

海底地盤における不攪乱粘性土の物理特性の調査

中央大学理工学部 正会員 國生剛治
 学生会員 上嶋靖治
 学生会員 高橋哲也
 産業技術総合研究所 非会員 池原研

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°以下の緩斜面でも地滑りが起こることがある。また、比較的最近、沖合もしくは海岸近くの陸地を含んで起きたものもある。それらは海底ケーブル、人口の多い海岸線、海洋構造物などを破壊したり、津波を引き起こしたりした。海の沿岸域や沖合の利用、開発が進んだ昨今では、海底地滑りを防災対策上考慮することが必要となる場合が考えられる。

そこで今回は、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、男鹿半島沖の日本海海底地盤のサンプリング試料を入手し、その物理・力学特性を調べた。

2. 結果と考察

今回使用した試料は、男鹿半島から70km西方沖合(図-1)の水深2623mより採取された海底土である。この試料は粘土層の間に厚さが2~35mmの砂層を狭在し、粘土層は全体的にオリーブ色をしている。また、保存期間中に試料の含水比が多少変化しているように見受けられたが、サンプリング試料長421cmのうち砂層が含まれている部分を中心に採取し、表-1に示した物理試験を行なった。

まず、海底地盤の深さ方向の粒度分布を調べるために、粘土層についてはふるい分析及び沈降分析を、また砂層についてはふるい分析により粒度試験を行った。図-2は粘土層の粒径加積曲線、図-3は砂層の粒径加積曲線である。粘土層の粒径加積曲線については、地表面からの深さ80~90cmのものは、粘土層の中に細砂が含まれていたために1本だけ右側にずれている。また、その曲線で粒径0.05mmと0.075mmの間で段差があるが、ふるい分析と沈降分析の誤差によるものである。その他の深度の粒径加積曲線については、大きな違いは見られない。また、沈降分析では求めることができない1ミクロン以下の粒径を40%程度以上も含む細粒粘土である。砂層の粒径加積曲線については、深さ330~340cmのものは他の層に比べて中



図-1 試料採取地点

表-1 試験項目

深さ	砂層	試験項目
0cm~10cm	なし	コンシステンシー、土粒子密度、粒度分布、間隙比
30cm~40cm	あり(1層)	コンシステンシー、土粒子密度、粒度分布、間隙比 砂層については粒度分布
40cm~50cm	なし	コンシステンシー、土粒子密度、粒度分布、間隙比
80cm~90cm	あり(1層)	コンシステンシー、土粒子密度、粒度分布、間隙比 砂層については粒度分布
160cm~170cm	なし	コンシステンシー、土粒子密度、粒度分布、間隙比
180cm~190cm	あり(1層)	コンシステンシー、土粒子密度、粒度分布 砂層については粒度分布
210cm~220cm	あり(2層)	砂層のみ土粒子密度、粒度分布
245cm~255cm	なし	コンシステンシー、土粒子密度、粒度分布、間隙比
270cm~280cm	あり(1層)	コンシステンシー、土粒子密度、粒度分布 砂層については土粒子密度、粒度分布
300cm~310cm	あり(2層)	砂層のみ粒度分布、土粒子密度
330cm~340cm	あり(1層)	粒度分布 砂層については粒度分布
360cm~370cm	なし	コンシステンシー、土粒子密度、粒度分布、間隙比

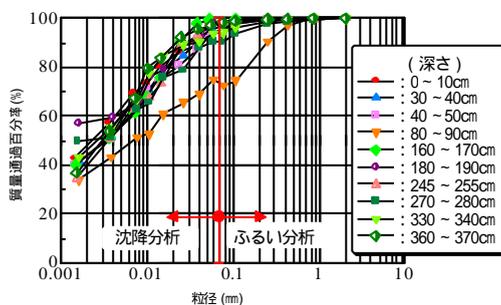


図-2 粘土層の粒径加積曲線

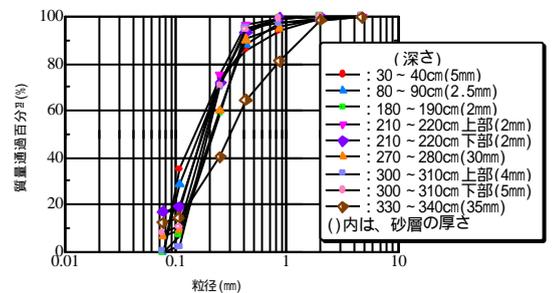


図-3 砂層の粒径加積曲線

砂を多く含んでいるが、その他の深度の砂層は細砂が多く、ほぼ同じような粒度分布をしている。

図-4は深さ方向の含水比、液性限界、塑性限界、塑性指数、飽和度および粘土含有率を表している。含水比については、間隙水中の塩分補正を行っておらず、純水として計算しているため、塩分補正された値よりも小さい値を示している加能

キーワード：海底地盤 海底地滑り 不攪乱試料 物理特性

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

性がある。塑性限界は大きな変動はなく、35%前後の値を取っているのに対して、含水比や液性限界は変動を繰り返しながらも深度方向に漸増する傾向が見られる。飽和度は80~90%の間の値を取っている。これより、試料はある程度乾燥している状態

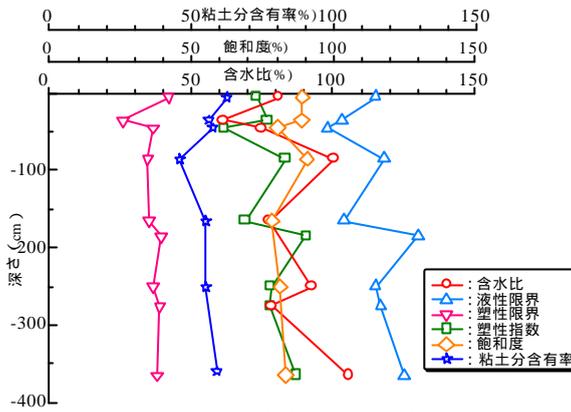


図-4 深さ方向の含水比・飽和度・コンシステンシー限界・粘土分含有率

にあったと言える。粘土分含有率は、45~60%の間の値を取っていて、明瞭な傾向は見られない。

図-5は、各深度の粘土の塑性図である。各点は全体的に、A線のすぐ上側に大きなバラつきもなく分布しており、高圧縮性、中塑性であるといえる。

図-6は各深度の含水比、土粒子密度、供試体質量および供試体体積から求めた間隙比を表している。この図から地表面から深くなるにつれて、間隙比が増加するという傾向が見られる。一般的に深くなるほど自重圧密により間隙比は小さくなると思われるが、それと反対の傾向である。図-7は、間隙比と含水比・液性限界・粘土分含有率の関係を表したものである。含水比との正の相関は当然のこととして、液性限界との正の相関も見られた。そして、粘土分含有率との関係については、一定の傾向は見られなかった。

また、室内ペーンせん断試験機を用いて、砂層を含んでいない試料のペーンせん断強度を調べた。図-8は、不攪乱試料の非排水せん断強度と含水比の関係を示したものである。含水比75~80%では室内ペーンせん断試験機の計測最大値の15.8kPaを超えてしまったため計測不可能となってしまった。せん断強度は含水比110%で8kPa程度であり、含水比が増加するほど、低下することが見て取れる。

表-2は、粘土層間に狭在していた砂層の土粒子密度である。およそ2.45~2.62g/cm³という値を取っている。これは、一般的な砂の土粒子密度2.64g/cm³に比べて小さい値である。そのため、火山灰ではないかと考え、高倍率のルーペで砂粒子を観察した。その結果、粒子は発泡のある丸い形状をしており、火山灰軽石質砂であると判断された。

この火山灰層が、液状化し上部の粘土層とともに地滑りを起こす可能性については、今回の調査した火山灰層は薄いものであり地滑りに対して大きな影響を与えるものであるかどうか判断することは難しい。

今後は、この火山灰層が地滑りに影響を与えている可能性も考慮しつつ、さらなる海底地盤の調査、および模型実験を行なっていく必要があると考えられる。

3. まとめ

今回の男鹿半島沖海底土深さ0~37mの試料について、次のことが分かった。

- ・粘土層の深さ方向の粒度分布には大きな違いがない。また、粘土層中に狭在する砂層は火山灰軽石質砂が多く含まれている傾向が見られた。
- ・各深度の粘土は、高圧縮性、中塑性であるといえる。
- ・粘土層間に、狭在している火山灰軽石質砂と海底地滑りとの関連を今後検討していく必要がある。
- ・粘土のせん断強度は8~15kPa程度であり、含水比が高いほど低下する傾向がある。

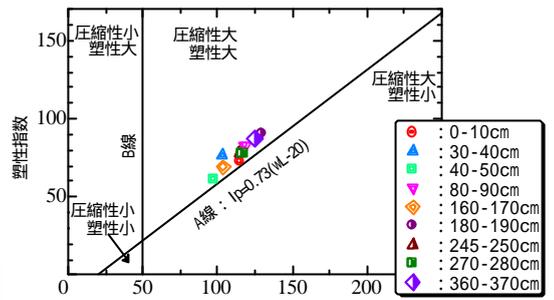


図-5 塑性図

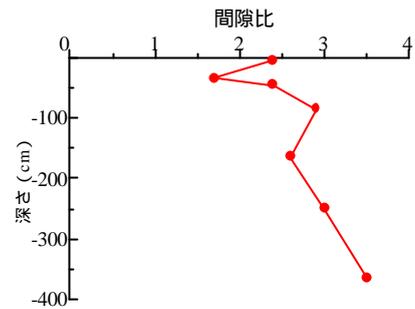


図-6 深さ方向の間隙比

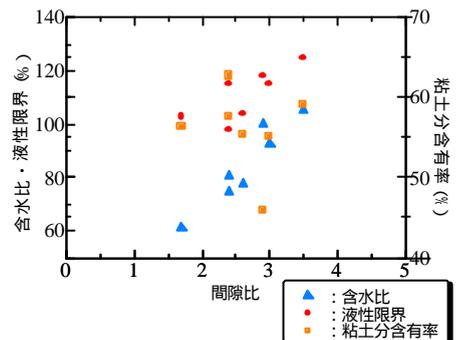


図-7 間隙比と含水比・液性限界・粘土分含有率の関係

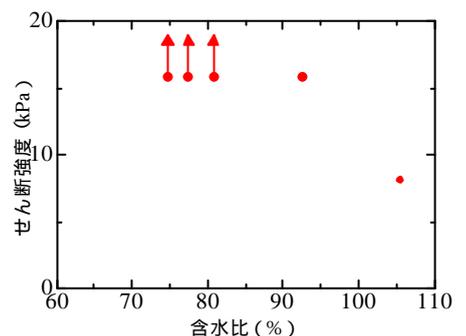


図-8 不攪乱試料のせん断強度と含水比の関係

表-2 砂層の土粒子密度

深さ (cm)	土粒子密度 (g/cm ³)
210~220cm 上部	2.454
210~220cm 下部	2.588
270~280cm	2.624
300~310cm 上部	2.571
300~310cm 下部	2.510