

2001 年エルサドバドル地震における地すべり・斜面崩壊

山口大学工学部 正 ○山本哲朗 金沢大学工学部 正 宮島昌克
地震防災フロンティア研究センター 正 渦岡良介
東京大学生産技術研究所 正 Jorgen JOHANSSON 小長井一男

1. まえがき 2001 年 1 月 13 日に中米でエルサドバドル地震 ($M_w7.6$) が発生した。土木学会地震工学委員会調査団 8 名（小長井一男団長）は 2 月 1 日から同月 9 日までの旅程で、①地震動に関する資料収集、②地すべり・斜面被害調査、および③建物・ライフライン被害調査を実施した。本文では、500 名以上の犠牲者がでた Santa Tecla 地区の Las Colinas 地すべりを中心にして地すべり・斜面災害の調査結果を述べる。

2. 地すべり・斜面崩壊の概要 首都サンサルバドルから西北西約 60 km の太平洋海底下 39 km に震源をもつエルサドバドル地震によって、死者 726 名、住家 11 万棟が被害を受けたのをはじめ、516 件の地すべりが発生した。

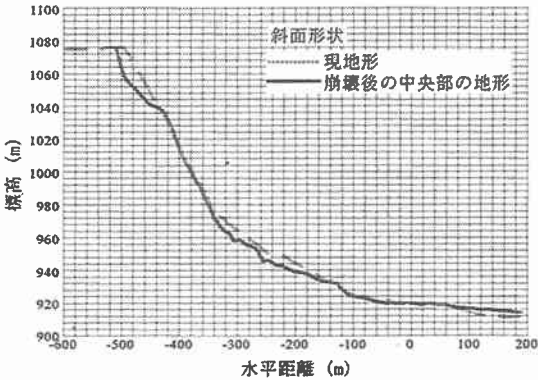
著者らはヘリコプターによる視察および現地調査の両方から地すべりおよび斜面崩壊の状況を調査した。以下に代表的なものについて比較的詳しく述べる。

2. 1 Las Colinas 地すべり 今回発生した地すべりの中で最大規模のもので、Santa Tecla 地区で発生した。この地すべりは標高 1085 m、勾配 45～50 度、その上部は開発によって広大な平坦面をもつ火山性山腹の頂上部から発生した（写真－1）。崩壊規模は滑落崖で幅 100 m、高さ約 16 m で、崩土の流下長は 750 m にも達した。崩土量は約 15 万 m^3 と推定される。地すべり前後の山腹の断面図を図－1 に示す。この山腹には 2 本の沢筋があり、その両側にも沢筋が見られた。滑落崖付近で大規模な円弧すべりが発生し、これに伴って崩土が下方に流下するとともに、その下方斜面でも大きな崩壊が発生して、山腹を流下した。この地すべりによって山腹の裾野に立地していた民家が流下した土砂で破壊され、500 名以上の犠牲者がでた。



写真－1 Las Colinas 地すべり

この滑落崖の地質、地盤調査から山腹地表には厚さ約 2m で水平な層理面を数枚もつ火山礫凝灰岩や火山碎屑物層（我が国でいう黒ぼく）が堆積し、その下位に別の火山碎屑物層が堆積していることが分かった。この火山碎屑物は白～淡褐色で扁平な細長い軽石（多くは粒径 0.5 mm～1.7 cm）からなる（写真－2）が、土粒子構造はゆるく、指圧で容易にその構造を潰すことができる。この火山碎屑物の諸物理的性質および静的強度定数をそれぞれ表－1 に示す。簡易動的コーン貫入試験を実施し、西側の側方滑落崖上方部の未崩壊地盤には深さ 1.2 m および 2.5～2.8 m において換算 N 値=1 以下の土層が存在することを確認している。



図－1 Las Colinas 地すべり前後の断面図

表－1 火山碎屑物の諸物理定数と静的強度定数

ρ_s (g/cm^3)	D_{max} (mm)	D_{50} (mm)	F_c (%)	U_c	e_{max}	e_{min}	土質分類	C_{cu} (kPa)	ϕ_{cu} (°)
2.410	75	0.068	6.9	4.35	3.044	2.297	S-V	19	39.2

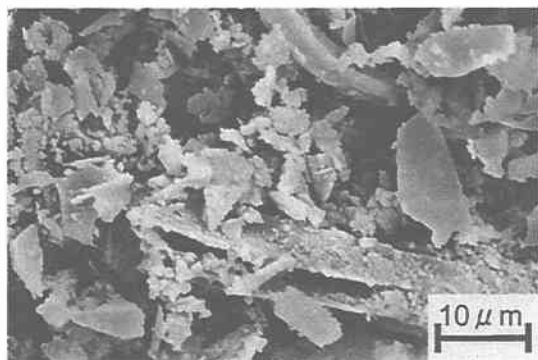


写真-2 火山碎屑物の SEM 写真



写真-3 Los Chorros におけるしらす斜面崩壊



写真-4 Neuva Cuscatlan における火山礫凝灰岩斜面崩壊



写真-5 Tepecoyo 斜面崩壊と倒壊家屋

以上に述べたように、火山碎屑物層が緩い土粒子構造で密度が小さく湿潤状態であり、山腹斜面が比較的急傾斜であったことが相俟って崩土が高速土塊運動で 750 m という非常に長い距離を流下したものと考えられる。

2. 2 Las Colinas 斜面崩壊 上述した地すべり地の西方で斜面崩壊が多数発生した。斜面崩壊の型は Las Colinas 地すべりと同様に、火山礫凝灰岩と火山碎屑物の互層からなる山腹で発生したものと火山碎屑物（我が国で言うしらす）の山腹で発生したものに分けられる。

2. 3 Los Chorros 斜面崩壊 道路に沿う火山礫凝灰岩と火山碎屑物の互層、あるいはしらすからなる切り取り斜面が多くの箇所で崩壊した（写真-3）。その他、溶岩切り取り斜面の節理に沿う崩壊も見られた。

2. 4 Neuva Cuscatlan 斜面崩壊 火山礫凝灰岩からなる山腹切り取り斜面において崩壊（写真-4）が発生し、一部の住家が崩壊した。当地区の山腹には至るところに地割れが発生し、それは山頂でも見られた。

2. 5 その他の斜面崩壊 写真-5 に示すように山腹斜面の崩壊によって、多くの住家が壊滅した。写真-6 には Lago de Ilopango における大規模なしらす斜面の崩壊とそれによる崩土が道路上に流入した状況を示す。



写真-6 Lago de Ilopango におけるしらす斜面崩壊

3. まとめ 地すべり・斜面崩壊は火山礫凝灰岩と火山碎屑物の互層、火山碎屑物、溶岩からなる斜面で発生した。火山碎屑物の土粒子構造はゆるく、これが素因になって地震動による地すべりや斜面崩壊が多発する結果になった。5 月からの雨季において今回崩壊した斜面の降雨による 2 次災害が非常に心配である。