

121 大規模崩壊地の地質構造と崩壊発生機構；六甲山系芋川谷地区

国土交通省 近畿地方整備局 六甲砂防工事事務所 山下 勝
アジア航測株式会社 ○真鍋 忠義, 山口 直樹, 阪口 和之

1. はじめに

六甲山系芋川谷地区は、山陽新幹線新神戸駅直下を流下する新生田川左支の上流に位置し、神戸市街地より最も視認することができる大規模崩壊地である。当地区は、明治38年の資料においてすでに崖地が示されており、その発生は江戸～明治時代初期にまで逆のぼることが推定できる。

また、兵庫県南部地震による新たな崩壊の発生や崩壊面の拡大により、滑落崖が稜線に位置する学校林道(登山道)まで到達している状況を認めることができる。

この様な背景をふまえ、大規模崩壊地である芋川谷地区における地質構造と崩壊発生機構について検討した事例を示す。

2. 地質調査区分と各層の整合性

対象区域内では全域の地表踏査、2地点でのボーリング調査およびボーリング孔を利用したP波検層ならびに東西方向、南北方向での2測線の弾性波探査を行い(図1参照)、芋川谷地区全域の地質構造を明らかにした。以下にこれらの調査結果をとりまとめ、特徴を示す。

2.1 地表踏査結果

対象区域内では、六甲花こう岩類が全域に分布する。六甲花こう岩類は六甲花こう岩と布引花こう閃緑岩に区分でき、これらの境界線は流域中央部では東西方向に存在する。また、流域内には北北東—南南西方向と北北西—南南東方向にはしる断層、および北北東—南南西方向に貫入する花こう斑岩、石英斑岩、ヒン岩等の貫入岩が多く存在することも確認できる。

2.2 調査ボーリング結果

ボーリングコアは、両孔ともに硬質部と脆弱部が互層状に認められた。岩片はいずれもハンマー打撃で破砕できる程度の硬さであり、亀裂の頻度や開口状態の違いのみが見かけ上で明白な区分要素となる。

2.3 弾性波探査結果

弾性波速度は、岩片の硬軟と亀裂の多さや開口状況、地下水の有無などの条件が重合したものであるため、結果がどの条件に左右されているのかを推定することは困難である。しかし今回実施したボーリング結果では孔内に地下水が存在しなかったこと、見かけの岩片硬度がほとんど変わらないことが判明しており、P波検層が示す速度値は亀裂系に左右されるものと推定できる。

2.4 P波検層

P波検層の速度値は、ボーリングコアの孔壁周辺の状況を表すものであり局所的な物性値を示している。その結果、本地区での風化区分とP波速度との関係では、亀裂の影響を強く受けるほど速度値は漸移的に低下する一般的な傾向を示している。

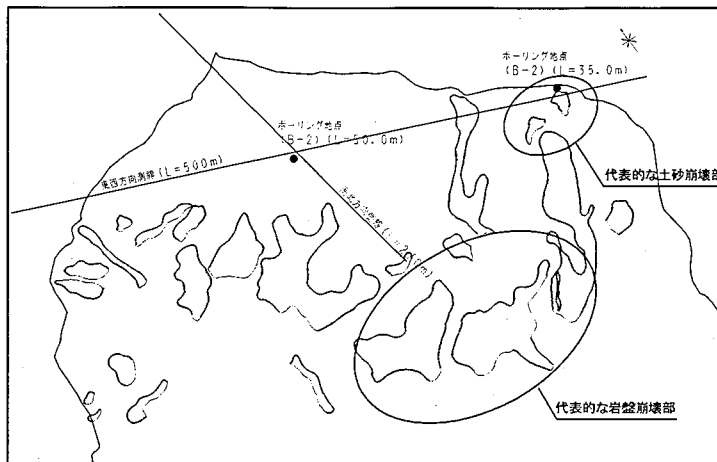


図1 位置関係図

以下に、調査ボーリングおよびP波検層、弾性波探査の統合的な結果を示す(表1参照)。

表1 六甲花こう岩の岩級区分とP波速度比較一覧表

コアの見かけの状態	コアの岩級区分	検層P波速度 (km/sec)	弾性波P波速度 (km/sec)	備考
シルト状	D _L	—	0.25~0.35	踏査と弾性波探査の結果の比較
砂状	D _M	0.35~0.60	0.35~0.40	
礫状~軟岩状	D _H	0.60~1.20	0.40~0.65	
礫状	C _L	1.50~2.20	1.10~1.60	
岩片状	C _L ~C _M	~2.60	1.80~2.70	
短柱状	C _M	—	3.70~4.70	弾性波探査の結果のみ

ここで、P波検層と弾性波速度の比較の結果、D_H~C_L級で整合性が見られないことがわかる。これは、弾性波探査がボーリング調査で捉えられていない脆弱部も含めた平均的な値であるのに対してP波検層は、対象岩盤の値そのものを表しているためと考えられる。大規模崩壊地の構成岩盤の層区分という目的では、崩壊対象層を把握することが前提であるため、総合的な値である弾性波探査結果との比較が妥当であり、

表2 対応数値

今回の結果では岩級区分と弾性波探査との結果を対応させ検討するものとした(表2参照)。

対応数値	
D _M 級	0.35~0.40km/sec
D _H 級	0.40~0.65km/sec
C _L 級	1.10~1.60km/sec
C _M 級	3.70~4.70km/sec

3. 崩壊発生機構

初期の崩壊は六甲花こう岩と布引花こう閃緑岩境界域で発生したと推定するが、現在は布引花こう閃緑岩の大半は流下し、六甲花こう岩分布域に崩壊が派生している。また、対象区域内の崩壊は、数千m³~数万m³規模の大規模崩壊地が北北東-南南西を主とする断層や貫入岩などの弱線に規制される傾向が認められた。大規模崩壊には、主に表土・マサが崩壊した土砂崩壊、岩盤が崩壊した岩盤崩壊に区分できる。また、数m³~数十m³規模の小~中規模な崩壊は主に節理系からくさび状に発生し区域全体に見られる。ここでは、大規模崩壊についての特徴を以下に示す。

3.1 大規模崩壊(土砂崩壊)

代表的な土砂崩壊部付近の一部の山体間では、C_L級層の分布に乱れはないがD_M~D_H級層がほとんど存在しない。これは、この付近において、D_M~D_H級層が崩壊によって流出し、C_L級層が残存した可能性が推定できる。また、現時点でD_M級層が残存する様相が見られる区間は、土砂の現崩壊頭部にあたる。つまり、本対象区域において、土砂崩壊は、D_M~D_H級層において発生しており、今後も約10m層厚のD_M~D_H級層が崩落していき、その規模は稜線まで拡大する可能性がある。なお、土砂を主とする大規模崩壊は、豪雨のたびにその規模が拡大する傾向が認められる。

3.2 大規模崩壊(岩盤崩壊)

代表的な岩盤崩壊部付近では、厚いD_H層厚が土砂崩壊面付近で急激に減ずる傾向が見られる。これは、これまでの崩壊によってD_M~D_H層が流出したためと考えられる。なお、中央付近の鞍部を境に現岩盤崩壊面にかけてC_L級層が厚くなる。つまり、本対象区域において、岩盤崩壊はC_L級岩盤部で生じている。その為、今後、現岩盤崩壊部は少なくとも、C_L級岩盤部が中央付近の鞍部まで後退していく可能性がある。なお、岩盤を主とする大規模崩壊は、豪雨による規模の拡大傾向は認められておらず、大規模な地震などの影響を受け崩壊するものと推定できる。

4. 終わりに

これまで、大規模崩壊地での調査事例はあまり報告されていない。そのため、大規模崩壊地の地質構造と崩壊発生機構の検討を行う方法として、地表踏査、調査ボーリング、P波検層、弾性波探査などの一般的な調査手法を用いた事例を報告した。その結果、概略ではあるが、現崩壊部の工学的特性や崩壊対象層の分布を把握することができた。

しかしながら、対象区域は広大で、崩壊発生機構もいくつかのパターンに分かれることが把握できたため、防止工法の検討を行うためには、この調査結果を最大限に利用しつつ、崩壊面毎に有効な追加調査と機構解析を行う必要がある。