

23 地震により崩壊した鶴甲地区の斜面对策について

近畿地建六甲砂防工事事務所 富田陽子
○岩村美樹

1. はじめに

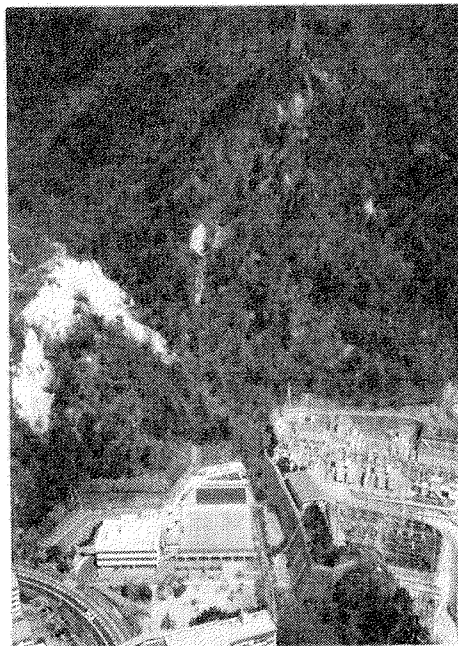
平成7年1月17日未明に発生した兵庫県南部地震は、六甲山系に約770箇所の崩壊を発生させた。

石屋川上流に位置する油コブシ（625.9m）の南斜面下部においても地震時に幾つかの斜面崩壊を起こし、特に東側斜面では地震直後は小崩壊であったものがその後の降雨により拡大を繰り返し、平成7年7月の時点には幅60m、斜面長200mの大きさにまで達し、ここから生産された土砂が土石流となって斜面直下の県道・民家に被害を与える危険性が増大した。

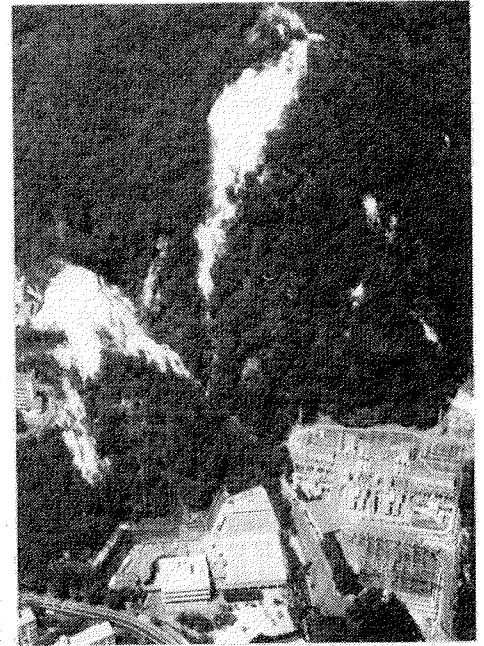
ここではその東側斜面の崩壊メカニズムの解明を行うとともに、崩壊の拡大防止と緑化を目的とした対策工についての報告をする。

2. 斜面崩壊のメカニズム（東側斜面）

崩壊は、標高250～400mの南向きの凹地状斜面で発生し、斜面の平均勾配は約40°である。斜面に発生した崩壊は地震直後は約200m²とさわめて小規模であった。そして、その後の降雨（5/11～5/12, 連続雨量137mm、7/2～7/7, 連続雨量255mmなど）によって大きく拡大し、約5300m²という大規模な崩壊斜面が形成されていった。調査の結果、岩盤の劣化は深度20m付近まで進んでいるものの崩壊は深部に及ぶものではなく、1～3m程度の表層崩壊であることがわかった。



地震直後の崩壊状況（平成7年3月）



その後の降雨での崩壊状況（平成7年8月）

斜面の地質は、六甲花崗岩よりなり、地震と関係の深い2つの活断層（布引断層及び大月断層）に囲まれ、他地域よりも岩盤の破碎劣化が著しく進んでいると思われる。また、崩壊と降雨量との関係を地震前後で比較してみると、地震前の3～5割程度の降雨量で崩壊が発生している。これは、六甲山形成にかかわる上記2本の断層活動による花崗岩の破碎とその後の風化作用により岩が劣化していたことに加え、地震動によって地盤のゆるみが加速度的に進行したためであると考えられる。

3. 対策工の計画

対策は斜面の性状によって、未崩壊部分・崩壊斜面・崩積土堆積斜面の3つに大別でき、それぞれ以下のような工法を選定した。

①未崩壊斜面对策

大規模崩壊斜面の上部に残存している不安定土塊の排土

②崩壊斜面の斜面对策

- ・表層崩壊発生箇所 ロックボルト工付き密着安定型ネット工
- ・崩壊面に不安定土塊が残っている箇所 アンカー付き吹付け自在枠工

③斜面下部に残存している崩積土の対策 床固め工

なお、対策斜面は現在検討中の六甲山系グリーンベルトとも関連させながら、緑化復元も図る予定である。

4、対策工の実施

4.1, 施工計画

本地区は崩壊規模が大きく対策工完了までに時間を要するため、応急対策を含め下記の内容で工事を進めていくこととした。

- ①地震直後に崩壊した西側斜面の安定化を図る。（一部完成、H11完成予定）
- ②同時に斜面末端部において当面の土石流捕捉対策として、鶴甲第二堰堤の副堰堤を先行的に施工。（H7完成）
- ③崩壊斜面上部の不安定土塊はシートをかけ雨水の浸入を防ぎ、伸縮計を設置し挙動監視を実施。（現在は伸縮計は工事のため撤去し、定点測量により監視を続けている）
- ④東側斜面、南側斜面の安定化に着手。（H8着手 H11完成予定）
まず東側斜面の不安定土塊の排土を今梅雨期までに終えることとしている。その後、緑化を含めた斜面保護工に着手していく。
- ⑤鶴甲第二堰堤本堰堤の施工。（H11完成予定）

4.2, 施工の問題点とその対策

施工場所は傾斜45°の長大斜面であり、浮石の除去や不安定土塊の排土に通常の重機では施工不可能であり、また人力では工期が増大化し現実的でない。従って本工事では、急斜面内での安全な施工方法として、「ロッククライミングマシン」による施工を行っている。「ロッククライミングマシン」とは小型バックホウを改良したもので、アンカーを斜面上部にとり、ワイヤーロープによって機械を支持する機構になっており、最大傾斜58°まで従来のバックホウと同様な操作ができ、また、58°以上の急斜面や危険な斜面ではラジコン操作による運転も可能なものとなっている。

また、掘削した土砂の搬出方法については、通常ではケーブルクレーンにより行うが、工期の問題で鋼管を用いたシュートにより行っている。シュートはφ700、12mm厚の鋼管で総延長は約300mである。

施工機械・資材の搬入については、用地・勾配等の制限から搬入路、モノレールは使用できず、ケーブルクレーンを用いている。しかし急勾配な地形（架設角度35°）のため、ウインチに改良を加えたものを使用している。

5、おわりに

鶴甲地区の崩壊斜面は市街地に接しており、神戸市民から最も注目されている崩壊の一つである。工事は始まったが今梅雨期までは一瞬の気も抜けない危険な状態が続いており、一刻も早く斜面の安定化に向けて取り組んでいるところである。

現在までの施工後の課題として法枠工の緑化があげられる。法枠内は従来の厚層基材吹き付けを行ったが、風当たりが強く厚層基材の乾燥が進み、外来草本のみが法枠の下方にしか発芽しないという偏りが生じている。また、土壌厚が薄く勾配が急なため、木本類の生育も期待できない。

改善策として、枠内に土壌を緩勾配に盛る、夏場の乾燥を防ぐための保水性を保つ土壌改良材の混入、さらには法枠自体を覆い隠す緑化工法などを検討しているところである。