

# 海底地盤における不攪乱粘性土の物理・力学特性の調査

## ～ 圧密繰返し非排水三軸試験 ～

中央大学理工学部 正会員 國生剛治

学生会員 ○川端正憲 学生会員 上田理枝

### 1. はじめに

現在確認されている海底地滑りは、そのほとんどが有史以前に沿岸から隔たった沖合で起きたものであり、水中音波探査機を用いた調査研究の進展とともに、その多くの痕跡が発見されるようになった。海底地滑りの起こる斜面は、必ずしも急斜面であるとは限らず、1°以下の緩斜面でも発生するが、そのメカニズムについては不明な点が多く残されている。

そこで、海底地滑り発生メカニズムに関わる基礎的データを得るために、今回は新潟県沖の日本海海底地盤のサンプリング試料について、圧密繰返し非排水三軸試験を行い、昨年度行った山陰沖の試料の試験結果<sup>2)</sup>と合わせてそれらの力学特性を検討した。

### 2. 試験手順

- ①海底土をトリミングして直径40mm、高さ80mmの供試体を作製する。
- ②供試体にドレインペーパーを貼り付けセル内に設置する。試験機は直径50mm供試体用を使い、直径が40mm供試体用のゴムスリーブを使用した。
- ③水通しを行った後B値をチェックする。
- ④25～30kPaで等方圧密を行う。実際の土被り圧はこれより低い。試験機の性能上これらの値を選んだ。
- ⑤軸圧による繰返し載荷試験を非排水、載荷サイクル0.05Hzで行った。なお、繰返し載荷での応力比が小さく、供試体に大きな変化が表れなかった場合には同一供試体でさらに大きな応力比による試験を複数回行った。
- ⑥30波載荷後、排水して、ビューレットの排水量から体積ひずみを算出した。

### 3. 試験条件、および用いた試料の物理特性

表-1は各試験条件と、用いた試料の物理特性<sup>1)</sup>を示したものである。載荷周期は0.05Hzで、載荷回数は地震を想定し30波で行った。現位置での有効上載圧は25～30kPaを下回るものもあるが試験機の設定上25～30kPaに設定した。試験機に設置する前の試料の初期含水比は表-1に示すように103～127%、間隙比は0.85～1.12、塑性指数はおおよそ60～80、土粒子密度は2.60～2.66g/cm<sup>3</sup>の値を示している。

### 4. 結果と考察

図-2は軸圧、間隙水圧、軸ひずみと時間の関係の一例である。時間の経過とともに、間隙水圧は上昇していくが100%までは上昇しない粘性土の特性を示す。軸ひずみの振幅は引張り方向と圧縮方向ほぼ均等に拡大していることが分かる。

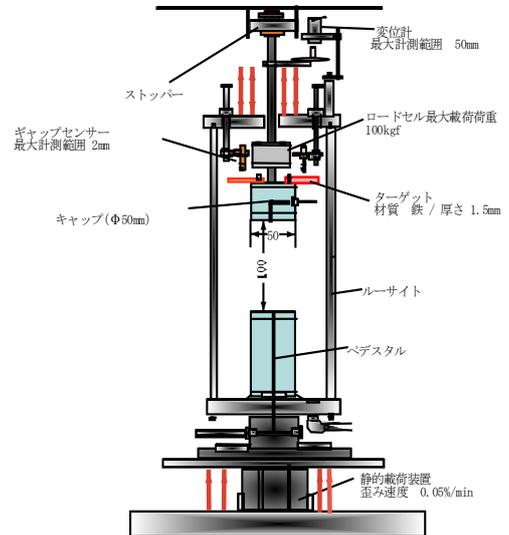


図-1 三軸試験機概要

表-1 試験条件および用いた試料の物理特性

| 深度(cm)  | 応力比                       | 回数            | 載加周期(Hz)       | 載加回数    | 試験直前の間隙比 | 初期含水比(%) |
|---------|---------------------------|---------------|----------------|---------|----------|----------|
| 105-125 | 0.537                     | 1回目           | 0.05           | 19      | 0.961    | 127      |
|         |                           |               |                | 30      | 1.172    | 122      |
| 165-185 | 0.288                     | 1回目           | 0.05           | 30      | 1.172    | 122      |
|         |                           |               |                | 30      | 0.876    | 103      |
| 215-235 | 0.619                     | 1回目           | 0.05           | 30      | 0.841    | 103      |
|         |                           |               |                | 30      | 0.956    | 108      |
| 260-280 | 0.371                     | 1回目           | 0.05           | 31      | 0.959    | 108      |
|         |                           |               |                | 30      | 0.959    | 113      |
| 300-320 | 0.583                     | 2回目           | 0.05           | 23      | 0.923    | 113      |
|         |                           |               |                | 30      | 0.865    | 111      |
| 360-380 | 0.755                     | 3回目           | 0.05           | 30      | 0.865    | 111      |
| 360-380 | 0.619                     | 1回目           | 0.05           | 30      | 0.923    | 113      |
| 360-380 | 0.618                     | 1回目           | 0.05           | 30      | 0.865    | 111      |
| 深度(cm)  | 飽和土密度(g/cm <sup>3</sup> ) | 原位置有効上載圧(kPa) | 試験時の有効拘束圧(kPa) | 液性限界(%) | 塑性限界(%)  | 塑性指数     |
| 105-125 | 1.85                      | 9.4           | 25.8           | 142     | 58       | 84       |
| 165-185 | 1.74                      | 12.9          | 29.1           | 145     | 64       | 81.00    |
|         |                           |               |                |         |          |          |
| 215-235 | 1.88                      | 19.9          | 24.8           | 98      | 44       | 54       |
|         |                           |               |                |         |          |          |
| 260-280 | 1.90                      | 20.3          | 24.8           | 149     | 60       | 89       |
|         |                           |               |                |         |          |          |
| 300-320 | 1.85                      | 22.9          | 28.4           | 141     | 59       | 83       |
|         |                           |               |                |         |          |          |
| 360-380 | 1.87                      | 26.9          | 28.6           | 134     | 67       | 67       |
| 360-380 | 1.89                      | 32.9          | 28.4           | 134     | 67       | 67       |

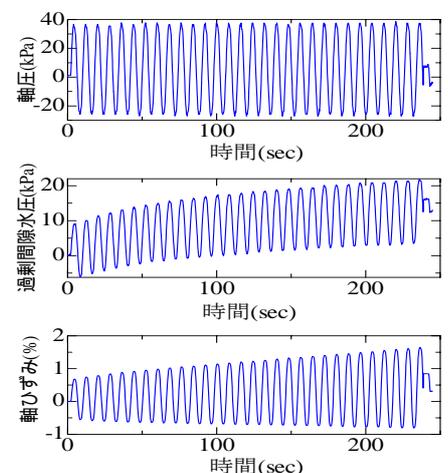


図-2 軸圧、過剰間隙水圧、軸ひずみと時間の関係

キーワード：海底地盤 圧密非排水三軸試験 体積ひずみ

連絡先：〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科 Tel 03-3817-1799

図-3 は応力比と、30 波載荷時の両振幅軸ひずみの関係を表したものである。図中には昨年度試験した山陰沖の試料についての結果<sup>2)</sup>も示している。データのばらつきは大きいですが、いずれの試料も応力比が 0.4 を超えるまではひずみはほとんど上昇せず、応力比が 0.4~0.6 を超えると急激に上昇する傾向が見られる。

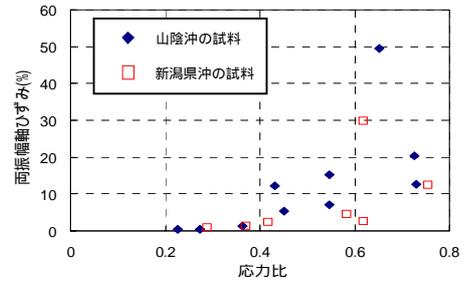


図-3 応力比と両振幅軸ひずみの関係

図-4 は応力比と 30 波載荷時の過剰間隙水圧比(過剰間隙水圧/有効拘束圧)の関係を表したものである。水圧としては 30 波載荷時のピーク値をとっている。データのばらつきは大きいですが山陰沖、新潟県沖の試料ともに応力比の増加に伴い過剰間隙水圧比が 0.8~0.9 まで増加していることが分かる。また、山陰沖の試料の方が多少低い応力比から高い間隙水圧が発生する傾向がうかがえる。

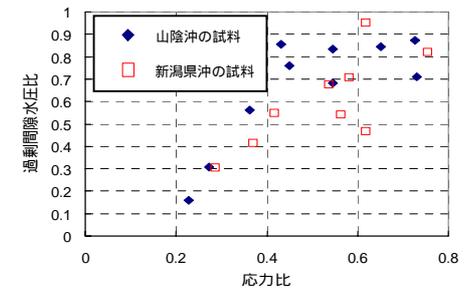


図-4 応力比と過剰間隙水圧比の関係

図-5 は過剰間隙水圧比と両振幅軸ひずみの関係を表している。新潟県沖、山陰沖の試料ともに両振幅軸ひずみが 0~10%の領域で過剰間隙水圧比が急激に増加していき、両振幅軸ひずみが 10%以上の領域では過剰間隙水圧比の増加が緩やかになる傾向が見られ、新潟県沖の試料は 0.95、山陰沖の試料は 0.9 付近で漸近している。

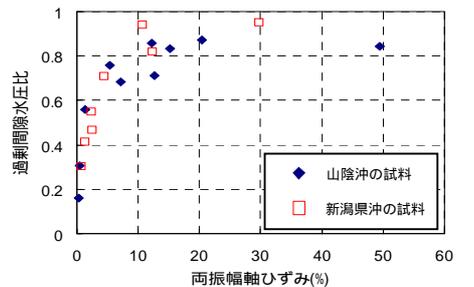


図-5 両振幅軸ひずみと過剰間隙水圧比の関係

図-6 は応力比と体積ひずみの関係について表している。データのばらつきは大きいですが、応力比が 0.4 を超えると体積ひずみが 2~4%と緩い砂が液状化した時と同程度のひずみとなる傾向が見られるが、新潟県沖の試料の方が同じ応力比に対して体積ひずみが多少小さい傾向も見られる。

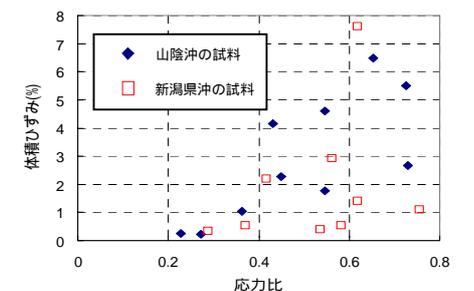


図-6 応力比と体積ひずみの関係

図-7 は 30 波載荷時の片振幅せん断ひずみと体積ひずみの関係を表したものである。せん断ひずみは、非排水条件を前提としてポアソン比が 0.5 とし、片振幅軸ひずみを 1.5 倍して求めた。ある程度のばらつきはあるが、せん断ひずみと体積ひずみの間に、試料の違いによらずほぼ一意的関係が成り立つことが分かる。すなわち地震時に発生する最大せん断ひずみが分かれば、それから海底地盤の体積ひずみが概略算定できるといえる。

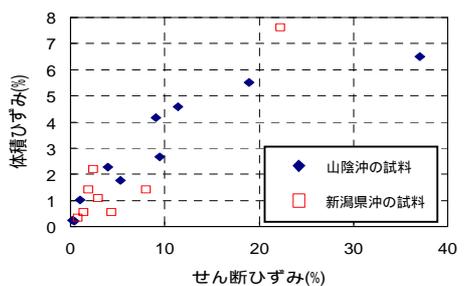


図-7 せん断ひずみと体積ひずみの関係

5.まとめ

新潟県沖海底土の圧密非排水繰り返し三軸試験を行い、次のことが分かった。

- ・ 応力比が0.4~0.6を超えると両振幅軸ひずみが急激に増加する。また、それにより、2~4%の体積ひずみが生じる。
- ・ 両振幅軸ひずみが0~10%の領域では過剰間隙水圧比は急激に10%以上の領域では緩やかに上昇する。
- ・ 海底粘土についても砂質土と同様に、せん断ひずみと体積ひずみの間にはほぼ一意的関係が成り立つ。したがって、地震時に発生する最大せん断ひずみが分かれば、それから海底地盤の体積ひずみが推定できる。

なお、産業技術総合研究所の池原 研氏には貴重な海底土の試料を提供していただき、心より感謝申し上げます。

参考文献1)石原研而:土質力学, 丸善株式会社

2)高橋哲也:海底地盤の特性および海底地滑りメカニズムについての基礎的研究, 中央大学大学院理工学研究科土木工学専攻, 2007 年度修士論文