

秋田県仙北地震における 布又地区地すべり現場の調査報告

原 忠¹・國生 剛治²・

田中 正之³・古地 祐規³・平賀 有輝³・松山 優子⁴・吉野 拓也⁴

¹和歌山工業高等専門学校助教 環境都市工学科 (〒644-0023 和歌山県御坊市名田町野島77)
E-mail:haratd@wakayama-nct.ac.jp

²中央大学理工学部教授 土木工学科 (〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27)
E-mail:kokusho@civil.chuo-u.ac.jp

³中央大学理工学研究科土木工学専攻 (〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27)
E-mail: tanaka0817@civil.chuo-u.ac.jp

⁴中央大学理工学部土木工学科 (〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27)

1914 (大正3)年3月15日秋田県中央部の大仙市(西仙北町)を震源とするマグニチュード7.1の内陸型(直下型)地震が発生した。この地震により秋田県内陸部で斜面崩壊が発生し、布又地区では傾斜勾配が6~7°程度の比較的緩い流れ盤斜面上での地すべりにより、河道閉塞を引き起こした。

本研究では、緩傾斜な流れ盤斜面での地すべり発生メカニズムを解明するため、現地より採取したすべり面近傍の試料を用いて物理試験および一軸圧縮試験を行い、得られた結果を報告する。

Key Words : The Senboku Earthquake, Landslide, Sandstone, Seam layer, Unconfined compression test, Slaking test

1. はじめに

1914年3月15日、秋田県中央部を震源とする仙北地震が発生した。この地震での有感範囲は関東、北陸地方まで達し、死者189人、負傷者366人、倒壊家屋約1893戸の被害が生じた¹⁾。被災地一帯では新潟県中越地震同様の大規模な斜面崩壊が生じ、大仙市(旧西仙北町)布又地区では、傾斜勾配が6~7°程度の比較的緩い流れ盤斜面上での地すべりにより河道閉塞を引き起こした。地震による斜面崩壊は、近年に至るまで震度6以上の地域で多く発生しているが、仙北地震では震源が浅く山岳・丘陵地のほぼ直下に位置していたことに加え、地質的に新しく活褶曲により風化が進んでおり、非常に脆弱な地形・地質であったことが原因として考えられる。実際に、中新世前期から中期のグリーンタフ分布域では崩壊性の地すべりが、また鮮新世の砂岩、泥岩層分布域では初世すべりと思われる岩盤地すべりが多く発生している。

本報では、緩傾斜な流れ盤斜面での地すべり発生メカニズムを解明するため、布又地区より採取したすべ

り面近傍の試料を用いて物理試験および室内要素試験を行い、新潟県中越地震での地すべり事例と比較した結果を報告する。

2. 布又地区の被害状況

図4に示す震源より南西約40kmに位置する大仙市(旧西仙北町)布又地区では、仙北地震により家屋の倒壊はもとより道路や田畑、河川堤防の多くが崩壊し、多数の斜面崩壊が発生した³⁾。



図4 仙北地震の震源地と調査地点の概略(文献²⁾に加筆)



写真-1 調査地点の地震直後の地すべり状況¹⁾

写真-1 は調査地点の地震直後の地すべり状況¹⁾であるが、土塊の乱れが少なく、地形の原形をある程度保ちながら移動した後に停止している様子が見てとれる。写真-2 は中越地震で地すべりが生じた小千谷市横渡のすべり面の状況⁴⁾であるが、布又地区ときわめて類似の崩壊形態である。写真-3 は地すべり後の河道閉塞状況¹⁾であるが、地すべり土塊が田圃を埋め、川をせき止め一大池沼と化した様子が見て取れる。



写真-2 地すべり状況（新潟県小千谷市横渡）⁴⁾



写真-3 河道閉塞状況¹⁾

3. 現地調査の概要

現地調査は地すべりが発生した付近を中心に、図-2 に示すように5m間隔で掘削ポイントを設定した⁶⁾。ここで、地すべり方向に垂直に進んだポイントを結んだものをA-A線、すべり面の中心と仮定して土塊すべり方向に掘削したポイントをB-B線とした。各ポイントでは堆積土を取り除き岩盤を露出させ、クリノメーターにより岩盤の傾斜角度を測定した後、鋼尺により表土の層厚を測定した。また、図中のE9、E10地点では崩壊後に堆積した砂層について、シンウォールチューブによる不攪乱試料を、E5地点では地すべり面直下の泥岩層のブロックサンプリングを行い、併せて崩積土の攪乱試料も採取した。

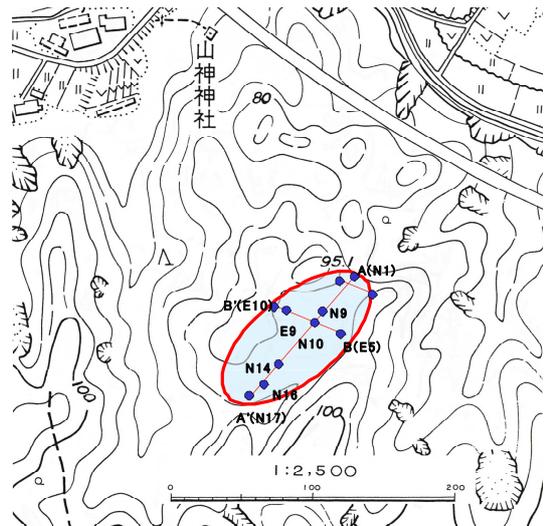


図-2 掘削ポイント平面図(文献⁵⁾に加筆)

4. 現地調査結果

地すべり後に岩盤が露頭したと思われる調査地一帯は、写真-4 に示すように大部分は笹が生い茂り、樹木はまばらであった。踏査の結果、各地点の表層において地すべり後に堆積した腐葉土が約10cm確認された。

図-3 に B-B'断面における土の堆積状況を示すが、すべり面は平均傾斜角が約6°の緩斜面であった。すべり面上部では腐葉土を取り除くと酸化した泥岩がすぐに露出し、それを掘削すると鮮やかな青緑色の泥岩が



写真-4 現地調査地点の現状

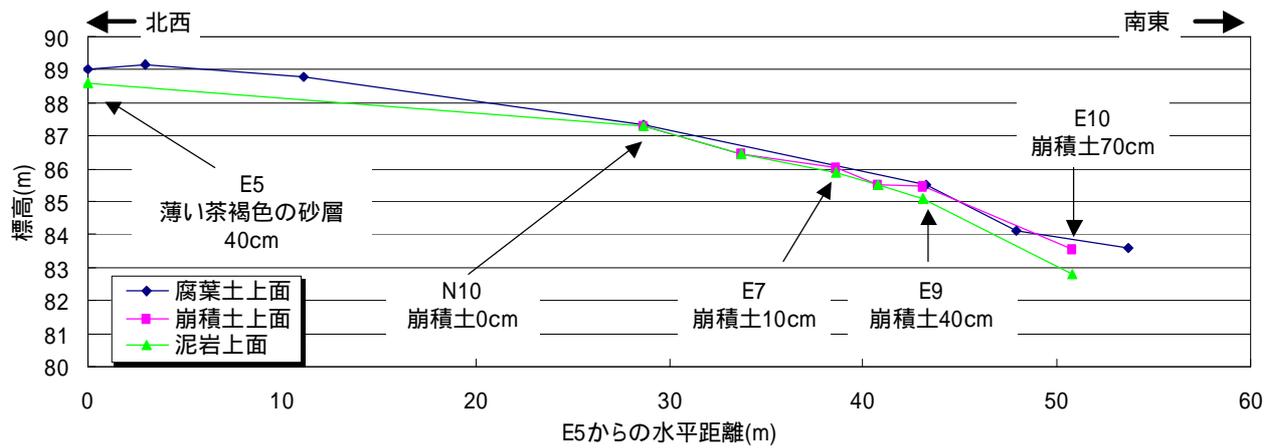


図 3 B-B'線断面図

表出した。この特徴的な泥岩の色彩は、大澤郷村震災記³⁾において「巨大ナル青イ色ヲシタ 3 個ノ岩石ノ山ガ急ニデキ...」と記されており、地震直後に見られた崩壊岩石と色彩が一致している。各掘削ポイントにおいて泥岩表面に湧水が見られた。また、すべり面下部へ進むに従いその量が増加し、下流側のすべり土塊に近づくにつれて崩積土が徐々に増加していた。

図 4 に B-B' 線の概略掘削断面図を E5, E10 地点の結果について示す。図 4(a) のすべり面上部崩落崖近傍の E5 地点では、4cm 程堆積した腐葉土の下部に 40cm 程度の薄い茶褐色の砂層が見られ、その下部に厚さ数 mm の白色シーム層を挟み硬質泥岩が確認された。泥岩表面はシーム層下部からの地下水の染み出しの影響により茶褐色に風化していたが、1cm 程度掘削すると前述の青緑色の硬質泥岩が表出した。図 4(b) のすべり土塊の崖直下に位置する E10 地点では、腐葉土の下にはシルト質泥岩起源の崩積土が 70cm 程度厚く堆積しており、その下には E5 地点と同様な白色シーム層を挟んで硬質泥岩が確認されたが、既往文献⁷⁾に示されている軟質な砂層は見られず、層厚が数 mm の白色シーム層が介在するのみであった。また、基盤層上部の崩積土中には基盤とほぼ同質な硬質岩塊が混在していた。なお、この白色シーム層は E5, E10 地点の間では確認されなかった。

次に A-A' 線について述べる。この線上では、N9 より西側の各地点において泥岩と崩積土の間より湧水が確認され、A-A' 線と B-B' 線の交点の N10 地点では毎分 5ml 程度の地下水の湧出が見られた。また N16 より西側では、腐葉土と泥岩の間の崩積土が西へ進むごとに増加していき、N17 地点では約 60cm 堆積していた。以上の掘削調査結果から、すべり面は縦方向に約 50m、横方向に約 100m の範囲で表出したと考えられる。

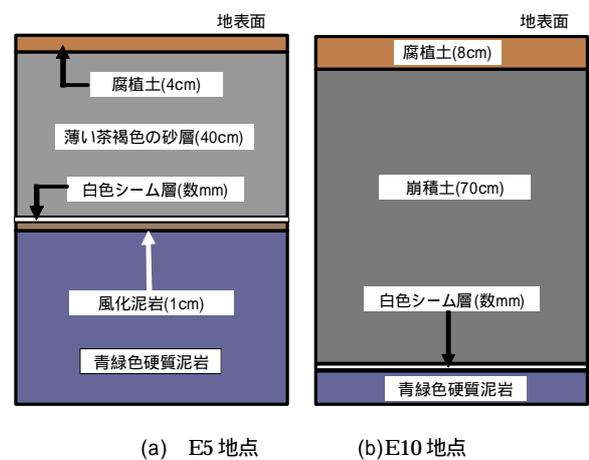


図 4 E5, E10 地点概略掘削断面図

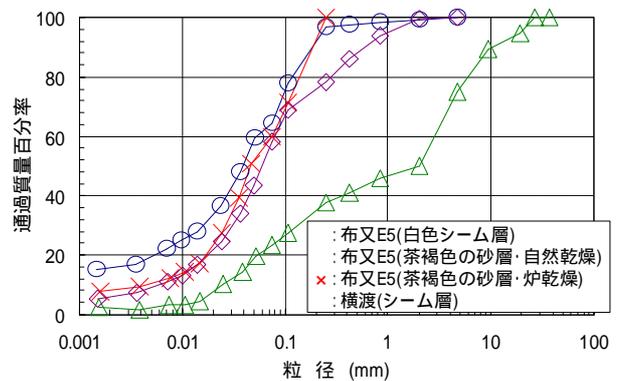


図 5 採取試料の粒径加積曲線

表 1 試料の物理特性

地点名	採取層名	土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	自然含水比 w(%)	湿潤密度 $\rho(\text{g/cm}^3)$	乾燥密度 $\rho_d(\text{g/cm}^3)$
秋田県布又地区E5	泥岩	-	41.1	2.056	1.457
秋田県布又地区E5	白色シーム層	2.519	-	-	-
秋田県布又地区E5	茶褐色の砂層	2.541	58.6	-	-
秋田県布又地区E9	崩積土	2.554	59.4	1.396	0.955
秋田県布又地区E10	砂岩	2.562	55.5	1.616	1.06
新潟県新潟地区	泥岩	-	30.3	1.779	1.369
新潟県新潟地区	泥岩	-	31.0	1.811	1.382
新潟県新潟地区	泥岩	-	24.0	1.771	1.423
新潟県新潟地区	シーム層	2.500	28.2	-	-

5. 室内試験結果

ブロック採取した岩石試料は、縦横比を 2:1 の円柱型に成形した後に一軸圧縮試験を行った。さらに、乾湿繰り返しによる材料の形態変化を確認するため、同一ブロックより切り出した岩塊について岩石のスレーキング試験 (JGS 2124-2006) を行った。

図 5 に布又および横渡地点の泥岩、砂層、およびシーム層より攪乱採取した試料の粒径加積曲線を、表 4 にそれらの物理特性を示す。表 2 はシーム層の液性限界・塑性限界試験結果を示したものである。ここで、E5 地点より採取した茶褐色の砂層は、試料採取後に自然乾燥させた岩塊、および採取後に炉乾燥させ粒子破砕を誘発させた岩塊の 2 種類に区別した。布又シーム層に着目して整理した場合、白色シーム層とその直上にある茶褐色の自然乾燥砂層では、粒度分布は大きく異なるが土粒子密度はほぼ等しく、炉乾燥試料の粒度組成にほぼ等しい。横渡シーム層と比較した場合、布又シーム層とは液性・塑性限界が異なるが粒度分布や物理特性は類似している。

以上の結果をまとめると、泥岩層の上部にある茶褐色の砂層は、風化による粒子破砕や地下水の影響により白色シーム層に変質すると推察される。また、流れ盤上で地すべりが生じた布又・横渡では、地点や地層の生成過程が異なるにもかかわらず類似の物理特性を有するシーム層が見られることから、地震による大規模斜面崩壊には基盤層上部のシーム層の影響が一因として考えられる。

図 6 にスレーキング試験結果を、表 3 にスレーキング試験中の含水比の変化をそれぞれ示す。これより、両地点から採取した泥岩は、水浸後 30 分で写真 5, 6 のように試料の周辺がわずかに崩れ、ひび割れが生じたが、その後は変化が見られずスレーキング指数は 1 であり、新鮮な岩塊と判断される。また、掘削直後の含水比より湿潤状態に変化させた場合も顕著なスレーキングは生じていない。

図 7 に採取試料の一軸圧縮試験結果を示す。基盤層である泥岩の一軸圧縮強度は、布又泥岩で 1.14MPa、横渡泥岩で 0.74~0.84MPa 程度で、基盤層は一般的な新第三紀泥岩相当の圧縮強度⁸⁾を有することがわかる。また、すべり面上部の砂岩、未固結な崩積土の一軸圧縮強度は、それぞれ 0.23MPa、0.01~0.04MPa の極めて低い値を示し、これらはいずれも基盤層に比べ小さい値を示している。

表 2 シーム層の液性限界・塑性限界試験結果

	液性限界 W_L (%)	塑性限界 W_P (%)	塑性指数 I_P
横渡	39.7	-	NP
布又	52.4	-	NP

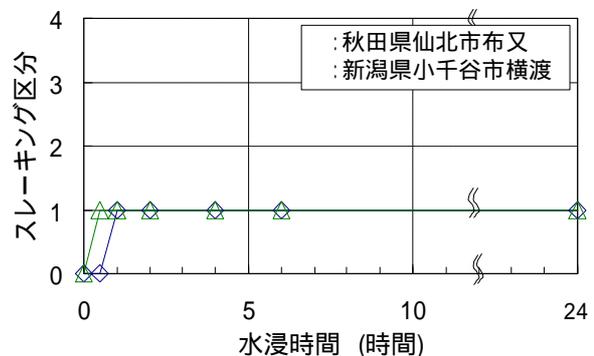


図 6 スレーキング試験結果

表 3 スレーキング試験中の含水比の変化

	初期含水比 W_1 (%)	水浸前含水比 W_2 (%)	水浸24時間後 含水比 W_3 (%)
横渡	27.5	3.4	38.6
布又	17.3	1.3	35.9



写真 5 スレーキング試験状況(布又試料)



写真 6 スレーキング試験状況(横渡試料)

6. まとめ

秋田県仙北地震で地すべりの生じた布又地区より採取した試料の物理・力学特性に関して、以下の主要な知見が得られた。

- (1) 地すべり地点では、薄い茶褐色の砂層が見られ、その下部には厚さ数 mm の白色シーム層を挟んで硬質泥岩が確認された。
- (2) 現地踏査の結果、崩積土層の厚さや変化により、地すべり範囲をある程度把握できた。
- (3) 布又で確認されたシーム層の物理特性は新潟県中越地震で地すべりが生じた横渡地区のそれとほぼ一致する。
- (4) 流れ盤上で生じる地すべりには、基盤層上部のシーム層の影響が考えられる。
- (5) 地すべり面を形成する基盤層は乾燥・水浸の影響を受けにくい。
- (6) すべり面上の砂岩は基盤層に比べ一軸圧縮強度が極めて小さい。

謝辞：今回の調査は、文部科学省科学技術振興調整費による委託研究開発（活褶曲地帯における地震データアーカイブスの構築と社会基盤施設の防災対策への活用法の提案，研究代表者：小長井一男）の一環として実施したものである。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 西仙北町郷土誌編集委員会編：西仙北町郷土誌，1976.
- 2) Wikipedia市町村地図 <http://ja.wikipedia.org/wiki/>
- 3) 大澤郷村震災誌，1918.

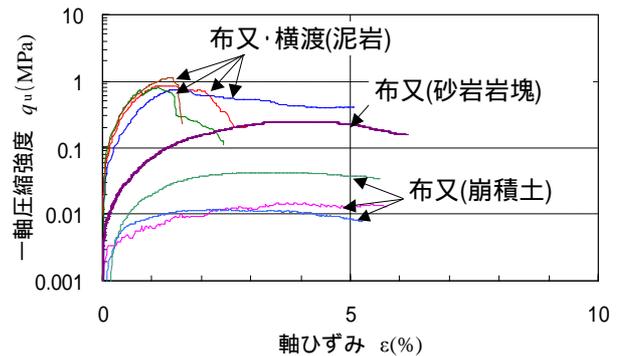


図 7 一軸圧縮強度

- 4) (社)土木学会 新潟県中越地震被害調査特別委員会編：平成16年新潟県中越地震被害調査報告書，pp.120-123，2006.
- 5) 秋田市西仙北町都市区域整備図，土地利用現況図51，1989.
- 6) 原忠，國生剛治，古地祐規，田中正之，松山優子，星千恵：秋田仙北地震における緩傾斜な地すべり斜面の物理・力学特性，土木学会関東支部第34回技術研究発表会講演集，-016，2007.
- 7) 安部真郎，高橋明久：東北地方・グリーンタフ地域における地震発生時の地すべり挙動 - 主として秋田県，陸羽地震・仙北地震での検証 - ，応用地質，第38巻，第5号，pp.265-279，1997.
- 8) Okamoto, R., Kojima, K. and Yoshinaka, R.: Distribution and engineering properties of weak rocks in Japan, Proc. Int. Sympo. on Weak Rock, ISRH Sympo, Tokyo Japan, Thema 5, pp.89-103, 1984.

(2007.6.29 受付)

THE NUNOMATA LANDSLIDE DURING AKITA SENBOKU EARTHQUAKE IN 1914

Tadashi HARA, Takaji KOKUSHO, Masayuki TANAKA, Yuki KOCHI, Yuki HIRAGA, Yuko MATUYAMA and Takuya YOSHINO

The Akita Senboku earthquake occurred on March 15, 1914. In this earthquake, many sites were caused slope failures. In the Nunomata landslide, displaced soil mass had originally been destabilized by river erosions, and glides as a rigid body along slip plane in gentle slope of around 6-7 degree.

In order to solve mechanism of landslide on dip slip in gentle slope inclinations, a series of physical properties and unconfined compression tests were performed in this study on intact sampled soils on the slip plane in Nunomata.