

# 第3回 札幌市清田区里塚地区市街地復旧技術検討会議

日 時 平成30年12月11日（火）9：30～  
場 所 わくわくホリデーホール 第一会議室

## 1. 開会

## 2. 第2回技術検討会議の議事の確認

## 3. 検討結果

- 1) 対策範囲（対策地震動）
- 2) 地盤改良等の対策工の検討
  - a.) 流動化防止対策
  - b.) 施工方法の検討
- 3) 地下水処理対策の検討
- 4) 概略工期

## 4. 住民合意形成

## 5. その他

## 6. 閉会

## 2. 第2回目の議事の確認

- 1) 議事概要版（別紙1）
  
- 2) 指摘事項などへの対応
  - ① 1次選定結果（別紙2）
  - ② 薬液注入工法の適用性について
  - ③ 水平ボーリング(地すべり対策) の効果検証
  - ④ 流出箇所における対策
  - ⑤ 地下水の流量調査について
  - ⑥ 空洞化が原因であるという指摘について

## 2. 第2回目の議事の確認

### 2) 指摘事項などへの対応

#### ① 1次選定結果

公益社団法人地盤工学会

地盤工学・実務シリーズ18, 液状化対策工法

により一次選定(別紙)

## 2. 第2回目の議事の確認

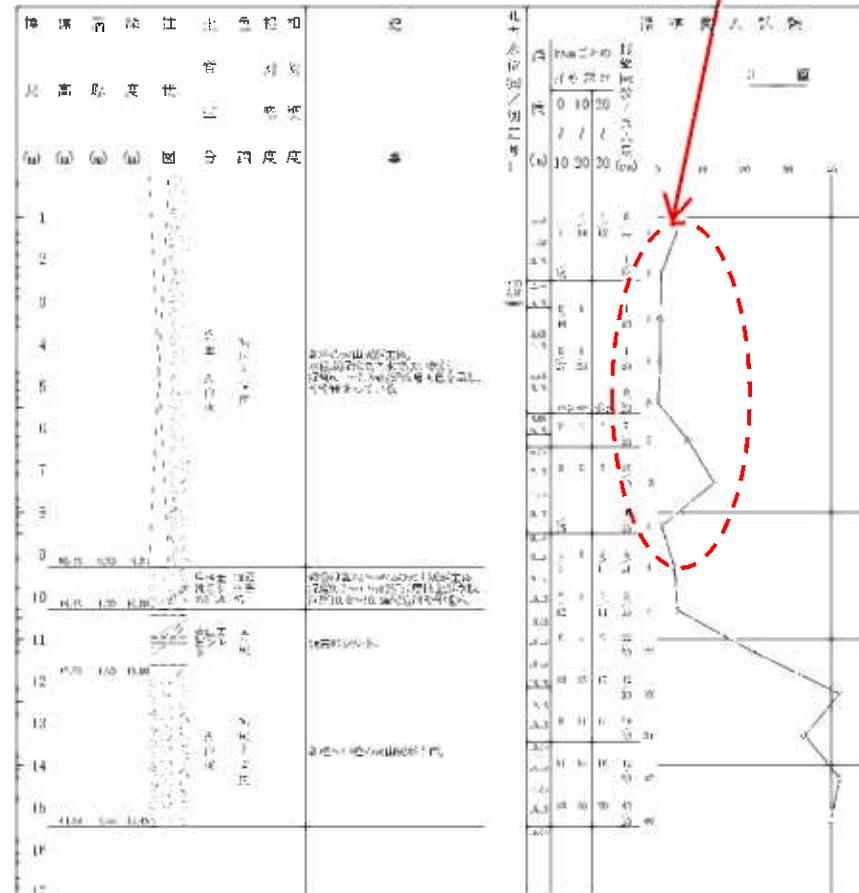
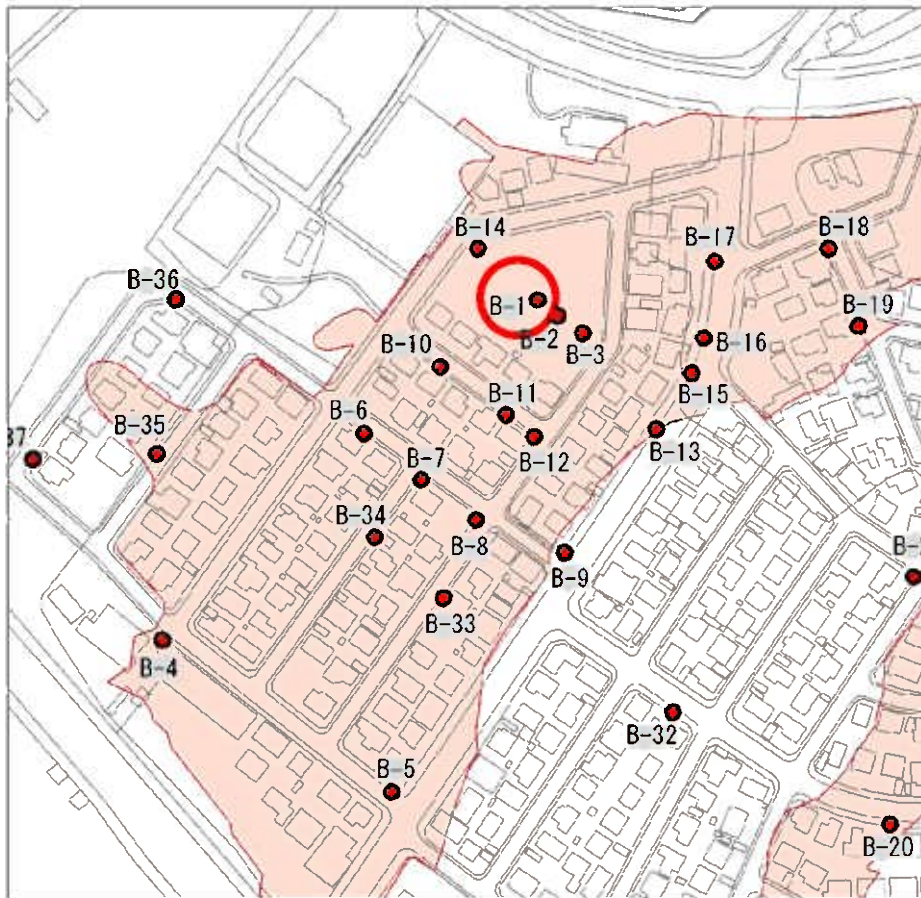
### 2) 指摘事項等への対応

#### ②薬液注入工法の適用性について

##### ◆室内試験を実施中

(1月末終了予定、後日報告)

##### ◆新千歳空港の工事 (H21) における試料と比較を行った。**火山灰質砂**

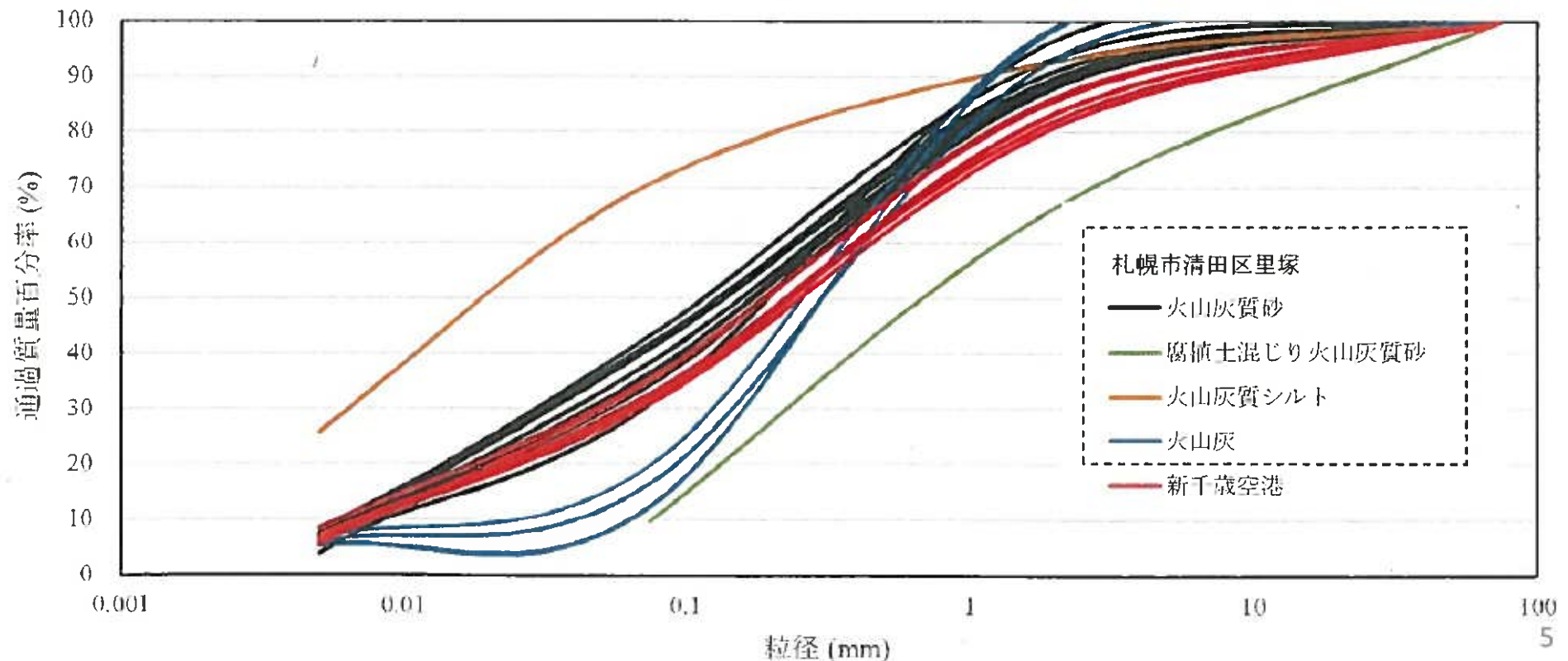


## 2. 第2回目の議事の確認

### 2) 指摘事項等への対応

#### ②薬液注入工法の適用性について

- ◆主な改良対象範囲となる「一」火山灰質砂の粒度分布は「一」新千歳空港のものと類似しており、適用可能性は高いと判断
- ◆現地の試料により、透水性や発現強度について、室内試験により確認中
- ◆室内試験結果に基づき、現地（ポプラ公園）での試験施工を予定



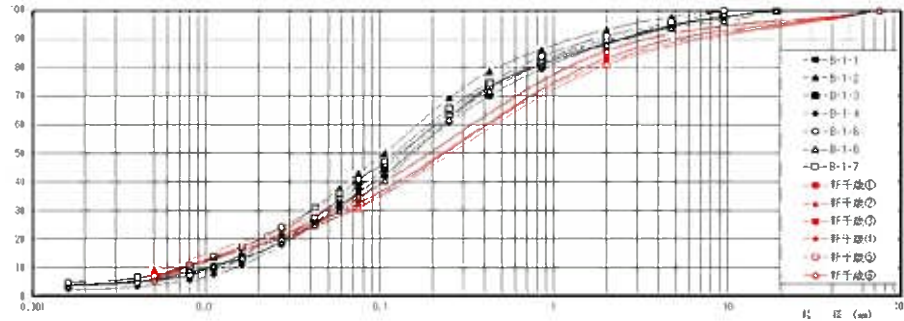


## 2. 第2回目の議事の確認

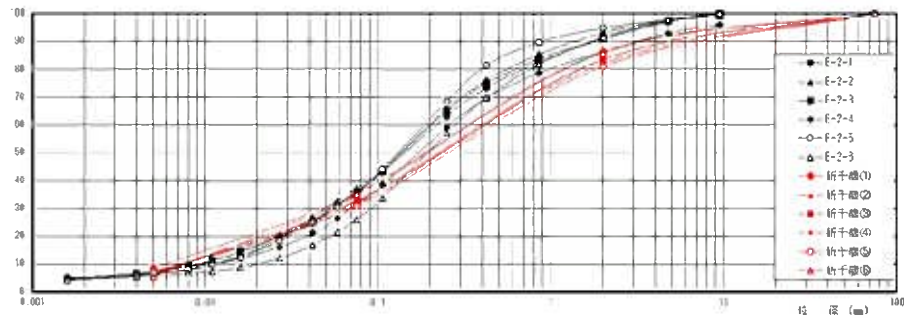
### 2) 指摘事項等への対応

#### ②薬液注入工法の適用性について

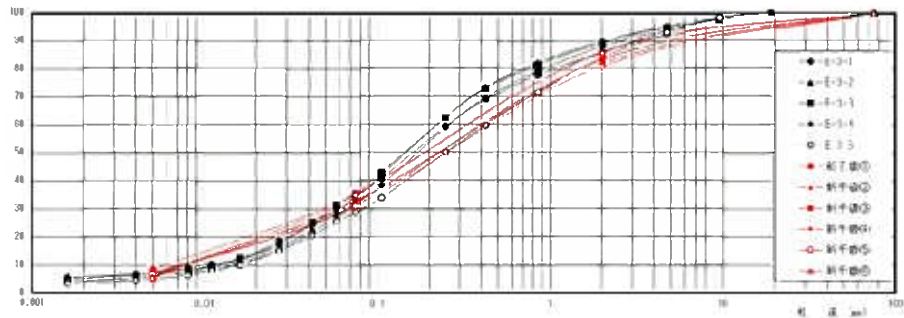
B-1



B-2

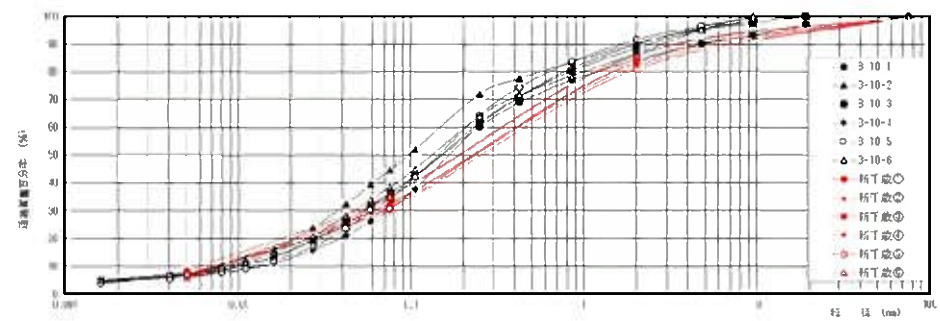


B-3

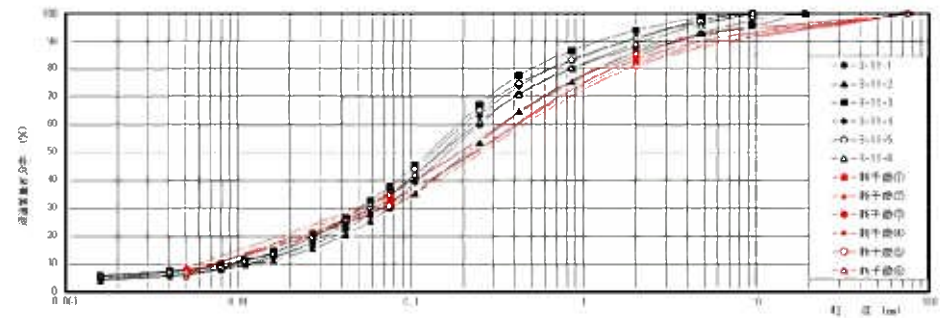


— 里塚地区 — 新千歳空港

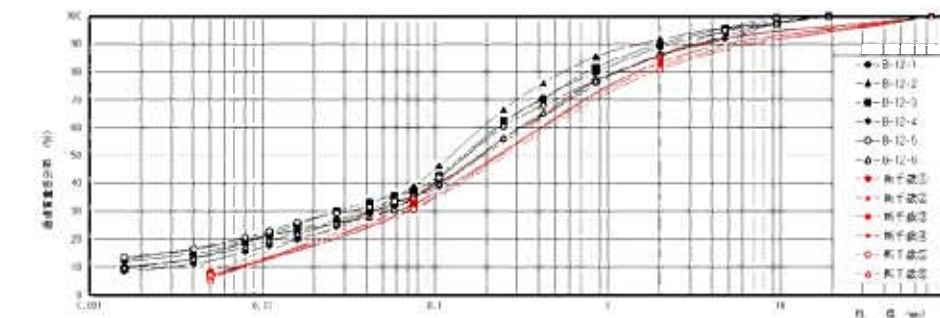
B-10



B-11



B-12



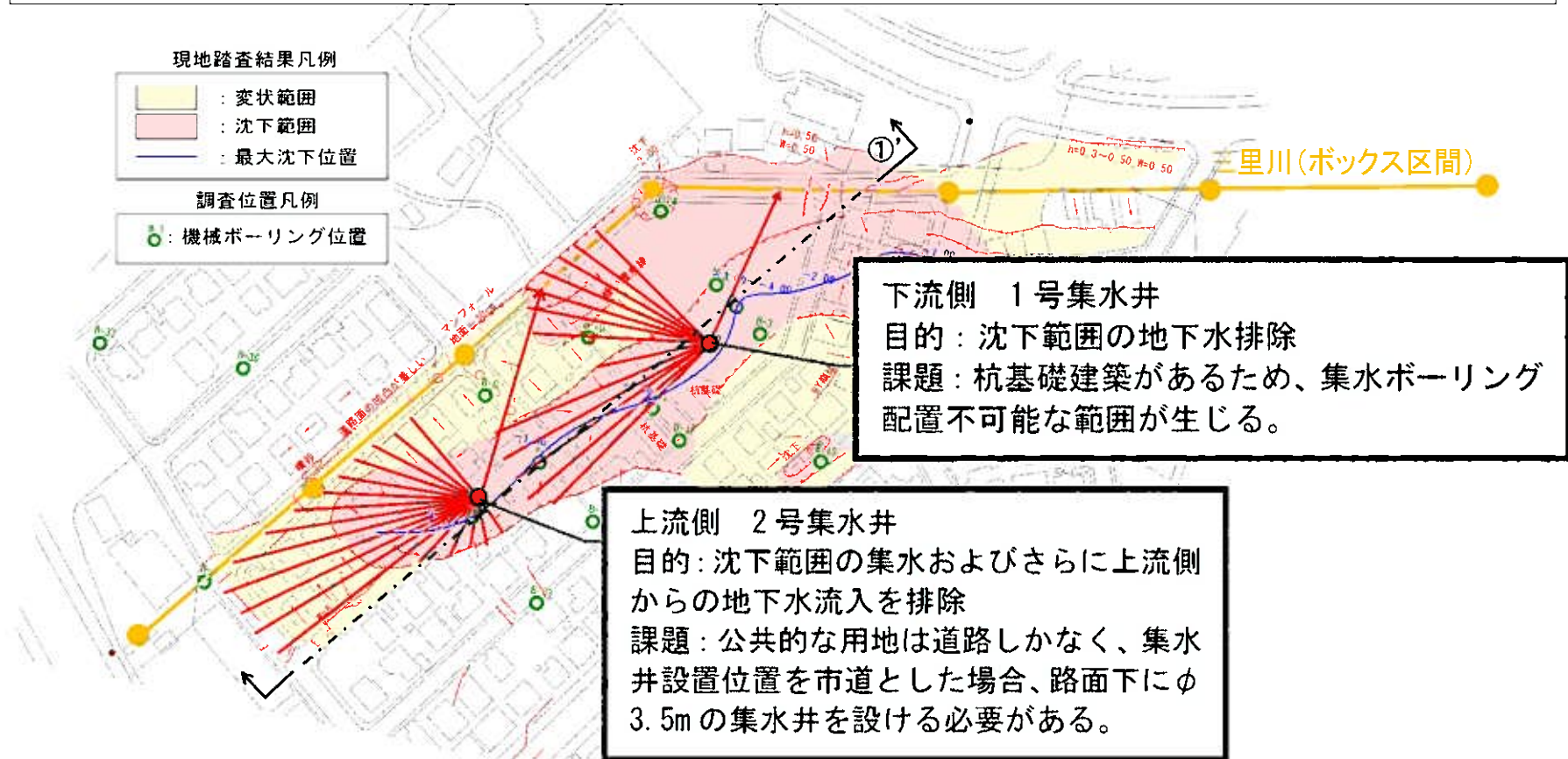
## 2. 第2回目の議事の確認

### 2) 指摘事項等への対応

#### ③水平ボーリング(地すべり対策) の効果検証

##### 課題

- ・杭基礎建築があるため、集水ボーリング配置不可能な範囲が生じる。
- ・宅地直下に集水ボーリングが配置されることから、家屋の基礎工事が不可能となる。



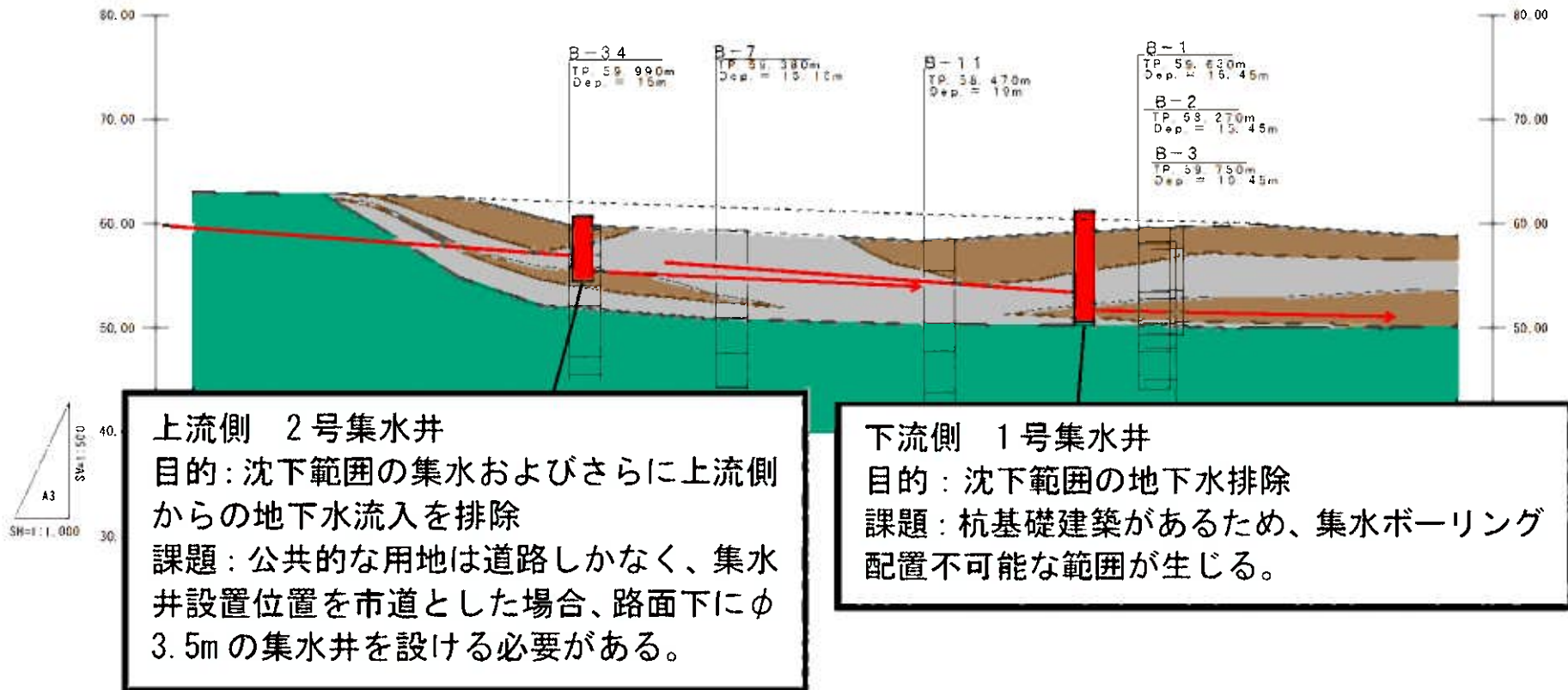
地下水排除工（集水井+集水ボーリング）計画平面図

## 2. 第2回目の議事の確認

### 2) 指摘事項等への対応

#### ③水平ボーリング(地すべり対策) の効果検証

### 地下水排除工（集水井＋集水ボーリング）計画断面図 ① - ①'



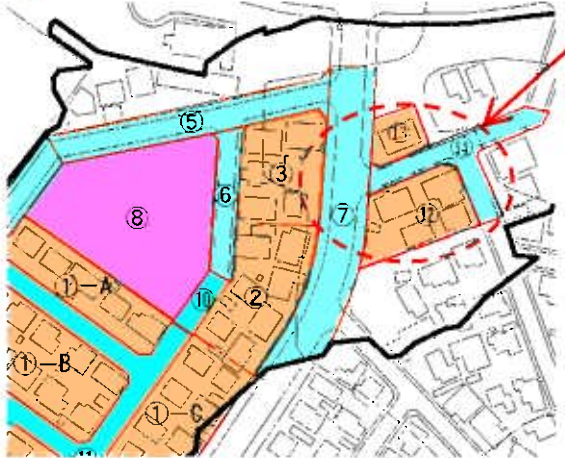
集水ボーリングの配置により、宅地基礎工事（杭基礎）に影響が生じるとともに、当該工法の適用に当たっては、解析とともに実証実験などが必要である



## 2. 第2回目の議事の確認

### 2) 指摘事項等への対応

#### ④流出箇所における対策



地下水位対策も併せて実施

流出範囲の下流側において、以下の対策を講じる。

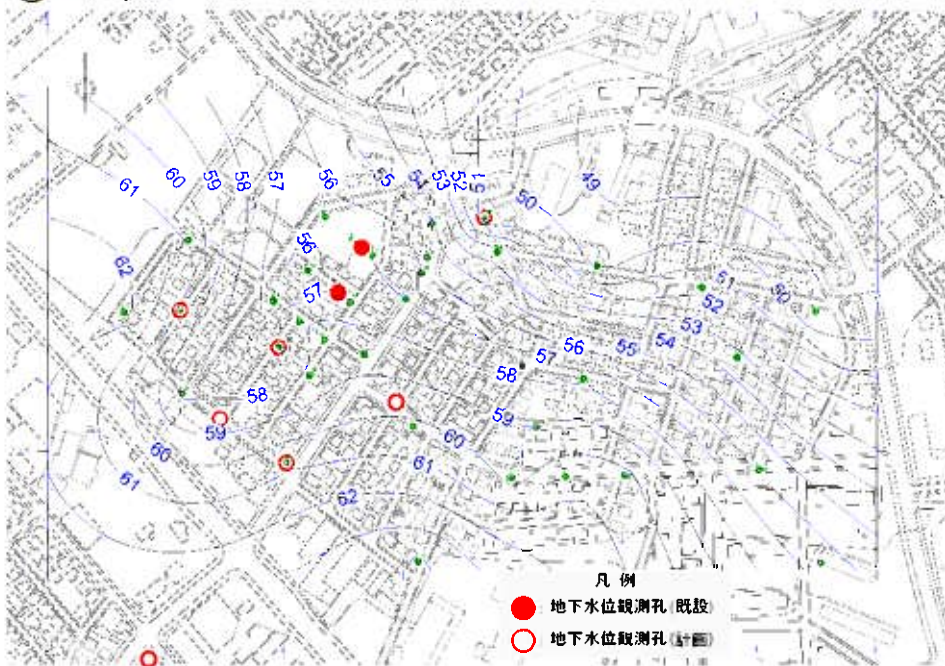
宅地部： 薬液注入工法

公園部： 置き換え工法（一部） + 集水井

道路部： 深層混合処理工法

(深層混合処理の改良体のせん断耐力を確認する)

#### ⑤地下水の流量調査について



対策範囲およびその周辺において、  
新たな地下水位観測孔の設置を予定

## 2. 第2回目の議事の確認

### 2) 指摘事項等への対応

#### ⑤空洞化が原因であるという指摘について

##### 【これまでの調査での確認】

- ・三里川BOX暗渠躯体に破損箇所やそれに伴う土砂流入は無い
- ・三里川BOXに接続されている有孔管の出口に土砂痕跡は無い
- ・ボーリング箇所（N値：0）におけるコアの欠損は無い

⇒空洞化や暗渠による土砂の吸出し等は、これまでの調査では確認されていない。

しかしながら、これらの調査から空洞自体を**完全に否定出来ない**。

⇒対策工は空洞化に対しても有効なものとし、調査は今後も継続する。

##### 【今後の調査の予定】

#### ◆暗渠管のカメラ調査

12/11に実施 後日報告

#### ◆三里川BOXの打音調査（予定）

後日、実施予定



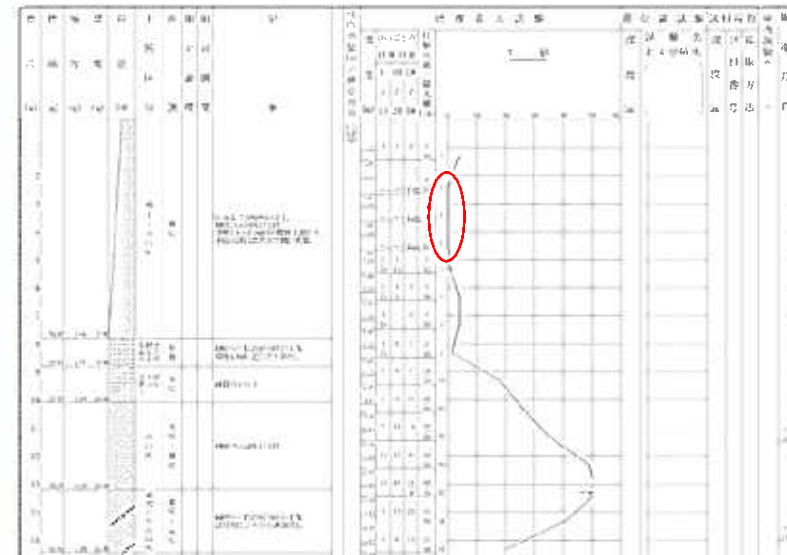
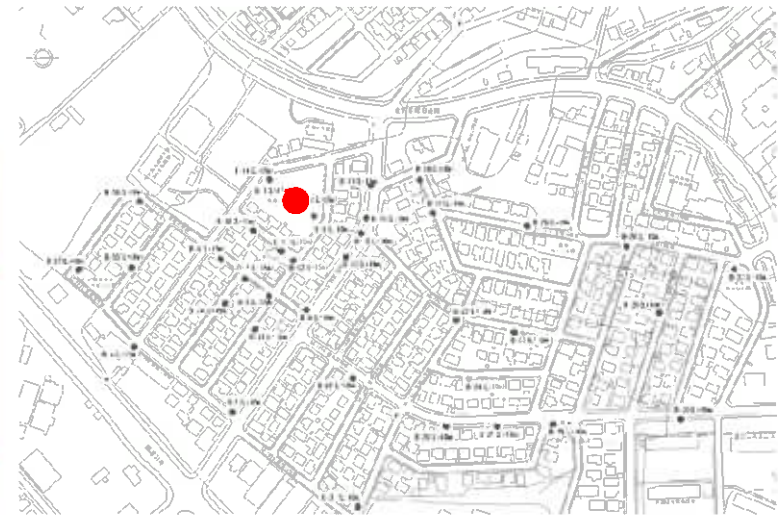
## 2. 第2回目の議事の確認

### 2) 指摘事項等への対応

#### ⑤空洞化が原因であるという指摘について

◆ボーリング調査においてN値0の土層では、コアの欠損は確認されていない。

B-2 N値0 (2m~5m)

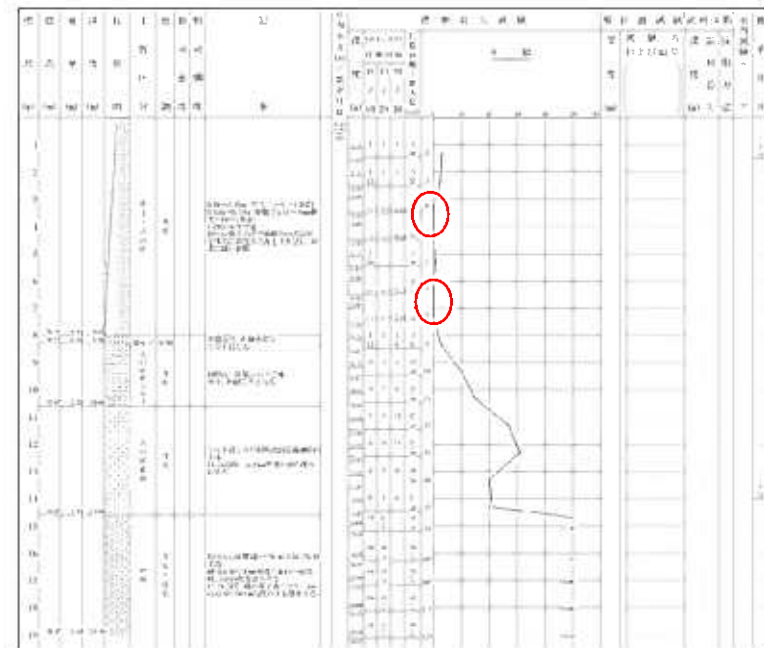
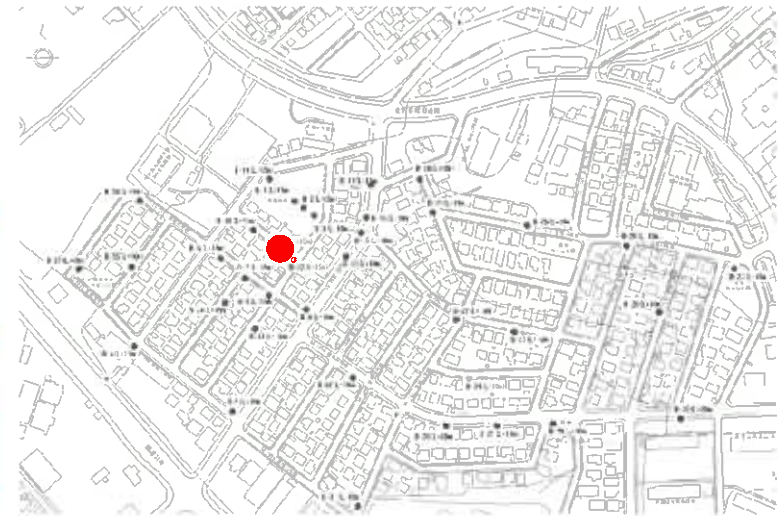




## 2. 第2回目の議事の確認

### 2) 指摘事項等への対応

B-11 N値0 (3m~5m, 6~8m)

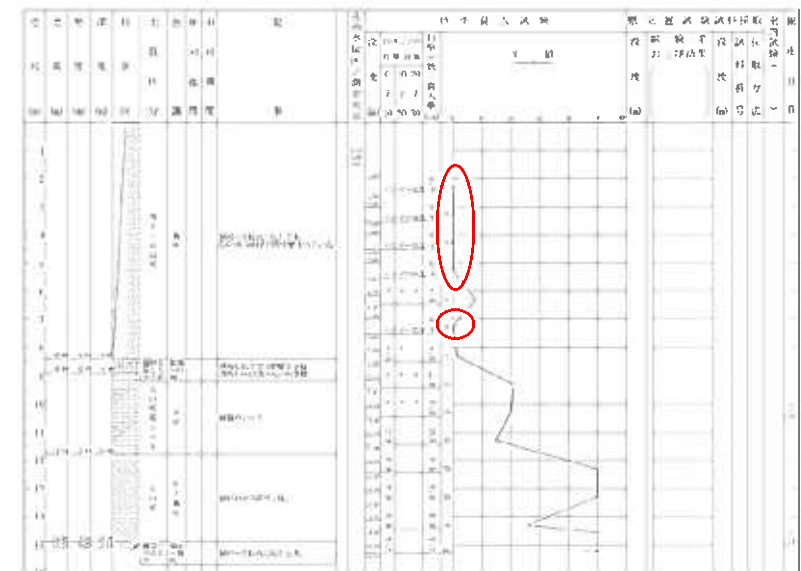
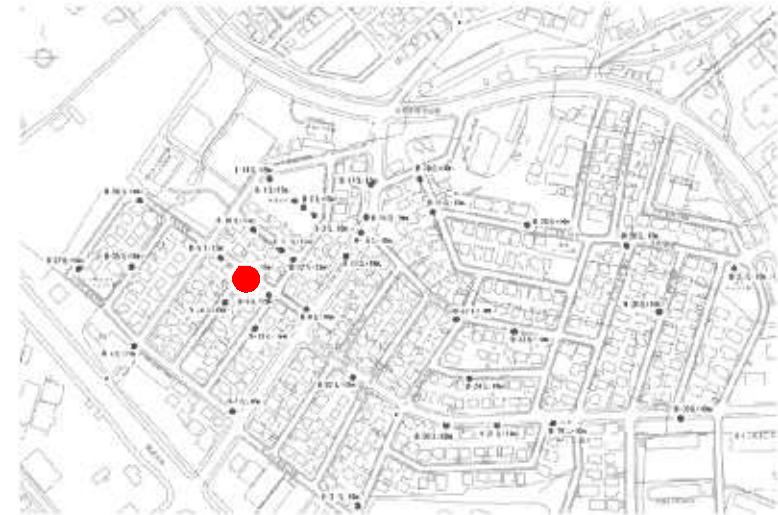




## 2. 第2回目の議事の確認

### 2) 指摘事項等への対応

B-7 N値0 (2m~6m,7~8m)

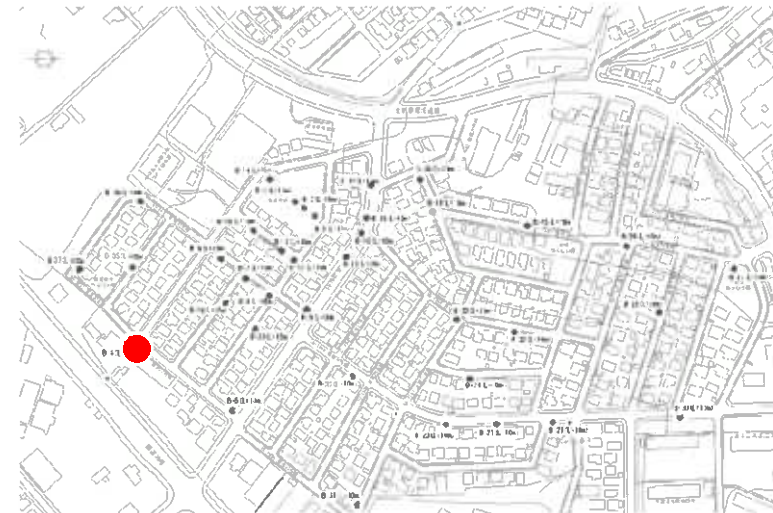




## 2. 第2回目の議事の確認

### 2) 指摘事項等への対応

B-4 N値0 (3m~7.5m)



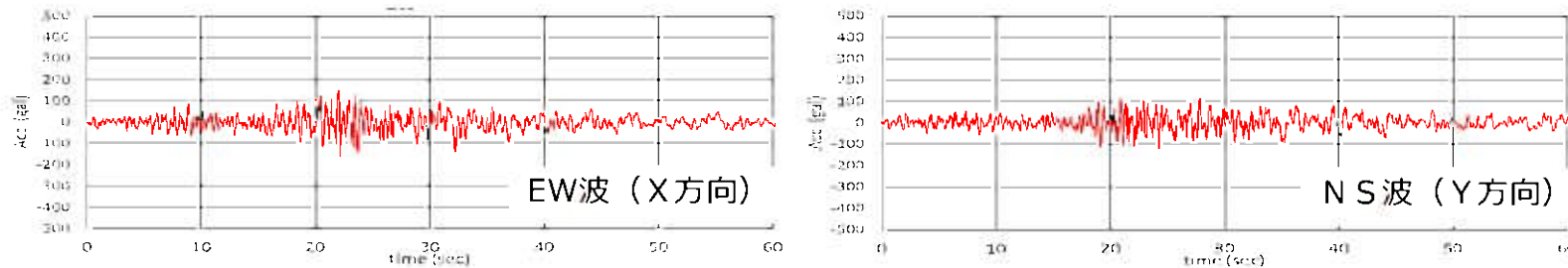
### 3. 検討結果

#### 1) 対策範囲（対策地震）の検討

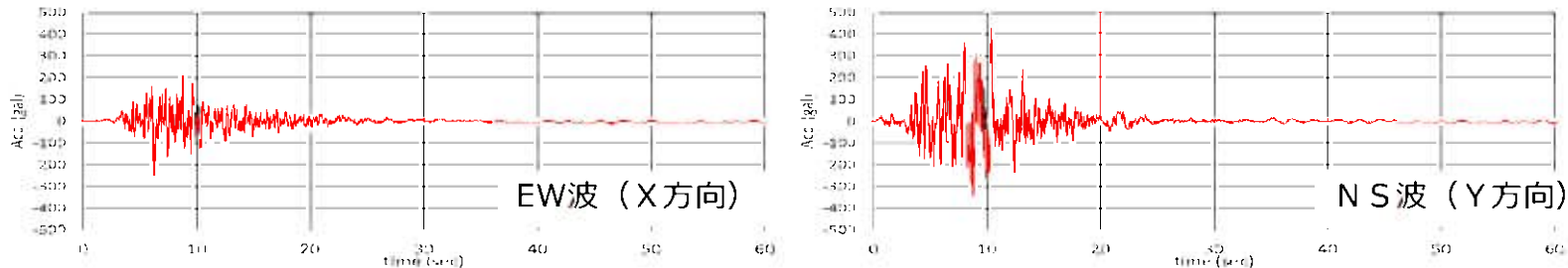
##### ◆想定地震動

対策範囲、対策工を検討する地震動は以下の3波を想定する

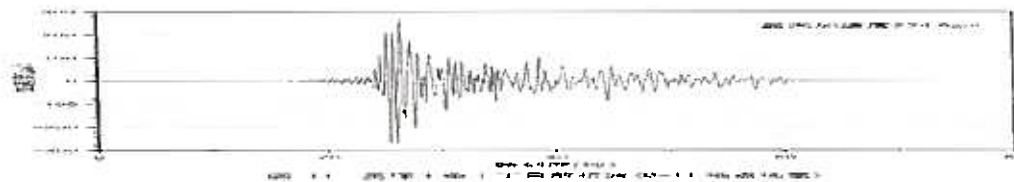
【地震波a】：東日本大震災 夢の島観測地震波（ $M = 9.0$ 、200gal）



【地震波b】：中央防災会議 東京湾北部地震想定波（ $M = 7.3$ 、350gal）



【実測地震波】：※里塚1条1丁目解析波（ $M = 6.7$ 、275gal）

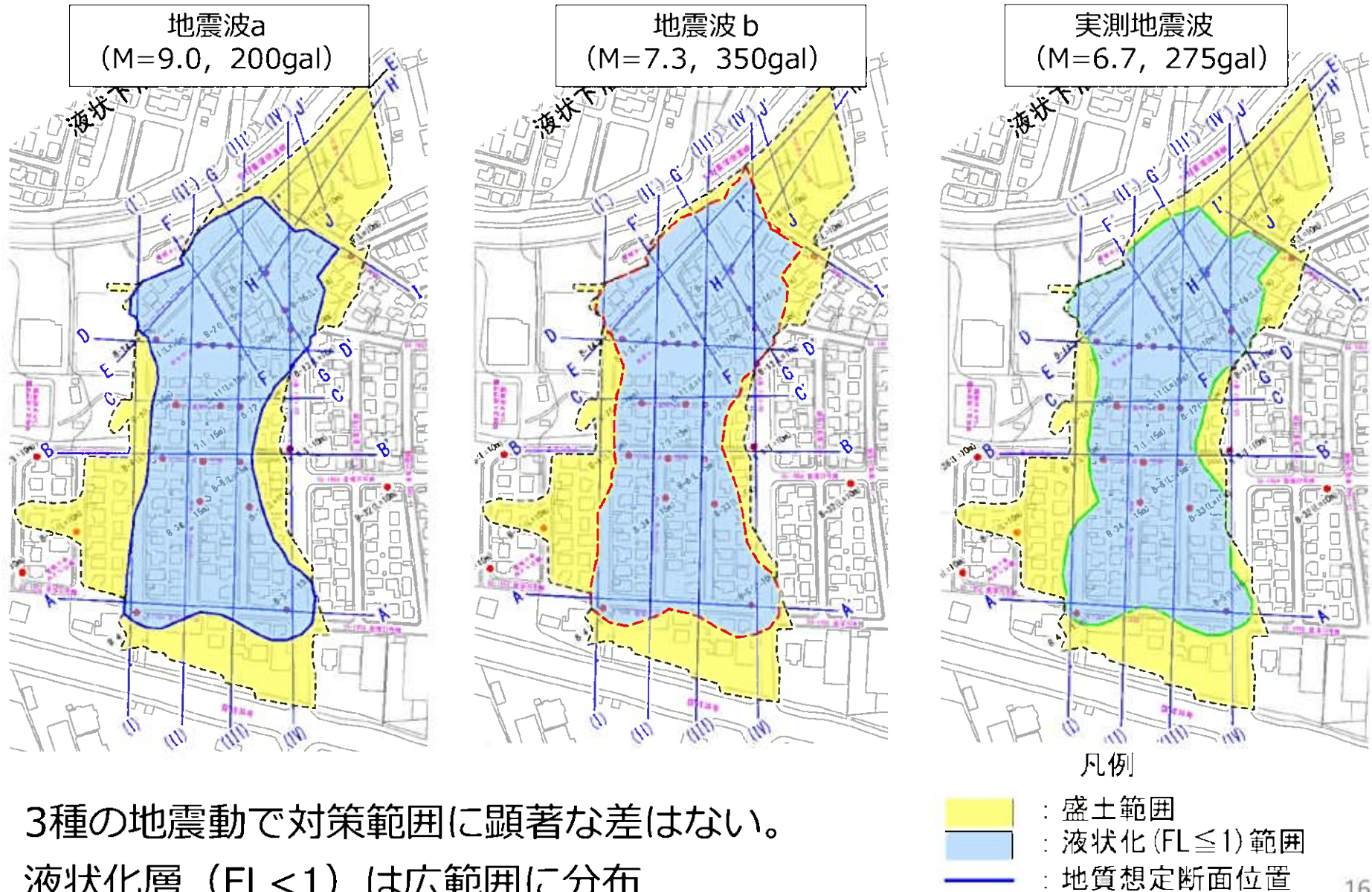


※清田消防署での観測地震波を里塚1条1丁目の地盤条件を考慮し変換



### 3. 検討結果

#### 1) 対策範囲（対策地震）の検討

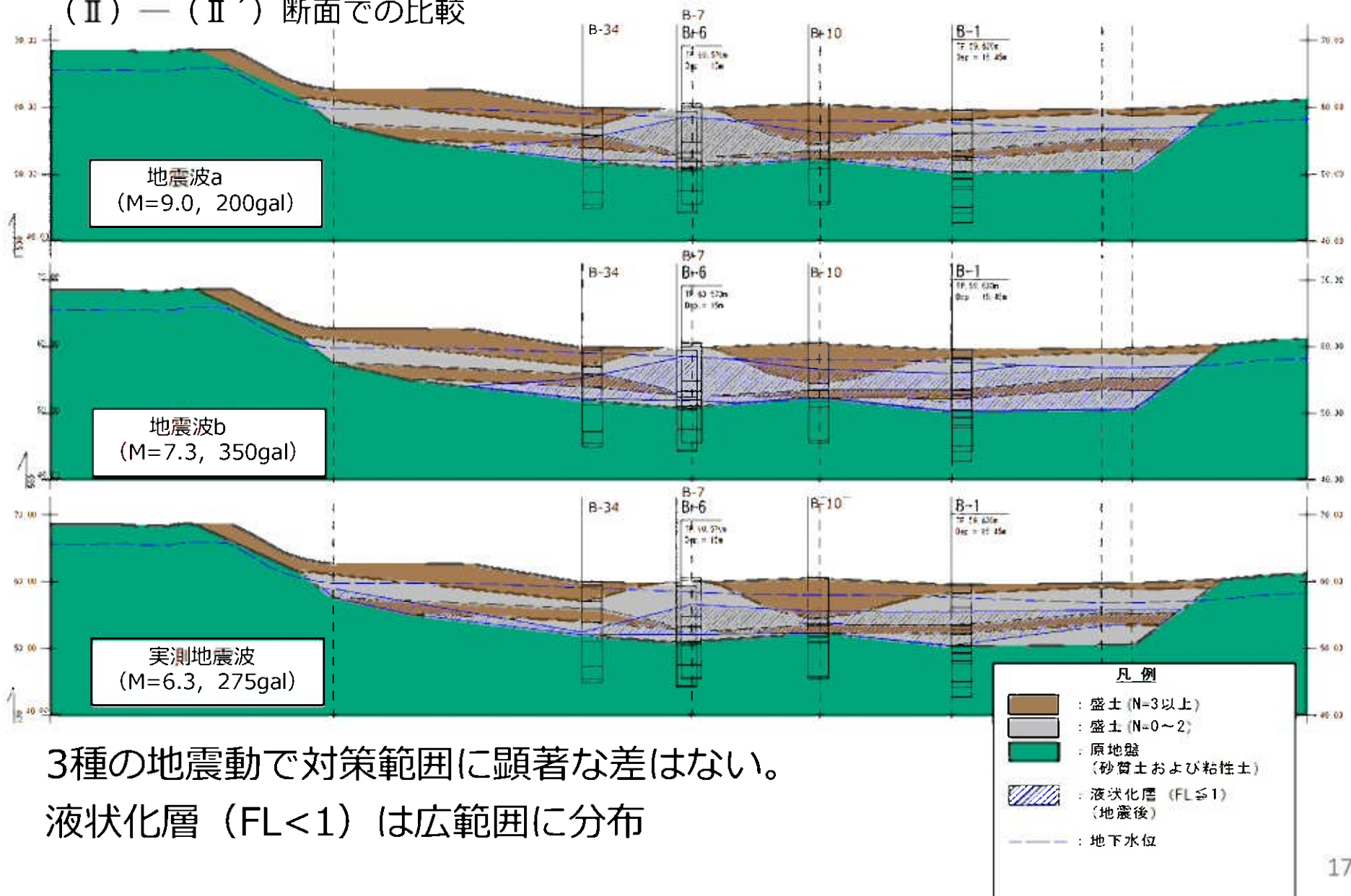


3種の地震動で対策範囲に顕著な差はない。  
液状化層 (FL $<$ 1) は広範囲に分布

### 3. 検討結果

#### 1) 対策範囲 (対策地震) の検討

(Ⅱ) — (Ⅱ') 断面での比較

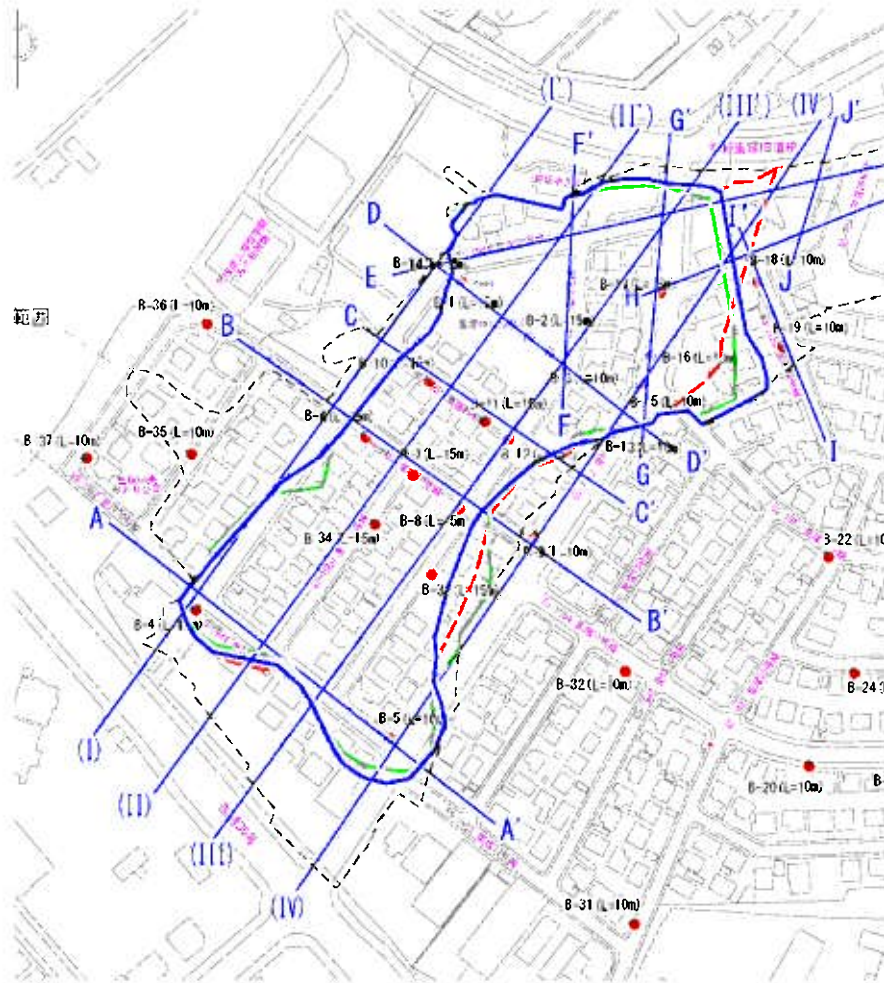


3種の地震動で対策範囲に顕著な差はない。  
液化化層 (FL < 1) は広範囲に分布



### 3. 検討結果

#### 1) 対策範囲（対策地震）の検討



3種の地震動の対策範囲の重ね図



施工性を考慮し、街区毎の施工範囲を基本とする。



### 3. 検討結果

#### 2) 地盤改良等の対策工の検討

##### a.) 流動化防止対策

**里塚地区における被害状況および発生メカニズムを踏まえ、  
「液状化に伴う大規模な流動化被害を防止」するためには**

【案1】盛土範囲に液状化層（液状化に対する安全率FL値が1未満の土層）が存在しないこと

⇒「液状化による被害発生の可能性がない」を目標として改良

【案2】盛土範囲に液状化層が存在しても、土砂の流動を防止出来ること

⇒脆弱な土層を改良し、残存する液状化層に対しては流動対策を講じる

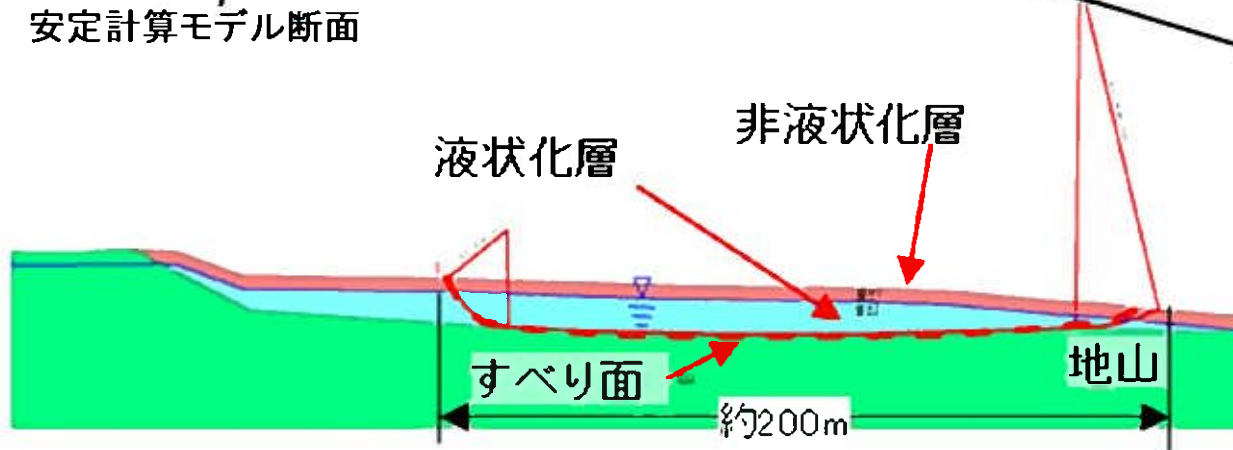
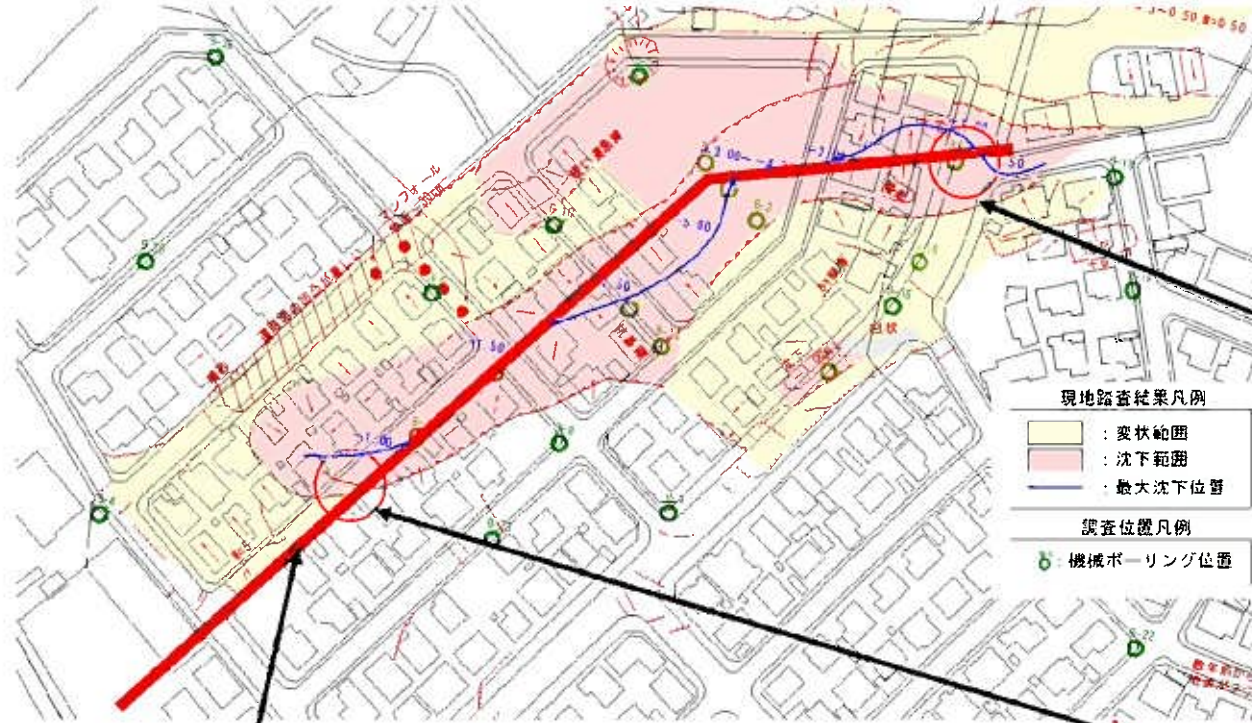
⇒**コスト縮減（案）**

### 3. 検討結果

#### a.) 流動化防止対策

#### 大規模盛土造成地滑動崩落防止事業 採択要件の**安定計算を実施**

- ・液状化による滑動崩落（流動化）の防止について、安定計算による対策効果の検証を実施。
- ・安定計算モデル断面は、最も滑動しやすい条件の、左図断面により計算を行った。



### 3. 検討結果

#### a.) 流動化防止対策

盛土範囲に液状化層（液状化に対する安全率FL値が1未満の土層）が存在しないこと

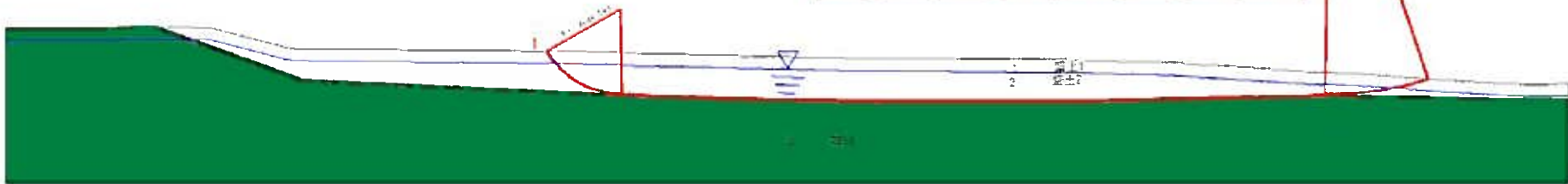
#### 【未改良】

地震時最小安全率

$F_s = 0.169$

モーメントの中心 X = 2000.00 (m)  
 Y = 600.00 (m)  
 抵抗モーメント M<sub>R</sub> = 818358.4 (kN・m)  
 起動モーメント M<sub>D</sub> = 4842886.0 (kN・m)

層番号	飽和重量 (kN/m <sup>3</sup> )	湿潤重量 (kN/m <sup>3</sup> )	水平震度	鉛直震度	粘着力 (kN/m <sup>2</sup> )	粘着力係数	内部摩擦角 (度)
1	16.00	16.00	0.225	0.000	10.00	0.00	24.00
2	16.00	16.00	0.225	0.000	5.00	0.00	0.00
3	17.00	17.00	0.225	0.000	10.00	0.00	30.00



#### 【改良後】（薬液注入）

地震時最小安全率

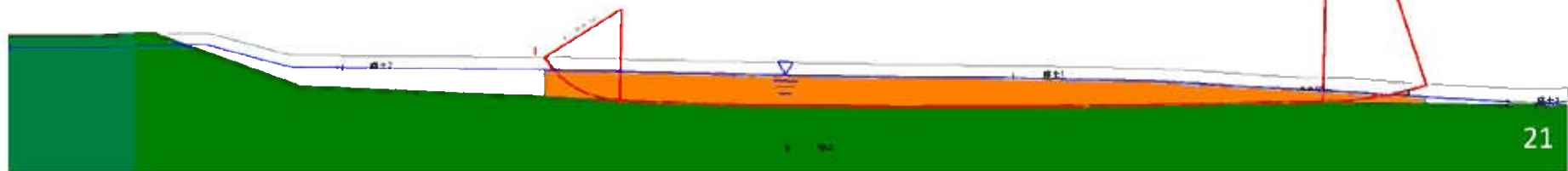
$F_s \geq 1.000$

を満足するためには

C(粘着力)  $\geq 38\text{kN/m}^2$

モーメントの中心 X = 2000.00 (m)  
 Y = 600.00 (m)  
 抵抗モーメント M<sub>R</sub> = 4889999.0 (kN・m)  
 起動モーメント M<sub>D</sub> = 4842886.0 (kN・m)

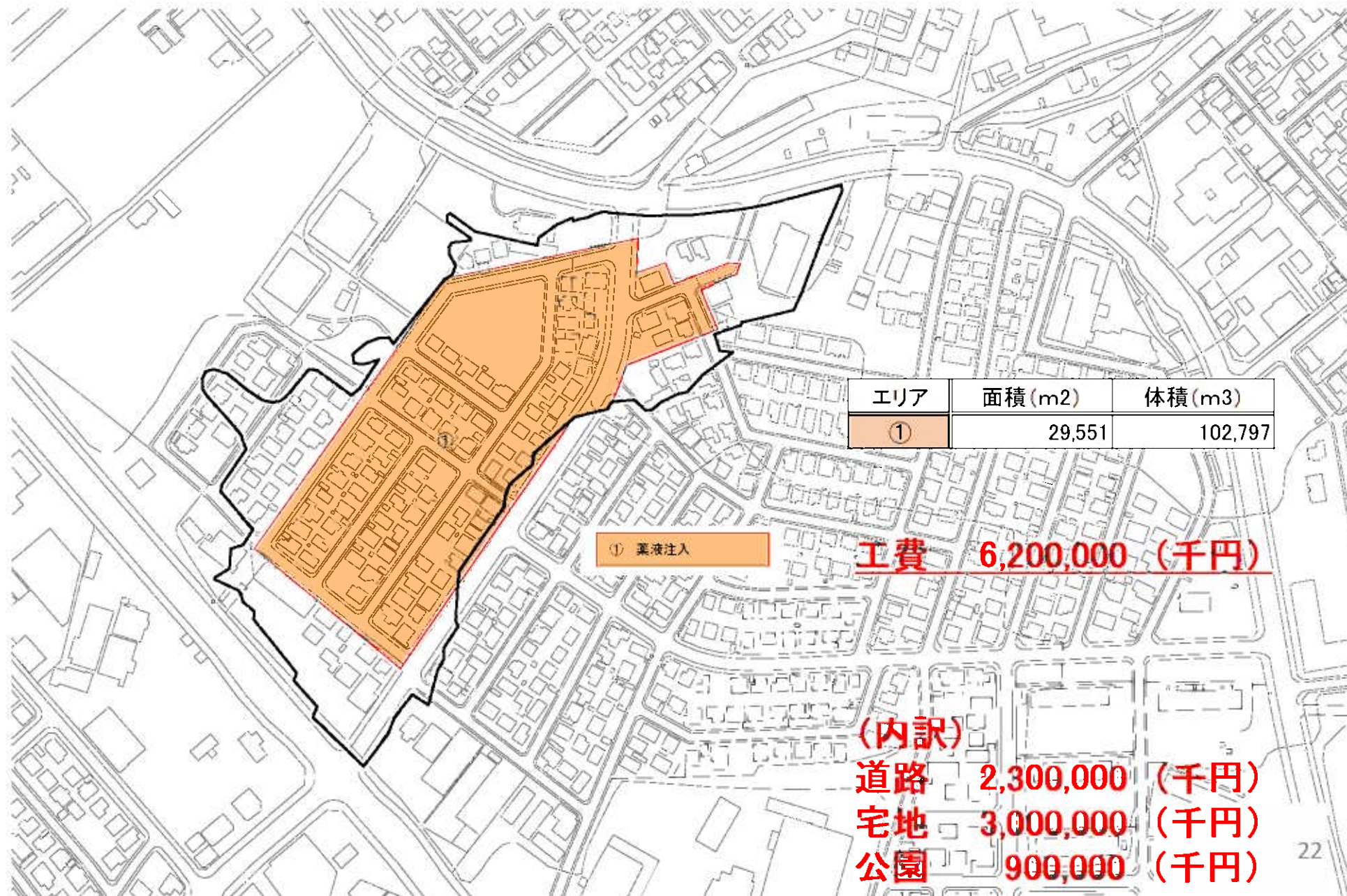
層番号	飽和重量 (kN/m <sup>3</sup> )	湿潤重量 (kN/m <sup>3</sup> )	水平震度	鉛直震度	粘着力 (kN/m <sup>2</sup> )	粘着力係数	内部摩擦角 (度)
1	16.00	16.00	0.225	0.000	10.00	0.00	24.00
2	16.00	16.00	0.225	0.000	38.00	0.00	0.00
3	17.00	17.00	0.225	0.000	10.00	0.00	30.00





### 3. 検討結果

#### a.) 流動化防止対策



### 3. 検討結果

#### a.) 流動化防止対策

**「液状化に伴う大規模な流動化被害を防止」するためには**

【案2】盛土範囲に液状化層の土層が存在しても、土砂の流動化抑制が可能なこと

**【コスト縮減を図ることを目的に】**

**【経済性・実績の観点から】**

**道路部：深層混合処理、公園部：置換え（砕石）**

⇒**深層混合処理、置換え（砕石）**が側方からの耐力を有していることに着目

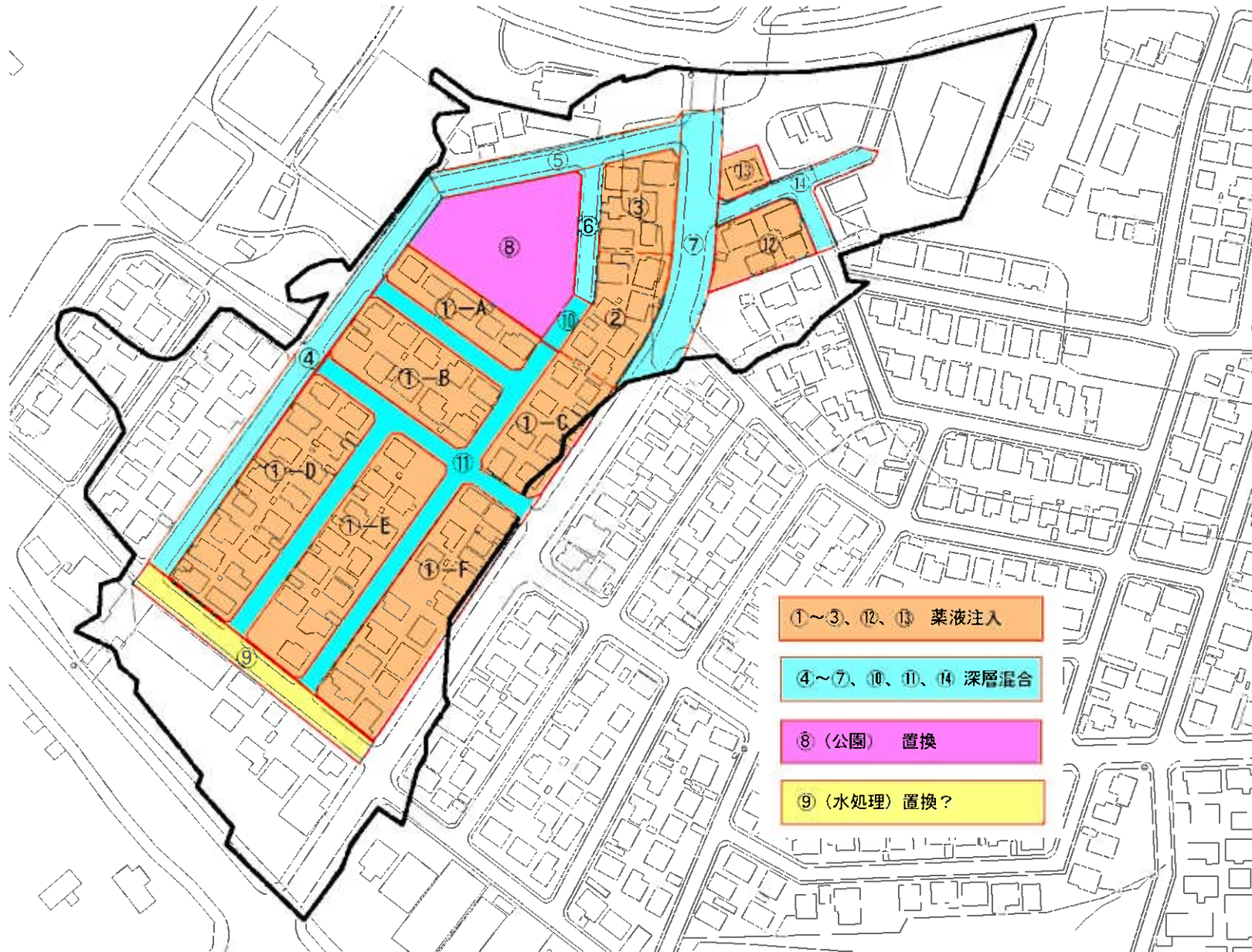
⇒宅地下の脆弱な土層のみを改良し「**残存する液状化層**」の流動力に対しては、**深層混合処理、置換え（砕石）層**で対応

⇒薬液注入工法の改良範囲を抑制し、コスト縮減を図る



### 3. 検討結果

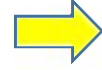
#### a.) 流動化防止対策



### 3. 検討結果

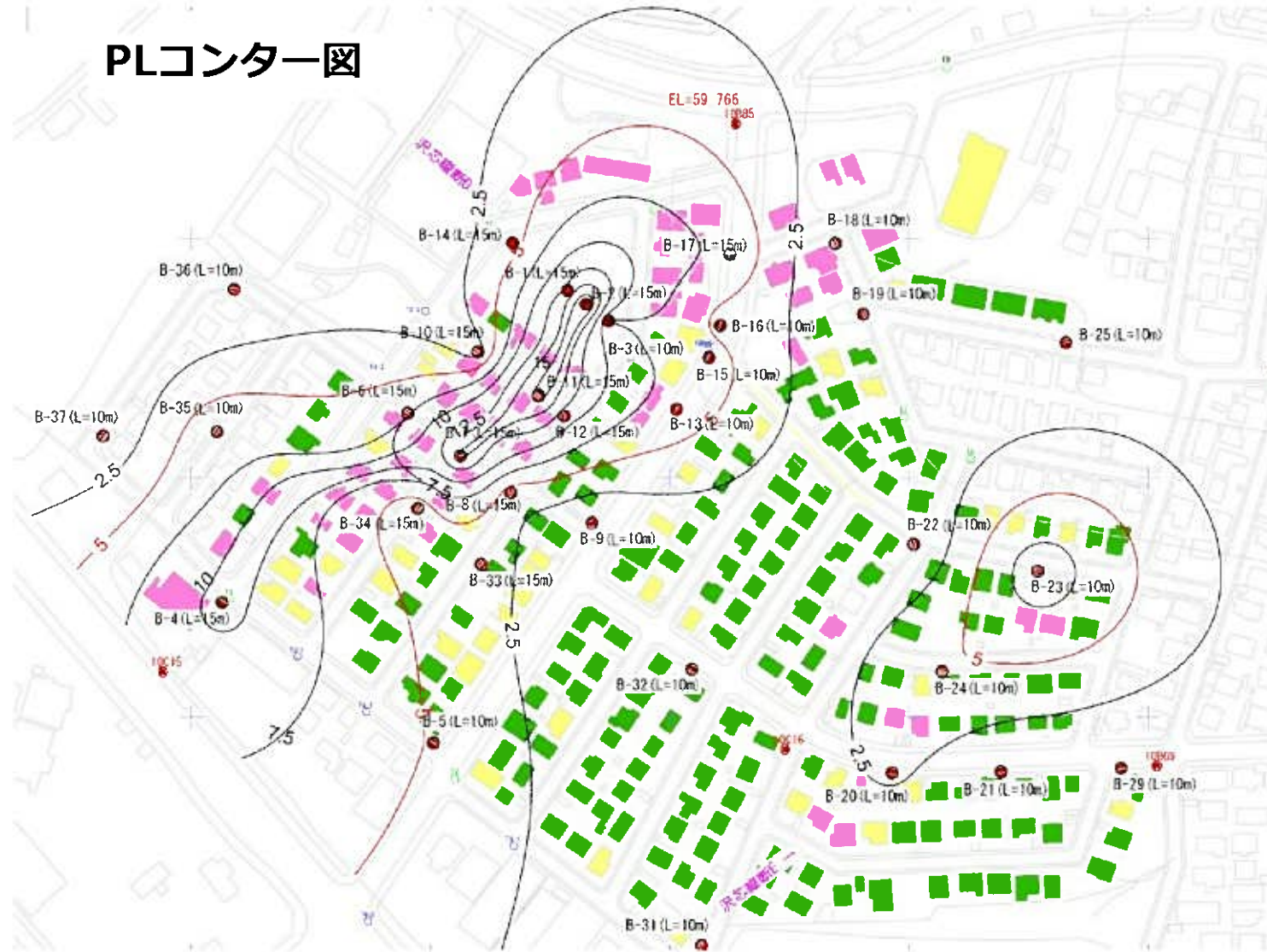
#### a.) 流動化防止対策

残存する液状化層



対策範囲の各地点が $PL \leq 5$ （液状化による被害発生の可能性が低い）まで改良すると仮定

PLコンター図





### 3. 検討結果

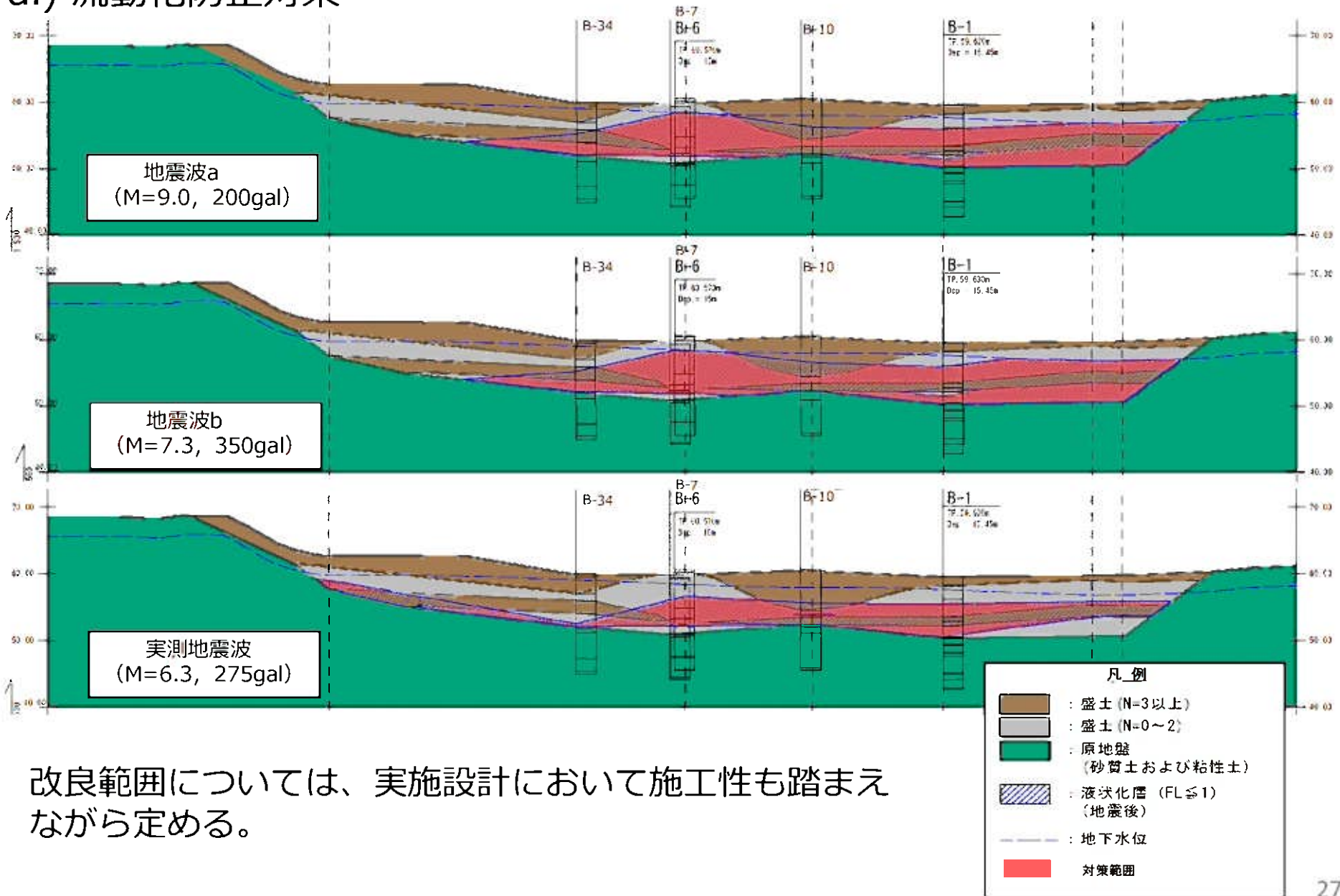
#### a.) 流動化防止対策

#### ボーリング箇所ごとの対策範囲PL値（深さ方向）

ボーリング名		B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7	B-8	B-10	B-11	B-12	B-13	B-14	B-15	B-16	B-17	B-18	B-33	B-34	B-35
礫土層厚[m]		2.30	2.20	5.90	7.50	4.75	7.30	8.40	6.95	8.30	8.00	6.80	5.90	8.00	5.00	5.90	4.40	3.10	9.20	7.90	6.50
礫土のN値	最小	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	2	0	0	1	2	3	1	0	0
	最大	13	4	8	5	6	13	8	11	7	3	2	4	5	6	10	3	6	11	10	4
	平均	3.7	1.9	1.8	1.1	2.7	3.0	1.3	4.2	5.0	1.3	0.5	3.3	1.6	0.7	4.4	2.3	5.0	6.1	4.0	1.8
地下水位[GL-m] <sup>※1</sup>		3.03	0.73	2.80	3.22	3.96	3.80	1.44	2.78	5.32	0.73	2.66	1.40	4.90	2.28	1.95	1.07	3.80	3.80	3.75	1.50
礫土の細粒含有率[%]	最小	9.7	20.8	29.8	33.7	28.8	15.7	30.4	27.4	30.0	28.9	34.4	22.7	32.5	32.9	27.8	31.2	23.3	26.7	30.5	27.7
	最大	43.2	37.1	35.5	44	46.3	40.7	45	36.4	44.7	43.5	38.8	38.4	47.6	42.4	56.2	65.6	57.7	41.1	52.1	49
	平均	35.29	31.75	32.9	38.01	37.06	39.02	37.02	32.85	37.42	34.48	36.06	30.87	37.58	39.18	42.61	41.57	41.97	33.83	34.95	38.52
液状化指標値PL値 【未改良】	地震波a (M=9.0, 200ga)	10.3	27.5	8.7	11.3	5.7	6.5	24.2	3.5	2.3	32.0	11.1	8.7	3.8	6.8	6.2	10.7	0.0	5.4	5.5	6.6
	地震波b (M=7.3, 350ga)	17.8	34.4	12.6	17.2	10.2	10.8	33.0	7.6	7.6	40.0	16.2	13.7	8.4	10.6	8.8	15.9	0.0	14.2	9.7	10.8
	地震波実測 (M=6.7, 275ga)	12.9	20.6	7.4	10.8	4.8	7.3	15.5	3.7	1.6	18.7	11.1	6.0	4.1	6.6	4.0	7.2	0.0	4.1	3.6	7.1
	地震波a (M=9.0, 200ga)	7.7	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	3.5	2.3	13.4	2.8	8.7	2.1	3.8	6.2	10.7	0.0	5.4	0.3	4.1
液状化指標値PL値 【N値=0改良】	地震波b (M=7.3, 350ga)	13.8	16.4	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	7.6	7.6	18.4	4.0	13.2	5.3	6.2	8.8	15.9	0.0	14.2	2.3	6.9
	地震波実測 (M=6.7, 275ga)	7.2	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	3.2	1.6	13.1	2.8	6.6	1.8	3.7	4.0	7.2	0.0	4.1	0.7	3.9
	地震波a (M=9.0, 200ga)	2.3	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	3.5	1.0	9.0	0.0	8.7	0.8	0.0	2.5	10.7	0.0	5.4	0.3	0.0
	地震波b (M=7.3, 350ga)	5.1	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	7.6	4.8	13.2	0.0	13.2	2.3	0.0	4.1	15.9	0.0	14.2	2.3	0.0
液状化指標値PL値 【N値=0, 1改良】	地震波実測 (M=6.7, 275ga)	2.1	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	3.2	0.8	8.7	0.0	6.6	0.9	0.0	2.7	7.2	0.0	4.1	0.2	0.0
	地震波a (M=9.0, 200ga)	2.3	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	3.5	1.0	9.0	0.0	4.8	0.8	0.0	2.5	0.0	0.0	5.4	0.3	0.0
	地震波b (M=7.3, 350ga)	5.1	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	7.6	4.8	13.2	0.0	8.2	2.3	0.0	4.1	0.0	0.0	14.2	2.3	0.0
	地震波実測 (M=6.7, 275ga)	2.1	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	3.2	0.9	8.7	0.0	4.5	0.6	0.0	2.3	0.0	0.0	4.1	0.2	0.0
液状化指標値PL値 【N値=0, 1, 2, 3改良】	地震波a (M=9.0, 200ga)	2.3	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.1	0.0	0.0	0.0	4.8	0.8	0.0	2.5	0.0	0.0	4.4	0.3	0.0
	地震波b (M=7.3, 350ga)	5.1	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	4.2	2.4	0.0	0.0	8.2	2.3	0.0	4.1	0.0	0.0	11.3	2.3	0.0
	地震波実測 (M=6.7, 275ga)	2.1	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.6	0.0	2.3	0.0	0.0	4.0	0.2	0.0
	地震波a (M=9.0, 200ga)	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.3	0.0
液状化指標値PL値 【N値=0, 1, 2, 3, 4改良】	地震波b (M=7.3, 350ga)	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	4.2	2.4	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	2.3	0.0
	地震波実測 (M=6.7, 275ga)	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.2	0.0
	地震波a (M=9.0, 200ga)	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0
	地震波b (M=7.3, 350ga)	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	4.2	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	2.3	0.0
液状化指標値PL値 【N値=0, 1, 2, 3, 4, 5改良】	地震波実測 (M=6.7, 275ga)	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0

### 3. 検討結果

#### a.) 流動化防止対策

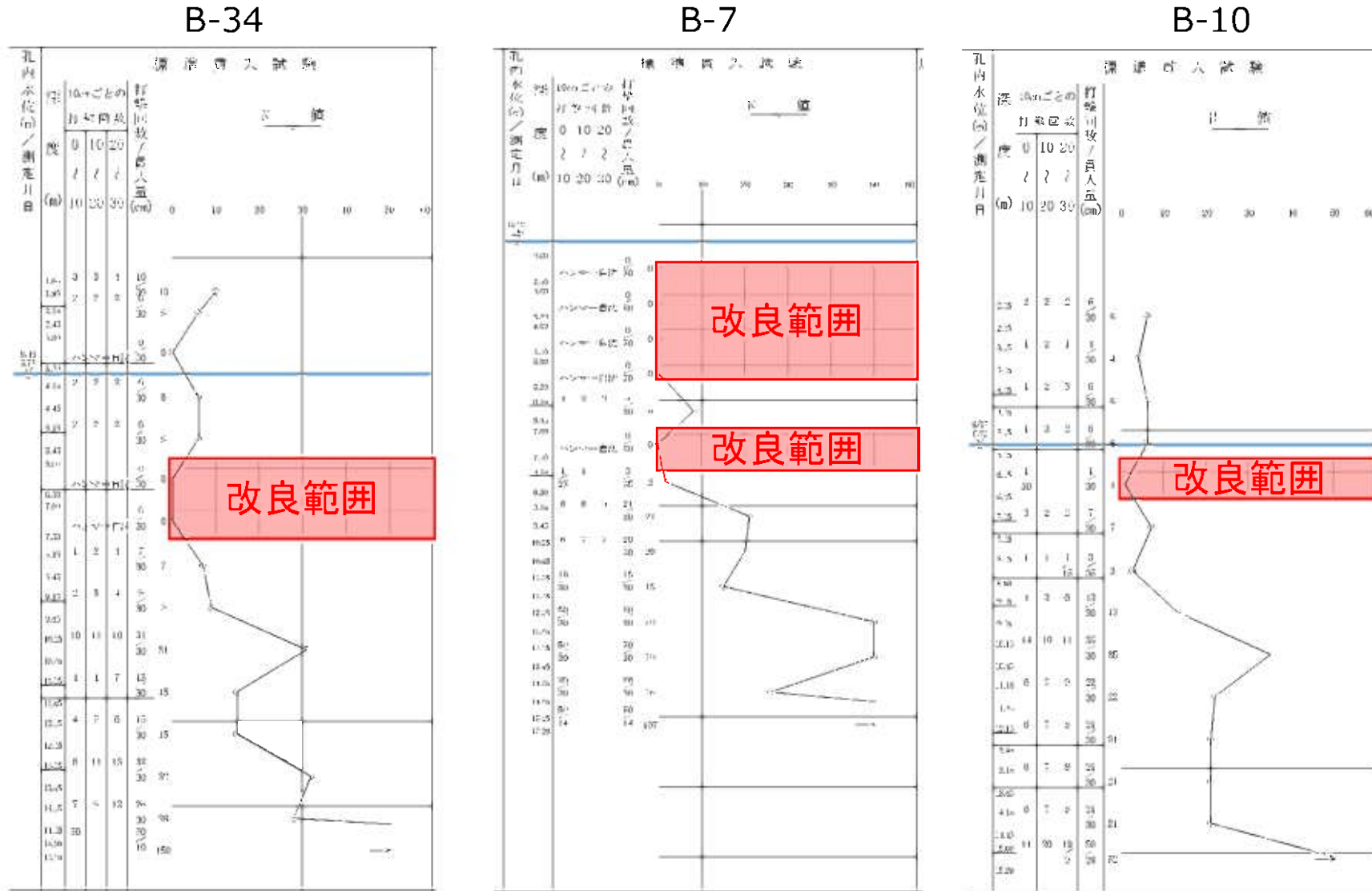


改良範囲については、実施設計において施工性も踏まえながら定める。

### 3. 検討結果

#### a.) 流動化防止対策

## ボーリング箇所ごとの対策範囲（深さ方向）





### 3. 検討結果

#### a.) 流動化防止対策

◆安定計算（宅地耐震化推進事業 大規模盛土造成地滑動崩落防止事業 採択要件）

事業の実施により安全率(Fs) が 1 以上

【道路部：深層混合、公園：置換え、宅地：薬液注入】

地震時最小安全率

$F_s \geq 1.000$

を満足するためには

$C(\text{粘着力}) \geq 11 \text{ kN/m}^2$

モーメントの中心 X = 2000.00 (m)  
 Y = 600.00 (m)  
 抵抗モーメント M<sub>R</sub> = 4972498.5 (kN・m)  
 起動モーメント M<sub>D</sub> = 4904194.0 (kN・m)

層番号	飽和重量 (kN/m <sup>3</sup> )	湿り重量 (kN/m <sup>3</sup> )	水平強度	粘着強度	結核力 (kN/m <sup>2</sup> )	結核力係数	内部摩擦角 (度)
1	16.00	16.00	0.276	0.000	0.00	0.00	24.00
2	16.00	16.00	0.276	0.000	0.00	0.00	0.00
3	18.00	18.00	0.225	0.000	125.00	0.70	0.00
4	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
5	18.00	18.00	0.225	0.000	125.00	0.70	0.00
6	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
7	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
8	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
9	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
10	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
11	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
12	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
13	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
14	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
15	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
16	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
17	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00



【道路部：深層混合、公園：置換え】

地震時最小安全率

$F_s = 0.902$

モーメントの中心 X = 2000.00 (m)  
 Y = 600.00 (m)  
 抵抗モーメント M<sub>R</sub> = 4424916.5 (kN・m)  
 起動モーメント M<sub>D</sub> = 4504194.0 (kN・m)

層番号	飽和重量 (kN/m <sup>3</sup> )	湿り重量 (kN/m <sup>3</sup> )	水平強度	粘着強度	結核力 (kN/m <sup>2</sup> )	結核力係数	内部摩擦角 (度)
1	16.00	16.00	0.276	0.000	0.00	0.00	24.00
2	16.00	16.00	0.276	0.000	0.00	0.00	0.00
3	18.00	18.00	0.225	0.000	125.00	0.70	0.00
4	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
5	18.00	18.00	0.225	0.000	125.00	0.70	0.00
6	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
7	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
8	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
9	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
10	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
11	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
12	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
13	18.00	18.00	0.225	0.000	125.00	0.70	0.00
14	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00
15	18.00	18.00	0.225	0.000	0.00	0.00	0.00



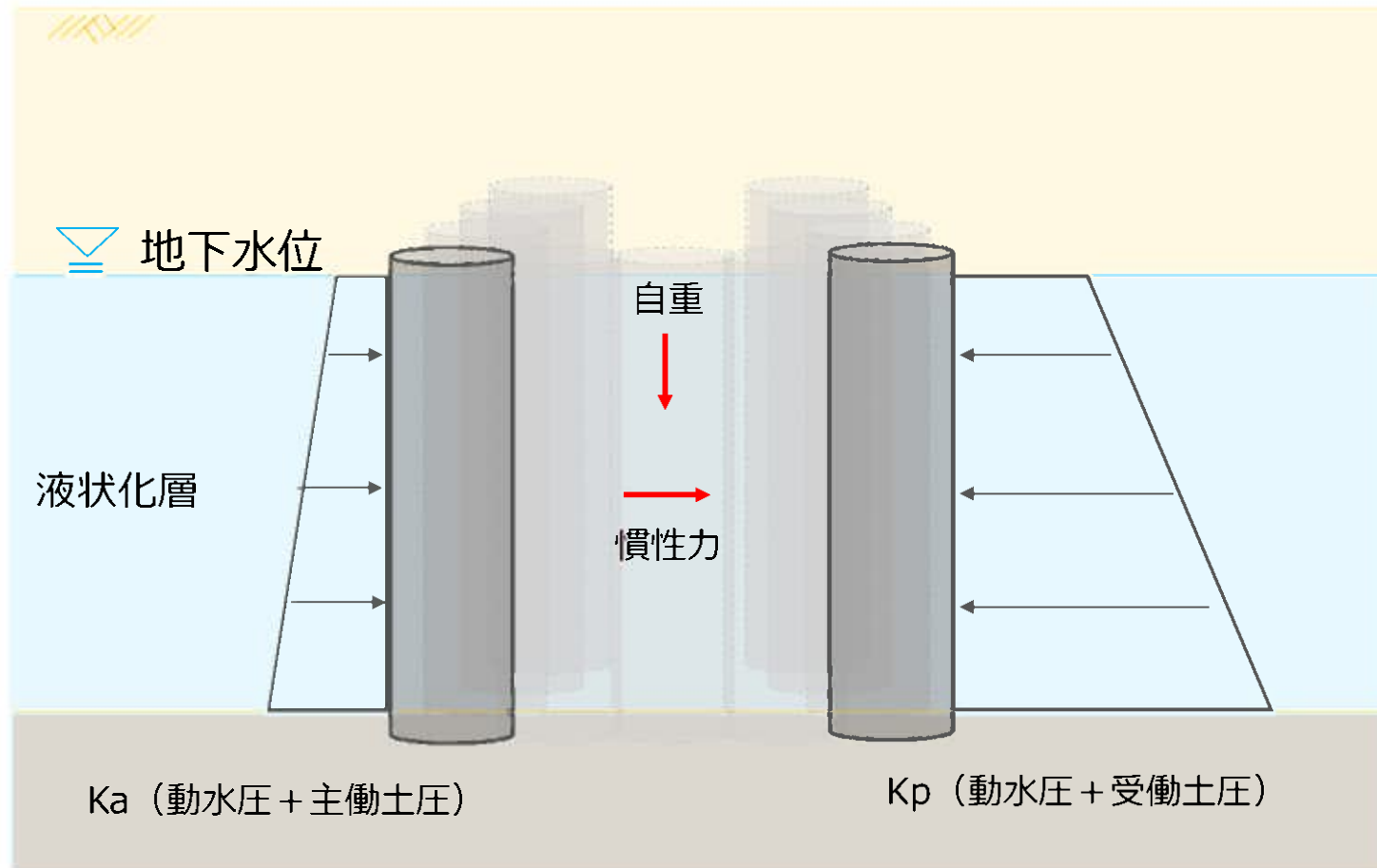
### 3. 検討結果

#### a.) 流動化防止対策

#### ◆ 深層混合処理 地震時（流動化防止）の計算

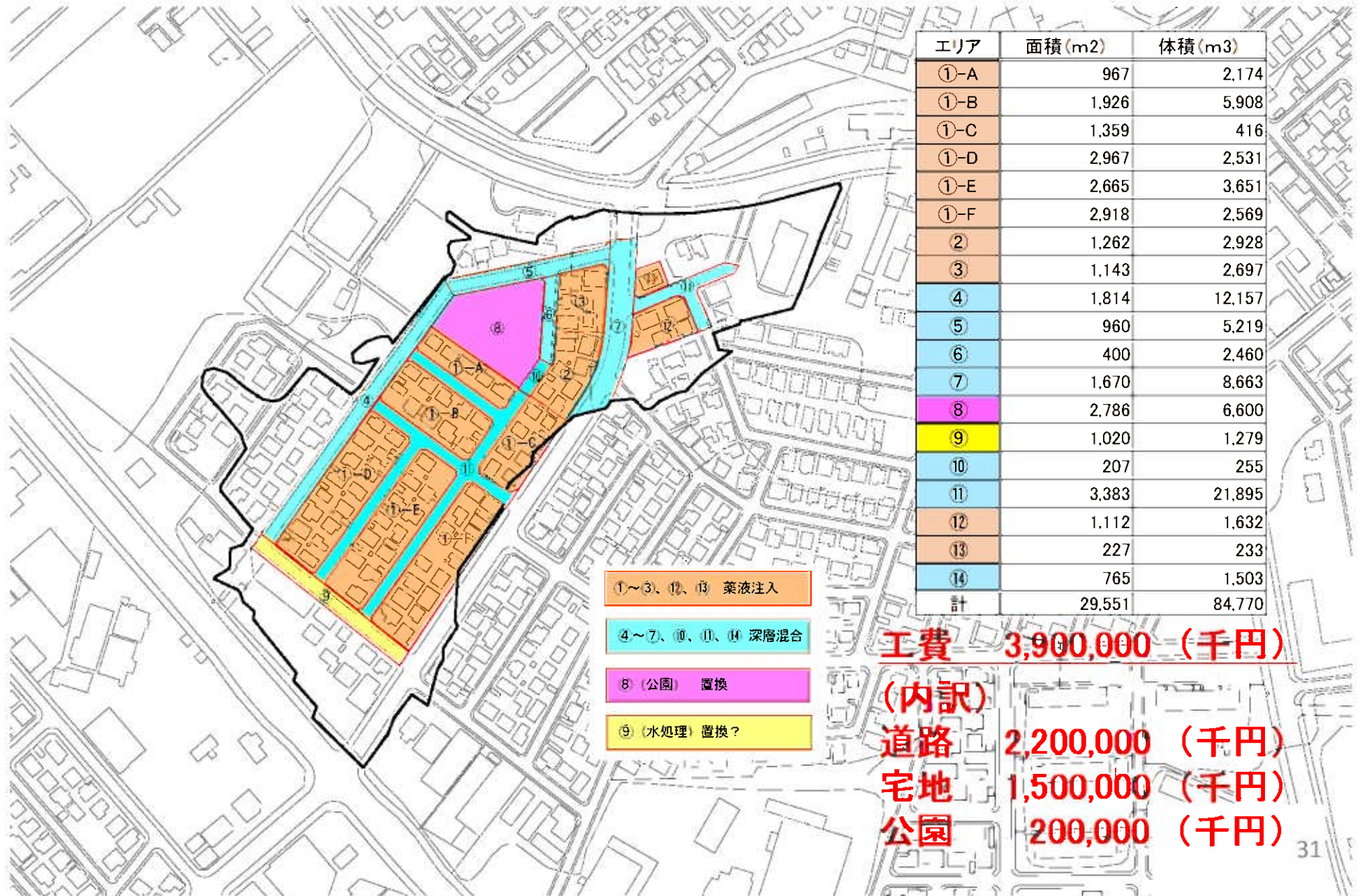
照査項目：外的安定（滑動・転倒・支持力）

内的安定（端趾圧・水平せん断・抜けだしせん断・鉛直せん断）



### 3. 検討結果

#### a.) 流動化防止対策





### 3. 検討結果

#### a.) 流動化防止対策



##### Dcyカウンター図

対策範囲の各地点が $PL \leq 5$ （液状化による被害発生の可能性が低い）まで改良することに伴い、DCY値も $5 \text{ cm}^{\ast}$ 程度以下まで低減される結果となる。

※）液状化による地盤沈下量が軽微とされる範囲  
（市街地液状化対策推進ガイドンス（H28.3））



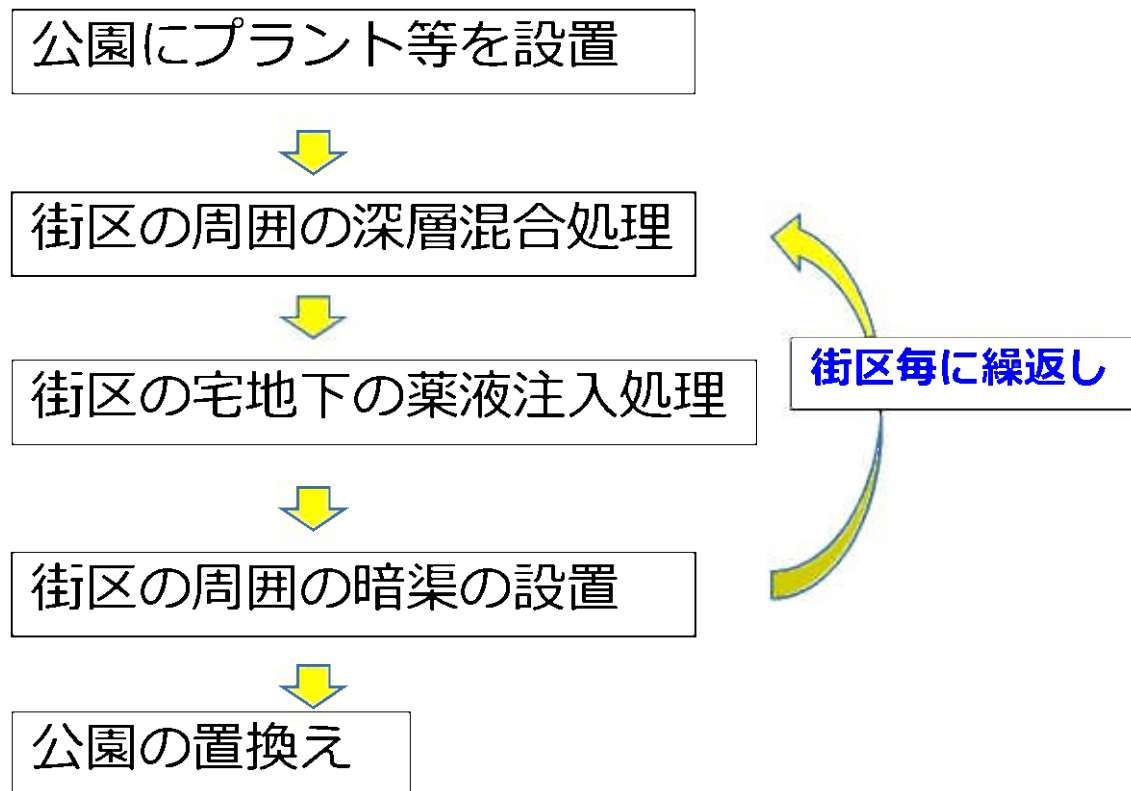
### 3. 検討結果

		【案1】	【案2】
平面図			
適用		宅地	薬液注入
		道路	深層混合
		公園	置換（碎石）+ 集水井
再度 災害 防止	液状化	◎	○
	流動化	◎	◎
住宅再建への影響		○	○
他地区との公平性		△	◎
経済性		△ 62億円	◎ 39億円
評価		流動化を抑制するためには、広範囲に渡り改良する必要があるため、経済性に劣る。	道路・公園の流動抑制効果により、薬液注入の改良対象を範囲を減らし、全体として経済性に優れる。公園部の集水井により効果的に地下水位対策も可能

### 3. 検討結果

#### b.) 施工方法の検討

#### 【施工基本フロー】

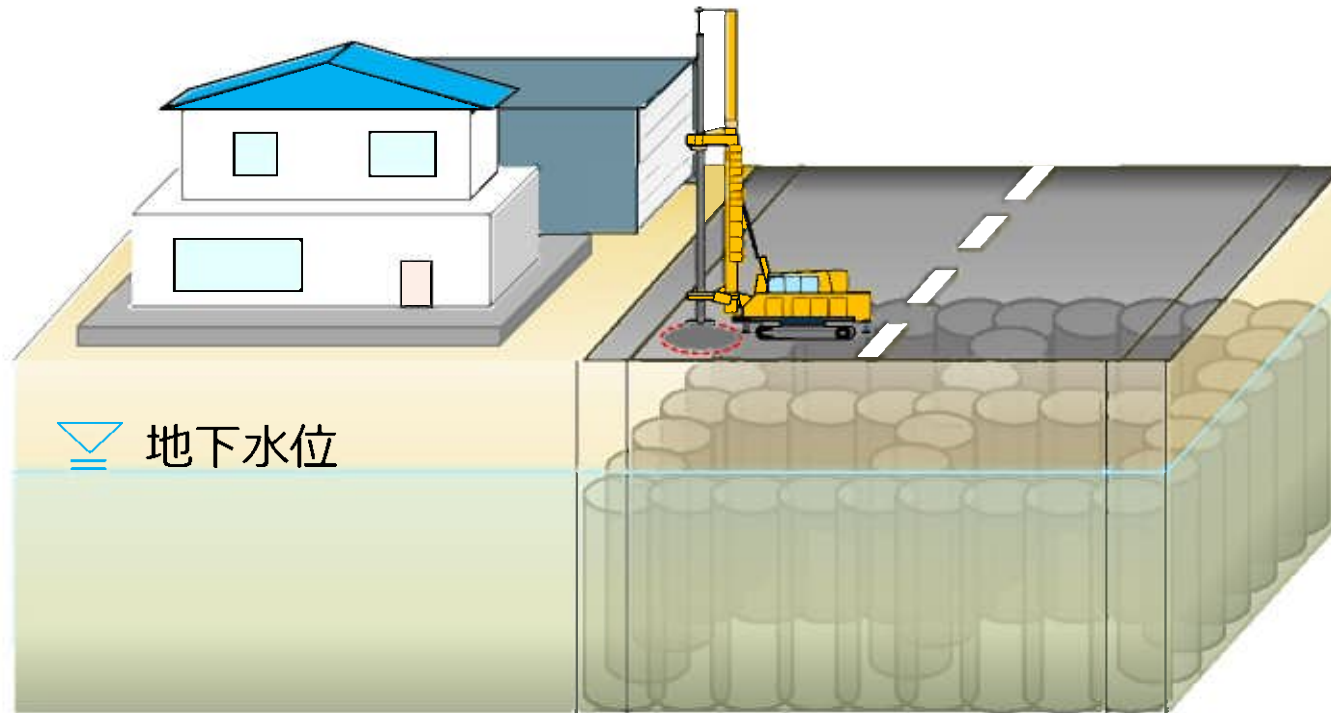




### 3. 検討結果

#### b.) 施工方法の検討

##### ① 深層混合処理工法（道路下）



◆ 道路下部の地下水位以下の地盤を一定の間隔で格子状に固化し、固化壁体で地震時の地盤のせん断変形を拘束する液状化防止工法

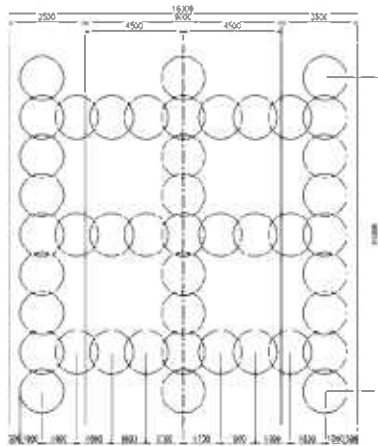
◆ 既設下水道管を避けながらの施工となるほか、狭隘な道路上で周辺地盤（建物）への影響を考慮した施工となることから、小型機械による高圧噴射攪拌（二重管）工法を採用。

### 3. 検討結果

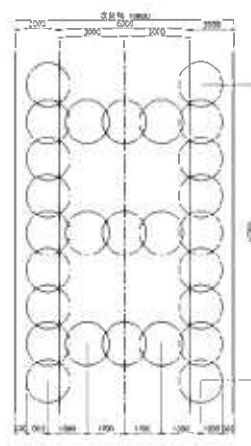
#### b.) 施工方法の検討

- ◆各道路幅によって改良体の配置は下図を基本とする。ただし、既設下水道管の位置によって多少配置は変更する。

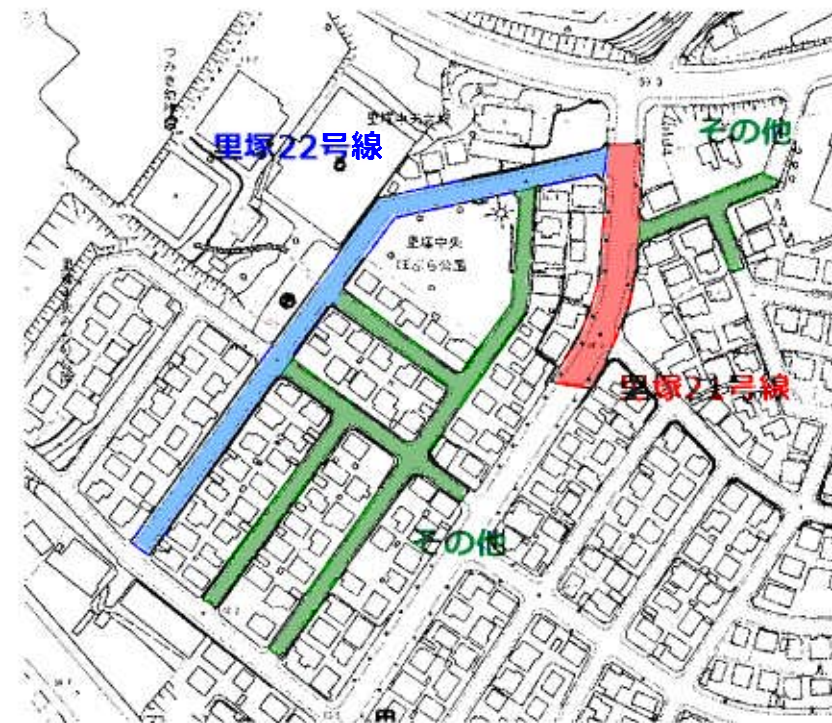
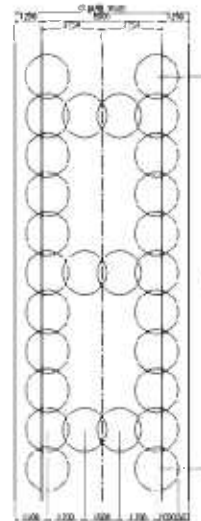
里塚21号線



里塚22号線



その他



### 3. 検討結果

#### b.) 施工方法の検討

◆各道路において道路延長10m当たりの概算工事費および施工日数は以下のとおり

工法概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆攪拌翼の先端から2流線の超高压固化スラリーを噴射し、対象地盤を切削しながら攪拌混合を行って改良体を作成する。</li> <li>◆格子状に固化改良することにより、砂地盤のせん断変形を抑制し過剰間隙水圧の発生を防止する。</li> <li>◆従来のボーリングマシンタイプ(S型施工機)に加え、自走式の小型施工機(N型施工機)から機種を選定可能である。</li> <li>◆甲管式(グラウト噴射)と二重管式(エア・グラウト噴射)を用途と目的に応じて使い分けることができる。</li> </ul>		
対策箇所	里塚21号線	里塚22号線	里塚21、22号線以外
対策工模式図			
【道路】 対策規模 (延長10m当たり)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆改良幅: B=16m</li> <li>◆施工長: D=10m</li> <li>◆改良長: D=7m</li> <li>◆改良強度: <math>q_{up}=500\text{ kN/m}^2</math></li> <li>◆改良率: <math>a_p=50\%</math>以上(格子状)</li> <li>◆改良土量: <math>V=677\text{ m}^3</math>(安全側に改良率60%で算定)</li> <li>◆排泥量: <math>V=440\text{ m}^3</math></li> <li>◆排泥処理費C1=0.800千円(20,000円/<math>\text{m}^3</math>)</li> <li>◆改良費: C2=23,520千円(35,000円/<math>\text{m}^3</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆改良幅: B=10m</li> <li>◆施工長: D=10m</li> <li>◆改良長: D=7m</li> <li>◆改良強度: <math>q_{up}=500\text{ kN/m}^2</math></li> <li>◆改良率: <math>a_p=50\%</math>以上(格子状)</li> <li>◆改良土量: <math>V=470\text{ m}^3</math>(安全側に改良率60%で算定)</li> <li>◆排泥量: <math>V=280\text{ m}^3</math></li> <li>◆排泥処理費C1=5.600千円(20,000円/<math>\text{m}^3</math>)</li> <li>◆概算工事費: C2=14,700千円(35,000円/<math>\text{m}^3</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆改良幅: B=8m</li> <li>◆施工長: D=10m</li> <li>◆改良長: D=7m</li> <li>◆改良強度: <math>q_{up}=500\text{ kN/m}^2</math></li> <li>◆改良率: <math>a_p=50\%</math>以上(格子状)</li> <li>◆改良土量: <math>V=336\text{ m}^3</math>(安全側に改良率60%で算定)</li> <li>◆排泥量: <math>V=220\text{ m}^3</math></li> <li>◆排泥処理費C1=4.400千円(20,000円/<math>\text{m}^3</math>)</li> <li>◆概算工事費: C2=11,760千円(35,000円/<math>\text{m}^3</math>)</li> </ul>
概算直接工事費 (延長10m当たり)	32,320千円	20,300千円	16,160千円
施工能率	$40\text{ m}^3/\text{日}$	$40\text{ m}^3/\text{日}$	$40\text{ m}^3/\text{日}$
稼働日	17日	11日	9日
組立解体日数	組立: 4日 解体: 3日	組立: 4日 解体: 3日	組立: 4日 解体: 3日

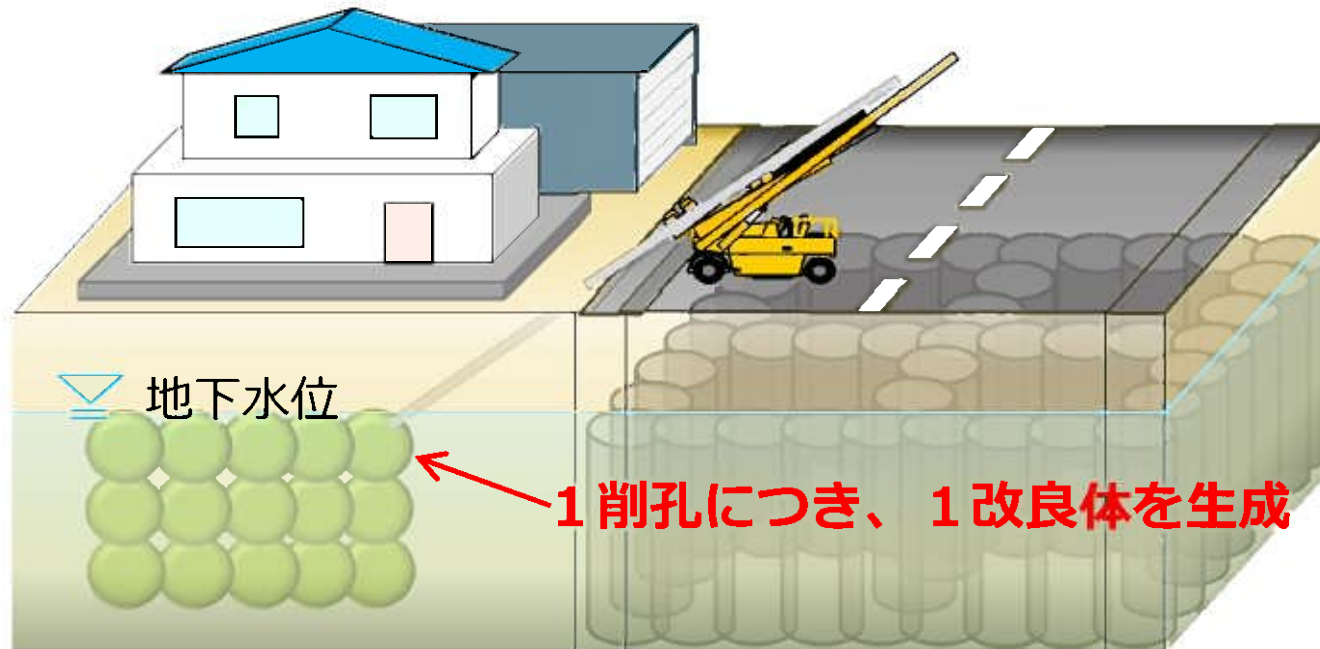


### 3. 検討結果

#### b.) 施工方法の検討

##### ②薬液注入工法

家屋がある場合



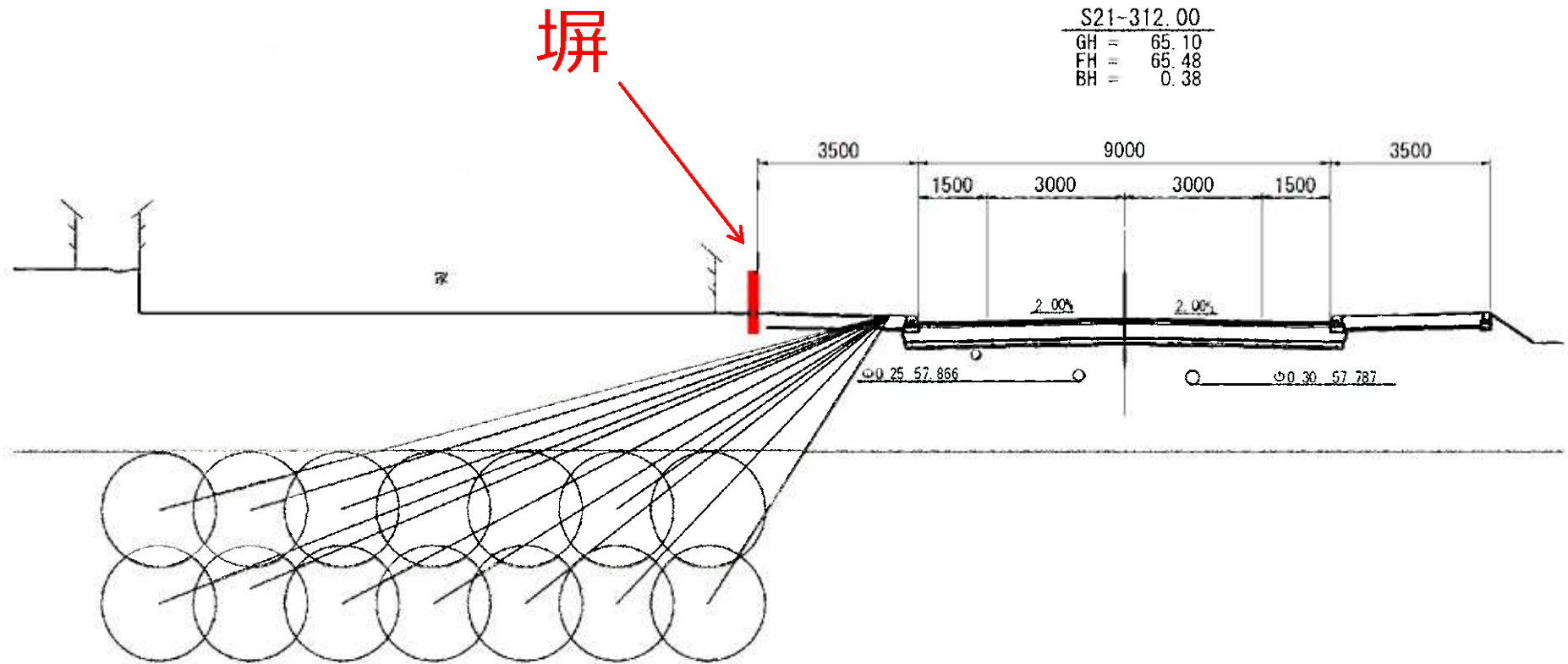
- ◆家屋がある場合は、道路側（必要に応じて）宅地内から削孔を行い、薬液を注入する。
- ◆施工精度を確保するため、近接して施工することを基本とする。  
（長距離の曲り削孔は、極力使用しない）
- ◆施工効率の向上が見込まれる場合は、宅地内工作物の一時的な移動などの協力を地権者に求める。
- ◆施工効率を踏まえ、1街区ごとの施工を基本とする。

### 3. 検討結果

#### b.) 施工方法の検討

#### ②薬液注入工法

## 宅地における削孔イメージ

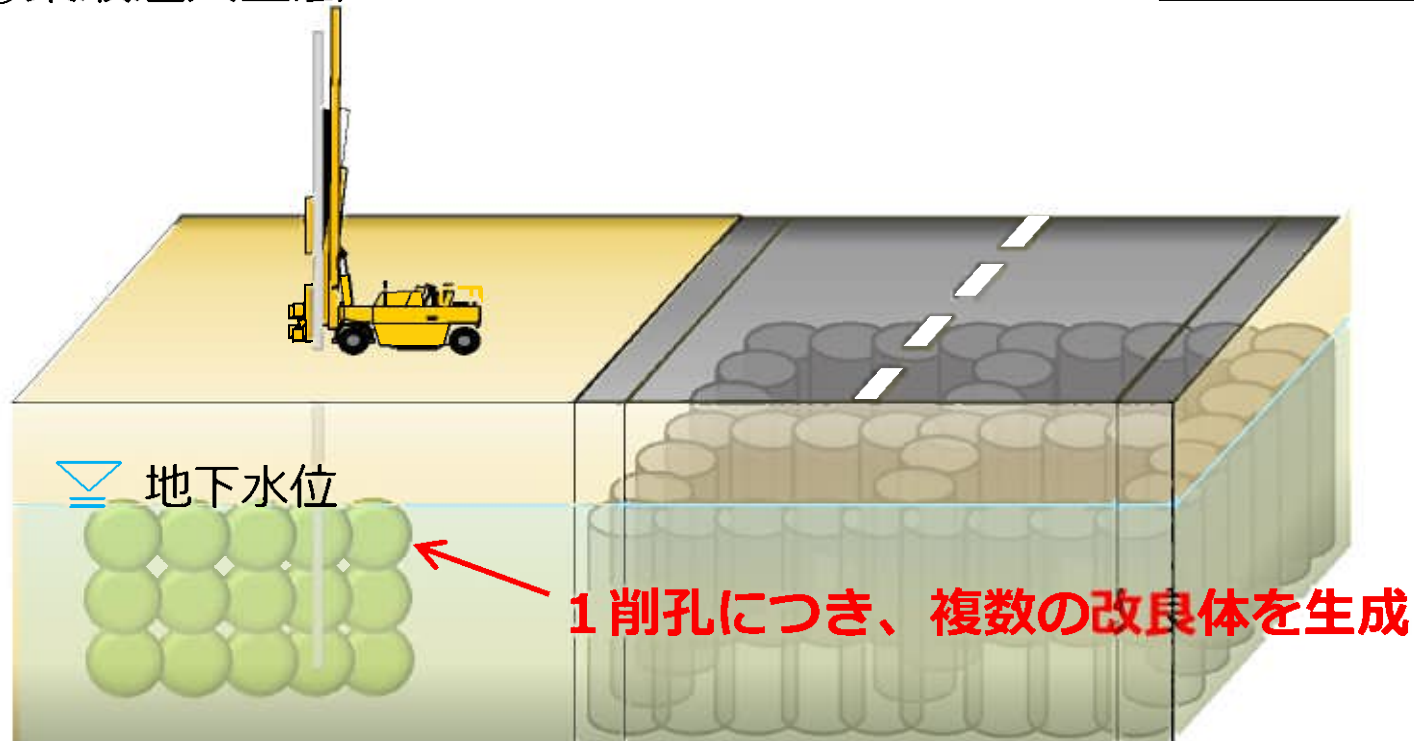


### 3. 検討結果

#### b.) 施工方法の検討

##### ②薬液注入工法

更地の場合



- ◆家屋がない場合は、施工効率、施工精度の確保に優れることから、地権者に協力を求め宅地内から削孔し、薬液を注入する。
- ◆施工効率を踏まえ、1街区ごとの施工を基本とする。



### 3. 検討結果

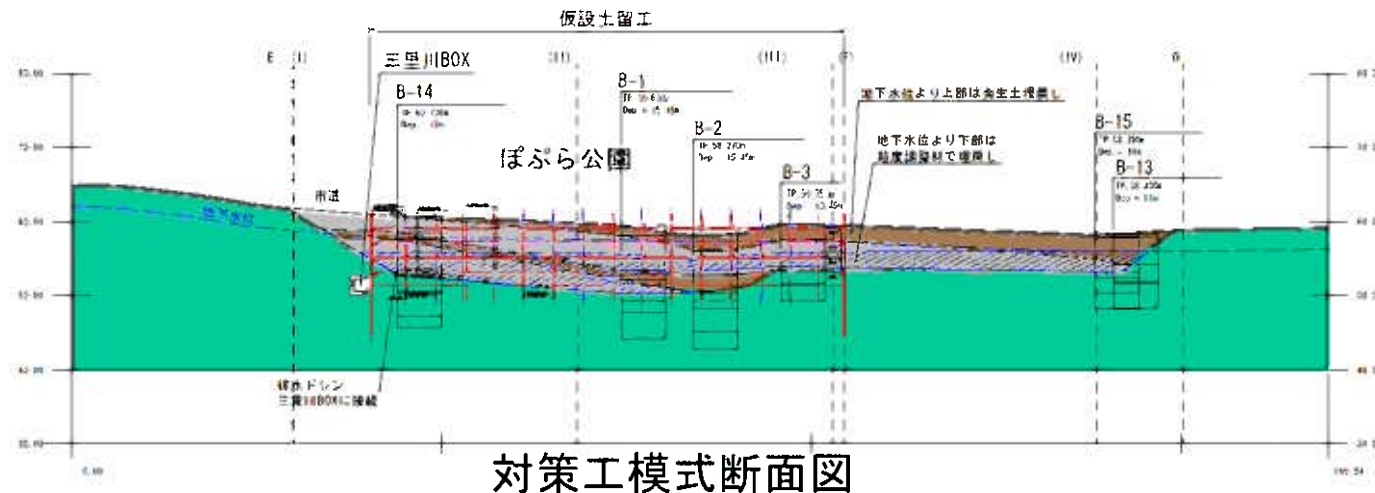
#### b.) 施工方法の検討

##### ③置換え（公園）



○置換工  
ぽぷら公園内の地下水面以下を透水性材料で置換  
三里川ボックスに管路を接続

○仮設工  
矢板工で閉め切り  
面積が大きいため  
掘削埋戻しを2分割施工

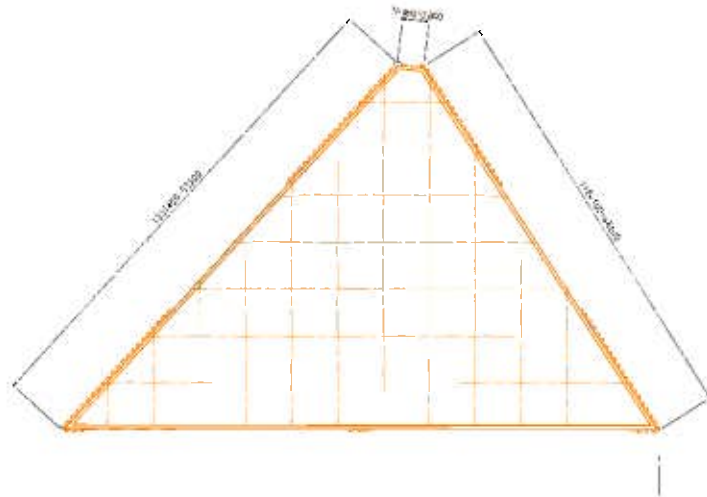


### 3. 検討結果

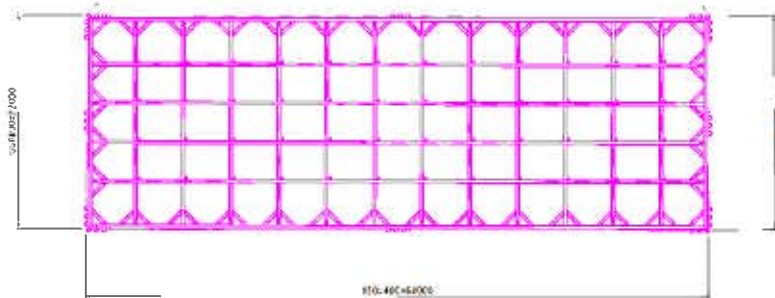
#### b.) 施工方法の検討

#### ③置換え（公園）

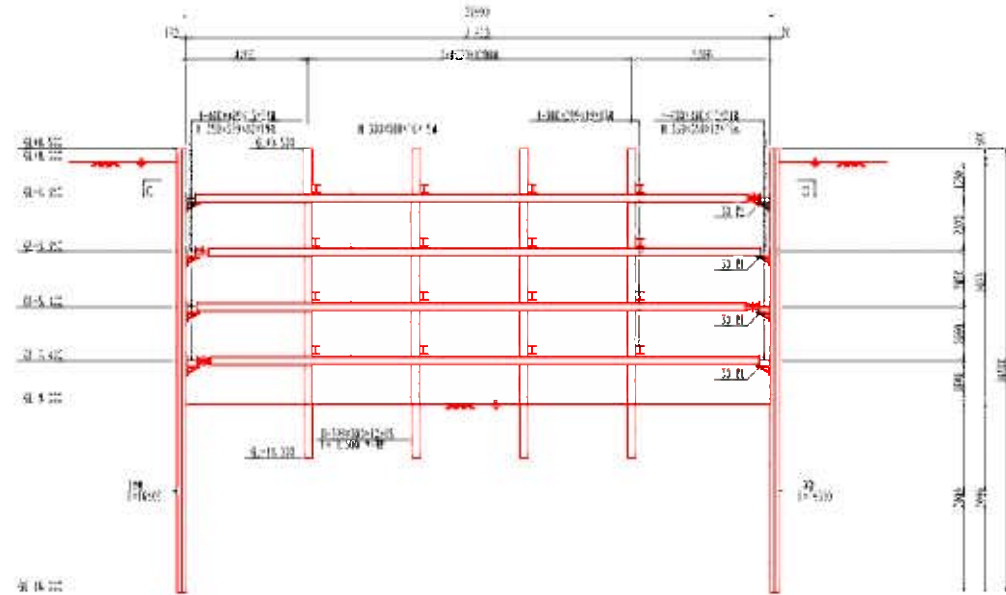
2次施工



1次施工



仮設工標準断面図



項目	単位	数量	単価(千円)	工事費(千円)	
粒度調整碎石	m <sup>3</sup>	14,400	6.0	86,400	
仮設工	式	1	160,000	160,000	
土工	掘削工	m <sup>3</sup>	19,200	1.3	24,960
	埋戻し	m <sup>3</sup>	4,800	0.8	3,840
	土砂等運搬	m <sup>3</sup>	14,400	2.3	33,120
	残土処分	m <sup>3</sup>	14,400	3.0	43,200
直接工事費合計				351,520	
事業費		直工 × 1.8		632,736	

### 3. 検討結果

#### b.) 施工方法の検討

##### ③置換え（公園）

全体平面図



#### ○置換工

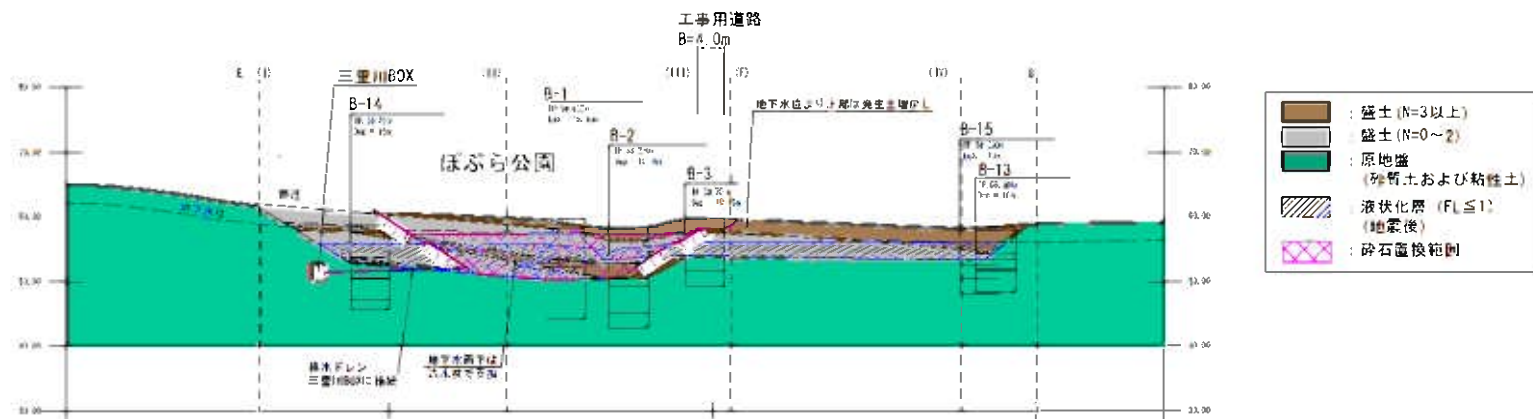
ぽぷら公園内を1:1.5で掘削

地下水以下を透水性材料で置換

三里川ボックスに排水管路を接続

項目	単位	数量	単価(千円)	工事費(千円)
砕石埋戻し	m <sup>3</sup>	6,600	4.6	30,360
土工	掘削工	m <sup>3</sup>	0.2	1,660
	発生土埋戻し	m <sup>3</sup>	0.5	850
	土砂等運搬	m <sup>3</sup>	7.0	46,200
	残土処分	m <sup>3</sup>	3.0	19,800
直接工事費合計				98,870
事業費	直工 × 1.8			177,966

対策工模式断面図





### 3. 検討結果

#### 3) 地下水処理対策の検討

地下水位処理の対策方針

#### 第3回 住民説明会（11月15日）説明資料抜粋

#### 再度の大規模な土砂流出防止対策工法の検討結果

・再度災害への抑制効果、個人負担への配慮や住宅再建への影響、スピード感と実績や信頼性を総合的に評価した結果、地盤改良工を対策工として、より詳細な検討を進めます

・ただし、地盤改良工における周辺の地下水位への影響を考慮し、地下水位のせき上げ対策の併用も検討します

⇒今後、対策範囲や施工方法など、より詳細な検討を進めます

### 3. 検討結果

#### 3) 地下水処理対策の検討

##### ①地下排水工（暗渠管）の設計方針

◆宅地を含めた面的整備による地盤改良に伴い、地盤の透水性が低下することで、地下水位上昇が懸念される。

◆地下水位上昇の要因としては、**降雨の鉛直方向の浸透阻害と水平方向の改良体による流れの遮断を考慮する。**

◆この対応策として地盤内に地下排水工を設置し、地下水位の上昇を極力抑える。

◆宅地および道路部の流動化・液状化対策工（深層混合処理工法、薬液注入工法）は、地下水位を改良天端としており、地下排水工についてはこの**改良天端（地下水位）に設置することを基本とする。**（流下するための勾配を確保するため多少の前後はある）

◆地下排水工設置の範囲は周辺からの地下水遮断の機能も兼ねる構造とし、地盤改良範囲を包括するため、次頁の図のとおりとする。

### 3. 検討結果

#### 3) 地下水処理対策の検討

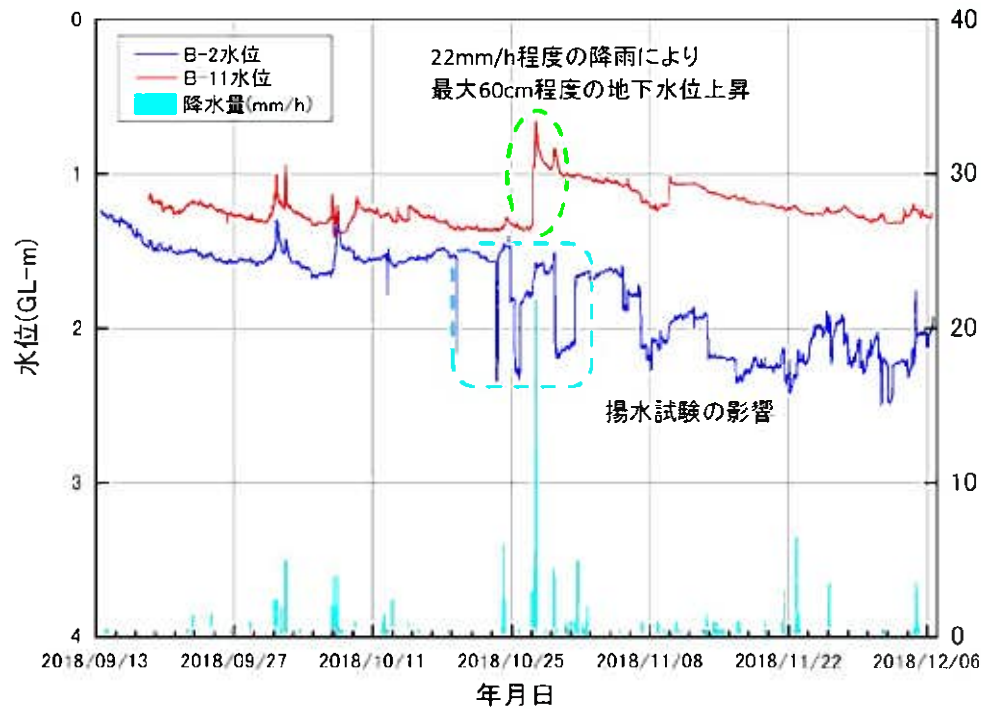




### 3. 検討結果

#### 3) 地下水処理対策の検討

降雨による地下水位への影響について（水位観測結果）



これまでB-2、B-11のボーリング箇所において、地下水位の観測を実施



(再掲)  
対策範囲およびその周辺において  
新たな地下水位観測孔の設置を予定

### 3. 検討結果

#### 3) 地下水処理対策の検討

##### ②地下排水工（暗渠管）の検討

◆地下排水工（暗渠管）の埋戻しでは、液状化を発生させない材料とする  
とともに、集水機能を長期間維持させるために、透水性が大きく、かつ粒  
度配合の良い材料を用いる。

**D85(ドレーン材)／集水管(有孔管)の孔径>2**

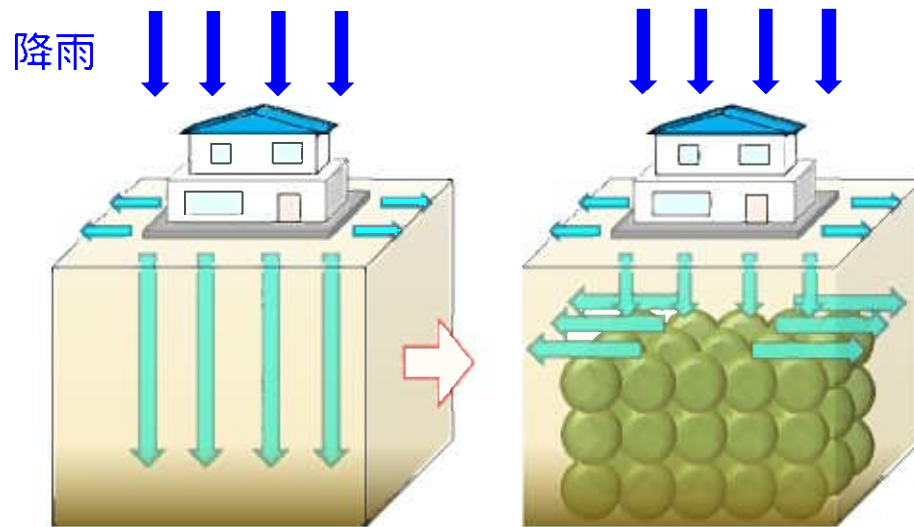
(道路土工盛土工指針p166参照)

◆必要に応じて埋戻し周辺では吸い出し防止材を敷設する。

◆地下排水工（暗渠管）の管径は地盤改良によって現地盤の透水性が低  
下したことによって増加する流量（降雨および地下水遮断）を想定し、その  
流量を排水できるだけの管径を設定する。

### 3. 検討結果

#### 3) 地下水処理対策の検討



【降雨による流出量の増加 $\Delta Q_1$ 】  
降雨による地下への浸透水が地盤改良されることによって浸透できなくなり、そのために増加する流量を算出する。

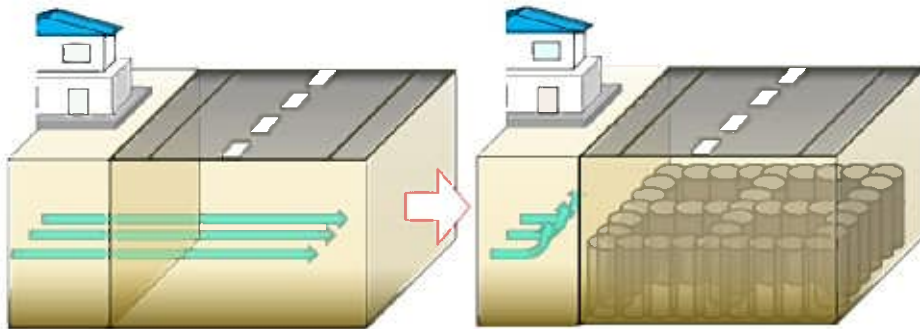
- ・札幌市宅地造成工事区域の降雨強度 $I=50\text{mm/h}$
- ・地盤改良による浸透の障害は降雨強度 $I \times (1 - C) = 0.5$   
(宅地の一般的な流出係数は $C=0.5$ であり、未改良では残りの $0.5$ が地下へ浸透していたが、地盤改良で浸透が障害される量を排水する必要がある。)
- ・改良平面積 $A=29,551\text{m}^2$

$$\Delta Q_1 = \Delta C \times I \times A = 0.5 \times 50 / 1000 \times 29,551 = 738.8\text{m}^3/\text{h} = \underline{\underline{0.205\text{m}^3/\text{s}}}$$



### 3. 検討結果

#### 3) 地下水処理対策の検討



【地盤改良による地下水遮断流量 $\Delta Q_2$ 】  
未改良地盤では流下していた地下水が、  
地盤改良されることによって遮断される流  
量を算出

- ・改良幅 $B = 114\text{m}$
- ・改良長 $L = 7\text{m}$
- ・改良断面積 $A = B \times L = 114\text{m} \times 7\text{m} = 798\text{m}^2$
- ・動水勾配 $i = 0.02$
- ・透水係数 $k = 9.9 \times 10^{-5}(\text{m}/\text{sec})$

$$\Delta Q_2 = k \times i \times A = 9.9 \times 10^{-5} \times 0.02 \times 798 = \underline{\underline{0.002\text{m}^3/\text{s}}}$$

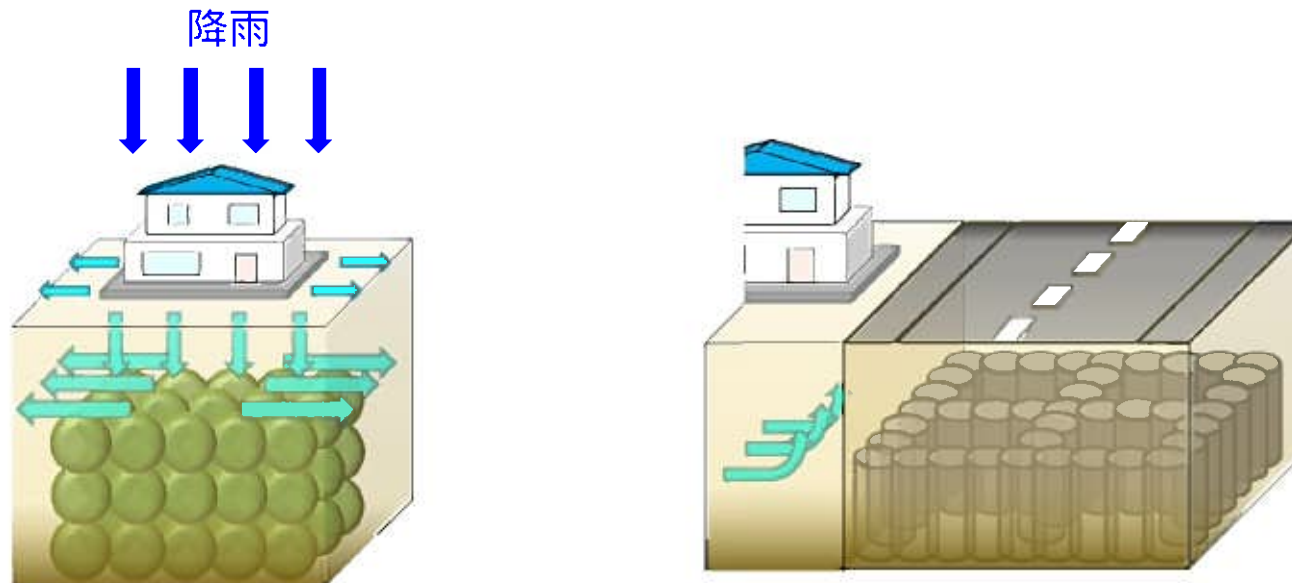
### 3. 検討結果

#### 3) 地下水処理対策の検討

##### 【必要な排水流量Q】

- ・ 降雨による流量増加 $\Delta Q1$
- ・ 地盤改良による地下水遮断流量 $\Delta Q2$

$$Q = 0.205 + 0.002 = 0.207 \text{m}^3/\text{s}$$



### 3. 検討結果

#### 3) 地下水処理対策の検討

◆ここで、φ300mm,φ350mm,φ400における管渠の流下能力をマニング式およびクッター式によって算出すると、それぞれ下表のとおりとなる。（管渠の勾配は0.9%とする）

	流下能力Q (m <sup>3</sup> /s)		
	φ 300mm	φ 350mm	φ 400mm
マニング式	0.119	0.180	0.257
クッター式	0.123	0.186	0.268

◆以上より地盤改良によって増加する流量は0.207m<sup>3</sup>/secであることを踏まえると、当該地で用いる地下排水工（集水管）の管径は、**φ400mm**が妥当と判断できる。

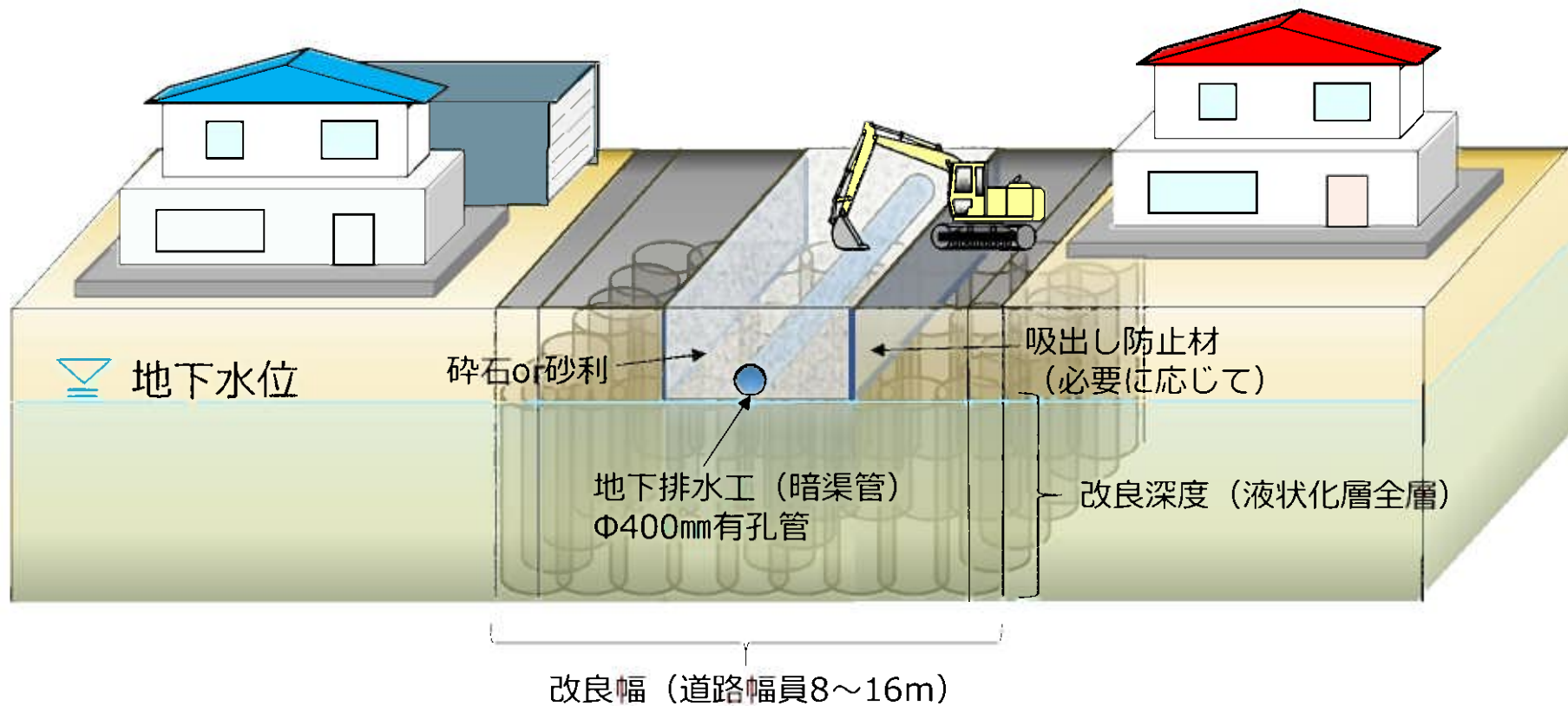


### 3. 検討結果

#### 3) 地下水処理対策の検討

#### ③地下排水工（暗渠管）の設置模式図

◆検討結果より道路下における地下排水工（暗渠管）については下図のとおりとする。

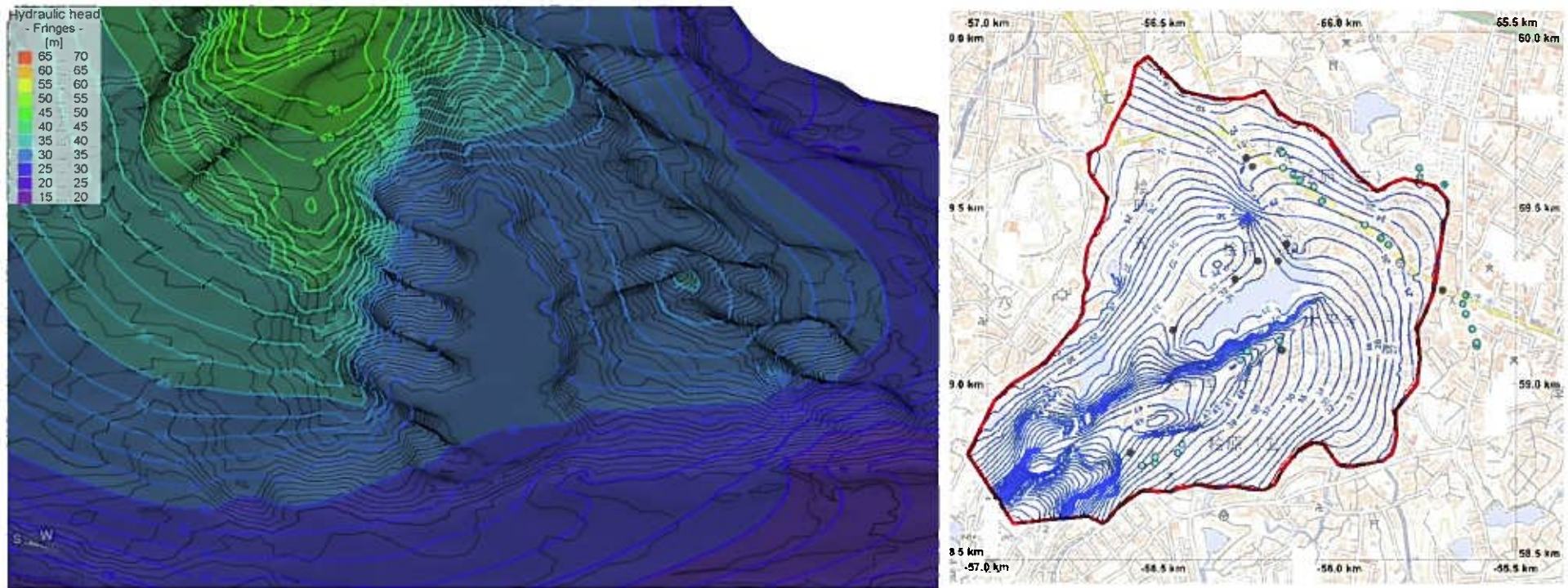


### 3. 検討結果

#### 3) 地下水処理対策の検討

#### ③地下排水工（暗渠管）の効果検証

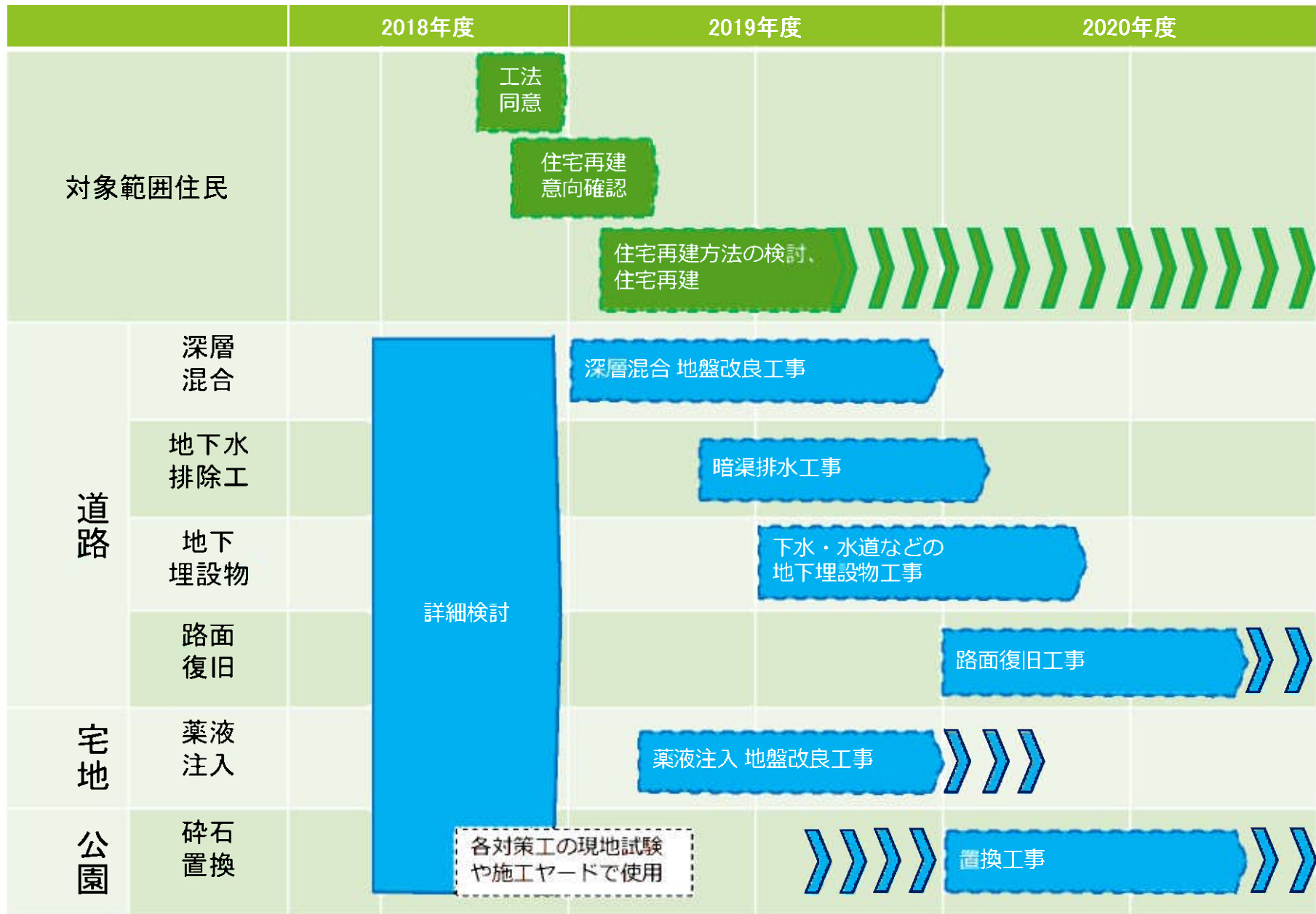
◆ 概略検討結果を検証するため、3次元浸透流解析を実施



三次元浸透流解析の例

### 3. 検討結果

#### 4) 概略工期





## 4. 住民の合意形成

### 1) 住民の合意を必要とするもの

**甲は、所有する上記2の土地において、乙が地盤改良工事（以下「工事」という。）を実施することに同意し、工事に係る下記の事柄について承諾する。**

（工事施工前に土地所有者と確認書を取り交わす。 甲：所有者 乙：札幌市）

- (1)地盤を改良する範囲や施工方法の決定については、乙が行う技術的検討結果に一任すること。
- (2)工事に伴う車両の通行や騒音、振動等による影響を理解し、協力すること。
- (3)土地の中の複数個所において管径5cm程度で削孔し、薬液を注入するための管(材質:塩化ビニル)を残置すること(施工後には、乙において地表面付近の管を切断し、適切な処理を行うものとする)。
- (4)工事後は、地盤改良した部分の維持保全に努め、改良した部分を除却・破壊するような行為は行わないこと。
- (5)工事完了後に、地盤改良した部分を改変する場合は、以下の行為を除き乙に事前に届け出ること。  
【届出不要行為】  
ア)住宅等の建築に係る地盤調査(ボーリング調査等)  
イ)住宅等の杭の設置  
ウ)地盤改良体をコンクリート構造物などの強固なものに置き換える行為(地階の有する住宅の建築等)
- (6)土地が更地で且つ住宅再建などに影響が無い場合は、工事にあたり乙が土地を無償で借用し施工ヤードとして使用すること。
- (7)甲は、円滑な施工のために必要な宅地内の調査に協力するとともに、既存宅地の基礎の状況や住宅の補修・再建の時期や工法について、乙に情報提供すること。
- (8)その他、復旧工事の円滑な実施にむけて、必要な事項について、乙と連絡・調整を行い協力すること。
- (9)乙が実施する工事は、地盤の大規模な流動化等を防止する目的で行うものであり、住宅の建築に必要な地耐力を担保するものではないこと。
- (10)土地の所有権を第三者に譲渡する場合、または、借地権等を設定し第三者に土地を使用させる場合には、事前に乙に通知するとともに、本確認書に定める事項を譲受人または借地権者等に継承すること。

## 5. その他（継続検討事項）

以下の項目について結果がとりまとまった時点で市より説明

### 1) 薬液注入工法の適用性の検討

現地の試料を用い室内試験を実施しており、透水性・発現強度などについて

### 2) 地下水位の3次元浸透流解析

概略検討結果について、3次元浸透流解析により確認を行う

### 3) 会議の総括について

本日の指摘事項も含め、3回の会議の結果を総括する市により書面を作成し、ご確認いただく