

# 長大崩壊斜面における現場落石実験

## 一次期岩盤すべり崩壊による被災範囲の予測—

愛知県新城設楽建設事務所 清水 雄二

玉野総合コンサルタント(株) ○古澤 邦彦・舟橋 嘉浩

### 1. はじめに

花崗岩体からなる山岳長大斜面において、道路面から比高差 50~100m 上部から、断層や節理面の進行性破壊による「くさび状岩盤すべり」により崩落した。この岩盤すべり発生箇所は、隣接斜面で約 1 年前にも小規模な岩盤崩落の発生履歴があり、今後もすべりの進行や拡大が懸念された。

このような節理の発達した岩盤斜面で、次期岩盤すべりを想定した際、落石によりどの範囲まで被災するかを検討する必要がある。現地の長大崩壊斜面を利用して、現場落石実験による到達距離を測定した。また、この現場落石実験結果と不連続変形法（以下 DDA と呼ぶ）との検証を試みたのでここに報告する。

### 2. 現場落石実験の概要

#### 2.1 現場落石実験の経緯

くさび状岩盤すべり発生箇所の背面には、比高差が 20m 土でオーバーハングを伴う露出した壁面が形成されている。この露出する花崗岩には開口した亀裂が多数認められ、次期岩盤すべりによる落石が懸念される。この壁面前方は、くさび状のすべり面と下方に続く 60~70° の急斜面で、かつ比高差が 100m にも及ぶ露岩斜面であるため、跳躍による落石の飛散距離が既往文献等<sup>(1),(2)</sup>の資料からは想定しがたいと判断された。このため、現地斜面を利用した落石実験により跳躍状況を把握し、有限要素法（以下 FEM と呼ぶ）により想定した次期岩盤すべりにおける DDA との検証を行った。

#### 2.2 実験方法

供試落石は、岩盤すべりで発生した現道上の崩土から、長径 15~50cm 程度（重量 1~45kg）の花崗岩礫を 35 個採取し、崩壊頭部に近い斜面上の 2 地点から投石した。

落石の観察方法は、現道路面付近での落石到達距離を確認するため、図-1 に示すように、現地にグリッド状の標識（縦断方向：a~f、横断方向：1~5）を設置した。個々の落石の通過位置及び概略軌跡は、観察位置①、②での目視観察及びビデオ画像から求めた。

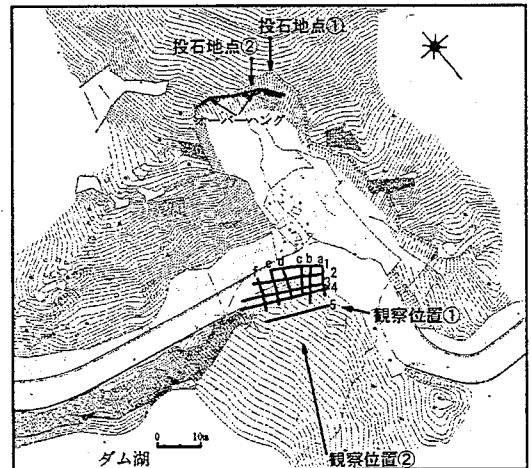
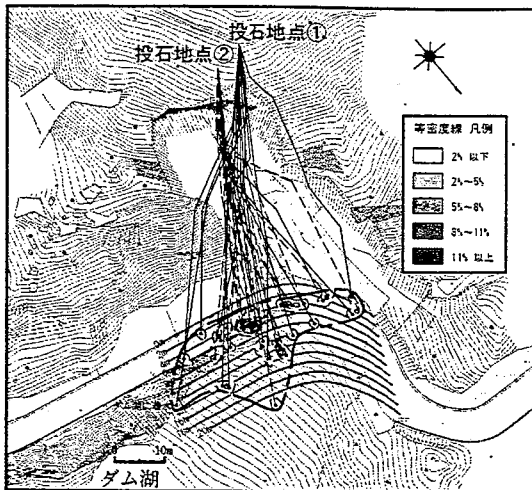


図-1 現場落石実験配置図

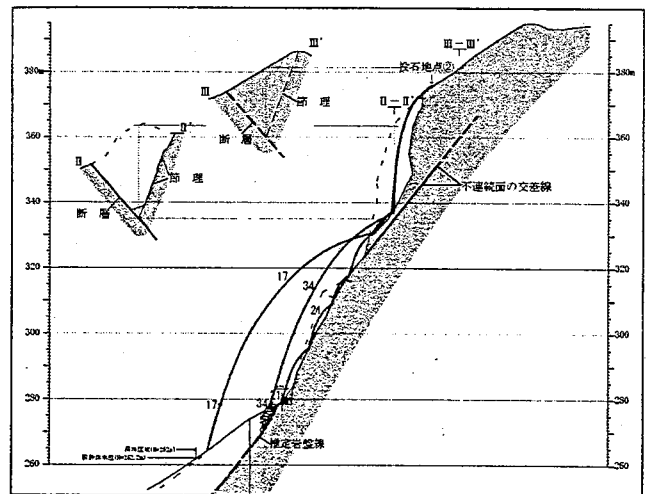
#### 2.3 実験結果

供試落石を投石地点から落下させ、この観察記録から作成した道路面高さでの落下位置、及び概略平面軌跡を図-2 に、概略断面軌跡を図-3 に示す。

- ・平面軌跡を見ると、岩盤すべり跡のくさび状壁面との衝突により、広角 40~45° の大きな分散を示す。
- ・落下位置は、投下地点により異なり、斜面上部の①からは縦・横断とも大きくばらつくが、②からはある程度集中している。これは、①からの投石が斜面上の回転により軌跡が乱れ、くさび状壁面に衝突する位置が変化するためである。落石の水平到達距離は、法尻から 10~20m に達するものが、2 割程度見られた。
- ・落石の断面軌跡は、図-3 に見られるように投石の約半数が露出岩盤との衝突時に破碎され、反発エネルギーが損失し、6m 以内に落下する。大きく跳躍する事例としては、岩盤凸部に衝突して、破碎されずに飛び出し 20m 以上に達するものが 1 例確認された。



図一2 落石概略平面軌跡図



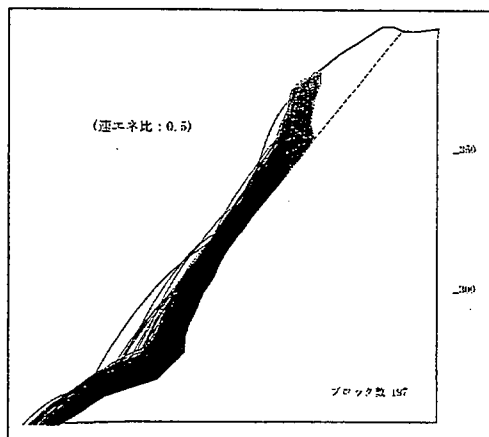
図一3 落石概略断面軌跡図

## 2.4 DDA との比較

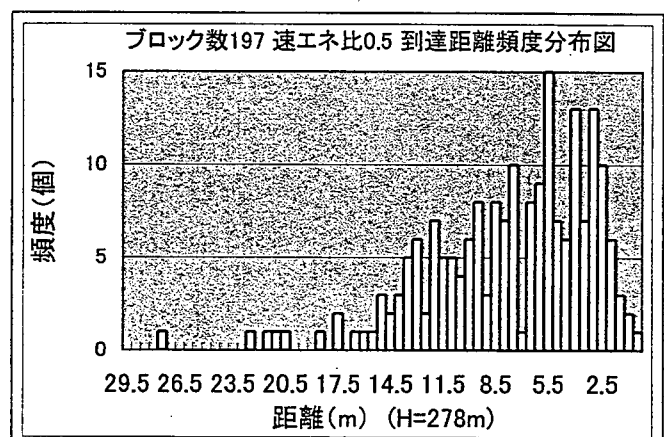
FEM 解析により推定した次期岩盤すべり範囲に対し、崩壊岩盤ブロックの飛散範囲を DDA により推定し、現場落石実験との比較整合を行った。

解析条件は、ブロック数 109, 197 の 2 モデル、速度エネルギー比は 0.2, 0.5, 0.8 の 3 ケースとした。

解析結果の内、ブロック数 197、速度エネルギー比 0.5 における落石軌跡を図一4に、到達距離頻度分布を図一5に示す。



図一4 落石軌跡図



図一5 到達距離頻度分布図

図一4の落石軌跡を見ると、遷急線付近ではブロックの跳躍飛行運動が見られ、現場落石実験と整合した軌跡が得られた。また、図一5の到達距離頻度分布においても、落石の95%以上が15m以内を通過し、小ブロック4個が20m以上に及ぶケースが予想され、現場落石実験とほぼ一致すると認められる。

## 3. おわりに

現場落石実験で得られた落石軌跡及び水平到達距離は、DDAによる数値シミュレーションとほぼ一致した。

これは、DDAでの入力条件にボアホールカメラ結果等や現地状況を詳細に反映できた事によるものと考えている。これにより、現場落石実験による水平到達距離の信頼性が向上し、落石対策として応急復旧(仮橋+高エネルギー吸収落石防護網)、および本復旧(本橋)の選定根拠として、十分裏付けできたと評価される。

最後に、当該地での貴重な現場落石実験の場を与えていただき、終始ご助言とご協力を頂いた愛知県新城設楽建設事務所の関係者各位に謝意を表す。

## 参考文献

- (1) 社) 日本道路協会：落石対策便覧、丸善、2000
- (2) 社) 日本道路協会：落石対策便覧に関する参考資料、-落石シミュレーション手法の調査研究資料-2002年4月