

有明粘土および灰土の動的変形・強度特性

九州工業大学工学部 正会員 ○永瀬英生
九州工業大学工学部 正会員 廣岡明彦
九州工業大学大学院 学生会員 栗屋宜典
九州工業大学工学部 学生 齋藤誠一

1. はじめに

1995年兵庫県南部地震以降、全国的に地震対策に強い関心が寄せられ、地震発生頻度が比較的低いと思われてきた九州地方においても、それに関する検討が続けられている。このような検討を行う上では、九州の地域特性を十分に考慮することが重要であろう。そこで本研究では、地盤の地域特性に着目し、九州の特殊土である有明粘土と灰土の動的変形・強度特性を調べてみたので以下に報告したい。

2. 実験方法

実験に用いた試料は、有明粘土（佐賀県福富町）と灰土（熊本県植木町）である。これらは共に不攪乱試料であるが、前者はシンウォールサンプラーを用いてボーリング孔より採られたもので、後者はブロックサンプリングで採られたものである。表1には動的変形試験に用いた試料の物理的性質を示す。粒度試験の結果によると、有明粘土は砂分2.7%、シルト分46.8%、粘土分50.5%、灰土は砂分 25.0%、シルト分39.4%、粘土分35.6%でそれぞれ構成されている。この灰土は、日本統一分類法によれば低塑性シルトに分類される。

表1 変形試験に用いた試料の物理的性質

試料名	有明粘土		灰土	
	ARI1	ARI2	HF2	HF6
比重 G_s	2.509	2.609	2.642	2.624
自然含水比 $w(\%)$	94.1	112.5	65.5	61.2
液性限界 $w_L(\%)$	103.99	116.93	60.06	65.20
塑性限界 $w_p(\%)$	44.00	44.44	43.90	41.20
塑性指数 $I_p(\%)$	59.99	72.49	16.16	24.00
湿潤単位体積重量 $\gamma_t(g/cm^3)$	1.450	1.409	1.602	1.623
乾燥単位体積重量 $\gamma_d(g/cm^3)$	0.747	0.663	0.968	1.007
深度(m)	11~11.85	7~7.85		

供試体は、外径7cm、内径3cm、高さ7cmの中空円筒形である。圧密は $K_0=0.5$ の異方圧密で行い、圧密時間は3t法に従って決定した。ただしHF2 の試験では、3t法で決まる一次圧密終了までの時間よりさらに半日だけ圧密時間を長くし、その影響も検討した。

動的変形・強度試験は、繰返し中空ねじりせん断試験装置を用いて、ステージ载荷により行った。変形試験では、载荷速度0.1Hzの正弦波荷重を用い、1ステージに11サイクルの繰返し载荷を行った。これによるせん断弾性定数 G 、減衰定数 h は各ステージの10サイクル目のヒステリシスループより求めた。また動的強度試験では、排水状態で初期せん断応力 τ_0 を与えた後、载荷速度0.5Hzの正弦波荷重を用いて、1ステージに20サイクルの繰返し载荷を行った。なお、動的強度比を求めるため静的試験も実施した。

3. 実験結果および考察

図1は動的変形試験で得られたせん断弾性定数 G ・減衰定数 h ~せん断ひずみ γ 関係を示したものである。せん断弾性定数 G は灰土の方が有明粘土に比べてかなり大きくなっているが、減衰定数 h は両者同程度の値を示している。また、灰土のせん断弾性定数 G は平均有効拘束圧 σ'_p の小さい方が大きな値を示している。これは、前述のとおり圧密時間を一次圧密終了時までより半日長くしたためと考えられる。

図2、3には、せん断ひずみ $\gamma=10^{-5}$ でのせん断弾性定数 G の値を G_0 とし、図1に示したデータを用いて G を G_0 で除した値、 G/G_0 とせん断ひずみ γ の関係

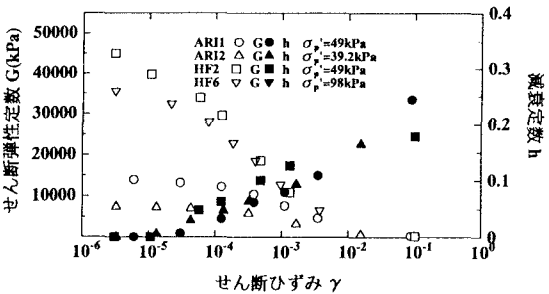


図1 G-h- γ 曲線

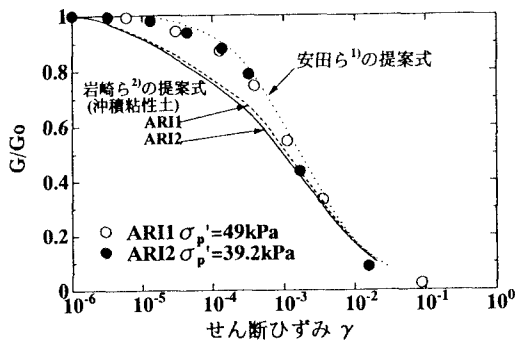


図2 G/G_0 - γ 曲線 (有明粘土)

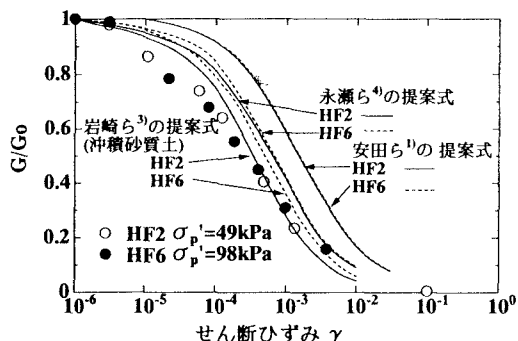


図3 G/G_0 - γ 曲線 (灰土)

を示している。図2は有明粘土、図3は灰土のそれぞれのデータによって得られた結果である。また、これらの図にはいくつかの提案された推定式による $G/G_0 \sim \gamma$ 曲線も示してある。図2の結果によると、有明粘土のデータは拘束圧の影響を受けず一本の曲線上にプロットされており、さらに安田らの提案式による値にかなりよく一致していることが分かる。図3に示した灰土の場合も拘束圧または圧密時間の影響を受けず一本の曲線で表されており、岩崎らの沖積砂質土に対する式や永瀬らの式と比較的良好一致が見られる。ただし、永瀬らの式は安田らの式に塑性指数の影響を取り入れたものである。図4は減衰定数 $h \sim$ せん断ひずみ γ 関係を提案式による値と比較したものである。これより、試験結果は岩崎らの沖積粘性土に対する式や安田または永瀬らの式による値と比較的良好一致していることが分かる。

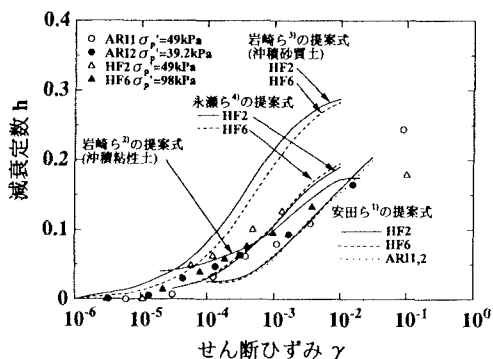


図4 h - γ 曲線

図5には動的強度試験による動的強度比と初期せん断応力比の関係を示している。図中には安田らの繰返し三軸試験結果も示してある。ここに、 τ_{df} 、 σ_{df} は破壊時のせん断応力、軸差応力で、 τ_f 、 σ_f は別個に求めた静的载荷条件でのそれぞれの破壊応力である。有明粘土の動的強度比はここに示す他の特殊土に比べかなり大きくなっている。また、灰土の動的強度比は黒ぼくや関東ロームとほぼ同一の値を示している。

4. まとめ

有明粘土および灰土の不攪乱試料を用いて動的変形試験を行ったところ、せん断弾性定数 G ・減衰定数 $h \sim$ せん断ひずみ γ 関係は過去に提案された式による推定値と比較的良好一致を見た。

<参考文献>

- 1) 安田進・他：種々の不攪乱土における動的変形特性、第20回土質工学研究発表会発表講演集、pp.539～542。
- 2) 岩崎敏男・他：沖積粘性土の動的変形・強度特性について、第15回土質工学研究発表会発表講演集、pp.625～628。
- 3) 岩崎敏男・他：砂のせん断変形係数と減衰の歪依存性について、第12回土質工学研究発表会発表講演集、pp.417～420。
- 4) 永瀬英生・他：平均粒径および塑性指数を考慮した地盤の動的変形特性の推定、第31回地盤工学研究発表会発表講演集、pp.1017～1018。
- 5) 安田進・他：三種類の火山灰土の動的強度特性、第26回土質工学研究発表会発表講演集、pp.835～836。

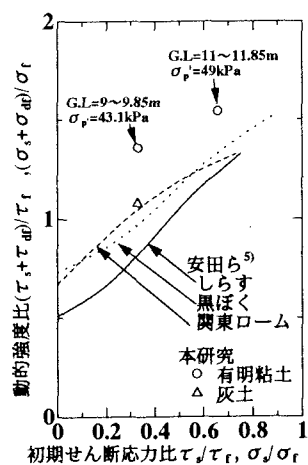


図5 動的強度特性 (有明粘土・灰土)