

平成13年芸予地震における山口県内の岩盤斜面崩壊

山口大学工学部	正会員	山本哲朗	鈴木素之
山口大学大学院	学生会員	寺山 崇	勝部安昭
常盤地下工業（株）	正会員	瀬原洋一	吉原和彦
宇部興産コンサルタント（株）	正会員	赤松 伸	○鈴川俊道

1. はじめに 平成13年3月24日15時28分頃、安芸灘に震源をもつM=6.4の平成13年芸予地震が発生した。本地震によって広島県河内町、大崎町および熊野町で震度6弱が観測されたのはじめ、瀬戸内海を中心に中国・四国、九州地方の広範囲にわたり震度6弱から震度4を記録した。広島、愛媛、島根および山口を含む7県で死者2人、負傷者262人が出た。山口県錦町宇佐の中国自動車道下り線では、長さ25mにわたって路面に亀裂が入るなど、山口県内でも公共土木施設等に被害が発生した。著者らは3月26日～4月7日における5日間にわたって斜面災害が顕著に見られた山口県東部に位置する岩国市および屋代島（大島郡）を中心とした斜面被害等の調査を実施した。本報告では、最初に芸予地震の概要を述べ、その後斜面災害を崩壊形態ごとに分類し、それらの代表的な事例を挙げるとともに、今回の斜面災害の特徴について述べる。

2. 芸予地震の概況 芸予地震は平成13年3月24日、北緯 $34^{\circ} 7.2'$ 、東経 $132^{\circ} 42.5'$ の位置で発生した。震源深さ51km、M=6.4であった。この地震による被害は広島県を中心に10県に及び、平成13年4月11日現在で死者2名、負傷者262名、住家全壊48棟、住家半壊257棟および住家一部破損31,969棟である¹⁾。広島県呉市で記録された地震の最大加速度は、南北方向で312gal、東西方向で425gal、上下方向で203galである²⁾。これは平成12年鳥取県西部地震における鳥取県日野町で観測されたものより小さい³⁾。

3. 斜面災害の概要 図-1に著者らが斜面被害の調査を実施した山口県東部地域を示す。調査は国道2号線、国道188号線、国道437号線および県道60号線沿いの切り取り斜面を対象にした。図-1に示した各記号は斜面被害の発生した地点を示す。斜面崩壊は岩国市および大島郡東和町を中心に発生し、それらの位置は震央距離から68km以内にあることが明らかになった。ここで、斜面災害を鳥取県西部地震の場合と同様に分類した³⁾。その分類は、著しく風化した表層土が崩壊する斜面崩壊（A）、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が一緒に発生した斜面・岩盤崩壊（C）、数個の岩塊が落下する落石（D）の4種類である。斜面被害の総件数は112件にも及び、その内訳は、斜面崩壊14件、岩盤崩壊47件、斜面・岩盤崩壊4件および落石47件である。本地震による岩国市お



図-1 山口県東部における斜面災害発生地点



写真-1 岩国市錦見における斜面崩壊



写真-2 東和町油宇における岩盤崩壊

よび東和町の代表的な事例を以下に記述する。写真-1 に岩国市錦見における斜面崩壊 (A) の状況を示す。崩壊規模は幅 3.5m, 長さ 7.5m および厚さ 1.0m である。斜面は花崗岩からなり, その走向は $N24^{\circ} W$, 傾斜は $52^{\circ} SW$ である。その風化したまき土からなる切り取り斜面において節理面 (弱面) に沿って崩壊が発生した。崩壊面には松の根茎が張っていた。写真-2 に東和町油宇における岩盤崩壊 (B) の状況を示す。崩壊規模は幅 10.0m, 長さ 25.1m および厚さ 1.5m である。斜面は粗粒花崗岩からなり, その走向は $N80^{\circ} W$, 傾斜は $50^{\circ} SW$ である。岩塊の大きさは最大で $1.1m \times 0.8m \times 1.0m$ であった。崩壊要因として, 花崗岩に発達した節理が垂直に入っていたり, あるいは流れ盤状に入っていたことが挙げられる。この崩壊によって斜面に施工されていた落石防止網工が破損し, 多量の土砂が県道 60 号線に流出し, 車両等の通行が現段階においても禁止されている。ただ, ガードレールには破損が起きていなかったことから, 落石防止網工はかなり有効であったといえる。

4. 斜面災害の特徴 斜面災害の崩壊形態の特徴として, 降雨時にあまり見られない落石および岩盤崩壊が多かったことが挙げられる。これは鳥取県西部地震の場合と同様である³⁾。岩盤崩壊では既存の節理面に沿って松の根茎が張っていた崩壊が多々見られた。このことは節理面があるとその面でのせん断強度は小さいことは言うまでもないが, 木の根茎により節理面が広げられた結果, 地震動に対して岩盤は不安定な状態になっていることが指摘できる。斜面の走向がわかっている 65 件についてその頻度分布を調べた (図-2)。斜面の走向は $N60^{\circ} E \sim N89^{\circ} E$ のものが 17 件で最も多く, 次いで $EW \sim N61^{\circ} W$ のものが 12 件となっている。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 (図-3)。斜面崩壊の頻度分布の最大は, 崩壊の幅が 4.9m 以下で 40 件, 長さが 4.9m 以下で 45 件, 厚さが 4.9m 以下で 32 件であり, 小規模な崩壊が多く発生していたことが特徴である。斜面には一部に擁壁工 (6 件) および落石防止柵工 (3 件) が施工されていたが, 圧倒的に多かったのが落石防止網工 (42 件) であった。落石防止網工に着目し, 各崩壊形態別の損壊の有無について調べた結果を図-4 に示す。損壊は 13 件, 未損壊は 29 件であることから, 落石防止網工はかなり有効な対策工であった。ただ, かなり今回の地震動に対しては大規模な崩壊には耐えられないので, 他の対策工と併用する必要があることが示唆される。

まとめ ①斜面災害は震源から半径 68km 円内で発生していた。②節理が発達した岩の亀裂に沿って松などの樹木の根茎が張っていたが崩壊につながったケースが多かった。③落石防止網工により被害が最小限に抑えられていた。

謝辞 地震調査に当たり御協力頂いた本研究室の松下英次氏, 千田隆行氏および藤本哲生氏に感謝します。

【参考文献】 1) 総務省消防庁: インターネット閲覧資料 (<http://www.fdma.go.jp/>), 2001。2) 科学技術庁防災科学研究所: インターネット閲覧資料 (<http://www.k-net.bosai.go.jp/>), 2001。3) 山本哲朗・鈴木素之・宮内俊彦・寺山 崇: 平成 12 年鳥取県西部地震における斜面・岩盤崩壊, 土木学会四国支部, 豪雨と地震による土砂災害論文集, pp. 23-26, 2001。

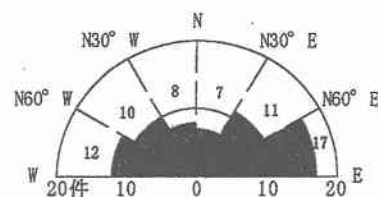


図-2 走向の頻度分布

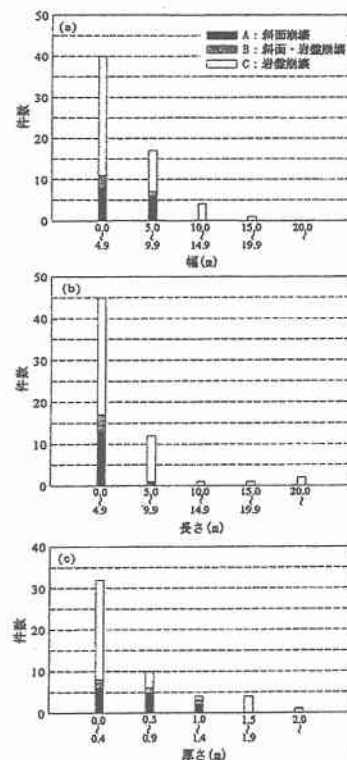


図-3 崩壊の幅, 長さおよび厚さの頻度分布

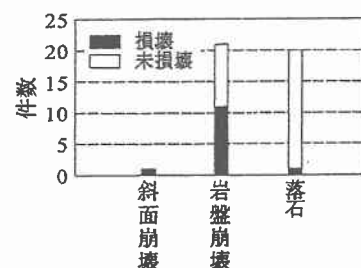


図-4 崩壊形態ごとの落石防止