

国際線地区取付誘導路の 地盤改良設計について

関東地方整備局東京空港整備事務所

岩寄 幸男、大城 悟

パシフィックコンサルタンツ株式会社

松田 繁樹、鈴木 章浩

発表の概要

1. 検討の概要

(背景、設計のポイント、地質構成、周辺施設の状況等)

2. 液状化対策工法検討

(液状化判定、地盤改良工法選定等)

3. 京急シールド影響検討

(目標性能、解析手法、解析結果等)

1. 検討の概要



検討の背景

羽田空港再拡張事業

新滑走路の整備

国際線地区の整備

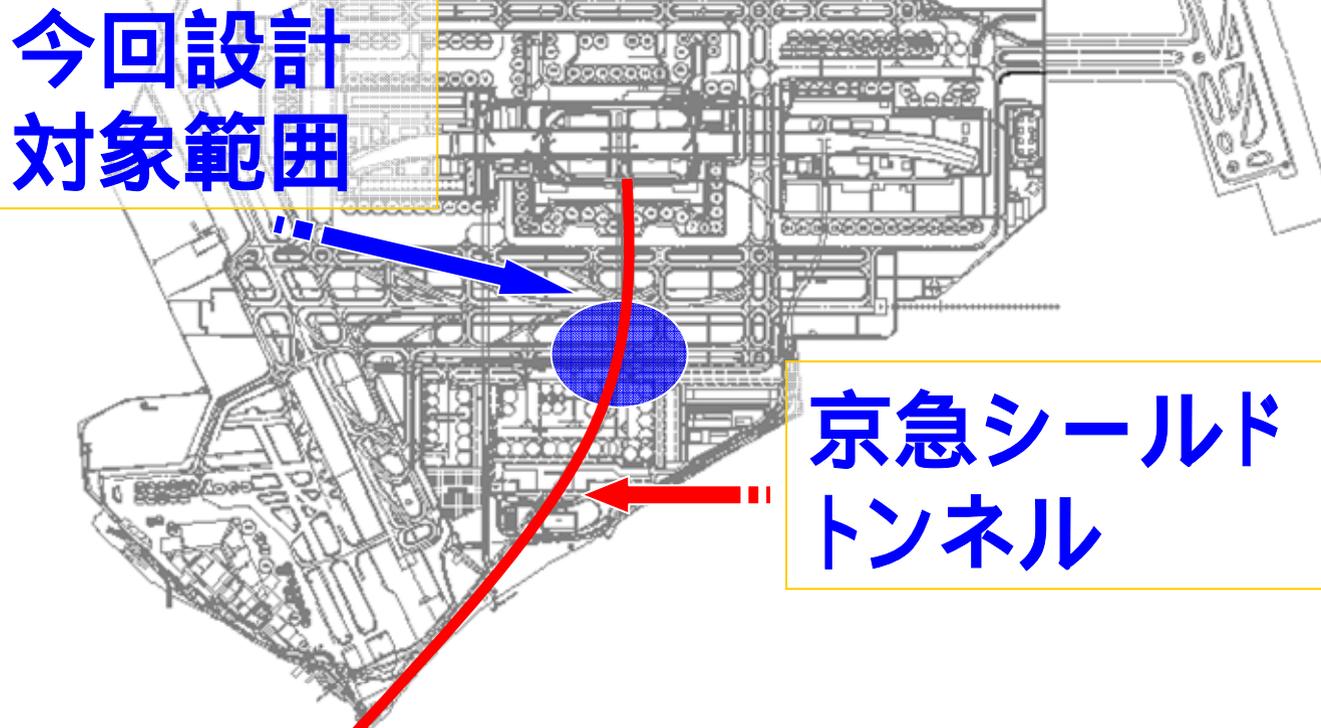


現空港の機能向上事業

施設整備・施設の改良・耐震化

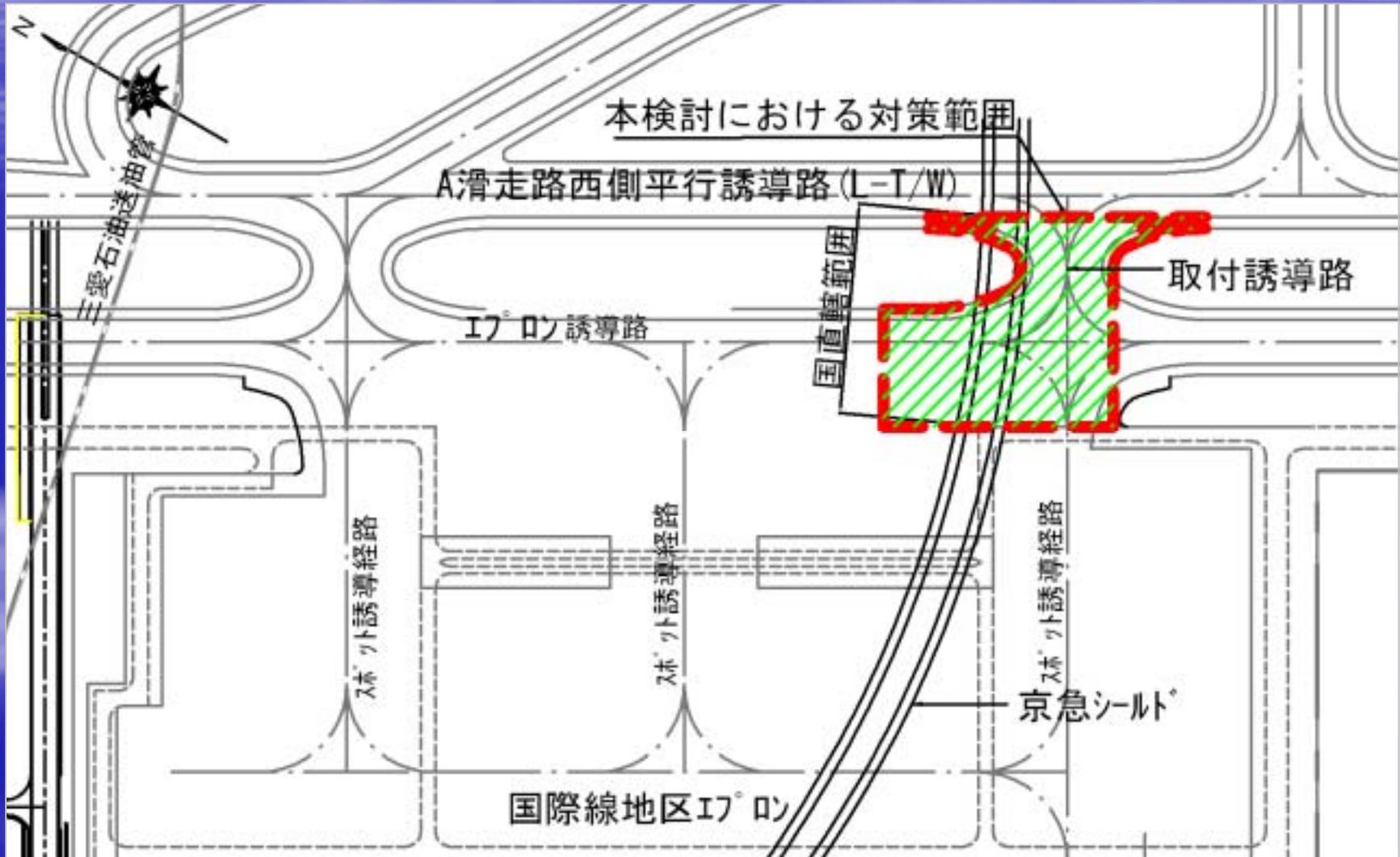
検討位置

今回設計
対象範囲

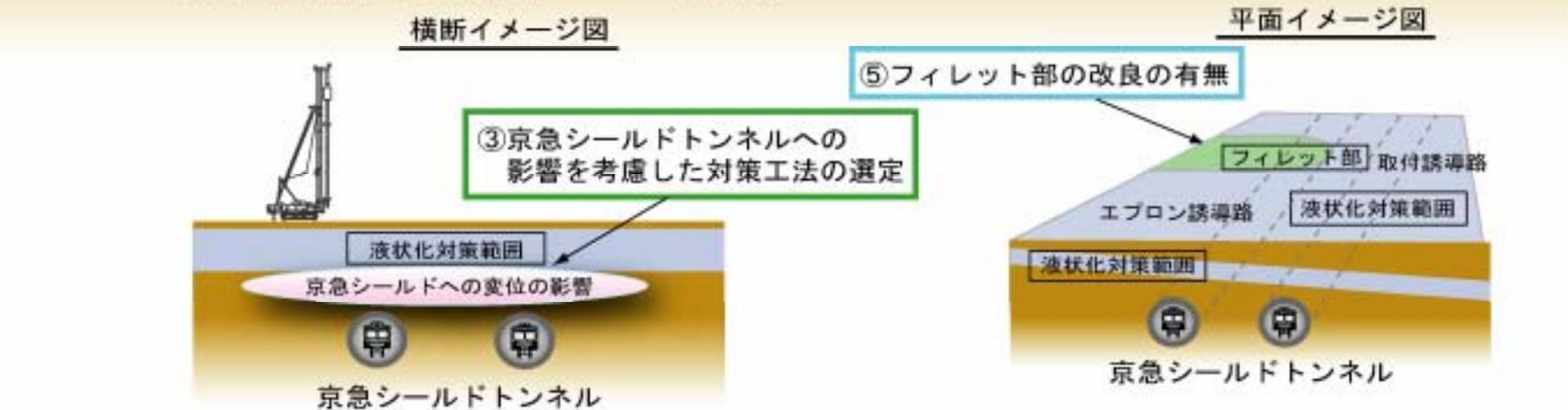
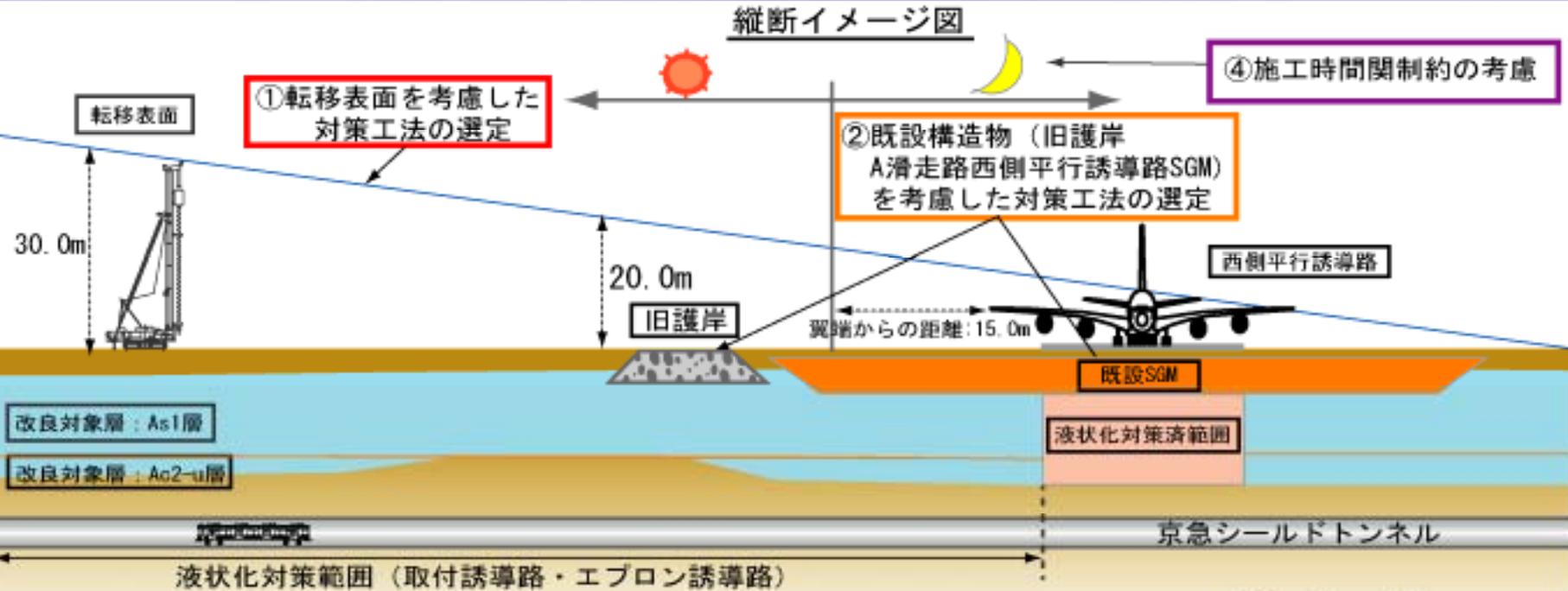
The image shows a detailed architectural floor plan of a building. A yellow rectangular box highlights a specific area on the left side of the plan, labeled '今回設計対象範囲' (This time design target range). A blue circle is placed in the center of the plan, with a blue arrow pointing to it from the highlighted area. A red arrow points from the bottom right towards this blue circle, originating from a yellow box labeled '京急シールドトンネル' (Keiyo Shield Tunnel). A red line also extends from the bottom left towards the blue circle. To the right of the main plan, there is a separate, elongated architectural drawing, possibly a cross-section or a detailed view of a specific part of the building.

京急シールド
トンネル

設計対象範囲

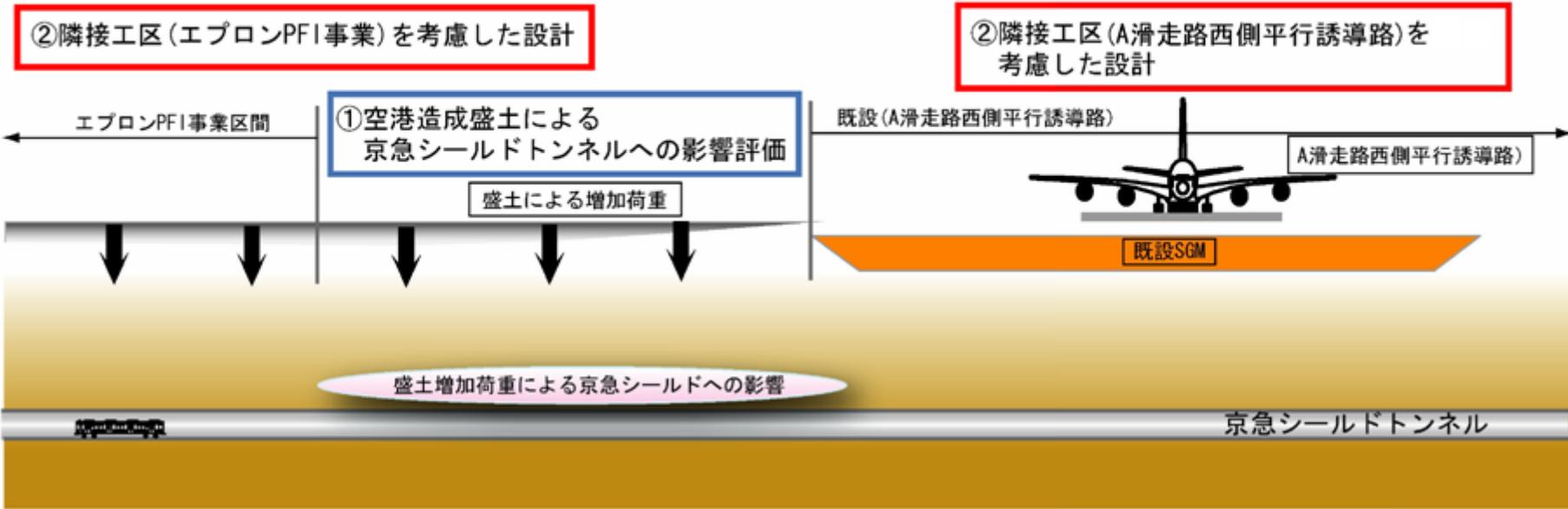


設計のポイント(液状化対策)

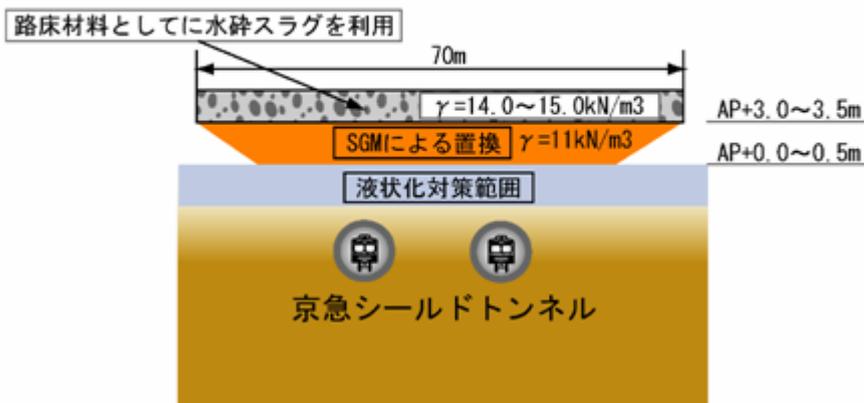


設計のポイント(京急シールド対策)

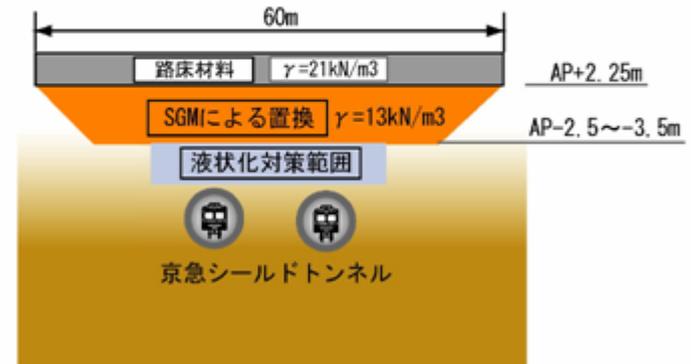
縦断イメージ図



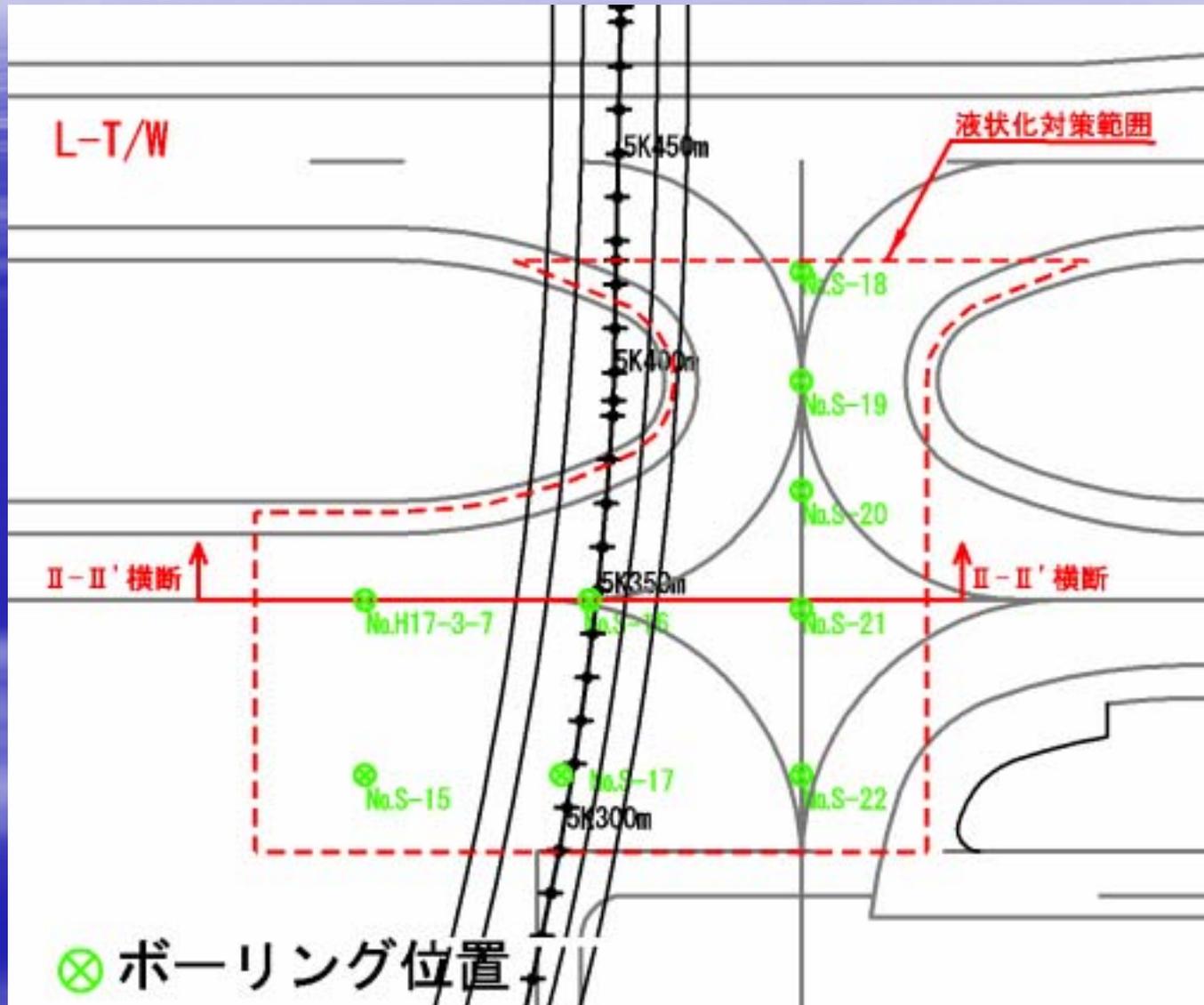
既設計(エプロンPFI事業)イメージ図



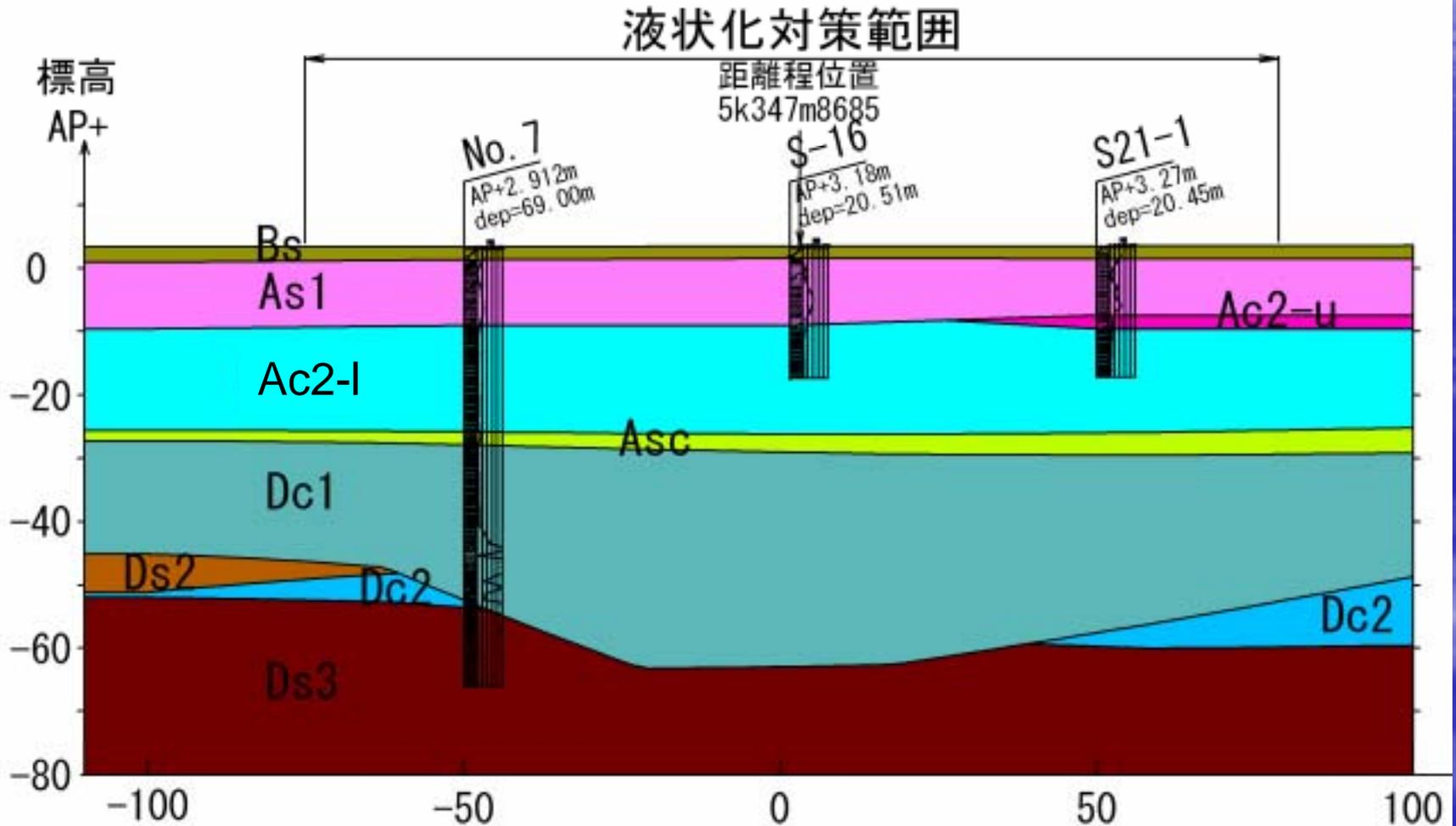
既設(A滑走路西側平行誘導路)イメージ図



地質の概要(1)



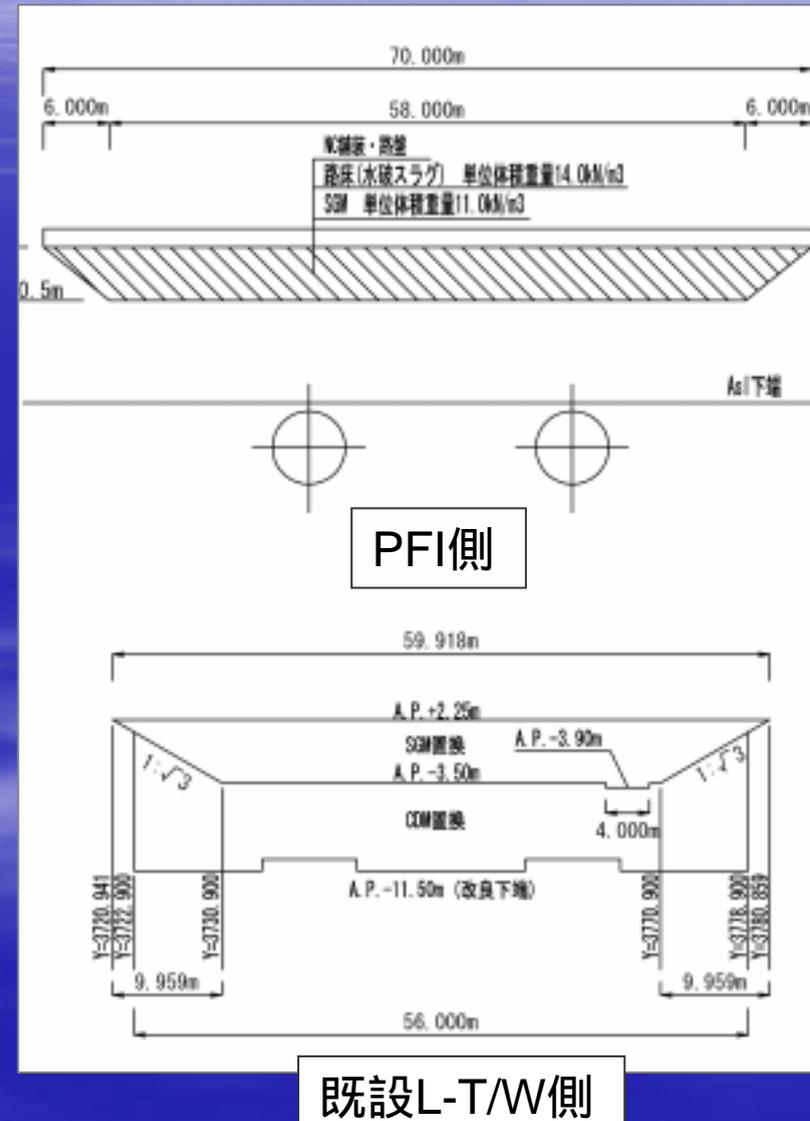
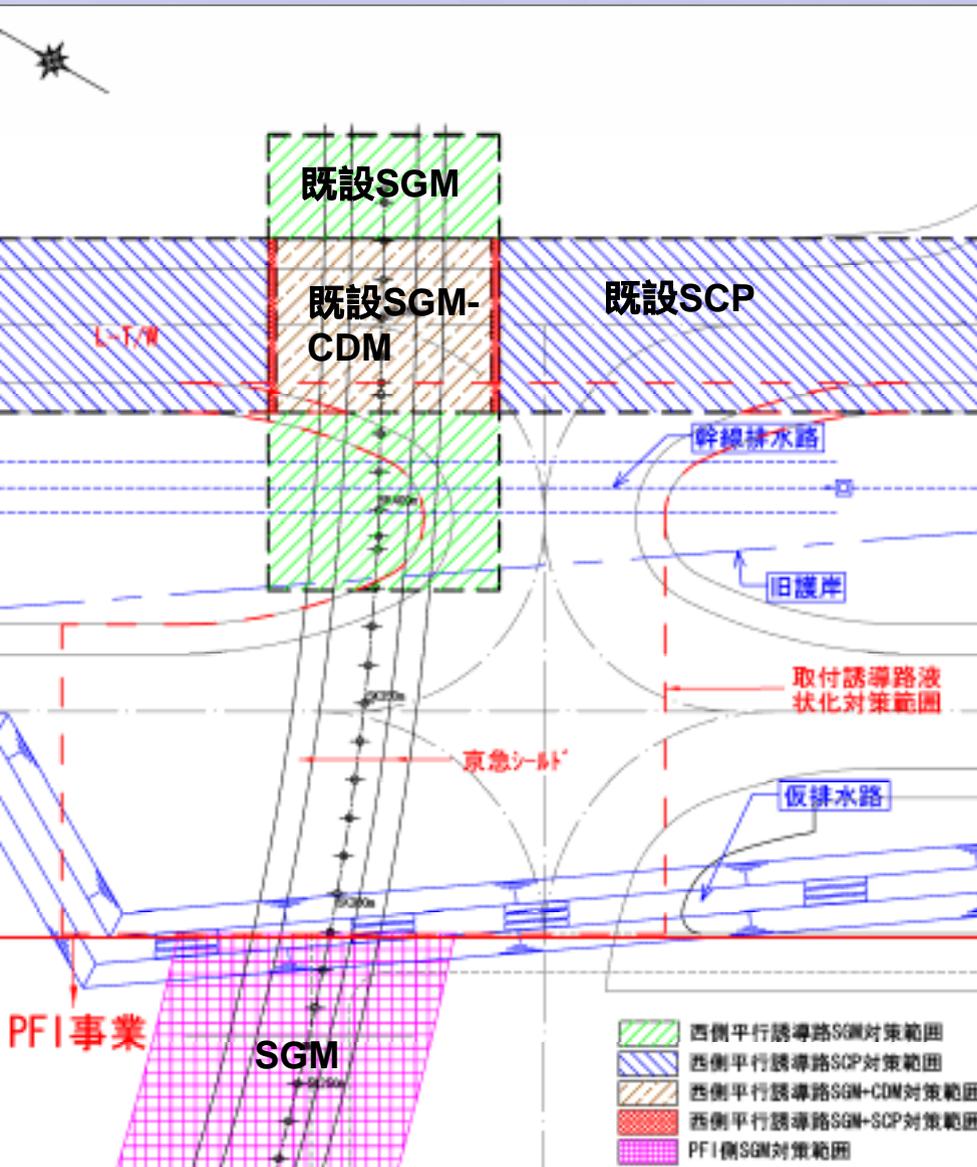
地質の概要(2)



地質の概要(3)

地層境界	判定基準
As1層と Ac2-u層の境界	・土の工学的分類に従い $F_c < 50\%$ を As1層 とした。
Ac2-u層と Ac2-l層の境界	・特に相関の強い $IP < 25$ 、 $P_c < 30$ を 第1基準 とした。 ・IP、 P_c による第1基準で区分層が異なる場合は $F_c < 80$ 及び 柱状図の記事を参照 し適している地質区分を推定し、これを第2基準とした。

周辺施設の状況



2.液状化対策工法検討



液状化対策の概要

耐震性能の設定

… 空港土木施設の耐震設計指針(案)

液状化の判定

… 埋立地の液状化対策ハンドブック

性能評価

- ・ 二次元有効応力地震応答解析
- ・ FLIPDIS
- ・ 石原・吉嶺による推定方法

液状化対策範囲の設定

施工ブロックの設定

L・T/Wを通行する航空機
による制限(夜間施工) 制約

京急シールドに対する近接施工の影響

時間による制限無し

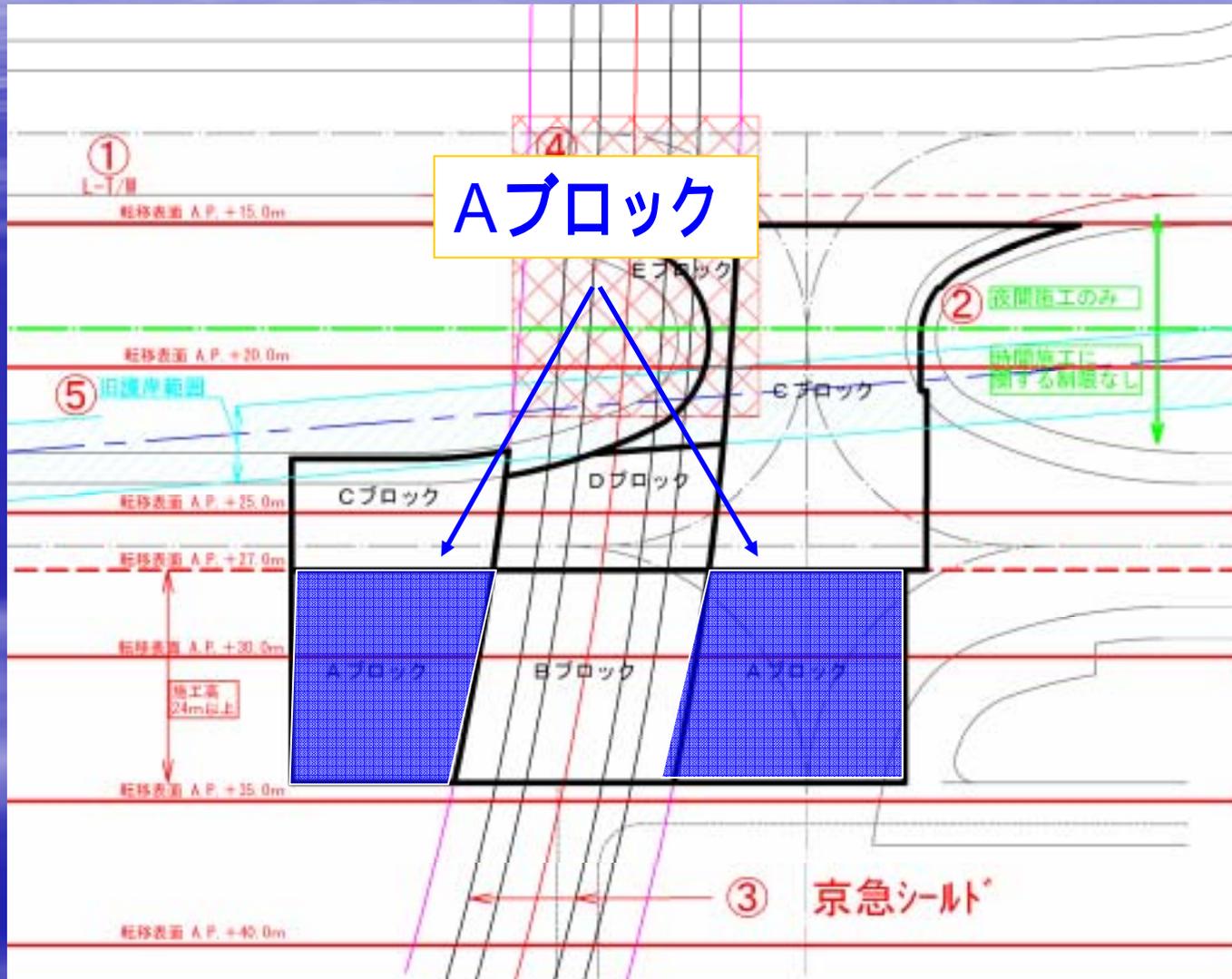
旧護岸の捨石に対し、施工が可能な工法

③ 京急シールド*

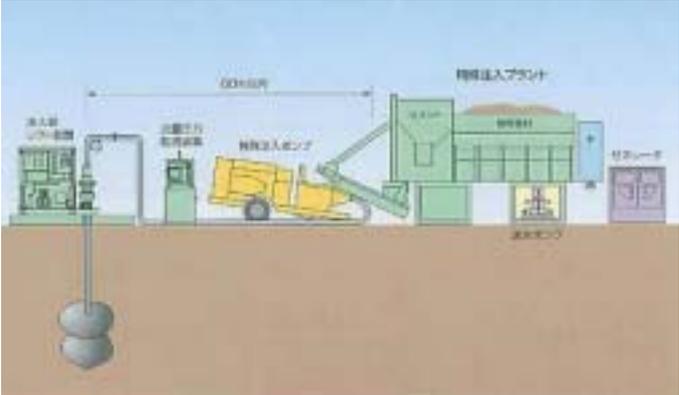
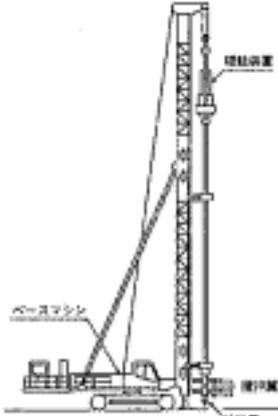
対策工法の一次選定

原理	代表的な工法	Aブロック	Bブロック	Cブロック	Dブロック	Eブロック
密度増大	SCP工法	施工は不可 (30m) ×				
	CPG工法		変位発生 ×	施工可能	変位発生 ×	
固結	機械攪拌工法		変位発生 ×	高さ制限 ×		
	高圧噴射工法	高価 ×	低変位	高価 ×	低変位	強度低下 ×
	浸透固化処理工法	高価 ×	施工可	高価 ×	施工可	
過剰間隙水圧消散工法		透水性が低く、間隙水圧の消散が困難 ×				
地下水位低下工法		ランニングコスト、圧密沈下の発生 ×				
評価		CPG・機械攪拌工法	高圧噴射・浸透固化	CPG工法	高圧噴射・浸透固化	浸透固化

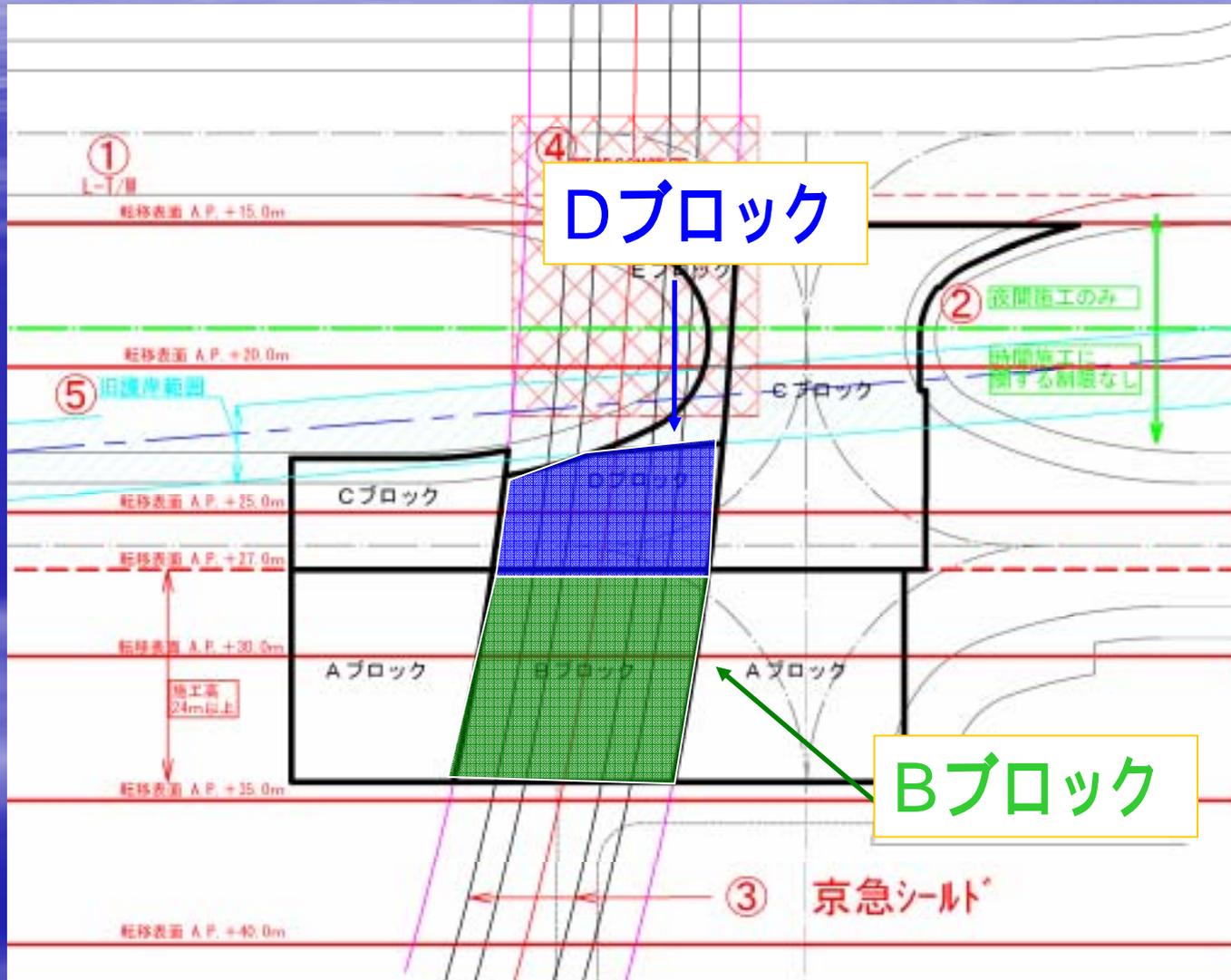
Aブロックにおける工法選定



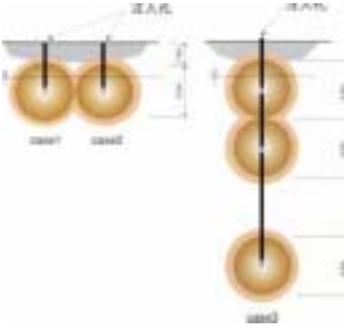
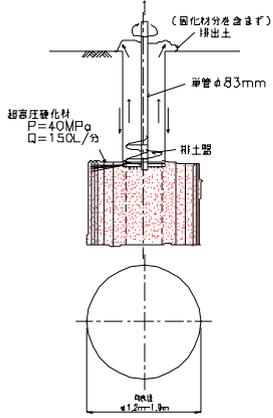
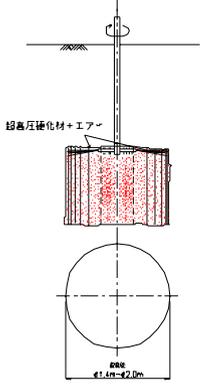
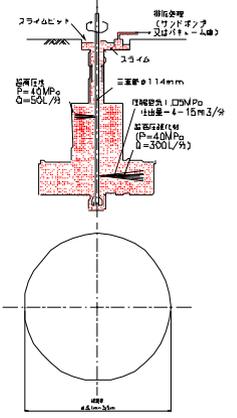
Aブロックにおける工法選定

工法	CPG工法	スラリー系機械攪拌工法
配置図	 <p>CPG工法の配置図。地上には「材料投入アーク」があり、その下には「材料投入ポンプ」が設置されている。さらに下には「ポンプ」が設置されている。地下には「固結体」が形成されている。また、「圧入機」も示されている。</p>	 <p>スラリー系機械攪拌工法の配置図。地上には「攪拌機」が設置されている。地下には「攪拌棒」が挿入されており、その先端には「攪拌頭」がある。また、「ポンプ」も示されている。</p>
工法概要	<p>・固結体による締固め効果で周辺の地盤を圧縮強化する工法</p>	<p>・軟弱土を地盤中の原位置で攪拌混合し、所定の強度のパイルを造成する工法</p>
経済性	1.47	1.00
評価	×	

B・Dブロックにおける工法選定



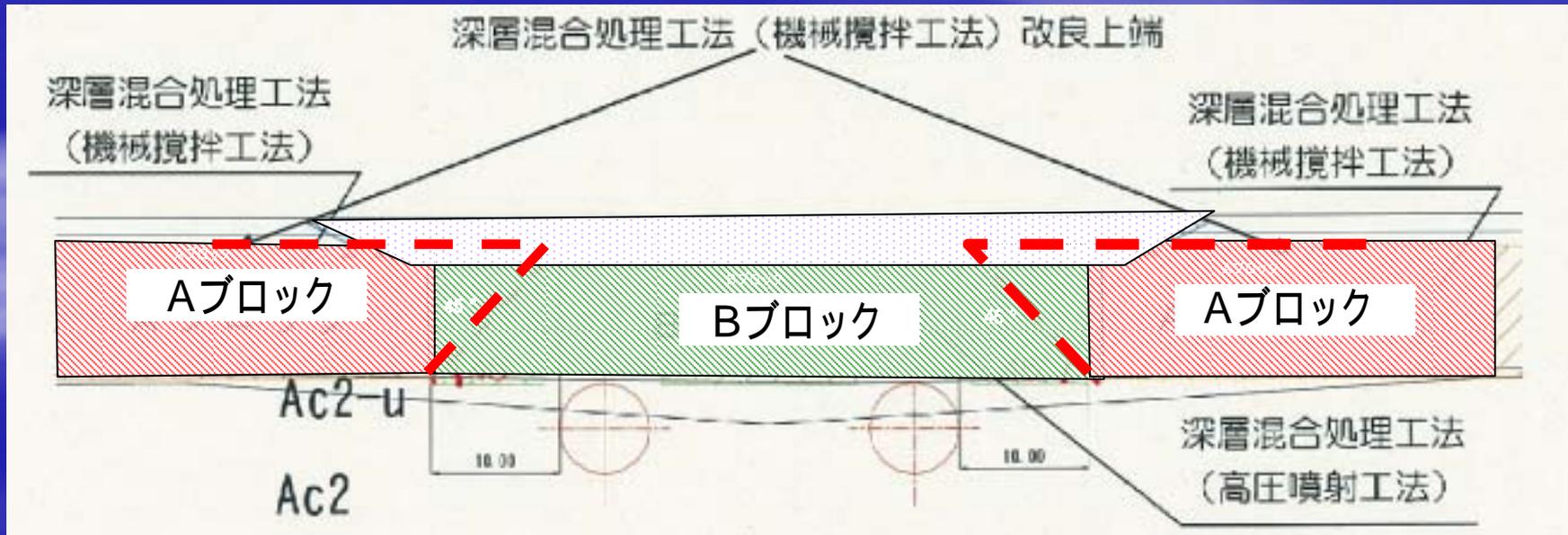
B・Dブロックにおける工法選定

原理	薬液注入工	高压喷射工法 单管工法	高压喷射工法 二重管工法	高压喷射工法 三重管工法
工法	浸透固化 処理工法	LDis - Dy工法	FTJ-N工法 (Iア-使用)	D - RJP工法
概要				
上空制限	5.0m	5.5m以上	3.0m以上 (6.0m)	5.0m以上
経済性	2.10	1.00	1.32	1.78
評価	×		×	×

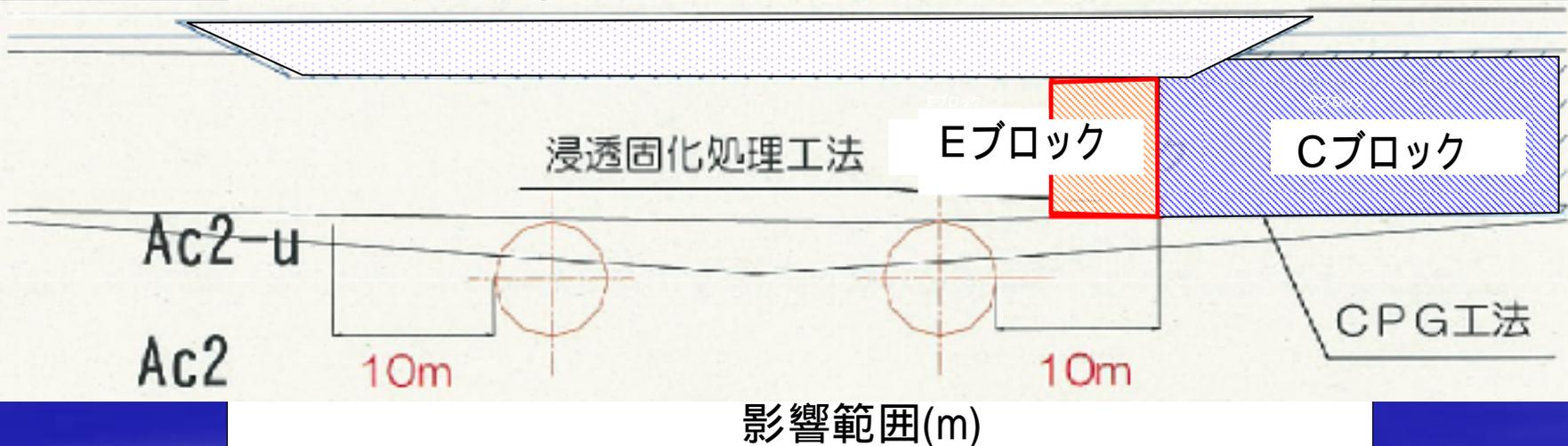
改良幅の検討(1)

スラリー系攪拌工法による京急シールドへの影響
(Aブロック-Bブロック)

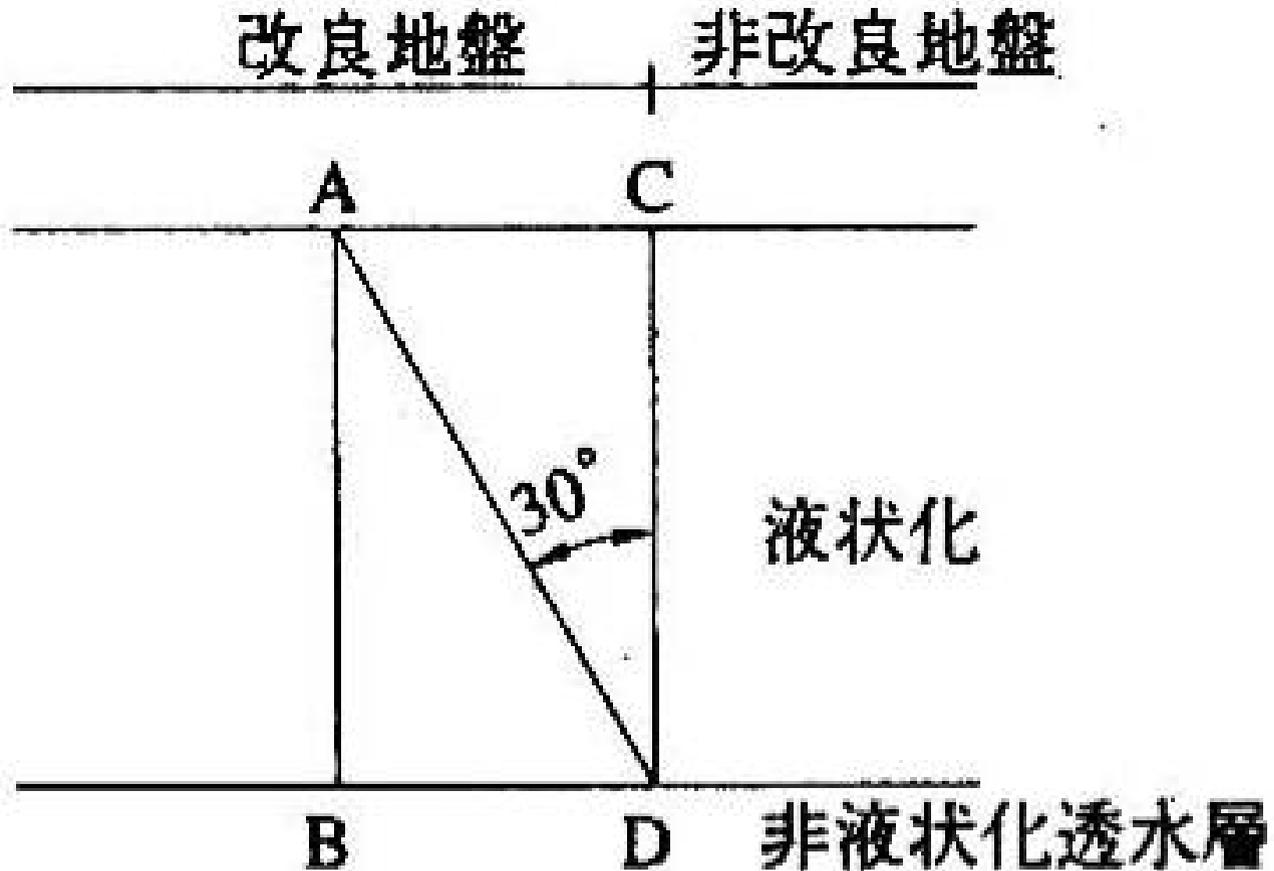
スラリー系機械攪拌工法の施工による影響範囲は
改良下端から45° (京急シールド端部から10m)



改良幅の検討(2)

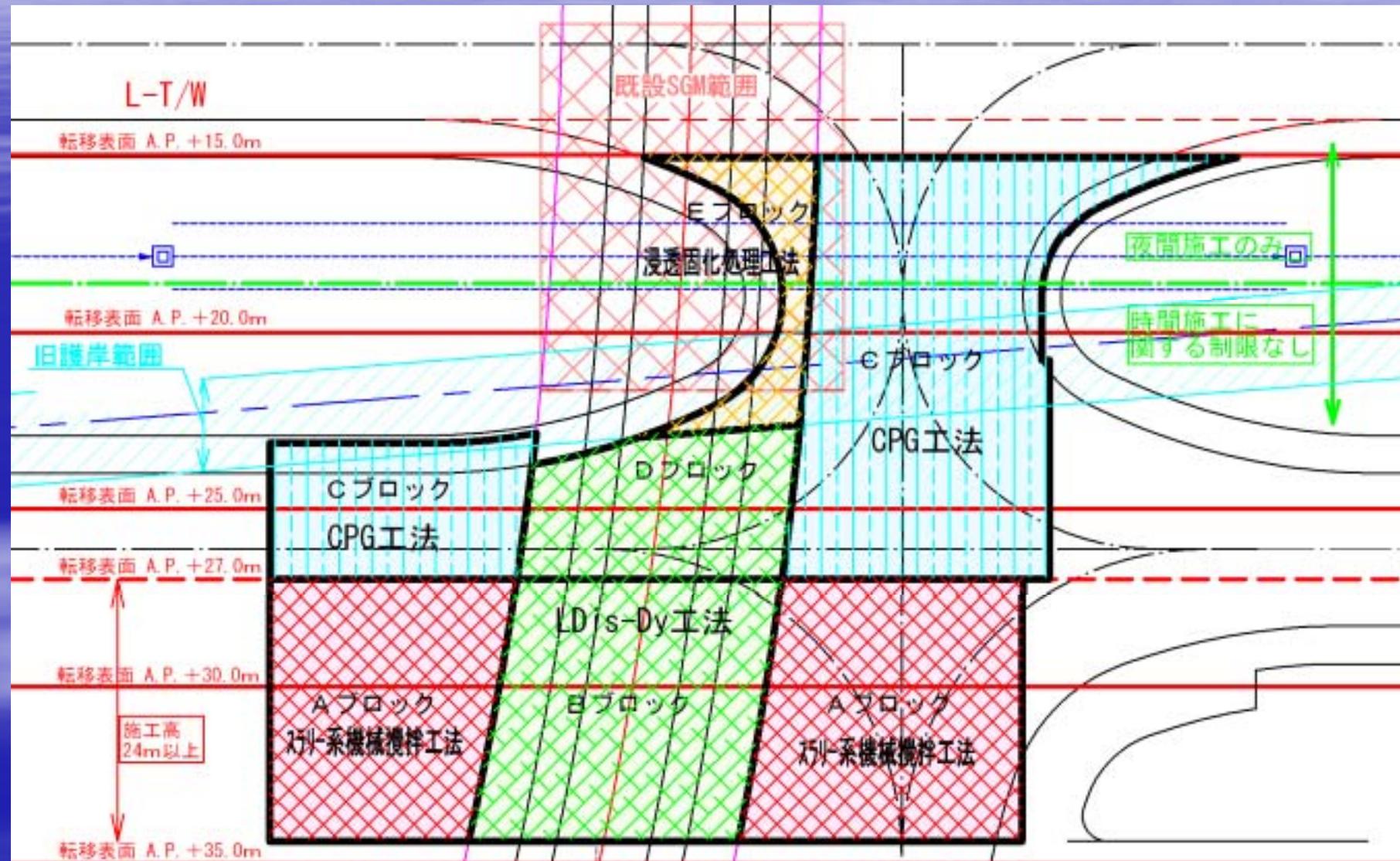


余改良幅の検討



改良地盤が軟化する範囲

液状化対策工地盤改良設計



3.京急シールド影響検討



検討の目的

- ・国際線地区に計画する取付誘導路部分は、盛土に伴う圧密沈下の影響により京急シールドに沈下等が生じることが懸念される
- ・列車運行に支障を生じさせず、かつ、京急シールドの構造的な安全性も確保した施工とする必要がある
- ・取付誘導路建設による京急シールドへの影響を定量的に予測・評価し、列車運行の安全性及び京急シールドの構造的な安全性に対する検討を実施

検討のフロー

設計条件の整理



無対策時における影響検討

地盤解析/シールド応力照査

対策工法の選定



対策時における影響検討

地盤解析/シールド応力照査

盛土によるシールド応力照査

水準狂い・高低狂い・軌道狂い・平面性狂い照査

地震時の検討

リバウンドの検討

目標性能の設定(1)

列車運行の安全性及び快適性に関する許容値

項目	管理値
上下方向	構造物の挙動で $\pm 3\text{mm}$
左右方向	
水準狂い	3mm
高低狂い	3mm/10m

軌道の相対変位に特に着目して列車運行の安全性
および快適性を確保

目標性能の設定(2)

京急シールドの構造的な安全性に関する許容値

【縦断方向】

	許 容 値
一次覆工	継手板の許容応力度から定まる許容曲げモーメント $M_a = 5,250 \text{ kN} \cdot \text{m}$
二次覆工	鉄筋の長期許容応力度から定まる許容曲げモーメント $M_a = 6,972 \text{ kN} \cdot \text{m}$
目安値の設定	解析上ひび割れを生じない曲げモーメント・・・ $M_c = 6517 \text{ kN} \cdot \text{m}$
	ひび割れ幅の照査を実施し, 耐久性等に影響があるかについて検討・・・ $w_a = 0.26 \text{ mm}$

目標性能の設定(3)

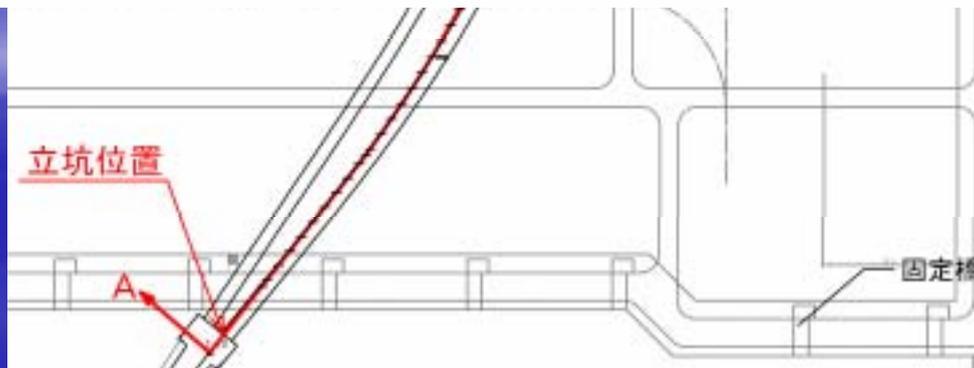
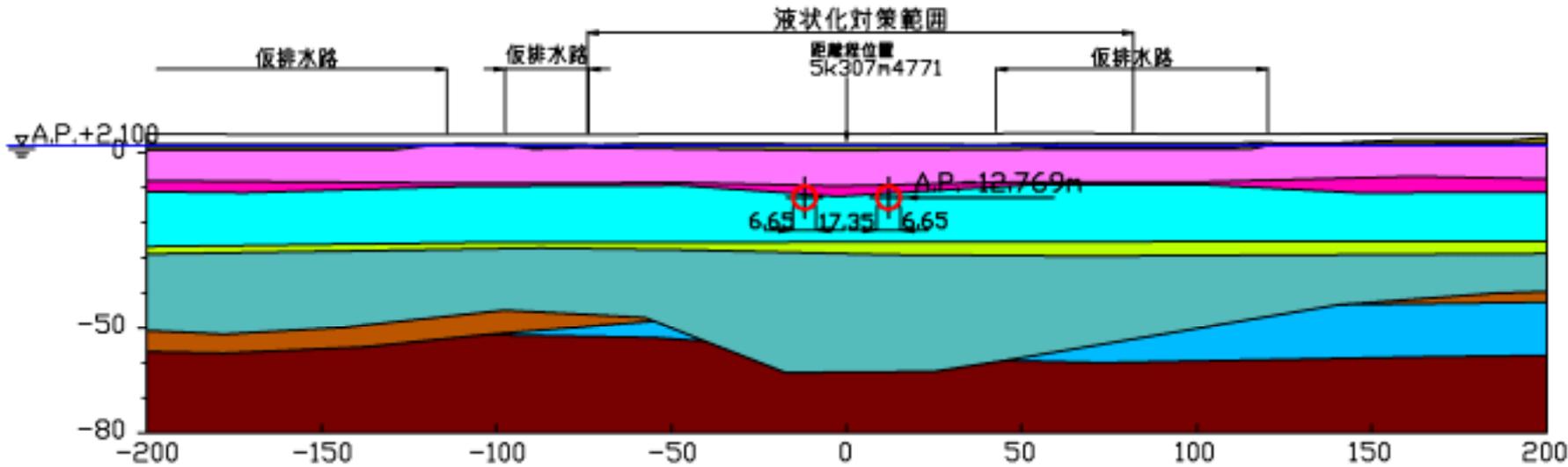
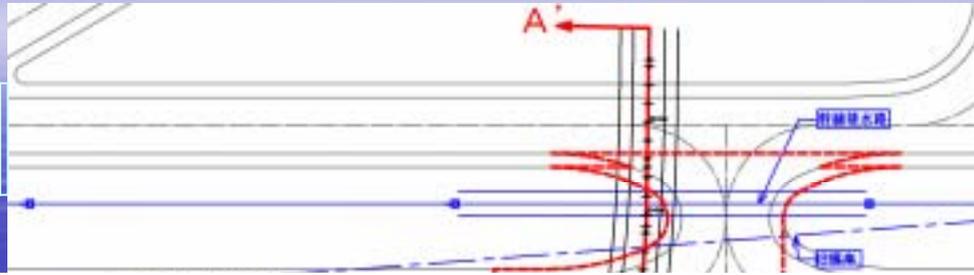
京急シールドの構造的な安全性に関する許容値

【横断方向】

	許 容 値
一次覆工	コンクリートの許容圧縮応力度 $c_a=17\text{N/mm}^2$, 鉄筋の許容引張応力 度 $s_a=140\text{N/mm}^2$
二次覆工	ひび割れ発生モーメント以下

検討断面

【縦断方向】



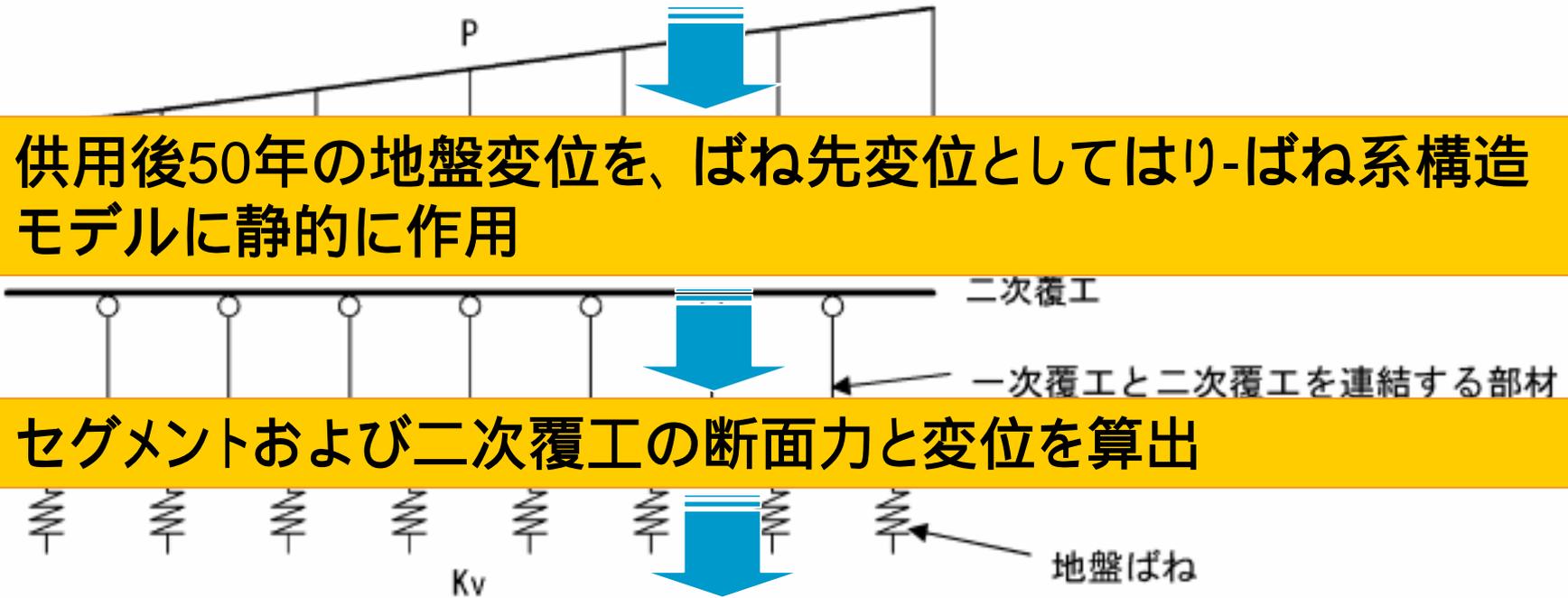
地盤解析手法

解析手法	概要	本検討への適応
弾性解析	有限個の各要素が線形の弾性挙動を示す	対象が粘性土であり、比較的大きな塑性領域を考慮し、大きなひずみ領域を取り扱う必要があることから 不適切と判断
弾塑性解析	土の塑性領域を考慮	塑性領域を考慮できる分、弾性解析よりも正確に粘性土の挙動を評価できるが、構造の変化に伴う二次圧密を考慮することできないため 不適切と判断
弾粘塑性解析	土の粘性・二次圧密沈下・クリープ変形を考慮	二次圧密を含めた粘性土の挙動を供用50年後まで正確に再現できることから 適切と判断

シールド応力照査手法(1)

【縦断方向】

構造モデルに、京急シールドの現況の変位を作用



構造的な安全性の照査・列車運行の安全性に関する照査(軌道の照査)を実施

シールド応力照査手法(2)

【横断方向】

現況の荷重をはり-ばねモデル一次覆工に作用

(二次覆工は一次覆工の組み立てから一定の時間後に打設されるとの施工過程を考慮して、二次覆工リングを考慮しない)

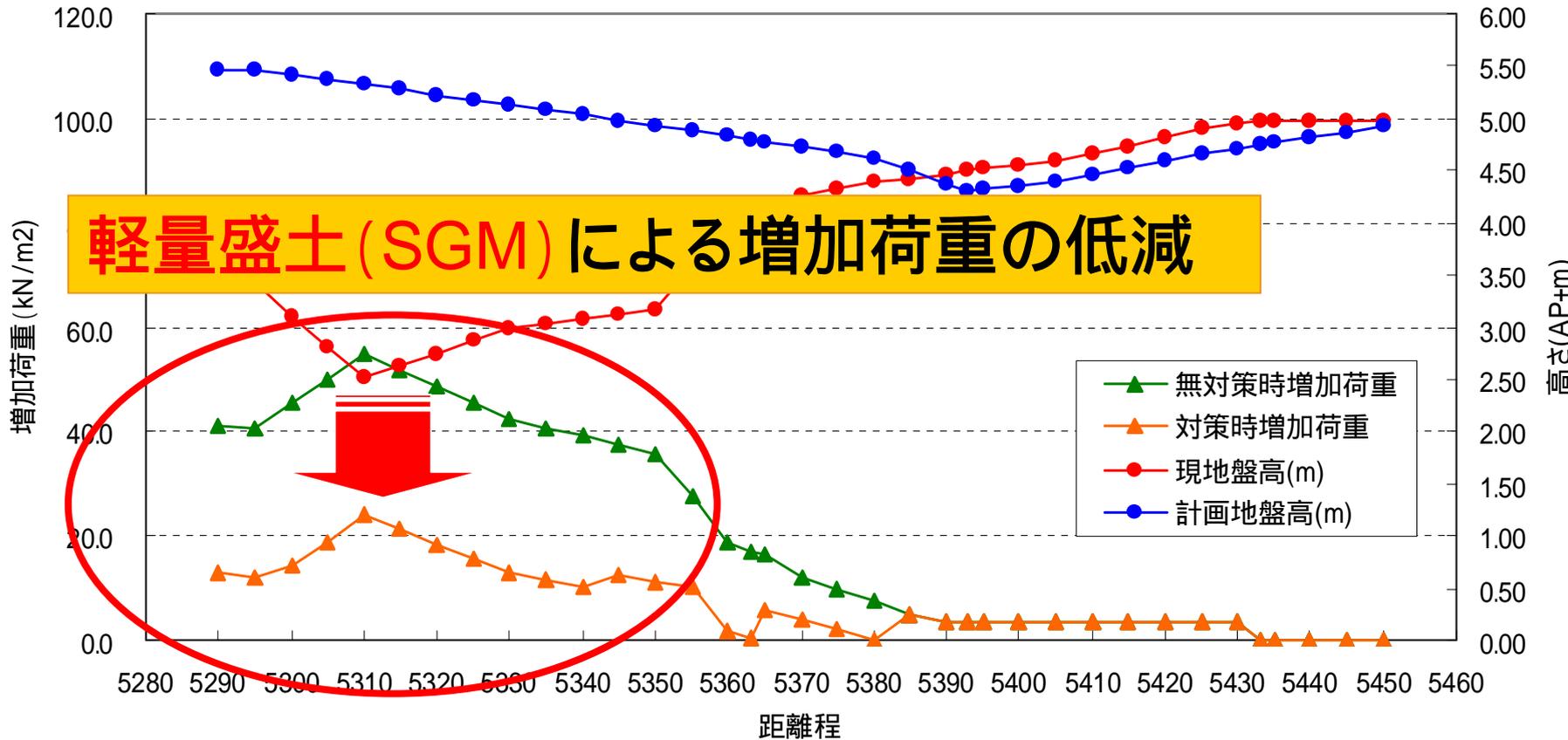
二次覆工リングを設置する

供用後50年後の地盤変位を、ばね先変位としてはり-ばねモデルに静的に作用

セグメントおよび二次覆工の断面力と変位を算出

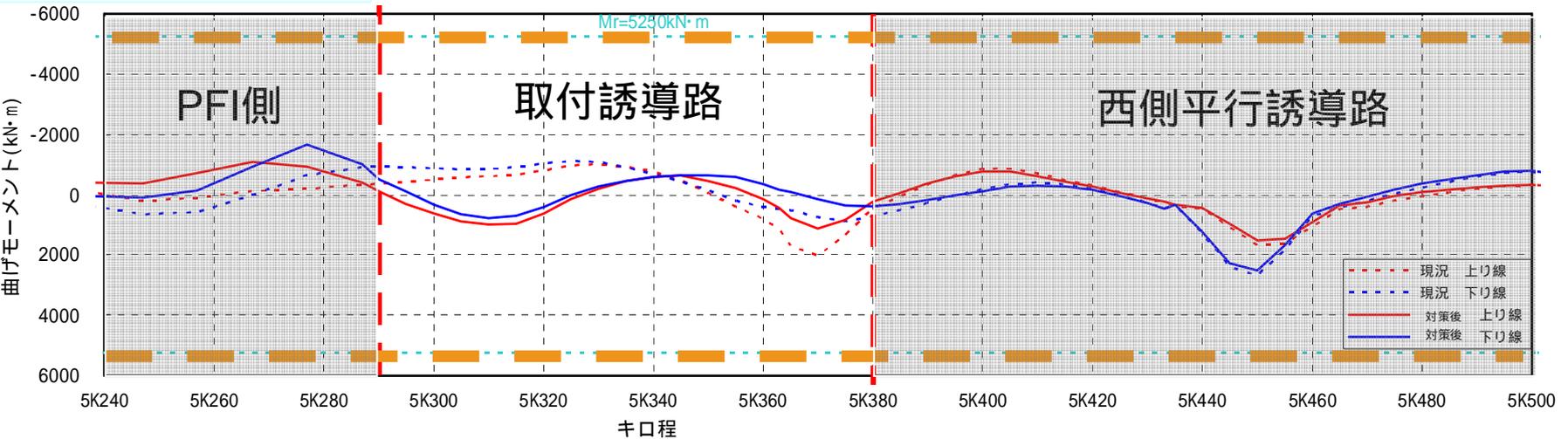
構造的な安全性の照査・列車運行の安全性に関する照査(軌道の照査)を実施

対策工法の選定

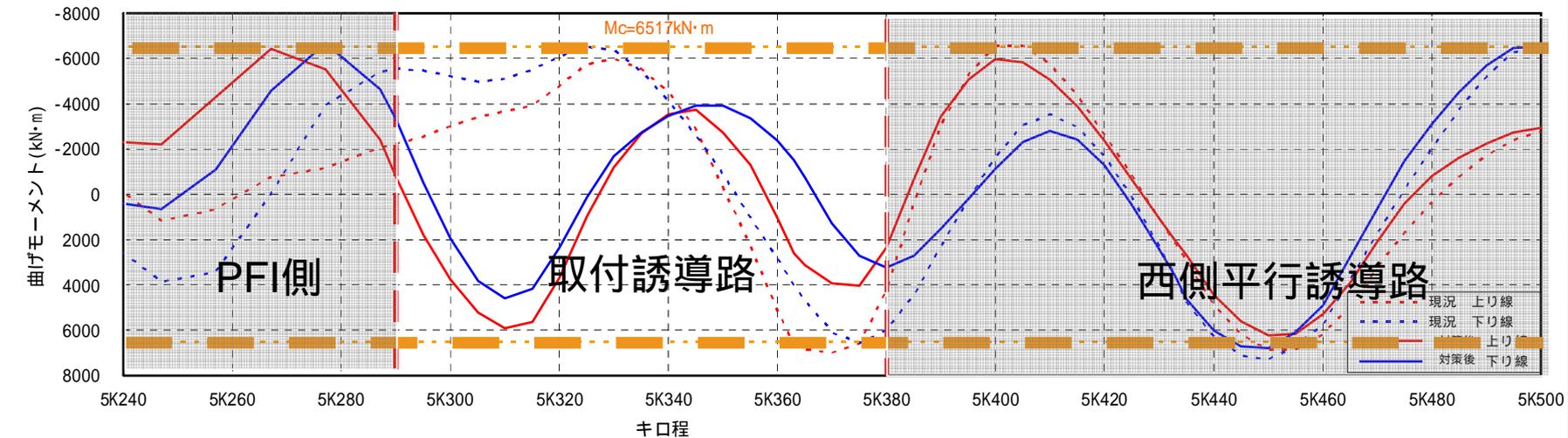


解析結果

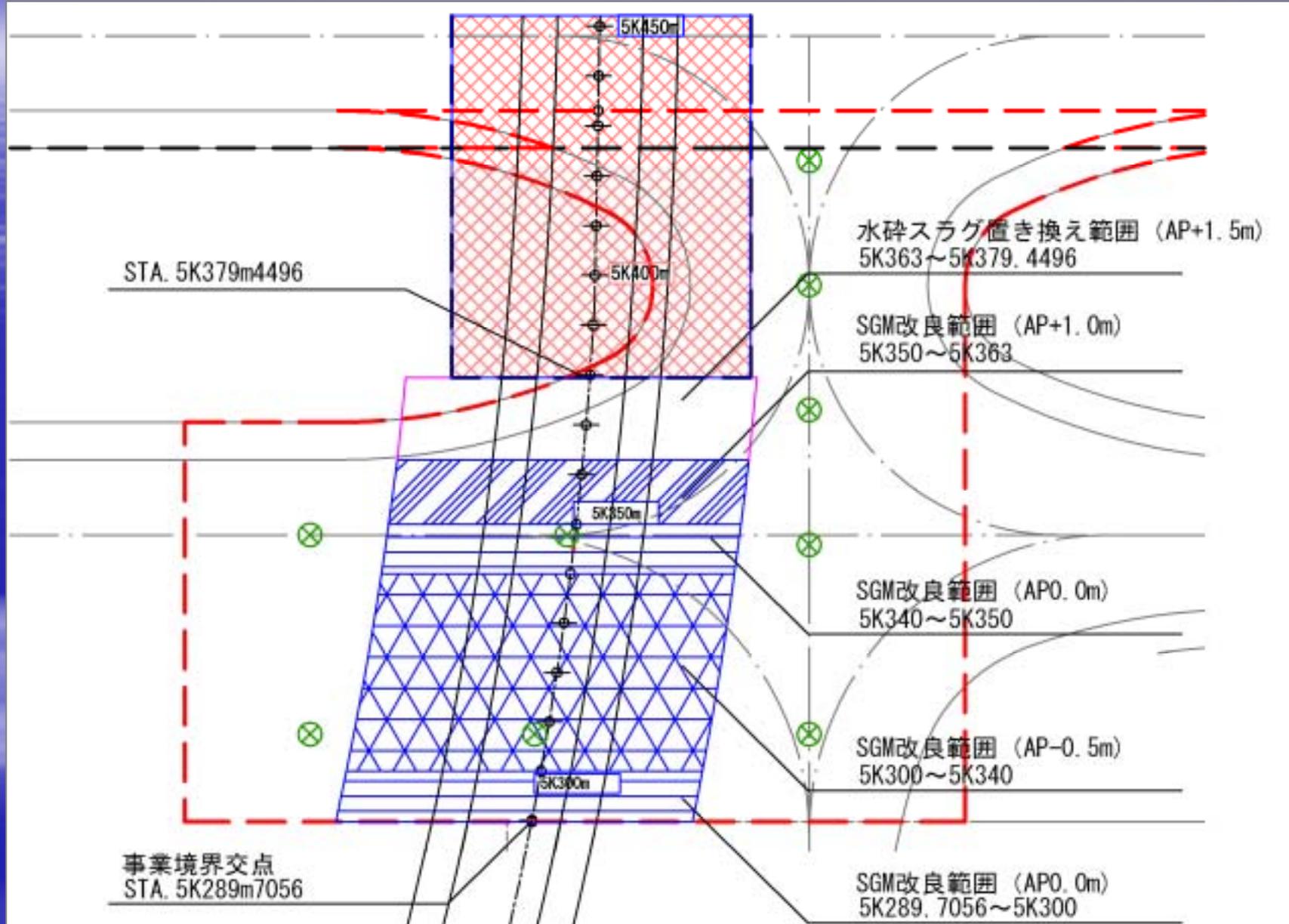
【一次覆工】



【二次覆工】



京急シールド対策設計(平面計画)



京急シールド対策設計 (縦断計画)

