八戸ロームと高舘ロームの動的変形特性

八戸工業大学	学生会員	○泉谷	勇気	
八戸工業大学大学院	学生会員	野添	重晃	
八戸工業大学	正会員	橋詰	豊・金子	賢治

1. はじめに

八戸地域には十和田湖等の火山活動に起因する火山灰質 粘性土(ローム)が広域かつ厚く堆積しており,地盤の地 震応答を精度良く予測する場合には,これらの動的変形特 性の把握が必要となる.八戸地域の火山灰質粘性土には高 舘ロームや八戸ロームなどがある.これらの基本的特性に ついては諸戸らにより行われた多くの実験結果が蓄積され ている¹⁾が,動的変形特性については,未だ詳細に調べら れていない.

本研究では、振動三軸試験装置を用いて、八戸地域特有 の火山灰質粘性土のうち、層厚・堆積範囲も広く地震時の 応答に大きな影響を与えると考えられる高舘ロームと、層 厚は比較的薄いが練り返すと急激に剛性を失うとされこれ まで多くの問題を発生させてきた八戸ロームの動的変形特 性を把握する.

2. 試料の採取とその物理的性質

一般に八戸ロームは白灰色を呈しており,表層に近い部分 に浅く堆積している.また高舘ロームは灰褐色を呈しており, 八戸ロームの下層に厚く堆積している.本研究では,八戸市 内の同地点から不撹乱状態で採取し実験用試料とした.サン プリングは独自に作成したサンプラー(ϕ 50mm×H15mm) を打ち込むことにより採取し,抜き出したものを上下切断, 整形し ϕ 50mm×H10mmの供試体とした.同時に,サンプ ラー採取後の同層(同深層)でブロックによるサンプリン グも行い,これらを用いて物理試験および一軸圧縮試験を 行った,これらの基本的性質を**表**-1に示す.

3. 実験概要

実験は振動三軸試験機を用い,非排水条件の下で一定振幅 かつ対象な繰り返し荷重を加えて動的変形特性試験を行った. なお,供試体の作成及び繰り返し載荷試験方法は JGS0520 及び JGS0542²⁾に準じた.

本研究で行った実験のケースを表-3に示す.実験は八戸 ローム・高舘ローム共に拘束圧を変えたケースについて行 い,各ケース 3~4 供試体行ったうちの平均的なものを結果 として採用した.八戸ロームの方が比較的浅い部分に堆積 していることを考慮して,小さい拘束圧で実験を行ってい る.さらに,八戸ロームについては,練り返すと急激に剛

Key Words: 動的変形特性,高舘ローム,八戸ローム (〒 031-8501 八戸市大字妙字大開 88-1)

表-1 供試体の基本的性質

項目	八戸ローム	高舘ローム
w~(%)	71.11	76.63
$ ho_s ~({ m g/cm^3})$	2.613	2.688
w_L (%)	47.60	71.60
w_P (%)	33.20	47.40
I_P (%)	14.40	24.40
$q_u ~({\rm kN/m^3})$	70.79	83.85
$E_{50} ({\rm MN/m^3})$	1.294	1.435

表-2実験ケース

項目	ケース	拘束圧(kPa)	周波数 (Hz)
八戸ローム	ケース1	50	0.1
八戸ローム	ケース 2	50	1.0
八戸ローム	ケース 3	100	0.1
八戸ローム	ケース4	100	1.0
高舘ローム	ケース 5	80	0.1
高舘ローム	ケース6	100	0.1
高舘ローム	ケース 7	150	0.1

性を失うことから,載荷可能な最高周波数(1.0Hz)においても実験し,繰り返し周波数の影響についても検討した.

4. 実験結果

まず,周波数 0.1Hz で行った試験の結果得られたせん断 剛性比と減衰定数を $\mathbf{2}$ -1 に示す.ここでは、今津と福武に より導かれたせん断剛性比 G/G_{max} と減衰定数とせん断ひ ずみ γ の実験式³⁾,

$$\frac{G}{G_{max}} = \frac{1}{1+a(\gamma)^b}, \ h = c(\gamma)^d \tag{1}$$

の関数形を用いて実験結果を近似した曲線も実線で示して いる.近似曲線は、今津・福武の実験式を用いて最小二乗法 により係数を決定した.今津・福武が示した係数 a~d のう ち b, d については、粘性土であれば一定の値としている³⁾た め、ここではこれらは一定の値とし、最小二乗法により係 数 a, c を求め図-1 中に示している.なお、せん断ひずみが 大きい範囲においては減衰定数が近似関数から大幅に外れ るため、最小二乗近似の際には考慮しないこととした.ま た、同図には今津と福武により示された粘性土のせん断剛 性比と減衰定数の平均値およびその範囲を示している.今 津・福武は、多くの実験データを集めてその平均値と標準 偏差から動的変形特性の存在範囲を求めている.同図から、 八戸ロームのせん断剛性比は、今津・福武の範囲のほぼ下



図-2 高舘ロームの動的変形特性

限に一致していること、今津・福武の実験式で精度良く近 似できることがわかる.また、拘束圧にはほとんど依存し ていない.減衰定数については、せん断ひずみの振幅が大 きい場合には、今津・福武の提案した存在範囲より大きい. 今回求めた近似曲線でも存在範囲よりも減衰定数が大きい. ただし、本文では、係数 d を固定して c のみを変数として 最小二乗近似を行ったが、近似関数の精度は悪い.今津・福 武の提案した係数 d の値では八戸ロームの減衰定数とせん 断ひずみの関係を精度良く表すことができないと言える.

図-2に高舘ロームの動的変形特性に関する振動三軸試験 結果を示す.図-1と同様に近似曲線と今津・福武の平均値 および存在範囲を表している.図-2より,高舘ロームにつ いても今津・福武の存在範囲の下限に近い結果となってお り,若干の拘束圧に依存していることがわかる.また,今 津・福武の実験式により係数 b を固定しても精度良く近似 できている.減衰定数については,今津・福武の平均値に 近い実験結果となった.近似関数については,若干精度が 低く,係数 d も提案されている係数では精度良く近似でき ないことがわかる.最小二乗法により求めた係数 a, d と今 津・福武の提案する係数を表-3 に示しておく.表中の μ は 平均値, σ は標準偏差である.

表-3近似関数の係数 a~d の値

		a	b	c	d
今津・福武の粘性土	$\mu + \sigma$	381.3	0.79	57.0	0.27
今津・福武の粘性土	μ	179.1	0.79	46.8	0.27
今津・福武の粘性土	$\mu - \sigma$	84.02	0.79	38.5	0.27
ケース1		327.6	0.79	62.6	0.27
ケース 3		365.0	0.79	63.0	0.27
ケース 5		390.2	0.79	44.0	0.27
ケース 6		330.3	0.79	50.0	0.27
ケース7		287.4	0.79	46.0	0.27





図-3 に八戸ロームの周波数による動的変形特性の比較を 示す. 同図より,八戸ロームについて繰返し載荷の周波数 を10 倍にしてせん断剛性比および減衰定数がほとんど変化 しないことがわかる.

5. おわりに

本研究では八戸地域に広く分布する八戸ロームおよび高 舘ロームの不撹乱試料を用いて,繰返し三軸圧縮試験を行っ てその動的変形特性を調べた.また,今津・福武の提案し た粘土の動的変形特性の存在範囲と比較すると共に,実験 結果を今津・福武の実験式で近似した際の近似の精度等に ついて示した.せん断剛性比とせん断ひずみの関係につい ては,両ロームとも今津・福武が示した粘性土の存在範囲 の下限に近い特性を示すこと等がわかった.減衰定数につ いては,八戸ロームは今津・福武の値の範囲には入らない こと,両ロームとも提案されている係数 d の値では近似の 精度がわるいことがわかった.これらの動的変形特性を用 いて八戸地域の地震応答解析を実施するなどが,今後の課 題である.

参考文献

- Y. Moroto: BASIC PROPERTIES OF LOAM SOILS IN AOMORI PREFECTURE, JAPAN, Soils and Foundations, Vol.33(2), pp.35–46, 1993.
- 2) 地盤工学会:地盤材料試験の方法と解説, 2009.
- 3) 吉田望:地盤の地震応答解析, 鹿島出版会, 2010.