

### III-354 画像処理を用いた岩盤斜面の不連続面抽出とそれに基づく 個別要素法からのロックシェッド設計荷重の決定

金沢工業大学

正 川村國夫 ○学 西川幸成

ナチュラルコンサルタント(株) 正 浦 外樹 正 近藤久善

#### 1.はじめに

山岳地の長大な自然斜面や急峻な傾斜地は、一度崩落すると甚大な被害をもたらすため、ロックシェッドなどの対策工の検討がきわめて重要となる。この際、不可欠となることは斜面の破壊挙動を把握し、設計荷重を決定することにある。本報告は、現地踏査が非常に困難である急峻な岩盤斜面について、画像処理を用いた不連続面抽出を行い、それに基づく個別要素法の適用から、対策工としてのロックシェッドの落石設計荷重を決定するものである。

#### 2.現場概要

写真1に岩盤斜面の状況を示す。斜面は、風化した溶結凝灰岩で構成され、道路面から4.5mの高さに幅5m、長さ18m、凸部3mのオーバーハング部を有し、先端部は不連続面が非常に発達している。不連続面沿いには水の浸み出しが見られる。加えて、樹木および雑木が育成しており、一部の樹木は根が不連続面内に伸び、不連続面を押し広げている。これらのことより、強風化時や降雪時には、落石の発生する危険性が非常に高く、不連続面の状況によっては、オーバーハング全体の大規模な崩落が予想される。このため、通行する車両の安全を確保するため、対策工法を検討した結果、ロックシェッドの設置が決定された。

#### 3.画像処理を用いた岩盤不連続面抽出と斜面のモデル化

この斜面は、踏査が非常に困難な急斜面であるため、現地調査は、無人ヘリコプターによる写真撮影が行われた。この写真を使って、画像処理より卓越した不連続面を抽出した。画像処理手順を図-1に示す。まず、オーバーハング部の写真をカラー画像入力し、前処理として画像の輝度反転および、シェーディング補正を行い、二値化処理からの不連続面の抽出を容易にした。次に二値化処理を行って不連続面を抽出し、不要な画像(ノイズ)を除去した。以上の手順に従って抽出した結果を図-2に示す。図-2をもとに斜面オーバーハング部の粘土模型を作成し、写真1のA-A断面を解析断面に採用した。なぜならA-A断面付近は、オーバーハング部の中で一番風化が進行しており、特に下部には崩落跡が確認でき、真上には不連続面内に根を広げた樹木が伸びているからである。

#### 4.個別要素法による解析結果

解析断面の危険度は、個別要素法によって検討された。表-1に用いた不連続面の入力物性値を示す。不連続面の試験等が実施されてい

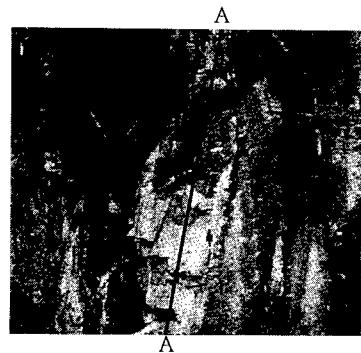


写真1 現場の状況

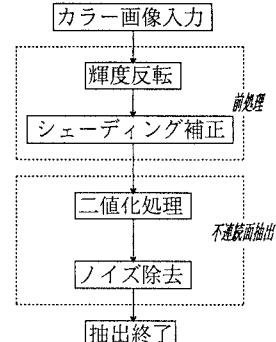


図-1 不連続面抽出手順

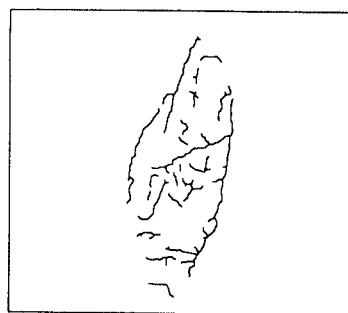


図-2 不連続面の抽出結果

ないため、入力物性値は、岩盤の種別と風化の程度を考慮して、幾つかの実績<sup>1)</sup>により常識的な値を採用した。なお、単位体積重量は2.6tf/m<sup>3</sup>であるが、解析は岩塊ブロックの奥行幅を考慮して、相応のブロック重量を付与している。図-3に解析結果を示す。オーバーハング下部(ブロック4)の崩落によって、オーバーハング全体(ブロック1, 2, 3)が不安定な状態となり、ブロック1, 2, 3は各重心で約80cmすべることになる。すなわち、オーバーハング下部の崩落がその後の全体の大規模な破壊の兆候を示すことになる。

表-1 入力物性値

垂直・せん断弾性係数	$1.47 \times 10^6 \text{ KN/m}^2$
垂直・せん断タフシュボット係数	$8.25 \times 10^4 \text{ KN} \cdot \text{sec}/\text{m}^2$
内部摩擦角	30°
粘着力	0 KN/m <sup>2</sup>

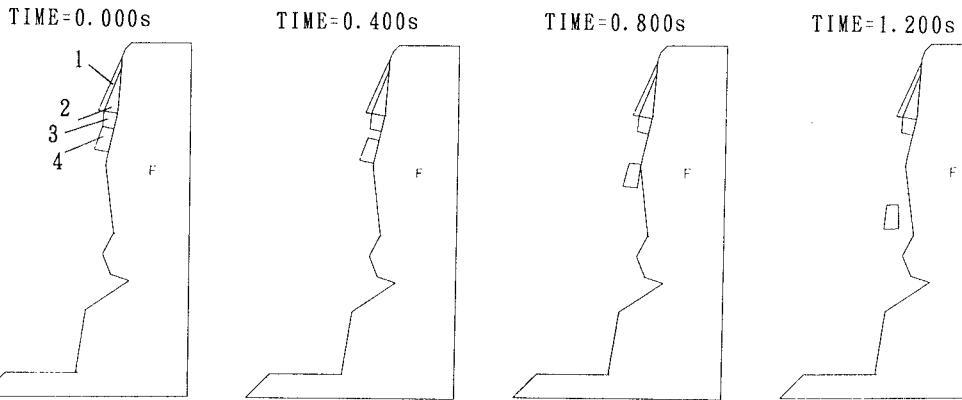


図-3 A-A断面の解析結果

### 5. 落石設計荷重の決定

ロックシェッドの設計断面は、全體破壊の兆候となる岩塊ブロック4の落石を想定し、表-2より設計荷重を35tと決定した。図-4にロックシェッドの設計断面を示す。落

表-2 岩塊ブロックの重量

ブロックNO.	岩塊重量
ブロック1	26.91t
ブロック2	34.55t
ブロック3	21.92t
ブロック4	34.31t

石に対応する緩衝材は砂と発泡スチロールを用い、砂層厚を90cm、

また発泡スチロール層厚については式①の実用式<sup>2)</sup>を用いてT=10mとした。

$$T \geq (3.077 \times W \times H) / (P + P_5) \quad (\text{m}) \quad \dots \quad ①$$

ここで、T:発泡スチロールの必用最小層厚、W:落石荷重、H:落石高さ、P:ひずみ70%における衝撃力の推定値、P<sub>5</sub>:ひずみ5%における衝撃力

そして、落石による衝撃荷重Pは、式②からラーメ定数λ=100t/m<sup>2</sup>、緩衝材による割増係数α=1.0、落石高さをシェッド屋根面からh=3.4mとしてP=1375.1tと計算できた。

$$P = 2.455 W^{2/3} \times \lambda^{2/5} \times h^{3/5} \times \alpha \quad (\text{t}) \quad \dots \quad ②$$

ここで、W:落石荷重、h:落石高さ、λ:ラーメ定数(緩衝材が非常に軟らかいもの100tf/m<sup>2</sup>、軟らかいもの300~500tf/m<sup>2</sup>、硬いもの1000tf/m<sup>2</sup>)、α:緩衝材による割増係数  
なお、現場ではこの設計案に基づいて、現在施工が進んでいる。

### 6. おわりに

今回、現地踏査が非常に困難な現場に対する不連続面の調査方法として、無人ヘリコプターで撮影された写真を画像処理することによって、不連続面の抽出を行った。その結果をもとに、個別要素法で斜面の破壊挙動を予測し、ロックシェッドの落石設計荷重を決定した。今後、人工斜面やトンネル切羽についても検討し、不連続性岩盤の合理的な設計法の確立を提案していきたい。

(参考文献) 1) 土質工学会編:岩の工学的性質と設計・施工への応用, PP. 665, 1980. 2) 日本サミコン㈱他:発泡スチロールの落石による衝撃力の緩衝効果に関する実験報告書, 1990.

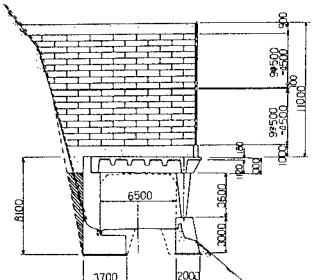


図-4 設計断面