

斜面安定に及ぼすイオン交換の影響

京都大学工学部 正員 松尾新一郎

京都大学工学部 正員 ○富田 武満

1. まえがき

地すべりおよび斜面安定の問題において、その予知と防護対策は極めて困難なものである。筆者らは、幸いにも各地の地すべり斜面を調査する機会に恵まれ、その結果を報告することができた。地すべり発生斜面における物理化学的な調査法とその対策工および施工後の安定度調査について前回示したが、⁽¹⁾今回はこれとさらにおし進め、地すべりには至っていないが、将来地すべりを誘発しそうな地域での安定度の調査および安定工法に関して報告する。

調査地は兵庫県三田市吉川の地すべり指定地域で、たまたま谷筋に道路を設置する計画があり、以前すべっていた斜面の反対側斜面から谷にわたって、高盛土が施工されることになった。当地域の地質は第三紀神戸層群の有馬累層で、当然地すべりの再発が予想された。そこで、物理化学的な調査を進め、最も危険な層を見出し、それに対処べくイオン交換工法の施工を行なった。

2. 物理化学的調査

斜面構成土が粘土に近いものか粘土であれば、その斜面の安定度の調査として物理化学的な方法は極めて有効である。第一の方法として、X線解析による粘土鉱物の同定がある。現地から得られた試料から沈降分析によりスル以下のものを採取し、粉末法によって試料を作成して得られた結果を図-1に示す。この結果から明らかのように、モンモリロナイト系粘土鉱物の卓越した地域である。とくに、3.15~3.45 mより下部でモンモリロナイトの含有量が多い。このピーク(001)の関係を示したのが表-1である。表中のピークの幅は、ピークの最大高と基線の間の距離の1/2の点での幅であり、結晶度の良し悪しを判断するのに用いられる。ピーク高さおよびピークの幅、層間距離のどれをとっても、3.15~3.45 mのモンモリロナイトは結晶度が良く、極めて鋭敏なことがわかる。

第二の方法として、斜面構成土の吸着カチオンおよび、C.E.C.の定量がある。上記のような粘土鉱物は粒径が小さく、比表面積が大であるゆえに、そこに吸着している置換性イオンの影響が著しい。

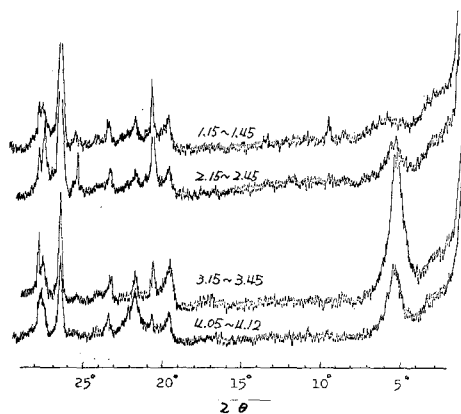


図-1 X線解析結果

表-1 X線解析によるモンモリロナイトの諸元

採取深度(m)	ピーク高さ	ピークの幅	層間距離(Å)
1.15~1.45	6.5	5.0	14.72
2.15~2.45	11.0	4.0	16.05
3.15~3.45	27.0	3.2	16.35
4.05~4.12	17.0	3.8	16.35

表-2 吸着カチオンとC.E.C. (m.e.g./100g)

深さ(m)	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	C.E.C.
1.15~1.45	1.54	0.81	8.62	4.89	22.04	37.90
2.15~2.45	1.35	0.94	9.61	4.46	13.75	30.20
3.15~3.45	1.18	1.68	17.94	7.29	27.11	57.20
4.05~4.12	0.02	4.70	20.64	5.45	10.99	44.60

表-3 地下水中の溶存カチオン(m.e.g./l)

採水位置	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
No.1	0.093	1.02	0.053	0.135
No.2	0.691	1.12	0.016	0.086

地下水中の溶存カチオンを見ると、Na⁺の量が極めて多い(表-3)。したがって、現状のまま放置すれば、土粒子に吸着している他のカチオンと交換反応が起り、Na⁺の豊富なNa粘土の生成が進行する。

粘土鉱物の同定、吸着カチオンおよび地下水中の溶存カチオンの測定結果より、当斜面

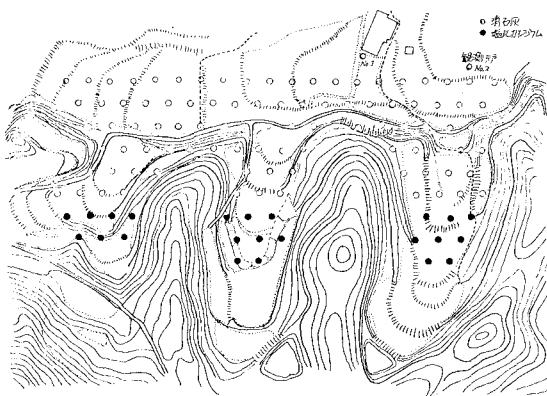


図-2 イオン交換工法施工位置図

構成土は極めて鋭敏な粘土鉱物より成り、吸着カチオンもNa⁺およびH⁺+Al⁺⁺⁺が多く、物理化学的な変質が著しく進行している。とくに、3.15~3.45 mの層が最も危険な層であり、地すべりが起生するとすれば、この層にすべり面が形成されるであろう。

3. イオン交換工法の施工

物理化学的な調査により、当該斜面のイオン交換の進行が明らかになった。したがって、速に、Ca⁺⁺を地下水流の助けのもとに、吸着させるイオン交換工法を施工するのが最も自然の理にかなった方策である。

具体的には盛上予定斜面にφ10 cm、深さ4 mのボーリング掘削孔を10 mピッチで4箇所を開け、孔内の水を抜き、塩化カルシウムまたは消石灰を投入した。塩化カルシウムは比較的水に溶け易いので斜面上部に、消石灰は周辺の粘土の硬化反応をも期待することができると、パイ効果も併せ得るべく斜面下部に施工した。その詳細については図-2に示している。なお、イオン交換の進行を観測すべく、調査井戸を2本配置し、現在観測中である。

4. あとがき

本安定工法施工後現在までおぼろげなヶ月で、まだその真価を発揮するに至っていないが、今後の観測片による動態調査により、その安定化の機構を明確にするつもりである。

(参考文献)

- (1) 松尾、富田「斜面安定に及ぼすイオン交換の影響」昭和46年度関西学術講演会講演概要Ⅱ-37