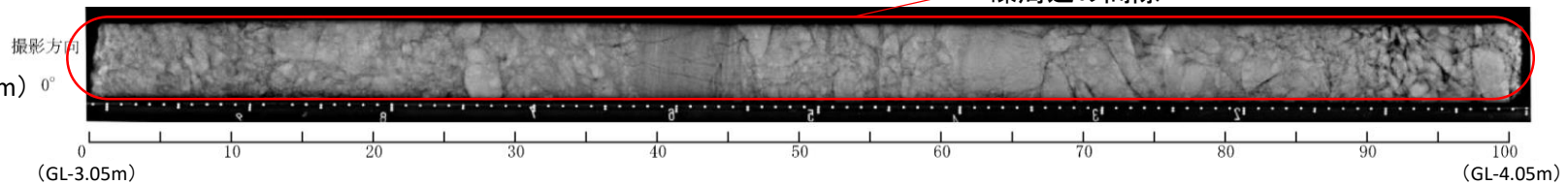
### 試料写真

(GL-3.05m～GL-4.05m) 0°



### X線写真

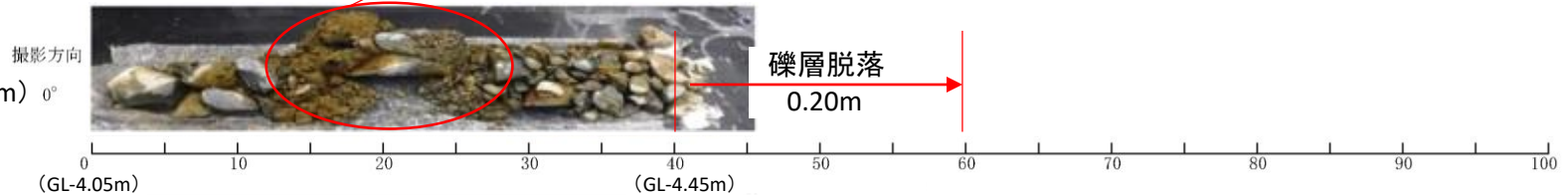
(GL-3.05m～GL-4.05m) 0°



X線撮影後、写真撮影時にコアが崩れました(礫が主体のため、コアが自立しませんでした)

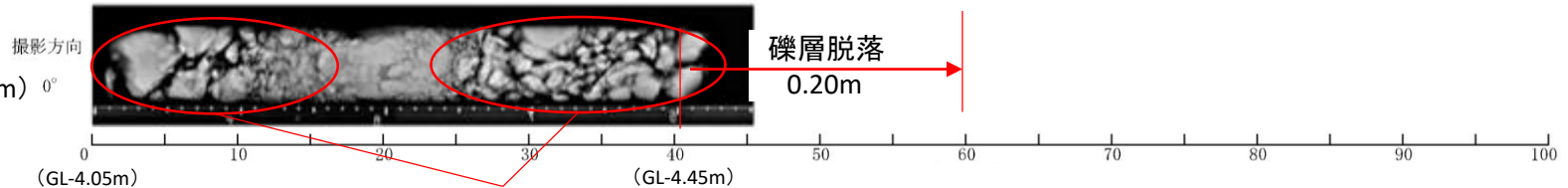
### 試料写真

(GL-4.05m～GL-4.45m) 0°



### X線写真

(GL-4.05m～GL-4.45m) 0°



砂や細粒分が少なく礫が卓越しています

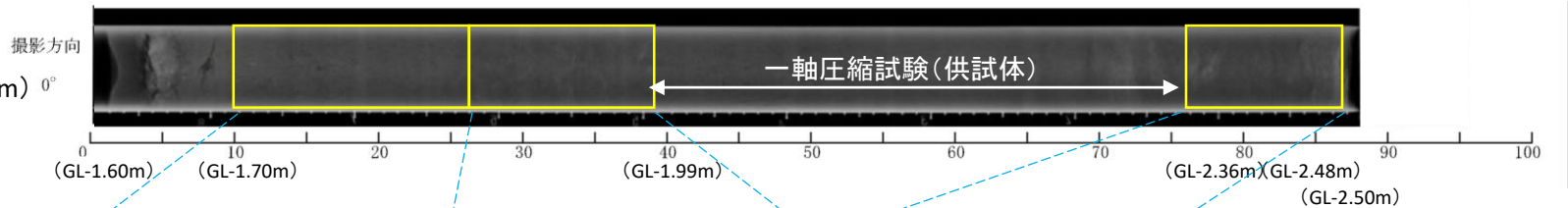
# 不攪乱試料のX線検査

## 【B地点】

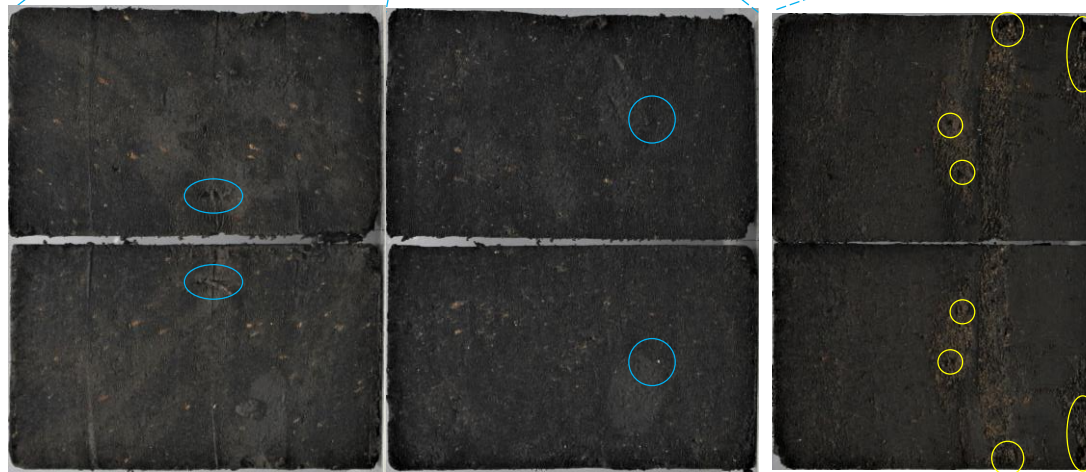
○ボーリングコアを半割にした結果、内部に腐植物と礫石が混入している部分が確認された以外に、特異な空隙は確認されませんでした。

### X線写真

(GL-1.60m～GL-2.50m) 0°



### 半割写真



#### 凡例

- : 腐植物の混入部分
- : 礫石の混入部分

# 不攪乱試料のX線検査

## 【C地点(比較対象)】

- GL-1.5mまでは埋設物確認のため試掘を実施しており、それより深い位置で試料採取しました。
- GL-1.5m～GL-3.35m付近までは盛土および有機質粘土等で構成され、GL-3.35m付近から砂礫層が確認されました。
- ボーリングにより採取した不攪乱試料のX線検査の結果、数ミリ以上の特異な空隙は確認されておりません。  
(一部で黒い撮像が見られる箇所は、腐植物の混入や試料採取時の乱れであり、特異な空隙でないことを確認しています。)

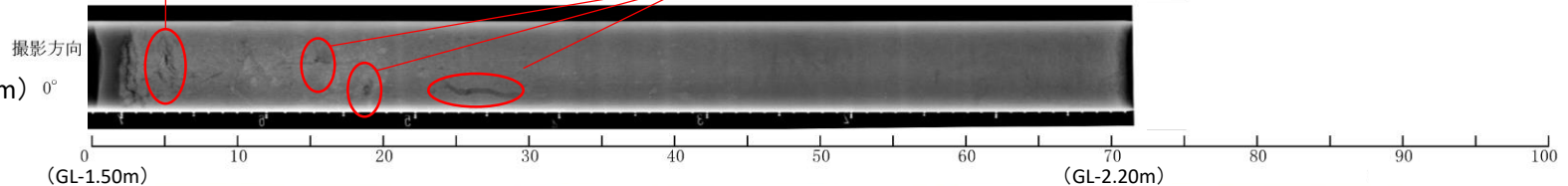
### 試料写真

(GL-1.50m～GL-2.20m) 0°



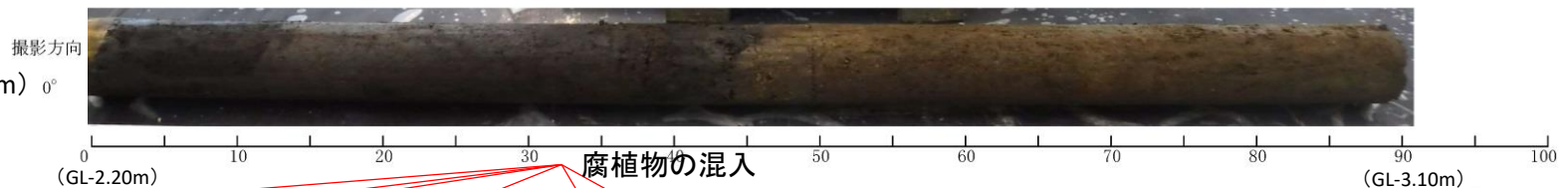
### X線写真

(GL-1.50m～GL-2.20m) 0°



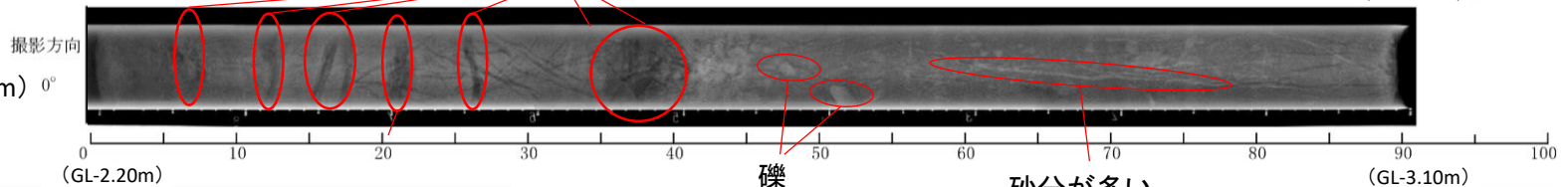
### 試料写真

(GL-2.20m～GL-3.10m) 0°



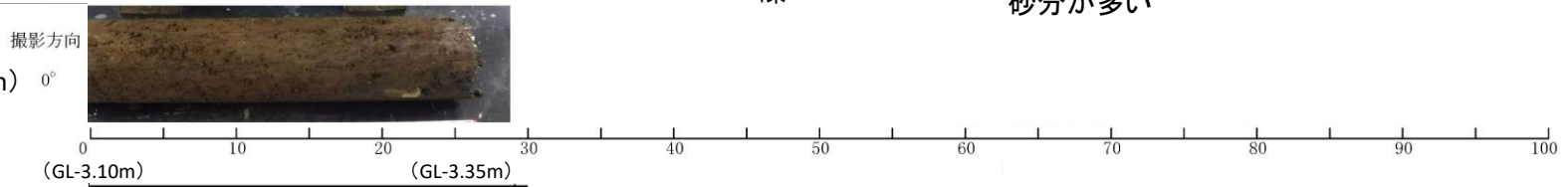
### X線写真

(GL-2.20m～GL-3.10m) 0°



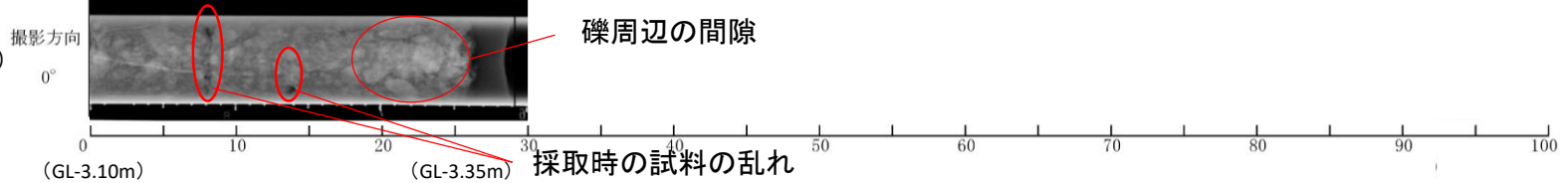
### 試料写真

(GL-3.10m～GL3.35m) 0°



### X線写真

(GL-3.10～GL-3.35m) 0°



# 不攪乱試料のX線検査

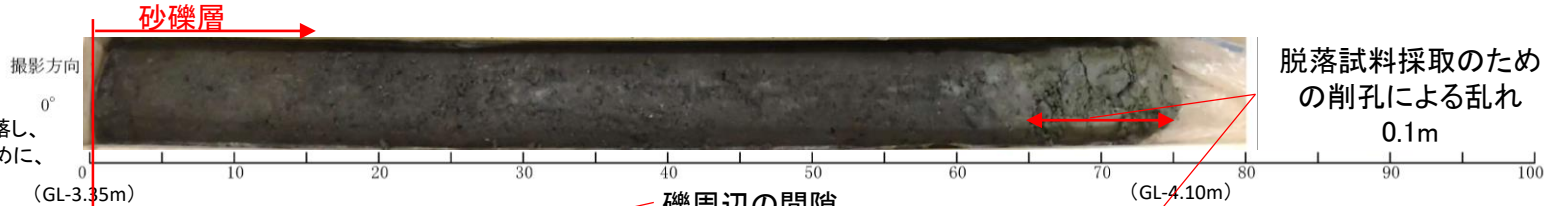
## 【C地点(比較対象)】

○礫周辺で間隙が見られますが、これは通常の礫地盤でも見られるものです。

### 試料写真

(GL-3.35m～GL-4.10m)

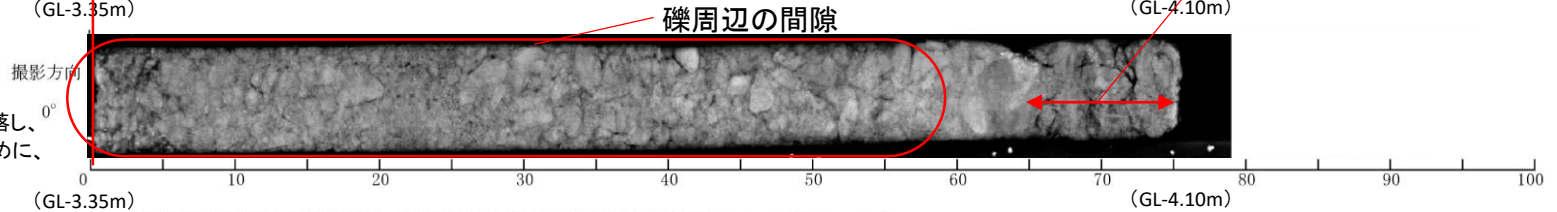
介在礫層により試料0.65mが脱落し、  
その脱落した試料を回収するために、  
さらに0.1m削孔した



### X線写真

(GL-3.35m～GL-4.10m)

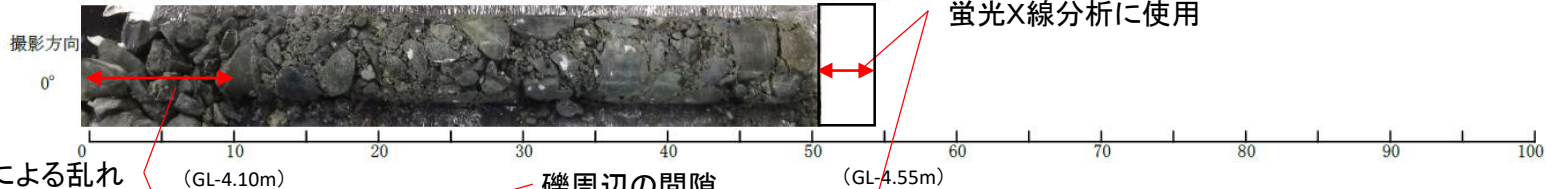
介在礫層により試料0.65mが脱落し、  
その脱落した試料を回収するために、  
さらに0.1m削孔した



### 試料写真

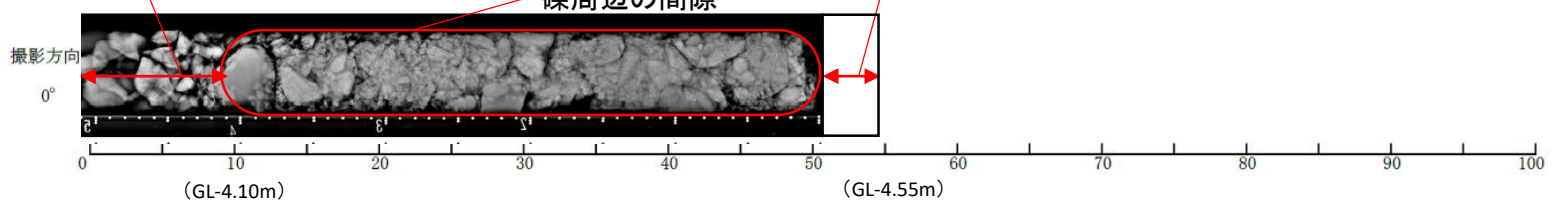
(GL-4.10m～GL-4.55m)

再削孔による乱れ



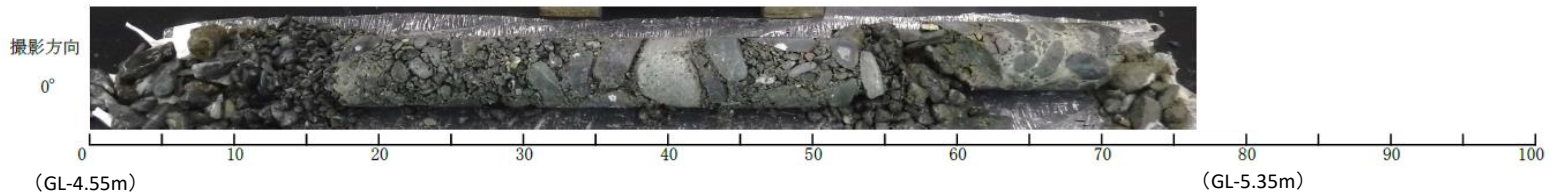
### X線写真

(GL-4.10m～GL-4.55m)



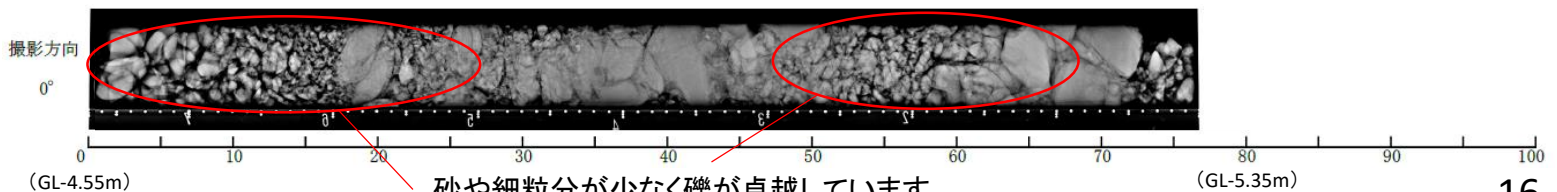
### 試料写真

(GL-4.55m～GL-5.35m)



### X線写真

(GL-4.55m～GL-5.35m)

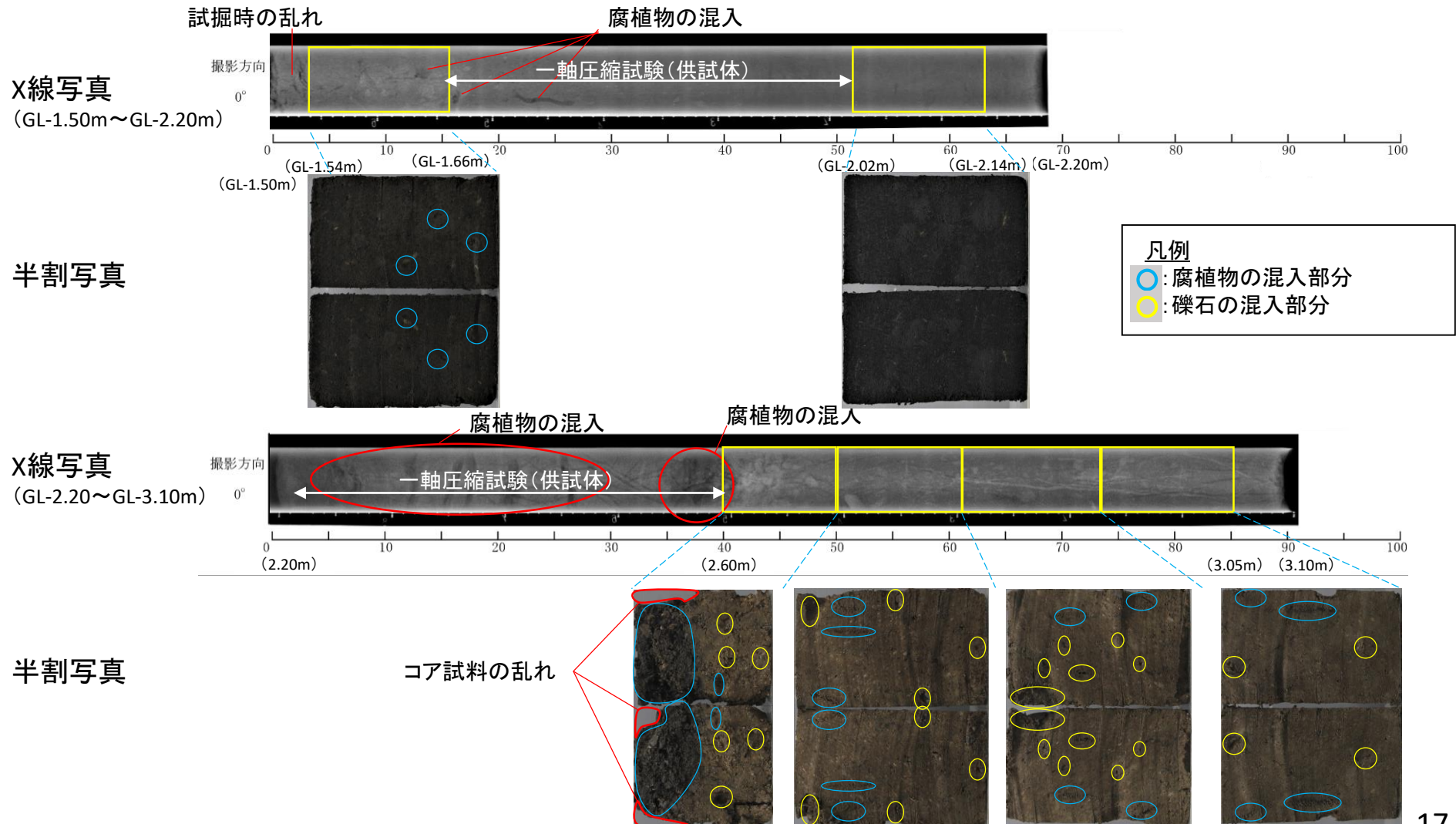


砂や細粒分が少なく礫が卓越しています

# 不攪乱試料のX線検査

## 【C地点(比較対象)】

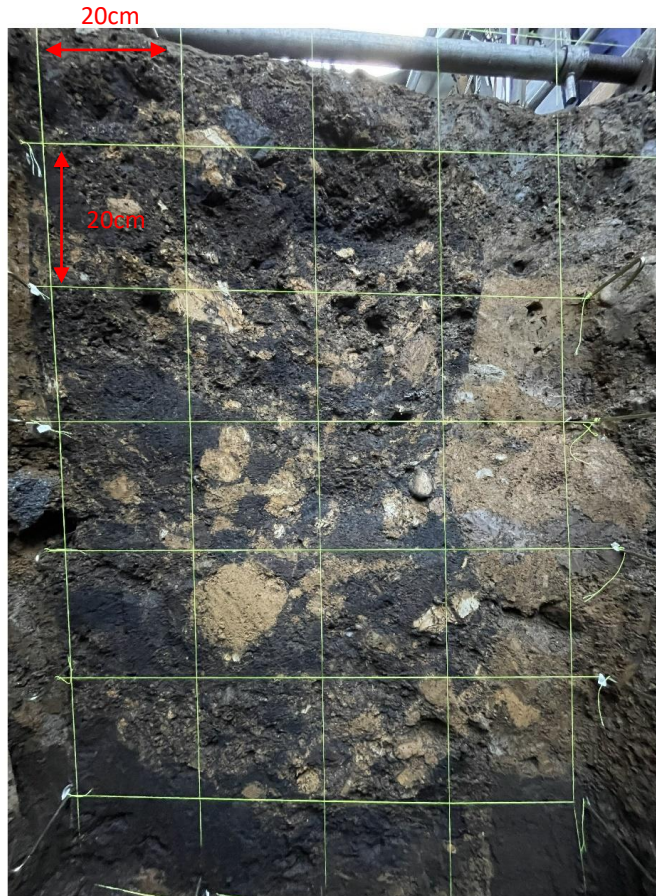
○ボーリングコアを半割にした結果、内部に腐植物と礫石が混入している部分が確認された以外に、特異な空隙は確認されませんでした。



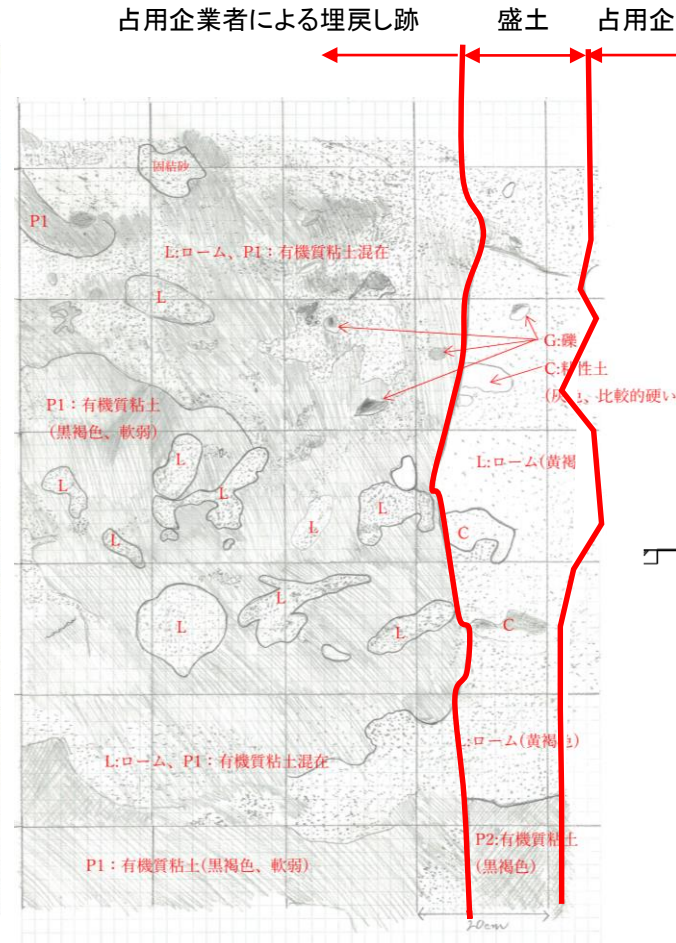
# 開削調査

## 【A地点】

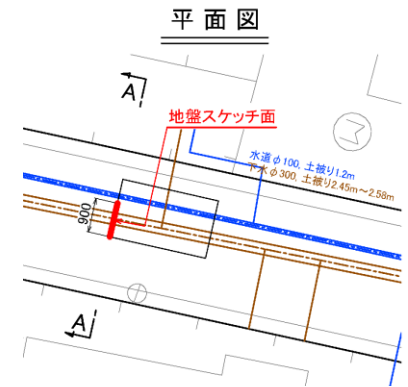
- 有機質粘土やロームなどが混在した盛土と占用企業者による埋戻し跡が確認されています。
- 開削調査の掘削側面を削り取り、目視および触手観察した結果、特異な空隙や空洞は確認されておりません。



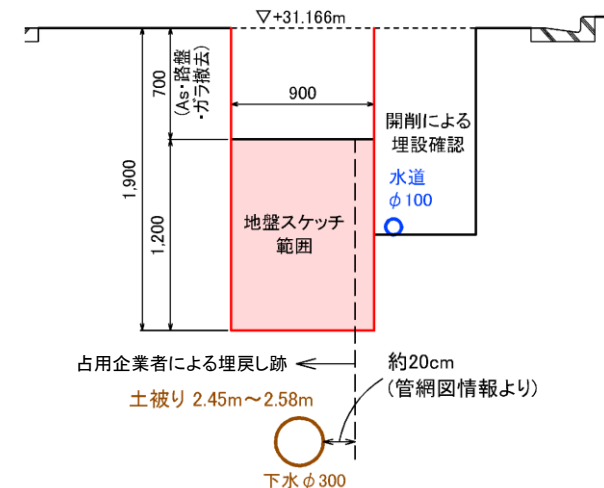
開削写真



地盤スケッチ



A-A断面図



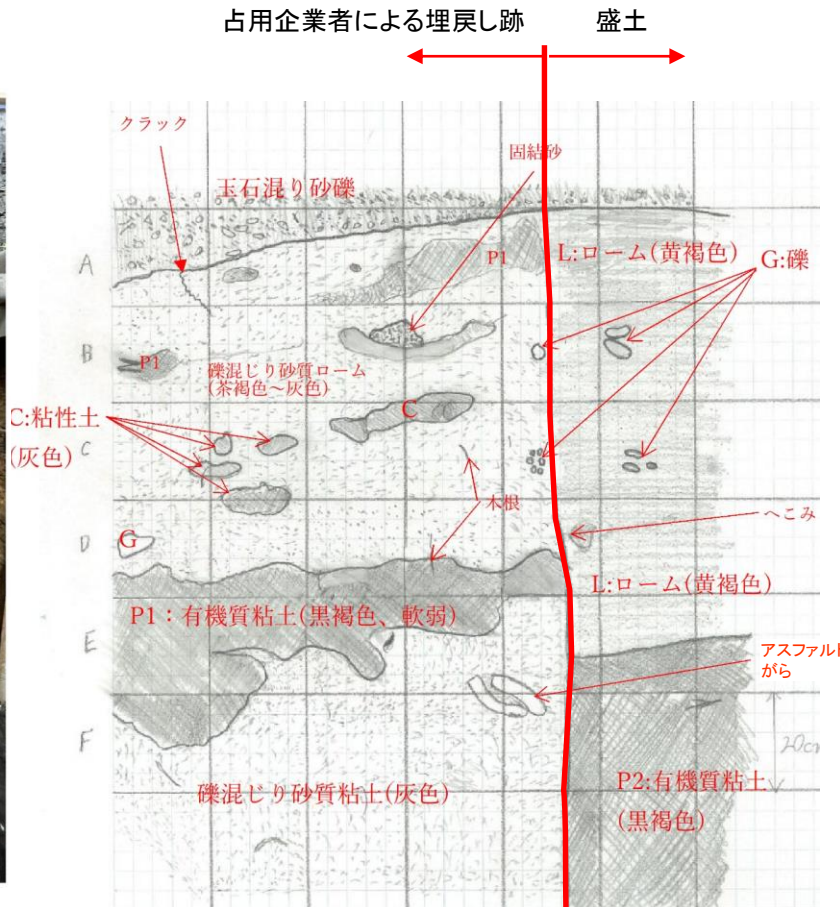
# 開削調査

## 【B地点】

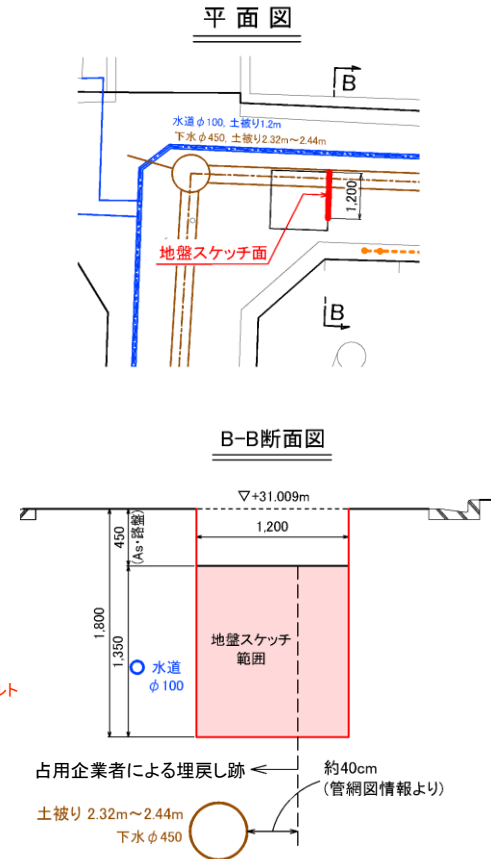
- 有機質粘土やロームなどが混在した盛土と占用企業者による埋戻し跡が確認されています。
- 開削調査の掘削側面を削り取り、目視および触手観察した結果、特異な空隙や空洞は確認されておりません。



開削写真



地盤スケッチ



# 開削調査

## 【C地点(比較対象)】

- 有機質粘土やロームなどが混在した盛土と占用企業者による埋戻し跡が確認されています。
- 開削調査の掘削側面を削り取り、目視および触手観察した結果、特異な空隙や空洞は確認されておりません。

占用企業者による埋戻し跡

盛土

20cm

平面図

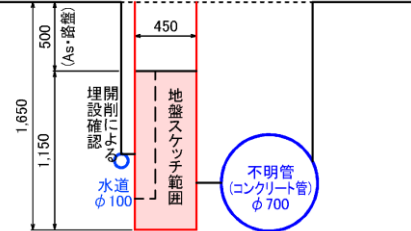
C

地盤スケッチ面

下水φ1100  
土被り3.02m~2.99m  
不明管φ700、土被り0.96m  
水道φ100、土被り1.20m  
公共汚水幹  
電柱

C-C断面図

▽+32.228m

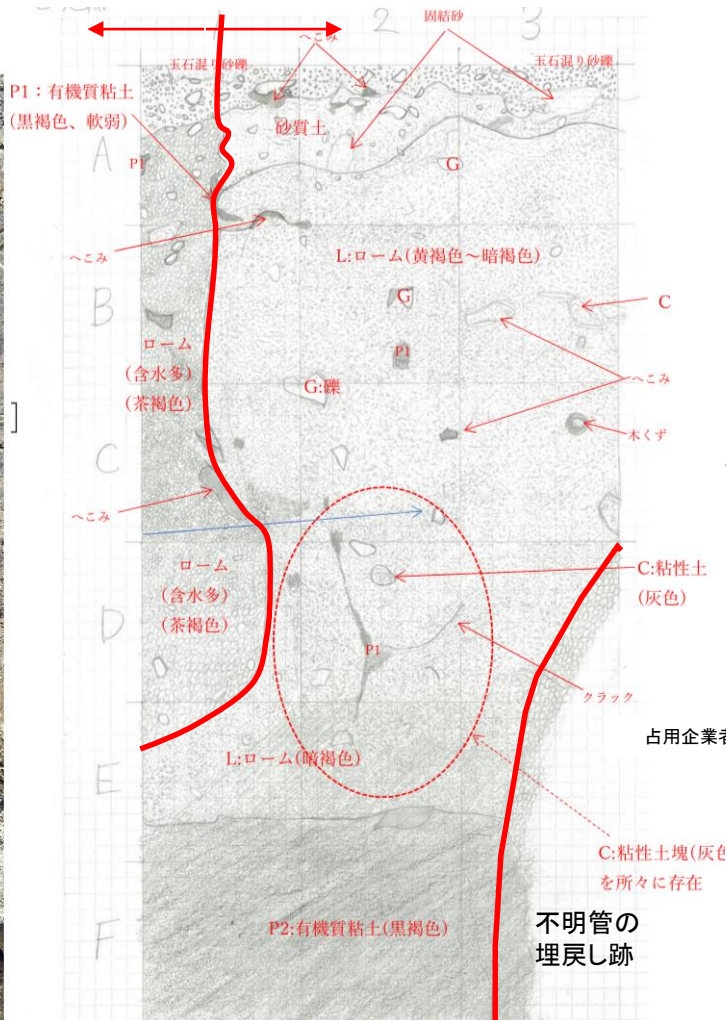


占用企業者による埋戻し跡

土被り 2.99m~3.02m

下水  
φ1100

20



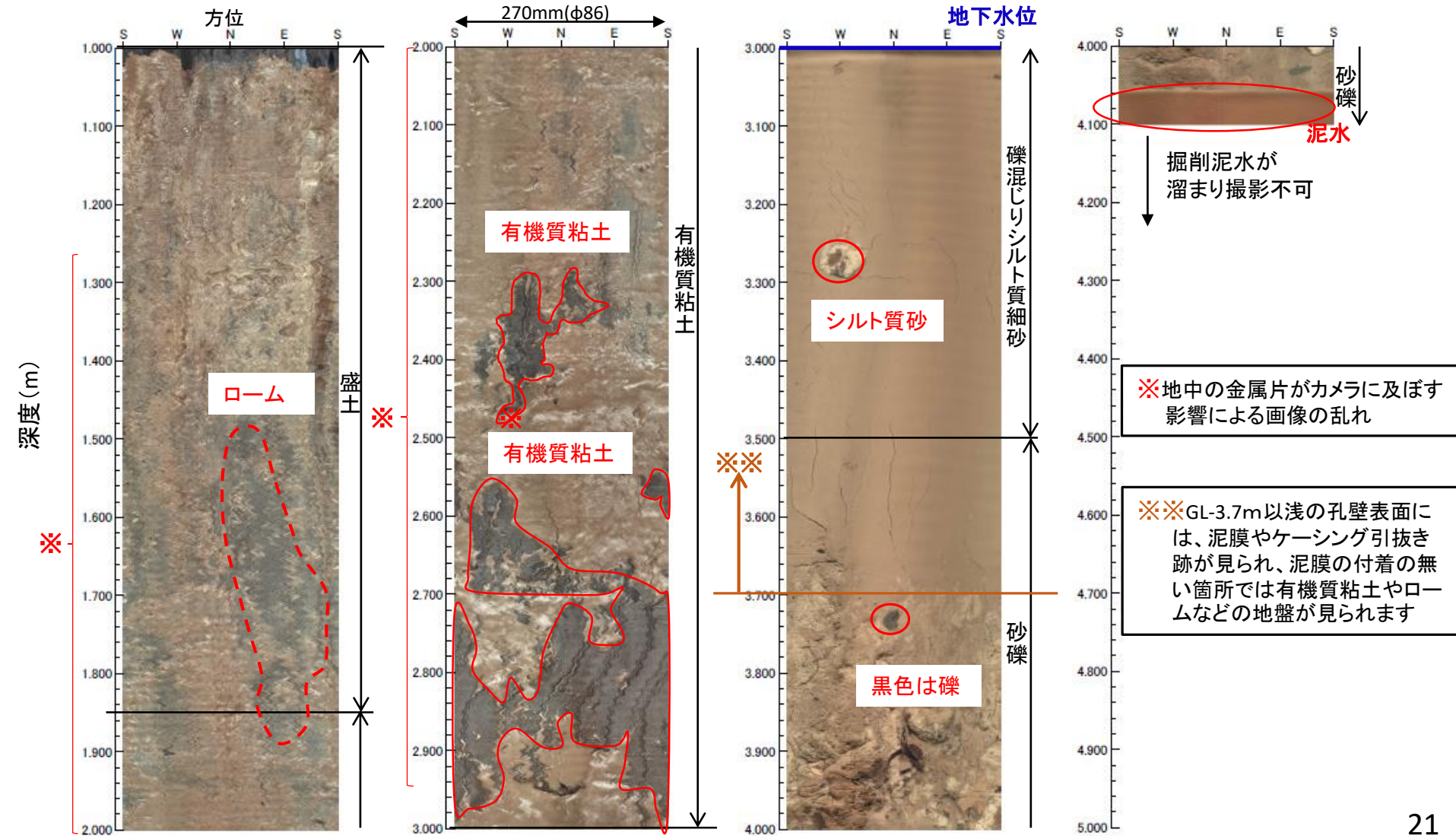
地盤スケッチ

開削写真

# 孔壁写真

## 【A地点】

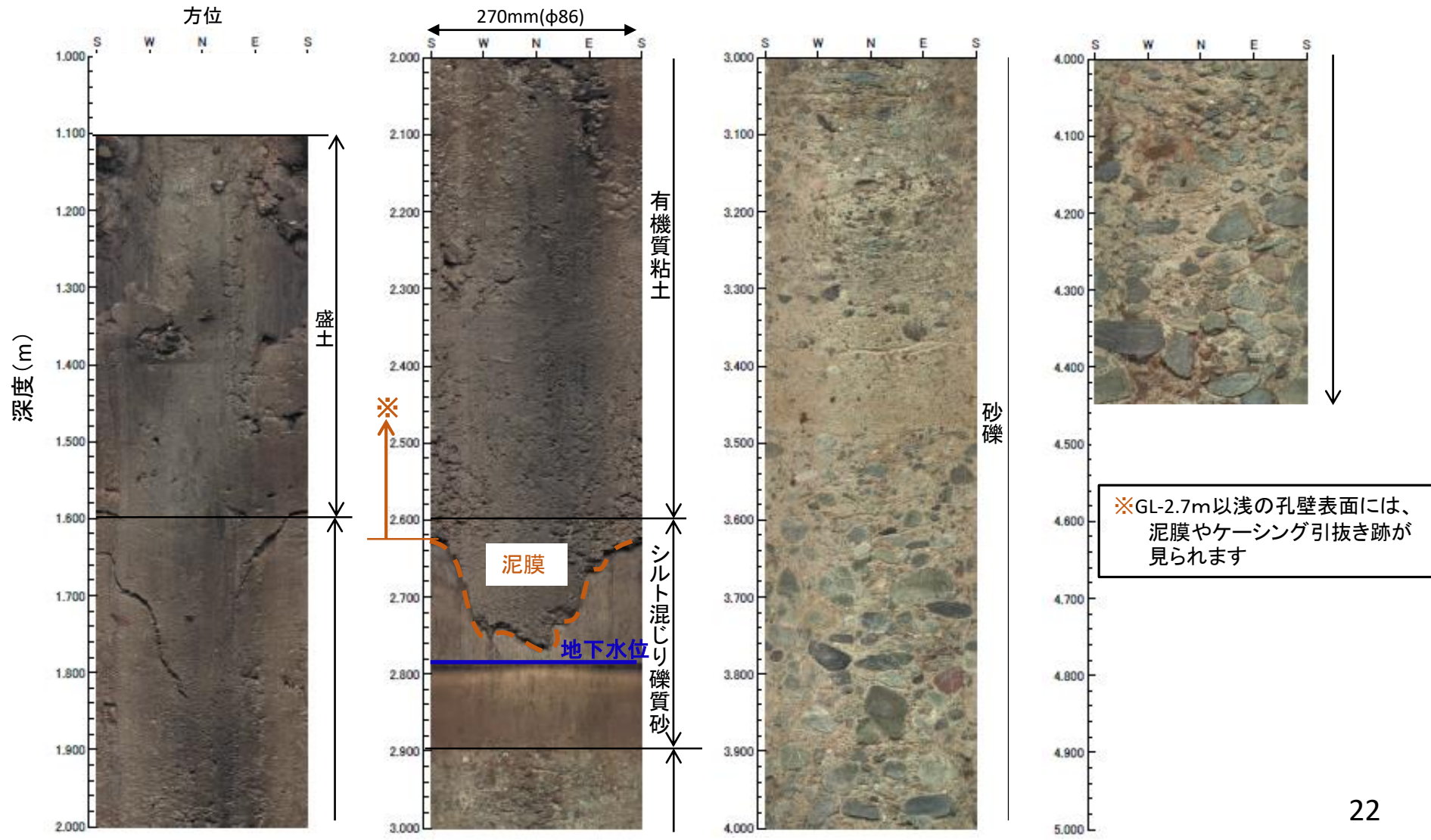
- 不攪乱試料採取後、ボーリング孔壁のボアホールカメラ撮影を実施した結果、空洞は確認されませんでした。
- 深度3.7mより上部は、ケーシングパイプの引抜きにより孔壁に泥膜が付着したため、特異な空隙の存在の有無を確認できませんでした。



# 孔壁写真

## 【B地点】

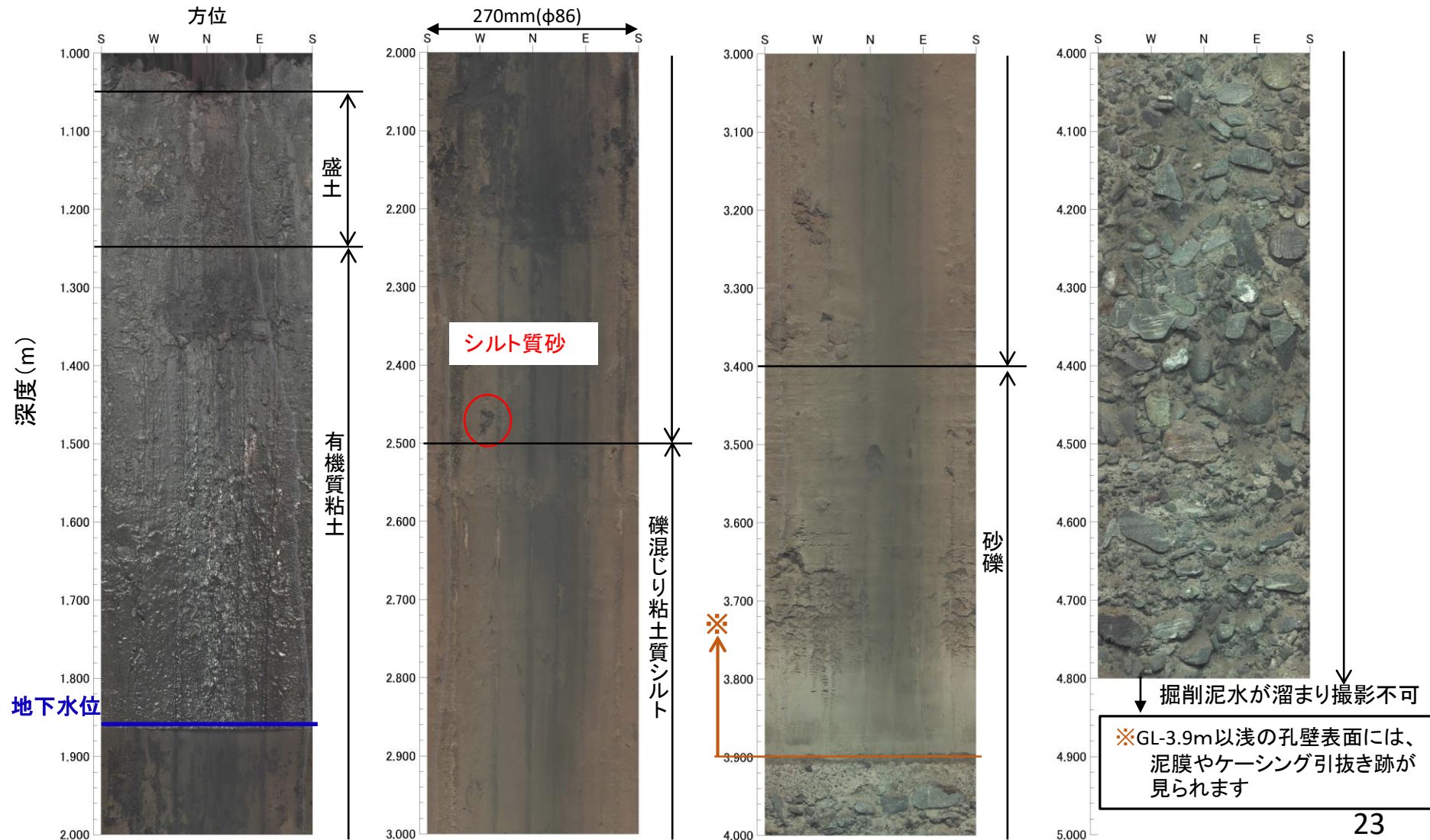
- 不攪乱試料採取後、ボーリング孔壁のボアホールカメラ撮影を実施した結果、空洞は確認されませんでした。
- 深度2.7mより上部は、ケーシングパイプの引抜きにより孔壁に泥膜が付着したため、特異な空隙の存在の有無を確認できませんでした。



# 孔壁写真


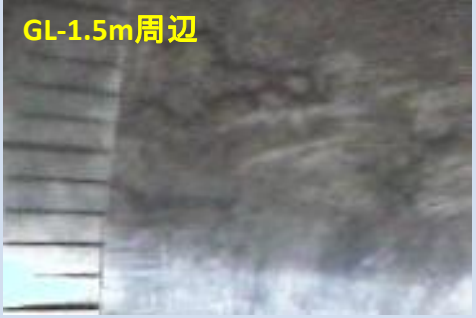

## 【C地点(比較対象)】

- 不攪乱試料採取後、ボーリング孔壁のボアホールカメラ撮影を実施した結果、空洞は確認されませんでした。
- 深度3.9mより上部は、ケーシングパイプの引抜きにより孔壁に泥膜が付着したため、特異な空隙の存在の有無を確認できませんでした。



# ビデオ付きコーン貫入試験

○ビデオ付きコーン貫入試験により、孔壁を撮影した結果、数ミリの特異な空隙のように見える「孔壁の乱れ」が確認されました。これは、貫入による孔の押し広げに伴う引きずり跡と考えられます。室内試験でも同様に再現されました。

|                      | A地点   | B地点  | C地点(比較対象)   |
|----------------------|---|--|---|
| ビデオ付き<br>コーン貫入<br>映像 | 15mm  | 15mm   | 15mm  |
|                      | 10mm<br><br>GL-1.9m周辺<br>目盛1mm | <br>GL-1.5m周辺<br>目盛1mm | <br>GL-1.5m周辺<br>目盛1mm |

室内試験

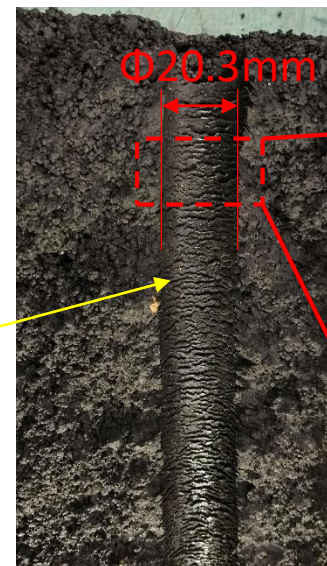


容器を半割りにする

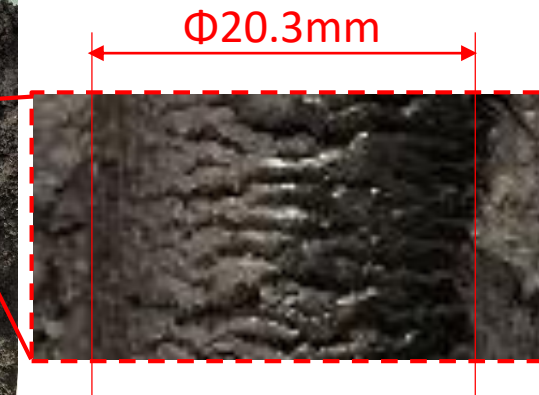


孔壁の乱れが発生

断面の確認



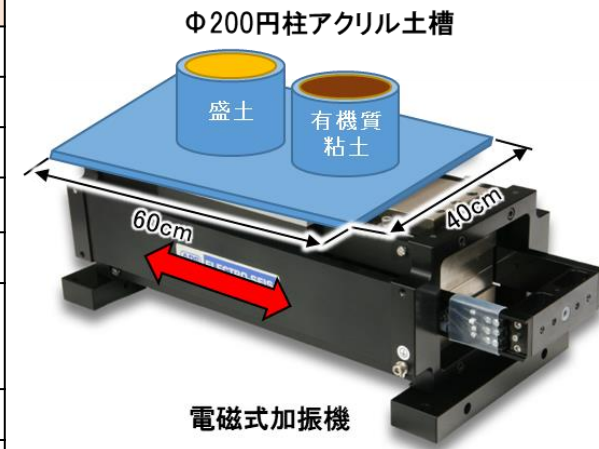
断面の拡大



# 振動による表層地盤への影響確認実験

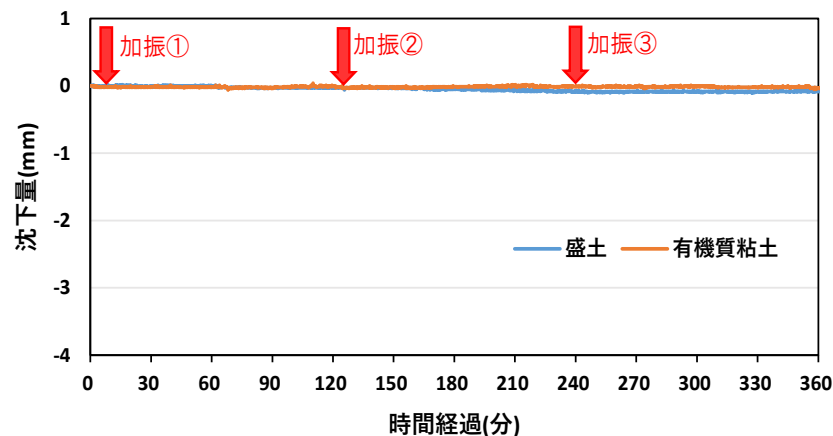
○現地採取土で作成した供試体を用いて振動実験を実施した結果、地盤変状や空隙の生成は確認されませんでした。

| 対象地盤   |     | 盛土(ローム)                   | 有機質粘土   |
|--------|-----|---------------------------|---|
| 目標湿潤密度 |     | 1.3～1.4 g/cm <sup>3</sup> | 1.2～1.3 g/cm <sup>3</sup>                                       |
| 含水比    |     | 50～60 %                   | 110～120 %   |
| 平均粒径   |     | 24.0 μm                   | 9.3 μm  |
| 実験条件   | 供試体 |                           | 圧密沈下が安定するまで供試体を静置(約40時間)  |
|        | 実験① | 確認項目                      | トンネル掘進による振動レベルでの空隙の生成や地盤変状の確認                                   |
|        |     | 加振条件                      | ・ 振動レベル 62dB、加速度 4.5gal<br>・ 加振時間 3分＋静止時間 120分 を3回繰り返す          |
|        | 実験② | 確認項目                      | 地盤変状が生じる振動レベルの確認  |
|        |     | 加振条件                      | ・ 加速度 50galから、50galずつ増加させ、加振機最大能力400galまで加振<br>・ 加振時間 3分/ 1step |

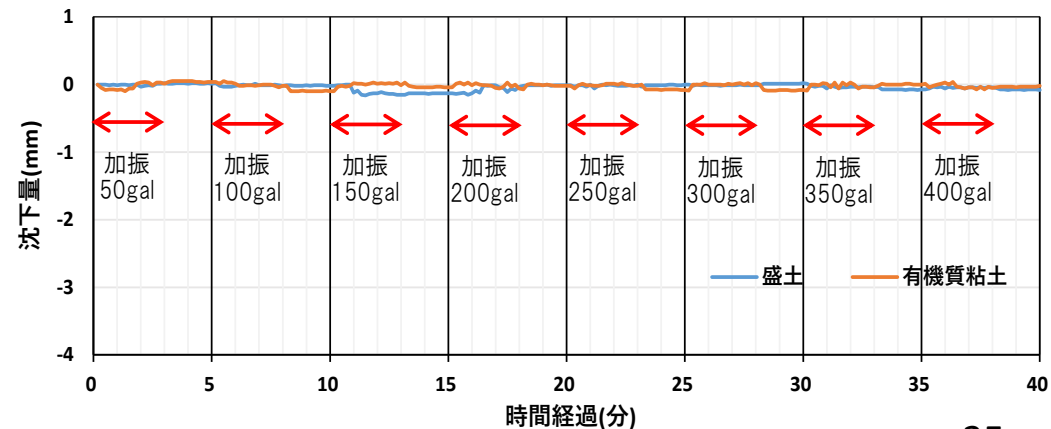


※レーザー距離計(4点)で表面沈下計測

実験① 表面沈下



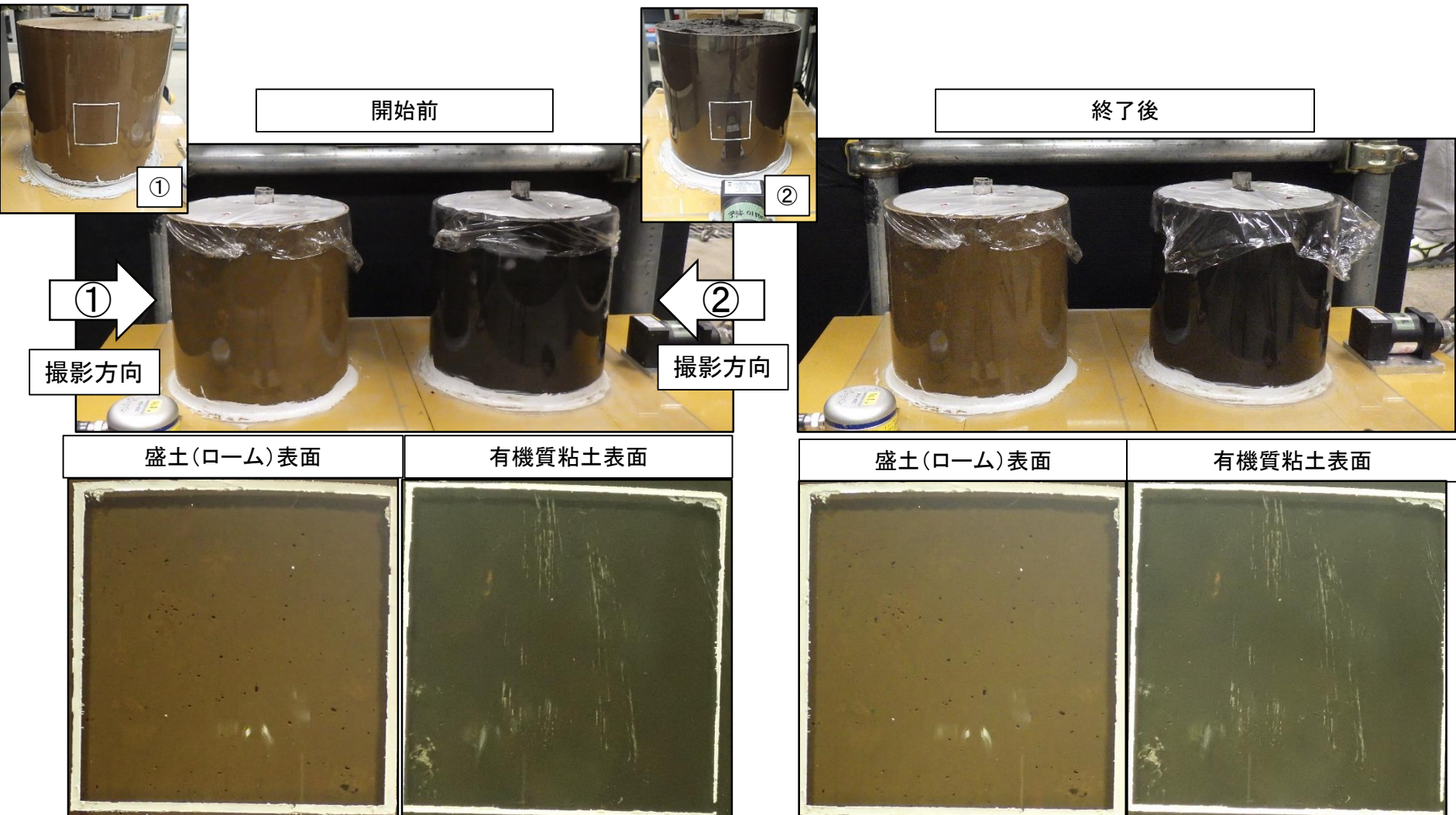
実験② 表面沈下



# 振動による表層地盤への影響確認実験

(実験①、4.5gal)

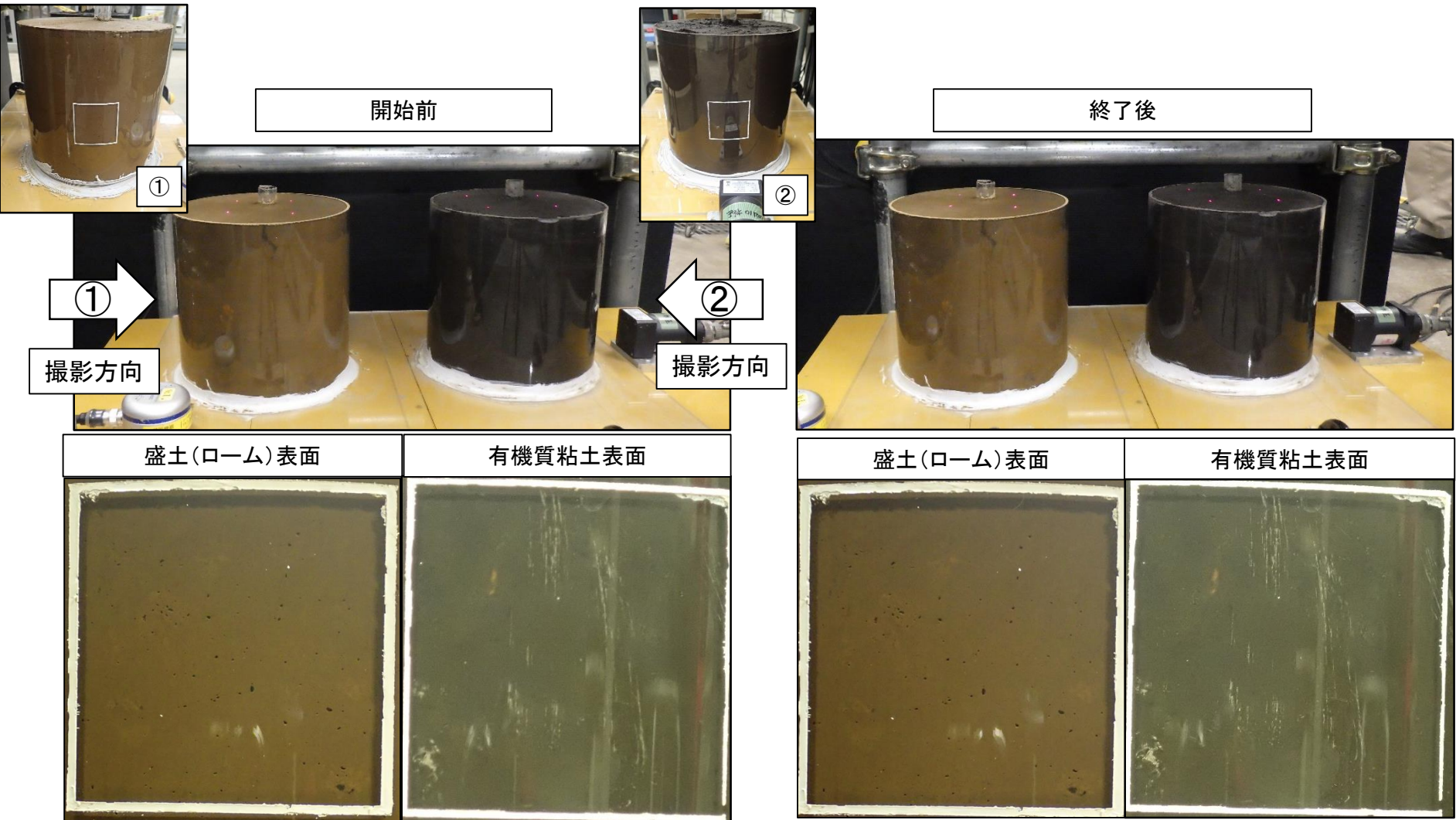
○振動実験の結果、地盤変状や空隙の生成は確認されませんでした。



# 振動による表層地盤への影響確認実験

(実験②、最大400gal)

○振動実験の結果、地盤変状や空隙の生成は確認されませんでした。



### ③トンネル掘進に伴う振動の影響について

既往の文献調査等によると、トンネル掘進に伴う振動はこれまで経験した地震動に比べて十分小さいと考えられます

# 当該地周辺の地震の履歴

○近傍の調布市西つつじヶ丘観測所では、東日本大震災(2011年3月11日)以降においても、震度4以上の地震を9回観測しています。

(震度5強を1回、震度5弱を1回、震度4を7回。震度2～3を252回)

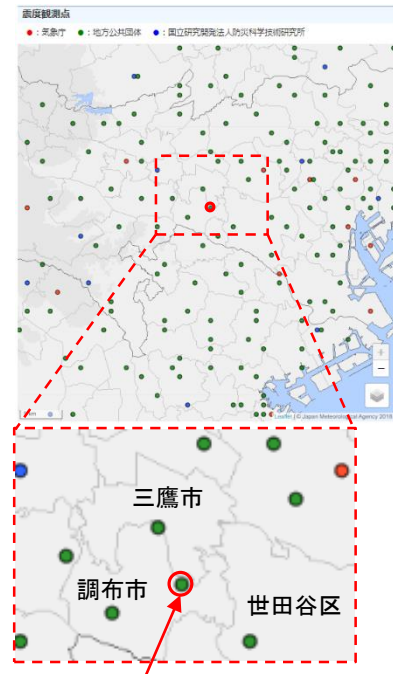
## 調布市西つつじヶ丘観測点で観測された震度4以上の主な地震

| 発生日        | 発生時刻  | 震央地名   | マグニチュード | 最大震度   | 西つつじヶ丘での震度 |
|------------|-------|--------|---------|--------|------------|
| 2011/3/11  | 14:46 | 三陸沖    | 9       | 震度 7   | 震度 5 強     |
| 2012/11/24 | 17:59 | 東京湾    | 4.8     | 震度 4   | 震度 4       |
| 2014/5/5   | 5:18  | 伊豆大島近海 | 6       | 震度 5 弱 | 震度 4       |
| 2014/9/16  | 12:28 | 茨城県南部  | 5.6     | 震度 5 弱 | 震度 4       |
| 2015/5/25  | 14:28 | 埼玉県北部  | 5.5     | 震度 5 弱 | 震度 4       |
| 2015/9/12  | 5:49  | 東京湾    | 5.2     | 震度 5 弱 | 震度 5 弱     |
| 2018/1/6   | 0:54  | 東京湾    | 4.7     | 震度 4   | 震度 4       |
| 2021/2/13  | 23:07 | 福島県沖   | 7.3     | 震度 6 強 | 震度 4       |
| 2021/10/7  | 22:41 | 千葉県北西部 | 5.9     | 震度 5 強 | 震度 4       |

2011年3月11日～2021年11月25日までのデータ

### 震度観測点

- : 気象庁
- : 地方公共団体
- : 国立研究開発法人防災科学技術研究所

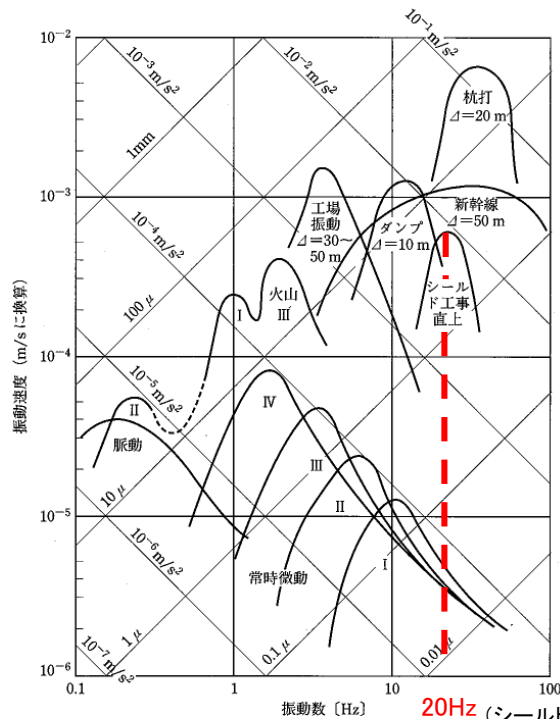


調布市西つつじヶ丘観測点  
(調布市西つつじヶ丘三丁目8-3  
調布消防署つつじヶ丘出張所)

気象庁HP(各種データ・資料、震度データベース検索)より作成

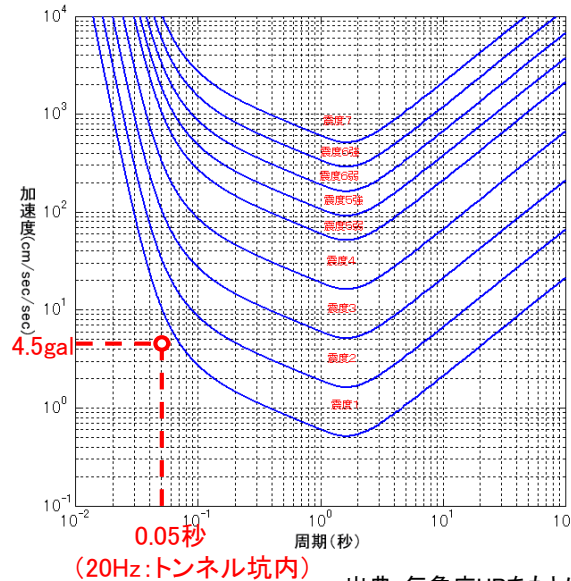
# トンネル掘進の振動特性

○トンネル坑内で観測されたトンネル掘進に伴う振動のレベルは最大で震度0相当(約4.5gal、62dB)であり、十分小さいものとなります。



- [注] 1) 火山性微動を含む。  
2) 遠方の人工的振動源・流水・風などによる。  
I～IVは建築基準法による地盤分類。  
Δ: 振動源からの距離。

図2・21 都市施設などから生じる振動の振動数範囲と振幅



出典: 気象庁HPをもとに加筆  
<<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqv/data/kyoshin/kaisetsu/comp.htm>>

| 震度階級 | 地盤の状況  | 斜面等の状況  |
|------|--|---|
| 5弱   | 亀裂 <sup>※1</sup> や液状化 <sup>※2</sup> が生じることがある。 | 落石やがけ崩れが発生することがある。                                |
| 5強   |  |   |
| 6弱   | 地割れが生じることがある。                                  | がけ崩れや地すべりが発生することがある。                              |
| 6強   | 大きな地割れが生じることがある。                               | がけ崩れが多発し、大規模な地すべりや山体の崩壊が発生することがある <sup>※3</sup> 。 |
| 7    |  |   |

※1 亀裂は、地割れと同じ現象であるが、ここでは規模の小さい地割れを亀裂として表記している。  
※2 地下水位が高い、ゆるい砂地盤では、液状化が発生することがある。液状化が進行すると、地面からの泥水の噴出や地盤沈下が起こり、堤防や岸壁が壊れる、下水管やマンホールが浮き上がる、建物の土台が傾いたり壊れたりするなどの被害が発生することがある。  
※3 大規模な地すべりや山体の崩壊等が発生した場合、地形等によっては天然ダムが形成されることがある。また、大量の崩壊土砂が土石流化することもある。

出典: 気象庁 気象庁震度階級の解説 平成21年3月

[出典] 小林芳正: 「建設における地盤振動の影響と防止」, pp.65-68, 鹿島出版会, 1975

# 振動場における粒状体の挙動に関する実験的研究

○既往の研究では、

- ・ 一定の条件下により実施された既往の実験結果によれば、土粒子の移動には約194galの加速度が必要とされている
- ・ 緩く詰まった粒子は、振動が加わると粒子の集合体としての密度は振動前に比べ増加し、その分沈下が起こる、「土の揺すり込み現象」が発生する
- ・ 緩く埋め立てられた地盤や造成盛土で、地盤が不飽和である場合においても地震により地盤が沈下する現象が新潟中越沖地震において観測されている  
ことが述べられています。※1

○一般的に、緩い地盤に振動が加わった場合、土粒子の沈下によって間隙が詰まって密度が大きくなります。

## 振動場における粒状体の挙動に関する実験的研究

竹村 弥生<sup>1</sup>・建山 和由<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生会員 立命館大学大学院 理工学研究科総合理工学専攻 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)  
E-mail: rd005031@ed.ritsumei.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 立命館大学教授 理工学部建築都市デザイン学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)  
E-mail: tateyama@se.ritsumei.ac.jp

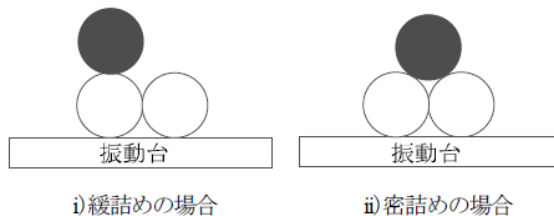


図-9 粒子のかみ合わせモデル

ここで、「粒子が動き出す」と「粒子のかみ合わせが外れる」は同意ではなく、式(2)および式(3)で計算した加速度は、あくまで粒子が動き出す加速度である。しかし、粒子が動き出さなければ、粒子のかみ合わせが外れることはないため、少なくとも式で求めた加速度が作用しなければ、粒子のかみ合わせは外れないといえる。

今回の実験で用いたコークスを円筒形に整形し、せん断試験装置を用いてコークス端面間の摩擦係数を計測したところ、 $\mu=0.197$ という結果が得られた。この値を式(2)、式(3)に代入すると緩詰め、密詰めそれぞれの場合に粒子が動き出すのに必要な加速度として、式(4)、式(5)の値が得られる。

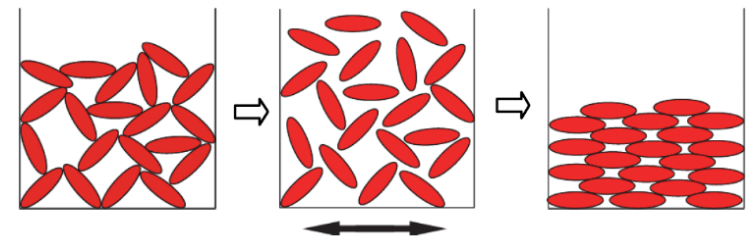
i) 緩詰めの場合

$$\alpha = 0.1974 \times 9.8 = 1.935 \text{ m/s}^2 \quad (4)$$

⇒約194gal

ii) 密詰めの場合

$$\alpha = \frac{1 + \sqrt{3} \cdot 0.197}{\sqrt{3} - 0.197} \times 9.8 = 8.563 \text{ m/s}^2 \quad (5)$$



(1) 振動開始前      (2) 振動開始直後      (3) 振動終了後

図-1 振動中の粒子の挙動 ※2

※1 竹村、建山：振動場における粒状体の挙動に関する実験的研究、土木学会論文集C（地圏工学）、Vol.68、No.1、127-137 2012

※2 同上より引用

# 液状化判定

○液状化判定が必要な条件（「建築基礎構造設計指針（日本建築学会）2019年」より）

①地表面から20m程度以浅の飽和土層

②細粒分含有率 $F_c$ が35%以下の土層、又は $F_c$ が35%を超えても粘土分（0.005mm以下の粒径を持つ土粒子）含有率が10%以下、もしくは塑性指数 $I_p$ が15以下の埋立地盤や盛土地盤

○判定の結果、液状化発生に対する安全率 $F_L$ 値が1より大きくなり液状化が発生する可能性は無いものと判定されました。

## 液状化判定が必要な条件の確認

| A地点            |                      |          |           |           |       | B地点           |                      |          |           |           |       | C地点（比較対象）      |                      |          |           |           |       |
|----------------|----------------------|----------|-----------|-----------|-------|---------------|----------------------|----------|-----------|-----------|-------|----------------|----------------------|----------|-----------|-----------|-------|
| 土質             | 深度                   | 水位       | $F_c(\%)$ | 粘土分含有率(%) | $I_p$ | 土質            | 深度                   | 水位       | $F_c(\%)$ | 粘土分含有率(%) | $I_p$ | 土質             | 深度                   | 水位       | $F_c(\%)$ | 粘土分含有率(%) | $I_p$ |
| 盛土（ローム）        | GL-1.00m<br>GL-1.85m |          | 69.4      | 42.0      | 50.4  | 有機質粘土         | GL-1.60m<br>GL-2.60m |          | 94.9      | 60.6      | 73.1  | 有機質粘土          | GL-1.25m<br>GL-2.50m | GL-2.00m | 96.2      | 63.6      | 115.9 |
| 有機質粘土          | GL-1.85m<br>GL-3.00m | GL-2.94m | 85.6      | 55.0      | 60.5  | シルト混じり<br>礫質砂 | GL-2.60m<br>GL-2.90m | GL-2.85m | 31.4      | 14.8      | 25.5  | 礫混じり<br>粘土質シルト | GL-2.50m<br>GL-3.40m |          | 69.4      | 38.4      | 75.1  |
| 礫混じり<br>シルト質細砂 | GL-3.00m<br>GL-3.50m |          | 42.7      | 16.1      | 26.7  | 砂礫            | GL-2.90m<br>GL-3.65m |          | 7.6       | 1.7       | —     | 砂礫             | GL-3.40m<br>GL-4.30m |          | 42.1      | 14.8      | 37.7  |
| 砂礫             | GL-3.50m<br>GL-3.61m |          | 6.7       | 2.7       | —     | 液状化判定が必要な土層   |                      |          |           |           |       |                |                      |          |           |           |       |

## $F_L$ 法による液状化判定

| 土層  |    | 深度         | N値 | 湿潤重量                          | 水中重量                           | 細粒分含有率     | 鉛直全応力                           | 鉛直有効応力                           | N値換算係数 | 換算N値  | N値増分         | 補正N値  | 液状化抵抗比                   | 地震時せん断応力比            | 判定    |
|-----|----|------------|----|-------------------------------|--------------------------------|------------|---------------------------------|----------------------------------|--------|-------|--------------|-------|--------------------------|----------------------|-------|
|     |    |            |    | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\gamma'$<br>kN/m <sup>3</sup> | $F_c$<br>% | $\sigma_z$<br>kN/m <sup>2</sup> | $\sigma'_z$<br>kN/m <sup>2</sup> | $C_N$  | $N_1$ | $\Delta N_f$ | $N_a$ | $R = \tau_L / \sigma'_z$ | $\tau_d / \sigma'_z$ | $F_L$ |
| A地点 | 砂礫 | GL- 3.50 m | 16 | 20.6                          | 10.6                           | 6.7%       | 49.8                            | 44.2                             | 1.50   | 24    | 2            | 26    | 0.42                     | 0.25                 | 1.7   |
|     |    | GL- 3.61 m |    |                               |                                |            |                                 |                                  |        |       |              |       |                          |                      |       |
| B地点 | 砂礫 | GL- 2.90 m | 16 | 22.0                          | 12.0                           | 7.6%       | 40.0                            | 39.5                             | 1.59   | 25    | 3            | 28    | 0.60                     | 0.23                 | 2.7   |
|     |    | GL- 3.65 m |    |                               |                                |            |                                 |                                  |        |       |              |       |                          |                      |       |

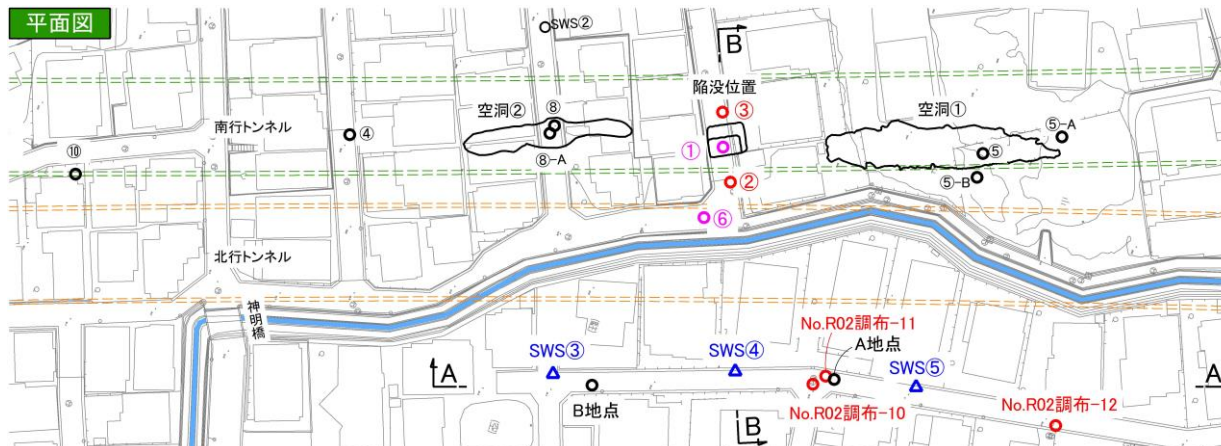
※当該層では標準貫入試験を実施していないため、B地点の砂礫層のN値を適用

**<参考>**

表層地盤下層の武蔵野礫層(Mg層)の落ち込みは確認されていません  
長期的な地下水の変動や下水道の損傷等がありましたが、地盤が軟弱になる可能性について判断するに至りませんでした

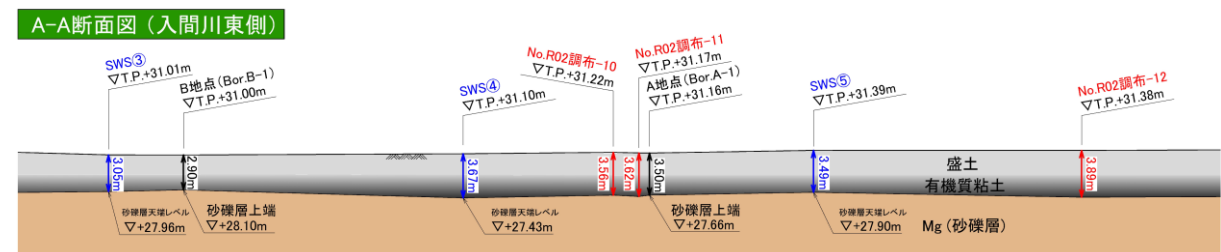
# 武蔵野礫層の確認

○入間川東側では、武蔵野礫層(Mg層)の天端レベルがGL-2.90(TP+28.10m)～GL-3.89m(TP+27.49m)であり、武蔵野礫層の落ち込みは、確認されていません。



- 凡例**
- A地点, B地点 : 浅層ボーリング(今回調査)
  - ①, ⑥ : 深層ボーリング
  - ②, ③ : 浅層ボーリング
  - SWS③～⑤ : スクリューウェイト貫入試験
  - No.R02調布10～12 : Mg層天端レベル探針調査※

※路面下空洞調査(2021年1月実施)で実施した探針調査



## スクリューウェイト貫入試験 (2020年12月実施)

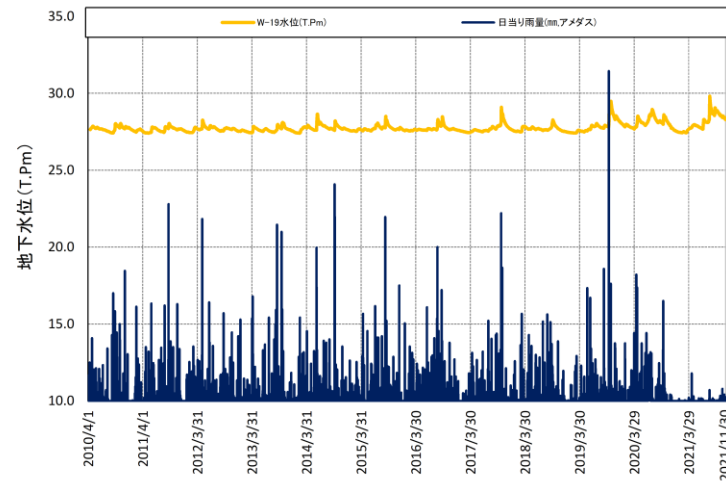
| SWS③        |        | SWS④        |         | SWS⑤        |         |
|-------------|--------|-------------|---------|-------------|---------|
| 貫入深度<br>(m) | 換算N値   | 貫入深度<br>(m) | 換算N値    | 貫入深度<br>(m) | 換算N値    |
| 1.50        | 1.5    | 1.25        | 3.0     | 1.25        | 3.0     |
| 1.75        | 1.5    | 1.50        | 3.0     | 1.50        | 3.0     |
| 2.00        | 1.5    | 1.75        | 3.0     | 1.75        | 3.0     |
| 2.25        | 3.0    | 2.00        | ※20.0   | 2.00        | 3.0     |
| 2.50        | 3.0    | 2.25        | 3.0     | 2.25        | 3.0     |
| 2.75        | 3.0    | 2.50        | 3.0     | 2.50        | 3.1     |
| 3.00        | 3.6    | 2.75        | 3.0     | 2.75        | 4.5     |
| 3.05        | ※※ 103 | 3.00        | 3.0     | 3.00        | 3.6     |
|             |        | 3.25        | 3.6     | 3.25        | 9.0     |
|             |        | 3.50        | 6.8     | 3.49        | ※※ 34.3 |
|             |        | 3.67        | ※※ 17.7 |             |         |

※ 礫混じりの埋土のため、礫との接触により、換算N値が大きくなっていると考えられます。  
 ※※ 砂礫層天端レベルにあたり貫入不可となりました。

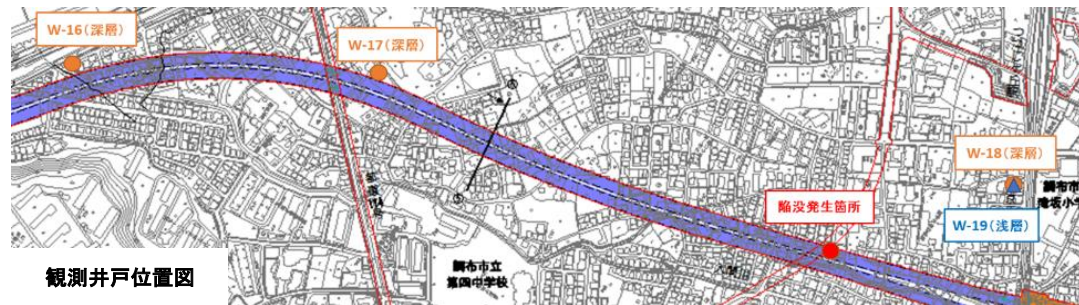
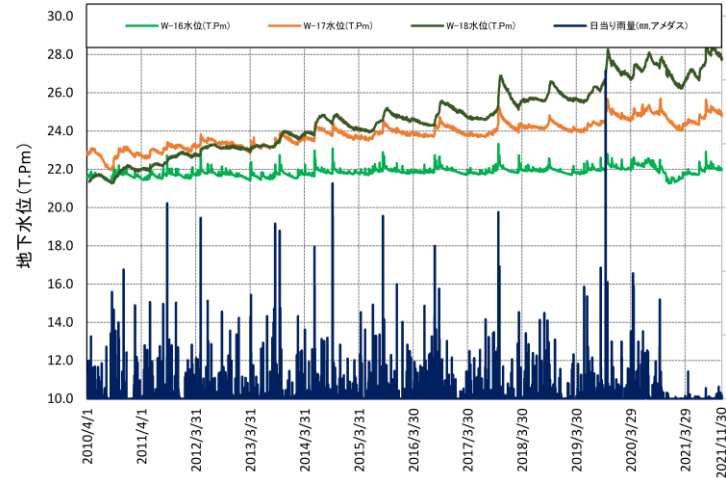
# 地下水位の変動調査

- これまで、令和2年台風14号に伴う大雨時に、W-19(浅層)は約50cmの水位変動が確認されます。
- この6年間でW-19(浅層)の水位は、降雨の影響等により最大約2mの水位差が確認されます。

地下水位観測点の水位(浅層・過去11年)

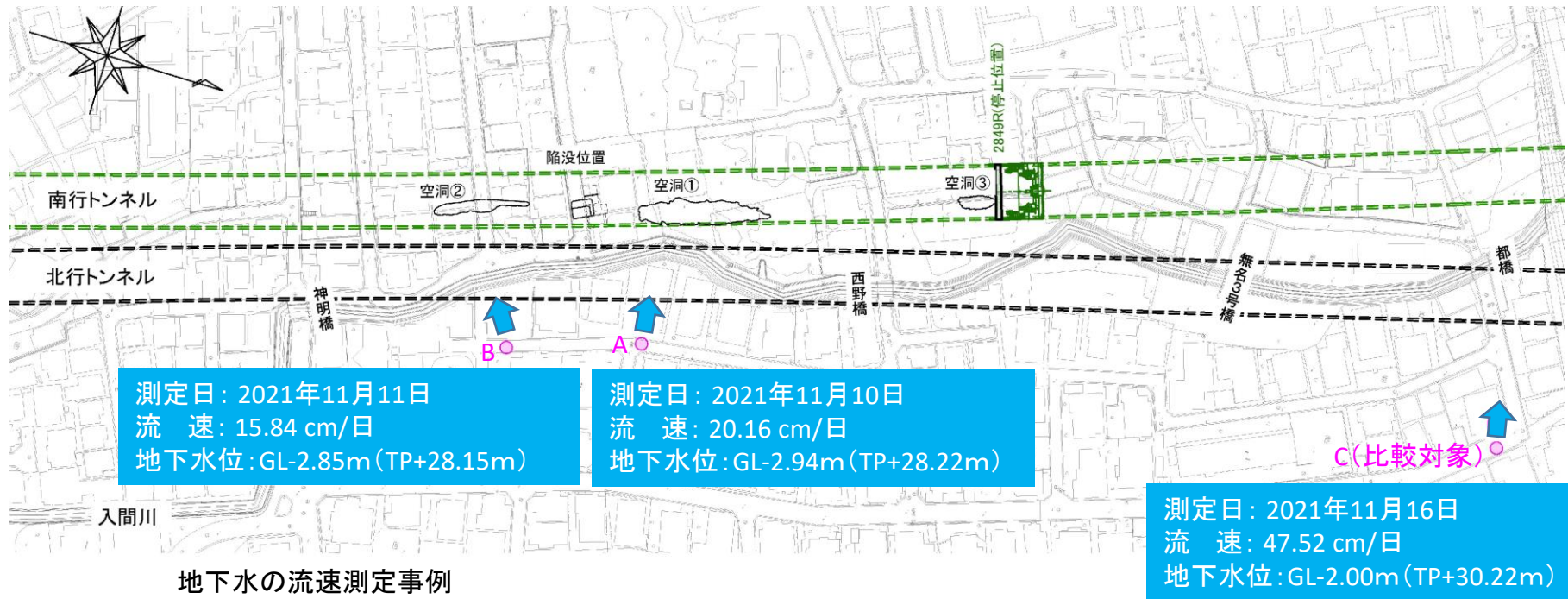


地下水位観測点の水位(深層・過去11年)



# 地下水の流向・流速調査

- 今回の測定では、流向は入間川方向に向かって流れていることが、確認されました。
- また、流速は測定箇所によって差が見られますが、沖積低地の砂礫における過去の測定事例よりも、やや遅い値を示しました。



地下水の流速測定事例

| 地形<br>地層 | 河床付近<br>(cm/d) | 沖積低地<br>(cm/d) | 洪積台地<br>(cm/d) |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| 細砂       | —              | 2~10           | 1~5            |
| 中砂       | —              | 10~50          | 5~10           |
| 粗砂       | 50~100         | 30~70          | 7~20           |
| 砂礫       | 100~400        | 50~100         | 10~50          |

※出典: 全国地質調査業協会連合会 地質と調査 1990年第3号 p26

# 入間川護岸調査

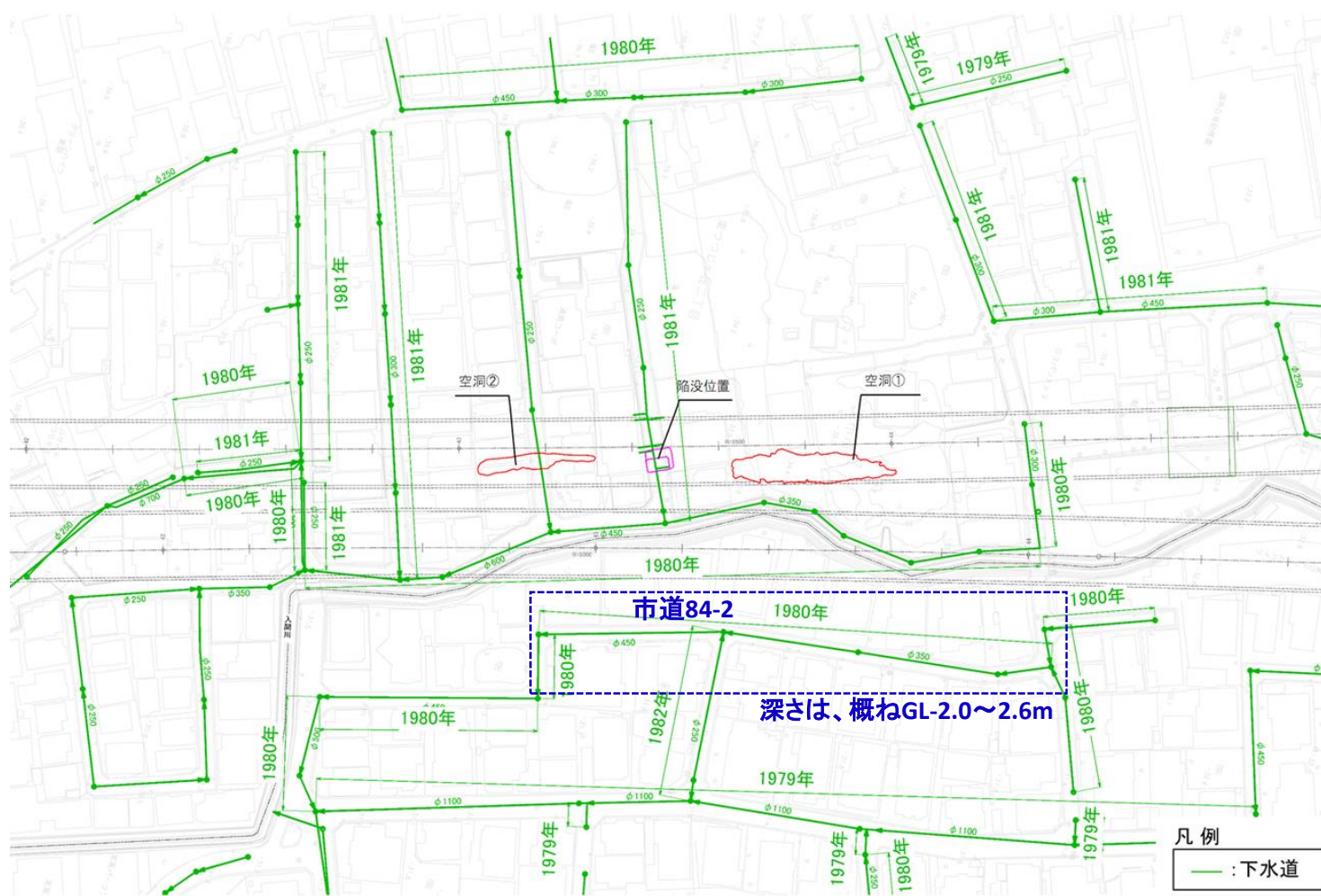
- 入間川護岸をレーダー探査した結果、西野橋上流の護岸背面に局所的な異常信号が確認されましたが、その他の範囲では異常信号は確認されませんでした。
- また、点検ハンマーによる打音調査で異音は確認されず、目視点検でも、施工目地や亀裂、排水パイプ等から土砂流出の形跡は確認されませんでした。
- 調査範囲全面において護岸(ブロック・コンクリート)自体の異常はなく、今回は入間川への土砂流出は確認されませんでした。



# 埋設物の状況確認

## 下水道管施工時期

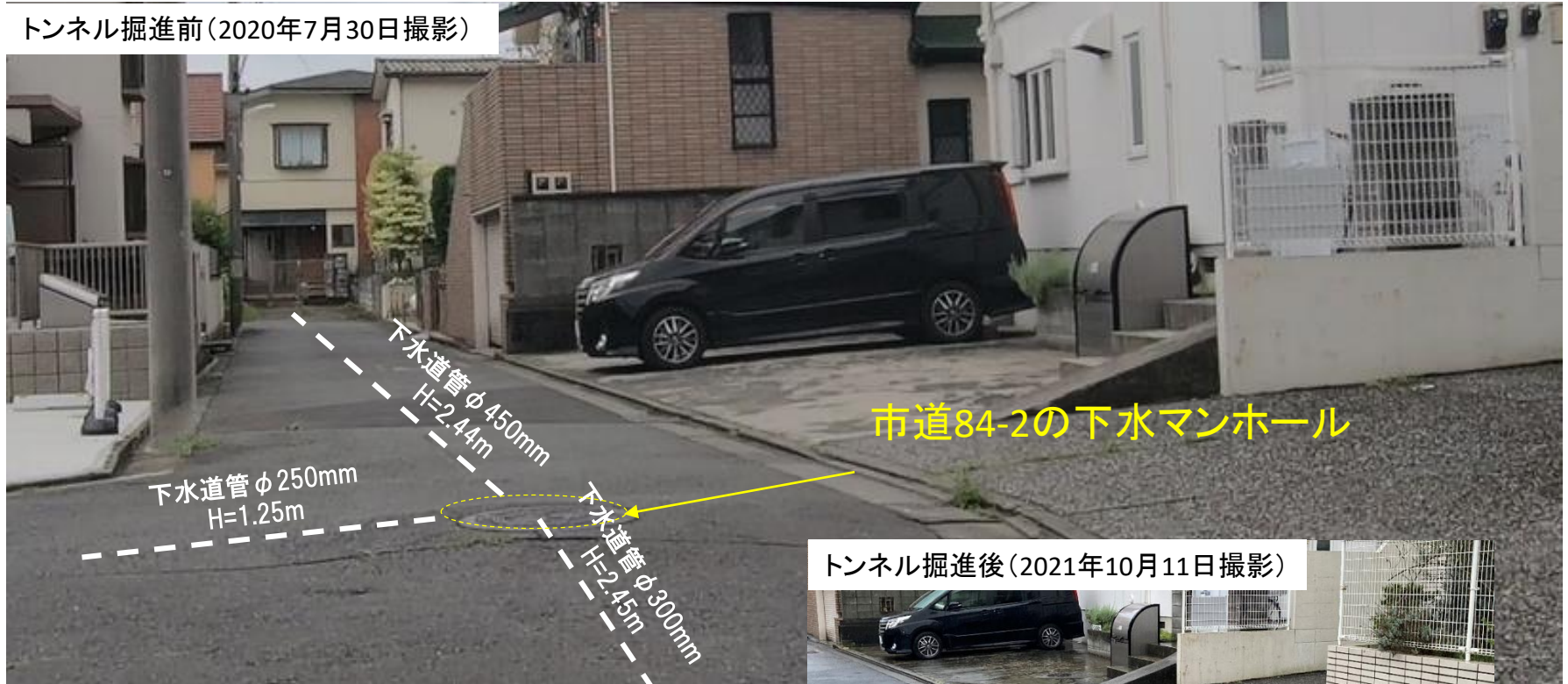
- 対象地域周辺の下水道は1980年代に施工されており、施工されてから約40年経過しています。
- 2021年11月に、市道84-2周辺の下水道の状況について、調布市に問い合わせた結果、経年劣化による腐食やクラック等が確認されました。なお、調布市より下水道の使用に影響はないとの見解をいただいております。



## 市道84-2付近の状況

- トンネル掘進前の2020年7月に事業者が撮影した映像を確認すると、市道84-2の下水マンホール周辺道路は全体的に沈下していました。
- 2021年1月29日～2月1日に行った下水道管補修工事で、マンホール周辺の舗装は補修されています。

トンネル掘進前(2020年7月30日撮影)



トンネル掘進後(2021年10月11日撮影)



## 追加調査結果のまとめ

- 調査対象地域(入間川東側エリア)の表層地盤において、既往の研究結果及び現場での調査結果等から、トンネル掘進に伴う振動によって地盤を弱めたという事実は、確認されませんでした。
  - トンネル掘進に伴う振動は、加速度が最大でも震度0相当(約4.5gal)と十分小さく、この振動により土粒子が移動することは、通常考えられません。
  - 既往の研究結果では、緩く埋め立てられた地盤や造成盛土等において、土粒子が移動するような地震動等が作用した場合には、「土の揺すり込み現象」による締固めにより密度が増加するとされています。
  - 標準貫入試験や不攪乱試料のX線によるコア内部の観察等の結果、特異な空隙や空洞は確認されず、トンネル掘進の影響がない箇所の調査結果と比較しても地盤強度の違いは見られませんでした。
  - 液状化判定を行った結果、液状化が発生する可能性はないものと判定されました。
- 一般的に、地盤に特異な空隙や空洞が生じる原因は、土粒子の流出等が考えられますが、今回は、その事象を確認するに至りませんでした。
  - 調査対象地域での武蔵野礫層天端の落ち込みは確認されておらず、既往の調査においても、土砂取り込み過ぎによる地盤の緩みはトンネル直上以外で確認されていません。
  - 長期的な地下水位の変動、下水道の損傷等がありましたが、今回は、土粒子の流出の有無について、確認されませんでした。
- 調査対象地域の表層地盤は、その周辺地域と比較しても地盤強度に違いは見られず、室内での詳細な強度試験の結果、N値が低い層を含め、一般住宅の基礎構造として、べた基礎や布基礎を適用できる基準を上回る強度(長期許容応力度)を有することが確認されました。