

電源開発株式会社
大間原子力発電所

解析用物性値

平成19年1月
原子力発電安全審査課

目 次

1. 鉛直動を考慮した動的解析に用いる解析用物性値の 基本的な考え方.....	1
1.1 強度特性.....	1
1.2 動的変形特性.....	1
2. 岩盤の物性.....	3
2.1 物理特性.....	4
2.2 強度特性.....	4
2.3 動的変形特性.....	4
2.4 静的変形特性.....	5
3. 火山砕屑岩（風化部）、堆積岩（風化部）、表土 及び埋戻・盛土材の物性	6
3.1 物理特性.....	6
3.2 強度特性.....	6
3.3 動的変形特性.....	6
3.4 静的変形特性.....	6
4. 断層内物質及びシームの物性.....	7
4.1 物理特性.....	7
4.2 強度特性.....	7
4.3 動的変形特性.....	7
4.4 静的変形特性.....	7
5. 解析用物性値.....	8
6. 参考文献.....	9

申請者は、地盤の安定性を評価する上で必要となる解析用物性値について、岩石・岩盤試験結果等を基に以下のようにまとめている。

1. 鉛直動を考慮した動的解析に用いる解析用物性値の基本的な考え方

申請者は、原子炉施設設置地盤の安定性を検討するに当たって、動的解析を主体に行うこと、基準地震動 S_s を用いて従来の水平動に加えて鉛直動についても動的解析を行い評価する必要があることから、以下の基本方針に従い解析用物性値を設定している。

1.1 強度特性

既往の文献^{1)~4)}並びに、原子炉建屋基礎底面地盤である淡灰色火山礫凝灰岩及び弱層であるシームの動的せん断強度試験と静的せん断強度試験との試験結果の比較によれば、地盤の静的せん断強度を動的せん断強度は下回らないことから、基礎地盤の動的FEM解析におけるせん断強度として静的せん断強度試験の結果を用いるとしている。

1.2 動的変形特性

鉛直動を考慮した動的解析の既往の研究成果⁵⁾に基づき、体積弾性係数 K 一定解析の手法を用いて基礎地盤の動的FEM解析を実施するとしている。火山碎屑岩（風化部）等の土質材料については、室内試験等により求めた初期動せん断弾性係数 G_0 及び動ポアソン比 ν_d から初期体積弾性係数 K_0 を求め、動せん断弾性係数 G_d が

変化しても K_d が常に初期値 ($= K_0$) 一定となるように等価線形解析を行うとしている。

減衰定数 h については, 既往の文献⁵⁾並びに大間地点の地震観測記録を用いた速度構造及び減衰定数の同定解析結果によれば, 鉛直動の減衰定数 h_p が水平動の減衰定数 h_s より大きくなることが確認されている。これらの検討結果に基づき, 基礎地盤の動的 FEM 解析においては, 水平動の減衰定数 h_s と同じ値を鉛直動においても用いるとしている。

2. 岩盤の物性

岩盤分類の結果、火山砕屑岩である細粒凝灰岩、粗粒凝灰岩、淡灰色火山礫凝灰岩、暗灰色火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩、酸性凝灰岩、軽石凝灰岩、火山砕屑岩（クリンカー質部）及び火山砕屑岩（風化部）、堆積岩であるシルト岩、シルト岩（硬質部）及び堆積岩（風化部）並びに溶岩・貫入岩である安山岩溶岩（塊状・規則性節理部）、安山岩溶岩（塊状・不規則性節理部）、安山岩溶岩（角礫状）、デイサイト及び玄武岩（角礫状）に分類される。図-1 に岩盤分類図を示す。

安山岩溶岩（塊状・規則性節理部）及び安山岩溶岩（塊状・不規則性節理部）の強度・静的変形特性については、試験坑内で実施した岩盤試験結果から解析用物性値を設定している。

また、原子炉建屋基礎底面地盤である淡灰色火山礫凝灰岩並びに細粒凝灰岩、粗粒凝灰岩、暗灰色火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩、酸性凝灰岩、軽石凝灰岩、火山砕屑岩（クリンカー質部）、シルト岩、シルト岩（硬質部）、安山岩溶岩（角礫状）及び玄武岩（角礫状）の12種類の強度・静的変形特性については、節理の少ない軟岩であるため、三軸圧縮試験等の岩石試験結果から解析用物性値を設定している。

さらに、デイサイトの強度・静的変形特性については、節理の発達した硬岩であるが、試験坑内等に分布しないため、安山岩溶岩（塊状・不規則性節理部）の値を用いている。

解析用物性値設定の考え方を表-1 に示す。

2.1 物理特性

物理特性は、岩石試験により得られた密度を用いている。

2.2 強度特性

強度特性については以下のとおり設定している。

- (1) 安山岩溶岩（塊状・規則性節理部）及び安山岩溶岩（塊状・不規則性節理部）

強度特性は、試験坑内で実施したブロックせん断試験の結果を用いている。なお、安山岩溶岩（塊状・規則性節理部）の残留強度は、安山岩溶岩（塊状・不規則性節理部）の値を用いている。

- (2) 細粒凝灰岩，粗粒凝灰岩，淡灰色火山礫凝灰岩，暗灰色火山礫凝灰岩，凝灰角礫岩，酸性凝灰岩，軽石凝灰岩，火山碎屑岩（クリンカー質部），シルト岩，シルト岩（硬質部），安山岩溶岩（角礫状）及び玄武岩（角礫状）

強度特性は、三軸圧縮試験等の岩石試験結果を用いている。

- (3) デイサイト

強度特性は、安山岩溶岩（塊状・不規則性節理部）のブロックせん断試験結果を用いている。

2.3 動的変形特性

動的変形特性は、P S 検層の結果に基づく速度層断面図を作成し、各速度層の岩盤区分毎に解析用物性値を設定している。

速度層断面図を図-2 に示す。

なお、減衰定数は岩盤の慣用値として一般的に設定される値を用いている。

2.4 静的変形特性

静的変形特性については、以下のとおり設定している。

なお、静ポアソン比については、一軸圧縮試験及び三軸圧縮試験の結果を用いている。

- (1) 安山岩溶岩（塊状・規則性節理部）及び安山岩溶岩（塊状・不規則性節理部）

静的変形特性は、試験坑内で実施している岩盤変形試験の結果を用いている。

- (2) 細粒凝灰岩，粗粒凝灰岩，淡灰色火山礫凝灰岩，暗灰色火山礫凝灰岩，凝灰角礫岩，酸性凝灰岩，軽石凝灰岩，火山砕屑岩（クリンカー質部），シルト岩，シルト岩（硬質部），安山岩溶岩（角礫状）及び玄武岩（角礫状）

静的変形特性は、三軸圧縮試験の結果を用いている。

- (3) デイサイト

静的変形特性は、安山岩溶岩（塊状・不規則性節理部）の岩盤変形試験結果を用いている。

3. 火山砕屑岩（風化部）、堆積岩（風化部）、表土及び埋戻・盛土材の物性

火山砕屑岩（風化部）、堆積岩（風化部）、表土及び埋戻・盛土材の強度・変形特性については、三軸圧縮試験結果等から解析用物性値を設定している。

解析用物性値設定の考え方を表-1 に示す。

3.1 物理特性

物理特性は、密度試験の結果を用いている。

3.2 強度特性

強度特性は、三軸圧縮試験の結果を用いている。

3.3 動的変形特性

動的変形特性は、動的三軸試験の結果を用いている。

なお、堆積岩（風化部）の動ポアソン比は、P S 検層の結果を用いている。また、火山砕屑岩（風化部）、表土及び埋戻・盛土材の動ポアソン比は、慣用値を用いている。

3.4 静的変形特性

静的変形特性は、三軸圧縮試験の結果を用いている。

なお、埋戻・盛土材の静ポアソン比は、表土の値を用いている。

4. 断層内物質及びシームの物性

断層内物質及びシームの強度・変形特性については、単純せん断試験結果等から解析用物性値を設定している。

解析用物性値設定の考え方を表-1 に示す。

4.1 物理特性

物理特性は、密度試験の結果を用いている。

4.2 強度特性

強度特性は、静的単純せん断試験の結果を用いている。

4.3 動の変形特性

動の変形特性は、動の単純せん断試験の結果を用いている。

なお、動ポアソン比は、慣用値を用いている。

4.4 静的変形特性

静的変形特性は、静的単純せん断試験の結果を用いている。

なお、静ポアソン比は、表土の値を用いている。

5. 解析用物性値

原子炉施設設置地盤の安定性の評価において使用する解析用物性値を表-2 に示す。

6. 参考文献

- 1) R. Yoshinaka & M. Osada (1995) : The comparison between dynamic and static strength of soft sedimentary rocks, Rock Foundation, Yoshinaka & Kikuchi (eds) © 1995 Balkema, Rotterdam, pp. 109-114.
- 2) 西 好一 (1984) : 繰返し荷重下における泥岩の強度-変形特性, 土木学会論文集, 第 352 号 / III-2, pp. 41-50.
- 3) 石原 研而 : 土質動力学の基礎, 鹿島出版会, pp. 209-231.
- 4) 社団法人 土木学会 原子力土木委員会 (1985) : 原子力発電所地質・地盤の調査・試験法および地盤の耐震安定性の評価手法—報告書—, 第 3 編 地盤調査・試験法, 昭和 60 年 8 月, p. 45, p. 51
- 5) 社団法人 土木学会 原子力土木委員会・地盤安定性評価部会 (2003) : 原子力発電所基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価手法の体系化—動的上下動を考慮した地盤安定性評価—, 平成 15 年 3 月

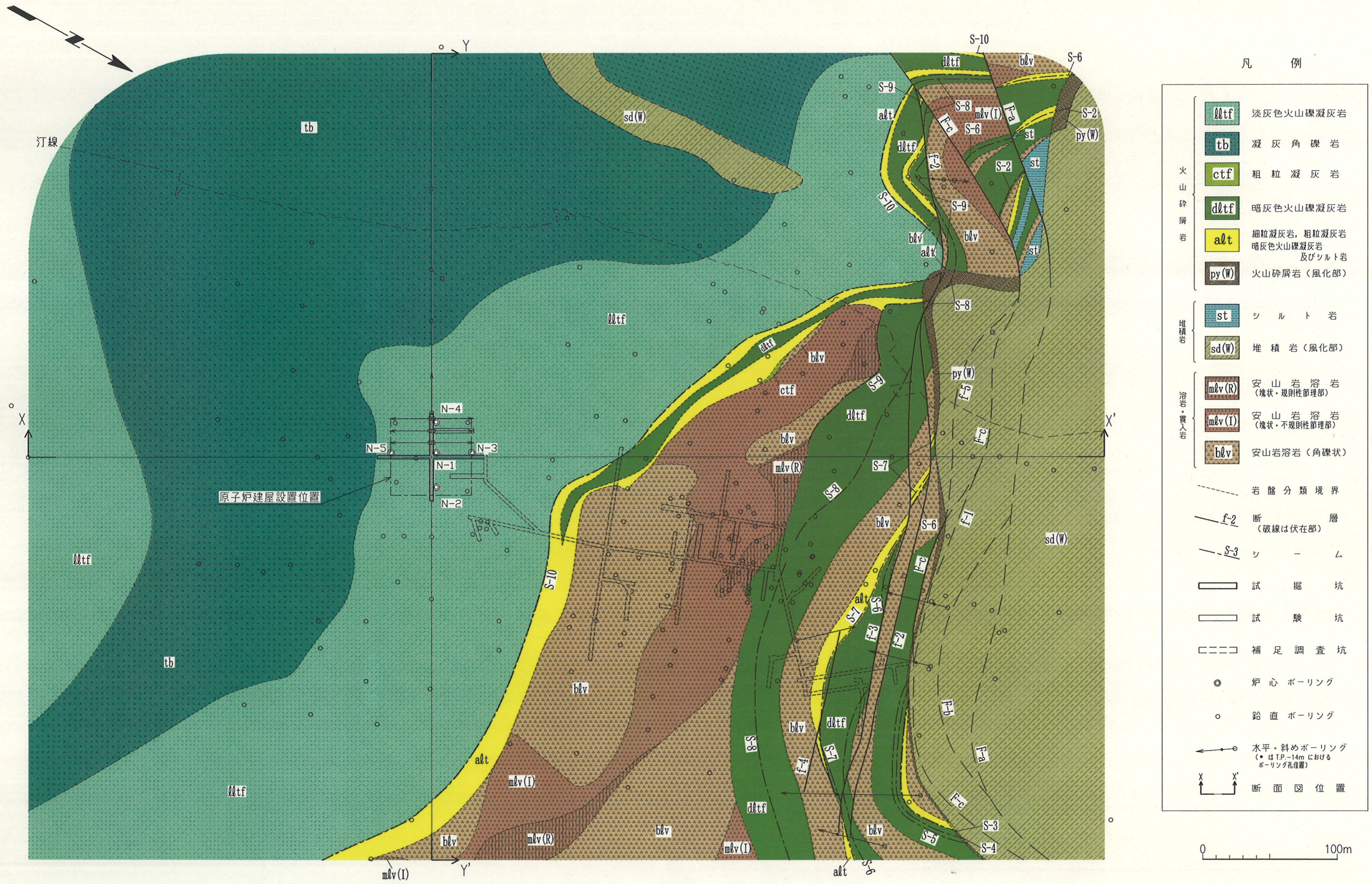
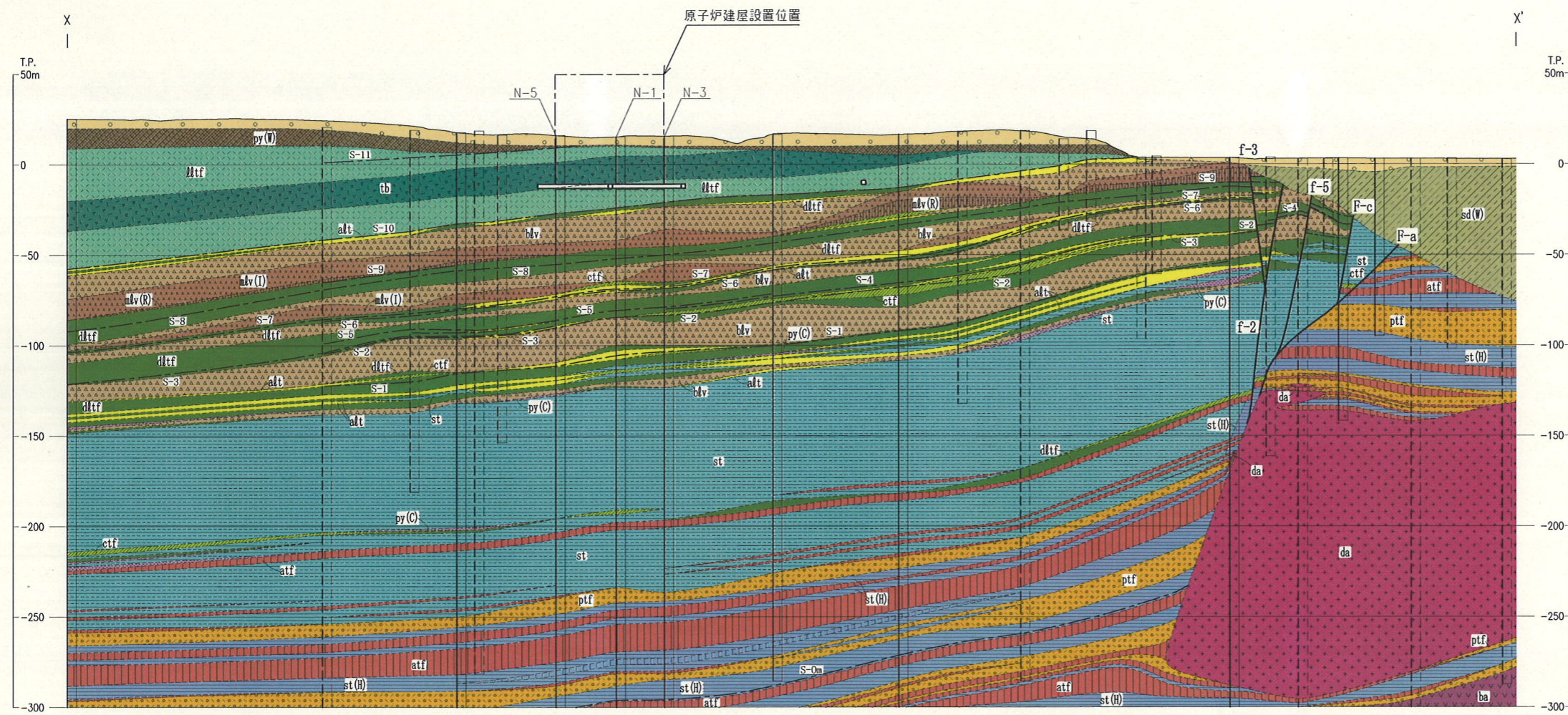


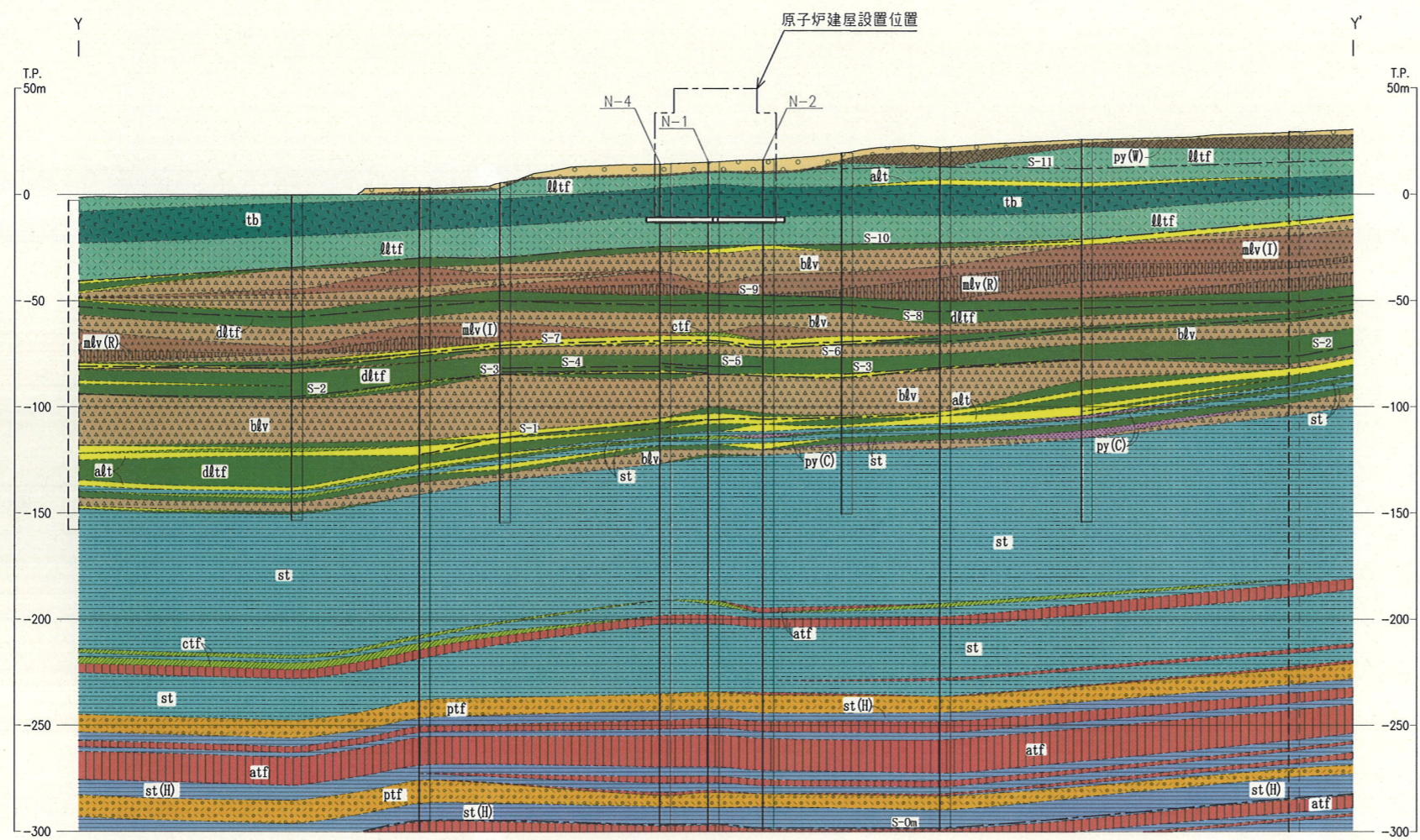
図-1(1) 岩盤分類図 (T. P. -14m)



凡 例

	第 四 系
	py(V) 火山 碎 屑 岩 (風化部)
	ltf 淡 灰 色 火 山 礫 凝 灰 岩
	tb 凝 灰 岩 角 礫 岩
	ctf 粗 粒 凝 灰 岩
	dlf 暗 灰 色 火 山 礫 凝 灰 岩
	alt 細 粒 凝 灰 岩、粗 粒 凝 灰 岩 暗 灰 色 火 山 礫 凝 灰 岩 及 び シ ル ト 岩
	atf 酸 性 凝 灰 岩
	ptf 軽 石 凝 灰 岩
	py(C) 火 山 碎 屑 岩 (ク リ ン カ ー 質 部)
	sd(W) 堆 積 岩 (風 化 部)
	st シ ル ト 岩
	st(H) シ ル ト 岩 (硬 質 部)
	lv(R) 安 山 岩 溶 岩 (塊 状・規 則 性 節 理 部)
	lv(L) 安 山 岩 溶 岩 (塊 状・不 規 則 性 節 理 部)
	blv 安 山 岩 溶 岩 (角 礫 状)
	da デ ィ オ ラ イ ト
	ba 玄 武 岩 (角 礫 状)
	岩 盤 分 類 境 界
	F-a 断 層
	S-8 シ ン ク リ ン 曲 線
	試 掘 坑、補 足 調 査 坑
	ボ ー リ ン グ ボ ー リ ン グ (投 影)

図-1(2) 岩盤分類図 (X-X' 断面)



凡 例

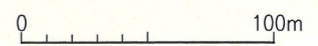
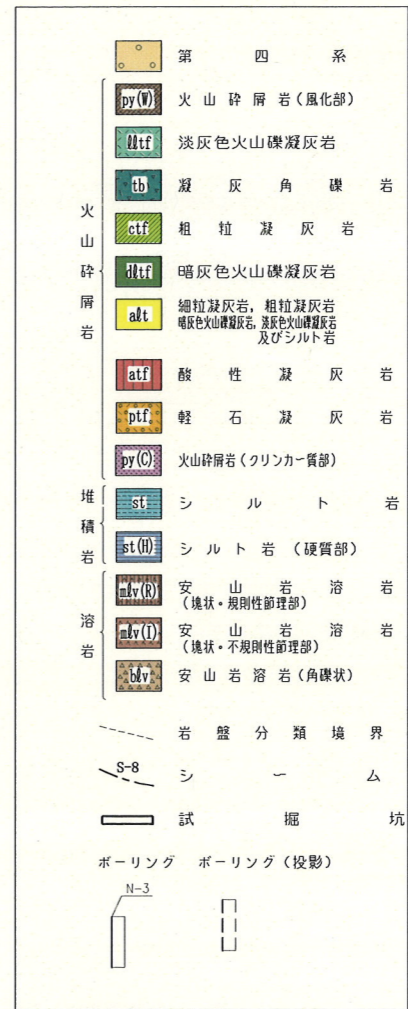


図-1(3) 岩盤分類図 (Y-Y' 断面)

表-1(1) 解析用物性値設定の考え方

		火山砕屑岩							堆積岩		溶岩・貫入岩				デイスait
		細粒凝灰岩 ftf	粗粒凝灰岩 ctf	淡灰色火山礫凝灰岩 ¹⁾ lltf	暗灰色火山礫凝灰岩 dltf	凝灰角礫岩 tb	酸性凝灰岩 atf	軽石凝灰岩 ptf	火山砕屑岩 (クリンカー質部) py(C)	シルト岩 st	シルト岩 (硬質部) st(H)	安山岩溶岩 (角礫状) blv	玄武岩 (角礫状) ba	安山岩溶岩 (塊状・規則性節理部) mlv(R)	
物理特性	密度 γ	ボーリングコア，試掘坑内等から採取した供試体の密度（湿潤）													
	せん断強度 τ_0 内部摩擦角 ϕ	ボーリングコア，試掘坑内等から採取した供試体の圧裂試験結果，一軸圧縮試験結果及び三軸圧縮試験結果											ブロックせん断試験結果		mlv(I)の試験結果を使用
強度特性	残留強度	ボーリングコア，試掘坑内等から採取した供試体の一軸圧縮試験結果及び三軸圧縮試験結果											mlv(I)の試験結果を使用	摩擦抵抗試験結果	
	動的変形特性	動せん断弾性係数 G_d	P S 検層による速度層毎の V_p 、 V_s 及び岩盤区分毎の密度により算定												
動ポアソン比 ν_d															
減衰定数 h		慣用値													
静的変形特性	静弾性係数 E	ボーリングコア，試掘坑内等から採取した供試体の三軸圧縮試験結果											岩盤変形試験による割線弾性係数		mlv(I)の試験結果を使用
	静ポアソン比 ν	ボーリングコア，試掘坑内等から採取した供試体の一軸圧縮試験及び三軸圧縮試験による静ポアソン比													

1) 慣用法による平面すべり，支持力及び沈下の検討では，原子炉建屋基礎底面地盤である淡灰色火山礫凝灰岩について，ブロックせん断試験，岩盤変形試験及び支持力試験の岩盤試験結果を使用する。

表-1(2) 解析用物性値設定の考え方

		断層内物質	シーム	堆積岩 (風化部) sd(W)	火山砕屑岩 (風化部) py(W)	表土	埋戻・盛土材
物理特性	密度 γ	密度試験結果					
	せん断強度 τ_0 内部摩擦角 ϕ	静的 単純せん断試験結果		三軸圧縮試験結果			
強度特性	残留強度	同上		同上			
	動せん断 弾性係数 G_d	動的 単純せん断試験結果		P S 検層 結果	動的三軸試験結果		
動的変形特性	動ポアソン比 ν_d	慣用値			慣用値		
動的変形特性	減衰定数 h	動的 単純せん断試験結果		動的三軸試験結果			
	G_d, h のひずみ 依存性						
静的変形特性	静弾性係数 E (静せん断 弾性係数 G)	静的 単純せん断試験結果		三軸圧縮試験結果			
	静ポアソン比 ν	表土の 三軸圧縮試験結果		同上			表土の 三軸圧縮試験結果

速度層区分	P波速度 Vp (km/s)	S波速度 Vs (km/s)	動ポアソン比 ν_d
①	0.84	0.36	0.45
②	1.91	0.83	0.38
③	2.63	1.12	0.39
④	1.81	0.64	0.43
⑤	2.08	0.90	0.38
北①	1.86	0.57	0.45
北②	1.69	0.49	0.45
北③	1.86	0.67	0.43
北④	3.77	1.63	0.39

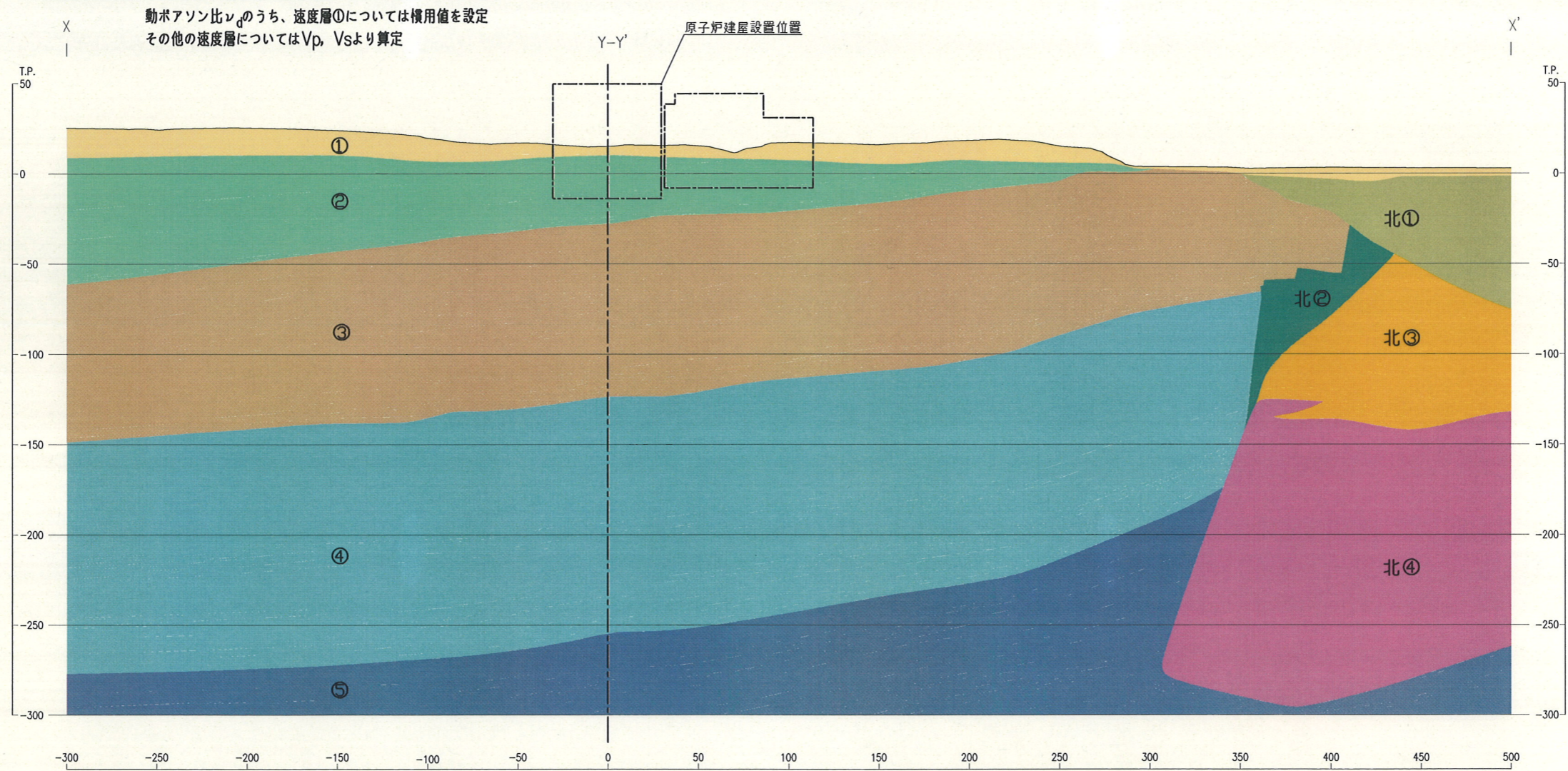


図-2(1) P S 検層による速度層断面図(X-X'断面)

速度層区分	P波速度 Vp (km/s)	S波速度 Vs (km/s)	動ポアソン比 ν_d
①	0.84	0.36	0.45
②	1.91	0.83	0.38
③	2.63	1.12	0.39
④	1.81	0.64	0.43
⑤	2.08	0.90	0.38

動ポアソン比 ν_d のうち、速度層①については横用値を設定
 その他の速度層についてはVp, Vsより算定

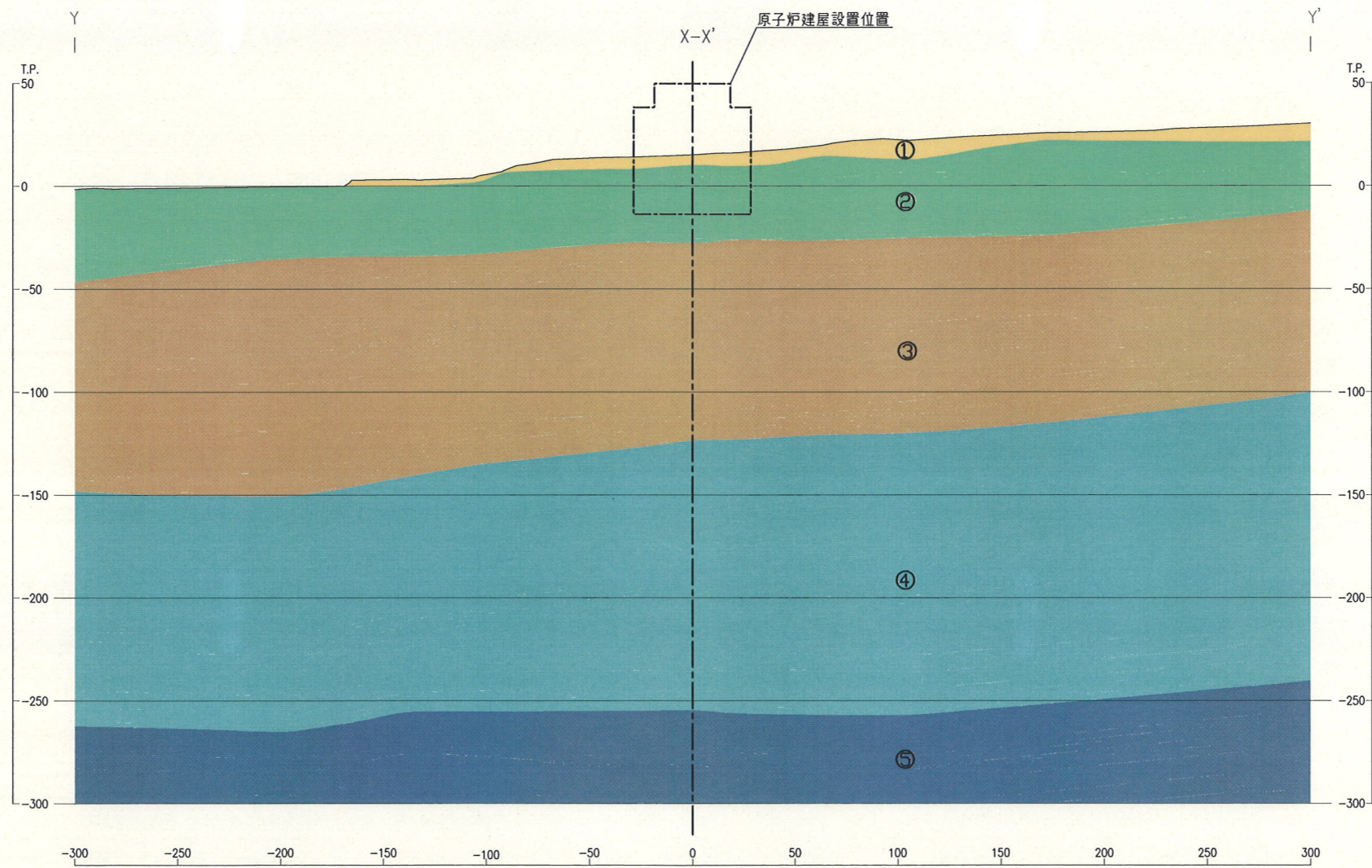


図-2(2) P S 検層による速度層断面図(Y-Y' 断面)

表-2(1) 解析用物性値

	物理特性	強度特性		動的変形特性			静的変形特性		
	密度 γ (g/cm ³)	せん断強度 τ (N/mm ²)	残留強度 (N/mm ²)	動せん断弾性係数 G_d ($\times 10^3$ N/mm ²)	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h	静弾性係数 E (静せん断弾性係数 G) ($\times 10^3$ N/mm ²)	静ポアソン比 ν	
細粒凝灰岩	1.59	$(\tau/0.45)^2=1+\sigma/0.18$ $\tau=0.76+\sigma \tan 18^\circ$	$(-0.18\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 0.66\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 0.66\text{N/mm}^2$)	$0.79 \sigma^{0.43}$	表-2(2) 解析用物性値(動的変形特性) 参照	0.03	$0.83 \sigma^{0.29}$	0.43	
粗粒凝灰岩	1.91	$(\tau/2.44)^2=1+\sigma/1.51$ $\tau=3.90+\sigma \tan 9^\circ$	$(-1.51\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 3.44\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 3.44\text{N/mm}^2$)	$1.55 \sigma^{0.49}$		0.03	$2.40 \sigma^{0.13}$	0.45	
淡灰色火山礫凝灰岩	1.83	$(\tau/0.61)^2=1+\sigma/0.21$ $\tau=1.43+\sigma \tan 8^\circ$	$(-0.21\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 1.21\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 1.21\text{N/mm}^2$)	$1.12 \sigma^{0.36}$		0.03	$1.36 \sigma^{0.21}$	0.44	
暗灰色火山礫凝灰岩	1.95	$(\tau/1.51)^2=1+\sigma/0.58$ $\tau=2.73+\sigma \tan 14^\circ$	$(-0.58\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 2.10\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 2.10\text{N/mm}^2$)	$1.34 \sigma^{0.51}$		0.03	$2.20 \sigma^{0.14}$	0.45	
凝灰角礫岩	2.05	$(\tau/0.50)^2=1+\sigma/0.15$ $\tau=1.27+\sigma \tan 16^\circ$	$(-0.15\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 1.58\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 1.58\text{N/mm}^2$)	$1.22 \sigma^{0.50}$		0.03	$1.41 \sigma^{0.27}$	0.47	
酸性凝灰岩	1.69	$(\tau/1.56)^2=1+\sigma/0.79$ $\tau=2.36+\sigma \tan 12^\circ$	$(-0.79\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 1.58\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 1.58\text{N/mm}^2$)	$1.48 \sigma^{0.42}$		0.03	$1.46 \sigma^{0.18}$	0.45	
軽石凝灰岩	1.65	$(\tau/0.78)^2=1+\sigma/0.33$ $\tau=1.47+\sigma \tan 11^\circ$	$(-0.33\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 1.25\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 1.25\text{N/mm}^2$)	$1.16 \sigma^{0.37}$		0.03	$0.65 \sigma^{0.29}$	0.47	
火山砕屑岩 (クリンカー質部)	1.94	$(\tau/0.13)^2=1+\sigma/0.01$ $\tau=1.06+\sigma \tan 14^\circ$	$(-0.01\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 1.08\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 1.08\text{N/mm}^2$)	$1.10 \sigma^{0.51}$		0.03	$0.20 \sigma^{0.60}$	0.48	
シルト岩	1.48	$(\tau/1.45)^2=1+\sigma/0.87$ $\tau=2.37+\sigma \tan 15^\circ$	$(-0.87\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 4.27\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 4.27\text{N/mm}^2$)	$1.36 \sigma^{0.34}$		0.03	$0.89 \sigma^{0.21}$	0.44	
シルト岩 (硬質部)	1.52	$(\tau/2.37)^2=1+\sigma/1.35$ $\tau=3.76+\sigma \tan 6^\circ$	$(-1.35\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 2.49\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 2.49\text{N/mm}^2$)	$1.37 \sigma^{0.36}$		0.03	$0.90 \sigma^{0.20}$	0.45	
安山岩溶岩 (塊状・規則性節理部)	2.40	$\tau=1.32+\sigma \tan 45^\circ$		$\sigma \tan 47^\circ$		0.03	2.18	0.19	
安山岩溶岩 (塊状・不規則性節理部)	2.36	$\tau=1.53+\sigma \tan 29^\circ$		$\sigma \tan 47^\circ$		0.03	1.63	0.28	
安山岩溶岩 (角礫状)	2.18	$(\tau/1.09)^2=1+\sigma/0.38$ $\tau=1.12+\sigma \tan 38^\circ$	$(-0.38\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 0.05\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 0.05\text{N/mm}^2$)	$1.27 \sigma^{0.75}$		0.03	$1.70 \sigma^{0.62}$	0.46	
デイサイト	2.39	$\tau=1.53+\sigma \tan 29^\circ$		$\sigma \tan 47^\circ$		0.03	1.63	0.26	
玄武岩 (角礫状)	2.13	$(\tau/1.36)^2=1+\sigma/0.91$ $\tau=1.45+\sigma \tan 27^\circ$	$(-0.91\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 0.79\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 0.79\text{N/mm}^2$)	$1.04 \sigma^{0.61}$	0.03	$2.17 \sigma^{0.26}$	0.30		
断層内物質	1.60	$\tau=0.23+\sigma \tan 21^\circ$		$\tau=0.19+\sigma \tan 21^\circ$	$G_0=0.181 \sigma^{0.49}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0015)$	0.45	$\gamma > 4.4 \times 10^{-4}$ $h=0.041+0.084(\log \gamma + 3.4)$ $\gamma \leq 4.4 \times 10^{-4}$ h=0.041	$G=0.0265 \sigma^{0.36}$	0.48
シーム	1.71	$\tau=0.24+\sigma \tan 19^\circ$		$\tau=0.19+\sigma \tan 18^\circ$	$G_0=0.116 \sigma^{0.39}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0039)$	0.45	$\gamma > 9.0 \times 10^{-4}$ $h=0.021+0.159(\log \gamma + 3.0)$ $\gamma \leq 9.0 \times 10^{-4}$ h=0.021	$G=0.0412 \sigma^{0.22}$	0.48
火山砕屑岩 (風化部)	1.57	$\tau=0.07+\sigma \tan 8^\circ$		$\tau=0.07+\sigma \tan 7^\circ$	$G_0=0.115 \sigma^{0.25}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0010)$	0.45	$\gamma > 2.7 \times 10^{-5}$ $h=0.024+0.034(\log \gamma + 4.6)$ $\gamma \leq 2.7 \times 10^{-5}$ h=0.024	$0.121 \sigma^{0.65}$	0.48
堆積岩 (風化部)	2.00	$\tau=0.39+\sigma \tan 20^\circ$		$\tau=0.39+\sigma \tan 19^\circ$	$G_0=0.69$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0008)$	0.45	$\gamma > 8.8 \times 10^{-5}$ $h=0.022+0.067(\log \gamma + 4.1)$ $\gamma \leq 8.8 \times 10^{-5}$ h=0.022	$0.143 \sigma^{0.66}$	0.49
表土	1.47	$\tau=0.03+\sigma \tan 10^\circ$		$\tau=0.02+\sigma \tan 10^\circ$	$G_0=0.142 \sigma^{0.55}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0015)$	0.45	$\gamma > 2.4 \times 10^{-4}$ $h=0.019+0.082(\log \gamma + 3.6)$ $\gamma \leq 2.4 \times 10^{-4}$ h=0.019	$0.123 \sigma^{0.53}$	0.48
埋戻・盛土材	1.90	$\tau=0.25+\sigma \tan 14^\circ$		$\tau=0.25+\sigma \tan 14^\circ$	$G_0=0.563 \sigma^{0.61}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0004)$	0.45	$\gamma > 2.8 \times 10^{-5}$ $h=0.013+0.045(\log \gamma + 4.6)$ $\gamma \leq 2.8 \times 10^{-5}$ h=0.013	$0.053 \sigma^{0.31}$	0.48

表-2(2) 解析用物性値(動の変形特性)

速度層区分	岩盤区分	動せん断弾性係数 G_d ($\times 10^3 \text{N/mm}^2$)	動ポアソン比 ν_d
②	細粒凝灰岩	1.10	0.38
	淡灰色火山礫凝灰岩	1.26	
	暗灰色火山礫凝灰岩	1.34	
	凝灰角礫岩	1.41	
③	細粒凝灰岩	1.99	0.39
	粗粒凝灰岩	2.40	
	暗灰色火山礫凝灰岩	2.45	
	火山砕屑岩 (クリンカー質部)	2.43	
	シルト岩	1.86	
	安山岩溶岩 (塊状・規則性節理部)	3.01	
	安山岩溶岩 (塊状・不規則性節理部)	2.96	
	安山岩溶岩 (角礫状)	2.73	
④	粗粒凝灰岩	0.78	0.43
	暗灰色火山礫凝灰岩	0.80	
	酸性凝灰岩	0.69	
	軽石凝灰岩	0.68	
	火山砕屑岩 (クリンカー質部)	0.79	
	シルト岩	0.61	
	シルト岩 (硬質部)	0.62	
⑤	酸性凝灰岩	1.37	0.38
	軽石凝灰岩	1.34	
	シルト岩 (硬質部)	1.23	
	玄武岩 (角礫状)	1.73	
北②	粗粒凝灰岩	0.46	0.45
	酸性凝灰岩	0.41	
	シルト岩	0.36	
	シルト岩 (硬質部)	0.36	
北③	酸性凝灰岩	0.76	0.43
	軽石凝灰岩	0.74	
	シルト岩	0.66	
	シルト岩 (硬質部)	0.68	
	デイサイト	1.07	
北④	デイサイト	6.35	0.39