

平成13年芸予地震における山口県東部を中心とした斜面災害

山本哲朗¹・鈴木素之²・寺山崇³・勝部安昭³

¹正会員 工博 山口大学教授 工学部社会建設工学科 (〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1)

²正会員 博(工) 山口大学助手 工学部社会建設工学科 (同上)

³学生会員 山口大学大学院理工学研究科博士前期課程 社会建設工学専攻 (〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1)

平成13年3月24日15時28分頃、安芸灘に震源をもつM=6.7の地震が発生した。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弱が観測されたのをはじめ、瀬戸内海沿いの中国、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。山口県では、錦町宇佐の中国自動車道下り線において長さ25mにわたって路面に亀裂が入るなど、県東部を中心にして各種の被害が発生した。著者らは山口県東部に位置する岩国市および大島郡東和町で発生した斜面崩壊を中心とした各種の被害調査を3月26日～5月6日までの6日間にわたって実施した。現地調査結果をもとに、①落石防止網工により被害が最小限に抑えられていたことと、②岩盤の節理面に沿って松などの樹木の根が張っていたことが崩壊の素因として指摘した。

Key Word : 2001Geiyo earthquake, Rock failure, Granite, Catch net, Root

1. はじめに

平成13年3月24日に安芸灘に震源をもつ、M=6.7の芸予地震が発生した。本地震によって広島県で2名の犠牲者が出たのをはじめ、中国・四国の7県で288人の負傷者が出た。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～5月6日における6日間にわたって斜面崩壊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)を中心とした斜面崩壊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、その後に斜面崩壊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、今回の斜面崩壊の特徴を記している。

2. 芸予地震の概況

芸予地震は平成13年3月24日、北緯34°7.2'、東経132°42.5'の位置で発生した。広島県河内町、大崎町お

よび熊野町で震度6弱が観測されたのをはじめ、瀬戸内海沿いに中国・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(図-1)。震源深さは51km、M=6.7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5月2日現在で死者2名、負傷者288名、住家全壊49棟、住家半壊306棟および住家一部破損34,897棟となっている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⁾。

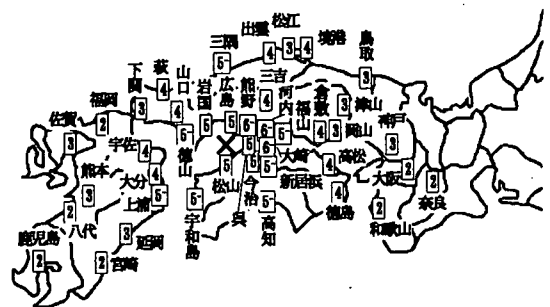


図-1 各地点における震度分布

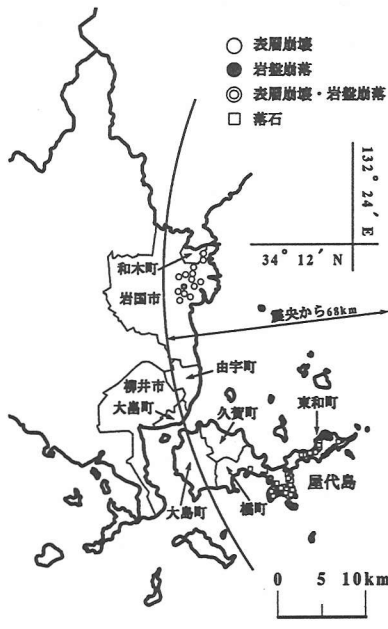


図-2 斜面崩壊調査地点

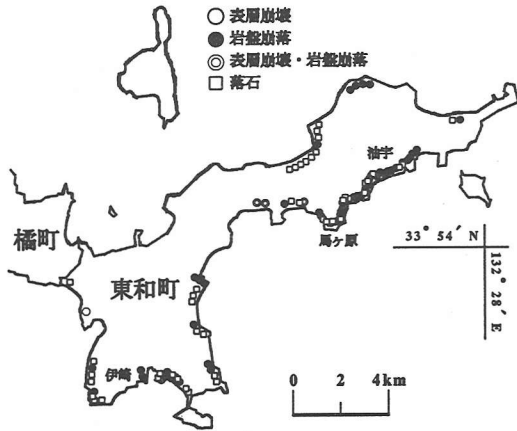


図-3 大島郡東和町における調査地点

図-2 に著者らが斜面崩壊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-2 に示した各記号は斜面崩壊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。また、図-3 に多くの斜面崩壊が集中していた大島郡東和町のみでの斜面崩壊発生地点を示す。ここで、斜面崩壊を鳥取県西部地震の場合と同様に分類した³⁾。すなわち、(A) 著しく風化した表層土が崩壊する表層崩壊、(B) 節理面に沿って岩塊が滑り落ちる岩盤崩落、(C) 表層崩壊と岩盤崩落が一緒に発生した表層崩壊・岩盤崩落、(D) 数個の岩塊が落下する落石の4種類である。それらを簡単に模式化したものを図-4 に示す。斜面崩壊の総件数は112件にも及び、その内訳は、表層崩壊14件、岩盤崩落47件、表層崩壊・岩盤崩落4件お

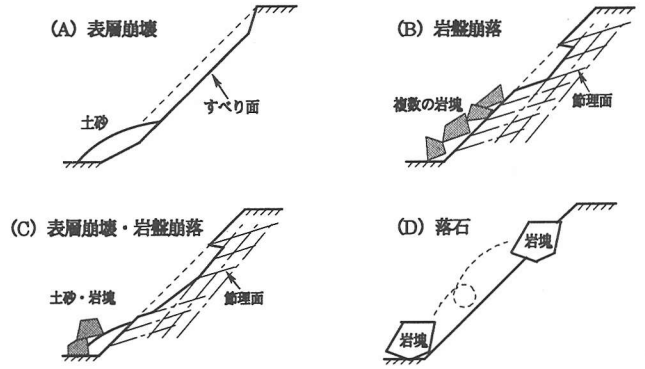


図-4 各崩壊の簡単な模式図

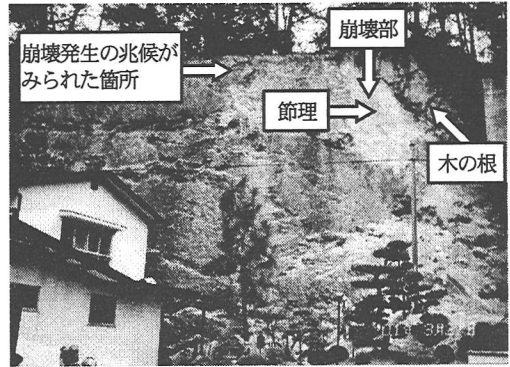


写真-1 岩国市錦見における表層崩壊

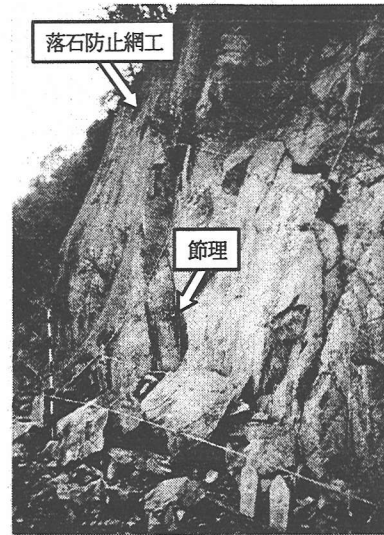


写真-2 東和町油字における岩盤崩落

よび落石47件である。以下に、岩国市および東和町における崩壊形態ごとの代表的な事例をそれぞれ記述する。

3. 崩壊形態ごとの斜面崩壊事例

3.1 表層崩壊

写真-1 に岩国市錦見における表層崩壊の状況を示す。崩壊規模は幅3.5m、長さ7.5m および厚さ1.0m である。斜面は広島花崗岩からなり、その走向はN24° W、傾斜

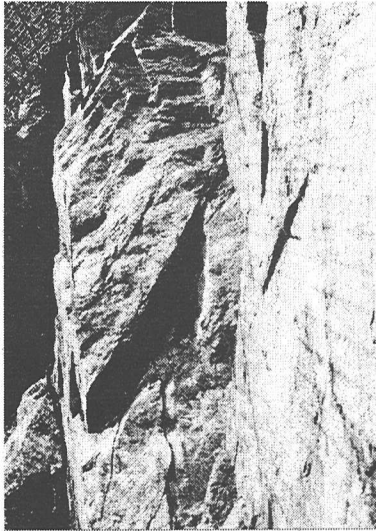


写真-3 崩壊部の近景



写真-4 東和町油宇における大規模な岩盤崩落

は 52° SWである。その風化したまさ土からなる切取り斜面において節理面（弱面）に沿って崩壊が発生していた。崩壊面は松の根が張り、掘られていた。

3.2 岩盤崩落

(a) 発達した節理および流れ盤

写真-2に県道60号線沿いの東和町油宇における岩盤崩落の状況を示す。崩壊規模は幅7.2m、長さ8.0mである。斜面は粗粒花崗岩からなり、その走向は $N54^{\circ} E$ 、傾斜は $54^{\circ} SE$ である。写真-3に斜面崩壊部の近景を示す。写真から、花崗岩に発達している節理面は流れ盤を呈していることが確認でき、これらが崩壊の素因として考えられる。また、当現場から約30m離れた地点では、車両等が通行できないくらいの大規模な崩壊が発生していた。その状況を写真-4に示す。岩塊の大きさは最大で $1.9m \times 1.0m \times 0.9m$ であった。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ていたが、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効果があったといえる。

(b) 節理面に貫入した木の根

写真-5、6にそれぞれ県道60号線沿いの東和町油宇

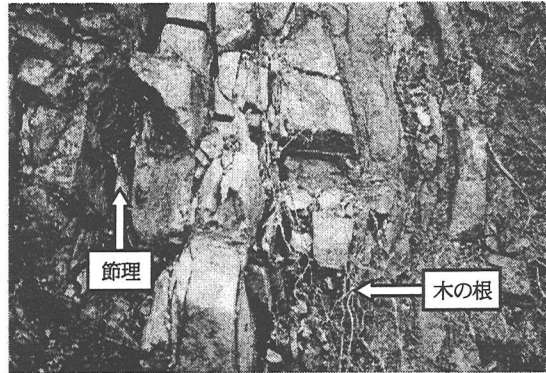


写真-5 節理面に沿った木の根（東和町油宇）

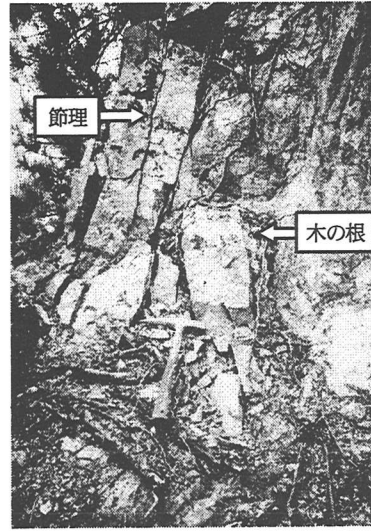


写真-6 節理面に沿った木の根（東和町馬ヶ原）

および東和町馬ヶ原における発達した節理面に木の根が張っている状況を示す。油宇で木の根の太さは10cmであった。木の根が節理面に沿って存在していたことから、木の根が節理面を広げたと考えられる。他の現場でも、常に節理面には木の根が張っていた。

3.3 表層崩壊・岩盤崩落

写真-7に岩国市門前における表層崩壊・岩盤崩落の状況を示す。崩壊規模は幅6.3m、長さ4.5mおよび厚さ1.0mである。斜面は石英斑岩からなり、その走向は $N30^{\circ} W$ 、傾斜は $57^{\circ} NE$ である。崩壊斜面上部に木の根が存在する。

3.4 落石

写真-8に県道60号線沿いの東和町伊崎における落石の状況を示す。岩塊の大きさは $1.0m \times 0.8m \times 0.9m$ であった。

4. 斜面崩壊の特徴

斜面崩壊の崩壊形態の特徴として、降雨時にあまり見ら



写真-7 岩国市門前における表層崩壊・岩盤崩落

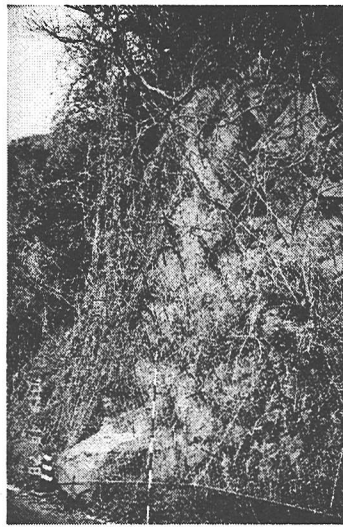


写真-8 東和町伊崎における落石

れない落石および岩盤崩壊がきわめて多く発生してい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⁾。岩盤崩落では既存の節理面に沿って木の根が張っていた。木の根の太さは2.0cm~14.0cmの範囲である。節理面が存在す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-5)。斜面の走向はN60°E~N89°Eのものが17件で最も多く、次いでEW~N61°Wのものが12件となっている。これは崩壊斜面の地形および地震波の伝播方向をそのまま反映した結果である。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-6)。図-6から、崩壊の幅は4.9m以下で40件、長さは4.9m以下で45件、厚さは4.9m以下で32件であり、小規模な崩壊が多数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。損壊は13件、未損壊は29件であり、地震動による斜面崩壊に対し、落石防止網工はかなり効果的であったといえる。

5. まとめ

- 1) 斜面崩壊は震央から半径68km円内で発生しており、これは本地震による斜面崩壊の西側の境界を与える。
- 2) 崩壊斜面には、花崗岩に発達した節理面が流れ盤の場合が多数であり、さらにその節理面には太さ2~14cm

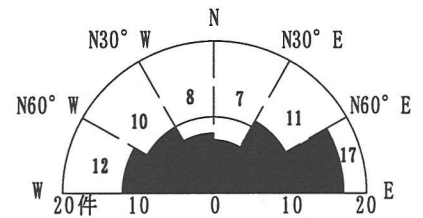


図-5 走向の頻度分布

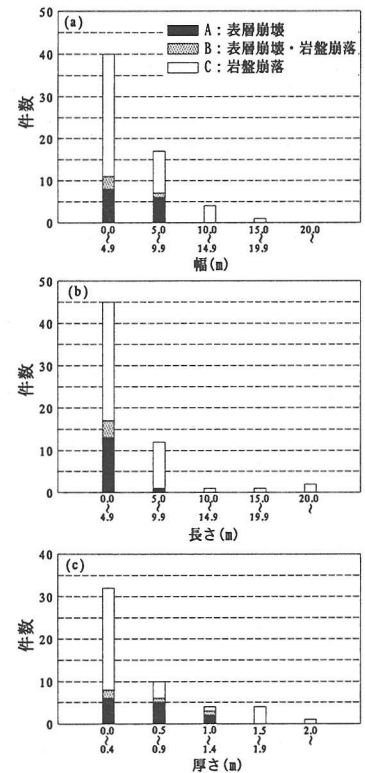


図-6 崩壊の幅、長さおよび厚さの頻度分布

の木根が入り込んでいた、このことが地震動に対して斜面崩壊が容易に発生した要因である。

- 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常盤地下工業(株)の瀬原洋一氏および吉原和彦氏、宇都興産コンサルタント(株)の赤松伸氏および鈴木俊道氏、また、本研究室の松下英次氏、千田隆行氏、谷川勝也氏および藤本哲生氏に感謝します。

参考文献

- 1) 総務省インターネット閲覧資料(<http://www.fdma.go.jp/>), 2000.
- 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.