

平成30年7月豪雨による北九州市門司区の斜面崩壊について 崩壊斜面における原位置試験と室内土質試験結果

基礎地盤コンサルタンツ 正会員 東風平宏
 日本地研株式会社 石橋慎一郎
 西日本工業大学 正会員 山本健太郎

日本地研株式会社 正会員 山下武志
 日本地研株式会社 波多優佑
 新地研工業株式会社 徳田充樹
 地盤防災研究所 正会員 藤白隆司

1. はじめに

降雨による斜面災害から住民の生命と財産を守るためには、降雨と斜面崩壊の危険度の関係を明らかにし、住民にとって分かりやすい警戒避難体制を構築することが必要と考える。本論文で扱う災害発生箇所は、福岡県北九州市であり、同市では雨の降り方と斜面崩壊の関係についての研究が進められ、その成果が警戒避難情報に関する意思決定時の参考資料に供されている¹⁾。本研究は北九州市圏域で平成30年7月に発生した斜面崩壊を対象として、地形・地質、降雨・崩壊状況、崩壊土砂や崩壊面付近の土の物性値等を把握し、崩壊メカニズムおよび降雨と飽和度の関係について検討するものである。本稿では研究対象地の一つとして、北九州市門司区で発生した斜面崩壊を例に、現地踏査、原位置試験(簡易動的コーン貫入試験、原位置透水試験)および室内土質試験結果から考察できる斜面崩壊メカニズムについて報告する。

2. 地形・地質概要

対象地は、北九州市南部を通る九州自動車道新門司ICの南東500m付近の南向き斜面(標高50~100m)である(図-1)。北九州地域には、上部古生界、下部白亜系、古第三系、第四系および白亜紀深成岩類、鮮新世-更新世の玄武岩類などの幅広い年代の多様な岩石・地層が複雑な構造をなして分布している(図-2)。当該地の地質は、古生界の呼野層群である凝灰質砂岩・頁岩・玄武岩が分布し、表層は表土や強風化土で覆われている。

3. 崩壊状況

崩壊は尾根先端の旧崩壊跡と東側へ向かう斜面で発生し(図-3 参照)、非崩壊部が細尾根状に残る。崩壊規模は幅約25m、長さ約40m(写真-1)で、崩壊頭部の一部には分離小丘(写真-2)や二次クラック(写真-3)が見られる。崩壊面には赤褐色の強風化土が露頭し、乾燥クラック、パイピング孔、出水孔(写真-4)、および雨水による浸食跡が確認され、表流水が浸透しやすい環境にある。



図-1 調査対象位置

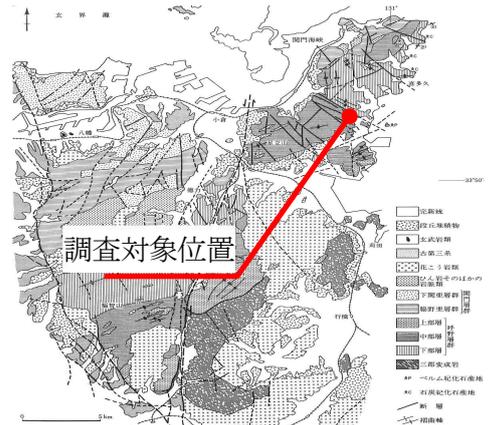


図-2 北九州市周辺の地質概要図²⁾



図-3 対象地周辺の地形図



写真-1 崩壊地全景



写真-2 分離小丘



写真-3 二次クラック



写真-4 乾燥クラックと出水孔

4. 調査・試験結果

(1)簡易動的コーン貫入試験 (No. 4, 5, 6)

図-4に示す通り、崩壊斜面の崩壊層の厚さは最大6m程度、Nd値10以下であった。

(2)現場透水試験 (No. 6)

試験対象は深さ0.5m程度までの範囲で、崩壊層W2で実施した。その結果は $k=2.5 \times 10^{-5}$ (m/s)で中位の透水性を示した。

(3)室内土質試験 (No. 5)

室内試験用の試料採取は崩壊面の地山 W3 (弱風化部) で実施した。結果は表-1にとりまとめた。透水係数は $k=4.1 \times 10^{-7}$ (m/s)を示し、崩壊層と比較して、低い透水係数を示した。細粒分含有率も $F_c=70$ (%)と高い結果を示している。

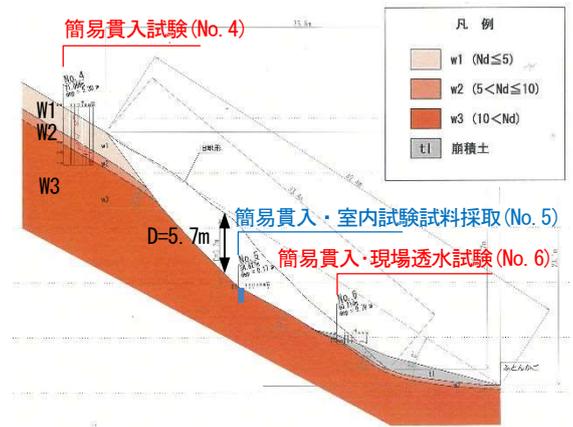


図-4 調査・試験・試料採取位置

表-1 室内土質試験結果・現場透水試験結果

地点		No. 5	No. 6
主な地質		W3	W2
土粒子の密度	ρ_s g/cm ³	1.605	-
自然含水比	W_n %	40.7	-
石分	%	0.0	-
礫分	%	10.5	-
砂分	%	19.5	-
シルト分	%	40.5	-
粘土分	%	29.5	-
細粒分含有率	F_c %	70.0	-
液性限界	W_L %	59.5	-
塑性限界	W_p %	31.0	-
塑性指数	I_p %	28.5	-
室内透水係数	k_{15} m/s	4.13E-07	-
現場透水係数	k m/s	-	2.50E-05

5. 斜面崩壊メカニズム

崩壊斜面の地形地質および崩壊状況から、崩壊のメカニズムを以下のように推定した (図-5)。

①尾根地形の先端部に、Nd 値 10 以下の脆弱な強風土 (W1~W2) が、層厚 5m 以上で分布していた。

②斜面勾配は 30° よりも急勾配で、かつ高さ 23m と高比高の斜面であった。

③表層は乾燥クラックやパイピング孔が確認され、透水性は高いと推定される。一方、風化の弱まる深部は乾燥クラックが少なく、透水性は徐々に低くなる。しがって、Nd 値が高く透水性の低い W3 層上面が帯水面となり、シート状の割れ目が横方向に繋がって弱面を形成していた可能性が高い。

④そこに、豪雨に伴う浸透水が強風化土に形成された乾燥クラックやパイピング孔を伝って急激に供給され、これらの層が飽和して弱面のせん断強度が低下し、崩壊が発生したとみられる。

以上のことから、斜面崩壊は崩壊対象層が飽和することにより「重量増加」と「せん断抵抗力の低下」が起き、斜面崩壊に至ったと推定される。

6. まとめと今後の課題

平成30年7月豪雨により発生した斜面崩壊について、現地の地形地・質状況および崩壊状況を確認し、原位置・室内試験結果を踏まえ崩壊のメカニズムを検討した。本崩壊は締めりの緩い強風化土に、豪雨に伴う地表水が乾燥クラックを伝って浸透し、急激に飽和して崩壊に行ったと考えられる。今後は、これまで実施した地点の調査結果をとりまとめ、分布地質別 (地域別) の浸透性等を整理し、有効先行降雨量の算出に反映させていくことが課題である。今後、室内で地下浸透のカラム実験を行う計画であり、有効先行降雨量の提案式の検証や降雨浸透能力の算出の精度向上を図る予定である。

参考文献 :

- 1) 玉田文吾, 横矢直道, 森与志信, 北九州市 : 崩壊斜面と雨の降り方との関係-福岡県北九州市・長崎県などにおける考察-, 2018. 3
- 2) 日本の地質「九州地方」編集委員会 : 日本の地質 9 九州地方, 共立出版, 1992

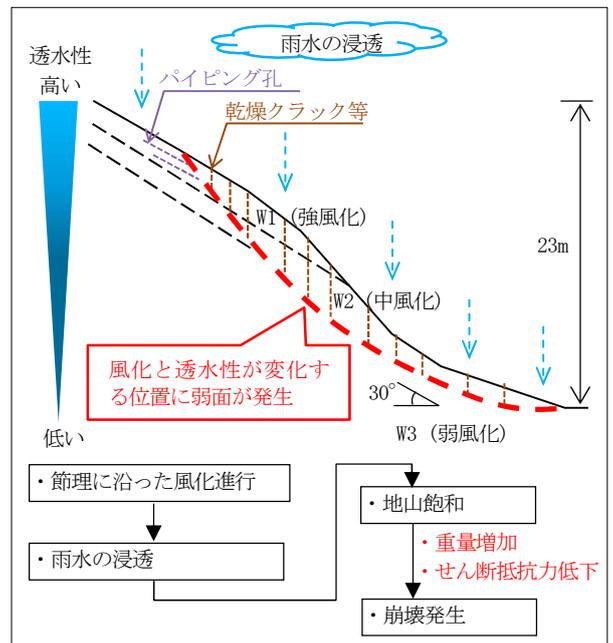


図-5 崩壊メカニズム模式断面