

関西大学工学部 正員 西田一孝

関西大学工学部 正員 青山千彰

1. まえがき

まさ土地帯における切取のり面は、地山の中に存在する節理面が弱面となつて、すべり崩壊することが多い。まさ土中の節理面の成因は種々考えられるが、一般に、粘土化していることが多く、粘土化している節理面や人工的に作られた節理面とは異なる力学的挙動を示すことが推定される。しかし、従来、適当な試験法がなく、不明のままであつた。本報告は、特別に工夫して開発したサンプリング法、試料の成形法、試験法を用いて、乱さないまさ土中の節理面がせん断強さと変形特性にいかん影響するかを明らかにするものである。

2. 試料のサンプリングと試験法

試料の採取場所は大阪府田原市に分布する礫家型た崗閃緑岩の風化層で、乾燥密度1.5^g程度に風化しているが節理面の著しく発達した部分である。節理面を含む乱さない供試作の作製は図-1のよにして行なつた。それは、現場で試料を採取後、真ちゅう管に納める(1)→(2)過程と運搬後、室内にて再度試料を押し出す(3)過程からなつてゐる。(1)では釘打込み法でブロック状の試料を採る。(2)ではカッターを取りつけた真ちゅう管を周囲の土を切取りながら貫入し、試料を管内に納める。(3)では、試料を押し出しながら、ペDESTALに取りつけたゴムスリーブで、管より出た試料を拘束し抜き出す。このようにして作成した供試作は損壊を受ける可能性はあるが、これについて、損壊の程度と密度変化として検討した結果、あまり大きく影響されることはないことが明らかにされている。¹⁾ また、サンプリングにおいては、節理面方向が種々変化する場合を選定した。そして、最終的に成形された供試作については節理面の計測を行なつた。図-2には、節理面の計測法を示しているが、節理面が鉛直軸(O_z の方向)となす角を β 、せん断破壊面と鉛直軸のなす角を α 、供試作の重心と節理面の中心位置の距離を h 、節理面の粘土の厚さを $d(mm)$ とした。ただし、 α はせん断試験終了時に測定した。その結果の代表例を図-3に示した。

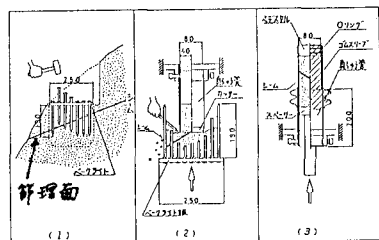


図-1 サンプリング、成形

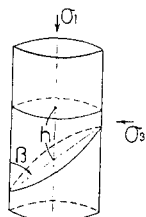


図-2 節理面方位

このようにして成形、計測された供試作は三軸圧縮試験機にセットされ、側圧 $\sigma_2 = 0.5 \text{ kg/cm}^2$ 一定とし、圧密排水試験で供試作を破壊させた。

節理面に存在する粘土についてX線回折試験で構成鉱物を調べた所、粘土鉱物はほとんどなく、大部分が、一次鉱物の石英、長石の細粒化したものであり、したがつて、この節理は地殻運動に伴うせん断破壊によって生じたものと推定される。

3. 実験結果と考察

三軸圧縮試験の結果の代表例を図-4に示した。図-4(a)は応力-ひずみ曲線であるが、 β が 0° から増大すると強度は減少し $\beta = 32.5^\circ, 38.5^\circ$ で最小値を示したのち、 $\beta = 57.5^\circ, 90^\circ$ で再度増加して、節理面のない供試作

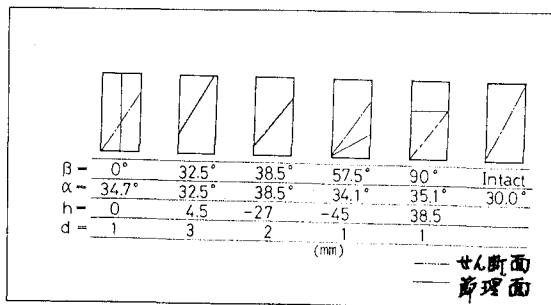


図-3 供試作代表例

(intact) に近づいている。ところが、軸ヒズミが増大して、残留強度に近づくとき、必ず水の供試作も互いに近い、ある一定の値に近づく傾向を示す。

また、図-4 (b) は、体積変化の様子を示したものであるが、これも (a) と同様、 $\beta = 32.5^\circ, 38.5^\circ$ のときダイレタンシーが最小になり、それ以外の β の直では大きな膨張を示す。一方、図-3 によると、せん断破壊面が節理面と一致するのは、 $\beta = 32.5^\circ$ と 38.5° の場合であって、上記の傾向に対応する。

そこで、いま、これらのデータについて、J.C. ジェーガーの理論と適用して検討してみる。²⁾ ジェーガーによる節理面に有する供試作の破壊条件は、

$$\sigma_1 [-\sin(2\beta + \phi) - \sin\phi] - \sigma_3 [\sin(2\beta + \phi) + \sin\phi] = 2S_0 \cos\phi \quad \dots (1)$$

ここで、 ϕ は節理面の摩擦角、 S_0 は節理面の粘着力である。

そこで、実験値を (1) 式に代入し、最もうまくフィットするような ϕ 、 S_0 の値をトライアルで定めると、 $S_0 = 0.4 \text{ kg/cm}^2$ 、 $\phi = 22^\circ$ となり、 $\beta \leq 14.5^\circ$ 、 $\beta \geq 53.5^\circ$ で $(\sigma_1 - \sigma_3)_p = 2.80 \text{ kg/cm}^2$ 、 $14.5^\circ < \beta < 53.5^\circ$ では $(\sigma_1 - \sigma_3)_p = \frac{1.116}{\sin(2\beta + 22^\circ) - 0.375} \text{ kg/cm}^2$ となる。これを示したのが図-5 である。

これによると、 $S_0 = 0.4 \text{ kg/cm}^2$ 、というよりは少し大きいように考えられる。というのは、(1) 式は、 $\phi = \text{const}$ と仮定しているの、ゆえに S_0 が大きく変わるかも知れない。これは今後の問題である。

さらに、図-6 は強度とダイレタンシーの特性を示したものである。図より、強度はダイレタンシーと大きく依存しており、実験式を求めると、

$$(\sigma_1 - \sigma_3)_p = (\sigma_1 - \sigma_3)_R + 1.21 \left(\frac{d\varepsilon_v}{d\varepsilon} \right)_f \quad \dots (2)$$

となり、残留強度 $(\sigma_1 - \sigma_3)_R$ はこの場合 1.69 kg/cm^2 となる。この関係がまさしくすべてに適用しうかどうかは疑問であるが、残留強度が、節理面の方向や、存在にもあまり影響されないことは、興味がある。そして、従来の人工的に作った節理についての実験結果と類似している。³⁾

その理由として考えられるのは、本実験の場合、節理面に存在する粘土か、それとは異なるものでなく、せん断運動によってすり磨かれ破壊したものであって、人工的にせん断破壊させたものと主因が類似しているためと考えられる。今後、さらに、種々の節理面について検討を進める。

なお本研究は文部省科研費、自然災害特別研究 (57020009) によったことと記して感謝する。

4. 参考文献

- 1) 青山彰彰、甲山義久、西田孝；乱れたまき土のサンプリングならびに三軸試験法、第18回土質工学研究発表会講演集、
- 2) J.C. ジェーガー；弾性・石炭層・流動論、共立出版、pp. 169-170、昭53。
- 3) 足立紀尚、林正元；断層の力学特性と及ぼす不連続面の影響、土木学会論文報告集、No. 305、pp. 99-110、1981。

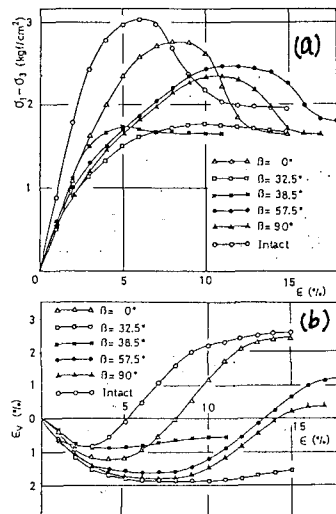


図-4. 実験結果の代表例

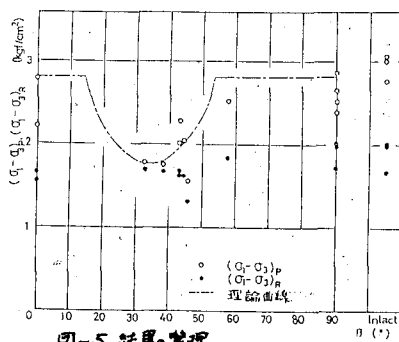


図-5. 結果の整理

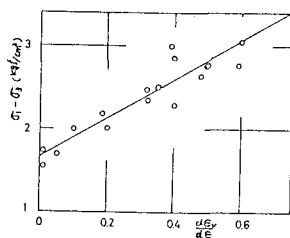


図-6. 強度とダイレタンシー