

電源開発株式会社
大間原子力発電所

解析用物性値

平成16年11月
原子力発電安全審査課

目 次

1. 岩盤の物性.....	1
1.1 物理特性.....	2
1.2 強度特性.....	2
1.3 静的変形特性.....	3
1.4 動的変形特性.....	3
2. 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.....	4
2.1 物理特性.....	4
2.2 強度特性.....	4
2.3 静的変形特性.....	4
2.4 動的変形特性.....	4
3. 断層内物質及びシームの物性.....	5
3.1 物理特性.....	5
3.2 強度特性.....	5
3.3 静的変形特性.....	5
3.4 動的変形特性.....	5
4. 解析用物性値.....	6

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. 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。

1.1 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。

1.2 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。

1.3 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。

1.4 動の変形特性

動の変形特性は、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. 火山碎屑岩（風化部）、堆積岩（風化部）、表土及び埋戻・盛土材の物性

火山碎屑岩（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。

2.1 物理特性

物理特性は、密度試験の結果を用いている。

2.2 強度特性

強度特性は、三軸圧縮試験の結果を用いている。

2.3 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。

2.4 動の変形特性

動の変形特性は、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、火山碎屑岩（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. 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。

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、静的単純せん断試験の結果を用いている。

3.3 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。

3.4 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. 解析用物性値

原子炉建屋基礎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。

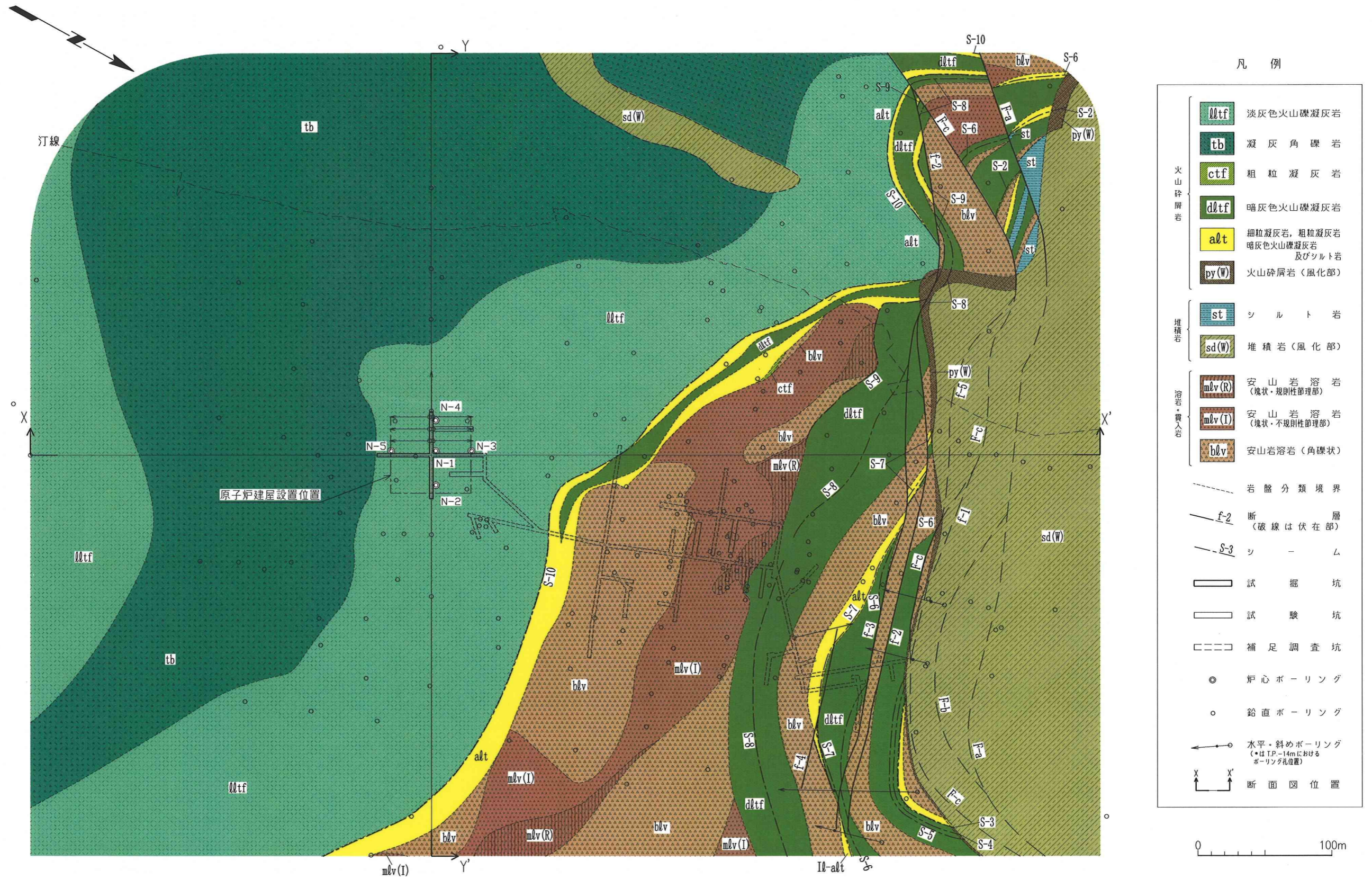


図-1(1) 岩盤分類図 (T.P. -14m)

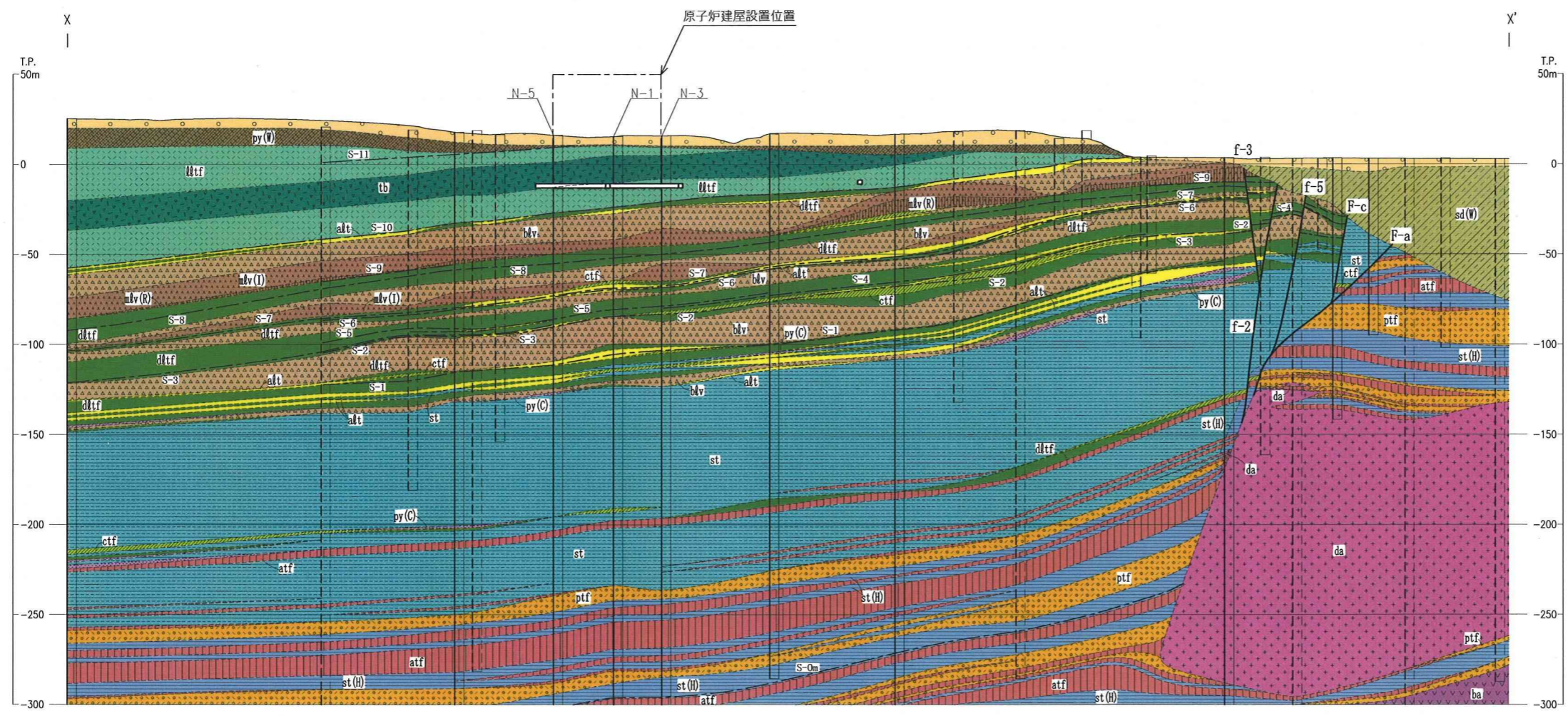


図-1(2) 岩盤分類図 (X-X' 断面)

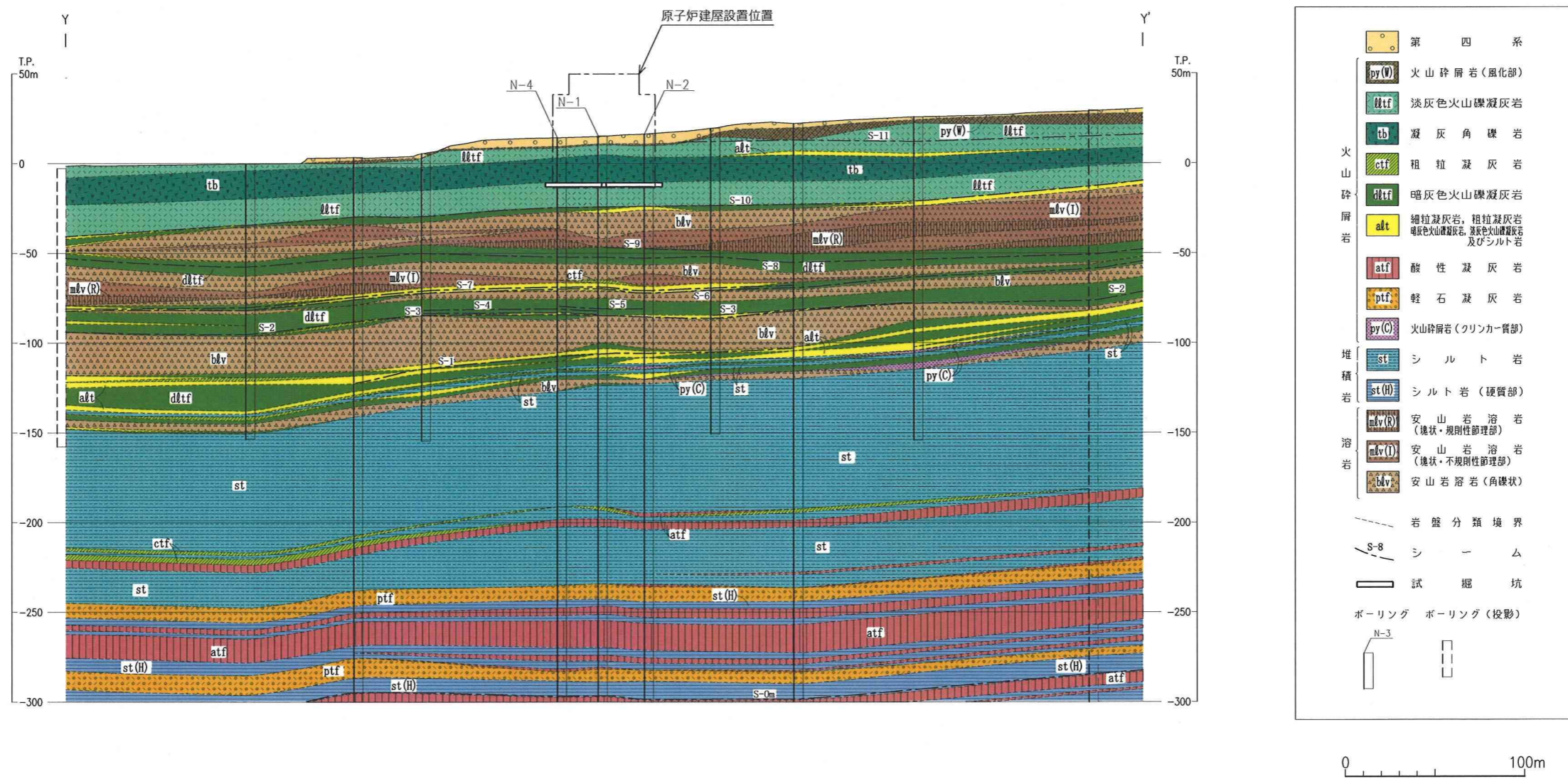


図-1(3) 岩盤分類図 (Y-Y' 断面)

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					
		細粒凝灰岩 ff	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)	安山岩溶岩 (塊状・不規則 性節理部) mlv(I)	デイサイト da
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		
	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		同上
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														
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														

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			
	静弾性係数 E (静せん断 弾性係数 G)	同上		同上			
静的 変形 特性	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
	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						

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

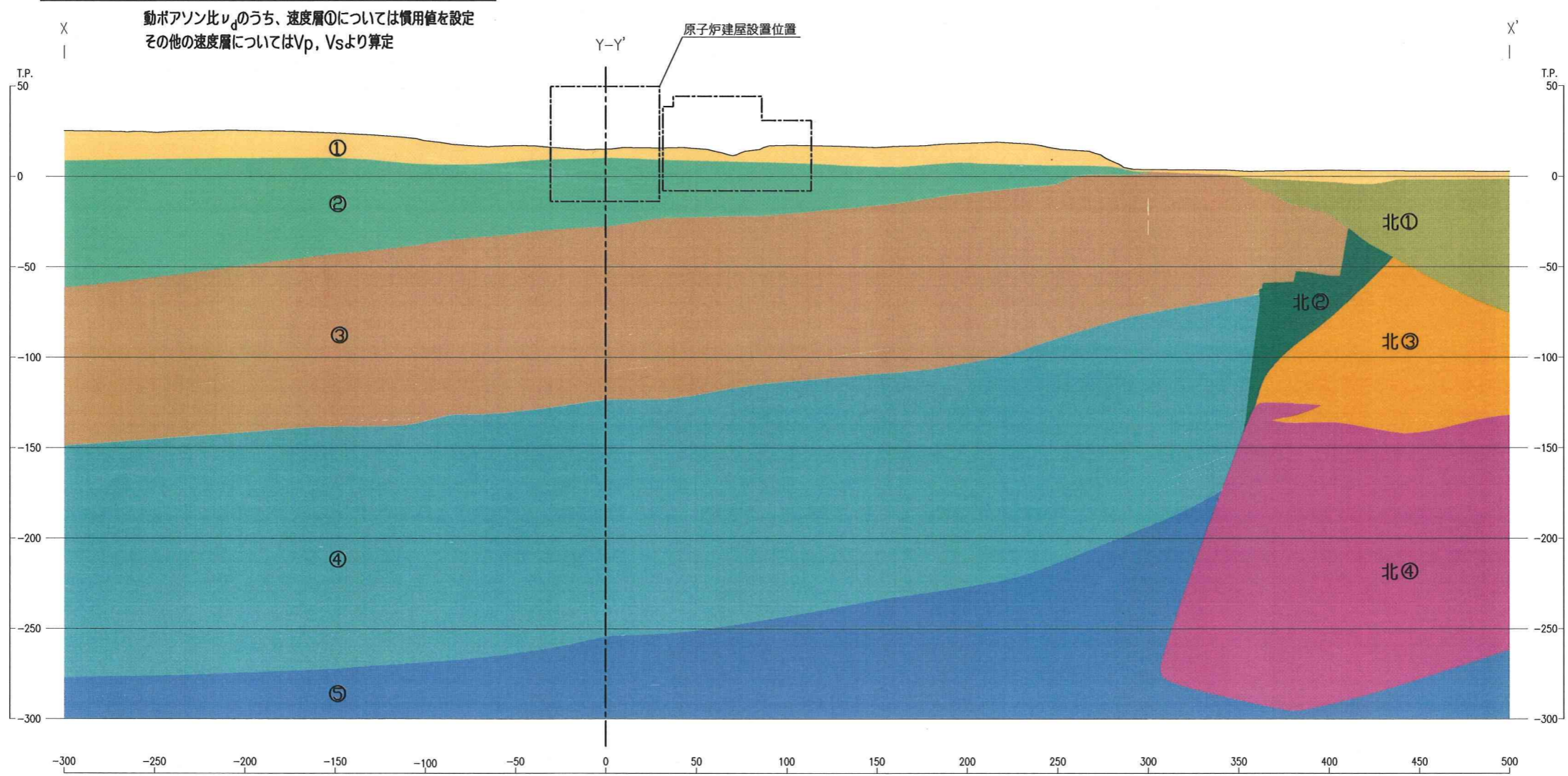


図-2(1) PS 検層による速度層断面図(X-X' 断面)

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については慣用値を設定
 その他の速度層についてはVp, Vsより算定

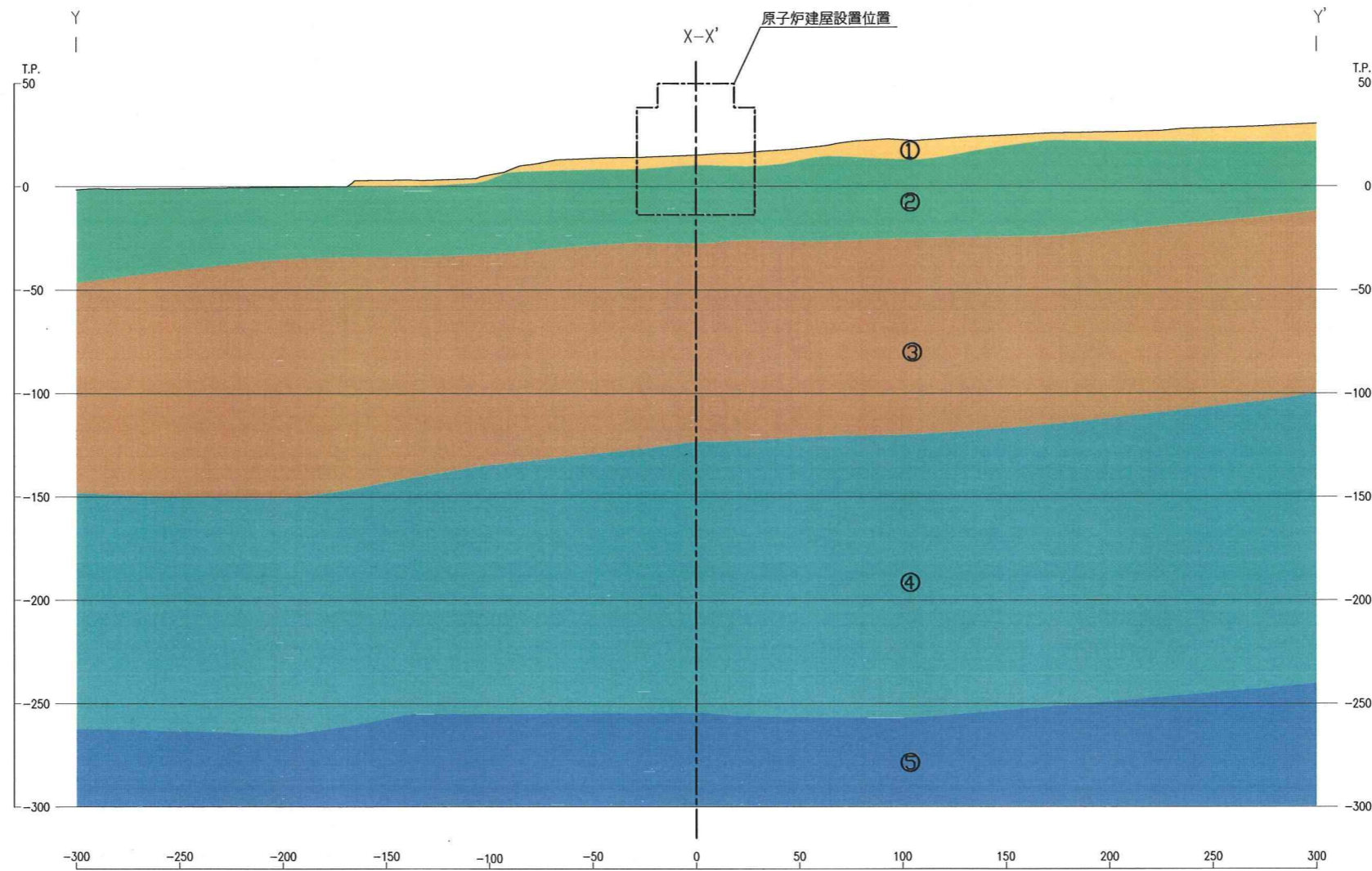


図-2(2) PS検層による速度層断面図(Y-Y'断面)

表-2(1) 解析用物性値

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

表-2(2) 解析用物性値(動的変形特性)

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