鳥海山周辺に分布する泥流堆積物の浸水･非浸水時における非排水せん断強度特性

秋田大学学生会員　○岩舘 佳与　秋田大学　正会員　田口 岳志，荻野 俊寛
奥山ボーリング株式会社　非会員 深澤 勇気，藤井 登

1. 研究背景･目的

鳥海山周辺には泥流堆積物と呼ばれる火山由来の堆積土層が広く分布している．当該土層分布域では幾つかの斜面崩壊（**写真-1**）が発生しているが，崩壊箇所の踏査結果から，泥流堆積物には浸水の影響を受け易いものとそうでないものが混在している可能性が示唆された．本研究では，秋田県由利本荘市内の猿倉地区，亀森地区，鮎川地区における 3 地点の崩壊現場から泥流堆積物の不攪乱試料を採取し，圧密試験及び一面せん断試験を実施した．本報告では 3 カ所で採取した泥流堆積物の強度特性に関し，浸水の影響について検討した結果を述べる．

写真-1　斜面崩壊現場（亀森）

2. 土試料採取地点

実験に用いた土試料はカッターリングを用いて不攪乱の状態で採取した．各地点については**表-1** に示す．各地点の位置関係は**図-1** に示す通りである．

表-1　試料採取地点詳細

地区名	採取日	標高(m)	緯度	経度
猿倉	2017/6/23	444.5	39°11′06.2″	140°07′08.4″
亀森	2017/10/2	444.3	39°10′24.7″	140°07′57.0″
鮎川	2017/11/14	104.4	39°16′58.4″	140°04′24.1″

3. 実験方法

採取した不攪乱試料を用いて圧密試験および一面せん断試験を実施した．圧密試験は JISA1217 による段階載荷圧密試験とした．一面せん断試験はσ_v=60,120,500kPa で圧密後，定体積条件にてせん断速度 0.1mm/min，せん断変位 7mm の条件でせん断した．試験は降雨時における強度低下を調べるため，浸水･非浸水の 2 種類とし，供試体を浸水させる際には原位置での降雨を想定し，圧密後に圧密応力を一定に保ったまま浸水箱内に水を注入し，供試体を飽和させた後にせん断を行った．[1)]

図-1 試料採取地点
※国土地理院の電子地形図に追記して掲載

4. 実験結果および考察

図-2 に猿倉，**図-3** に亀森，**図-4** に鮎川のそれぞれ浸水および非浸水時のせん断応力τとせん断変位δの関係を示す．**図-2** の猿倉は浸水時・非浸水時で強度差が生じていない．対照的に**図-3** の亀森および**図-4** の鮎川では浸水・非浸水時で強度の差が生じていることがわかる．さらに，地質分類的に同類と思われる泥流堆積物ではあるが，同じ非浸水における最大せん断応力は，各地区で 100～400kPa 程度のひらきがみられた．また，固結力（セメンテーション）を持った土の特徴であるひずみ軟化挙動もみられた．さらに，猿倉と亀森については概ね垂直応力に応じて大きな最大せん断応力となっているが，**図-4** の非浸水のものについて，垂直応力σ_v=60kPa のものの方がσ_v=120 kPa のものを上回っている．このことは，過圧密領域における火山灰質粘性土では同じ垂直応力を作用させた場合でもせん断強さが大きく変動し，値がばらつくことが報告[2)]されており，同様の現象と考えられる．また，鮎川では浸水による強度低下はみられるが，その度合いは亀森に比べて小さいことが分かった．

表-2　土試料の物性値と実験結果

地区名	自然含水比w(%)	土粒子密度(g/cm³)	C' 浸水(kPa)	φ'浸水(°)	φ'非浸水(°)
猿倉	59.82	2.790	33.7	37.2	47.3
亀森	51.26	2.646	36.2	43.2	60.6
鮎川	36.29	2.691	15.8	32.6	40.5

キーワード　斜面崩壊　一面せん断試験　泥流堆積物
連絡先　〒010-8502　秋田県秋田市手形学園町　1-1　TEL 018-889-2360

このことについて，浸水前の飽和度が低い場合に強度低下がみられることがあるが [4]，鮎川は，浸水前の飽和度が83.0%で亀森は 68.2%と 15%程度低いため，強度低下の度合いが著しいものと考えられる．猿倉は浸水前の飽和度が79.1%であった．強度低下には飽和度の他に，堆積環境由来の固結効果（年代効果）などが関与するものと推測され，これらを明らかにすることが今後の課題である．

本報告では紙面の都合上割愛したが，3 地区の圧密試験を実施しており，いずれの試料も採取深度は 0.5~5.0m であるものの，圧縮曲線から得られる圧密降伏応力 p_c は原位置の土被り圧よりも大きな値であることを確認している．このことからも前述した固結効果の影響を受けているものと考えられる．**図−5** に猿倉，**図−6** に鮎川の一面せん断試験から得られたせん断応力τと垂直応力σの関係（有効応力経路図）を示す．試料採取深度を考慮した過圧密領域で評価すれば，最大せん断応力で差がみられなかった猿倉においても浸水と非浸水条件のものを比べると，せん断抵抗角ϕ'が 21%減少している．さらに，**図−6** の鮎川では，先に述べたとおり，浸水の影響を受け，せん断抵抗角ϕ'は，浸水条件の方が 19%程度減少していることが分かった．このことから，猿倉および鮎川は鳥海山周辺において，降雨の影響を受けやすい泥流堆積物の堆積エリアと考えられる．

5. まとめ

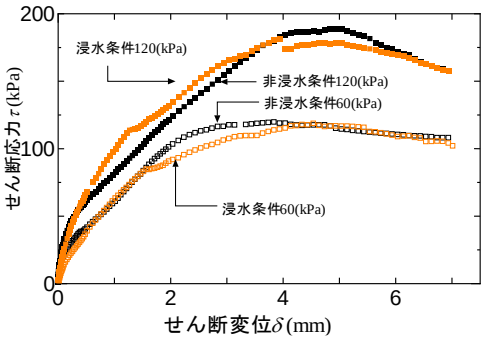
本研究から得られた知見は，以下のとおりである．

1)検討した 3 地点から採取した不攪乱試料に対して定体積一面せん断試験を実施した結果，非浸水における最大せん断応力は，各地区で 100～400kPa 程度のひらきがみられた．

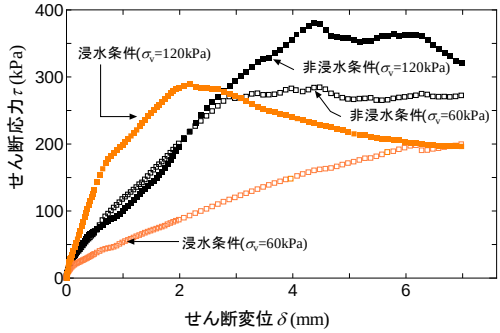
2)既往の研究で報告されている火山灰質粘性土のせん断強さのばらつきについて，本検討地区の泥流堆積物でも同様の現象がみられた．

3)本研究で用いた鳥海山周辺の泥流堆積物は，浸水の影響を受けるものと推測され，猿倉，鮎川において，せん断抵抗角ϕ'は，非浸水条件のものと比べて浸水条件のものは 20%程度減少した．

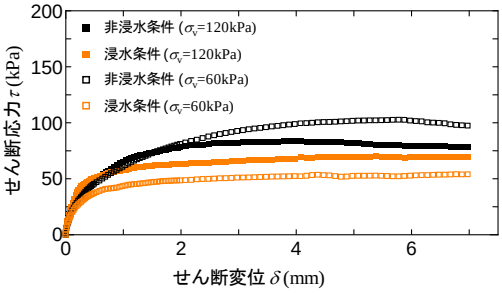
【参考文献】1)工藤ら：原位置試験および室内試験による鳥海山泥流堆積物の非排水せん断強度，平成 28 年度土木学会東北支部研究発表会公演要旨集，公益社団法人日本土木学会東北支部，pp.III-5．2)清水正喜・風間基樹(2005)：4. 火山灰質粘性土の工学的性質，講座「火山灰質土-その性質と設計計画-」，土と基礎，53-12，pp107-114．3）小松ら：鳥海火山北麓に分布する堆積相とすべり面形成との関係 4）谷田貝ら：鳥海山泥流堆積物の一面せん断強度におよぼす飽和度の影響，平成 27 年度土木学会東北支部技術研究発表会，CD-ROM，2016.



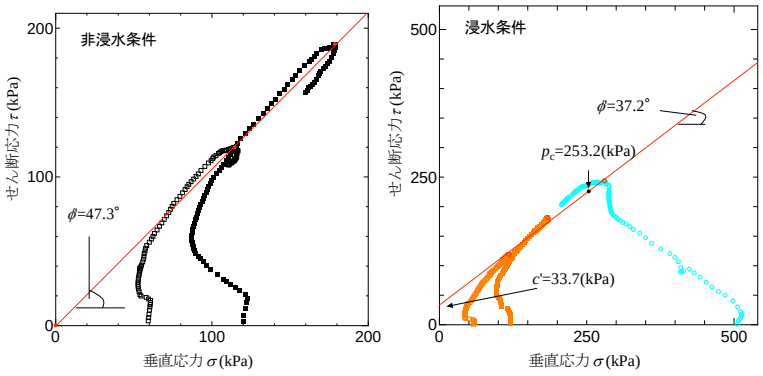
図−2 せん断応力τとせん断変位σの関係(猿倉)



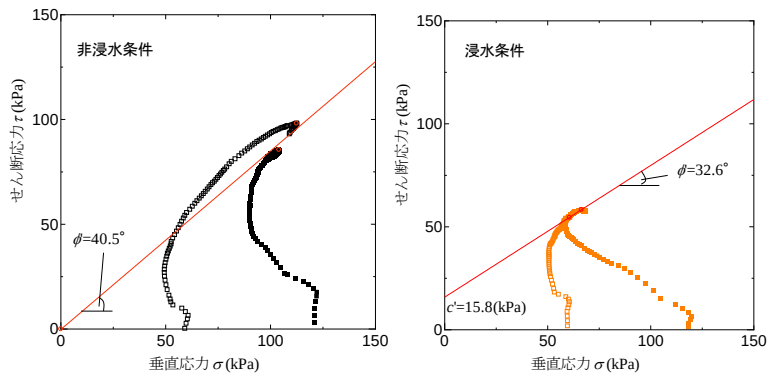
図−3 せん断応力τとせん断変位σの関係(亀森)



図−4 せん断応力τとせん断変位σの関係(鮎川)



図−5 有効応力経路図(猿倉)



図−6 有効応力経路図(鮎川)