

谷尾崎・池上地区地盤沈下等に関する 専門家会議 (第4回専門家会議)

谷尾崎地区
池上地区

令和3年3月26日
熊本市 都市建設局 土木部
道路整備課
北区土木センター高規格道路建設推進課

1. 谷尾崎地区

- 1) 第3回会議の振り返り
- 2) 調査結果のまとめ
- 3) 地盤沈下のメカニズム
- 4) 審議【地盤沈下のメカニズム】
- 5) 工事再開の施工方針
- 6) 審議【工事再開】

2. 池上地区

- 1) P15橋脚工事の今後の施工方針
- 2) 審議【P15橋脚工事の今後の施工方針】
- 3) BP3橋脚の施工状況
- 4) BP4橋脚の施工状況
- 5) 地下水位の観測状況

1) 第3回会議の振り返り

第3回会議振り返り

<報告内容>

➤ 「地盤調査」

- ✓ 地学専門家の地質確認を反映した地質断面図の報告
- ✓ 3次元地質分布図の報告
- ✓ 谷尾崎川変遷等の報告
- ✓ 工事箇所の岩の透水係数を報告

➤ 「土質試験」

- ✓ 土粒子の密度、粒度試験、自然含水比、湿潤密度、乾燥密度、間隙比、圧密特性、強熱減量試験の結果報告

<前回の審議結果>

- ✓ 工事箇所から住宅地まで安山岩強風化部An-w2が分布していることが確認。
- ✓ 住宅地部の粘性土Ac-1層が、間隙比が大きい高有機質土であることが確認。
- ✓ 第3回会議までの調査・試験結果を精査し、第4回専門家会議で地盤沈下の考察を行う。

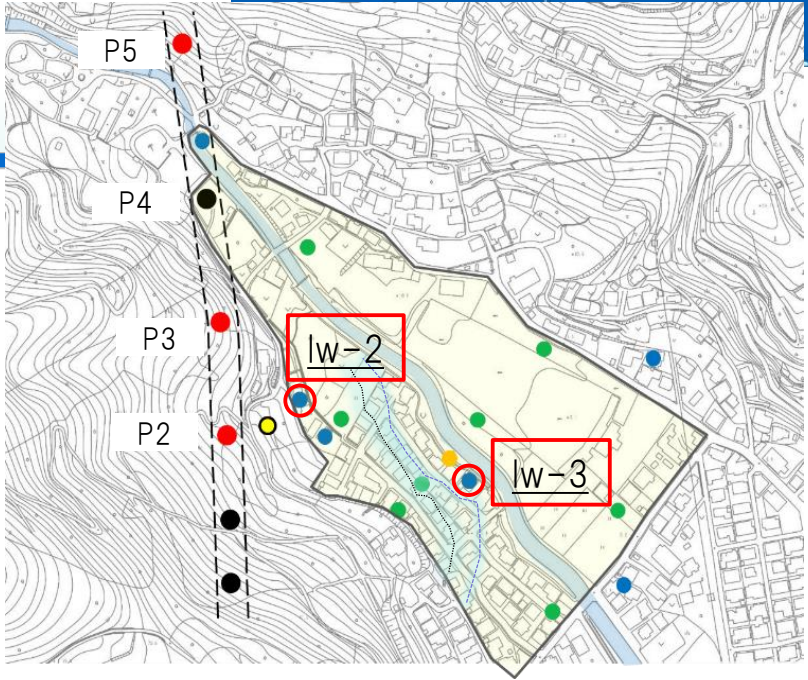


2)調査結果のまとめ

地下水調査 (EL-12.24まで地下水をくみ上げた時期の井戸水位の低下)

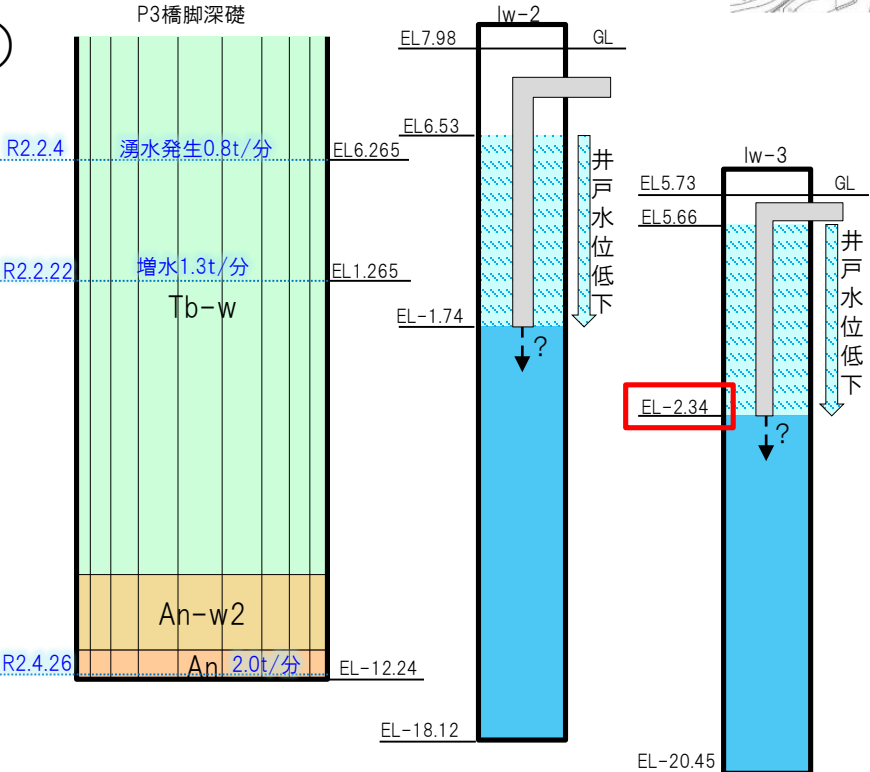
「地下水調査」

- ✓ 民有井戸の井戸枯れ発生
 - lw-2は2020年4月井戸枯れ
 - lw-3は2020年6月井戸枯れ
- ✓ 井戸水位低下は標高EL-2.34以下まで
(民有井戸ポンプ取水口による想定)
- ✓ 民有井戸の取水部(スクリーン)は確認できず
(カメラ調査結果)



標高EL-16.42(裸管)

※標高EL-13.22より上層は塩ビ管



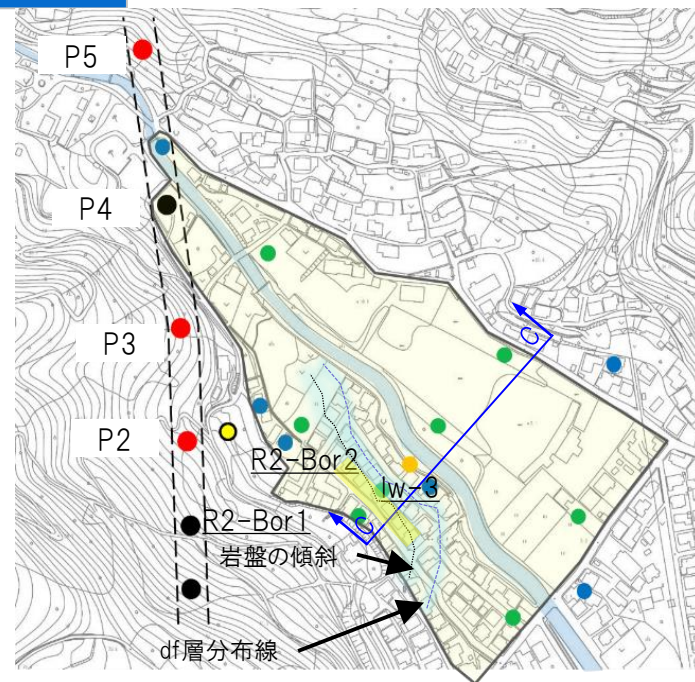
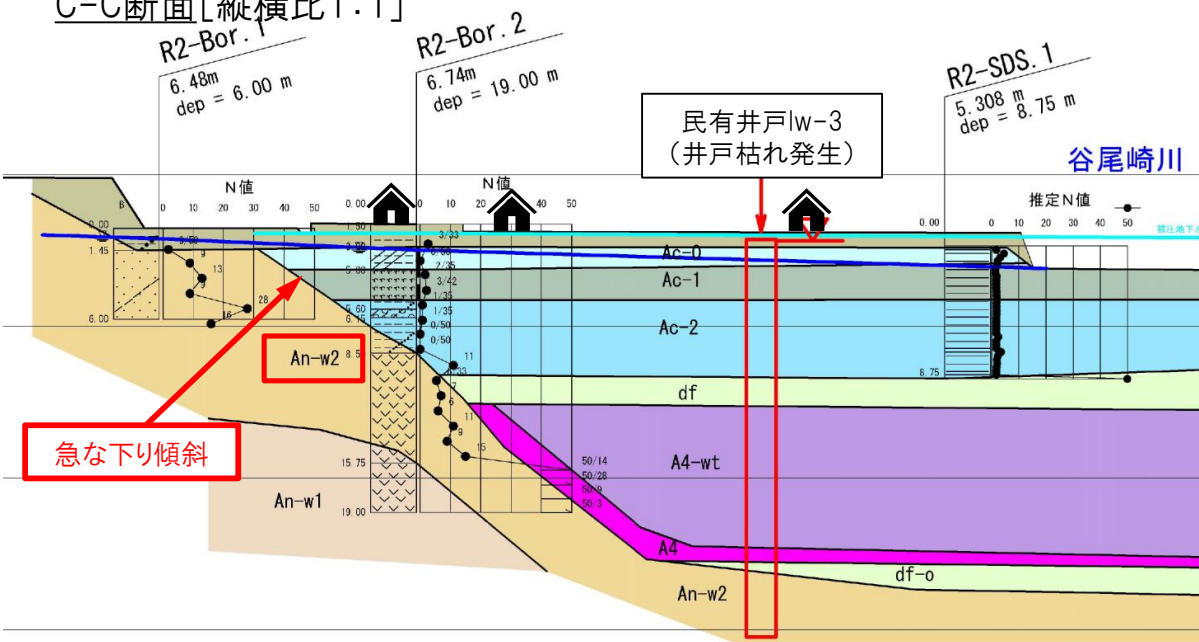
項目 \ NO		民有地井戸	
		lw-2	lw-3
井戸枯れ日		2020年4月	2020年6月
GL標高 (m)		7.98	5.73
井戸深度 (m)		26.10	26.18
水位	(GL -m)	1.45	0.09
	標高(m)	6.53	5.64
	P3水位差	0.26	-0.62
吸込み口標高 (想定)(m)		0.98	-1.27
ストレーナー 区間		不明	不明
P3橋脚からの距離 (m)		114	262

地盤調査(岩盤の分布)

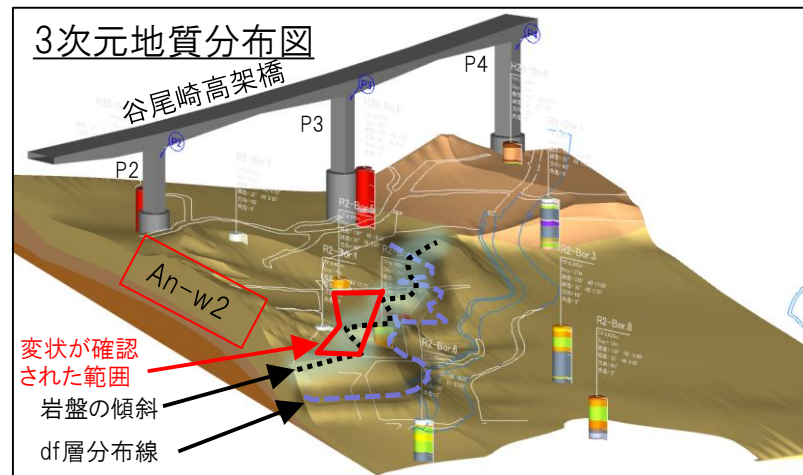
「地盤調査」

- ✓ 通水性が良い安山岩強風化部An-w2が存在
- ✓ An-w2が工事箇所から住宅地まで連続して分布
(3次元地質分布図)
- ✓ 変状が確認された住宅地付近でAn-w2が急な下り傾斜
(C-C断面図)

C-C断面[縦横比1:1]

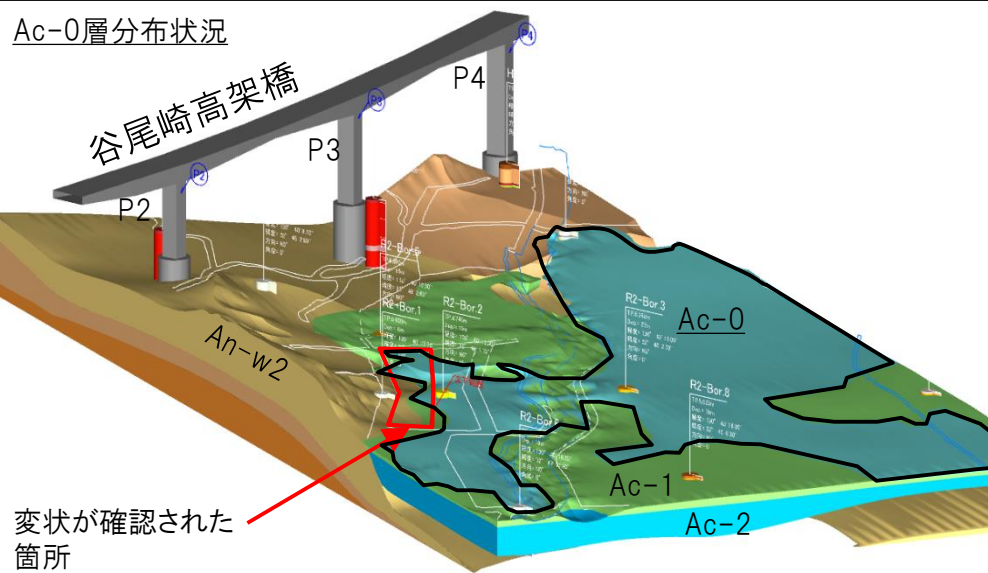


3次元地質分布図

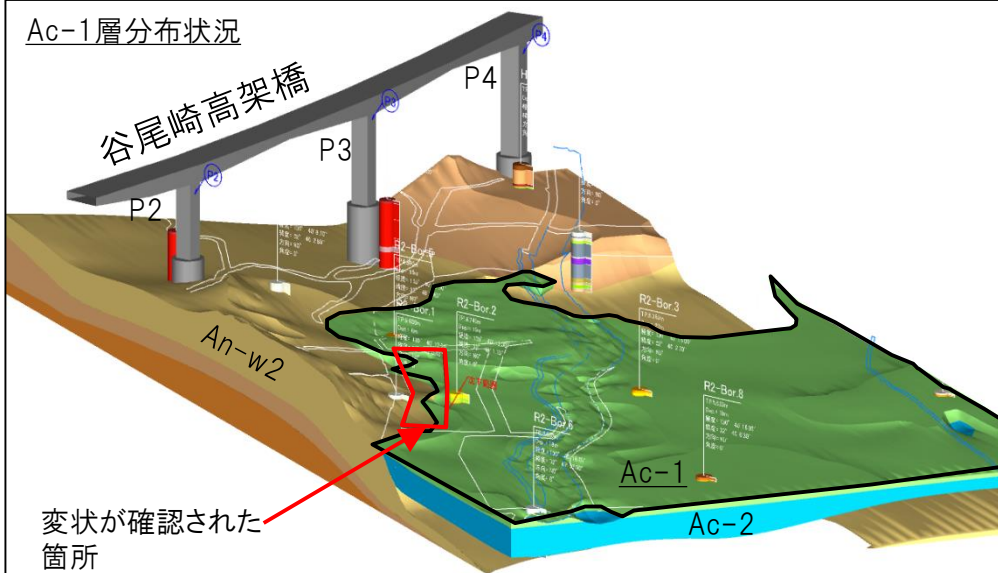


地盤調査(軟弱な粘性土の分布・特性)

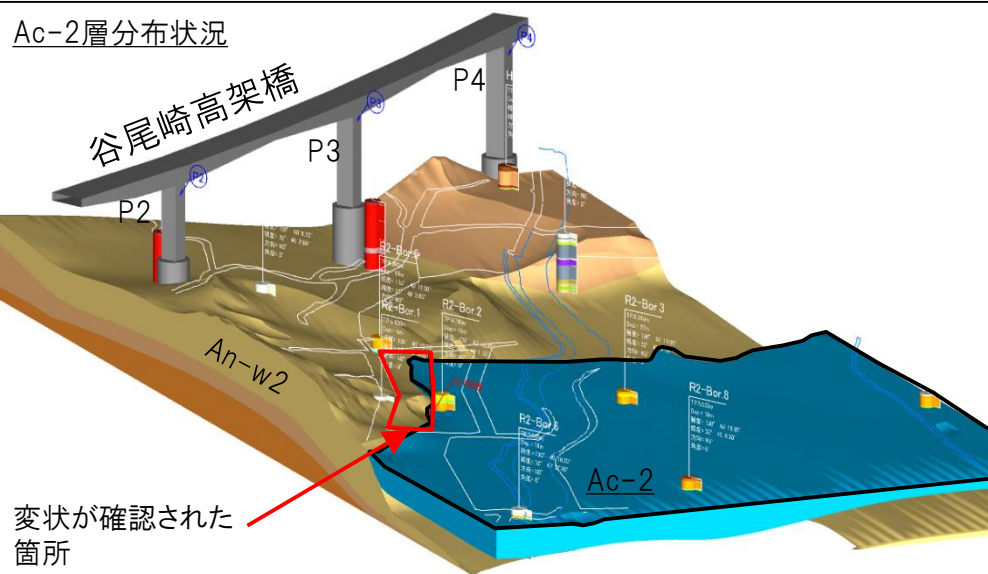
Ac-0層分布状況



Ac-1層分布状況



Ac-2層分布状況



厚さ約7.0mの軟弱な粘性土(Ac-0層,Ac-1層,Ac-2層)が分布

◆ 粘性土土質特性

- 1)Ac-0層(沖積粘性土)
間隙比1.367~2.934
自然含水比44.0~112.2%
- 2)Ac-1層(高有機質土)
間隙比3.678~5.776
自然含水比161.5~298.6%
- 3)Ac-2層(沖積粘性土)
間隙比1.869
自然含水比44.2~126.5%

土質試験結果より

Ac-1層(高有機質土)

Ac-0層,Ac-2層に比べ
間隙比が大きい
⇒地下水が絞り出されやすい。

Ac-0層・Ac-2層(沖積粘性土)

Ac-1層に比べ間隙比が小さく、
含水比は一般的な沖積粘性土
⇒ Ac-1層に比べ、地下水が絞り出されにくい。

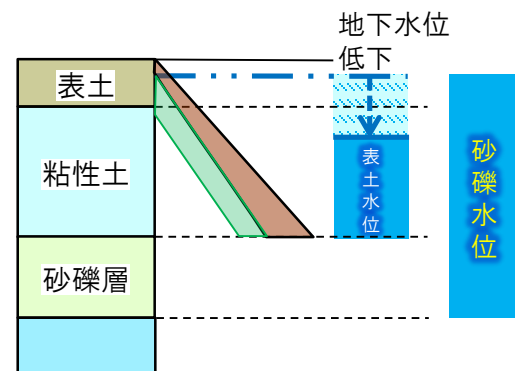
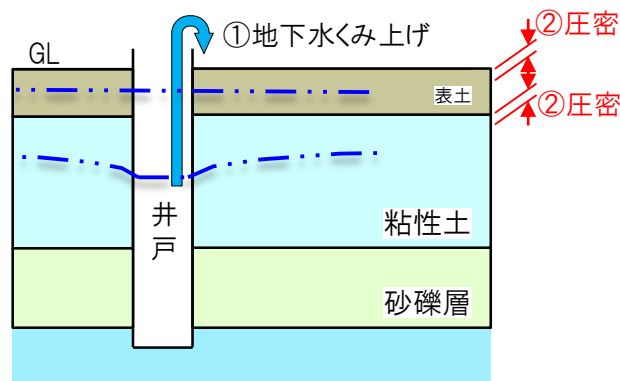
3)地盤沈下のメカニズム

地盤沈下メカニズム(その1)

地下水くみ上げによる地盤沈下の基本的なメカニズム

メカニズム1「地表面近くからくみ上げた場合」

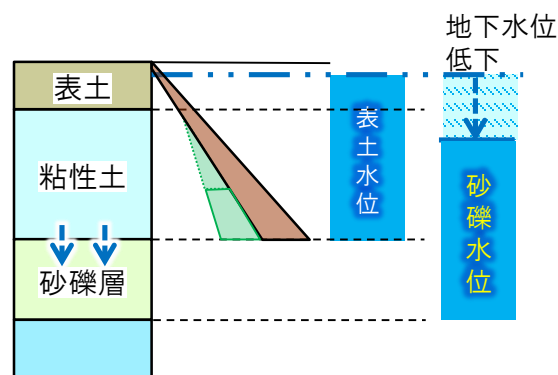
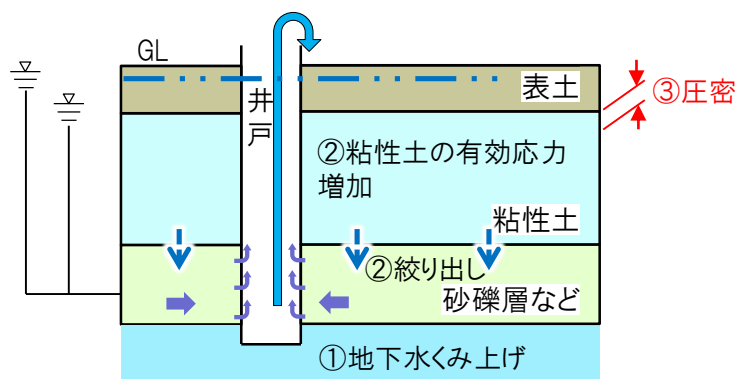
- ①地下水汲み上げにより、表土及び粘性土の水位が低下し、有効応力が増加。
- ②表土及び粘性土が圧密され、地盤沈下が発生。



- > : 地下水の動き
- : 初期の有効応力
- : 増加した有効応力

メカニズム2「地下深くからくみ上げた場合」 ⇨ 谷尾崎地区の沈下メカニズム

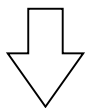
- ①地下水汲み上げにより、砂礫層などの帯水層の水圧が低下。
- ②帯水層の上の粘性土に含まれていた地下水が帯水層にしぼり出され、粘性土の有効応力が増加。
- ③粘性土が圧密され、地盤沈下が発生。



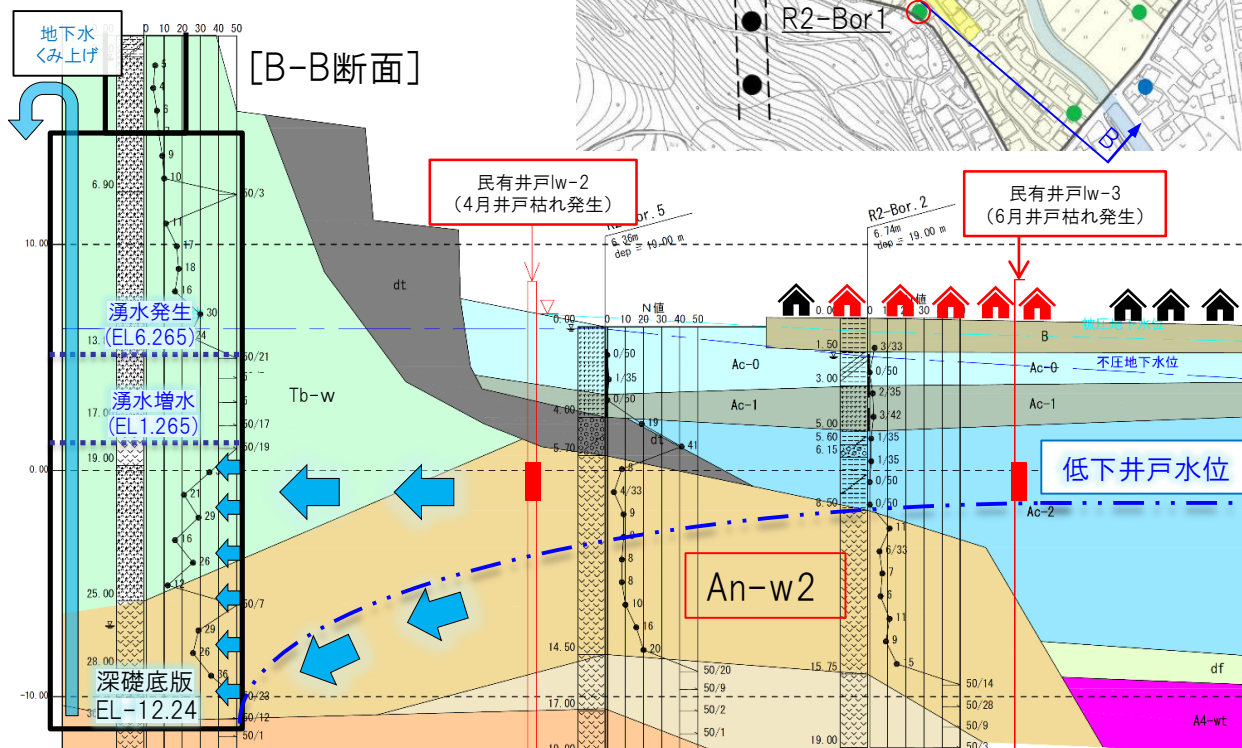
- > : 地下水の動き
- : 初期の有効応力
- : 増加した有効応力

谷尾崎地区地盤沈下の要因①(帯水層の水圧低下)

- ✓ 工事による安山岩強風化部An-w2の亀裂水をくみ上げ
- ✓ 民有井戸の井戸枯れにより、井戸水位が低下



➤ 安山岩強風化部An-w2の亀裂が住宅地まで繋がっており、地下水をくみ上げたことで、水圧が低下



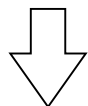
	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
くみ上げ	◆						
lw-2枯れ			◆	◆			
圧密沈下			▽				
lw-3枯れ					◆	◆	

地盤沈下メカニズム(その1)

谷尾崎地区地盤沈下の要因②(粘性土の有効応力増加)

粘性土の絞り出し発生

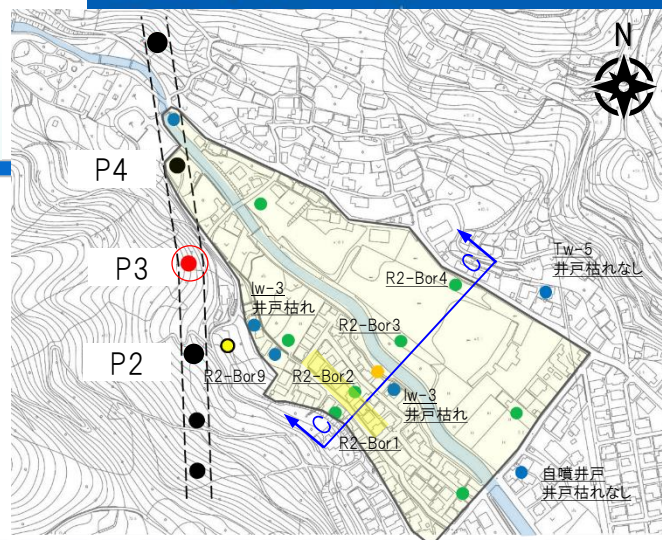
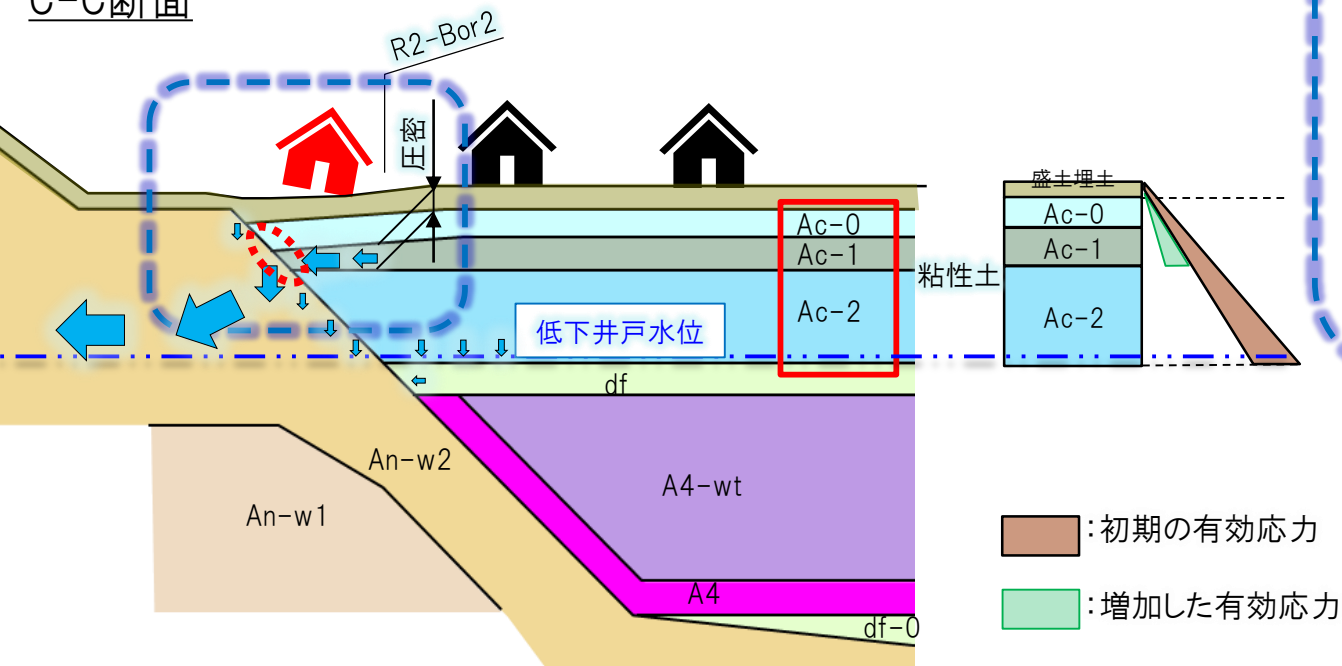
- ✓ 粘性土に含まれていた地下水が、安山岩強風化部An-w2(帯水層)に絞り出し発生。



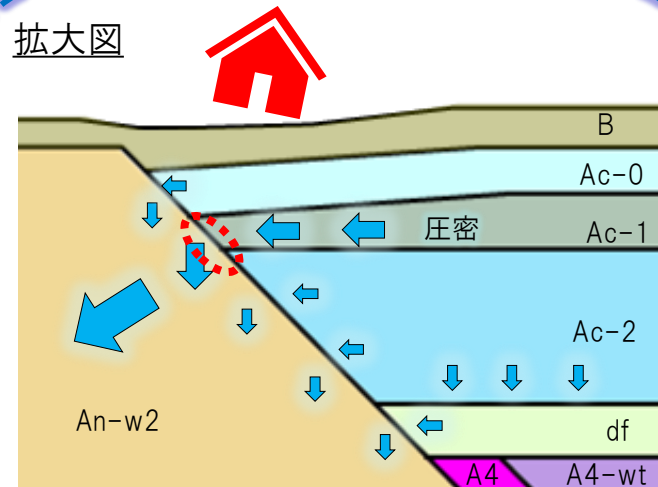
沈下メカニズム

- 粘性土Ac-0,Ac-1,Ac-2層の有効応力が増加し、圧密が生じる。

C-C断面



拡大図



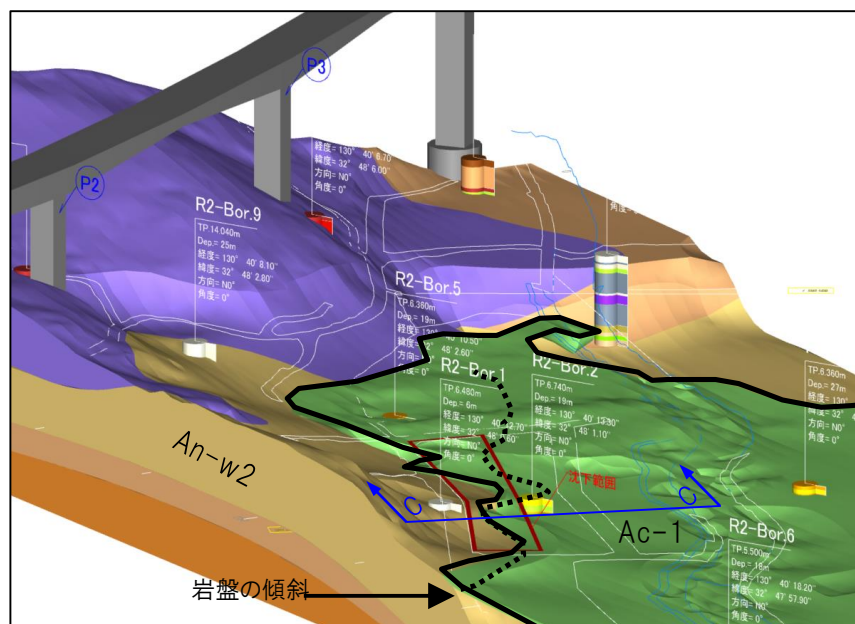
①住宅外回りの陥没



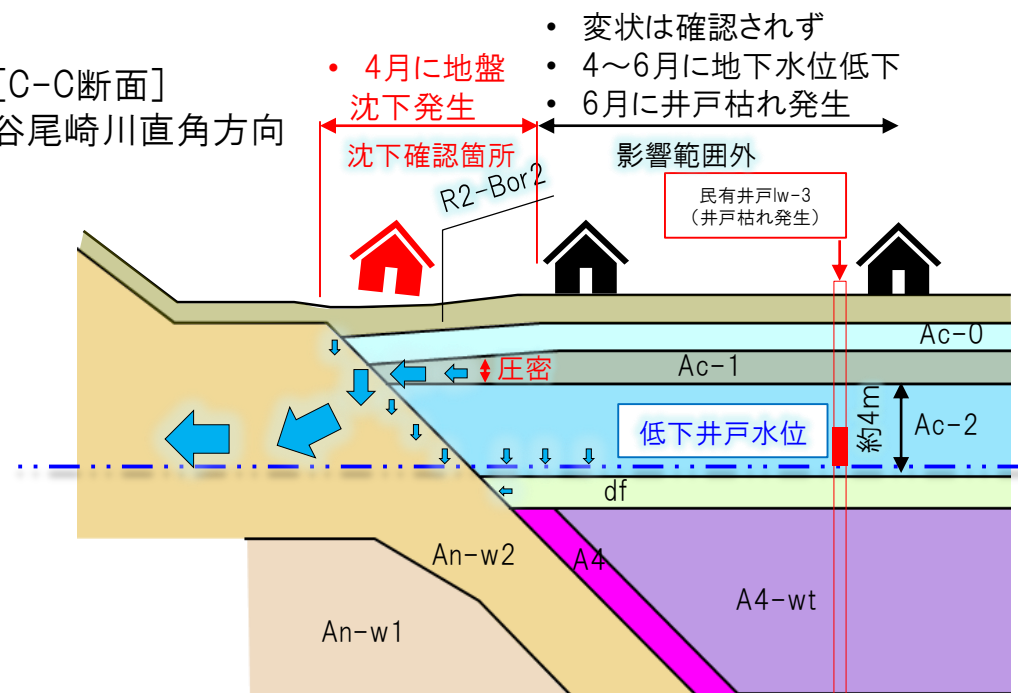
地盤沈下メカニズム(その2)

谷尾崎地区地盤沈下の考察(詳細)

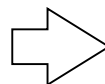
- ① 軟弱な粘性土層(Ac-0, Ac-1, Ac-2)の中に、高含水比で間隙比が大きい高有機質土Ac-1層が存在
Ac-1層は沖積粘性土Ac-0, Ac-2に比べ間隙比が高いため、地下水の絞り出しが発生しやすい状態
- ② An-w2とAc-1層が接している
- ③ 安山岩強風化部An-w2の水圧が低下し、高有機質土Ac-1層の地下水が絞り出されたことで、
Ac-1層が圧密し地盤沈下が発生



[C-C断面]
谷尾崎川直角方向



- ✓ P3工事の地下水くみ上げ(量・期間)による地盤沈下の影響



- ✓ 地下水が絞り出されたのは、岩線から地盤沈下が発生した箇所(圧密係数・間隙比が大きいAc-1層)

- ✓ 沈下が確認されなかった箇所は、Ac-2層の圧密係数・間隙比が小さく、厚みがあるため、変状が現れなかった(影響範囲外)

4) 審議【地盤沈下のメカニズム】

審議【地盤沈下のメカニズム】

➤ 地盤沈下のメカニズム(その1)

- ✓ 要因① 帯水層の水圧低下(くみ上げ期間6ヶ月)
 - 通水性の良い安山岩強風化部An-w2
- ✓ 要因② 粘性土の有効応力増加
 - 住宅地に軟弱な粘性土層(Ac-0,Ac-1,Ac-2)が厚く堆積

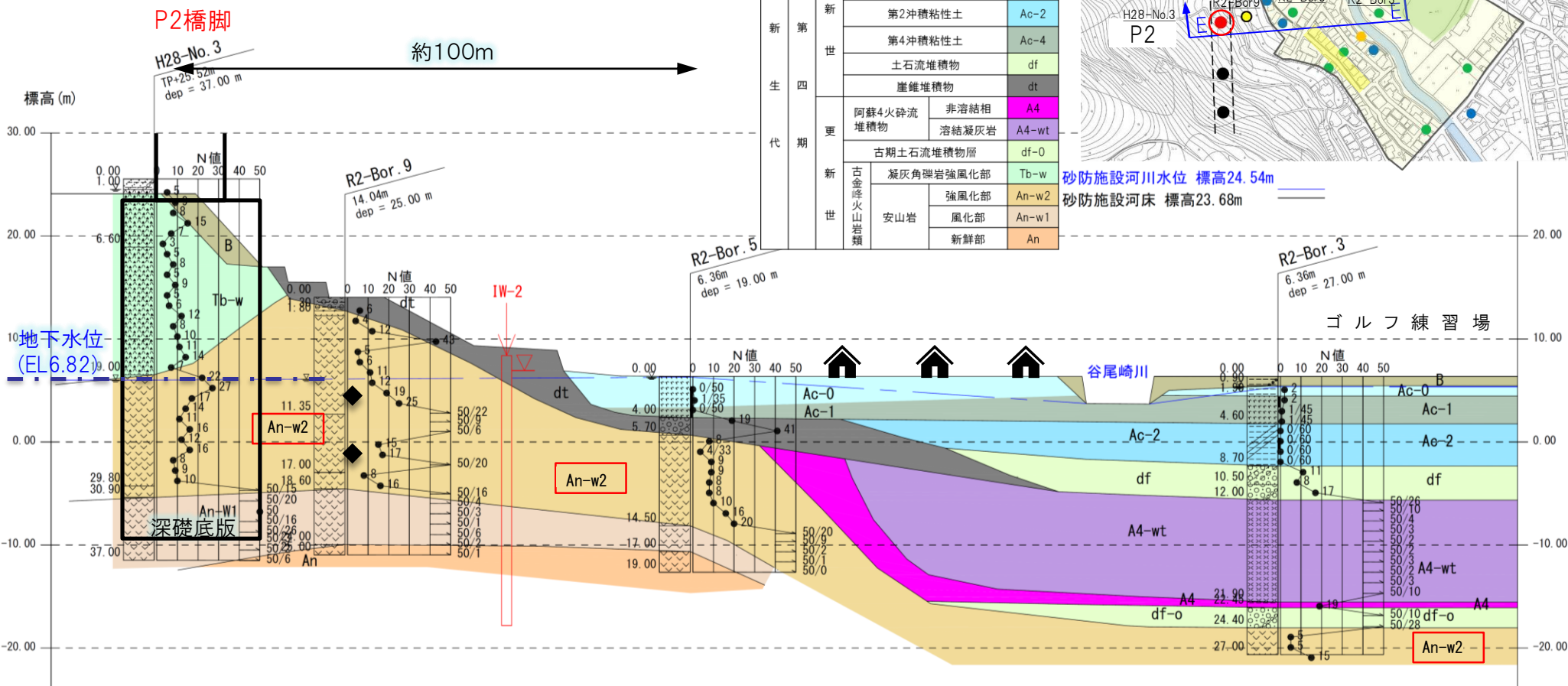
➤ 地盤沈下のメカニズム(その2)

- ✓ 谷尾崎地区地盤沈下の考察(詳細)
 - 軟弱な粘性土の中に、高含水比で間隙比が大きい高有機質土Ac-1が存在
 - 安山岩強風化部An-w2と接している高有機質土Ac-1から地下水の絞り出しが発生
 - Ac-1,Ac-2地下水くみ上げを行ったP3橋脚工事における地盤沈下の影響は、粘性土層の圧密係数、間隙比、厚みが関係

5) 工事再開の施工方針

P2橋脚 地質断面図E - E

〔縦横比2:1〕



P3橋脚と同様に、P2橋脚から住宅地まで安山岩強風化部An-w2が分布しているため、長期に渡る地下水くみ上げは、粘性土の圧密沈下が発生する可能性がある。

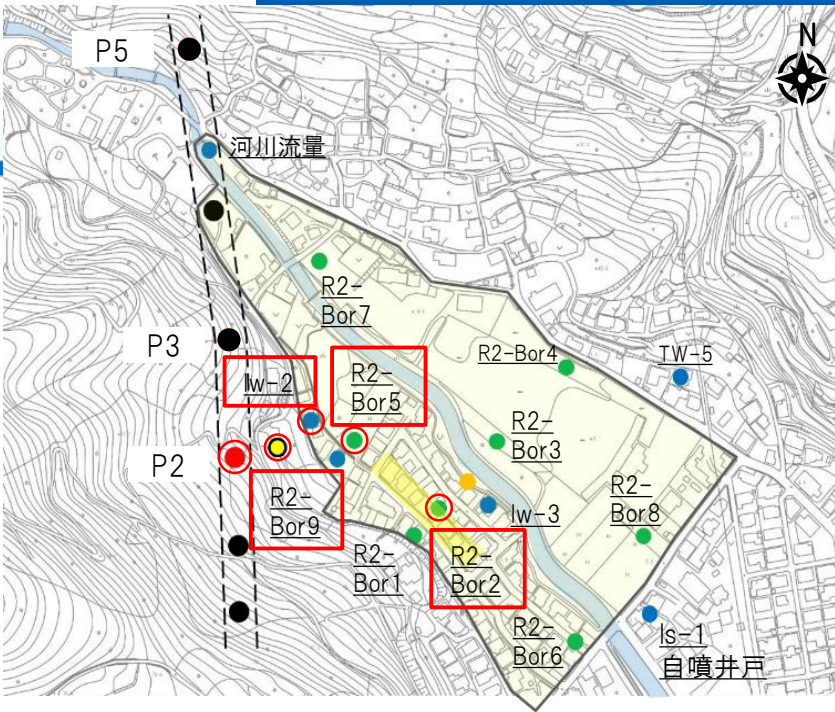
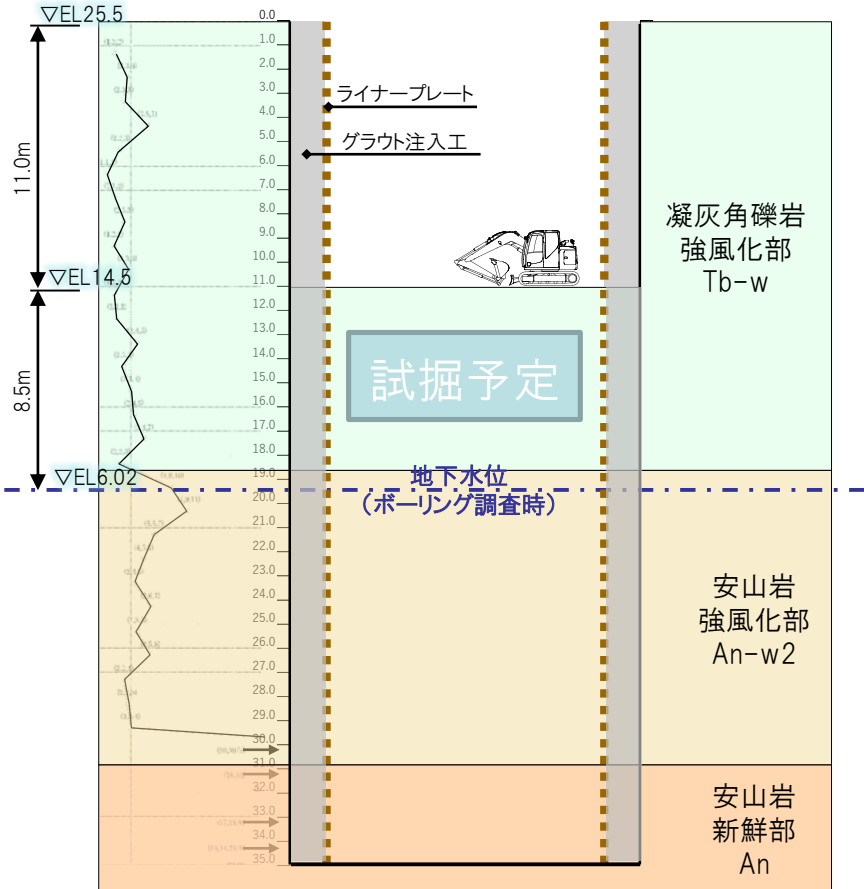
P2橋脚施工方針

< 施工状況 >

深度11m(EL14.5)まで掘削・グラウト注入工完了(工事一時中止中)

< 観測状況 >

観測井戸及び民有地井戸で水位の観測を実施中
 測量範囲の住宅及び公共用地で水準測量を実施中



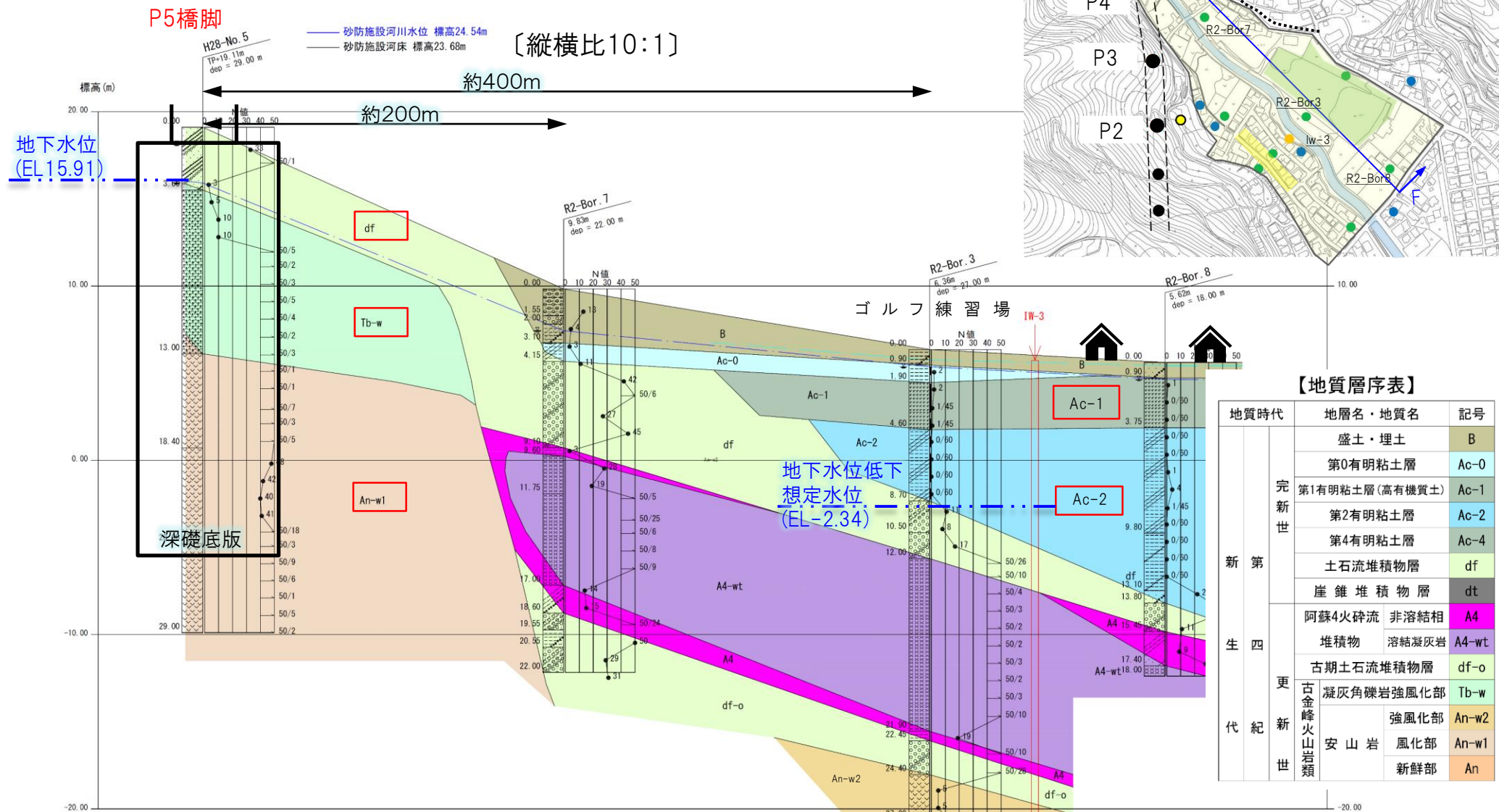
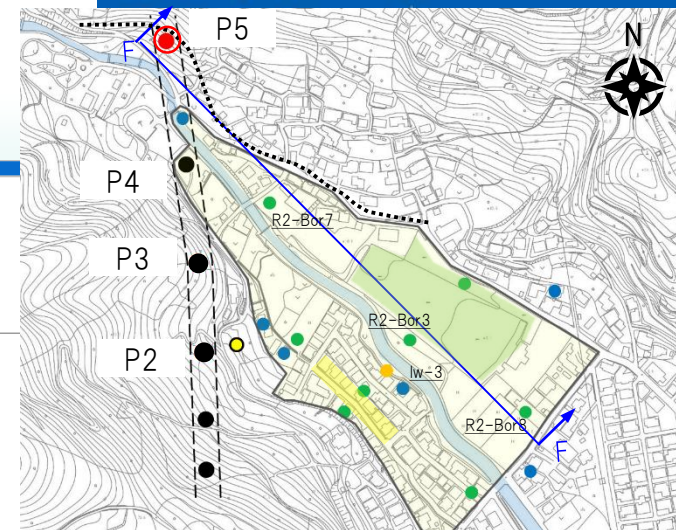
< 施工方針 >

- ・地下水位観測井戸で、地下水位を監視。(朝・昼・夕)
- ・P3橋脚と異なり、グラウト注入を逐次行い、試掘を慎重に実施し、地下水位の異常が確認された場合は、復土・復水を行い、すぐ工事を一時中断
- ・委員に報告し、止水対策(薬液注入・攪拌工など)を相談、実施

<P2>地下水位観測箇所

地点番号	詳細	観測方法	P2橋脚からの距離
lw-2	民有井戸	手計又は自記水位計	70m
R2-Bor.2a	調査井戸	自記水位計②	180m
R2-Bor.2b	調査井戸	間隙水圧計①	180m
R2-Bor.5	調査井戸	自記水位計④	100m
R2-Bor.9	調査井戸	自記水位計⑧	40m

P5橋脚施工 地質断面図F - F



安山岩強風化部An-w2が分布していないが、土石流堆積物df層で地下水を確認

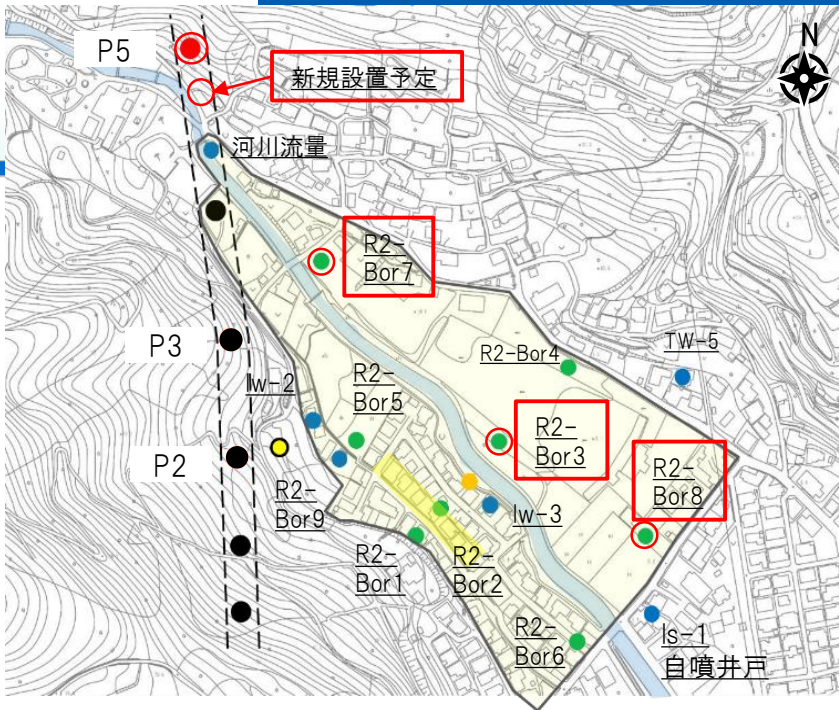
P5橋脚施工方針

< 施工状況 >

未着手(工事一時中止中)

< 観測状況 >

観測井戸及び民有地井戸で水位水量の観測を実施中
 測量範囲の住宅及び公共用地で基準高さを測量を実施中
 ※P5橋脚に近接する位置に、新規に観測井戸を設置予定

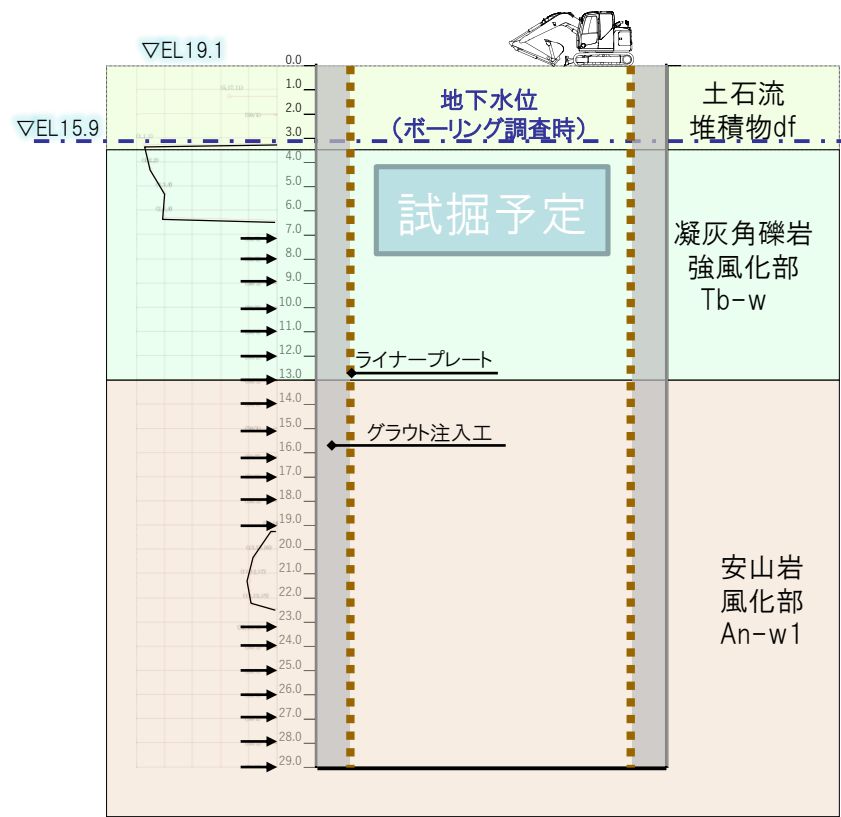


< 施工方針 >

- ・地下水位観測井戸で、地下水位を監視。(朝・昼・夕)
- ・P3橋脚とは異なり、グラウト注入を逐次行い、試掘を慎重に実施し、地下水位の異常が確認された場合は、復土・復水を行い、すぐ工事を一時中断
- ・委員に報告し、止水対策(薬液注入・攪拌工など)を相談、実施

<P5>地下水位観測箇所

地点番号	詳細	観測方法	P5橋脚からの距離
R2-Bor.3a	調査井戸	自記水位計③	400m
R2-Bor.3b	調査井戸	間隙水圧計②	400m
R2-Bor.7	調査井戸	自記水位計⑥	200m
R2-Bor.8	調査井戸	自記水位計⑦	550m
新規予定	調査井戸	自記水位計⑧	20m



6) 審議【工事再開】

審議【工事再開】

➤ 試掘の進め方

➤ 地下水位観測

谷尾崎・池上地区地盤沈下等に関する 専門家会議 (第4回専門家会議)

谷尾崎地区 参考資料

令和3年3月26日
熊本市 都市建設局 土木部
道路整備課
北区土木センター高規格道路建設推進課

参考資料【自然含水比】

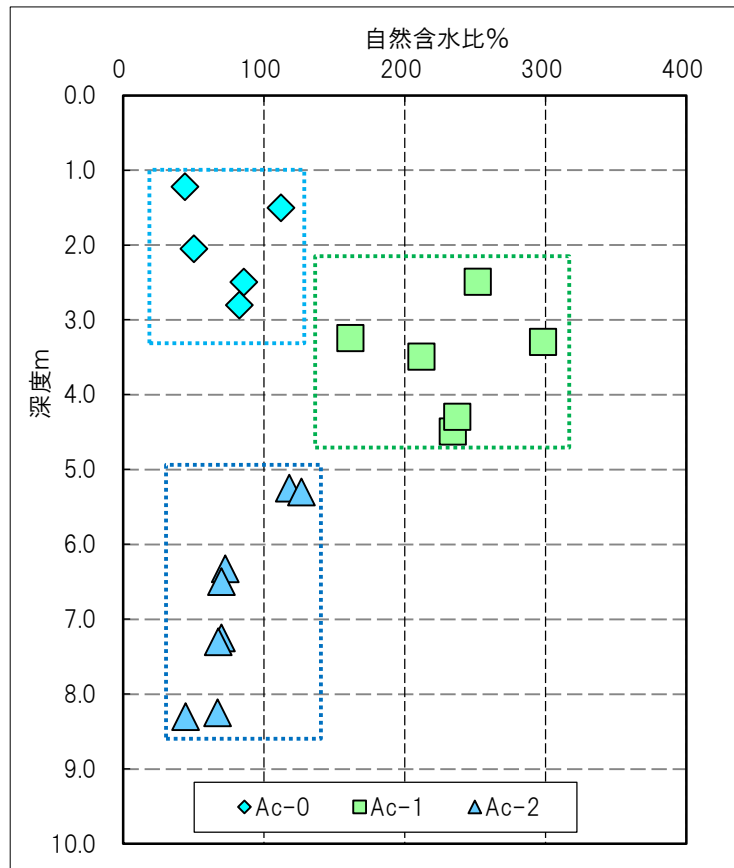
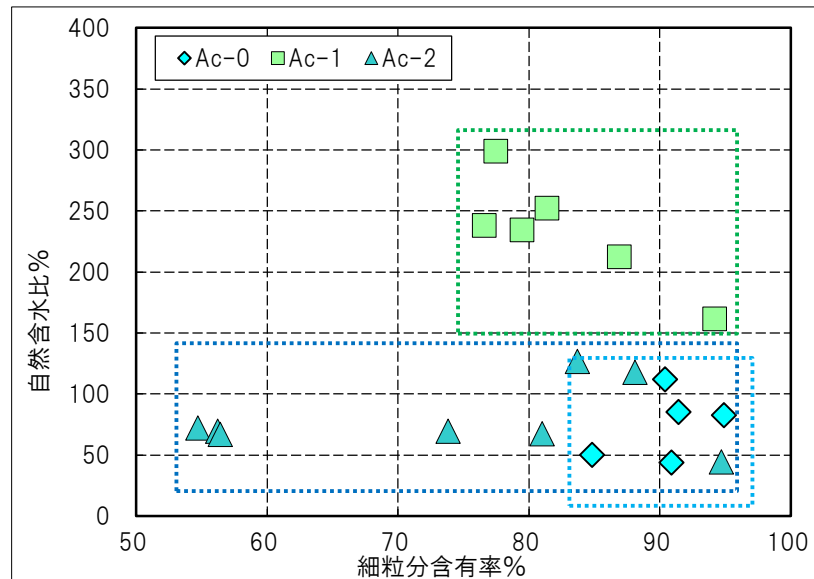


表 我が国における土の密度のおおよその範囲

	沖積層		洪積層	関東 ローム	高有機 質土
	粘性土	砂質土	粘性土		
湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.2~1.8	1.6~2.0	1.6~2.0	1.2~1.5	0.8~1.3
乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	0.5~1.4	1.2~1.8	1.1~1.6	0.6~0.7	0.1~0.6
含水比 w (%)	30~150	10~30	20~40	80~180	80~1 200

出典「地盤調査の方法と解説」(地盤工学会)



◆ 目的

自然含水比による土質確認

◆ 結果

1)Ac-0層

自然含水比44.0~112.2%(一般的な沖積粘性土)
細粒分含有率が多い

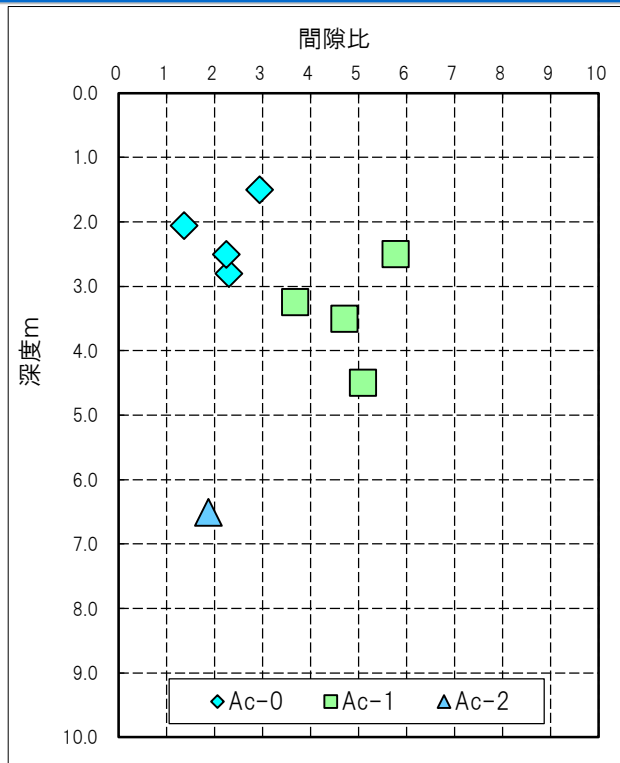
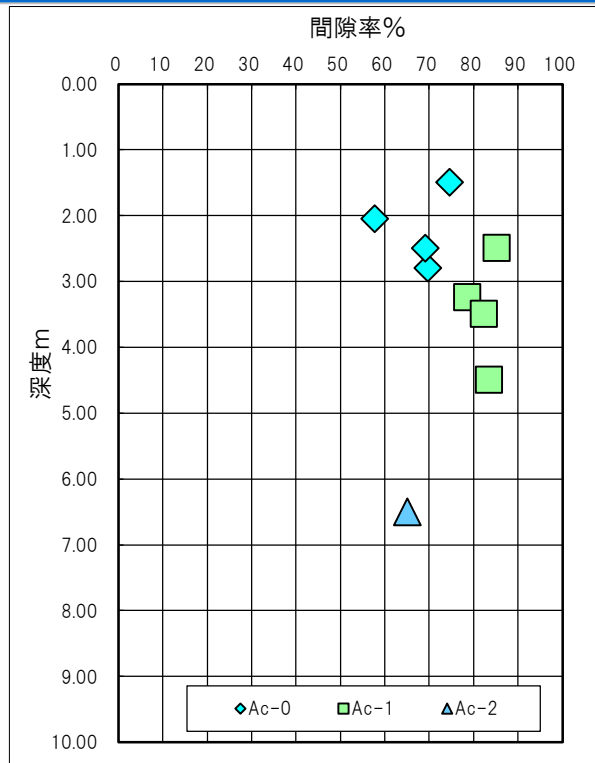
2)Ac-1層

自然含水比161.5~298.6%(高有機質土の範囲)
細粒分含有率が多い

3)Ac-2層

自然含水比44.2~126.5%(一般的な沖積粘性土)
細粒分含有率はばらつきがあり

参考資料【間隙比e】



◆ 目的

湿潤密度、乾燥密度及び間隙比による土質確認

◆ 結果

1) Ac-1層

湿潤密度 $1.152 \sim 1.272 \text{ g/cm}^3$

乾燥密度 $0.327 \sim 0.488 \text{ g/cm}^3$

⇒ 高有機質土

(間隙比 $3.678 \sim 5.776$)

2) Ac-0, Ac-2層

湿潤密度 $1.368 \sim 1.715 \text{ g/cm}^3$

乾燥密度 $0.657 \sim 1.141 \text{ g/cm}^3$

⇒ 沖積粘性土

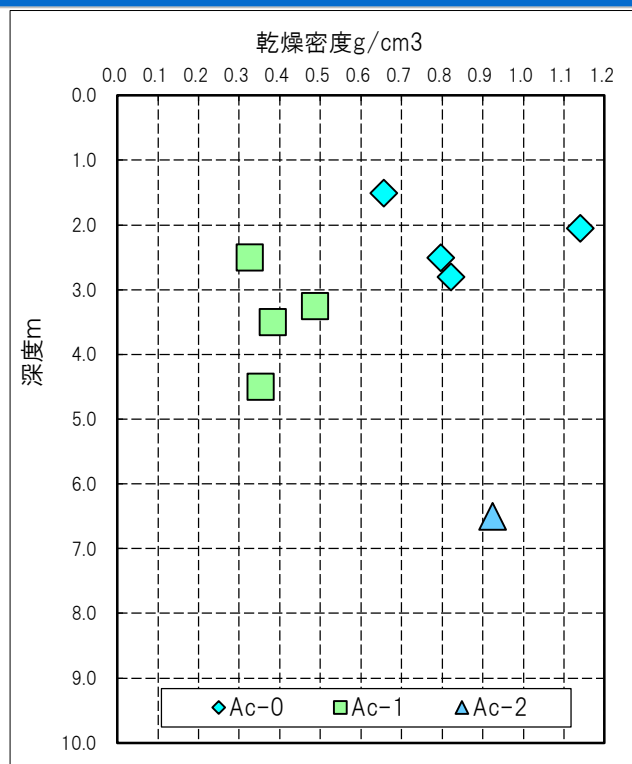
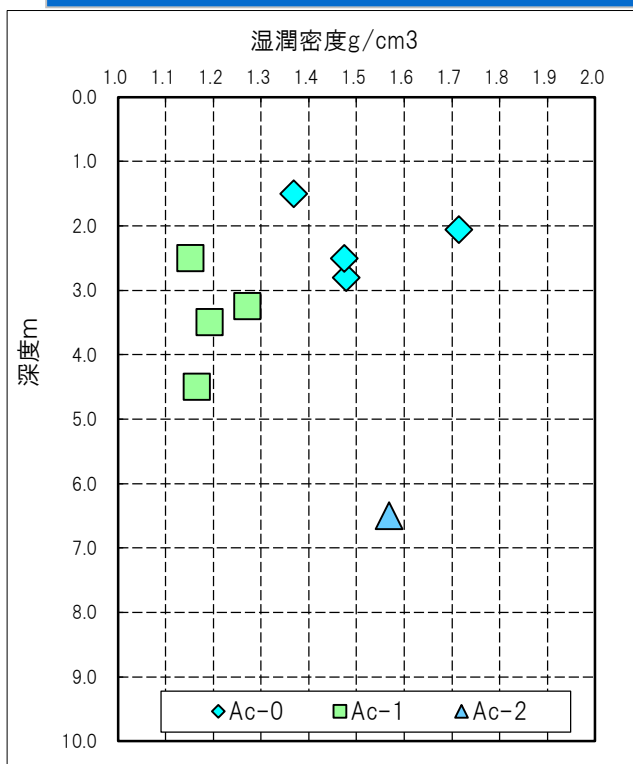
(間隙比 $1.367 \sim 2.934$)

表 我が国における土の密度のおおよその範囲

	沖積層		洪積層	関東ローム	高有機質土
	粘性土	砂質土	粘性土		
湿潤密度 $\rho_t (\text{g/cm}^3)$	1.2~1.8	1.6~2.0	1.6~2.0	1.2~1.5	0.8~1.3
乾燥密度 $\rho_d (\text{g/cm}^3)$	0.5~1.4	1.2~1.8	1.1~1.6	0.6~0.7	0.1~0.6
含水比 $w (\%)$	30~150	10~30	20~40	80~180	80~1200

出典「地盤調査の方法と解説」(地盤工学会)

参考資料【湿潤密度 ρ_t 、乾燥密度 ρ_d 】



◆ 目的

湿潤密度、乾燥密度及び間隙比による土質確認

◆ 結果

1) Ac-1層

湿潤密度 $1.152 \sim 1.272 \text{ g/cm}^3$

乾燥密度 $0.327 \sim 0.488 \text{ g/cm}^3$

⇒ 高有機質土

2) Ac-0, Ac-2層

湿潤密度 $1.368 \sim 1.715 \text{ g/cm}^3$

乾燥密度 $0.657 \sim 1.141 \text{ g/cm}^3$

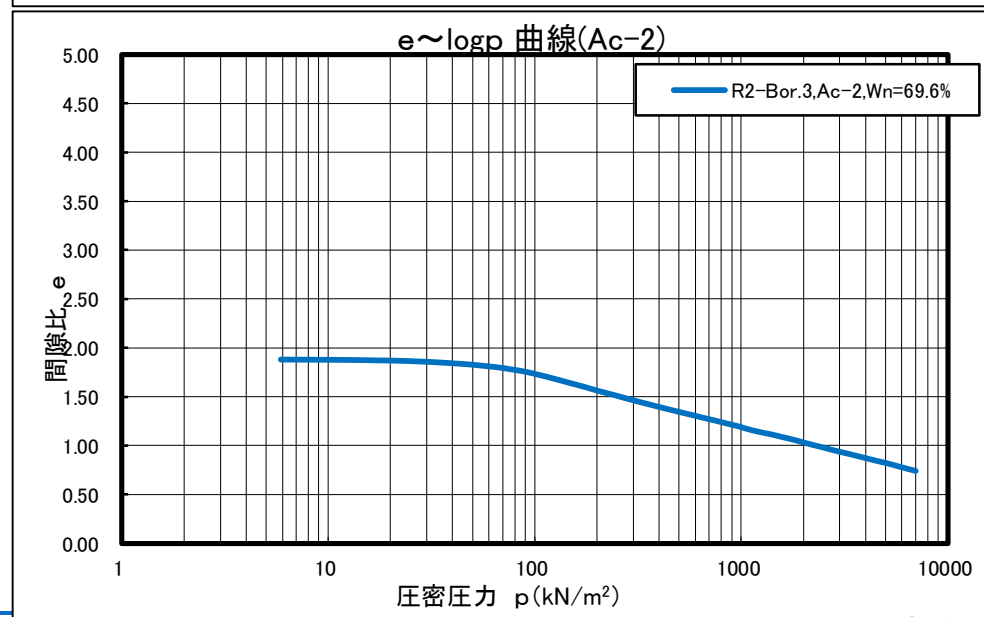
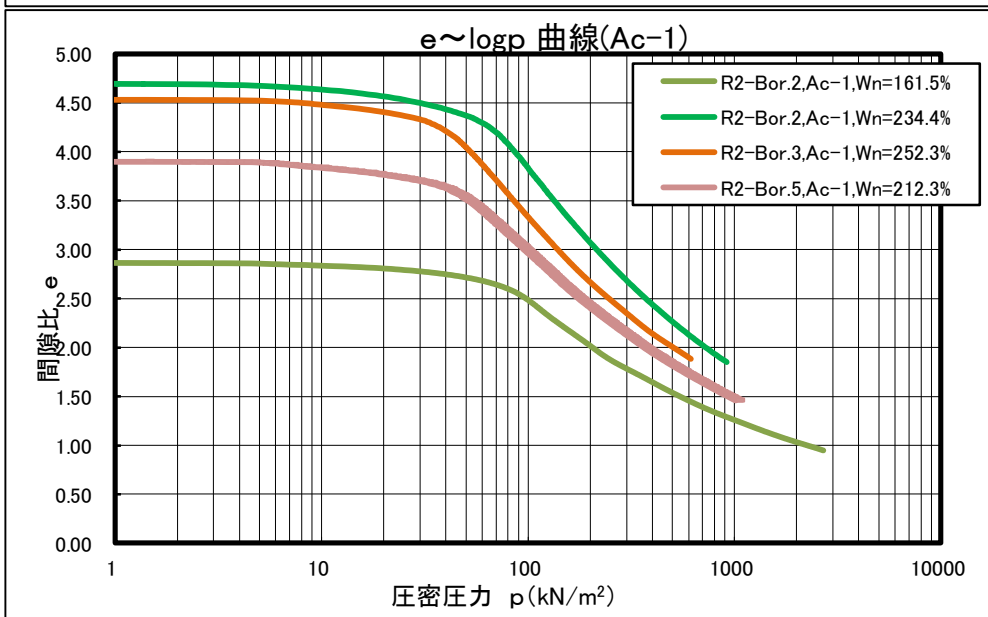
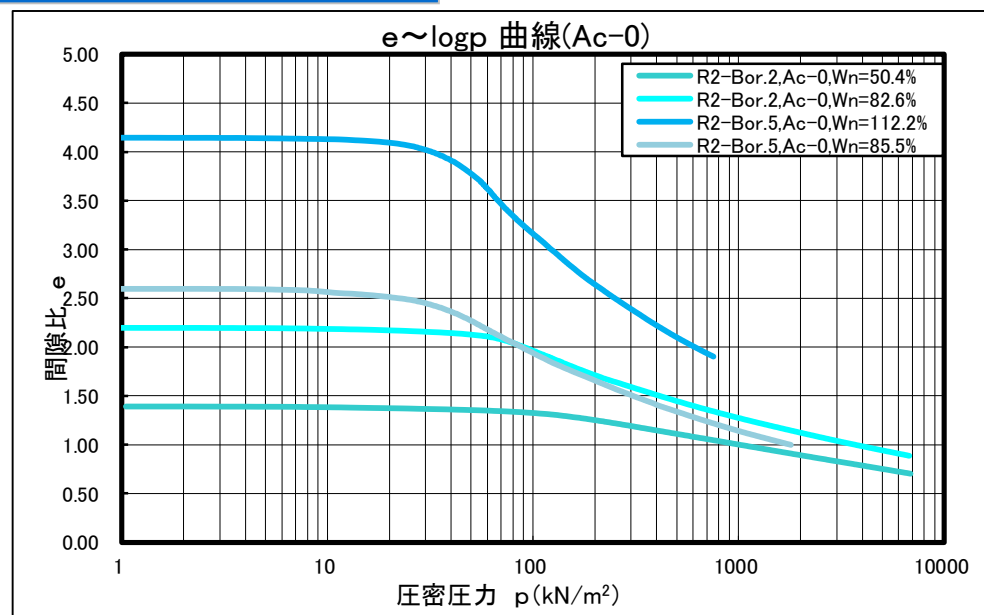
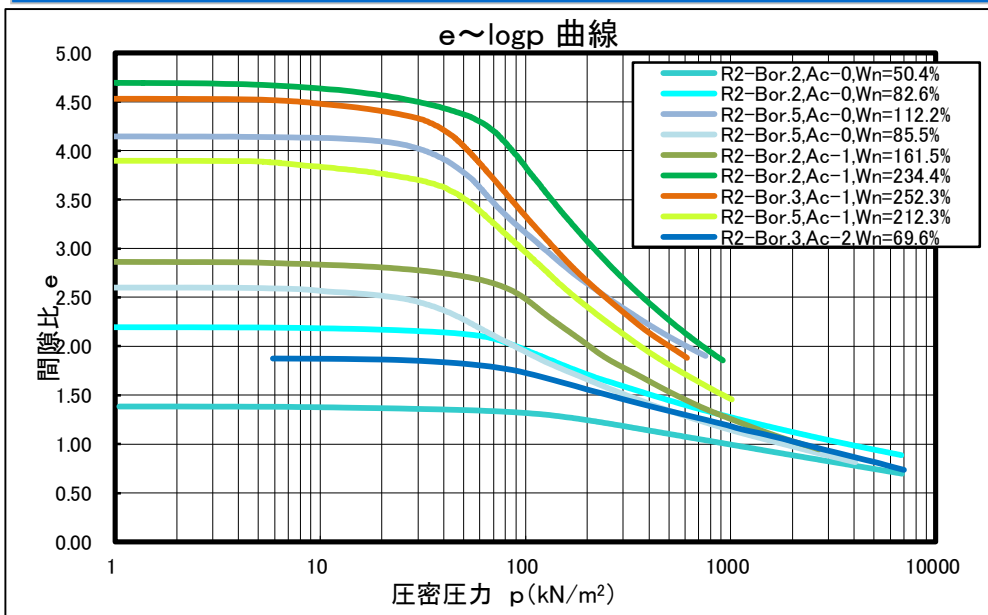
⇒ 沖積粘性土

表 我が国における土の密度のおおよその範囲

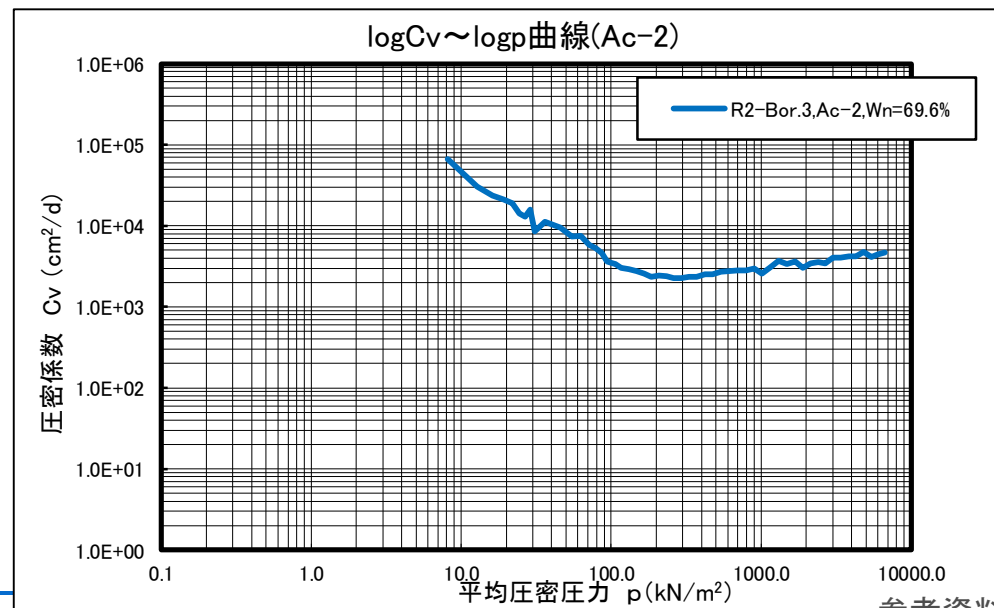
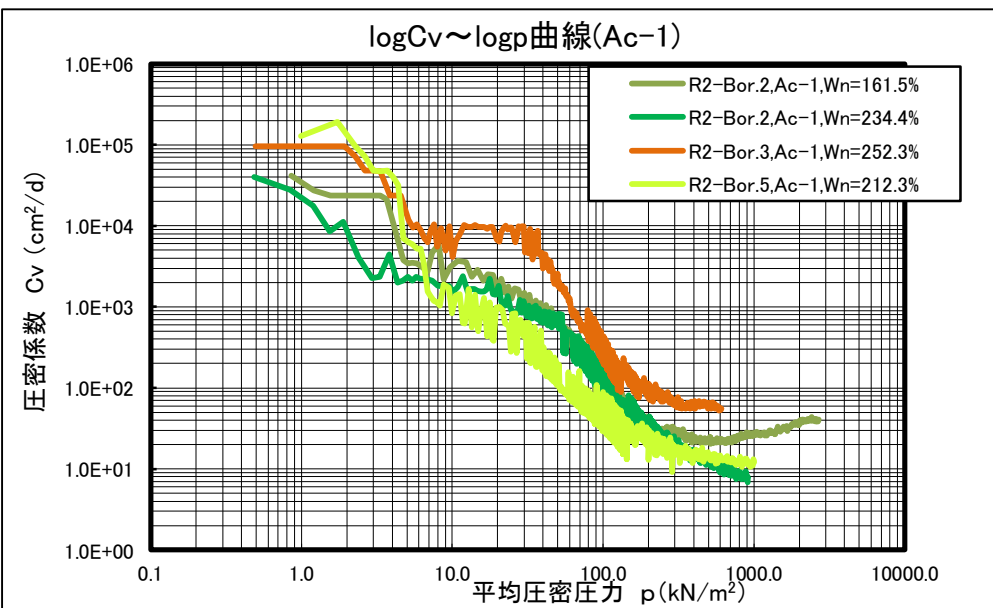
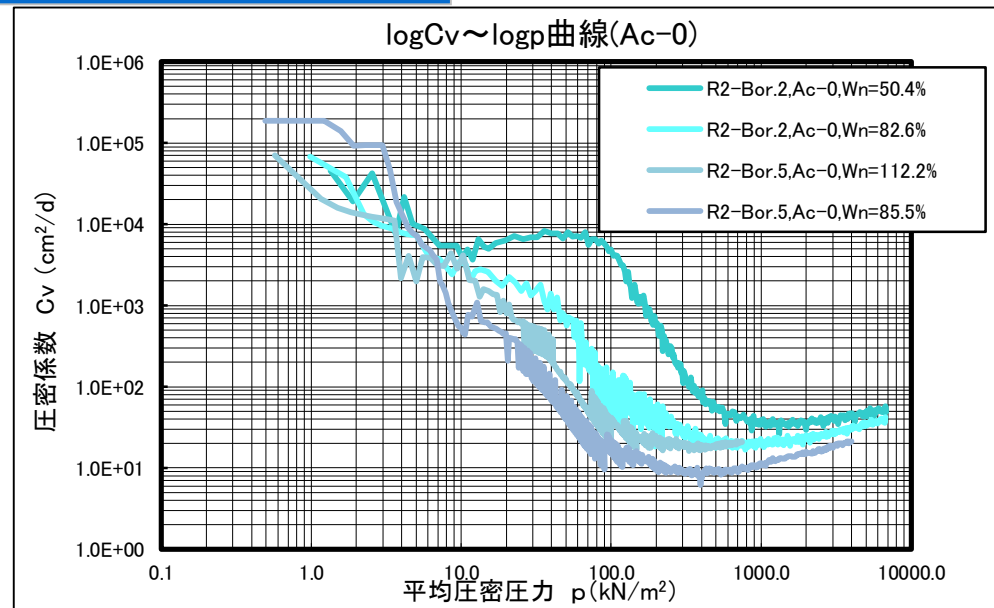
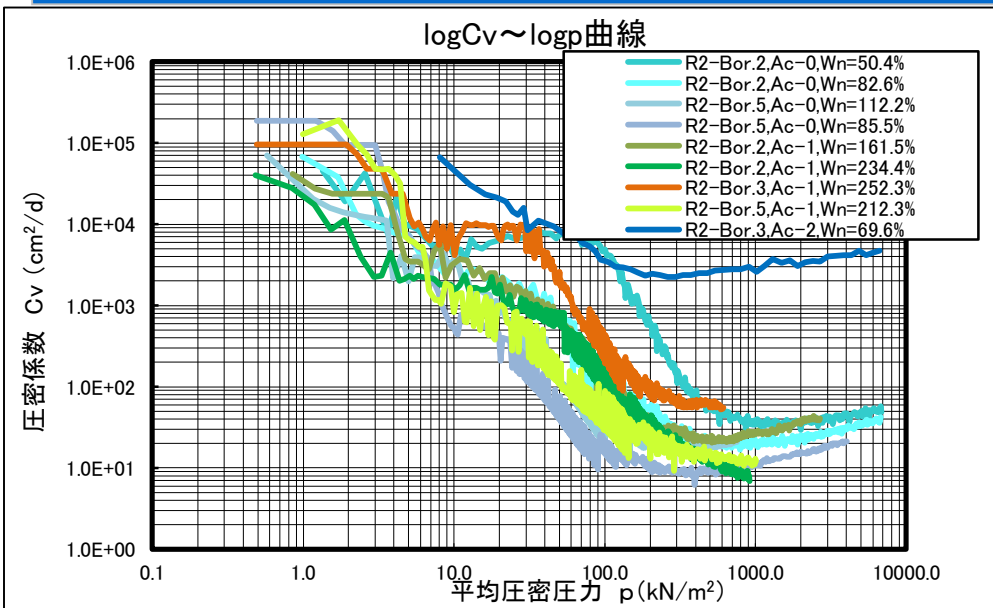
	沖積層		洪積層	関東ローム	高有機質土
	粘性土	砂質土	粘性土		
湿潤密度 ρ_t (g/cm³)	1.2~1.8	1.6~2.0	1.6~2.0	1.2~1.5	0.8~1.3
乾燥密度 ρ_d (g/cm³)	0.5~1.4	1.2~1.8	1.1~1.6	0.6~0.7	0.1~0.6
含水比 w (%)	30~150	10~30	20~40	80~180	80~1200

出典「地盤調査の方法と解説」(地盤工学会)

参考資料【e~logp曲線】



参考資料【logCv-logP曲線】



参考資料【log mv~logp曲線(体積圧縮係数)】

