

ブロックサンプリングで採取した赤ぼくおよび黒ぼくの動的変形・強度特性

九州工業大学工学部 学生会員 ○守真武弘

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 清水恵助

九州工業大学大学院 学生会員 宮下義幸

1. まえがき

著者らは、これまで地盤の地域特性に着目した地震対策を念頭において、九州における数種類の特種土の動的変形・強度特性を実験的に調べてきた¹⁾。その結果、動的変形特性は、土の特殊性により、提案式と一致する場合と一致しない場合が生じることが明らかになった。土の特殊性を明確にするためには、このような研究をさらに継続し、それに関し包括的な議論を行うことが必要であると考えられる。そこで本研究では、九州の特種土である赤ぼくおよび黒ぼくの動的変形・強度特性を調べたので、以下に報告する。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は、熊本県大津町にてブロックサンプリングにより採取した赤ぼく・黒ぼくの不攪乱試料である。表1にそれぞれの物理的性質を示す。粒度試験によると、赤ぼくは砂分21.8%、シルト分64.0%、粘土分14.2%で、黒ぼくは砂分10.0%、シルト分85.8%、粘土分4.2%で構成されている。日本統一分類法によるとこれらはともに火山灰質粘性土に分類される。実験は中空ねじりせん断試験装置を用いて行った。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 $K_0=0.5$ の異方圧密とし、圧密時間は3t法に従って決定した。

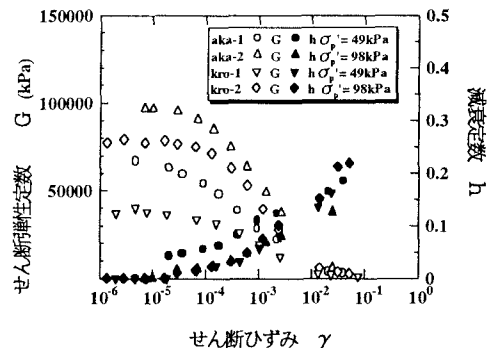
動的変形試験では、載荷速度0.1Hzの正弦波荷重を用い、1ステージに11サイクルの繰返し載荷を行い、せん断弾性定数 G 、減衰定数 h を各ステージの10サイクル目のヒステリシスループより求めた。また、動的強度試験では、排水状態で初期せん断応力 τ_0 を与えた後、載荷速度0.5Hzの正弦波荷重を用いて1ステージに20サイクルの繰返し載荷を行った。なお、動的強度比を求めるため、静的強度試験も行った。

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 は有効拘束圧 σ_p' が大きい方が、赤ぼく、黒ぼくともに大きい値を示している。また、減衰定数 h ～せん断ひずみ γ 関係を見ると、黒ぼくの場合、有効拘束圧 σ_p' の影響はあまり見られないが、赤ぼくの場合は有効拘束圧 σ_p' の影響が見られ、 σ_p' の値によって異なっている。図2、3には、せん断ひずみ $\gamma=10^{-1}$ でのせん断弾性定数 G の値を G_0 とし、 G/G_0 とせん断ひずみ γ の関係を示す。図2は赤ぼく、図3は黒ぼくのデータより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式による $G/G_0 \sim \gamma$ 曲線も示している。これらの結果を見ると、赤ぼく・黒ぼくの $G/G_0 \sim \gamma$ 曲線は有

表1 赤ぼく・黒ぼくの物理的性質

試料	赤ぼく		黒ぼく	
	aka-1	aka-2	kro-1	kro-2
湿潤密度 ρ_s [g/cm ³]	1.254	1.260	1.046	1.194
乾燥密度 ρ_d [g/cm ³]	0.618	0.585	0.455	0.564
土粒子の密度 ρ_s [g/cm ³]	2.751	2.801	2.650	2.618
含水比 w	103.1	115.6	129.6	111.7
間隙比 e	3.454	3.791	4.820	3.642
液性限界 w_L [%]	106.30		147.15	
塑性限界 w_p [%]	70.76		97.62	
塑性指数 I_p [%]	35.54		49.53	

図1 $G-h-\gamma$ 曲線

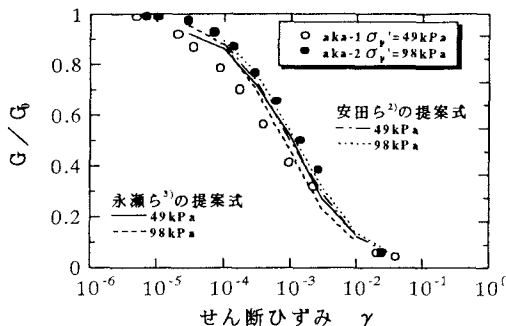


図2 $G/G_0 \sim \gamma$ 曲線 (赤ぼく)

有効拘束圧 σ'_p の影響を受けているが、永瀬らおよび安田らの提案式と比較的よく一致していることが分かる。図4は赤ぼく・黒ぼくの減衰定数 h ~ せん断ひずみ γ 関係を示したものであり、これには永瀬らの提案式も示している。これを見ると、赤ぼくの結果では $\sigma'_p = 49 \text{ kPa}$ のとき提案式と良い一致が見られず、黒ぼくの結果では提案式と良い一致が見られる。

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。また、安田らの繰返し三軸試験結果も示している。 τ_{ef} 、 σ_{ef} は破壊時のせん断応力、軸差応力であり、 τ_f 、 σ_f は個別に求めた静的載荷試験条件での破壊応力である。本研究の黒ぼくの動的強度比は安田らの黒ぼくの結果に比べ、大きい値を示している。また、赤ぼくの動的強度比は黒ぼくの結果より小さい値であることが分かる。これは、赤ぼくがせん断前において比較的硬質であり、繰返しせん断力を受けるとある変形に達して急に破壊するような性質を有しているのに対し、黒ぼくは粘土特有のねばりによって繰返し載荷時に、変形が徐々に進行し破壊に至るような性質を有しているからではないかと考えられる。

4. まとめ

本研究で認められた挙動は以下の通りである。

- ① 赤ぼく・黒ぼくの $G/G_0 \sim \gamma$ 曲線は有効拘束圧 σ'_p の影響を受けたが、提案式と比較的よく一致した。
- ② $h \sim \gamma$ 曲線は、赤ぼくの場合、有効拘束圧 σ'_p の影響を受けたが、黒ぼくの場合はその影響をあまり受けなかった。
- ③ 赤ぼくの動的強度比は黒ぼくの結果に比べ小さい値を示した。

〈参考文献〉

1) 永瀬英生・他(1998)：九州における数種類の特殊土の動的変形・強度

特性、第10回日本地震工学シンポジウム論文集、pp.1439~1444 2) 安田進・他(1985)：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講演集、pp.539~542 3) 永瀬英生・他(1996)：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回土質工学研究発表会講演集、pp.1017~1018

4) 安田進・他(1991)：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講演集、pp.835~836

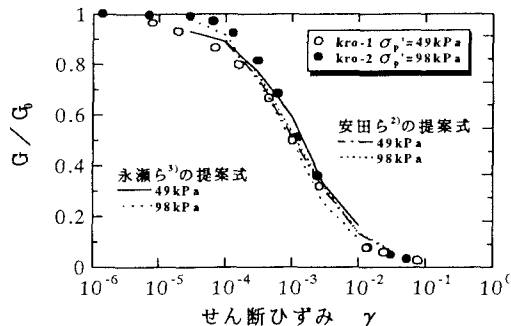


図3 $G/G_0 \sim \gamma$ 曲線 (黒ぼく)

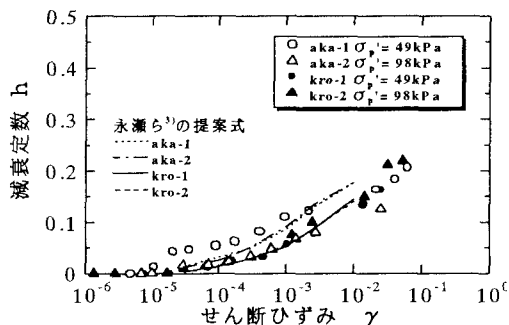


図4 $h \sim \gamma$ 曲線

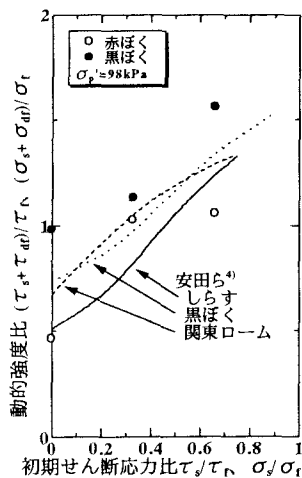


図5 動的強度特性