

2008年岩手・宮城内陸地震による市野々原地区地すべり構成土の土質特性

岩手大学 学生会員 ○佐藤辰也
岩手大学 正会員 大河原正文
岩手県 農水部 小澤幸彦
国土防災技術(株)盛岡支店 大木敏行
国土防災技術(株)盛岡支店 佐藤達也

1. はじめに

平成20年6月14日、岩手県内陸南部を震源とする岩手・宮城内陸地震(M7.2)が発生した。この地震により、多数の地すべりや斜面崩壊、さらには土石流が発生し、岩手県南部・宮城県北部の中山間地域に甚大な被害をもたらした。被災地域には、新第三系中新統から第四系の火山性堆積物、火砕岩などが分布し、地盤の脆弱性が斜面災害の一因と考えられている。一関市の市野々原地区では、地震により人家背後の斜面に地すべりが発生し、岩手県の激甚災害地に指定されている。本報では、当該地すべりの治山対策の一環として、すべり面判定のための物理、化学試験を行った結果について報告する。

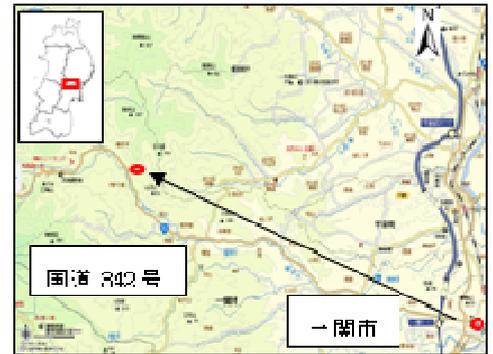


図1 位置図

2. 地すべり概要

市野々原地すべりは、磐井川左岸の国道342号線沿いの南東向き斜面に発生した。地すべりはAブロック、Bブロック、Cブロック、D1ブロック、D2ブロックの5つに区分される。このうちAブロックは標高470m付近の尾根筋を滑落崖とし、斜面長約260m、幅約200mの大規模なものである。

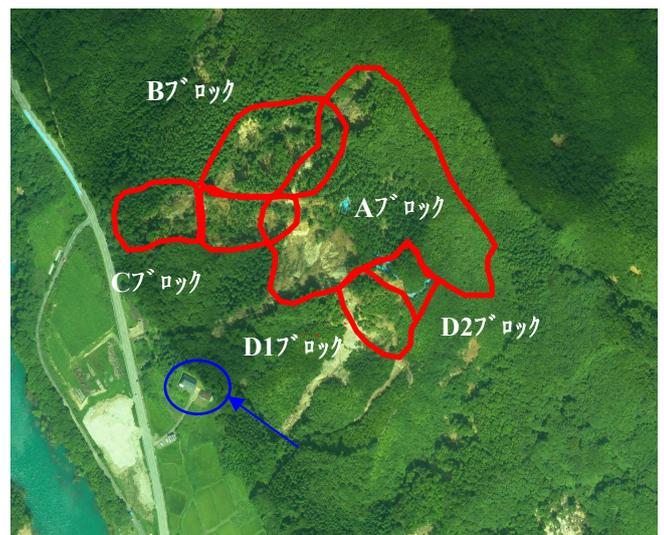


図2 地すべりブロック区分図

3. 試料および試験方法

1) 試料

Aブロックに掘削された深度65mのボーリングコアから、岩相や亀裂の分布状況などをもとに計23個試料を採取し、試験・分析に供した。ほとんどの試料が安山岩からなり、風化による変質が著しく、一部粘土化していた。

2) 物理試験

土粒子の密度試験、湿潤密度試験、液性限界・塑性限界試験を行った。各試験は、日本工業規格地盤工学会規準に準拠し行った。

3) 鉱物・化学分析

X線回折分析(粉末法、水簸法、EG飽和处理)、メチレンブルー吸着試験、陽イオン交換容量測定を行った。

4) 力学試験

・膨潤圧試験

試料を恒温乾燥炉(110±5°)で十分に乾燥させた後、密度を一定($\rho=1.50\text{g/cm}^3$)にしてから膨潤圧を測定した。得られた値は現場の膨潤圧を示すものではないが、試料が本来有している膨潤能力を示す指標として利用できると考える。

一面せん断試験

垂直力およびせん断力の载荷にメガトルクモーターを使用した変位制御型一面せん断試験装置を用いて繰り返し一面せん断試験を行った。試料は、粒度調整しない繰り返し再構成粘土を用いた。すなわち、はじめに試料を蒸留水で十分に攪拌した後、小型モールドに入れ、圧密圧力 $\sigma = 100\text{kPa}$ で予圧密した。モールドから取り出した試料を直径 6cm、高さ約 2cm の円柱形に整形し供試体とした。試験条件は圧密定圧条件で、圧密打ち切り時間を 3t 法により決定した。垂直応力 $\sigma_v = 200\text{kPa}$, 300kPa , 400kPa , せん断速度は 0.2mm/min である。

4. 試験結果

1) 物理試験結果

表 1 にボーリング深度毎の物理試験結果を示す。土粒子の密度は $\rho_s = 2.500 \sim 2.900\text{g/cm}^3$ の範囲にあり一般的な火成岩の密度範囲にあるが、No.21(59.30-59.50m)において $\rho_s = 1.981\text{g/cm}^3$ と小さい値を示す。湿潤密度 ρ_t および塑性指数 I_P は 40m 以深において小さくなる。

2) 化学分析結果

図 3 に化学分析結果を示す。XRD 分析から石英・長石類などの造岩鉱物が検出されたほか、膨潤性粘土鉱物であるスメクタイト、さらには非晶質物質が検出された。メチレンブルー吸着法によるスメクタイトの定量分析では、No.15(47.80-48.00m)、No.20(55.70-55.90m)~No.23(64.40-64.60m)において 64.4wt.% 程度のスメクタイトが検出された。交換性陽イオン分析からスメクタイトは Ca 型である。

3) 力学試験結果

・ 膨潤圧試験

表 1, 図 4 に膨潤圧試験結果を示す。No.14(46.50-46.70m)において高い膨潤圧 17.36kPa を得た。

・ 一面せん断試験

図 5 に繰り返し一面せん断試験結果を示す。No.14(46.50-46.70m)の完全軟化状態における強度パラメータ ($c_s = 8.2\text{kPa}$, $\phi_s = 14.6^\circ$), 残留状態における強度パラメータ ($c_r = 6.8\text{kPa}$, $\phi_r = 12.5^\circ$) である。

5. 考察およびまとめ

物理特性として深度 55m より深い位置で土粒子の密度 ρ_s および湿潤密度 ρ_t が小さく、塑性指数 I_P 、メチレンブルー吸着試験によるスメクタイト含有量が高い結果を得た。また深度 47m 付近 No.14(46.50-46.70m) で高い膨潤圧、小さいせん断強度が得られている。物理・化学特性および力学特性からすべり面として深度 47m 付近、および深度 55m~65m の可能性が考えられる。

<参考文献>

- 1) M.Okawara, T.Hisatsune, T.Mitachi(2007): Physico-chemical on Mechanism of the Shear Resistance at the Residual State "tanφ_r" of Clay, IGSS-Russia, pp.490-495.
- 2) 白水春雄 著(1988): 粘土鉱物学-粘土科学の基礎-, 朝倉書店, 28-29p

表 1 物理試験結果

試料採取深さ	土粒子密度 (g/cm ³)	湿潤密度 (g/cm ³)	塑性限界-液性限界試験			膨潤圧(kPa)
			塑性限界 ω _L (%)	液性限界 ω _L (%)	塑性指数 Ip(%)	
①1.50-1.70m	2.486	2.126	32.2	33.2	1.0	7.15
②5.40-5.60m	2.632	2.502	21.5	23.8	2.3	1.02
③12.30-12.50m	2.647	2.292	24.4	25.2	0.8	3.57
④13.70-13.90m	2.649	2.41	22.7	25.6	2.8	1.02
⑤16.40-16.60m	2.704	2.358	25.7	26.5	0.7	2.55
⑥19.20-19.40m	2.775	2.458	22.7	24.8	2.1	0.51
⑦20.50-20.70m	2.729	2.219	21.9	29.4	7.6	1.02
⑧24.40-24.60m	2.785	2.332	22.7	25.2	2.5	4.08
⑨27.40-27.60m	2.777	2.028	23.2	27.6	4.4	6.13
⑩33.60-33.80m	2.672	2.026	26.6	27.3	0.7	7.15
⑪36.40-36.60m	2.746	2.444	21.3	23.0	1.7	4.08
⑫42.50-42.70m	2.719	2.325	24.5	28.5	3.9	5.11
⑬45.60-45.80m	2.795	1.815	24.9	36.5	11.6	0.51
⑭46.50-46.70m	2.860	2.16	27.5	38.3	10.8	17.36
⑮47.80-48.00m	2.833	1.853	33.5	42.6	9.1	10.21
⑯48.40-48.60m	2.938	2.441	26.0	29.3	3.3	2.04
⑰49.50-49.70m	2.805	2.543	19.7	21.6	1.8	0.51
⑱50.10-50.30m	2.762	1.695	24.1	36.5	12.4	5.62
⑲51.50-51.70m	2.806	2.397	22.4	25.6	3.2	3.57
⑳55.70-55.90m	2.578	1.947	42.6	95.5	52.9	7.15
㉑59.30-59.50m	1.981	1.811	67.7	128.2	60.5	1.02
㉒62.40-62.60m	2.268	1.876	49.6	104.8	55.2	2.04
㉓64.40-64.60m	2.524	1.861	68.1	180.0	111.9	7.15

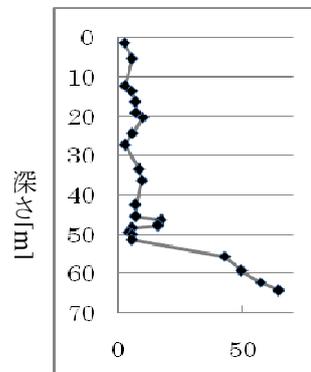


図 3 化学分析結果

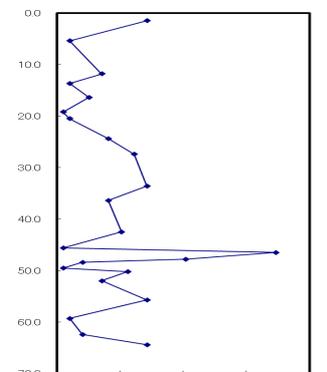


図 4 膨潤圧試験結果(kPa)

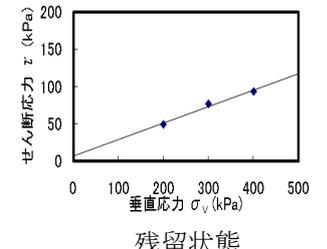
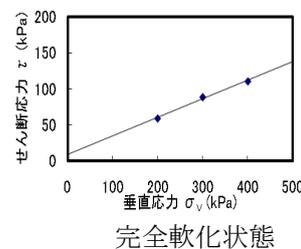


図 5 一面せん断試験結果