

再処理施設 廃棄物管理施設

設工認申請の対応状況について

令和6年2月5日

目次

1. 今回説明の概要	5
2. データの取得及び信頼性の確認	8
3. データの敷地への適用	17
4. データの整理	25
5. データの再整理	152
6. 敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造モデルの設定	168
7. 今後の対応	170

「第五条 安全機能を有する施設の地盤」、 「第六条 地震による損傷の防止」の説明方針

【説明事項】

- Sクラスの耐震設計（Ss、Sd、水平地震力3Ci※、保有水平耐力）
 - Bクラスの耐震設計（1.5Ci※、上位クラスへの波及影響）
 - Cクラスの耐震設計（1.0Ci※、上位クラスへの波及影響）
- ※建物構築物の場合。機器・配管系の場合は20%増しとして算定。

灰枠：説明済みの事項

緑枠：今回一部説明する事項

分類		申請対象設備	1. 設計条件及び評価判断基準	2. 具体的な設備等の設計	3. 具体的な設備等の設計と評価判断基準との照合
A. 新規に設置するもの		【再処理施設】 Sクラス：4基 Cクラス：2,083基(Sクラスへの波及影響：21基) ^{*1} 【廃棄物管理施設】 Cクラス：5基	Sクラスの耐震設計、 B、Cクラスの耐震設計（上位クラスへの波及影響）に係る設計条件及び評価判断基準（特に、基準地震動に基づく入力地震動の策定）	2-1：システム設計、構造設計等 ・構造図、系統図等	3-1：設計要求等との照合
B. 既設	B-1: 設計条件が変更になったもの	【再処理施設】 Sクラス：2,284基(耐震クラス変更：104基) Bクラス（Sクラスへの波及影響を考慮）：60基 Cクラス（Sクラスへの波及影響を考慮）：6基 【廃棄物管理施設】 Sクラス：9基 Cクラス（Sクラスへの波及影響を考慮）：3基		2-2：解析・評価等 ・FRS、解析モデル、耐震評価等	3-2：評価判断基準等との照合 ・評価結果等と許容限界の比較
	B-2: 設計条件が追加になったもの	-		2-1：システム設計、構造設計等 （工事有の場合）	3-1：設計要求等との照合
	B-3: 新たに申請対象になったもの	-		2-2：解析・評価等 ・FRS、解析モデル、耐震評価等	3-2：評価判断基準等との照合 ・評価結果等と許容限界との比較
	B-4: 設計条件に変更がないもの	【再処理施設】 Bクラス：1,134基 ^{*2} Cクラス：1,817基 ^{*1,2} 【廃棄物管理施設】 Bクラス：9基 Cクラス：188基	変更がないこと の理由を説明	-	

*1: Cクラスに分類される設備のうち、11・35条「火災等による損傷の防止」と12条「再処理施設内における溢水による損傷の防止」にて機能維持を要求する設備の評価方法等はB-1のSクラスと合わせて説明する方針

*2: B-4のB・Cクラスに分類される設備のうち、12条「再処理施設内における溢水による損傷の防止」で溢水源から除外する設備の評価方法等はB-1のSクラスと合わせて説明する方針

【主な説明内容】

- 申請対象設備を重要度毎に明確化 ➡ 申請対象設備は説明済み
 * 既設設備の工事の有無や解析モデル等の評価方法の変更の有無は引き続き精査する。
- 設計条件及び評価判断基準の明確化（特に、基準地震動に基づく入力地震動の策定） ➡ P5～171
- 同じ評価方法になるものについては、同じ評価方法の纏まりを説明したうえで合理的に説明

「第三十二条 重大事故等対処施設の地盤」、「第三十三条 地震による損傷の防止」、「第三十六条 重大事故等対処設備」のうち地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震設計の説明方針

【説明事項】

- 常設耐震重要SA設備の耐震設計（Sクラスの機能を代替（新設、既設にSA設備の条件を追加））
- 地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震設計（1.2Ss（常設設備・可搬型設備））
- 常設耐震重要SA設備以外の常設SA設備の耐震設計（B、Cクラスの機能を代替）

■ 灰枠：説明済みの事項

■ 緑枠：今回一部説明する事項

分類		申請対象設備	1. 設計条件及び評価判断基準	2. 具体的な設備等の設計	3. 具体的な設備等の設計と評価判断基準との照合
A.新規に設置するもの		【再処理施設】 常設耐震重要：1、148基 常設耐震重要以外：130基 可搬型設備：2、693基	常設耐震重要SA設備の耐震設計（Ss）、地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震設計（1.2Ss）等の設計条件及び評価判断基準	2-1：システム設計、構造設計等 ・構造図、系統図等 2-2：解析、評価等 ・入力地震動、FRS、解析モデル、耐震評価等（S、B、C、1.2Ss） ・地震を要因とする重大事故等に対する施設の評価判断基準の設定（1.2Ss） 等	3-1：設計要求等との照合 3-2：評価判断基準等との照合 ・評価結果等と許容限界の比較等
B.既設	B-1:設計条件が変更になったもの	-		-	-
	B-2:設計条件が追加になったもの	【再処理施設】 常設耐震重要：807基 常設耐震重要以外：130基		2-1：システム設計、構造設計等（工事有の場合） 2-2：解析、評価等 ・入力地震動、FRS、解析モデル、耐震評価等（S、1.2Ss） ・地震を要因とする重大事故等に対する施設の評価判断基準の設定（1.2Ss） 等	3-1：設計要求等との照合 3-2：評価判断基準等との照合 ・評価結果等と許容限界の比較等
	B-3:新たに申請対象になったもの	-		-	-
	B-4:設計条件に変更がないもの	-		-	-

【主な説明内容】

- 申請対象設備を重要度毎に明確化 ➡ 申請対象設備は説明済み
* 既設設備の工事の有無や解析モデル等の評価方法の変更の有無は引き続き精査する。
- 設計条件及び評価判断基準の明確化（特に、基準地震動に基づく入力地震動の策定）
- 同じ評価方法になるものについては、同じ評価方法の纏まりを説明したうえで合理的に説明
- 入力地震動の策定は第五条、第六条と共通するため併せて合理的に説明

1. 今回説明の概要

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

1. 今回説明の概要

■ 前回までの説明

① 敷地において得られているデータの整理結果及び信頼性

岩石コア試験結果及び岩盤部分の単位体積重量以外のデータ及び信頼性の確認結果について説明

② ①において信頼性を確認したデータに基づく整理

AA周辺グループにおける検討状況について説明

■ 今回の説明

前回会合の指摘事項の対応も含め下記の項目について説明。

① 敷地において得られているデータの取得及び信頼性（2.に対応）

前回からの追加として、以下の項目について、データ及び信頼性の確認結果について説明

【A.岩盤部分の物性値等】

a.-② PS検層・密度試験：岩石コア試験の実施に合わせて密度試験データ（単位体積重量）を追加取得したため反映

【C.岩盤部分の減衰定数】

c.-② 岩石コア試験：岩石コア試験のデータ取得が完了したため反映

c.-⑤ S波検層（既往）：既往のS波検層データに係る信頼性の確認結果及びデータの扱いを説明

【D.表層地盤の物性値等】

d.-② PS検層・密度試験（埋戻し土）：深度方向の速度に係るデータの拡充のために追加データを取得したため反映

d.-② PS検層・密度試験（流動化処理土）：表層地盤の全体説明として、埋戻し土以外の物性である流動化処理土物性を反映

② 信頼性を確認したデータ（前回提示含む）に基づく整理

・ 各グループにおけるデータの整理結果（3.及び4.に対応）

・ 上記を踏まえたデータの再整理に係る検討状況（5.に対応）


③ 敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造モデルの設定方針（6.に対応）

・ 上記の整理結果を踏まえた各因子における敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造の設定方針について説明

⇒上記の検討は電力会社、メーカ、ゼネコンの専門家の意見を十分に頂きつつ慎重に実施した。

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

1. 今回説明の概要

 : 本資料における説明範囲

因子	各因子における実施項目	これまでの審査会合	前回の審査会合		今回の審査会合	
			①データの整理及び信頼性確認	②データの分析	①データの整理及び信頼性確認	②データの分析
A.岩盤部分の物性値等	<ul style="list-style-type: none"> 近接する建屋グループごとに、直下又は近傍のPS検層データを整理 	<ul style="list-style-type: none"> 敷地内12Grごとに直下又は近傍のPS検層データに基づく物性値の設定内容を説明（6/20） 	<ul style="list-style-type: none"> データの整理結果及び信頼性の確認結果（単位体積重量を除く） 	<ul style="list-style-type: none"> 分析方針及び結果 ➢AA周辺グループ 	<ul style="list-style-type: none"> データの整理結果及び信頼性の確認結果（単位体積重量） 	<ul style="list-style-type: none"> 分析方針及び結果 ➢全グループ
B.岩盤部分の剛性の非線形性	<ul style="list-style-type: none"> Ss地震時の地盤のひずみの大きさを踏まえた影響確認 	<ul style="list-style-type: none"> 非線形性が入力地震動に及ぼす影響が無く、線形条件を設定可能であることの確認内容を説明（6/20） 	<ul style="list-style-type: none"> データの整理結果及び信頼性の確認結果 	<ul style="list-style-type: none"> 分析方針及び結果ただし、上記岩盤部分の物性値を反映前の条件における分析結果 ➢AA周辺グループ 	-	<ul style="list-style-type: none"> 上記岩盤部分の物性値を反映した条件における分析結果 ➢全グループ
C.岩盤部分の減衰定数	既往データによる検討	<ul style="list-style-type: none"> 材料減衰 繰返し三軸圧縮試験 	<ul style="list-style-type: none"> 事業許可にて整理している繰返し三軸圧縮試験結果に基づくひずみ依存特性について説明（6/20） 	<ul style="list-style-type: none"> データの整理結果及び信頼性の確認結果（岩石コア試験結果を除く） 	<ul style="list-style-type: none"> 敷地全体における分析方針及び結果 	<ul style="list-style-type: none"> データの整理結果及び信頼性の確認結果（岩石コア試験結果） S波検層（既往データ）について信頼性の確認結果及びデータの扱い
		<ul style="list-style-type: none"> 材料減衰+散乱減衰 S波検層（既往3地点のみ） 	<ul style="list-style-type: none"> 既往3地点において得られているデータの周波数領域、減衰定数の大きさについて説明（6/20） 			
		<ul style="list-style-type: none"> 地震観測記録を用いた検討 ➢伝達関数による検討 ➢応答スペクトルによる検討 	<ul style="list-style-type: none"> 中央地盤における観測記録との整合性を考慮した条件(周波数依存性考慮・非考慮)による検討内容を説明（9/4） 東側地盤・西側地盤・中央地盤の観測記録及び地震観測位置における地質構造の特徴の確認（10/13） 東側地盤・西側地盤における観測記録との整合性を考慮した条件(周波数依存性考慮・非考慮)による検討内容を説明（10/13,11/20） 			
	<ul style="list-style-type: none"> 地震観測記録を用いた検討 ➢地震波干渉法による検討 	<ul style="list-style-type: none"> 中央地盤における検討内容を説明（9/4） 東側地盤における検討内容を説明（10/13） 西側地盤における検討内容を説明（11/20） 				
	追加データによる検討	<ul style="list-style-type: none"> 材料減衰 岩石コアを用いた減衰測定（データを有していないことから新規取得） 	<ul style="list-style-type: none"> 追加調査の目的及び計画を説明（9/4） 実施状況を説明（10/13,11/20） 			
		<ul style="list-style-type: none"> 材料減衰+散乱減衰 S波検層（各Grごとに追加取得） 				
D.表層地盤の物性値等	既往データによる検討	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し土及び流動化処理土に対して、既往のデータ（施工管理・物性データ）の整理 	<ul style="list-style-type: none"> 既存データに基づく物性データの整理結果を説明。（6/20） 既存データに基づく施工管理方法・物性データの整理結果に基づく物性値等の設定内容を説明。（9/4） 	<ul style="list-style-type: none"> データの整理結果及び信頼性の確認結果 	<ul style="list-style-type: none"> 分析方針及び結果 ➢AA周辺グループ 	<ul style="list-style-type: none"> データの整理結果及び信頼性の確認結果（更なるデータ追加に関する検討反映）
	追加データによる検討	<ul style="list-style-type: none"> 表層地盤の物性値に係る調査（施工年代別の範囲における採取されていない箇所や一部偏りがある深部について追加取得） 	<ul style="list-style-type: none"> 追加調査の目的及び計画を説明（9/4） 実施状況を説明（10/13,11/20） 			

2. データの取得及び信頼性の確認

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

前回会合資料に加筆

2. データの取得及び信頼性の確認

 : 今回会合での追加説明範囲

■ 用いるデータ

- 今回地盤モデル設定に用いる、敷地の地盤の特徴を捉えるために取得する全データを以下に示す。
- 取得したデータに対しては、その取得方法ごとに、以下の観点で以下の方針で信頼性を確保している。
 - 各因子におけるパラメータの設定にあたって、適切な調査方法やデータの処理方法が選定されていること。
 - 調査データそのものの信頼性を確保するために、適切な機器・装置を用いていること。
 - 調査結果に対する信頼性を確保するために、原子力施設における実績を有する実施者により行われていること。

注：設定するパラメータ及びその検討項目については大文字アルファベットの番号を、上記の設定に用いるデータについては小文字アルファベットの番号を付している。
以降の各説明との対応を上記番号により紐づけて示す。

設定するパラメータ	A. 岩盤部分の物性値等		B. 岩盤部分の非線形性		C. 岩盤部分の減衰定数					D. 表層地盤の物性値等						
	速度構造 (層厚、Vs, Vp, ρ)		ひずみ依存特性 (G/G ₀ -γ関係)		減衰定数 (h)					速度構造 (G ₀ , γ)						
					材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰									
				C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層								
取得データ	既往	PS検層・密度試験 (a.-①)	三軸圧縮試験 (b.-①)	三軸圧縮試験 (c.-①)	-	地震観測記録 (c.-③)	地震観測記録 (c.-③)	S波検層 (敷地内3地点) (c.-⑤)	PS検層・密度試験 (d.-①)							
	追加	PS検層・密度試験 (a.-②)	-	-	岩石コア試験 (c.-②)	-	-	S波検層 (各グループ) (c.-⑥)	PS検層・密度試験 (d.-②)							
データの信頼性	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 規格類に適合する調査方法の採用 ➢ 波形の読み取り精度の向上のための工夫 ➢ 校正された装置の使用 ➢ 常時微動による影響の確認 ➢ 原子力施設における調査実績を多数有する調査会社が実施 		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 規格類に適合する調査方法の採用 ➢ 調査誤差が低減可能な装置の使用 ➢ 原子力施設における多数の実績を有する調査会社が実施 		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 同左 		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 解析手法の特性を踏まえた評価方法の適正化 ➢ 原子力施設における調査実績を多数有する調査会社が実施 		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 地震観測装置の設置時の施工管理、継続的な保守管理、校正がされている装置の使用 ➢ 観測記録に対する適切な補正 ➢ 常時微動 (c.-④) による影響の確認 ➢ 検討に用いる地震数の充分性の確認 		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 同左 		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 規格類に適合する調査方法の採用 ➢ 校正された装置の使用 ➢ 検討の目的に照らしたデータを精度よく把握できる条件設定。 ➢ 常時微動、近接建屋、表層地盤等の影響の確認 ➢ 原子力施設における調査実績を多数有する調査会社が実施 		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 規格類に適合する調査方法の採用 ➢ 波形の読み取り精度の向上のための工夫 ➢ 原子力施設における調査実績を多数有する調査会社が実施 	

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

前回会合資料に加筆

2. データの取得及び信頼性の確認

：今回会合での追加説明範囲

■ 岩盤部分のPS検層・密度試験（a.-①,a.-②）

● データの信頼性の確保

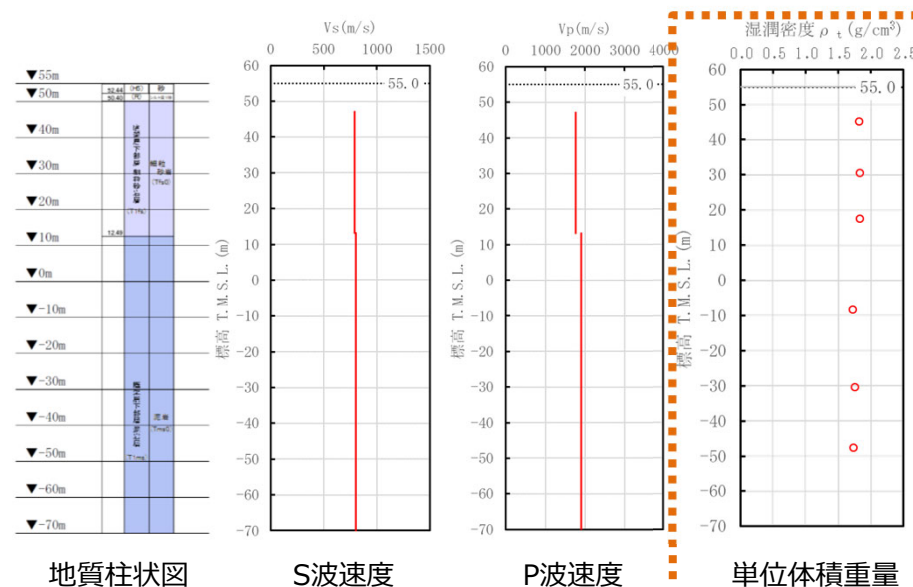
- PS検層方法としては「JGS-1122 地盤の弾性波速度検層方法」に適合する方法を用いて、S波速度、P波速度及び層厚のデータを取得。
→観測直後に記録した波形が特異なものでないこと及び信号の到達時間が妥当であることを現場にて確認。
- 速度構造の解析時に、初動走時を正確に把握するために、記録波形を位相反転した波形に対しても確認を実施し、読み取り精度の向上を図る。
- 調査データそのものの信頼性を確保するために、PS検層に用いた受信機は、校正されたものを用いている。また、起振波の振幅レベルに対して、常時微動による影響がないことを確認している。
- 密度試験については、「JIS A 1225 土の湿潤密度試験方法」に適合する方法を用いて、単位体積重量データを取得。
- 調査結果に対する信頼性を確保するために、PS検層の作業及びデータの読み取り・分析、単位体積重量の測定については、原子力施設における多数の実績を有する調査会社によって実施する。

● 取得したデータ

- 【a.-①】：各建物・構築物直下又は近傍で実施されている既往のPS検層データ（●+●）計34孔における速度構造（S波速度、P波速度、各速度層の層厚）、密度試験による単位体積重量及び当該孔における地質柱状図を整理した。
- 【a.-②】：「C.岩盤部分の減衰定数」にて実施する各グループにおけるS波検層の追加調査孔においてPS検層データ（●）計12孔を追加取得し、速度構造（S波速度、P波速度、各速度層の層厚）、密度試験による単位体積重量及び当該孔における地質柱状図を整理した。

PS検層データを取得した孔名一覧

区分	記号	PS検層孔
既往データ (a.-①)	●	N3_-U, N3-E5_, N3_-E5_, L-U_, M-S, L-T, M-T, M-5, D-T, D-6, D-5, D-4, D-3, O-E5, N6-V, N6_-4, N6_-E2, E-4, J_-5_, J-T, K-T
	●	D-E5_, M-V, N_-U, N3_-6, L-4, K_-V, K_-3, N6_-X, E_-W_, E_-E2_, H_-X_(2), J_-T_, C_-U
追加データ (a.-②)	●	R5-Q1, R5-Q2, R5-Q3, R5-Q4, R5-Q5, R5-Q6, R5-Q7, R5-Q8, R5-Q9, R5-Q10, R5-Q11, R5-Q12



PS検層から得られたデータ（R5-Q6孔の例）

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

2. データの取得及び信頼性の確認

■ 岩石コア試験 (c.-②)

● データの信頼性の確保

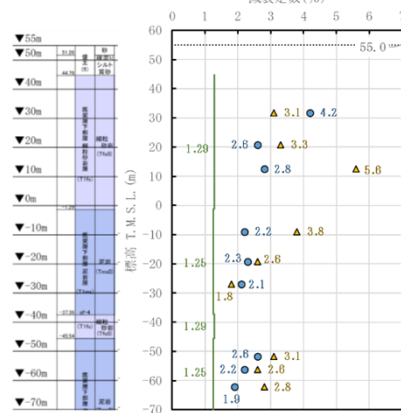
- ▶ 岩石コア試験の超音波測定は、「JGS1220-2009 パルス透過法による超音波測定方法」に準じて実施されており、測定作業及びデータの読み取り・分析については、原子力施設における多数の実績を有する調査会社によって実施する。
- ▶ スペクトル比法については、減衰定数の算定には振幅スペクトル比の対数と透過波の周波数の関係における勾配 (Q値) を用いるが、試験に用いるリファレンス (アルミ供試体) と岩石コアの透過波のピークに乖離が見られ、透過波形の高次成分の影響が含まれる可能性がある。
- ▶ パルスライズタイム法についても、同じ透過波形データを用いて減衰定数を算定しているため、上記と同様の透過波形データの高次成分の影響は考えられるものの、スペクトル比法よりこれらの影響は小さく、信頼性が高い。
- ▶ 以上を踏まえ、スペクトル比法による減衰定数は参考値とし、パルスライズタイム法による減衰定数に基づくデータを用いる。

● 取得したデータ

【c.-②】：各地点における岩石コア試験結果により、岩種ごとに減衰定数を算定。

同一岩種内における試験結果については、各地点・深さ間でばらつきを有するが、特定の地点において大きく減衰が異なる傾向は示さず、明瞭な深さ依存も見られないことから、岩種ごとにデータを整理可能と判断。

- : 繰返し三軸試験結果の最小減衰定数
- : コアQ値測定結果の減衰定数(スペクトル比法)
- ▲ : コアQ値測定結果の減衰定数(パルスライズタイム法)



各孔における岩石コア試験結果 (R5-Q1孔の例)

同一岩種における地点ごとの試験結果一覧表 (細粒砂岩の例)

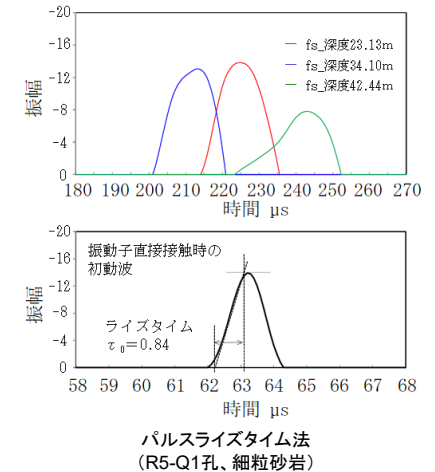
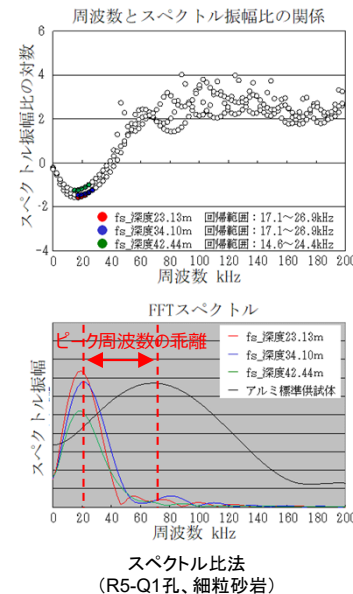
岩盤分類(層序)	調査位置	パルスライズタイム法	平均
細粒砂岩	R5-Q1	4.0	3.7
	R5-Q2	4.4	
	R5-Q2*	2.0	
	R5-Q6	3.0	
	R5-Q9	4.1	
	R5-Q9	4.1	
	R5-Q10	3.6	
	R5-Q10	4.5	
	R5-Q11	3.5	

* : 他データと比較してばらつきの大きい値が得られているが、同じR5-Q2孔において4.4%の値を示すデータも得られていることから、本調査位置の細粒砂岩において特異に小さい減衰定数を示す傾向には無いと判断。

岩石コアによる岩種 (層序) ごとの試験結果一覧表

地盤範囲	地質区分	岩盤分類(層序)	岩石コア試験結果による減衰定数(%)
西側地盤	鷹架層上部層	泥岩層	1.7
		砂岩・凝灰岩互層	1.1
東側地盤	鷹架層中部層	礫混り砂岩	3.9
		砂岩・泥互層	4.0
		軽石混り砂岩	3.3
		砂質軽石凝灰岩	3.3
中央地盤	鷹架層下部層	凝灰岩	1.8
		軽石凝灰岩層	3.4
		軽石質砂岩	3.2
		細粒砂岩層	3.7
		泥岩層	2.7

注：パルスライズタイム法による各地点の結果を平均化した値を示す。



パルスライズタイム法 (R5-Q1孔、細粒砂岩)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

前回会合資料に加筆

2. データの取得及び信頼性の確認

：今回会合での追加説明範囲

■ S波検層（c.-⑤、c.-⑥）

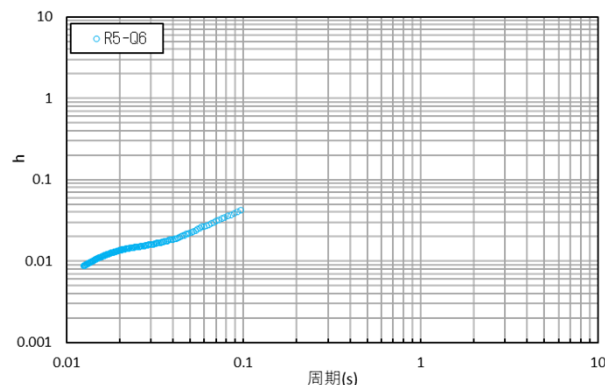
● データの信頼性

- S波検層方法としては「JGS-1122 地盤の弾性波速度検層方法」に適合する方法を用いる。
→観測直後に記録した波形が特異なものでないこと及び信号の到達時間が妥当であることを現場にて確認する。
- 調査データそのものの信頼性を確保するために、S波検層に用いた受信機は、校正されたものを用いる。
- 各種分析を行う上でのデータの信頼性は、以下の内容により確保する。
 - ・追加調査では、岩盤部分の減衰定数を正確に把握するために、起振波の振幅レベルに対して、常時微動による影響がないことを確認する。
 - ・追加調査では、近接建屋や表層地盤の影響を加味した波形処理を実施し、岩盤部分の減衰定数としての精度を確保する。
 - ・既往調査においては板叩き法により、追加調査においては、減衰定数に見られる周波数特性を把握する上での精度を確保するために、振動数を変動させたスイープ震源を用いる。
 - ・追加調査では、速度構造の解析時に初動走時を正確に把握するために、記録波形を位相反転した波形に対しても確認を実施し、読み取り精度の向上を図る。
- 調査結果に対する信頼性を確保するために、S波検層の作業及びデータの読み取り・分析については、原子力施設における多数の実績を有する調査会社によって実施する。

● 取得したデータ

【c.-⑤】：既往調査により取得しているS波検層データの減衰定数について整理。

【c.-⑥】：追加調査により取得したS波検層データの減衰定数を調査孔ごとに整理。



追加調査によるS波検層結果（R5-Q6の例）



追加調査地点の一覧

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

2. データの取得及び信頼性の確認

■ S波検層（c.-⑤、c.-⑥）

● 既往データ及び追加データの信頼性に係る比較

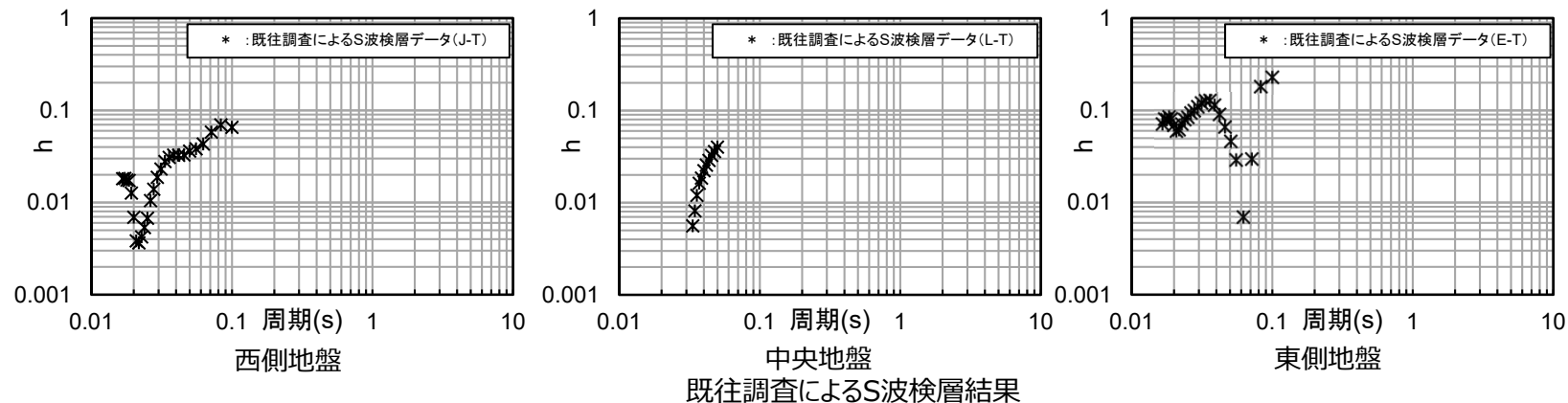
【c.-⑥：追加データ（2023年実施）】

- 起震源は加振装置による変調波形であり、各周波数帯で十分なエネルギーを有し、変調周波数帯の安定した振幅の変動が計測されていることを確認している。
- 7連の受振器を計測ごとにキャリブレーションした同時観測であるほか、加振波形も各加振で同一の変調波形を用いていることから、全ての深さにおける観測波形を統一的(コリレーション処理によりインパルス波形に変換)に扱うことが可能である。
- 一連の作業(加振、受振、コリレーション処理、解析)は全て自動化されており、計測者による個人差はほとんど発生しない。

【c.-⑤：既往データ（1988年実施）】

- かけや（木製ハンマー）または打撃板によって発生する波形が一定ではない。また、人力のため、起震パワーについても一定していない。
- また、既往調査時は、1個の受振器を設定観測間隔（1 m又は2 m）で引き上げながら実施していたため、モニター波形が毎回異なり、各深さの観測波形を統一的に扱うことができない。
- 波形は地盤の透過波により最大振幅の主要周波数が決まる。起震パワーが小さい場合、軟岩地盤では高周波数帯では十分な振幅のデータが得られていない可能性がある。
- 既往調査時は、記録媒体にアナログ収録した波形データをAD変換によりデジタルデータ化しているが、このアナログ→デジタル→数値解析の過程で、特に振幅が小さくなる高周波数帯においてはデータにノイズ成分が含まれる可能性がある。

- 既往調査は板叩き法により加振を行っている。板叩き法は、手法としては一般的に採用されるものであり、必ずしも信頼性が低い手法ではないものの、以上を踏まえると、既往データについては、追加調査と比較して信頼性が相対的に低くなっている可能性があることから、信頼性のより高い追加データと同列に整理を行うべきではないと判断し、追加調査により取得したデータ（c.-⑥）を用いることとする



基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

前回会合資料に加筆

2. データの取得及び信頼性の確認

今回会合での追加説明範囲

■ 表層地盤のPS検層・密度試験（d.-①,d.-②）

● データの信頼性の確保

- PS検層方法としては「JGS-1122 地盤の弾性波速度検層方法」に適合する方法を用いる。
→観測直後に記録した波形が特異なものでないことを現場にて確認。地下水観測孔を対象とした2孔についても、観測井処理（硬質ポリ塩化ビニル管設置）に伴う異常がないことを確認。
- 速度構造の解析時に、初動走時を正確に把握するために、記録波形を位相反転した波形に対しても確認を実施し、読み取り精度の向上を図る。
- 密度試験については、「JIS A 1225 土の湿潤密度試験方法」に適合する方法を用いる。
- 調査結果に対する信頼性を確保するために、PS検層の作業及びデータの読み取り・分析、密度の測定については、原子力施設における多数の実績を有する調査会社によって実施する。

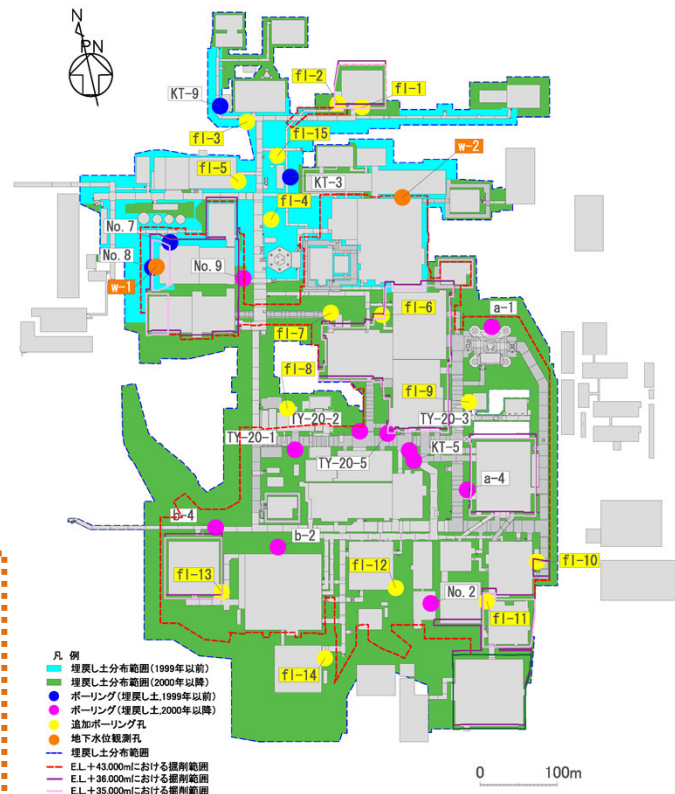
● 取得したデータ（埋戻し土）

【d.-①】：既往のPS検層データ（●+●）計15孔における速度構造（S波速度，P波速度）、密度試験による密度及び当該孔における地質柱状図を整理した。

【d.-②】：「d.表層地盤の物性値等」にて実施する追加調査孔（●15孔）に地下水観測孔（●2孔）を加えてPS検層データ計17孔を追加取得し、速度構造S波速度，P波速度）、密度試験による密度及び当該孔における地質柱状図を整理した（地下水観測孔2孔は速度のみ）。

PS検層データを取得した孔名一覧（埋戻し土）

区分	記号	PS検層孔
既往データ (d.-①)	●	KT-3, KT-9, No.7, No.8
	●	KT-5, No.2, No.9, a-1, a-4, b-2, b-4, TY-20-1, TY-20-2, TY-20-3, TY-20-5
追加データ (d.-②)	●	fl-1, fl-2, fl-3, fl-4, fl-5, fl-6, fl-7, fl-8, fl-9, fl-10, fl-11, fl-12, fl-13, fl-14, fl-15
	●	w-1, w-2



PS検層データ取得位置図（埋戻し土）

孔名	fl-1			
	地質	Vp m/s	Vs m/s	ρ_t Mg/m ³
孔口標高(m)	54.96			
深度(m)				
1	埋戻し土（フレンド材：2000年以降）			
2				
3				
4				
5		300	160	1.938
6				
7				1.920
8				
9				1.971
10				
11				1.893
12				
13		490	250	1.914
14				
15				1.967
16				
17			1.861	
18				
19			1.929	
20				
21	710	360	1.914	
22				
23	23.22			1.992

PS検層から得られたデータ（埋戻し土 fl-1孔の例）

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

前回会合資料に加筆

2. データの取得及び信頼性の確認

今回会合での追加説明範囲

■ 表層地盤のPS検層データ (d.-①,d.-②)

● 埋戻し土の施工年代別に整理した動せん断弾性係数 G_0

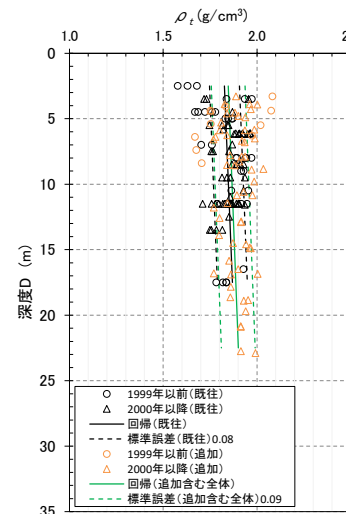
➤ ρ_t については、図aに示すとおり、既往のボーリング孔による平均回帰よりも全ボーリングでの平均回帰の方が若干高い値を示すが、標準誤差 $\pm\sigma$ の範囲は、両年代とも同程度のばらつきを示している。

➤ G_0 分布については、図bに示すとおり、深度依存を示す。また、全ボーリングの標準誤差 $\pm\sigma$ は既往ボーリングの標準誤差 $\pm\sigma$ の範囲(標準誤差減少 (47.6MPa→41.4MPa))に収まっており、既往ボーリングから全ボーリングの統計量(平均、標準誤差)が推定可能であることから同一母集団と判断できるような結果を示している。

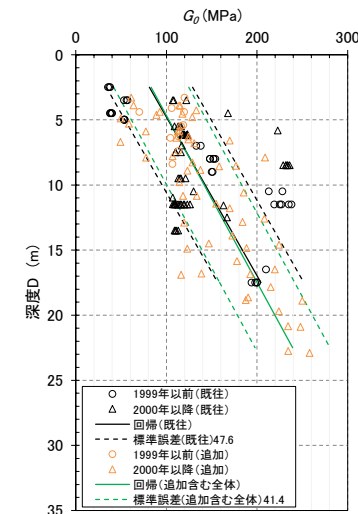
➤ 施工年代毎の V_s 分布について、前回会合より1999年以降に施工した領域における深部までを対象とした地下水位観測孔2孔のPS検層結果(速度のみ)を追加した。図cに示すとおり、寒色系で示す1999年以降の V_s 分布と暖色系で示す2000年以降の V_s 分布は、施工年代にかかわらず0.1km/s程度から0.35km/sの速度範囲で分布し、離散化 V_s の平均値(○印)は深度依存の傾向を示している。

➤ 図dに示す1999年以前と2000年以降の V_s 分布(図c)と ρ_t 回帰(図a)による離散化した G_0 の分布は、各施工時期いずれも深度依存を示すとともに、既往ボーリング孔での標準誤差 $\pm\sigma$ 程度のばらつきとなっている。

➤ 以上より、 G_0 分布の回帰は施工年代でデータを分けると若干異なる結果を示すものの差は僅かであり、土質材料として同一の母集団と判断できる。よって、埋戻し土の動せん断弾性係数 G_0 については、統一した物性値として既往データに追加データを合わせた ρ_t 及び V_s のデータセットから得られた深度依存回帰の平均(図b)を用いる。

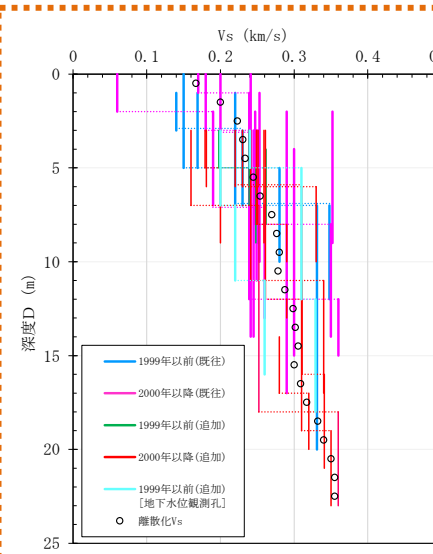


図a 湿潤密度 ρ_t 分布図

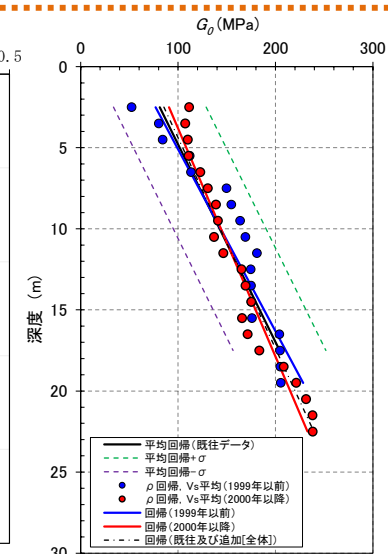


図b 動せん断弾性係数 G_0 分布図

※図a及び図bについては、前頁における●+●+●のデータに基づく整理



図c ボーリング孔の V_s 分布図



図d V_s と ρ_t 回帰による G_0 分布図

※図c及び図dについては、前頁における●+●+●のデータに基づく整理

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

2. データの取得及び信頼性の確認

■ 表層地盤のPS検層データ（d.-①）

● 取得したデータ（流動化処理土）

【d.-①】：既往のPS検層データ（○+○）計7孔における速度構造(S波速度)、密度を整理した。

● 流動化処理土の施工状況・管理方法により整理した動せん断弾性係数 G_0

➤ 敷地全体における流動化処理土は、図 a によるブロック割りで施工されている。流動化処理土は、流動化処理土利用技術マニュアル等に基づき施工管理がなされており、一軸圧縮強度 qu の管理基準に応じて、2つのグループに大別され、一定の品質となるよう施工管理されている（図 b）。

第1グループ（○）： $qu \geq 0.3\text{MPa}$ 程度（一部 0.2MPa 程度設定あり）

第2グループ（○）： $qu \geq 0.6\text{MPa}$ 程度

➤ 流動化処理土はセメント添加による人工材料であるため、一般的に土質材料のような深度依存（拘束圧依存）はないものと考えられることから、第1、第2グループ共に深度依存のない平均物性値として整理する（図 c、d）。

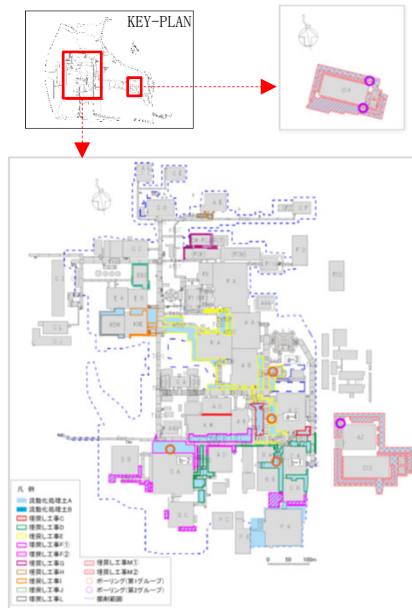


図 a 流動化処理土の分布状況

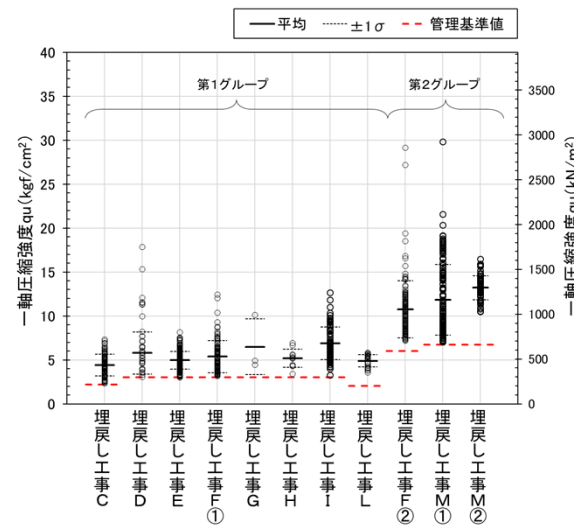


図 b 流動化処理土の施工管理記録（一軸圧縮強度）

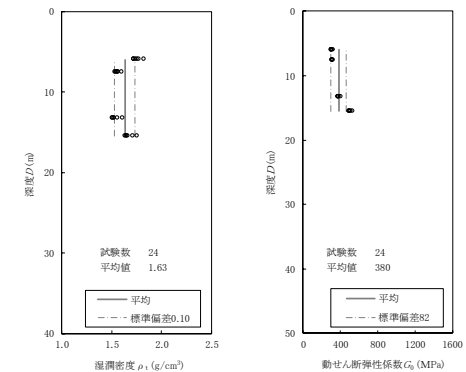


図 c 第1グループの湿潤密度 ρ_t 及び動せん断弾性係数 G_0 分布図

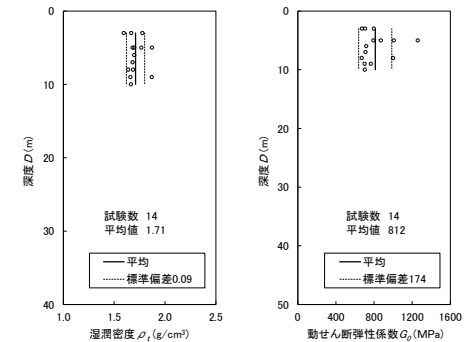


図 d 第2グループの湿潤密度 ρ_t 及び動せん断弾性係数 G_0 分布図

3. データの敷地への適用

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

前回会合資料に加筆

3. データの敷地への適用

：今回会合での追加説明範囲

■ 敷地内各地点において用いるデータ（1/5）

- 前頁までに示した、信頼性を確保したデータについて、敷地内の各位置において用いるデータを整理した。
- 用いるデータについては、近接する建屋グループを仮定し、各グループの範囲内にて得られているデータに加え、グループ周辺のデータを用いることとした。これにより、一部のデータについては、複数グループで共有している。
- 岩種ごとに習得しているデータについては、当該グループ内に分布する岩種に対応するデータを用いることとした。
- 地震観測記録については、敷地内のf-1,f-2断層により区切られる中央、西側、東側地盤の単位で適用させることとした。

設定する パラメータ	A.岩盤部分の 物性値等	B.岩盤部分の 非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の 物性値等
	速度構造 (層厚、 Vs,Vp,ρ)	ひずみ依存特性 (G/G ₀ -γ関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G ₀ ,γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を 用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
取得データ	PS検層 (a.-①, a.-②)	三軸圧縮試験 (b.-①)	三軸圧縮試験 (c.-①)	岩石コア試験 (c.-②)	地震観測記録 (c.-③)	地震観測記録 (c.-③)	S波検層 (c.-⑤, c.-⑥)	PS検層 (d.-①, d.-②)
AA周辺	<ul style="list-style-type: none"> • N3_-U • N3-E5_ • N3_-E5_ • L-U_ • D-E5_ • M-V • N_-U • R5-Q2 • R5-Q10 	<ul style="list-style-type: none"> • 細粒砂岩 • 泥岩（下部層） 	• 同左	• 同左	<ul style="list-style-type: none"> 【地震観測記録を 用いた同定】 • 中央地盤観測 点の地震観測記 録 	<ul style="list-style-type: none"> 【地震波干渉法】 • 中央地盤観測 点の地震観測記 録 	<ul style="list-style-type: none"> • R5-Q2 • R5-Q10 	<ul style="list-style-type: none"> • 2000年以降施 工の埋戻し土の PS検層結果 (一部、流動化 処理土が分布)

注記：三軸圧縮試験において整理した岩種は、薄層の砂岩・泥岩互層、限定箇所に分布する礫岩、粗粒砂岩及び解放基盤以深に分布する凝灰質砂岩を除く岩種としており、岩石コア試験における対象岩種も同じものとなっている。

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

前回会合資料に加筆

3. データの敷地への適用

 : 今回会合での追加説明範囲

■ 敷地内各地点において用いるデータ（2/5）


設定する パラメータ	A.岩盤部分の 物性値等	B.岩盤部分の 非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の 物性値等
	速度構造 (層厚、 Vs, Vp, ρ)	ひずみ依存特性 (G/G ₀ -γ関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G ₀ , γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を 用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
取得データ	PS検層 (a.-①, a.-②)	三軸圧縮試験 (b.-①)	三軸圧縮試験 (c.-①)	岩石コア試験 (c.-②)	地震観測記録 (c.-③)	地震観測記録 (c.-③)	S波検層 (c.-⑤, c.-⑥)	PS検層 (d.-①, d.-②)
F施設 周辺	<ul style="list-style-type: none"> M-S L-T M-T M-5 D-T D-5 R5-Q9 R5-Q10 	<ul style="list-style-type: none"> 細粒砂岩 泥岩（下部層） 	• 同左	• 同左	【地震観測記録を 用いた同定】 <ul style="list-style-type: none"> 中央地盤観測 点の地震観測記 録 	【地震波干渉法】 <ul style="list-style-type: none"> 中央地盤観測 点の地震観測記 録 	<ul style="list-style-type: none"> R5-Q9 R5-Q10 	<ul style="list-style-type: none"> 1999年以前及 び2000年以降 施工の埋戻し土 のPS検層結果 (一部、流動化 処理土が分布)
AE	<ul style="list-style-type: none"> N3_-6 D-6 R5-Q6 	<ul style="list-style-type: none"> 細粒砂岩 泥岩（下部層） 	• 同左	• 同左	【地震観測記録を 用いた同定】 <ul style="list-style-type: none"> 中央地盤観測 点の地震観測記 録 	【地震波干渉法】 <ul style="list-style-type: none"> 中央地盤観測 点の地震観測記 録 	<ul style="list-style-type: none"> R5-Q6 	<ul style="list-style-type: none"> 1999年以前及 び2000年以降 施工の埋戻し土 のPS検層結果 (一部、流動化 処理土及び原地 山が分布)
AG	<ul style="list-style-type: none"> L-4 D-4 R5-Q2 	<ul style="list-style-type: none"> 細粒砂岩 泥岩（下部層） 	• 同左	• 同左	【地震観測記録を 用いた同定】 <ul style="list-style-type: none"> 中央地盤観測 点の地震観測記 録 	【地震波干渉法】 <ul style="list-style-type: none"> 中央地盤観測 点の地震観測記 録 	<ul style="list-style-type: none"> R5-Q2 	<ul style="list-style-type: none"> 2000年以降施 工の埋戻し土の PS検層結果 (一部、流動化 処理土が分布)

注記：三軸圧縮試験において整理した岩種は、薄層の砂岩・泥岩互層、限定箇所分布する礫岩、粗粒砂岩及び解放基盤以深に分布する凝灰質砂岩を除く岩種としており、岩石コア試験における対象岩種も同じものとなっている。

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

前回会合資料に加筆

3. データの敷地への適用

 : 今回会合での追加説明範囲

■ 敷地内各地点において用いるデータ（3/5）


設定するパラメータ	A. 岩盤部分の物性値等	B. 岩盤部分の非線形性	C. 岩盤部分の減衰定数					D. 表層地盤の物性値等
	速度構造 (層厚、 V_s, V_p, ρ)	ひずみ依存特性 ($G/G_0-\gamma$ 関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G_0, γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
取得データ	PS検層 (a.-①, a.-②)	三軸圧縮試験 (b.-①)	三軸圧縮試験 (c.-①)	岩石コア試験 (c.-②)	地震観測記録 (c.-③)	地震観測記録 (c.-③)	S波検層 (c.-⑤, c.-⑥)	PS検層 (d.-①, d.-②)
GA	<ul style="list-style-type: none"> • K_-V • R5-Q2 	<ul style="list-style-type: none"> • 細粒砂岩 • 泥岩（下部層） 	• 同左	• 同左	<ul style="list-style-type: none"> 【地震観測記録を用いた同定】 • 中央地盤観測点の地震観測記録 	<ul style="list-style-type: none"> 【地震波干渉法】 • 中央地盤観測点の地震観測記録 	• R5-Q2	<ul style="list-style-type: none"> • 2000年以降施工の埋戻し土のPS検層結果
DC	<ul style="list-style-type: none"> • K_-3 • R5-Q1 • R5-Q11 	<ul style="list-style-type: none"> • 細粒砂岩 • 泥岩（下部層） 	• 同左	• 同左	<ul style="list-style-type: none"> 【地震観測記録を用いた同定】 • 中央地盤観測点の地震観測記録 	<ul style="list-style-type: none"> 【地震波干渉法】 • 中央地盤観測点の地震観測記録 	<ul style="list-style-type: none"> • R5-Q1 • R5-Q11 	<ul style="list-style-type: none"> • 2000年以降施工の埋戻し土のPS検層結果（一部、流動化処理土が分布）
E施設周辺	<ul style="list-style-type: none"> • J_-T_ • J_-5_ • C_-U • J-T • K-T • R5-Q5 	<ul style="list-style-type: none"> • 泥岩（上部層） • 砂岩・凝灰岩互層 • 礫混り砂岩 	• 同左	• 同左	<ul style="list-style-type: none"> 【地震観測記録を用いた同定】 • 西側地盤観測点の地震観測記録 	<ul style="list-style-type: none"> 【地震波干渉法】 • 西側地盤観測点の地震観測記録 	• R5-Q5	<ul style="list-style-type: none"> • 1999年以前及び2000年以降施工の埋戻し土のPS検層結果（一部、流動化処理土が分布）

注記：三軸圧縮試験において整理した岩種は、薄層の砂岩・泥岩互層、限定箇所分布する礫岩、粗粒砂岩及び解放基盤以深に分布する凝灰質砂岩を除く岩種としており、岩石コア試験における対象岩種も同じものとなっている。

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

前回会合資料に加筆

3. データの敷地への適用

 : 今回会合での追加説明範囲

■ 敷地内各地点において用いるデータ（4/5）


設定する パラメータ	A.岩盤部分の 物性値等	B.岩盤部分の 非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の 物性値等
	速度構造 (層厚、 Vs, Vp, ρ)	ひずみ依存特性 (G/G ₀ -γ関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G ₀ , γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を 用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
取得データ	PS検層 (a.-①, a.-②)	三軸圧縮試験 (b.-①)	三軸圧縮試験 (c.-①)	岩石コア試験 (c.-②)	地震観測記録 (c.-③)	地震観測記録 (c.-③)	S波検層 (c.-⑤, c.-⑥)	PS検層 (d.-①, d.-②)
AC	<ul style="list-style-type: none"> N6_-4 O-E5 N6-V R5-Q7 	<ul style="list-style-type: none"> 砂質軽石凝灰岩 凝灰岩 軽石凝灰岩 軽石質砂岩 	• 同左	• 同左	<ul style="list-style-type: none"> 【地震観測記録を用いた同定】 • 東側地盤観測点の地震観測記録 	<ul style="list-style-type: none"> 【地震波干渉法】 • 東側地盤観測点の地震観測記録 	• R5-Q7	<ul style="list-style-type: none"> • 2000年以降施工の埋戻し土のPS検層結果（一部、流動化処理土が分布）
CA	<ul style="list-style-type: none"> N6_-E2 R5-Q7 R5-Q12 	<ul style="list-style-type: none"> 砂質軽石凝灰岩 凝灰岩 軽石凝灰岩 軽石質砂岩 細粒砂岩 	• 同左	• 同左	<ul style="list-style-type: none"> 【地震観測記録を用いた同定】 • 東側地盤観測点の地震観測記録 	<ul style="list-style-type: none"> 【地震波干渉法】 • 東側地盤観測点の地震観測記録 	<ul style="list-style-type: none"> • R5-Q7 • R5-Q12 	<ul style="list-style-type: none"> • 2000年以降施工の埋戻し土のPS検層結果（一部、流動化処理土が分布）
CB	<ul style="list-style-type: none"> N6_-X D-3 R5-Q12 	<ul style="list-style-type: none"> 砂質軽石凝灰岩 凝灰岩 軽石凝灰岩 軽石質砂岩 細粒砂岩 	• 同左	• 同左	<ul style="list-style-type: none"> 【地震観測記録を用いた同定】 • 東側地盤観測点の地震観測記録 	<ul style="list-style-type: none"> 【地震波干渉法】 • 東側地盤観測点の地震観測記録 	• R5-Q12	<ul style="list-style-type: none"> • 2000年以降施工の埋戻し土のPS検層結果（一部、流動化処理土が分布）

注記：三軸圧縮試験において整理した岩種は、薄層の砂岩・泥岩互層、限定箇所分布する礫岩、粗粒砂岩及び解放基盤以深に分布する凝灰質砂岩を除く岩種としており、岩石コア試験における対象岩種も同じものとなっている。

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

前回会合資料に加筆

3. データの敷地への適用

 : 今回会合での追加説明範囲

■ 敷地内各地点において用いるデータ（5/5）

設定する パラメータ	A.岩盤部分の 物性値等	B.岩盤部分の 非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の 物性値等
	速度構造 (層厚、 Vs,Vp,ρ)	ひずみ依存特性 (G/G ₀ -γ関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G ₀ ,γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を 用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
取得データ	PS検層 (a.-①, a.-②)	三軸圧縮試験 (b.-①)	三軸圧縮試験 (c.-①)	岩石コア試験 (c.-②)	地震観測記録 (c.-③)	地震観測記録 (c.-③)	S波検層 (c.-⑤, c.-⑥)	PS検層 (d.-①, d.-②)
AZ	<ul style="list-style-type: none"> E_-W_ E_-E2_ E-4 R5-Q7 R5-Q8 	<ul style="list-style-type: none"> 砂質軽石凝灰岩 軽石混り砂岩 凝灰岩 軽石凝灰岩 軽石質砂岩 	• 同左	• 同左	<ul style="list-style-type: none"> 【地震観測記録を 用いた同定】 • 東側地盤観測 点の地震観測記 録 	<ul style="list-style-type: none"> 【地震波干渉法】 • 東側地盤観測 点の地震観測記 録 	<ul style="list-style-type: none"> • R5-Q7 • R5-Q8 	<ul style="list-style-type: none"> • 流動化処理土 A(第2グループ) のPS検層結果 (高配合流動化 処理土、ベント ナイト混合土、流 動化処理土の外 側に原地山が分 布)
G14	<ul style="list-style-type: none"> • H_-X_(2) • R5-Q3 • R5-Q4 	<ul style="list-style-type: none"> • 軽石混り砂岩 • 砂質軽石凝灰岩 • 凝灰岩 • 軽石凝灰岩 	• 同左	• 同左	<ul style="list-style-type: none"> 【地震観測記録を 用いた同定】 • 東側地盤観測 点の地震観測記 録 	<ul style="list-style-type: none"> 【地震波干渉法】 • 東側地盤観測 点の地震観測記 録 	<ul style="list-style-type: none"> • R5-Q3 • R5-Q4 	<ul style="list-style-type: none"> • 流動化処理土 A(第2グループ) のPS検層結果 (流動化処理土 の外側に原地山 が分布)

注記：三軸圧縮試験において整理した岩種は、薄層の砂岩・泥岩互層、限定箇所に分布する礫岩、粗粒砂岩及び解放基盤以深に分布する凝灰質砂岩を除く岩種としており、岩石コア試験における対象岩種も同じものとなっている。

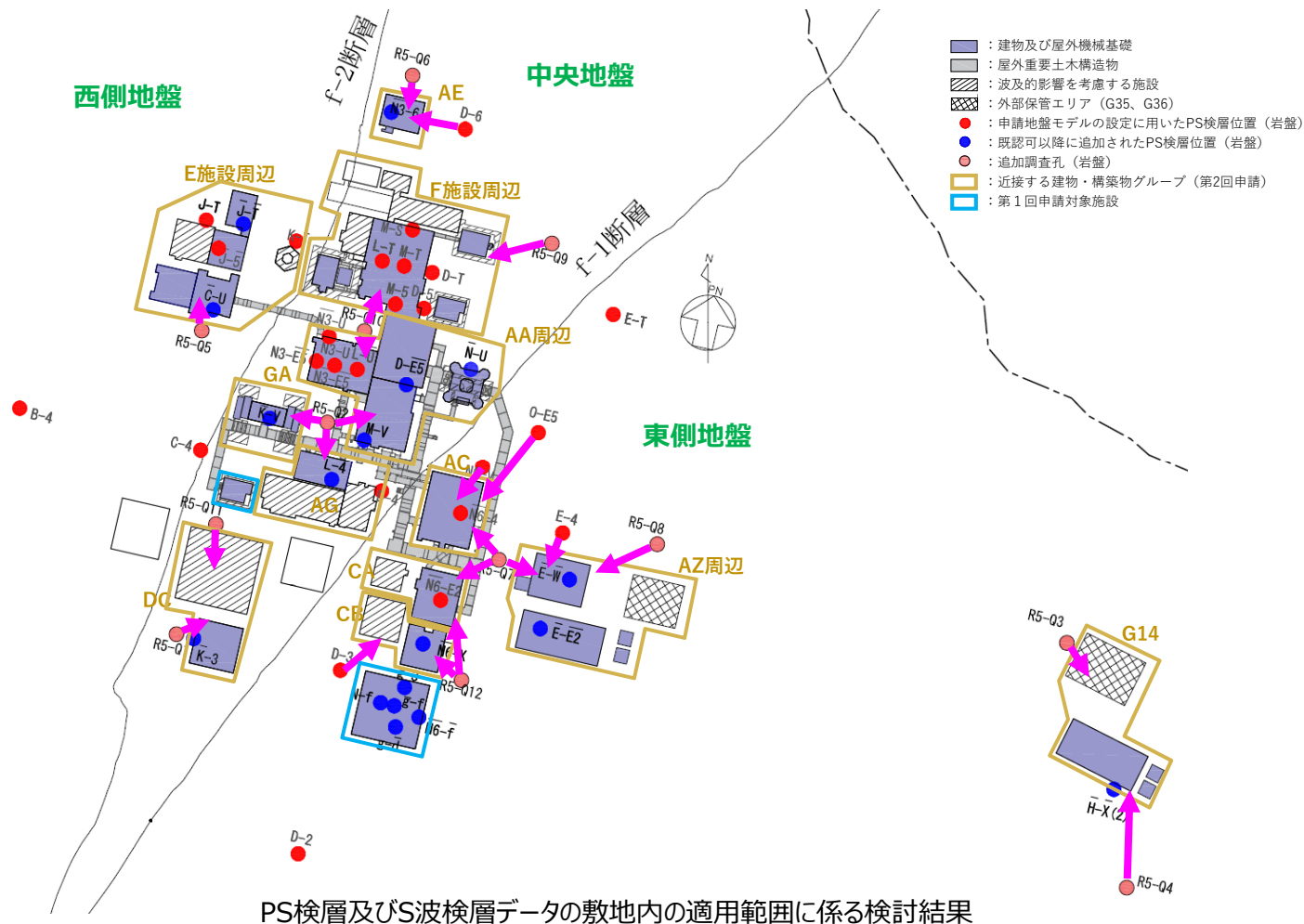
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

3. データの敷地への適用

■ 敷地内各地点において用いるデータの詳細

● 岩盤部分のPS検層（a.-①、a.-②）及びS波検層（c.-⑥）

- 用いるデータについては、近接する建屋グループを仮定し、各グループの範囲内（）にて得られている既往データ（● + ●）に加え、グループ周辺の既往データ（●）及び追加データ（●）を、図中矢印（➡）に示すとおり用いることとした。



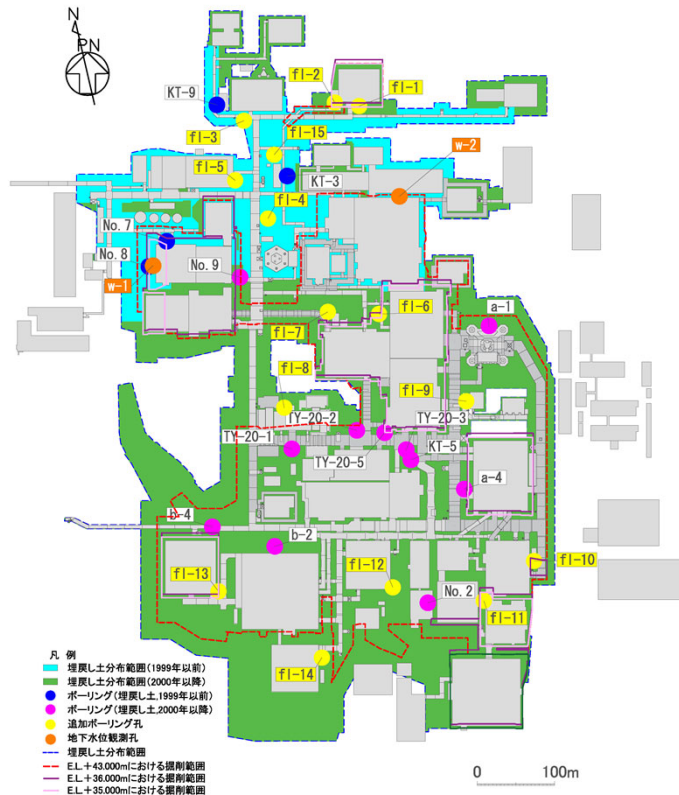
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

3. データの敷地への適用

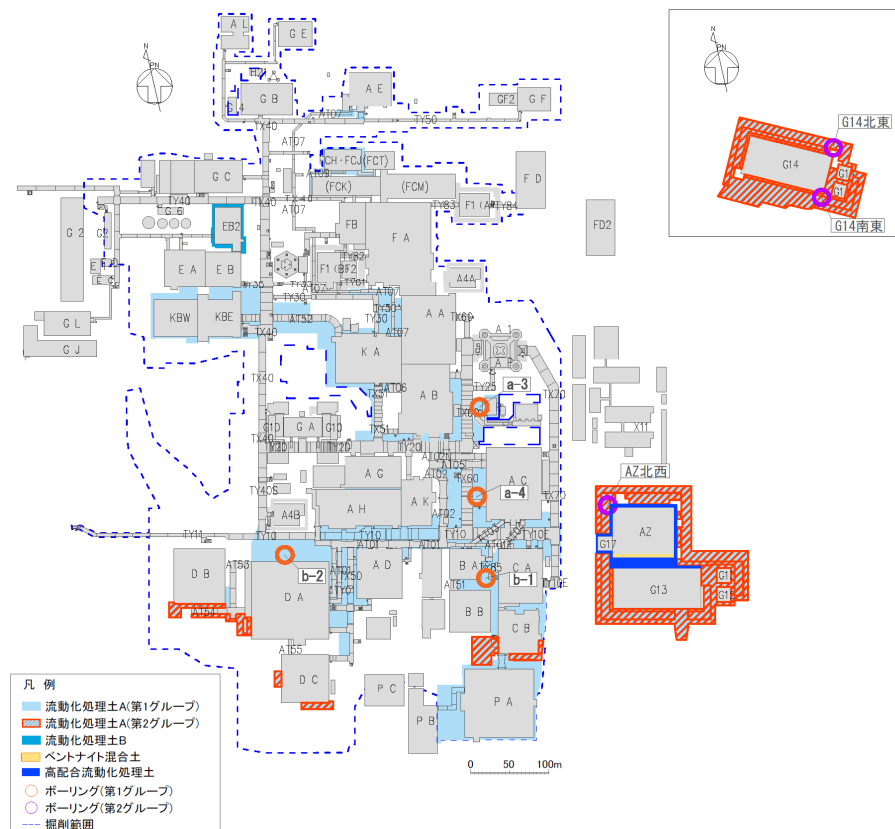
■ 敷地内各地点において用いるデータの詳細

● 表層地盤のPS検層（d.-①、d.-②）

- 表層地盤の物性値等に用いるデータについては、各グループに分布する埋戻し材料の種別に応じて設定する。
- 下図に示すとおり、AA周辺グループ、F施設周辺グループ、AEグループ、AGグループ、GAグループ、DCグループ、E施設周辺グループ、ACグループ、CAグループ及びCBグループについては主に埋戻し土が分布するが、局所的に流動化処理土が混在するほか、一部の建屋周囲で埋戻し土の分布範囲が部分的に狭くなっている。
- AZ周辺グループ及びG14グループについては、流動化処理土A（第2グループ）が主に分布するが、一部ベントナイト混合土や高配合流動化処理土が混在している。



敷地内における埋戻し土の分布状況



敷地内における流動化処理土の分布状況

4. データの整理

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4. データの整理

■ 敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造の設定に係る分析方針

- ▶ 「3. データの敷地への適用」に示したデータを各グループに適用し、敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造を把握する上で、下表に示す着目点に対する分析を行った。
- ▶ 各因子における分析に係る着目点の把握、分析の実施にあたっては、原子炉サイトにおける地盤モデルの策定において多数の検討実績を有する見識者を中心に実施した。
- ▶ また、各因子におけるデータ整理又は分析において、他因子に対して共有すべき知見がある場合には、その観点での分析も実施した。
- ▶ 次頁以降において、各グループにおけるデータの分析方針を示す。

設定するパラメータ	A. 岩盤部分の物性値等	B. 岩盤部分の非線形性	C. 岩盤部分の減衰定数					D. 表層地盤の物性値等
	速度構造 (層厚、 V_s, V_p, ρ)	ひずみ依存特性 ($G/G_0-\gamma$ 関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G_0, γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
科学的な着目点	<ul style="list-style-type: none"> グループ内における各データ取得位置における地質構造及び速度構造の特徴を整理。 断層等の影響により建屋直下で地質構造が異なる場合の入力地震動への影響を確認。(C. 岩盤部分の減衰定数に係る分析における知見を踏まえた着目点) 	<ul style="list-style-type: none"> Ss地震時の岩盤部分の非線形レベル（ひずみの大きさ及び剛性低下率）及び入力地震動への影響を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 同一岩種の供試体に基づくデータを統計的にひずみ依存特性 ($h-\gamma$) に回帰したものであることから、そのデータが一樣のものとなっているか確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 岩石コアにより得られた材料減衰がごく小さい領域における値であることを踏まえ、岩種ごとの線形条件における減衰定数として整理する。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震観測記録と整合する減衰定数を同定。 同定値の妥当性を地震観測シミュレーションにより確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 小振幅の地震も含む多数の地震観測記録に見られる共通的な傾向を分析し、減衰定数を推定。 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 敷地内の各地点で得られた減衰定数の実測データを踏まえ、敷地の地盤が類似地点と異なる傾向を示すか確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し土または流動化処理土のデータの傾向を踏まえた物性を考慮する。 埋戻し材料が複数混在している場合は、入力地震動を算定する上での傾向等を鑑みて物性値を設定する。もしくは解析的な検討により、入力地震動に与える影響を確認した上で設定する。

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

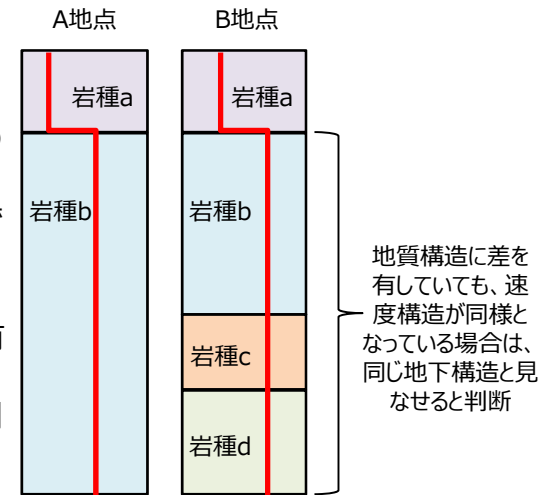
4. データの整理

■ 敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造の設定に係る整理方針

● A. 岩盤部分の物性値等

【地質構造及び速度構造の確認】

- ▶ グループ内のデータの類似性に着目した整理として、各グループ内で用いることとしたPS検層データについて、以下の観点で、グループ内の各地点における地下構造の比較を行う。
 - ① 地質構造の確認として、地質柱状図より、分布する岩種及びその岩種境界レベルが各地点間で同等であれば、同じ地下構造におけるデータであると判断する。
 - ② 各地点間の地質構造に差がある場合、PS検層データより、速度構造との対応関係を確認する。岩種境界に速度境界が見られない、または速度境界を有したとしても、同程度のコントラストを有する速度構造となっている場合については、同じ地下構造におけるデータであると判断する。
- ▶ 上記①②の整理結果より、各地点におけるPS検層データが、同じ地下構造におけるデータであると判断できる場合には、JEAG4601-1987の考え方に則り、各グループにおいて得られているデータを平均化した物性値として整理する。これにより、グループ内の各施設において用いるデータ数が増加することとなり、地盤の特徴を捉えた地下構造としての信頼性が向上すると考えられる。
- ▶ 上記①②の整理結果により、各地点におけるPS検層データが、同じ地下構造であると判断できない場合は各施設個別に物性値を整理する。



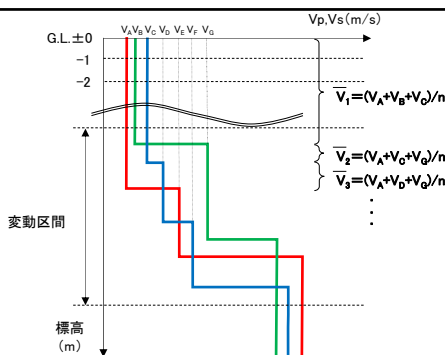
注：岩種の差は「B. 岩盤部分の剛性の非線形性」において考慮するはずみ依存特性に影響するが、B. の分析結果において岩盤部分の剛性の非線形性はSs地震時においても入力地震動に及ぼす影響が小さい傾向が全体的に見られることから、本検討では上記判断とした。

速度構造との対応関係の確認イメージ

【データを平均化した物性値の設定手順】

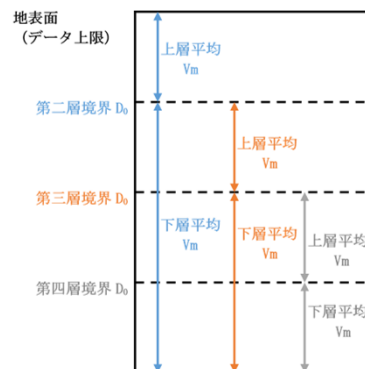
手順①：対象ボーリングデータを層厚1m毎に平均化し、Vを計算

手順②：平均化で得られる速度の深さ方向分布図より、変化する区間（各ボーリング孔の速度境界が集中する区間と捉え、ここでは「変動区間」と呼ぶ。）を定める。



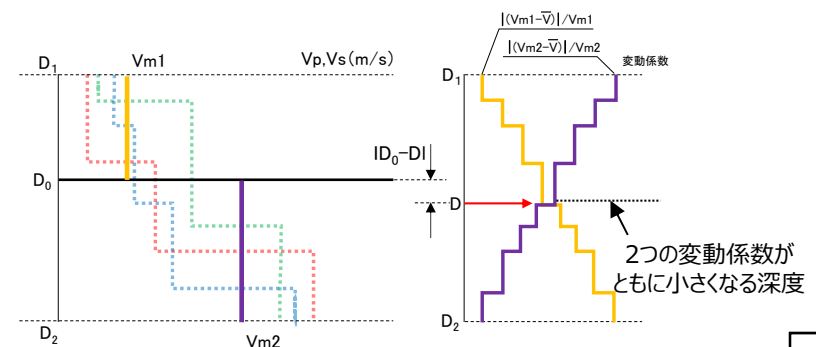
手順③：変動区間内の任意の深度に速度境界 D_0 を仮定する。

手順④：仮定した速度境界 D_0 を境に、上層・下層それぞれの平均値 V_m を計算し、各値に対して変動係数（=標準偏差/平均値）の分布を求める。



手順⑤：上層・下層の平均速度を離散化することによる地盤内の連続速度変化との乖離を最小にするため、2本の変動係数分布について、交差する深度を求め、最初に仮定した速度境界と比較して概ね一致するまで繰り返す。

S波速度、P波速度及び単位体積重量については、ここで設定した同一速度層内の試験結果の平均値として設定する。



基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

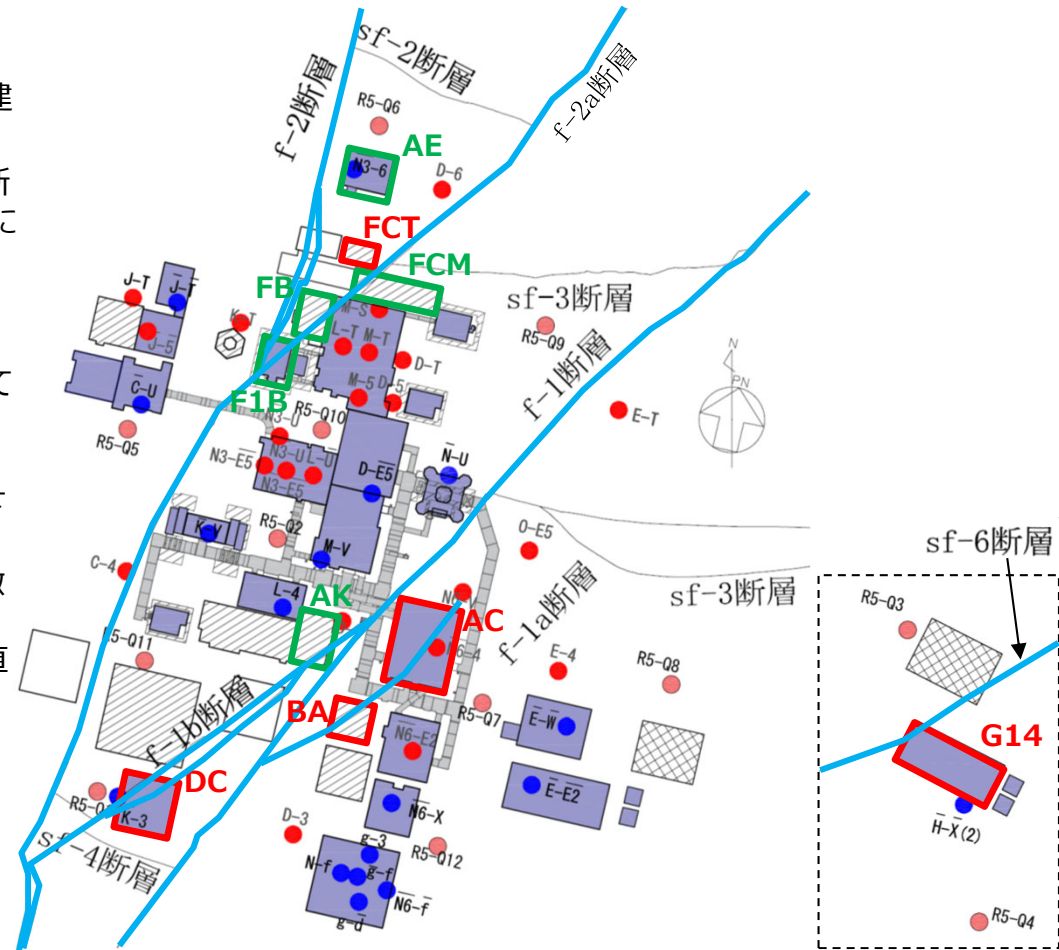
4. データの整理

■ 敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造の設定に係る整理方針

● A. 岩盤部分の物性値等

【建物・構築物直下の断層の影響確認】

- グループ内個別の施設に着目した整理として、岩盤分類図に基づき、建物・構築物の直下において、断層が分布する建物・構築物の整理を行った。（次頁参照）
- FCT、DC、AC、BA、G14については、建屋直下において断層を境として異なる岩種の分布が確認されることから、断層による岩種分布の違いが入力地震動へ及ぼす影響の確認を実施する。
- FB、FCM、F1B、AE、AKについては、建屋直下において、断層が分布するものの、断層によって岩種分布の差は生じていないことから、入力地震動への影響はないと判断した。
- なお、F1B、FBについては、f-2断層により施設近傍で地質構造が大きく変化するものの、入力地震動については、直下の地盤の速度構造が支配的となると考えられる。この考え方については、1次元の地下構造として地盤の特徴を評価するにあたり実施した2次元FEMモデルを用いた検討において、断層を2次元的に考慮したモデルによる応答と、直下の地盤の速度構造を1次元的に考慮したモデルによる応答に顕著な違いがないことを確認している。



- : 建屋直下において断層を境として異なる岩種が分布
- : 建屋直下において断層が分布するものの、岩種分布に差がない

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

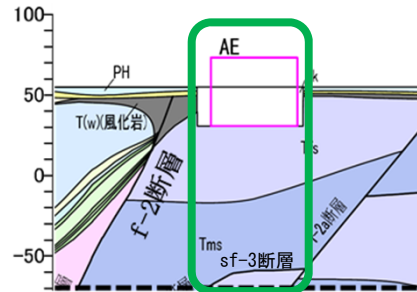
4. データの整理

■ 敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造の設定に係る整理方針

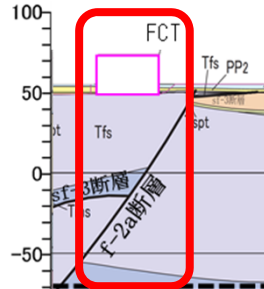
● A. 岩盤部分の物性値等

【建物・構築物直下の断層の影響確認】

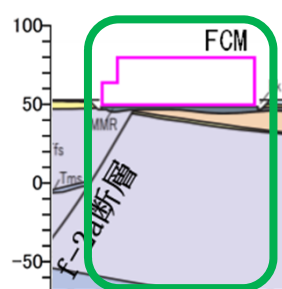
➢ 岩盤分類図に基づく、直下に断層が分布している施設の整理結果を示す。



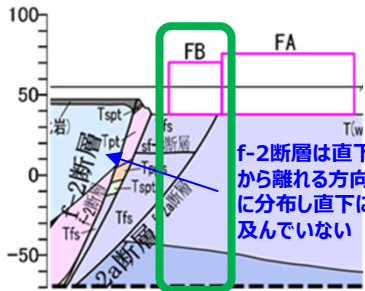
直下において断層が分布するものの、岩種分布に差がない



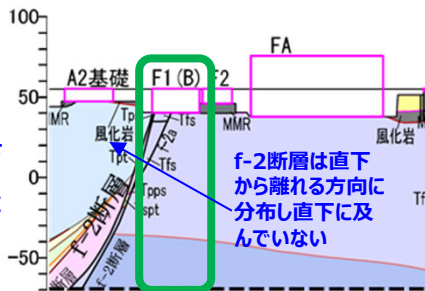
直下において岩種分布に差が生じている



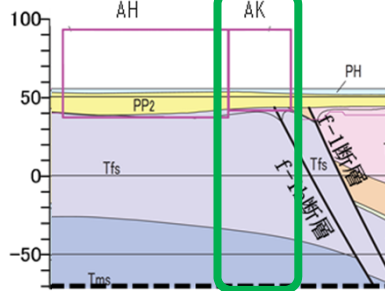
直下において断層が分布するものの、岩種分布に差がない



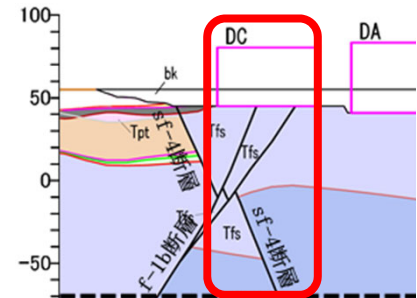
直下において断層が分布するものの、岩種分布に差がない



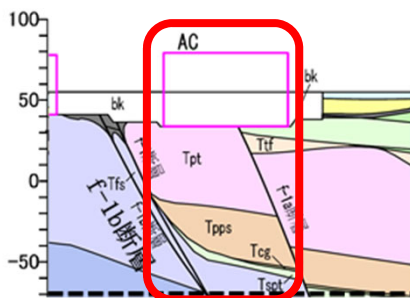
直下において断層が分布するものの、岩種分布に差がない



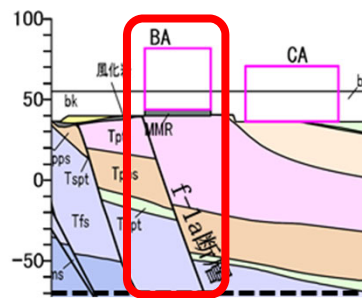
直下において断層が分布するものの、岩種分布に差がない



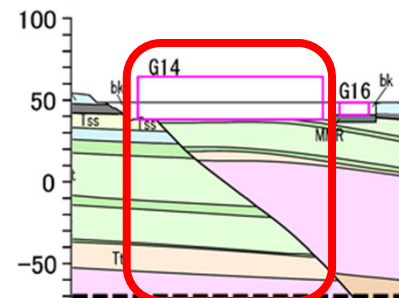
直下において岩種分布に差が生じている



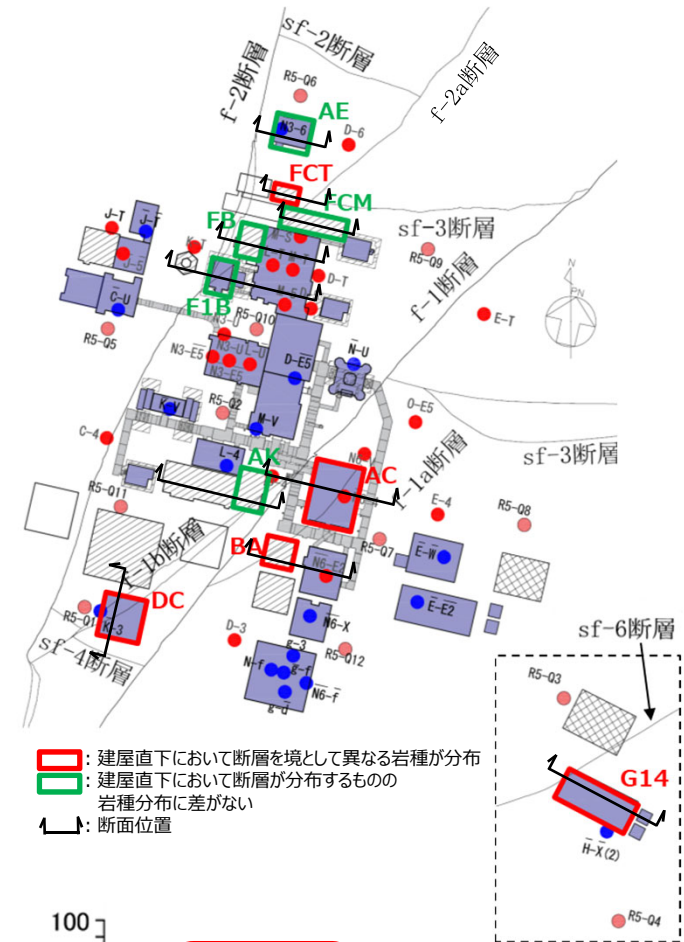
直下において岩種分布に差が生じている



直下において岩種分布に差が生じている



直下において岩種分布に差が生じている



基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

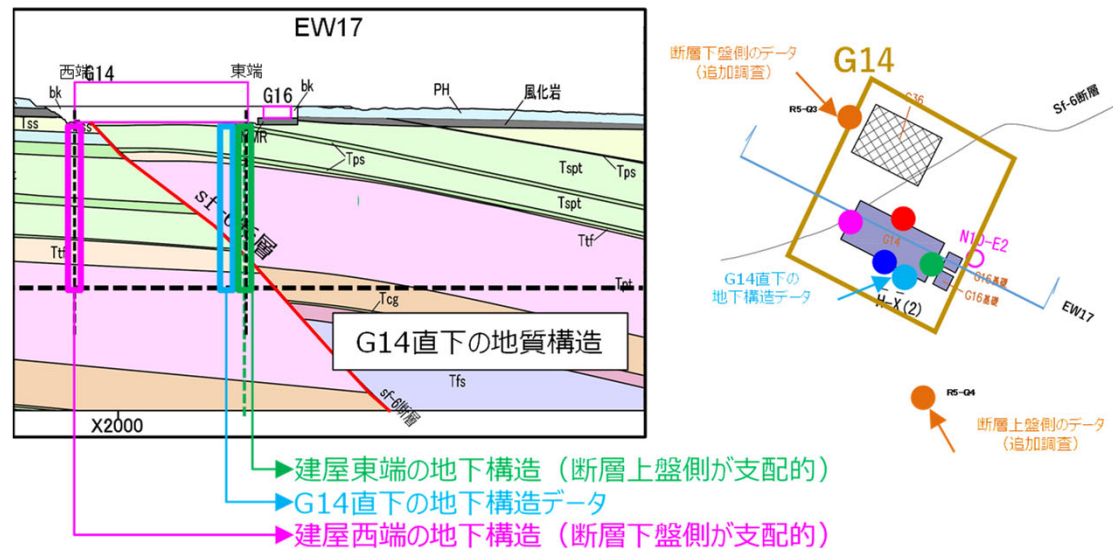
4. データの整理

■ 敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造の設定に係る整理方針

● A. 岩盤部分の物性値等

【建物・構築物直下の断層の影響確認】

- 前頁にて整理した、建屋直下において断層を境として異なる岩種の分布が確認される施設（FCT、DC、AC、BA、G14）を対象に、その影響を確認するため、以下の検討を実施する。
- 以下のとおり設定した複数の地盤物性に基づく入力地震動を算定し、各グループにおいて設定した物性値（図中●）に基づく入力地震動の応答スペクトルと比較する。
 - 断層の上盤側及び下盤側の地質構造の特徴を捉えたPS検層結果を用いて、建物設置範囲の各位置（建物の東西南北端(図中●、●、●、●の位置)）における地質構造の違いを反映した地盤物性を複数設定する。
 - 設定にあたっては、断層の上盤側と下盤側のPS検層結果（図中●）に基づき、建物設置範囲の各位置に合わせ、1次元の地下構造として物性値を設定することで、建屋の各位置の地盤の特徴を極端に評価することができる。なお、1次元の地下構造として地盤の特徴を評価する考え方については、2次元FEMモデルによる評価によりその適用性を確認している。
- 応答スペクトルの比較にあたっては、施設の耐震設計において重要となる周期帯として、建物・構築物及び内包する設備への影響を考慮し、建物の1次固有周期よりも短周期側における応答スペクトルの大小関係に着目する。



断層を境として異なる岩種の分布が確認される例

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4. データの整理

■ 敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造の設定に係る整理方針

● B. 岩盤部分の剛性の非線形性

- 非線形条件とした場合と線形条件とした場合のSs地震時の地盤応答の応答スペクトルを算定比較することで、岩盤部分の非線形性を考慮した際の地盤のせん断ひずみ度及び入力地震動の応答スペクトルへの影響を確認する。
- 応答スペクトルの比較にあたっては、施設の耐震設計において重要となる周期帯として、各グループにおいて最も固有周期の長い施設よりも短周期側における応答スペクトルの大小関係に着目する。

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4. データの整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● 各データから得られる減衰定数の特徴

- 減衰定数に係るデータは、複数の手法により得られているため、手法毎の特徴を踏まえた分析を行う。
- 各着目点に応じた分析を行う上で、各データの取得条件等に応じた減衰定数の物理的な意味合いを整理した。

岩盤部分の減衰定数に係るデータ

データ	成分	着目周期帯	取得位置		考慮する地震動の 振幅レベル	備考	
			既往データ	追加データ			
C-1 三軸圧縮試験	材料減衰	なし	敷地内各地点 および各岩種	—	直接地震動の振幅とは 対応しないが、地盤のせん断ひずみ(1%程度まで)に対応した非線形特性を測定可能	—	
C-2 岩石コア試験	材料減衰	数百Hz~のごく 高振動数・短周期帯	—	各Gr(12地点)	微小振幅レベル	高次ピークの影響が小さいと考えられ、信頼性があると考えられるパルスライズタイム法を採用する。	
地震観測記録に基づく手法	C-3 地震観測記録を用いた同定	材料減衰 + 散乱減衰	0.1~1s程度	地震観測位置 (3地点)	—	実地震観測記録の振幅レベル(敷地においては40ガル程度まで)	既往知見及び審査実績を踏まえ、リニア型、バイリニア型、一定の複数の周波数依存性を仮定する。
	C-4 地震波干渉法	材料減衰 + 散乱減衰	デコンボリューション波形の卓越周期周辺	地震観測位置 (3地点)	—	実地震観測記録の振幅レベル(敷地においては40ガル程度まで)	西側及び東側地盤においては、表層地盤の地下構造による影響が確認され、適切な評価が不可
C-5 S波検層	材料減衰 + 散乱減衰	0.01~0.1s程度のごく短周期領域	—	各Gr(12地点)	微小振幅レベル	—	

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4. データの整理

■ 敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造の設定に係るデータ整理方針

● C. 岩盤部分の減衰定数

材料減衰

【C-1：三軸圧縮試験】

- ひずみ依存特性 ($h-\gamma$) の傾向に着目し、岩盤のひずみレベルに応じた減衰定数の変動の傾向について確認する。
- 岩種ごとに近似的に整理されたデータであることを踏まえ、元となっている個別データの状況を、同じく各地点・深さにおけるデータである「C-2：岩石コア試験」のデータとの対応状況を踏まえて確認する。

【C-2：岩石コア試験】

- 微小ひずみレベルにおける材料減衰に対応するデータであることを踏まえ、C-1：三軸圧縮試験によるデータにおける微小ひずみ領域の減衰定数との対応関係を確認する。

【C-3：地震観測記録を用いた同定】

- 中央地盤、西側地盤、東側地盤の各地震観測点ごとに、当該地点の地下構造を踏まえた速度構造及び減衰定数を、地震観測記録における深さ間の伝達関数に整合するよう同定する。
- 既往知見並びに審査実績における複数の仮定条件を網羅したデータ整理として、減衰定数の周波数依存性として、「周波数依存性なし」、「周波数依存型（リニア型）」、「周波数依存型（バイリニア型）」の3種類の条件を仮定して実施したが、このうち観測記録との適合度が高い、「周波数依存型（リニア型）」による同定結果を整理する。
- 同定された速度構造及び減衰定数に基づき、地震観測記録を用いたシミュレーション解析を実施し、地震観測記録の応答スペクトルの再現性を確認する。

材料減衰 + 散乱減衰

【C-4：地震波干渉法】

- 中央地盤、西側地盤、東側地盤の各地震観測点ごとに、解放基盤表面と地表間の入射波と反射波について、多数の地震に見られる共通的な傾向を、地震観測記録に基づくデコンボリューション波形により把握し、地盤中の減衰定数を推定する。




【C-5：S波検層】

- 各グループにおける減衰定数の傾向を確認する。

● D. 表層地盤の物性値等

- 各グループ周辺において分布する表層地盤を踏まえ、埋戻し土又は流動化処理土を設定する。
- 埋戻し材料が複数混在しているグループにおいては、入力地震動を算定する上で地震動の増幅や地盤のひずみの評価等における傾向を鑑みて表層地盤の物性値を設定する。もしくは解析的な検討により、入力地震動に与える影響を確認する。

減衰定数の周波数依存性の考え方

種別	減衰定数モデル式	モデル形状	文献
周波数依存性なし	$h=h_0$		Ohta(1975) 等
周波数依存型 (リニア型)	$h(f)=h_0 f^{-n}$		Takemura et al. (1993) 等
周波数依存型 (バイリニア型)	$h(f)=h_0 f^{-n} \quad (f \leq f_0)$ $h(f)=h_0 f_0^{-n} \quad (f > f_0)$		佐藤(まか) (2006)

4. データの整理

4.1 AA周辺グループ

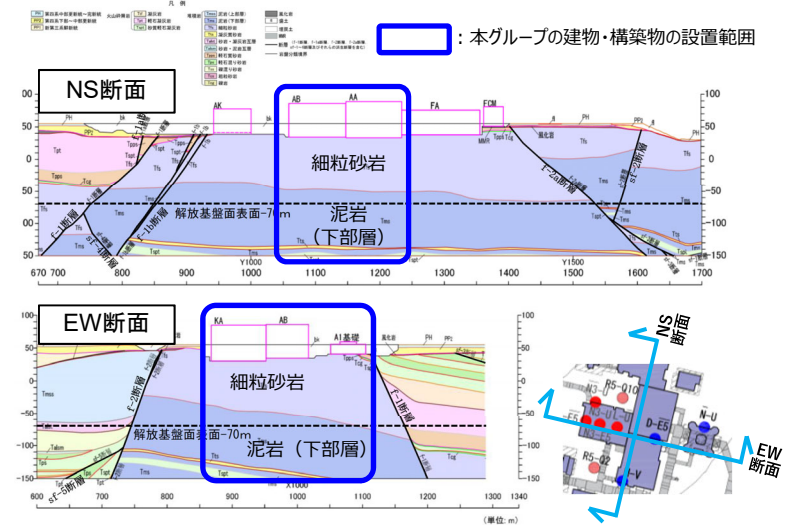
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.1 AA周辺グループのデータ整理

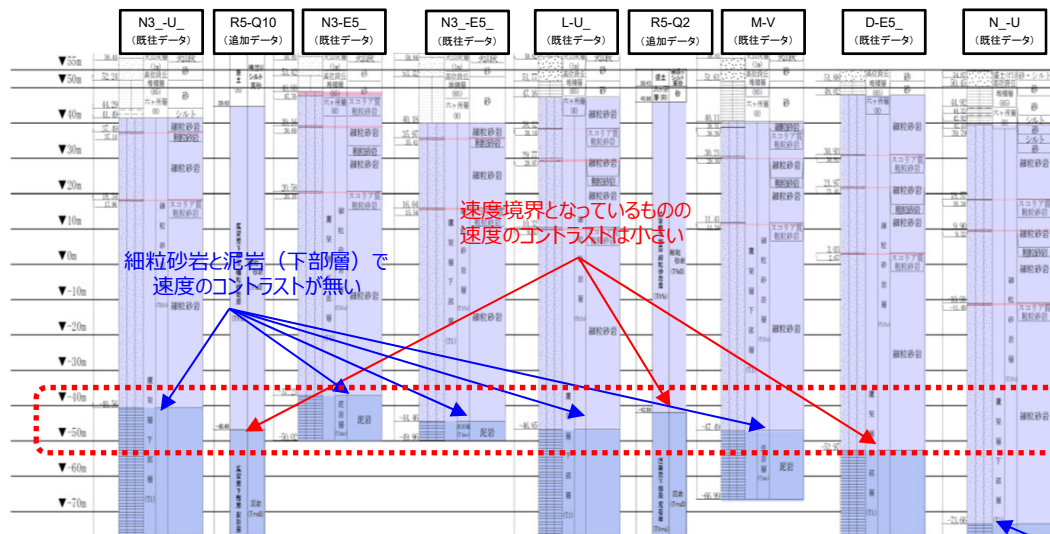
■ A. 岩盤部分の物性値等

● 岩盤部分のPS検層（a.-①、a.-②）

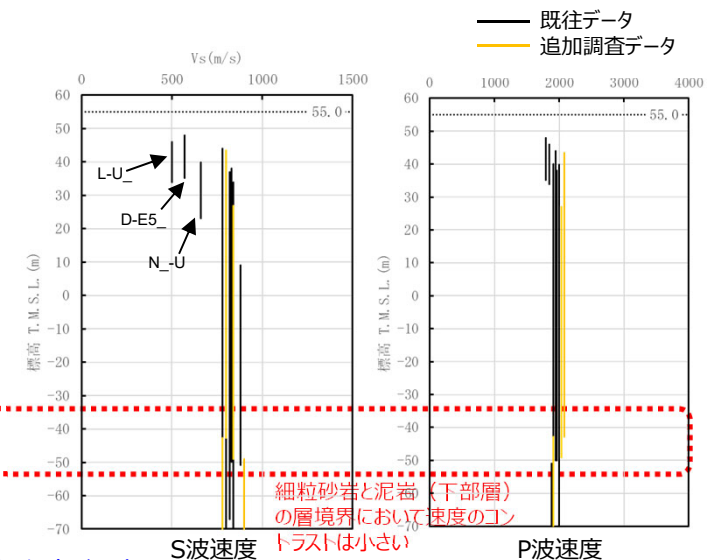
- 岩盤分類図を用いて本グループの地下構造について確認し、建物・構築物直下においては、鷹架層下部層の細粒砂岩及び泥岩が主に分布していることを確認した。
- 本グループの建物・構築物直下においては、岩種の分布に差を与えるような断層は見られない。
- PS検層（●+●+●）のうち、本グループにおけるPS検層孔の地質柱状図及び速度構造の比較を行い、建物・構築物直下の地下構造の特徴について整理した。
- N₋U孔を除く8孔については、岩種境界レベルが同等となっており、その境界における速度のコントラストは小さいまたは無いことを確認。N₋U孔は岩種境界レベルは他地点と異なるものの、細粒砂岩と泥岩の境界では速度のコントラストは無いことを確認。
- L-U孔、D-E5孔及びN₋U孔、については、T.M.S.L.20mよりも浅部において、他の孔と比較してS波速度が小さいデータが得られているが、他の孔位置との地質構造の差は無いことから、同種の岩盤における速度構造として扱うことに問題は無いと判断した。
- 以上のことから、本グループにおけるPS検層データについては、同じ地下構造であると判断できることから、平均化した物性値として整理する。



岩盤分類図



地質柱状図の比較（グループ内の東西方向の順に整理）境界が他地点より深いものの、速度のコントラストは無い



PS検層結果

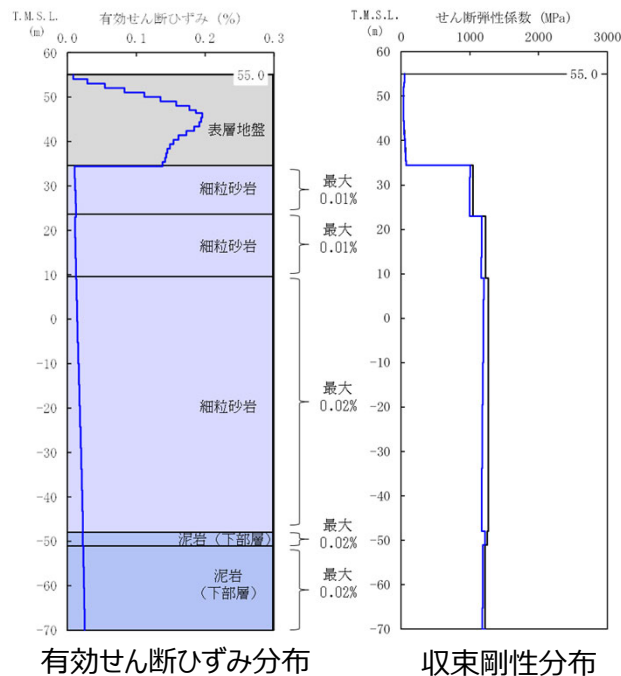
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.1 AA周辺グループのデータ整理

■ B. 岩盤部分の剛性の非線形性

● Ss地震時の岩盤部分の非線形レベル及び非線形性が入力地震動に与える影響確認

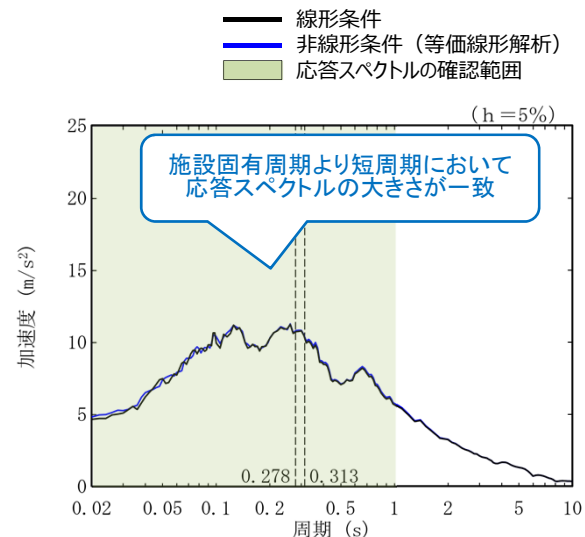
- 非線形条件とした場合と線形条件とした場合の地盤のせん断ひずみ度及び入力地震動の応答スペクトルを比較した結果、施設固有周期より短周期において応答スペクトルの大きさが一致することから、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。



有効せん断ひずみ分布

収束剛性分布

地盤の等価線形解析結果 (AB)



注記：縦点線はABの一次固有周期（NS方向及びEW方向）を示す。

線形条件及び非線形条件における基礎底面レベルの入力地震動の比較 (AB)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.1 AA周辺グループのデータ整理

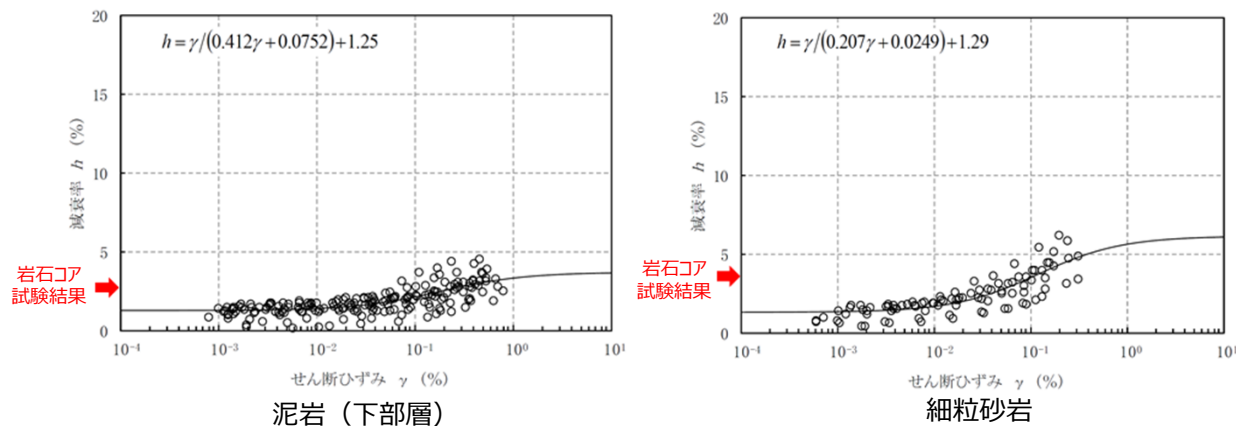
■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-1：三軸圧縮試験

- 三軸圧縮試験において元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数（せん断ひずみ $10^{-2}\%$ 以下）における減衰定数の値は、概ね一定に収束している。
- AA周辺グループにて考慮する岩種のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ ）によれば、地盤の材料減衰は、地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。

● C-2：岩石コア試験

- AA周辺グループにて考慮する岩種の岩石コア試験（パルスライズタイム法）に基づく材料減衰は、三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値を上回る結果が得られている。
- この傾向は、スペクトル比ほど顕著ではないと考えられるものの、試験におけるリファレンス（アルミ供試体）と岩石コアの透過波の周波数成分の乖離が影響し、減衰を大きく評価したためであると考えられる。



岩盤部分のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ 曲線）及び岩石コア試験結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.1 AA周辺グループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-3 : 地震観測記録を用いた同定

- AA周辺グループでは、中央地盤観測点の地震観測記録を用いて以下のとおり減衰定数を同定。
- 減衰定数の同定結果の信頼区間は周期0.1s~1sの範囲であるが、その範囲外の周期に外挿した設定を行った上で、地震観測記録を用いたシミュレーション解析を実施。
- シミュレーション解析の結果、外挿範囲も含む全周期帯において、シミュレーション解析結果は地震観測記録と概ね同等または上回ることから、減衰定数は適切に同定されている。

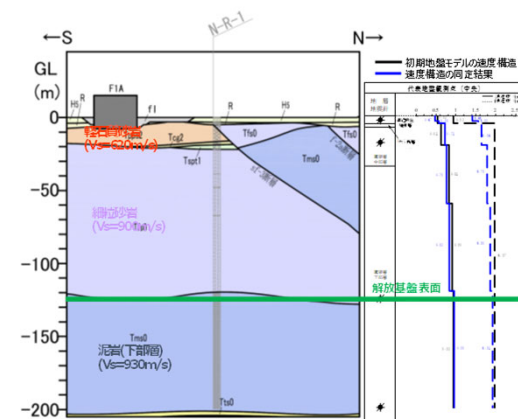
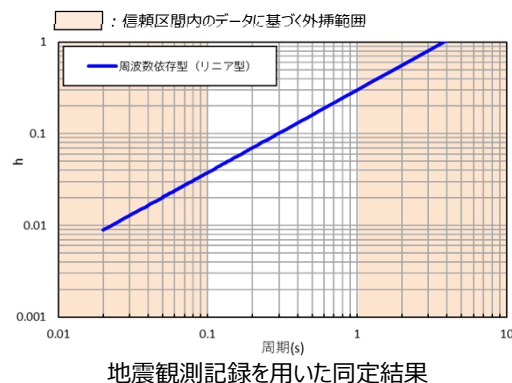


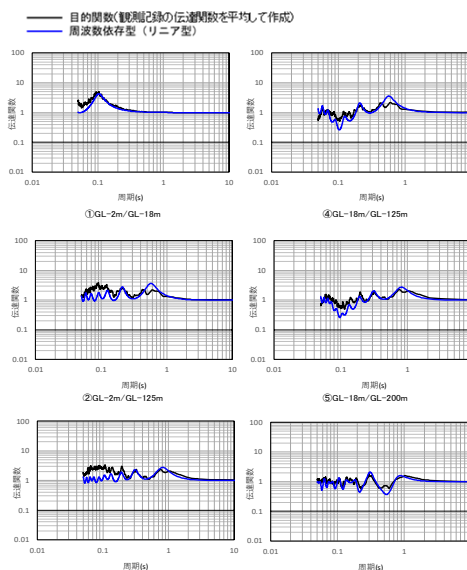
図 地震観測位置の地質断面図及び速度構造・速度境界の同定結果



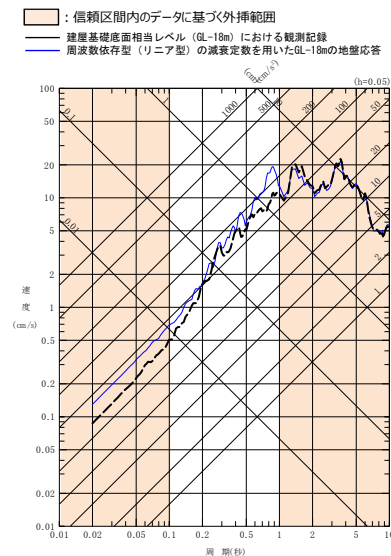
地震観測記録を用いた同定結果

注1: 地震観測記録を用いた同定結果において観測記録との整合性の良い0.1sよりも長周期側が信頼区間となるが、シミュレーション解析を行う上で、0.1sよりも短周期側の減衰定数を設定する必要があるため、0.1sよりも短周期側については、各ケースの評価された減衰定数を外挿して設定。また、シミュレーション解析上は $h=1.0$ で頭打ちとなるよう設定している。

注2: 佐藤ほか(2006)においては周期1s以上の長周期側を解析対象外としているが、シミュレーション解析において長周期側も含んだ応答スペクトルの評価を行うことから、長周期側にも解析対象を拡張している。



中央地盤観測点（水平）の伝達関数



(2011年3月11日14:46 (M9.0) EW成分の例)

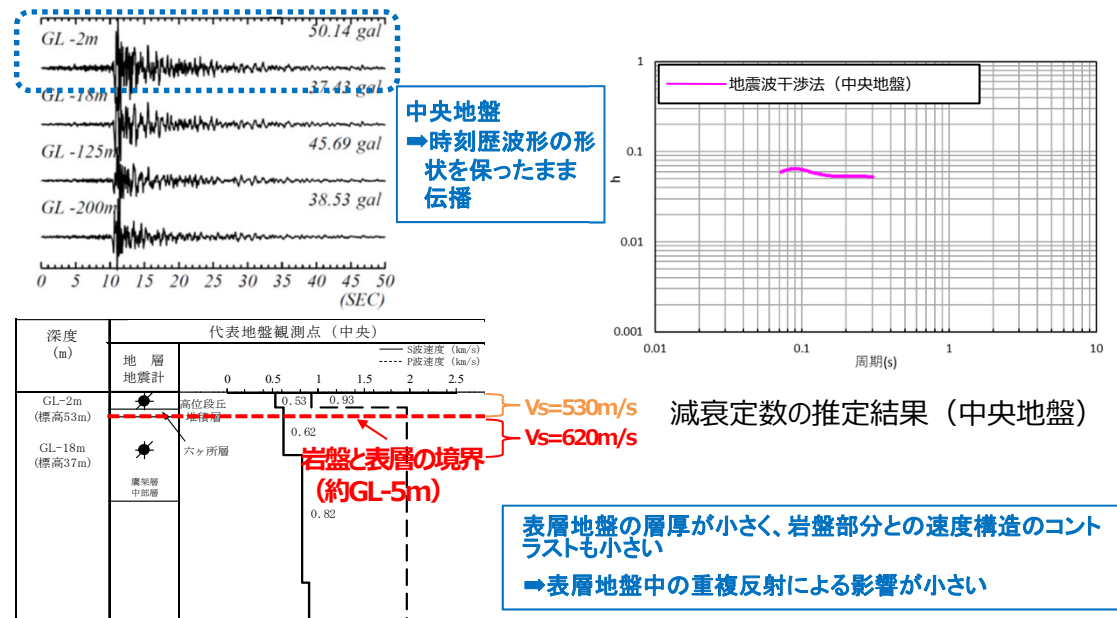
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.1 AA周辺グループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

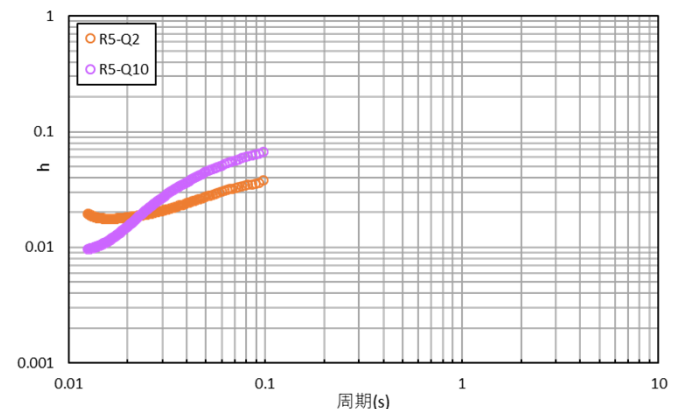
● C-4 : 地震波干渉法

- AA周辺グループでは、中央地盤観測点の地震観測記録を用い、地震波干渉法を実施。
- 中央地盤においては、地震波干渉法による結果について、振動数依存性は確認できないものの、用いたデコンボリューション波形における卓越周期（約0.1秒）における減衰定数の値としては信頼性が高い結果が得られていると考えられる。



● C-5 : S波検層

- AA周辺グループでは、R5-Q2及びR5-Q10孔におけるS波検層結果を参照。
- AA周辺グループのS波検層データは、全体として振動数依存性を有しており、複数データで同様の傾向となっており、散乱減衰が卓越している傾向。



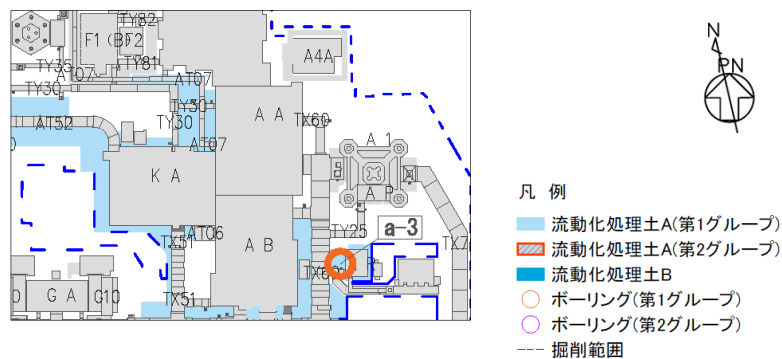
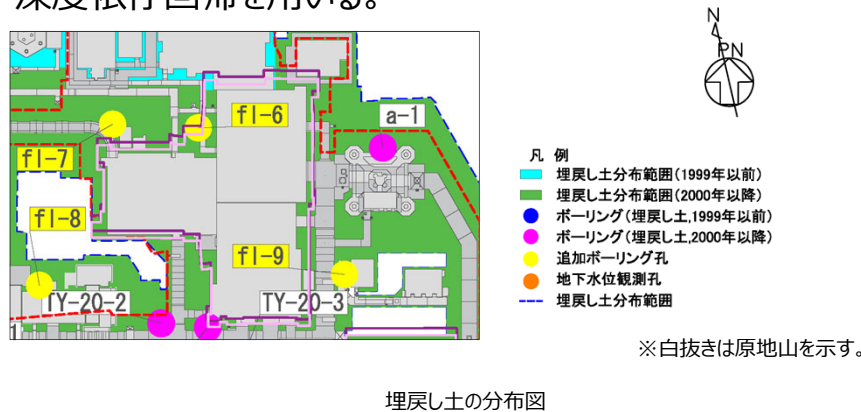
グループ内のS波検層結果の傾向分析結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

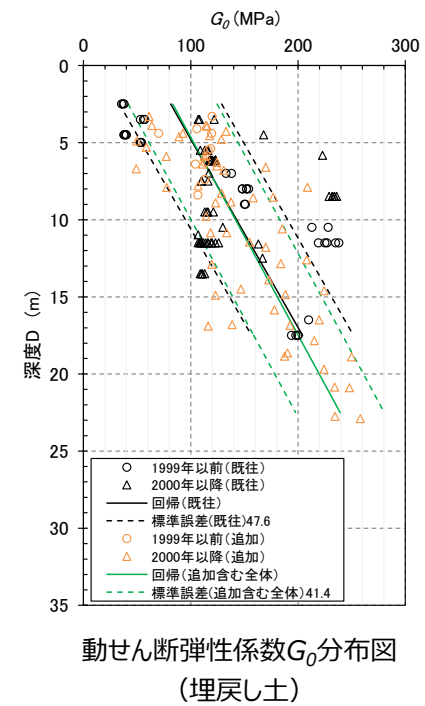
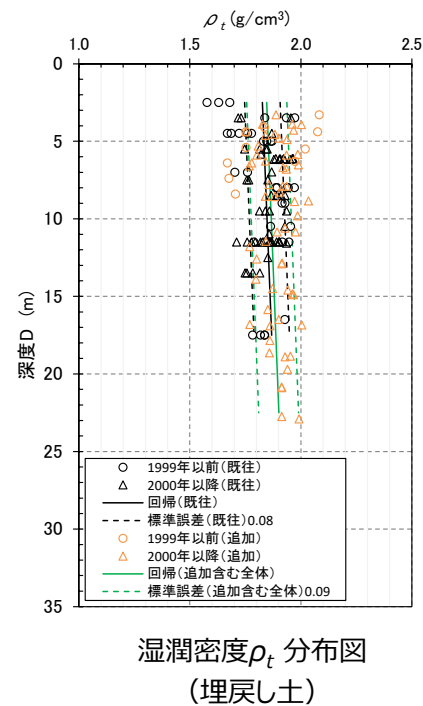
4.1 AA周辺グループのデータ整理

■ D.表層地盤の物性値等

- AA周辺グループの周囲は、表層地盤として2000年以降に施工した埋戻し土が全周に広く分布。
- また、洞道周辺等の局部には、埋戻し土よりも剛性の大きい流動化処理土が分布。
- 上記の通り、表層地盤には異なる埋戻し材料が混在しているが、剛性の小さい地盤を一律に考慮することで、地盤のひずみが大きく評価され、さらに、岩盤との剛性のコントラストが大きくなることにより表層地盤における地震動の増幅が大きくなる傾向となることを鑑み、表層地盤の物性値としては、2.において施工年代によらず同一に整理した埋戻し土における深度依存回帰を用いる。



流動化処理土の分布図
AA周辺グループにおける表層分布図



基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.1 AA周辺グループのデータ整理

■ 整理結果の取りまとめ

➤ 各因子について、着目点ごとに、各データの分析結果を以下にまとめて示す。

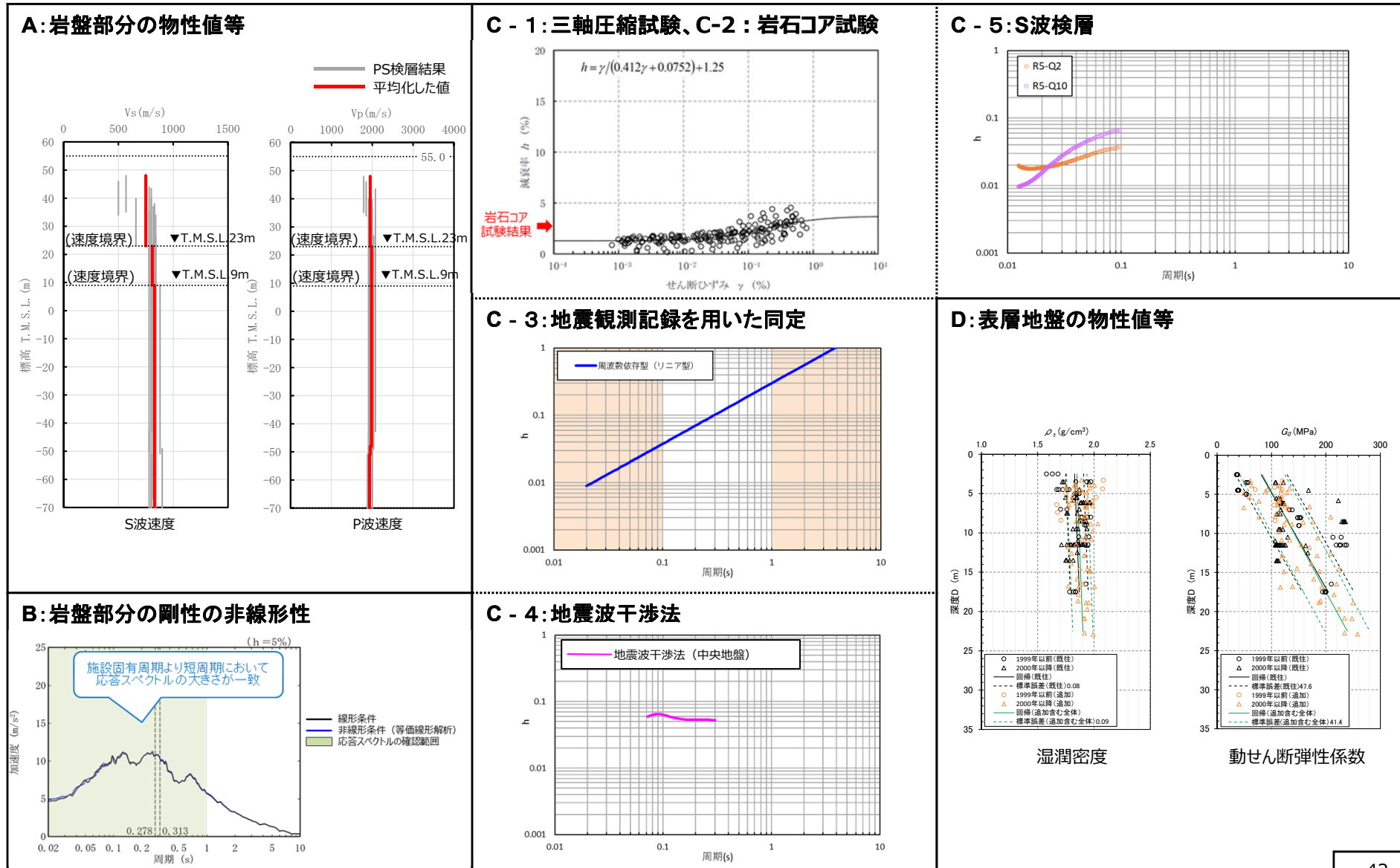
設定するパラメータ	A.岩盤部分の物性値等	B.岩盤部分の非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の物性値等
	速度構造 (層厚、 V_s, V_p, ρ)	ひずみ依存特性 (G/G_0 - γ 関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G_0, γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
科学的な着目点	<ul style="list-style-type: none"> 「3.」において整理した本グループに適用するPS検層結果は各地点における同じ地下構造におけるデータであると判断できることから、データを平均化した物性値として整理。 	<ul style="list-style-type: none"> Ss地震の振幅レベルにおいても、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数の値は概ね一定に収束。 地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> 三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値を上回る。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震観測記録から同定された減衰定数は、地震観測記録をよく説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> 周波数依存性は本方法による結果では明瞭には確認できないものの、明瞭なスタッキング波形のピークが見られる周期約0.1秒における減衰定数の値は精度よく得られている。 	<ul style="list-style-type: none"> ごく短周期側まで周波数依存性を有しており、散乱減衰が卓越。 	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し土と流動化処理土が分布しているが、表層地盤における地震応答が大きくなること、また地盤のひずみも大きくなることから、埋戻し土の深度依存回帰として整理。

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.1 AA周辺グループのデータ整理

■ 整理結果の取りまとめ

□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲



4. データの整理

4.2 F施設周辺グループ

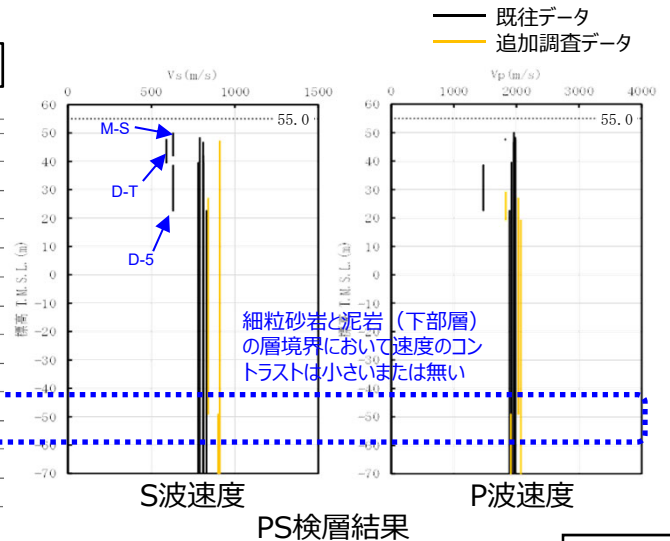
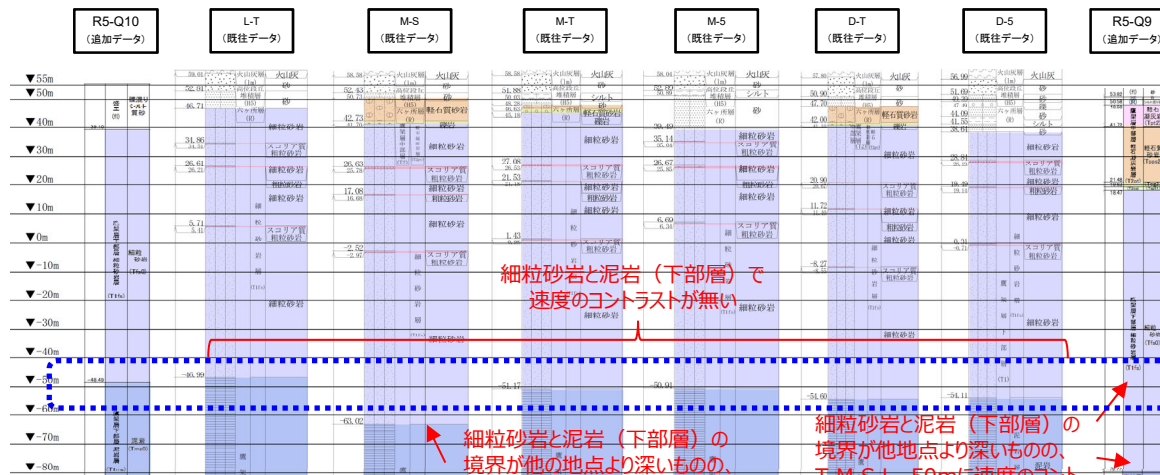
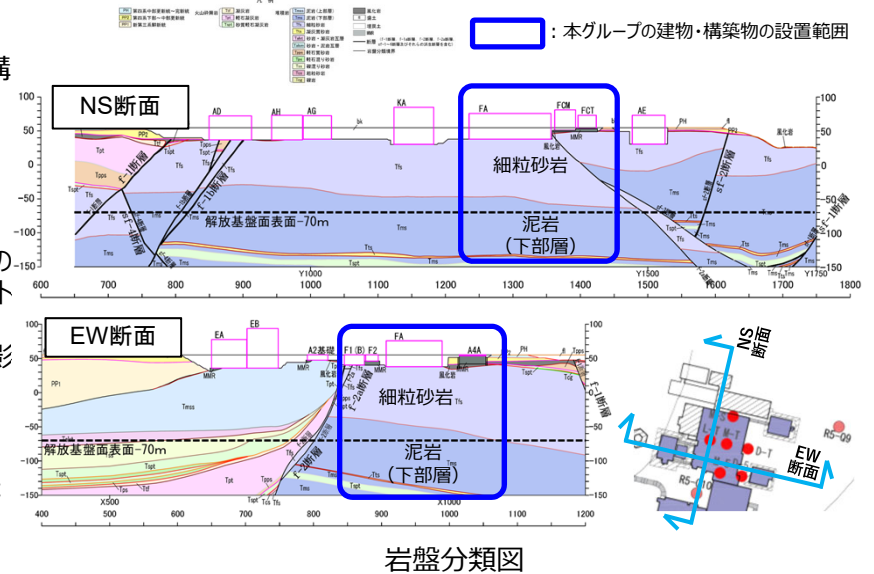
基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.2 F施設周辺グループのデータ整理

■ A. 岩盤部分の物性値等

● 岩盤部分のPS検層 (a.-①、a.-②)

- 岩盤分類図を用いて本グループの地下構造について確認し、建物・構築物直下においては、鷹架層下部層の細粒砂岩及び泥岩が主に分布していることを確認した。
- PS検層 (● + ● + ●) のうち、本グループにおけるPS検層孔の地質柱状図及び速度構造の比較を行い、建物・構築物直下の地下構造の特徴について整理した。
 - M-S孔及びR5-Q9を除く6孔については、岩種境界レベルが同等となっており、その境界における速度のコントラストは小さいまたは無いことを確認。
 - M-S孔については、境界レベルは他地点と異なるものの、細粒砂岩と泥岩の境界では速度のコントラストは無いことを確認。
 - R5-Q9孔については、細粒砂岩と泥岩 (下部層) の岩種境界が他地点より深いものの他の孔で泥岩 (下部層) 上面レベルが確認されるT.M.S.L.-50mに速度のコントラストはないことを確認。
 - M-S孔、M-T孔及びD-T孔の浅部に軽石質砂岩が分布しており、速度構造に若干の影響を与えているが、入力地震動への影響はないことを確認している。
 - M-S孔、D-T孔及びD-5孔については、T.M.S.L.20mよりも浅部において、他の孔と比較してS波速度が小さいデータが得られているが、D-5孔については他の孔位置との地質構造の差は無いこと、また、M-S孔及びD-T孔については前述のとおり速度構造の差の影響が小さいことから、同種の岩盤における速度構造として扱うことに問題は無いと判断した。
- 以上のことから、本グループにおけるPS検層データについては、同じ地下構造であると判断できることから、平均化した物性値として整理する。



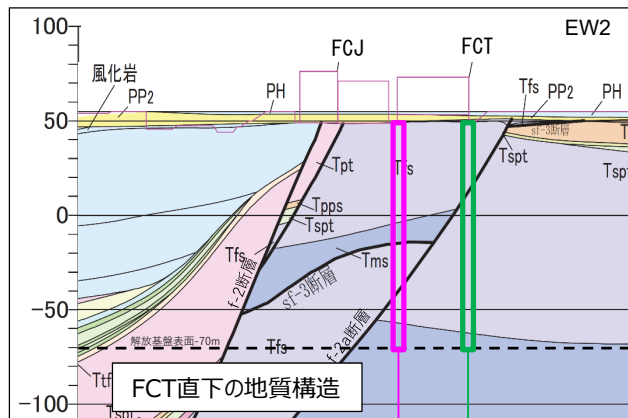
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.2 F施設周辺グループのデータ整理

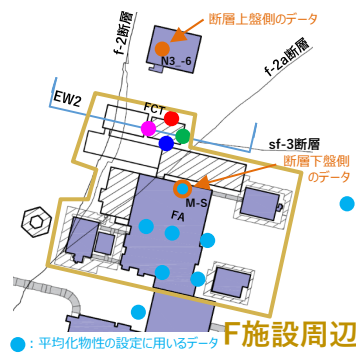
■ A. 岩盤部分の物性値等

● 断層等の影響により、グループ内で地質構造が異なる場合の地盤応答への影響（F施設周辺グループ）

- FCTについては、直下において断層を境として異なる岩種の分布が確認されることから、断層による岩種分布の違いが入力地震動へ及ぼす影響を確認。
- 応答スペクトル形状はF施設周辺グループの平均化物性に基づく地盤応答（図中●）と、建屋直下各位置の地盤応答（図中●, ●, ●, ●）の傾向は同様となっていることから、断層による地盤応答への影響は小さいと考えられる。

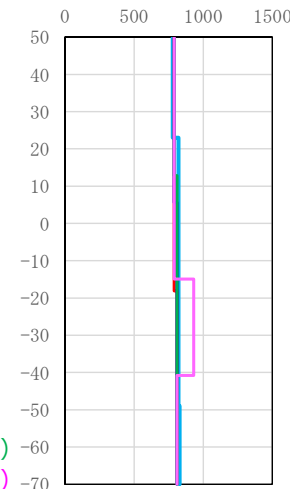


FCT直下に存在する断層による地下構造の不連続性（東西断面の例）



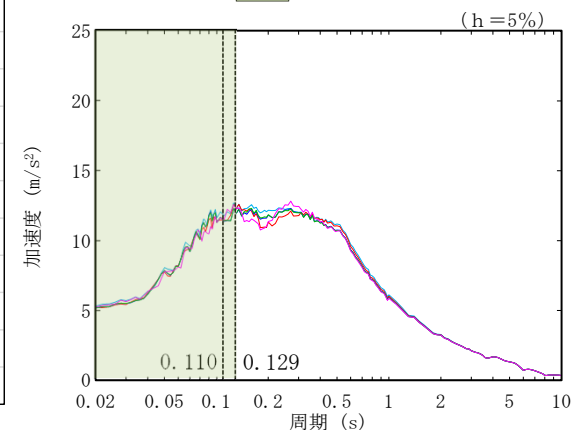
- ➔ 建屋東端の地下構造（断層下盤側が支配的）
- ➔ 建屋西端の地下構造（断層上盤側が支配的）

- F施設周辺の平均化物性
- 建屋直下各位置の地盤物性（北端）
- 建屋直下各位置の地盤物性（南端）
- 建屋直下各位置の地盤物性（東端）
- 建屋直下各位置の地盤物性（西端）



FCT直下各位置の速度構造

- F施設周辺の平均化物性に基づく地盤応答
- 断層影響を考慮した地盤応答（北端）
- 断層影響を考慮した地盤応答（南端）
- 断層影響を考慮した地盤応答（東端）
- 断層影響を考慮した地盤応答（西端）
- 応答スペクトルの確認範囲



注記：縦線はFCTの一次固有周期（NS方向及びEW方向）を示す。

基礎底面レベルの応答スペクトル

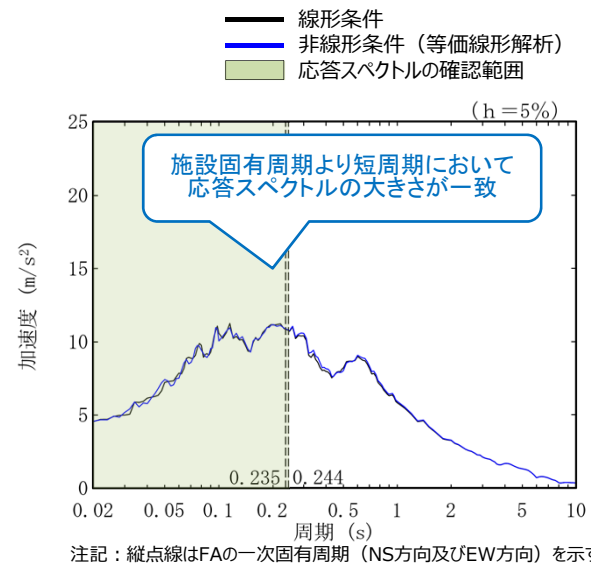
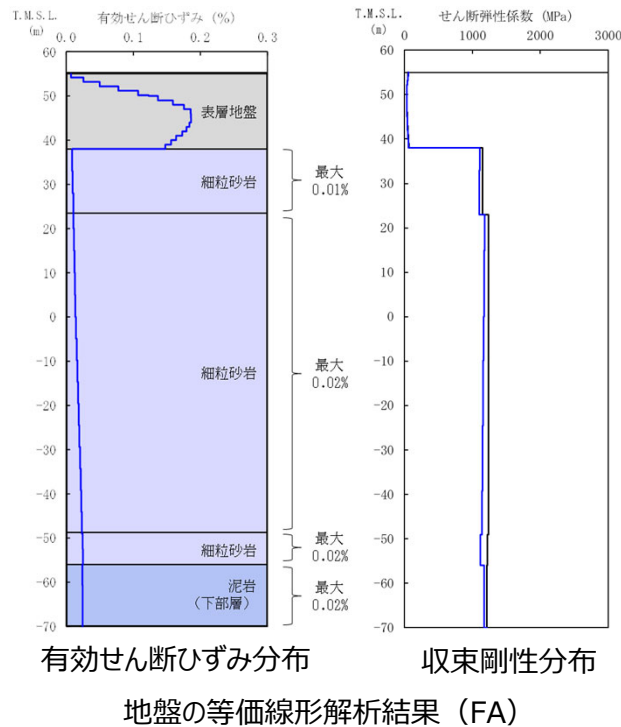
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.2 F施設周辺グループのデータ整理

■ B.岩盤部分の剛性の非線形性

● Ss地震時の岩盤部分の非線形レベル及び非線形性が入力地震動に与える影響確認

- 非線形条件とした場合と線形条件とした場合の地盤のせん断ひずみ度及び入力地震動の応答スペクトルを比較した結果、施設固有周期より短周期において応答スペクトルの大きさが一致することから、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。



線形条件及び非線形条件における基礎底面レベルの入力地震動の比較 (FA)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.2 F施設周辺グループのデータ整理

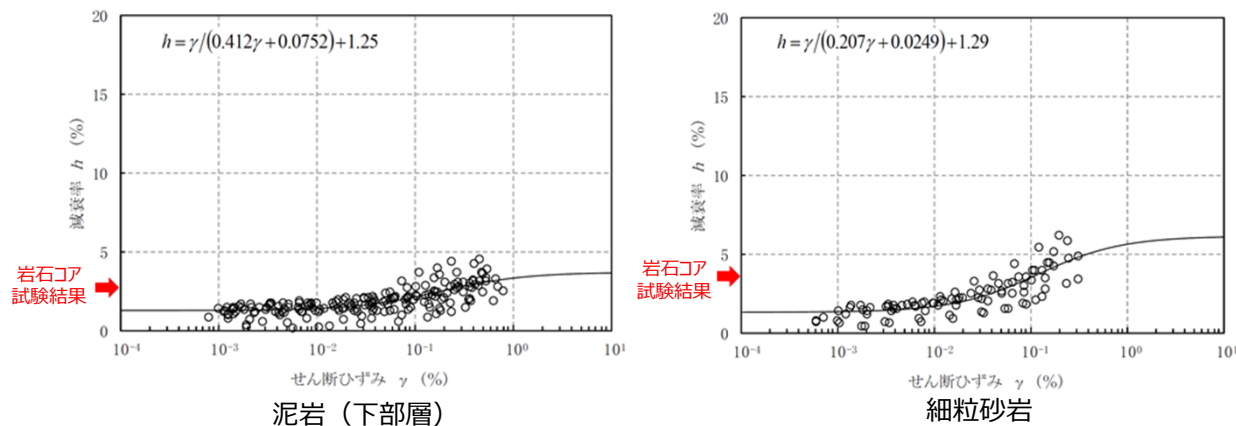
■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-1：三軸圧縮試験

- 三軸圧縮試験において元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数（せん断ひずみ $10^{-2}\%$ 以下）における減衰定数の値は、概ね一定に収束している。
- F施設周辺グループにて考慮する岩種のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ ）によれば、地盤の材料減衰は、地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。

● C-2：岩石コア試験

- F施設周辺グループにて考慮する岩種の岩石コア試験（パルスライズタイム法）に基づく材料減衰は、三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値を上回る結果が得られている。
- この傾向は、スペクトル比ほど顕著ではないと考えられるものの、試験におけるリファレンス（アルミ供試体）と岩石コアの透過波の周波数成分の乖離が影響し、減衰を大きく評価したためであると考えられる。



岩盤部分のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ 曲線）及び岩石コア試験結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.2 F施設周辺グループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-3：地震観測記録を用いた同定

- F施設周辺グループでは、中央地盤観測点の地震観測記録を用いて以下のとおり減衰定数を同定。
- 減衰定数の同定結果の信頼区間は周期0.1s～1sの範囲であるが、その範囲外の周期に外挿した設定を行った上で、地震観測記録を用いたシミュレーション解析を実施。
- シミュレーション解析の結果、外挿範囲も含む全周期帯において、シミュレーション解析結果は地震観測記録と概ね同等または上回ることから、減衰定数は適切に同定されている。

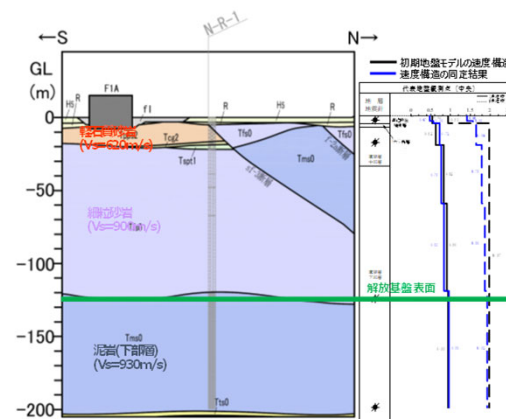
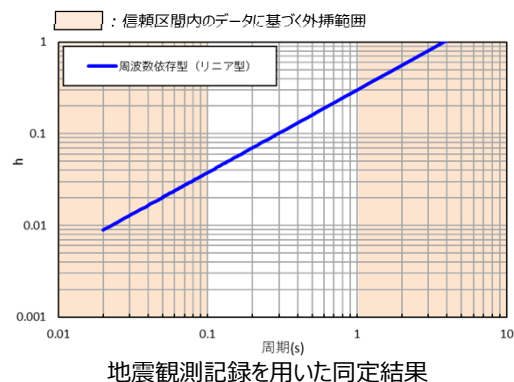


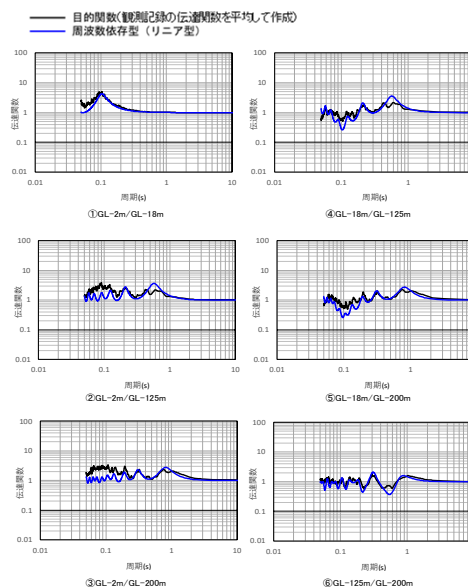
図 地震観測位置の地質断面図及び速度構造・速度境界の同定結果



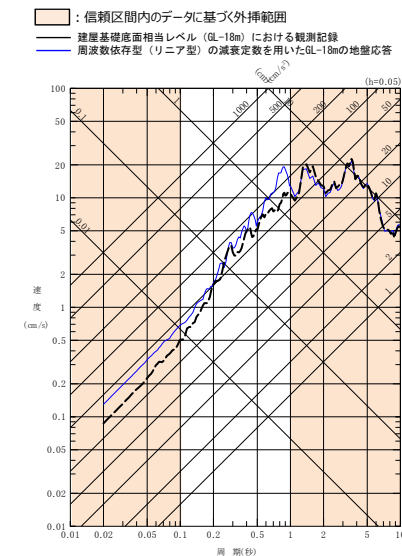
地震観測記録を用いた同定結果

注1：地震観測記録を用いた同定結果において観測記録との整合性の良い0.1sよりも長周期側が信頼区間となるが、シミュレーション解析を行う上で、0.1sよりも短周期側の減衰定数を設定する必要があるため、0.1sよりも短周期側については、各ケースの評価された減衰定数を外挿して設定。また、シミュレーション解析上は $h=1.0$ で頭打ちとなるよう設定している。

注2：佐藤ほか(2006)においては周期1s以上の長周期側を解析対象外としているが、シミュレーション解析において長周期側も含んだ応答スペクトルの評価を行うことから、長周期側にも解析対象を拡張している。



中央地盤観測点（水平）の伝達関数



(2011年3月11日14:46 (M9.0) EW成分の例)
地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

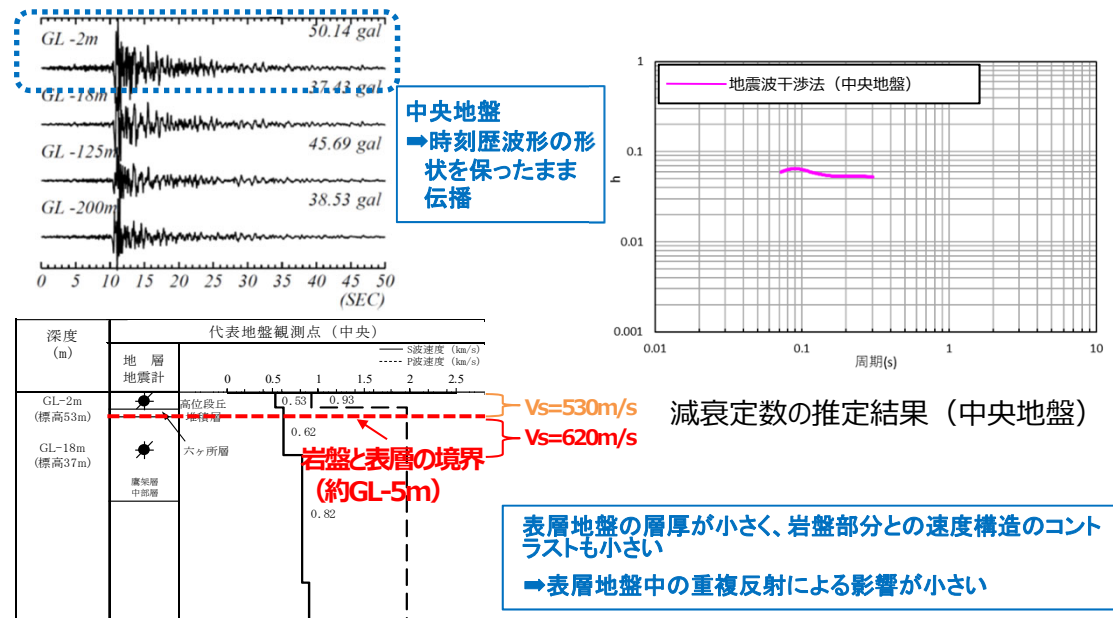
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.2 F施設周辺グループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

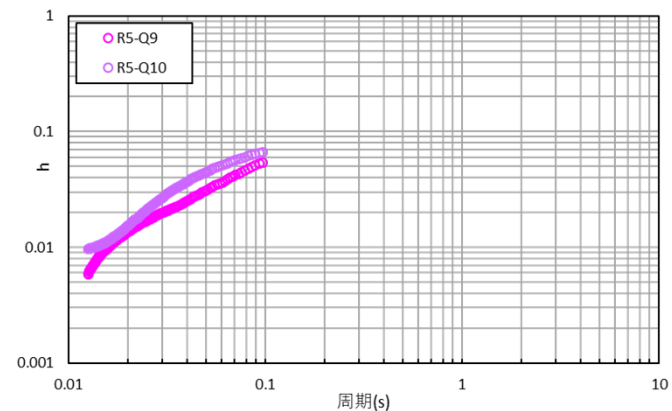
● C-4 : 地震波干渉法

- F施設周辺グループでは、中央地盤観測点の地震観測記録を用い、地震波干渉法を実施。
- 中央地盤においては、地震波干渉法による結果について、振動数依存性は確認できないものの、用いたデコンボリューション波形における卓越周期（約0.1秒）における減衰定数の値としては信頼性が高い結果が得られていると考えられる。



● C-5 : S波検層

- F施設周辺グループでは、追加データとしてR5-Q9及びR5-Q10孔におけるS波検層結果を参照。
- F施設周辺グループのS波検層データは、全体として振動数依存性を有しており、複数データで同様の傾向となっており、散乱減衰が卓越している傾向。



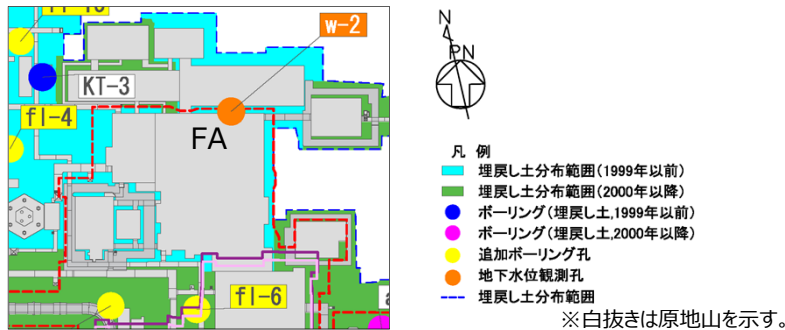
グループ内のS波検層結果の傾向分析結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

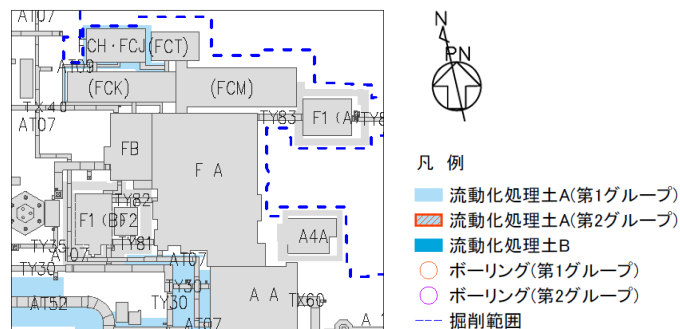
4.2 F施設周辺グループのデータ整理

■ D.表層地盤の物性値等

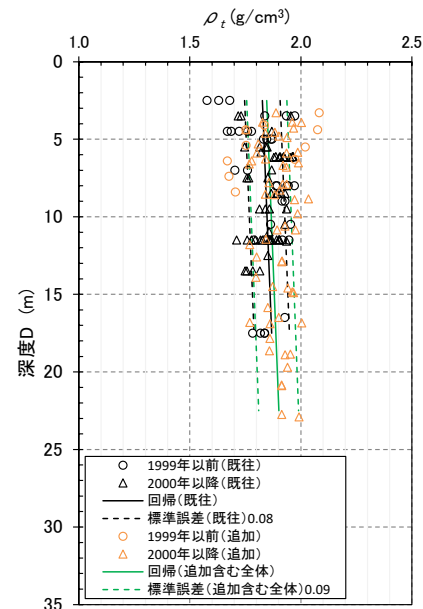
- F施設周辺グループの周囲は、表層地盤として1999年以前及び2000年以降に施工した埋戻し土が分布。
- また、FA建屋の東側については山留掘削となっており、埋戻し土の分布範囲は狭いものの、建屋の3方向が埋戻し土に囲まれている。
- 一部、洞道周辺等に埋戻し土より剛性の大きい流動化処理土が分布。
- 上記の通り、表層地盤には異なる埋戻し材料が混在しているが、剛性の小さい地盤を一律に考慮することで、地盤のひずみが大きく評価され、さらに、岩盤との剛性のコントラストが大きくなることにより表層地盤における地震動の増幅が大きくなる傾向となることを鑑み、表層地盤の物性値としては、2.において施工年代によらず同一に整理した埋戻し土における深度依存回帰を用いる。



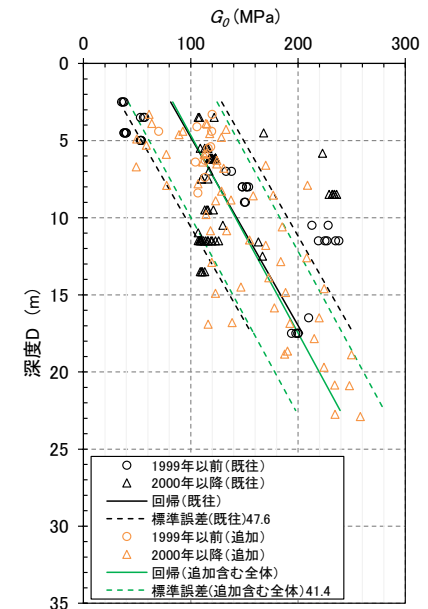
埋戻し土の分布図



流動化処理土の分布図
F施設周辺グループにおける表層分布図



湿潤密度 ρ_t 分布図
(埋戻し土)



動せん断弾性係数 G_0 分布図
(埋戻し土)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.2 F施設周辺グループのデータ整理

■ 整理結果の取りまとめ

➤ 各因子について、着目点ごとに、各データの分析結果を以下にまとめて示す。

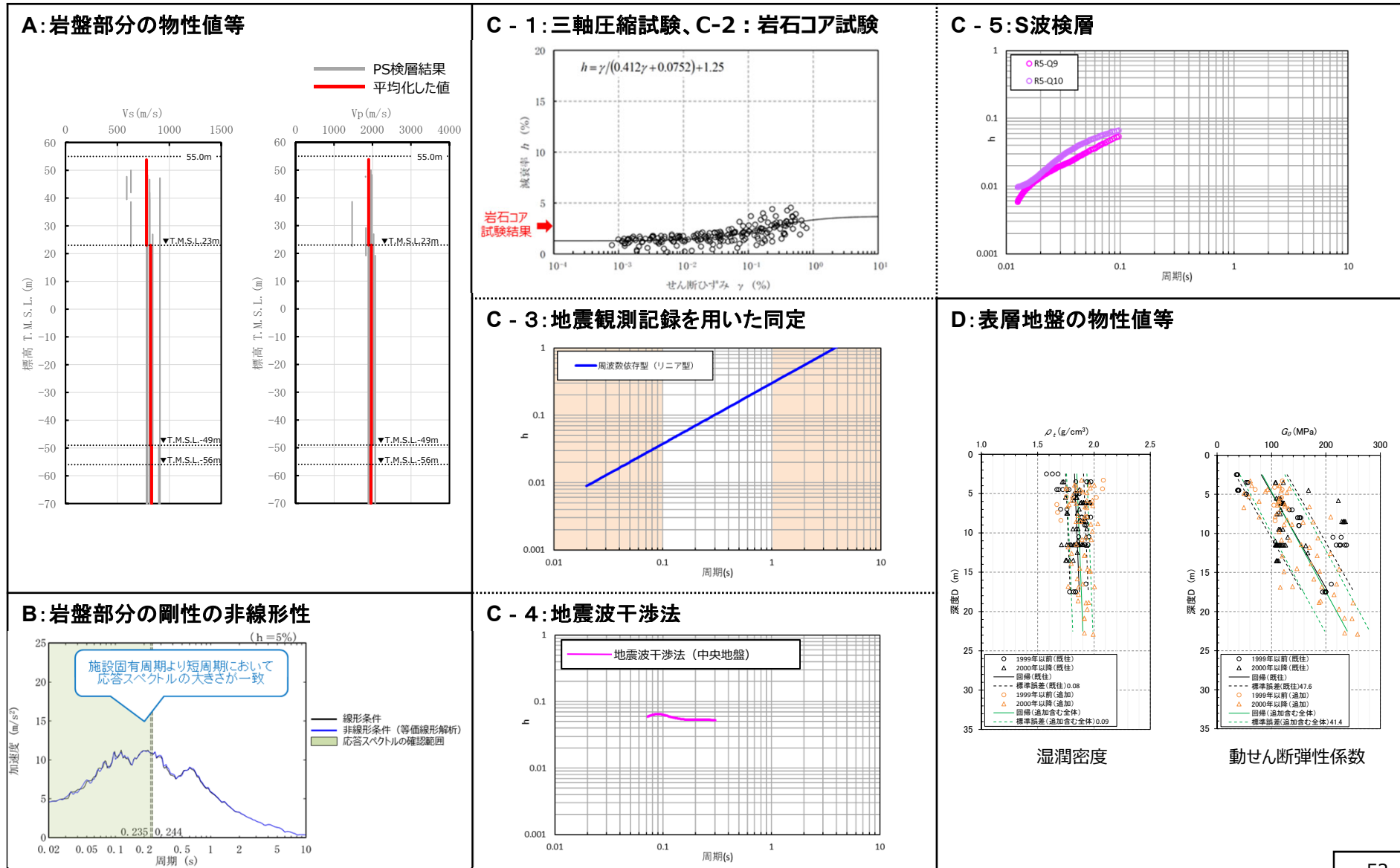
設定するパラメータ	A.岩盤部分の物性値等	B.岩盤部分の非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の物性値等
	速度構造 (層厚、 V_s, V_p, ρ)	ひずみ依存特性 ($G/G_0-\gamma$ 関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G_0, γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
科学的な着目点	<ul style="list-style-type: none"> 「3.」において整理した本グループに適用するPS検層結果は各地点における同じ地下構造におけるデータであると判断できることから、データを平均化した物性値として整理。 断層による入力地震動への影響は小さいことを確認。 	<ul style="list-style-type: none"> Ss地震の振幅レベルにおいても、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数の値は概ね一定に収束。 地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> 三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値を上回る。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震観測記録から同定された減衰定数は、地震観測記録をよく説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> 周波数依存性は本方法による結果では明瞭には確認できないものの、明瞭なスタッキング波形のピークが見られる周期約0.1秒における減衰定数の値は精度よく得られている。 	<ul style="list-style-type: none"> ごく短周期側まで周波数依存性を有しており、散乱減衰が卓越。 	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し土と流動化処理土が分布しているが、表層地盤における地震応答が大きくなること、また地盤のひずみも大きくなることから、埋戻し土の深度依存回帰として整理。

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.2 F施設周辺グループのデータ整理

■ 整理結果のとりまとめ

□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲



4. データの整理

4.3 AEグループ

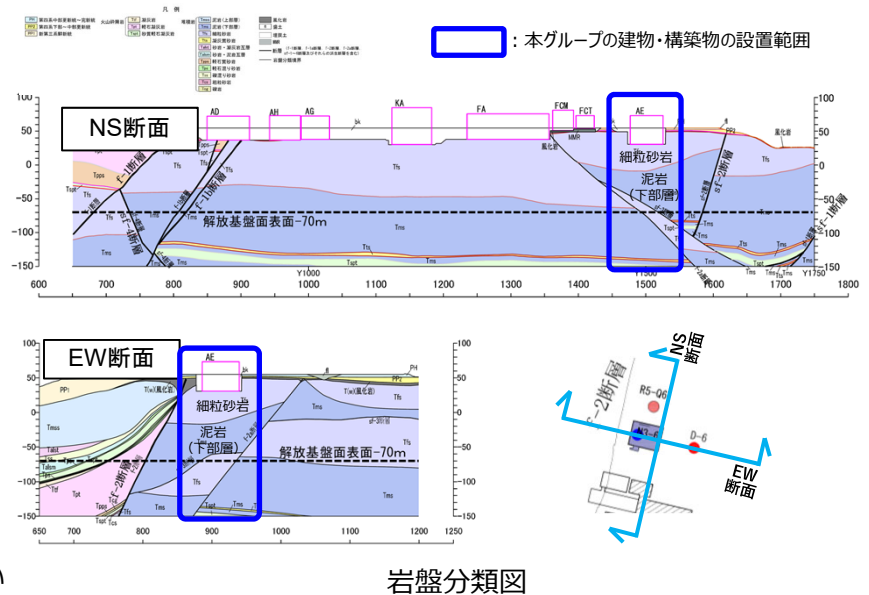
基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.3 AEグループのデータ整理

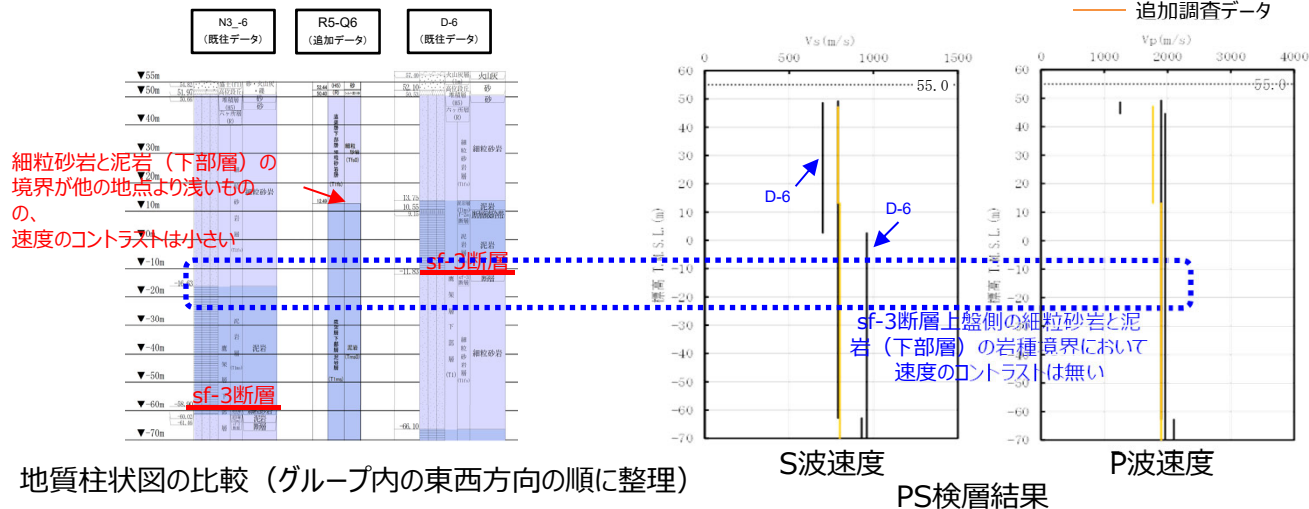
■ A. 岩盤部分の物性値等

● 岩盤部分のPS検層 (a.-①、a.-②)

- 岩盤分類図を用いて本グループの地下構造について確認し、建物・構築物直下においては、鷹架層下部層の細粒砂岩及び泥岩が主に分布していることを確認した。
- 本グループの建物・構築物直下においては、断層を境に上盤と下盤で地質構造の切り替わりが見られるが、AE設置範囲内の直下では地質構造に大きな変化はなく、かつ、AE直下のN3_-6孔は、断層による上盤と下盤の地質構造の変化の特徴をとらえている。
- PS検層 (● + ● + ●) のうち、本グループにおけるPS検層孔の地質柱状図及び速度構造の比較を行い、建物・構築物直下の地下構造の特徴について整理した。
 - N3_-6孔については、sf-3断層上盤側の細粒砂岩及び泥岩 (下部層) の岩種境界において速度のコントラストは無いことを確認。
 - R5-Q6孔については、細粒砂岩と泥岩 (下部層) の岩種境界深さがN3_-6孔よりも浅いものの、その境界における速度のコントラストは小さいことを確認。
 - D-6孔については、泥岩 (下部層) と細粒砂岩の境界にsf-3断層が分布する傾向がN3_-6孔と同様であり、T.M.S.L.12m程度に泥岩 (下部層) の上面レベルを有する特徴がR5-Q6孔と同様であることを確認。
 - D-6孔については、T.M.S.L.2mよりも浅部において、他の孔と比較してS波速度が小さいデータが得られており、深部では他の孔と比較してS波速度が大きいデータが得られているが、他の孔位置との地質構造の差は無いことから、同種の岩盤における速度構造として扱うことに問題は無いと判断した。
- 以上のことから、本グループにおけるPS検層データについては、同じ地下構造であると判断できることから、平均化した物性値として整理する。



岩盤分類図



地質柱状図の比較 (グループ内の東西方向の順に整理)

PS検層結果

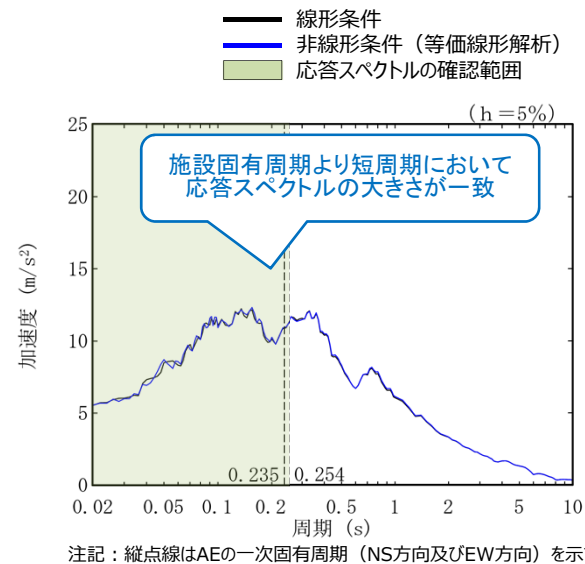
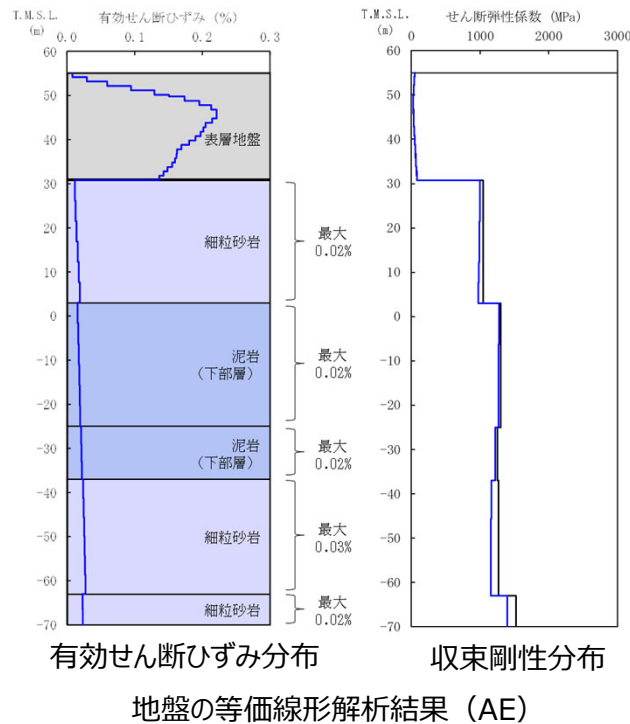
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.3 AEグループのデータ整理

■ B.岩盤部分の剛性の非線形性

● Ss地震時の岩盤部分の非線形レベル及び非線形性が入力地震動に与える影響確認

- 非線形条件とした場合と線形条件とした場合の地盤のせん断ひずみ度及び入力地震動の応答スペクトルを比較した結果、施設固有周期より短周期において応答スペクトルの大きさが一致することから、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。



線形条件及び非線形条件における基礎底面レベルの入力地震動の比較 (AE)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.3 AEグループのデータ整理

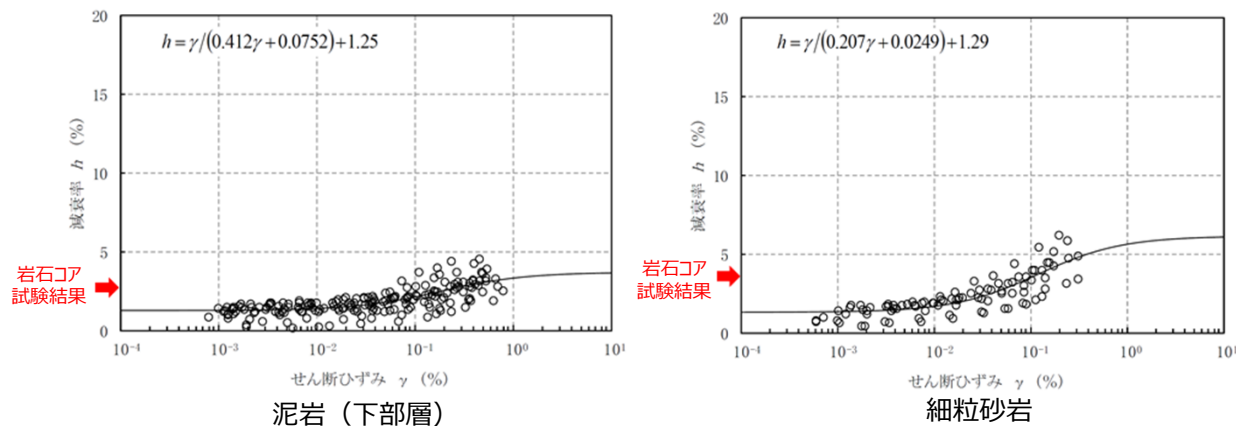
■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-1：三軸圧縮試験

- 三軸圧縮試験において元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数（せん断ひずみ $10^{-2}\%$ 以下）における減衰定数の値は、概ね一定に収束している。
- AEグループにて考慮する岩種のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ ）によれば、地盤の材料減衰は、地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。

● C-2：岩石コア試験

- AEグループにて考慮する岩種の岩石コア試験（パルスライズタイム法）に基づく材料減衰は、三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値を上回る結果が得られている。
- この傾向は、スペクトル比ほど顕著ではないと考えられるものの、試験におけるリファレンス（アルミ供試体）と岩石コアの透過波の周波数成分の乖離が影響し、減衰を大きく評価したためであると考えられる。



岩盤部分のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ 曲線）及び岩石コア試験結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.3 AEグループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-3 : 地震観測記録を用いた同定

- AEグループでは、中央地盤観測点の地震観測記録を用いて以下のとおり減衰定数を同定。
- 減衰定数の同定結果の信頼区間は周期0.1s~1sの範囲であるが、その範囲外の周期に外挿した設定を行った上で、地震観測記録を用いたシミュレーション解析を実施。
- シミュレーション解析の結果、外挿範囲も含む全周期帯において、シミュレーション解析結果は地震観測記録と概ね同等または上回ることから、減衰定数は適切に同定されている。

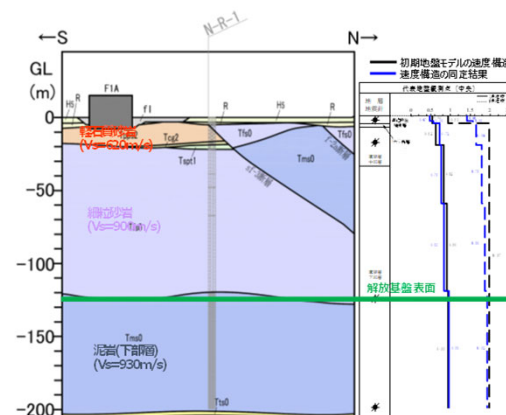
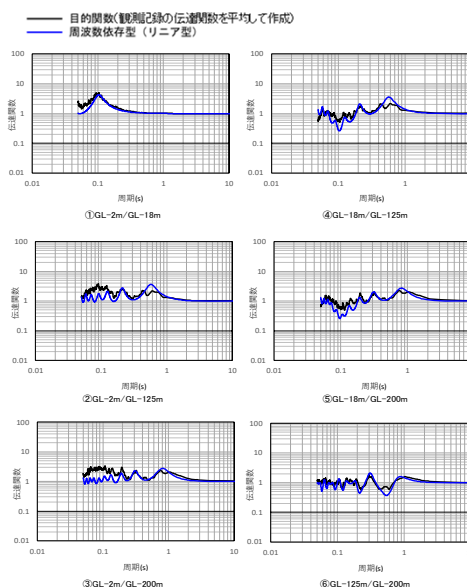
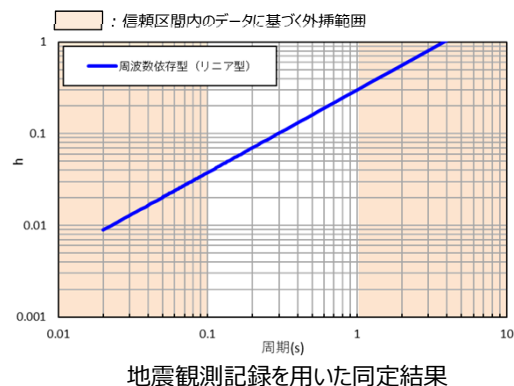
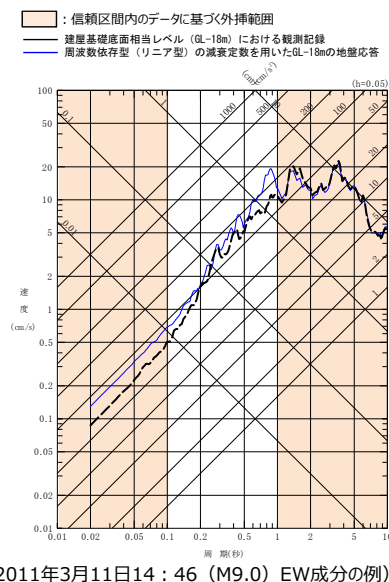


図 地震観測位置の地質断面図及び速度構造・速度境界の同定結果



中央地盤観測点 (水平) の伝達関数



(2011年3月11日 14:46 (M9.0) EW成分の例)
地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

注1: 地震観測記録を用いた同定結果において観測記録との整合性の良い0.1sよりも長周期側が信頼区間となるが、シミュレーション解析を行う上で、0.1sよりも短周期側の減衰定数を設定するため、0.1sよりも短周期側については、各ケースの評価された減衰定数を外挿して設定。また、シミュレーション解析上は $h=1.0$ で頭打ちとなるよう設定している。

注2: 佐藤ほか(2006)においては周期1s以上の長周期側を解析対象としているが、シミュレーション解析において長周期側も含んだ応答スペクトルの評価を行うことから、長周期側にも解析対象を拡張している。

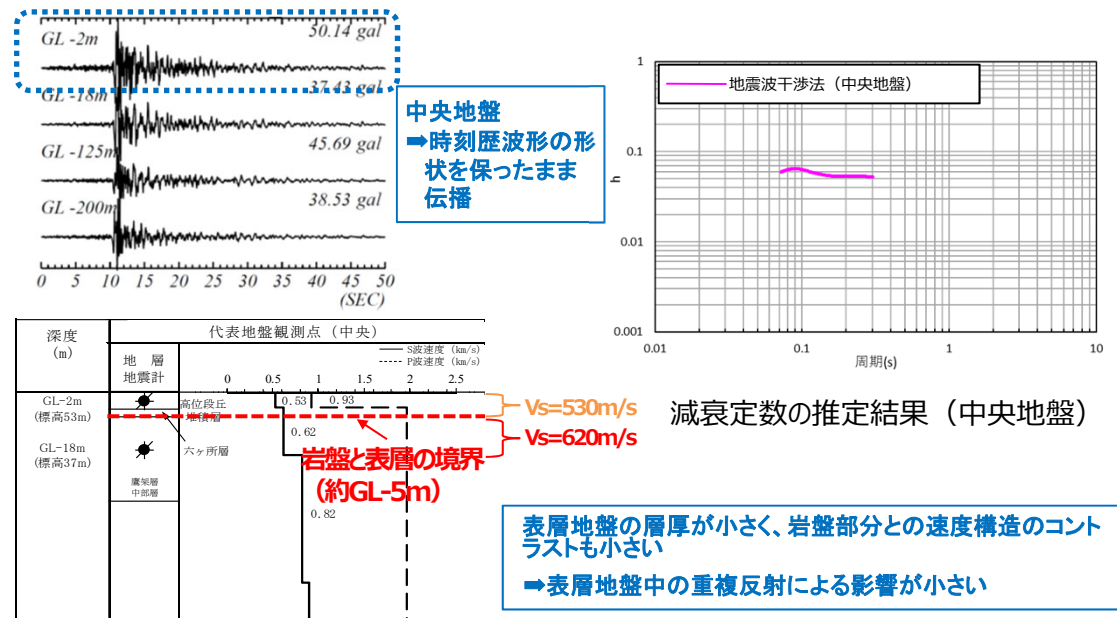
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.3 AEグループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

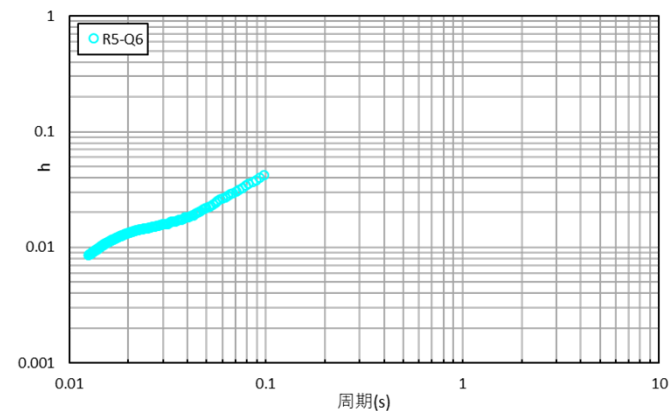
● C-4 : 地震波干渉法

- AEグループでは、中央地盤観測点の地震観測記録を用い、地震波干渉法を実施。
- 中央地盤においては、地震波干渉法による結果について、振動数依存性は確認できないものの、用いたデコンボリューション波形における卓越周期（約0.1秒）における減衰定数の値としては信頼性が高い結果が得られていると考えられる。



● C-5 : S波検層

- AEグループでは、R5-Q6孔におけるS波検層結果を参照。
- AEグループのS波検層データは、全体として振動数依存性を有しており、散乱減衰が卓越している傾向。



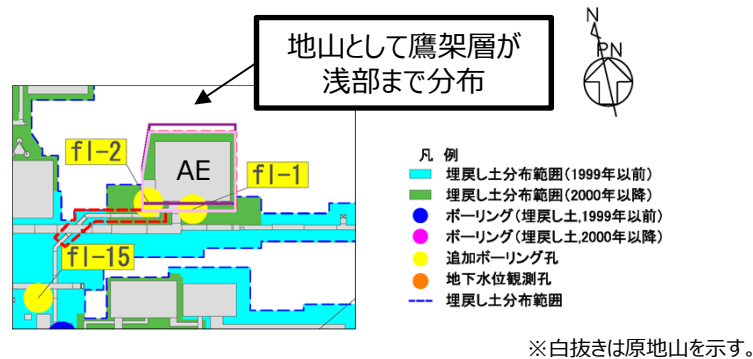
グループ内のS波検層結果の傾向分析結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

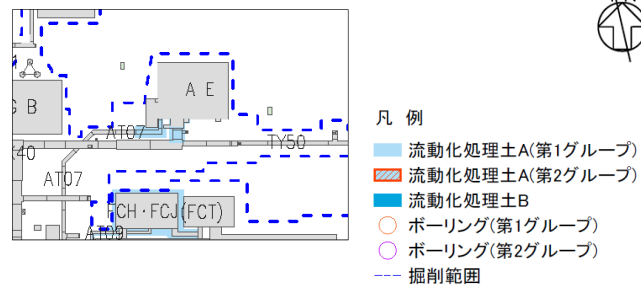
4.3 AEグループのデータ整理

■ D. 表層地盤の物性値等

- AEグループの周囲は、表層地盤として1999年以前及び2000年以降に施工した埋戻し土が分布。
- また、AE建屋の南側を除き埋戻し土の外周には、埋戻し土よりも剛性の大きい地山（鷹架層）が浅部まで分布。
- 一部、洞道周辺等に埋戻し土より剛性の大きい流動化処理土が分布。
- 上記の通り、表層地盤には異なる埋戻し材料が混在しているが、剛性の小さい地盤を一律に考慮することで、地盤のひずみが大きく評価され、さらに、岩盤との剛性のコントラストが大きくなることにより表層地盤における地震動の増幅が大きくなる傾向となることを鑑み、表層地盤の物性値としては、2.において施工年代によらず同一に整理した埋戻し土における深度依存回帰を用いる。

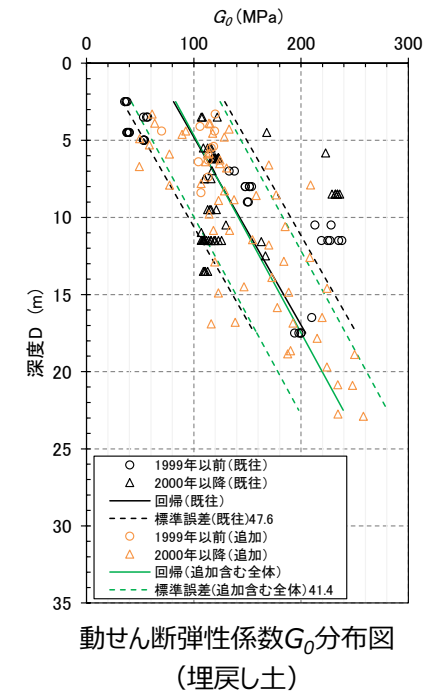
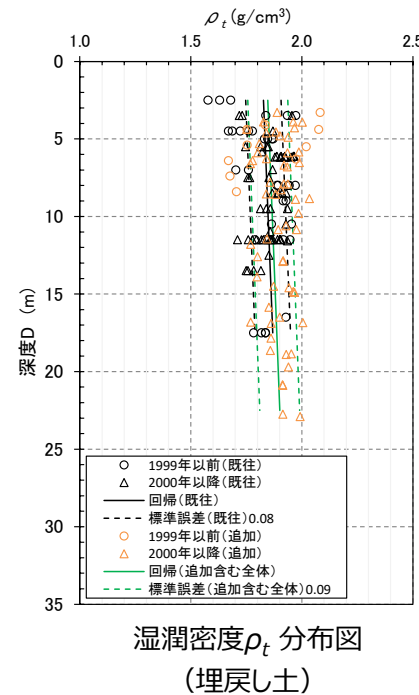


埋戻し土の分布図



流動化処理土の分布図

AEグループにおける表層分布図



基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.3 AEグループのデータ整理

■ 整理結果の取りまとめ

➤ 各因子について、着目点ごとに、各データの分析結果を以下にまとめて示す。

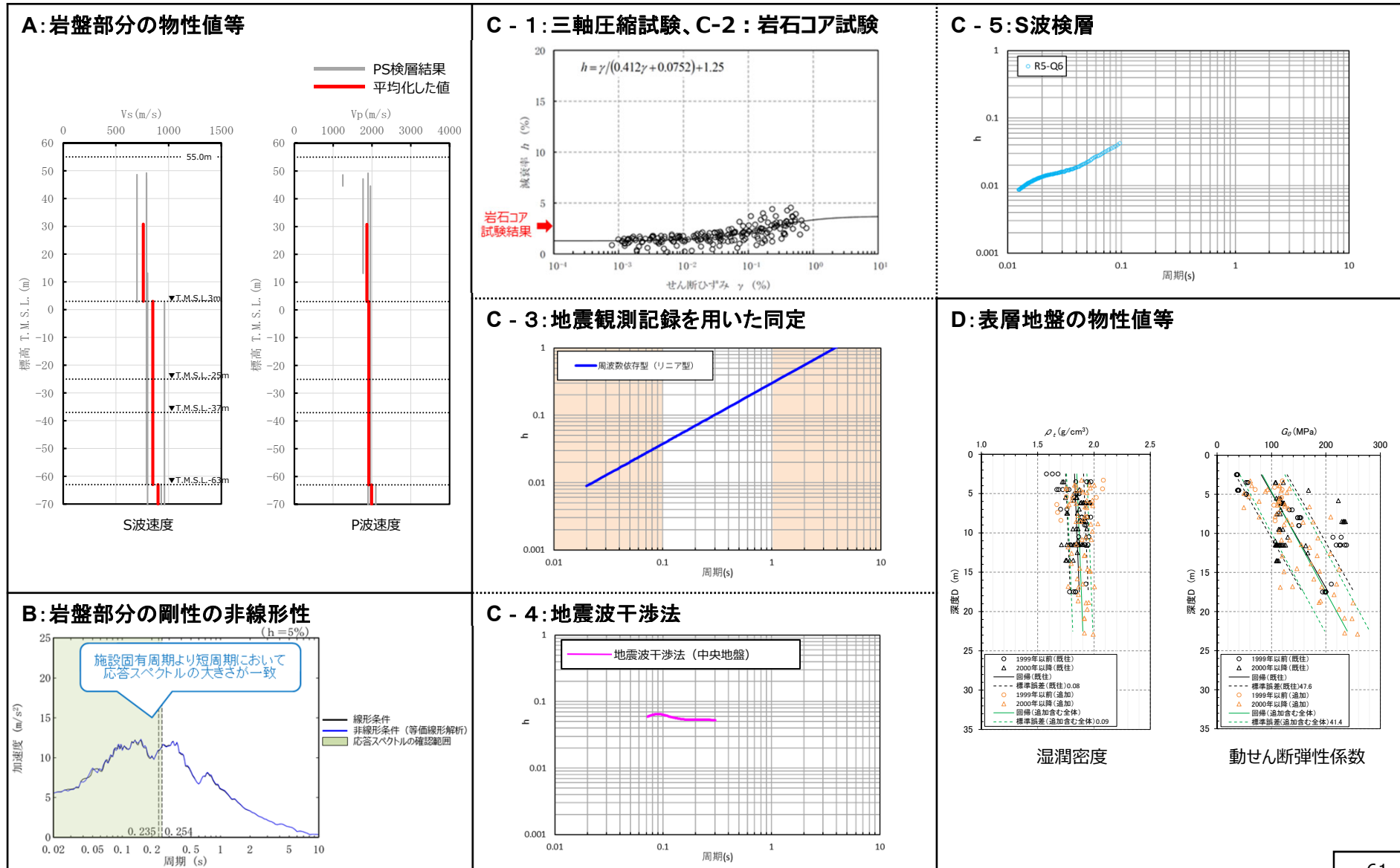
設定するパラメータ	A.岩盤部分の物性値等	B.岩盤部分の非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の物性値等
	速度構造 (層厚、 V_s, V_p, ρ)	ひずみ依存特性 ($G/G_0-\gamma$ 関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G_0, γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
科学的な着目点	<ul style="list-style-type: none"> 「3.」において整理した本グループに適用するPS検層結果は各地点における同じ地下構造におけるデータであると判断できることから、データを平均化した物性値として整理。 	<ul style="list-style-type: none"> Ss地震の振幅レベルにおいても、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数の値は概ね一定に収束。 地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> 三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値を上回る。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震観測記録から同定された減衰定数は、地震観測記録をよく説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> 周波数依存性は本方法による結果では明瞭には確認できないものの、明瞭なスタッキング波形のピークが見られる周期約0.1秒における減衰定数の値は精度よく得られている。 	<ul style="list-style-type: none"> ごく短周期側まで周波数依存性を有しており、散乱減衰が卓越。 	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し土、流動化処理土及び鷹架層が分布しているが、表層地盤における地震応答が大きくなること、また地盤のひずみも大きくなることから、埋戻し土の深度依存回帰として整理。

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.3 AEグループのデータ整理

■ 整理結果のとりまとめ

□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲



4. データの整理

4.4 AGグループ

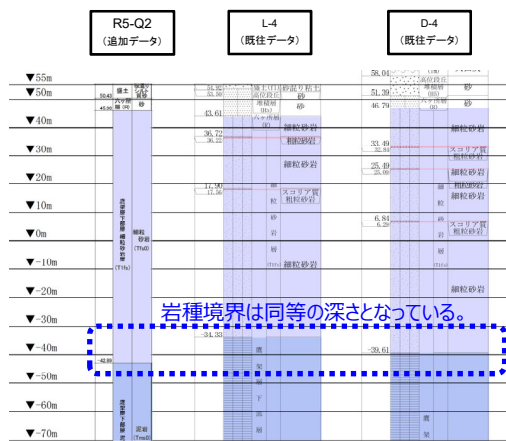
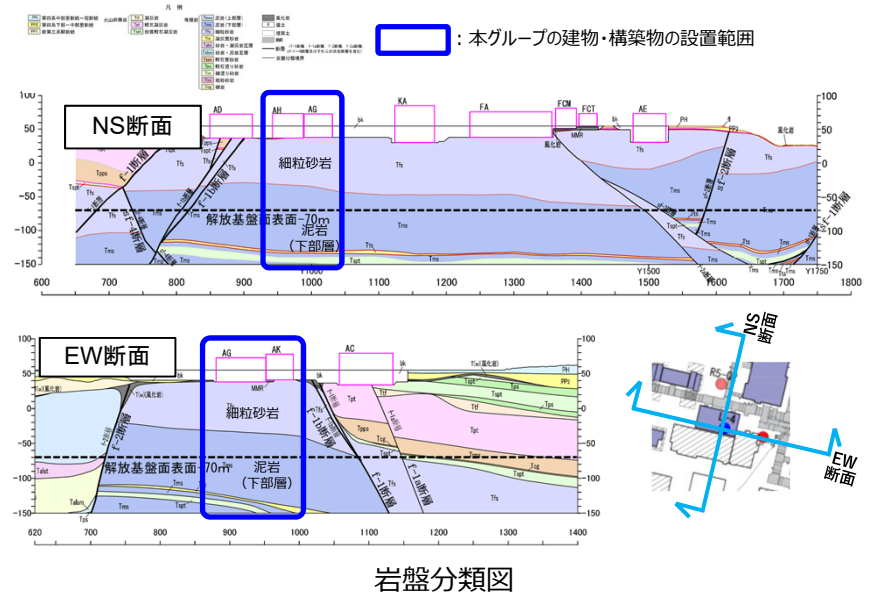
基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.4 AGグループのデータ整理

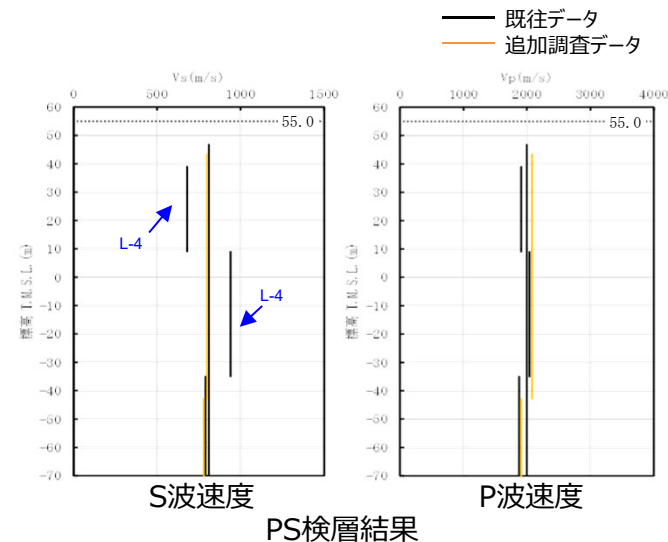
■ A. 岩盤部分の物性値等

● 岩盤部分のPS検層 (a.-①、a.-②)

- 岩盤分類図を用いて本グループの地下構造について確認し、建物・構築物直下においては、鷹架層下部層の細粒砂岩及び泥岩が主に分布していることを確認した。
- 本グループの建物・構築物直下においては、岩種の分布に差を与えるような断層は見られない。
- PS検層 (● + ● + ●) のうち、本グループにおけるPS検層孔の地質柱状図及び速度構造の比較を行い、建物・構築物直下の地下構造の特徴について整理した。
 - L-4孔、D-4孔、R5-Q2孔のいずれについても、岩種境界は同等の深さとなっていることを確認。
 - L-4孔については、T.M.S.L.9mよりも浅部において、他の孔と比較してS波速度が小さいデータが得られており、深部では他の孔と比較してS波速度が大きいデータが得られているが、他の孔位置との地質構造の差は無いことから、同種の岩盤における速度構造として扱うことに問題は無いと判断した。
- 以上のことから、本グループにおけるPS検層データについては、同じ地下構造であると判断できることから、平均化した物性値として整理する。



地質柱状図の比較 (グループ内の東西方向の順に整理)



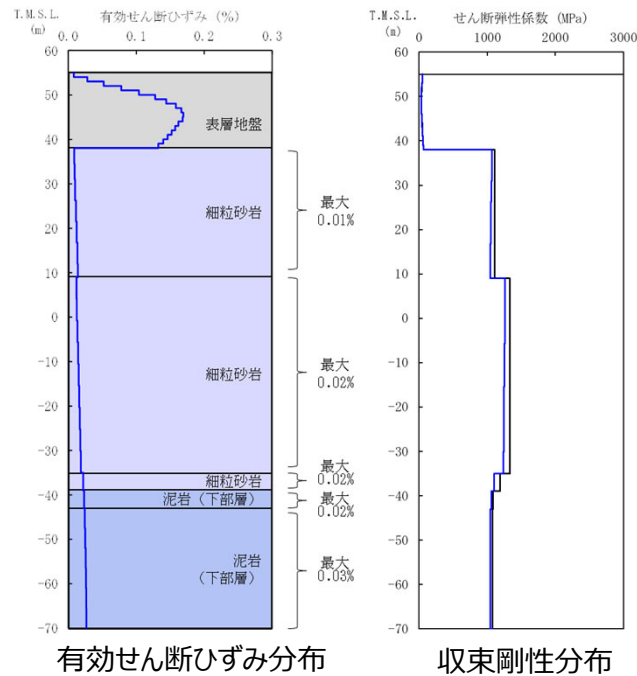
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.4 AGグループのデータ整理

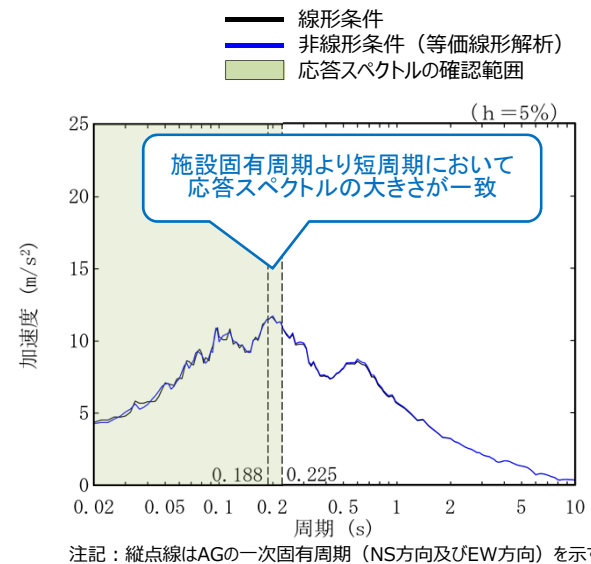
■ B. 岩盤部分の剛性の非線形性

● Ss地震時の岩盤部分の非線形レベル及び非線形性が入力地震動に与える影響確認

- 非線形条件とした場合と線形条件とした場合の地盤のせん断ひずみ度及び入力地震動の応答スペクトルを比較した結果、施設固有周期より短周期において応答スペクトルの大きさが一致することから、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。



地盤の等価線形解析結果 (AG)



線形条件及び非線形条件における基礎底面レベルの入力地震動の比較 (AG)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.4 AGグループのデータ整理

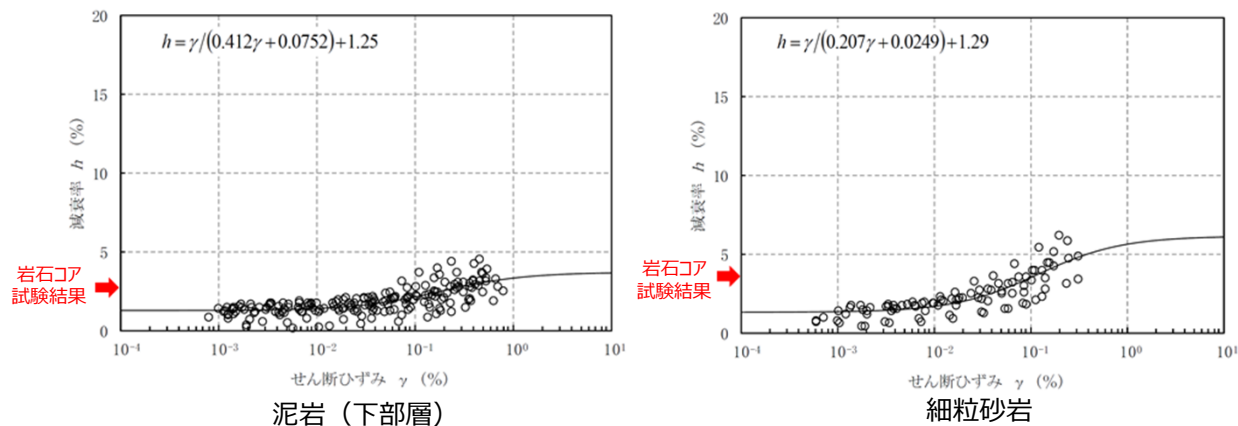
■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-1：三軸圧縮試験

- 三軸圧縮試験において元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数（せん断ひずみ $10^{-2}\%$ 以下）における減衰定数の値は、概ね一定に収束している。
- AGグループにて考慮する岩種のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ ）によれば、地盤の材料減衰は、地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。

● C-2：岩石コア試験

- AGグループにて考慮する岩種の岩石コア試験（パルスライズタイム法）に基づく材料減衰は、三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値を上回る結果が得られている。
- この傾向は、スペクトル比ほど顕著ではないと考えられるものの、試験におけるリファレンス（アルミ供試体）と岩石コアの透過波の周波数成分の乖離が影響し、減衰を大きく評価したためであると考えられる。



岩盤部分のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ 曲線）及び岩石コア試験結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.4 AGグループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-3：地震観測記録を用いた同定

- AGグループでは、中央地盤観測点の地震観測記録を用いて以下のとおり減衰定数を同定。
- 減衰定数の同定結果の信頼区間は周期0.1s～1sの範囲であるが、その範囲外の周期に外挿した設定を行った上で、地震観測記録を用いたシミュレーション解析を実施。
- シミュレーション解析の結果、外挿範囲も含む全周期帯において、シミュレーション解析結果は地震観測記録と概ね同等または上回ることから、減衰定数は適切に同定されている。

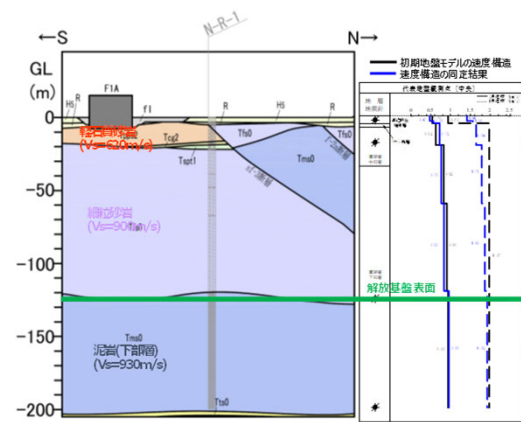
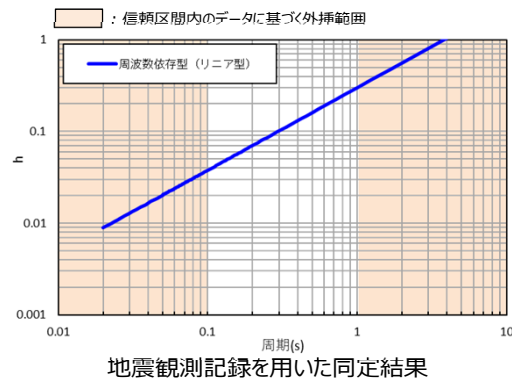


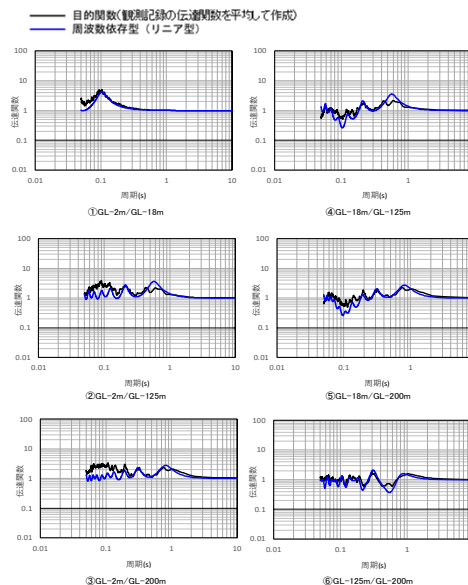
図 地震観測位置の地質断面図及び速度構造・速度境界の同定結果



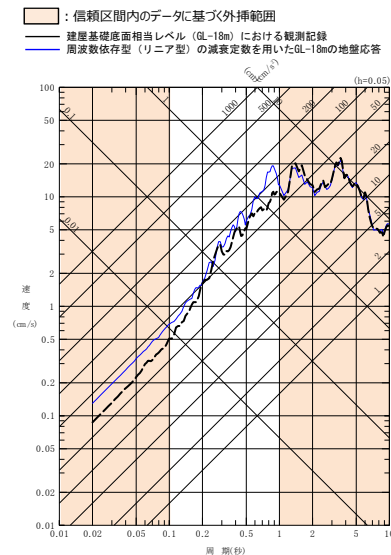
地震観測記録を用いた同定結果

注1: 地震観測記録を用いた同定結果において観測記録との整合性の良い0.1sよりも長周期側が信頼区間となるが、シミュレーション解析を行う上で、0.1sよりも短周期側の減衰定数を設定する必要があるため、0.1sよりも短周期側については、各ケースの評価された減衰定数を外挿して設定。また、シミュレーション解析上は $h=1.0$ で頭打ちとなるよう設定している。

注2: 佐藤ほか(2006)においては周期1s以上の長周期側を解析対象外としているが、シミュレーション解析において長周期側も含んだ応答スペクトルの評価を行うことから、長周期側にも解析対象を拡張している。



中央地盤観測点（水平）の伝達関数



(2011年3月11日 14:46 (M9.0) EW成分の例)
地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

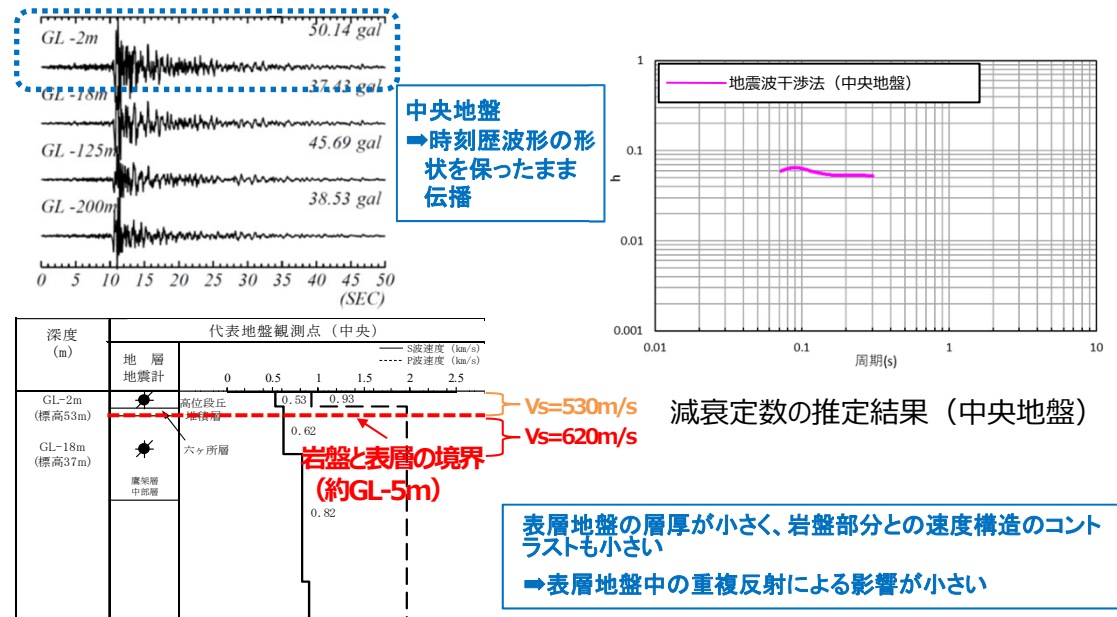
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.4 AGグループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

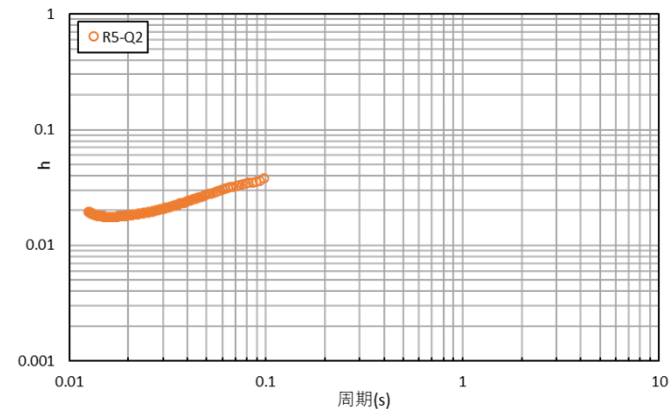
● C-4 : 地震波干渉法

- AGグループでは、中央地盤観測点の地震観測記録を用い、地震波干渉法を実施。
- 中央地盤においては、地震波干渉法による結果について、振動数依存性は確認できないものの、用いたデコンボリューション波形における卓越周期（約0.1秒）における減衰定数の値としては信頼性が高い結果が得られていると考えられる。



● C-5 : S波検層

- AGグループでは、R5-Q2孔におけるS波検層結果を参照。
- AGグループのS波検層データは、全体として振動数依存性を有しており、散乱減衰が卓越している傾向。



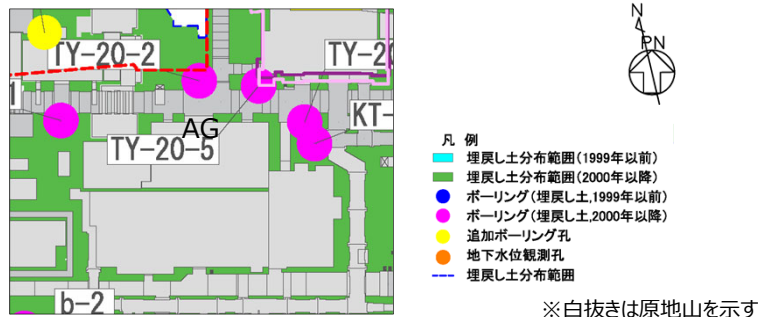
グループ内のS波検層結果の傾向分析結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

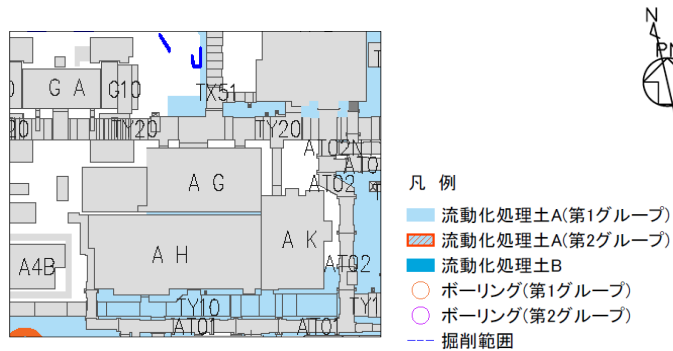
4.4 AGグループのデータ整理

■ D.表層地盤の物性値等

- AGグループの周囲は、表層地盤として2000年以降に施工した埋戻し土が全周に広く分布。
- 一部、洞道周辺等に埋戻し土より剛性の大きい流動化処理土が分布。
- 上記の通り、表層地盤には異なる埋戻し材料が混在しているが、剛性の小さい地盤を一律に考慮することで、地盤のひずみが大きく評価され、さらに、岩盤との剛性のコントラストが大きくなることにより表層地盤における地震動の増幅が大きくなる傾向となることを鑑み、表層地盤の物性値としては、2.において施工年代によらず同一に整理した埋戻し土における深度依存回帰を用いる。

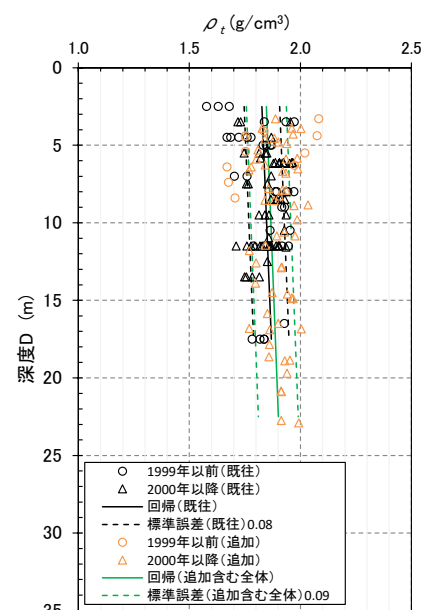


埋戻し土の分布図

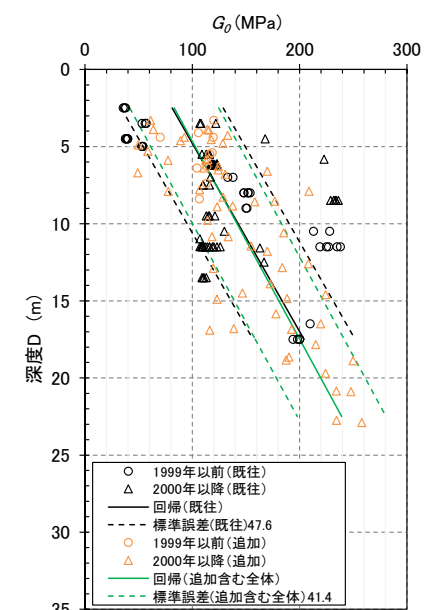


流動化処理土の分布図

AGグループにおける表層分布図



湿潤密度 ρ_t 分布図
(埋戻し土)



動せん断弾性係数 G_0 分布図
(埋戻し土)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.4 AGグループのデータ整理

■ 整理結果の取りまとめ

➤ 各因子について、着目点ごとに、各データの分析結果を以下にまとめて示す。

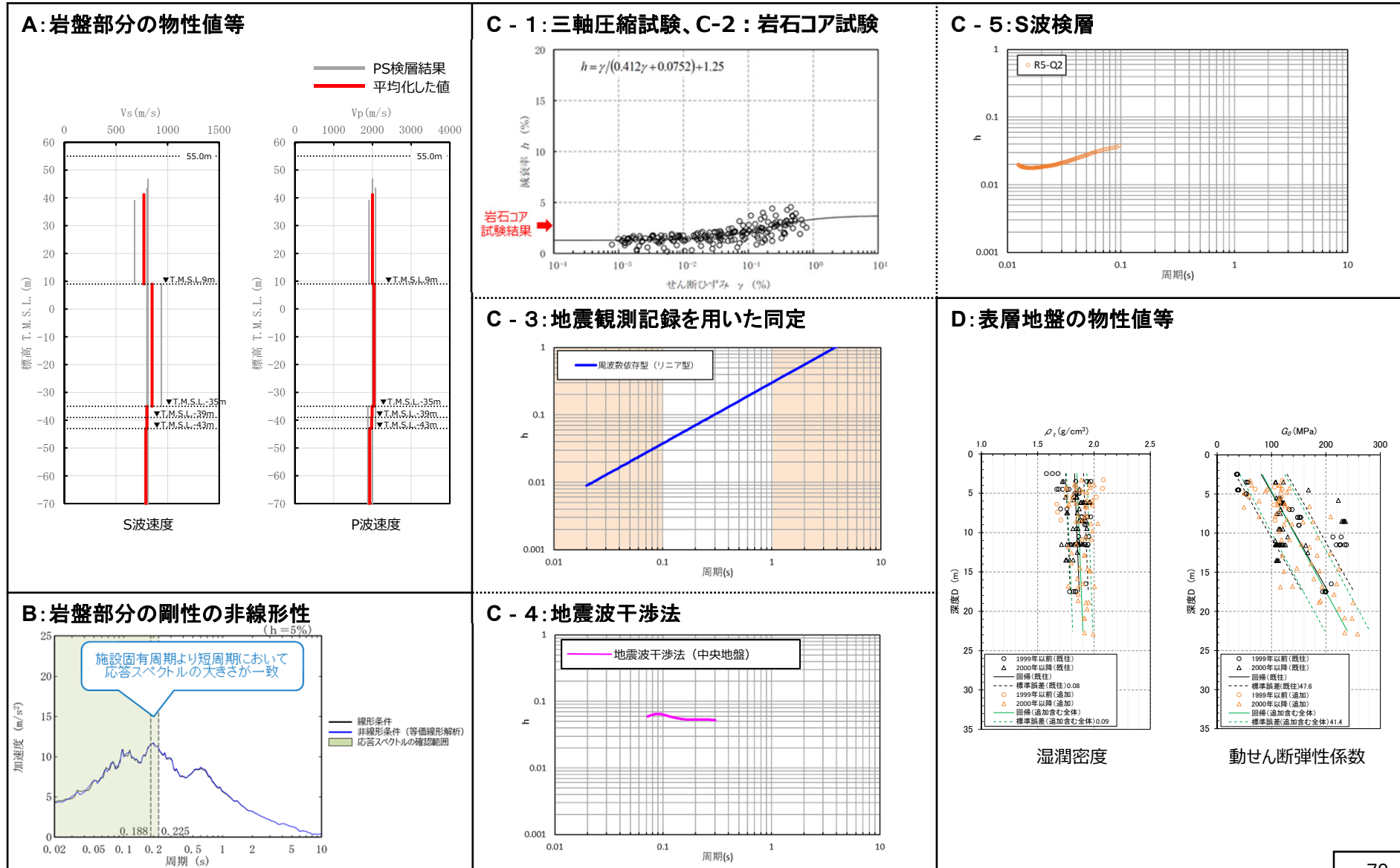
設定するパラメータ	A.岩盤部分の物性値等	B.岩盤部分の非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の物性値等
	速度構造 (層厚、 V_s, V_p, ρ)	ひずみ依存特性 (G/G_0 - γ 関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G_0, γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
科学的な着目点	<ul style="list-style-type: none"> 「3.」において整理した本グループに適用するPS検層結果は各地点における同じ地下構造におけるデータであると判断できることから、データを平均化した物性値として整理。 	<ul style="list-style-type: none"> Ss地震の振幅レベルにおいても、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数の値は概ね一定に収束。 地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> 三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値を上回る。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震観測記録から同定された減衰定数は、地震観測記録をよく説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> 周波数依存性は本方法による結果では明瞭には確認できないものの、明瞭なスタッキング波形のピークが見られる周期約0.1秒における減衰定数の値は精度よく得られている。 	<ul style="list-style-type: none"> ごく短周期側まで周波数依存性を有しており、散乱減衰が卓越。 	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し土と流動化処理土が分布しているが、表層地盤における地震応答が大きくなること、また地盤のひずみも大きくなることから、埋戻し土の深度依存回帰として整理。

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.4 AGグループのデータ整理

■ 整理結果のとりまとめ

□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲



4. データの整理

4.5 GAグループ

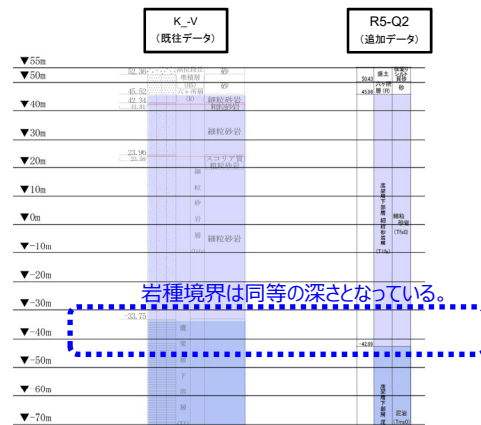
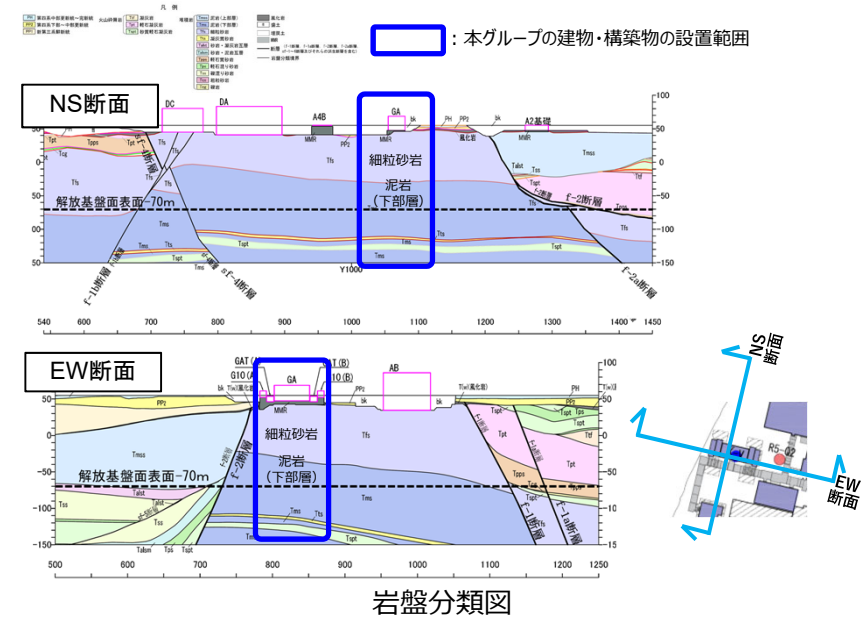
基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.5 GAグループのデータ整理

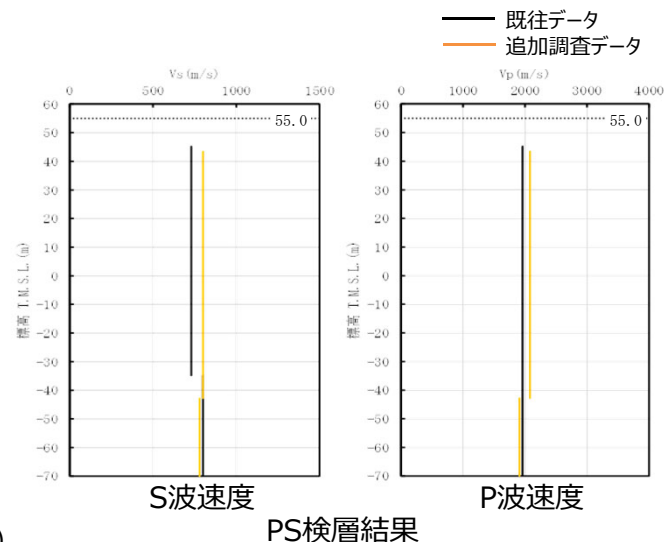
■ A. 岩盤部分の物性値等

● 岩盤部分のPS検層 (a.-①、a.-②)

- 岩盤分類図を用いて本グループの地下構造について確認し、建物・構築物直下においては、鷹架層下部層の細粒砂岩及び泥岩が主に分布していることを確認した。
- 本グループの建物・構築物直下においては、岩種の分布に差を与えるような断層は見られない。
- PS検層 (● + ● + ●) のうち、本グループにおけるPS検層孔の地質柱状図及び速度構造の比較を行い、建物・構築物直下の地下構造の特徴について整理した。
 - K_V孔、R5-Q2孔のいずれについても、岩種境界は同等の深さとなっていることを確認。
- 以上のことから、本グループにおけるPS検層データについては、同じ地下構造であると判断できることから、平均化した物性値として整理する。



地質柱状図の比較 (グループ内の東西方向の順に整理)



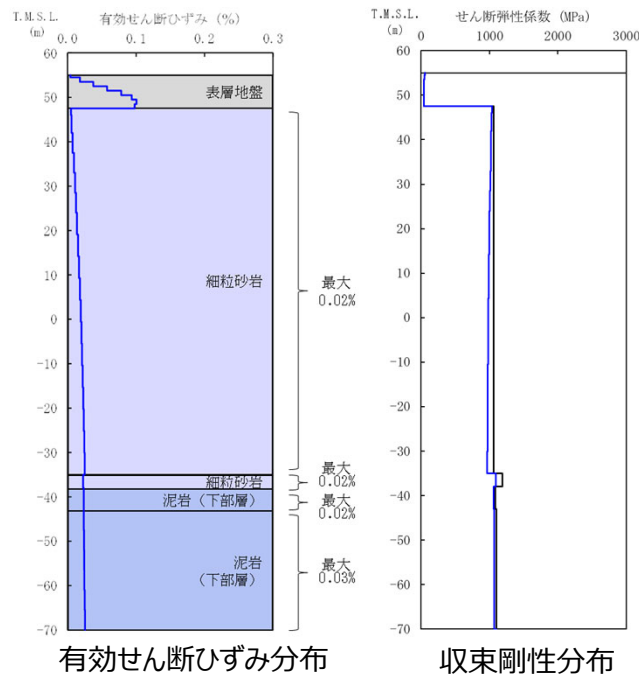
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.5 GAグループのデータ整理

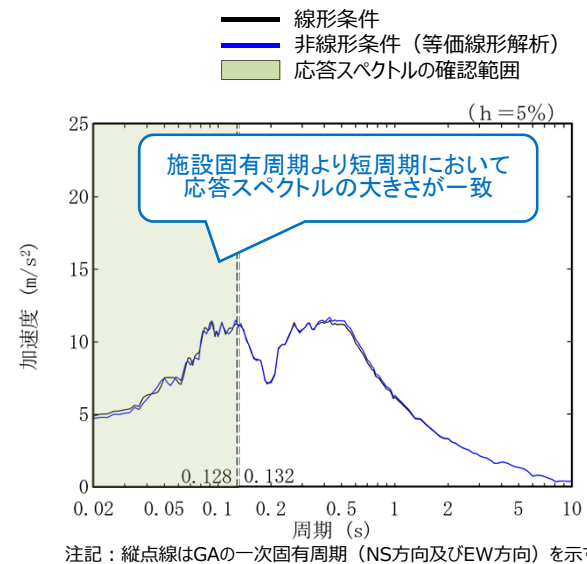
■ B. 岩盤部分の剛性の非線形性

● Ss地震時の岩盤部分の非線形レベル及び非線形性が入力地震動に与える影響確認

- ▶ 非線形条件とした場合と線形条件とした場合の地盤のせん断ひずみ度及び入力地震動の応答スペクトルを比較した結果、施設固有周期より短周期において応答スペクトルの大きさが一致することから、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。



地盤の等価線形解析結果 (GA)



注記：縦点線はGAの一次固有周期（NS方向及びEW方向）を示す。

線形条件及び非線形条件における基礎底面レベルの入力地震動の比較 (GA)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.5 GAグループのデータ整理

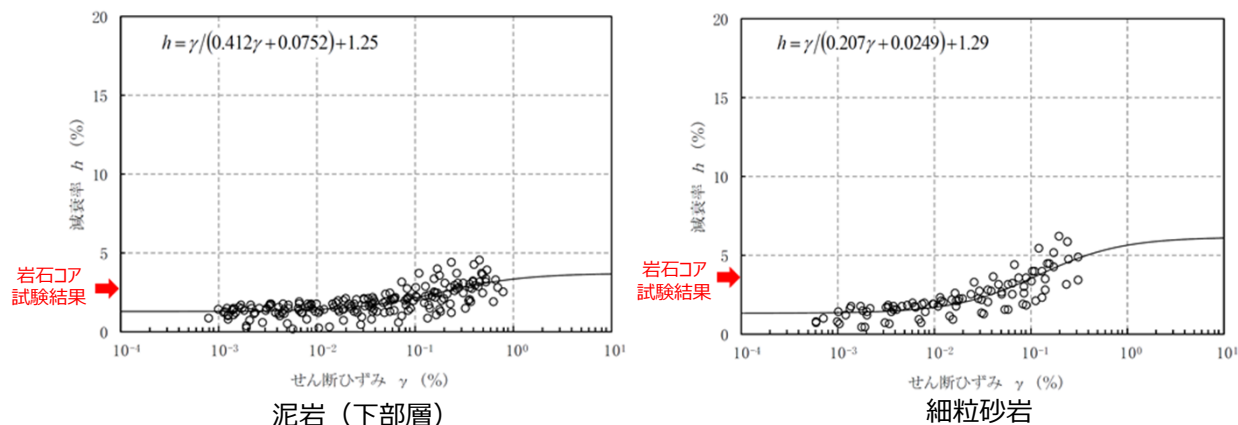
■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-1：三軸圧縮試験

- 三軸圧縮試験において元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数（せん断ひずみ $10^{-2}\%$ 以下）における減衰定数の値は、概ね一定に収束している。
- GAグループにて考慮する岩種のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ ）によれば、地盤の材料減衰は、地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。

● C-2：岩石コア試験

- GAグループにて考慮する岩種の岩石コア試験（パルスライズタイム法）に基づく材料減衰は、三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値を上回る結果が得られている。
- この傾向は、スペクトル比ほど顕著ではないと考えられるものの、試験におけるリファレンス（アルミ供試体）と岩石コアの透過波の周波数成分の乖離が影響し、減衰を大きく評価したためであると考えられる。



岩盤部分のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ 曲線）及び岩石コア試験結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.5 GAグループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-3：地震観測記録を用いた同定

- GAグループでは、中央地盤観測点の地震観測記録を用いて以下のとおり減衰定数を同定。
- 減衰定数の同定結果の信頼区間は周期0.1s～1sの範囲であるが、その範囲外の周期に外挿した設定を行った上で、地震観測記録を用いたシミュレーション解析を実施。
- シミュレーション解析の結果、外挿範囲も含む全周期帯において、シミュレーション解析結果は地震観測記録と概ね同等または上回ることから、減衰定数は適切に同定されている。

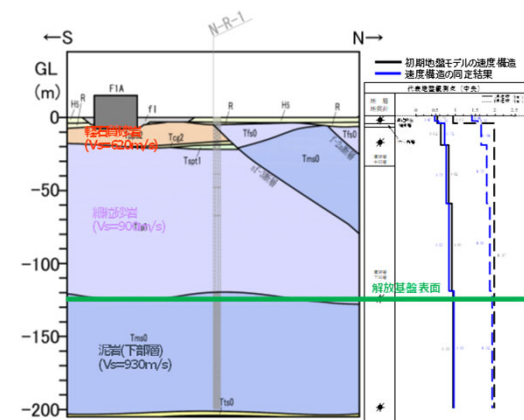
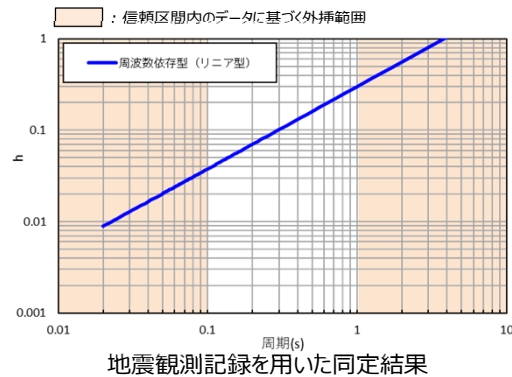
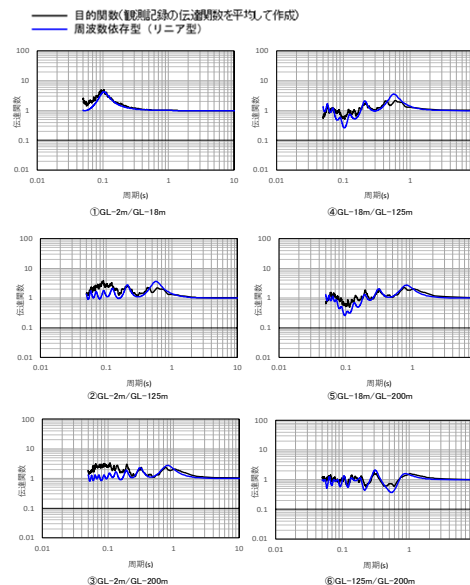


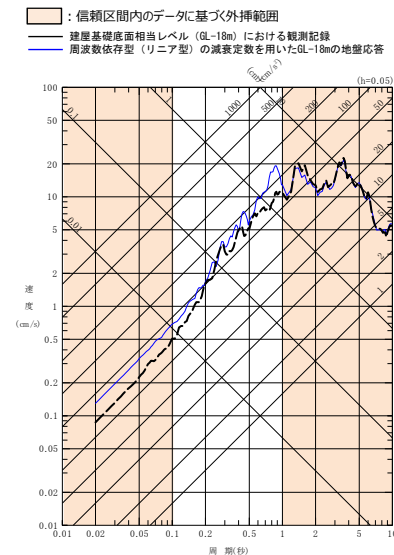
図 地震観測位置の地質断面図及び速度構造・速度境界の同定結果



- 注1: 地震観測記録を用いた同定結果において観測記録との整合性の良い0.1sよりも長周期側が信頼区間となるが、シミュレーション解析を行う上で、0.1sよりも短周期側の減衰定数を設定する必要があるため、0.1sよりも短周期側については、各ケースの評価された減衰定数を外挿して設定。また、シミュレーション解析上は $h=1.0$ で頭打ちとなるよう設定している。
- 注2: 佐藤ほか(2006)においては周期1s以上の長周期側を解析対象外としているが、シミュレーション解析において長周期側も含んだ応答スペクトルの評価を行うことから、長周期側にも解析対象を拡張している。



中央地盤観測点（水平）の伝達関数



(2011年3月11日14:46 (M9.0) EW成分の例)
地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

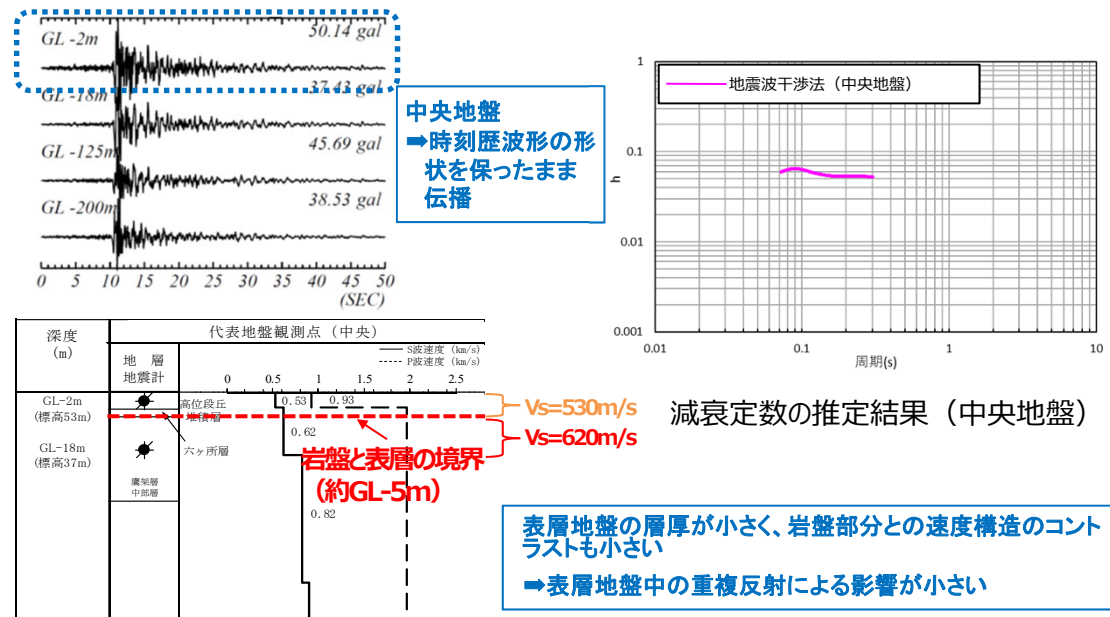
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.5 GAグループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

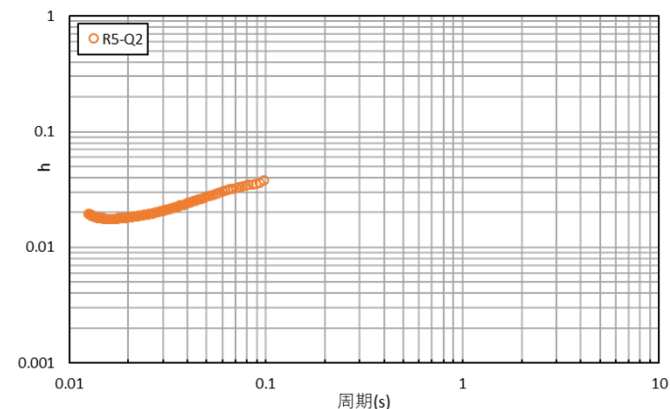
● C-4 : 地震波干渉法

- GAグループでは、中央地盤観測点の地震観測記録を用い、地震波干渉法を実施。
- 中央地盤においては、地震波干渉法による結果について、振動数依存性は確認できないものの、用いたデコンボリューション波形における卓越周期（約0.1秒）における減衰定数の値としては信頼性が高い結果が得られていると考えられる。



● C-5 : S波検層

- GAグループでは、R5-Q2孔におけるS波検層結果を参照。
- GAグループのS波検層データは、全体として振動数依存性を有しており、散乱減衰が卓越している傾向。



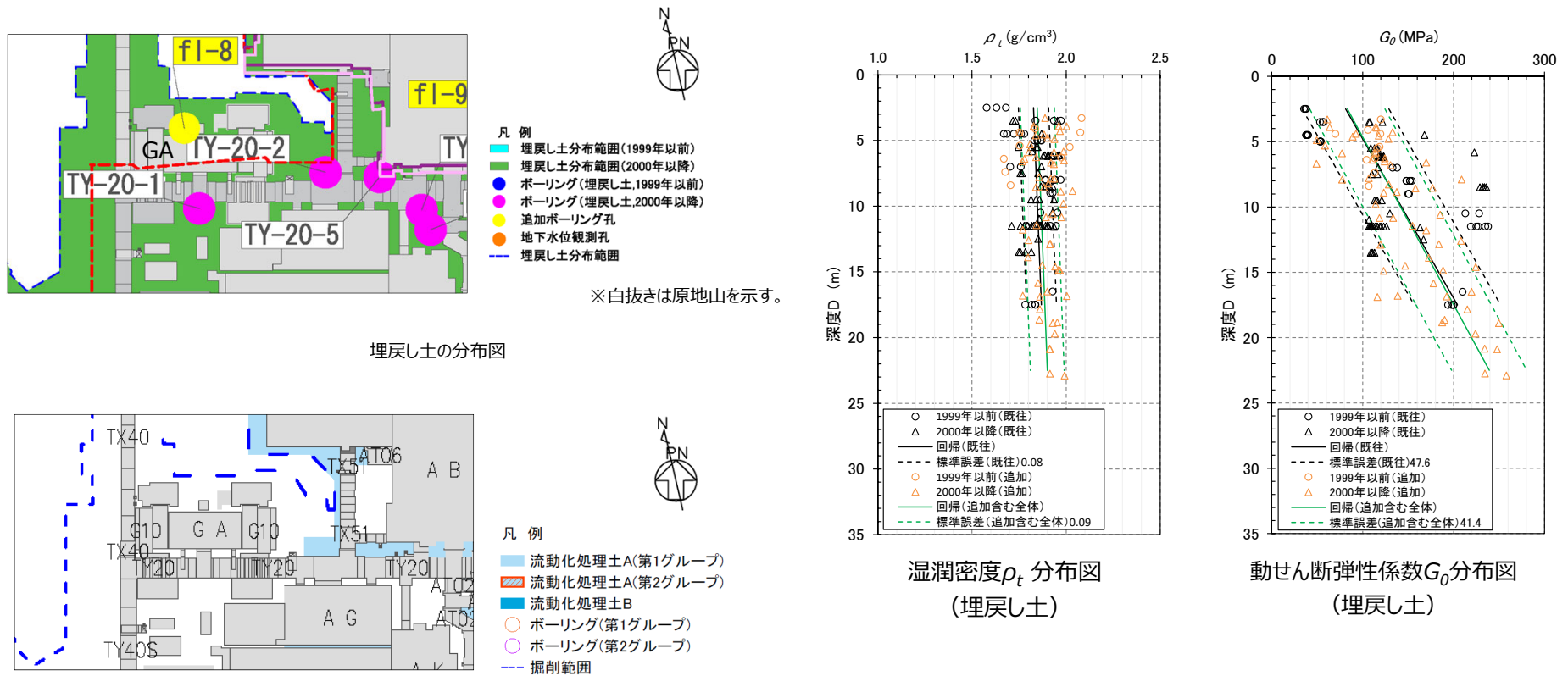
グループ内のS波検層結果の傾向分析結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.5 GAグループのデータ整理

■ D.表層地盤の物性値等

- GAグループの周囲は、表層地盤として2000年以降に施工した埋戻し土が全周に広く分布。流動化処理土は分布していない。
- 表層地盤の物性値としては、2.において施工年代によらず同一に整理した埋戻し土における深度依存回帰を用いる。



GAグループにおける表層分布図

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.5 GAグループのデータ整理

■ 整理結果の取りまとめ

➤ 各因子について、着目点ごとに、各データの分析結果を以下にまとめて示す。

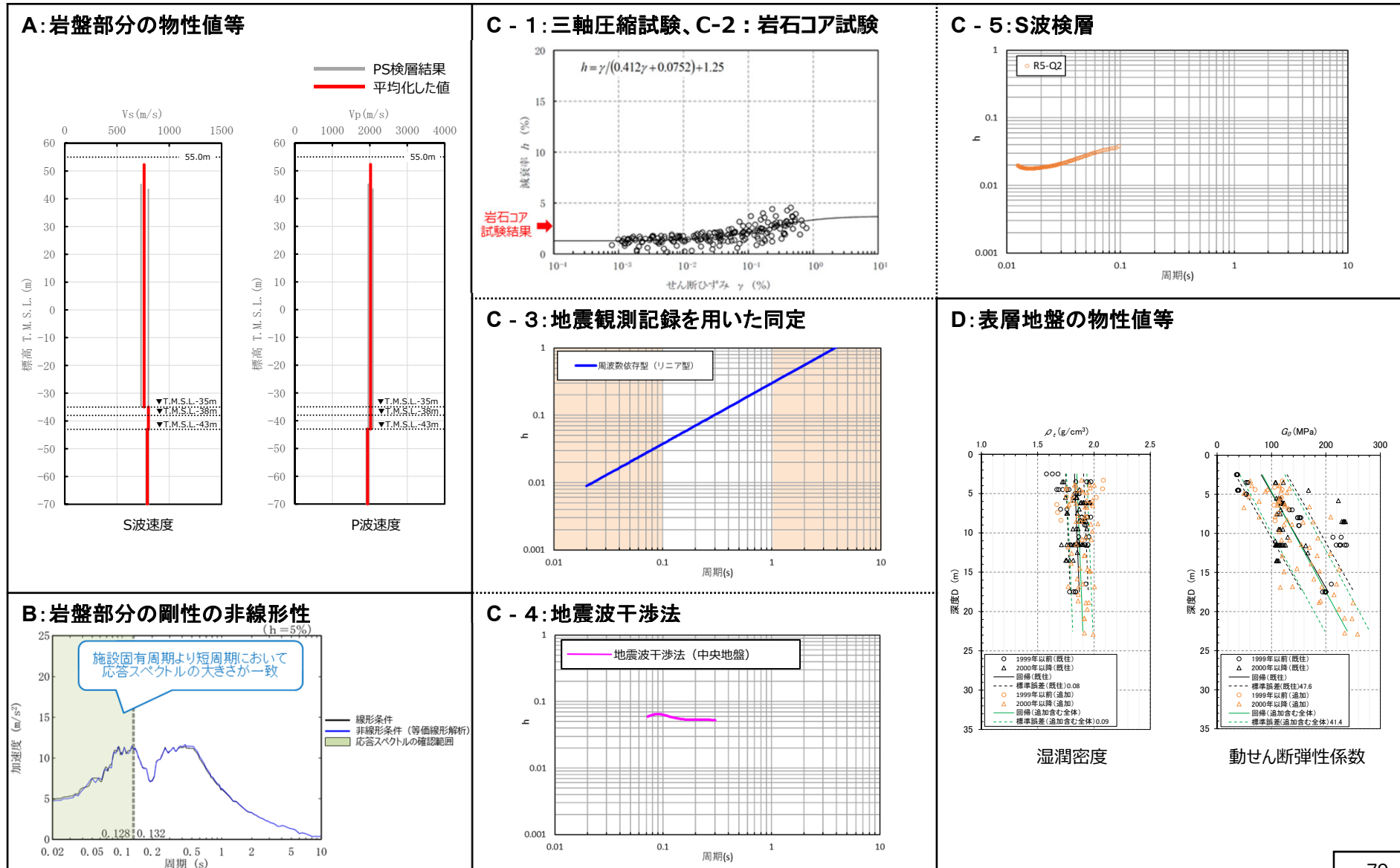
設定するパラメータ	A.岩盤部分の物性値等	B.岩盤部分の非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の物性値等
	速度構造 (層厚、 V_s, V_p, ρ)	ひずみ依存特性 (G/G_0 - γ 関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G_0, γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
科学的な着目点	<ul style="list-style-type: none"> 「3.」において整理した本グループに適用するPS検層結果は各地点における同じ地下構造におけるデータであると判断できることから、データを平均化した物性値として整理。 	<ul style="list-style-type: none"> Ss地震の振幅レベルにおいても、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数の値は概ね一定に収束。 地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> 三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値を上回る。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震観測記録から同定された減衰定数は、地震観測記録をよく説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> 周波数依存性は本方法による結果では明瞭には確認できないものの、明瞭なスタッキング波形のピークが見られる周期約0.1秒における減衰定数の値は精度よく得られている。 	<ul style="list-style-type: none"> ごく短周期側まで周波数依存性を有しており、散乱減衰が卓越。 	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し土が全周に広く分布していることから、埋戻し土の深度依存回帰として整理。

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.5 GAグループのデータ整理

■ 整理結果のとりまとめ

□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲



4. データの整理

4.6 DCグループ

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.6 DCグループのデータ整理

■ A. 岩盤部分の物性値等

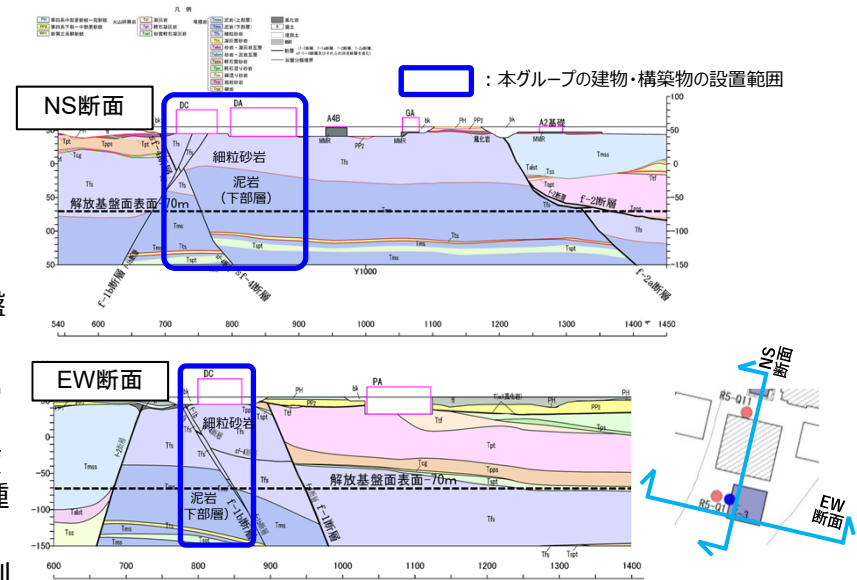
● 岩盤部分のPS検層 (a.-①、a.-②)

➢ 岩盤分類図を用いて本グループの地下構造について確認し、建物・構築物直下においては、鷹架層下部層の細粒砂岩及び泥岩が主に分布していることを確認した。

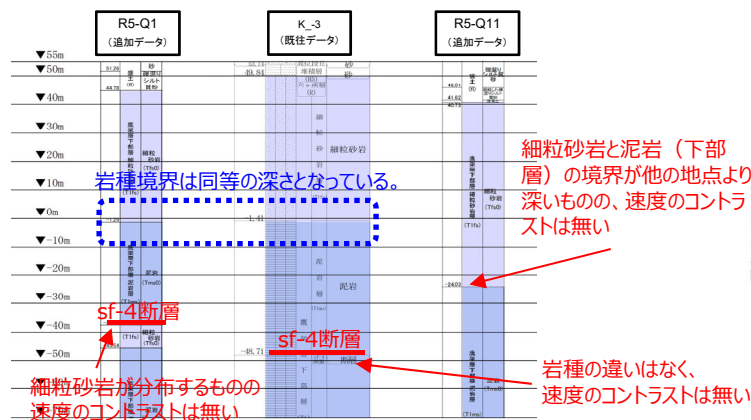
➢ PS検層 (● + ● + ●) のうち、本グループにおけるPS検層孔の地質柱状図及び速度構造の比較を行い、建物・構築物直下の地下構造の特徴について整理した。

- K_-3孔については、sf-4断層による岩種の違いはなく、速度のコントラストは無いことを確認。また、sf-4断層上盤側の細粒砂岩及び泥岩（下部層）の岩種境界において、速度のコントラストは無いことを確認。
- R5-Q1孔については、sf-4断層を境に泥岩（下部層）の下層に細粒砂岩が分布するものの、当該岩種境界で速度のコントラストは無いことを確認。また、断層の上盤側においては、K_-3孔と岩種境界の深さが同等となっていることを確認。
- R5-Q11孔の細粒砂岩と泥岩（下部層）の岩種境界は、K_-3孔及びR5-Q1孔と比較し、深部に分布するが、速度のコントラストは小さいことを確認。
- K_-3孔については、T.M.S.L.30mよりも浅部において、他の孔と比較してS波速度が小さいデータが得られているが、他の孔位置との地質構造の差は無いことから、同種の岩盤における速度構造として扱うことに問題は無いと判断した。

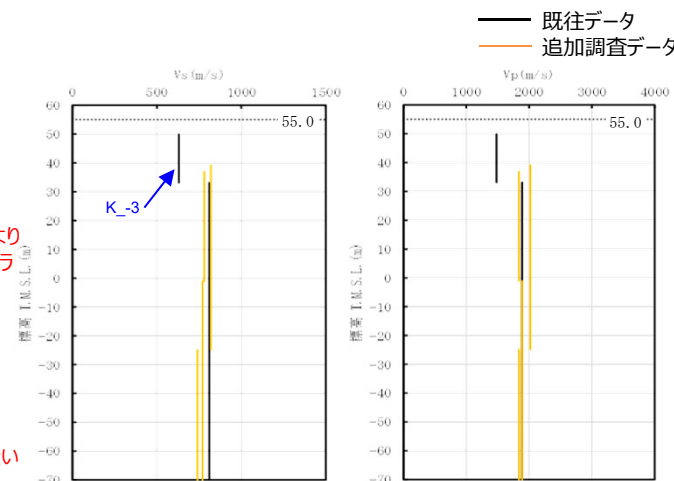
➢ 以上のことから、本グループにおけるPS検層データについては、同じ地下構造であると判断できることから、平均化した物性値として整理する。



岩盤分類図



地質柱状図の比較 (グループ内の東西方向の順に整理)



PS検層結果

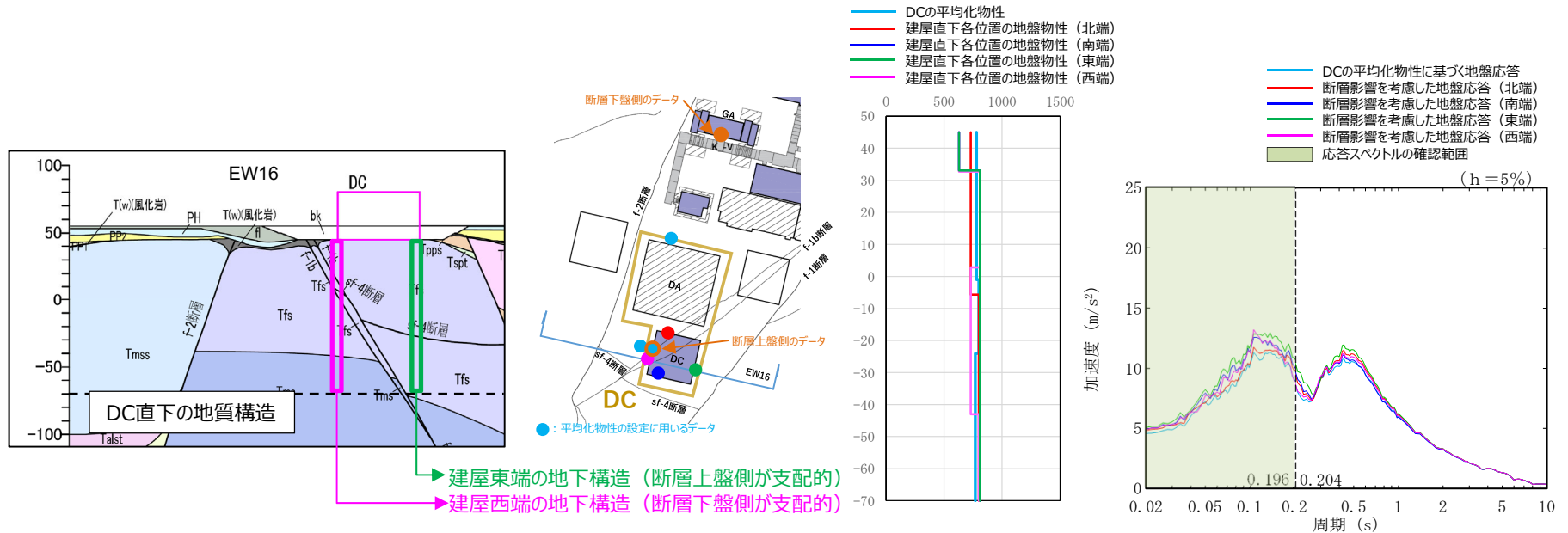
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.6 DCグループのデータ整理

■ A. 岩盤部分の物性値等

● 断層等の影響により、グループ内で地質構造が異なる場合の地盤応答への影響（DCグループ）

- DCについては、直下において断層を境として異なる岩種の分布が確認されることから、断層による岩種分布の違いが入力地震動へ及ぼす影響を確認。
- 応答スペクトル形状はDCグループの平均化物性に基づく地盤応答（図中●）と、建屋直下各位置の地盤応答（図中●, ●, ●, ●）の傾向は同様となっていることから、断層による地盤応答への影響は小さいと考えられるものの、応答スペクトルの振幅については差が生じている。
- 直下に断層があるDCについては、断層による影響が否定できず、DCの1次固有周期より短周期側では差が生じていることから、「基本地盤モデル」設定においては、上記の振幅の差にも留意し、その他のパラメータの保守性等も考慮したうえで物性値等を設定する。



DC直下に存在する断層による地下構造の不連続性（東西断面の例）

DC直下各位置の速度構造

注記：縦点線はDCの一次固有周期（NS方向及びEW方向）を示す。
基礎底面レベルの応答スペクトル

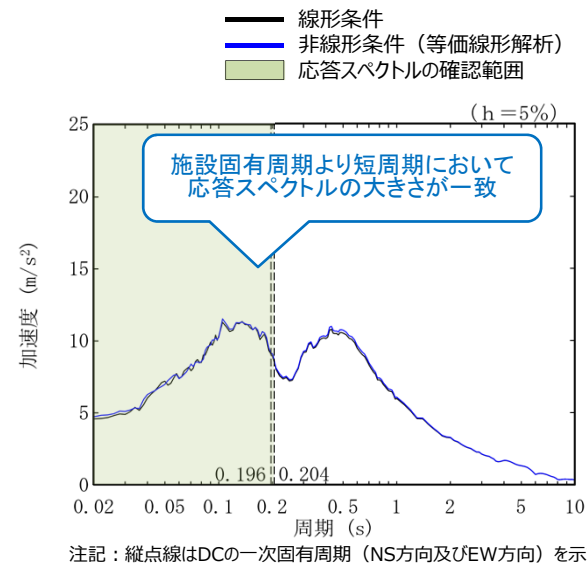
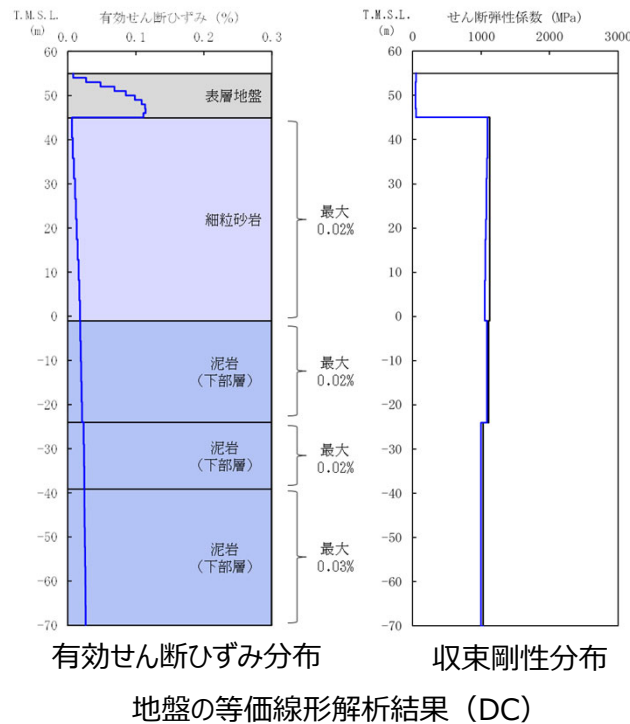
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.6 DCグループのデータ整理

■ B. 岩盤部分の剛性の非線形性

● Ss地震時の岩盤部分の非線形レベル及び非線形性が入力地震動に与える影響確認

- 非線形条件とした場合と線形条件とした場合の地盤のせん断ひずみ度及び入力地震動の応答スペクトルを比較した結果、施設固有周期より短周期において応答スペクトルの大きさが一致することから、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。



線形条件及び非線形条件における基礎底面レベルの入力地震動の比較 (DC)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.6 DCグループのデータ整理

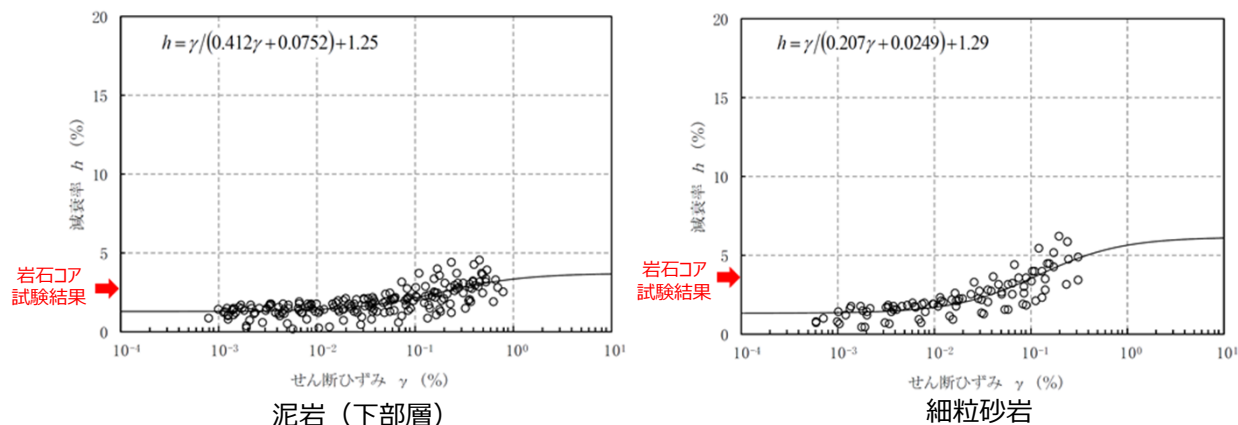
■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-1：三軸圧縮試験

- 三軸圧縮試験において元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数（せん断ひずみ $10^{-2}\%$ 以下）における減衰定数の値は、概ね一定に収束している。
- DCグループにて考慮する岩種のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ ）によれば、地盤の材料減衰は、地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。

● C-2：岩石コア試験

- DCグループにて考慮する岩種の岩石コア試験（パルスライズタイム法）に基づく材料減衰は、三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値を上回る結果が得られている。
- この傾向は、スペクトル比ほど顕著ではないと考えられるものの、試験におけるリファレンス（アルミ供試体）と岩石コアの透過波の周波数成分の乖離が影響し、減衰を大きく評価したためであると考えられる。



岩盤部分のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ 曲線）及び岩石コア試験結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.6 DCグループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-3：地震観測記録を用いた同定

- DCグループでは、中央地盤観測点の地震観測記録を用いて以下のとおり減衰定数を同定。
- 減衰定数の同定結果の信頼区間は周期0.1s～1sの範囲であるが、その範囲外の周期に外挿した設定を行った上で、地震観測記録を用いたシミュレーション解析を実施。
- シミュレーション解析の結果、外挿範囲も含む全周期帯において、シミュレーション解析結果は地震観測記録と概ね同等または上回ることから、減衰定数は適切に同定されている。

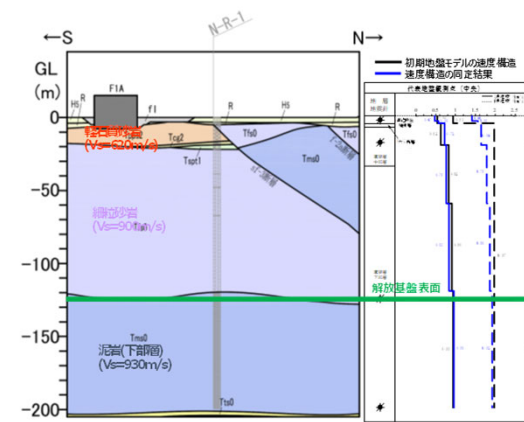
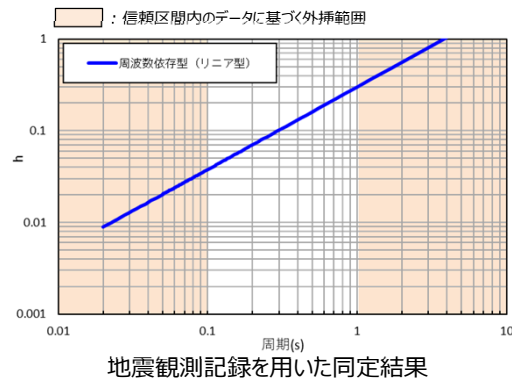


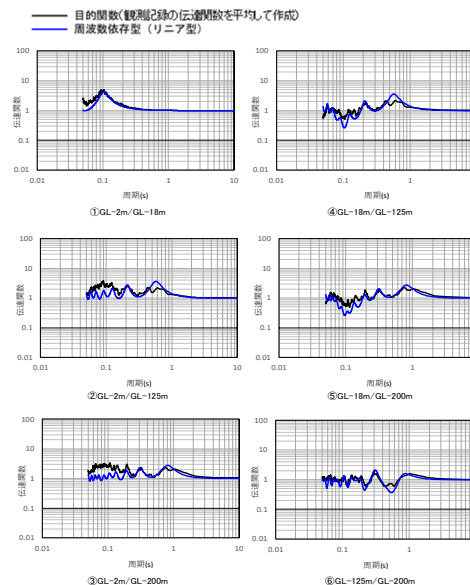
図 地震観測位置の地質断面図及び速度構造・速度境界の同定結果



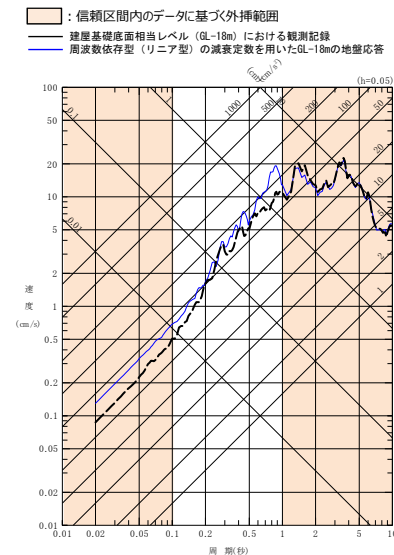
地震観測記録を用いた同定結果

注1: 地震観測記録を用いた同定結果において観測記録との整合性の良い0.1sよりも長周期側が信頼区間となるが、シミュレーション解析を行う上で、0.1sよりも短周期側の減衰定数を設定する必要があるため、0.1sよりも短周期側については、各ケースの評価された減衰定数を外挿して設定。また、シミュレーション解析上は $h=1.0$ で頭打ちとなるよう設定している。

注2: 佐藤ほか(2006)においては周期1s以上の長周期側を解析対象外としているが、シミュレーション解析において長周期側も含んだ応答スペクトルの評価を行うことから、長周期側にも解析対象を拡張している。



中央地盤観測点（水平）の伝達関数



(2011年3月11日14:46 (M9.0) EW成分の例)
地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

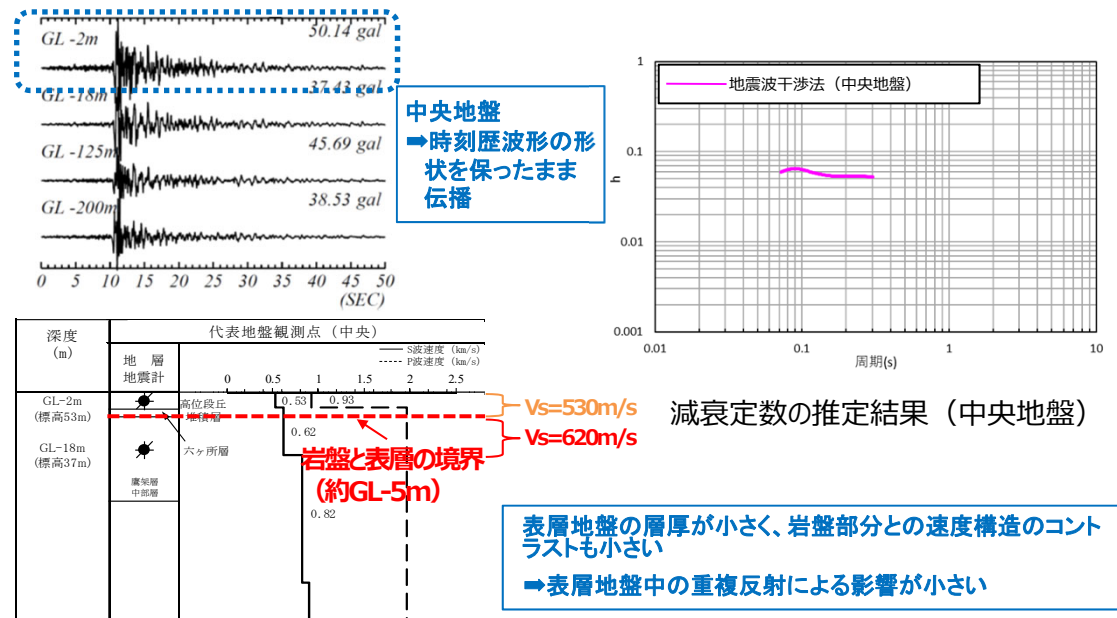
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.6 DCグループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

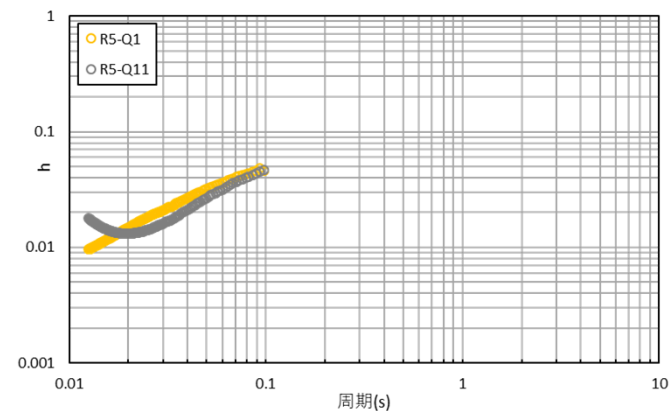
● C-4 : 地震波干渉法

- DCグループでは、中央地盤観測点の地震観測記録を用い、地震波干渉法を実施。
- 中央地盤においては、地震波干渉法による結果について、振動数依存性は確認できないものの、用いたデコンボリューション波形における卓越周期（約0.1秒）における減衰定数の値としては信頼性が高い結果が得られていると考えられる。



● C-5 : S波検層

- DCグループでは、R5-Q1及びR5-Q11孔におけるS波検層結果を参照。
- DCグループのS波検層データは、全体として振動数依存性を有しており、複数データで同様の傾向となっており、散乱減衰が卓越している傾向。



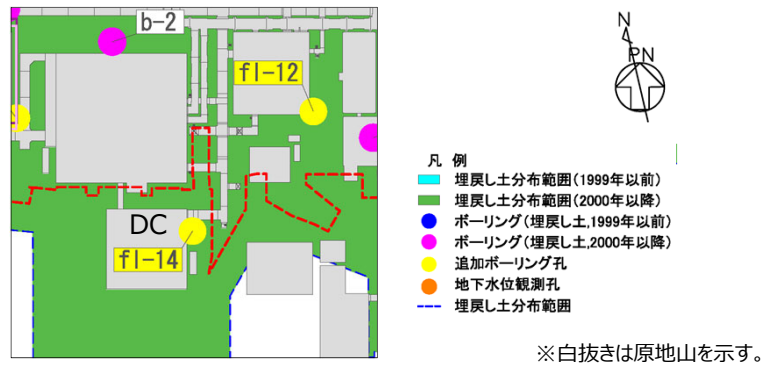
グループ内のS波検層結果の傾向分析結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

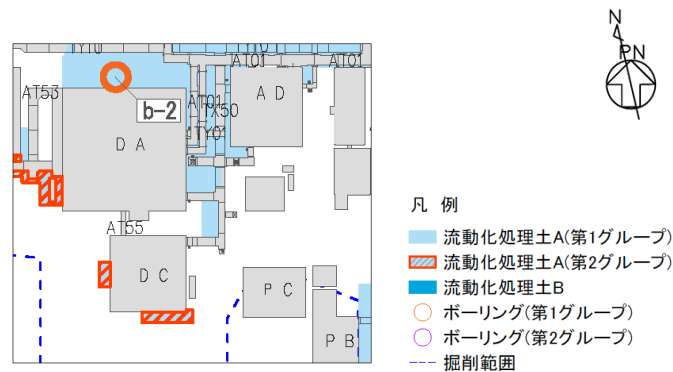
4.6 DCグループのデータ整理

■ D.表層地盤の物性値等

- DCグループの周囲は、表層地盤として2000年以降に施工した埋戻し土が全周に広く分布。
- また、洞道周辺等の局部には、埋戻し土よりも剛性の大きい流動化処理土が分布。
- 上記の通り、表層地盤には異なる埋戻し材料が混在しているが、剛性の小さい地盤を一律に考慮することで、地盤のひずみが大きく評価され、さらに、岩盤との剛性のコントラストが大きくなることにより表層地盤における地震動の増幅が大きくなる傾向となることを鑑み、表層地盤の物性値としては、2.において施工年代によらず同一に整理した埋戻し土における深度依存回帰を用いる。

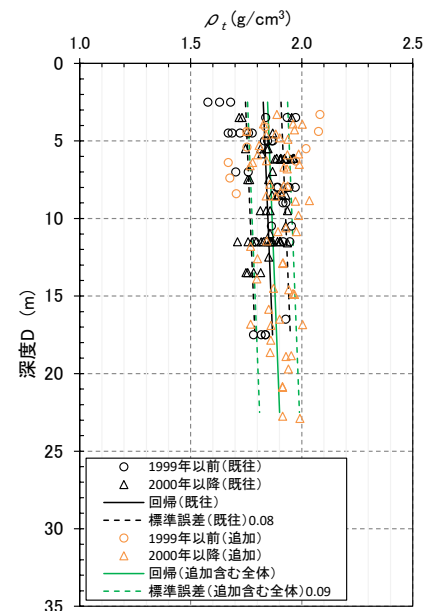


埋戻し土の分布図

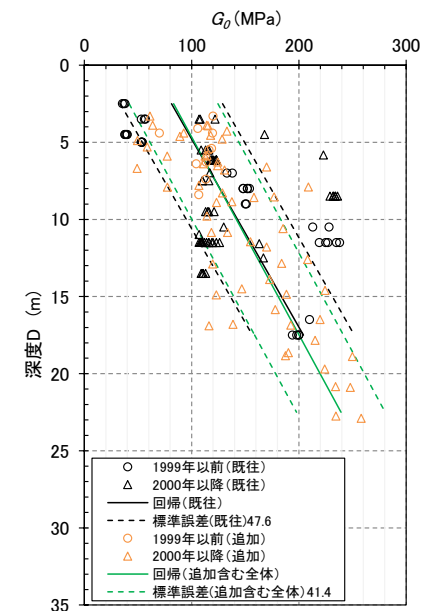


流動化処理土の分布図

DCグループにおける表層分布図



湿潤密度 ρ_t 分布図
(埋戻し土)



動せん断弾性係数 G_0 分布図
(埋戻し土)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.6 DCグループのデータ整理

■ 整理結果の取りまとめ

➤ 各因子について、着目点ごとに、各データの分析結果を以下にまとめて示す。

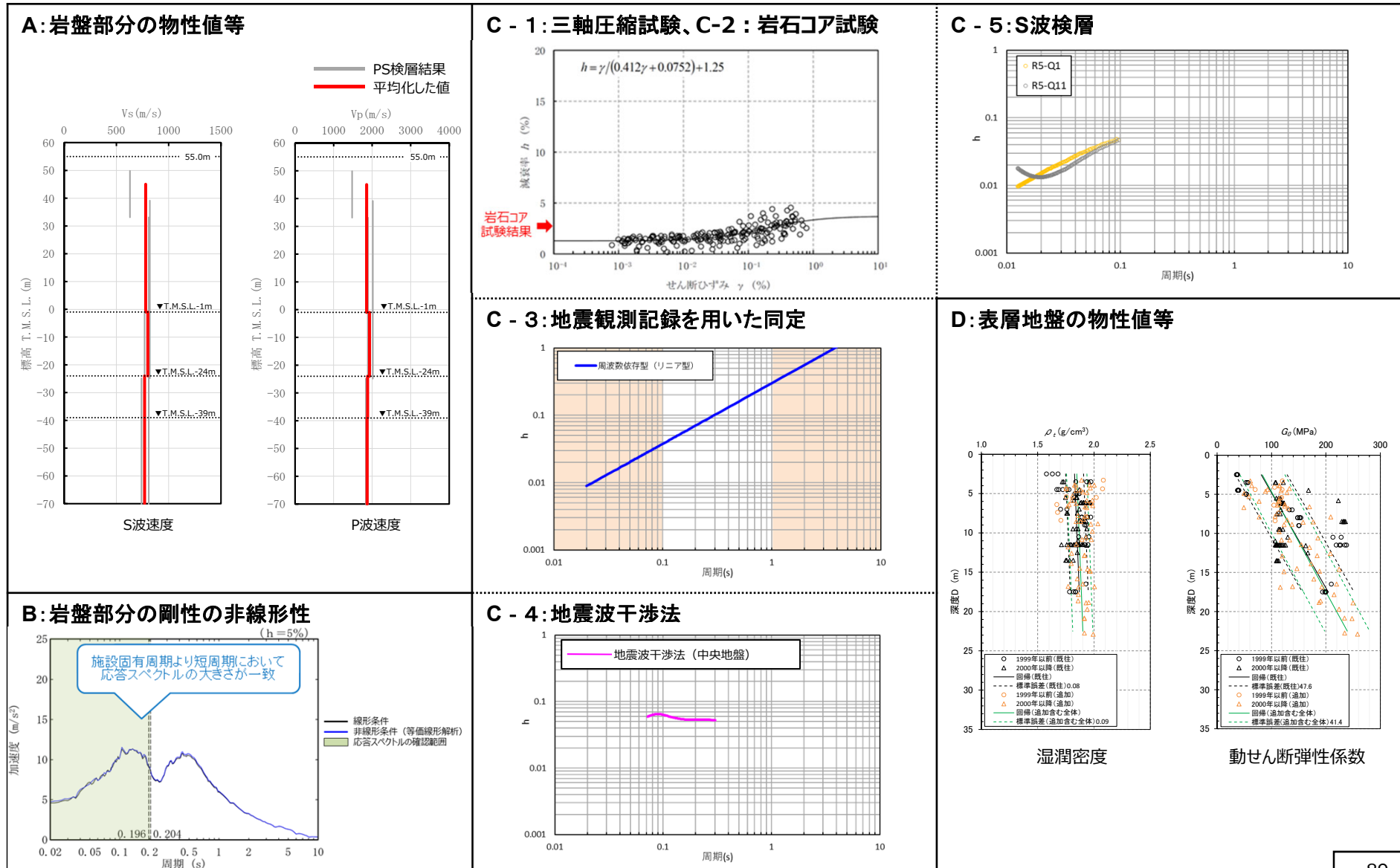
設定するパラメータ	A.岩盤部分の物性値等	B.岩盤部分の非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の物性値等
	速度構造 (層厚、 V_s, V_p, ρ)	ひずみ依存特性 ($G/G_0-\gamma$ 関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G_0, γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
科学的な着目点	<ul style="list-style-type: none"> 「3.」において整理した本グループに適用するPS検層結果は各地点における同じ地下構造におけるデータであると判断できることから、データを平均化した物性値として整理。 断層による入力地震動への影響は否定できないことから、「基本地盤モデル」設定において留意。 	<ul style="list-style-type: none"> Ss地震の振幅レベルにおいても、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数の値は概ね一定に収束。 地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> 三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値を上回る。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震観測記録から同定された減衰定数は、地震観測記録をよく説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> 周波数依存性は本方法による結果では明瞭には確認できないものの、明瞭なスタッキング波形のピークが見られる周期約0.1秒における減衰定数の値は精度よく得られている。 	<ul style="list-style-type: none"> ごく短周期側まで周波数依存性を有しており、散乱減衰が卓越。 	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し土と流動化処理土が分布しているが、表層地盤における地震応答が大きくなること、また地盤のひずみも大きくなることから、埋戻し土の深度依存回帰として整理。

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.6 DCグループのデータ整理

■ 整理結果のとりまとめ

□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲



4. データの整理

4.7 E施設周辺グループ

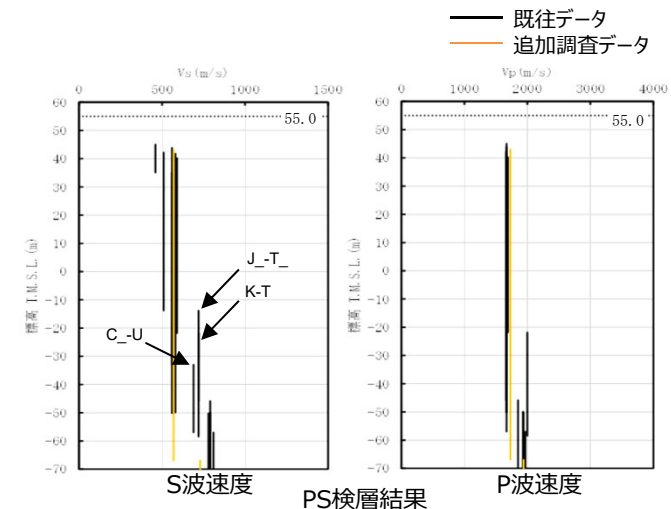
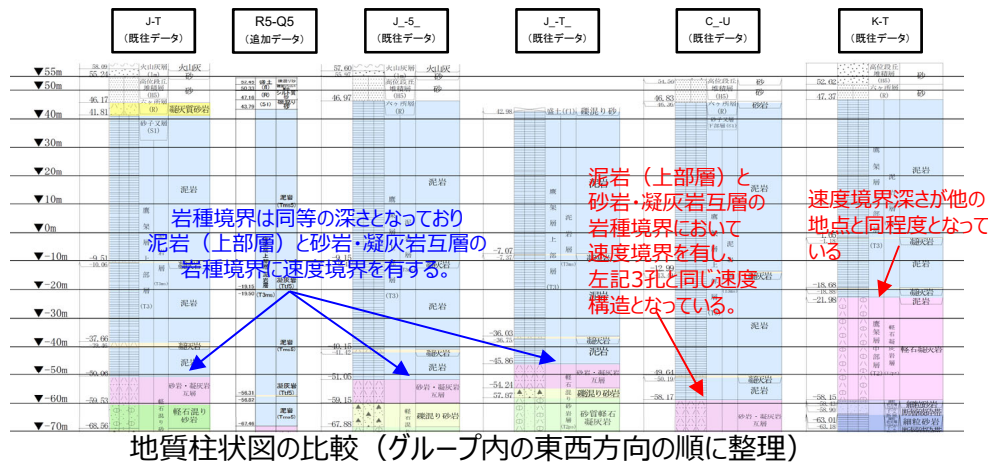
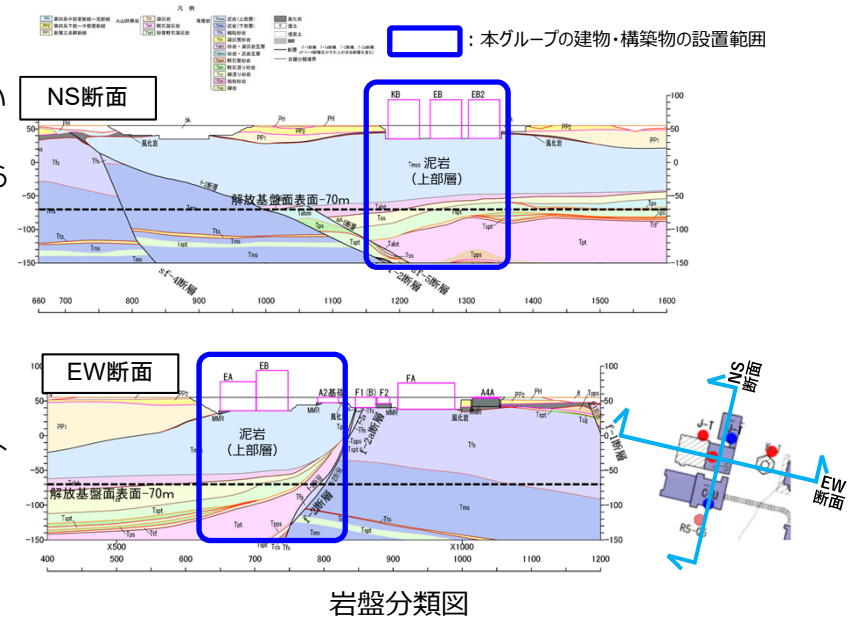
基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.7 E施設周辺グループのデータ整理

■ A. 岩盤部分の物性値等

● 岩盤部分のPS検層 (a.-①、a.-②)

- 岩盤分類図を用いて本グループの地下構造について確認し、建物・構築物直下においては、鷹架層上部層の泥岩が主に分布していることを確認した。
- 本グループの建物・構築物直下においては、岩種の分布に差を与えるような断層は見られない。
- PS検層 (● + ● + ●) のうち、本グループにおけるPS検層孔の地質柱状図及び速度構造の比較を行い、建物・構築物直下の地下構造の特徴について整理した。
 - J-T孔、J_-5_孔、J_-T_孔については、泥岩 (上部層) 及び砂岩・凝灰岩互層の岩種境界の深さは同等となっていることを確認。
 - C_-U孔については、上記3孔と同様に、泥岩 (上部層) と砂岩・凝灰岩互層の岩種境界において速度のコントラストを有し、砂岩・凝灰岩互層の下層では速度のコントラストがないことから、同様の速度構造となっている。
 - R5-Q5孔については、C_-U孔の泥岩 (上部層) と砂岩・凝灰岩互層の岩種境界の深さが同等となっている。
 - K-T孔については、その他地点と比べ、岩種境界の深さに差があるものの、速度境界深さはJ_-T_孔及びC_-U孔と同等となっており、速度としても同等となっていることから、同種の岩盤における速度構造として扱うことに問題は無いと判断した。
- 以上のことから、本グループにおけるPS検層データについては、同じ地下構造であると判断できることから、平均化した物性値として整理する。



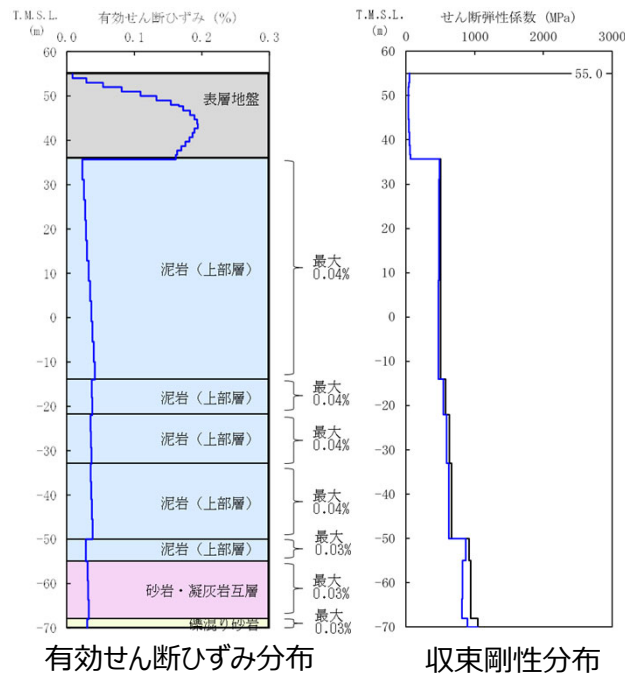
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.7 E施設周辺グループのデータ整理

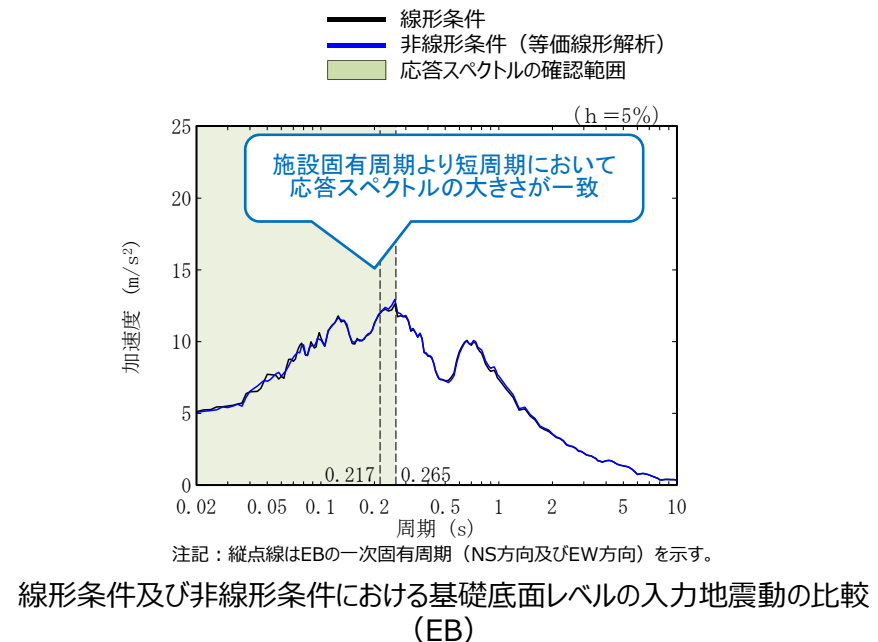
■ B.岩盤部分の剛性の非線形性

● Ss地震時の岩盤部分の非線形レベル及び非線形性が入力地震動に与える影響確認

- 非線形条件とした場合と線形条件とした場合の地盤のせん断ひずみ度及び入力地震動の応答スペクトルを比較した結果、施設固有周期より短周期において応答スペクトルの大きさが一致することから、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。



地盤の等価線形解析結果 (EB)



線形条件及び非線形条件における基礎底面レベルの入力地震動の比較 (EB)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.7 E施設周辺グループのデータ整理

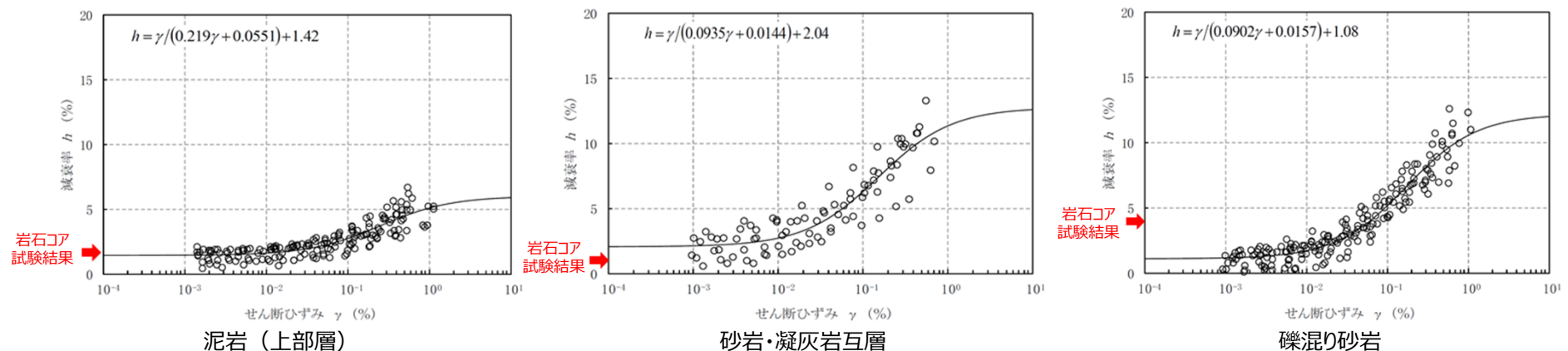
■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-1：三軸圧縮試験

- ▶ 三軸圧縮試験において元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数（せん断ひずみ10⁻²%以下）における減衰定数の値は、概ね一定に収束している。
- ▶ E施設周辺グループにて考慮する岩種のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ ）によれば、地盤の材料減衰は、地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。

● C-2：岩石コア試験

- ▶ E施設周辺グループにて考慮する岩種の岩石コア試験（パルスライズタイム法）に基づく材料減衰は、泥岩（上部層）及び礫混り砂岩については、三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値と同等または上回る結果が得られている。
- ▶ この傾向は、スペクトル比ほど顕著ではないと考えられるものの、試験におけるリファレンス（アルミ供試体）と岩石コアの透過波の周波数成分の乖離が影響し、減衰を大きく評価したためであると考えられる。
- ▶ 砂岩・凝灰岩互層については、三軸圧縮試験結果を下回る結果が得られているが、本岩種は砂岩と凝灰岩の互層であり、コア取得位置による特性の違いが顕著に現れやすい岩種であり、ばらつきの大きいデータとなっていることが考えられる。なお、三軸圧縮試験において元としている個別の供試体に対する試験結果におけるばらつきの範囲内の値となっており、特異な値とはなっていない。



岩盤部分のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ 曲線）及び岩石コア試験結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.7 E施設周辺グループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-3 : 地震観測記録を用いた同定

- E施設周辺グループでは、西側地盤観測点の地震観測記録を用いて以下のとおり減衰定数を同定。
- 減衰定数の同定結果の信頼区間は周期0.1s~1sの範囲であるが、その範囲外の周期に外挿した設定を行った上で、地震観測記録を用いたシミュレーション解析を実施。
- シミュレーション解析の結果、外挿範囲も含む全周期帯において、シミュレーション解析結果は地震観測記録と概ね同等または上回ることから、減衰定数は適切に同定されている。

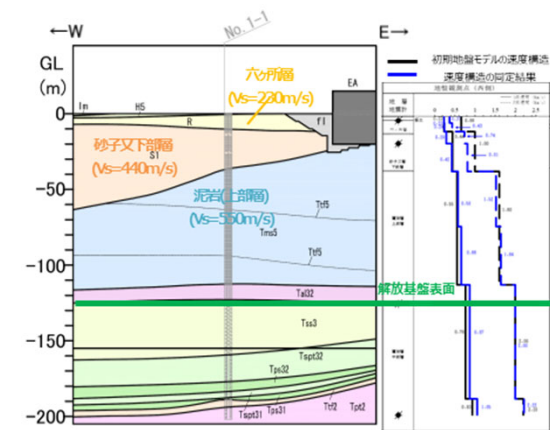
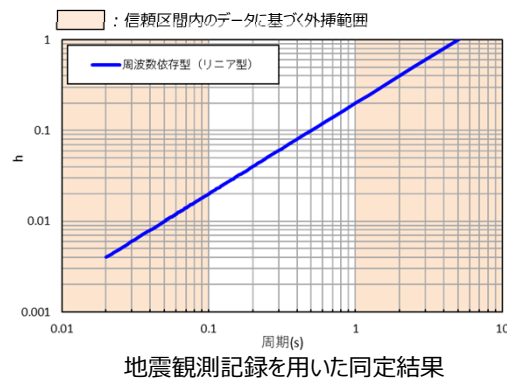


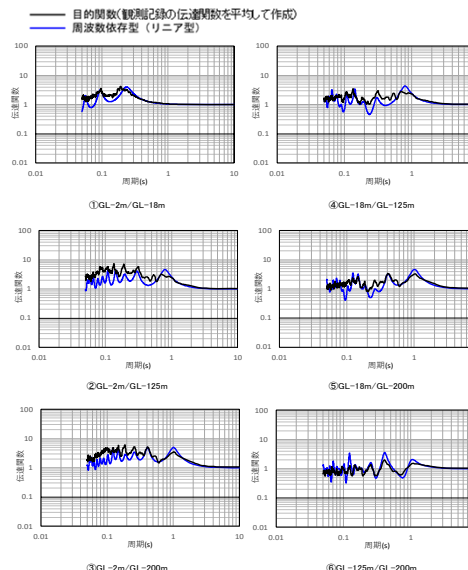
図 地震観測位置の地質断面図及び速度構造・速度境界の同定結果



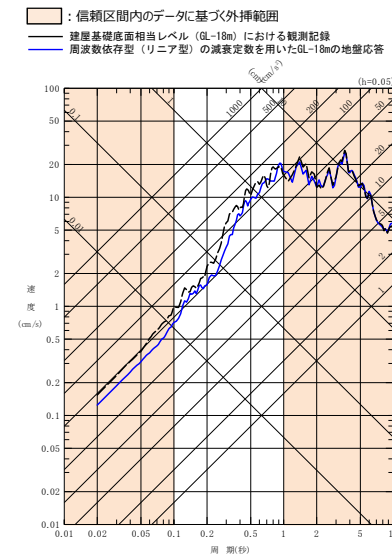
地震観測記録を用いた同定結果

注1: 地震観測記録を用いた同定結果において観測記録との整合性の良い0.1sよりも長周期側が信頼区間となるが、シミュレーション解析を行う上で、0.1sよりも短周期側の減衰定数を設定する必要があるため、0.1sよりも短周期側については、各ケースの評価された減衰定数を外挿して設定。また、シミュレーション解析上は $h=1.0$ で頭打ちとなるよう設定している。

注2: 佐藤ほか(2006)においては周期1s以上の長周期側を解析対象外としているが、シミュレーション解析において長周期側も含んだ応答スペクトルの評価を行うことから、長周期側にも解析対象を拡張している。



西側地盤観測点（水平）の伝達関数



(2011年3月11日14:46 (M9.0) EW成分の例)
地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

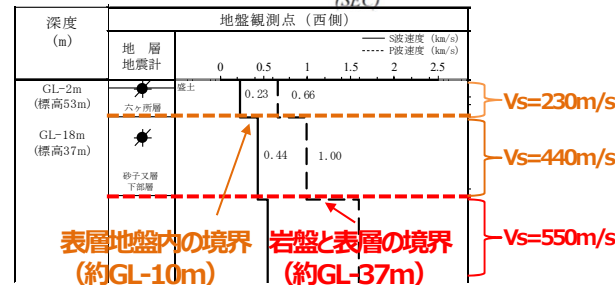
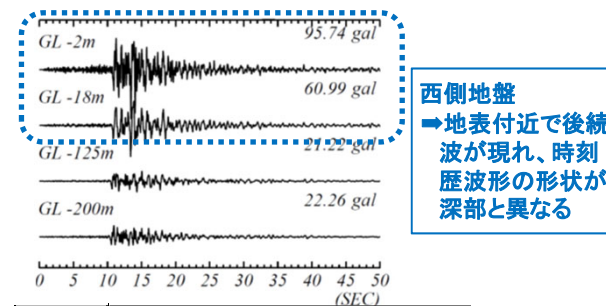
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.7 E施設周辺グループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-4 : 地震波干渉法

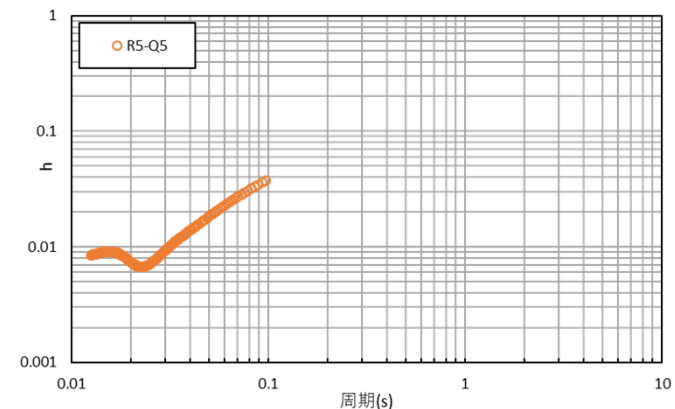
- E施設周辺グループでは、西側地盤観測点の地震観測記録を用い、地震波干渉法の適用性を検討。
- 西側地盤においては、地震波の重複反射による影響が大きく、表層地盤における地盤応答が複雑な傾向となっている。
- 表層地盤における波形が、単純な入射と反射の現象とは異なる傾向を示す場合には、安定したデコンボリューション波形の算定が困難であり、本手法による検討はできないと判断した。



岩盤部分と表層地盤の境界面に傾斜が見られる。
 表層地盤の層厚が中央地盤と比較して大きく、表層地盤内に大きな速度のコントラストを有する。
 → 表層地盤内及び岩盤との境界面における重複反射による影響が大きい

● C-5 : S波検層

- E施設周辺グループでは、追加データとしてR5-Q5孔におけるS波検層結果を参照。
- 追加データ (R5-Q5孔) は周期0.02秒付近で谷を有するが、それよりも長周期側では振動数依存性を有する傾向。



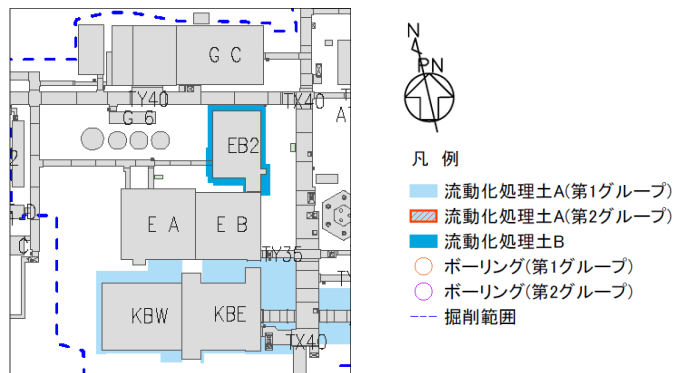
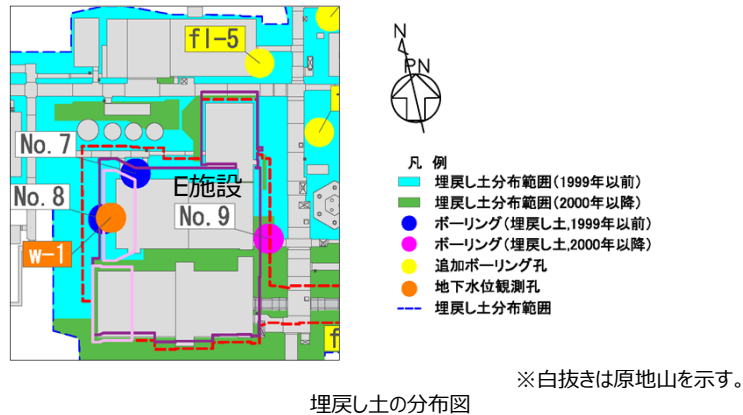
グループ内のS波検層結果の傾向分析結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

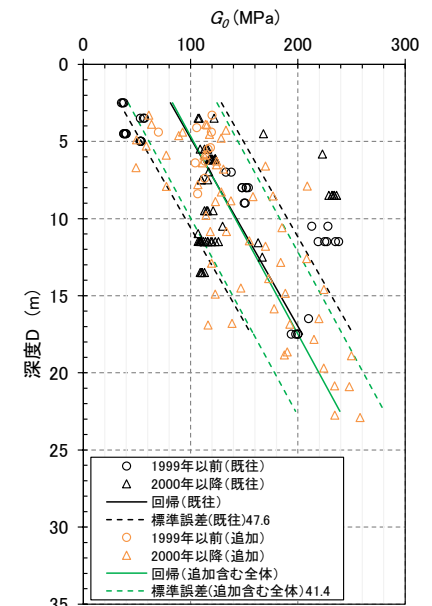
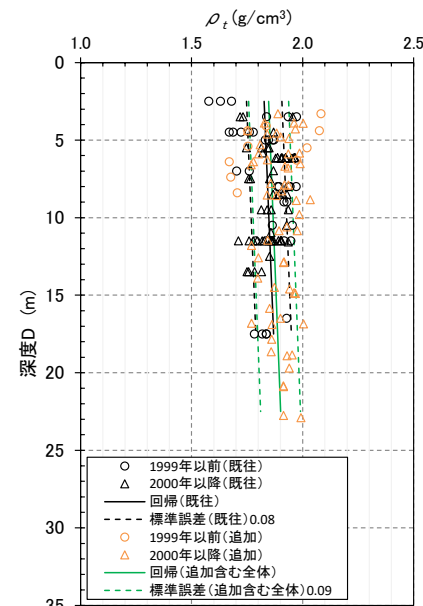
4.7 E施設周辺グループのデータ整理

■ D. 表層地盤の物性値等

- E施設周辺グループの周囲は、表層地盤として1999年以前及び2000年以降に施工した埋戻し土が全周に広く分布。
- また、洞道周辺等の局部及び建屋間の狭隘部には、埋戻し土よりも剛性の大きい流動化処理土が分布。
- 上記の通り、表層地盤には異なる埋戻し材料が混在しているが、剛性の小さい地盤を一律に考慮することで、地盤のひずみが大きく評価され、さらに、岩盤との剛性のコントラストが大きくなることにより表層地盤における地震動の増幅が大きくなる傾向となることを鑑み、表層地盤の物性値としては、2.において施工年代によらず同一に整理した埋戻し土における深度依存回帰を用いる。



E施設周辺グループにおける表層分布図



基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.7 E施設周辺グループのデータ整理

■ 整理結果の取りまとめ

➤ 各因子について、着目点ごとに、各データの分析結果を以下にまとめて示す。

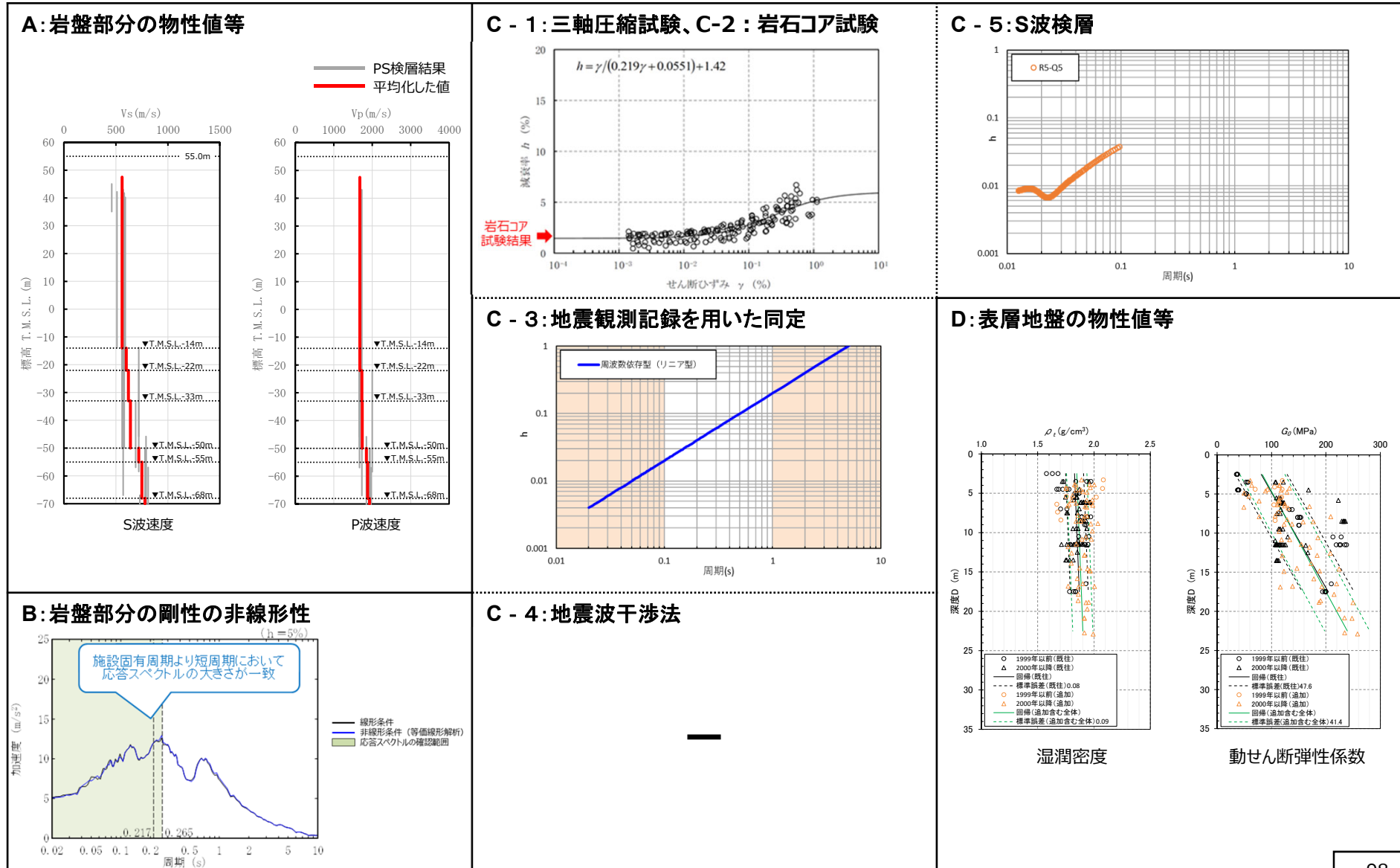
設定するパラメータ	A.岩盤部分の物性値等	B.岩盤部分の非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の物性値等
	速度構造 (層厚、 V_s, V_p, ρ)	ひずみ依存特性 ($G/G_0-\gamma$ 関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G_0, γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
科学的な着目点	<ul style="list-style-type: none"> 「3.」において整理した本グループに適用するPS検層結果は各地点における同じ地下構造におけるデータであると判断できることから、データを平均化した物性値として整理。 	<ul style="list-style-type: none"> Ss地震の振幅レベルにおいても、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数の値は概ね一定に収束。 地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> 三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値に対して同等又は上回る。なお、下回るデータについては三軸圧縮試験の個別データのばらつきの範囲内。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震観測記録から同定された減衰定数は、地震観測記録をよく説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤中の重複反射の影響により、安定したデコンボリューション波形の算定が困難であり、本手法による検討は出来ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ごく短周期側まで周波数依存性を有しており、散乱減衰が卓越。 	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し土と流動化処理土が分布しているが、表層地盤における地震応答が大きくなること、また地盤のひずみも大きくなることから、埋戻し土の深度依存回帰として整理。

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.7 E施設周辺グループのデータ整理

■ 整理結果のとりまとめ

□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲



4. データの整理

4.8 ACグループ

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.8 ACグループのデータ整理

■ A. 岩盤部分の物性値等

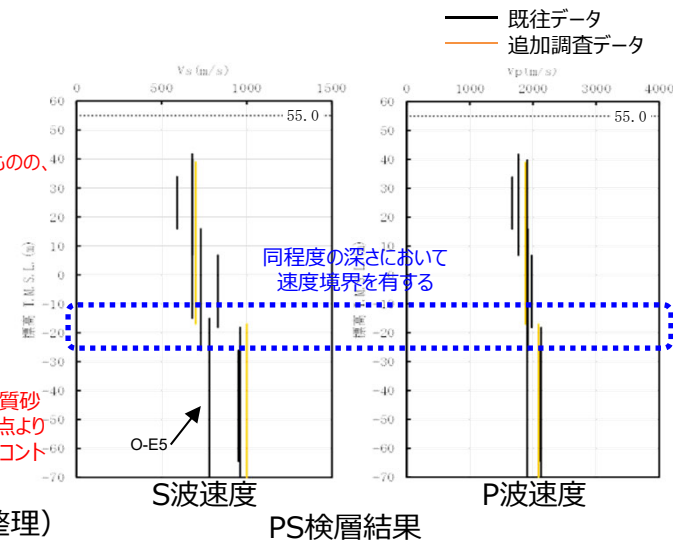
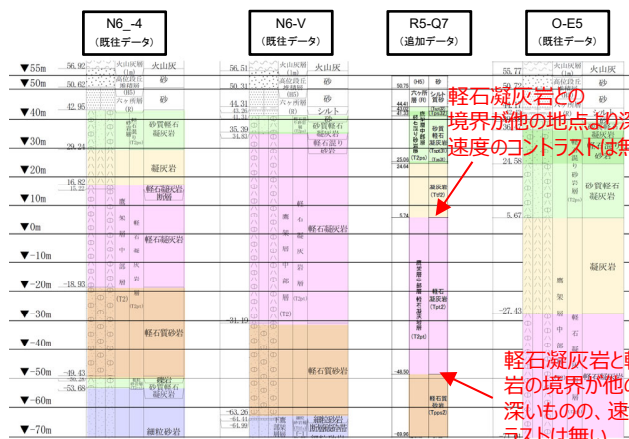
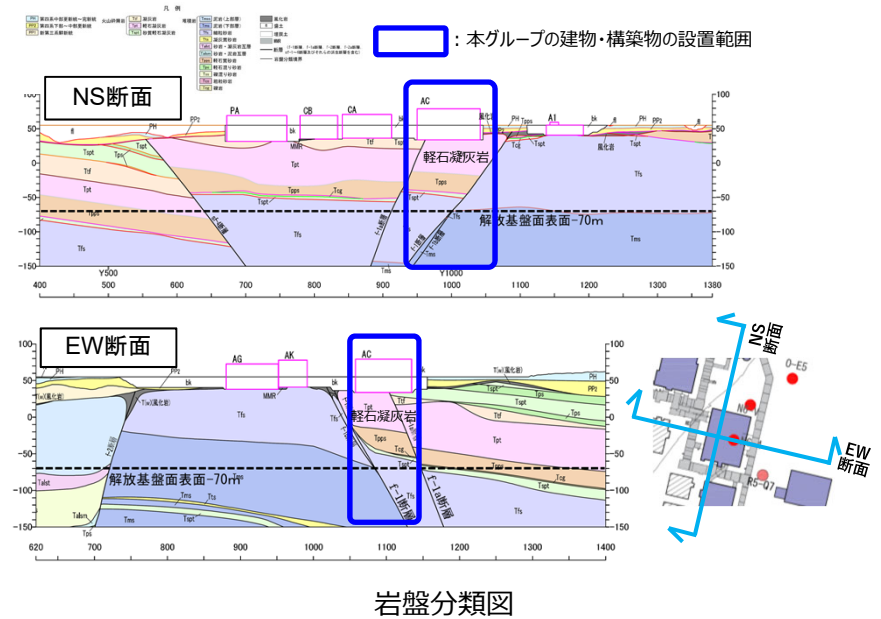
● 岩盤部分のPS検層 (a.-①、a.-②)

➢ 岩盤分類図を用いて本グループの地下構造について確認し、建物・構築物直下においては、鷹架層中部層の軽石凝灰岩、軽石質砂岩が主に分布していることを確認した。

➢ PS検層 (●+●+●) のうち、本グループにおけるPS検層孔の地質柱状図及び速度構造の比較を行い、建物・構築物直下の地下構造の特徴について整理した。

- R5-Q7孔及びN6-V孔については、N6_-4孔と比較し、軽石凝灰岩が厚く分布しているが、速度構造としては、いずれの孔においても同程度の深さにおいて速度のコントラストを有することを確認。
- O-E5孔については、N6_-4孔と比較し、軽石凝灰岩が深く分布し、S波速度が小さいものの、他の3孔と同程度の深さにおいて速度境界を有することを確認。
- R5-Q7孔及びO-E5孔の軽石凝灰岩と軽石質砂岩の岩種境界はN6_-4孔に比べ深いものの、その境界においては、速度のコントラストは無いことを確認。

➢ 以上のことから、本グループにおけるPS検層データについては、同じ地下構造であると判断できることから、平均化した物性値として整理する。



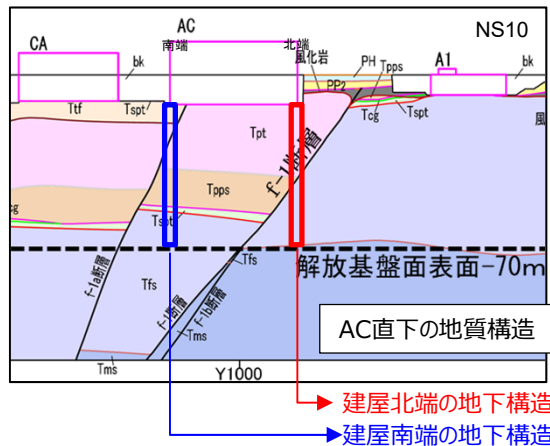
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.8 ACグループのデータ整理

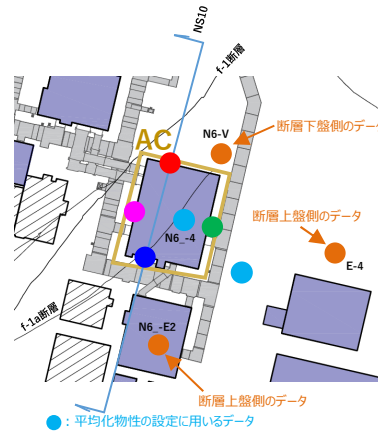
■ A. 岩盤部分の物性値等

● 断層等の影響により、グループ内で地質構造が異なる場合の地盤応答への影響（ACグループ）

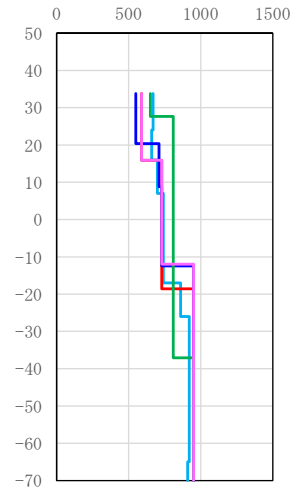
- ACについては、直下において断層を境として異なる岩種の分布が確認されることから、断層による岩種分布の違いが入力地震動へ及ぼす影響を確認。
- 応答スペクトル形状はACグループの平均化物性に基づく地盤応答（図中●）と、建屋直下各位置の地盤応答（図中●、●、●、●）の傾向は同様となっていることから、断層による地盤応答への影響は小さいと考えられるものの、応答スペクトルの振幅については差が生じている。
- 直下に断層があるACについては、断層による影響が否定できず、ACの1次固有周期より短周期側では差が生じていることから、「基本地盤モデル」設定においては、上記の振幅の差にも留意し、その他のパラメータの保守性等も考慮したうえで物性値等を設定する。



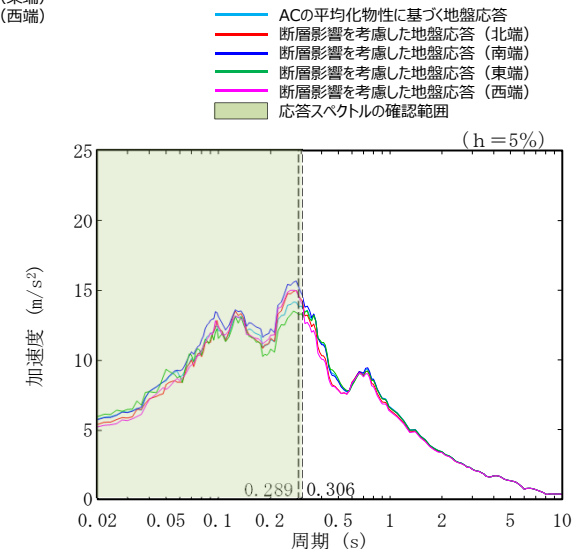
AC直下に存在する断層による地下構造の不連続性（南北断面の例）



- ACの平均化物性
- 建屋直下各位置の地盤物性（北端）
- 建屋直下各位置の地盤物性（南端）
- 建屋直下各位置の地盤物性（東端）
- 建屋直下各位置の地盤物性（西端）



AC直下各位置の速度構造



注記：縦点線はACの一次固有周期（NS方向及びEW方向）を示す。
基礎底面レベルの応答スペクトル

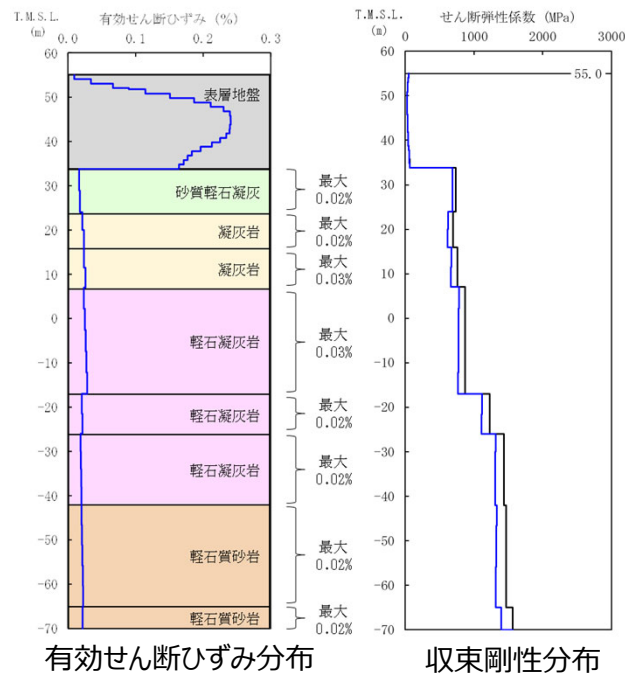
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.8 ACグループのデータ整理

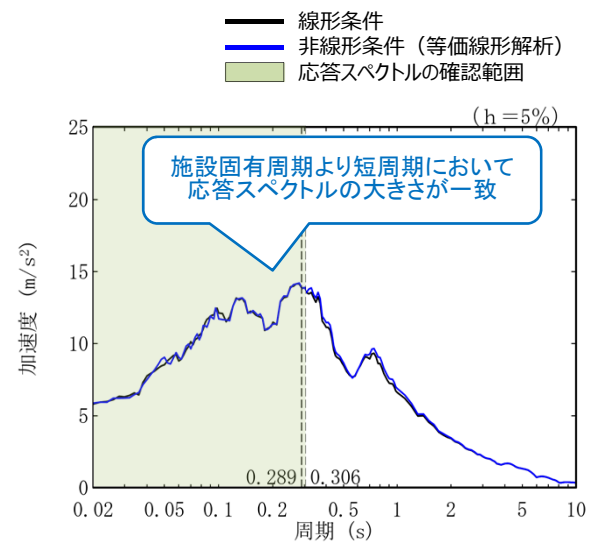
■ B.岩盤部分の剛性の非線形性

● Ss地震時の岩盤部分の非線形レベル及び非線形性が入力地震動に与える影響確認

- 非線形条件とした場合と線形条件とした場合の地盤のせん断ひずみ度及び入力地震動の応答スペクトルを比較した結果、施設固有周期より短周期において応答スペクトルの大きさが一致することから、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。



地盤の等価線形解析結果 (AC)



注記：縦点線はACの一次固有周期（NS方向及びEW方向）を示す。

線形条件及び非線形条件における基礎底面レベルの入力地震動の比較 (AC)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.8 ACグループのデータ整理

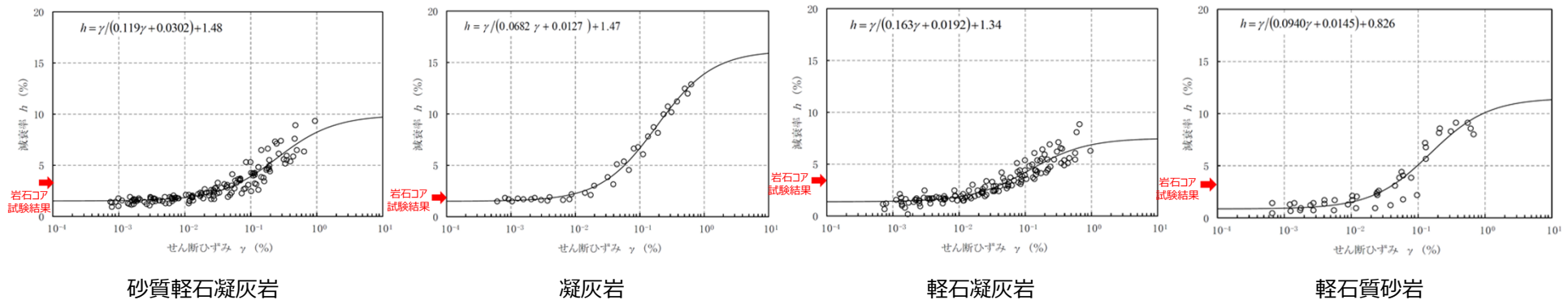
■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-1：三軸圧縮試験

- 三軸圧縮試験において元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数（せん断ひずみ10⁻²%以下）における減衰定数の値は、概ね一定に収束している。
- ACグループにて考慮する岩種のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ ）によれば、地盤の材料減衰は、地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。

● C-2：岩石コア試験

- ACグループにて考慮する岩種の岩石コア試験（パルスライズタイム法）に基づく材料減衰は、三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値に対して同等または上回る結果が得られている。
- この傾向は、スペクトル比ほど顕著ではないと考えられるものの、試験におけるリファレンス（アルミ供試体）と岩石コアの透過波の周波数成分の乖離が影響し、減衰を大きく評価したためであると考えられる。



岩盤部分のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ 曲線）及び岩石コア試験結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.8 ACグループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-3：地震観測記録を用いた同定

- ACグループでは、東側地盤観測点の地震観測記録を用いて以下のとおり減衰定数を同定。
- 減衰定数の同定結果の信頼区間は周期0.1s～1sの範囲であるが、その範囲外の周期に外挿した設定を行った上で、地震観測記録を用いたシミュレーション解析を実施。
- シミュレーション解析の結果、外挿範囲も含む全周期帯において、シミュレーション解析結果は地震観測記録と概ね同等または上回ることから、減衰定数は適切に同定されている。

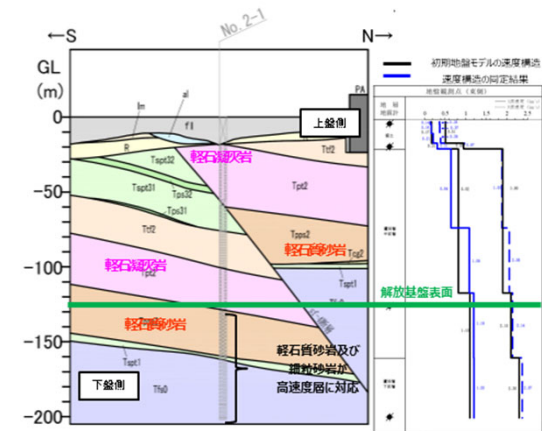
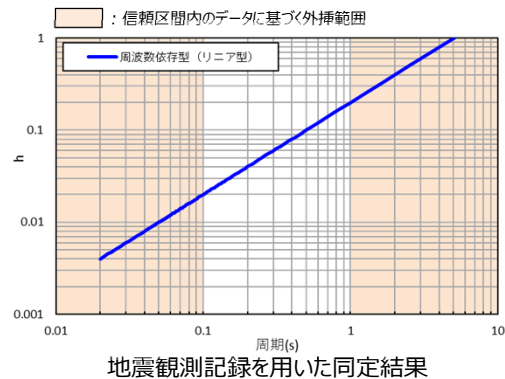


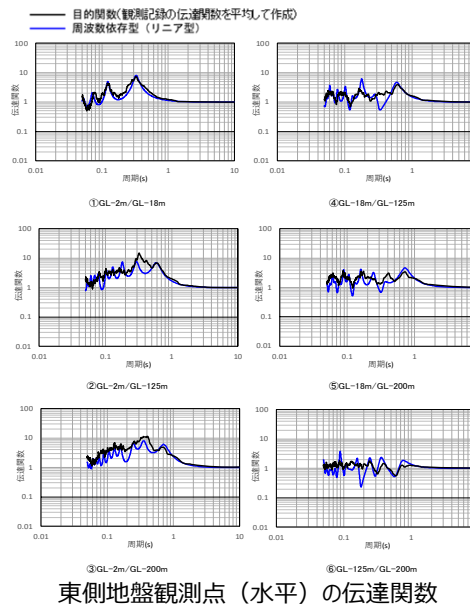
図 地震観測位置の地質断面図及び速度構造・速度境界の同定結果



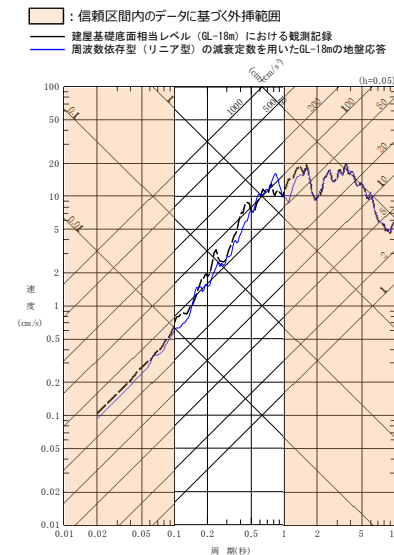
地震観測記録を用いた同定結果

注1：地震観測記録を用いた同定結果において観測記録との整合性の良い0.1sよりも長周期側が信頼区間となるが、シミュレーション解析を行う上で、0.1sよりも短周期側の減衰定数を設定する必要があるため、0.1sよりも短周期側については、各ケースの評価された減衰定数を外挿して設定。また、シミュレーション解析上は $h=1.0$ で頭打ちとなるよう設定している。

注2：佐藤ほか(2006)においては周期1s以上の長周期側を解析対象外としているが、シミュレーション解析において長周期側も含んだ応答スペクトルの評価を行うことから、長周期側にも解析対象を拡張している。



東側地盤観測点（水平）の伝達関数



(2011年3月11日14:46 (M9.0) EW成分の例)
地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

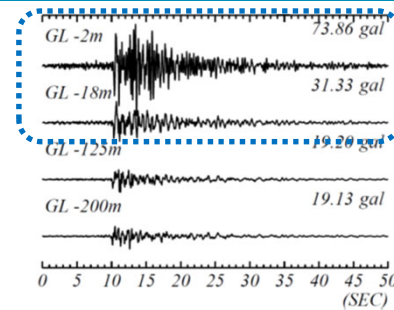
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.8 ACグループのデータ整理

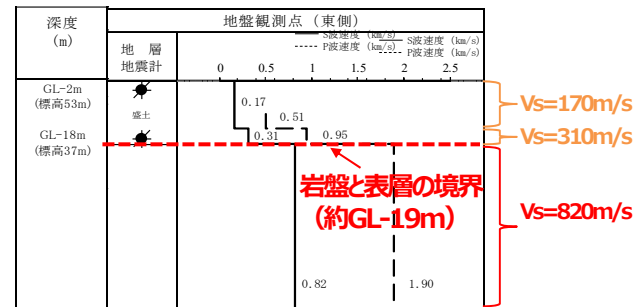
■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-4 : 地震波干渉法

- ACグループでは、東側地盤観測点の地震観測記録を用い、地震波干渉法の適用性を検討。
- 東側地盤においては、地震波の重複反射による影響が大きく、表層地盤における地盤応答が複雑な傾向となっている。
- 表層地盤における波形が、単純な入射と反射の現象とは異なる傾向を示す場合には、安定したデコンボリューション波形の算定が困難であり、本手法による検討はできないと判断した。



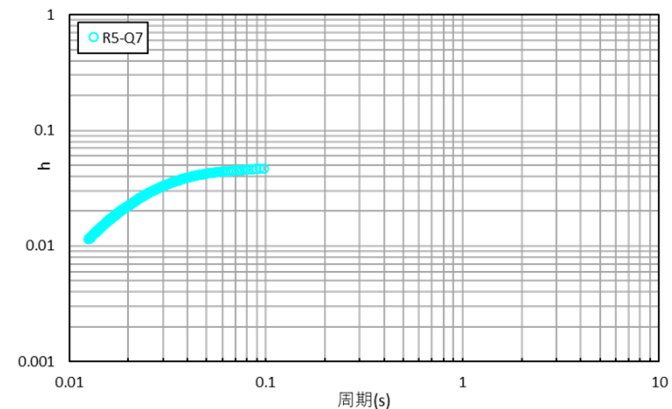
東側地盤
 ➔ 地表付近で後続波が現れ、時刻歴波形の形状が深部と異なる



表層地盤の層厚が中央地盤と比較して大きく、岩盤部分との速度構造のコントラストが大きい
 ➔ 表層地盤中の重複反射による影響が大きい

● C-5 : S波検層

- ACグループでは、R5-Q7孔におけるS波検層結果を参照。
- ACグループのS波検層データは、周期0.05sより長周期側の傾きは小さいものの、ごく短周期側では振動数依存性を有しており、散乱減衰が卓越している傾向。



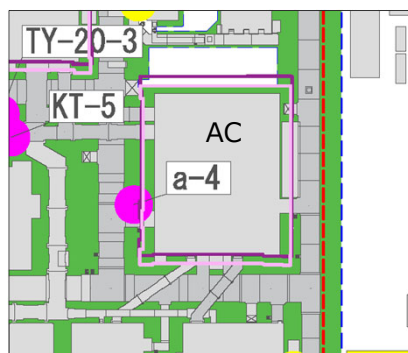
グループ内のS波検層結果の傾向分析結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

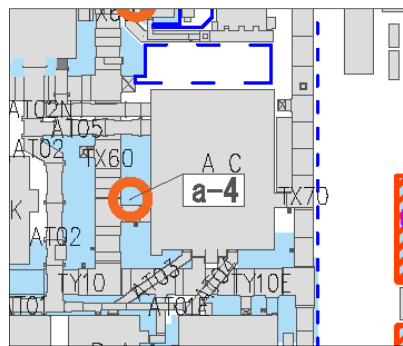
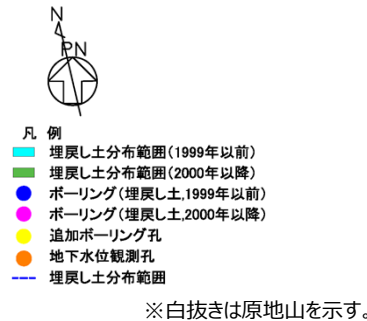
4.8 ACグループのデータ整理

■ D.表層地盤の物性値等

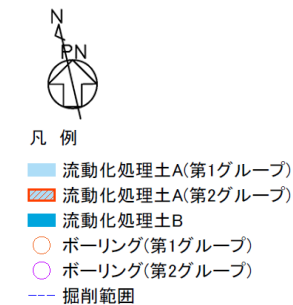
- ACグループの周囲は、AC建屋北側を除く3方向に表層地盤として2000年以降に施工した埋戻し土が広く分布。
- また、洞道周辺等の局部において、埋戻し土よりも剛性の大きい流動化処理土が分布。
- 上記の通り、表層地盤には異なる埋戻し材料が混在しているが、剛性の小さい地盤を一律に考慮することで、地盤のひずみが大きく評価され、さらに、岩盤との剛性のコントラストが大きくなることにより表層地盤における地震動の増幅が大きくなる傾向となることを鑑み、表層地盤の物性値としては、2.において施工年代によらず同一に整理した埋戻し土における深度依存回帰を用いる。



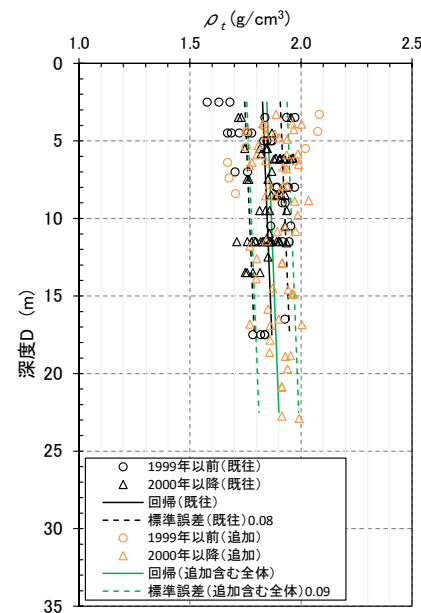
埋戻し土の分布図



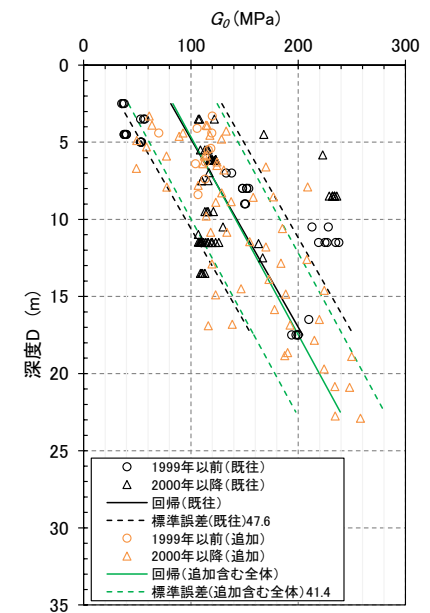
流動化処理土の分布図



ACグループにおける表層分布図



湿潤密度 ρ_t 分布図
(埋戻し土)



動せん断弾性係数 G_0 分布図
(埋戻し土)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.8 ACグループのデータ整理

■ 整理結果の取りまとめ

➤ 各因子について、着目点ごとに、各データの分析結果を以下にまとめて示す。

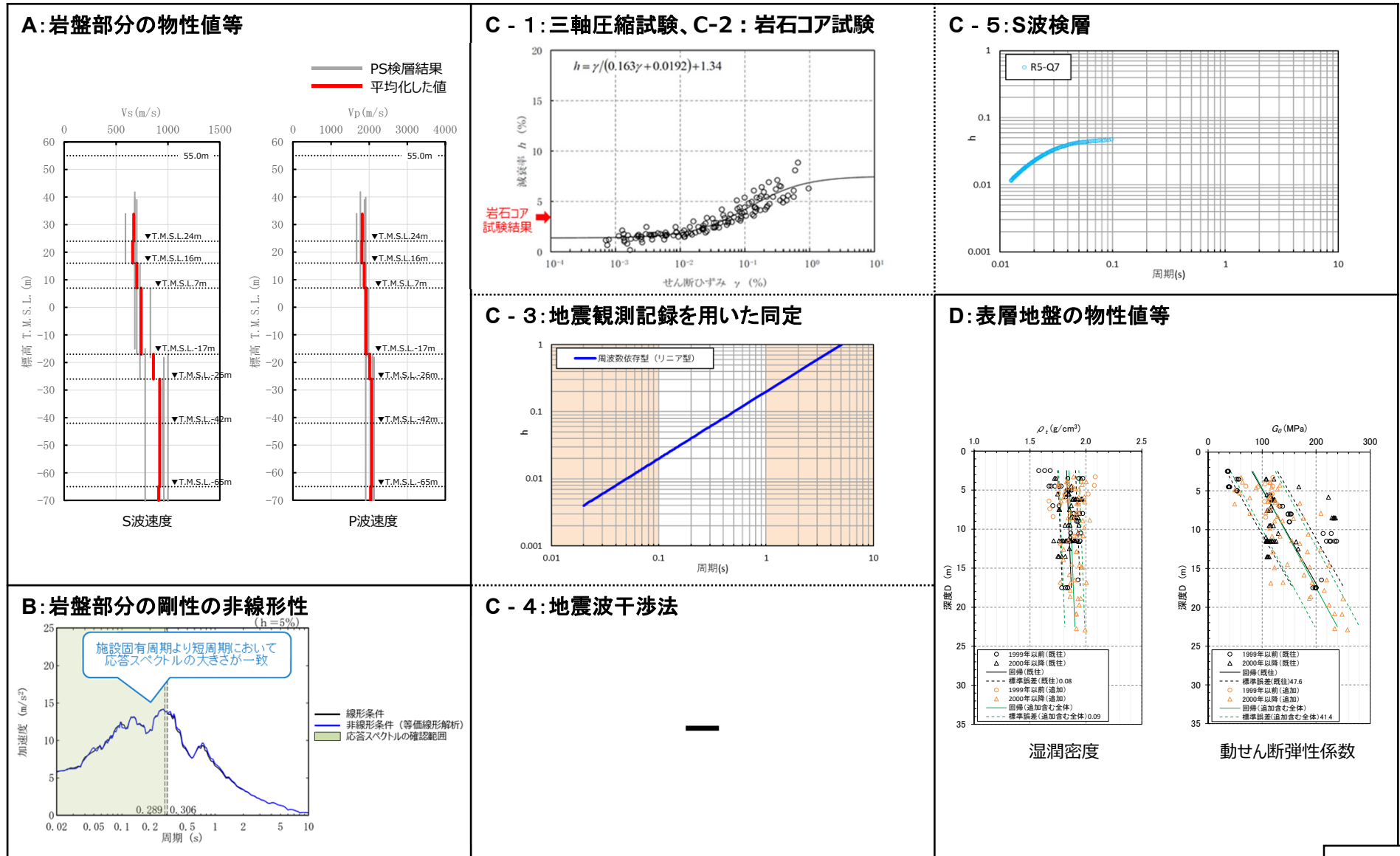
設定するパラメータ	A.岩盤部分の物性値等	B.岩盤部分の非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の物性値等
	速度構造 (層厚、 V_s, V_p, ρ)	ひずみ依存特性 (G/G_0 - γ 関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G_0, γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
科学的な着目点	<ul style="list-style-type: none"> 「3.」において整理した本グループに適用するPS検層結果は各地点における同じ地下構造におけるデータであると判断できることから、データを平均化した物性値として整理。 断層による入力地震動への影響は否定できないことから、「基本地盤モデル」設定において留意。 	<ul style="list-style-type: none"> Ss地震の振幅レベルにおいても、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数の値は概ね一定に収束。 地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> 三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値に対して同等または上回る。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震観測記録から同定された減衰定数は、地震観測記録をよく説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤中の重複反射の影響により、安定したデコンボリューション波形の算定が困難であり、本手法による検討は出来ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ごく短周期側まで周波数依存性を有しており、散乱減衰が卓越。 	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し土と流動化処理土が分布しているが、表層地盤における地震応答が大きくなること、また地盤のひずみも大きくなることから、埋戻し土の深度依存回帰として整理。

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.8 ACグループのデータ整理

■ 整理結果のとりまとめ

□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲



4. データの整理

4.9 CAグループ

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.9 CAグループのデータ整理

■ A. 岩盤部分の物性値等

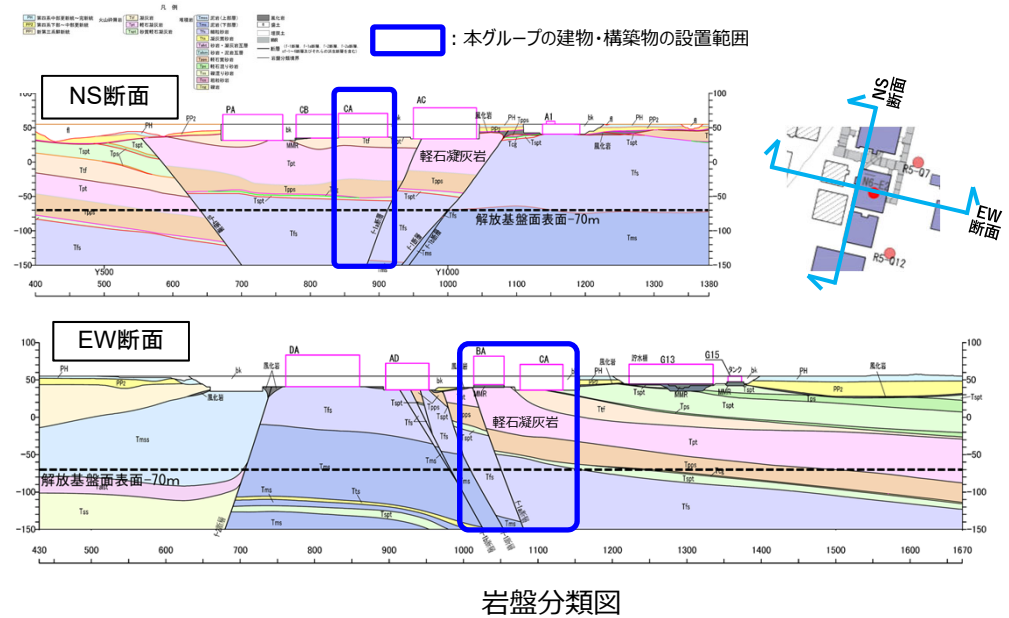
● 岩盤部分のPS検層（a.-①、a.-②）

▶ 岩盤分類図を用いて本グループの地下構造について確認し、建物・構築物直下においては、鷹架層中部層の凝灰岩、軽石凝灰岩、軽石質砂岩が主に分布していることを確認した。

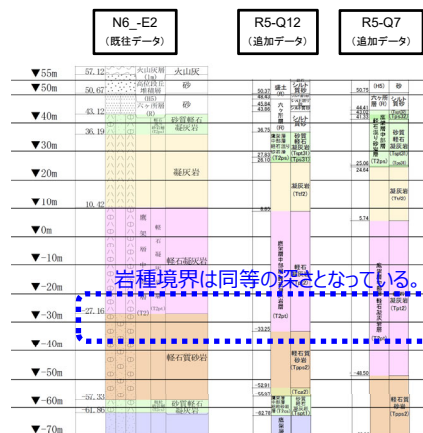
▶ PS検層（● + ● + ●）のうち、本グループにおけるPS検層孔の地質柱状図及び速度構造の比較を行い、建物・構築物直下の地下構造の特徴について整理した。

- N6_-E2孔及びR5-Q12孔については、凝灰岩と軽石凝灰岩及び軽石凝灰岩と軽石質砂岩の岩種境界の深さが同等となっていることを確認。
- R5-Q12孔の凝灰岩はN6_-E2孔と比べ薄いものの、凝灰岩においては速度のコントラストは無いことを確認。
- R5-Q7孔については、N6_-E2孔と比較し、軽石凝灰岩が厚く分布しているものの、同程度の深さにおいて速度のコントラストを有することを確認。
- N6_-E2孔については、T.M.S.L.10mよりも浅部において、他の孔と比較してS波速度が小さいデータが得られているが、他の孔位置との地下構造の差は無いことから、同種の岩盤における速度構造として扱うことに問題は無いと判断した。

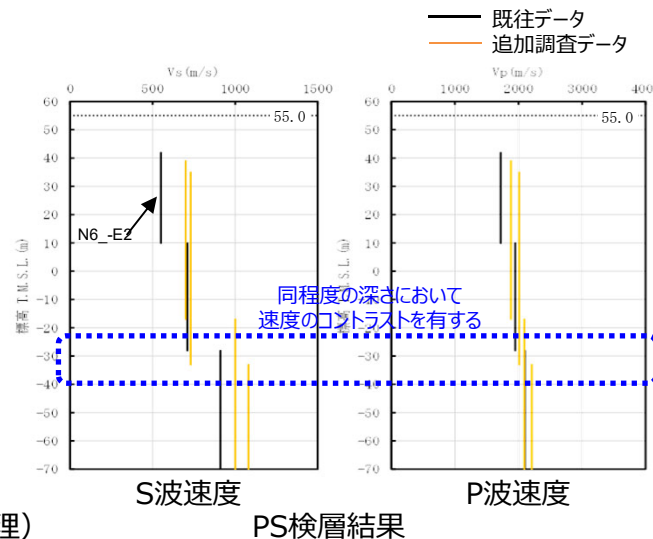
▶ 以上のことから、本グループにおけるPS検層データについては、同じ地下構造であると判断できることから、平均化した物性値として整理する。



岩盤分類図



地質柱状図の比較（グループ内の東西方向の順に整理）



PS検層結果

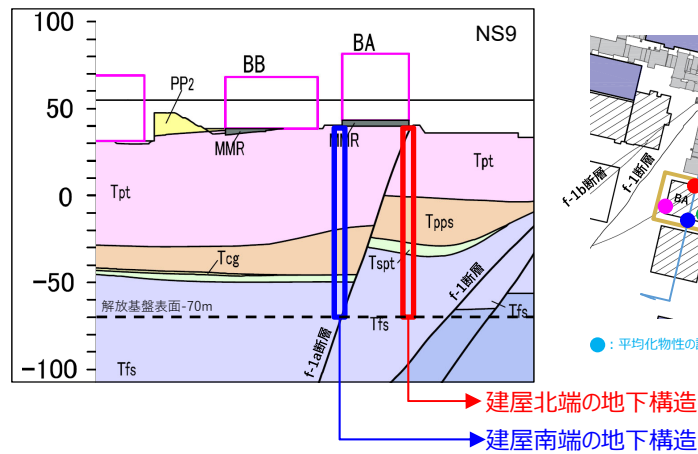
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.9 CAグループのデータ整理

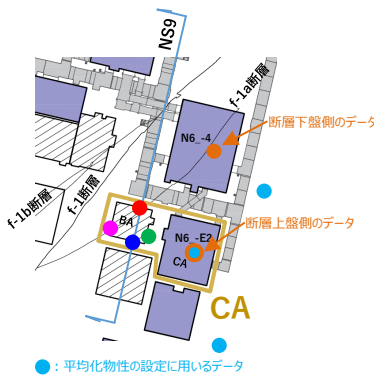
■ A. 岩盤部分の物性値等

● 断層等の影響により、グループ内で地質構造が異なる場合の地盤応答への影響（CAグループ）

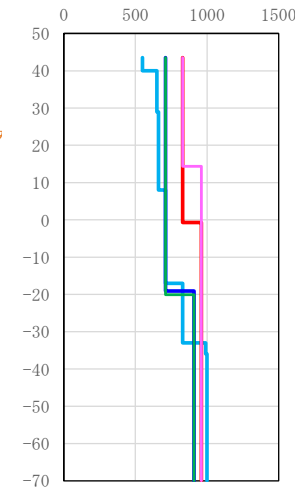
- BAについては、直下において断層を境として異なる岩種の分布が確認されることから、断層による岩種分布の違いが入力地震動へ及ぼす影響を確認。
- 建屋直下各位置の地盤物性（図中●、●、●、●）に対し、CAグループの平均化物性にに基づく地盤応答（図中●）は、建屋1次固有周期では大きい地盤応答を与え、断層による地盤応答への影響は小さいと考えられるものの、応答スペクトルの振幅については差が生じている。
- 直下に断層があるBAについては、断層による影響が否定できず、BAの1次固有周期より短周期側では差が生じていることから、「基本地盤モデル」設定においては、上記の振幅の差にも留意し、その他のパラメータの保守性等も考慮したうえで物性値等を設定する。



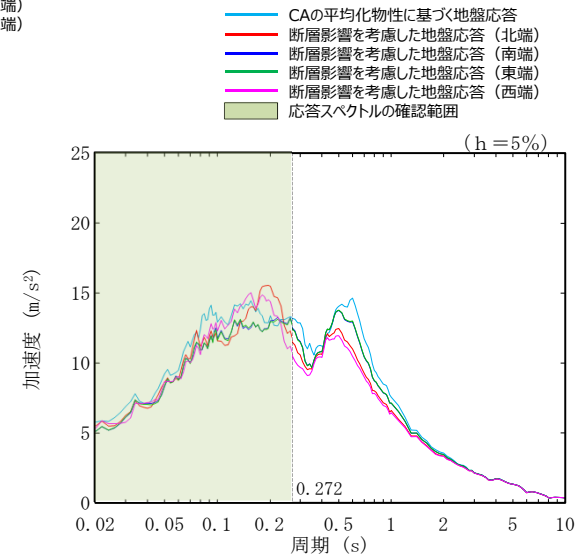
BA直下に存在する断層による地下構造の不連続性（南北断面の例）



— CAの平均化物性
 — 建屋直下各位置の地盤物性（北端）
 — 建屋直下各位置の地盤物性（南端）
 — 建屋直下各位置の地盤物性（東端）
 — 建屋直下各位置の地盤物性（西端）



BA直下各位置の速度構造



注記：縦点線はBAの一次固有周期（NS方向及びEW方向）を示す。
 基礎底面レベルの応答スペクトル

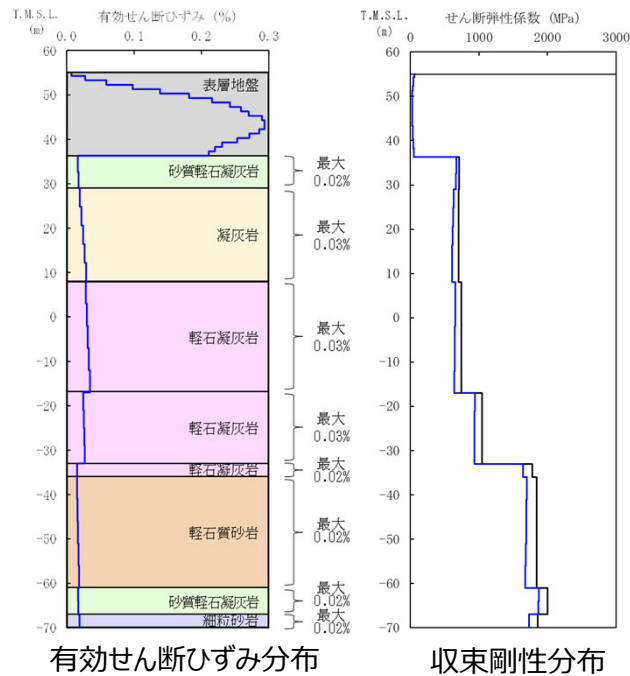
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.9 CAグループのデータ整理

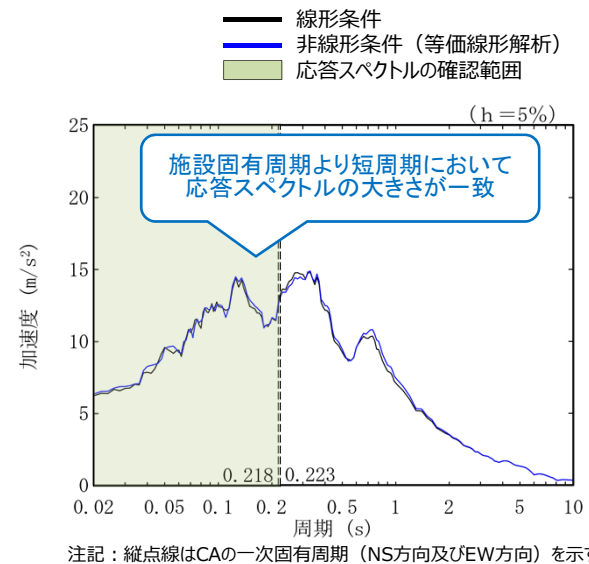
■ B.岩盤部分の剛性の非線形性

● Ss地震時の岩盤部分の非線形レベル及び非線形性が入力地震動に与える影響確認

- 非線形条件とした場合と線形条件とした場合の地盤のせん断ひずみ度及び入力地震動の応答スペクトルを比較した結果、施設固有周期より短周期において応答スペクトルの大きさが一致することから、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。



地盤の等価線形解析結果 (CA)



注記：縦点線はCAの一次固有周期（NS方向及びEW方向）を示す。

線形条件及び非線形条件における基礎底面レベルの入力地震動の比較 (CA)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.9 CAグループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-1：三軸圧縮試験

- 三軸圧縮試験において元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数（せん断ひずみ $10^{-2}\%$ 以下）における減衰定数の値は、概ね一定に収束している。
- CAグループにて考慮する岩種のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ ）によれば、地盤の材料減衰は、地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。

● C-2：岩石コア試験

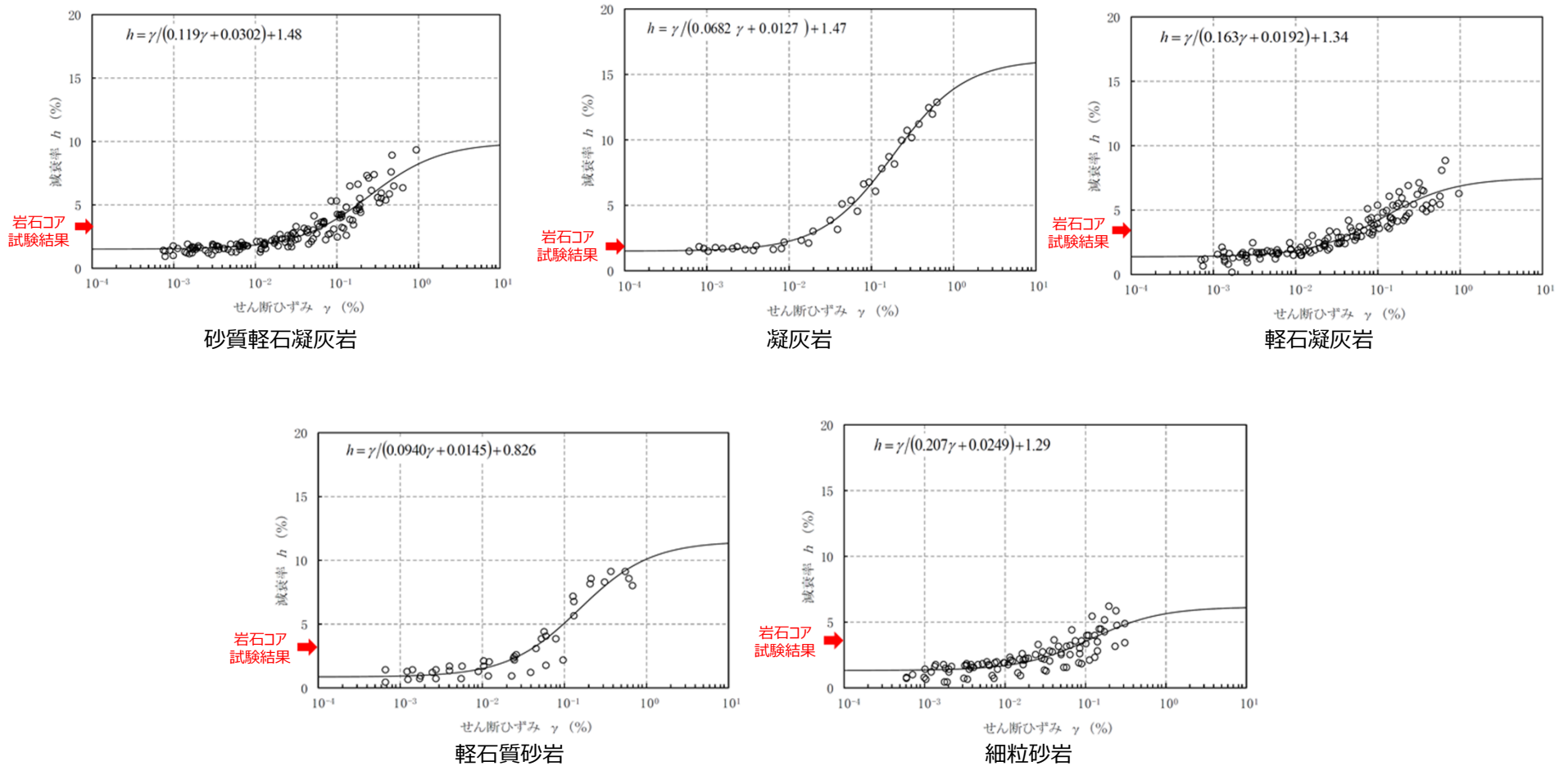
- CAグループにて考慮する岩種の岩石コア試験（パルスライズタイム法）に基づく材料減衰は、三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値に対して同等または上回る結果が得られている。
- この傾向は、スペクトル比ほど顕著ではないと考えられるものの、試験におけるリファレンス（アルミ供試体）と岩石コアの透過波の周波数成分の乖離が影響し、減衰を大きく評価したためであると考えられる。

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.9 CAグループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-1 : 三軸圧縮試験 / C-2 : 岩石コア試験



岩盤部分のひずみ依存特性 (h-γ曲線) 及び岩石コア試験結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.9 CAグループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-3：地震観測記録を用いた同定

- CAグループでは、東側地盤観測点の地震観測記録を用いて以下のとおり減衰定数を同定。
- 減衰定数の同定結果の信頼区間は周期0.1s～1sの範囲であるが、その範囲外の周期に外挿した設定を行った上で、地震観測記録を用いたシミュレーション解析を実施。
- シミュレーション解析の結果、外挿範囲も含む全周期帯において、シミュレーション解析結果は地震観測記録と概ね同等または上回ることから、減衰定数は適切に同定されている。

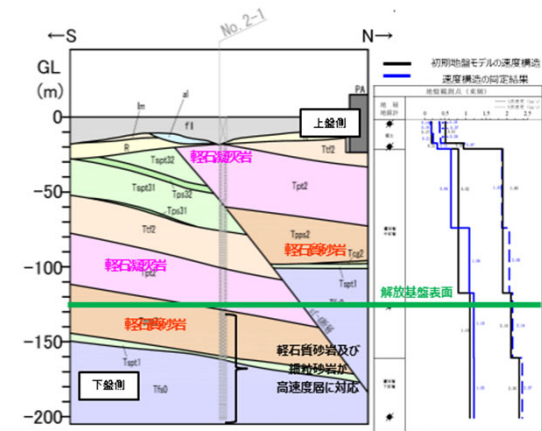
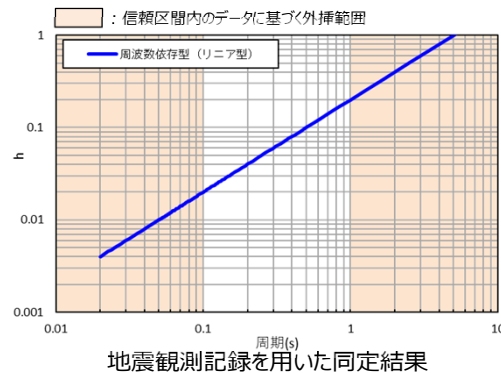


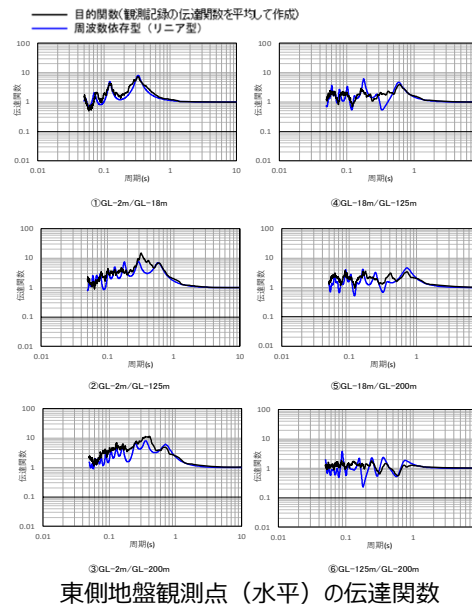
図 地震観測位置の地質断面図及び速度構造・速度境界の同定結果



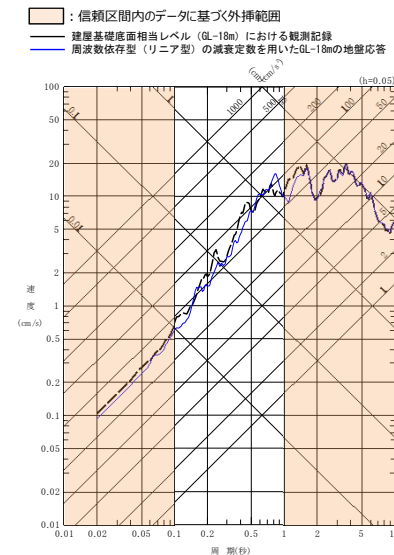
地震観測記録を用いた同定結果

注1：地震観測記録を用いた同定結果において観測記録との整合性の良い0.1sよりも長周期側が信頼区間となるが、シミュレーション解析を行う上で、0.1sよりも短周期側の減衰定数を設定する必要があるため、0.1sよりも短周期側については、各ケースの評価された減衰定数を外挿して設定。また、シミュレーション解析上は $h=1.0$ で頭打ちとなるよう設定している。

注2：佐藤ほか(2006)においては周期1s以上の長周期側を解析対象外としているが、シミュレーション解析において長周期側も含んだ応答スペクトルの評価を行うことから、長周期側にも解析対象を拡張している。



東側地盤観測点（水平）の伝達関数



(2011年3月11日14:46 (M9.0) EW成分の例)
地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

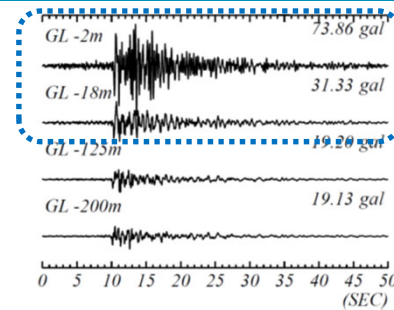
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.9 CAグループのデータ整理

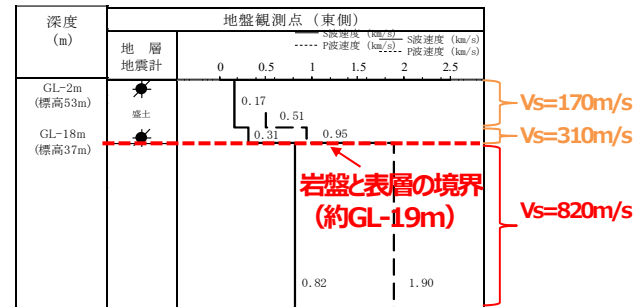
■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-4 : 地震波干渉法

- CAグループでは、東側地盤観測点の地震観測記録を用い、地震波干渉法の適用性を検討。
- 東側地盤においては、地震波の重複反射による影響が大きく、表層地盤における地盤応答が複雑な傾向となっている。
- 表層地盤における波形が、単純な入射と反射の現象とは異なる傾向を示す場合には、安定したデコンボリューション波形の算定が困難であり、本手法による検討はできないと判断した。



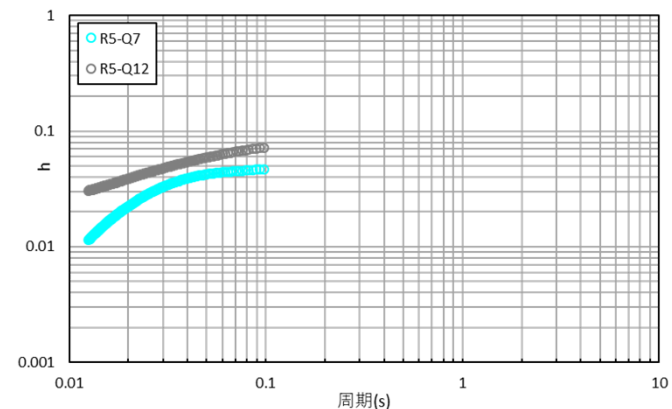
東側地盤
 → 地表付近で後続波が現れ、時刻歴波形の形状が深部と異なる



表層地盤の層厚が中央地盤と比較して大きく、岩盤部分との速度構造のコントラストが大きい
 → 表層地盤中の重複反射による影響が大きい

● C-5 : S波検層

- CAグループでは、R5-Q7孔及びR5-Q12孔におけるS波検層結果を参照。
- CAグループのS波検層データは、R5-Q7孔において周期0.05sより長周期側の傾きは小さいものの、いずれの孔もごく短周期側では振動数依存性を有しており、散乱減衰が卓越している傾向。



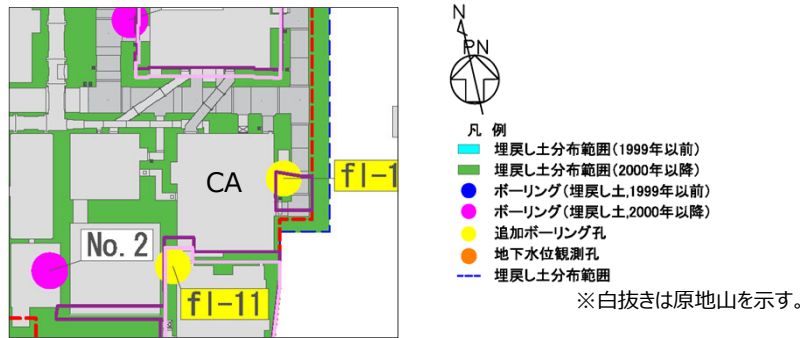
グループ内のS波検層結果の傾向分析結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

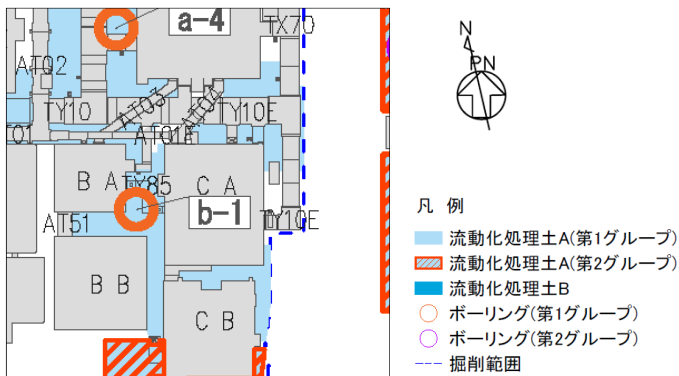
4.9 CAグループのデータ整理

■ D.表層地盤の物性値等

- CAグループの周囲は、表層地盤として2000年以降に施工した埋戻し土が全周に広く分布。
- また、洞道周辺及び建屋間の狭隘部には、埋戻し土よりも剛性の大きい流動化処理土が分布。
- 上記の通り、表層地盤には異なる埋戻し材料が混在しているが、剛性の小さい地盤を一律に考慮することで、地盤のひずみが大きく評価され、さらに、岩盤との剛性のコントラストが大きくなることにより表層地盤における地震動の増幅が大きくなる傾向となることを鑑み、表層地盤の物性値としては、2.において施工年代によらず同一に整理した埋戻し土における深度依存回帰を用いる。

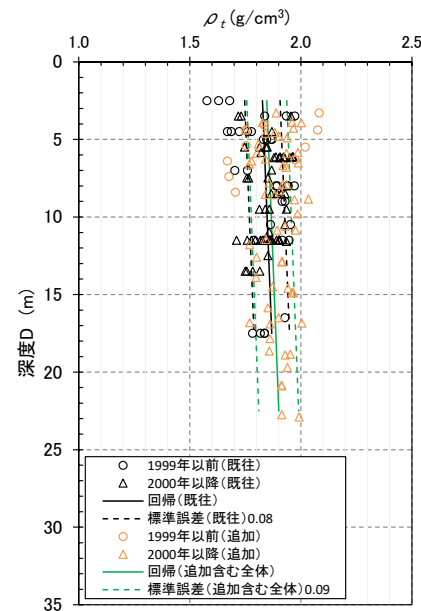


埋戻し土の分布図

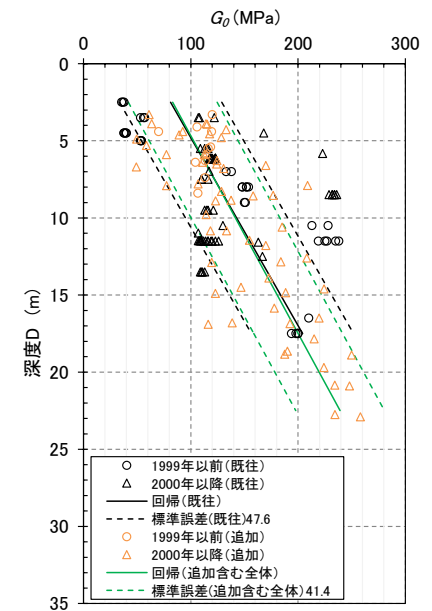


流動化処理土の分布図

CAグループにおける表層分布図



湿潤密度 ρ_t 分布図
(埋戻し土)



動せん断弾性係数 G_0 分布図
(埋戻し土)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.9 CAグループのデータ整理

■ 整理結果の取りまとめ

➤ 各因子について、着目点ごとに、各データの分析結果を以下にまとめて示す。

設定するパラメータ	A.岩盤部分の物性値等	B.岩盤部分の非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の物性値等
	速度構造 (層厚、 V_s, V_p, ρ)	ひずみ依存特性 ($G/G_0-\gamma$ 関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G_0, γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
科学的な着目点	<ul style="list-style-type: none"> 「3.」において整理した本グループに適用するPS検層結果は各地点における同じ地下構造におけるデータであると判断できることから、データを平均化した物性値として整理。 断層による入力地震動への影響は否定できないことから、「基本地盤モデル」設定において留意。 	<ul style="list-style-type: none"> Ss地震の振幅レベルにおいても、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数の値は概ね一定に収束。 地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> 三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値に対して同等または上回る。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震観測記録から同定された減衰定数は、地震観測記録をよく説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤中の重複反射の影響により、安定したデコンボリューション波形の算定が困難であり、本手法による検討は出来ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ごく短周期側まで周波数依存性を有しており、散乱減衰が卓越。 	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し土と流動化処理土が分布しているが、表層地盤における地震応答が大きくなること、また地盤のひずみも大きくなることから、埋戻し土の深度依存回帰として整理。

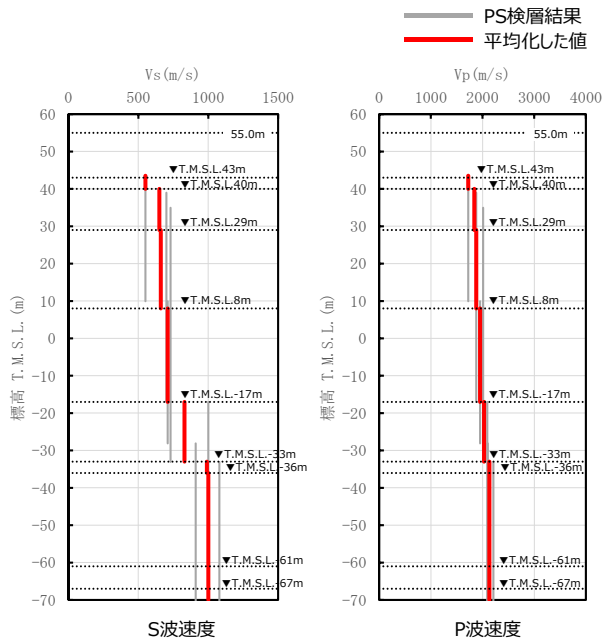
基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.9 CAグループのデータ整理

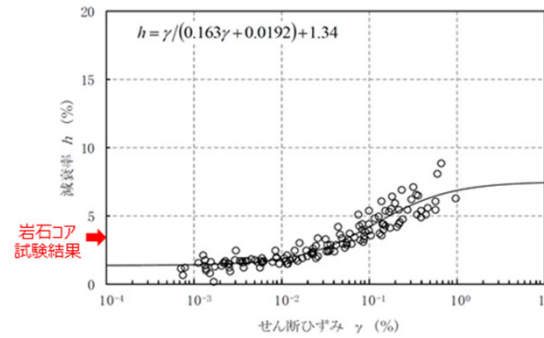
■ 整理結果のとりまとめ

□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲

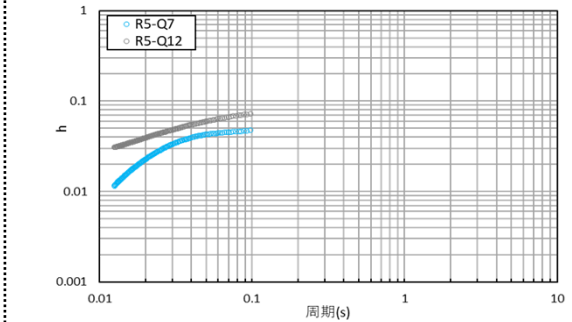
A: 岩盤部分の物性値等



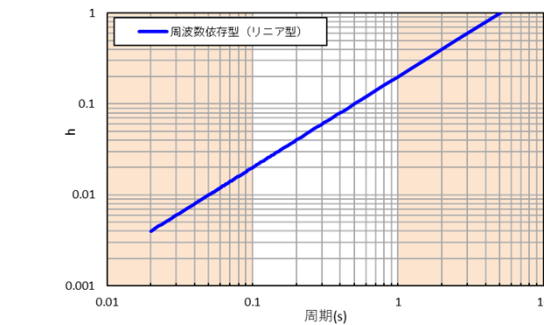
C - 1: 三軸圧縮試験、C-2: 岩石コア試験



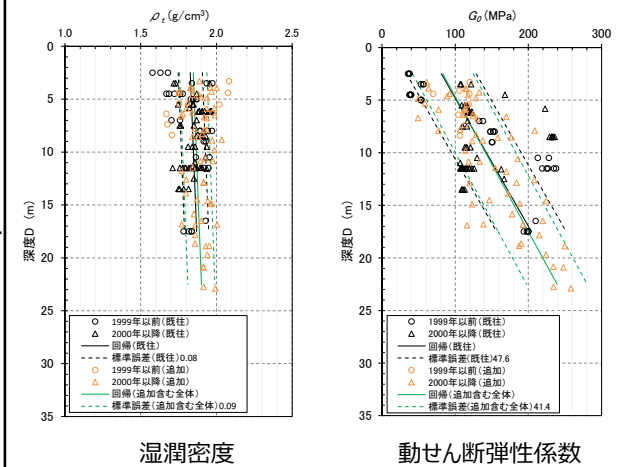
C - 5: S波検層



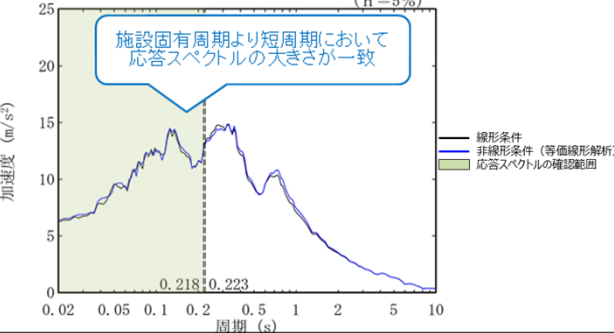
C - 3: 地震観測記録を用いた同定



D: 表層地盤の物性値等



B: 岩盤部分の剛性の非線形性 (h=5%)



C - 4: 地震波干渉法

—

4. データの整理

4.10 CBグループ

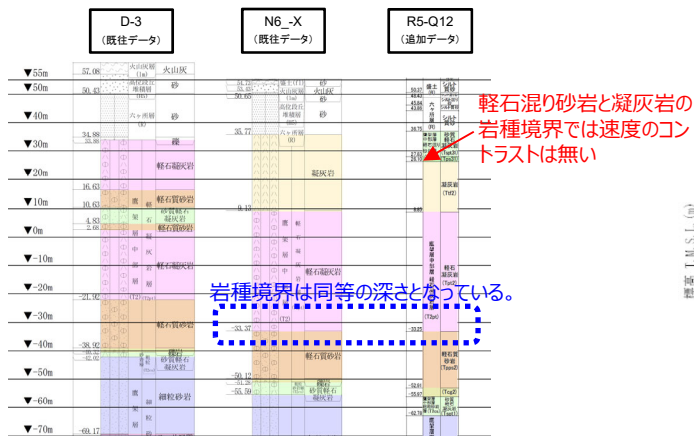
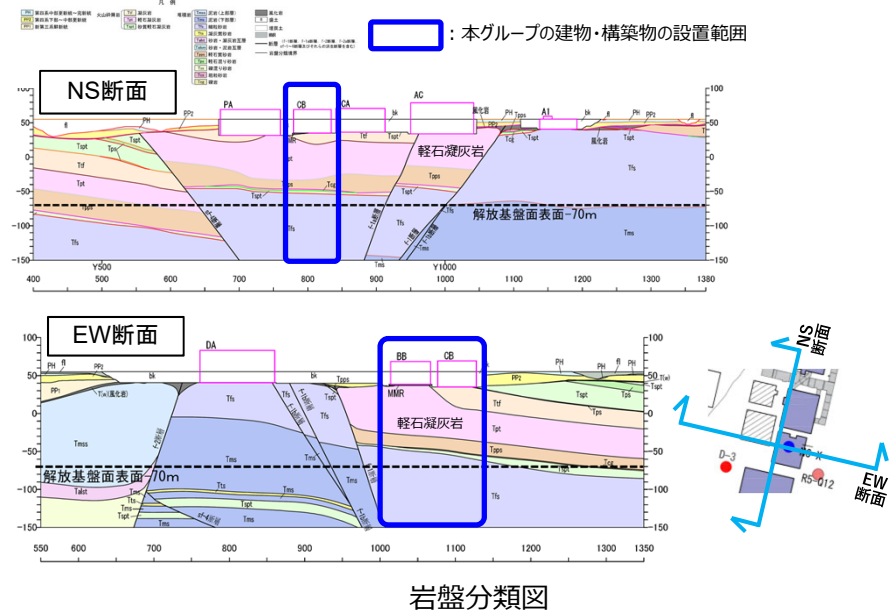
基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.10 CBグループのデータ整理

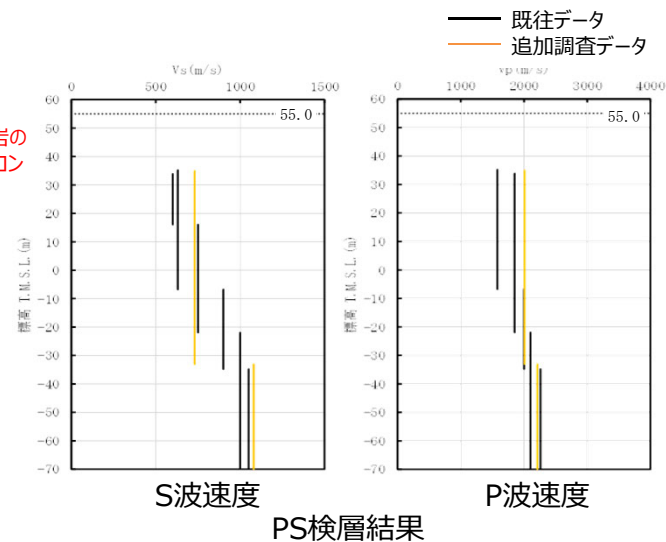
■ A. 岩盤部分の物性値等

● 岩盤部分のPS検層 (a.-①、a.-②)

- 岩盤分類図を用いて本グループの地下構造について確認し、建物・構築物直下においては、鷹架層中部層の凝灰岩、軽石凝灰岩、軽石質砂岩が主に分布していることを確認した。
- 本グループの建物・構築物直下においては、岩種の分布に差を与えるような断層は見られない。
- PS検層 (● + ● + ●) のうち、本グループにおけるPS検層孔の地質柱状図及び速度構造の比較を行い、建物・構築物直下の地下構造の特徴について整理した。
 - N6_-X孔及びR5-Q12孔については、凝灰岩と軽石凝灰岩及び軽石凝灰岩と軽石質砂岩の岩種境界の深さが同等となっていることを確認。
 - D-3孔については、N6_-X孔と同様に軽石凝灰岩と軽石質砂岩の岩種境界に速度のコントラストを有することを確認。
 - R5-Q12孔の凝灰岩はN6_-X孔と比べ薄いものの、凝灰岩においては速度のコントラストは無いことを確認。
 - R5-Q12孔の浅部にN6_-X孔に見られない砂質軽石凝灰岩及び軽石混り砂岩が分布しているものの、当該深さにおいて速度のコントラストは無いことを確認。
- 以上のことから、本グループにおけるPS検層データについては、同じ地下構造であると判断できることから、平均化した物性値として整理する。



地質柱状図の比較 (グループ内の東西方向の順に整理)



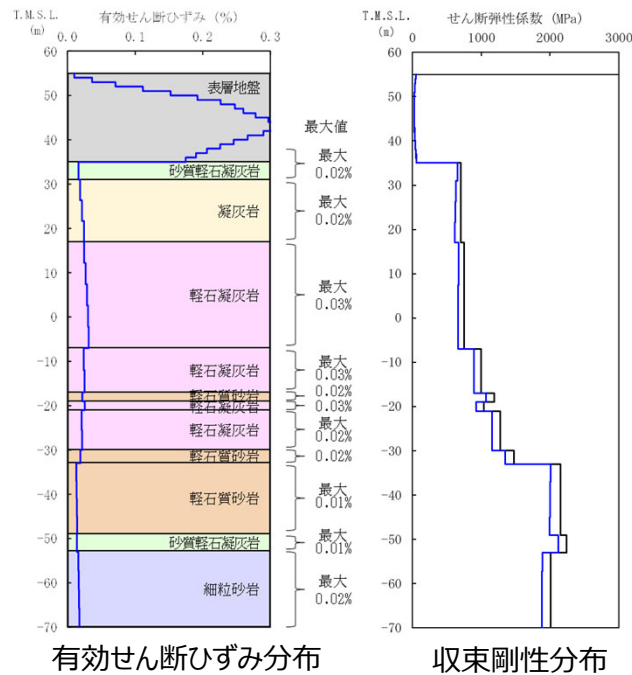
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.10 CBグループのデータ整理

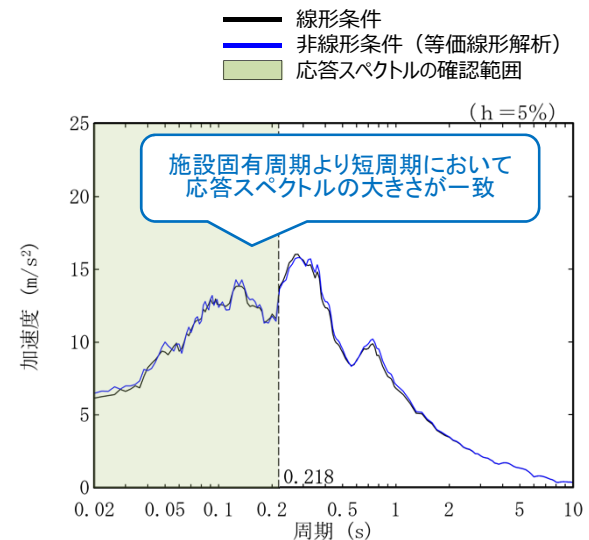
■ B.岩盤部分の剛性の非線形性

● Ss地震時の岩盤部分の非線形レベル及び非線形性が入力地震動に与える影響確認

- 非線形条件とした場合と線形条件とした場合の地盤のせん断ひずみ度及び入力地震動の応答スペクトルを比較した結果、施設固有周期より短周期において応答スペクトルの大きさが一致することから、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。



地盤の等価線形解析結果 (CB)



注記：縦点線はCBの一次固有周期 (NS方向及びEW方向) を示す。

線形条件及び非線形条件における基礎底面レベルの入力地震動の比較 (CB)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.10 CBグループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-1：三軸圧縮試験

- 三軸圧縮試験において元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数（せん断ひずみ $10^{-2}\%$ 以下）における減衰定数の値は、概ね一定に収束している。
- CBグループにて考慮する岩種のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ ）によれば、地盤の材料減衰は、地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。

● C-2：岩石コア試験

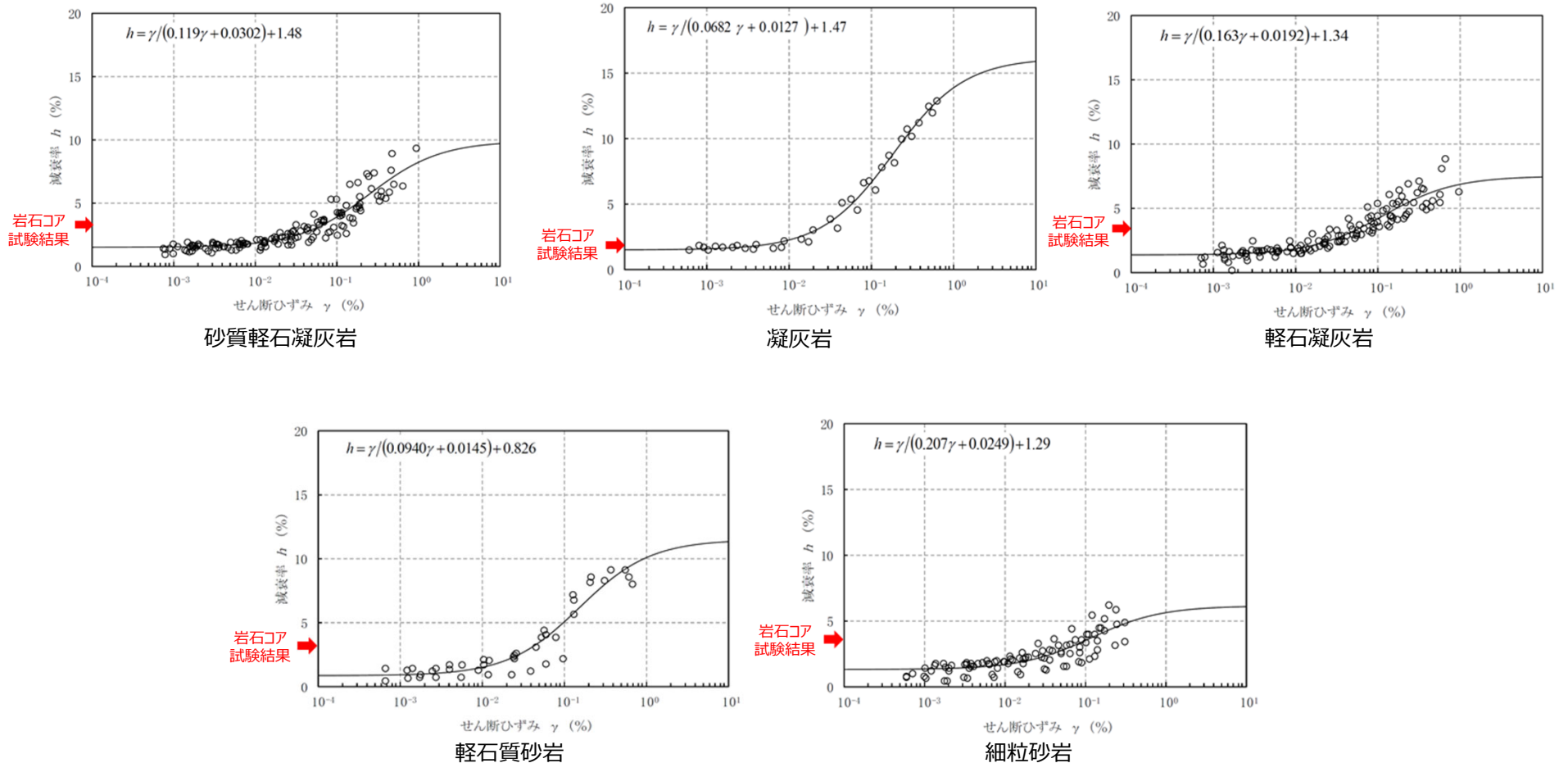
- CBグループにて考慮する岩種の岩石コア試験（パルスライズタイム法）に基づく材料減衰は、三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値に対して同等または上回る結果が得られている。
- この傾向は、スペクトル比ほど顕著ではないと考えられるものの、試験におけるリファレンス（アルミ供試体）と岩石コアの透過波の周波数成分の乖離が影響し、減衰を大きく評価したためであると考えられる。

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.10 CBグループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-1：三軸圧縮試験／C-2：岩石コア試験



岩盤部分のひずみ依存特性（ h - γ 曲線）及び岩石コア試験結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.10 CBグループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-3 : 地震観測記録を用いた同定

- CBグループでは、東側地盤観測点の地震観測記録を用いて以下のとおり減衰定数を同定。
- 減衰定数の同定結果の信頼区間は周期0.1s~1sの範囲であるが、その範囲外の周期に外挿した設定を行った上で、地震観測記録を用いたシミュレーション解析を実施。
- シミュレーション解析の結果、外挿範囲も含む全周期帯において、シミュレーション解析結果は地震観測記録と概ね同等または上回ることから、減衰定数は適切に同定されている。

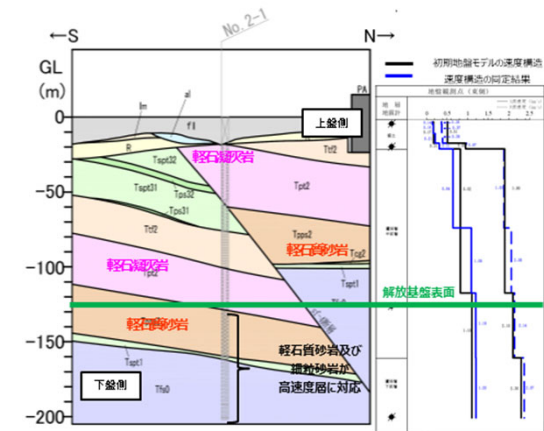
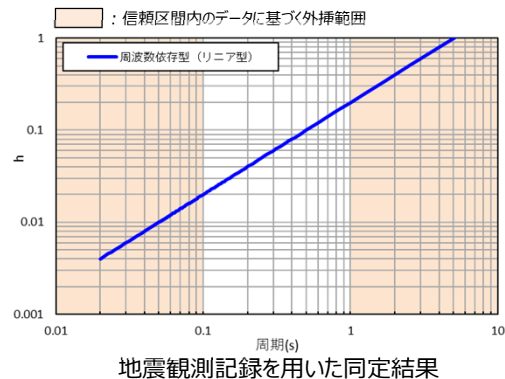


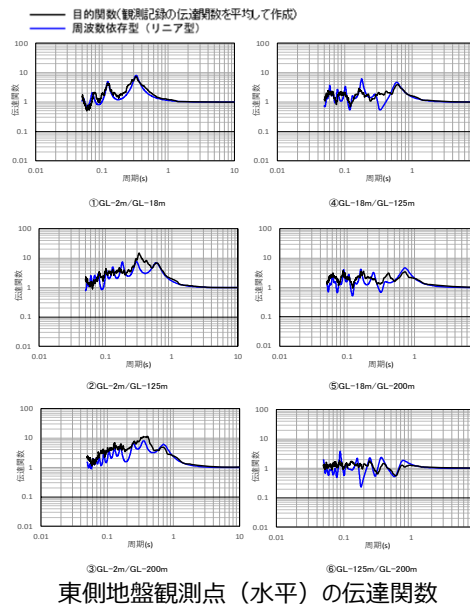
図 地震観測位置の地質断面図及び速度構造・速度境界の同定結果



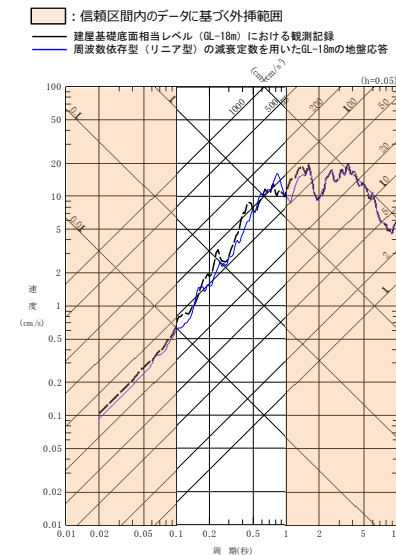
地震観測記録を用いた同定結果

注1: 地震観測記録を用いた同定結果において観測記録との整合性の良い0.1sよりも長周期側が信頼区間となるが、シミュレーション解析を行う上で、0.1sよりも短周期側の減衰定数を設定する必要があるため、0.1sよりも短周期側については、各ケースの評価された減衰定数を外挿して設定。また、シミュレーション解析上は $h=1.0$ で頭打ちとなるよう設定している。

注2: 佐藤ほか(2006)においては周期1s以上の長周期側を解析対象外としているが、シミュレーション解析において長周期側も含んだ応答スペクトルの評価を行うことから、長周期側にも解析対象を拡張している。



東側地盤観測点（水平）の伝達関数



(2011年3月11日14:46 (M9.0) EW成分の例)

地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

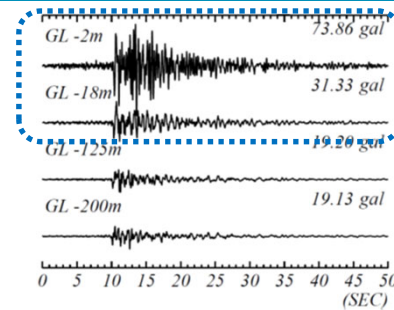
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.10 CBグループのデータ整理

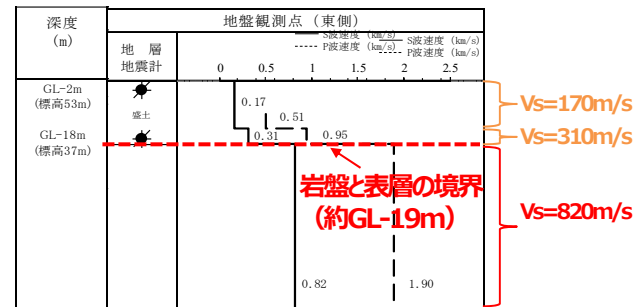
■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-4 : 地震波干渉法

- CBグループでは、東側地盤観測点の地震観測記録を用い、地震波干渉法の適用性を検討。
- 東側地盤においては、地震波の重複反射による影響が大きく、表層地盤における地盤応答が複雑な傾向となっている。
- 表層地盤における波形が、単純な入射と反射の現象とは異なる傾向を示す場合には、安定したデコンボリューション波形の算定が困難であり、本手法による検討はできないと判断した。



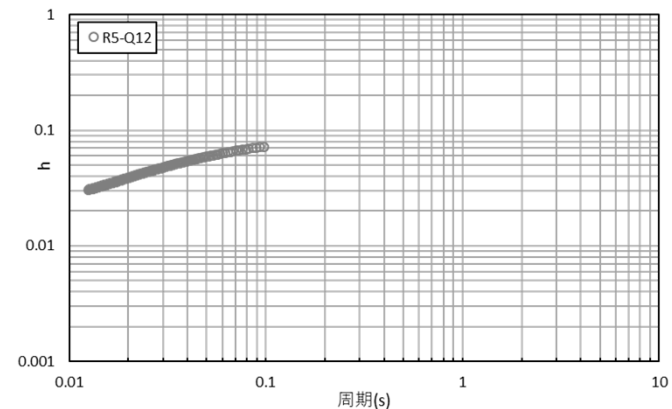
東側地盤
 → 地表付近で後続波が現れ、時刻歴波形の形状が深部と異なる



表層地盤の層厚が中央地盤と比較して大きく、岩盤部分との速度構造のコントラストが大きい
 → 表層地盤中の重複反射による影響が大きい

● C-5 : S波検層

- CBグループでは、R5-Q12孔におけるS波検層結果を参照。
- CBグループのS波検層データは、全体として振動数依存性を有しており、散乱減衰が卓越している傾向。



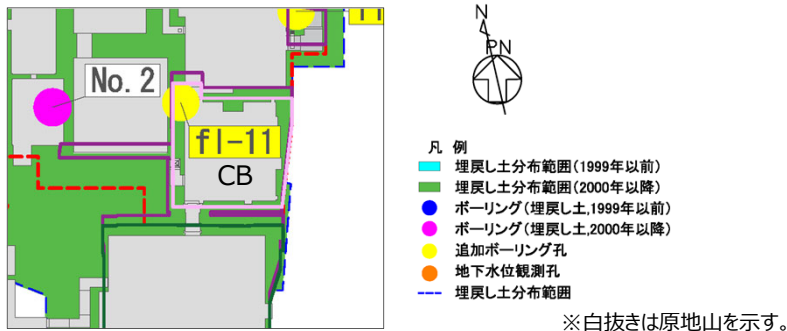
グループ内のS波検層結果の傾向分析結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

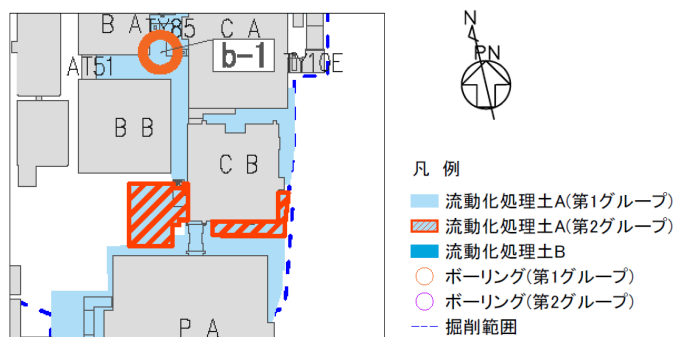
4.10 CBグループのデータ整理

■ D.表層地盤の物性値等

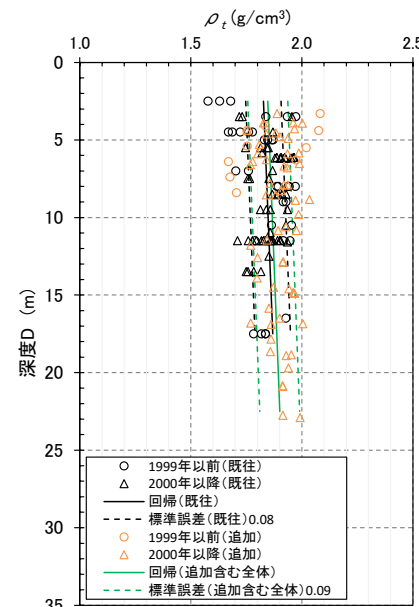
- CBグループの周囲は、表層地盤として2000年以降に施工した埋戻し土が分布。
- CB建屋については、洞道周辺や、建屋南側において、埋戻し土より剛性の大きい流動化処理土が主に分布している。
- また、建屋東側は山留掘削となっており、埋戻し土の分布範囲は狭いものの、建屋の3方向が埋戻し土よりも剛性の大きい地盤に囲まれている。
- 上記の通り、表層地盤には異なる埋戻し材料が混在しているが、剛性の小さい地盤を一律に考慮することで、地盤のひずみが大きく評価され、さらに、岩盤との剛性のコントラストが大きくなることにより表層地盤における地震動の増幅が大きくなる傾向となることを鑑み、表層地盤の物性値としては、2.において施工年代によらず同一に整理した埋戻し土における深度依存回帰を用いる。



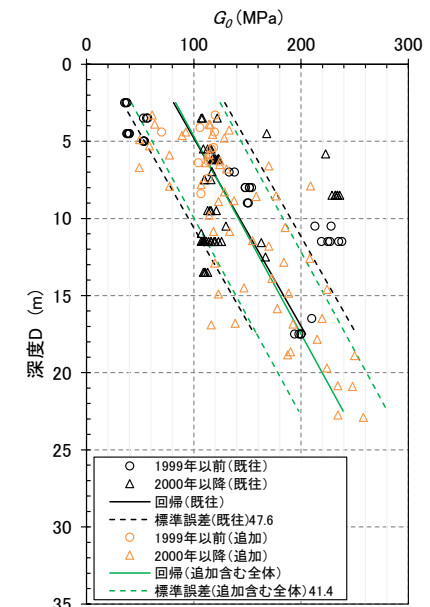
埋戻し土の分布図



流動化処理土の分布図
CBグループにおける表層分布図



湿潤密度 ρ_t 分布図
(埋戻し土)



動せん断弾性係数 G_0 分布図
(埋戻し土)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.10 CBグループのデータ整理

■ 整理結果の取りまとめ

➤ 各因子について、着目点ごとに、各データの分析結果を以下にまとめて示す。

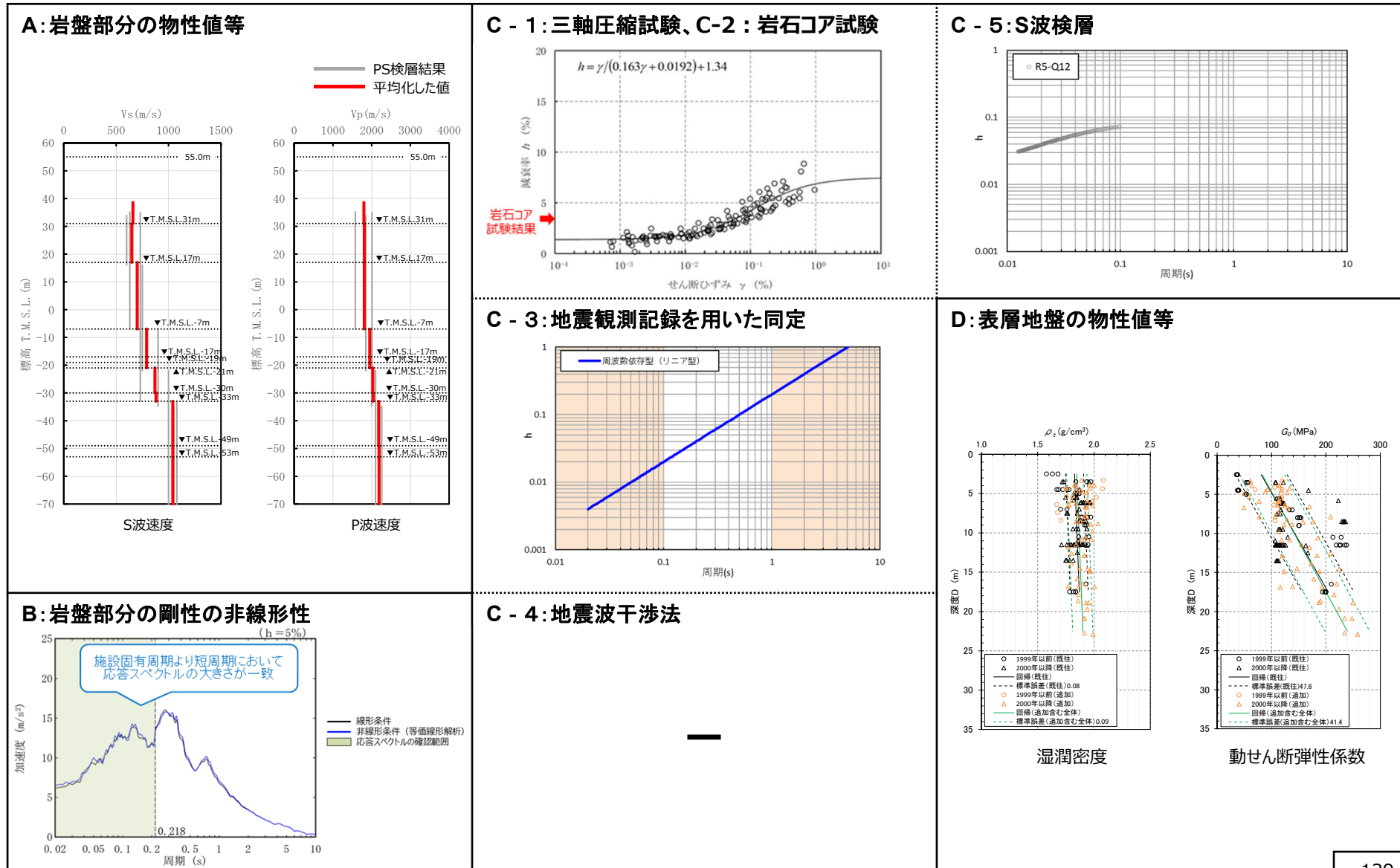
設定するパラメータ	A.岩盤部分の物性値等	B.岩盤部分の非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の物性値等
	速度構造 (層厚、 V_s, V_p, ρ)	ひずみ依存特性 ($G/G_0-\gamma$ 関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G_0, γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
科学的な着目点	<ul style="list-style-type: none"> 「3.」において整理した本グループに適用するPS検層結果は各地点における同じ地下構造におけるデータであると判断できることから、データを平均化した物性値として整理。 	<ul style="list-style-type: none"> Ss地震の振幅レベルにおいても、岩盤部分の非線形性が入力地震動の算定結果に及ぼす影響は小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数の値は概ね一定に収束。 地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> 三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値に対して同等または上回る。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震観測記録から同定された減衰定数は、地震観測記録をよく説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤中の重複反射の影響により、安定したデコンボリューション波形の算定が困難であり、本手法による検討は出来ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ごく短周期側まで周波数依存性を有しており、散乱減衰が卓越。 	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し土と流動化処理土が分布しているが、表層地盤における地震応答が大きくなること、また地盤のひずみも大きくなることから、埋戻し土の深度依存回帰として整理。

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.10 CBグループのデータ整理

■ 整理結果のとりまとめ

□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲



4. データの整理

4.11 AZ周辺グループ

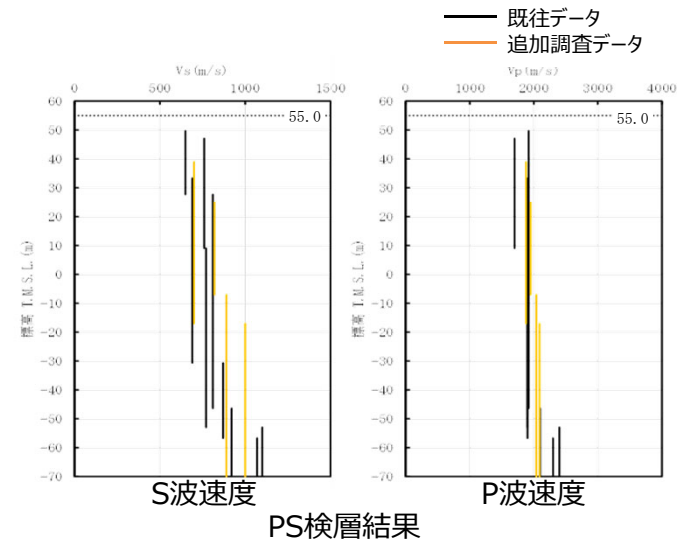
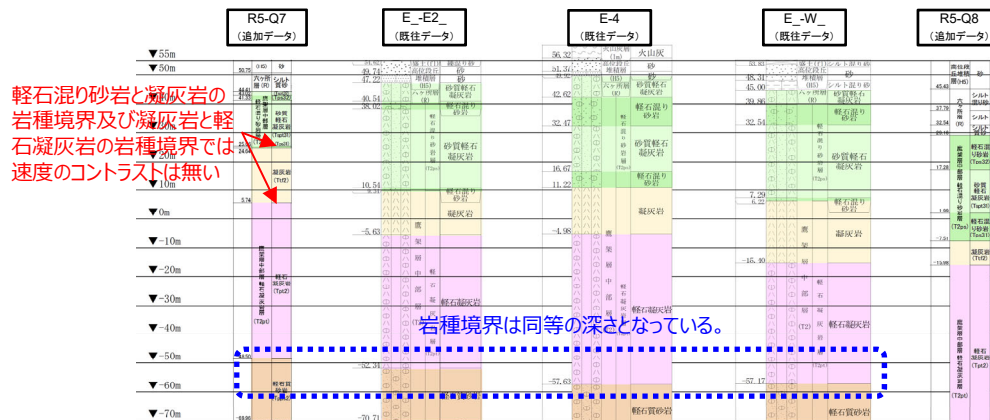
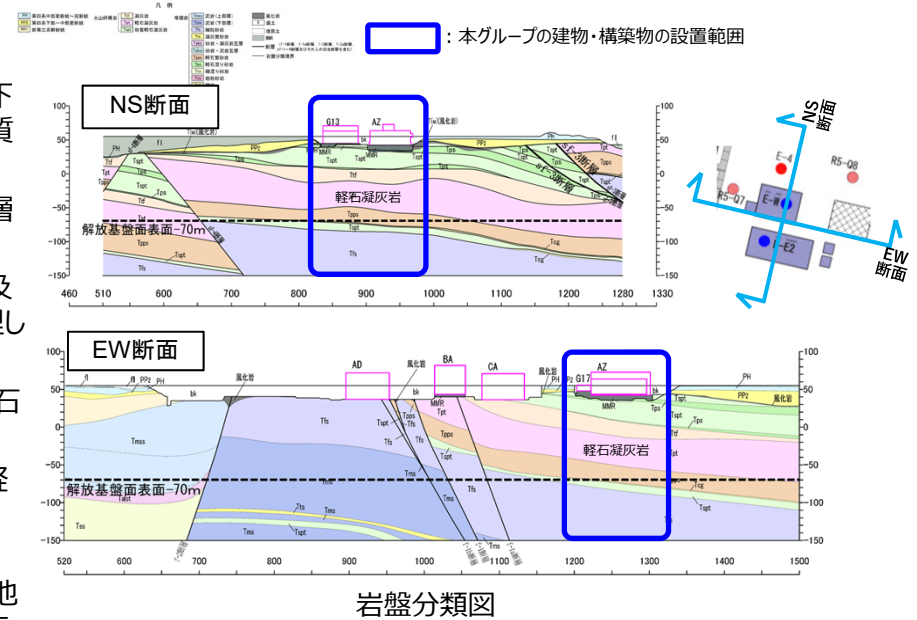
基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.11 AZ周辺グループのデータ整理

■ A. 岩盤部分の物性値等

● 岩盤部分のPS検層 (a.-①、a.-②)

- 岩盤分類図を用いて本グループの地下構造について確認し、建物・構築物直下においては、鷹架層中部層の砂質軽石凝灰岩、凝灰岩、軽石凝灰岩、軽石質砂岩が主に分布していることを確認した。
- 本グループの建物・構築物直下においては、岩種の分布に差を与えるような断層は見られない。
- PS検層 (● + ● + ●) のうち、本グループにおけるPS検層孔の地質柱状図及び速度構造の比較を行い、建物・構築物直下の地下構造の特徴について整理した。
 - E-W_孔、E-E2_孔、E-4孔及びR5-Q7孔については、軽石凝灰岩と軽石質砂岩の岩種境界の深さが同等となっていることを確認。
 - R5-Q7孔については、他地点と比べ、砂質軽石凝灰岩が薄く、凝灰岩及び軽石凝灰岩の岩種境界が浅いものの、岩種境界において、速度のコントラストは無いことを確認。
 - R5-Q8孔については、軽石凝灰岩が他地点と比べ厚くなっているものの、その他地点の軽石凝灰岩の速度 ($V_s=770\sim 1000\text{m/s}$) と比較し、同等の速度となっている。
- 以上のことから、本グループにおけるPS検層データについては、同じ地下構造であると判断できることから、平均化した物性値として整理する。



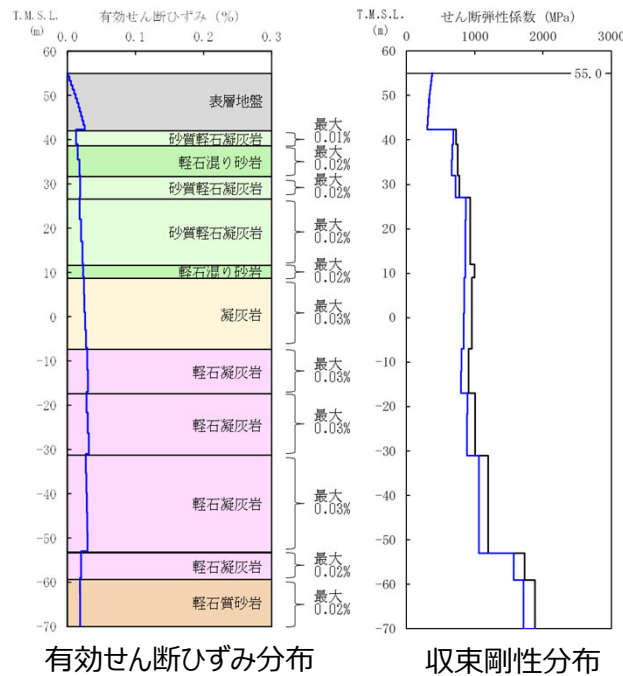
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.11 AZ周辺グループのデータ整理

■ B.岩盤部分の剛性の非線形性

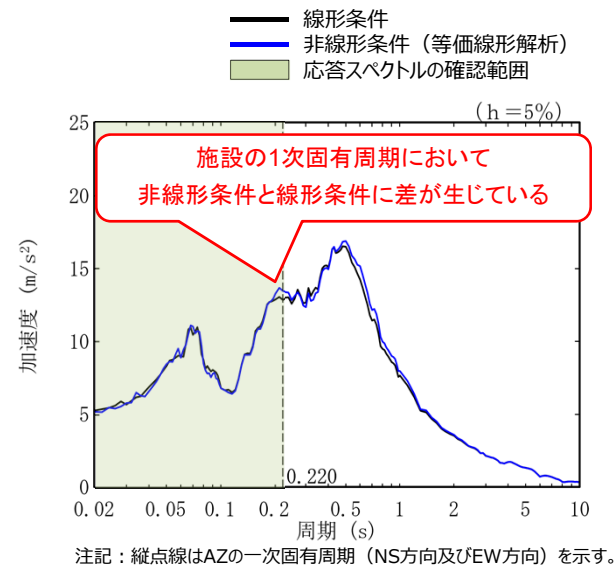
● Ss地震時の岩盤部分の非線形レベル及び非線形性が入力地震動に与える影響確認

- 非線形条件とした場合と線形条件とした場合の地盤のせん断ひずみ度及び入力地震動の応答スペクトルを比較した結果、AZ周辺については、施設の1次固有周期において、非線形条件と線形条件の応答スペクトルに差があるものの、その差は小さいことを確認。
- 以上を踏まえ、AZ周辺における岩盤部分の剛性の非線形性による影響は小さいものの、否定はできないことから、「基本地盤モデル」設定においては、上記の差に留意した設定を行う。



有効せん断ひずみ分布 収束剛性分布

地盤の等価線形解析結果 (AZ)



線形条件及び非線形条件における基礎底面レベルの入力地震動の比較 (AZ)

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.11 AZ周辺グループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-1：三軸圧縮試験

- 三軸圧縮試験において元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数（せん断ひずみ $10^{-2}\%$ 以下）における減衰定数の値は、概ね一定に収束している。
- AZグループにて考慮する岩種のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ ）によれば、地盤の材料減衰は、地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。

● C-2：岩石コア試験

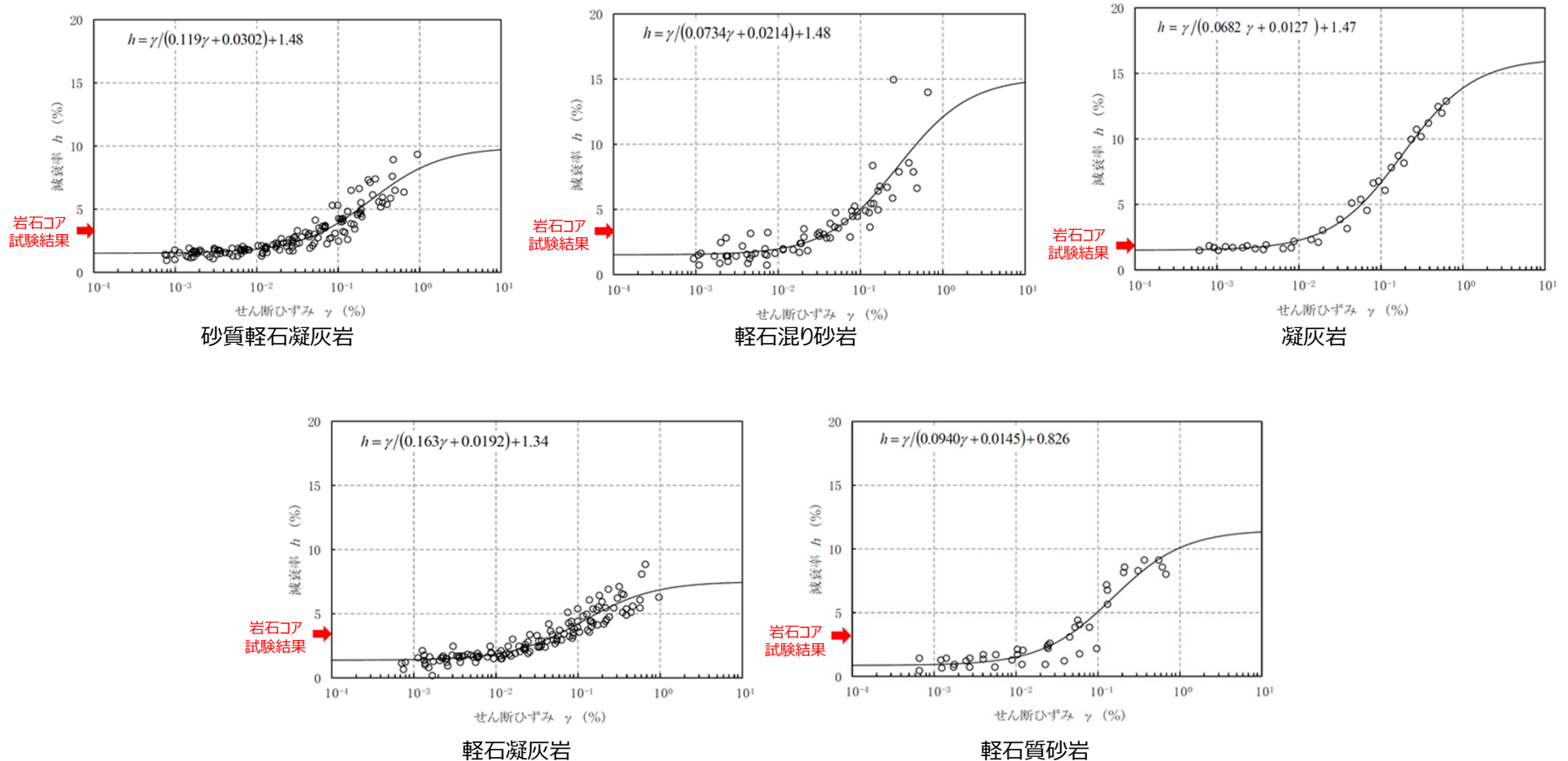
- AZグループにて考慮する岩種の岩石コア試験（パルスライズタイム法）に基づく材料減衰は、三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値に対して同等または上回る結果が得られている。
- この傾向は、スペクトル比ほど顕著ではないと考えられるものの、試験におけるリファレンス（アルミ供試体）と岩石コアの透過波の周波数成分の乖離が影響し、減衰を大きく評価したためであると考えられる。

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.11 AZ周辺グループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-1 : 三軸圧縮試験 / C-2 : 岩石コア試験



岩盤部分のひずみ依存特性 (h- γ 曲線) 及び岩石コア試験結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.11 AZ周辺グループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-3 : 地震観測記録を用いた同定

- AZ周辺グループでは、東側地盤観測点の地震観測記録を用いて以下のとおり減衰定数を同定。
- 減衰定数の同定結果の信頼区間は周期0.1s~1sの範囲であるが、その範囲外の周期に外挿した設定を行った上で、地震観測記録を用いたシミュレーション解析を実施。
- シミュレーション解析の結果、外挿範囲も含む全周期帯において、シミュレーション解析結果は地震観測記録と概ね同等または上回ることから、減衰定数は適切に同定されている。

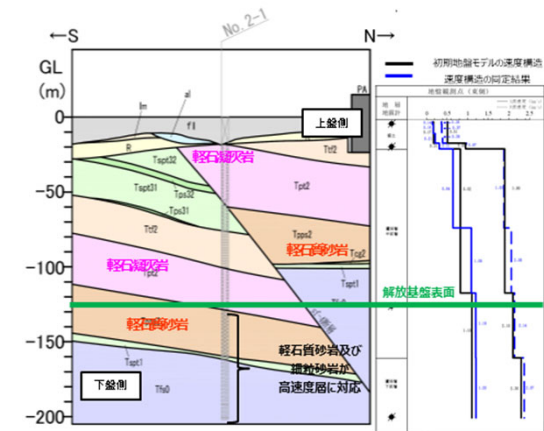
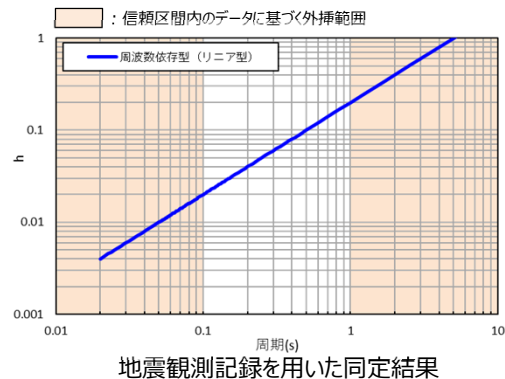


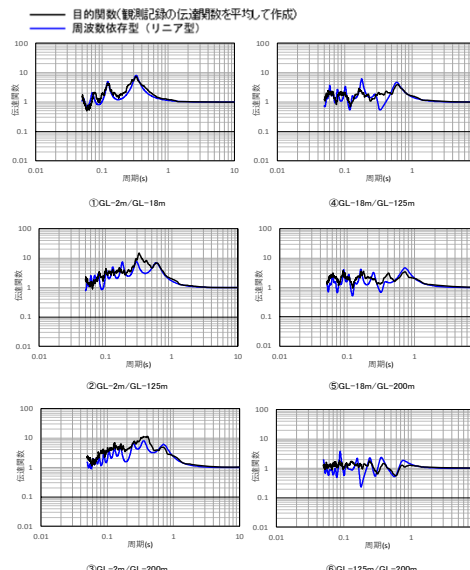
図 地震観測位置の地質断面図及び速度構造・速度境界の同定結果



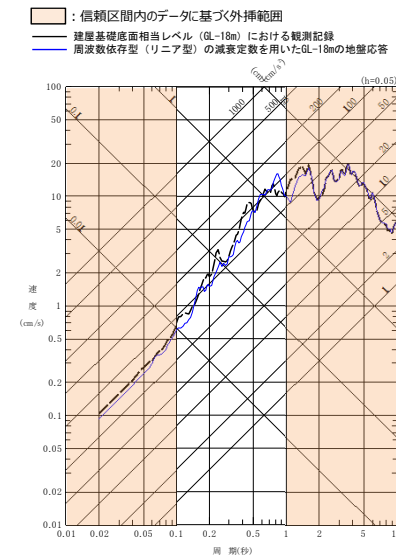
地震観測記録を用いた同定結果

注1: 地震観測記録を用いた同定結果において観測記録との整合性の良い0.1sよりも長周期側が信頼区間となるが、シミュレーション解析を行う上で、0.1sよりも短周期側の減衰定数を設定する必要があるため、0.1sよりも短周期側については、各ケースの評価された減衰定数を外挿して設定。また、シミュレーション解析上は $h=1.0$ で頭打ちとなるよう設定している。

注2: 佐藤ほか(2006)においては周期1s以上の長周期側を解析対象外としているが、シミュレーション解析において長周期側も含んだ応答スペクトルの評価を行うことから、長周期側にも解析対象を拡張している。



東側地盤観測点（水平）の伝達関数



(2011年3月11日14:46 (M9.0) EW成分の例)

地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

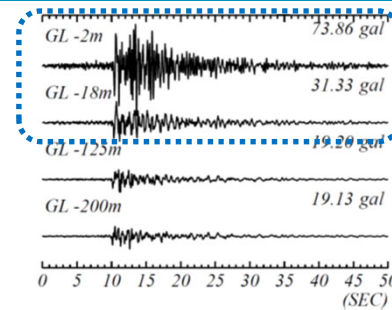
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.11 AZ周辺グループのデータ整理

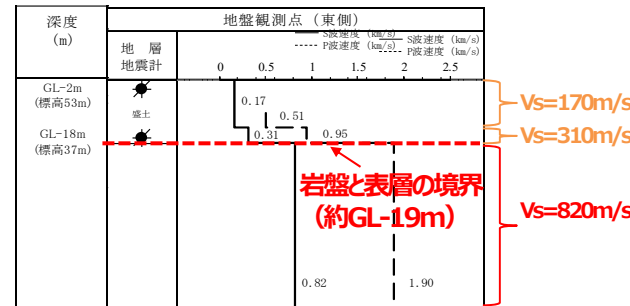
■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-4 : 地震波干渉法

- AZ周辺グループでは、東側地盤観測点の地震観測記録を用い、地震波干渉法の適用性を検討。
- 東側地盤においては、地震波の重複反射による影響が大きく、表層地盤における地盤応答が複雑な傾向となっている。
- 表層地盤における波形が、単純な入射と反射の現象とは異なる傾向を示す場合には、安定したデコンボリューション波形の算定が困難であり、本手法による検討はできないと判断した。



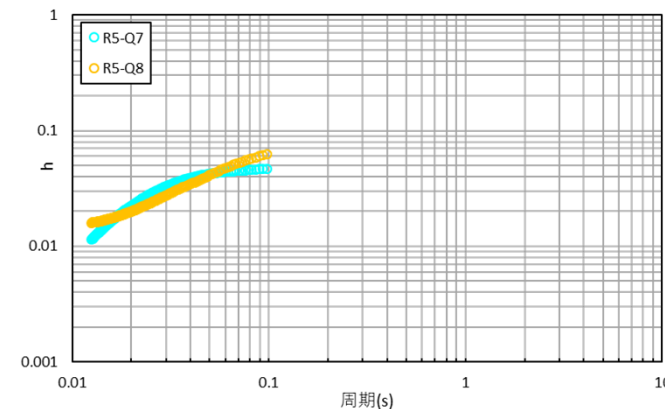
東側地盤
 ➔ 地表付近で後続波が現れ、時刻歴波形の形状が深部と異なる



表層地盤の層厚が中央地盤と比較して大きく、岩盤部分との速度構造のコントラストが大きい
 ➔ 表層地盤中の重複反射による影響が大きい

● C-5 : S波検層

- AZ周辺グループでは、R5-Q7孔及びR5-Q8孔におけるS波検層結果を参照。
- AZ周辺グループのS波検層データは、R5-Q7孔において周期0.05sより長周期側の傾きは小さいものの、いずれの孔もごく短周期側では振動数依存性を有しており、散乱減衰が卓越している傾向。



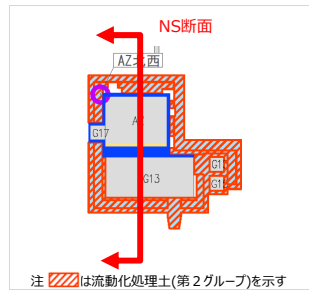
グループ内のS波検層結果の傾向分析結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

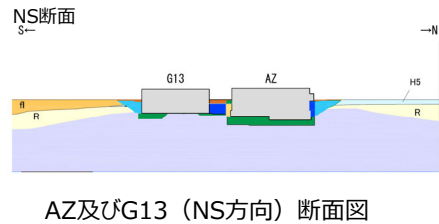
4.11 AZ周辺グループのデータ整理

■ D. 表層地盤の物性値等

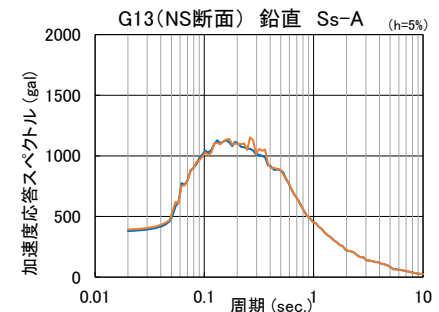
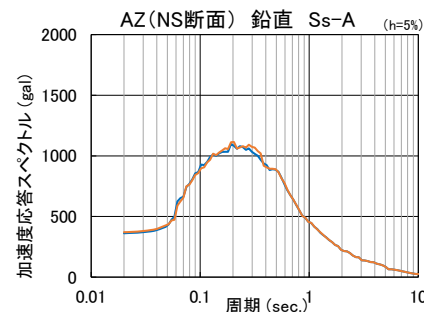
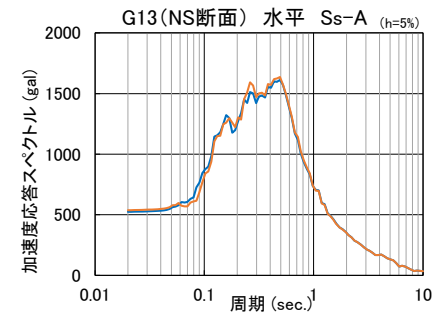
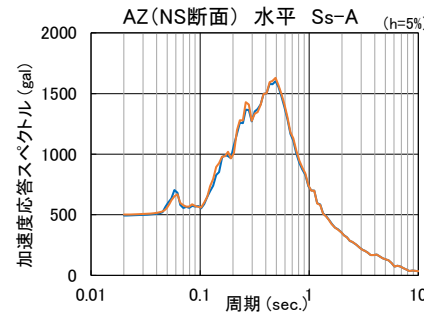
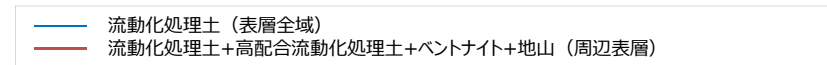
- AZ周辺グループの周囲は、表層地盤として流動化処理土が分布。
- 下図のとおり、流動化処理土の外側に原地山が分布しており、また、局所的に高配合流動化処理土及びベントナイト混合土が分布していることから、表層地盤としては流動化処理土よりも剛性の小さい原地山を一律に考慮することも考えられるが、本グループにおける流動化処理土は、オープン掘削が行われた比較的広い範囲に分布していることも踏まえ、流動化処理土を一律にモデル化することとした。
- この考え方に対しては、2つの解析モデルを用いた2次元周波数応答解析手法により影響検討を実施することにより確認を行った。
 ⇒表層領域（側方境界まで）を流動化処理土（第2グループ）で置換したケース（青線）と建屋近傍の掘削領域のみを流動化処理土（第2グループ）で置換したケース（橙線）では、基礎岩盤の応答に顕著な違いはない。
- 以上のことから、周辺地盤や局所的に分布する地盤の影響よりも流動化処理土の物性値が支配的であることを確認。



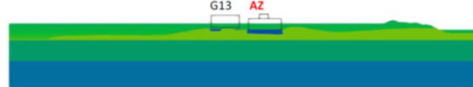
AZ周辺グループにおける表層分布図



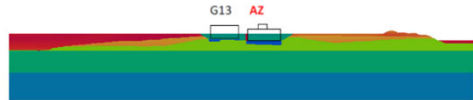
AZ及びG13 (NS方向) 断面図



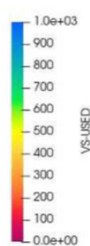
流動化処理土（表層全域）



流動化処理土（建屋掘削部）+地山（周辺表層）



Vs 収束値 (m/s)



注 建屋はモデル化していない。

AZ及びG13 (NS方向) 解析断面のVs分布図

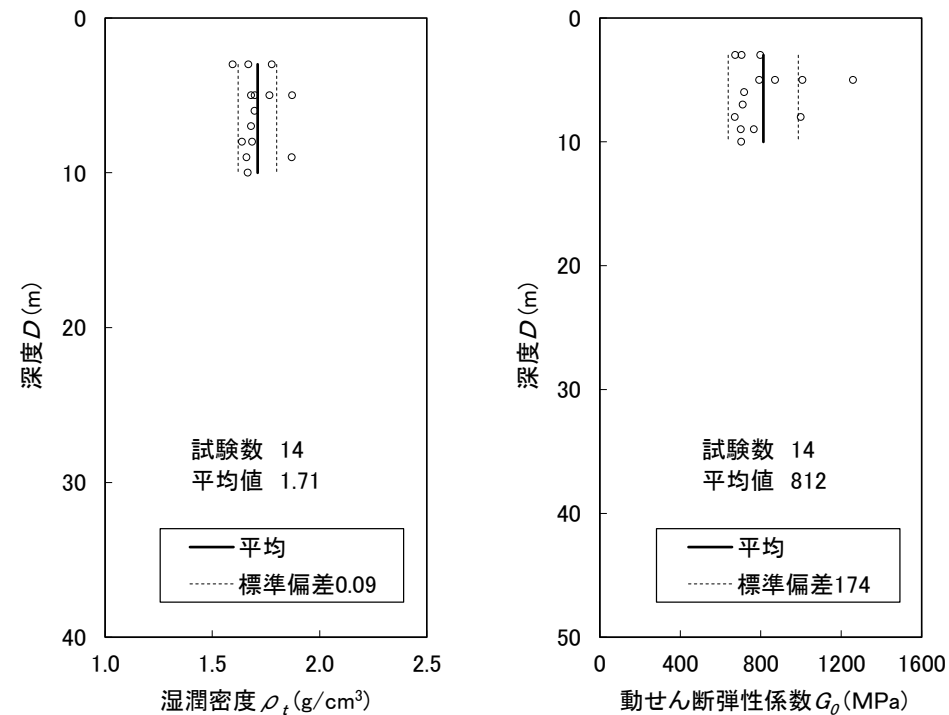
AZ及びG13 (NS方向) 底盤位置の応答スペクトル比較

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.11 AZ周辺グループのデータ整理

■ D.表層地盤の物性値等

- 流動化処理土はセメント添加による人工材料であるため、一般的に土質材料のような深度依存（拘束圧依存）はないものと考えられることから、深度依存のない平均物性値として整理できる。



第2グループの湿潤密度 ρ_t 及び動せん断弾性係数 G_0 分布図

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.11 AZ周辺グループのデータ整理

■ 整理結果の取りまとめ

➤ 各因子について、着目点ごとに、各データの分析結果を以下にまとめて示す。

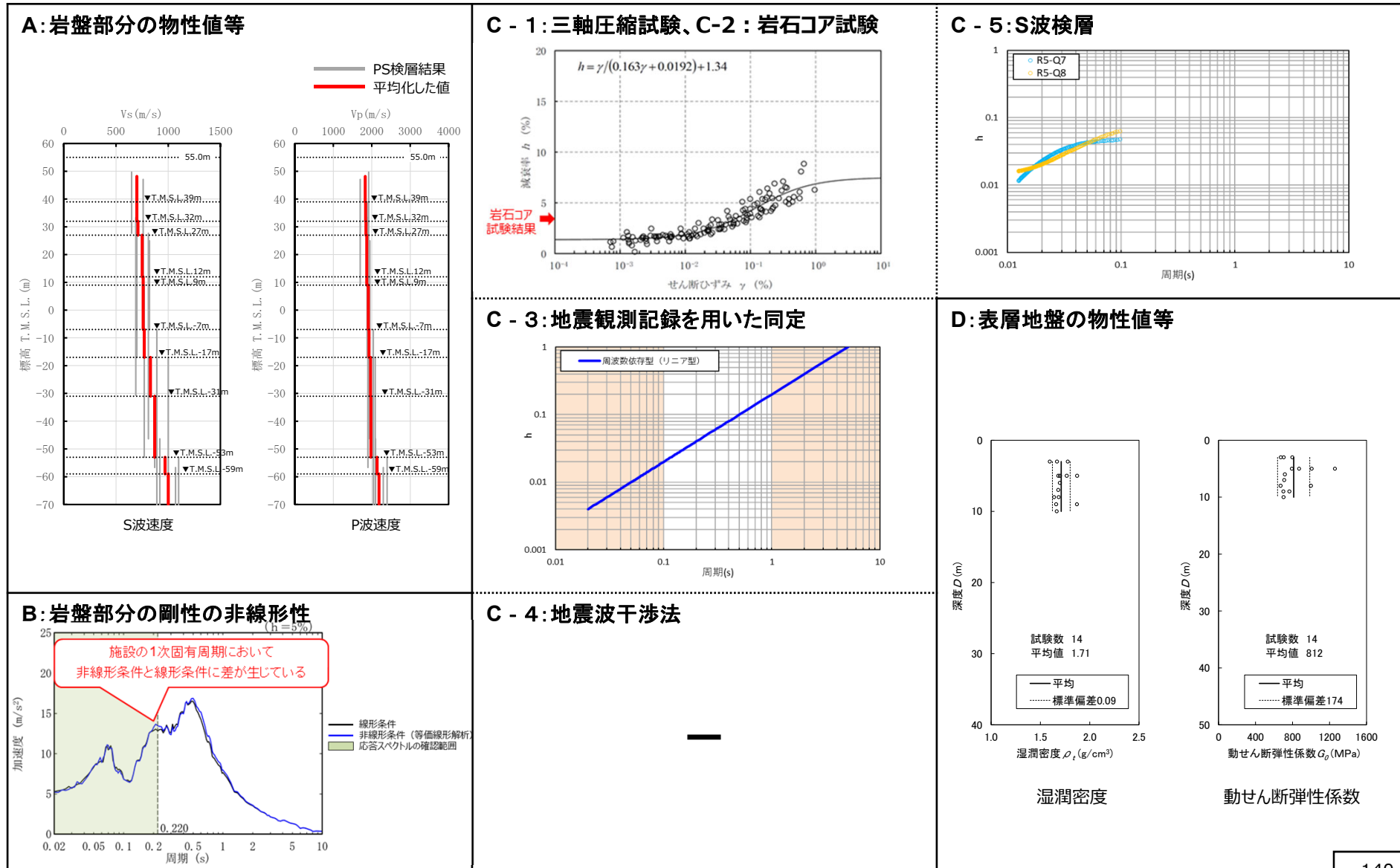
設定するパラメータ	A.岩盤部分の物性値等	B.岩盤部分の非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の物性値等
	速度構造 (層厚、 V_s, V_p, ρ)	ひずみ依存特性 ($G/G_0-\gamma$ 関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G_0, γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
科学的な着目点	<ul style="list-style-type: none"> 「3.」において整理した本グループに適用するPS検層結果は各地点における同じ地下構造にあると判断できることから、データを平均化した物性値として整理。 	<ul style="list-style-type: none"> 岩盤部分の剛性の非線形性による影響は小さいものの、否定はできないことから、「基本地盤モデル」設定においては、上記の差に留意。 	<ul style="list-style-type: none"> 元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数の値は概ね一定に収束。 地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> 三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値に対して同等または上回る。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震観測記録から同定された減衰定数は、地震観測記録をよく説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤中の重複反射の影響により、安定したデコンボリューション波形の算定が困難であり、本手法による検討は出来ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ごく短周期側まで周波数依存性を有しており、散乱減衰が卓越。 	<ul style="list-style-type: none"> 流動化処理土（第2グループ）が分布しており、深度依存のない平均物性値として整理。

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.11 AZグループのデータ整理

■ 整理結果のとりまとめ

□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲



4. データの整理

4.12 G14グループ

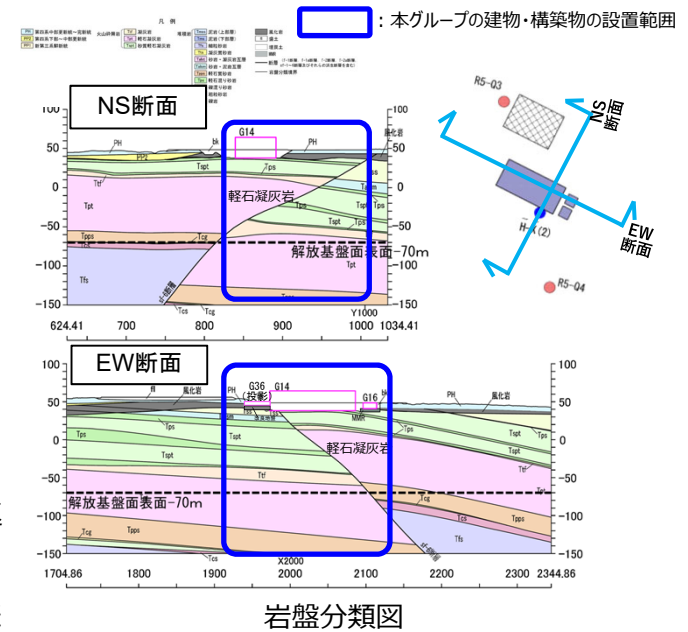
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.12 G14グループのデータ整理

■ A. 岩盤部分の物性値等

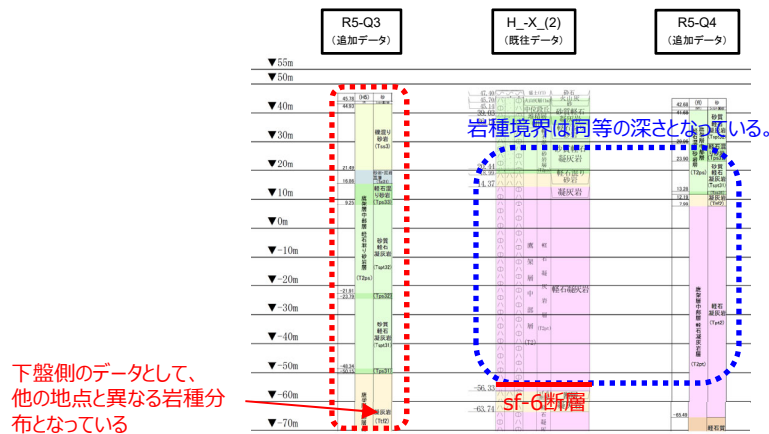
● 岩盤部分のPS検層（a.-①、a.-②）

- 岩盤分類図を用いて本グループの地下構造について確認し、建物・構築物直下においては、鷹架層中部層の砂質軽石凝灰岩、軽石凝灰岩が主に分布していることを確認した。
- PS検層（●+●+●）のうち、本グループにおけるPS検層孔の地質柱状図及び速度構造の比較を行い、建物・構築物直下の地下構造の特徴について整理した。
- G14建屋の直下において、sf-6断層が分布し、断層の上盤側と下盤側それぞれにおいて、地質構造が異なる特徴を有している。
 - H₋X₍₂₎孔においては、深部においてsf-6断層がみられ、断層の上盤側、下盤側で地質構造の差が生じており、上盤側では軽石凝灰岩が、下盤側では砂質軽石凝灰岩が厚く分布する。
 - R5-Q4については、sf-6断層の上盤側のデータが得られており、H₋X₍₂₎孔の上盤側のデータと比較すると、岩種境界の深さは同等となっているが、速度構造の傾向は異なっている。
 - R5-Q3孔については、sf-6断層の下盤側のデータが得られ、H₋X₍₂₎孔及びR5-Q4孔とは岩種分布が異なっている。
 - G14の直下孔（H₋X₍₂₎孔）のS波速度の値は、断層の上盤側のデータであるR5-Q4孔のS波速度と比較して、T.M.S.L.-30m程度を境に上側では同程度の大きさとなっているが、下側では異なっている。
- 以上のことから、G14グループについては、各ボーリング位置における地質構造及び速度構造の特徴に差が見られ、同じ地下構造となっていないことから、グループ内の各施設個別に物性値を整理する。
- 上記を踏まえ、G14は、建屋直下のH₋X₍₂₎孔、G36は断層の下盤側のデータが得られているR5-Q3孔、G16は断層の上盤側のデータが得られているR5-Q4孔に基づく物性値を整理する。

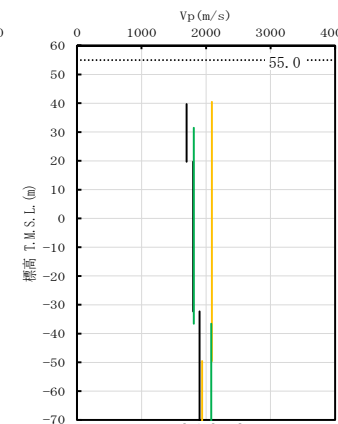
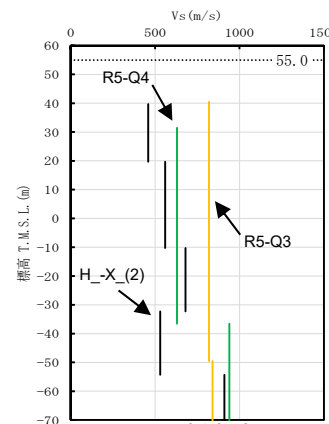


岩盤分類図

- G14に用いるデータ（H₋X₍₂₎）
- G36に用いるデータ（R5-Q3）
- G16に用いるデータ（R5-Q4）



地質柱状図の比較（グループ内の東西方向の順に整理）



PS検層結果

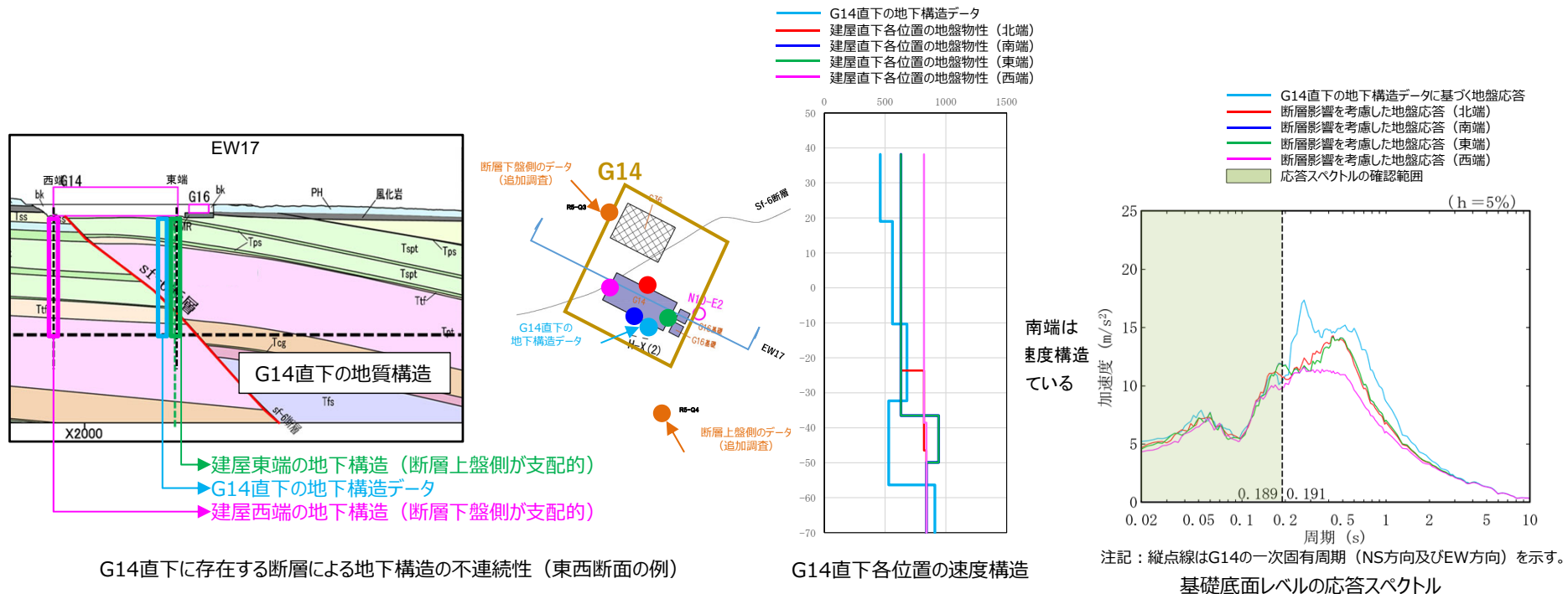
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.12 G14グループのデータ整理

■ A. 岩盤部分の物性値等

● 断層等の影響により、グループ内で地質構造が異なる場合の地盤応答への影響（G14グループ）

- G14については、直下において断層を境として異なる岩種の分布が確認されることから、断層による岩種分布の違いが入力地震動へ及ぼす影響を確認。
- 建屋直下各位置の地盤物性（図中●、●、●、●）に対し、G14直下の地下構造データに基づく地盤物性（図中●）は、建屋1次固有周期では小さな地盤応答を与え、それよりも短周期では同等となっている。
- 直下に断層があるG14については、断層による影響が否定できず、直下データに基づく物性値は建屋の1次固有周期では小さな地盤応答を与える可能性がある。「基本地盤モデル」設定においては、上記の振幅の差にも留意し、その他のパラメータの保守性等も考慮したうえで物性値等を設定する。



G14直下に存在する断層による地下構造の不連続性（東西断面の例）

G14直下各位置の速度構造

注記：縦点線はG14の一次固有周期（NS方向及びEW方向）を示す。

基礎底面レベルの応答スペクトル

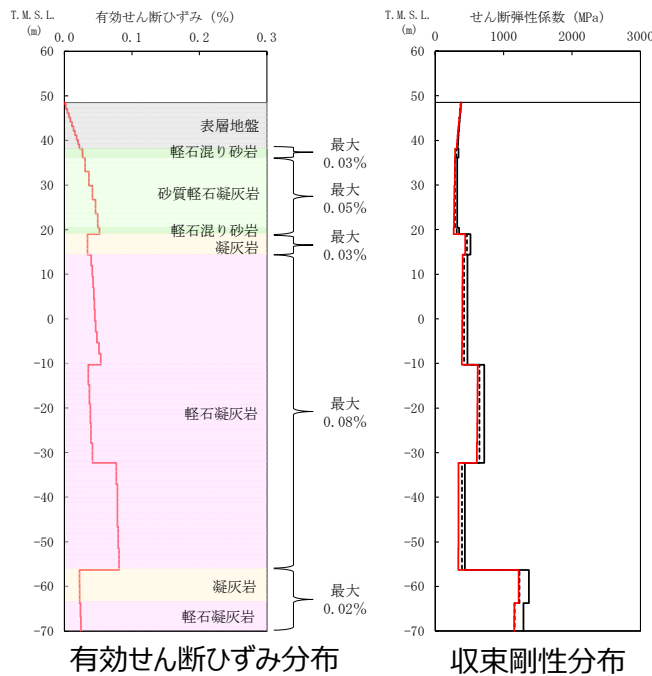
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.12 G14グループのデータ整理

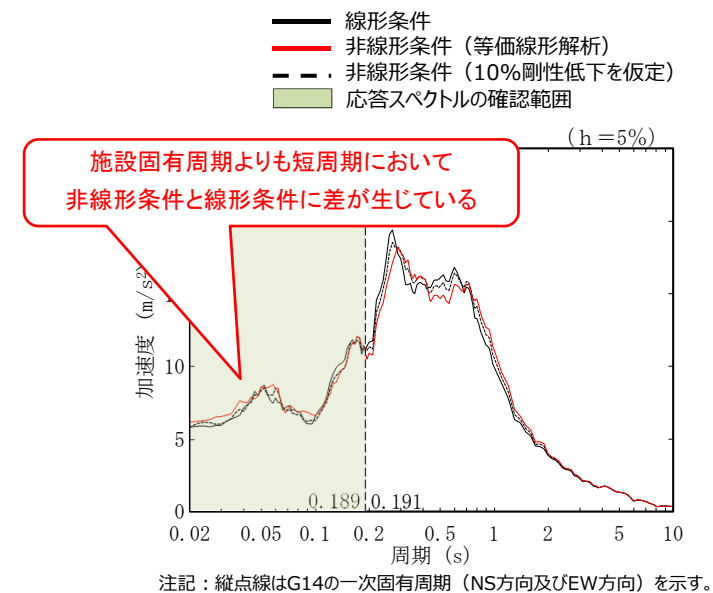
■ B.岩盤部分の剛性の非線形性

● Ss地震時の岩盤部分の非線形レベル及び非線形性が入力地震動に与える影響確認

- 非線形条件とした場合と線形条件とした場合の地盤のせん断ひずみ度及び入力地震動の応答スペクトルを比較した結果、G14については、施設固有周期よりも短周期において、非線形条件と線形条件の応答スペクトルに差があるものの、その差は小さいことを確認。
- 以上を踏まえ、G14における岩盤部分の剛性の非線形性による影響は小さいものの、否定はできないことから、「基本地盤モデル」設定においては、上記の差に留意した設定を行う。



地盤の等価線形解析結果（G14）



線形条件及び非線形条件における基礎底面レベルの入力地震動の比較（G14）

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.12 G14グループのデータ整理

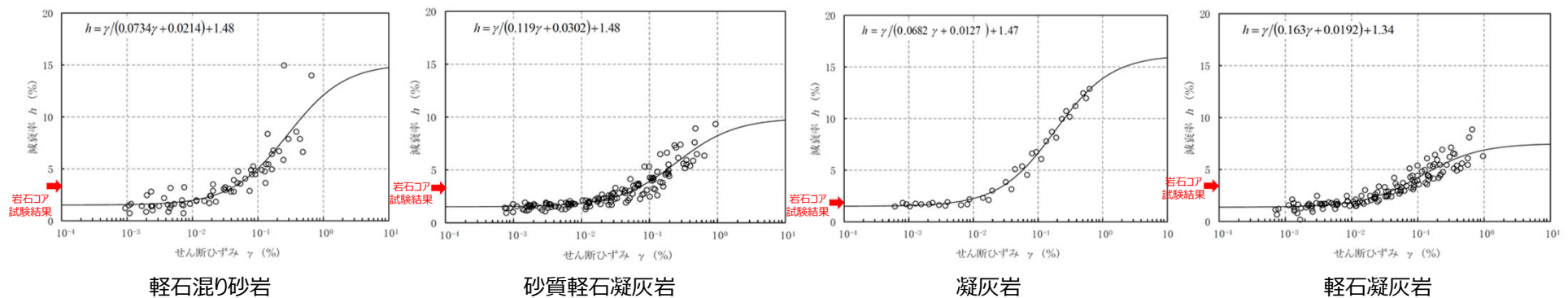
■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-1：三軸圧縮試験

- 三軸圧縮試験において元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数（せん断ひずみ $10^{-2}\%$ 以下）における減衰定数の値は、概ね一定に収束している。
- G14グループにて考慮する岩種のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ ）によれば、地盤の材料減衰は、地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。

● C-2：岩石コア試験

- G14グループにて考慮する岩種の岩石コア試験（パルスライズタイム法）に基づく材料減衰は、三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値に対して同等または上回る結果が得られている。
- この傾向は、スペクトル比ほど顕著ではないと考えられるものの、試験におけるリファレンス（アルミ供試体）と岩石コアの透過波の周波数成分の乖離が影響し、減衰を大きく評価したためであると考えられる。



岩盤部分のひずみ依存特性（ $h-\gamma$ 曲線）及び岩石コア試験結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.12 G14グループのデータ整理

■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-3：地震観測記録を用いた同定

- G14グループでは、東側地盤観測点の地震観測記録を用いて以下のとおり減衰定数を同定。
- 減衰定数の同定結果の信頼区間は周期0.1s～1sの範囲であるが、その範囲外の周期に外挿した設定を行った上で、地震観測記録を用いたシミュレーション解析を実施。
- シミュレーション解析の結果、外挿範囲も含む全周期帯において、シミュレーション解析結果は地震観測記録と概ね同等または上回ることから、減衰定数は適切に同定されている。

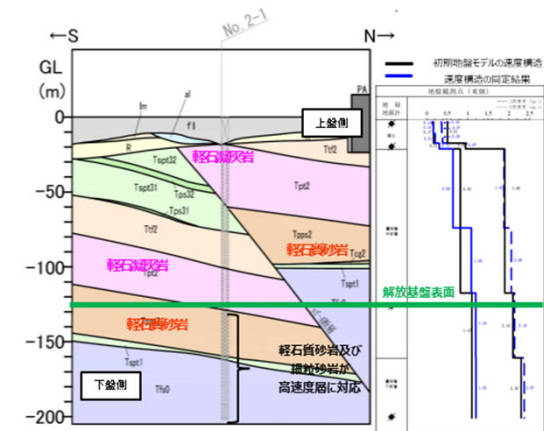
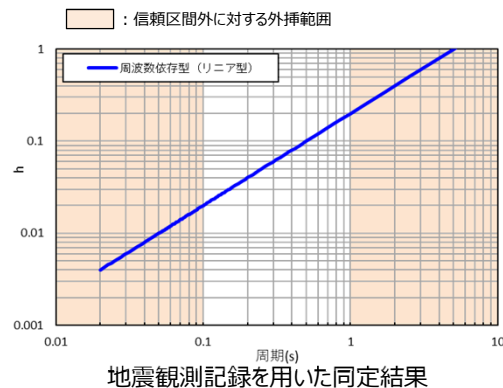


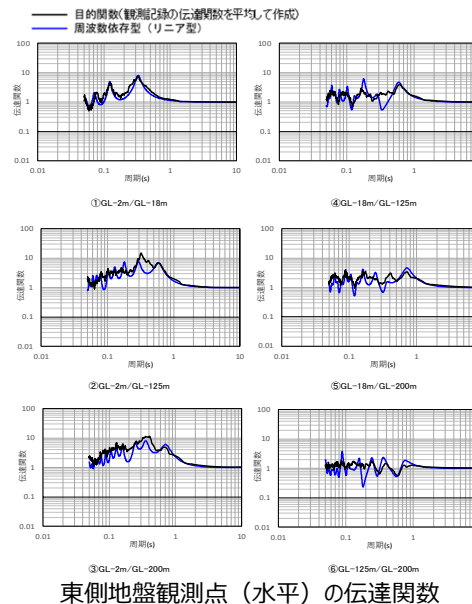
図 地震観測位置の地質断面図及び速度構造・速度境界の同定結果



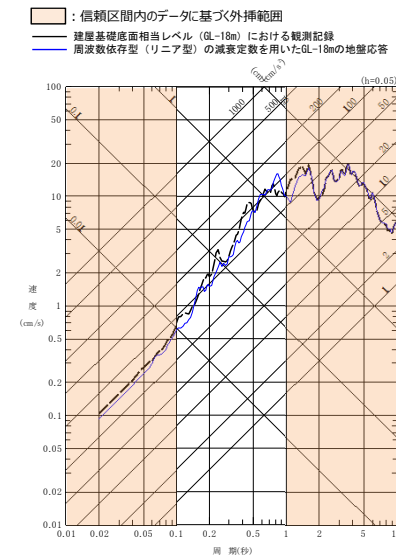
地震観測記録を用いた同定結果

注1: 地震観測記録を用いた同定結果において観測記録との整合性の良い0.1sよりも長周期側が信頼区間となるが、シミュレーション解析を行う上で、0.1sよりも短周期側の減衰定数を設定する必要があるため、0.1sよりも短周期側については、各ケースの評価された減衰定数を外挿して設定。また、シミュレーション解析上は $h=1.0$ で頭打ちとなるよう設定している。

注2: 佐藤ほか(2006)においては周期1s以上の長周期側を解析対象外としているが、シミュレーション解析において長周期側も含んだ応答スペクトルの評価を行うことから、長周期側にも解析対象を拡張している。



東側地盤観測点（水平）の伝達関数



(2011年3月11日14:46 (M9.0) EW成分の例)
地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

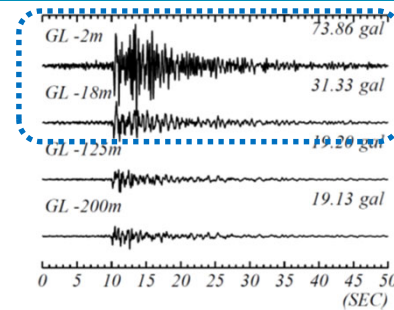
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.12 G14グループのデータ整理

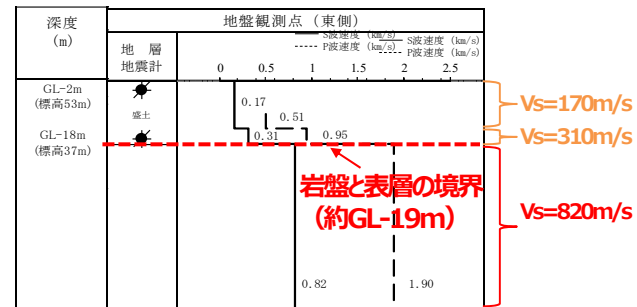
■ C. 岩盤部分の減衰定数

● C-4 : 地震波干渉法

- G14グループでは、東側地盤観測点の地震観測記録を用い、地震波干渉法の適用性を検討。
- 東側地盤においては、地震波の重複反射による影響が大きく、表層地盤における地盤応答が複雑な傾向となっている。
- 表層地盤における波形が、単純な入射と反射の現象とは異なる傾向を示す場合には、安定したデコンボリューション波形の算定が困難であり、本手法による検討はできないと判断した。



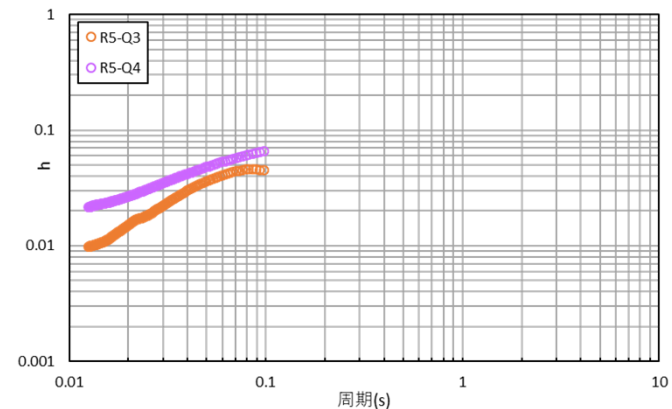
東側地盤
 → 地表付近で後続波が現れ、時刻歴波形の形状が深部と異なる



表層地盤の層厚が中央地盤と比較して大きく、岩盤部分との速度構造のコントラストが大きい
 → 表層地盤中の重複反射による影響が大きい

● C-5 : S波検層

- G14グループでは、R5-Q3孔及びR5-Q4孔におけるS波検層結果を参照。
- G14グループのS波検層データは、複数データで同様の傾向となっており、傾きは小さいものの、ごく短周期側まで振動数依存性を有しており、散乱減衰が卓越している傾向。



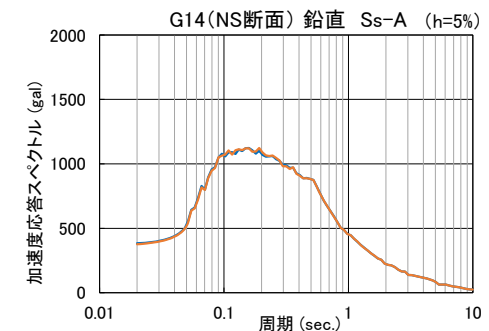
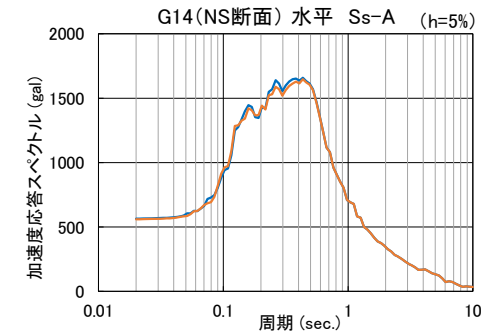
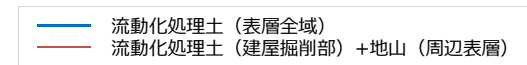
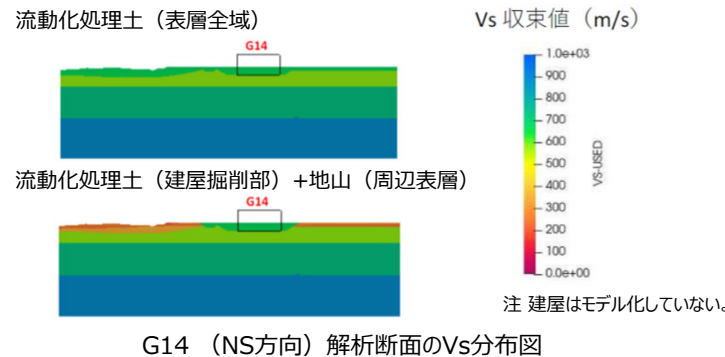
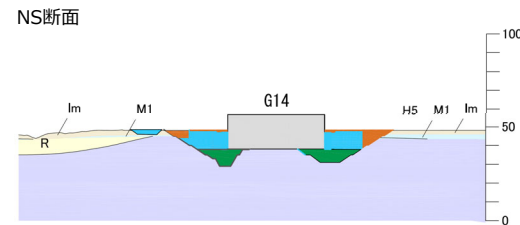
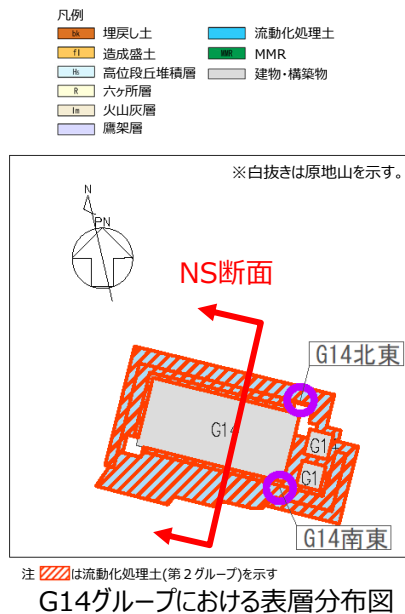
グループ内のS波検層結果の傾向分析結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.12 G14グループのデータ整理

■ D.表層地盤の物性値等

- G14グループの周囲は、表層地盤として流動化処理土が分布。
- 下図のとおり、流動化処理土の外側に原地山が分布していることから、表層地盤としては流動化処理土よりも剛性の小さい原地山を一律に考慮することも考えられるが、本グループにおける流動化処理土は、オープン掘削が行われた比較的広い範囲に分布していることも踏まえ、流動化処理土を一律にモデル化することとした。
- この考え方に対しては、2つの解析モデルを用いた2次元周波数応答解析手法により影響検討を実施することにより確認を行った。
⇒表層領域（側方境界まで）を流動化処理土（第2グループ）で置換したケース（青線）と建屋近傍の掘削領域のみを流動化処理土（第2グループ）で置換したケース（橙線）では、基礎岩盤の応答に顕著な違いはない。
- 以上のことから、周辺地盤の影響よりも流動化処理土の物性値が支配的であることを確認。



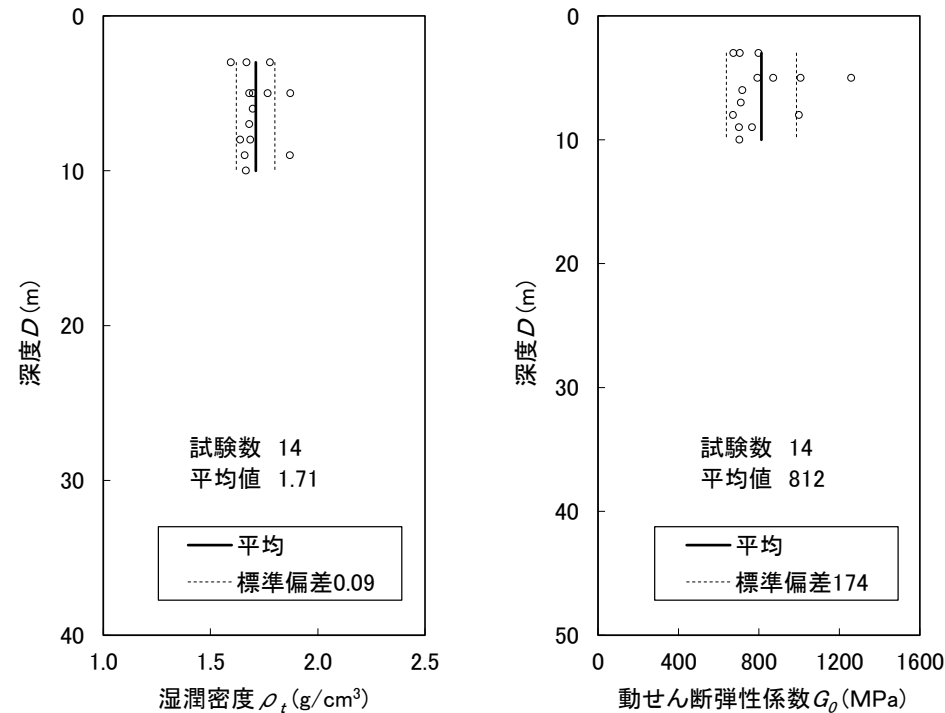
G14 (NS方向) 底盤位置の応答スペクトル比較

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.12 G14グループのデータ整理

■ D.表層地盤の物性値等

- 流動化処理土はセメント添加による人工材料であるため、一般的に土質材料のような深度依存（拘束圧依存）はないものと考えられることから、深度依存のない平均物性値として整理できる。



第2グループの湿潤密度 ρ_t 及び動せん断弾性係数 G_0 分布図

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

4.12 G14グループのデータ整理

■ 整理結果の取りまとめ

➤ 各因子について、着目点ごとに、各データの分析結果を以下にまとめて示す。

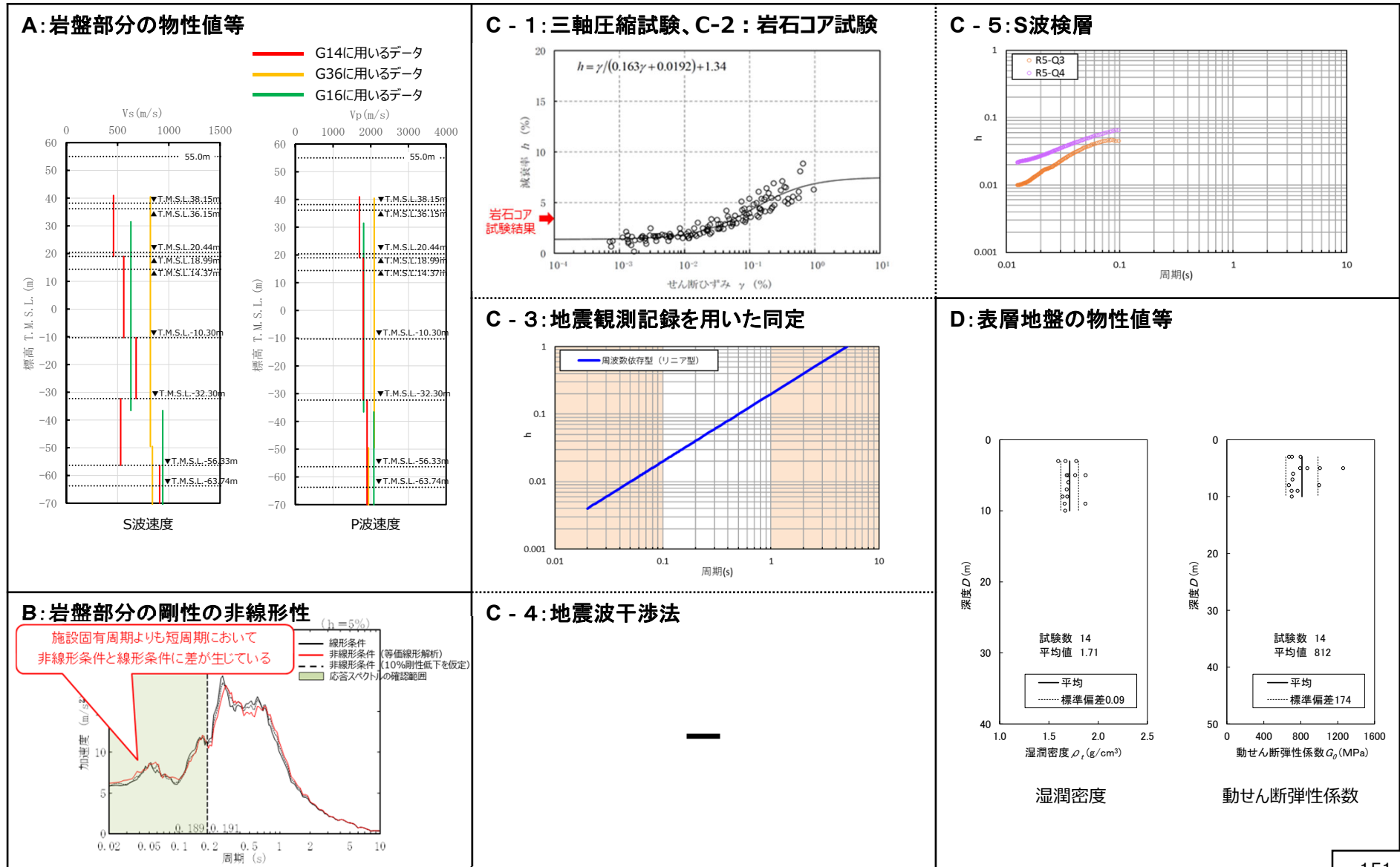
設定するパラメータ	A.岩盤部分の物性値等	B.岩盤部分の非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の物性値等
	速度構造 (層厚、 V_s, V_p, ρ)	ひずみ依存特性 (G/G_0 - γ 関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G_0, γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
科学的な着目点	<ul style="list-style-type: none"> 「3.」において整理した本グループに適用するPS検層結果は各地点における同じ地下構造ではないことから、各施設個別に物性値を整理。 断層による入力地震動への影響は否定できないことから、「基本地盤モデル」設定において留意。 	<ul style="list-style-type: none"> 岩盤部分の剛性の非線形性による影響は小さいものの、否定はできないことから、「基本地盤モデル」設定においては、上記の差に留意。 	<ul style="list-style-type: none"> 元となっているデータのばらつき幅は小さく、線形状態に対応する減衰定数の値は概ね一定に収束。 地盤のせん断ひずみが大きくなり、非線形化が進行するほど増大する傾向。 	<ul style="list-style-type: none"> 三軸圧縮試験における小ひずみ領域における減衰定数の値に対して同等または上回る。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震観測記録から同定された減衰定数は、地震観測記録をよく説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤中の重複反射の影響により、安定したデコンボリューション波形の算定が困難であり、本手法による検討は出来ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ごく短周期側まで周波数依存性を有しており、散乱減衰が卓越。 	<ul style="list-style-type: none"> 流動化処理土（第2グループ）が分布しており、深度依存のない平均物性値として整理。

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

4.12 G14グループのデータ整理

■ 整理結果のとりまとめ

□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲



5. データの再整理

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

5. データの再整理

■ 各グループにおいて整理されたデータの再整理

- 4.に示した各グループにおけるデータの整理結果を踏まえ、近接するグループ間の地盤の類似性に着目した確認を実施した。
- 上記確認結果を踏まえ、グループ間で同じ地盤におけるデータであるとみなすことが可能である場合は、各グループにおいて参照するデータについて再整理を行う。

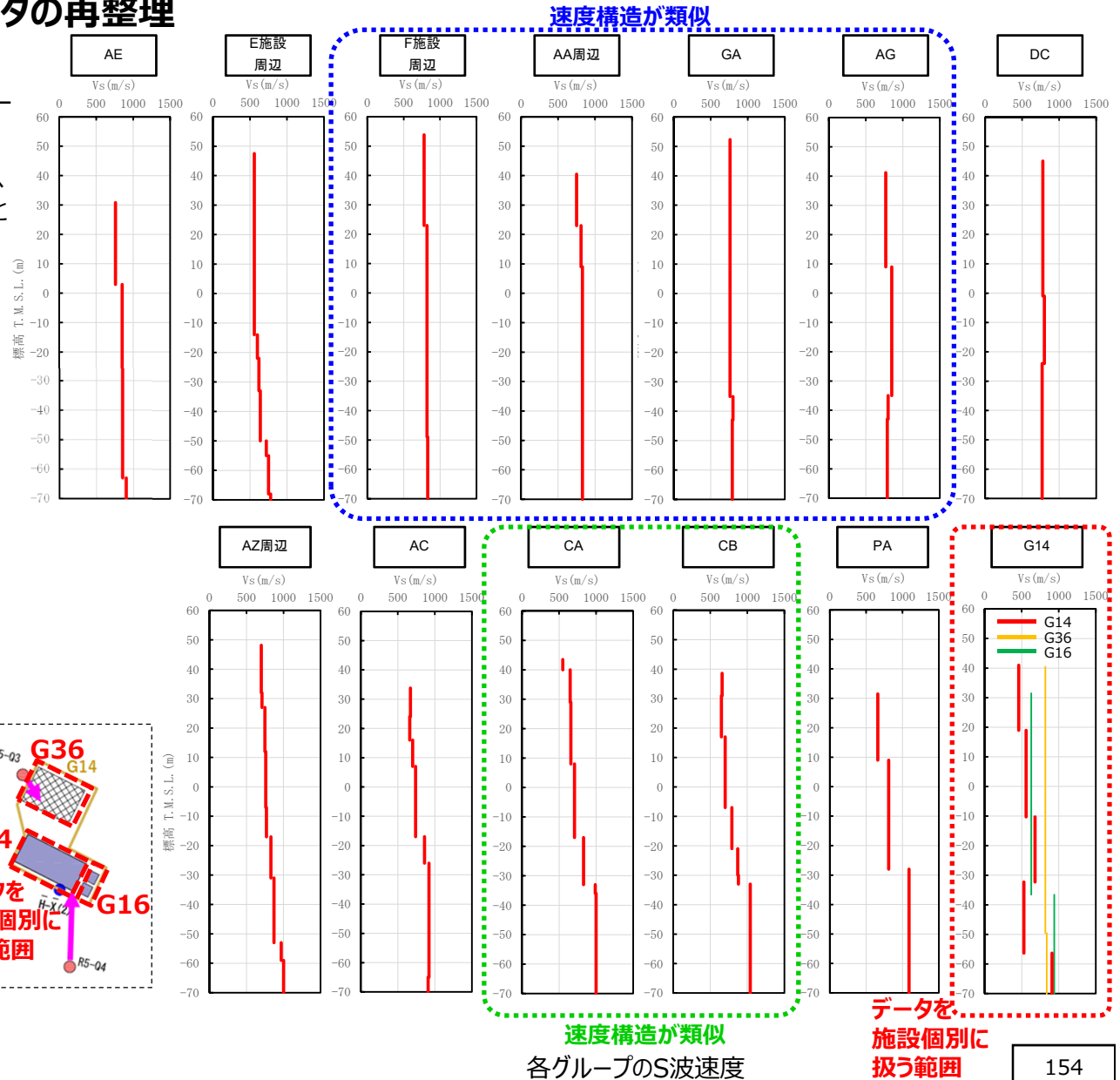
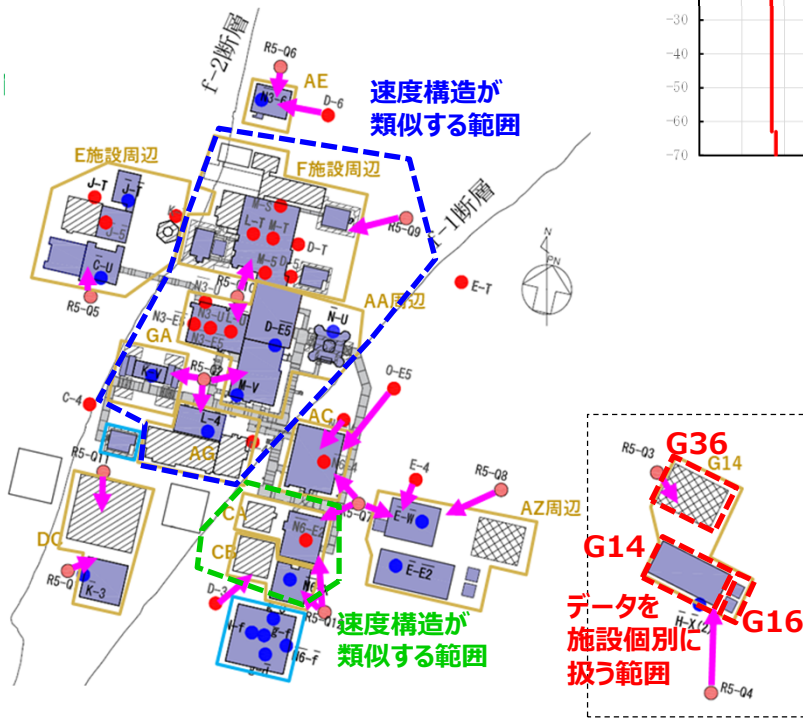
基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

5. データの再整理

■ 各グループにおいて整理されたデータの再整理

【地盤の類似性】

- 近接するグループの速度構造に着目し、グループ間の傾向を確認した。
- 近接するグループ間の速度構造の傾向として、下図に示す範囲において、傾向が似ていることを確認した。
 - ・F施設周辺、AA周辺、GA、AG
 - ・CA、CB



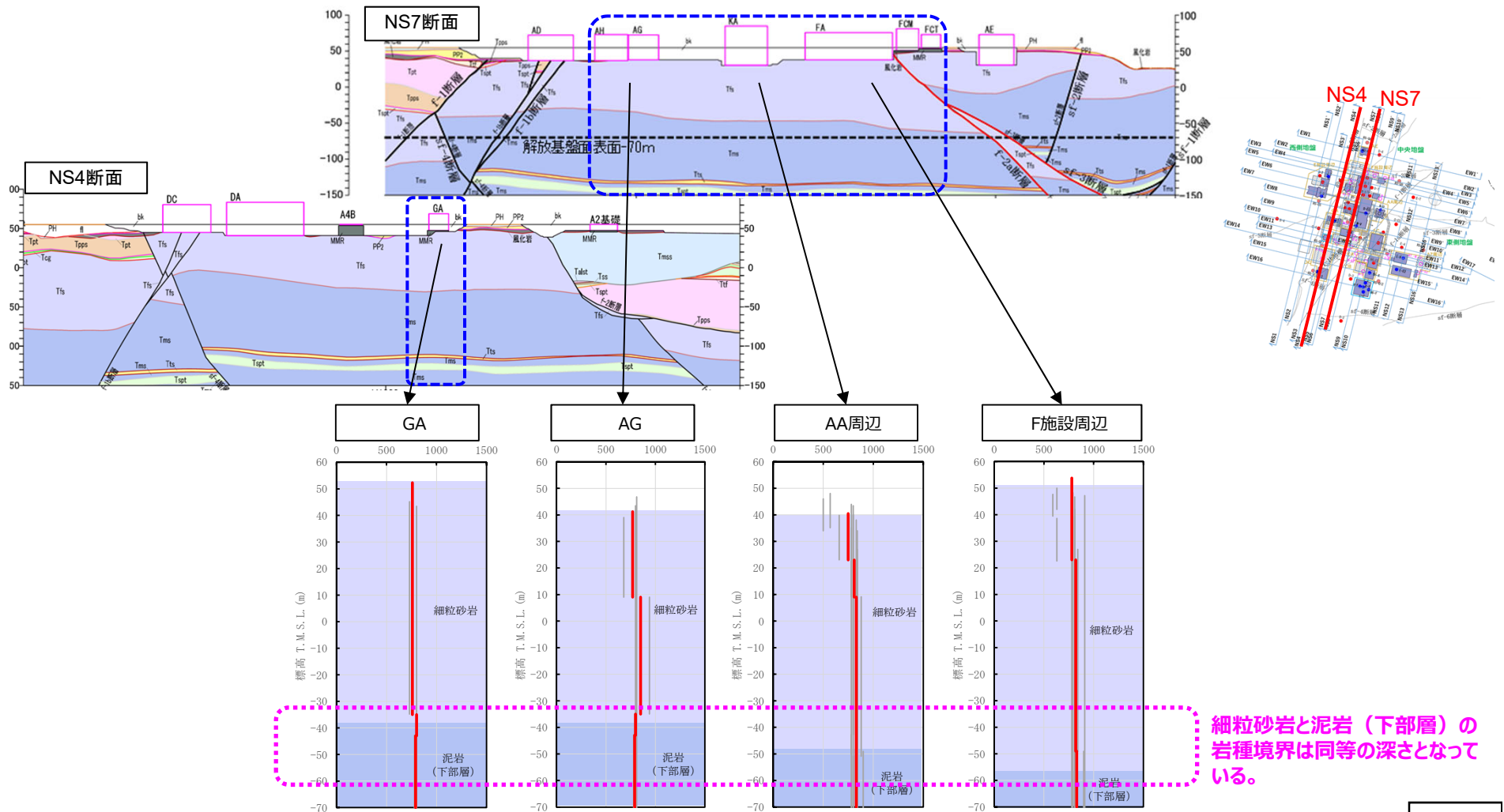
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

5. データの再整理

■ 各グループにおいて整理されたデータの再整理

【地盤の類似性】

- 近接するグループの速度構造の傾向が似ている範囲（ ）において、地質構造の観点での傾向を確認した。
- 近接するグループの速度構造の傾向が似ているF施設周辺、AA周辺、GA、AGの4グループについては、同じ地盤となっている。



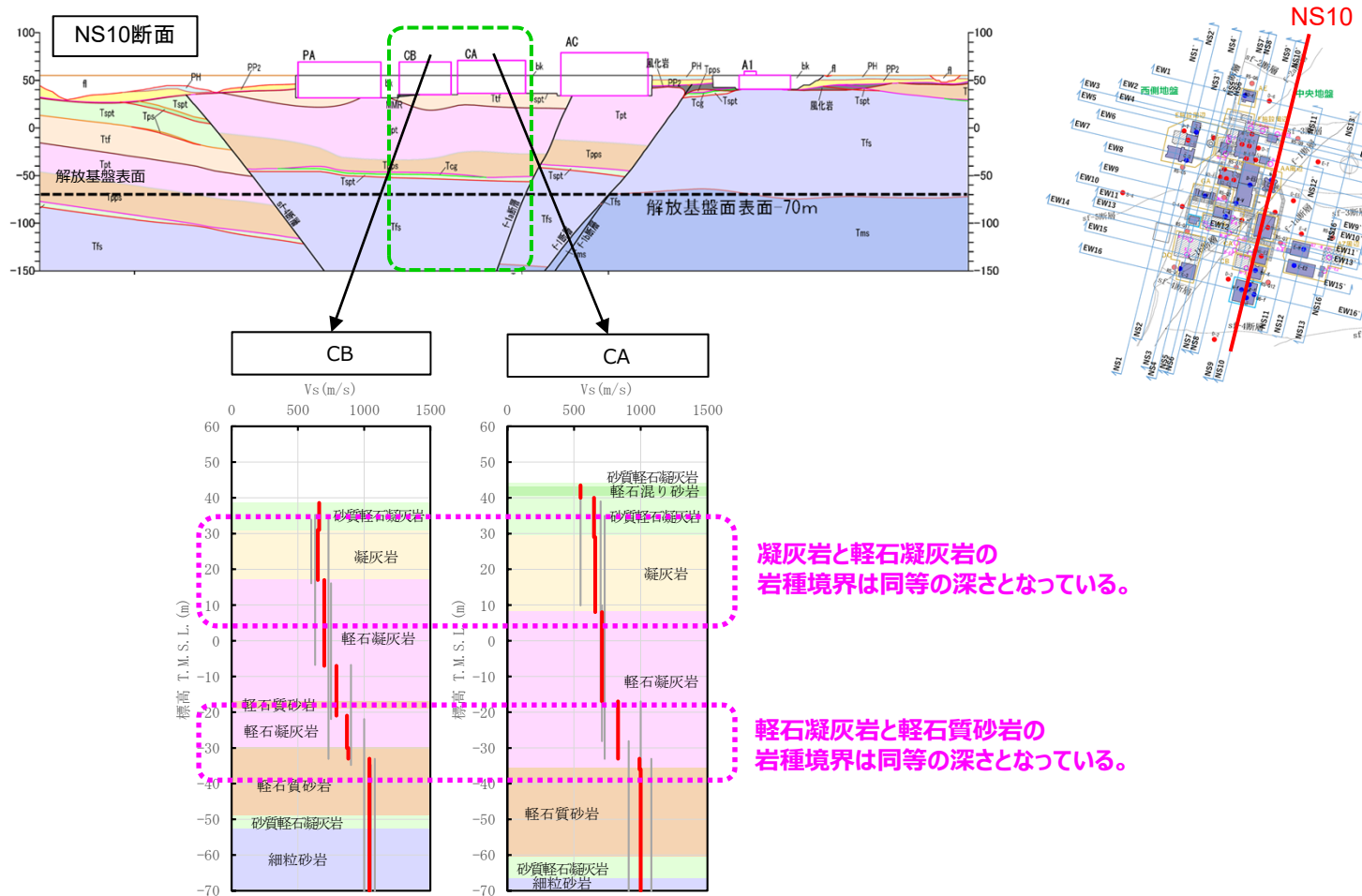
基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

5. データの再整理

■ 各グループにおいて整理されたデータの再整理

【地盤の類似性】

- 隣接するグループの速度構造の傾向が似ている範囲（ ）において、地質構造の観点での傾向を確認した。
- 隣接するグループの速度構造の傾向が似ているCA、CBの2グループについては、同じ地盤となっている。




基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

5. データの再整理

■ 各グループにおいて整理されたデータの再整理

➤ 以上を踏まえると、各グループにおいて個別にデータが得られている、「A.岩盤部分の物性値等」及び「C-5:S波検層」のデータについては、同じ地盤とみなすことが可能なグループ間でデータを共有することにより、各グループにおいて参照可能なデータが増加することとなり、地盤の特徴を捉える上での信頼性の向上が期待できる。



 : データを共有する範囲①

設定する パラメータ	A.岩盤部分の 物性値等	B.岩盤部分の 非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の 物性値等
	速度構造 (層厚、Vs,Vp,ρ)	ひずみ依存特性 (G/G ₀ -γ関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G ₀ ,γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
取得データ	PS検層 (a.-①, a.-②)	三軸圧縮試験 (b.- ①)	C-1 三軸圧縮試験 (c.-①)	C-2 岩石コア試験 (c.-②)	C-3 地震観測記録を用 いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層 (c.-⑤, c.-⑥)	PS検層 (d.-①, d.-②)
AA周辺	<ul style="list-style-type: none"> N3_U N3-E5 N3-E5 	<ul style="list-style-type: none"> M-S L-T 	同左	同左	【地震観測記録を用いた同定】 • 中央地盤観測点の地震観測記録	【地震波干渉法】 • 中央地盤観測点の地震観測記録	<ul style="list-style-type: none"> R5-Q2 R5-Q10 	埋戻し土のPS検層結果
F施設周辺	<ul style="list-style-type: none"> L-U D-E5 M-V 	<ul style="list-style-type: none"> M-5 D-T D-5 					<ul style="list-style-type: none"> R5-Q9 	
GA	<ul style="list-style-type: none"> N_U R5-Q2 R5-Q10 	<ul style="list-style-type: none"> R5-Q9 (R5-Q10) L-4 D-4 						
AG	<ul style="list-style-type: none"> AA周辺Grのデータ 	<ul style="list-style-type: none"> (R5-Q2) K_V (R5-Q2) 						
AE	<ul style="list-style-type: none"> N3_6 D_6 R5-Q6 	<ul style="list-style-type: none"> 細粒砂岩 泥岩（下部層） 	同左	同左	【地震観測記録を用いた同定】 • 中央地盤観測点の地震観測記録	【地震波干渉法】 • 中央地盤観測点の地震観測記録	• R5-Q6	埋戻し土のPS検層結果
DC	<ul style="list-style-type: none"> K_3 R5-Q1 R5-Q11 	<ul style="list-style-type: none"> 細粒砂岩 泥岩（下部層） 	同左	同左	【地震観測記録を用いた同定】 • 中央地盤観測点の地震観測記録	【地震波干渉法】 • 中央地盤観測点の地震観測記録	<ul style="list-style-type: none"> R5-Q1 R5-Q11 	埋戻し土のPS検層結果
E施設周辺	<ul style="list-style-type: none"> J_T J_5 C_U J-T K-T R5-Q5 	<ul style="list-style-type: none"> 泥岩（上部層） 砂岩・凝灰岩互層 礫混り砂岩 	同左	同左	【地震観測記録を用いた同定】 • 西側地盤観測点の地震観測記録	【地震波干渉法】 • 西側地盤観測点の地震観測記録	• R5-Q5	埋戻し土のPS検層結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

5. データの再整理

■ 各グループにおいて整理されたデータの再整理

 : データを共有する範囲②
 : データを施設個別に扱う範囲

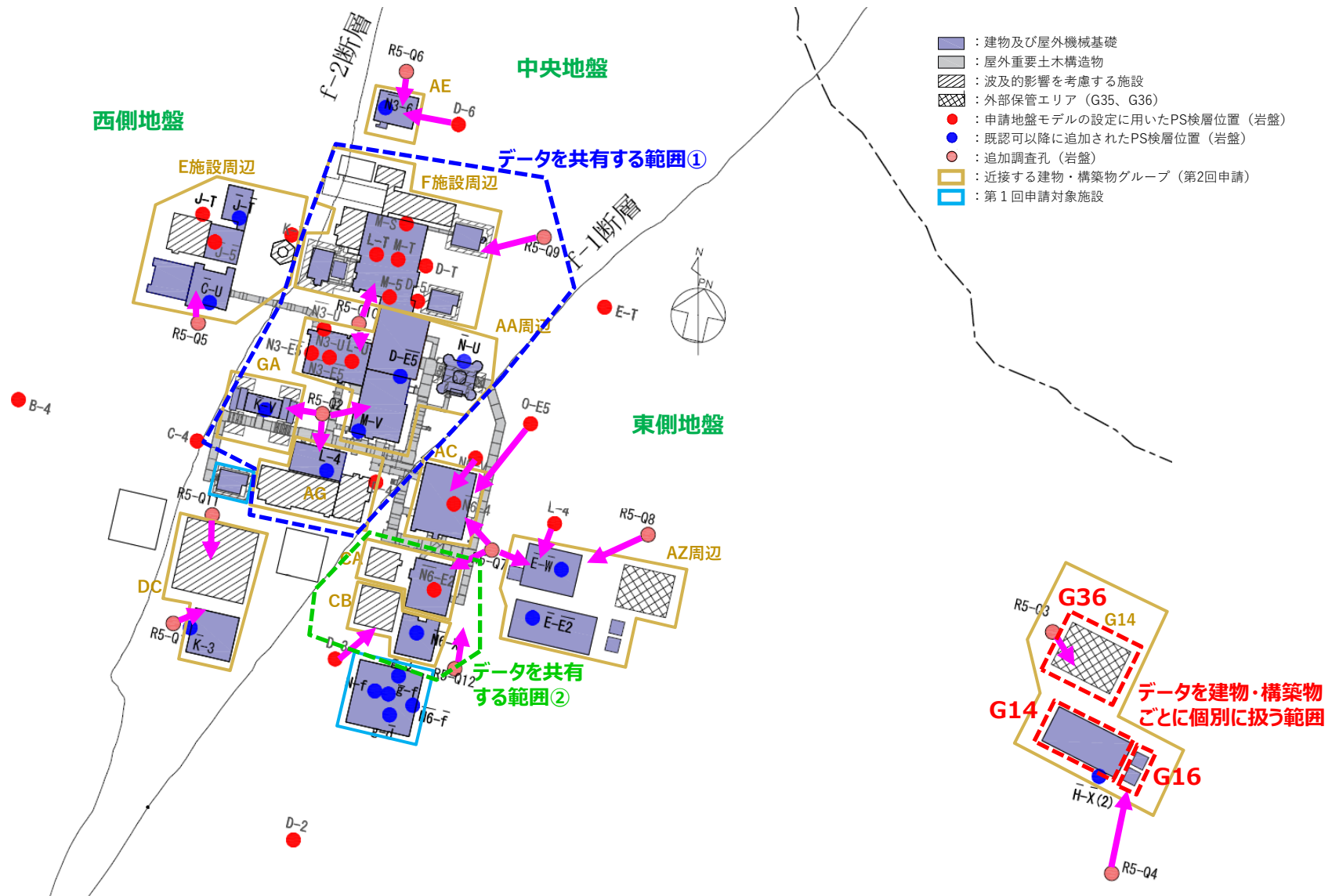
設定するパラメータ	A.岩盤部分の物性値等	B.岩盤部分の非線形性	C.岩盤部分の減衰定数					D.表層地盤の物性値等
	速度構造 (層厚、Vs,Vp,ρ)	ひずみ依存特性 (G/G ₀ -γ関係)	減衰定数 (h)					速度構造 (G ₀ ,γ)
			材料減衰		材料減衰 + 散乱減衰			
取得データ			C-1 三軸圧縮試験	C-2 岩石コア試験	C-3 地震観測記録を用いた同定	C-4 地震波干渉法	C-5 S波検層	
AC	PS検層 (a.-①, a.-②) • N6_-4 • O-E5 • N6-V • R5-Q7	三軸圧縮試験 (b.-①) • 砂質軽石凝灰岩 • 凝灰岩 • 軽石凝灰岩 • 軽石質砂岩	三軸圧縮試験 (c.-①) • 同左	岩石コア試験 (c.-②) • 同左	地震観測記録 (c.-③) 【地震観測記録を用いた同定】 • 東側地盤観測点の地震観測記録	地震観測記録 (c.-③) 【地震波干渉法】 • 東側地盤観測点の地震観測記録	S波検層 (c.-⑤, c.-⑥) • R5-Q7	PS検層 (d.-①, d.-②) • 埋戻し土のPS検層結果
CA	N6_-E2 } CAGrのデータ R5-Q7 } R5-Q12 } N6_-X } CBGrのデータ D-3 } (R5-Q12) }	砂質軽石凝灰岩 凝灰岩 軽石凝灰岩 軽石質砂岩 細粒砂岩	同左	同左	【地震観測記録を用いた同定】 • 東側地盤観測点の地震観測記録	【地震波干渉法】 • 東側地盤観測点の地震観測記録	R5-Q7 } CAGrのデータ R5-Q12 } CBGrのデータ	埋戻し土のPS検層結果
CB								
AZ	E_-W_ E_-E2_ E-4 R5-Q7 R5-Q8	砂質軽石凝灰岩 軽石混り砂岩 凝灰岩 軽石凝灰岩 軽石質砂岩	同左	同左	【地震観測記録を用いた同定】 • 東側地盤観測点の地震観測記録	【地震波干渉法】 • 東側地盤観測点の地震観測記録	R5-Q8	流動化処理土のPS検層結果
G14	G14	H_-X_(2) • 軽石混り砂岩 • 砂質軽石凝灰岩 • 凝灰岩 • 軽石凝灰岩	同左	同左	【地震観測記録を用いた同定】 • 東側地盤観測点の地震観測記録	【地震波干渉法】 • 東側地盤観測点の地震観測記録	R5-Q3 R5-Q4	流動化処理土のPS検層結果
	G16	R5-Q4 • 軽石混り砂岩 • 砂質軽石凝灰岩 • 凝灰岩 • 軽石凝灰岩 • 軽石質砂岩	同左	同左	【地震観測記録を用いた同定】 • 東側地盤観測点の地震観測記録	【地震波干渉法】 • 東側地盤観測点の地震観測記録	R5-Q3 R5-Q4	流動化処理土のPS検層結果
	G36	R5-Q3 • 軽石混り砂岩 • 砂質軽石凝灰岩 • 凝灰岩 • 礫混り砂岩	同左	同左	【地震観測記録を用いた同定】 • 東側地盤観測点の地震観測記録	【地震波干渉法】 • 東側地盤観測点の地震観測記録	R5-Q3 R5-Q4	流動化処理土のPS検層結果

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

5. データの再整理

■ 各グループにおいて整理されたデータの再整理

➤ 以下に、データの再整理を行った範囲を示す。

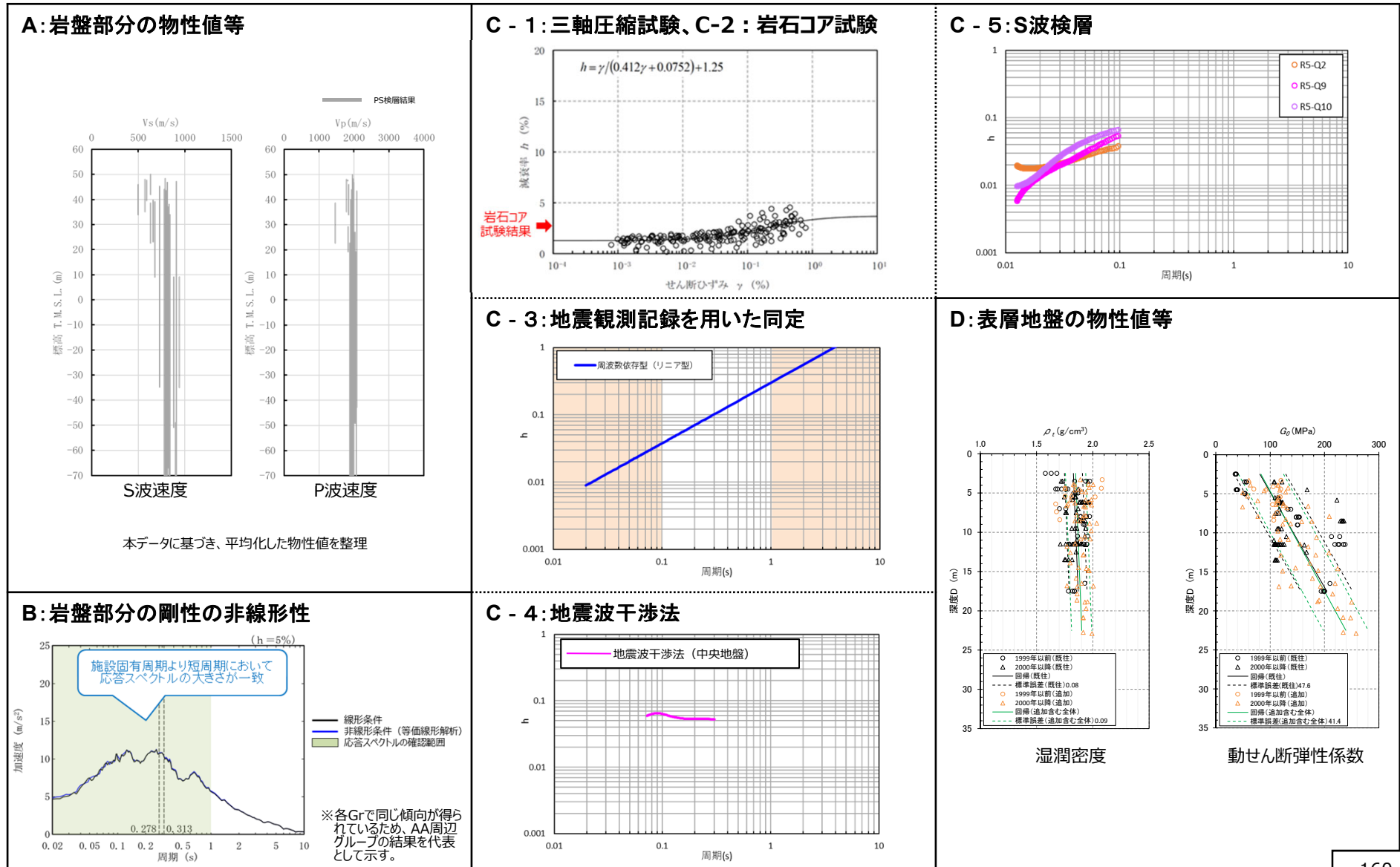


基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

5. データの再整理

■ 整理結果のとりまとめ（AA周辺グループ、F施設周辺グループ、AGグループ、GAグループ）

□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲



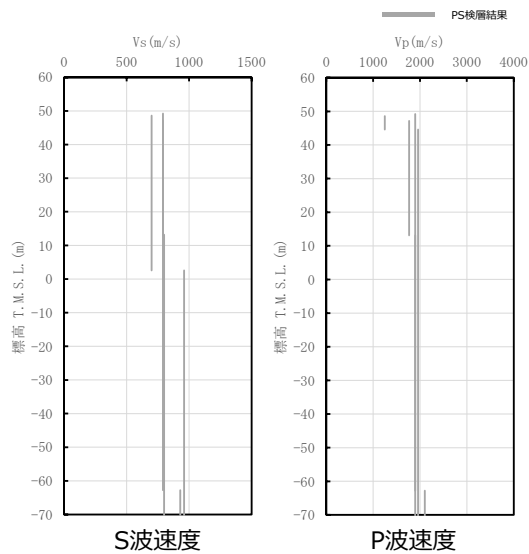
基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

5. データの再整理

■ 整理結果のとりまとめ (AEグループ)

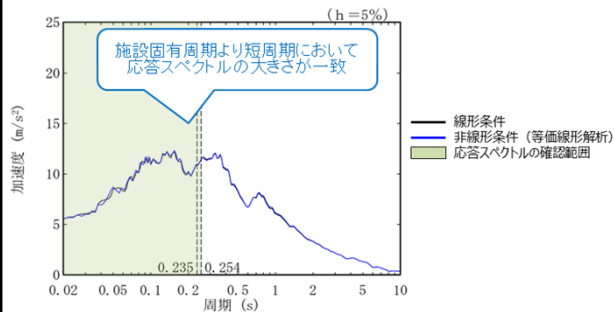
□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲

A: 岩盤部分の物性値等

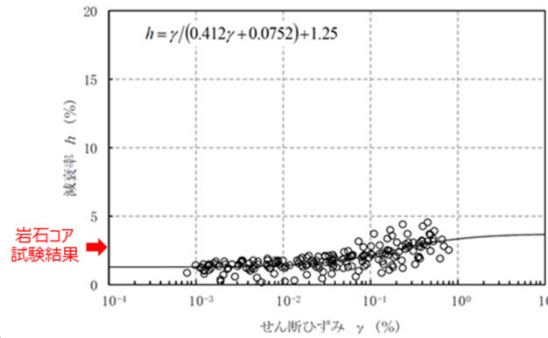


本データに基づき、平均化した物性値を整理

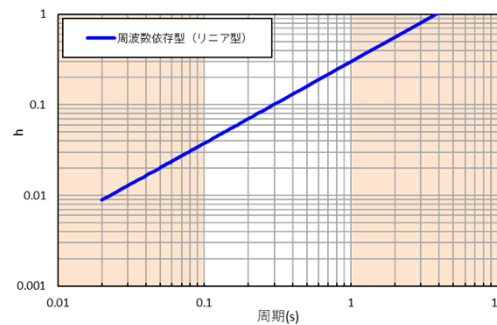
B: 岩盤部分の剛性の非線形性



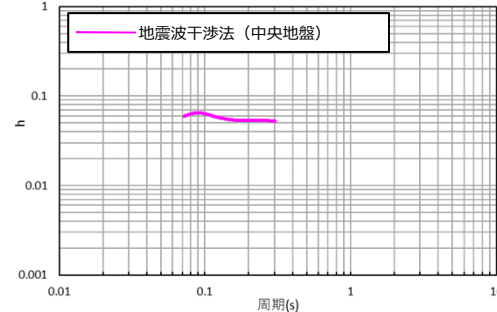
C - 1: 三軸圧縮試験、C-2: 岩石コア試験



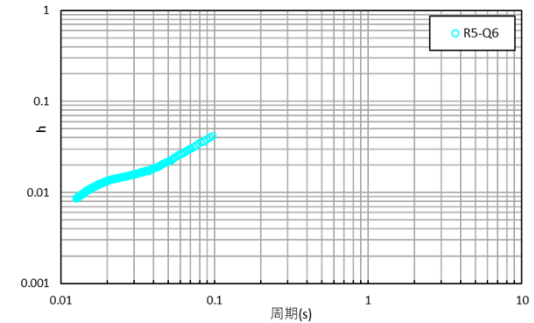
C - 3: 地震観測記録を用いた同定



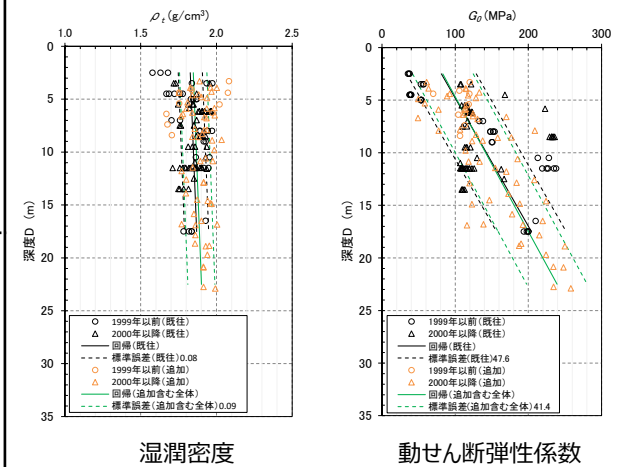
C - 4: 地震波干渉法



C - 5: S波検層



D: 表層地盤の物性値等



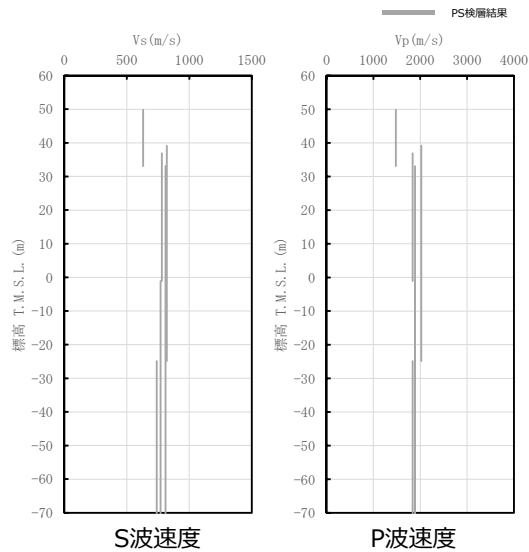
基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

5. データの再整理

■ 整理結果のとりまとめ (DCグループ)

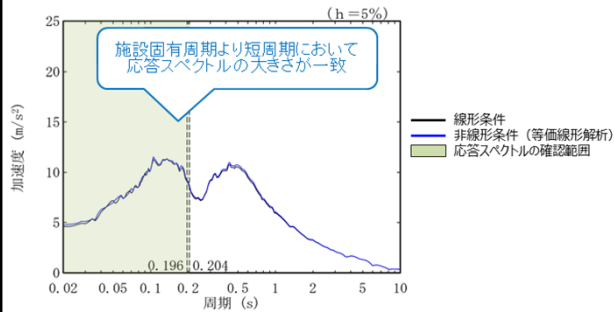
□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲

A: 岩盤部分の物性値等

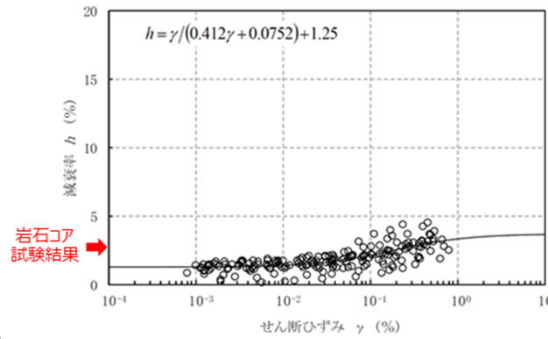


本データに基づき、平均化した物性値を整理

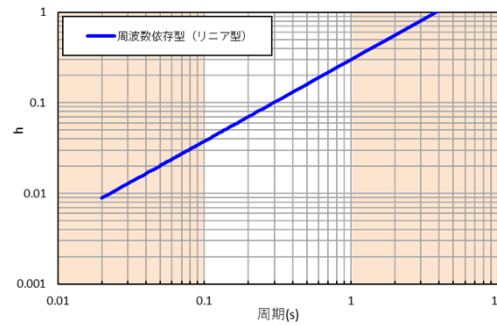
B: 岩盤部分の剛性の非線形性



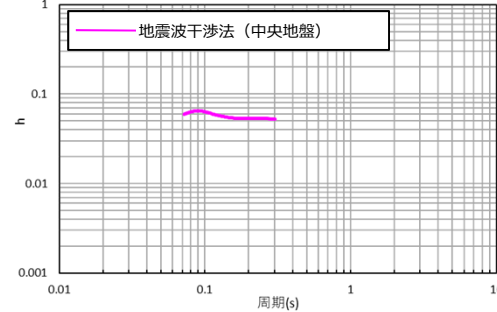
C - 1: 三軸圧縮試験、C-2: 岩石コア試験



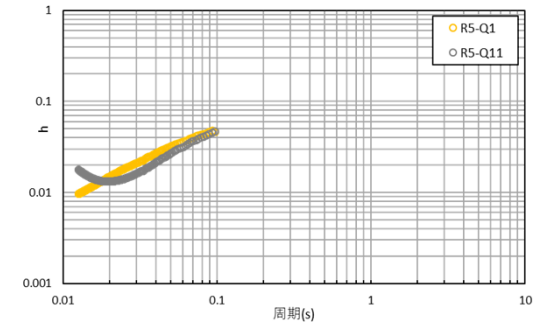
C - 3: 地震観測記録を用いた同定



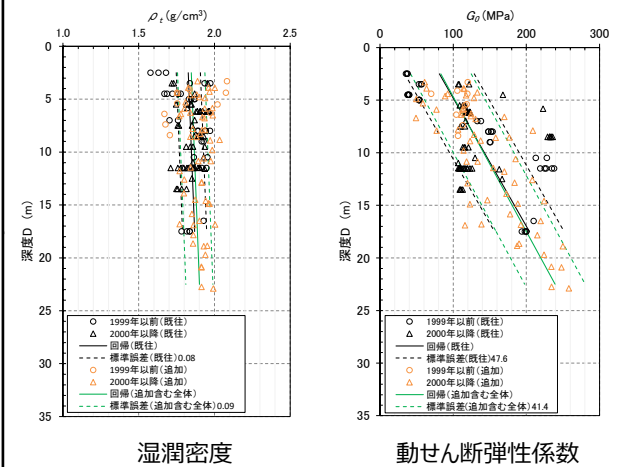
C - 4: 地震波干渉法



C - 5: S波検層



D: 表層地盤の物性値等



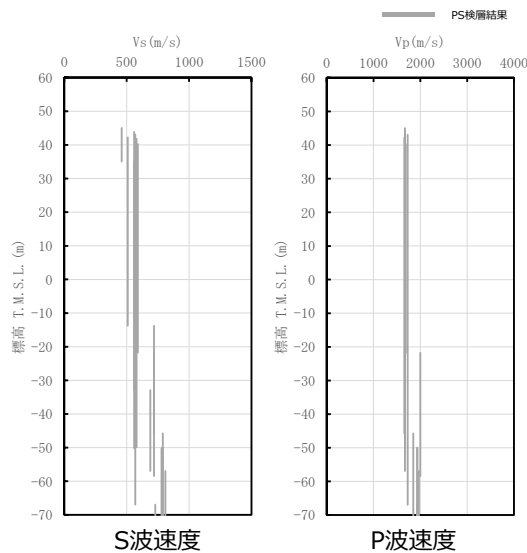
基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

5. データの再整理

■ 整理結果のとりまとめ (E施設周辺グループ)

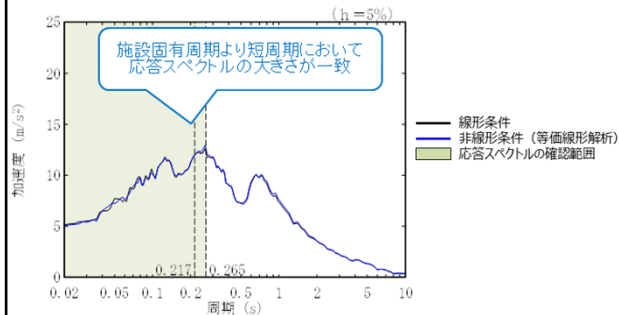
□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲

A: 岩盤部分の物性値等

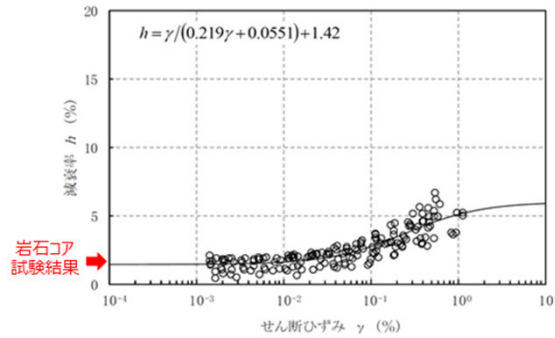


本データに基づき、平均化した物性値を整理

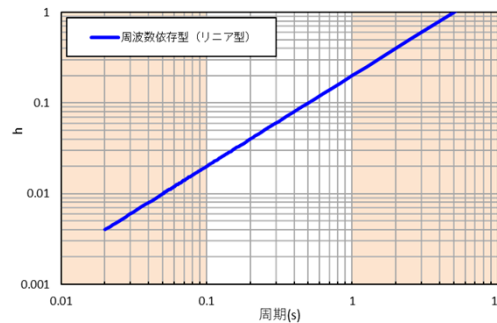
B: 岩盤部分の剛性の非線形性



C - 1: 三軸圧縮試験、C-2: 岩石コア試験



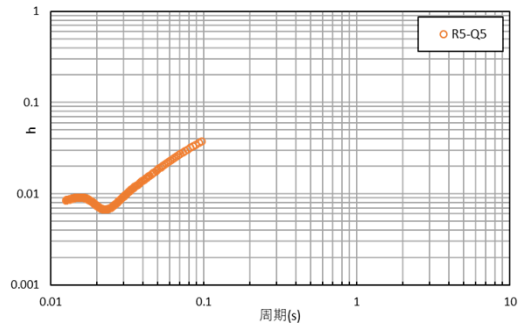
C - 3: 地震観測記録を用いた同定



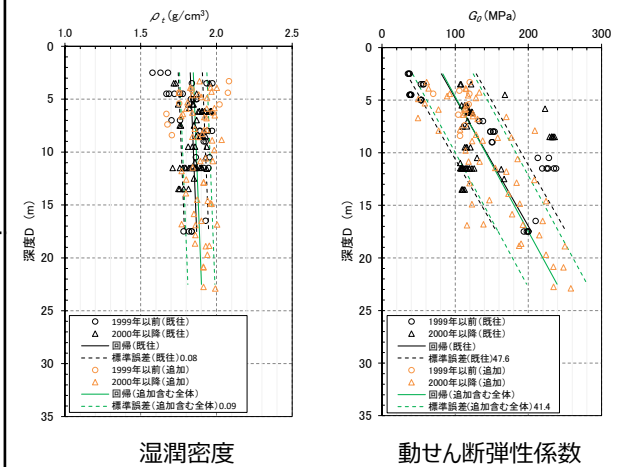
C - 4: 地震波干渉法



C - 5: S波検層



D: 表層地盤の物性値等



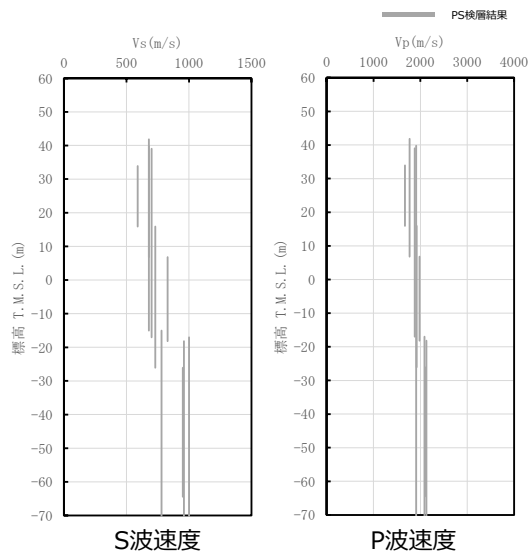
基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

5. データの再整理

■ 整理結果のとりまとめ (ACグループ)

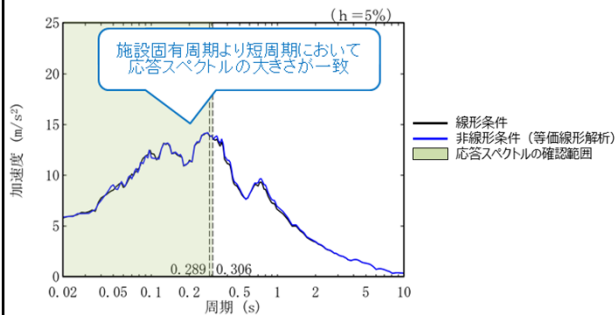
□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲

A: 岩盤部分の物性値等

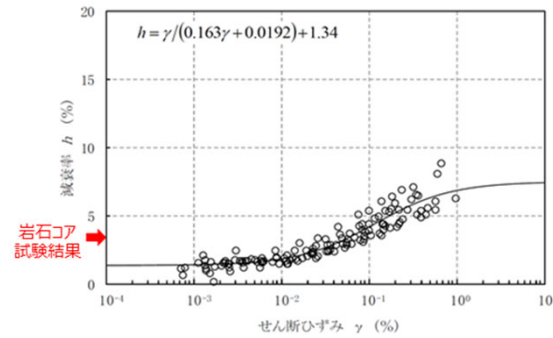


本データに基づき、平均化した物性値を整理

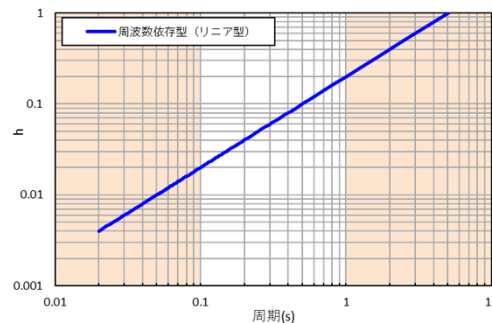
B: 岩盤部分の剛性の非線形性



C - 1: 三軸圧縮試験、C-2: 岩石コア試験



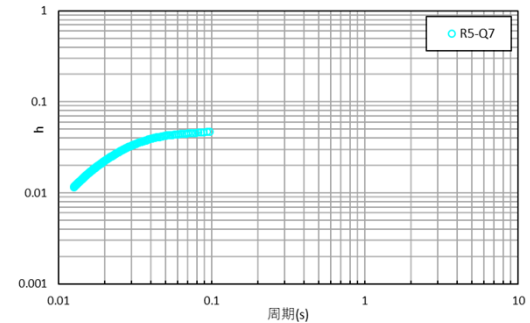
C - 3: 地震観測記録を用いた同定



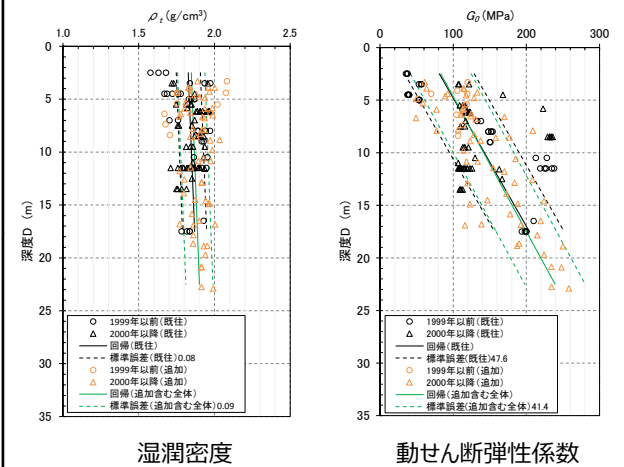
C - 4: 地震波干渉法

—

C - 5: S波検層



D: 表層地盤の物性値等



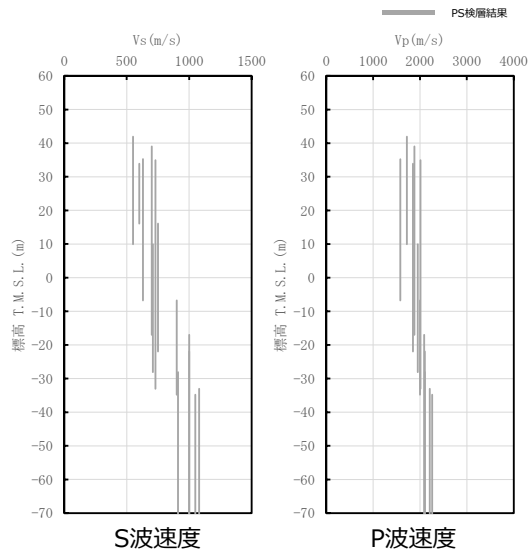
基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

5. データの再整理

■ 整理結果のとりまとめ (CAグループ、CBグループ)

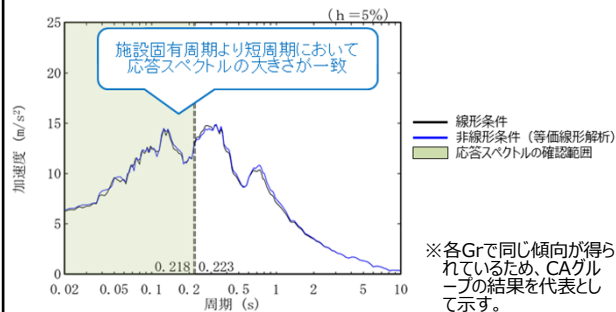
□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲

A: 岩盤部分の物性値等

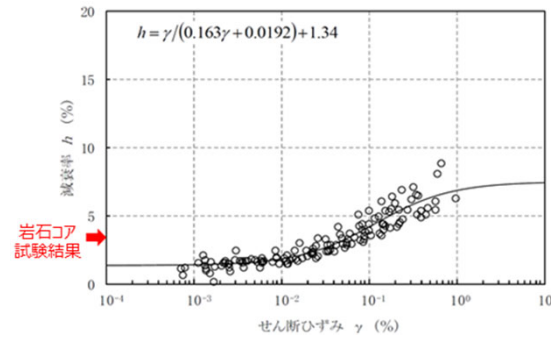


本データに基づき、平均化した物性値を整理

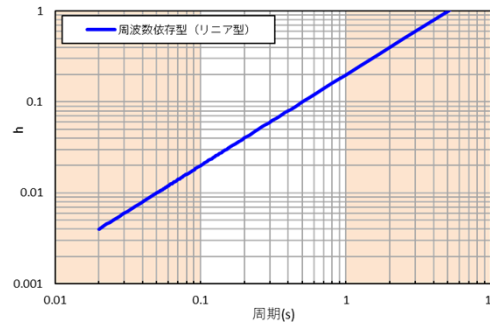
B: 岩盤部分の剛性の非線形性



C - 1: 三軸圧縮試験、C-2: 岩石コア試験



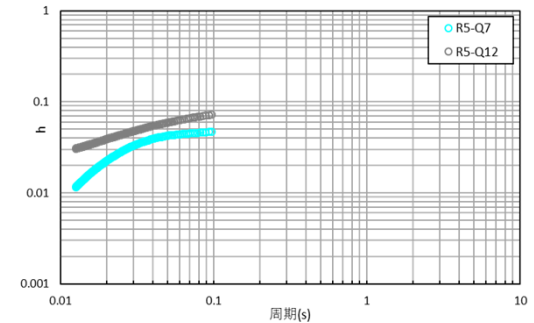
C - 3: 地震観測記録を用いた同定



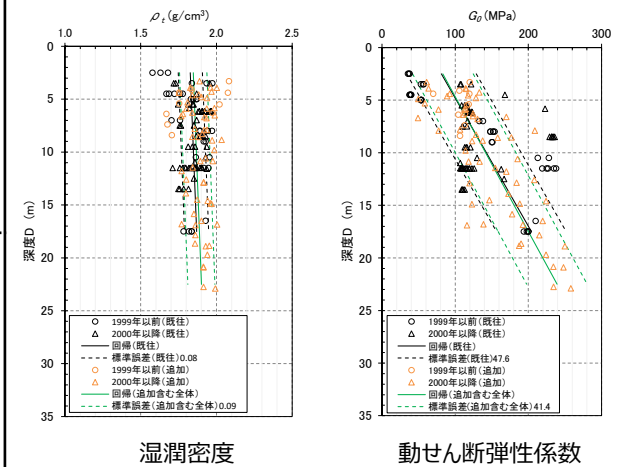
C - 4: 地震波干渉法

—

C - 5: S波検層



D: 表層地盤の物性値等



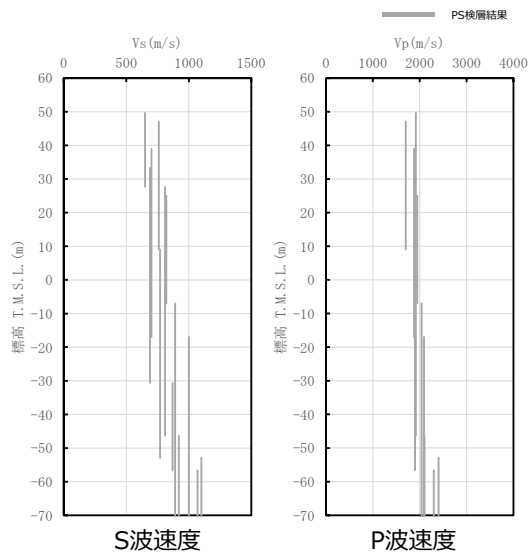
基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

5. データの再整理

■ 整理結果のとりまとめ (AZ周辺グループ)

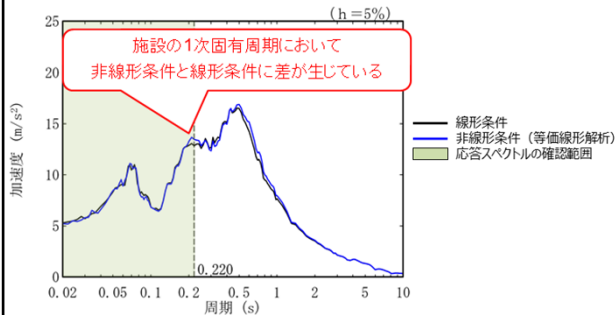
□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲

A: 岩盤部分の物性値等

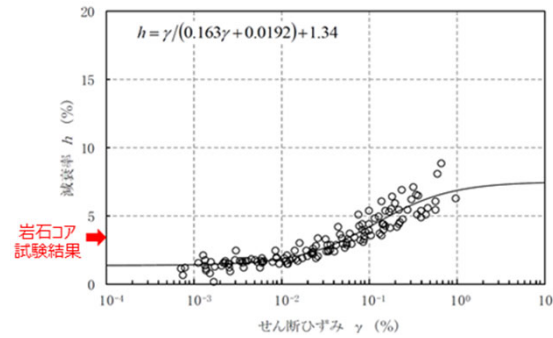


本データに基づき、平均化した物性値を整理

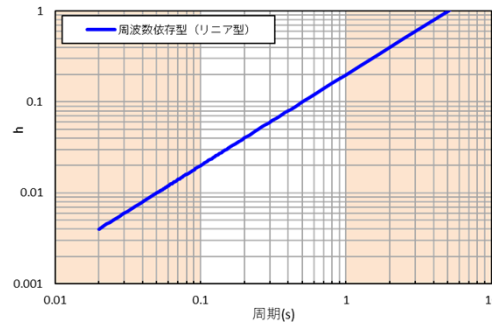
B: 岩盤部分の剛性の非線形性



C - 1: 三軸圧縮試験、C-2: 岩石コア試験



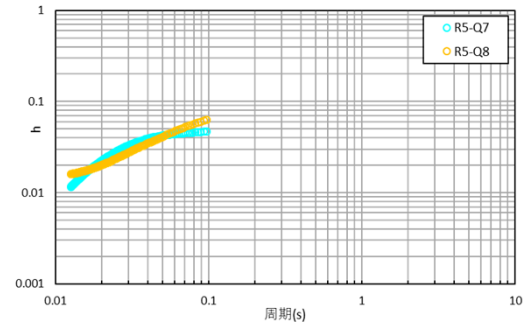
C - 3: 地震観測記録を用いた同定



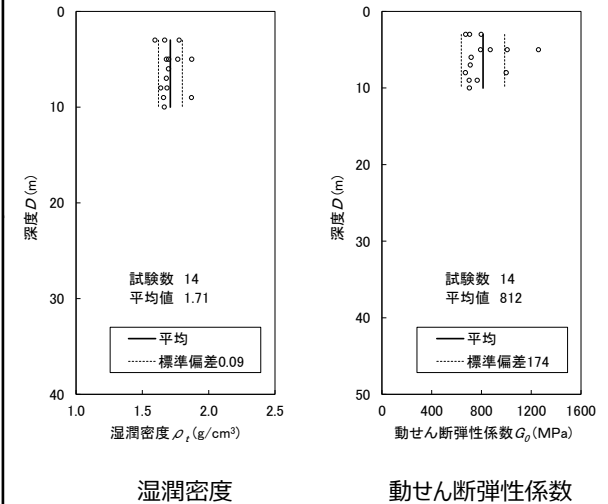
C - 4: 地震波干渉法

—

C - 5: S波検層



D: 表層地盤の物性値等



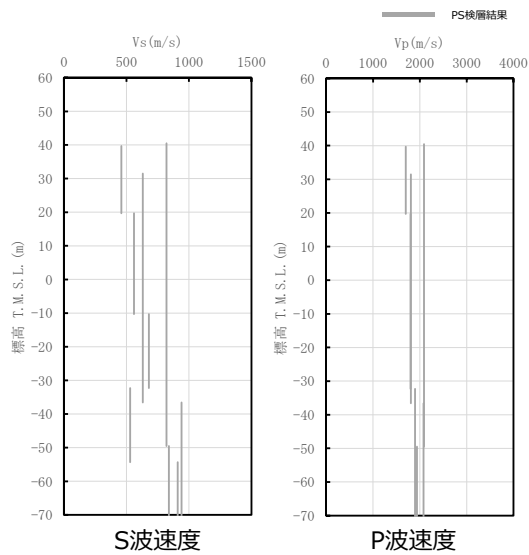
基準地震動に基づく入力地震動の策定 (地盤モデル)

5. データの再整理

■ 整理結果のとりまとめ (G14グループ)

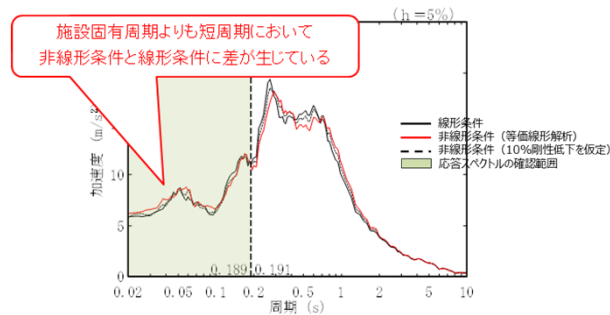
□ : 信頼区間内のデータに基づく外挿範囲

A: 岩盤部分の物性値等

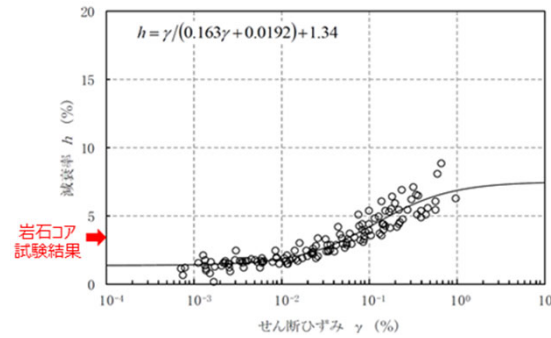


本データに基づき、施設個別に物性値を整理

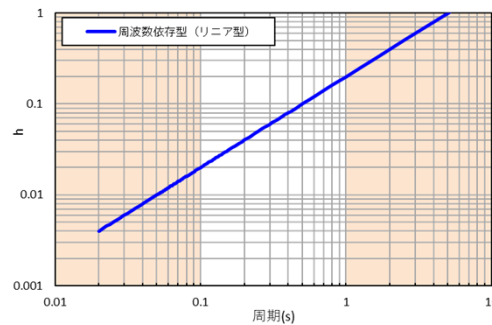
B: 岩盤部分の剛性の非線形性



C - 1: 三軸圧縮試験、C-2: 岩石コア試験



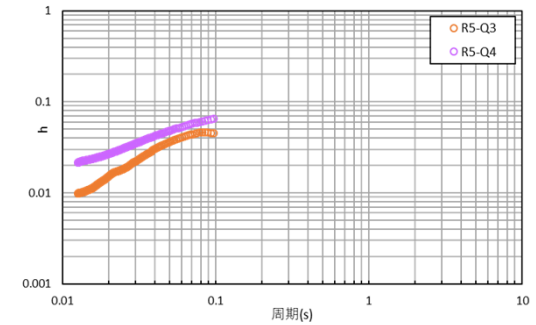
C - 3: 地震観測記録を用いた同定



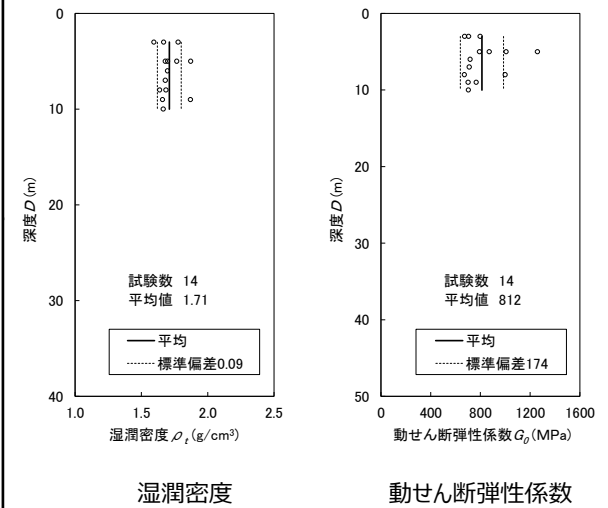
C - 4: 地震波干渉法



C - 5: S波検層



D: 表層地盤の物性値等



6. 敷地の地盤の特徴を踏まえた地下構造モデルの設定

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

6. 敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造モデルの設定

■ 敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造モデルの設定方針

- 5.にて再整理したデータを用い、各因子に対し、以下の考え方により敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造モデルを設定する。

● A. 岩盤部分の物性値等

- 岩盤部分の物性値等については、5.において再整理したデータに基づき、4.に示したデータの整理において用いた方法と同様の考え方に基づき設定する。

● B. 岩盤部分の剛性の非線形性

- 岩盤部分の剛性の非線形性については、三軸圧縮試験に基づくひずみ依存特性 ($G/G_0-\gamma$) を設定する。
- なお、4.に示したとおり、いずれのグループにおいても剛性の非線形性による影響は小さいことを確認している。

● C. 岩盤部分の減衰定数

- 岩盤部分の減衰定数については、C-1~C-5の複数の手法により減衰定数の値が評価されていることから、各手法により得られたデータについて、減衰定数の周波数依存性の特徴、散乱減衰の考慮の有無、考慮している地震の大きさまたは地盤のひずみレベル、各手法が有する信頼区間等に着目した検討を行った上で、敷地における地盤の特徴を捉えた減衰定数を設定する。

● D. 表層地盤の物性値等

- 4.に示したデータの整理結果に基づき設定する。

7. 今後の対応

基準地震動に基づく入力地震動の策定（地盤モデル）

7. 今後の対応

■ 次回以降の説明内容

① 敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造モデルの設定結果

- A.~D.の因子について、5. のデータの再整理結果を踏まえ、各グループの敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造モデルを設定する。

② 設計に用いる地盤モデル（基本地盤モデル）を作成するために必要な検討項目及び検討方針

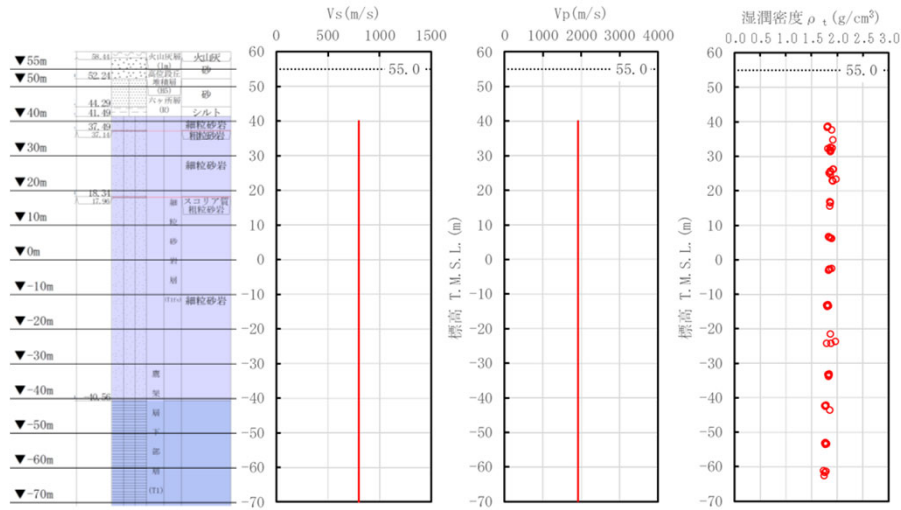
- 敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造モデルの設定結果を踏まえ、以下の検討を行い、設計に用いる地盤モデルを作成する。
 - 設計に用いる地盤モデルに設定にあたっては、具体的な耐震設計を行っていく上での解析プログラムの制限及び設計の合理性を考慮した検討を実施する。
 - 上記事項の設計に用いる地盤モデルの設定にあたっては、各グループで設定された敷地の地盤の特徴を捉えた地下構造モデルとの応答スペクトルの比較等による確認を実施し、施設の耐震設計で適用する上での合理性を検討する。

③ 設計に用いる地盤モデル（基本地盤モデル）の作成及び入力地震動の算定結果

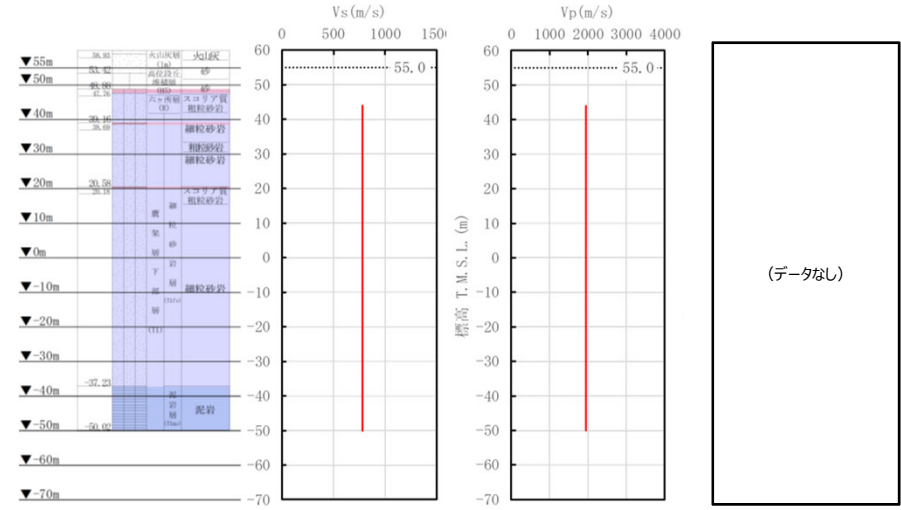
参考 データ集

参考 データ集

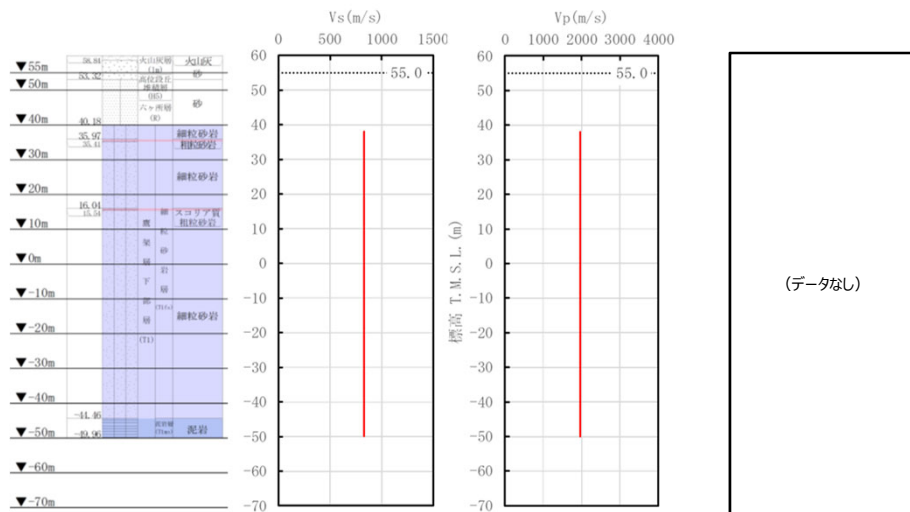
■ 岩盤部分のPS検層 (a.-①,a.-②)



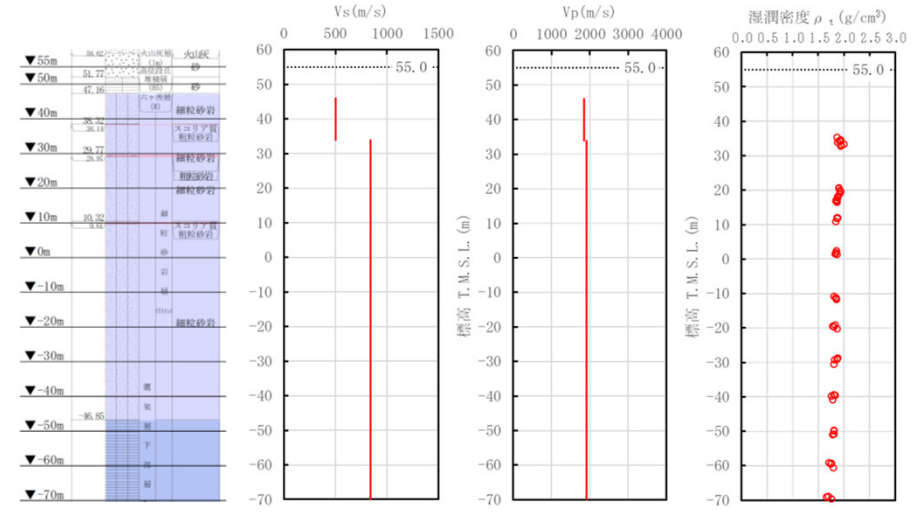
(a)地質柱状図 (b)S波速度 (c)P波速度 (d)単位体積重量
PS検層から得られたデータ (N3_U孔)



(a)地質柱状図 (b)S波速度 (c)P波速度 (d)単位体積重量
PS検層から得られたデータ (N3-E5_孔)



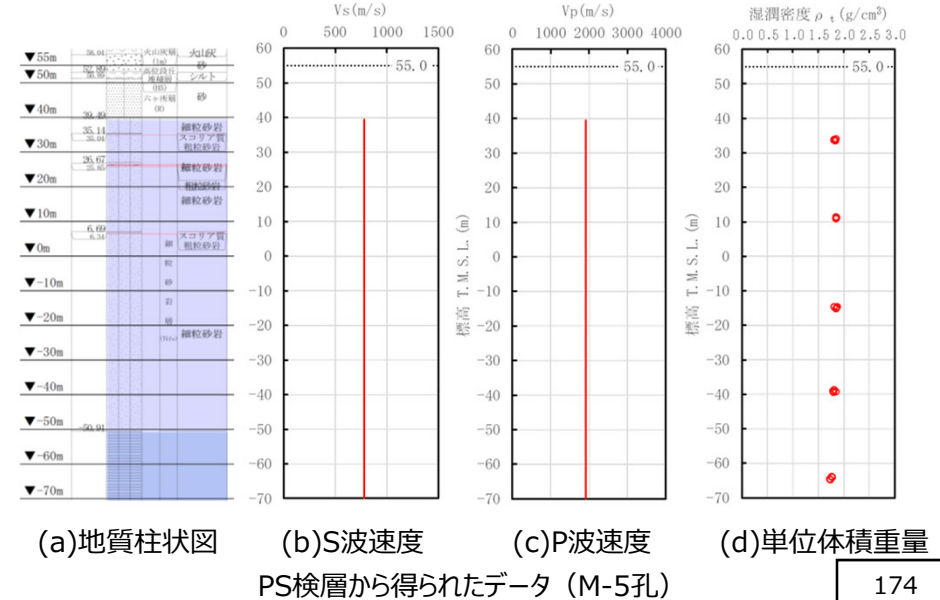
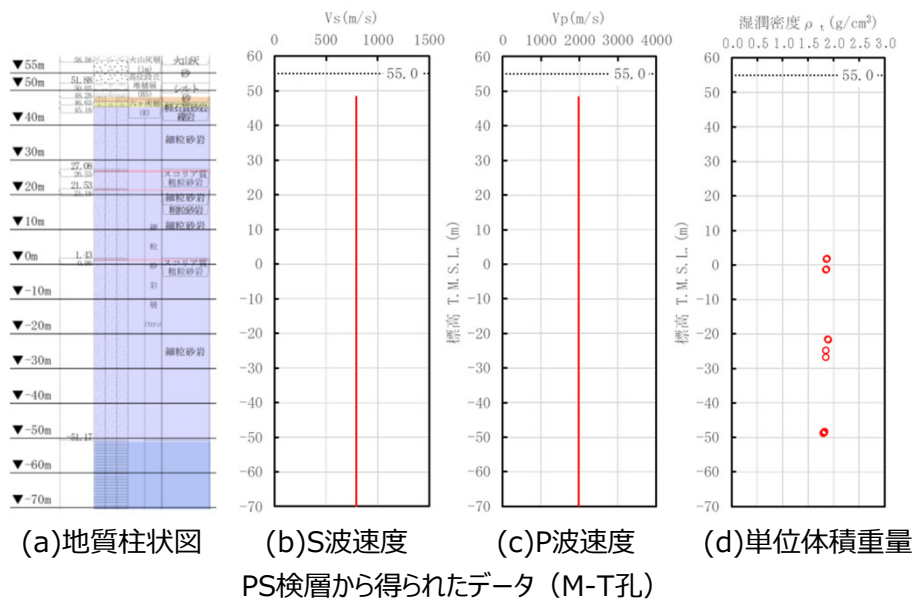
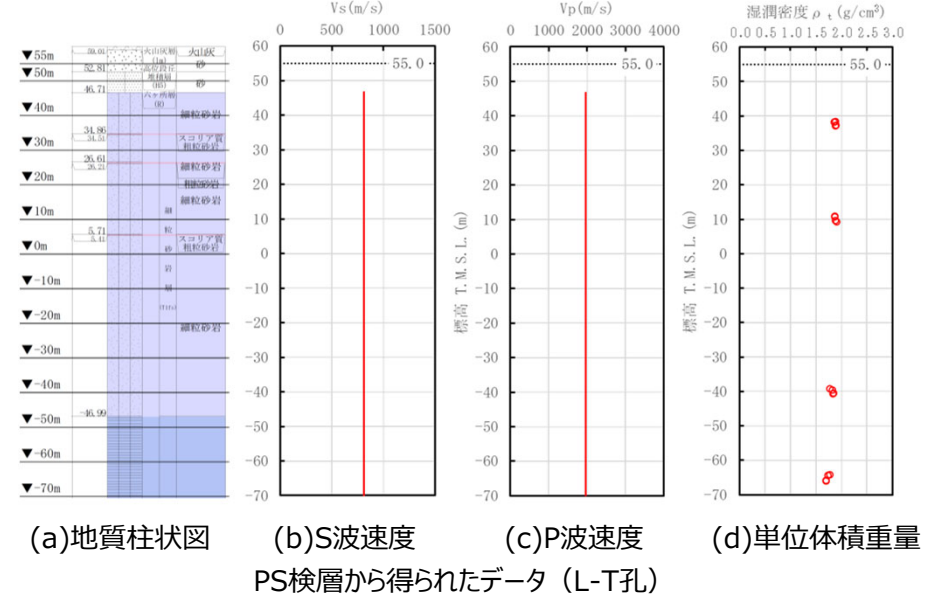
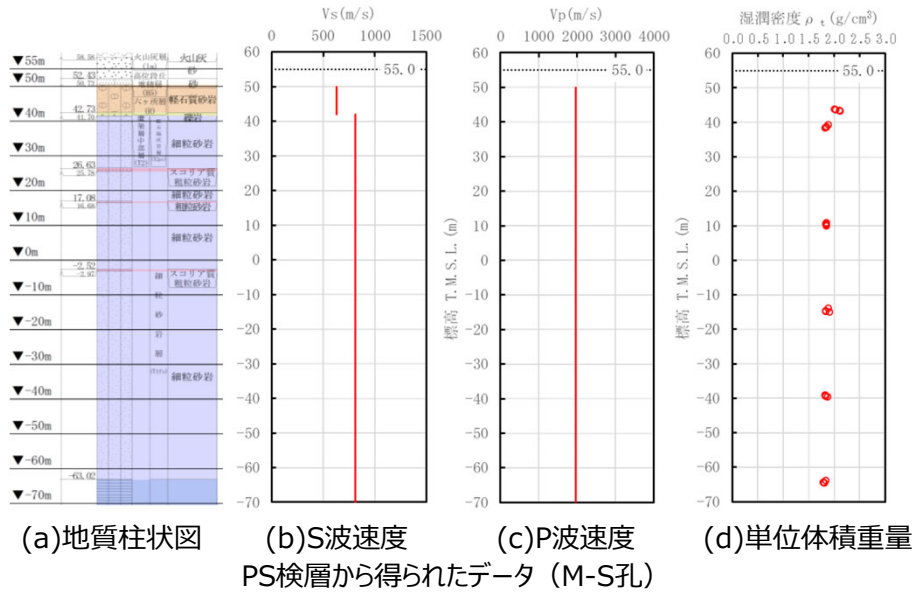
(a)地質柱状図 (b)S波速度 (c)P波速度 (d)単位体積重量
PS検層から得られたデータ (N3_-E5_孔)



(a)地質柱状図 (b)S波速度 (c)P波速度 (d)単位体積重量
PS検層から得られたデータ (L-U_孔)

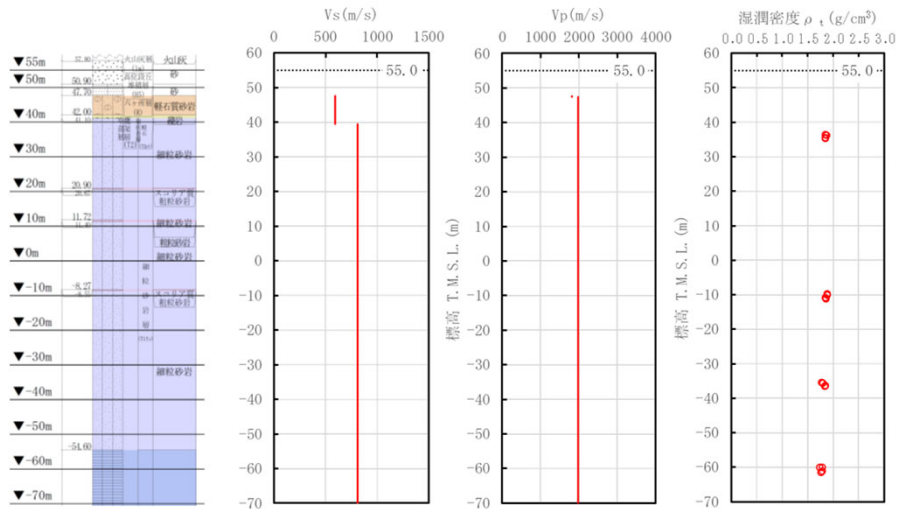
参考 データ集

■ 岩盤部分のPS検層 (a.-①,a.-②)

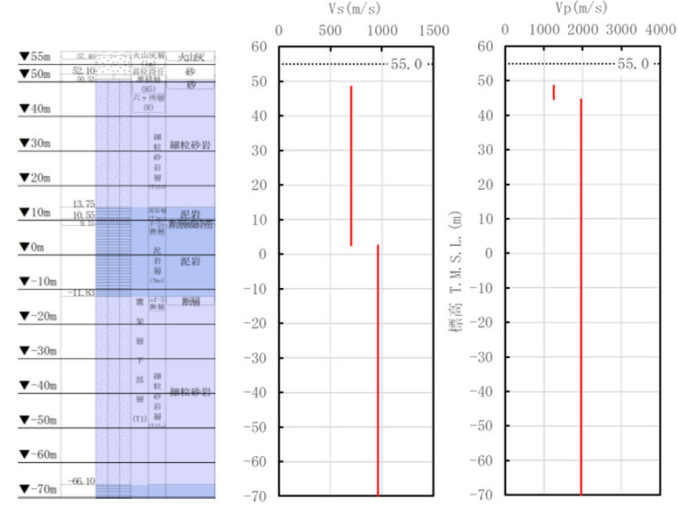


参考 データ集

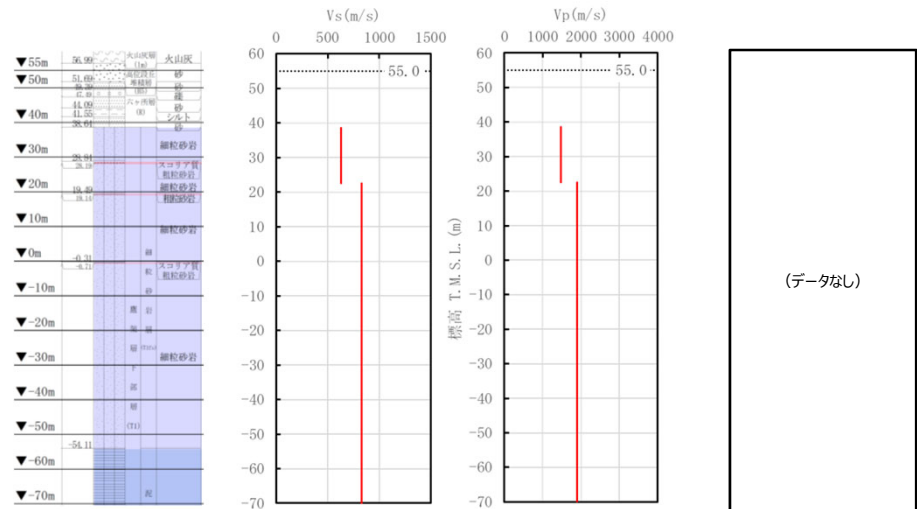
■ 岩盤部分のPS検層 (a.-①,a.-②)



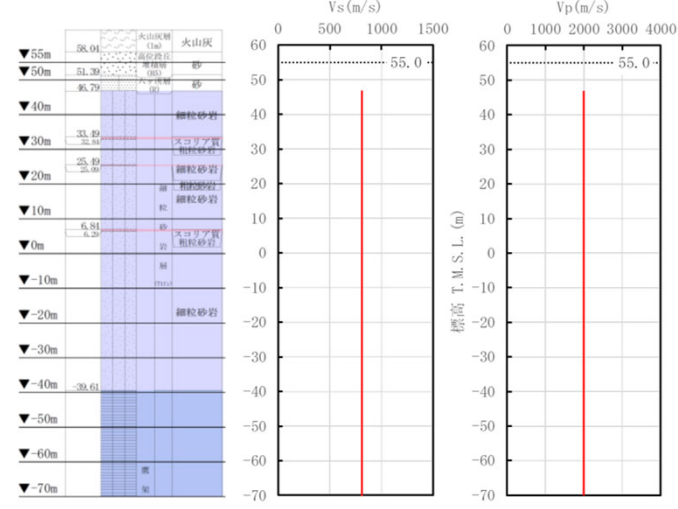
(a)地質柱状図 (b)S波速度 (c)P波速度 (d)単位体積重量
PS検層から得られたデータ (D-T孔)



(a)地質柱状図 (b)S波速度 (c)P波速度 (d)単位体積重量
PS検層から得られたデータ (D-6孔)



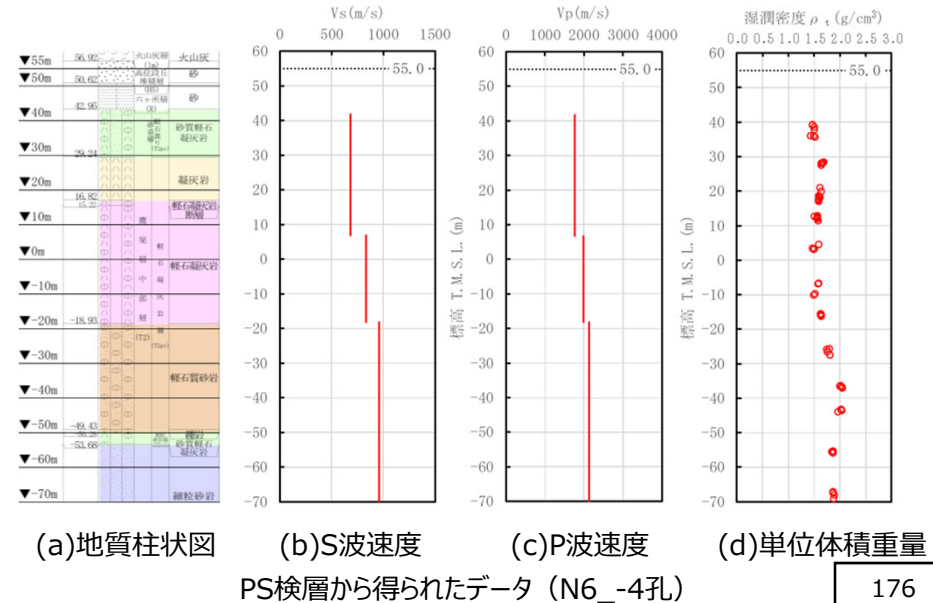
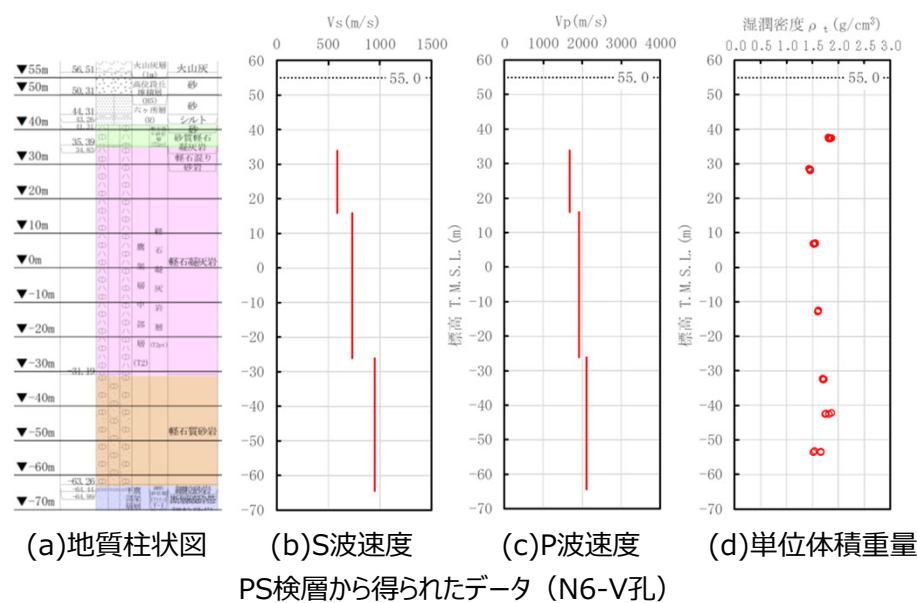
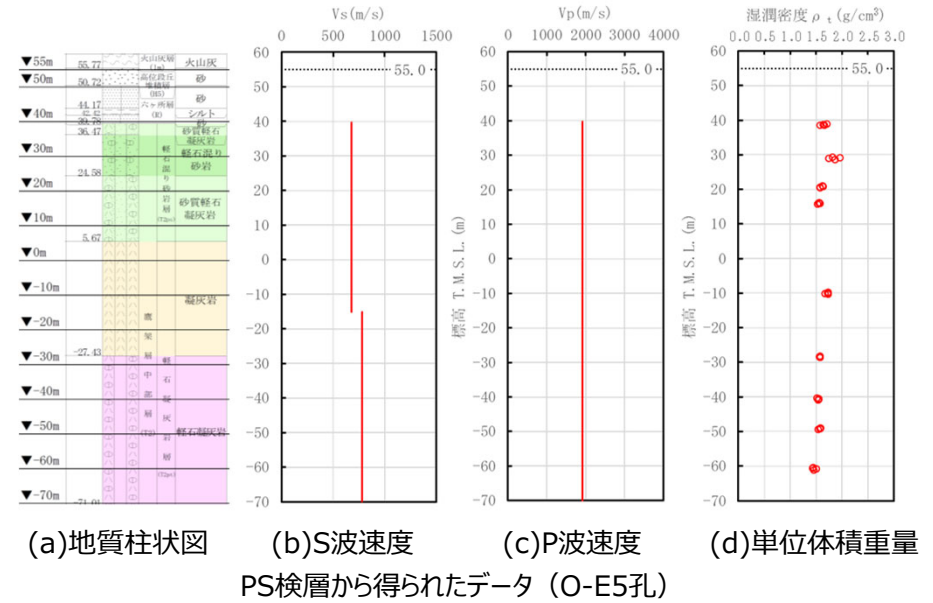
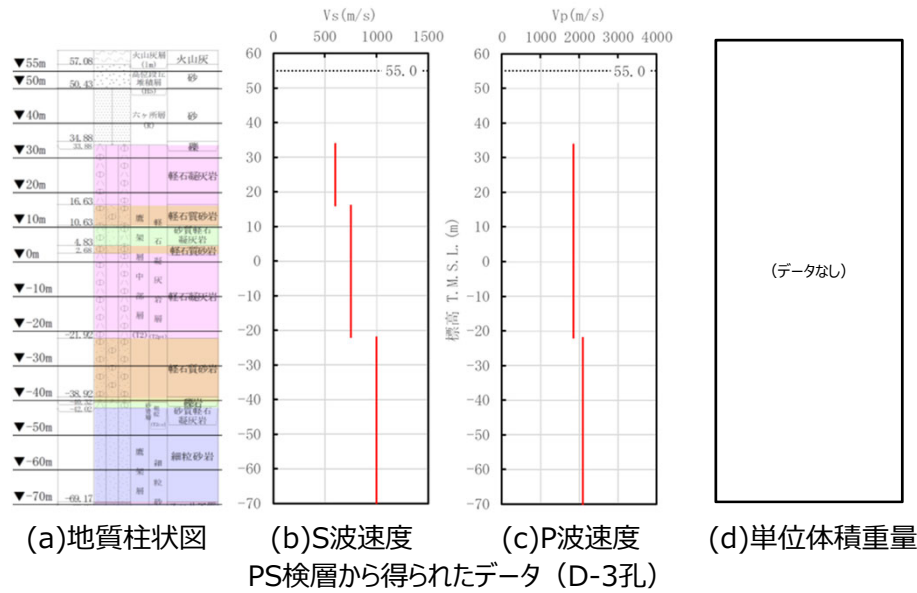
(a)地質柱状図 (b)S波速度 (c)P波速度 (d)単位体積重量
PS検層から得られたデータ (D-5孔)



(a)地質柱状図 (b)S波速度 (c)P波速度 (d)単位体積重量
PS検層から得られたデータ (D-4孔)

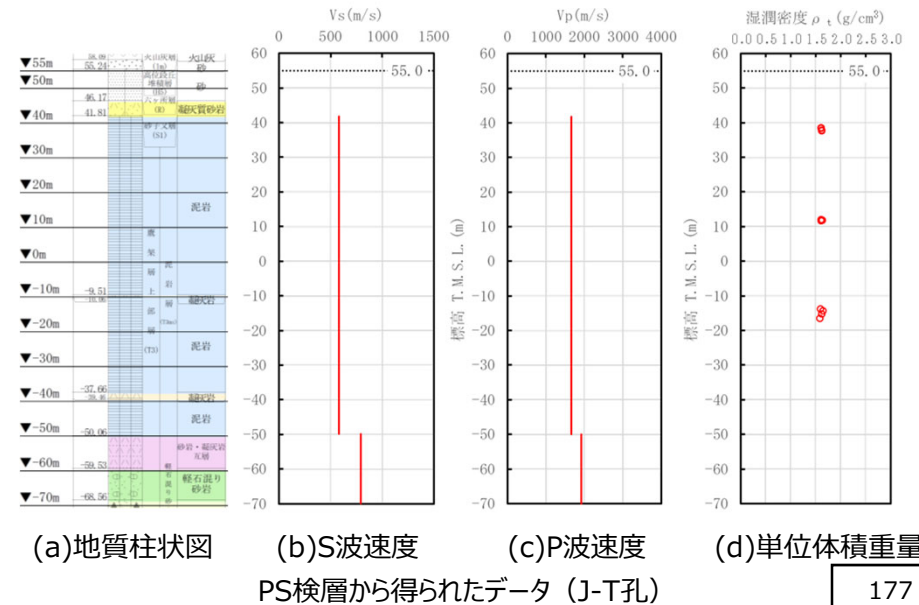
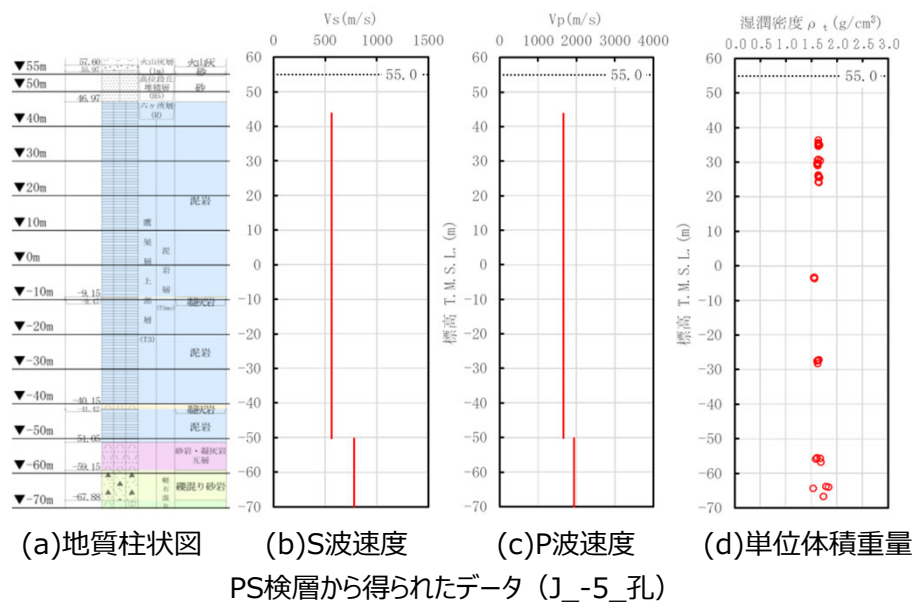
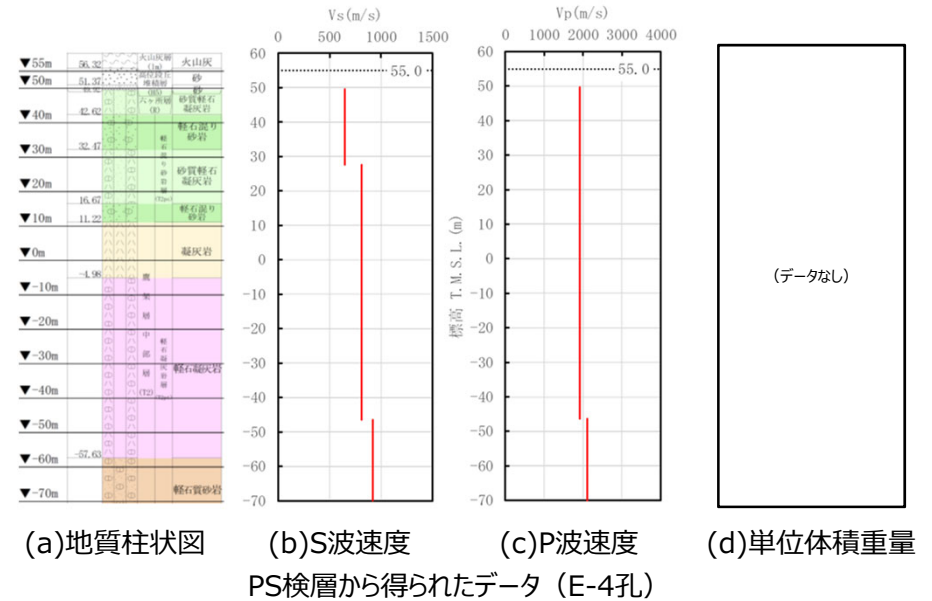
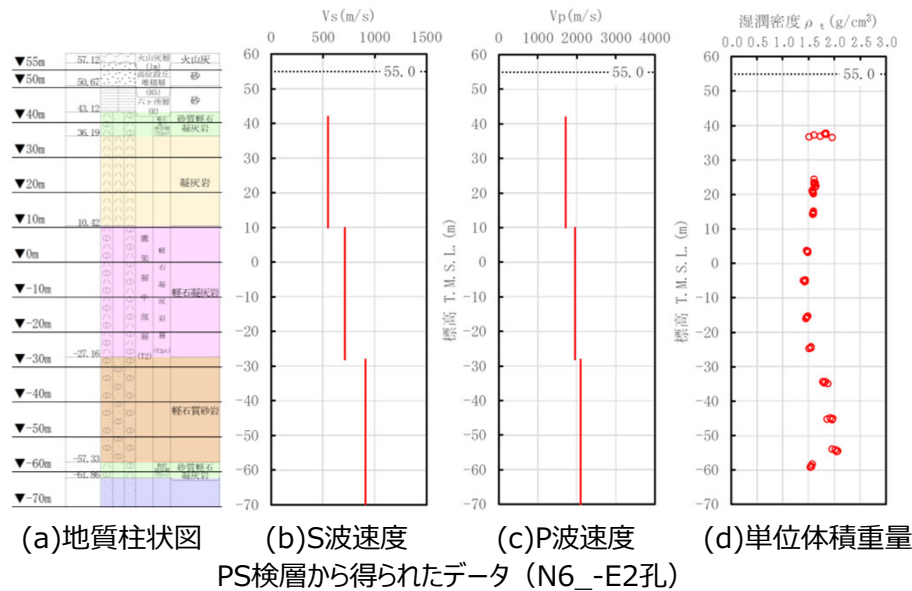
参考 データ集

■ 岩盤部分のPS検層 (a.-①,a.-②)



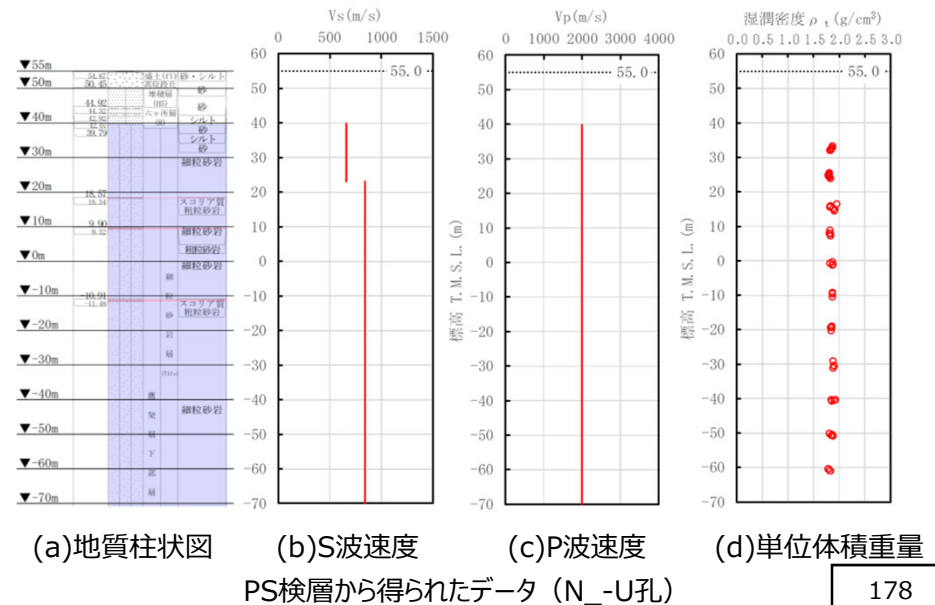
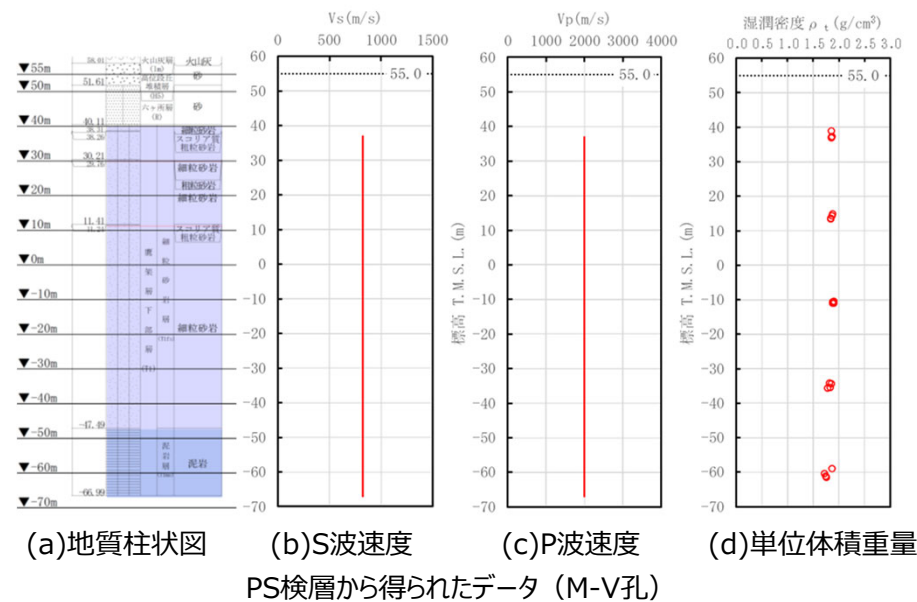
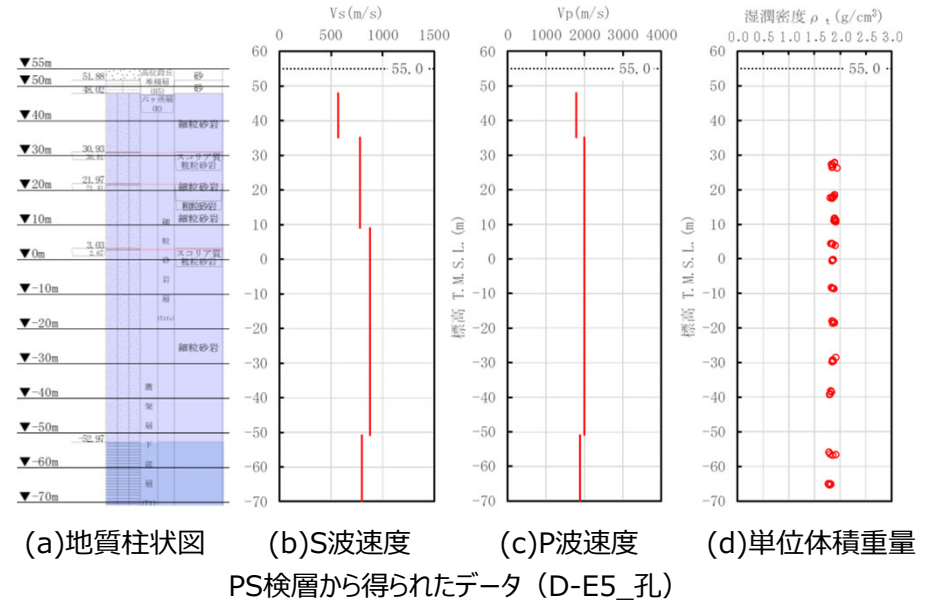
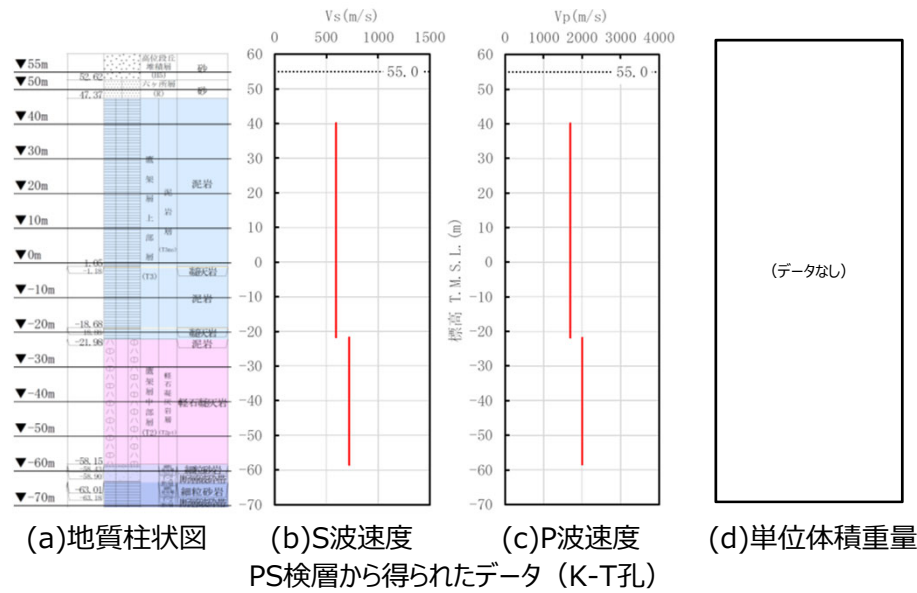
参考 データ集

■ 岩盤部分のPS検層 (a.-①,a.-②)



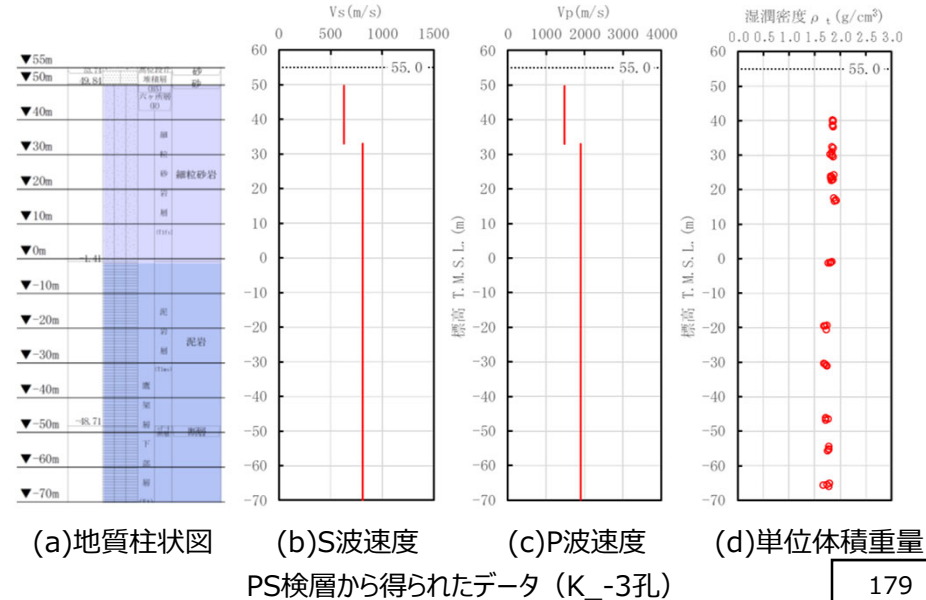
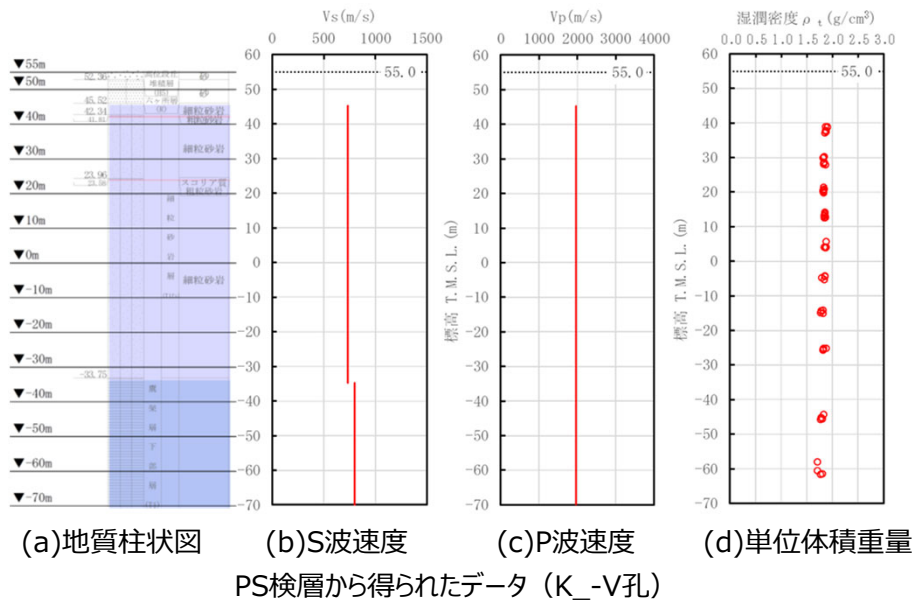
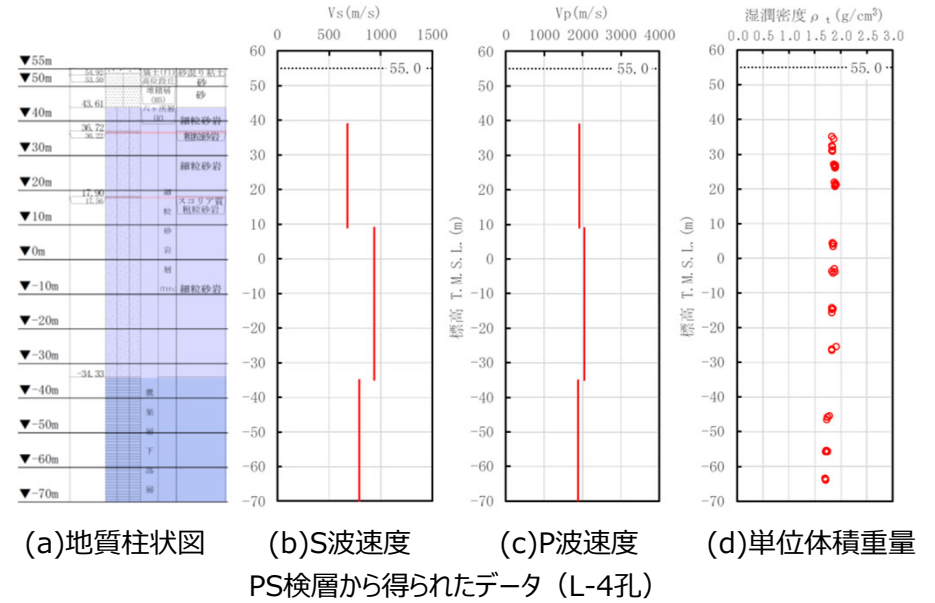
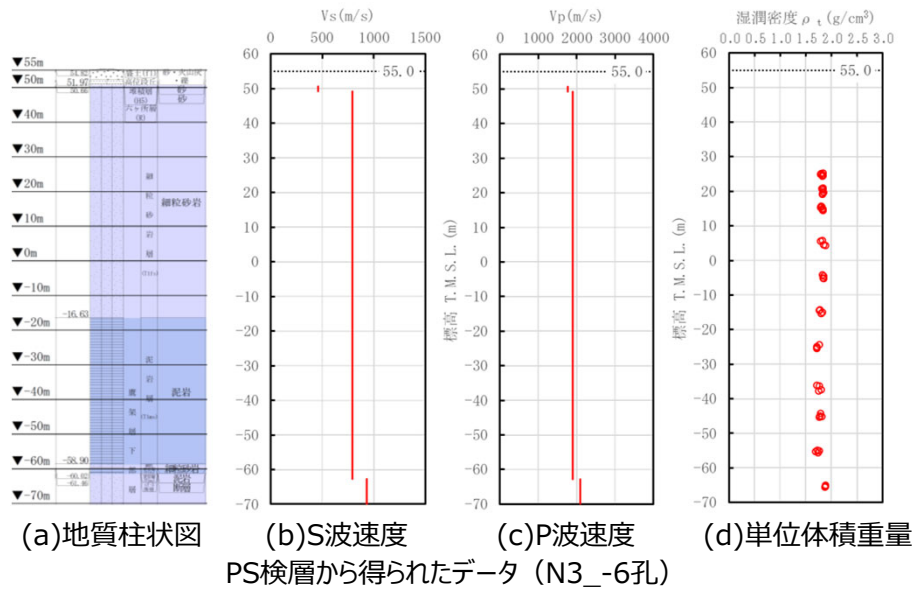
参考 データ集

■ 岩盤部分のPS検層 (a.-①,a.-②)



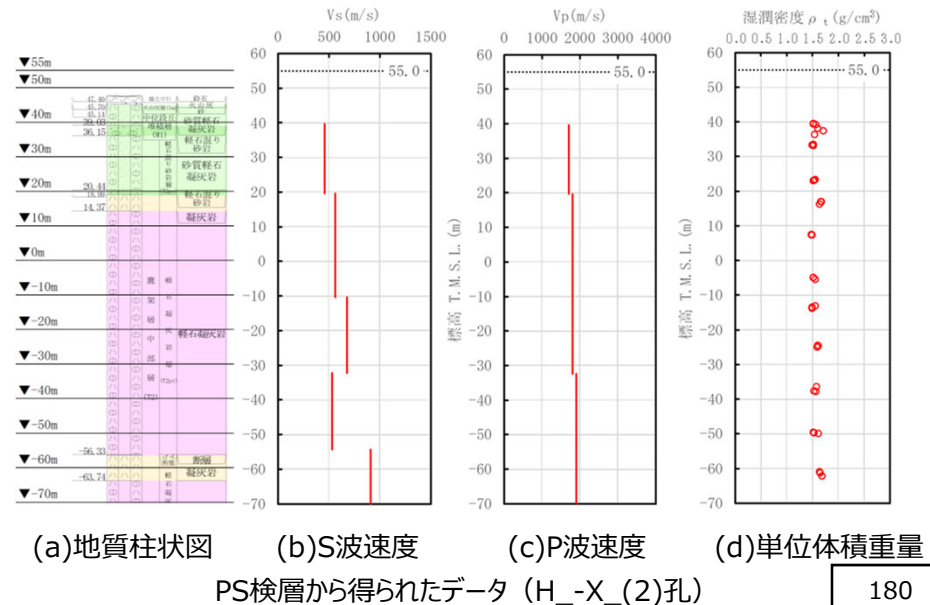
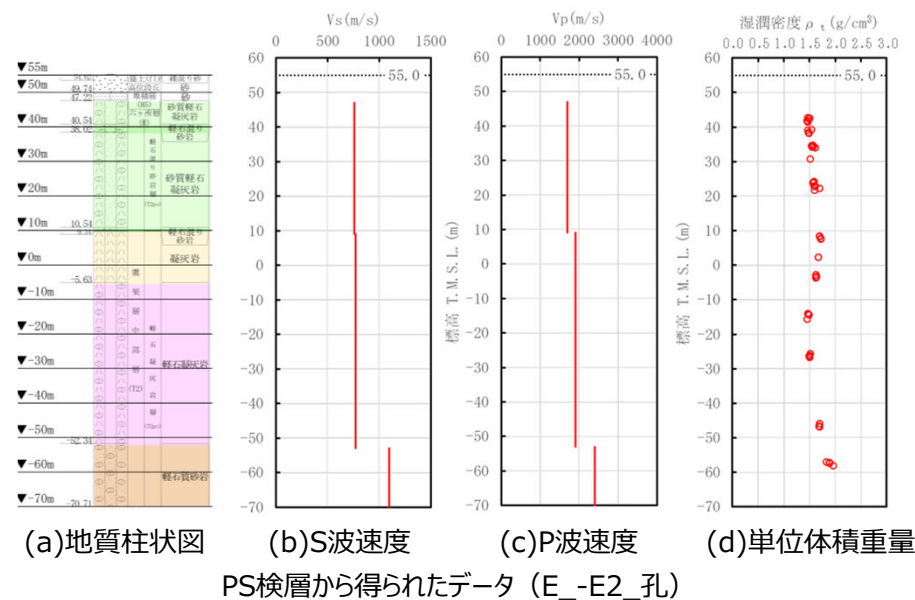
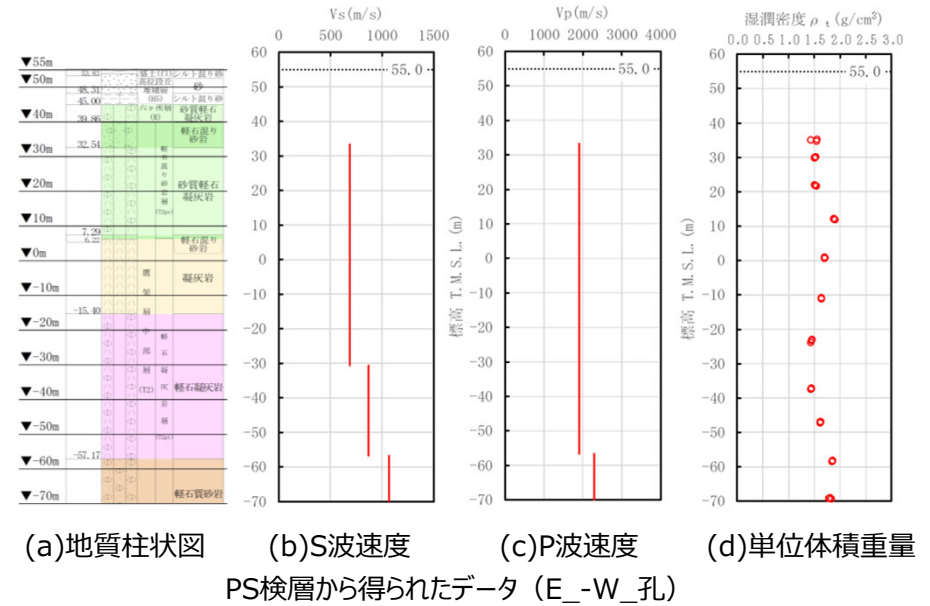
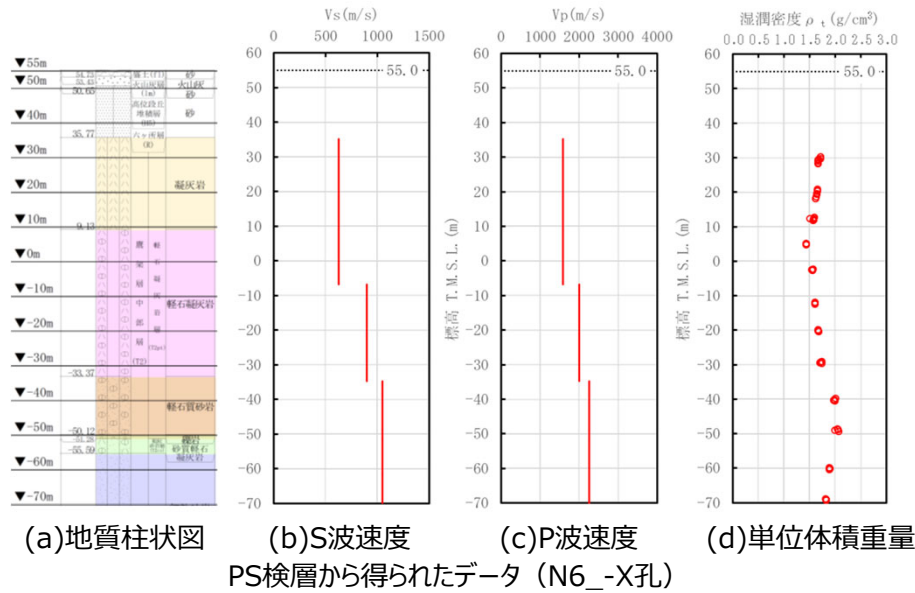
参考 データ集

■ 岩盤部分のPS検層 (a.-①,a.-②)



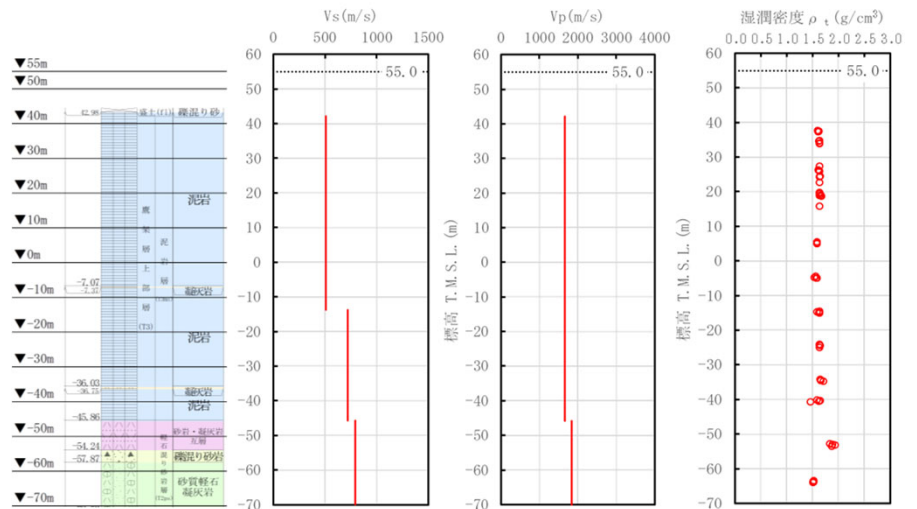
参考 データ集

■ 岩盤部分のPS検層 (a.-①,a.-②)

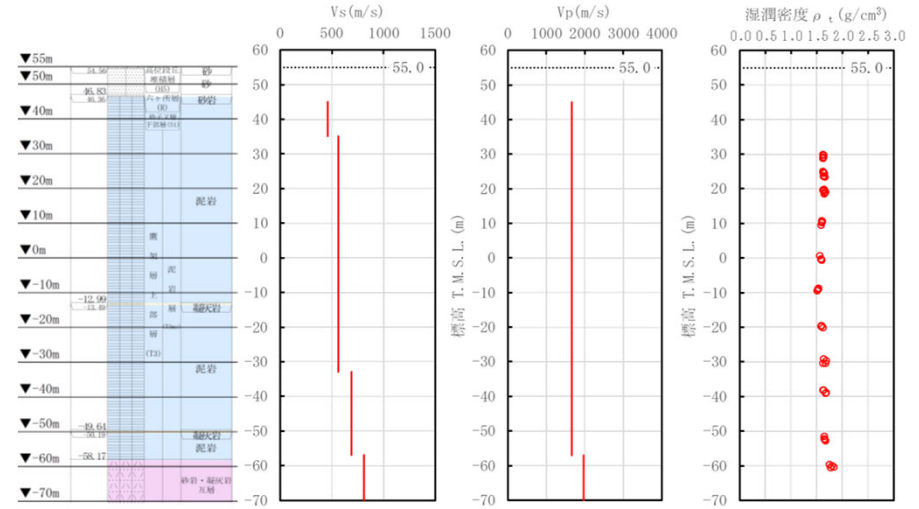


参考 データ集

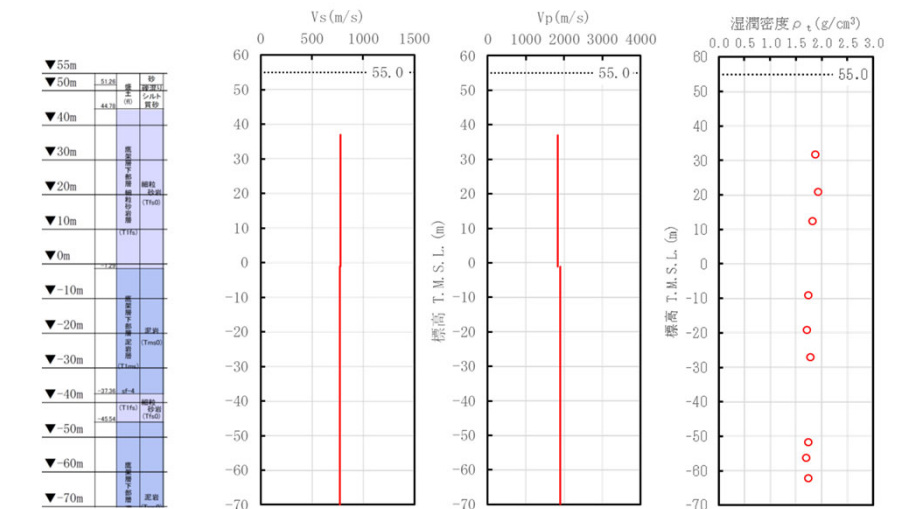
■ 岩盤部分のPS検層 (a.-①,a.-②)



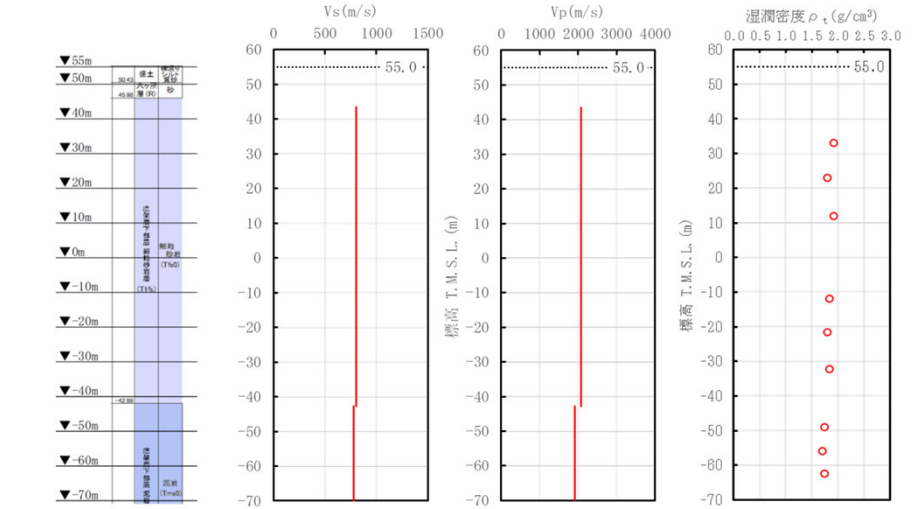
(a)地質柱状図 (b)S波速度 (c)P波速度 (d)単位体積重量
PS検層から得られたデータ (J-T_孔)



(a)地質柱状図 (b)S波速度 (c)P波速度 (d)単位体積重量
PS検層から得られたデータ (C-U孔)



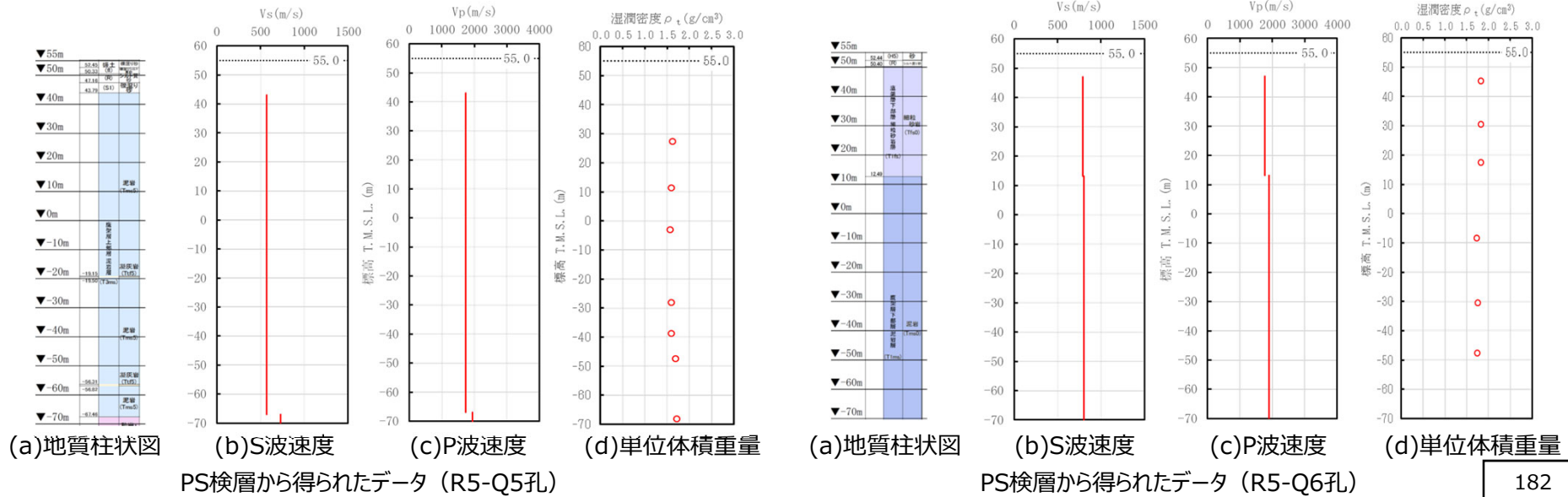
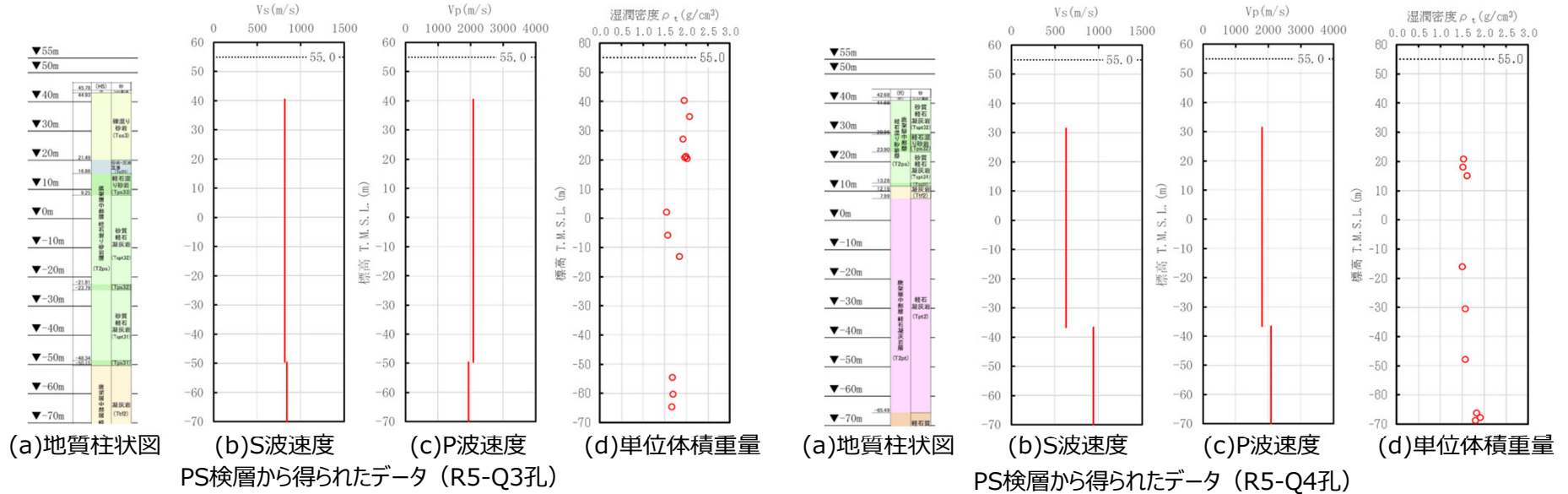
(a)地質柱状図 (b)S波速度 (c)P波速度 (d)単位体積重量
PS検層から得られたデータ (R5-Q1孔)



(a)地質柱状図 (b)S波速度 (c)P波速度 (d)単位体積重量
PS検層から得られたデータ (R5-Q2孔)

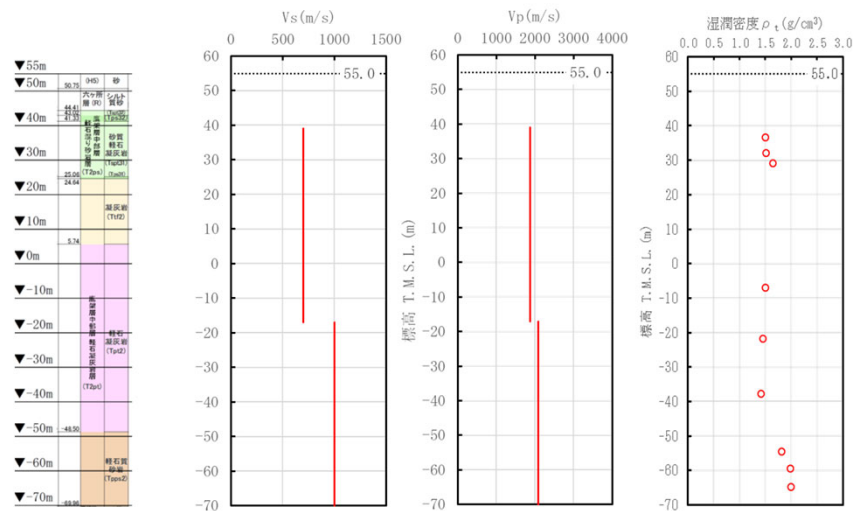
参考 データ集

■ 岩盤部分のPS検層 (a.-①,a.-②)

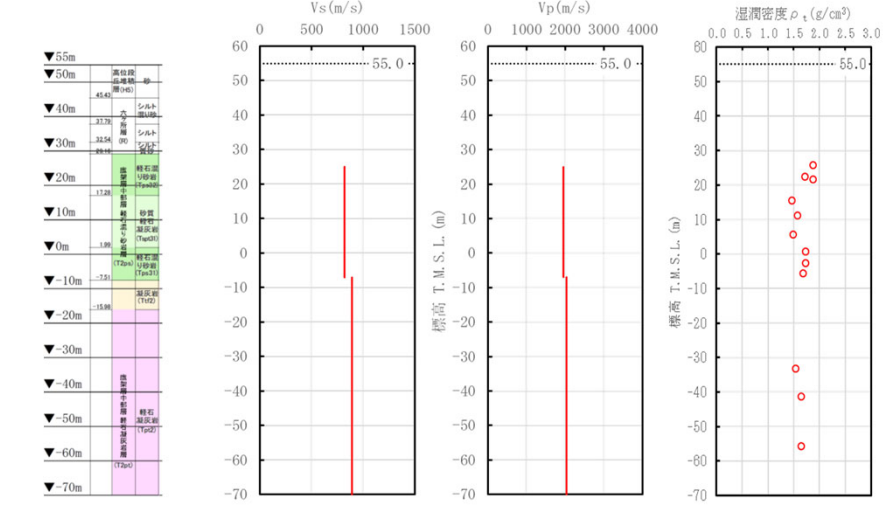


参考 データ集

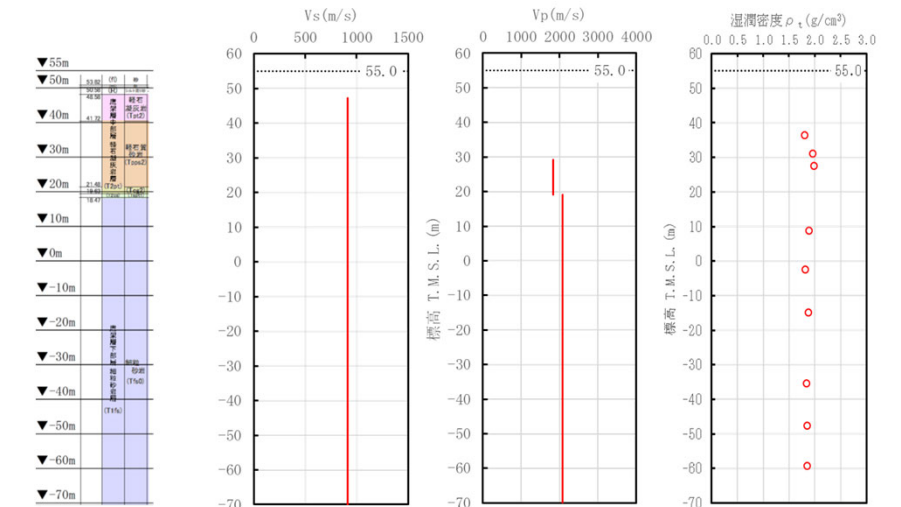
■ 岩盤部分のPS検層 (a.-①,a.-②)



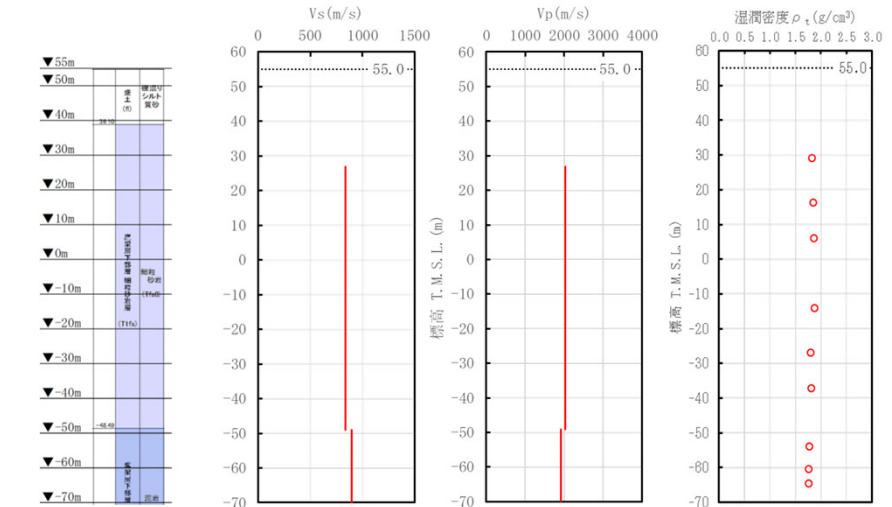
(a)地質柱状図 (b)S波速度 (c)P波速度 (d)単位体積重量
PS検層から得られたデータ (R5-Q7孔)



(a)地質柱状図 (b)S波速度 (c)P波速度 (d)単位体積重量
PS検層から得られたデータ (R5-Q8孔)



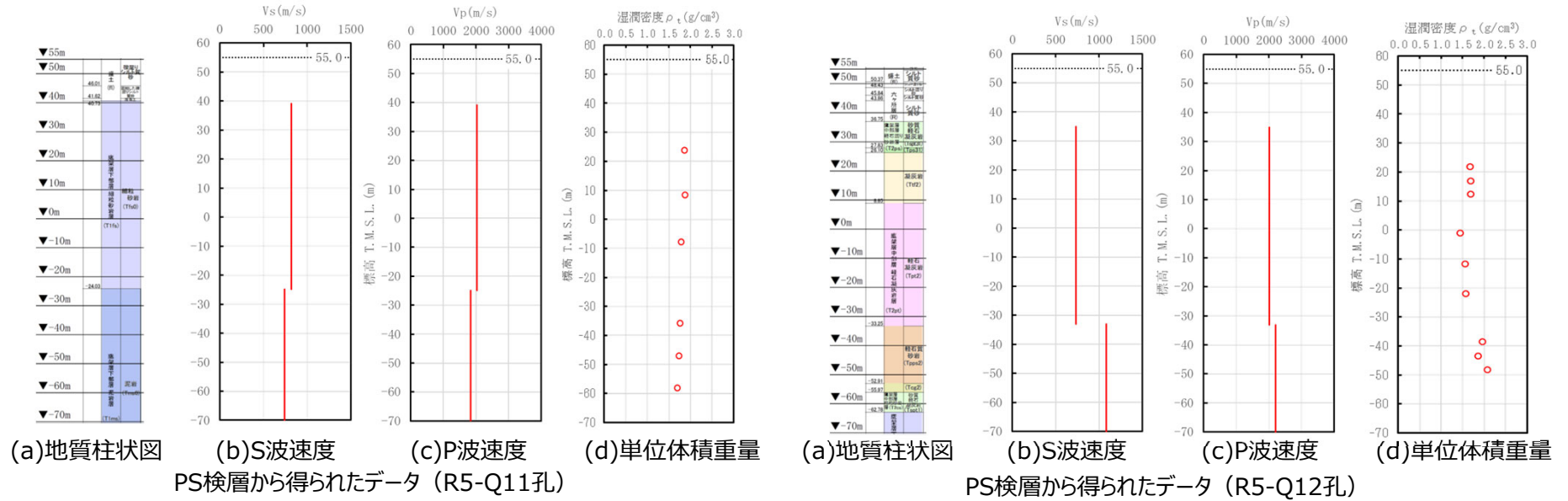
(a)地質柱状図 (b)S波速度 (c)P波速度 (d)単位体積重量
PS検層から得られたデータ (R5-Q9孔)



(a)地質柱状図 (b)S波速度 (c)P波速度 (d)単位体積重量
PS検層から得られたデータ (R5-Q10孔)

参考 データ集

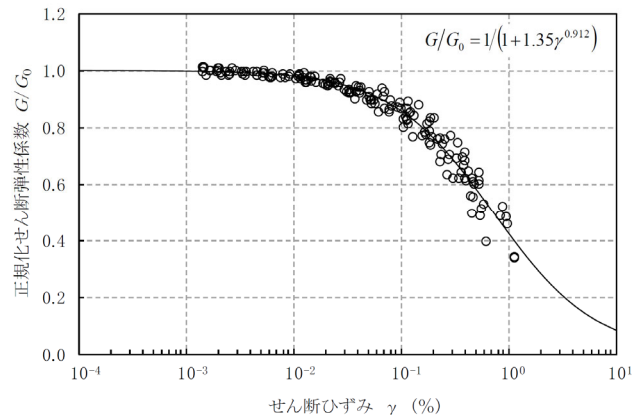
■ 岩盤部分のPS検層 (a.-①,a.-②)



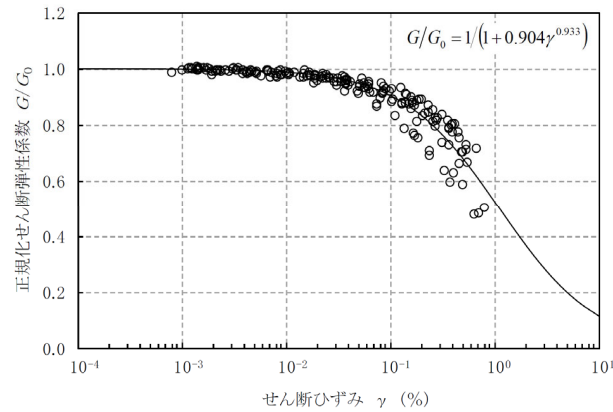
参考 データ集

■ 三軸圧縮試験データ (b.-①)

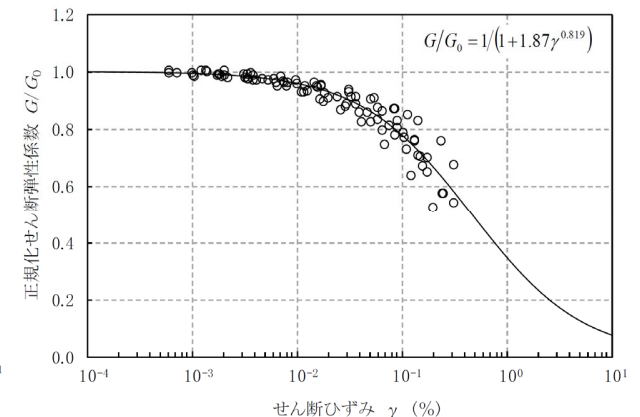
● ひずみ依存特性 ($G/G_0-\gamma$) (1/2)



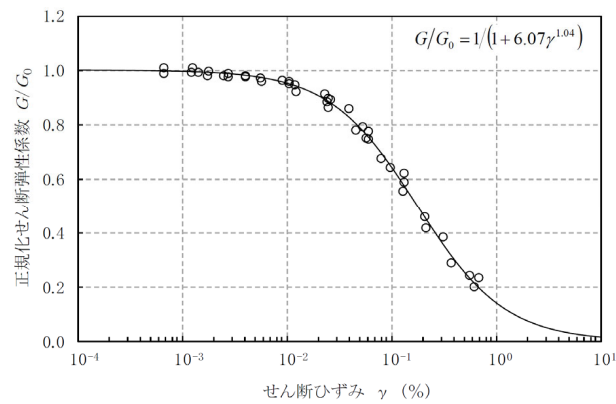
泥岩 (上部層)



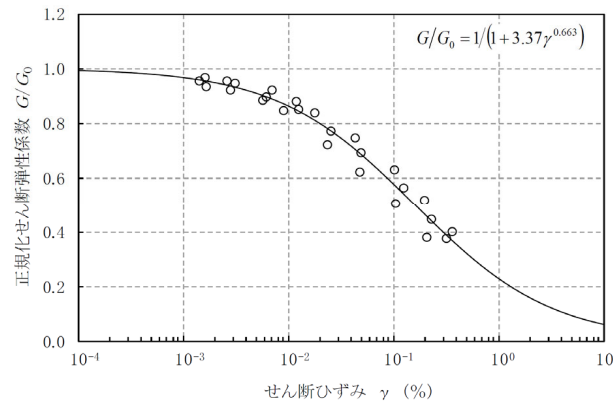
泥岩 (下部層)



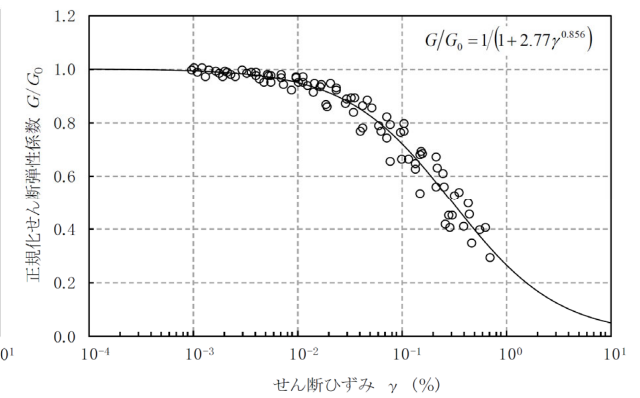
細粒砂岩



軽石質砂岩



粗粒砂岩

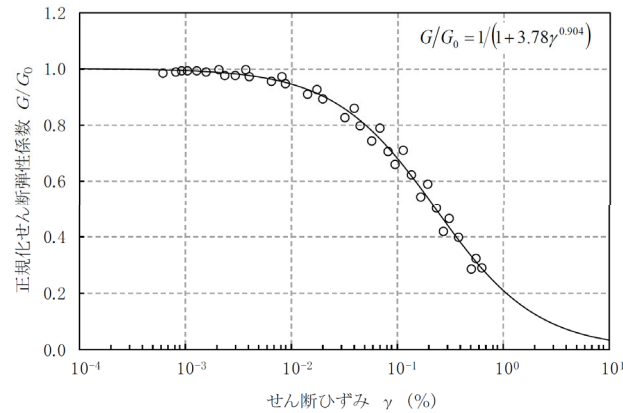


砂岩・凝灰岩互層

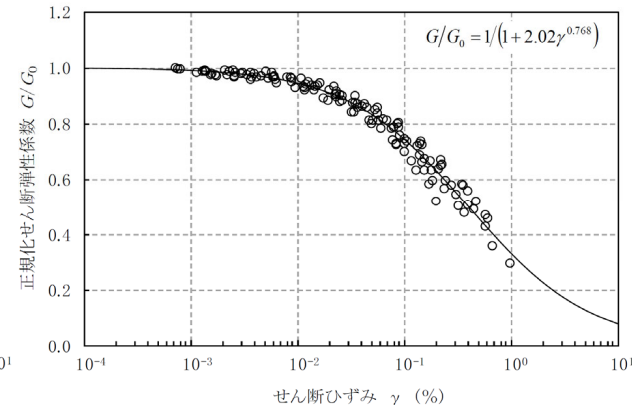
参考 データ集

■ 三軸圧縮試験データ (b.-①)

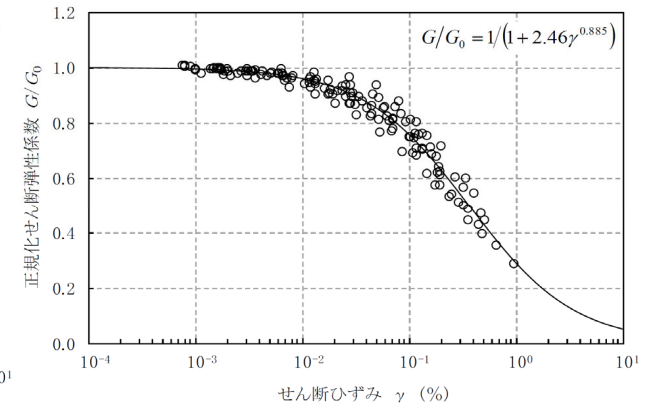
● ひずみ依存特性 (G/G_0 - γ) (2/2)



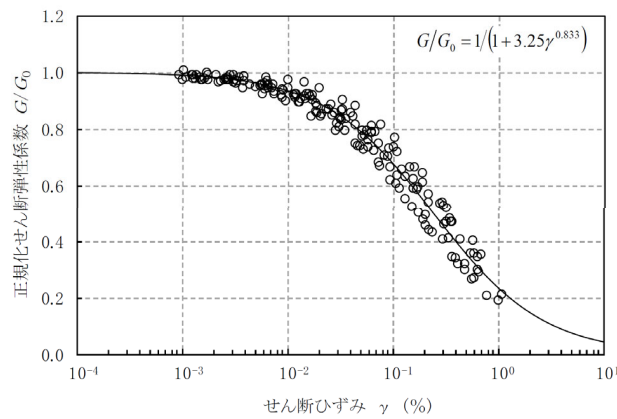
凝灰岩



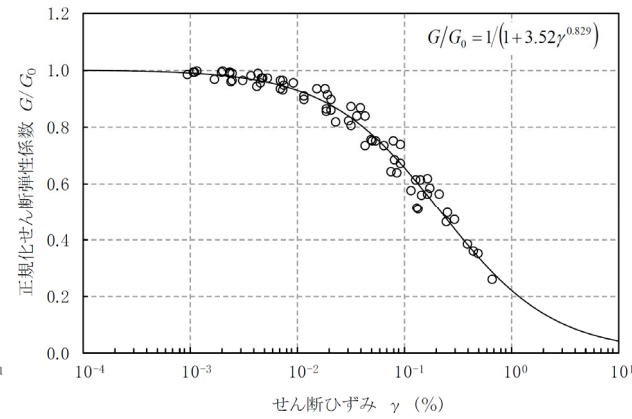
軽石凝灰岩



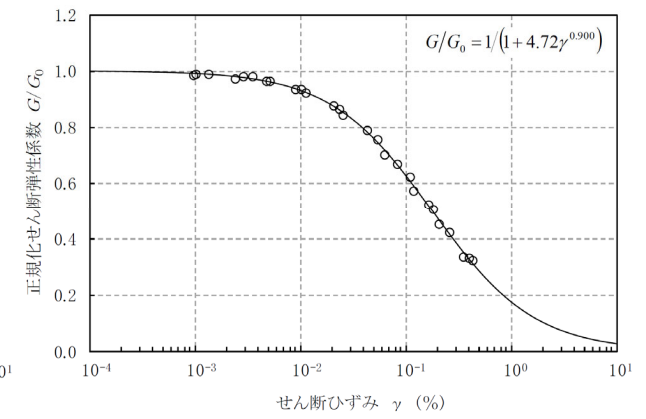
砂質軽石凝灰岩



礫混り砂岩



軽石混り砂岩

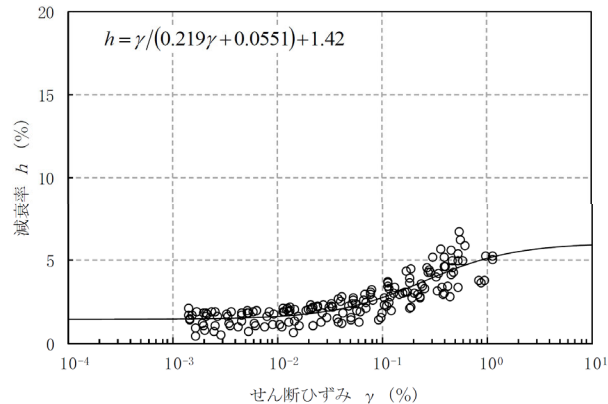


礫岩

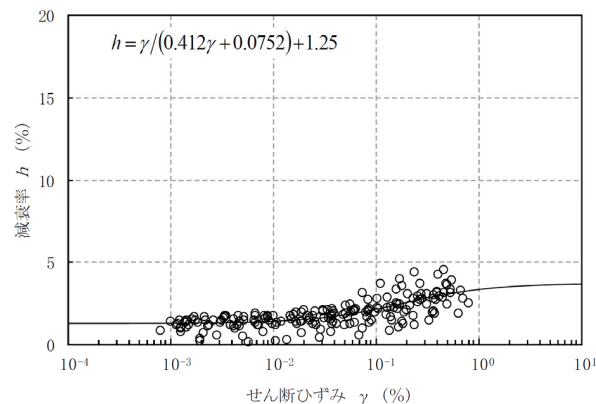
参考 データ集

■ 三軸圧縮試験データ (c.-①)

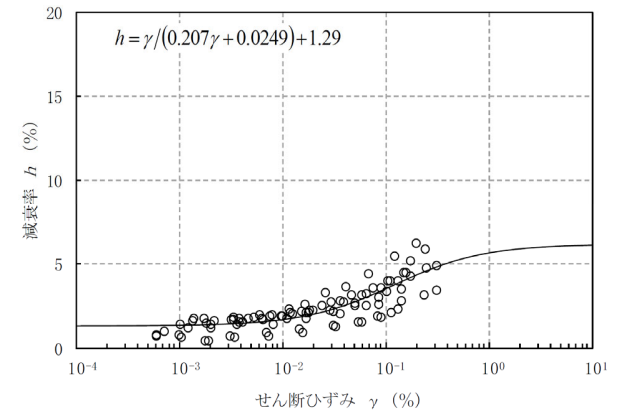
● ひずみ依存特性 (h- γ) (1/2)



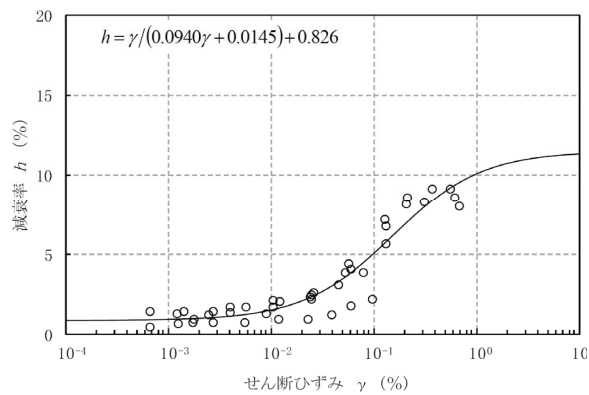
泥岩 (上部層)



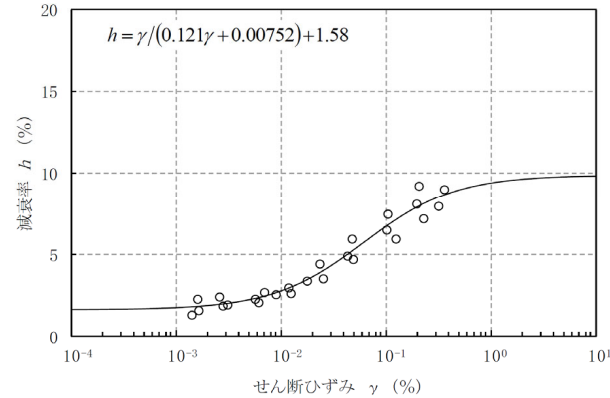
泥岩 (下部層)



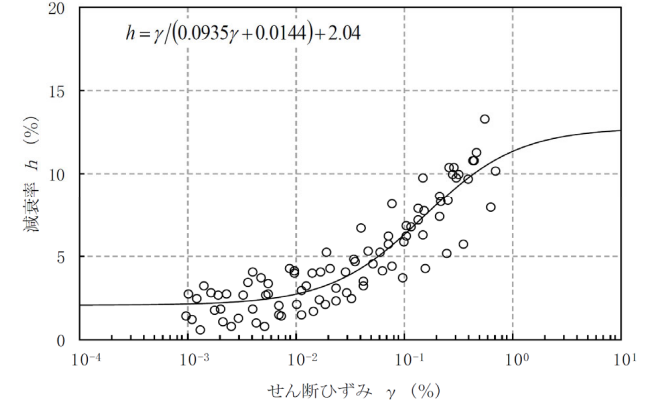
細粒砂岩



軽石質砂岩



粗粒砂岩

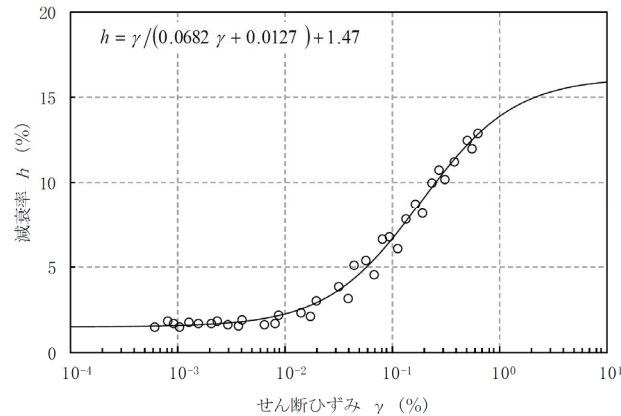


砂岩・凝灰岩互層

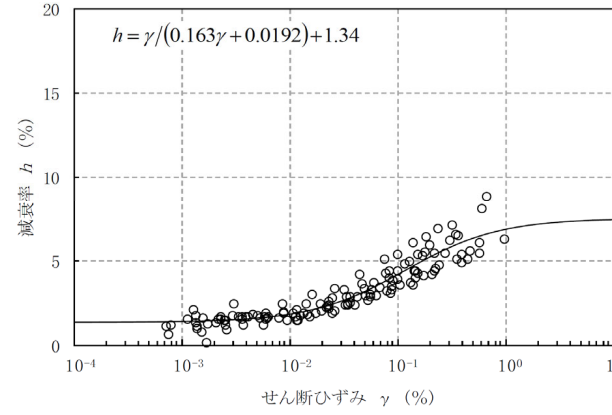
参考 データ集

■ 三軸圧縮試験データ (c.-①)

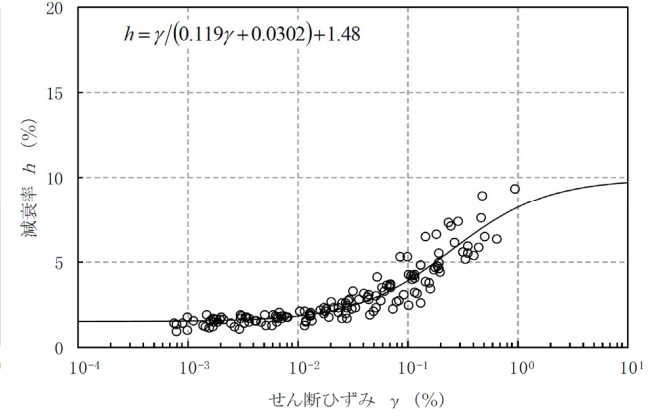
● ひずみ依存特性 (h- γ) (2/2)



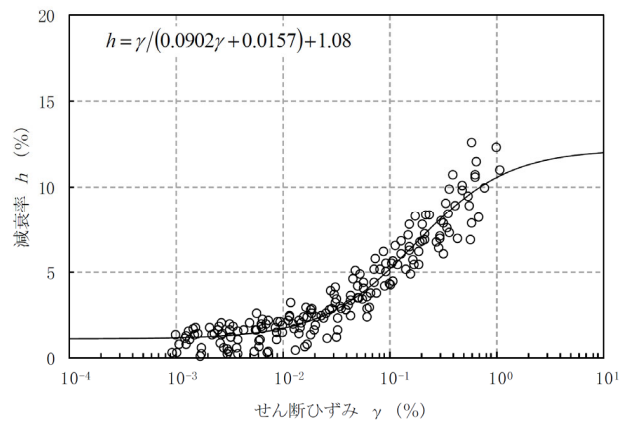
凝灰岩



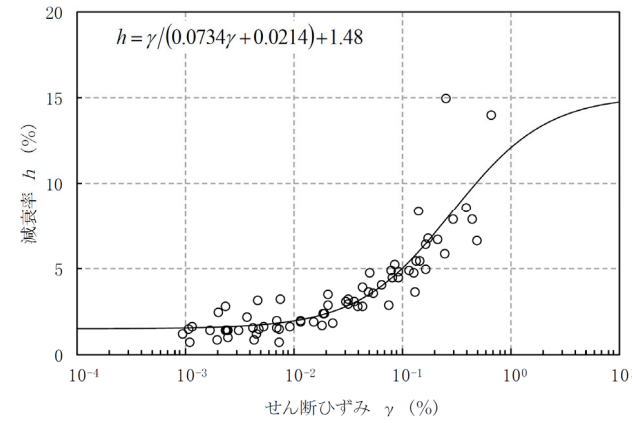
軽石凝灰岩



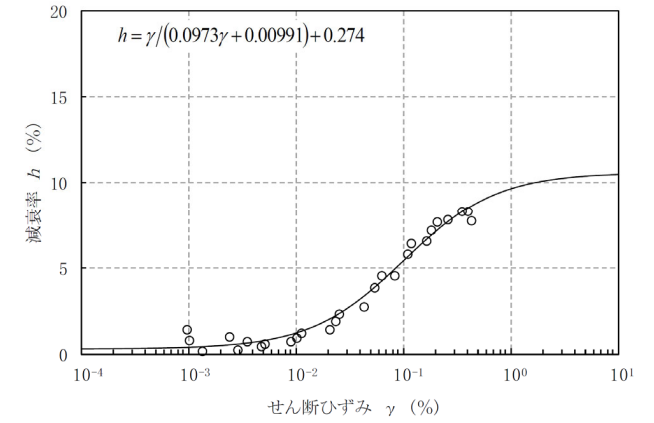
砂質軽石凝灰岩



礫混り砂岩



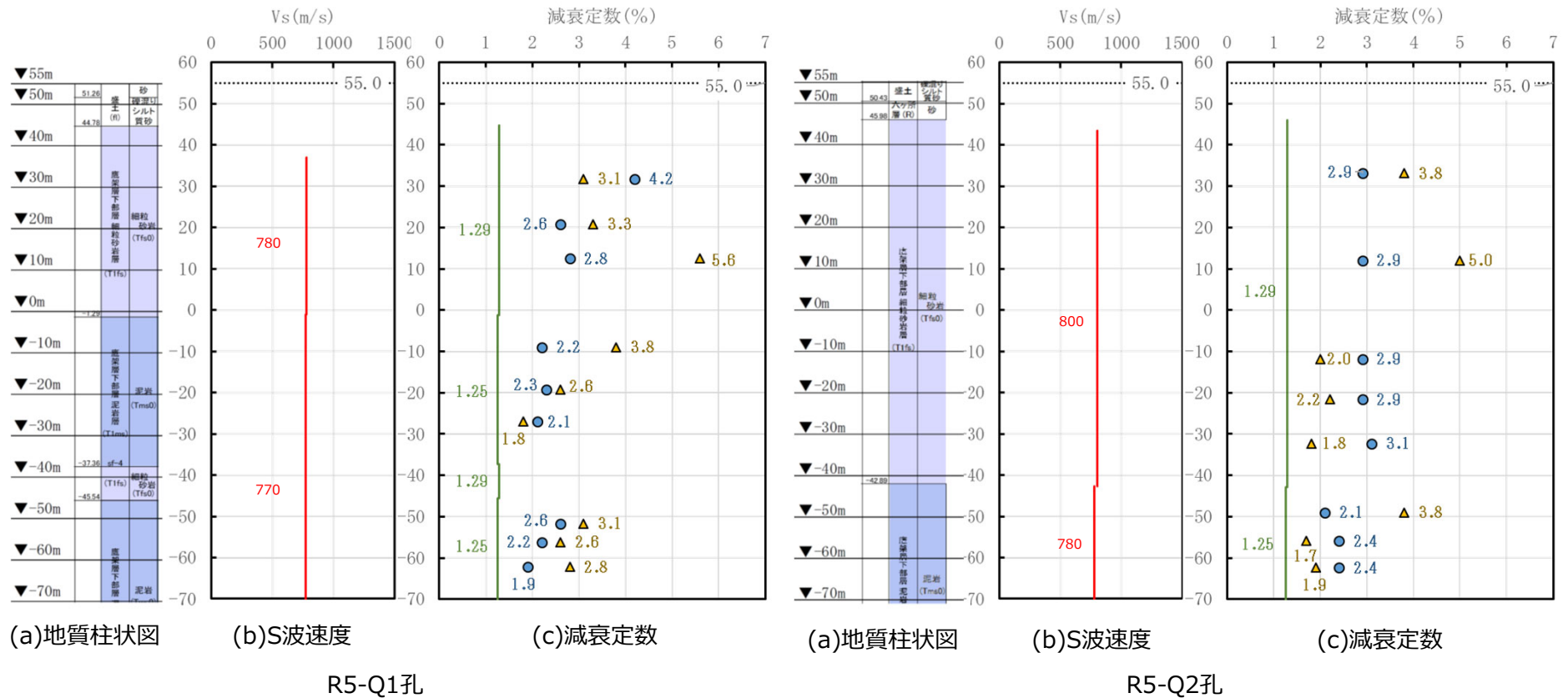
軽石混り砂岩



礫岩

参考 データ集

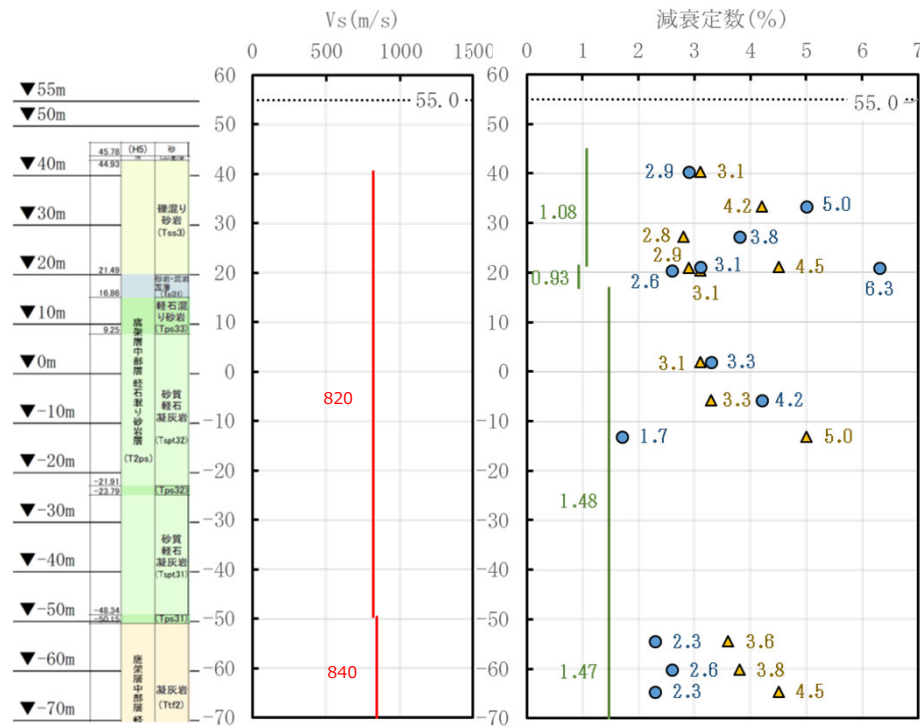
■ 岩石コア試験データ (c.-②)



— : PS検層結果のS波速度
 — : 繰返し三軸試験結果の最小減衰定数
 ● : コアQ値測定結果の減衰定数(スペクトル比法)
 ▲ : コアQ値測定結果の減衰定数(パルスライズタイム法)

参考 データ集

■ 岩石コア試験データ (c.-②)

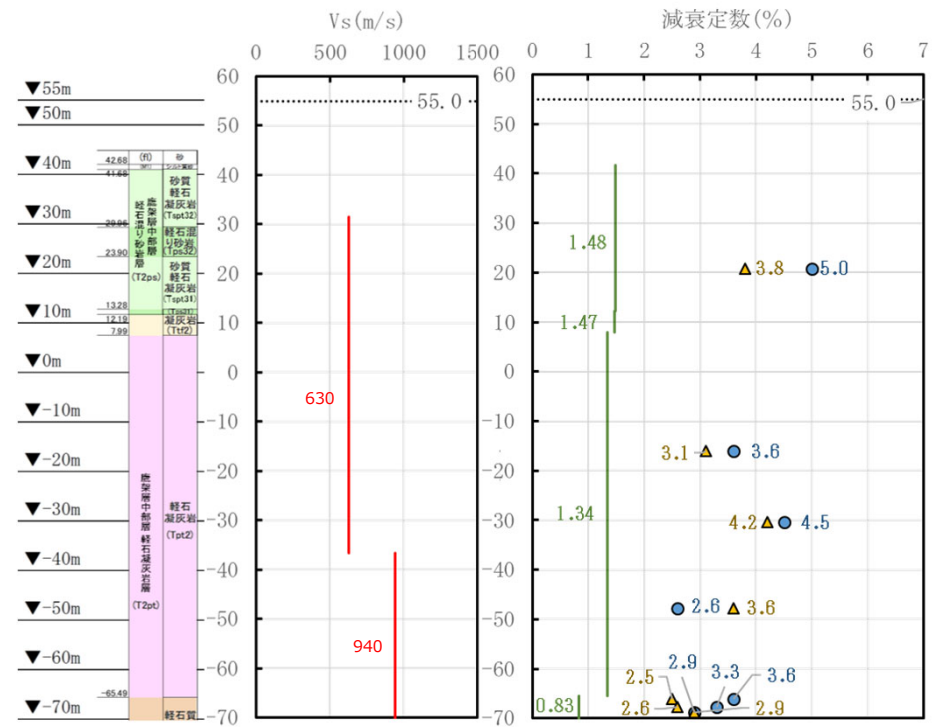


(a)地質柱状図

(b)S波速度

(c)減衰定数

R5-Q3孔



(a)地質柱状図

(b)S波速度

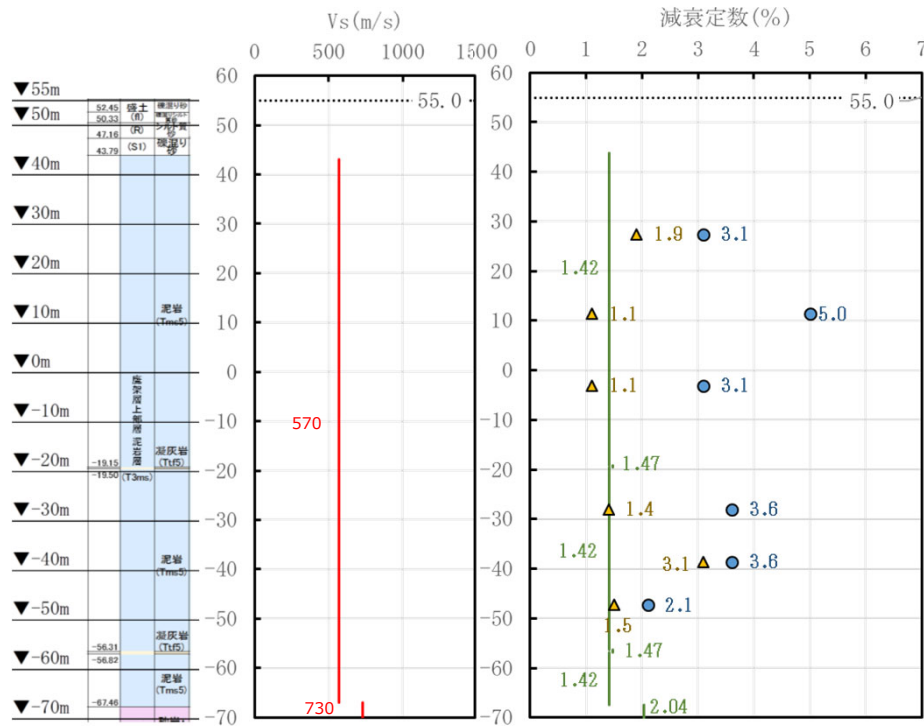
(c)減衰定数

R5-Q4孔

— : PS検層結果のS波速度 — : 繰返し三軸試験結果の最小減衰定数 ● : コアQ値測定結果の減衰定数(スペクトル比法) ▲ : コアQ値測定結果の減衰定数(パルスライズタイム法)

参考 データ集

■ 岩石コア試験データ (c.-②)

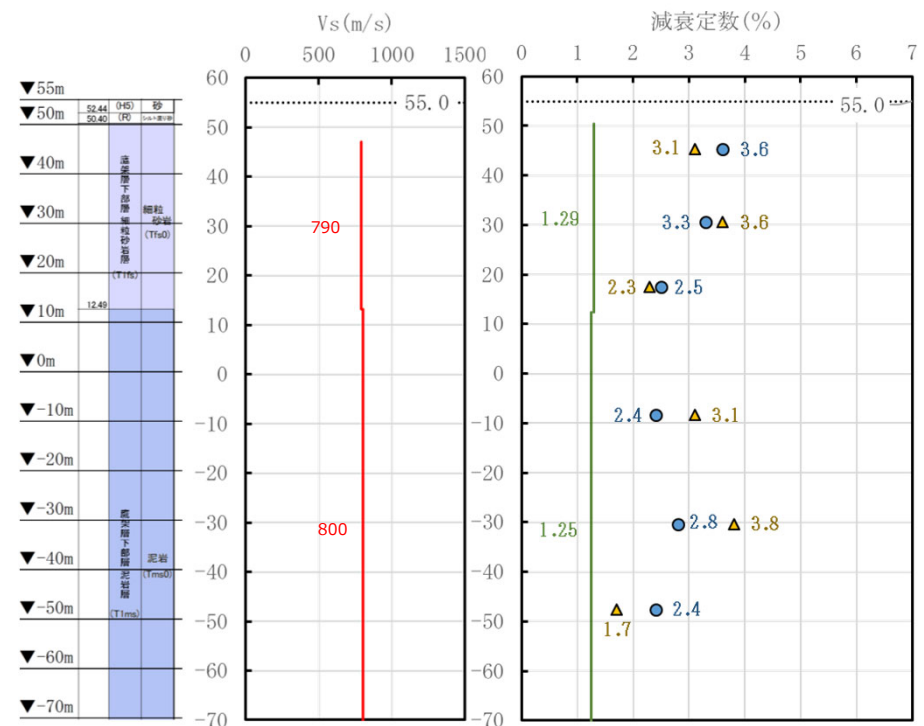


(a)地質柱状図

(b)S波速度

(c)減衰定数

R5-Q5孔



(a)地質柱状図

(b)S波速度

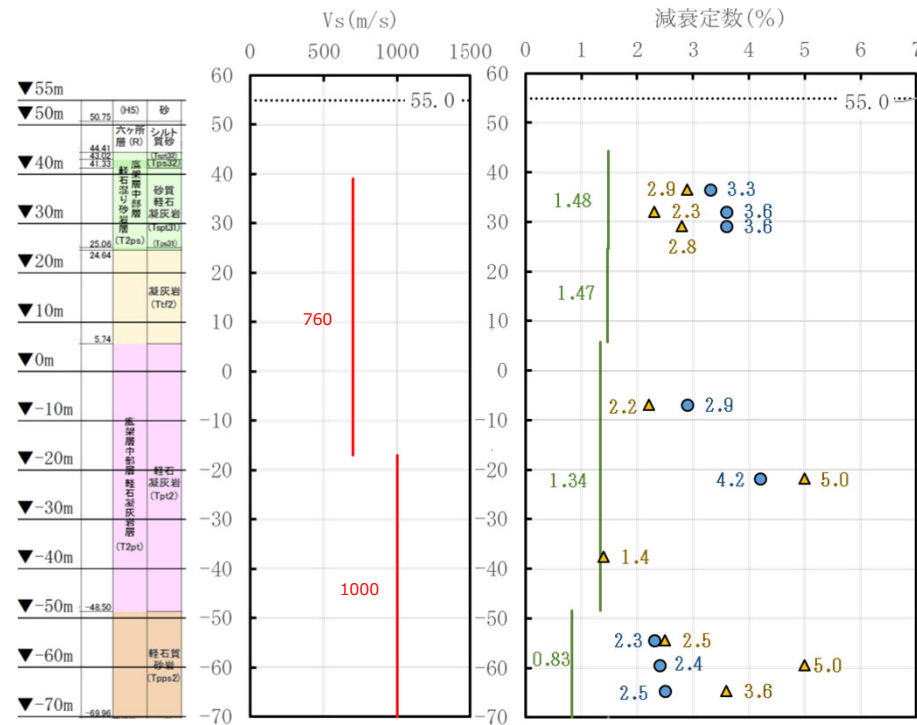
(c)減衰定数

R5-Q6孔

— : PS検層結果のS波速度
 — : 繰返し三軸試験結果の最小減衰定数
 ● : コアQ値測定結果の減衰定数(スペクトル比法)
 ▲ : コアQ値測定結果の減衰定数(パルスライズタイム法)

参考 データ集

■ 岩石コア試験データ (c.-②)

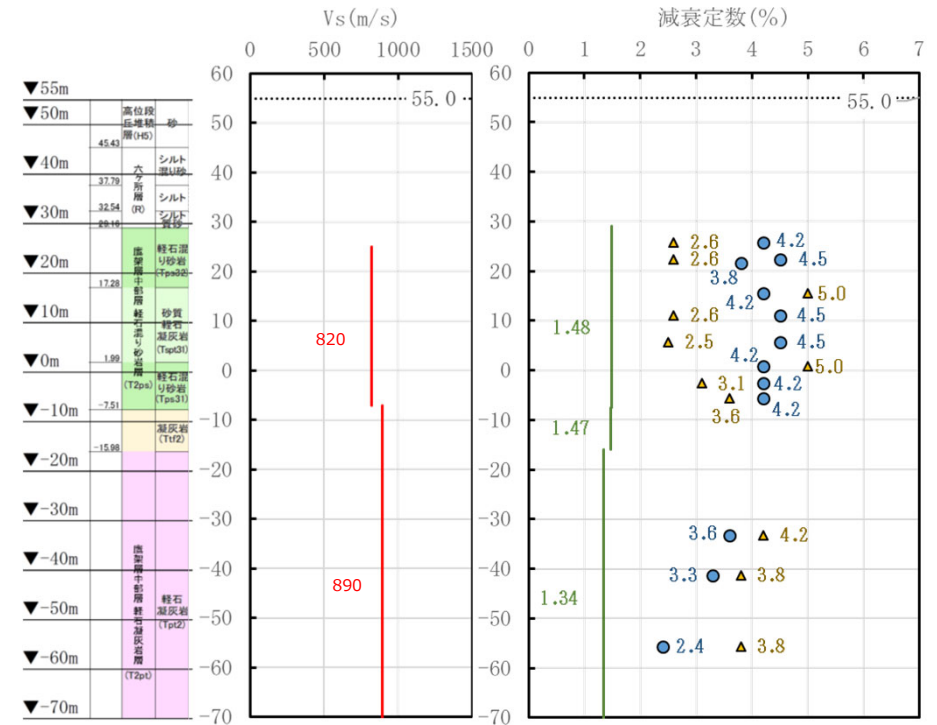


(a)地質柱状図

(b)S波速度

(c)減衰定数

R5-Q7孔



(a)地質柱状図

(b)S波速度

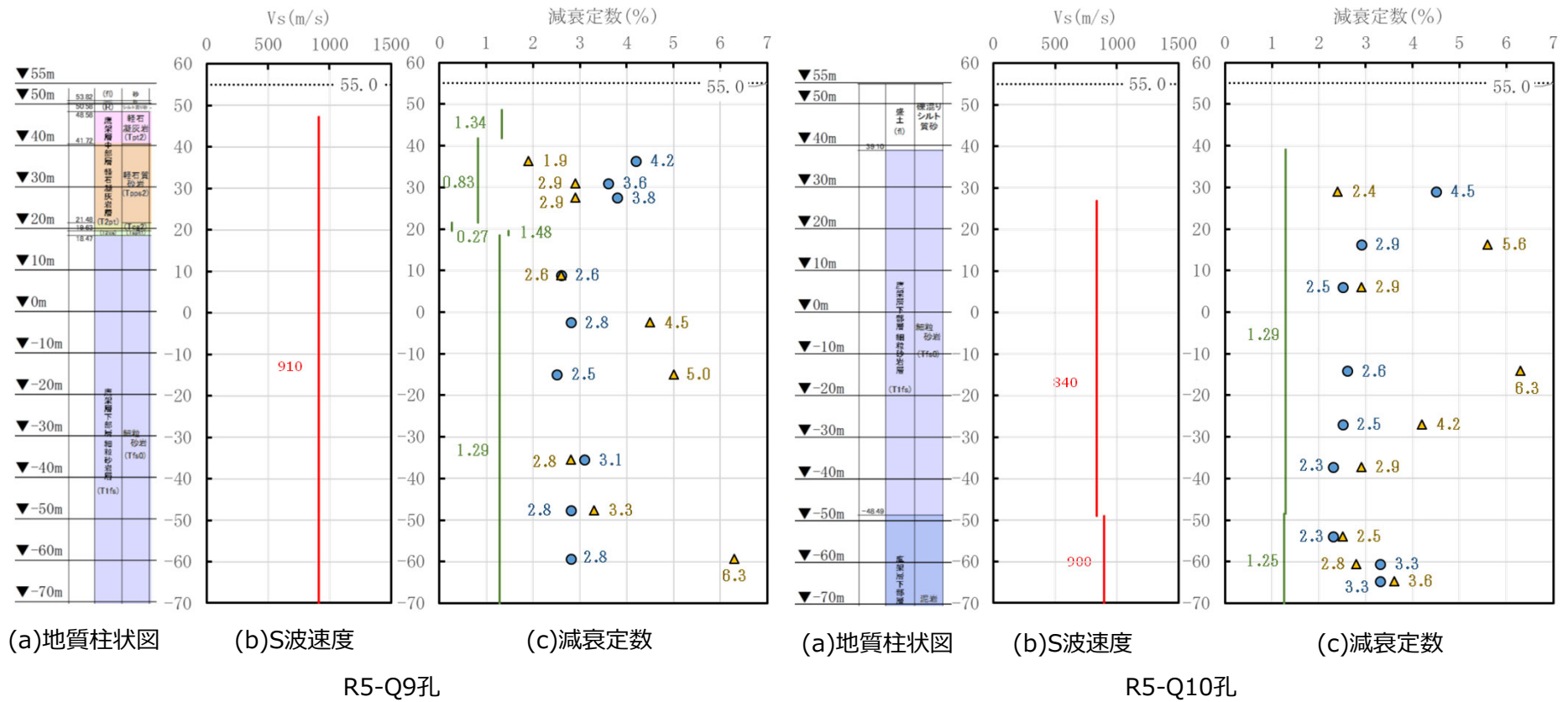
(c)減衰定数

R5-Q8孔

— : PS検層結果のS波速度
 — : 繰返し三軸試験結果の最小減衰定数
 ● : コアQ値測定結果の減衰定数(スペクトル比法)
 ▲ : コアQ値測定結果の減衰定数(パルスライズタイム法)

参考 データ集

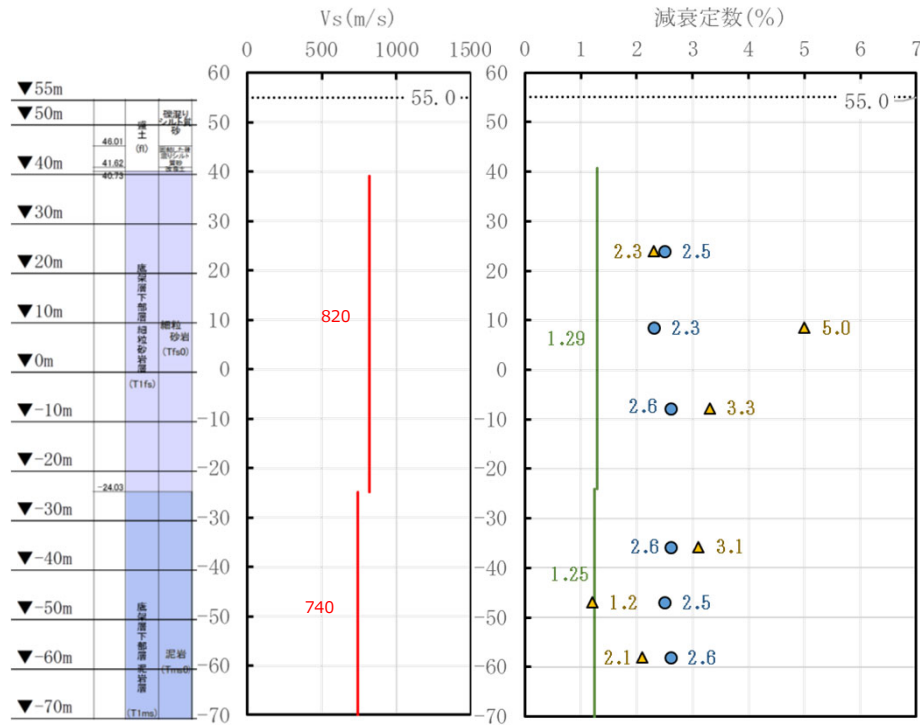
■ 岩石コア試験データ (c.-②)



— : PS検層結果のS波速度
 — : 繰返し三軸試験結果の最小減衰定数
 ● : コアQ値測定結果の減衰定数(スペクトル比法)
 ▲ : コアQ値測定結果の減衰定数(パルスライズタイム法)

参考 データ集

■ 岩石コア試験データ (c.-②)

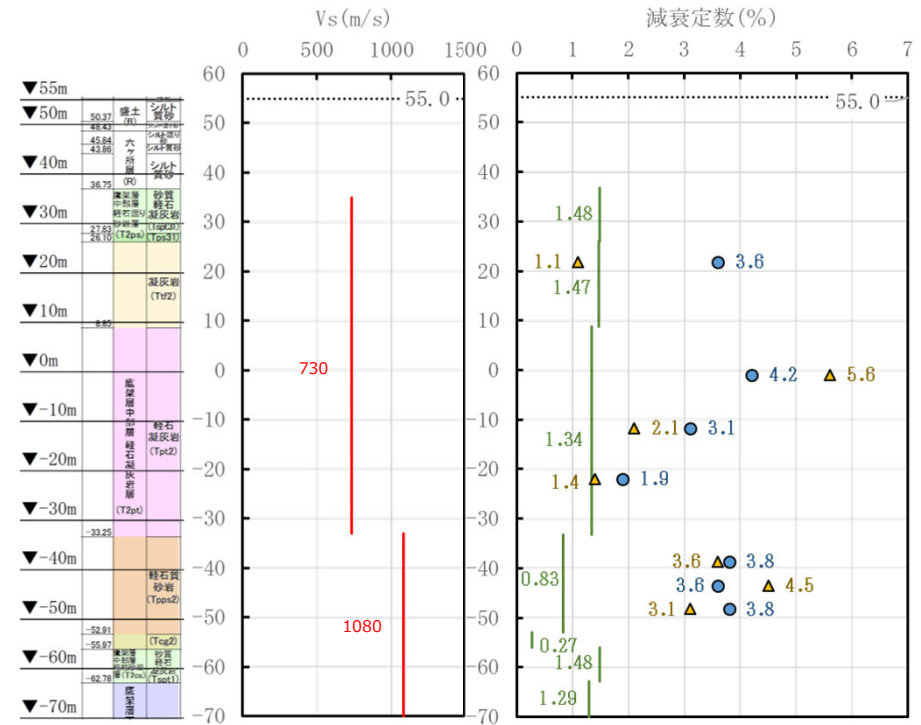


(a)地質柱状図

(b)S波速度

(c)減衰定数

R5-Q11孔



(a)地質柱状図

(b)S波速度

(c)減衰定数

R5-Q12孔

— : PS検層結果のS波速度
 — : 繰返し三軸試験結果の最小減衰定数
 ● : コアQ値測定結果の減衰定数(スペクトル比法)
 ▲ : コアQ値測定結果の減衰定数(パルスライズタイム法)

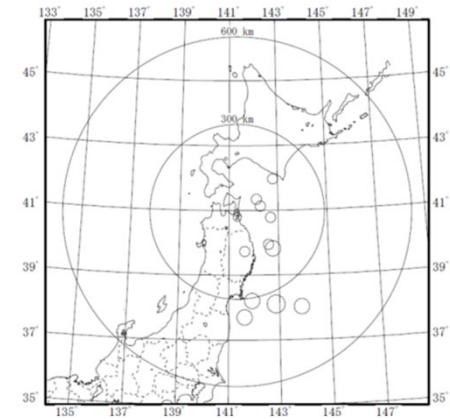
参考 データ集

■地震観測記録データ (c.-③)

No.	年	月	日	時	分	震源地名	M	深さ	震央距離	震源距離	GL-200m		
											NS	EW	UD
1	2008	7	24	0	26	NORTHERN IWATE PREF	6.8	108.08	139	176	41.72	54.67	24.37
2	2011	3	11	14	46	FAR E OFF MIYAGI PREF	9.0	23.74	344	345	28.57	21.73	17.18
3	2011	3	11	15	8	E OFF IWATE PREF	7.4	32.02	176	179	23.04	21.22	13.00
4	2011	4	7	23	32	E OFF MIYAGI PREF	7.2	65.89	310	317	10.67	11.23	7.90
5	2011	6	23	6	50	E OFF IWATE PREF	6.9	36.4	155	159	16.72	23.08	13.48
6	2012	5	24	0	2	E OFF AOMORI PREF	6.1	59.6	79	99	21.84	20.39	14.11
7	2012	12	7	17	18	FAR E OFF MIYAGI PREF	7.3	49	393	396	13.26	12.64	10.46
8	2014	8	10	12	43	E OFF AOMORI PREF	6.1	50.56	82	96	8.06	10.82	6.61
9	2016	1	14	12	25	S OFF URAKAWA	6.7	51.51	166	174	10.18	11.48	10.72
10	2019	8	15	14	32	SHIMOKITA PENINSULA REG	5.5	92.6	19	95	11.53	15.43	11.22
11	2020	12	21	2	23	E OFF AOMORI PREF	6.5	43	117	125	8.14	6.55	6.91
12	2022	3	16	23	36	OFF FUKUSHIMA PREF	7.4	57	363	367	9.00	10.27	7.08

西側地盤における地震観測記録諸元

地震観測記録による減衰定数の同定に用いた地震（西側地盤の12地震）



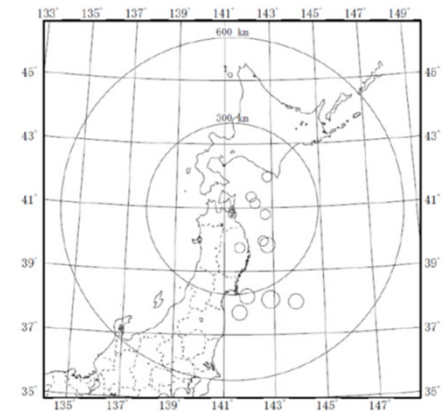
震央分布図

参考 データ集

■地震観測記録データ (c.-③)

No.	年	月	日	時	分	震源地名	M	深さ	震央距離	震源距離	GL-200m		
											NS	EW	UD
1	2008	7	24	0	26	NORTHERN IWATE PREF	6.8	108.08	139	176	26.09	23.88	15.64
2	2011	3	11	14	46	FAR E OFF MIYAGI PREF	9.0	23.74	344	345	20.74	18.99	19.35
3	2011	3	11	15	8	E OFF IWATE PREF	7.4	32.02	176	179	12.46	17.57	11.74
4	2011	4	7	23	32	E OFF MIYAGI PREF	7.2	65.89	310	317	7.86	7.69	6.70
5	2011	6	23	6	50	E OFF IWATE PREF	6.9	36.4	155	159	13.04	11.57	10.52
6	2012	5	24	0	2	E OFF AOMORI PREF	6.1	59.6	79	99	19.16	14.87	13.92
7	2012	12	7	17	18	FAR E OFF MIYAGI PREF	7.3	49	393	396	7.87	8.60	7.97
8	2014	8	10	12	43	E OFF AOMORI PREF	6.1	50.56	82	96	6.80	8.17	5.55
9	2016	1	14	12	25	S OFF URAKAWA	6.7	51.51	166	174	9.05	7.75	6.79
10	2019	8	15	14	32	SHIMOKITA PENINSULA REG	5.5	92.6	19	95	9.13	8.59	5.85
11	2020	12	21	2	23	E OFF AOMORI PREF	6.5	43	117	125	5.12	6.56	5.07
12	2022	3	16	23	36	OFF FUKUSHIMA PREF	7.4	57	363	367	7.70	8.56	6.43

東側地盤における地震観測記録諸元

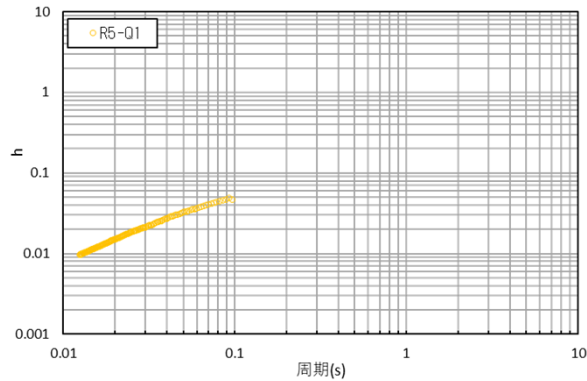
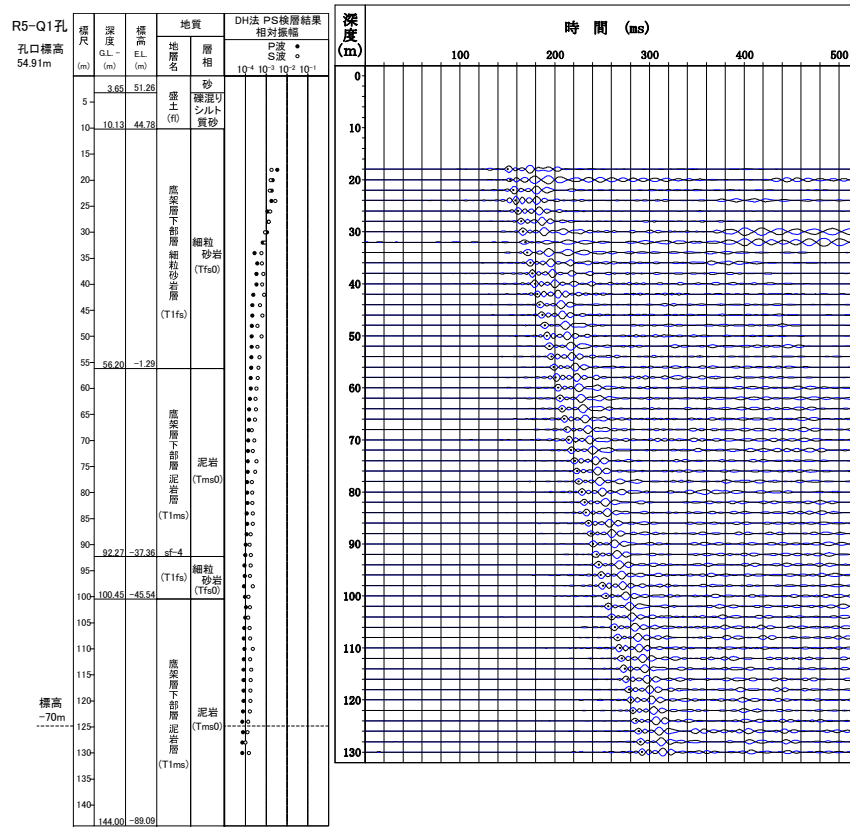


震央分布図

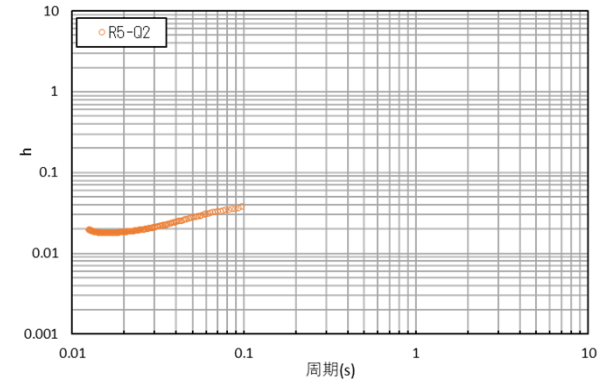
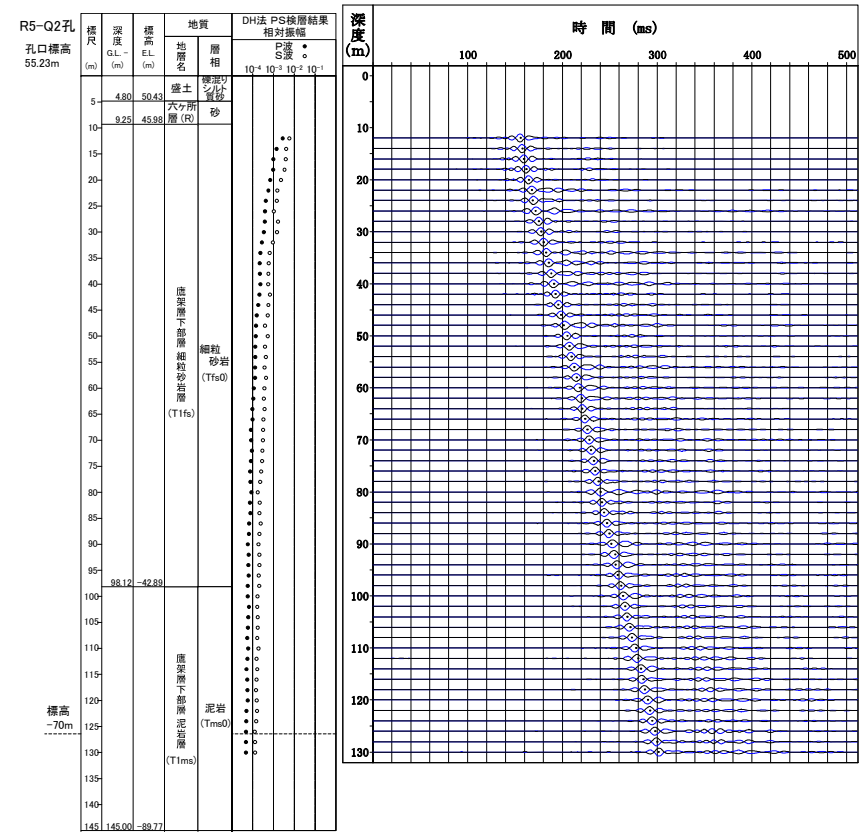
地震観測記録による減衰定数の同定に用いた地震 (東側地盤の12地震)

参考 データ集

■ S波検層データ (c.-⑥)



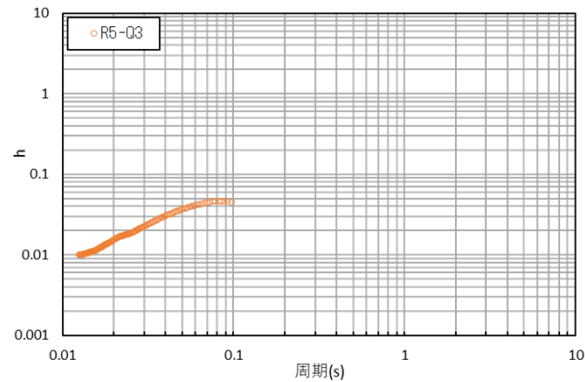
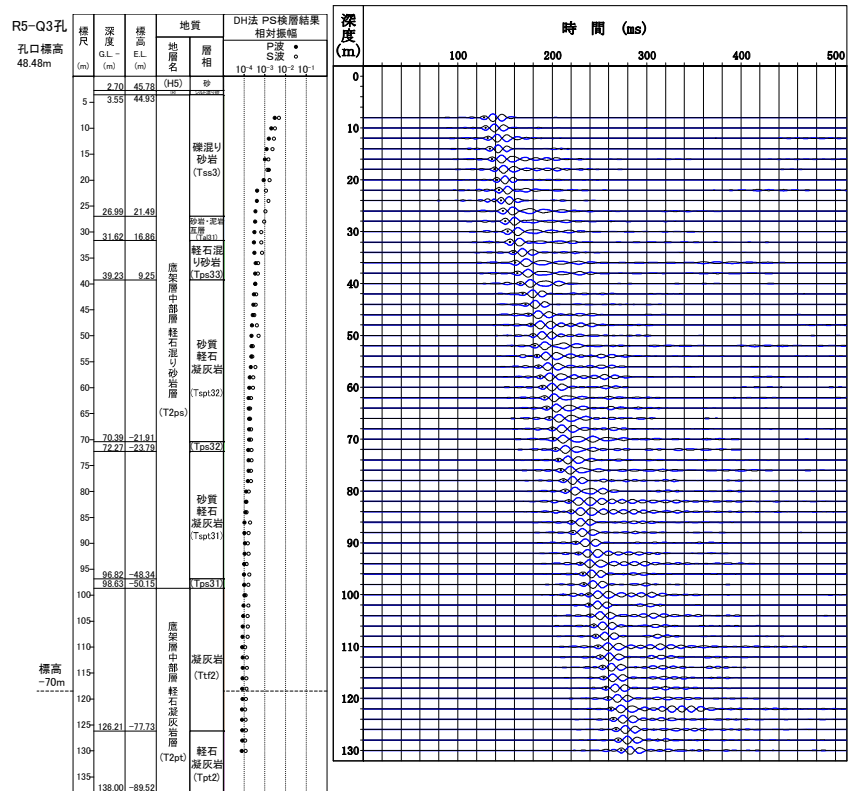
コヒーレンス波形と減衰定数(R5-Q1孔:観測深度GL-18m~-130m)



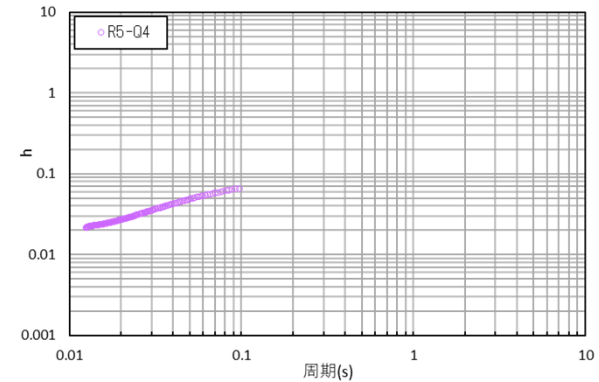
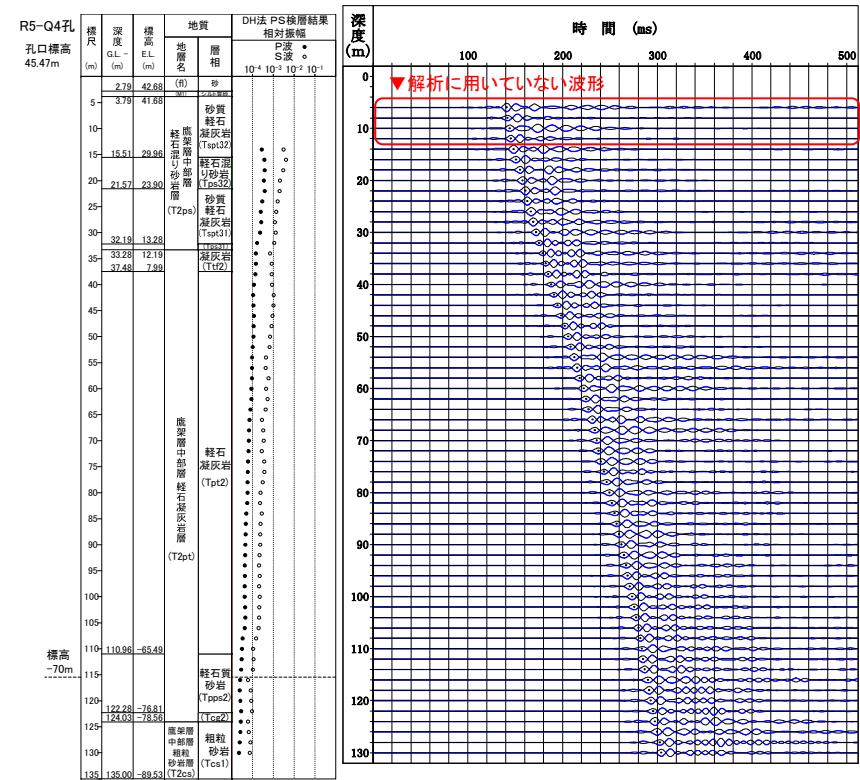
コヒーレンス波形と減衰定数(R5-Q2孔:観測深度GL-12m~-130m)

参考 データ集

■ S波検層データ (c.-⑥)



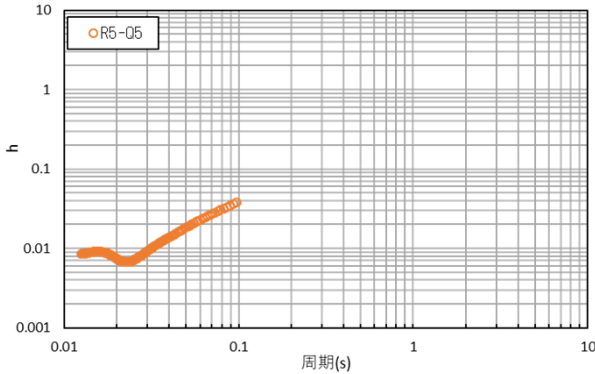
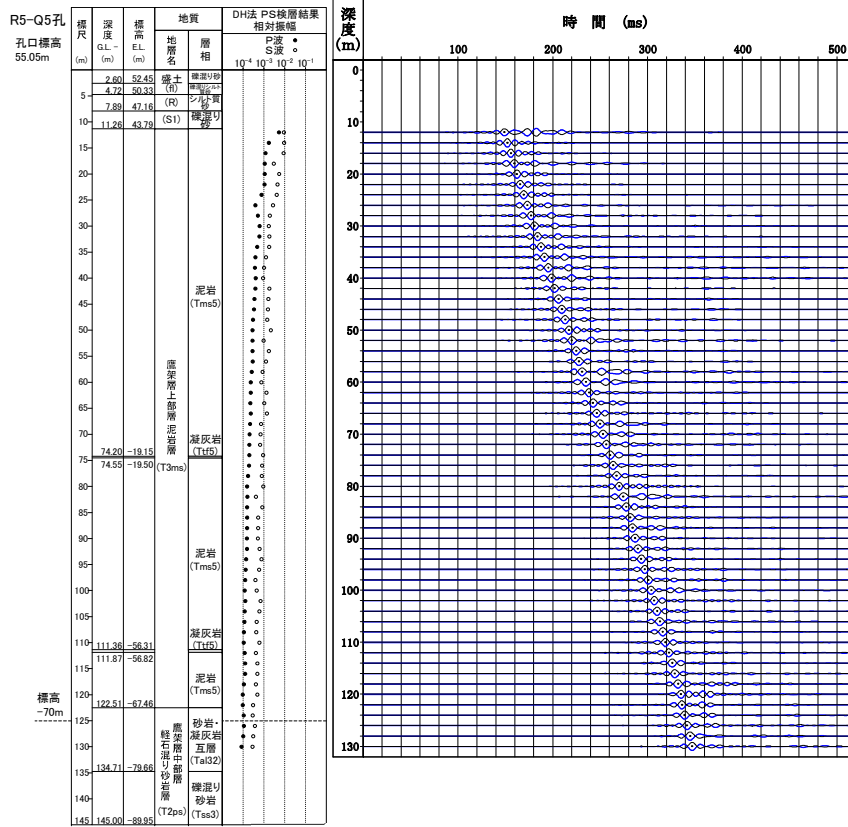
コリレーション波形と減衰定数(R5-Q3孔:観測深度GL-8m~-130m)



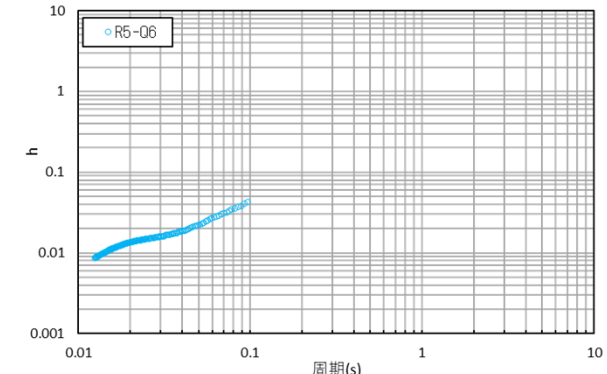
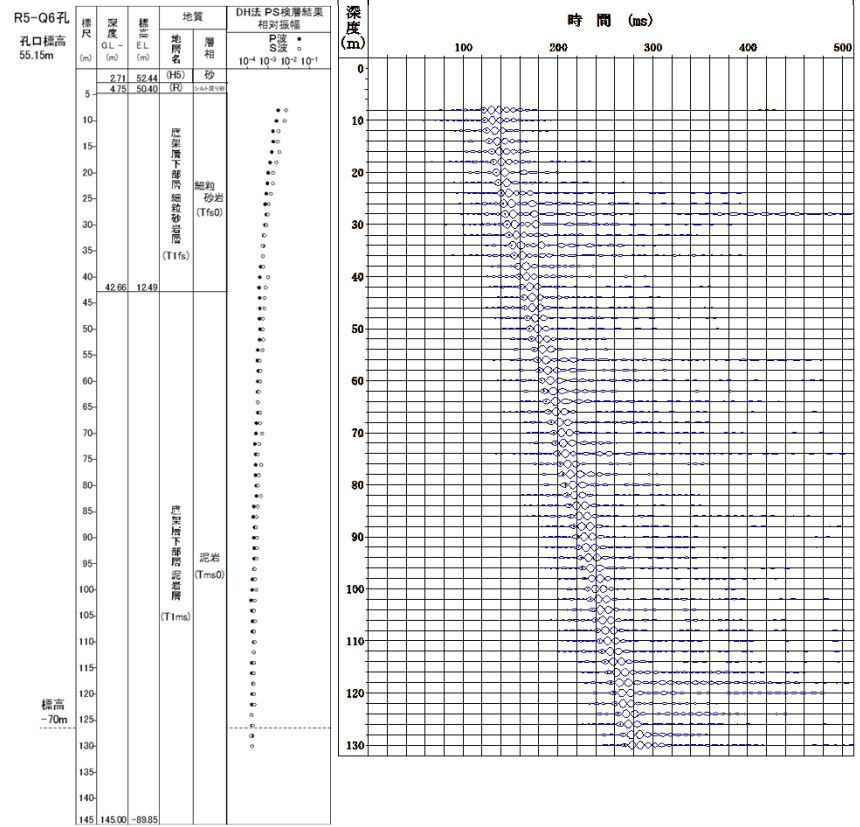
コリレーション波形と減衰定数(R5-Q4孔:観測深度GL-14m~-130m)

参考 データ集

■S波検層データ (c.-⑥)



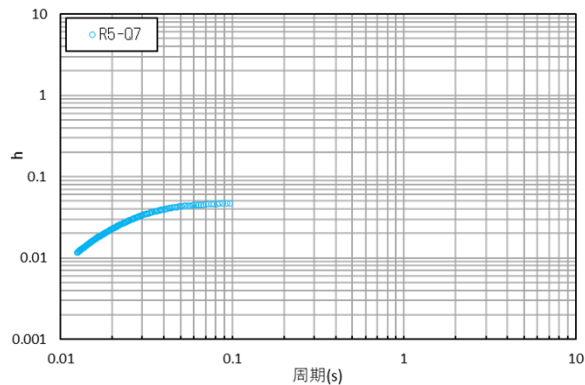
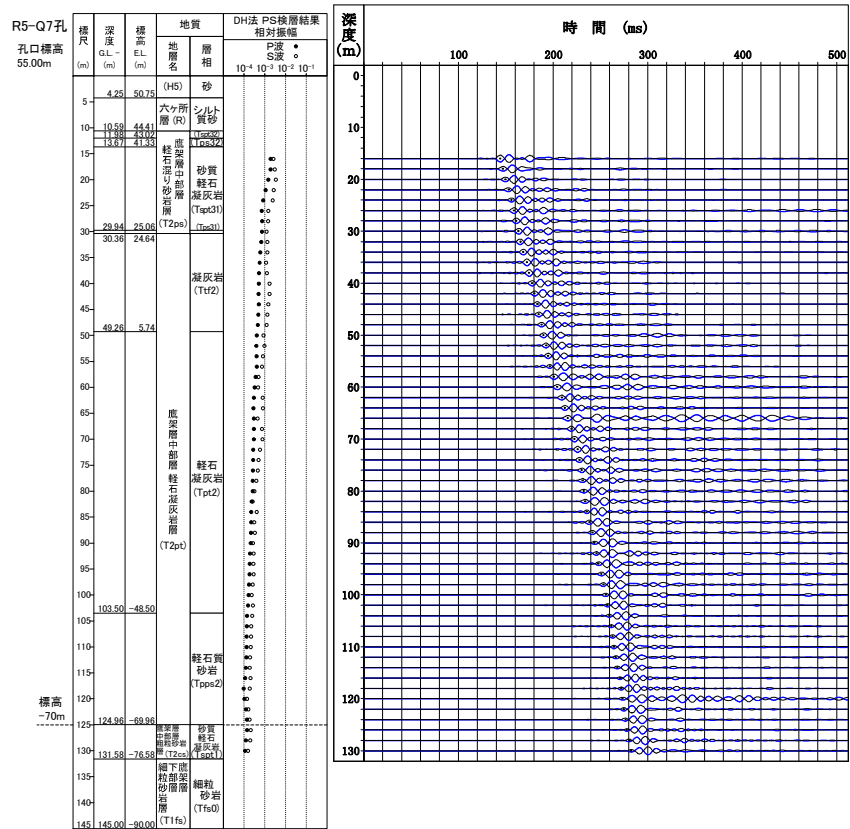
コリレーション波形と減衰定数(R5-Q5孔:観測深度GL-12m~-130m)



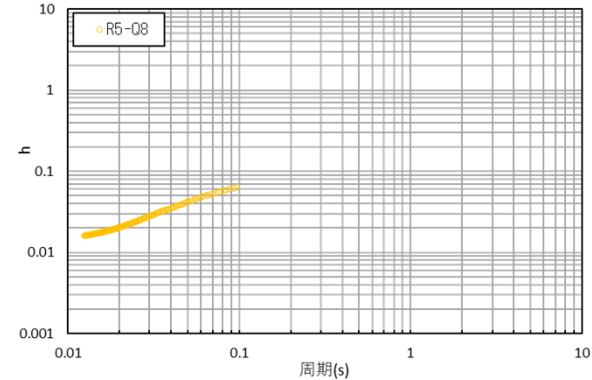
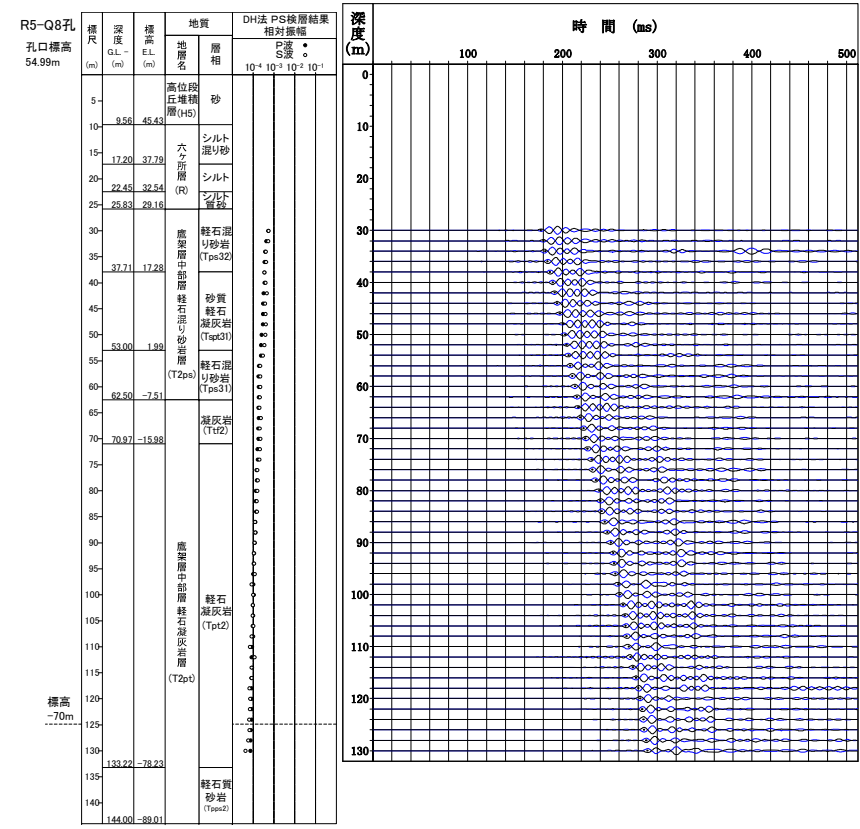
コリレーション波形と減衰定数(R5-Q6孔:観測深度GL-8m~-130m)

参考 データ集

■ S波検層データ (c.-⑥)



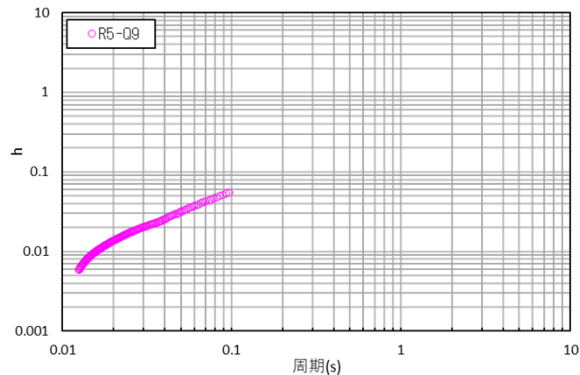
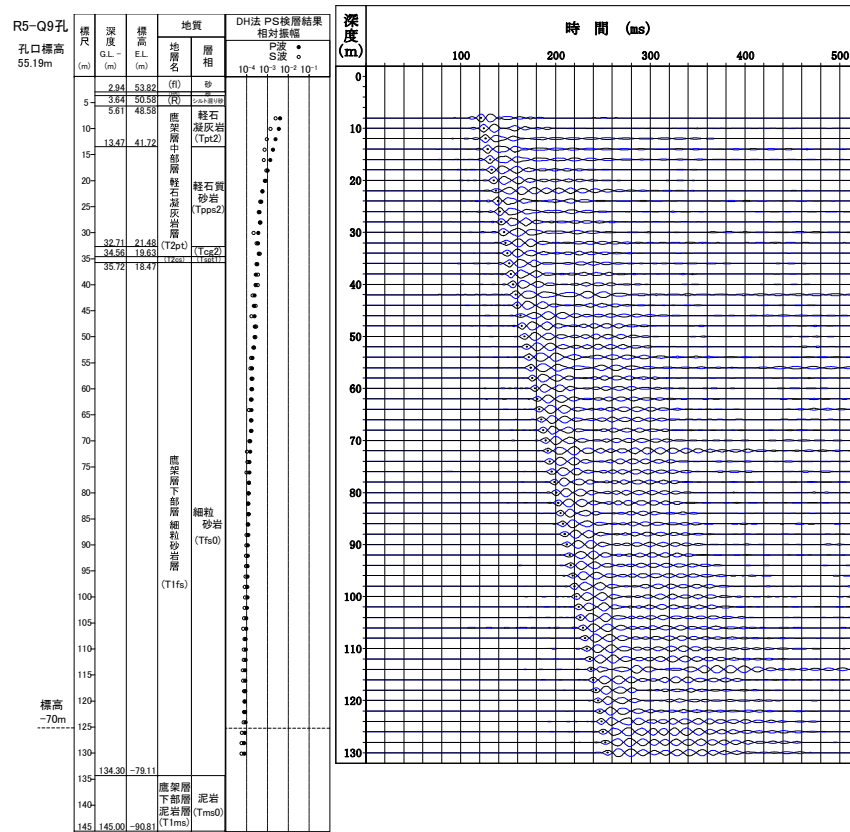
コリレーション波形と減衰定数(R5-Q7孔:観測深度GL-16m~-130m)



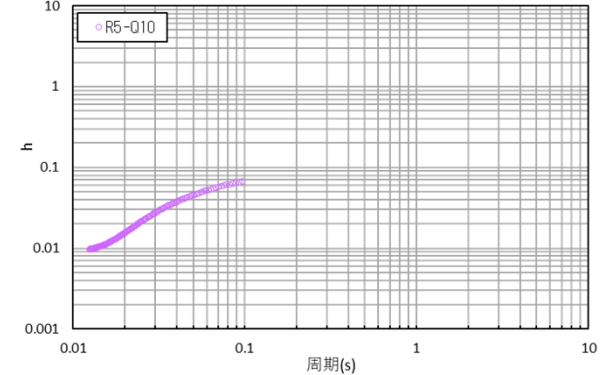
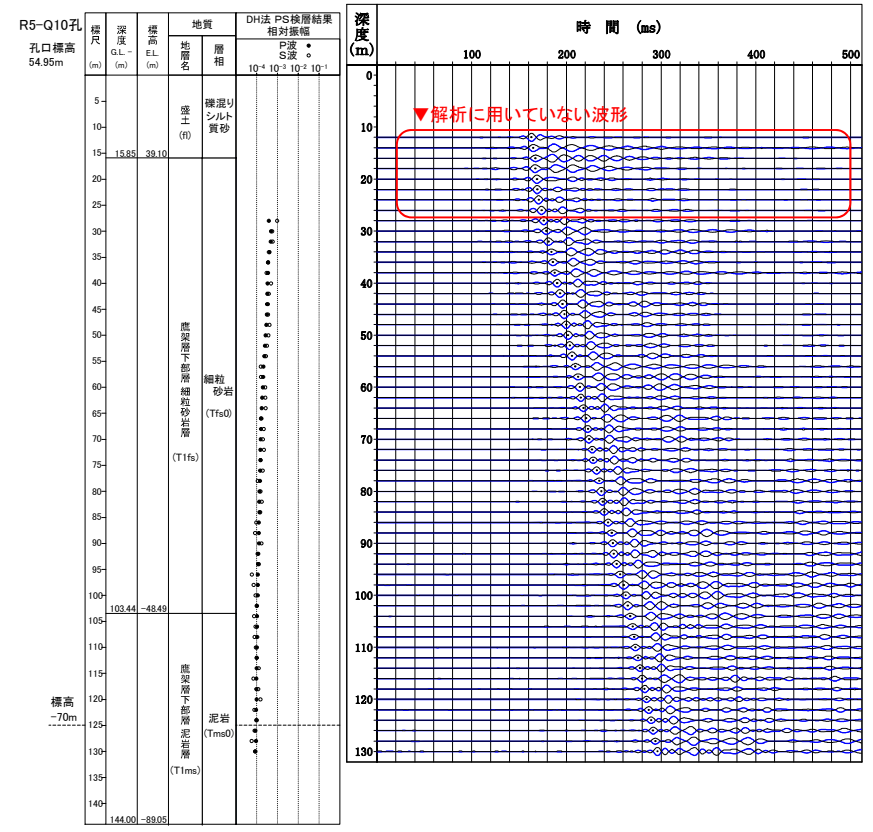
コリレーション波形と減衰定数(R5-Q8孔:観測深度GL-30m~-130m)

参考 データ集

■ S波検層データ (c.-⑥)



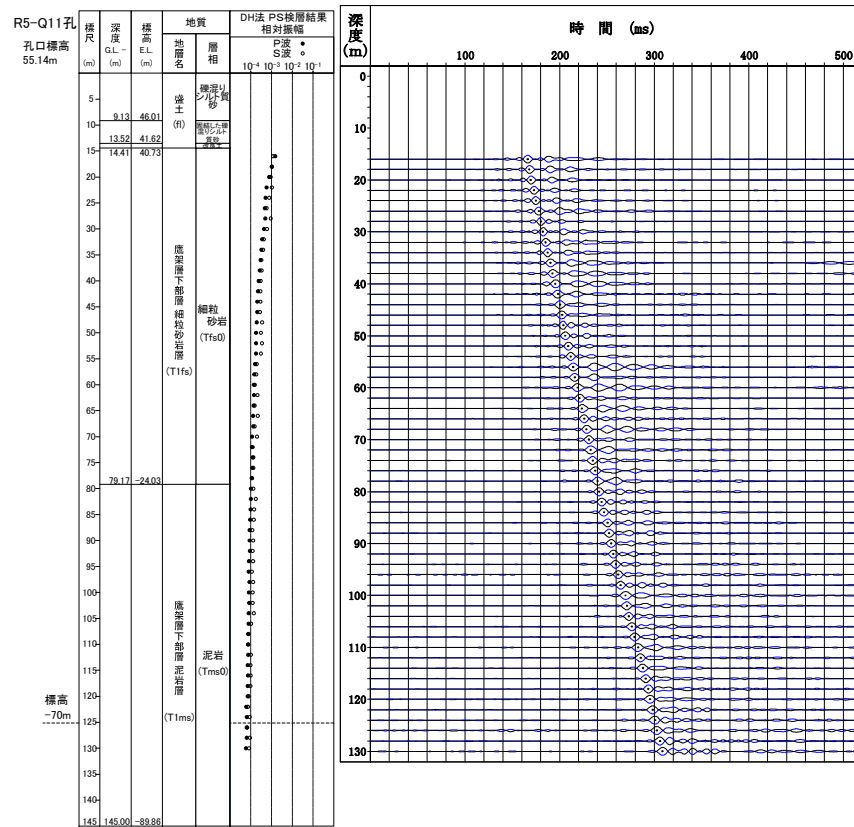
コリレーション波形と減衰定数(R5-Q9孔:観測深度GL-8m~-130m)



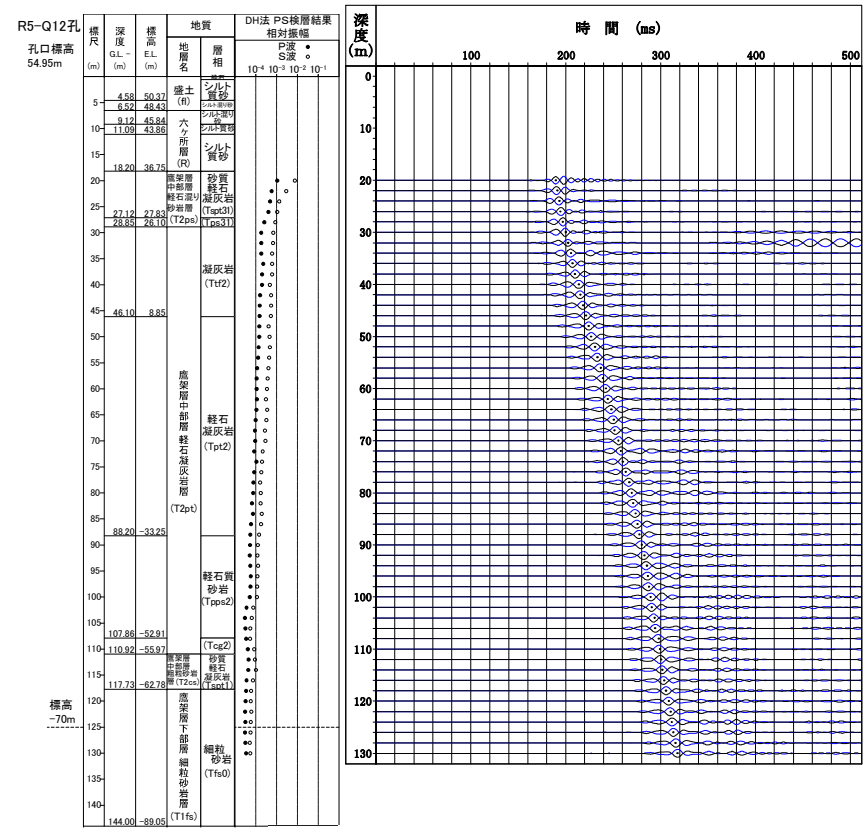
コリレーション波形と減衰定数(R5-Q10孔:観測深度GL-28m~-130m)

参考 データ集

■ S波検層データ (c.-⑥)



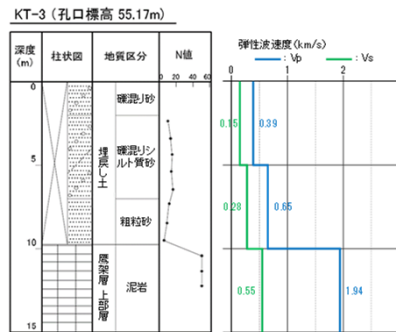
コリレーション波形と減衰定数(R5-Q11孔:観測深度GL-16m~-130m)



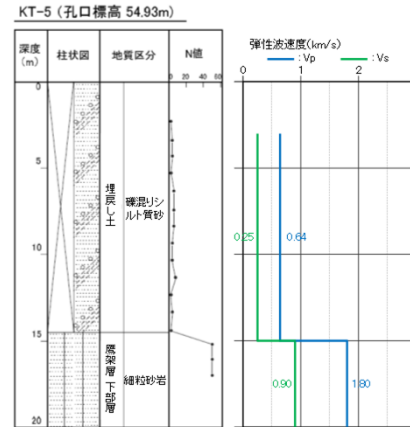
コリレーション波形と減衰定数(R5-Q12孔:観測深度GL-20m~-130m)

参考 データ集

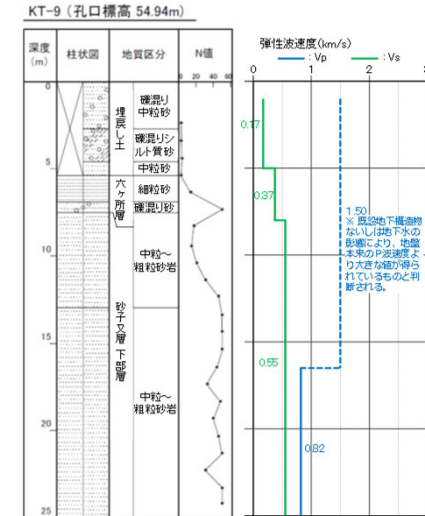
■表層地盤のPS検層 (d.-①)



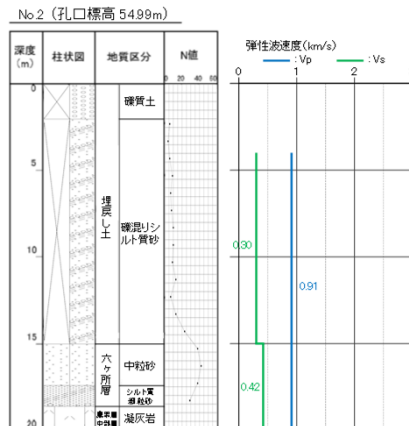
PS検層から得られたデータ (KT-3孔)



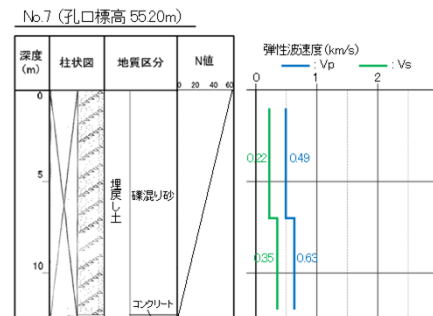
PS検層から得られたデータ (KT-5孔)



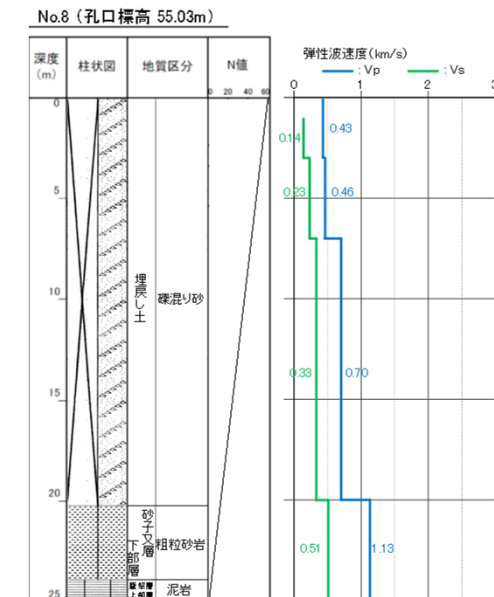
PS検層から得られたデータ (KT-9孔)



PS検層から得られたデータ (No.2孔)



PS検層から得られたデータ (No.7孔)

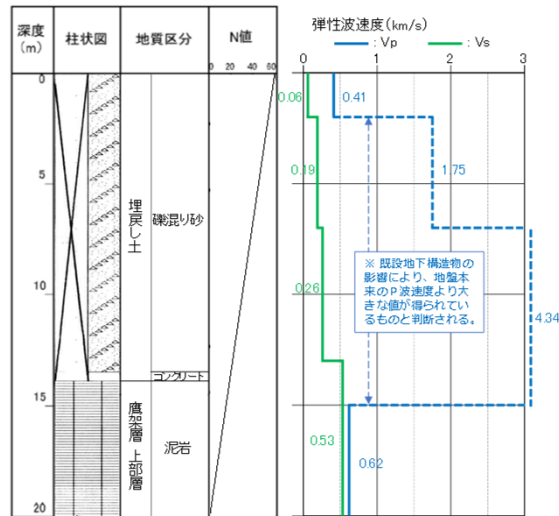


PS検層から得られたデータ (No.8孔)

参考 データ集

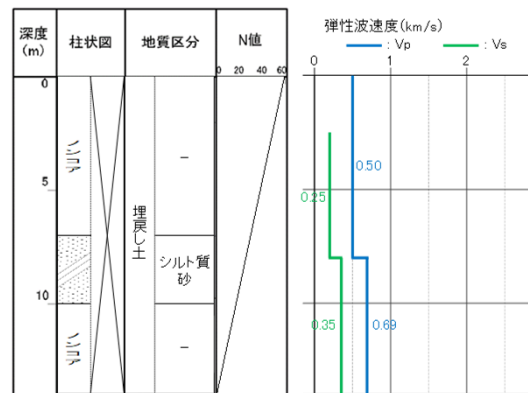
■表層地盤のPS検層 (d.-①)

No.9 (孔口標高 55.10m)



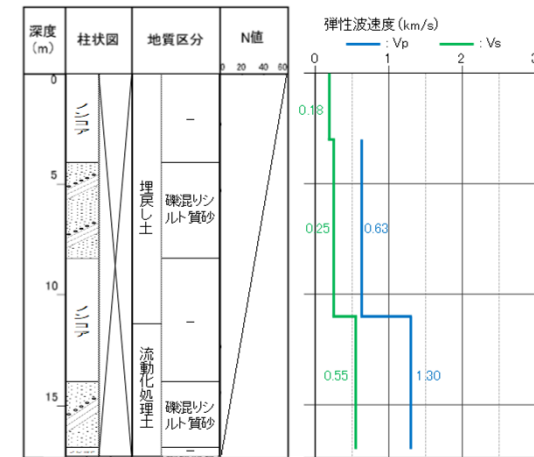
PS検層から得られたデータ (No.9孔)

a-1 (孔口標高 55.03m)



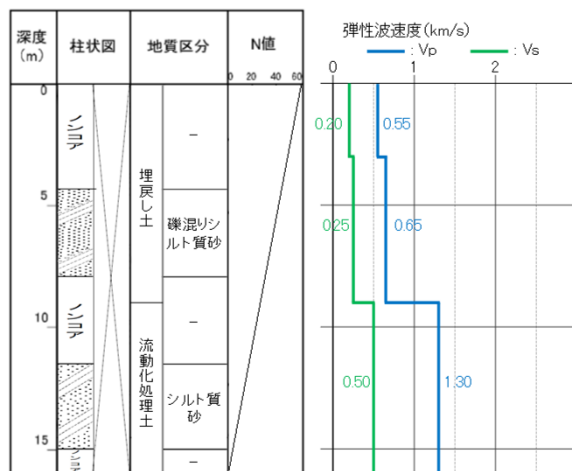
PS検層から得られたデータ (a-1孔)

a-4 (孔口標高 55.06m)



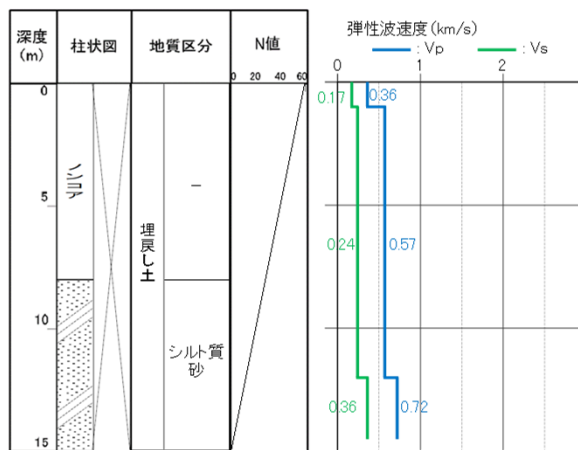
PS検層から得られたデータ (a-4孔)

b-2 (孔口標高 55.04m)



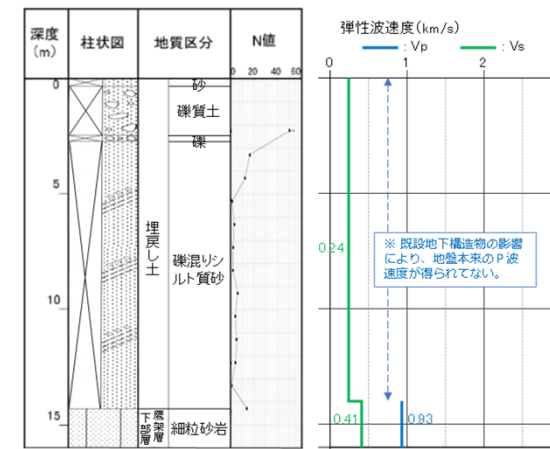
PS検層から得られたデータ (b-2孔)

b-4 (孔口標高 54.95m)



PS検層から得られたデータ (b-4孔)

TY-20-1 (孔口標高 54.98m)

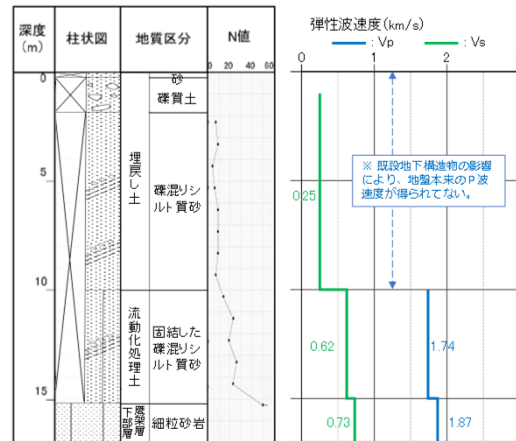


PS検層から得られたデータ (TY-20-1孔)

参考 データ集

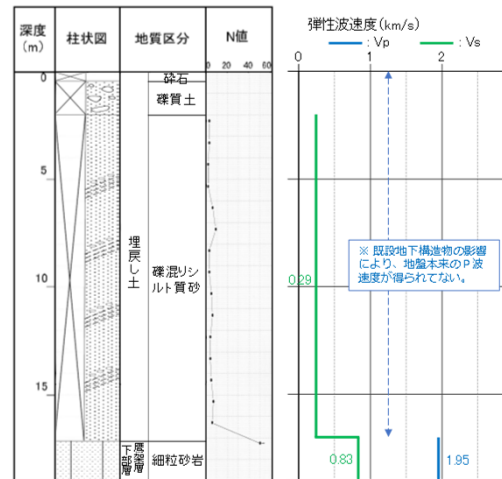
■表層地盤のPS検層 (d.-①)

TY-20-2 (孔口標高 55.08m)



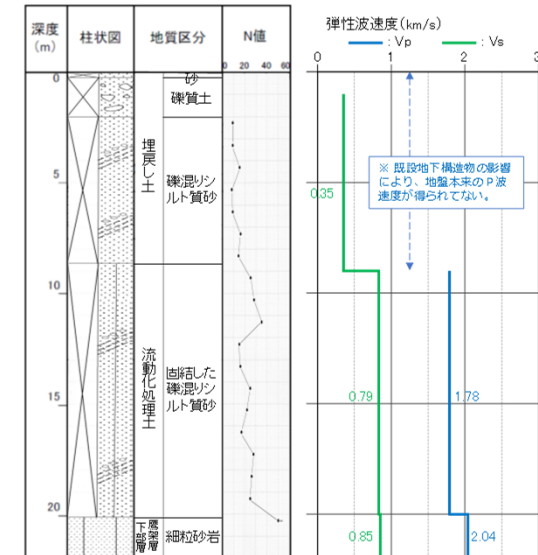
PS検層から得られたデータ (TY-20-2孔)

TY-20-3 (孔口標高 54.83m)



PS検層から得られたデータ (TY-20-3孔)

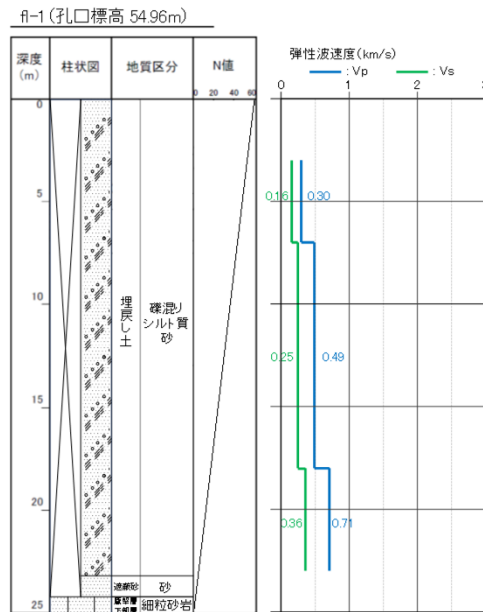
TY-20-5 (孔口標高 55.01m)



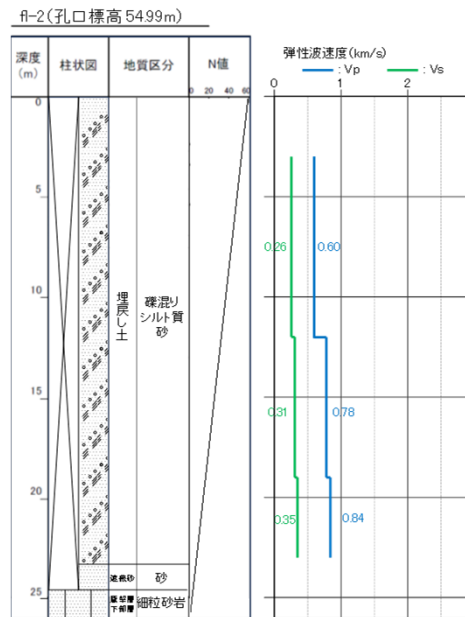
PS検層から得られたデータ (TY-20-5孔)

参考 データ集

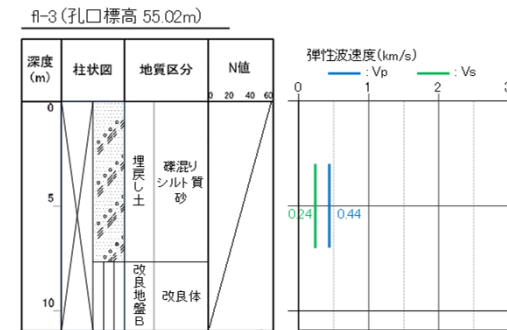
■表層地盤のPS検層 (d.-②)



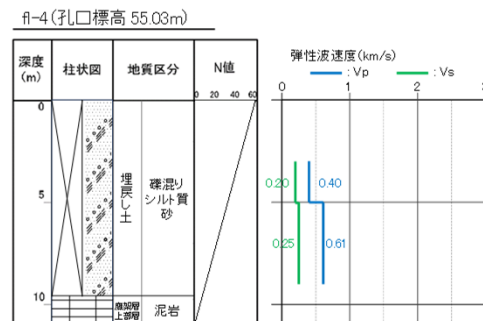
PS検層から得られたデータ (f1-1孔)



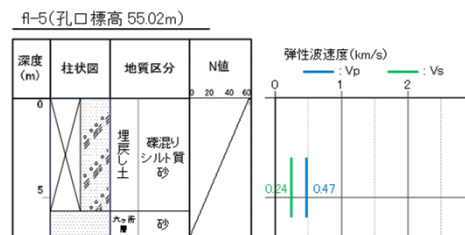
PS検層から得られたデータ (f1-2孔)



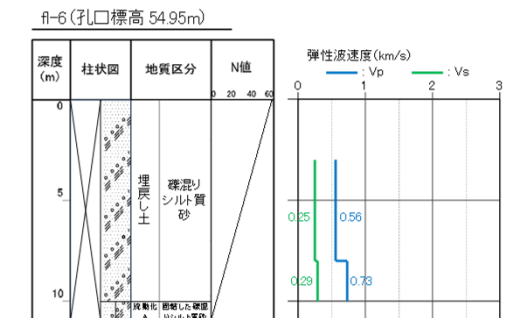
PS検層から得られたデータ (f1-3孔)



PS検層から得られたデータ (f1-4孔)



PS検層から得られたデータ (f1-5孔)

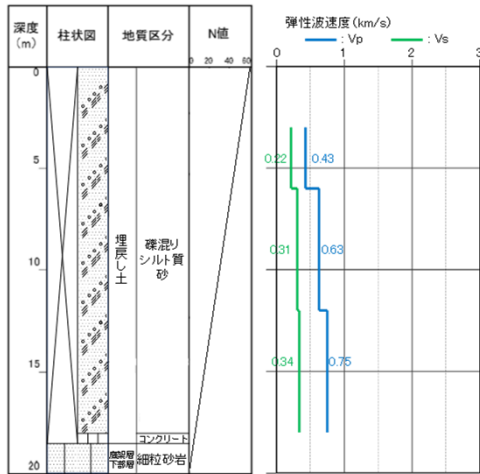


PS検層から得られたデータ (f1-6孔)

参考 データ集

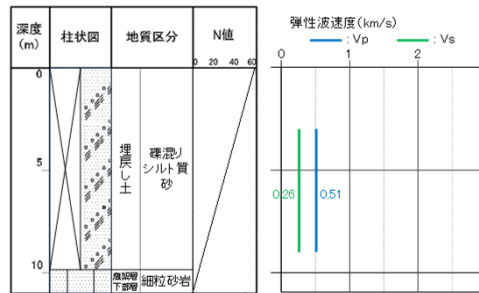
■ 表層地盤のPS検層 (d.-②)

fl-7 (孔口標高 55.30m)



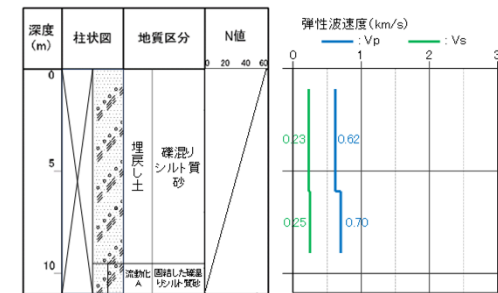
PS検層から得られたデータ (fl-7孔)

fl-8 (孔口標高 55.03m)



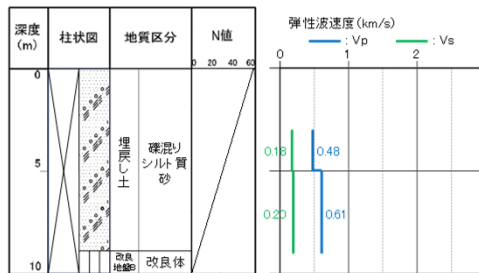
PS検層から得られたデータ (fl-8孔)

fl-9 (孔口標高 55.01m)



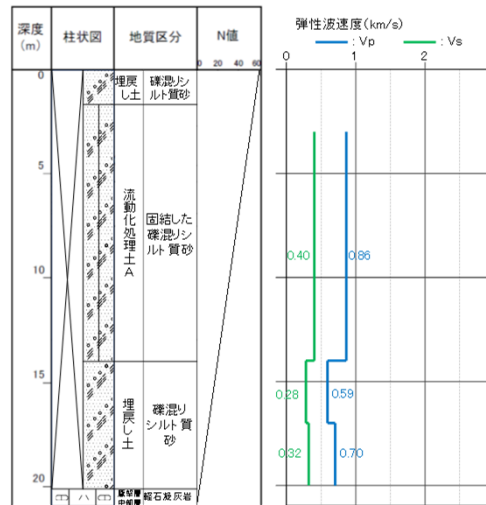
PS検層から得られたデータ (fl-9孔)

fl-10 (孔口標高 54.99m)



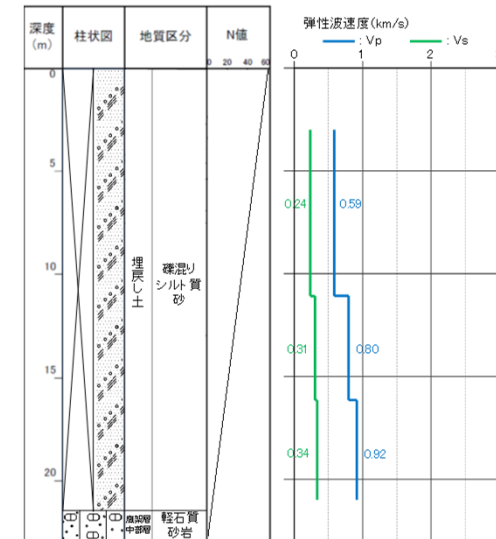
PS検層から得られたデータ (fl-10孔)

fl-11 (孔口標高 55.00m)



PS検層から得られたデータ (fl-11孔)

fl-12 (孔口標高 54.95m)

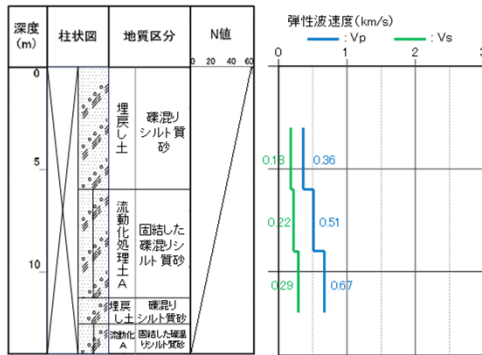


PS検層から得られたデータ (fl-12孔)

参考 データ集

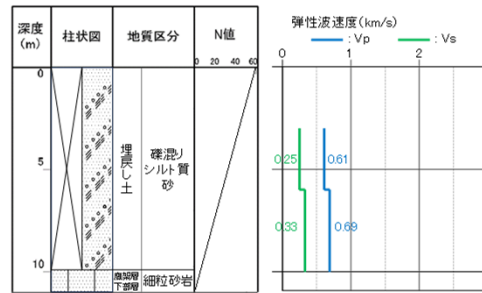
■ 表層地盤のPS検層 (d.-②)

fl-13 (孔口標高 54.96m)



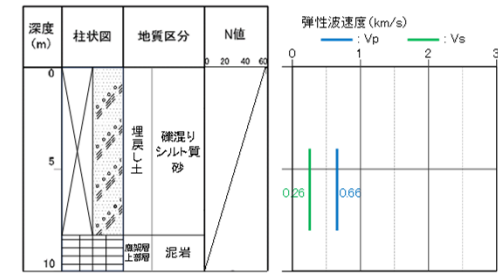
PS検層から得られたデータ (fl-13孔)

fl-14 (孔口標高 55.08m)



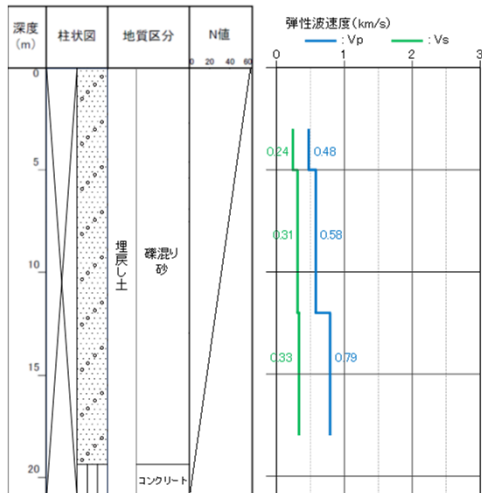
PS検層から得られたデータ (fl-14孔)

fl-15 (孔口標高 55.04m)



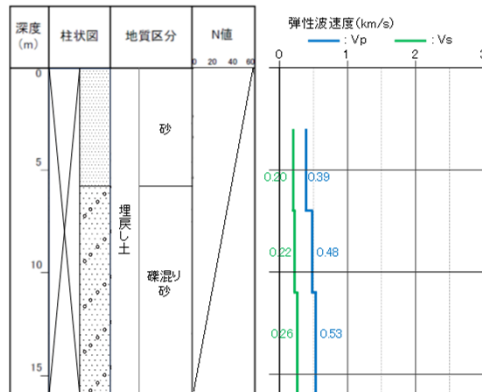
PS検層から得られたデータ (fl-15孔)

w-1 (孔口標高 54.96m)



PS検層から得られたデータ (w-1孔)

w-2 (孔口標高 54.95m)



PS検層から得られたデータ (w-2孔)