

1. はじめに

東海・東南海地震をはじめとする海溝型地震は、太平洋側のプレートが日本列島に沈み込むことで発生する。このため、海溝型地震の発生メカニズムを評価する上では、太平洋側プレートと共に沈み込むプレート上面の海洋堆積物（デコルマ）の物性評価と、その形成過程の解明が重要である。なかでも、デコルマは組織を保持したまま急激な高密度状態にある特異性^{1),2)}を有している。しかしながら、巨大地震に関する研究は類推によるものが多く、プレート境界断層材料を用いた力学試験やその形成メカニズムに関する研究も数少ない。

本稿では、プレート境界断層形成時の基礎的な力学特性を理解する第一歩として、自然堆積粘土を用いて K_0 条件下での静的・動的荷重試験を実施した。また、荷重前後の内部組織の変化を帯磁率異方性（AMS）測定^{3),4)}で評価した。

2. 試験試料

本試験では三重県で採取された自然堆積粘土を使用し、Fig.1 に示す様に直径 50 mm×高さ 20 mm に端面整形した。試料 3T-3 および 3-28, 2B-2 はそれぞれシルト質粘土であり、なかでも試料 3-28 は多くの貝を含んでいた。また各試料の採取深度はそれぞれ、21.0～21.9 m, 28.0～28.9 m, 18.0～19.0 m である。自然堆積粘土の物性値を Table1 に示す。なお、整形後は荷重試験時の荷重を有効応力として作用させるために試料の目標飽和度を 85%前後に設定し、曝露試験を実施した。

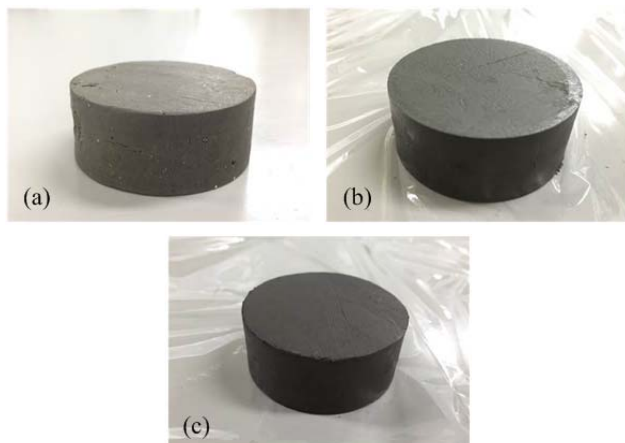


Fig.1 整形後の自然堆積粘土；(a) 3T-3, (b) 3-28, (c) 2B-2

Table1 自然堆積粘土の物理特性

	Unit	Value		
		3T-3	3-28	2B-2
Soil particle density ρ_s	g/cm ³	2.61	2.72	2.67
Wet unit weight γ	kN/m ³	14.6	15.3	15.4
Dry unit weight γ_d	kN/m ³	8.24	9.14	9.45
Moisture content w	%	77.2	67.4	62.7
Degree of saturation S_r	%	95.1	95.7	94.7
Liquid limit w_L	%	100.7	83.1	69.8
Plastic limit w_p	%	52.8	38.9	40.4
Plasticity index I_p	-	47.9	44.1	29.4

3. K_0 動的荷重試験

3.1 試験条件

K_0 動的荷重試験とは、原位置応力状態である K_0 条件下で供試体に動的荷重を作用させる試験を言い、試験には K_0 動的荷重装置⁵⁾を使用した。試験は初期圧密応力荷重時を上端排水とし、動的荷重時は非排水条件で実施した。なお、動的荷重試験と併せて静的荷重が供試体の内部組織に与える影響を検証するために、各試料に対して定ひずみ速度圧密試験（ひずみ速度 0.05%/min, 最大圧密応力 2 MPa）を実施した。 K_0 動的荷重試験の試験条件を Table2 に示す。試験条件は Case A を基本ケースとし、応力振幅と振動回数が塑性変形や試料の内部組織に及ぼす影響を把握するために設けた。

Table2 K_0 動的荷重試験の試験条件

	Case	Consolidation stress (MPa)	Amplitude (MPa)	Frequency (Hz)	Number of vibrations
3T-3	A	1.5	0.5	0.5	1000
3T-3	B	1.5	1	0.5	1000
3T-3	C	1.5	0.5	0.5	3000
3-28	A	1.5	0.5	0.5	1000
3-28	B	1.5	1	0.5	1000
3-28	C	1.5	0.5	0.5	3000
3-28	D	1.5	0.5	0.5	5000
2B-2	A	1.5	0.5	0.5	1000
2B-2	B	1.5	1	0.5	1000
2B-2	C	1.5	0.5	0.5	3000

3.2 試験結果

K_0 動的荷重試験の試験結果を Fig.2 に示す。なお、図中の縦軸は動的荷重開始直前の変位を 0 mm とした鉛直変位の値であり、圧縮を正としている。Fig.2(a) に示す応力振幅依存性（Case A, Case B）に着目すると、応力振幅が大きくなるほど動的荷重中の鉛直変位の増減幅が大きくなり、動的荷重後の塑性変形量も大きく発生している。振動回数依存性（Case A, Case C）に着目すると、振動回数が多いほど塑性変形が大きく発生することが分かった。以上の結果より、動的荷重後の塑性変形は振

動回数より応力振幅に依存すると言える。これらの傾向は試料 3-28 および 2B-2 においても確認できる。

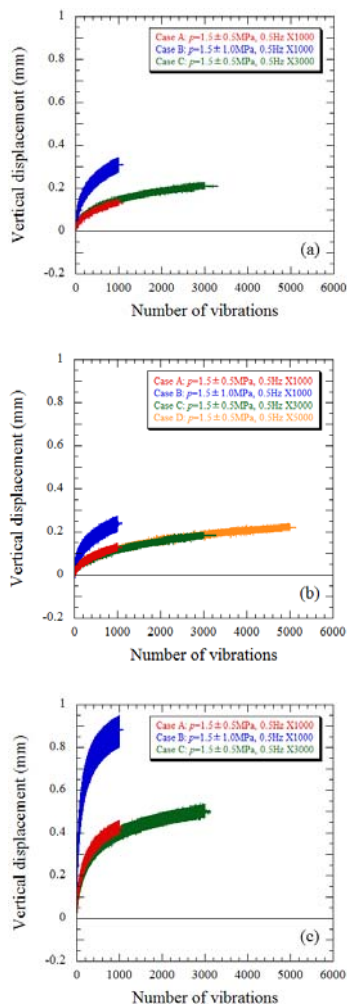


Fig.2 鉛直変位～振動回数関係 ; (a) 3T-3, (b) 3-28, (c) 2B-2

4. AMS 測定による内部組織の評価

載荷試験前後に実施した AMS 測定の結果を Fig.3 に示す。図中の L と F はそれぞれ、粒子の配列状態が線構造あるいは面構造であることを意味し、値の大きさは構造の発達度合いを意味する。Fig.3 より、自然堆積粘土は初期状態で既に若干の面構造が発達している。これは堆積過程で圧密を受けたためである。また、振動回数 1000 回の動的載荷試験と静的載荷試験後の内部組織を比較すると、面構造の発達度合いにほとんど差は無い。一方、振動回数が 1000 回を超える試験ケースに着目すると、面構造の顕著な発達を観察できる。ただし、Fig.3(a)～(c)を比較すると、初期の面構造、および同じ条件で載荷を受けた時の面構造の発達度合いは試料により異なることが分かる。特に、試料 2B-2 においては面構造の発達が試料 3T-3, 3-28 よりも顕著である。

5. 結論

自然堆積粘土は K_0 条件下で動的載荷を受けると塑性

変形を生じ、その内部組織は面構造的に発達する。また、動的載荷後に発生する塑性変形量は振動回数より応力振幅に依存するにも関わらず、面構造の発達度合いは比較的小さいことが判明した。今後は断層材料であるプロトデコルマとデコルマを用いて静的・動的載荷試験を実施し、基礎的な力学特性の把握とその形成メカニズムの解明を目指す。

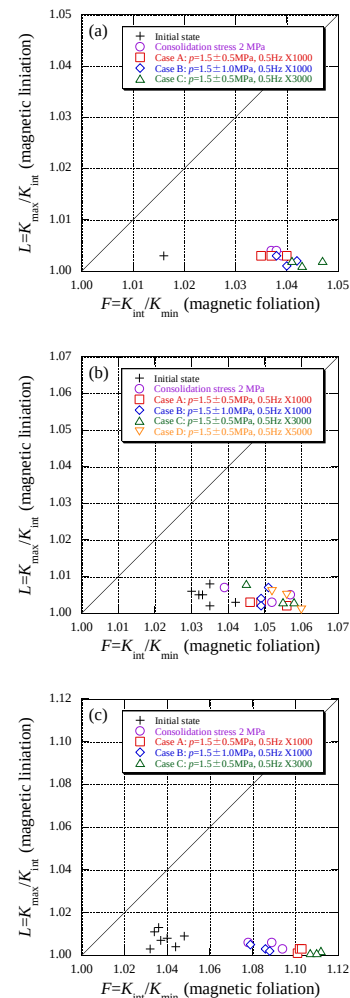


Fig.3 AMS 測定の結果 ; (a) 3T-3, (b) 3-28, (c) 2B-2

参考文献

- 1) Morgan, J. K. et al. (1995): *Journal of Geophysical Research*, 100(B8), 15221-15231.
- 2) Ujiie, K. et al. (2003): *Journal of Geophysical Research*, 108(B8), 2398-1-14.
- 3) Graham, J. W. (1966): *The Earth Beneath the Continents*, American Geophysical Union, 627-648.
- 4) Hrouda, F. (1978): *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 17(2), 89-97.
- 5) Kurimoto, Y. (2015): *The 15th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, Japanese Geotechnical Society Special Publication.