

奈良県国道 169 号法面崩壊地調査結果

1. はじめに

奈良県奈良市と和歌山県新宮市を結ぶ国道 169 号線では、2007 年 1 月 30 日に法面崩壊が発生し、車が巻き込まれ、三名の命が失われた。本国道は、紀伊半島を南北に縦貫する延長約 167km の幹線道路で、半島内陸部と沿岸部とを結ぶ広域ネットワークの役割を担っているが、現在は崩壊地付近が閉鎖されている。崩壊原因のすみやかな究明と、安全を確保した上での開通が待たれているところである。

今回、次のように合同調査を実施した。調査時には、崖から不安定な石が落下する危険があり、また、警察の調査も進行中であったため、調査は必ずしも十分ではなかったが、一応の結論が得られたので、その結果をとりまとめる。

期日：2007 年 2 月 6 日 午後 1:00-4:00

調査参加者：

千木良雅弘（京都大学防災研究所，日本応用地質学会関西支部長，日本地すべり学会理事）

諏訪浩（京都大学防災研究所）

釜井俊孝（京都大学防災研究所）

藤田 崇（断層研究資料センター）

三田村宗樹（大阪市立大学）

天野一男（茨城大学，日本地質学会地質災害委員長）

後藤 聡（山梨大学，土木学会・地盤工学委員会・斜面工学研究小委員会委員長）

太田英将（太田ジオリサーチ，同上小委員会委員）

稲垣秀輝（株式会社環境地質，同上小委員会委員）

2. 調査結果

1) 災害の概要

災害の発生箇所は、図-1 に示すとおりであり、奈良県東部、大台ヶ原山の西北西 10km、新伯母峯トンネルから南約 1 km にある。道路は、北山川最上流の右岸斜面にあり、河床から約 45m 上を通過している。崩壊箇所付近の法面の高さは 35m であった。当該法面は、1966 年以前に建設された。崩壊した箇所と近傍の地形図を図-2 に示す。法面の崩壊は、3 回に分かれて発生し、その内 3 回目の崩壊によって人命が失われた。なお、3 回目の崩壊発生時には、防護柵が設置され、道路は片側交互通行となっていた。

これら 3 回の崩壊は、奈良県の発表によれば、次のとおりである。

| | | | | | |
|------|--------------|--------|----|---------------------|-----------------|
| 1 回目 | 1 月 18 日 (木) | 20:50 | 体積 | 100 m ³ | (幅 20m, 高さ 30m) |
| 2 回目 | 1 月 21 日 (日) | 0:00 | 体積 | 80 m ³ | (幅 18m, 高さ 25m) |
| 3 回目 | 1 月 30 日 (火) | 7:40 頃 | 体積 | 1100 m ³ | (幅 30m, 高さ 35m) |

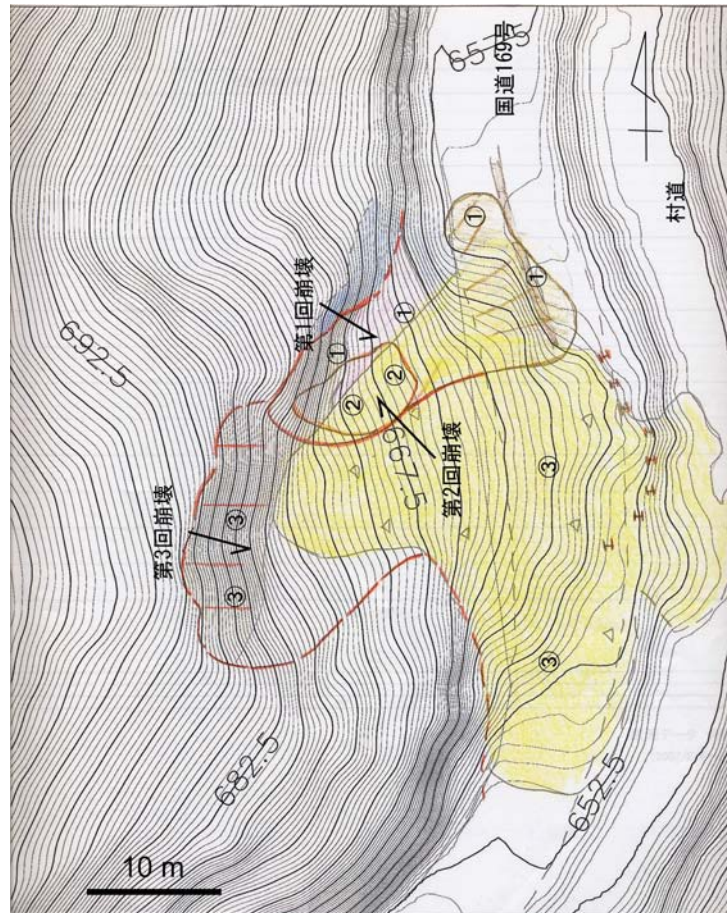
このように、いずれも規模としては小規模なものであった。発生箇所は、図-2に示すように、1回目には、法面に向かって右下側が崩壊、2回目には、1回目の崩壊内部が崩壊、3回目には、1-2回目の崩壊の左奥側（南側）が崩壊した。



図-1. 崩壊発生箇所の地形図（国土地理院，2万5千分の1地形図「大台ヶ原」「弥山」）。

2) 気温と先行した降雨

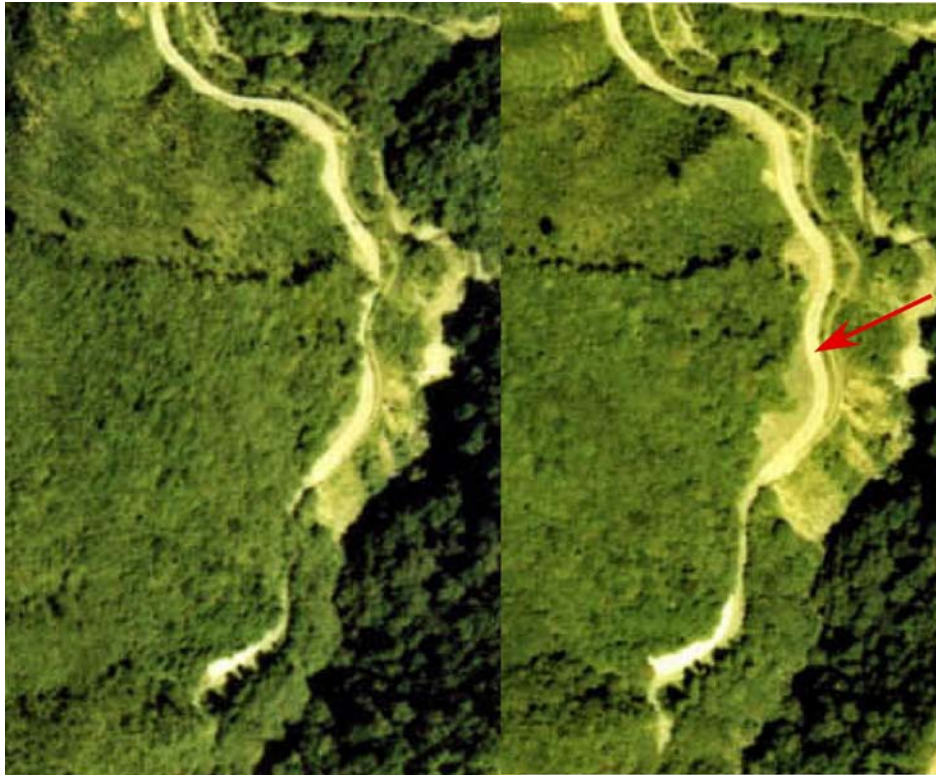
当該地は、標高 650m に位置し、冬季は路面凍結する道路である。位置的に最も近くで得られた気象データは、ここから南に 10km、標高で 300m 低い上北山の AMEDAS データである。そこでの気温や降雨状況は現地のものとは多少違うと思われるが、それによれば、1月の気温は零下 3°C から 13°C の間を変動していた。また、1月 16-17 日に 15mm、21 日に 14mm の降雨があった。ただし、21日の崩壊発生は 0:00 なので、この時の降雨は崩壊とは関係なかったかも知れない。現地でも地表近くでは凍結と融解が繰り返されていたものと思われるが、それと崩壊との関係解明には、さらなる検討が必要である。



図一2 崩壊箇所の地形図. 奈良県「第1回国道169号防災対策検討委員会資料」から. 等高線間隔は50cm.

3) 地形

当該地は、北山川の右岸に位置し、南東にのびる三角形状尾根の下部に位置する（図一1, 2, 3）。河床から45m上に道路があり、その山側の高さ35mの法面が崩壊した。崩壊した法面の崩壊前傾斜は 55° と見積もられるが、その法肩と道路の路肩とを結ぶ線の傾斜自体 50° なので、掘削前からここが急斜面であったことがわかる。法面の上方斜面は、 38° と相対的に緩傾斜となっていた。この法肩付近の傾斜変換点は、この法面付近に比較的連続しているようである。この三角形状斜面の最上部は南東に傾斜する平滑な斜面に接合している。つまり、この尾根は平滑斜面の途中から派生するような尾根である。



図－3．崩壊発生箇所の発生前空中写真．国土地理院撮影．
ckk-76-4_c13_20, 21.

4) 地質状況

崩壊箇所は四万十帯に位置し、泥質基質中に砂岩や淡緑色珪質泥岩のブロックが含まれる混在岩が分布する。混在岩の中には、ブロックが少なく泥岩に近いものがある。ブロックの多くはレンズ状の形態をしている（写真1左）。崩壊箇所のすぐ北側には、砂岩優勢の砂岩泥岩互層が露出していた。これらの泥質部には鱗片状劈開あるいは層理面に平行な面構造が発達し、それらの多くには鏡肌が認められた（写真1右）。層理面の走向傾斜は、おおむね NW-SE 走向で、NE に 20～40° 傾斜していた。斜面の走向はほぼ南北なので、層理面は斜面とはやや斜交している。これらの面構造を切断して、南北から北北西走向で東に 40 度前後傾斜する湾曲した節理が複数認められた。これらの節理は、鏡肌と条線を有していたため、小断層の可能性もある。

崩壊地を正面から見上げると、ほぼ左半分に、上述の低角節理が複数認められ、それらの下は開口割れ目に乏しい良好な岩盤からなっていた（写真-2）。これらの低角節理の上に開口割れ目が発達して割れ目が褐色を帯びた岩盤が載り、崩壊地の上部に露出していた。この風化して緩んだ岩盤の厚さは約 10m である。これらの産状から、低角節理がすべり面となり、その上の緩んだ岩盤がすべり落ちたものと考えられる。すべり落ちた岩石は、堆

積物から判断すると、主に砂岩と珪質泥岩のブロックを含む混在岩である。堆積物は、最大 2m 程度の岩塊の集合で、岩塊の表面にはしばしば鏡肌が認められた。これらの鏡肌は、混在岩が形成される時のせん断によって形成されたものが、風化と割れ目の開口によって現れたものと考えられる。崩壊に向かって低角節理よりも左下に露出している岩盤の下部表面には苔が残されており、この面が崩壊前から地表に露出していたことを示している。したがって、少なくともこの部分では上記の低角節理は地表に抜けていたことがわかる。しかしながら、低角節理の最大傾斜方向斜面下部は、現在崩壊土砂に埋まっており、その部分が事前に地表に露出していたかどうかは不明である。また、第 1 回目と 2 回目の崩壊は第 3 回目の崩壊に比べると規模も小さく、それらの崩壊直後に前述の低角節理がそれと認識できる形で露出したかどうか明確ではない。崩壊前の写真を見ると、当該法面には草木が生えており、岩盤表面自体が良く見えなかった可能性もある。

以上に述べた地質状況から、崩壊の発生要因は次のようであると考えられる。

- a) 構成岩石が混在岩であり、もともとせん断による面構造を内在していた。
- b) 面構造に沿う割れ目が開口し、地下水が浸透し、風化が促進されていた。
- c) 斜面斜め下方に傾斜する低角節理が複数あり、これらの低角節理の上の緩んだ岩盤がすべり落ちた。

3. おわりに

崩壊箇所では国道開通に向け、崩壊発生原因の詳細調査、崩壊箇所上方斜面を含めての安定確保の検討が進められている。また、崩壊箇所を含めた国道 169 号全線の防災対策が検討される予定である。



写真-1. レンズ状のブロックを含む混在岩（左）と、泥岩の鱗片状劈開と鏡肌（右）



写真-2. 崩壊内部の写真. 左上：北から南を見上げる. 右上：崩壊を正面から見上げる（左半分に白く見える節理面が露出し，その上に褐色化した割れ目に富む岩盤が載る）. 左下：すべり面となった湾曲した節理面とその上の褐色化した岩盤. 右下：崩壊上部から堆積物を見下ろす.