

地すべり防止区域申請を目的とした地すべり調査について

牧野敏明 當間優樹

株式会社 沖縄建設技研（〒901-2126 沖縄県浦添市宮城三丁目7番5-103号）

キーワード：滑落崖、側方崖、地すべりブロック

1. はじめに

地すべりは雨水、地下水等の影響により軟弱化した土塊が広範囲にわたって土塊が移動する現象で、周辺に人家等がある場合には大きな災害となる。地すべりにおける土塊の移動は災害が発生する以前には緩慢であり、また広範囲に及ぶことが多く地すべりが生じている範囲を目視等により明確にすることは容易ではない。

沖縄県は、地すべり危険箇所を88箇所指定しているが、県下には地すべりのおそれがある箇所が多くあり、今後も指定箇所は増えるものと考えられる。本稿では、地すべり範囲の特定を行うにあたり、地すべり危険箇所の選出及び地すべり活動の推定における事例について述べる。

2. 地すべり範囲の決定について

地すべり等防止法に基づく地すべり防止区域は、都道府県知事の管理下におかれ、地すべり防止工事等を行う結果、土地利用が制限されることも考えられ、同法では、目的を達成するために必要最小限のものでなければならないとしている。

このため、地すべり区域を高精度に把握する必要があるが、地すべりは斜面が広範囲にわたって不安定となる現象であり、地すべり区域とそうでない区域の区分は容易ではない。今回は、現場踏査をはじめ、複数の観測手法を用いて、地すべりブロックを絞り込み、地すべり区域を決定することとした

3. 地すべり指定に向けた調査

3.1 地すべり地形の巨視的な把握

地形図および現場踏査による地形的判断によっておお

まかな地すべりブロックを選定する。具体的には、典型的な地すべりは、図-1に示すような形式で起こると考えられるため、このような地形を地形図上から探し出し、現場状況を確認することになる。対象地区の地形図および地すべりブロックを図-2に示す。地形に基づき判断すると、図-2に示すように、同地区内に7箇所地すべりブロックが存在すると考えられた。

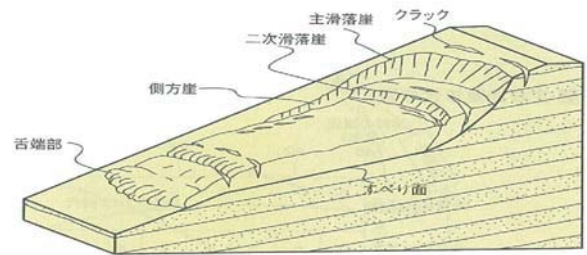


図-1 地すべりの形式¹⁾

3.2 各地すべりブロックの現場踏査

これらの地すべりを起こした形跡がある(古期地すべり)、あるいは起こす恐れがある地すべり(初生地すべり)、または、地すべりの変位が途中で停止している地すべり(潜在地すべり)ブロックのうち、特に対策の緊急性が高いと思われる箇所(活動地すべり)を絞りこみ、また地すべりブロックの境界を明確にするための現場踏査を行った。

しかしながら対象となる地域は広大であるため、全体を詳細に把握することは難しく、全体を概観したうえで調査箇所を絞り込み、詳細な確認調査を行う事となる。

写真-1にDブロックの道路擁壁の変状を示す。Dブロックでは、このような変状が多数存在しており、地すべりの兆候と考えられた。



図-2 地すべりブロック全体図（観測地点を併記）

写真-2 に E ブロックの滑落崖を示す。頂部にはキャップブロックがみられ、過去に大規模な土砂の滑落が起きた可能性がある。写真-3 に F ブロックの地すべり対策工の状況を示す。新設された道路の間知ブロックに対策工が施されており、当初に想定された地すべりブロックの規模が小さくなると考えられた。写真-4 に G ブロック下端の家屋裏に土塊が押し寄せている状況を示す。典型的な地すべりの舌端部と考えられた。H ブロックでも新設整備された道路によって対策がなされており、地すべりのブロック範囲は小さくなると考えられた。写真-5 に I ブロックの間知ブロックを示す。小規模の変状を多数確認した。写真-6 に J ブロックの地すべり抑止工を表す。宅地造成に伴う対策工が行われており、想定される地すべり被害は少ないと考えられた。



写真-1 Dブロック道路擁壁の変状



写真-2 Eブロック 岩の露呈



写真-3 Fブロック 間知ブロックの補強対策



写真-4 Gブロック 舌端部



写真-5 Iブロック 間知ブロックに亀裂



写真-6 Jブロック 抑止杭

3.3 地すべりブロックの精査

以上のことから、初生地すべりの可能性がある D ブロック、古期地すべりの可能性がある E ブロック、潜在地すべりの可能性がある G ブロックは特に活動地すべりのおそれが高いと考えられたため、これらのブロックについて精査した。

D ブロックでは、写真-7 のように側方崖では間地ブロックの押し出しがみられ、写真-8 の中腹部では農地に利用されている。宅地や農地の造成により間知ブロックや道路の擁壁に変状が発生しているが、活動地すべりのような特徴はみられなかった。



写真-7 間知ブロックの押し出し



写真-8 農地、宅地による地形の改変

E ブロックでは、写真-9 のように階段側壁の移動および側壁から湧水がみられた。また滑落崖と思われる写真-10 のような傾斜がみられた。また典型的な側方崖である写真-11 のようなガリー浸食もみられた。

写真-12 のように家屋裏の擁壁はブロック積み擁壁が押し寄せ、せり出している状況がみられ、ここが舌端部と考えられた。写真-13 の中腹部では傾斜があり、ここも滑落崖と考えられた。写真-14 のように壊れた水路も存在し、側方崖を利用して水路が作られたと考えられる。これらのことは大規模な地すべりが発生した痕跡と考えられた。

以上のことから、E ブロックは、もともと古期地すべりがあり、その後に宅地、舌端部近辺に公共施設を造成したと考えられる。地すべり中腹にはガリー浸食、土塊崩壊した場所および宅地のブロックの押し出しがみられたため、再び滑動しているものと考えられる。また滑動した地すべりの直下では、学校等の公共施設も多数存在したため、緊急性は高いと考えられる。



写真-9 階段から湧水



写真-10 頂部の傾斜

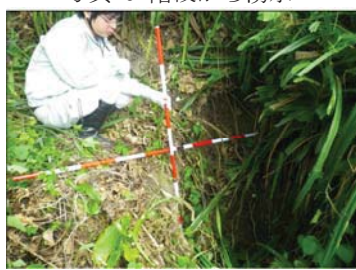


写真-11 ガリー浸食



写真-12 擁壁の押し出し



写真-13 道路下の傾斜



写真-14 側方崖をとる水路

Gブロックでは、写真-15に示すように擁壁に亀裂が発生しており、また、写真-16の中腹部ではU字溝が崩壊していた。写真-17のように倒れ木や圧縮している部分もみられ、また、写真-18の側方崖では排水溝が崩壊していた。これらのことから、Gブロックでも緊急性は高いと考えられる。

以上より、Eブロックは地すべり対策の緊急性が高く、またGブロックも、地すべりのおそれが高いと考えられる。



写真-15 擁壁に亀裂



写真-16 U字溝の崩壊



写真-17 倒れ木



写真-18 排水溝の破壊

4. 地すべり挙動の把握

地すべりブロックの踏査結果から、地すべりが進行しているおそれがあるブロックについて、挙動を把握するために現地観測を行った。

4.1 地すべり観測

(1) 抜き板による観測

滑落崖やひび割れが生じており、地すべりが進行していると考えられる箇所に抜き板を設置した。抜き板は、Dブロックに1箇所(NK1)、Eブロックに3箇所(NK2~NK4)、Gブロックに1箇所(NK5)を設置した(図-2)。写真-19に設置状況を、写真-20に変化の状況を示す。写真-20から明らかなように、NK2(Eブロック)では、数カ月で10数mmの変位が見られた。

図-3に観測結果を表す。同図から、抜き板設置箇所NK2~NK4(Eブロック)では、土塊の移動が起きているものと考えられる。NK3は、抜き板間隔が増大した後、減少しており、抜き板下方部分の土塊が下方に動いた後に、抜き板上方部分の土塊も下方に移動したことを示唆している。



写真-19 設置状況



写真-20 抜き板変位(NK2)

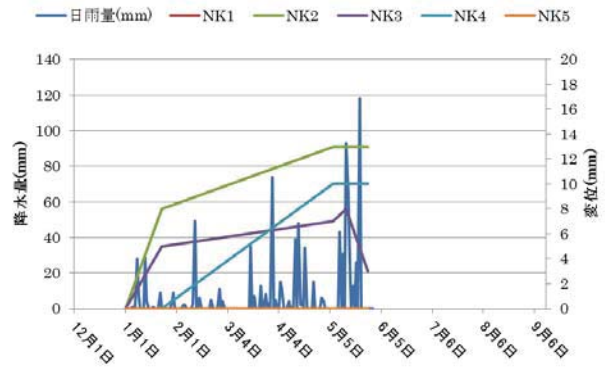


図-3 観測結果

通常、地すべりは、降雨が土壌に侵入することで地下水が増加し、土壌が軟弱化することで生じるものと考えられる。しかしながら今回の観測では、降雨の前後で抜き板の変位に明確な差違が認められないことから、斜面の軟弱化がすでに進行している可能性がある。

(2) 見通し杭による観測

抜き板による観測ではEブロックに変位が見られたが、抜き板は点での観測であり、広範囲わたる地すべりブロックの挙動を捕捉できていない可能性がある。より広範囲にわたり地すべりブロックの挙動を観測する目的で、現地踏査から変位の痕跡がみられる箇所に見通し杭を設置した。設置箇所を図-4および図-5に示す。写真-17のような倒れ木や、小規模の滑落崖の見られる箇所に、直線状に木杭を設置し、杭間隔の変化を観測するものである。

杭設置ラインの縦断イメージを図-6に示す。斜面の約50mにわたってEブロックには11本、Gブロックには10本の木杭を設置した。

図-7に、Eブロックの観測結果を示す。初期値に比較して変動量が小さく図化による可視化が難しいため、同図では、変動量を300倍した値をグラフ化している。

同図では、観測ライン上方の杭間隔(EI1およびEI2)に、変動が見られ、上方の杭が斜面下方に移動したことを示唆している。これらの杭は、写真-21に示すように、特に傾斜のきつい箇所に設置されており、斜面が滑動している可能性がある。

図-8にGブロックの観測結果を示す。Eブロックと同様に、ブロックの上方で、杭間隔の変動がみられる。これらの杭は、写真-17に示す倒れ木の直下付近に設置しており、これらの箇所でも、斜面が滑動している可能性がある。

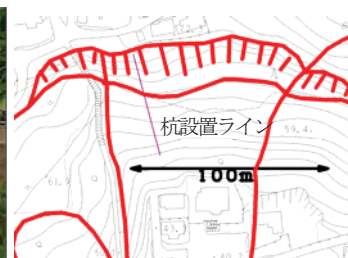


図-4 Eブロック設置箇所



図-5 Gブロック設置箇所

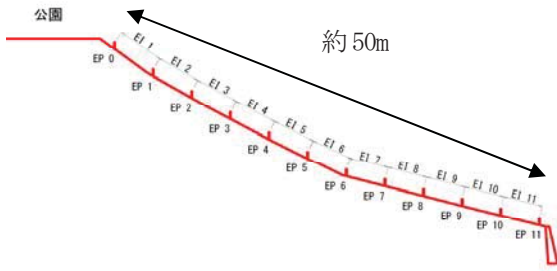


図-6 縦断のイメージ図

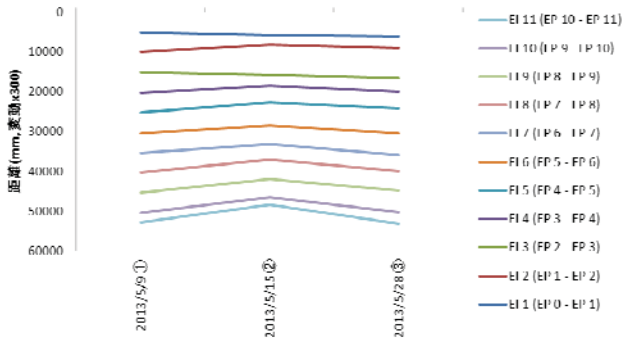


図-7 Eブロックにおける変動



写真-21 Eブロック移動杭設置箇所

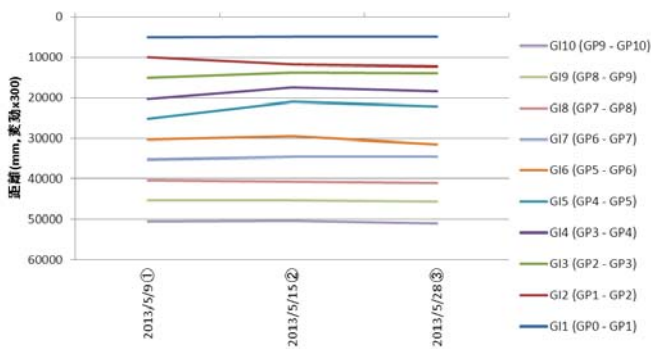


図-8 Gブロックにおける変動

(3) 擁壁変位の観測

抜き板や見通し杭の移動が観測され、Eブロックでは地すべりが進行していると考えられるが、地すべりの影響を受ける範囲の推定には、すべりの規模(深さ)も問題となる。変状が観測された地すべりブロックの直下には擁壁があり、すべりの深さを推定するために、この擁壁の移動の

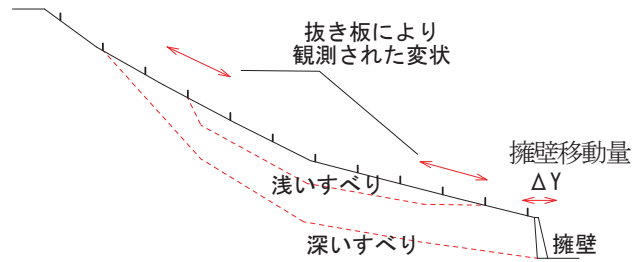


図-9 擁壁の移動観測

表-1 擁壁観測結果

視準点	ΔX	ΔY
A-1	0.005	0
A-2	0.001	-0.002

(単位: m)

有無について観測した。観測箇所の概略を図-9に示す。観測結果を表-1に示す。

擁壁は延長が約20mあり、天端に設置した視準点A-1およびA-2について測量を行い、観測期間は約1箇月である。斜面方向に2mmの変位が見られたが、測量誤差を含んでおり明確に移動しているという判断は難しい。

5. まとめ

現地踏査および簡易的な観測により、地すべり調査を総合的に行い地すべり区域を同定する方法について概略した。今回は、これらを基にしてEブロックは特に地すべり対策の緊急性が高い区域と判断した(図-10)。

この他、地すべり区域の周辺には、地すべりを助長する、地すべり区域に隣接する区域を定める必要がある。しかしながら、冒頭に述べたように土地所有者の権利を制限することになるため、地域住民への説明および合意を得るために、合理的な判断が必要であり、今回の調査で得られたデータが基礎的な資料となる。

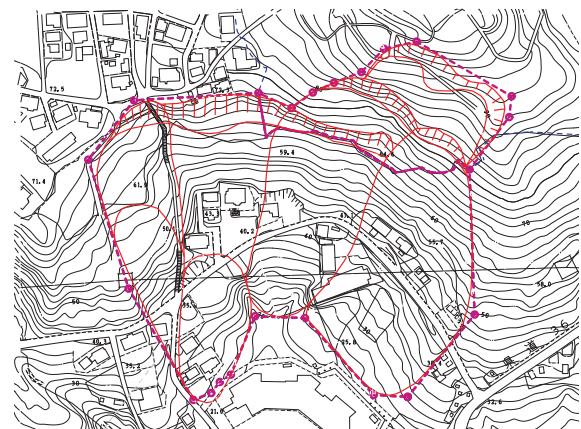


図-10 緊急性の高い地すべりブロック(Eブロック)

参考文献

- 1) 上野将司著 日経コンストラクション編: 危ない地形・地質の見極め方, 平成24年8月 p.13
- 2) 砂防・地すべり・急傾斜地管理の手引