

HDS027-16

会場:301A

時間:5月25日 12:30-12:45

地震による高速長距離運動地すべりにおける水理条件の影響 The influence of hydrogeological condition on earthquake-induced rapid and long runout landslides

汪 発武^{1*}

Fawu Wang^{1*}

¹ 島根大学総合理工学部地球資源環境学科

¹Dept of Geoscience, Shimane University

最近十数年以来、地震によって、高速長距離運動地すべりによる災害が注目されるようになってきている。たとえば、1995年兵庫県南部地震による仁川地すべりと宝塚ゴルフ場地すべり、1999年の台湾集集地震による草嶺地すべりと九分二山地すべり、2003年三陸南地震による築館地すべり、2004年中越地震による東竹沢地すべりや寺野地すべりをはじめとする群発地すべり、2008年5月中国四川大地震による青川県東河口地すべり、北川県王家岩地すべり、2009年9月インドネシアスマトラ沖地震による Tandikek 地すべりと Malalak 地すべりなど、水理条件の強い影響が示されている。これらの事例研究より、地すべりの発生しやすい場所、また、地すべり運動速度と運動距離は降雨、台風、地下水の存在に影響されていることが統計的に見れば、分かる。

本発表は、これらの事例について、地震発生前の降雨状況、あるいは地下水存在状況から、地震時の潜在すべり面における飽和状況、そして、崩壊した運動土塊の運動経路における地下水の存在状況を検証する。2008年5月中国四川大地震による青川県東河口地すべり、及び2009年9月インドネシアスマトラ沖地震による Tandikek 地すべりと Malalak 地すべりに対して、地震時地すべり再現試験機を用いて実験研究を実施し、地震による地すべりの発生メカニズムと運動機構を究明する。

1. 2008.5.12 中国四川大地震による地すべりから見た傾向

2008.5.12 中国四川大地震によって、長さ約 300 km の龍門山断層帯に沿って、地すべり・斜面崩壊が多数発生した。現地調査結果によると、崩壊土砂の運動速度、そして運動距離は地すべり運動域の地下水条件と密接な関連性を示している。北川県庁所在地で発生した二つ災難性の地すべりを比較すれば分かるように、古い地域で発生した王家岩地すべりは地下水の浅い泥岩の崩積物の上で長距離運動し、新しい地域で発生した景家山地すべりは地下水の深い苦灰岩のなかで短距離運動した。その原因の一つは地下水状況によるものと認識できる。東河口地すべりの発生域の構造からも、すべり面が飽和しやすく、流下経路も集水地形に当たることが分かる。図1は実地震波形を入力信号とした、東河口地すべりの再現試験の結果の一部である。

2. 2009.9.30 インドネシアスマトラ沖地震による群発流動性地すべり

インドネシア・スマトラ島南西部において、地震活動が活発である。2004年から2009年の間、この地域周辺ではマグニチュード M7.6 以上の大地震が四回発生している。その中に、2009.9.30 M7.6 の地震が一番小さいマグニチュードを有しているものの、地震動が降雨中に発生したため、Padang 地域において Tandikek 及び Malalak 地区で多くの地すべり災害が発生し、地すべりが高速長距離運動したことによって、地域に甚大な災害を及ぼした。

2009.9.30 の M7.6 地震によって、Tandikek 地すべり周辺では、数多くの流動性地すべりが発生した。高速で長距離運動したため、家屋が完全に壊滅され、住民多数が犠牲になった。中には、Tandikek 地すべりと Malalak 地すべりは代表的である。

地すべり発生地域は赤道近くの熱帯に位置し、集中豪雨が頻繁に経験したはずである。また、強い地震が頻繁に発生している西スマトラ島に位置しているため、もっと強い地震動を経験したはずである。例えば、2004年12月26日の M9.3 のスマトラ大地震はこの地域を大きく揺らしたに違いない。2009.9.30 の地震によって発生した両地すべりをはじめとする群発地すべりに対して疑問となったのは、どうしてこの地震によって流動性地すべりが発生したのか。

両地すべりの共通点としては、崩壊土砂は源頭部からすべて滑り出し、発生域のすべり面がすべて露出し、滑落崖となった。崩壊は 2m ぐらい厚さの軽石層が硬い粘土層との境界で発生したと見られ、斜面勾配は約 35 度であった。地元の人によると、地震が発生する(午後 5:12)前に、午後 2 時から中程度の降雨が地震発生するまでずっと降っていた。

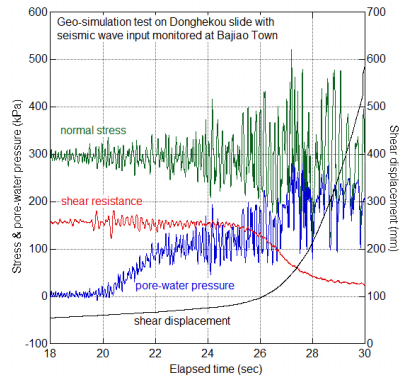
この状況から判断すると、降雨による影響は大きい。軽石層はもともと透水性の高いものであり、降雨が発生している時に、水が軽石層の中に浸透しやすく、外への流出もしやすい。両地すべりの場合、軽石層の底面に硬い粘土層があったため、軽石層を浸透した水は粘土層に達した後、水位の上昇に貢献したと推定される。このような状況下で、強い地震動の揺れによって、軽石層の中で液状化が発生し、斜面を流下することによって、大きな被害をもたらしたこと

になった。

このような推定を検証するために、Tandikek 地すべりから軽石層の試料を採取し、リングせん断試験を実施し、水理条件による地震時地すべりの高速運動への影響を確認した。

3. 結論

水理条件は地震時高速長距離運動地すべりへの影響は非常に大きいものである。これを評価することによって、災害の軽減につながる可能性は高い。



キーワード: 地震, 地すべり, 水理条件, 事例研究

Keywords: earthquake, landslide, hydrogeological condition, case study