

再滑動した第三紀層地すべりの機構と対策例

(有) ケイズラブ	正会員	○河内義文
山口県豊田農林事務所		伊藤信助
山口大学工学部	正会員	山本哲朗

1. はじめに 山口県北西部の油谷湾周辺では、古くから地すべり滑動が顕著であり、様々な対策が講じられてきた¹⁾。「朝晩田地区」は、山口県豊浦郡豊北町の角島に位置する地すべり防止区域（図-1）である。今回、再滑動が認められたのは、響灘に面する角島の南東向き斜面で、傾斜 15~20° の緩斜面を呈し畑地および水田に利用されている。地すべりブロック末端付近の町道のり面には、平成 4~5 年度にアンカー付のり枠工が設置され、地すべりは沈静化していた。今回の滑動では平成 12 年頃から民家付近の地盤変状、道路のブロック積擁壁の亀裂等が顕著に観察されるようになり、幅 80m、斜面延長 60m、最大層厚 16mの地すべり滑動の活発化が認められた（図-2）。頭部亀裂をまたいで 1 戸の民家があり、また末端にも 1 戸の民宿がある。さらに末端は漁港であり、その施設が多数設置されている（図-3）。この再滑動の機構および対策工について述べる。



図-1 朝晩田地区の位置図

2. 地すべりの概要と機構 地すべりは、末端部押出しによる既設のアンカー付のり枠工、道路部ブロック積擁壁、道路側溝および排水路に顕著な亀裂を生じ、末端部民宿の壁、床にも亀裂を生じた。さらに町道の道路面には、陥没および盛り上がりが生じている。また頭部の民家軒先の土間および背面の倉庫付近には弧状の引張亀裂が生じ、数 cm の陥没を伴っている。

2.1 地質および地下水 地すべり箇所地質は、第三紀の油谷湾層群の砂岩・頁岩層を基盤として、上位に第四紀の玄武岩がいわゆるキャップロックとして分布している。両者の境界は緩やかに南側に傾斜（1° 以下）し、斜面に対し



図-2 地すべりブロック付近の地形図

し斜面に対していわゆる流れ盤方向であると推定される。玄武岩は未風化岩盤を含むが、大部分が N 値 10 以下の脆弱粘土で構成される。一方、第三紀層は玄武岩との境界から深さ 3m 程度は風化軟質化しているものの、それ以深は CL 級程度の軟岩質を呈する。

玄武岩をキャップロックとするいわゆる北松型²⁾と呼ばれる地すべりの特徴として、玄武岩~第三紀層の境界には顕著な地下水流があり、境界部および基盤表面付近の風化軟質化の進行を促している。この地すべりでも玄武岩~第三紀層の境界にあたる、調査ボーリング No.1 孔の深度 16.5m 付近の地質境界に近い位置に、地下水のパイピングホールと推定される空洞を確認した。また、この境界部をねらった既設の横ボーリングから多量の排水が認められる。

2.2 すべり面 今回の地すべりは、まさにこの地質境界部で発生し、玄武岩末端部が海側に押出される形状になっている。すべり面は以下の 4 点により図-4 に示すように、玄武岩~第三紀層の強風化部の境界付近に描いた。

a) No.1 ~No.2 孔において孔内傾斜計により潜在レベルの変動が観察される位置、b) 各孔のボーリングコアの状況、

c) 既設アンカーの法枠は明らかに下流側へ変位しているが、緊張力は抜けていること（すべり面はアンカー定着部より深い深度と判定）、d) 道路部の圧縮押出しが地すべり末端を示唆する。

2.3 地すべりの方向 移動観測では移動方向は南～南西方向、孔内傾斜計では斜面上に斜交し南方向である。亀裂および押出しの位置関係、ボーリングコア脆弱部の位置等高線図から移動方向を推定した。

3. 対策工 第三紀層の新鮮部（N 値＞50）を安定的な基盤とした抑止工が可能であることから、水抜きボーリングを併用した独立受圧板アンカー工を既設のアンカー付のり枠内に設置することにした。

3.1 土質定数 現況安全率を $F_s=0.98$ として、逆算法によって安定解析を行った。 $c=9 \text{ kN/m}^2$, $\phi=17.8^\circ$ を採用した。

3.2 抑止工法（独立受圧板アンカー工）

地下水排除工（水抜きボーリング工）施工後の安全率の計算では、水位低下高を粘性土の標準値をとり、 $\Delta h=1.5\text{m}$ とした。抑止工の必要抑止力 $Pr=454\text{kN/m}$ となり、アンカー工法と抑止杭工を比較し、経済性で有利なアンカー工を採用した。アンカー工は既設の町道道路法面（アンカー付きのり枠が既設につきのり枠内）から打設する。既設のアンカー工への影響を考慮し、既設アンカーと平行して打設するため、地すべり滑動方向と抑止力導入方向のズレが 30°

発生する。したがって、アンカー工法による抑止の場合、抑止力を $Pr'=Pr/\cos 30^\circ=454/\cos 30^\circ=524 \text{ kN/m}$ と割増した。定着部は N 値＞50 の軟岩に求めることにしたが、基本試験で塑性変形が大きく $\tau=0.3\text{N/mm}^2$ が限界であることが判明した。これは定着部をボアホール TV 観察したところ、泥岩が a) アンカー孔削孔で練り返したように軟質化する、b) 即時にスレーキングが始まり孔壁部洗浄で新鮮部を充分露出시키れない、等によることが判明し、アンカー体径を $\phi 115\text{mm}$ 、アンカー定着長を 9m とした。

4. まとめ ①既往の対策では、第三紀層の基盤性状を充分把握しておらず、アンカーを玄武岩層中に高止まりさせており、第三紀層に達していたボーリング孔においても、孔内歪計観測孔を地下水位観測孔と併用し、その設置状態も不十分であったことからすべり面深度の把握が不充分であった。②既設アンカー孔の設置が地すべり末端部の一体化に寄与したために、地すべり滑動が緩慢になり、数年を経てすべり面強度の低下に伴って滑動が顕在化した。③第三紀層の泥岩に定着部を求めるアンカーの τ 値の選定には充分な試験、コア観察等から総合的に判断する必要がある。

参考文献

- 1) 原田義博・久永喜代志・松田博：山口県油谷地域の地すべり対策，土と基礎，Vol. 38，pp. 89-94，1990
- 2) 小野 仁：北松の地すべり，九州の大地と共に，日本応用地質学会九州支部編，築地書館，pp. 80-81，1999

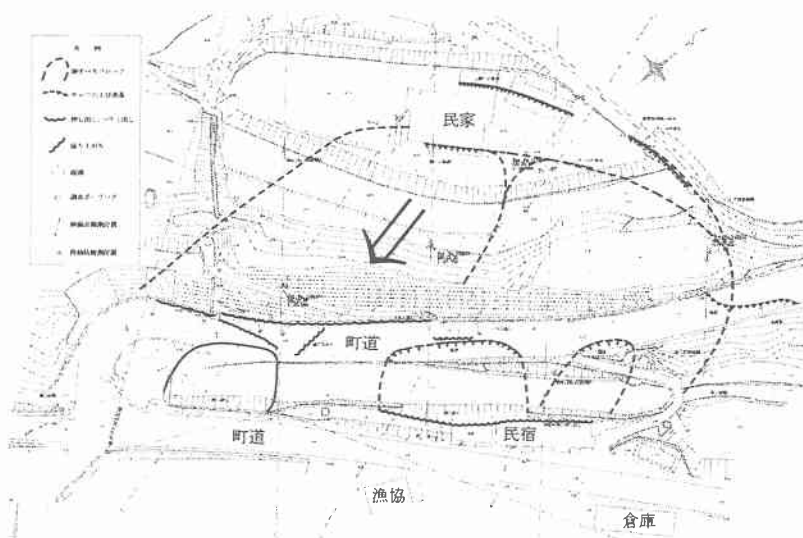


図-3 地すべり平面図

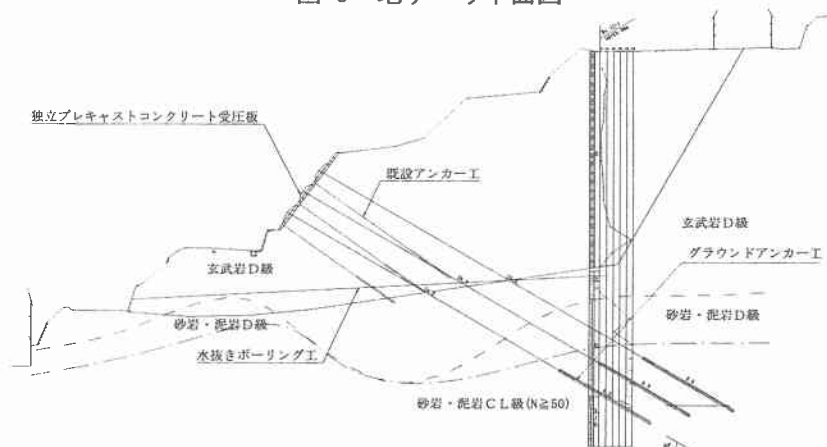


図-4 地すべり断面図