

K₀ 動的載荷を受ける未固結シルト岩の微視的・巨視的挙動

名古屋工業大学 学生会員 ○小枝 幸真, 王 乾, 栗本 悠平
海洋研究開発機構 非会員 山本 由弦, 阪口 秀
名古屋工業大学 正会員 張 鋒

1. はじめに

沈み込み帯におけるプレート境界断層形成時の力学特性を理解することは、海溝型地震発生地帯の形成メカニズムを解明する大きな手がかりになる。なかでも、プレート境界である南海トラフでは、近い将来高確率で巨大地震が発生すると予測されており、その発生メカニズムの解明が切望されている。しかし、これまでの巨大地震に関する研究は遠方観測データや非常に古い地質記録からの類推によるものがほとんどであり、境界断層の力学特性やその形成メカニズムに関する研究は数少なく、室内要素試験や数値実験などの基礎的な研究が求められる。

本稿では、境界断層を形成する岩盤の力学特性を把握する初期段階として、南海トラフ堆積物と物性が近い未固結シルト岩を用いて地震等の動的外力を想定した動的載荷試験を実施し、試験前後における未固結シルト岩の内部組織を観察した。

2. 試験概要

本試験では、約 300 万年前に海溝斜面に堆積し、現在は房総半島に露出する被覆層から採取した未固結シルト岩を使用した。採取後はコアリングを行い、直径 25mm×高さ 20mm に端面整形した。未固結シルト岩の物性値を Table1 に示す。また、動的載荷試験を実施する前に定ひずみ圧密試験（ひずみ速度 0.01%/min, 最大圧密応力 20MPa）を実施した結果、未固結シルト岩の圧密降伏応力は 5~6MPa 程度であることを確認した。

Table1 未固結シルト岩の物性値

	Unit	Value
Soil particle density ρ_s	g/cm ³	2.64
Dry unit weight γ_d	kN/m ³	14.4
Void ratio e	-	0.80
Moisture content w	%	25.9
Degree of saturation S_r	%	85.7

3. K₀ 動的載荷試験および帯磁率異方性測定

3.1 試験条件

K₀ 条件下における動的載荷が未固結シルト岩の力学特性と内部組織に与える影響を把握するために、K₀ 動的載荷試験を実施する。K₀ 動的載荷試験とは、実地盤の応力状態である K₀ 条件下で試料に動的荷重を作用させる試験であり、試験には K₀ 動的載荷装置¹⁾を使用する。試験は初期圧密応力載荷時を上端排水とし、動的載荷時は非排水条件で実施した。また、作用させる荷重を確実に有効応力として与えるために、試験には不飽和状態の未固結シルト岩を用いた。定ひずみ圧密試験から得られた圧密降伏応力を基に設定した K₀ 動的載荷試験の試験条件を Table2 に示す。

Table2 K₀ 動的載荷試験の試験条件

Case	Consolidation stress (MPa)	Stress amplitude (MPa)	Frequency (Hz)	Number of vibrations (times)
A	5	1	0.5	1000
B		2		
C		3		
D		4		
E		1		100
F	10	5		1000
G	15			

3.2 試験結果

K₀ 動的載荷試験における鉛直変位～振動回数関係を Fig.1 に示す。グラフの縦軸は動的載荷開始直前の変位を 0mm としたときの鉛直変位の値であり、圧縮を正としている。Fig.1(a)より、振動回数が多いほど動的載荷後の塑性変形量が大きく発生すると言える。また、Fig.1(a), (b)に着目すると、応力振幅が大きいほど動的載荷中の変位の増減幅が大きく、動的載荷後の塑性変形量も大きくなる傾向が確認できる。さらに Case B と Case D においては、振動回数

650 回前後で金属の疲労破壊に似た現象が確認できる。一方で、初期圧密応力を圧密降伏応力よりも大きく設定した Case F と Case G に着目すると、疲労破壊に似た現象は確認されないため、この現象は未固結シルト岩の構造崩壊のばらつきに起因していると考えられる。言い換えれば、構造を保持した未固結シルト岩が数百回の動的载荷を受けると、構造の崩壊に伴う大変位挙動を示すと言える。

静的・動的载荷試験前後の未固結シルト岩の内部組織を観察するために、堆積過程や様々な応力履歴を受けた地盤材料の内部組織の議論などに応用できる帯磁率異方性測定¹⁾を実施した。 K_0 条件下における静的・動的载荷試験前後の帯磁率異方性測定結果を Table3 に示す。表中の 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、その大きさは構造の発達度合いを表す。なお、 L と F が等しい場合はランダムな粒子配列状態であることを意味する。Table3 より、 K_0 条件下における静的・動的载荷は、未固結シルト岩の内部組織（帯磁率異方性）変化に寄与しないと言える。しかし、今回は試料が初生的にかなり異方的（面構造）であることと、既に圧密変位量が小さいことに起因して帯磁率異方性に変化が生じなかった可能性も否定できない。そこで、今後は圧密量および初期異方性をコントロールできる藤森粘土の練返し試料を用いて、動的载荷が藤森粘土の力学特性や帯磁率異方性に与える影響を再検証していく。

4. 結論

プレート境界断層を形成する岩盤の静・動的挙動などの基礎的な力学特性を把握する初期段階として、未固結シルト岩を用いて K_0 条件下での地震等による動的外力を想定した動的载荷試験を実施し、その力学特性と試験前後における内部組織を観察した。その結果、全試験ケースにおいて未固結シルト岩は動的载荷を受けると塑性変形するにも関わらず、その内部組織に変化は見られないことを確認した。さらに、 K_0 条件下における動的载荷試験では、構造を保持した未固結シルト岩が数百回の動的载荷を受けると、構造崩壊に伴い金属の疲労破壊に似た現象が発生し、急激な大変位挙動を示すことを確認した。

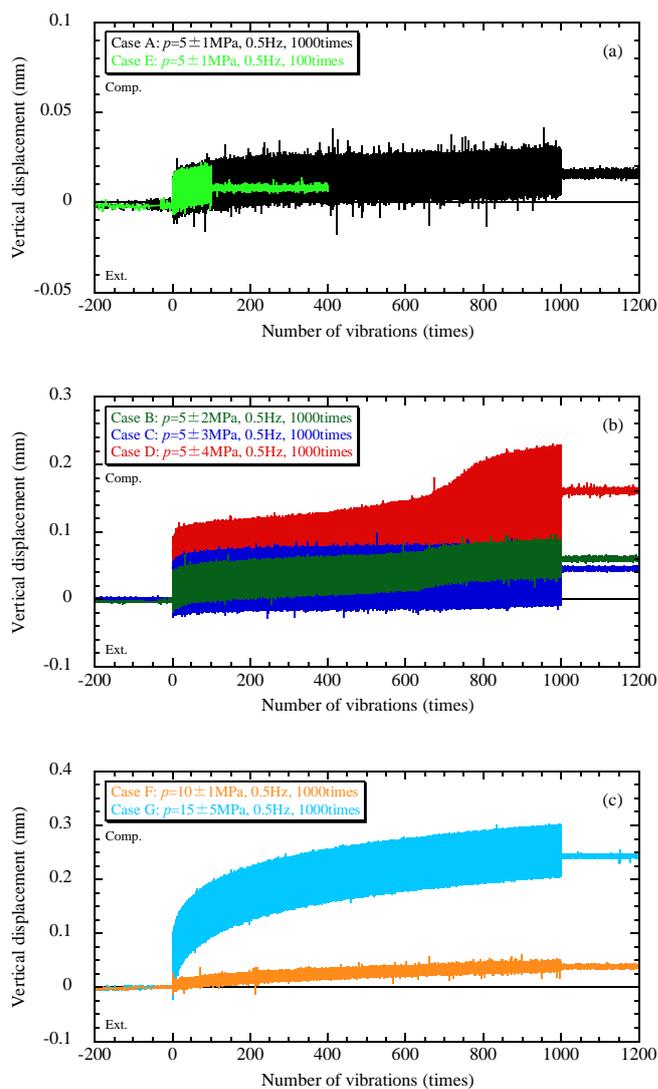


Fig.1 鉛直変位～振動回数関係；(a) Case A, Case E, (b) Case B, Case C, Case D, (c) Case F, Case G

Table3 帯磁率異方性測定結果

	Before loading		After loading	
	L	F	L	F
Consolidation test	1.018	1.037	1.017	1.037
Case A	1.020	1.081	1.020	1.080
Case B	1.018	1.086	1.018	1.085
Case D	1.011	1.053	1.010	1.052
Case E	1.018	1.085	1.018	1.086
Case F	1.019	1.079	1.019	1.080

参考文献

- 1) 小枝幸真, 栗本悠平, 阪口秀, 氏家恒太郎, 山本由弦, 張鋒: 動的繰返し荷重による堆積軟岩の帯磁率異方性発達の実験検証, 第48回地盤工学研究発表会.