

日本近海における海底粘土地盤を模擬した人工配合試料の作製

宇都宮大学 学生会員 ○大橋忠司

宇都宮大学 正会員 海野寿康

日本大学 正会員 中村晋, 仙頭紀明

1. 研究の背景と目的

日本近海の下底地盤では、地震活動等により大規模な海底地すべりが発生していることが知られている¹⁾。このため、海底地すべり調査についても学術的な視点からボーリング調査がおこなわれている現状ではあるが、理学(地質学)的視点に立つものが多く、工学的な視点からの調査はほとんどおこなわれていない。そのため、現状では陸地の地すべりのように詳しい崩壊メカニズムは明らかになっておらず、海底地すべりによる津波対策など防災分野への展開が急務となっている。

本研究では日本近海の下底地すべりのメカニズムを明らかにし防災分野への発展をさせる基礎研究の一環として、日本近海の下底に堆積している海成粘土に対し、容易に入手可能な工業用粘土を用いて模擬粘土の作製をおこなった。

2. 日本近海の下底地盤の工学的特性

国際深海科学掘削計画(IODP)は2013年10月から開始された多国間科学研究協力プロジェクトであり、日本近海の下底でもボーリング調査をおこなっている。この調査から日本海では有機物を含む粘性土が主体であると報告されている²⁾。調査結果によれば特に日本近海の下底粘土は湿潤密度が1.4~1.8(g/cm³)程度である²⁾。図-1は、IODPによる日本海(IODP346)の8地点のボーリングデータから収集した深度0m~30mの範囲の深度による非排水せん断強度Cu(kN/m²)をまとめたものである。

港湾空港技術研究所は日本国内の港湾工事調査データを多く保有している。図-2は、東京国際空港D滑走路の事前海底地盤調査結果³⁾内に記される深度によるUU試験結果

の非排水せん断強度Cu(kN/m²)を示す。

図-1, 図-2のIODP346による日本海の下底地盤調査結果と港湾空港技術研究所による東京国際空港D滑走路の下底地盤調査結果の非排水せん断強度Cu(kN/m²)を素に、本研究にて、深度による強度増加率に算出したものを図-3に示す。図-3よりIODPでは、0.1~0.3の範囲が主体であり、東京国際空港D滑走路では、0.1~0.4の範囲に強度増加率が分布しているように読み取れる。2つの調査結果からの推定では、日本近海の下底地盤の強度増加率は0.1~0.4程度ではないかと推測される。

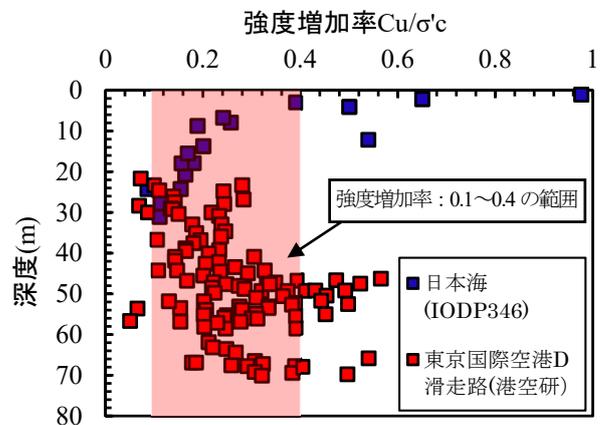


図-3 深度による強度増加率

3. 本研究で用いる人工配合粘土について

海底地盤の模擬粘土の作製にあたって本研究では、AXカオリンとMCクレーを使用した。AXカオリンとMCクレーは、含水珪酸アルミニウムを主成分とする天然の鉱石から工業精製した白色粉状の人工粘土であり、パイロフィライト、カオリナイト、ハロイサイト、セリサイト、モンモリロナイト等の粘土鉱物の微細な粒子の集合体をなしているものである。

本研究にて、AXカオリンとMCクレーの配合粘土に用いた。理由は以下の通りである。

- ①国際深海科学掘削計画(IODP)のボーリング調査より、日本近海の下底地盤は粘土である。このため、容易に入手可能な工業用粘土を用いた。
- ②港湾空港技術研究所による既往の研究でAXカオリンとMCクレーを海成模擬粘土として用いた実績がある⁴⁾。
- ③IODPの調査結果である日本海の下底地盤の湿潤密度1.4~1.8(g/cm³)²⁾であるのに対し、配合粘土の湿潤密度が1.64(g/cm³)と近い値に調整できる。

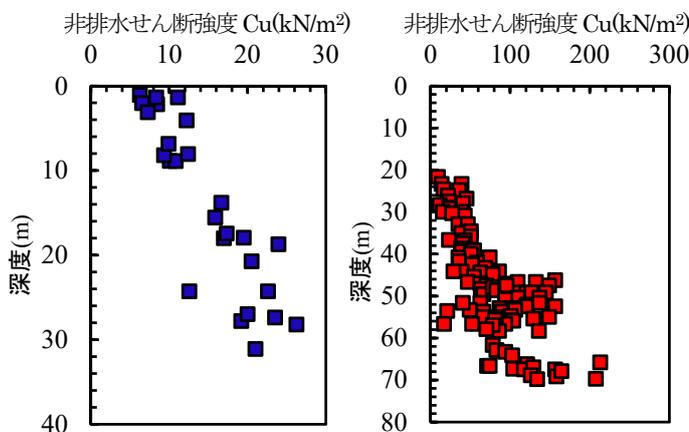


図-1 日本海(IODP346)の非排水せん断強度
図-2 東京国際空港D滑走路の非排水せん断強度

キーワード 海成粘土, カオリン, 静的試験

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 TEL. 028-689-7044

上記の①, ②, ③の理由から本研究では, 事前の検討をふまえ, 模擬粘土作製に AX カオリンと MC クレーの乾燥重量比 1:1 配合土を用いた。

4. 人工配合粘土の物理的特性と静的圧縮強度特性

表-1 は, 本研究で用いた配合粘土(AX カオリンと MC クレー乾燥重量比 1:1 配合土)の物理的特性を示す。土粒子の密度は 2.742(g/cm³), 液性限界・塑性限界・塑性指数は w_L=58.8(%), w_p=39.1(%), I_p=19.7(%)であり。低塑性の粘土である。図-4 は, 粒径加積曲線であり, シルト分が 41%, 粘土分が 59(%)であった。

表-1 試験より得られた物理的特性

土粒子の密度 ρ (g/cm ³)	2.742
液性限界 w _L (%)	58.8
塑性限界 w _p (%)	39.1
塑性指数 I _p	19.7

本研究では, 配合粘土の強度特性を把握するために圧密非排水(CU)試験を JGS 0523-2009 に準拠し, ひずみ速度は 0.05(mm/min)で最大軸ひずみ 15.0(%)まで載荷をおこなった。試験供試体は事前に上載荷圧 100kPa を加え両面排水条件で予備圧密をしたものをトリミング法にて作製をおこなった。

図-5 は, 圧密非排水(CU)試験の有効応力経路である。有効応力経路の挙動を見ると, 過剰間隙水圧の発生によりせん断に伴って有効応力経路は低下し破壊線にぶつかる。また, 若干だが正のダイレイタンスの挙動が生じるようである。圧密非排水(CU)試験から全応力表示と有効応力表示の粘着力 c(kN/m²)と内部摩擦角 φ(°)を求めたものを表-2 にまとめる。粘着力(c, c')と内部摩擦角(φ, φ')ともに低い値であった。図-6 は, 圧密非排水(CU)試験結果を再整理したもので深度による強度増加率を示す。日本近海に海底地盤の深度による強度増加率は図-3 に示すように 0.1~0.4 程度であるのに対して, 配合粘土では強度増加率が 0.25~0.4 程度となり, 目標値に対して近い値になった。

5. まとめ

本研究より得られた知見は以下の通りである。

- 本研究用いた配合粘土である AX カオリンと MC クレー乾燥重量比 1:1 配合土の土粒子の密度は, 2.742(g/cm³), 液性限界・塑性限界・塑性指数は w_L=58.8(%), w_p=39.1(%), I_p=19.7(%)である。
- 圧密非排水試験(CU)より得られた粘着力と内部摩擦角は全応力表示で c=12.1(kN/m²), φ=13.1(°), 有効応力表示で c'=5.98(kN/m²), φ'=22.78(°)である。
- 本研究で作製した配合粘土の深度強度増加率は 0.25~0.4 の範囲となり, 比較する日本近海の高成粘土の深度強度増加率 0.1~0.4 と近い値で作製できた。

以上より今後海底地盤の検討するにあたり AX カオリンと MC クレー1:1 配合土を用いて各種検討をおこなう。本研究は原子力規制庁からの委託業務「平成 28 年度原子力施設等防災対策等委託費 (海底における斜面の地震時安定

評価に関する基礎検討) 事業」により実施したものの一部である。

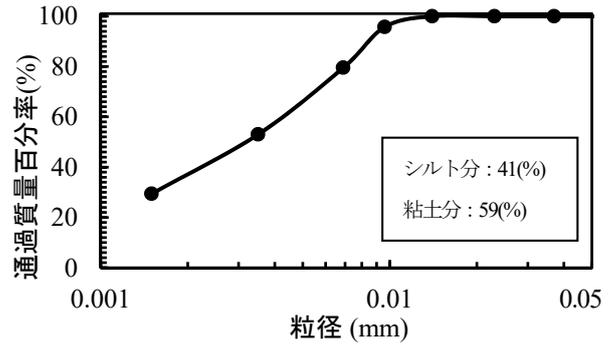


図-4 粒径加積曲線

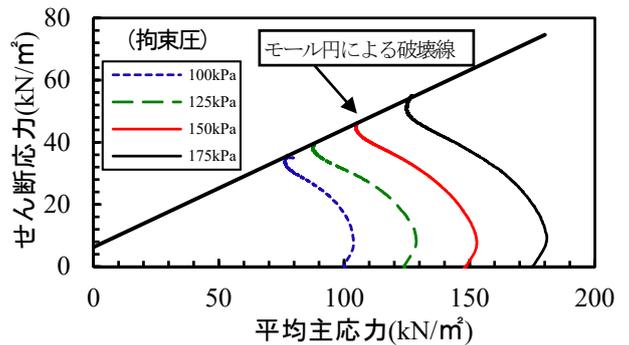


図-5 配合粘土(CU)の有効応力経路

表-2 配合粘土の粘着力と内部摩擦角

	全応力	有効応力
粘着力(kN/m ²)	12.1	5.98
内部摩擦角(°)	13.1	22.78

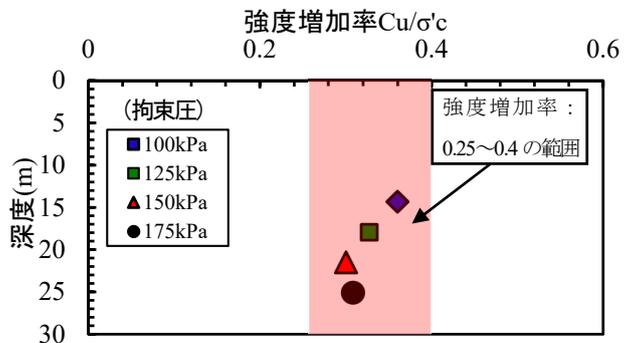


図-6 配合粘土の深度による強度増加率

参考文献 1)独立行政法人海洋研究開発機構(JAMSTEC): 深海調査研究船「かいわれい」による海底地形調査結果~東北地方太平洋沖地震に伴う震源地域近傍における海底変動~, <http://blog.goo.ne.jp/sakai-kenchiku/e/583330f7dfce36476f98e7542e27c4c/> (2017年1月5日閲覧). 2)SCIENTIFIC PROSPECTUS INTEGRATED OCEAN DRILLING PROGRAM EXPEDITION 346, 2015: http://publications.iodp.org/scientific_prospectus/346/346sp_8.htm. 3)渡部要一 他:東京国際空港D滑走路の事前海底地盤調査結果に関する考察, 港湾空港技術研究所報告, Vol.48, No.2(Jun.2009), pp.107-121. 4)中村健・高橋英紀・北詰昌樹:浮き型SCP改良地盤の埋立載荷時の挙動に関する模型実験, 港湾空港技術研究所資料, No.1143(September.2006), pp.5-6