

大洗研究所（南地区）
高速実験炉原子炉施設（「常陽」）

耐震重要施設の基礎地盤及び
周辺斜面の安定性評価について
(解析用地盤物性値及び地下水位の設定に関するコメント回答)

令和4年7月22日
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

No.	審査会合	コメント	回答状況
1	令和2年11月6日 第382回審査会合	地下水位について、夏海湖の水面高さT.P.29mであるのに対し、設定地下水位はT.P.6.7mであり、夏海湖との関係性、他の地下水位観測データを含め、地下水位の設定の妥当性を説明すること。	第396回審査会合にて説明
2	〃	抑止杭の周辺地盤について、新規制基準への適合性の観点から説明すること。	抑止杭工法に対するコメントのため、不要となる項目
3	〃	周辺地盤変状による影響について、埋戻土の液状化影響を説明すること。また、周辺地盤の変状による影響だけでなく、すべり安全率に対しては施設を横から押す起動力となることも考えられるため、抑止杭の構造、成立性にどのような影響を与えるか説明すること。	〃
4	〃	解析用地盤物性値について、HTTRとの相違点を整理し、使用した物性値が「常陽」とHTTRで本質的に変わらないことを定量的に示すこと。	第443回審査会合にて説明
5	〃	すべり安全率の評価結果について、最小すべり安全率発生時刻が異なるため、各発生時刻の結果を比較し、説明すること。	次回以降 【地震・津波審査部門へのご説明事項】
6	〃	各断面について、建物基礎底面のみでのすべり安全率の評価結果を提示すること。	〃
7	〃	最小すべり安全率を示す時刻の抑止杭の応力分布を示し、応力が適切に算定されているか説明すること。	抑止杭工法に対するコメントのため、不要となる項目
8	〃	抑止杭の応力は時々刻々深度方向に変わることから、抑止杭にとって安全側かの観点で評価方法の妥当性を説明すること。	〃
9	〃	抑止杭による地盤改良前後に地盤に生じるせん断応力の変化を示し、現在の設計・評価に相互作用が影響しないか説明すること。	〃
10	〃	抑止杭と主冷却機建物が非常に近接しているため、建家と杭の相互作用(建家が地盤を介して杭にもたれる現象や杭反力が建家に過剰な荷重を与えていないか)を説明すること。	〃

No.	審査会合	コメント	回答状況
11	令和2年11月6日 第382回審査会合	抑止杭設置による原子炉建物、主冷却機建物の耐震評価(建物・機器)への影響について説明すること。	抑止杭工法に対するコメントのため、不要となる項目
12	〃	抑止杭の対策効果を確認するため、抑止杭の設計仕様、施工方法及び施工管理項目について説明をすること。	周辺地盤改良工法の設計、施工についてNo.21のコメントと併せて説明
13	〃	抑止杭のモデル化について、根入れ深さが妥当であること等、設計方針を踏まえ説明すること。	抑止杭工法に対するコメントのため、不要となる項目
14	令和3年3月5日 第396回審査会合	地下水位は東西方向に高低差がある。解析用地下水位(T.P.+6.7m)の設定については、後段規制への影響も含め、その妥当性について説明すること。	第443回審査会合にて説明
15	〃	地下水位より上部に分布する宙水について、解析上の位置づけを明確にすること。	〃
16	〃	用語(洪積層)について、地質学の用語を踏まえた記載に適正化すること。	〃
17	令和3年11月29日 第421回審査会合	抑止杭工法による地盤改良を用いる場合、以下の観点から抑止杭工法による第3条1項への適合性を説明すること。 (1)基準地震動による地震力に対して中抜けしないことについて引用文献の適用性 (2)杭根入れ部の周辺地盤の破壊領域を踏まえた評価により杭の支持性能等を期待できることの根拠とその妥当性 (3)他サイトでの抑止杭工法と地盤・地形・併用工法が異なることを踏まえても、同様の抑止効果が期待できるとした根拠 (4)千鳥配列(2列)の抑止杭を1列に集約してモデル化することの根拠とその妥当性 (5)平面ひずみ状態である抑止杭を梁要素にモデル化することの根拠とその妥当性	抑止杭工法に対するコメントのため、不要となる項目

No.	審査会合	コメント	回答状況
18	令和3年11月29日 第421回審査会合 //	抑止杭工法の適合性については、原子力施設に限らず一般産業施設での杭工の地震被害事例等も参考に検討すること。	抑止杭工法に対するコメントのため、不要となる項目
19	//	工法選定について、評価基準値1.5を満足する対策範囲の精緻な検討を行い、再整理すること。	次回以降 【地震・津波審査部門へのご説明事項】
20	令和4年1月28日 第428回審査会合	改良体について、設置許可段階において試験施工等のデータをもとに物性値の妥当性を示すこと。	No.24のコメントと併せて説明
21	//	設置許可段階において地盤改良の品質管理及び施工管理に関する方針を示すこと。	No.24のコメントと併せて説明
22	令和4年5月30日 第443回審査会合	解析用地盤物性値について、大洗研全体ではなく、常陽周辺の地盤調査データのみを用いて見直すこと。	今回、ご説明 【地震・津波審査部門へのご説明事項】
23	//	すべり安全率の評価における解析用地下水位について、評価の基本ケースの設定を地表面に見直すこと。	//
24	//	地盤改良について、試験施工の結果が整理できた段階で説明すること。	次回以降 試験施工結果（改良体物性値、品質、施工管理）について説明 【地震・津波審査部門へのご説明事項】

1. 解析用地盤物性値に関するコメント回答	5
2. 解析用地下水位に関するコメント回答	16
参考資料	20

1. 解析用地盤物性値に関するコメント回答

コメントNo. 22（令和4年5月30日 第443回審査会合）

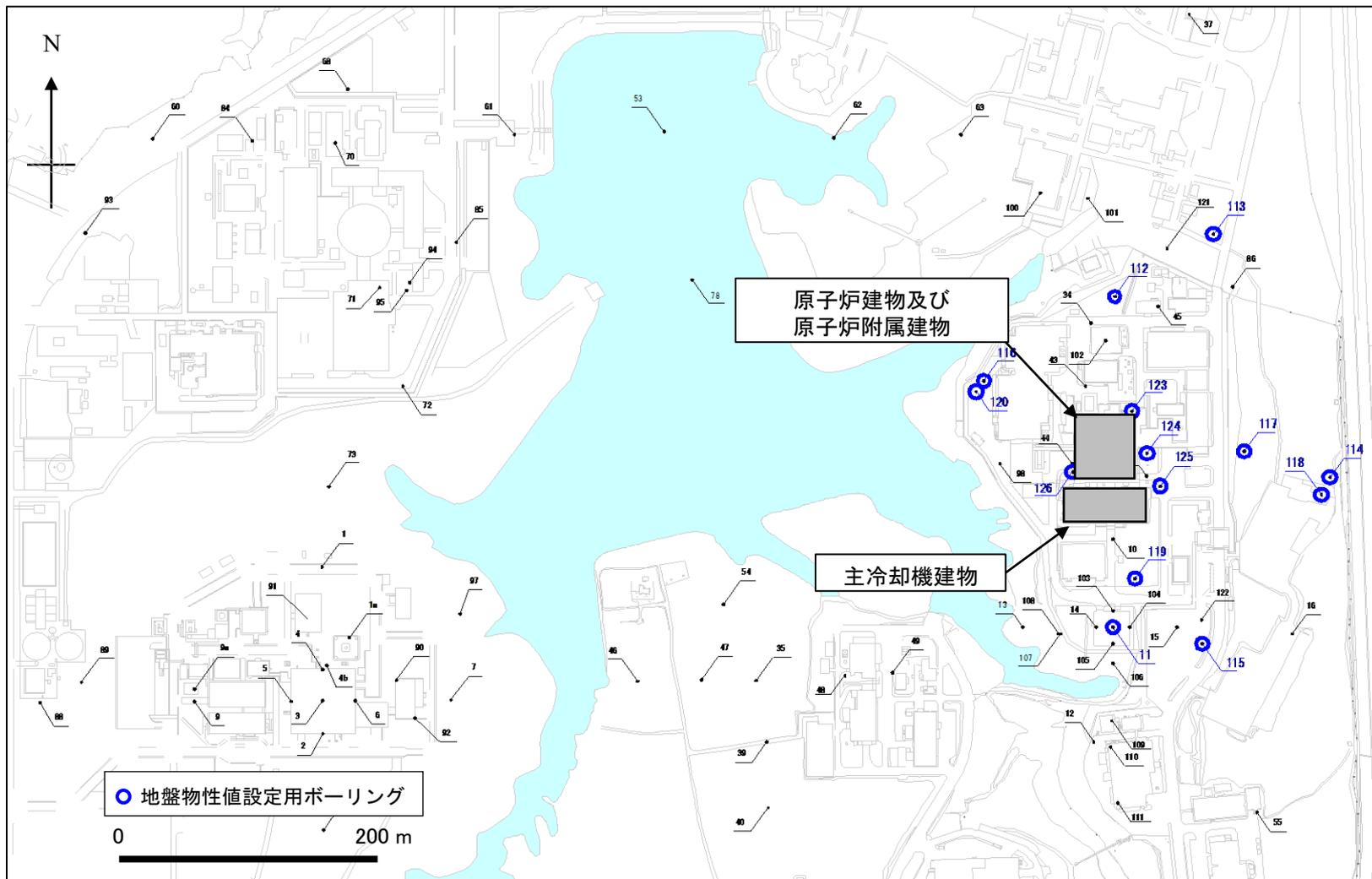
解析用地盤物性値について、大洗研全体ではなく、常陽周辺の地盤調査データのみを用いて見直すこと。

回答

常陽の解析用地盤物性値は、常陽の耐震重要施設周辺で実施したボーリング調査から取得した地盤物性値を用いて設定する。

解析用地盤物性値設定の考え方(敷地における地質調査)

- 常陽における地盤安定性評価及び施設の耐震評価を行うため、常陽の耐震重要施設（原子炉建物及び原子炉附属建物、主冷却機建物）周辺のボーリング調査から取得した地盤物性値を用いて解析用地盤物性値を設定した。
- ※前回会合で示したボーリング調査位置図との比較及び地質断面図を参考資料(1)に示す。



常陽における地盤物性値設定用ボーリング調査位置

解析用地盤物性値は、下表に示す試験・調査結果に基づき設定した。

地層名	地質記号	物理特性	強度特性		変形特性			
		湿潤密度	ピーク強度	残留強度	動の変形特性			静的変形特性
					初期動せん断弾性係数	動ポアソン比	正規化せん断弾性係数 G/G_0 、減衰率 h	静弾性係数
埋戻土	B	物理試験	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験	PS検層による V_s 、 V_p 及び密度により算定	繰返し中空ねじりせん断試験 又は繰返し三軸試験	三軸圧縮試験	
M1段丘 堆積物	Lm							
	Mu-S ₁							
	Mu-C							
	Mu-S							
	Mu-S ₂							
東茨城 層群	Mm-Sg							
	Is-S ₁							
	Is-C							
	Is-S ₂ U							
	Is-Sc							
	Is-S ₂ L							
	Is-Sg							
久米層	Km	三軸圧縮試験 及び引張強さ試験						
	Ks							
多賀 層群	Tg	—	—					

- ・ 三軸圧縮試験は、LmではUU条件、埋戻土、Mu-S₁、Mu-S、Mu-S₂及びMm-SgではCD条件、その他ではCUU条件により行う。
- ・ Is-Sgの解析用地盤物性値にはIs-S₂Lの試験結果を適用する。

地層名	地質記号	物理特性 湿潤密度 ρ_t [g/cm ³]	強度特性			強度特性 (地盤物性のばらつきを考慮)		
			ピーク強度		残留強度 τ_r [N/mm ²]	ピーク強度		残留強度 τ_r [N/mm ²]
			粘着力 C [N/mm ²]	内部摩擦角 ϕ [°]		粘着力 C [N/mm ²]	内部摩擦角 ϕ [°]	
埋戻土	B	1.90	0.008	34.9	$\tau_r = 0.008 + \sigma \tan 34.2^\circ$	0.000	34.0	$\tau_r = \sigma \tan 34.0^\circ$
M1段丘 堆積物	Lm	1.35	0.042	19.7	$\tau_r^2 = 0.052 \sigma$ ($\sigma < 0.066$ N/mm ²) $\tau_r = 0.040 + \sigma \tan 15.8^\circ$ ($\sigma \geq 0.066$ N/mm ²)	0.031	19.7	$\tau_r^2 = 0.033 \sigma$ ($\sigma < 0.056$ N/mm ²) $\tau_r = 0.027 + \sigma \tan 15.8^\circ$ ($\sigma \geq 0.056$ N/mm ²)
	Mu-S ₁	1.86	0.021	37.0	$\tau_r^2 = 0.068 \sigma$ ($\sigma < 0.004$ N/mm ²) $\tau_r = 0.014 + \sigma \tan 33.0^\circ$ ($\sigma \geq 0.004$ N/mm ²)	0.002	37.0	$\tau_r = \sigma \tan 32.9^\circ$
	Mu-C	1.72	0.227	16.6	$\tau_r^2 = 0.227 \sigma$ ($\sigma < 0.196$ N/mm ²) $\tau_r = 0.179 + \sigma \tan 9.3^\circ$ ($\sigma \geq 0.196$ N/mm ²)	0.178	16.6	$\tau_r^2 = 0.169 \sigma$ ($\sigma < 0.170$ N/mm ²) $\tau_r = 0.142 + \sigma \tan 9.3^\circ$ ($\sigma \geq 0.170$ N/mm ²)
	Mu-S	1.87	0.060	36.0	$\tau_r^2 = 0.124 \sigma$ ($\sigma < 0.003$ N/mm ²) $\tau_r = 0.018 + \sigma \tan 35.5^\circ$ ($\sigma \geq 0.003$ N/mm ²)	0.034	36.0	$\tau_r = \sigma \tan 34.8^\circ$
	Mu-S ₂	1.86	0.040	38.4	$\tau_r = \sigma \tan 38.0^\circ$	0.001	38.4	$\tau_r = \sigma \tan 36.0^\circ$
東茨城 層群	Mm-Sg	2.23	0.086	40.0	$\tau_r = 0.003 + \sigma \tan 40.1^\circ$	0.007	40.0	$\tau_r = \sigma \tan 38.8^\circ$

σ : 垂直応力

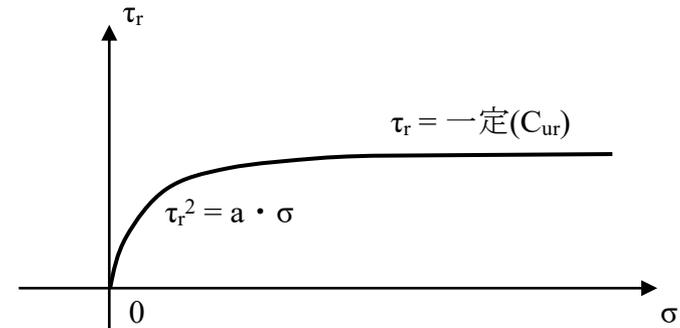
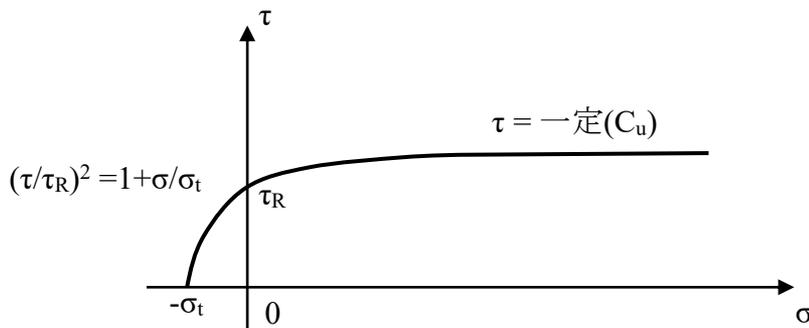
地層名	地質記号	物理特性 湿潤密度 ρ_t [g/cm ³]	強度特性			強度特性 (地盤物性のばらつきを考慮)		
			ピーク強度		残留強度 τ_r [N/mm ²]	ピーク強度		残留強度 τ_r [N/mm ²]
			粘着力 C [N/mm ²]	内部摩擦角 ϕ [°]		粘着力 C [N/mm ²]	内部摩擦角 ϕ [°]	
東茨城 層群	ls-S ₁	1.83	0.399	27.7	$\tau_r^2 = 0.660 \sigma$ $(\sigma < 0.228 \text{ N/mm}^2)$ $\tau_r = 0.268 + \sigma \tan 27.7^\circ$ $(\sigma \geq 0.228 \text{ N/mm}^2)$	0.322	27.7	$\tau_r^2 = 0.455 \sigma$ $(\sigma < 0.149 \text{ N/mm}^2)$ $\tau_r = 0.182 + \sigma \tan 27.7^\circ$ $(\sigma \geq 0.149 \text{ N/mm}^2)$
	ls-C	1.85	0.543	0.0	$\tau_r^2 = 0.409 \sigma$ $(\sigma < 0.527 \text{ N/mm}^2)$ $\tau_r = 0.464$ $(\sigma \geq 0.527 \text{ N/mm}^2)$	0.450	0.0	$\tau_r^2 = 0.297 \sigma$ $(\sigma < 0.460 \text{ N/mm}^2)$ $\tau_r = 0.370$ $(\sigma \geq 0.460 \text{ N/mm}^2)$
	ls-S ₂ U	1.82	0.725	12.4	$\tau_r^2 = 1.01 \sigma$ $(\sigma < 0.787 \text{ N/mm}^2)$ $\tau_r = 0.719 + \sigma \tan 12.4^\circ$ $(\sigma \geq 0.787 \text{ N/mm}^2)$	0.521	12.4	$\tau_r^2 = 0.670 \sigma$ $(\sigma < 0.646 \text{ N/mm}^2)$ $\tau_r = 0.516 + \sigma \tan 12.4^\circ$ $(\sigma \geq 0.646 \text{ N/mm}^2)$
	ls-Sc	1.78	0.559	10.0	$\tau_r^2 = 0.664 \sigma$ $(\sigma < 0.658 \text{ N/mm}^2)$ $\tau_r = 0.559 + \sigma \tan 8.8^\circ$ $(\sigma \geq 0.658 \text{ N/mm}^2)$	0.424	10.0	$\tau_r^2 = 0.446 \sigma$ $(\sigma < 0.613 \text{ N/mm}^2)$ $\tau_r = 0.428 + \sigma \tan 8.8^\circ$ $(\sigma \geq 0.613 \text{ N/mm}^2)$
	ls-S ₂ L	1.91	0.631	20.0	$\tau_r^2 = 1.02 \sigma$ $(\sigma < 0.793 \text{ N/mm}^2)$ $\tau_r = 0.611 + \sigma \tan 20.0^\circ$ $(\sigma \geq 0.793 \text{ N/mm}^2)$	0.413	20.0	$\tau_r^2 = 0.621 \sigma$ $(\sigma < 0.627 \text{ N/mm}^2)$ $\tau_r = 0.396 + \sigma \tan 20.0^\circ$ $(\sigma \geq 0.627 \text{ N/mm}^2)$
	ls-Sg	1.91	0.631	20.0	$\tau_r^2 = 1.02 \sigma$ $(\sigma < 0.793 \text{ N/mm}^2)$ $\tau_r = 0.611 + \sigma \tan 20.0^\circ$ $(\sigma \geq 0.793 \text{ N/mm}^2)$	0.413	20.0	$\tau_r^2 = 0.621 \sigma$ $(\sigma < 0.627 \text{ N/mm}^2)$ $\tau_r = 0.396 + \sigma \tan 20.0^\circ$ $(\sigma \geq 0.627 \text{ N/mm}^2)$
	ls-S ₃	1.94	0.888	16.9	$\tau_r^2 = 1.27 \sigma$ $(\sigma < 0.812 \text{ N/mm}^2)$ $\tau_r = 0.768 + \sigma \tan 16.9^\circ$ $(\sigma \geq 0.812 \text{ N/mm}^2)$	0.701	16.9	$\tau_r^2 = 0.939 \sigma$ $(\sigma < 0.686 \text{ N/mm}^2)$ $\tau_r = 0.594 + \sigma \tan 16.9^\circ$ $(\sigma \geq 0.686 \text{ N/mm}^2)$

σ : 垂直応力

地層名	地質記号	物理特性 湿潤密度 ρ_t [g/cm ³]	強度特性			強度特性 (地盤物性のばらつきを考慮)		
			ピーク強度		残留強度 τ_r [N/mm ²]	ピーク強度		残留強度 τ_r [N/mm ²]
			粘着力 C [N/mm ²]	内部摩擦角 ϕ [°]		粘着力 C [N/mm ²]	内部摩擦角 ϕ [°]	
久米層	Km	1.78	$C_u=0.660-0.00440 Z$ $\sigma_t=0.160$ $\tau_R=0.359$	$C_{ur}=0.295-0.00495 Z$ $a=0.208-0.00417 Z$	$C_u=0.588-0.00440 Z$ $\sigma_t=0.120$ $\tau_R=0.314$	$C_{ur}=0.196-0.00495 Z$ $a=0.098-0.00417 Z$		
	Ks	1.81						
多賀層群	Tg	1.86	—	—	—	—	—	

σ : 垂直応力、Z : 標高 (m)

久米層 (Km、Ks) のピーク強度及び残留強度は、以下の図のとおり設定する。



ピーク強度 τ

残留強度 τ_r

地層名	地質記号	変形特性				
		動的変形特性				静的変形特性
		初期動せん断 弾性係数 G_0 [N/mm ²]	動ポアソン比 ν_d	$G/G_0 \sim \gamma$ [%]	h [%] $\sim \gamma$ [%]	静弾性係数 E_{50} [N/mm ²]
埋戻土	B	$733-19.8 \cdot Z$	0.35	$1/(1+15.3\gamma^{0.935})$	$22.5\gamma/(\gamma+0.0734)+0.171$	25.3
M1段丘 堆積物	Lm	71.4	0.43	$1/(1+4.56\gamma^{0.711})$	$8.80\gamma/(\gamma+0.0579)+1.70$	9.38
	Mu-S ₁	179	0.42	$1/(1+13.6\gamma^{0.873})$	$20.7\gamma/(\gamma+0.0758)+0.180$	45.0
	Mu-C	155	0.45	$1/(1+4.34\gamma^{0.791})$	$10.1\gamma/(\gamma+0.148)+1.82$	136
	Mu-S	191	0.46	$1/(1+6.20\gamma^{0.830})$	$20.4\gamma/(\gamma+0.141)+0.004$	59.9
	Mu-S ₂	328	0.30	$1/(1+6.86\gamma^{0.827})$	$22.8\gamma/(\gamma+0.130)+0.472$	80.6
東茨城 層群	Mm-Sg	626	0.34	$1/(1+6.69\gamma^{0.801})$	$13.2\gamma/(\gamma+0.0512)+1.72$	188

G : せん断弾性係数、 γ : せん断ひずみ、h : 減衰率、Z : 標高 (m)

地層名	地質記号	変形特性				
		動的変形特性				静的変形特性
		初期動せん断 弾性係数 G_0 [N/mm ²]	動ポアソン比 ν_d	$G/G_0 \sim \gamma$ [%]	h [%] $\sim \gamma$ [%]	静弾性係数 E_{50} [N/mm ²]
東茨城 層群	Is-S ₁	323	0.47	$1/(1+5.08\gamma^{0.817})$	$23.7\gamma/(\gamma+0.203)+0.374$	55.9
	Is-C	267	0.47	$1/(1+5.21\gamma^{0.913})$	$13.6\gamma/(\gamma+0.149)+1.19$	279
	Is-S ₂ U	263	0.47	$1/(1+3.79\gamma^{0.937})$	$24.0\gamma/(\gamma+0.501)+0.892$	109
	Is-Sc	299	0.47	$1/(1+3.73\gamma^{0.918})$	$17.4\gamma/(\gamma+0.277)+0.877$	251
	Is-S ₂ L	370	0.46	$1/(1+5.30\gamma^{1.04})$	$28.1\gamma/(\gamma+0.453)+0.803$	162
	Is-Sg	370	0.46	$1/(1+5.30\gamma^{1.04})$	$28.1\gamma/(\gamma+0.453)+0.803$	162
	Is-S ₃	376	0.46	$1/(1+4.72\gamma^{1.00})$	$29.6\gamma/(\gamma+0.517)+0.740$	176

G : せん断弾性係数、 γ : せん断ひずみ、h : 減衰率

地層名	地質記号	変形特性				
		動的変形特性				静的変形特性
		初期動せん断 弾性係数 G_0 [N/mm ²]	動ポアソン比 ν_d	$G/G_0 \sim \gamma$ [%]	h [%] $\sim \gamma$ [%]	静弾性係数 E_{50} [N/mm ²]
久米層	Km	463	0.45	$1/(1+2.32\gamma^{1.04})$	$15.3\gamma/(\gamma+0.763)+1.54$	327-2.74 · Z
	Ks	588	0.44	$1/(1+3.09\gamma^{0.986})$	$15.0\gamma/(\gamma+0.603)+1.30$	
多賀層群	Tg	1190	0.41	$1/(1+1.75\gamma^{0.925})$	$9.59\gamma/(\gamma+0.346)+1.00$	1080

G : せん断弾性係数、 γ : せん断ひずみ、h : 減衰率、Z : 標高 (m)

- 常陽の耐震重要施設周辺のボーリング調査から取得した地盤物性値を用いて解析用地盤物性値を設定する。
- 設定した常陽における解析用地盤物性値を用いて、今後、地盤安定性評価及び施設の耐震評価を行う。

2. 解析用地下水位に関するコメント回答

コメントNo. 23（令和4年5月30日 第443回審査会合）

すべり安全率の評価における解析用地下水位について、評価の基本ケースの設定を地表面に見直すこと。

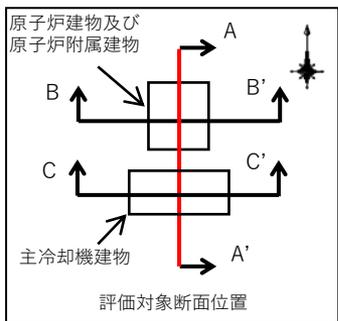
回答

すべり安全率の評価に用いる解析用地下水位は、観測記録で確認される地下水位、東西方向の高低差、宙水の状況を踏まえ、地表面に設定する。

JAEA 解析用地下水位の設定について

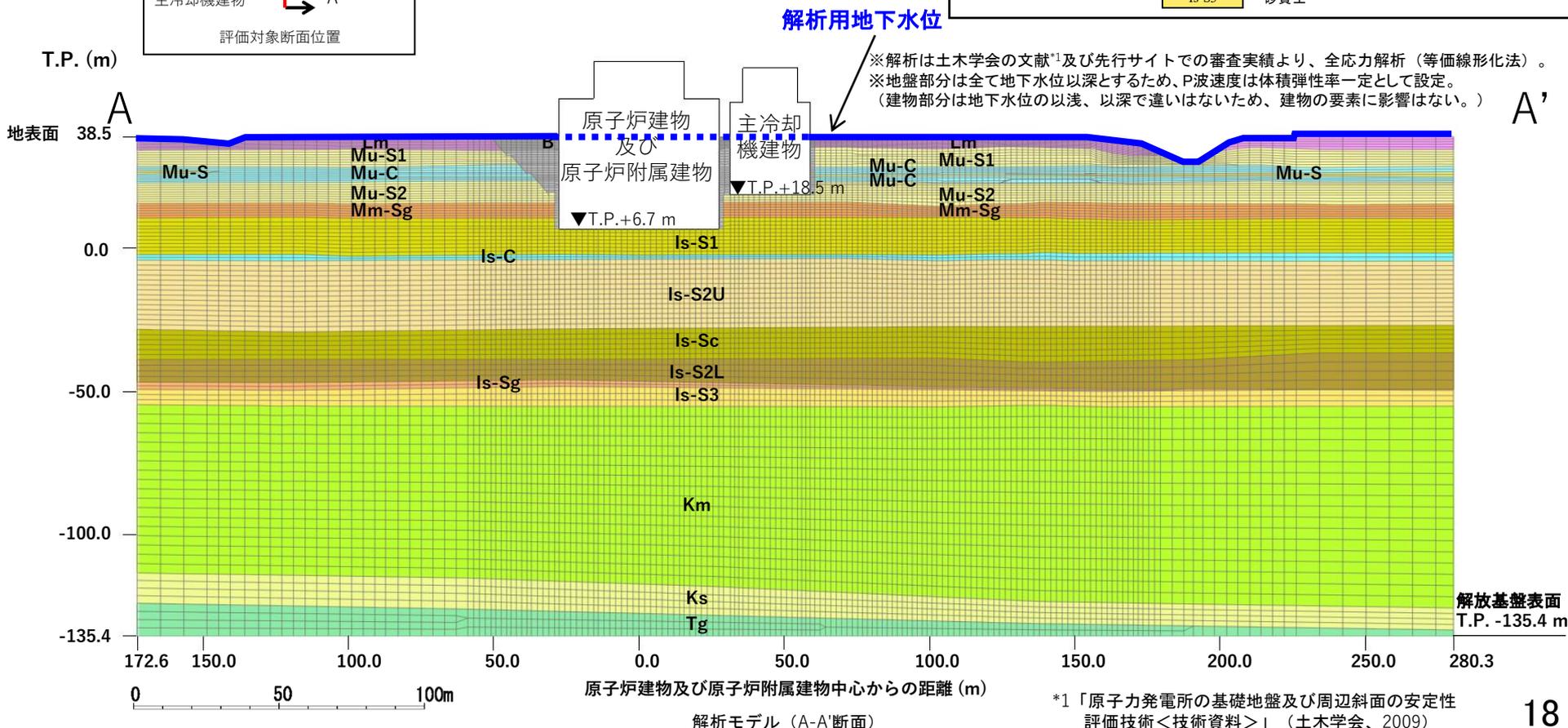
【解析用地下水位】

・すべり安全率の評価に用いる解析用地下水位は、対象施設近傍の観測記録で確認される地下水位T.P.+6m程度に対し、解析モデル範囲内における東西方向の高低差、宙水の状況を踏まえ、保守的な評価として地表面とする。(地下水位観測結果を参考資料(3)に示す。)



凡例

B	埋戻土	Mm-Sg	礫質土	Km	砂質泥岩
Lm	ローム	Is-S1	砂質土	Ks	砂岩
Mu-S1	砂質土	Is-C	粘性土	Tg	砂岩泥岩互層
Mu-C	粘性土	Is-S2U	砂質土		
Mu-S	砂質土	Is-Sc	砂質土		
Mu-S2	砂質土	Is-S2L	砂質土		
		Is-Sg	礫質土		
		Is-S3	砂質土		



*1 「原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術<技術資料>」(土木学会、2009)

- 解析用地下水位は、観測記録で確認される地下水位、東西方向の高低差、宙水の状況を踏まえ、地表面に設定する。
- 設定した解析用地下水位を踏まえ、今後、すべり安全率の評価を行う。

参考資料

- (1) ボーリング調査位置及び地質断面図
- (2) 解析用地盤物性値
- (3) 地下水位観測結果

(1) ボーリング調査位置及び地質断面図

(2) 解析用地盤物性値

物理試験結果 (1)

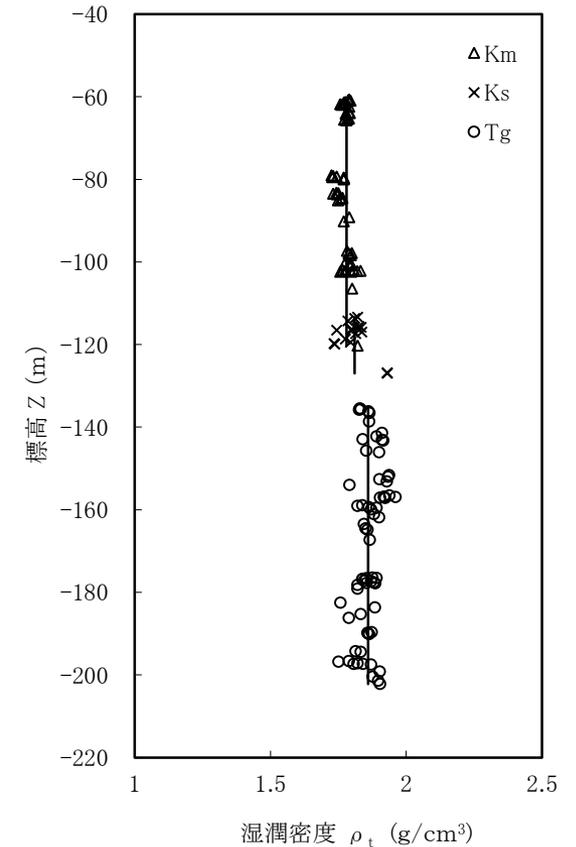
区分		湿潤密度			含水比			土粒子の密度			間隙比		
		ρ_t			w			ρ_s			e		
		平均値 (g/cm ³)	標準偏差	試料数 (個)	平均値 (%)	標準偏差	試料数 (個)	平均値 (g/cm ³)	標準偏差	試料数 (個)	平均値	標準偏差	試料数 (個)
埋戻土	B	1.90	0.10	96	20.5	7.4	96	2.68	0.02	8	0.71	0.19	96
M1段丘 堆積物	Lm	1.35	0.08	17	97.8	11.0	17	2.76	0.04	5	3.09	0.46	17
	Mu-S ₁	1.86	0.07	65	18.1	3.4	65	2.69	0.03	10	0.71	0.07	65
	Mu-C	1.72	0.08	37	48.5	8.5	37	2.67	0.01	10	1.32	0.23	37
	Mu-S	1.87	0.08	40	31.8	6.6	40	2.71	0.02	9	0.91	0.16	40
	Mu-S ₂	1.86	0.08	88	21.7	4.6	88	2.70	0.03	15	0.76	0.10	88
東茨城 層群	Mm-Sg	2.23	0.10	56	8.8	3.5	56	2.70	0.01	10	0.32	0.10	56
	Is-S ₁	1.83	0.06	93	27.0	3.4	93	2.71	0.01	12	0.88	0.05	93
	Is-C	1.85	0.04	17	34.7	2.2	17	2.69	0.01	5	0.96	0.07	17
	Is-S ₂ U	1.82	0.05	21	33.8	2.5	21	2.68	0.04	4	0.96	0.05	21
	Is-Sc	1.78	0.03	20	38.6	4.0	20	2.66	0.02	3	1.07	0.09	20
	Is-S ₂ L	1.91	0.10	21	25.7	6.1	20	2.74	0.05	3	0.80	0.12	20
	Is-Sg	Is-Sgの解析用地盤物性値にはIs-S ₂ Lの試験結果を適用する。											
	Is-S ₃	1.94	0.05	20	26.8	2.6	20	2.72	0.00	3	0.78	0.07	20

物理試験結果 (2)

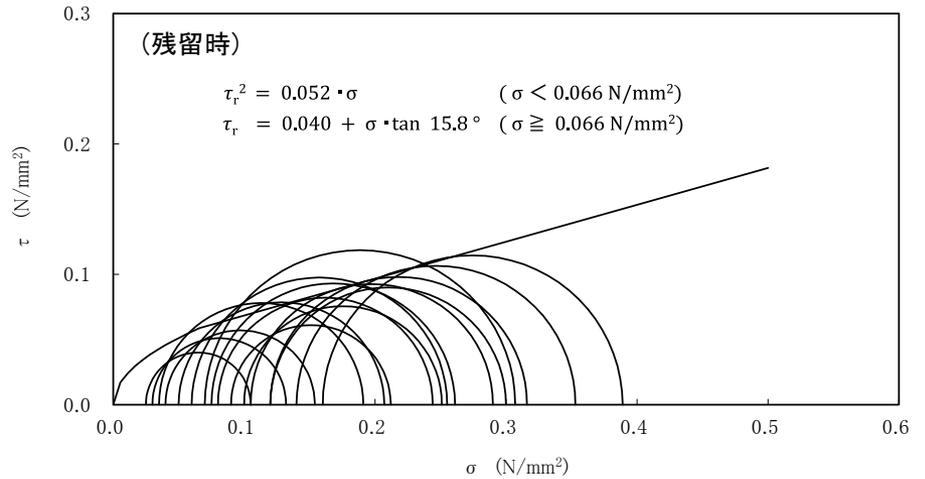
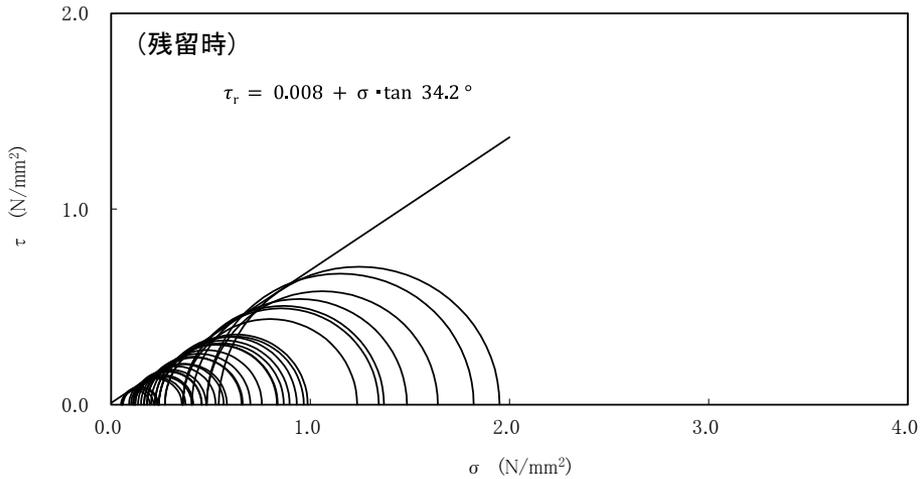
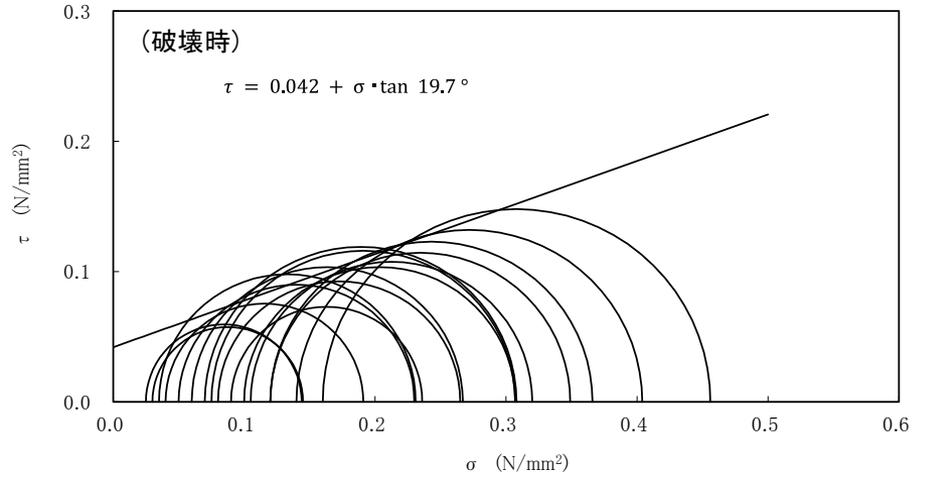
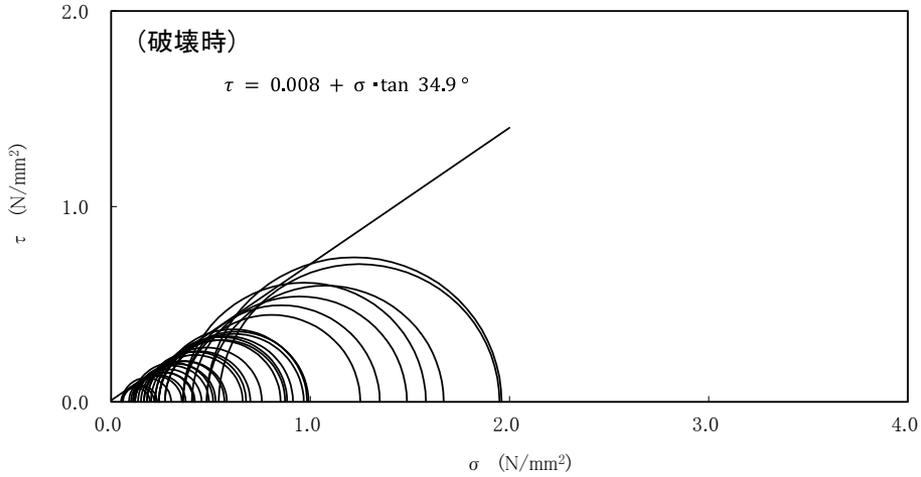
区 分		湿潤密度 ^{※1}			含水比		
		ρ_t			w		
		平均値 (g/cm ³)	標準偏差	試料数 (個)	平均値 (%)	標準偏差	試料数 (個)
久米層	Km	1.78	0.02	53	37.2	2.6	52
	Ks	1.81	0.05	18	32.6	2.2	18
多賀層群	Tg	1.86	0.04	67	26.5	4.4	66

※1 湿潤密度は深度方向に同程度で分布しており、評価には代表値を設定した。

区 分		土粒子の密度			間隙比		
		ρ_s			e		
		平均値 (g/cm ³)	標準偏差	試料数 (個)	平均値	標準偏差	試料数 (個)
久米層	Km	2.67	0.01	12	1.07	0.05	48
	Ks	2.66	0.01	4	0.97	0.04	16
多賀層群	Tg	-	-	-	-	-	-



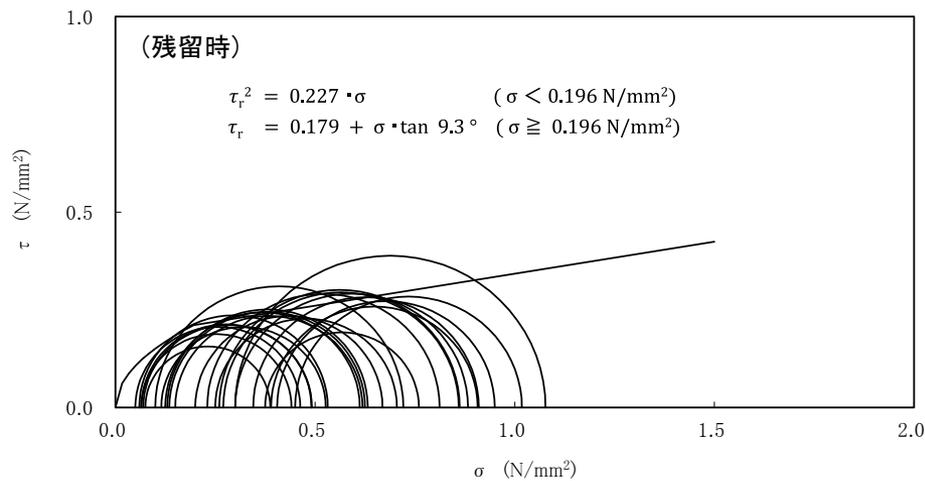
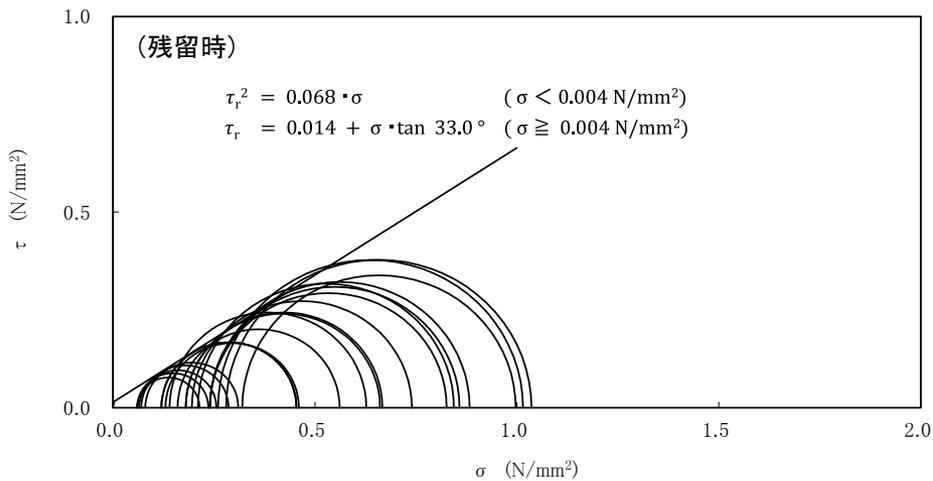
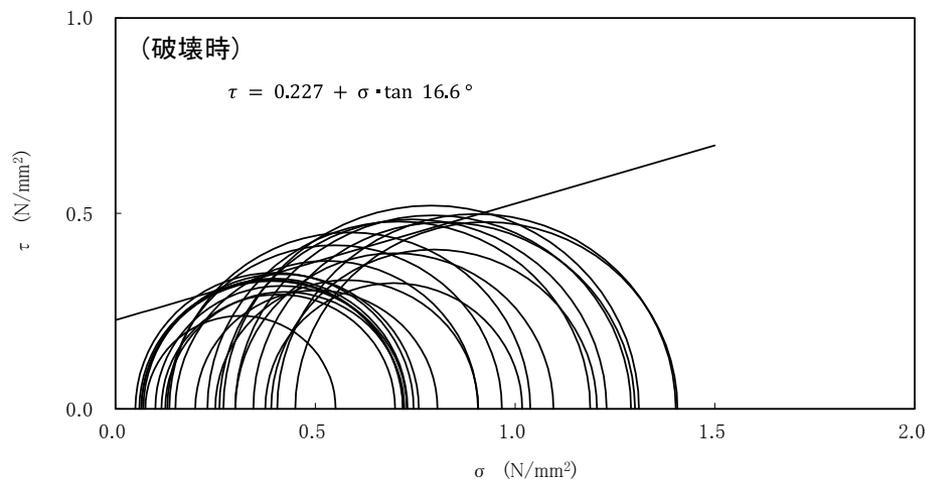
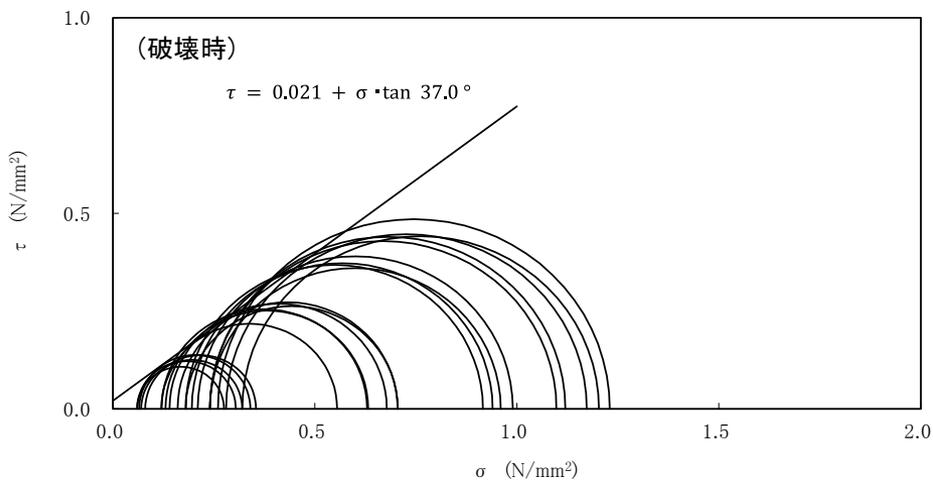
湿潤密度試験結果
(Km、Ks、Tg)



強度特性 (埋戻土)

強度特性 (Lm)

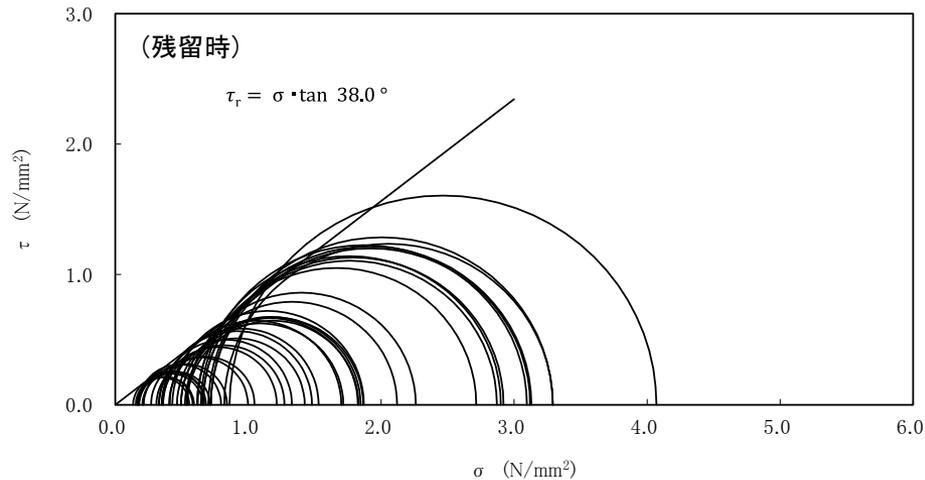
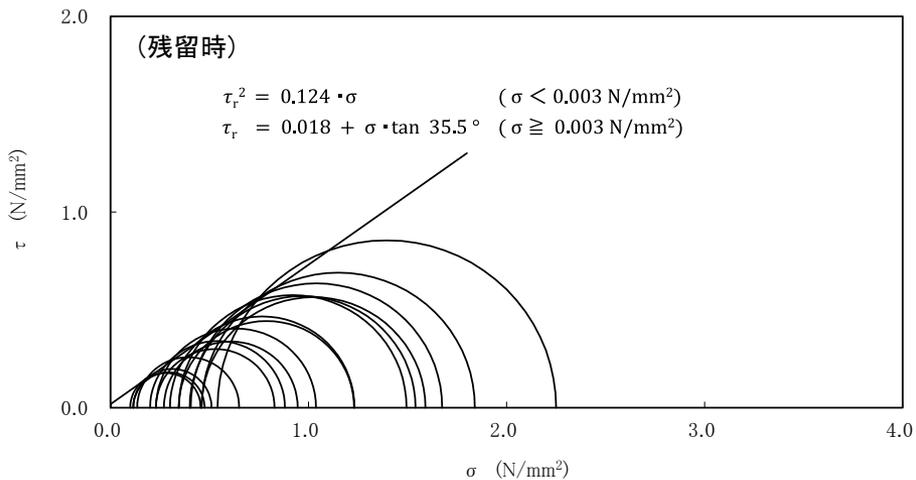
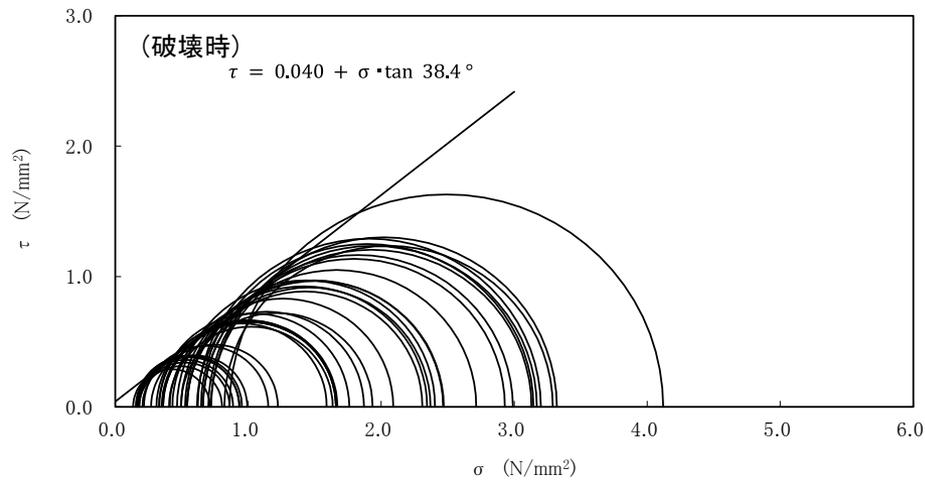
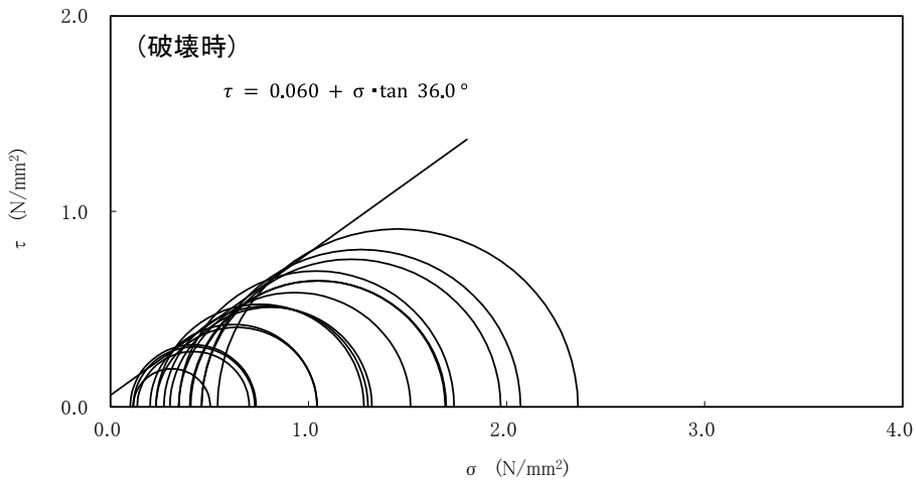
解析用地盤物性値の設定(強度特性(Mu-S₁、Mu-C))



強度特性 (Mu-S₁)

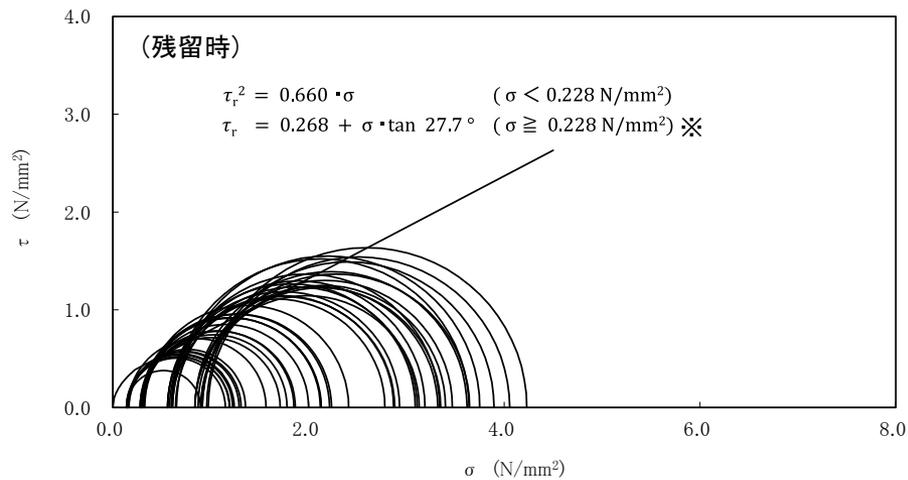
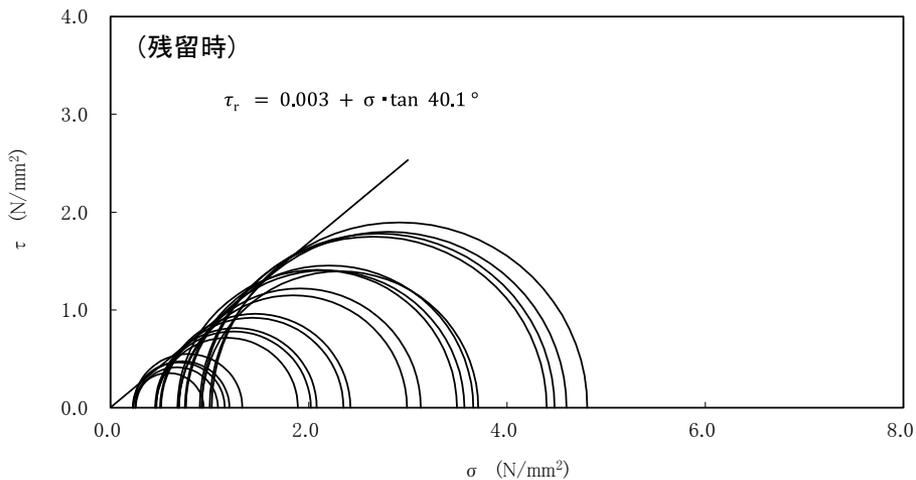
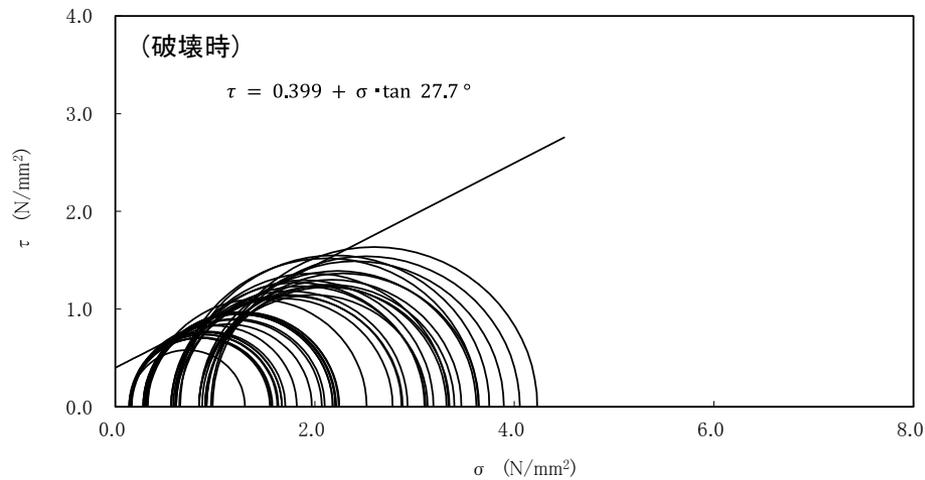
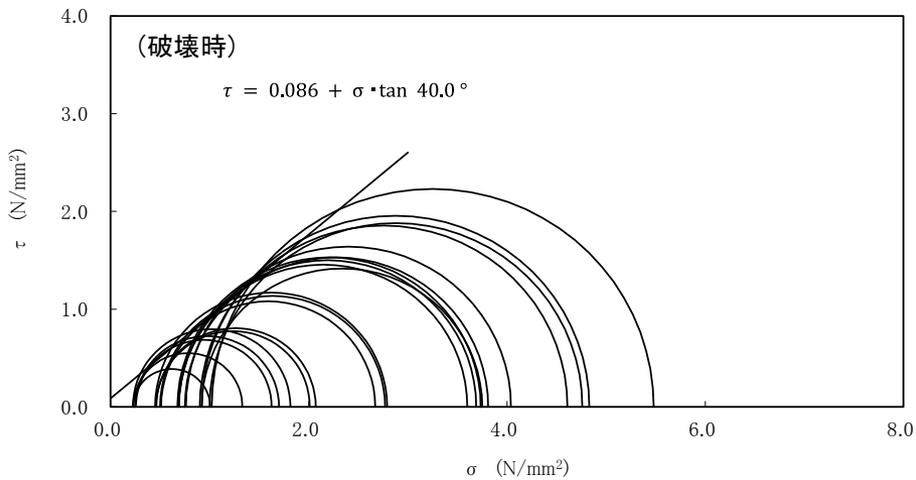
強度特性 (Mu-C)

解析用地盤物性値の設定(強度特性(Mu-S、Mu-S₂))



強度特性 (Mu-S)

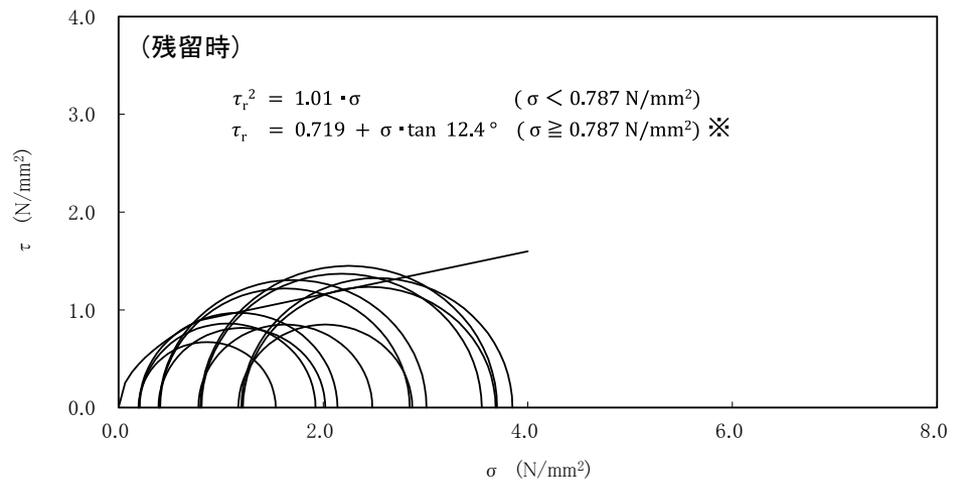
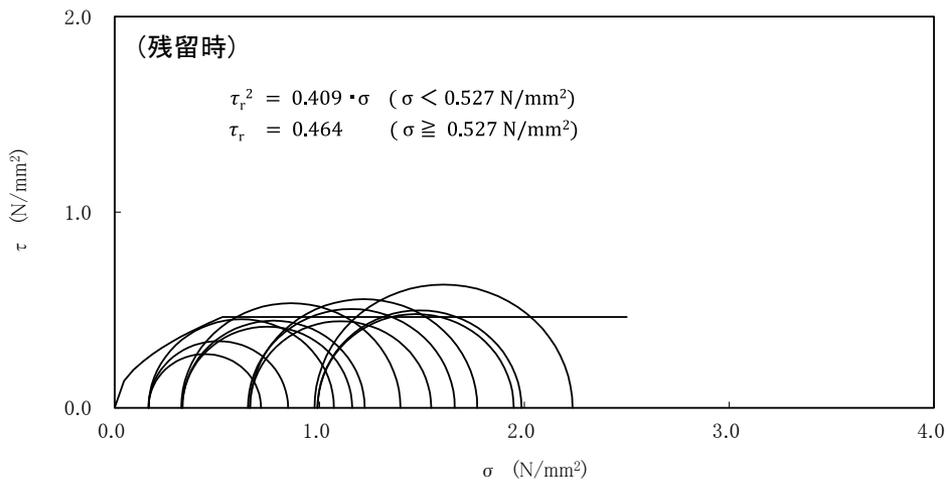
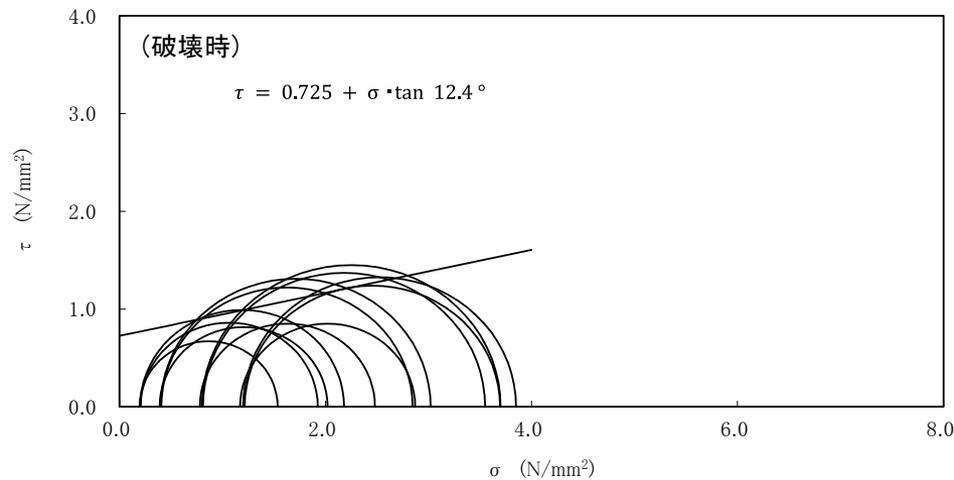
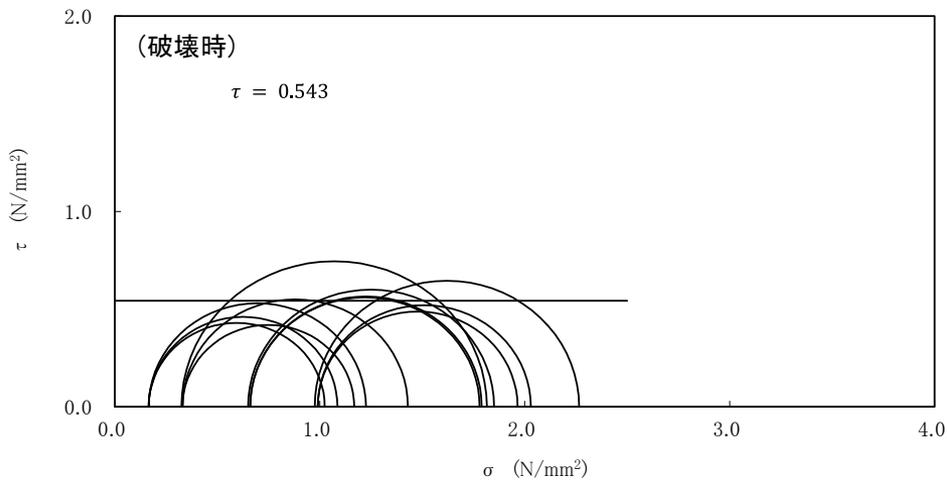
強度特性 (Mu-S₂)



強度特性 (Mm-Sg)

強度特性 (Is-S₁)

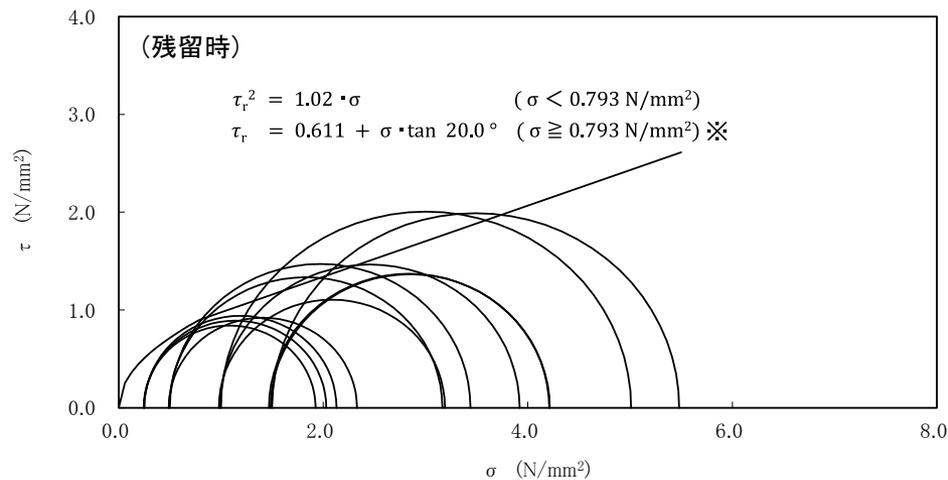
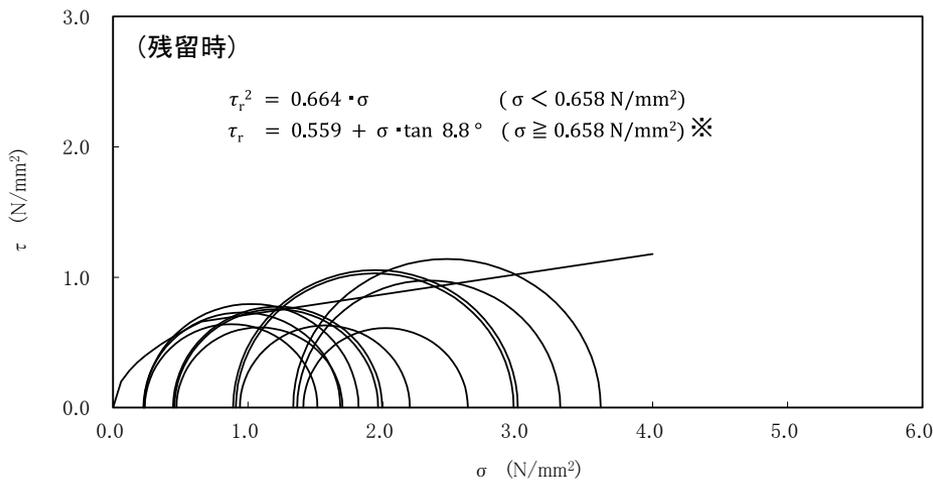
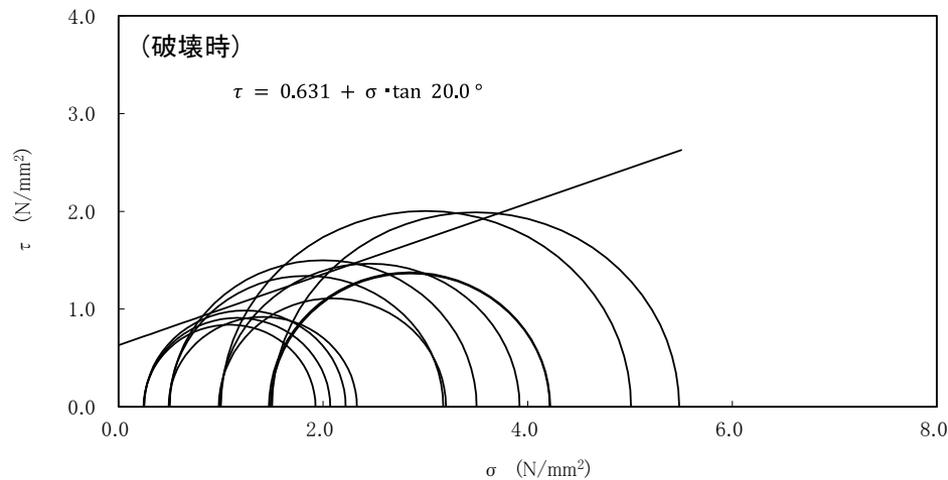
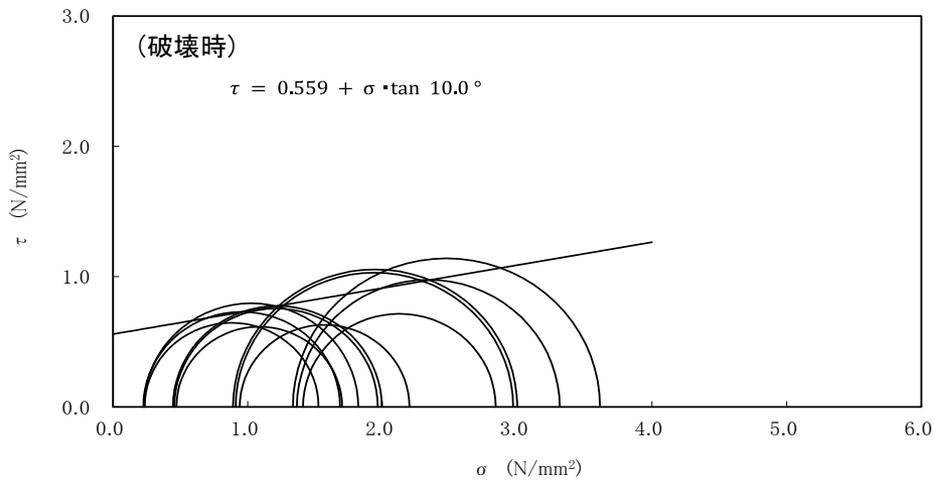
※部分的に残留強度がピーク強度を上回るため、 σ が0.228N/mm²以上の時の残留強度の内部摩擦角を27.7°に低減し、解析用地盤物性値として用いる。



強度特性 (Is-C)

強度特性 (Is-S₂U)

※部分的に残留強度がピーク強度を上回るため、 σ が0.787N/mm²以上の時の残留強度の内部摩擦角を12.4°に低減し、解析用地盤物性値として用いる。



強度特性 (Is-Sc)

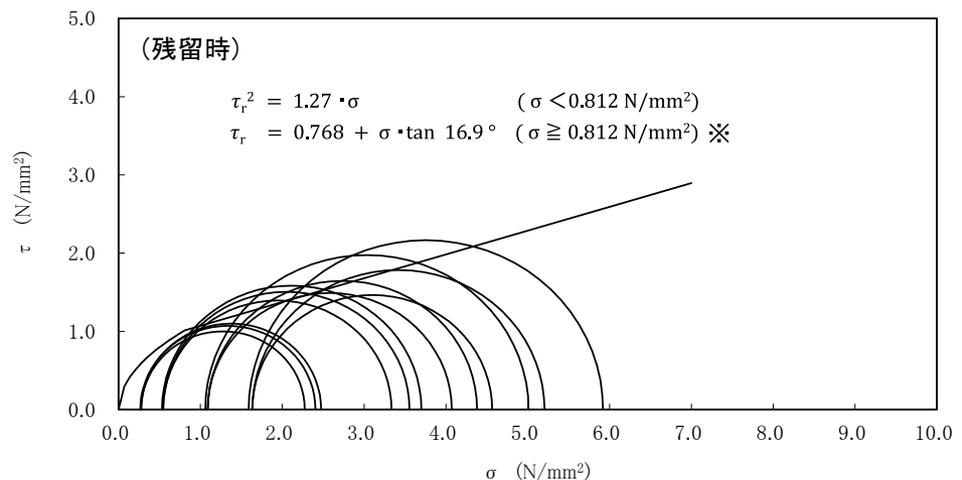
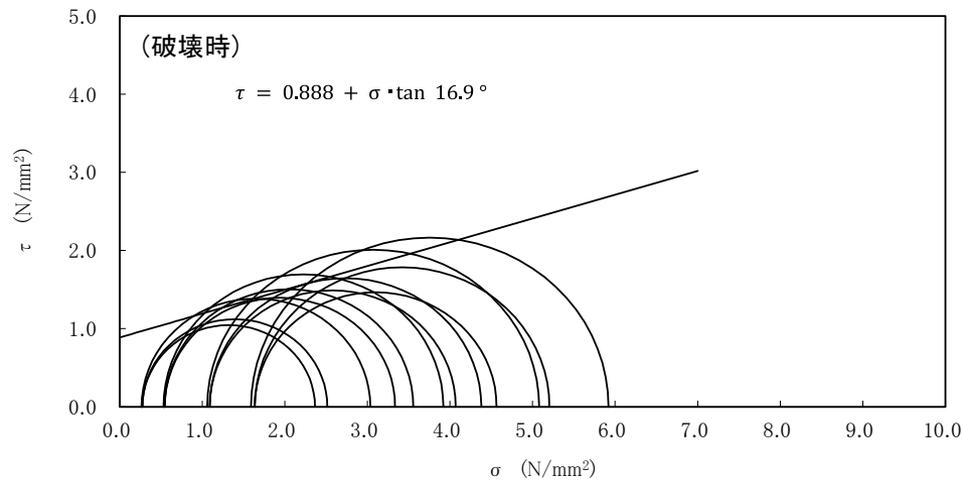
※部分的に残留強度がピーク強度を上回るため、 σ が0.658N/mm²以上の時の残留強度の粘着力を0.559に低減し、解析用地盤物性値として用いる。

強度特性 (Is-S₂L)

※部分的に残留強度がピーク強度を上回るため、 σ が0.793N/mm²以上の時の残留強度の内部摩擦角を20.0°に低減し、解析用地盤物性値として用いる。

解析用地盤物性値の設定(強度特性(Is-Sg、Is-S₃))

※ Is-Sgの強度特性にはIs-S₂Lの試験結果を適用する。

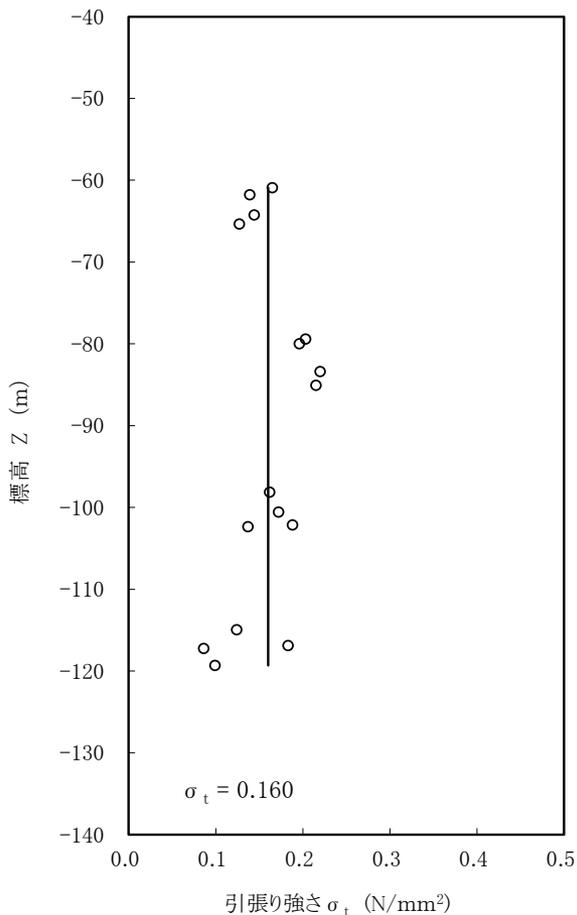


強度特性 (Is-Sg)

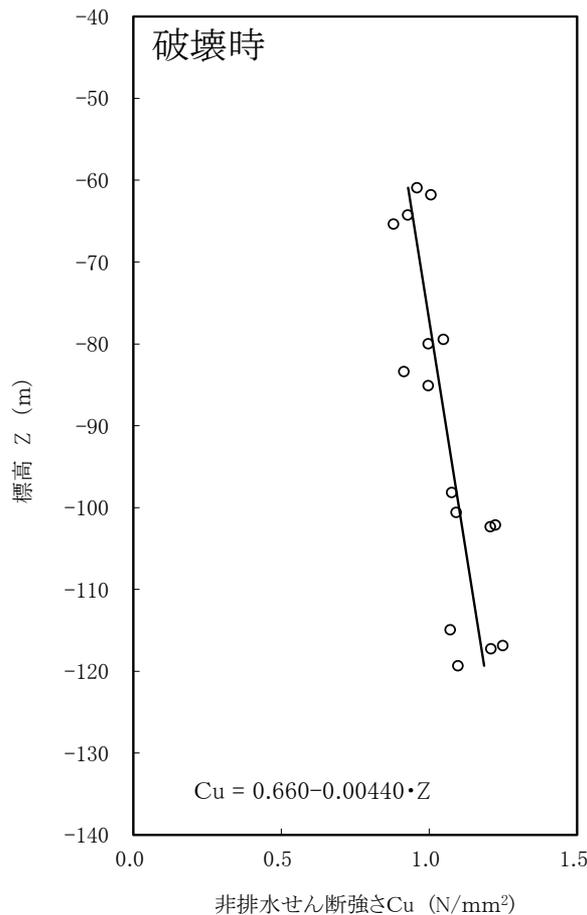
強度特性 (Is-S₃)

※部分的に残留強度がピーク強度を上回るため、σが0.812N/mm²以上の時の残留強度の内部摩擦角を16.9°に低減し、解析用地盤物性値として用いる。

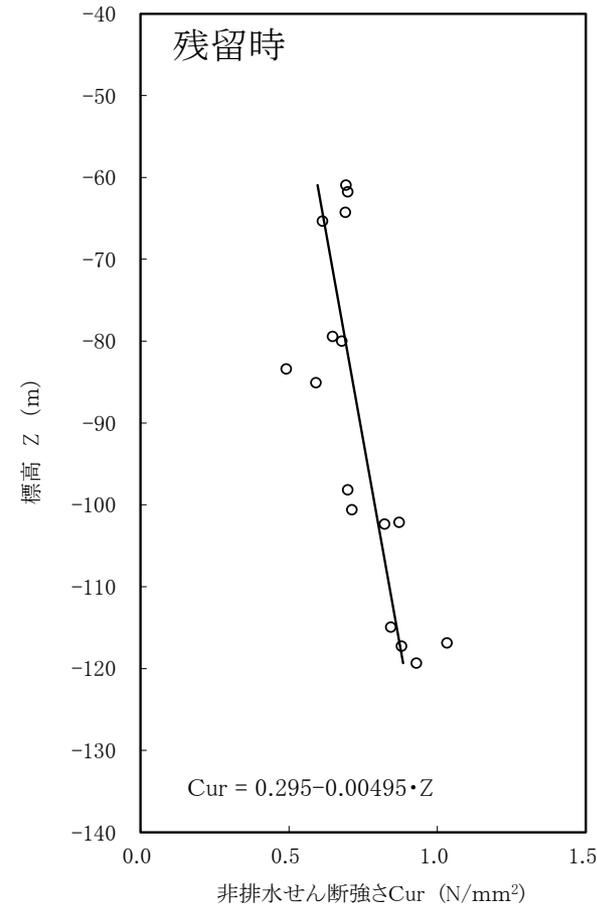
※ 標高との関係を近似式を用いて設定した。



引張り強さ試験結果 (Km、Ks)



三軸圧縮試験による非排水せん断強さ (Km、Ks)



静弾性係数 (1)

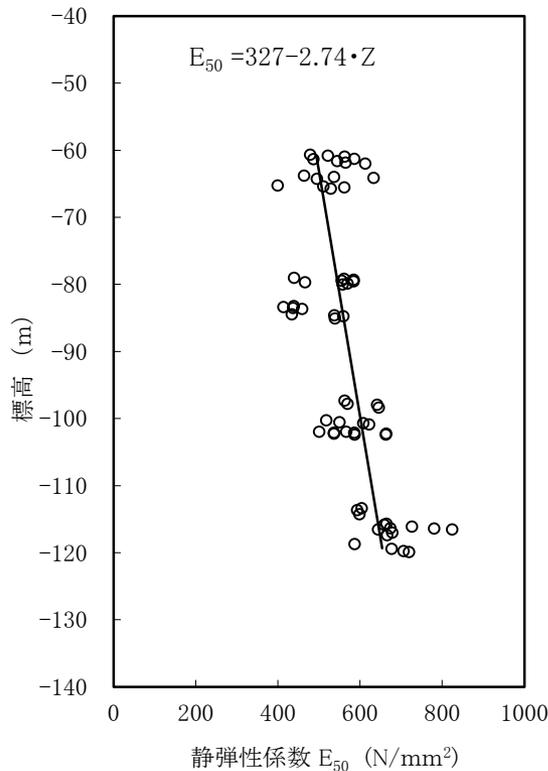
区 分		静弾性係数 E_{50}	
		平均値 (N/mm ²)	試験個数
埋戻土	B	25.3	32
M1段丘 堆積物	Lm	9.38	16
	Mu-S ₁	45.0	20
	Mu-C	136	24
	Mu-S	59.9	16
	Mu-S ₂	80.6	36
東茨城 層群	Mm-Sg	188	20
	Is-S ₁	55.9	40
	Is-C	279	12
	Is-S ₂ U	109	12
	Is-Sc	251	12
	Is-S ₂ L	162	12
	Is-Sg [※]	162	12
	Is-S ₃	176	12

 ※Is-SgはIs-S₂Lの値を適用

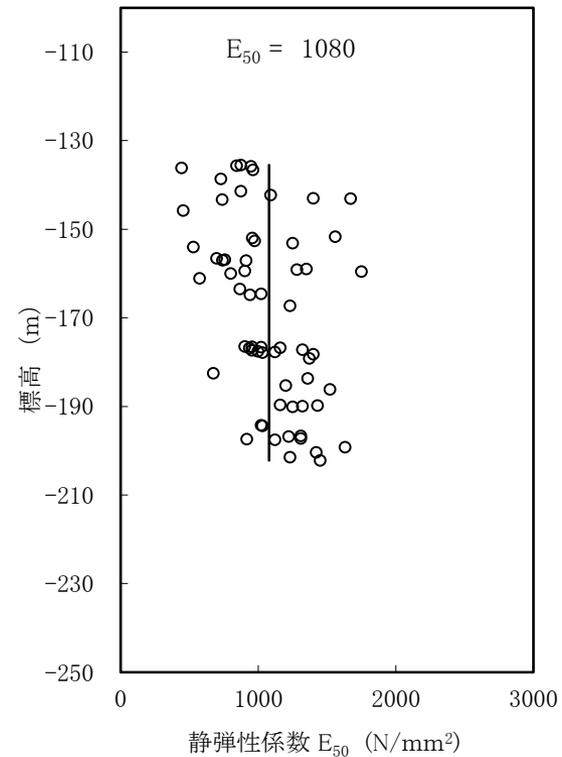
静弾性係数 (2)

区 分		静弾性係数 E_{50}	
		深度依存式 (N/mm ²)	試験個数
久米層	Km、Ks	$327-2.74 \cdot Z$	64
多賀層群	Tg	1080	62

Z: 標高 (m)

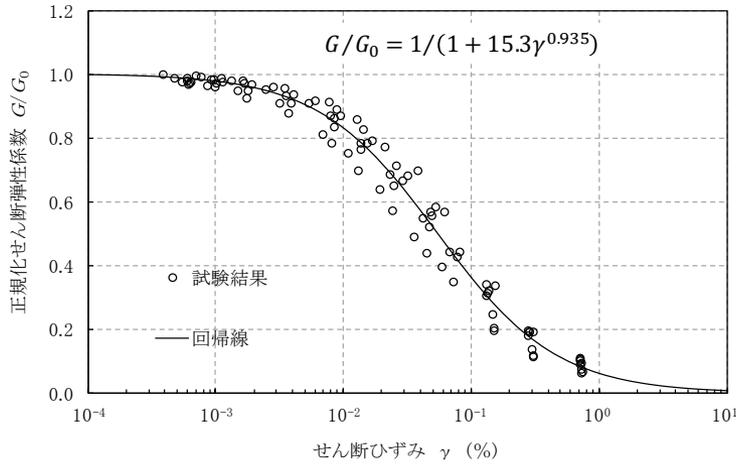


三軸圧縮試験による静弾性係数 (Km、Ks)

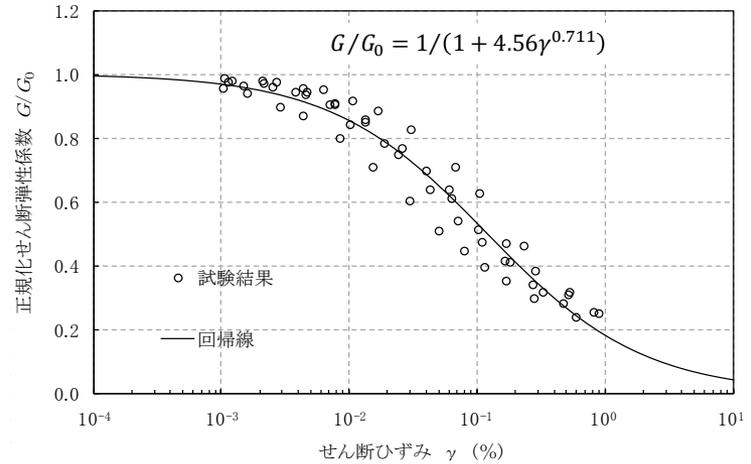


三軸圧縮試験による静弾性係数 (Tg)

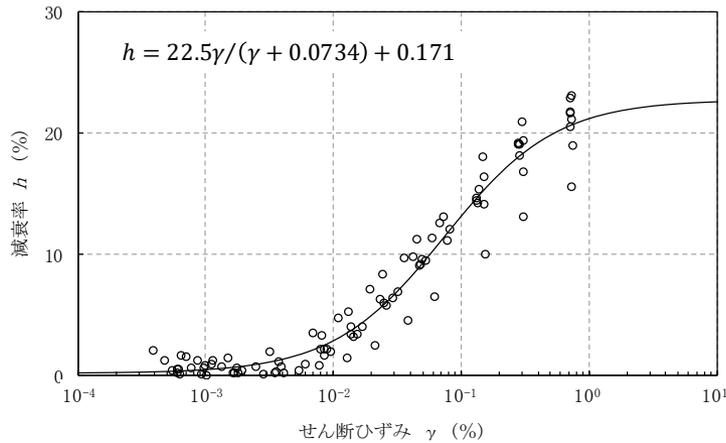
解析用地盤物性値の設定(動的変形試験結果(埋戻土、Lm))



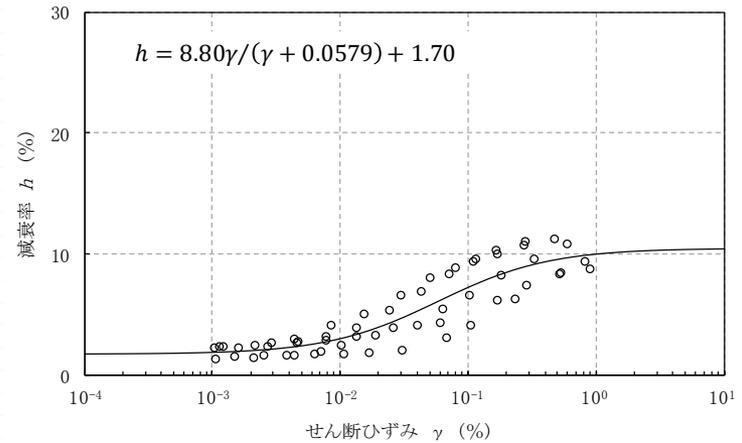
(a) 正規化せん断弾性係数 G/G_0



(a) 正規化せん断弾性係数 G/G_0



(b) 減衰率 h (%)

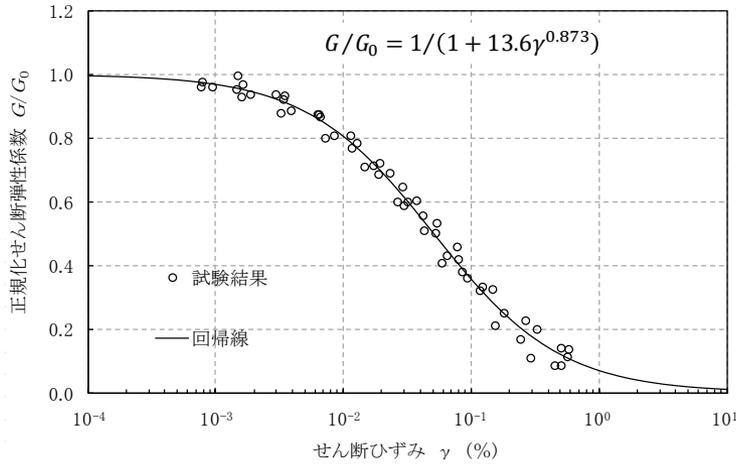


(b) 減衰率 h (%)

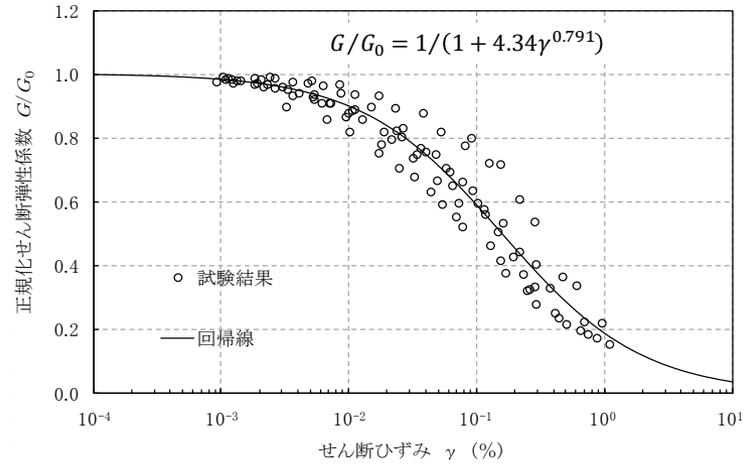
動的変形試験結果 (埋戻土)

動的変形試験結果 (Lm)

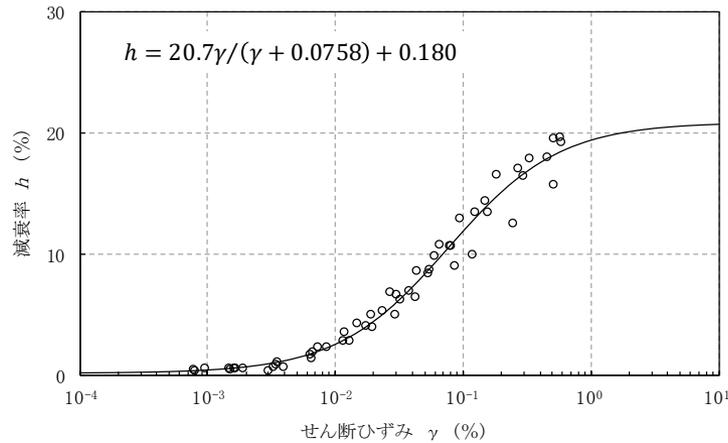
解析用地盤物性値の設定(動的変形試験結果 (Mu-S₁、Mu-C))



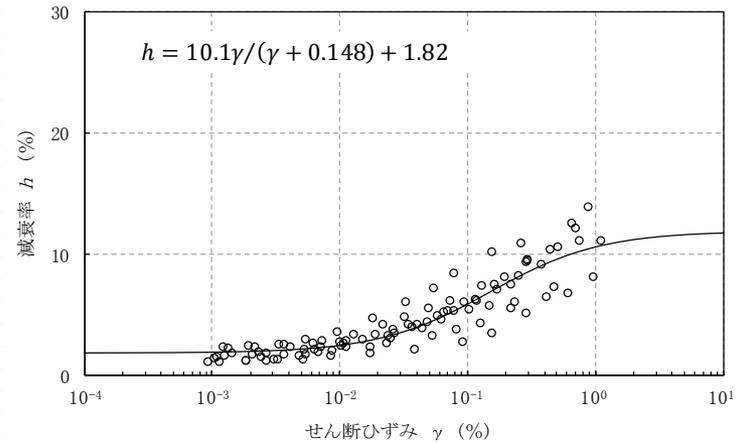
(a) 正規化せん断弾性係数 G/G_0



(a) 正規化せん断弾性係数 G/G_0



(b) 減衰率 h (%)

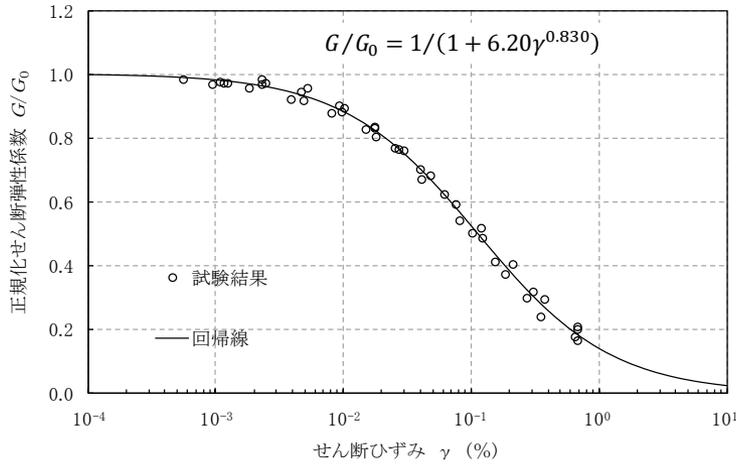


(b) 減衰率 h (%)

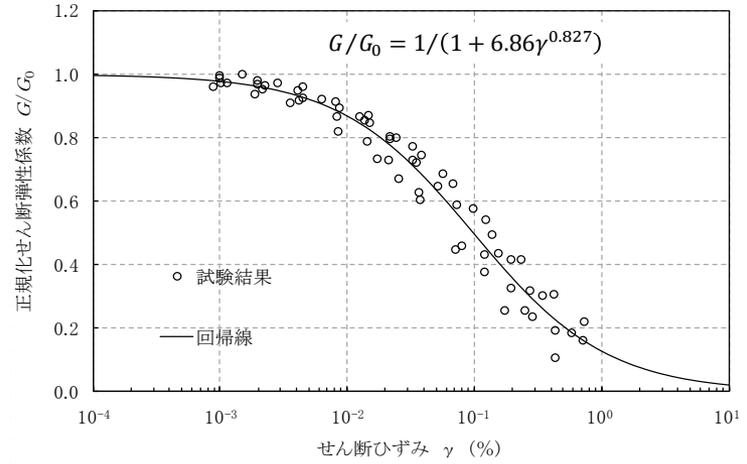
動の変形試験結果 (Mu-S₁)

動の変形試験結果 (Mu-C)

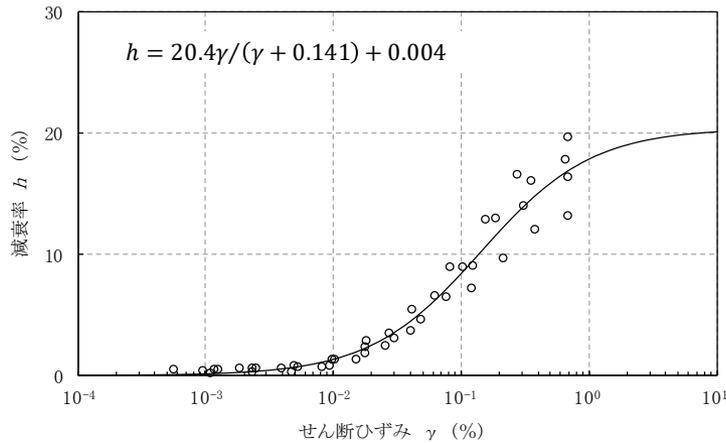
解析用地盤物性値の設定(動的変形試験結果(Mu-S、Mu-S₂))



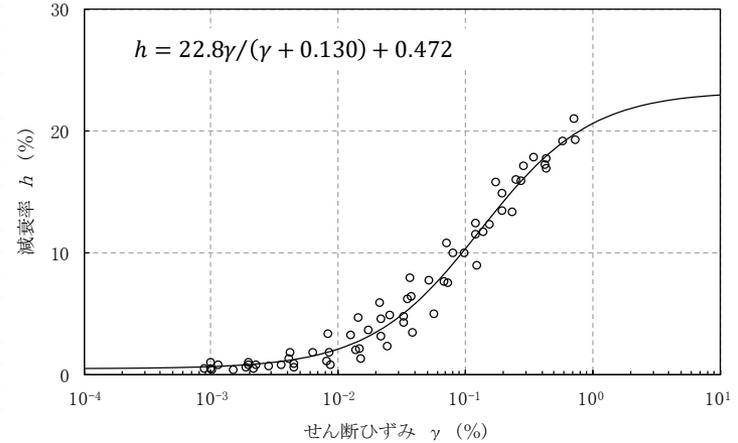
(a) 正規化せん断弾性係数 G/G_0



(a) 正規化せん断弾性係数 G/G_0



(b) 減衰率 h (%)

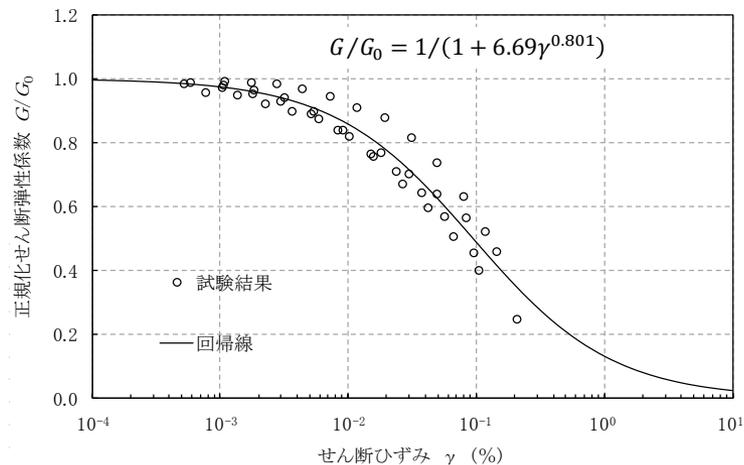


(b) 減衰率 h (%)

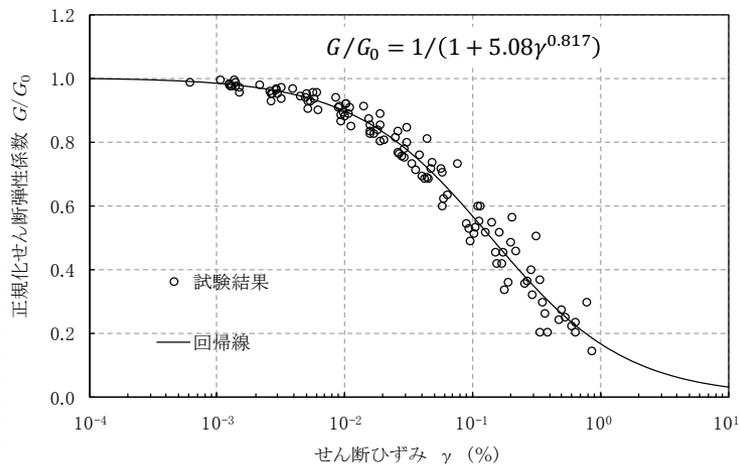
動的変形試験結果 (Mu-S)

動的変形試験結果 (Mu-S₂)

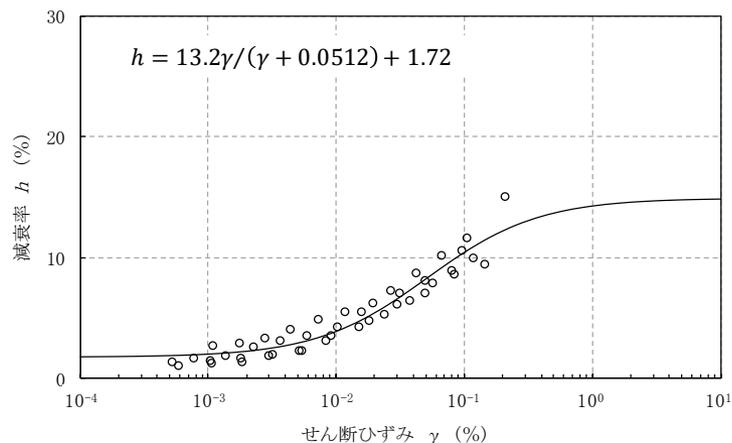
解析用地盤物性値の設定(動的変形試験結果(Mm-Sg、Is-S₁))



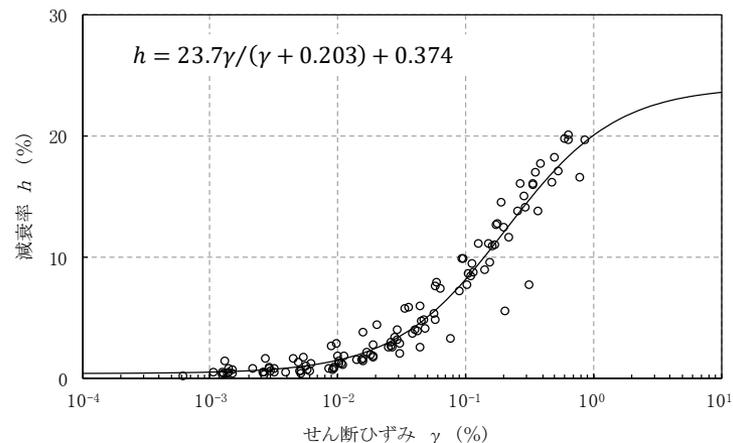
(a) 正規化せん断弾性係数 G/G_0



(a) 正規化せん断弾性係数 G/G_0



(b) 減衰率 h (%)

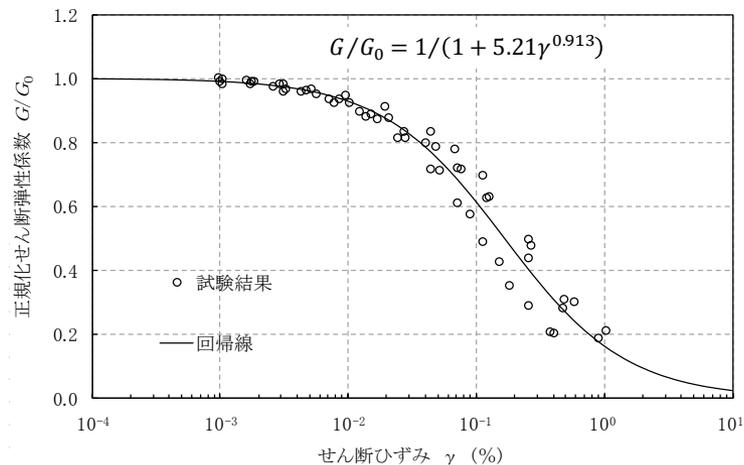


(b) 減衰率 h (%)

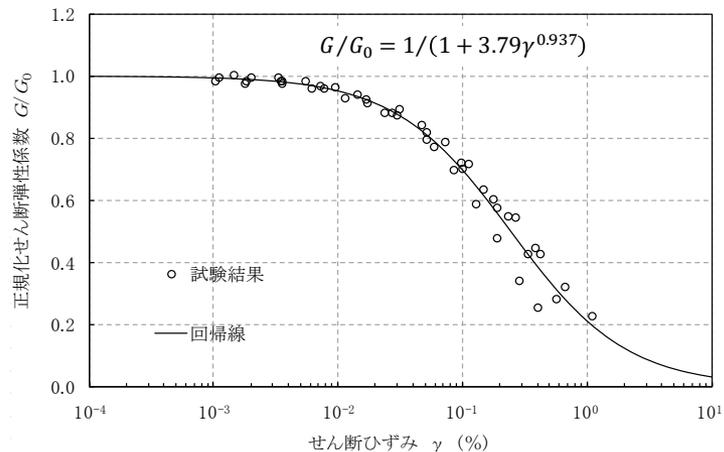
動的変形試験結果 (Mm-Sg)

動的変形試験結果 (Is-S₁)

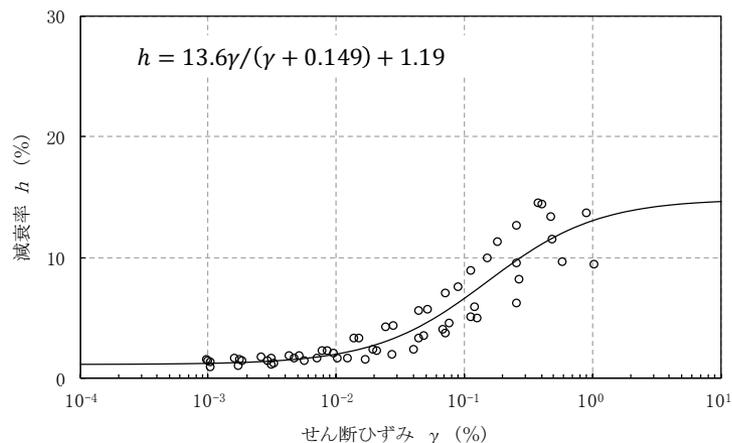
解析用地盤物性値の設定(動的変形試験結果(Is-C、Is-S₂U))



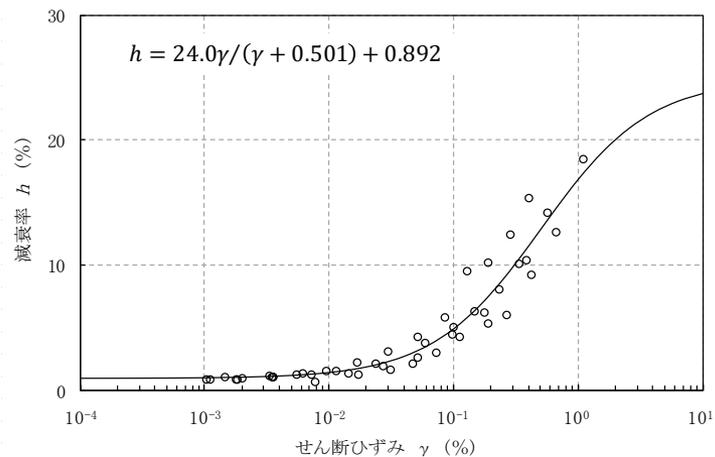
(a) 正規化せん断弾性係数 G/G_0



(a) 正規化せん断弾性係数 G/G_0



(b) 減衰率 h (%)

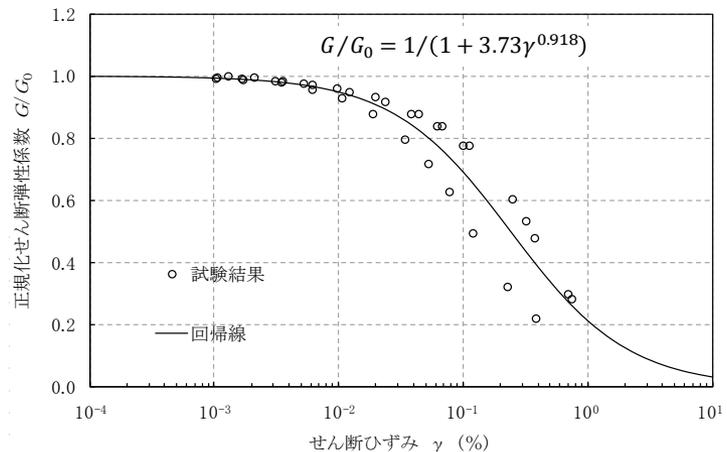


(b) 減衰率 h (%)

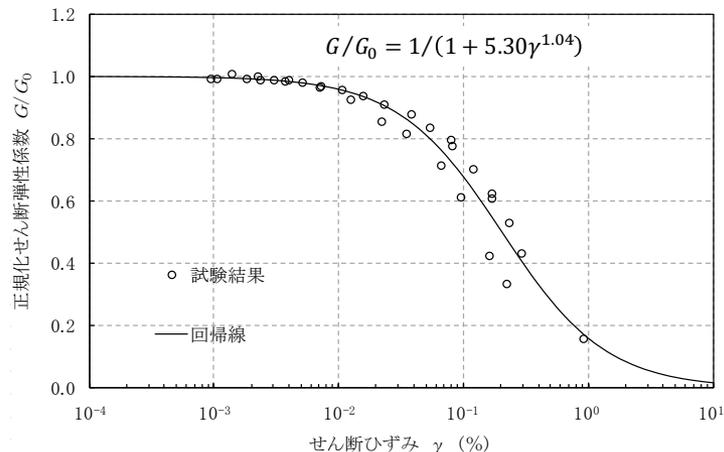
動的変形試験結果 (Is-C)

動的変形試験結果 (Is-S₂U)

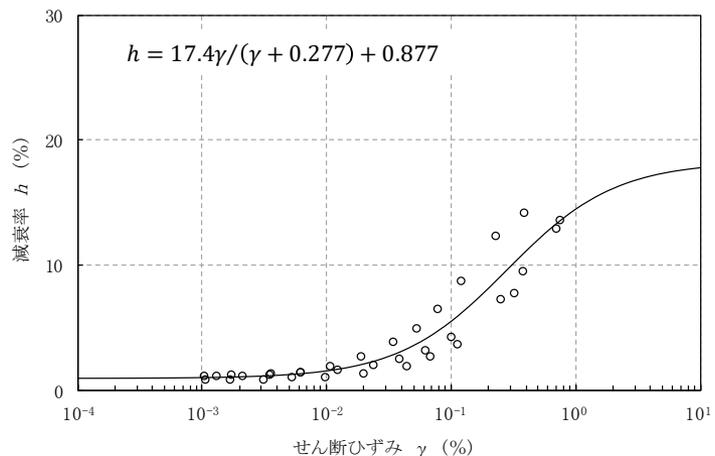
解析用地盤物性値の設定(動的変形試験結果(Is-Sc、Is-S₂L))



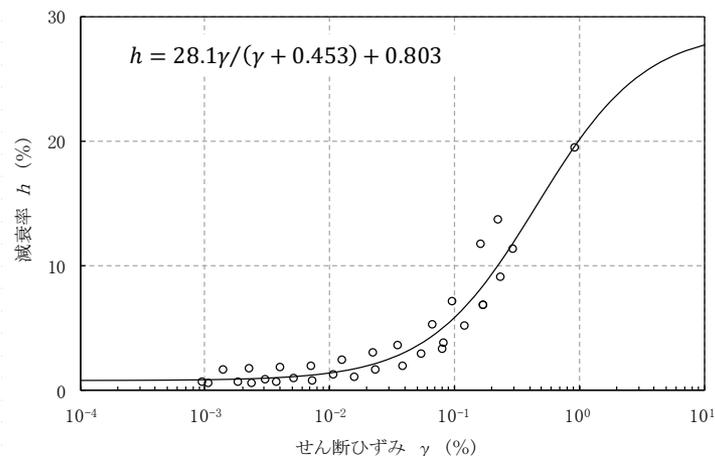
(a) 正規化せん断弾性係数 G/G_0



(a) 正規化せん断弾性係数 G/G_0



(b) 減衰率 h (%)



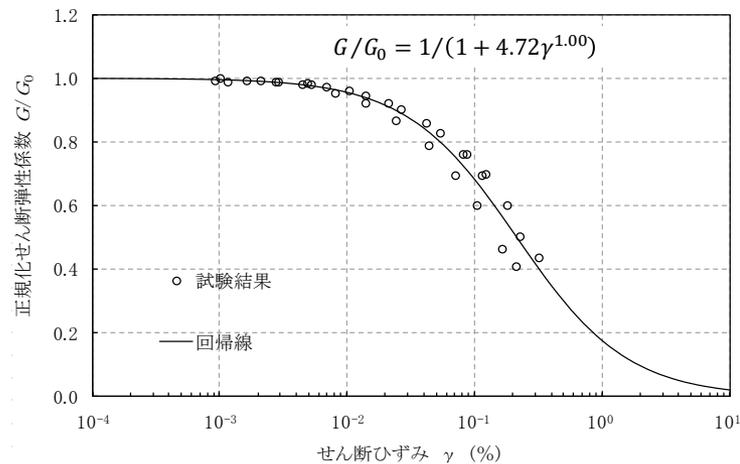
(b) 減衰率 h (%)

動的変形試験結果 (Is-Sc)

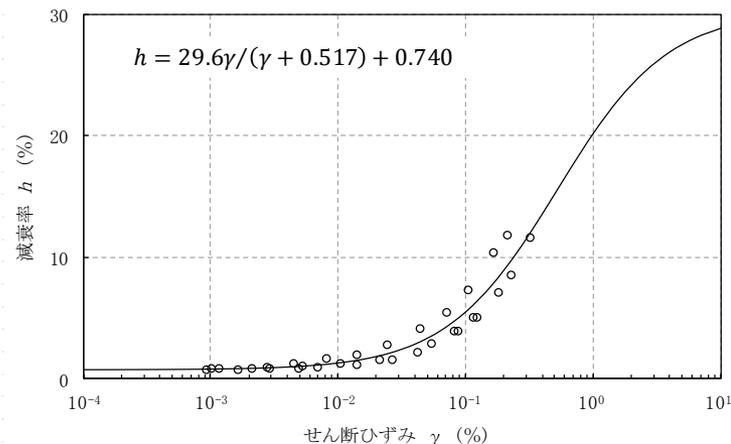
動的変形試験結果 (Is-S₂L)

解析用地盤物性値の設定(動的変形試験結果(Is-Sg、Is-S₃))

※ Is-Sgの動的変形特性には Is-S₂Lの試験結果を適用する。



(a) 正規化せん断弾性係数 G/G_0

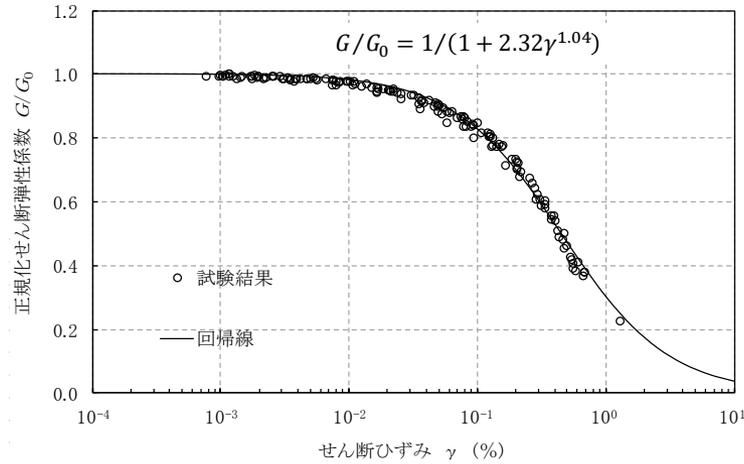


(b) 減衰率 h (%)

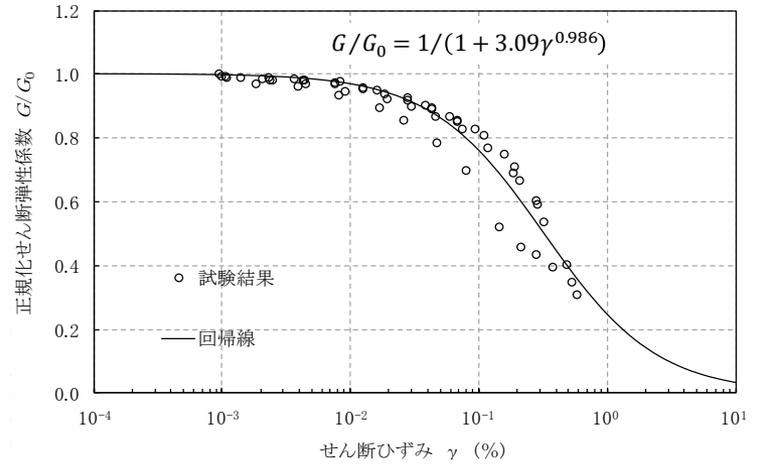
動的変形試験結果 (Is-Sg)

動的変形試験結果 (Is-S₃)

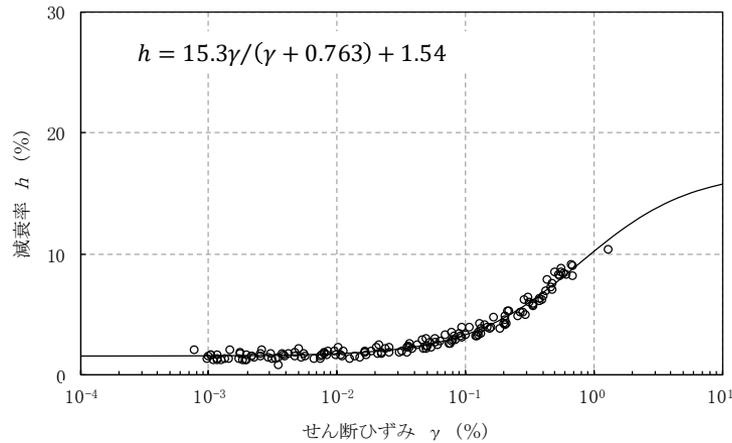
解析用地盤物性値の設定(動的変形試験結果(Km、Ks))



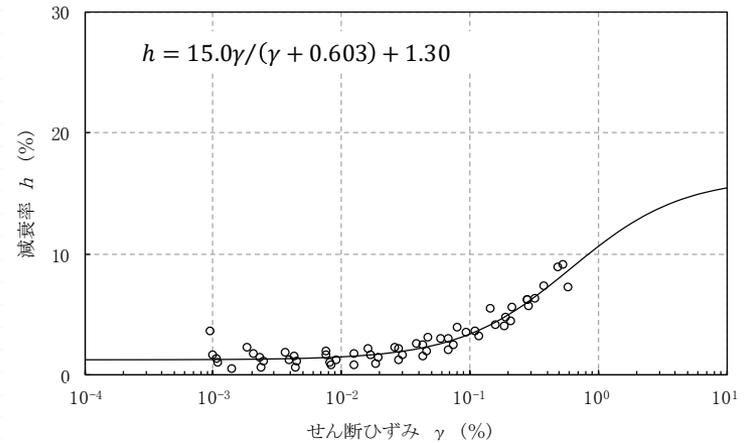
(a) 正規化せん断弾性係数 G/G_0



(a) 正規化せん断弾性係数 G/G_0



(b) 減衰率 h (%)

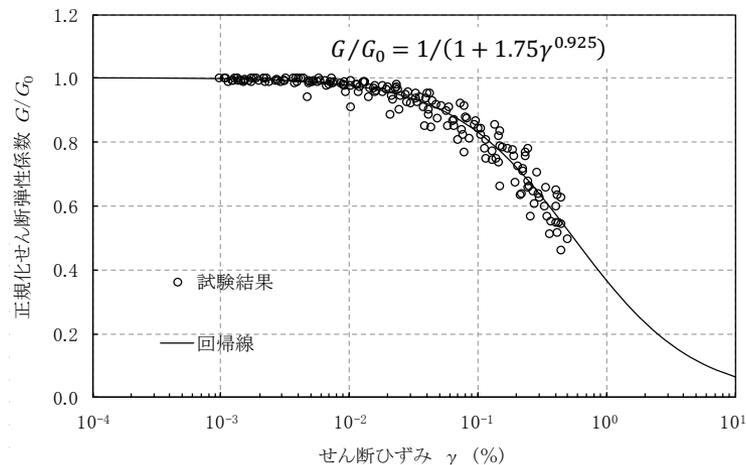


(b) 減衰率 h (%)

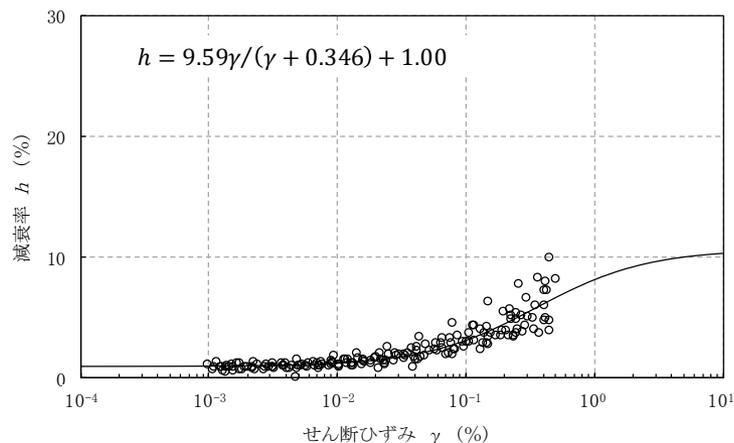
動的変形試験結果 (Km)

動的変形試験結果 (Ks)

解析用地盤物性値の設定(動的変形試験結果(Tg))



(a) 正規化せん断弾性係数 G/G_0



(b) 減衰率 h (%)

動的変形試験結果 (Tg)

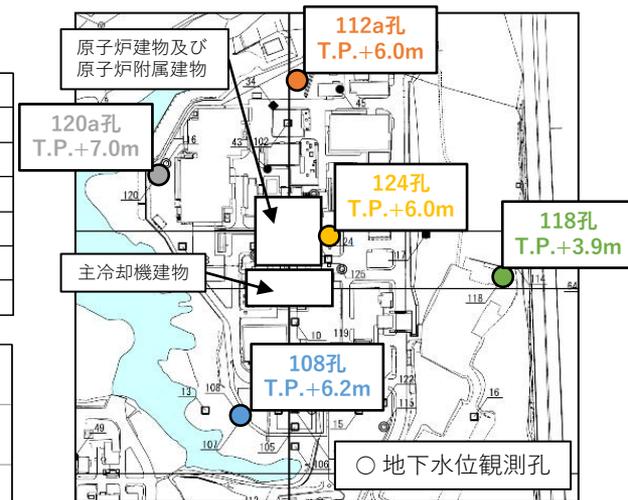
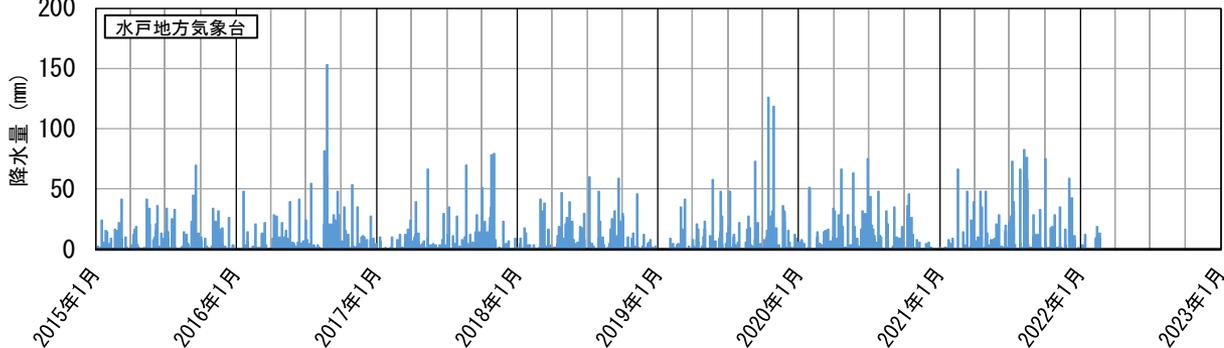
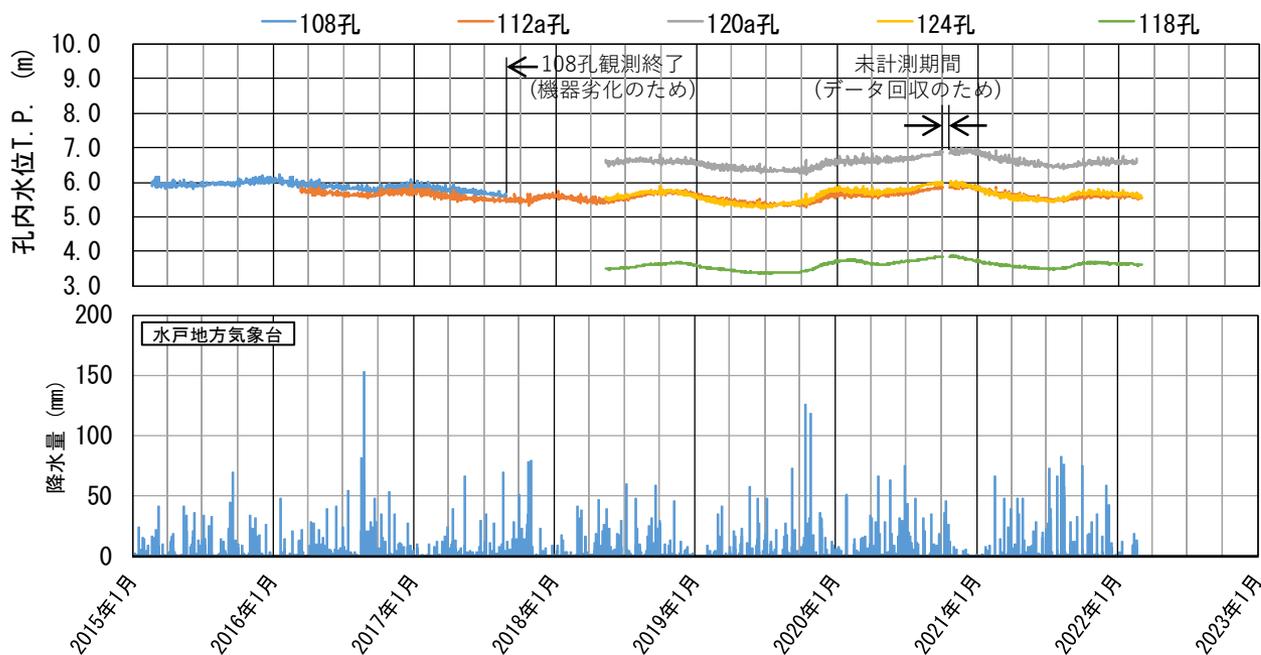
(3) 地下水位観測結果



地下水位観測結果

【地下水位観測】

- ・原子炉施設周辺において2015年2月～2022年現在にかけて地下水位を観測している。
- ・「原子炉建物及び原子炉附属建物」、「主冷却機建物」の近傍（124孔）の地下水位は最大でT.P.+6.0 mであり、年間の季節変動は少なく地下水位は安定している。
- ・原子炉施設周辺の地下水位分布については、南北方向（112a孔、124孔、108孔）はT.P.+6.0 m程度で一定であり、東西方向（120a孔、124孔、118孔）は西側から東側に向かって高低差がある。
- ・地下水位の上部には宙水を確認しており、次ページに宙水の観測結果を示す。



地下水位観測孔の地下水位及び水戸地方気象台の降水量

宙水観測結果

【宙水観測】

- ・宙水については、3箇所（107孔、120b孔、112b孔）で水位を観測している。
- ・各観測孔の水位は、降水による短期的な変動が認められるが、平均的にはT.P.+28.4～30.0 m程度となっており、地山（Mu-C層）上部に厚さ0.2～2.0 m程度で薄く分布している。

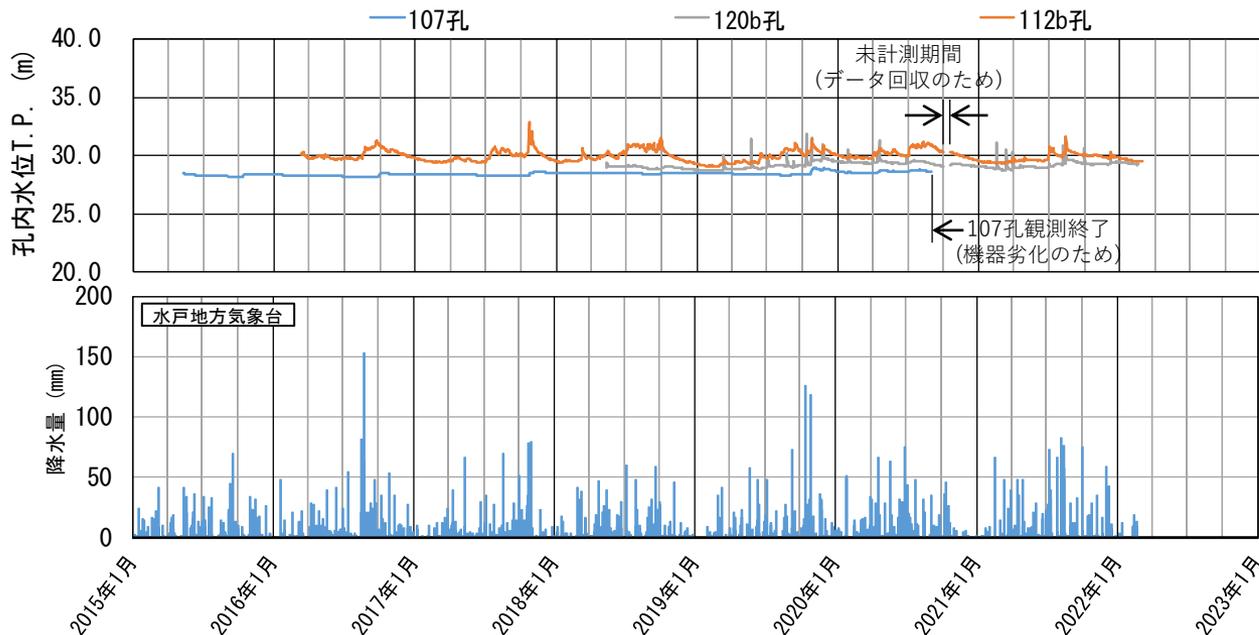


図 水位変動図

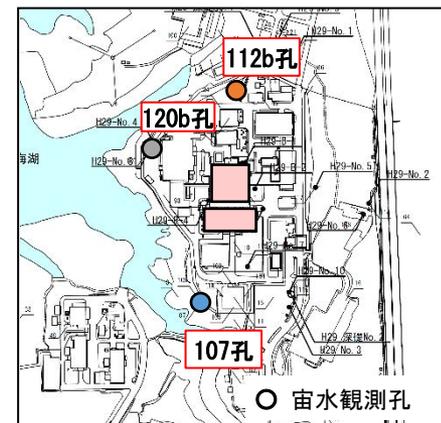


図 宙水観測孔位置

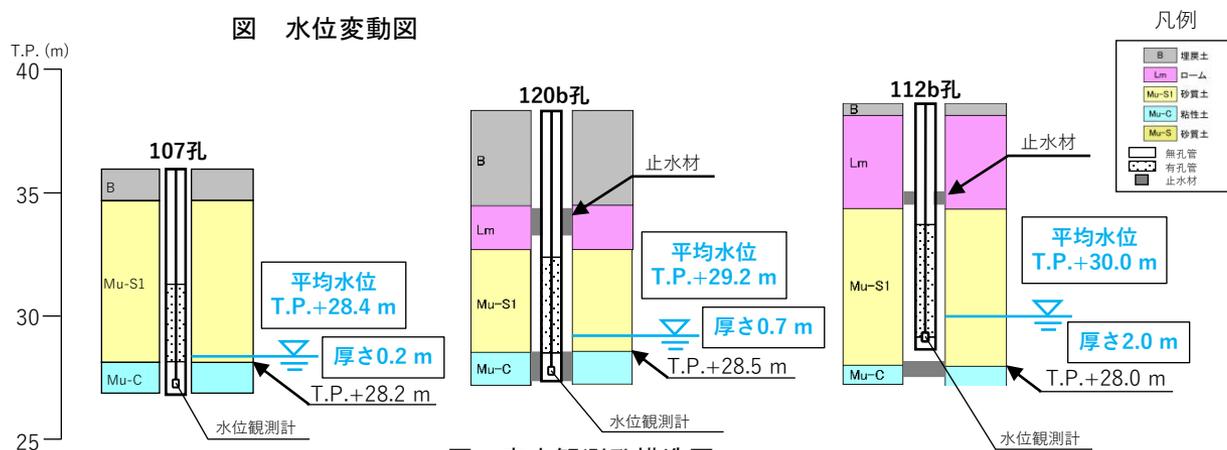


図 宙水観測孔構造図