

## 2009年コスタリカ・チンチョナ地震における斜面崩壊地点の調査

東京大学 フェロー会員 ○東畑 郁生  
 Universidad de Costa Rica William Vargas Monge  
 東京電機大学 フェロー会員 安田 進  
 山梨大学 正会員 後藤 聡  
 東京大学 学生会員 青山 翔吾

### 1. はじめに

2009年1月8日午後1時21分(日本時間9日午前4時21分)、コスタリカ北部で発生した地震により震源地に近い Cinchona を中心に多くの土砂災害が発生した。前報では、著者らが行った現地調査で明らかとなった被害の概要を報告した。今回の調査では、これらの被害箇所から斜面崩壊2箇所、道路盛り土の変状1箇所を選んでサウンディング試験および物理試験を行った。本報ではそれらの結果を報告する。

### 2. 地震および被害の概要

コスタリカ地震観測所(OVSICORI)の発表によると、震源はアラフエラ県ポアス火山東方6km(北緯10.197, 西経84.159)深さ10km, 規模はマグニチュードM6.2, 改正メルカリ震度階級による最大震度は震源地付近でⅧとなっている。震源があるコスタリカ内陸部にはいくつかの年代の異なる火山灰質土が分布しており、この火山灰質土が河川により激しい浸食を受けいたるところで非常に急峻な谷地形が発達している。今回の地震では、この谷地形で表層崩壊およびそれに起因する土石流が多数確認された。

### 3. Cinchona 斜面崩壊

図1は、OVSICORIによりまとめられた今回の地震による土砂災害の発生箇所である。調査地の Cinchona は震源から南方1kmのところであり、図からこの地域では広い範囲で斜面崩壊が発生していることがわかる。これらの斜面崩壊は Rio La Paz の両岸で発生しており、今回調査を行った地点はこの内の左岸側で起った表層崩壊の一部である。調査時点では写真1のようにほぼ崩壊後の状況がそのまま残されていた。すべり面は地表より深さ2m, 勾配は35°, 地質は火山灰質粘性土であった。このすべり面から採取した火山灰質粘性土の物性値を表1に示す。また、簡易動的コーン貫入試験の結果を図2に、この結果を岡田らの式(粘性土)<sup>1)</sup>を用いてN値に換算したものを図3に示す。Ndが15程度のすべり面の下にはNdが10以下, 換算N値で5程度のやや軟弱な層がすべり面から2.2m(崩壊前地表面から4.2m)下まで存在していることが分かる。



図1 斜面崩壊分布図



写真1 調査地点の斜面崩壊

表2 すべり面土の物性値

液性限界 $W_L\%$	139.30
塑性限界 $W_p\%$	107.82
塑性指数 $I_p$	31.48

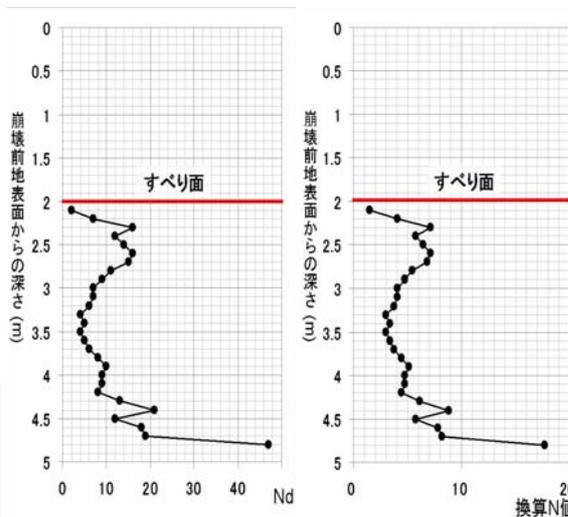


図2 簡易動的貫入試験結果 図3 換算N値

キーワード Cinchona 地震, ローム, 火山砂, 簡易動的コーン貫入試験

連絡先 〒113-8565 東京都文京区本郷7丁目3番地1号 東京大学 土質・地盤研究室 TEL03-5841-6123

#### 4. Blanca 斜面崩壊修復現場

写真2はVara Blancaの国道9号線の法面で発生した斜面崩壊の修復現場である。法面の高さは約20mあり、崩壊土砂を取り除いてから地山を段状に整形することで安定化を図っている。この整形後の法面を観察すると、火山灰質粘性土の中に写真3のような火山砂が塊状に分布していることが分かる。なお、この火山砂の粒径分布は図4のようになっている。粘性土と砂塊の部分でそれぞれ簡易動的コーン貫入試験を行った結果が図5である。粘性土の部分ではCinchona斜面での結果と同様にNdが10以下のやや軟弱な層が続いている。一方、砂塊の部分はNdが20以上と比較的硬くなっている。しかし、法面の全てが粘性土であると仮定して勾配や工法が決められているため表面の被覆等を行われておらず、砂塊が露出している部分からは写真4に示すような小規模な崩壊が既に始まっている。この砂塊はパイピングによって急激に崩壊が進展する可能性もあり、これにより修復後の斜面全体が再び崩壊する危険性がある。このような火山砂の塊状分布は他の修復後斜面にもみられ、同様の危険性が存在している。これらの法面に対しては表面被覆などの対策が必要である。



写真2 Blanca 崩壊法面復旧状況

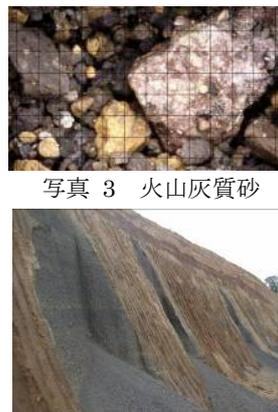


写真3 火山灰質砂



写真4 砂塊の崩壊

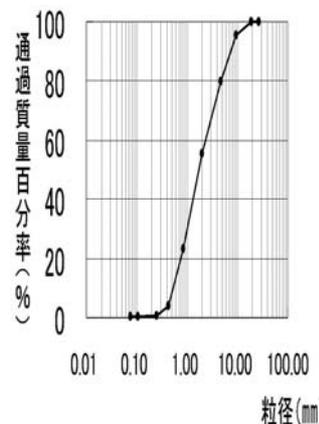


図4 火山砂の粒度分布

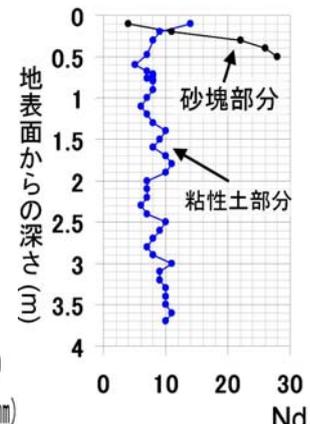


図5 崩壊法面貫入試験結果

#### 5. 道路盛土部分のアスファルト座屈

今回の地震によってAlto del Desenganoで舗装アスファルトの座屈が発生した。この座屈は約20mの跨度で2箇所発生しているが、それ以外の部分では亀裂および水平方向のズレのいずれも、ほとんど確認できなかった。このような破壊形態が生じた原因を解明するため、発生した2つの座屈の中間地点で簡易動的コーン貫入試験を行った。その結果を図6に示す。この地点は座屈が発生したあたりで切土から盛土に構造が切り替わっているが、貫入試験の結果は、地表から3mまで盛土部分に相当する範囲でNd値が6前後と小さく、盛土の施工時の締固め不足を示している。この軟弱層によって、地震時に盛土上にある舗装は地山の上で滑り、周囲の地山に直接接している舗装とは異なる振動を示したため、盛土部の両端での座屈のみという特異な破壊形態が発生したと考えられる。

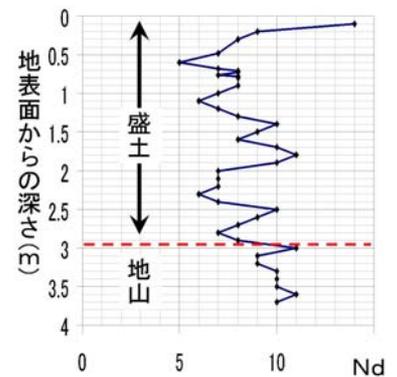


図6 盛土部での貫入試験結果

#### 6. まとめ

崩壊斜面および崩壊法面で行った簡易動的コーン貫入試験から、すべり面が生じた層の強度はNd10前後、換算N値7程度であることが分かる。また修復した斜面が分布する砂塊の侵食によって再び崩壊する危険性があること、道路盛土部舗装アスファルトの両端座屈は盛土の締固め不足によるものであることが今回の調査より示された。

#### 7. 謝辞

現地で調査を行うにあたり、多大なるご協力をいただきましたMiss Regina Salas Monge、およびコスタリカ大学地盤研究室の皆様には、心より御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) (社)地盤工学会：第3章簡易動的コーン貫入試験，地盤調査法，pp. 208～212