

# 5 . 隠岐地域の新第三紀堆積軟岩で発生した斜面崩壊事例

(株)日本海技術コンサルタンツ

片山 直樹

大坂 理

## 1 . はじめに

島根県の隠岐島<sup>とうこ</sup>後は島根半島沖約60kmの位置にある直径約18kmのほぼ円形の島である。地質は先第三紀の隠岐変成岩類，第三紀と第四紀の火山岩類と堆積岩類に大別でき，地史や岩石学を研究対象とした好フィールドであり，多くの学術研究がなされている。

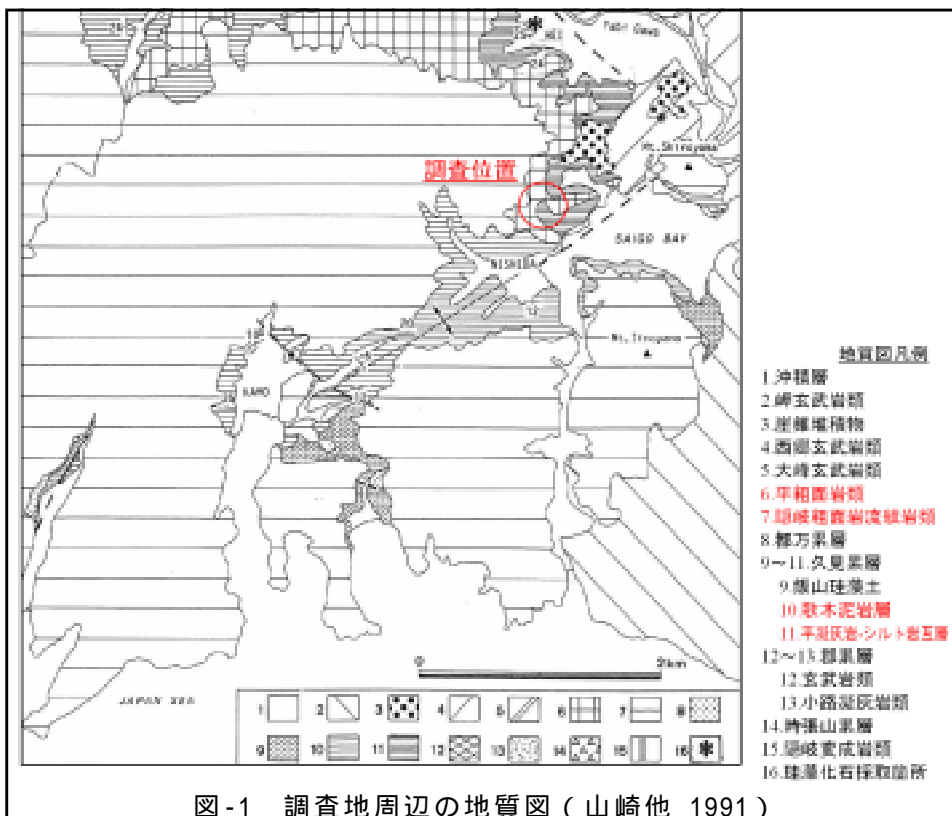
一方，地盤・応用地質の観点からは，地質の多種多様性を反映した問題点が多く，地質技術者にとっては頭を悩ませる困難な地質条件も少なくない。地すべりおよび急傾斜地等の土砂災害に関する指定区域も多く，防災面からは地域の地盤・地質特性を充分把握しておく必要がある。

ここでは，隠岐地域の切土現場において問題になる地質条件の1つである新第三紀中新統堆積軟岩で発生した斜面崩壊について，その崩壊機構と対策工を紹介する。

## 2 . 地質概要

調査地の地質および層序は，新第三紀中期中新世久見累層平凝灰岩・シルト岩互層および歌木泥岩層を後期中新世平粗面岩および隠岐粗面岩流紋岩類が不整合もしくは貫入関係で接していると考えられる（図-1参照）。

地形的には，谷地形と尾根地形が北西-南東方向へ伸びる傾向が読み取れ，背後山地から続く緩斜面部は小規模な谷が多く形成され等高線は乱れた状態を示す。これらのことから，地質を反映し比較的強度が低く，浸食を受けやすい地質構成であると推測できる。



### 3. 調査結果と地質的解釈

#### (1) 法面観察と調査ボーリング結果

斜面崩壊は小学校の造成切土施工中に発生し、切土は $S=1:1.5$ 、直高 $H=7.0m$ を2～4段をほぼ完成形に近いところまで終了していた。法面には地層、風化状態、不連続面、湧水等の地質状況が全面に露頭していることから、調査方針は地質的考察に基づいた詳細な法面観察を重視し、調査ボーリングと併せ、調査結果をまとめた。

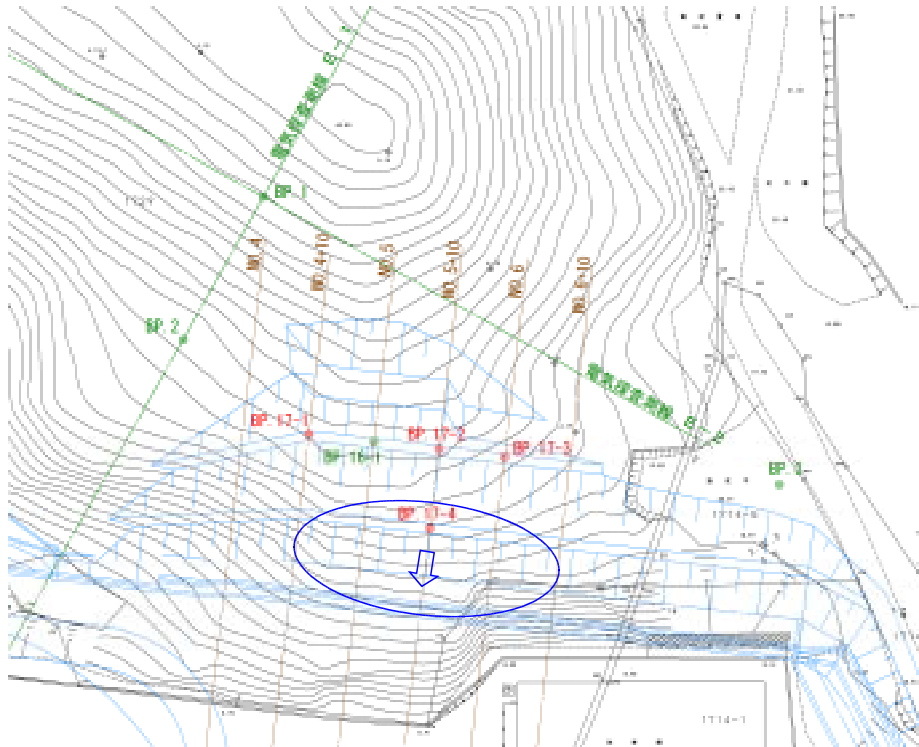


図-2 調査位置平面図

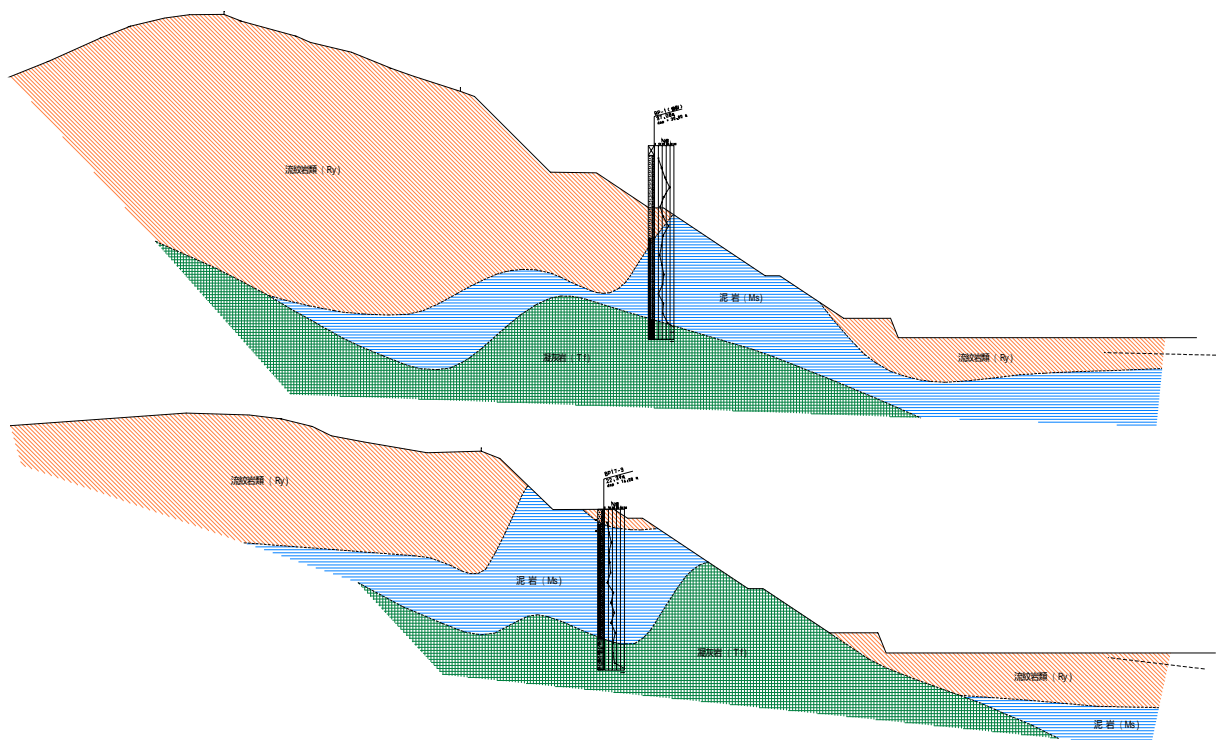
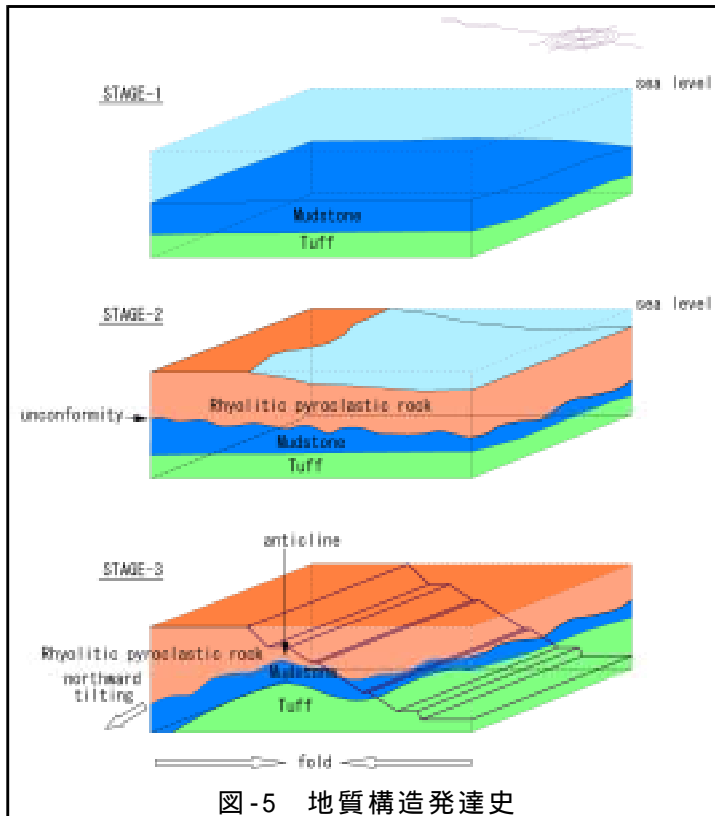


図-3 地質断面図



また、地質構造発達史を概略的に推定すれば図-5のようになる。



STAGE-1

< 平凝灰岩-シルト岩互層堆積期 >  
主に静穏な海域での泥岩および凝灰岩の堆積，堆積軟岩の形成

STAGE-2

< 平粗面岩および隠岐粗面岩流紋岩類堆積期 >  
流紋岩質火砕岩が泥岩を不整合に覆う（流紋岩の貫入含む）  
地質境界での変質や不整合面等の地質的不連続面の形成

STAGE-3

< 浸食作用と造構運動による地層の傾動および褶曲構造形成 >  
広域的な応力場に起因する断層・節理系等の発達，地質構造に起因する斜面不安定化因子の形成

(2) 節理面解析

露頭観察では、泥岩の節理系は連続性のある広域節理系と比較的節理間隔の小さい密な節理系に区分できた。それらのステレオ投影図を図-6に示す。

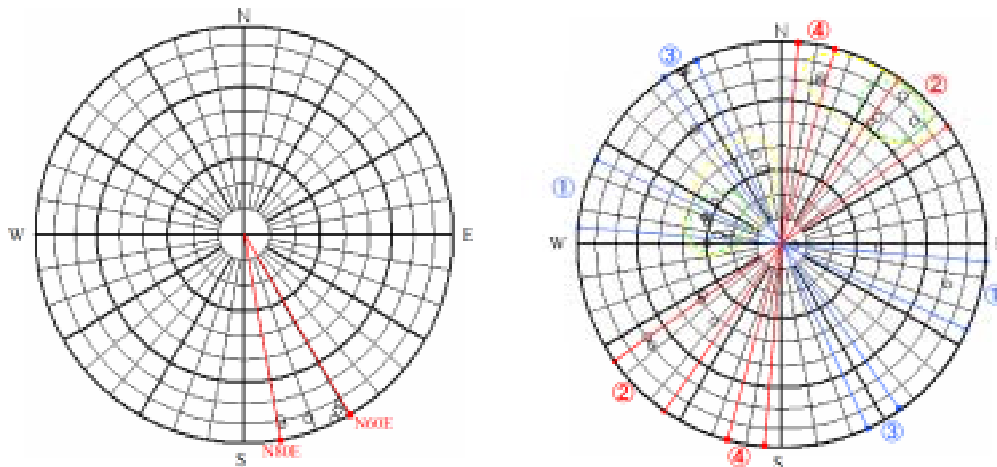


図-6 泥岩中の節理系のステレオ投影図（左が広域節理系，右が密な節理系）

それぞれの節理系について卓越する走向傾斜と法面との関係をまとめる。

- |                            |              |
|----------------------------|--------------|
| 広域節理系：N60E ~ N80E/80N      | 法面に対し受け盤構造   |
| 密な節理系：N40W ~ N55W/60 ~ 80S | 法面に対し高角度の流れ盤 |
| NS ~ N30E/20 ~ 35S         | 法面に対し低角度の流れ盤 |

崩壊状況から受け盤構造の広域節理系が崩壊頭部を形成し、低角度の流れ盤構造の密な節理系が底部崩壊面（すべり面）を形成する特徴がある。

#### 4. 崩壊機構

調査結果から、今回の崩壊素因として次の3つが考えられる。

膨潤性の高い粘土鉱物を多く含む地質（粘土層全般）

法面の不安定化

泥岩層中の密に発達する流れ盤構造の節理系

崩壊ブロック底面の不安定化（すべり面の形成）

泥岩層中の広域的に発達する受け盤構造の節理系

崩壊ブロック頭部の形成，地下水の遮水壁的存在

また誘因として次の3つが考えられる。

切土による応力解放およびそれに伴う法面表層部の膨張，節理の開口

降雨時の法面からの浸透水による粘土膨潤および崩壊面の間隙水圧上昇

泥岩層の乾湿繰り返しによるスレーキング

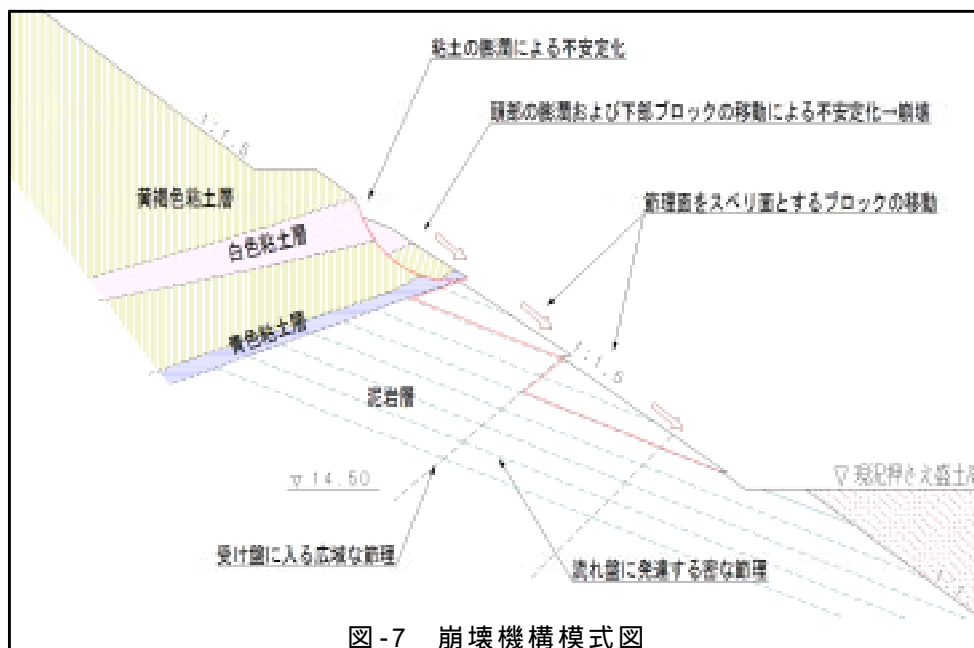


図-7 崩壊機構模式図

この中で、特に対策工設計で留意するのは、素因 に示した泥岩層中の流れ盤構造の節理系である。



図-8 節理系による滑動方向イメージ図

泥岩層中の低角度流れ盤節理面は、横断上では次の見かけの傾斜角で出現することになる。

$$\max = 36.8^\circ, \quad \min = 19.7^\circ$$

崩壊法面の勾配は1:1.5(約33.7°)であり、この角度より小さい見かけの傾斜角をもつ節理面は法面と交差するため、すべり面末端部が法面に現れ非常に不安定な状況である（ただし、クサビ型崩壊の三次元効果を見逃した場合）。

## 5. 対策工の設計

幸い背後斜面には用地の余裕が十分あり，また学校敷地内ということで緩勾配部を遊戯フィールドとして活用することもできるため，対策工は排土工を基本として設計した。

地質構造として，法面上段には流紋岩質火砕岩が分布し法面下段には泥岩が分布する。流紋岩質火砕岩は安定していることから標準的な安定勾配が適用できるが，下段の泥岩は前述したように節理系に着目した安定勾配を求める必要がある。

泥岩の安定勾配は図-9に示す，フック-ブレイによるモデルで求めた。崩壊ブロックは想定崩壊幅を10m，崩壊高さ7m，すべり面傾斜角を先で求めた見かけの傾斜角の範囲で変化させ，崩壊ブロックの安全率が $PF_s=1.20$ を満足する切土勾配を求めた。

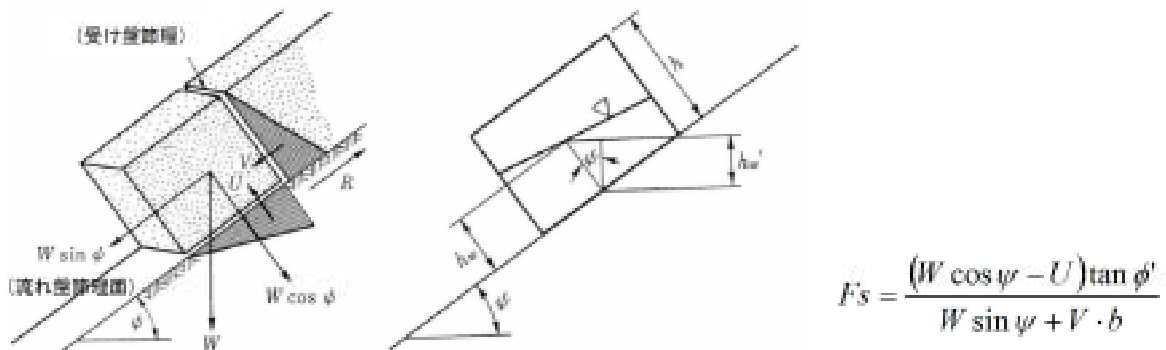


図-9 フック-ブレイモデル

また，法面全体の安定性については繰り返し円弧で最危険円弧を求め，安定性を検証した（図-10参照）。

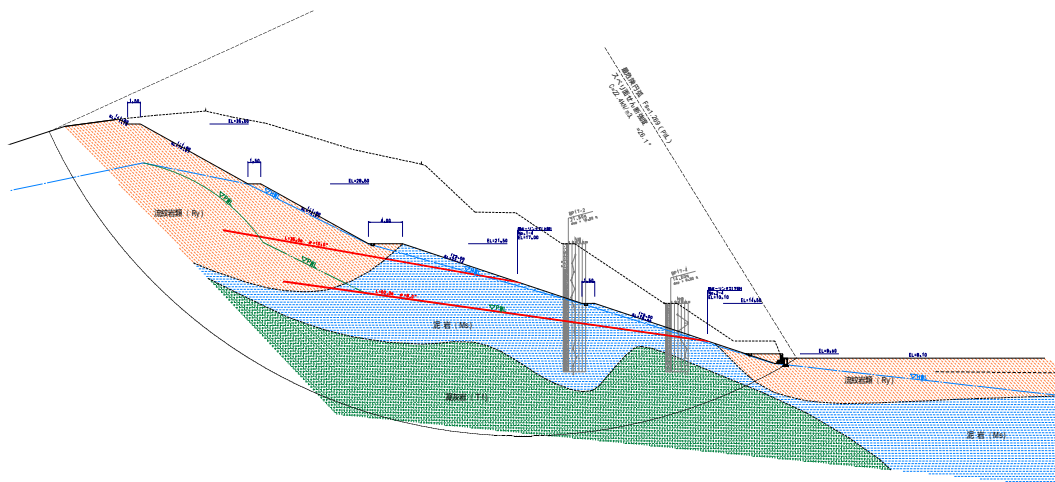


図-10 対策工標準断面図

## 6. おわりに

今回の現場では泥岩部の切土勾配は $S=1:3.0$ で計画し，施工も無事終了した。堆積軟岩特に膨潤性粘土を含んだ泥岩や凝灰岩を扱う切土では，応力解放により急速に緩みが発生し，緩く切ってもまた変状が発生する悪循環に陥ることがある。結果的に相当緩く切るか，アンカー等の抑止工が必要になるケースもある。そのような場合，コンサルの立場では発注者と現場の施工者との板挟みの中で奔走することになる。対象としている地質の性格すなわちその地域の地質情報をできるだけ早く理解することが問題解決の糸口になる。

もし，背後斜面の用地に余裕が無かったらどのような工法を答えとして提示できるのか，いろいろシミュレーションすることも大切である。

以上