

平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震での冷沢崩壊の発生メカニズムに関する地盤工学的検討

日本大学工学部 学生会員 ○押田 展宏・小野 和亮
正会員 梅村 順

1. はじめに

平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震の際、栗原市耕英地区冷沢では、その両岸が幅1kmに渡って崩壊し、崩壊土砂の一部が土石流化する被害が生じた(写真-1)。著者らは、この崩壊から土石流に至るプロセスを土の性質から検証することを目的に、すべり面の発達した火砕流堆積物非溶結部試料を対象とした非排水繰返し単純せん断試験を実施した。本文では、その結果を報告すると共に、地震時斜面崩壊の危険度評価への展望について述べる。

2. 冷沢崩壊の概要と試験の背景

冷沢周辺の地質は図-1に示す通りで、現地調査の結果、定性的には図-2に示すように、埋没土壌直上の火砕流堆積物下部が相対的に低剛性であった。そして地震の際、この範囲に大きな繰返しせん断ひずみが作用し、結果としてこの位置にすべり面を生じて写真-2に示すような退行型のスランプ型崩壊を生じたと考えられた¹⁾。また、崩壊土砂の殆どが土石流化して失われており、この範囲の土の脆性度が高く、せん断抵抗力の低下割合が大きいことが示唆された。そこで著者らは、この定性的な知見を実験室で定量的に確認することにした。

試験は、この火砕流堆積物層下部試料を対象に、原位置の状態を考慮して、非排水繰返し単純せん断試験とした。また、強度変化を把握するために、ひずみ制御で実施した。

3. 試験方法

試料の物理的性質を、図-3に示す。試験ではまず、乱さない試料を、1辺200mmの立方体に成形して供試体とした。試験装置にセット後水浸し、負圧を作用させて18時間以上脱気して、供試体を飽和させた。次いで、所定の上載圧を段階的に作用させて、3t法を目安に圧密を行った。

せん断過程は、ひずみ速度0.5%/min、非排水条件で実施した。せん断ひずみは、0.5%から15.0%まで段階的に、各段階で11回の繰返しを作用させた。

4. 試験結果・考察

図-4は、試験結果の一例として、初期垂直圧 $\sigma_0=200\text{kN/m}^2$ でのせん断応力-せん断ひずみ関係である。また、図-5には、有効垂直圧-せん断ひずみ関係を示した。

これらの結果からまず、せん断ひずみの繰返し作用に伴うせん断強度の低下を確認するために、各繰返しひずみ段階で、繰返し回数 $N=1$ 、および、 $N=10$ のときそれぞれでの、折返し時のせん断抵抗力を、繰返しせん断ひずみとの関係で示したのが図-6である。繰返しせん断ひずみが小さい範囲では、発揮されるせん断抵抗力はほぼ同じであるが、繰返しせん断ひずみ $\gamma=2\%$ を越えると $N=10$ 時のせん断抵抗力の低下が大きくなり、 $N=1$ 時の半分に低下した。

地震時には通常、地震動に起因した強制的な変位が与えられ、ピーク強さを越えるせん断ひずみが作用する、いわゆる進行型



写真-1 栗原市耕英冷沢崩壊全景
(上流側から下流を望む)
(社)東北建設協会提供)

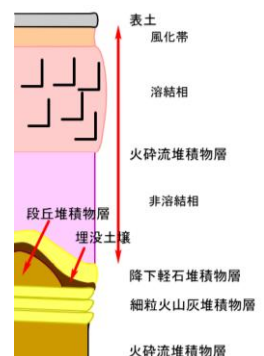


図-1 冷沢付近の地質模式柱状図

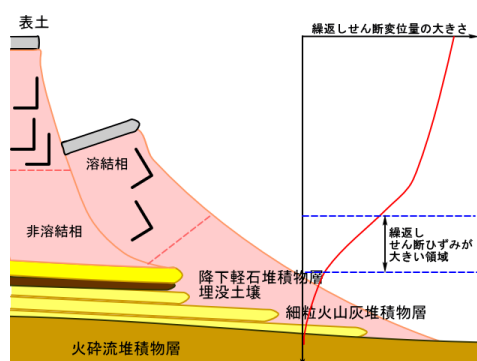


図-2 現地調査に基づく冷沢崩壊模式図



写真-2 冷沢崩壊で見られるスランプ型崩壊

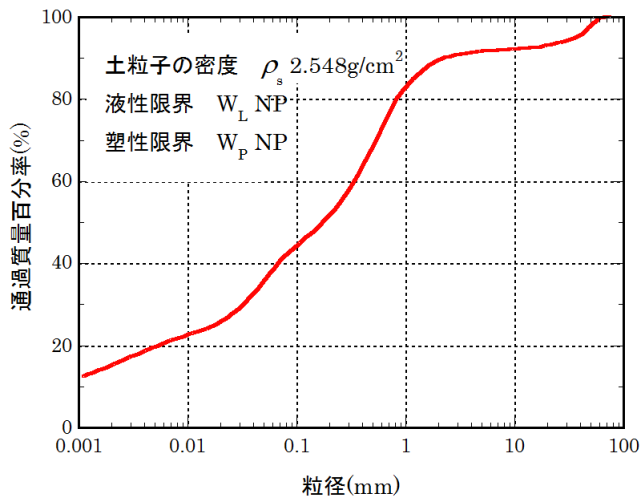


図-3 試料の物理的性質

の破壊を生じて崩壊に至ることがしばしばあるが、このせん断抵抗力の低下は、このことを示していると考えられる。

一方、図-7には、初期垂直圧 $\sigma_0=200\text{kN/m}^2$ でのせん断剛性係数 G 、等価減衰定数 h と、繰返しせん断ひずみとの関係を、 $N=10$ で整理したものである。 G は、繰返しせん断ひずみが大きくなるに連れ減少し、図-6に示したせん断抵抗力に対応して、 $\gamma=2\%$ を越えるとほぼ 10kN/m^2 以下になった。

一方、 h は、繰返しせん断ひずみに係わらず、0.1程度の値でほぼ一定であった。このことは、特に $\gamma=2\%$ を越えて破壊した後、繰返しせん断ひずみが大きくなっても抵抗力は殆ど発揮されずに変形が進行することを示しており、この崩壊で崩壊土砂が土石流化して流下したことを裏付けていると考えられる。

5. まとめ

本文では、平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震の際に生じた栗原市耕英地区冷沢崩壊を対象に、現地調査で得られた定性的な知見を、実験室で定量的に把握することを目的に実施した。得られた結果は、定性的な知見を裏付けるものであった。

近年、いわゆる内陸型地震の発生数が増加し、震源に近い山間地で、大規模な地すべり・斜面崩壊が生じており、この分野での斜面の危険度評価が急務になっている。従来、山間地の地質は複雑で、定性的な把握に留まることが多かったが、危険度評価の制度を向上させるには、定量的な評価が不可欠である。本文では、冷沢崩壊について、定量的な検証を試みたが、このようなデータの蓄積が今後さらに必要になってくるであろう。

最後に、本研究を進めるに当たり、(株)テクノ長谷 加藤彰氏には、試料採取で御助力頂いた。ここに記して、厚く感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 橋本桂弥・梅村順(2010)：平成20年岩手・宮城内陸地震で発生した栗原市耕英冷沢崩壊の土砂流化メカニズムに関する実験的検討、日本応用地質学会講演論文集、pp.117-118.

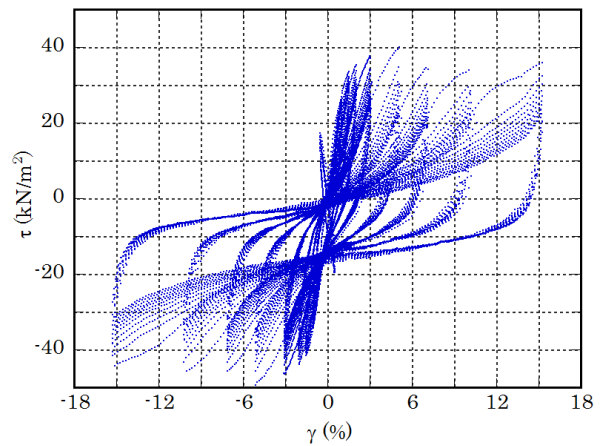


図-4 $\sigma_0=200\text{kN/m}^2$ 時の $\tau - \gamma$ 関係

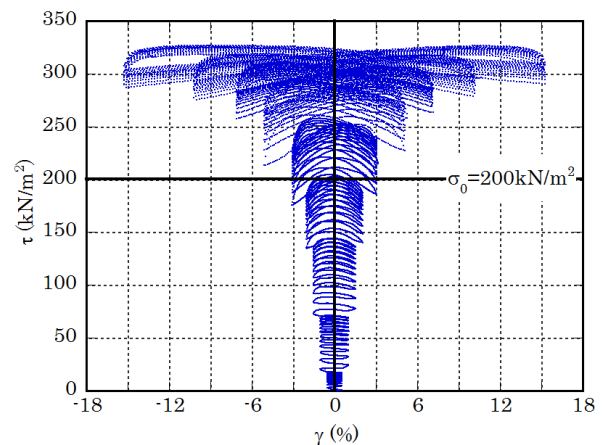


図-5 $\sigma_0=200\text{kN/m}^2$ 時の $u - \gamma$ 関係

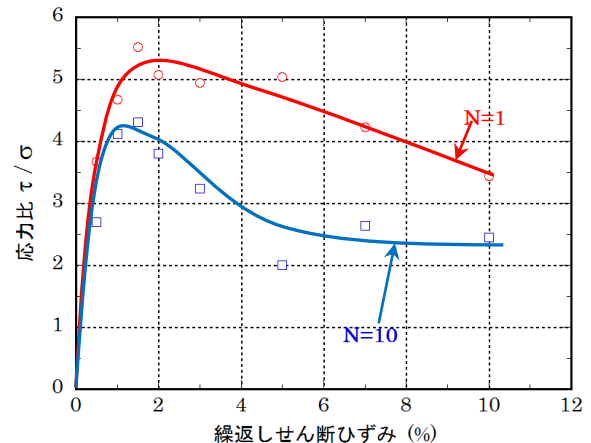


図-6 せん断抵抗力ー繰返しせん断ひずみ関係

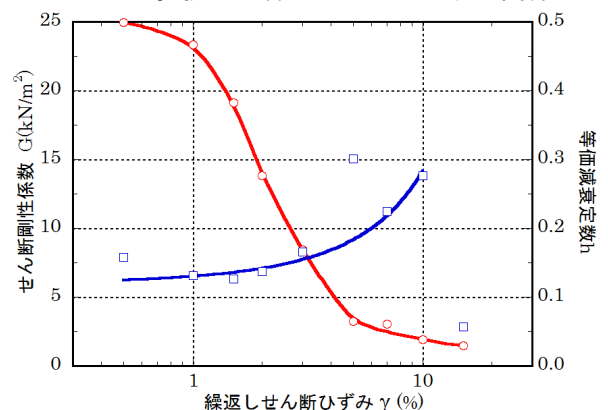


図-7 $\sigma_0=200\text{kN/m}^2$ での $G-h-\gamma$ 関係