

平成 12 年鳥取県西部地震における斜面災害とその土質工学的性質

山口大学工学部	正会員	山本哲朗	鈴木素之
前田建設(株)	正会員	○宮内俊彦	
山口大学大学院	学生会員	寺山 崇	
日特建設(株)	正会員	原田 博	

1. はじめに 平成 12 年 10 月 6 日に鳥取県の西部地域に震源を持つ $M = 7.3$ ($M_w = 6.6$) の地震が発生した。本地震により、斜面崩壊や落石などの斜面災害および道路の亀裂が発生し、国道や県道で全面通行止めや片側交互通行といった交通規制がしかれた。著者らはその中で、地震発生翌日の 10 月 8 日から 29 日までの延べ 11 日間にわたって斜面災害等の被害調査を行った。本文では、斜面災害を崩壊型ごとに分類し、それらの代表的な事例を挙げるとともに斜面災害の特徴、斜面表層土の土質工学的性質について述べる。

2. 斜面災害の調査地点 図-1 に著者らが調査した斜面災害地点を示す。調査は国道 180 号線および国道 181 号線沿いを中心に国道 183 号線、国道 482 号線およびそれらを結ぶ県道、農道、林道沿いの斜面を対象にした。ここで斜面災害を、著しく風化した表層土が崩壊する、節理面に沿って岩塊が滑り落ちる岩盤崩壊

(B)、斜面崩壊と岩盤崩壊の中間的な崩壊形態を示す斜面・岩盤崩壊 (C)、数個の岩塊が斜面を落下する落石 (D)、吹付けコンクリートの破損 (E) の 5 つに分類した。

これらの模式図を図-2 に示す。斜面災害の総件数は 136 件にものぼっており、その内訳は、斜面崩壊が 48 件、岩盤崩壊が 36 件、斜面・岩盤崩壊が 22 件、落石が 18 件および吹付けコンクリートの破損が 12 件である。図-1 には震央と断層の位置も示しているが、これらの斜面災害の多くは震央を中心に概ね半径 10 km 圏内に集中していることがわかる。

3. 斜面災害の崩壊形態ごとの事例 (A) 斜面崩壊 (溝口町福岡)：斜面は強風化花崗岩 (まさ土) からなり、走向は

$N16^\circ E$ 、傾斜は $50^\circ NW$ である。対策工として植生工が施されていた。崩壊規模は幅 28.6 m、厚さ 0.7 m であり、平面すべりを呈していた。また、この斜面より北側 10 m ほどの場所では道路にクラックが発生していた。この他に斜面崩壊の特徴的な例として、一つの斜面で、2 つの崩壊が発生したケースが 3 地点でみられた。(B) 岩盤崩壊 (岸本町小野)：斜面は粘板岩からなり、斜面の走向は $N18^\circ W$ 、傾斜は $40^\circ NE$ である。崩壊規模は幅 14.4 m、長さ 6.0 m である。岩盤には柱状および板状節理が幅約 40cm 間隔で発達しており、この面に沿って岩盤崩壊が発生した。岩塊は延長約 55 m の山腹を落下し、その内のいくつかは山腹

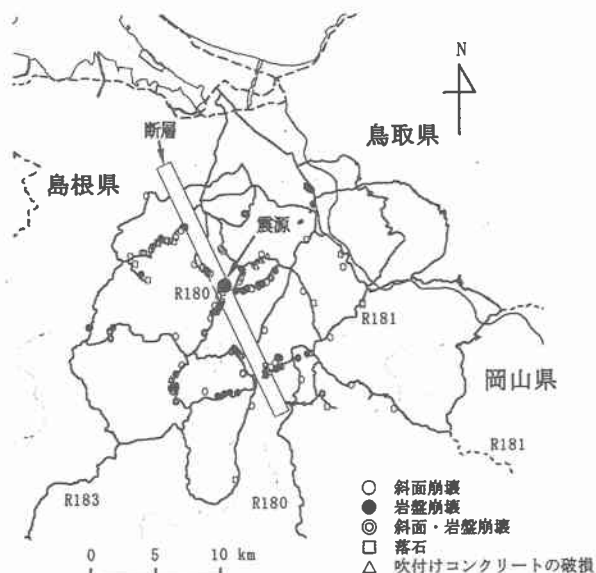


図-1 斜面災害の調査地点

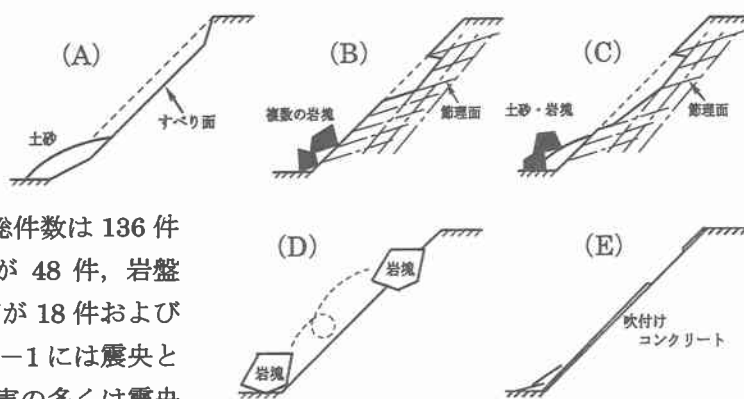


図-2 各斜面災害の模式図

下にあるアスファルト道路上まで転がっていた。岩塊の大きさは最大 $4.1\text{ m} \times 3.4\text{ m} \times 2.6\text{ m}$ であった。(C) 斜面・岩盤崩壊(西伯町早田)：斜面は花崗岩からなり、走向は $\text{N}50^\circ\text{ W}$ (傾斜不明) である。崩壊は節理面に沿って発生しており、崩壊規模は幅 13.7 m であった。対策工として擁壁工と落石防止柵工が施工されていたが、これらに被害はみられなかった。側方滑落崖では柱状および板状節理が著しく発達しており、受け盤であった。節理面の走向は $\text{N}18^\circ\text{ W}$ 、傾斜は 38° SW であり、その間隔は $2\sim 18\text{ cm}$ の間隔である。(D) 落石(西伯町大木屋)：岩塊の大きさは $1.8 \times 1.6\text{ m} \times 1.0\text{ m}$ であった。この地点は震源の近くであり、周辺ではこの他にも斜面災害が多数発生していた。(E) 吹付けコンクリートの破損(日野町下黒坂)での状況を示す。斜面の上方部で吹付けコンクリートが幅 15.4 m にわたって剥離していた。この斜面の周辺ではこの他にも吹付けコンクリートの破損が3箇所、岩盤崩壊が1箇所みられた。

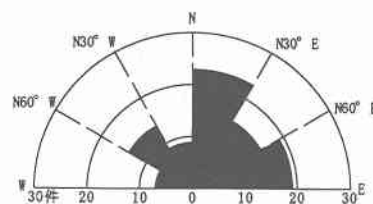


図-2 走向の頻度分布

4. 斜面災害の特徴 斜面災害の崩壊形態において特筆すべき点として、降雨時ではあまり見られない岩盤崩壊、落石、吹付けコンクリートの破損といった被害が多数発生していたことが挙げられる。とくに、岩盤崩壊では既存の節理に沿った崩壊が多くみられた。これは地震動を受けて岩塊が節理に沿って分割されるとともに、振動によって安定性を失ったためである。

斜面災害を調査した地点のうち、走向がわかっている87件についてその頻度分布を調べた。その結果を図-2に示す。斜面の走向は、 $\text{NS}\sim\text{N}29^\circ\text{ E}$ のものが24件で最も多くなっており、NW方向よりNE方向のほうが崩壊の件数は多くなっている。この方向は断層の長さ方向と直交する。吹き付けコンクリート工に着目すると、12地点のうち、 $\text{N}60^\circ\sim\text{N}89^\circ\text{ E}$ の走向が8件と最も多く、さらにNE方向のものが11件でほとんどを占めているという結果が得られた。また、崩壊形態ごとの崩壊の幅、長さおよび厚さの頻度分布についても調べた。斜面崩壊の頻度分布の最大値は、崩壊の幅が $5.0\sim 9.9\text{ m}$ で24件、長さが 4.9 m 以下で13件、厚さが $0.5\sim 0.9\text{ m}$ で15件で、中小規模の崩壊が多かった。これは1999年6月集中豪雨時における山口県内の降雨による斜面崩壊の頻度分布¹⁾とほぼ同じ傾向を示している。

斜面には植生工、擁壁工、落石防止柵工、落石防止網工、吹付けコンクリート工といった様々な種類の対策工が施されており、対策工別の損壊の有無について調べた。植生工は11件、擁壁工は18件、吹付けコンクリート工は14件、落石防止柵工は11件、落石防止網工は20件であった。その中で最も崩壊件数の多い落石防止網工に着目すると、損壊は9件、未損壊は11件である。また、損壊したもののうち6件は崩壊の規模が 10 m 以上(目測含む)のところであった。このことから落石防止網工はある規模の崩壊対策には有効であるといえる。

5. 斜面表層土の土質工学的性質 崩壊斜面の表層土から採取した12土試料に対して土粒子の密度試験、粒度試験、液・塑性限界試験を行った。土質分類の結果は細粒分礫まじり砂(SF-G)3試料、細粒分質礫質砂(SFG)2試料、細粒分まじり礫質砂(SG-F)2試料、砂質礫(GS)1試料、細粒分まじり砂質礫(GS-F)1試料、細粒分質砂質礫(GFS)1試料、細粒分質砂(SF)1試料、および高液性限界シルト(MH)1試料であった。土試料の多くはNPであり、それらは花崗岩の風化したまき土であるといえる。

6. まとめ ①斜面災害の多くは、震央から半径 10 km 圏内に密集し、北北西から南南東方向の断層付近に帯状に広がっていた。②降雨時の斜面災害ではあまり例をみない岩盤崩壊、落石、吹付けコンクリートの破損が著しく多かった。特に、岩盤崩壊は地震動を受けて岩塊が節理に沿って分割されるとともに振動によって安定性を失ったために発生した。③崩壊規模は小・中規模のものが多く、降雨時の場合とほぼ同じ傾向であった。④本地震に対して、斜面对策工としての落石防止網工の有効性を確認することができた。

【参考文献】 1)山本哲朗・鈴木素之・宮内俊彦・原田 博：1999年6月末集中豪雨による山口県下の斜面災害，自然災害科学，Vol. 19，No. 2，pp. 193-203，2000。