

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-123 改0
提出年月日	平成30年2月15日

V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
3. 地盤の解析用物性値	1
3.1 全応力解析に用いる地盤の解析用物性値	1
3.2 有効応力解析に用いる地盤の解析用物性値	9
3.3 その他の解析用物性値	12
4. 極限支持力	15
4.1 直接基礎の支持力算定式	15
4.2 杭基礎の支持力算定式	15
4.3 地中連続壁基礎の支持力算定式	16
5. 地質断面図	17
6. 地盤の速度構造	20
6.1 入力地震動策定に用いる地下構造モデル	20
6.2 地震応答解析に用いる浅部地盤の解析モデル	21

1. 概要

本資料は、V-2-1「耐震設計の基本方針」のうちV-2-1-1「耐震設計の基本方針」に基づき、設計基準対象施設並びに常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備、常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備が設定される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）（以下「常設重大事故等対処施設」という。）の耐震安全性評価を実施するに当たり、対象施設を設置する地盤の物理特性、強度特性、変形特性等の地盤物性値設定及び支持性能評価で用いる地盤諸元の基本的な考え方を示したものである。

2. 基本方針

設計基準対象施設及び常設重大事故等対処施設において、対象施設を設置する地盤の物理特性、強度特性、変形特性等の解析用物性値については、各種試験に基づき設定する。また、全応力解析及び有効応力解析等に用いる解析用物性値をそれぞれ設定する。

対象設備を設置する地盤の地震時における支持性能評価については、設計基準対象施設及び常設重大事故等対処施設の耐震重要度分類又は施設区分に応じた地震力により地盤に作用する接地圧が地盤の極限支持力に対し許容限界以下であることを確認する。

極限支持力は、道路橋示方書・同解説（I 共通編・IV 下部構造編，公益社団法人日本道路協会，平成 24 年 3 月）（以下「道路橋示方書」という。）の支持力算定式等に基づき、対象施設の支持岩盤の室内試験結果（せん断強度）を用いて設定する。

杭基礎構造を有する耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設について、豊浦標準砂の液化強度特性により強制的に液化化させることを仮定した耐震設計を行う場合は、第四系の杭周面摩擦力を支持力として考慮せず、杭先端の支持岩盤への接地圧に対する支持力評価を行うことを基本とする。ただし、杭を根入れした岩盤及び岩着している地盤改良体とその上方の非液化化層が連続している場合は、杭周面摩擦力を支持力として考慮する場合がある。

3. 地盤の解析用物性値

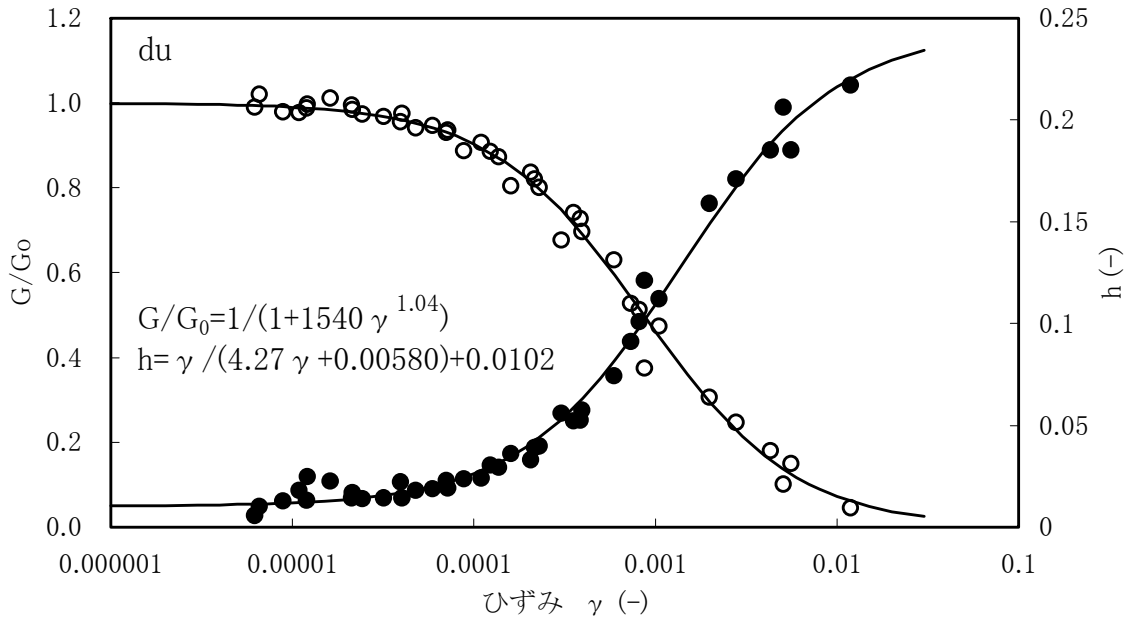
3.1 全応力解析に用いる地盤の解析用物性値

全応力解析に用いる解析用物性値として、設置変更許可申請書に記載された解析用物性値を第 3-1 表及び第 3-1 図～第 3-10 図に、設定根拠を第 3-2 表に示す。全応力解析に用いる解析用物性値については、原位置試験及び室内試験から得られた各種物性値を基に設定した。

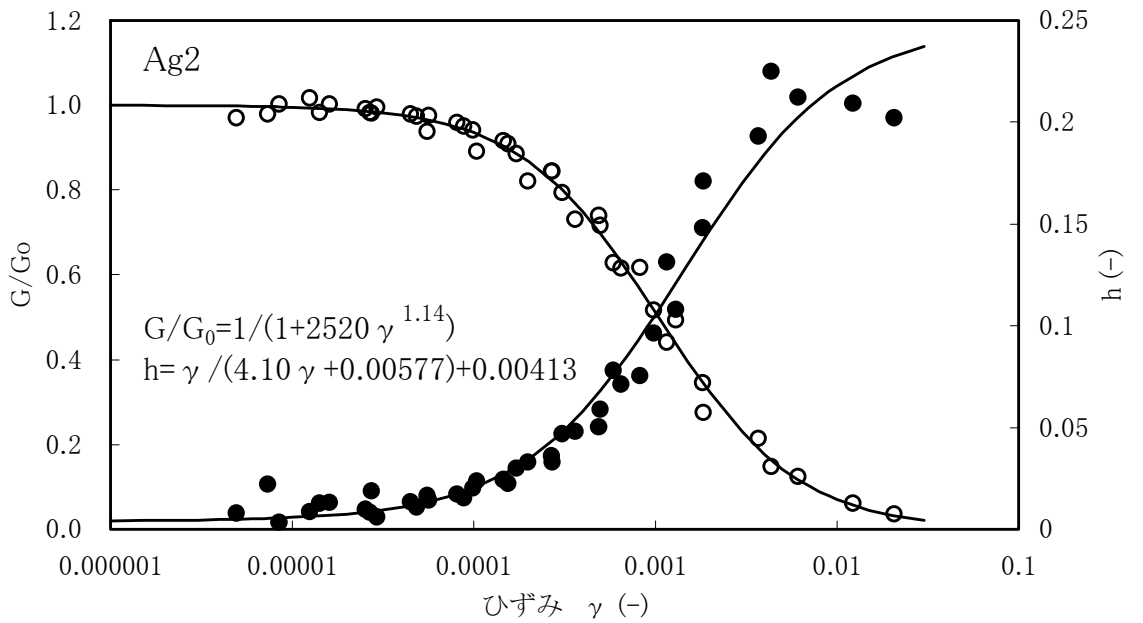
第3-1表 全応力解析に用いる解析用物性値

項目	第四系										新第三系		
	f1層	du層	Ag2層	Ac層	As層	Ag1層	D2c-3層	D2s-3層	D2g-3層	1m層	D1c-1層	D1g-1層	Km層
物理特性	密度 ρ_t (g/cm ³) (*1)	1.82	1.89	—	—	—	1.77	1.92	2.15	1.43	1.77	1.89	—
		1.98	2.01	1.65	1.74	2.01	—	—	—	1.47	—	2.01	1.72-1.03× 10 ⁻¹ ・Z
静的変形特性	静弾性係数 (N/mm ²)	4.00+199・σc'	10.5+142・σc'	11.4	21.1+14.8・σc'	10.5+142・σc'	32.3+5.46・σc'	16.0+48.3・σc'	83.4+160・σc'	7.20+19.6・σc'	32.3+5.46・σc'	10.5+142・σc'	221-2.23・Z
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
動的変形特性	初期せん断剛性 G ₀ (N/mm ²) (*1)	80.3	109	—	—	—	129	249	538	24.8	139	287	—
		87.3	116	$\frac{\rho_{sat}}{Vs} = 1.63-1.54z$	$\frac{\rho_{sat}}{Vs} = 1.63-1.54z$	$\frac{\rho_{sat}}{Vs} = 1.63-1.54z$	$\frac{\rho_{sat}}{Vs} = 1.63-1.54z$	$\frac{\rho_{sat}}{Vs} = 1.63-1.54z$	$\frac{\rho_{sat}}{Vs} = 1.63-1.54z$	$\frac{\rho_{sat}}{Vs} = 1.63-1.54z$	$\frac{\rho_{sat}}{Vs} = 1.63-1.54z$	$\frac{\rho_{sat}}{Vs} = 1.63-1.54z$	$\frac{\rho_{sat}}{Vs} = 1.63-1.54z$
特性	動ポアソン比 ν _d (*1)	0.385	0.286	—	—	—	0.488	0.465	0.462	0.494	0.487	0.382	—
		0.493	0.491	0.486	0.484	0.483	—	—	—	—	—	0.474	0.463+1.03× 10 ⁻⁴ ・Z
せん断剛性の心算依存性 G/G ₀ ~ γ	減衰定数 h ~ γ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		$\frac{1}{1+1540\gamma^{1.01}}$	$\frac{1}{1+2520\gamma^{1.11}}$	$\frac{1}{1+269\gamma^{0.999}}$	$\frac{1}{1+422\gamma^{0.951}}$	$\frac{1}{1+1730\gamma^{1.11}}$	$\frac{1}{1+269\gamma^{0.962}}$	$\frac{1}{1+1100\gamma^{0.994}}$	$\frac{1}{1+237\gamma^{0.732}}$	$\frac{1}{1+222\gamma^{0.976}}$	$\frac{1}{1+269\gamma^{0.962}}$	$\frac{1}{1+2520\gamma^{1.11}}$	$\frac{1}{1+107\gamma^{0.824}}$
強度特性	ピーク強度 C ₀ (N/mm ²)	0.491P +0.200	1.12P +0.670	0.242P+0.090	1.42P+0.464	1.40P+0.620	0.274P+0.180	0.462P+0.230	0.770P+0.594	0.338P+0.050	0.274P+0.180	1.40P+0.620	備考参照
		0.50P +0.195	1.20P+0.548	0.220P+0.059	1.43P+0.430	1.20P+0.548	0.170P+0.141	0.310P+0.213	0.788P+0.582	0.280P+0.036	0.170P+0.141	1.20P+0.548	$\tau = 0.632 \cdot \sigma$ (σ < 0.572N/mm ²) τ = 0.601 (σ ≥ 0.572N/mm ²)
備考	<p>新第三系の強度特性は右図より設定する。</p> <p>$\left(\frac{\tau}{\tau_R}\right) = 1 + \frac{\sigma}{\sigma_t}$</p> <p>σ_t = 0.141-0.00114・Z τ_R = 0.364-0.00168・Z C_{QU} = 0.837-0.00346・Z φ = 0° Z : 標高EL.表示 (m)</p>												

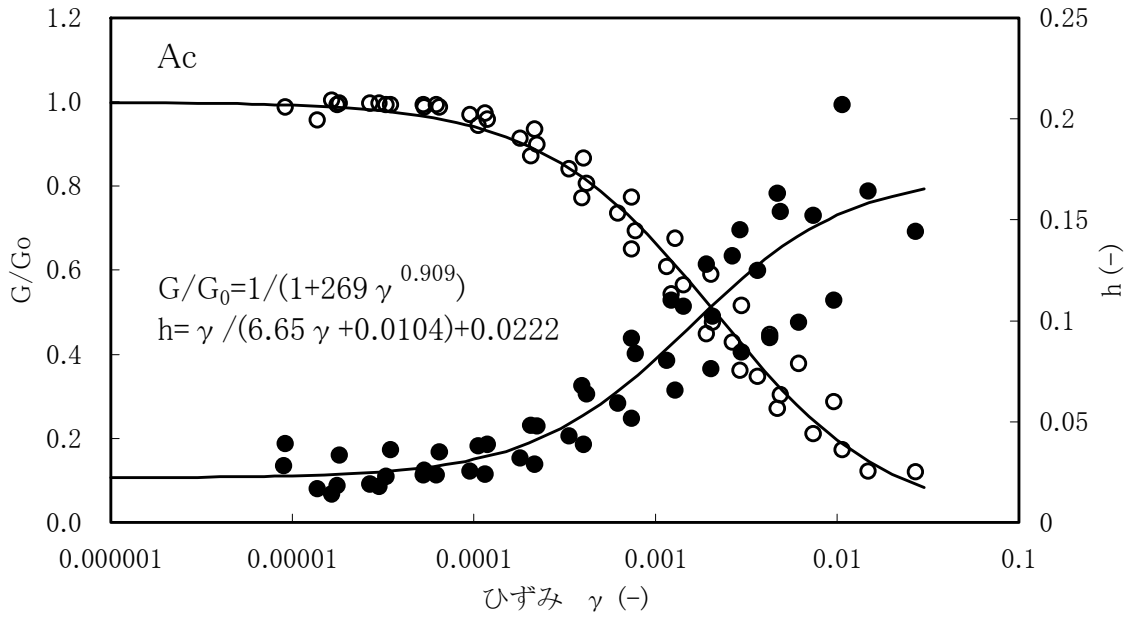
注記 *1 : 上段は地下水位面以浅, 下段は地下水位面以深に対する値を示す。
 P (N/mm²) : 圧密圧力 G/60 (-) : 剛性低下率
 ρ_{sat} (g/cm³) : 飽和密度 h (-) : 減衰定数
 V_s (m/s) : せん断波速度 γ (-) : せん断心ずみ



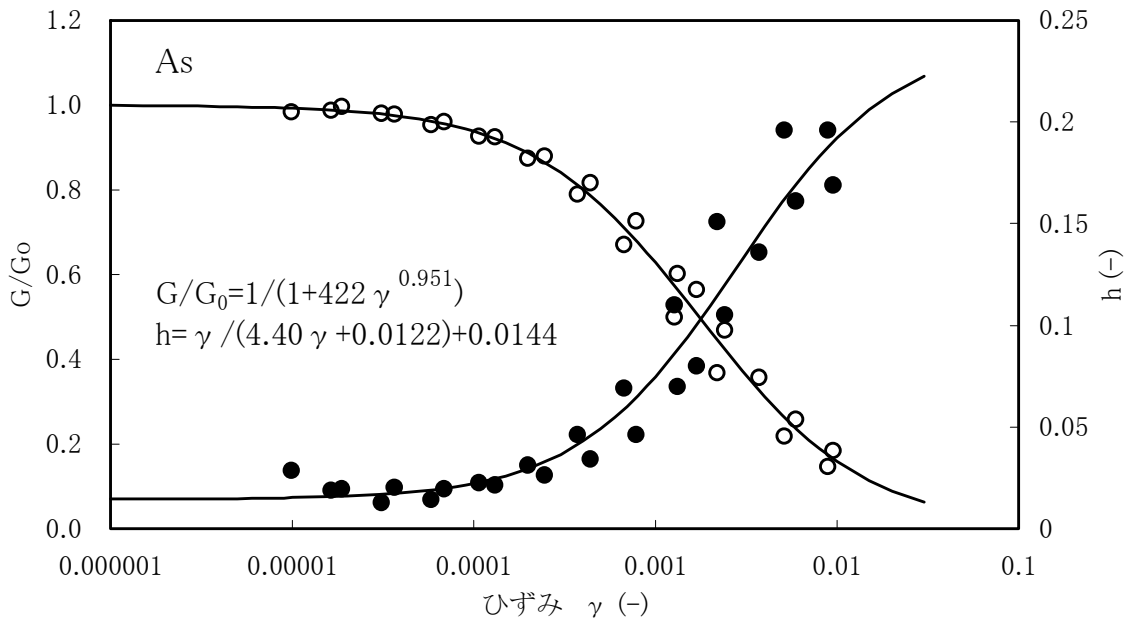
第3-1図 du層の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性



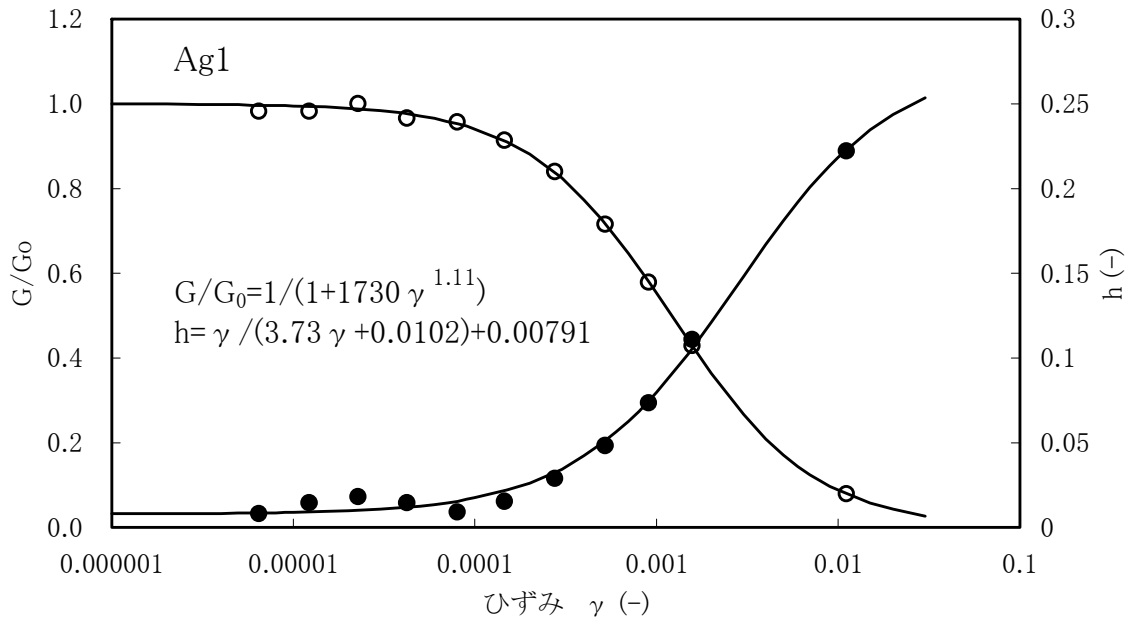
第3-2図 Ag2層の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性



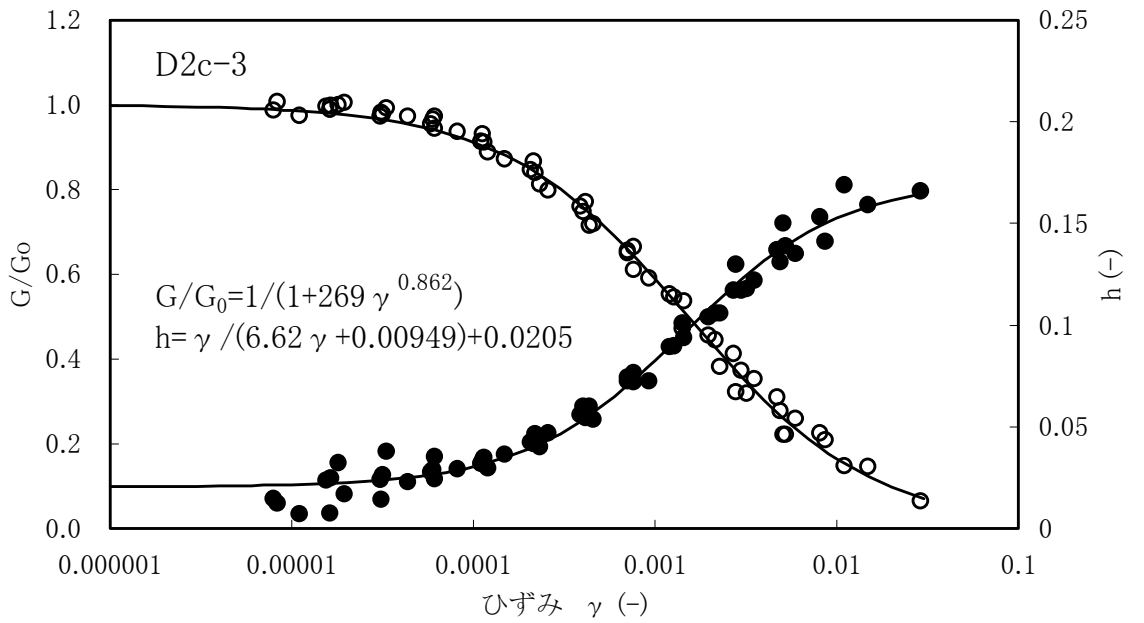
第3-3図 Ac層の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性



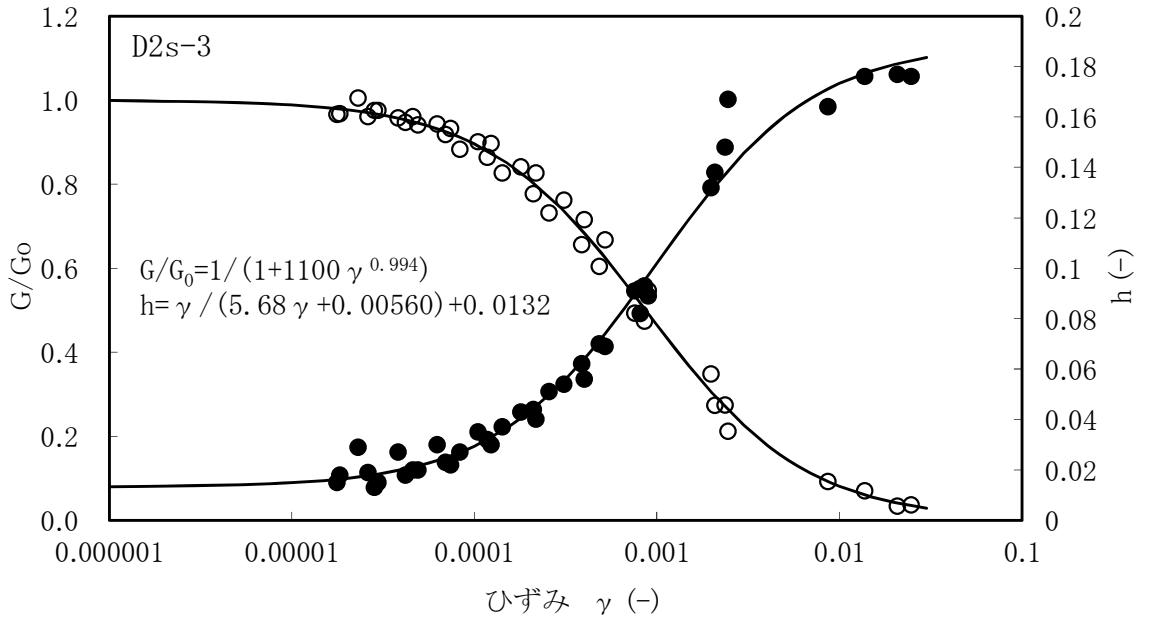
第3-4図 As層の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性



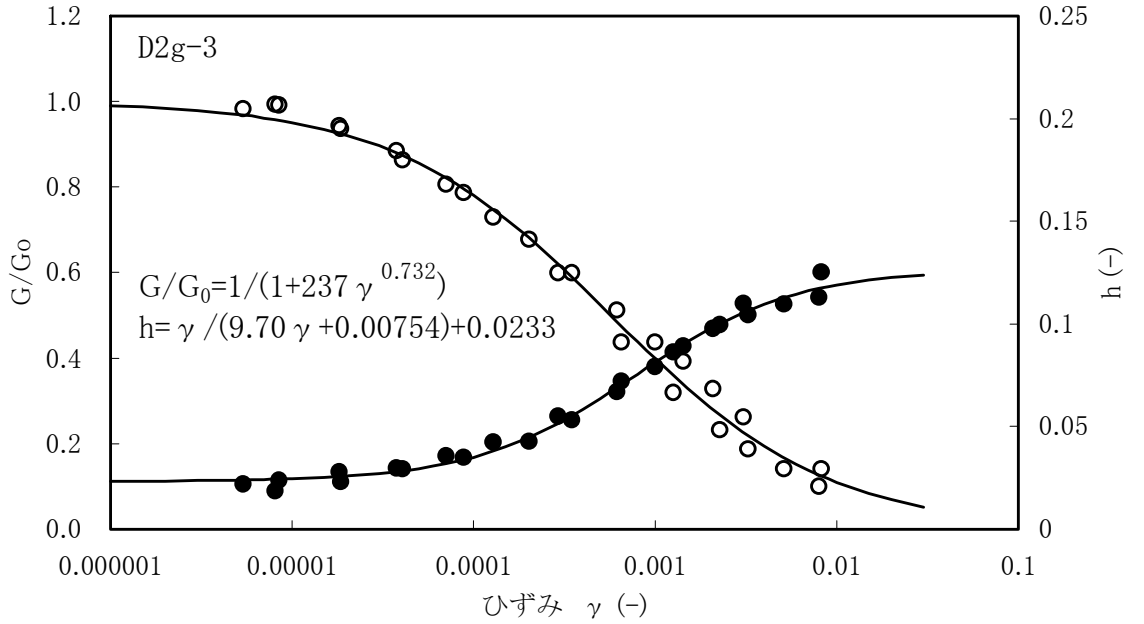
第3-5図 Ag1層の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性



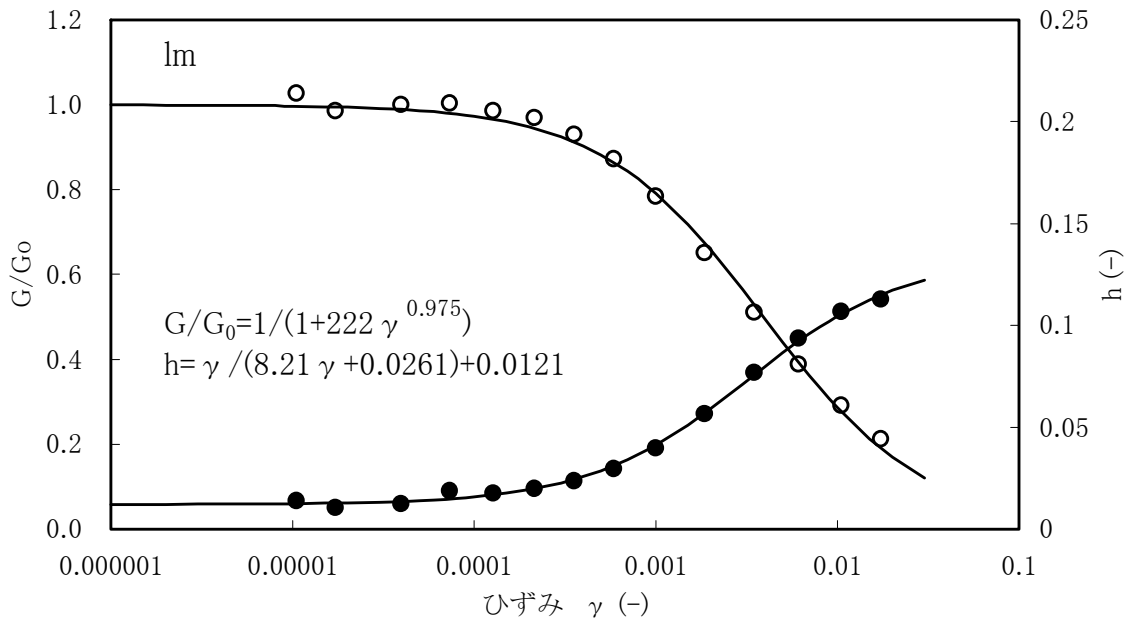
第3-6図 D2c-3層の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性



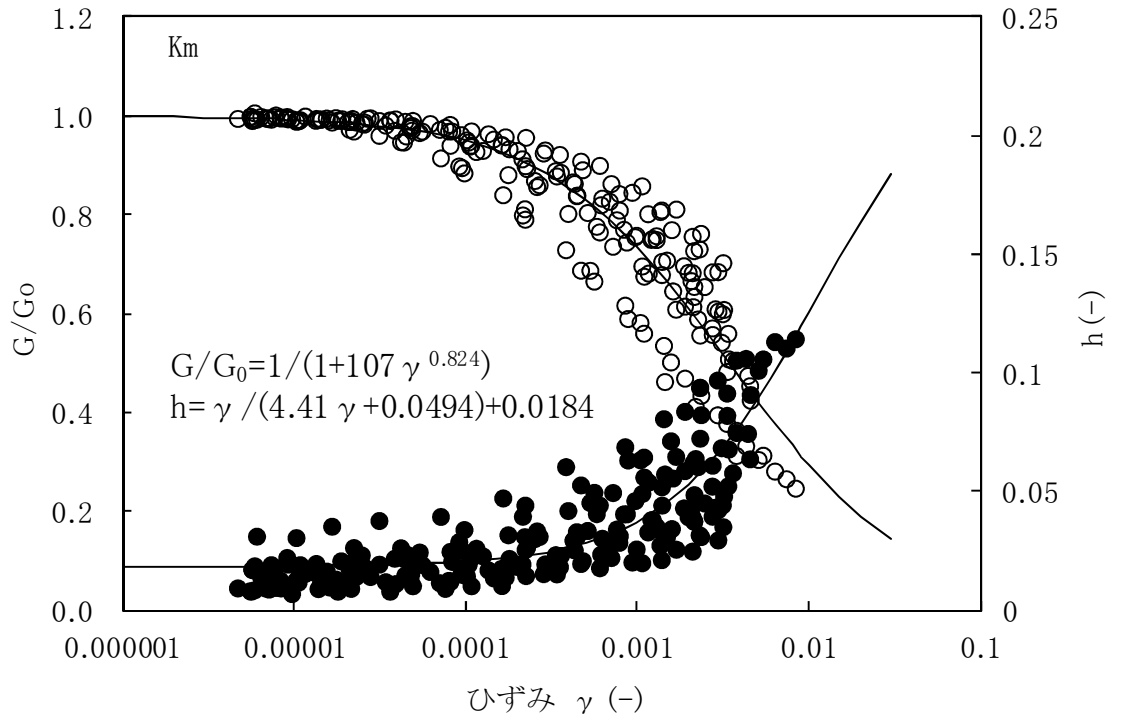
第3-7図 D2s-3層の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性



第3-8図 D2g-3層の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性



第3-9図 1m層の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性



第3-10図 Km層の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性

3.2 有効応力解析に用いる地盤の解析用物性値

有効応力解析に用いる解析用物性値を第3-3表に、その設定根拠を第3-4表に示す。

3.2.1 有効応力解析に用いる解析用物性値

敷地は、地震時に有効応力の変化による影響を検討する必要がある地層（以下「液状化検討対象層」という。）が岩盤上に分布していることから、地震時の評価において有効応力の変化による影響を考慮する場合には、過剰間隙水圧の影響を適切に評価できる有効応力解析を行う。

液状化検討対象層は、第四系のうち道路橋示方書で検討対象としている地層を基本とし、さらに、道路橋示方書では検討対象外としている更新統及びG.L. -20 m以深の砂礫層についても検討対象とする。

液状化検討対象層の物理的性質及び力学的性質については、各層でそれぞれ有効応力解析に必要な物性値を設定する。

3.2.2 強制的な液状化を仮定した有効応力解析に用いる解析用地盤物性値

施設の耐震設計においては、敷地に存在しない豊浦標準砂を用いて、強制的に液状化を仮定した有効応力解析による検討を実施する場合がある。豊浦標準砂の有効応力解析用物性値については、文献（CYCLIC UNDRAINED TRIAXIAL STRENGTH OF SAND BY A COOPERATIVE TEST PROGRAM[Soils and Foundations, JSSMFE. 26-3. (1986)]）等から引用したデータに基づき、より保守的に液状化しやすい物性値を設定する。

なお、豊浦標準砂は、山口県豊浦で算出される天然の珪砂であり、敷地には存在しないものである。豊浦標準砂は、淡黄色の丸みのある粒から成り、粒度が揃い均質で非常に液状化しやすい特性を有していることから、液状化強度特性に関する研究等における実験などで多く用いられている。

第3-3表 (1) 有効応力解析に用いる解析用物性値 (液状化検討対象層)

パラメータ				原地盤									豊浦標準砂		
				埋戻土	第四系 (液状化検討対象層)										
					f1	du	Ag2	As	Ag1	D2s-3	D2g-3	D2g-2		D1g-1	
物理特性	密度 <u>() は地下水位以浅</u>	ρ	g/cm ³	1.98 (1.82)	1.98 (1.82)	2.01 (1.89)	1.74	2.01 (1.89)	1.92	2.15 (2.11)	2.15	2.01 (1.89)	1.958		
	間隙比	e	—	0.75	0.75	0.67	1.2	0.67	0.79	0.43	0.43	0.67	0.702		
変形特性	ポアソン比	ν_{CD}	—	0.26	0.26	0.25	0.26	0.25	0.19	0.26	0.26	0.25	0.333		
	基準平均有効主応力 <u>() は地下水位以浅</u>	σ'_{ma}	kN/m ²	358 (312)	358 (312)	497 (299)	378	814 (814)	966	1167 (1167)	1167	1695 (1710)	12.6		
	基準初期せん断剛性 <u>() は地下水位以浅</u>	G_{ma}	kN/m ²	253529 (220739)	253529 (220739)	278087 (167137)	143284	392073 (392073)	650611	1362035 (1362035)	1362035	947946 (956776)	18975		
	最大履歴減衰率	h_{max}	—	0.220	0.220	0.233	0.216	0.221	0.192	0.130	0.130	0.233	0.287		
強度特性	粘着力	C_{CD}	N/mm ²	0	0	0	0.012	0	0.01	0	0	0	0		
	内部摩擦角	ϕ_{CD}	度	37.3	37.3	37.4	41	37.4	35.8	44.4	44.4	37.4	30		
液状化特性	液状化パラメータ	ϕ_p	—	34.8	34.8	34.9	38.3	34.9	33.4	41.4	41.4	34.9	28		
	液状化パラメータ	S_1	—	0.047	0.047	0.028	0.046	0.029	0.048	0.030	0.030	0.020	0.005		
	液状化パラメータ	W_1	—	6.5	6.5	56.5	6.9	51.6	17.6	45.2	45.2	10.5	5.06		
	液状化パラメータ	P_1	—	1.26	1.26	9.00	1.00	12.00	4.80	8.00	8.00	7.00	0.57		
	液状化パラメータ	P_2	—	0.80	0.80	0.60	0.75	0.60	0.96	0.60	0.60	0.50	0.80		
液状化パラメータ	C_1	—	2.00	2.00	3.40	2.27	3.35	3.15	3.82	3.82	2.83	1.44			

第3-3表 (2) 有効応力解析に用いる解析用物性値 (非液状化層)

パラメータ				原地盤					Km
				第四系 (非液状化層)					
				Ac	D2c-3	D2c-2	lm	D1c-1	
物理特性	密度 <u>() は地下水位以浅</u>	ρ	g/cm ²	1.65	1.77	1.77	1.47 (1.43)	1.77	1.72-1.03×10 ⁻⁴ ・z
	間隙比	e	—	1.59	1.09	1.09	2.8	1.09	1.16
変形特性	ポアソン比	ν_{CD}	—	0.10	0.22	0.22	0.14	0.22	0.16+0.00025・z
	基準平均有効主応力 <u>() は地下水位以浅</u>	σ'_{ma}	kN/m ²	480	696	696	(223)	696	第3-1表の動的変形特性に基づきz (標高) 毎に物性値を設定
	基準初期せん断剛性 <u>() は地下水位以浅</u>	G_{ma}	kN/m ²	121829	285223	285223	(35783)	285223	
	最大履歴減衰率	h_{max}	—	0.200	0.186	0.186	0.151	0.186	
強度特性	粘着力	C_{CD}	N/mm ²	0.025	0.026	0.026	0.042	0.026	0.358-0.00603・z
	内部摩擦角	ϕ_{CD}	度	29.1	35.6	35.6	27.3	35.6	23.2+0.0990・z

z : 標高 (m)

第3-4表 (1) 有効応力解析に用いる解析用物性値の設定根拠 (液状化検討対象層)

パラメータ				原地盤							豊浦標準砂											
				埋戻土	第四系 (液状化検討対象層)																	
				f1	du	Ag2	As	Ag1	D2s-3	D2g-3		D2g-2	D1g-1									
物理特性	密度	ρ	g/cm ³	du層で代用	室内物理試験	室内物理試験	室内物理試験	Ag2層で代用	室内物理試験	室内物理試験	Ag2層で代用	文献*1より										
	間隙比	e	-		三軸圧縮試験 (CD)	三軸圧縮試験 (CD)	三軸圧縮試験 (CD)	Ag2層で代用	三軸圧縮試験 (CD)	三軸圧縮試験 (CD)		Ag2層で代用	文献*2より									
変形特性	ポアソン比	ν_{CD}	-		第3-1表の動的変形特性に基づき設定	第3-1表の動的変形特性に基づき設定	第3-1表の動的変形特性に基づき設定	第3-1表の動的変形特性に基づき設定	第3-1表の動的変形特性に基づき設定	第3-1表の動的変形特性に基づき設定	D2g-3層で代用	第3-1表の動的変形特性に基づき設定	文献*1より引用した動的変形特性に基づき設定									
	基準平均有効主応力	σ'_{ma}	kN/m ²		三軸圧縮試験 (CD)	三軸圧縮試験 (CD)	三軸圧縮試験 (CD)	Ag2層で代用	三軸圧縮試験 (CD)	三軸圧縮試験 (CD)		Ag2層で代用	文献*1より									
	基準初期せん断剛性	G_{sa}	kN/m ²									Ag2層で代用	文献*1より									
	最大履歴減衰率	h_{max}	-									Ag2層で代用	文献*1より									
強度特性	粘着力	C_{CD}	N/mm ²		三軸圧縮試験 (CD)	三軸圧縮試験 (CD)	三軸圧縮試験 (CD)	Ag2層で代用	三軸圧縮試験 (CD)	三軸圧縮試験 (CD)	Ag2層で代用	文献*1より										
	内部摩擦角	ϕ_{CD}	度		液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	Ag2層の液状化強度試験結果を代用した要素シミュレーション	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	文献*2より引用した液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション									
液状化特性	液状化パラメータ	ϕ_p	-											液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	Ag2層の液状化強度試験結果を代用した要素シミュレーション	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	文献*2より引用した液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション
	液状化パラメータ	S_L	-																			
	液状化パラメータ	W_L	-																			
	液状化パラメータ	P_L	-																			
	液状化パラメータ	P_2	-																			
液状化パラメータ	C_L	-																				

注記 *1 : 二方向同時加振による液状化実験 (第28回土質工学会発表会 藤川他, 1993)

*2 : CYCLIC UNDRAINED TRIAXIAL STRENGTH OF SAND BY A COOPERATIVE TEST PROGRAM[Soils and Foundations, JSSMFE. 26-3. (1986)]

第3-4表 (2) 有効応力解析に用いる解析用物性値の設定根拠 (非液状化層)

パラメータ				原地盤				
				第四系 (非液状化層)				新第三系
				Ac	D2c-3	D2c-2	lm	D1c-1
物理特性	密度	ρ	g/cm ³	室内物理試験	室内物理試験	室内物理試験	室内物理試験	室内物理試験
	間隙比	e	-					
変形特性	ポアソン比	ν_{CD}	-	三軸圧縮試験 (CD)	三軸圧縮試験 (CD)	D2c-3層で代用	三軸圧縮試験 (CD)	第3-1表の動的変形特性に基づきz (標高) 依存物性として設定
	基準平均有効主応力	σ'_{ma}	kN/m ²	第3-1表の動的変形特性に基づき設定	第3-1表の動的変形特性に基づき設定			
	基準初期せん断剛性	G_{sa}	kN/m ²					
	最大履歴減衰率	h_{max}	-					
強度特性	粘着力	C_{CD}	N/mm ²	三軸圧縮試験 (CD)	三軸圧縮試験 (CD)	三軸圧縮試験 (CD)	三軸圧縮試験 (CD)	
	内部摩擦角	ϕ_{CD}	度					

3.3 その他の解析用物性値

その他の解析用物性値として、人工岩盤及び地盤改良体（セメント改良）の解析用物性値を第3-5表～第3-6表に、その設定根拠を第3-7表～第3-8表に示す。人工岩盤については、「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（（社）土木学会，2002年制定）」等に基づき、第3-5表の通り解析用物性値を設定する。

地盤改良体（セメント改良）については、既設改良体又は既設改良体を模擬した再構成試料による試験結果及び文献（地盤工学への物理探査技術の適用と事例（社団法人地盤工学会，2001年），わかりやすい土木技術ジェットグラウト工法（鹿島出版社 柴崎他，1983年））等を参考に第3-6表の通り解析用物性値を設定する。

なお、上記物性値とは別に、施設設置位置にて地盤改良試験施工を実施した上で、その供試体を用いた試験により当該施設設置位置の物性値を設定する場合がある。

第3-5表 人工岩盤の解析用物性値

	単位体積重量 (kN/m ³)	ポアソン比	せん断剛性 (N/mm ²)	減衰定数	ヤング係数 (kN/mm ²)
人工岩盤 (新設) (f' ck = 18 N/mm ²)	23.0	0.20	9170*1	0.05	22.0
人工岩盤 (既設) (f' ck = 13.7 N/mm ²)	23.0	0.20	7830*1	0.05	18.8

注記 *1: 人工岩盤のせん断剛性は以下の式から算出する。

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}, E: \text{ヤング係数}, \nu: \text{ポアソン比}$$

第3-6表 地盤改良体 (セメント改良) の解析用物性値

項目		地盤改良体 (セメント改良)	
		一軸圧縮強度 (≦8.5N/mm ² の場合)	一軸圧縮強度 (>8.5N/mm ² の場合)
物理特性	密度 ρ_t (g/cm ³)	改良対象の原地盤の平均密度 × 1.1	
	静弾性係数 (N/mm ²)	581	2159
静的変形特性	静ポアソン比 ν_s	0.260	
	初期せん断剛性 G_0 (N/mm ²)	$G_0 = \rho_t / 1000 \times V_s^2$ $V_s = 147.6 \times q_u^{0.417}$ (m/s) q_u : 一軸圧縮強度 (kgf/cm ²)	
動的変形特性	動ポアソン比 ν_d	0.431	
	動せん断弾性係数のひずみ依存性 $G/G_0 \sim \gamma$	$G/G_0 = \frac{1}{1 + \gamma / 0.000537}$ γ : せん断ひずみ (-)	$G/G_0 = \frac{1}{1 + \gamma / 0.001560}$ γ : せん断ひずみ (-)
	減衰定数 $h \sim \gamma$	$h = 0.152 \frac{\gamma / 0.000537}{1 + \gamma / 0.000537}$ γ : せん断ひずみ (-)	$h = 0.178 \frac{\gamma / 0.001560}{1 + \gamma / 0.001560}$ γ : せん断ひずみ (-)
	粘着力 C (N/mm ²)	$C = q_u / 2$ q_u : 一軸圧縮強度 (N/mm ²)	
強度特性	ピーク強度 C_u (N/mm ²)	1.44 P + 1.76 P: 圧密圧力 (N/mm ²)	1.60 P + 7.80 P: 圧密圧力 (N/mm ²)
	残留強度 τ_0 (N/mm ²)	1.44 P + 0.808 P: 圧密圧力 (N/mm ²)	1.60 P + 2.05 P: 圧密圧力 (N/mm ²)

第3-7表 人工岩盤の解析用物性値の設定根拠

	単位体積重量	ポアソン比	せん断剛性	減衰定数	ヤング係数
人工岩盤（新設） ($f'_{ck} = 18 \text{ N/mm}^2$)	慣用値*1	慣用値*1	ヤング係数と ポアソン比 より算出	慣用値	慣用値*1
人工岩盤（既設） ($f'_{ck} = 13.7 \text{ N/mm}^2$)	慣用値*2	慣用値*2	ヤング係数と ポアソン比 より算出	慣用値	慣用値*2

注記 *1: コンクリート標準示方書 構造性能照査編 ((社) 土木学会, 2002)
*2: 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会, 2005)

第3-8表 地盤改良体（セメント改良）の解析用物性値の設定根拠

項目		設定根拠
物理特性	密度 $\rho_t (\text{g/cm}^3)$	既設改良体のコアによる密度試験に基づき係数 ($\times 1.1$) を設定
静的変形特性	静弾性係数 (N/mm^2)	既設改良体を模擬した再構成試料による一軸圧縮試験に基づき設定
	静ポアソン比 ν_s	文献*1より設定
動的変形特性	初期せん断剛性 $G_0 (\text{N/mm}^2)$	文献*2より「一軸圧縮強度 q_u ～せん断波速度 V_s 」の関係式を引用し設定
	動ポアソン比 ν_d	既設改良体のPS検層に基づき設定
	動せん断弾性係数のひずみ依存性 $G/G_0 \sim \gamma$	既設改良体を模擬した再構成試料による動的変形試験に基づき、H-Dモデルにて設定
	減衰定数 $h \sim \gamma$	既設改良体を模擬した再構成試料による動的変形試験に基づき、H-Dモデルにて設定
強度特性	粘着力 $C (\text{N/mm}^2)$	一軸圧縮強度 q_u と粘着力 C の関係に基づき設定
	ピーク強度 $C_u (\text{N/mm}^2)$	既設改良体を模擬した再構成試料による三軸圧縮試験 (CU条件) に基づき設定
	残留強度 $\tau_0 (\text{N/mm}^2)$	

注記 *1: 建築基礎のための地盤改良設計指針案 ((社) 日本建築学会, 2006)
*2: 地盤工学への物理探査技術の適用と事例 ((社) 地盤工学会, 2001),
わかりやすい土木技術 ジェットグラウト工法 (鹿島出版社 柴崎他, 1983)

4. 極限支持力

極限支持力は、道路橋示方書の支持力算定式等に基づき、対象施設の岩盤の室内試験結果（せん断強度）等より設定する。

4.1 直接基礎の支持力算定式

道路橋示方書による直接基礎の支持力算定式を以下に示す。

- ・極限支持力算定式（直接基礎）

$$q_d = \alpha c N_c + \frac{1}{2} \beta \gamma_1 B N_\gamma + \gamma_2 D_f N_q$$

q_d : 基礎底面地盤の極限支持力度 (kN/m^2)

c : 基礎底面より下にある地盤の粘着力 (kN/m^2)

γ_1 : 基礎底面より下にある地盤の単位体積重量 (kN/m^3)
ただし、地下水位以下では水中単位体積重量とする。

γ_2 : 基礎底面より上にある周辺地盤の単位体積重量 (kN/m^3)
ただし、地下水位以下では水中単位体積重量とする。

α, β : 基礎底面の形状係数

B : 基礎幅 (m)

D_f : 基礎の有効根入れ深さ (m)

N_c, N_q, N_γ : 支持力係数

4.2 杭基礎の支持力算定式

道路橋示方書による杭基礎における各工法の支持力算定式を以下に示す。豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した耐震設計を行う場合は、第四系の杭周面摩擦力を支持力として考慮せず、杭先端の支持岩盤への接地圧に対する支持力評価を行うことを基本とする。ただし、杭を根入れした岩盤及び岩着している地盤改良体とその上方の非液状化層が連続している場合は、杭周面摩擦力を支持力として考慮する場合がある。

- ・極限支持力算定式（杭基礎[中掘り工法]）

$$R_u = q_d A + U \sum L_i f_i$$

R_u : 地盤から決まる杭の極限支持力 (kN)

q_d : 杭先端における単位面積あたりの極限支持力度 (kN/m^2)

$$q_d = 3 \cdot q_u$$

q_u : 支持岩盤の一軸圧縮強度 (kN/m^2)

A : 杭先端面積 (m^2)

U : 杭の周長 (m)

L_i : 周面摩擦力を考慮する層の層厚 (m)

f_i : 周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度 (kN/m^2)

- ・ 極限支持力算定式（杭基礎[打込み工法]）

$$R_u = P_u + U \sum L_i f_i$$

R_u : 地盤から決まる杭の極限支持力 (kN)

P_u : 杭先端における単位面積あたりの極限支持力度 (kN/m²)

$$P_u = 440 \cdot q_u^{1/2} \cdot A_t^{2/5} \cdot A_i^{1/3}$$

q_u : 支持岩盤の一軸圧縮強度 (kN/m²)

A_t : 鋼管杭の先端純断面積 (m²)

A_i : 鋼管杭の先端閉塞面積 (m²)

A : 鋼管杭の先端面積 (m²)

U : 杭の周長 (m)

L_i : 周面摩擦力を考慮する層の層厚 (m)

f_i : 周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度 (kN/m²)

4.3 地中連続壁基礎の支持力算定式

道路橋示方書による地中連続壁基礎における支持力算定式を以下に示す。

- ・ 極限支持力算定式（地中連続壁基礎）

$$R_u = q_d A$$

R_u : 基礎底面地盤の極限支持力 (kN)

q_d : 基礎底面地盤の極限支持力度 (kN/m²)

$$q_d = 3 \cdot q_u$$

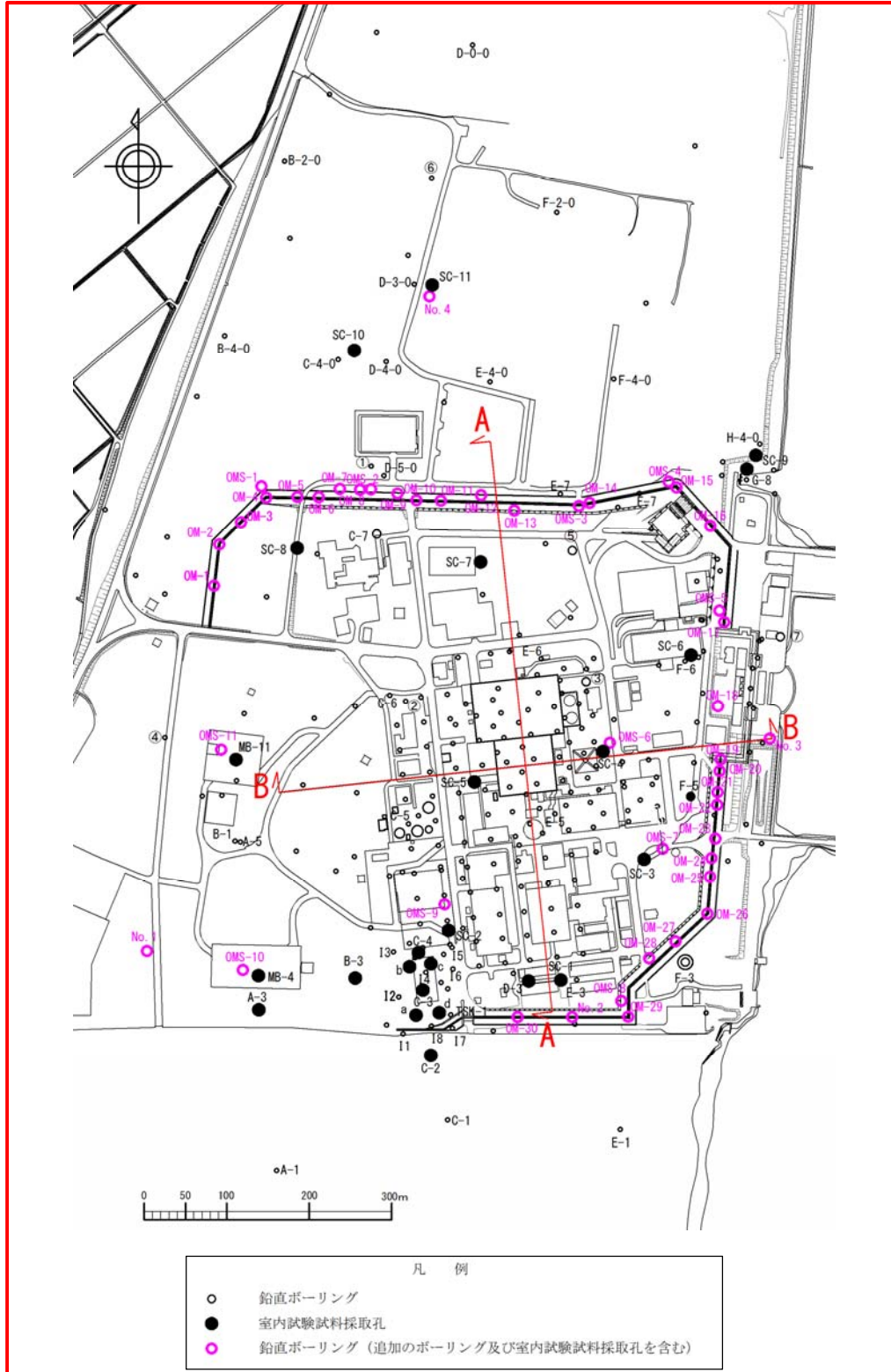
q_u : 支持岩盤の一軸圧縮強度 (kN/m²)

A : 基礎の底面積（内部土は含まない） (m²)

5. 地質断面図

地震応答解析に用いる地質断面図は、評価対象地点近傍のボーリング調査等の結果に基づき、岩盤、堆積物及び埋戻土の分布を設定し作成する。第5-1図に敷地内で実施したボーリング調査位置図を示す。

代表例として、第5-1図に示す断面位置の地質断面図を第5-2図及び第5-3図に示す。



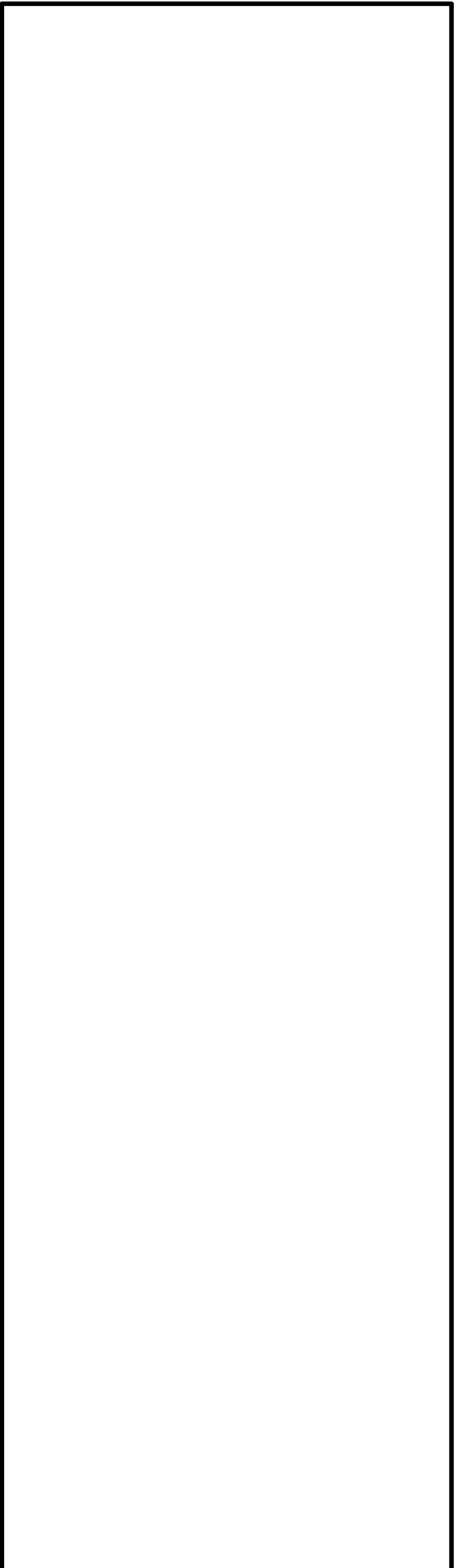
第5-1図 ボーリング調査位置図

地質構成表

地質時代	地質区分	記号	岩相
第 三 紀	砂丘砂層	du	砂
		Ag2	砂礫
	沖積層 al	Ac	粘土
		As	砂
		Ag1	砂礫
第 四 紀	D2	D2c-3	シルト
		D2s-3	砂
		D2s-3	砂礫
	段丘堆積物	D2s-2	シルト
		D2s-2	砂礫
第 四 紀	D1	lm	ローム
		D1c-1	シルト
	久米層	D1s-1	砂礫
		Nm	砂質泥岩

不整合

※川は埋戻土



第 5-2 図 地質断面図 (A-A 断面)

地質構成表

地質時代	地質区分	記号	岩相
新 世	沖積層	di	砂
		Ag2	砂礫
新 世	沖積層	Ac	粘土
		As	砂
		Ag1	砂礫
		D2c-3	シルト
四 世	沖積層	D2s-3	砂
		D2r-3	砂礫
		D2c-2	シルト
新 世	段丘層積物	D2r-2	砂礫
		Ie	ローム
		D1c-1	シルト
		D1r-1	砂礫
第三紀更新世	久米層	Ma	砂質泥岩

~~~~~ 不整合 ~~~~~

※引は埋戻土



第 5-3 図 地質断面図 (B-B 断面)

6. 地盤の速度構造

6.1 入力地震動策定に用いる地下構造モデル

入力地震動の策定に用いる地下構造モデルについては、重要施設設置位置の地層構成に基づき、解放基盤表面 (EL. -370 m) から解析モデル入力位置までをモデル化する。地下構造モデルの概要を第 6-1 表に示す。

第 6-1 表 入力地震動の策定に用いる地下構造モデル

| 地層                                      | 新第三系<br>(Km層)                                                             | 基盤                 |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 標高                                      | 解析モデル入力位置 ~ EL. -370 m                                                    | EL. -370 m以深       |
| P波速度 $V_p$<br>(m/s)                     | $V_p = V_s \sqrt{\frac{2(1 - \nu_d)}{1 - 2\nu_d}}$                        | 1988<br>(z=-370m)  |
| S波速度 $V_s$<br>(m/s)                     | $V_s = 433 - 0.771 \cdot z$<br>z : 標高 (m)                                 | 718<br>(z=-370m)   |
| 動ポアソン比 $\nu_d$                          | $\nu_d = 0.463 + 1.03 \times 10^{-4} \cdot z$<br>z : 標高 (m)               | 0.425<br>(z=-370m) |
| 密度 $\rho$<br>(g/cm <sup>3</sup> )       | $\rho = 1.72 - 1.03 \times 10^{-4} \cdot z$<br>z : 標高 (m)                 | 1.76<br>(z=-370m)  |
| せん断剛性の<br>ひずみ依存性<br>$G/G_0 \sim \gamma$ | $\frac{1}{1 + 107 \gamma^{0.824}}$<br>$\gamma$ : せん断ひずみ (-)               | —                  |
| 減衰定数<br>$h \sim \gamma$                 | $\frac{\gamma}{(4.41 \gamma + 0.0494)} + 0.0184$<br>$\gamma$ : せん断ひずみ (-) | 0.03               |

6.2 地震応答解析に用いる浅部地盤の解析モデル

「5. 地質断面図 第5-1図」に示すボーリング孔を利用して実施したPS 検層の結果に基づく地層ごとのせん断波速度  $V_s$  及び粗密波速度  $V_p$  を第6-2表に示す。

地震応答解析に用いる浅部地盤の解析モデルの作成に当たっては、「5. 地質断面図」において作成した地質図を基に、浅部地盤の速度構造を適切に反映できる深度までモデル化する。

第6-2表 PS 検層結果

| 地層     |        |     | 平均値                 |                      | 平均有効主応力依存式<br>$V_s = A \times (\sigma'_m)^{0.25}$ |
|--------|--------|-----|---------------------|----------------------|---------------------------------------------------|
|        |        |     | $V_s$<br>(m/s)      | $V_p$<br>(m/s)       | 係数A                                               |
| 第四系    | du層    | 不飽和 | 210                 | 482                  | 82.8598                                           |
|        |        | 飽和  |                     | 1850                 | 82.2410                                           |
|        | Ag2層   | 不飽和 | 240                 | 446                  | 71.5266                                           |
|        |        | 飽和  |                     | 1801                 | 78.7716                                           |
|        | Ac層    | 飽和  | $163-1.54 \cdot z$  | $1240-1.93 \cdot z$  | 58.0616                                           |
|        | As層    | 飽和  | $211-1.19 \cdot z$  | $1360-1.78 \cdot z$  | 65.1014                                           |
|        | Ag1層   | 飽和  | 350                 | 1950                 | 82.6980                                           |
|        | D2c-3層 | 飽和  | 270                 | 1770                 | 78.1556                                           |
|        | D2s-3層 | 飽和  | 360                 | 1400                 | 104.4247                                          |
|        | D2g-3層 | 飽和  | 500                 | 1879                 | 136.1685                                          |
|        | lm層    | 不飽和 | 130                 | 1160                 | 40.9503                                           |
|        | D1c-1層 | 飽和  | 280                 | 1730                 | —                                                 |
| D1g-1層 | 不飽和    | 390 | 903                 | 110.6364             |                                                   |
|        | 飽和     |     | 1757                | 107.0330             |                                                   |
| 新第三系   | Km層    | 飽和  | $433-0.771 \cdot z$ | $1650-0.910 \cdot z$ | —                                                 |

$z$  : 標高 (m)  
 $\sigma'_m$  : 平均有効主応力 (kN/m<sup>2</sup>)  
 A : 最小二乗法の回帰係数