

関門層群の特性と切土法面に関する一考察

基礎地盤コンサルタンツ(株) ○長谷川 勝喜、平野 浩史

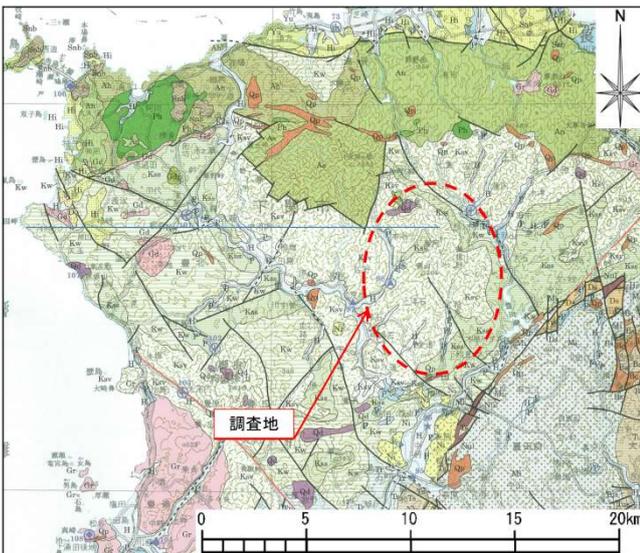
1. はじめに

山口県西部に広く分布する中生代白亜紀関門層群の風化岩は切土のり面が崩壊した事例があり、関門層群の特徴および斜面崩壊に関して研究がなされている。ここでは、このような関門層群が分布する地域での道路切土計画地の調査において、軟岩・中硬岩で実施した乾湿繰返し吸水率試験結果およびボーリング調査による強風化部の特性を整理し、切土のり面勾配について評価した事例について紹介する。

2. 地形地質概要

今回対象とした調査地周辺は、河川沿いでは沖積面と段丘面が分布しているが、全体としては標高100m~300m前後の丘陵地~山地となる。調査地内のうち、北東側では比較的急峻な地形を示すが、南西側に向かうにつれて、緩やかな地形へと変化する。また、調査地全体に北西-南東系および北東-南西系のリニアメントが認められている。

調査地周辺の地質は、中生代白亜紀前期の関門層群からなる。関門層群は、堆積岩優勢層である脇野亜層群(Kw)と下関亜層群下部層(Kss)、および火山岩優勢層である下関亜層群上部層(Ksv)から構成される。調査地付近には、上記の内、火山岩が優勢である下関亜層群上部層(Ksv)が広範囲にわたって分布する(図-1)。



中生代	白亜紀	前期	Ksv	下関亜層群上部層(火山岩優勢層) (安山岩・デイサイト質一流紋岩質凝灰岩・凝灰質泥岩-砂岩・礫岩)	関門層群
			Kss	下関亜層群下部層(堆積岩優勢層) (泥岩・砂岩・礫岩・凝灰質砂岩・赤色泥岩)	
			Kw	脇野亜層群 (泥岩・砂岩・礫岩・赤色泥岩)	

図-1 調査地付近の地質図¹⁾

3. 切土法面勾配の参考文献

切土のり面の設計に当たっては、土質調査、周辺の地形・地質条件、過去の災害履歴及び同種のり面の実態等の調査、ならびに技術的経験等に基づき総合的な検討を行う必要がある。本検討対象となる切土のり面は、「凝灰岩等の風化が速い岩」や「強風化した安山岩」という関門層群の地質的特長と切土高が高い長大のり面が課題である。ここでは、本検討で引用した切土のり面勾配に関する文献を紹介する。

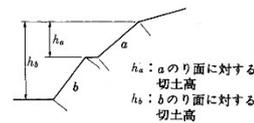
(1) 標準のり面勾配

標準のり面勾配は、調査結果で特に問題が無い箇所に適用される(表-1)。なお、切土高が下表に示す高さを超える場合は、適用外となる。

表-1 切土に対する標準のり面勾配²⁾

地山の土質	切土高	勾配	
硬岩		1:0.3~1:0.8	
軟岩		1:0.5~1:1.2	
砂		1:1.5~	
砂質土	密実でない粒度分布の悪いもの		
	密実なもの	5m以下	1:0.8~1:1.0
		5~10m	1:1.0~1:1.2
	密実でないもの	5m以下	1:1.0~1:1.2
	5~10m	1:1.2~1:1.5	
砂利または岩塊混じり砂質土	密実なもの、または粒度分布のよいもの	10m以下	1:0.8~1:1.0
		10~15m	1:1.0~1:1.2
	密実でないもの、または粒度程度の分布の悪いもの	10m以下	1:1.0~1:1.2
		10~15m	1:1.2~1:1.5
粘性土	10m以下	1:0.8~1:1.2	
岩塊または玉石混じりの粘性土	5m以下	1:1.0~1:1.2	
	5~10m	1:1.2~1:1.5	

注) ① 上表の標準勾配は地盤条件、切土条件等により適用できない場合があるので本文を参照すること。
② 土質構成等により単一勾配としないときの切土高及び勾配の考え方は下図のようにする。



・勾配は小段を含めない。
・勾配に対する切土高は当該切土のり面から上部の全切土高とする。

③ シルトは粘性土に入れる。
④ 上表以外の土質は別途考慮する。
⑤ のり面緑化工を計画する場合には参表 8-2 も考慮する。

(2) 凝灰岩などの風化が速い岩、膨張性岩の切土

新生代の固結度の低い凝灰岩などの軟岩や蛇紋岩などの変成岩は、切土による応力解放、その後の乾燥湿潤の繰返し作用などにより急速に風化し、切土後極度に固結度が低下し、崩壊を発生することが多い。

表-2は、高速道路の現場の実績と乾湿繰返し試験による吸水量増加率(M)の関係から適正のり面勾配を検討したものであり、M=2.0以上で地下水がある場合、のり面勾配は1:1.5が適正とされる。ここでは、関門層群の凝灰岩類の軟岩及び中硬岩は吸水膨潤や風化に対する耐久性を把握するため岩の乾湿繰返し吸水率試験を実施した。

表-3と図-2は、岩の硬さにより岩質を区分し、のり面勾配とのり高の関係により適正のり面勾配を評価している。ここでは、強風化した安山岩ののり面勾配について参照した。

表-2 吸水膨潤や風化に対する耐久性と適正法面勾配³⁾

視察による分類	例	乾湿繰返しによる吸水増加率	法面勾配	
			地下水なし	地下水あり
① 固結度が高いもの	古第三紀以前のけつ岩、固結凝灰岩	%/回 1.0以下	1:0.8	1:1.0
② 比較的固結度が低いもの	新第三紀層、蛇紋岩	1.0~2.0	1:1.0	1:1.2
③ 極めて固結度が低いもの	凝灰質泥岩、鮮新世または洪積世の粘土	2.0以下	1:1.2	1:1.5



写真-1 乾湿繰返し吸水率試験結果 (軟岩・中硬岩)

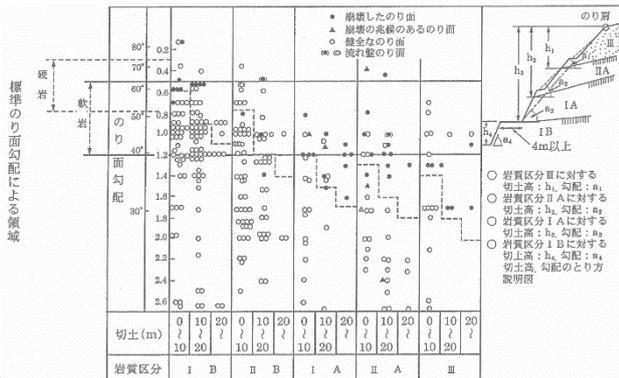
(2) 強風化岩

安山岩の強風化部は、粘土～砂状でN値は10回以下～30回を呈し、層厚20m以上を有する箇所がある。

このような強風化岩を「岩塊または玉石混じり粘性土」とすると、標準のり面勾配1:1.5の採用となるが、切土高が非常に厚く適用できない。よって、表-3および図-2の岩質区分と適正のり面勾配により評価した。その結果、硬さによる岩質区分は「Ⅲ」に分類され、切土高「10～20m」で1:1.8、同「20m以上」で1:2.0の勾配を提案した(表-5、図-4)。

表-3 硬さによる岩質区分⁴⁾一部抜粋

岩質区分	岩の見掛け
I	新鮮で硬い。 岩の組織構造は完全に認められる。
II	時代が新しく固結度の低い岩、あるいは風化によって軟化した岩。風化の場合には岩の微細な組織は消えかけている。
III	未固結の堆積物あるいは風化や変質を強く受けた岩。岩の形状を示さないで、むしろ土砂として扱うべきもの。



注) 図中のり面勾配は、適用に示す平均のり面勾配であるので、標準のり面勾配領域と若干異なる。

図-2 泥岩・凝灰岩の岩質区分と適正のり面勾配⁴⁾

4. 切土のり面勾配の提案

本事例は、「凝灰角礫岩の軟岩・中硬岩」と「安山岩の強風化部」の2例について説明する。

(1) 軟岩・中硬岩

軟岩及び中硬岩は吸水膨潤や風化に対する耐久性を把握するため、岩の乾湿繰返し吸水率試験を行った。

中硬岩の吸水増加率はM=0.15(平均)であり膨張性ではないと判断し、のり面勾配は標準勾配1:0.8を提案した。軟岩の吸水増加率はM=2.77(平均)であり極めて固結度が低いと判断し、地下水位がある場合は標準勾配1:1.2より緩い、1:1.5を提案した(表-4、図-3、写真-1)。

表-4 のり面勾配の選定表(軟岩・中硬岩)

土砂(風化岩)区分	岩種	層厚	標準のり面勾配(表-1)	吸水増加率Mを考慮した勾配(表-2)	泥岩・凝灰岩の岩質区分と適正のり面勾配(表-3、図-2)	採用	備考		
土砂(風化岩)	DL(粘性土の場合)	5~10m	岩塊または玉石まじりの粘性土	1:1.5	-	1:1.5	1:1.5	軟岩より脆弱であり、勾配は軟岩より緩くする	
		10~20m	-	-	岩質区分ⅡA風化変質を受けた岩	1:1.8	1:1.8		
	DL~DM(砂質土の場合)	10m以下	砂質または岩塊混じりの砂質土	1:1.2	-	岩質区分ⅡA風化変質を受けた岩	1:1.3	1:1.5	
		10~20m	密実でないもの	-	-	岩質区分ⅡA風化変質を受けた岩	1:1.6	1:1.6	
軟岩	DH~OL	-	軟岩	1:1.2	M=2.77% (平均) (地下水なし) ~ 1:1.5 (地下水あり)	-	1:1.2	地下水の有無による勾配を決定	
	OM	-	軟岩	1:1.2	M=0.15% (平均)	-	1:1.5		
中硬岩	OH	-	硬岩	1:0.8	M=0.15% (平均)	1:0.8	-	1:0.8	

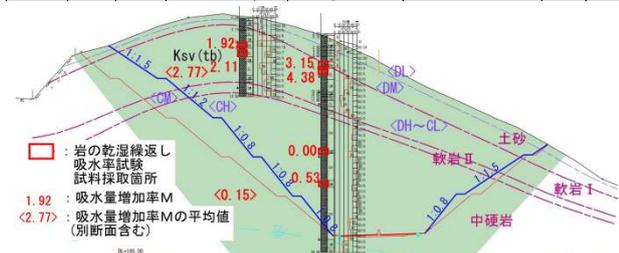


図-3 提案のり面勾配(軟岩・中硬岩の例)

表-5 のり面勾配の選定表(強風化岩)

土砂(風化岩)区分	岩種	層厚	標準のり面勾配(表-1)	泥岩・凝灰岩の岩質区分と適正のり面勾配(表-3、図-2)	採用	備考		
土砂(風化岩)	DL	5~10m	岩塊または玉石まじりの粘性土	1:1.5	-	1:1.5		
		10~20m	-	-	岩質区分Ⅲ風化変質を受けた岩	1:1.8	1:1.8	
		20m以上	-	-	岩質区分Ⅲ風化変質を受けた岩	1:2.0	1:2.0	
DM	-	砂質土密実なもの	-	-	-	-	層厚が薄く勾配の決定には影響しない	
岩塊	DH	-	岩塊または玉石まじりの粘性土	-	-	-	硬質であり掘削には注意を要する	

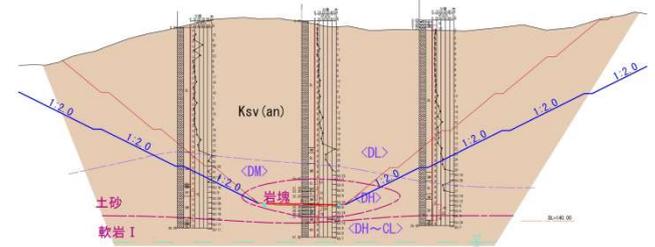


図-4 提案のり面勾配(強風化岩の例)

5. おわりに

関門層群の切土のり面について、風化の進行状況などから地山タイプを2タイプに区分し、乾湿繰返しにより脆弱化する岩盤と強風化部(土砂部)の切土のり面について、標準勾配より緩い勾配を提案した。

標準勾配より緩い勾配だと斜面の安定性は増す。しかし、道路事業では切土幅の用地取得が広がる問題がある。また、強風化岩は文献による適正のり面の評価により非常に緩い勾配が提案された。今後は強風化部の力学特性を把握し、切土のり面の安定について検討する必要があると考える。

《引用・参考文献》

- 1) 西村祐二郎・今岡照喜・金折裕司・亀谷敦: 山口県地質図第3版(15万分の1)及び同説明書, 2012.12.
- 2) 社団法人 日本道路協会: 道路土工 切土工・斜面安定工指針, p136, 2009.6.
- 3) 社団法人 地盤工学会: 地盤工学・実務シリーズ5 切土法面の調査・設計から施工まで, p153-154, 1998.1.
- 4) 西日本高速道路株式会社: 設計要領 第一集 土工編, 参3-10~3-12, 2014.7.