

徳島県麻植郡木屋平村ミツ木地内地区に於ける調査について

徳島大学工学部 正員 小田英一

本地域は長瀬変成岩類(古生代変成相)の古見帯に属するものであり、主として珪質岩よりなり石墨片岩の千枚岩状になったものが、所々微褶曲をなしているものであり、その中に東西の走向でうすい層をなして塩基性片岩即ち緑泥片岩が少量であるが介在している地質をなしている。その岩石の大部分の走向は平均して $N80^{\circ}W$ であって、この地域の東部は $N50^{\circ}W$ となっている。地内地域の上方は差し目の状態となり、図-1の平面図のA、B付近即ち中腹部の崩壊部では流水盤の様相を示しており、この流水盤が末端の崩壊をおこす一つの因子

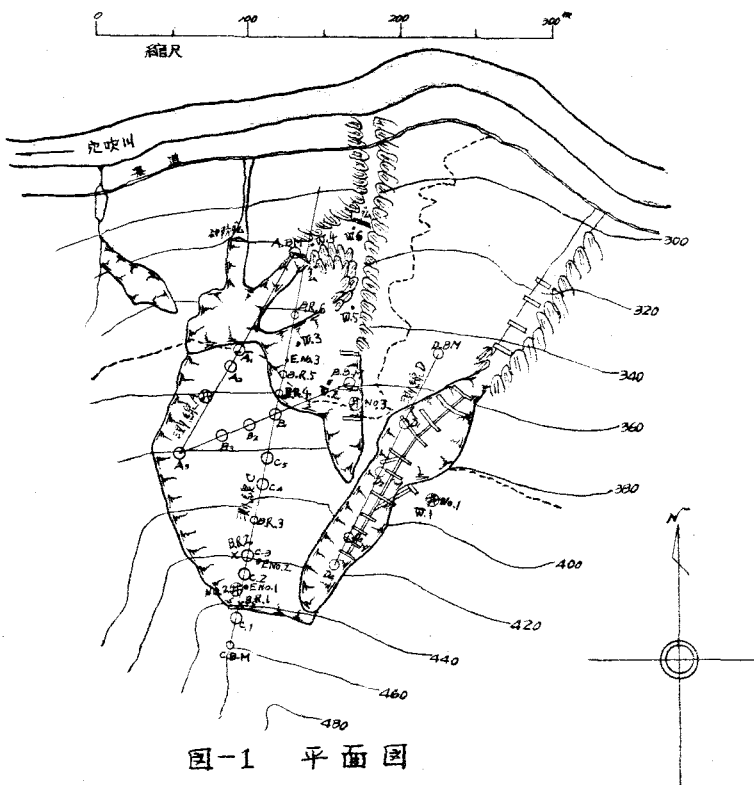


図-1 平面図

であると考えられる。さらにその下方の砂防ダムのある所は差し目となっていて岩石の強度も大である。地内崩壊は図-1のD測線に沿った各、及びC測線、A測線に沿った部分におこっていて、AよりCに及び上方の引張亀裂が存在し段落を生じていて、全体として上部は貝殻崩壊の様相を呈している。大崩壊は中腹部のA1、B1付近においておこり、これが二次的な原因で上方の引張亀裂が生じたのである。

地質調査はボーリングによるコア採取と電気比抵抗地下探査によって行つた。電探はL-10大地電気比抵抗測定器によりWennerの四極法によって調査し、その解析は標準曲線、補助曲線の方法によつた。図-1でB.R.1のボーリング結果とその附近の電探地質E.N.O.2の測定結果を照会した結果、深度7mより以下は石墨片岩の軟岩であり、それ以上は崩積層と考えられ、電気比抵抗 ρ は軟岩が $142\text{ K}\Omega\text{cm}$ 、崩積層は $90\text{ K}\Omega\text{cm}$ の値であつた。またB.R.5のボーリング結果では深度20m以下が石墨片岩の軟岩となっていて、それより上は崩積層の上砂である。この附近の電探E.N.O.3の測定結果では石墨片岩では $\rho=150\text{ K}\Omega\text{cm}$ で、崩積層では $\rho=40\text{ K}\Omega\text{cm}$ となっていて、崩積層の地域の上方より下方へと水の浸透のため含水比が大となつて ρ の値が減少していることがわかる。この地質調査を総合して

図-3に示すC測線に沿った地形縦断面図に岩盤の深さがあらわされている。

次に本地域の集水井戸及び不透水による湧水を採取して水の電気抵抗 ρ_w を測定した結果について考察をする。2ルによると地中り域上方の水は $\rho_w = 6.7 \text{ k}\Omega\text{cm}$ であって、2ルが図-1に示す崩壊地のW4では $\rho_w = 7.0 \text{ k}\Omega\text{cm}$ となっていることから、A1よりW4に向かって流下しているように考えられる。

アルカリ度は ρ_w の増加に伴い直線的に低下する関係にあることより、 $\rho_w = 7.0 \text{ k}\Omega\text{cm}$ では水が炭酸を溶かしている量は少く、この水の補給源はあまり遠い所ではない。W2, W3, W5では $\rho_w = 3.0 \sim 4.5 \text{ k}\Omega\text{cm}$ であって水の ρ_w は低い値であり、この湧水は相当炭酸を溶かしていることとなりかなり遠方より流下していると考えられる。また井戸NA2より硫酸マンガンを投入による下方への浸透水への検出調査の結果、B.R.1よりW2, W3へと流下することかみとめられ、これは地中り地の中矢附近であり、測線C方向の浸透水が卓越していて、この下方の崩壊が甚だしいことと事象が一致するのである。そうしてB.R.1よりW2, W3への流路の透水係数は $k = 0.037 \text{ cm/sec}$ である。これは砂質土程度のものである。崩壊層の土の粒度分析よりはローム質であって、砂分48%, シルト分50% 粘土分2%となっている。このことより地下水への硫酸マンガンを投入試験では崩壊層が地中りにより slip lineを生じた隙間を水が流下してゆく故、地盤全体としての透水係数は大きくなっていると考えられる。

地中り地の崩壊層の土の土質試験の結果は、真比重 $G = 2.638$, 見掛け比重 $\gamma_s = 1.832 \text{ g/cm}^3$, 自然含水比22.5%, 自然間隙比 $e_0 = 0.77$, $LL = 57.2\%$, $PL = 28.4\%$, $PI = 28.8\%$, ローム質の土となっている。Casagrandeの塑性図によってみると、有機物を含まぬ粘土(CH)の塑性大の部類に属し、結晶片岩地帯の地中り地の LL の値としてはかなり大きい値であって、圧縮、膨脹性が大であり、乾燥、湿潤の繰返しによって著しい容積変化をうける土と考えられる。この性質が地中りの大きな崩壊の一因をなしているものと考えられる。

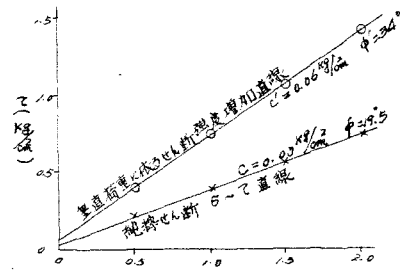


図-2 一面せん断試験

次にこの地中りの崩壊に関する安定性を検討するために土の強度を測定した。所で一般に結晶片岩地帯の崩壊層では砂礫を含んでいてボーリングによって不攪乱土を採取することは不可能である。それで現地の崩壊した地中の土の不攪乱土塊を採取して自然間隙比 e_0 を求める。別に攪乱試料を採取してJISA/210による突き固め試験によって間隙比 e ～含水比 w の関係曲線を求め、 $e_0 = 0.77$ にあたる含水比(この場合 $w = 6.6\%$)として上記の突き固め試験により自然土と同じ締り度の土を実験室によって作成した。この場合実験室では $e = 0.82$ を得られた。故にほぼ所要の条件をみたしているものとしてこの土を水で飽和して、一面せん断試験を行った。試料の量が少いので三軸圧縮試験ができなかった。一般に一面せん断試験は三軸圧縮試験よりも強度が大きくできるといわれている。すなわち真井耕象氏外2名¹⁾の研究では歪速度1%/分で一面せん断の ϕ の値が三軸圧縮試験の場合よりも2倍以上に出ていていると報告されている。この修正法に関しては, Bent Hansen²⁾の理論を適用する。この理論は砂につけての理論であるが、砂においてはダイレタンスの問題が入るが、この理論にはふれず, elastic-plastic phaseの条件下で理論を構成している故粘性土についても中につけては

適用できるものと考えられる。図-2には上述の方法で作成した土の shear box test の結果を示す。その結果 $c' = 0.069 \text{ kg/cm}^2$, $\phi' = 34^\circ$ となった。この σ - τ 直線は垂直応力に対するせん断強度増加の関係を示すと考えられる。shear box test では材料せん断状態では有り。そこでこの σ - τ の試験結果での値に $\frac{\sin \phi' \cdot \cos \phi'}{1 + \sin \phi'} / \tan \phi' = 0.525$ を乗じた値が真の材料せん断の時の値と考えられる。この修正を行なったのを図-2の下の方の σ - τ 関係直線として示す。これより $c = 0.03 \text{ kg/cm}^2$, $\phi = 19.5^\circ$ が得られた。この土のせん断強度を用いて安定計算を行うのであるが、この地区の大規模の地入りは円弧スベリの上端は引張亀裂帯を通り、下端は図-1のBR5附近にくる。そうしてこの円弧は崩壊帯と岩盤との境界に接するものと考えられ、その円弧は図-3に示す。安定解析法としては従来方法では力の釣合い条件を完全に満たしたものが無い。これに対し O.K. Fröhlich の Impulse を附加した理論によることとした。図-3の図解法より計算の詳細は省略して、地入り崩壊に対する安定の安全率 F を求めれば $F_{\text{Fellenius}} = 0.705$, $F_{\text{Hohde}} = 0.705$, $F_{\text{Fröhlich}} = 0.743$, $F_{\text{Taylor}} = 0.733$, $F_{\text{Swed}} = 0.736$ となって $F_{\text{Fellenius}}$ と F_{Hohde} が最小値で 0.705 となり明らかに崩壊することとなる。この場合の土の含水比は 25.1% であった。実際問題として、この他に降雨時には水の浸透によって間隙水圧が上昇するのでより以上に F の値は減少するこゝが考えられる。この地入りの防止としては含水比を小としてせん断強度を上昇させ、 $\phi = 35^\circ$ 位とすると $F = 1.2$ となし得るのである。このため排水工を行ない C 測線中の浸透水の排水が効果があると考えられる。

1) 奥井耕象, 北郷 繁, 山崎祥介: 才14回土木学会年次学術講演会講演概要才工部 p.97.

2) Bunt Hansen: Proc. of the 5th Int. Conf. on Soil Mech. & Found. Eng. Vol. I. p.127.

3) O.K. Fröhlich: Proc. of the 5th Int. Conf. on Soil Mech. & Found. Eng. Vol. II. p.595

