

徳島大学工学部 正員 藤井 清司

" " 松岡 正己

まえがき 現在、岩盤の力学的特性を知るために、種々の原位置試験が行われている。そのうちに岩盤せん断試験があるが、そのせん断荷重載荷傾角は種々な角度が用いられている。そこで、本報告は、せん断荷重載荷傾角が種々に変化しても、岩盤の真のせん断強度がえられるかどうか、昨年の本学会報告に引き続き、せん断荷重載荷傾角の3種類につき室内模型試験を行なったので、その結果につき述べたものである。

せん断試験 (図-2参照) 載荷重 垂直荷重V: 突起部(10×10×10cmに傾めせん断荷重載荷部を有する部分)上面にローラーを介して等分布荷重とし、ローラーはせん断荷重の増減による突起部の水平変位を拘束しないようになっている。せん断荷重H: 突起部せん断荷重載荷斜面上に厚さ8mmの鉄板を介して、仮想せん断面の斜面部への投影面積のみにせん断荷重を載荷しないで、その上・下方にもせん断荷重を分配させる。この場合、せん断面に

に多少のモーメントが生ずるが、これによるせん断破壊への影響は小さい。

載荷試験方法 最初に、一定垂直荷重を突起部上面に載荷した後、せん断荷重を1tonごとの増加繰り返し荷重として載荷する。各段階ごとの最高荷重に達すれば、全せん断荷重を除荷し、次の段階に入る。せん断荷重載荷時には突起部の変形のために荷重が徐々に減少するので、油圧ジャッキにより、ロードセルでチェックしながら、所定荷重が減少しなくなるのを待って、突起部の変位をダイヤルゲージで読み取り、そして、次の荷重段階に進む。試験体材料、試験体寸法等については、昨年度報告^{*}を参照されたい。

そして、次の荷重段階に進む。試験体材料、試験体寸法等については、昨年度報告^{*}を参照されたい。

三軸圧縮試験 高圧三軸圧縮試験機により、φ10×20cmの材料強度試験用供試体を用いて、種々の側圧のもとに圧縮試験を行う。荷重はロードセル、変位は増動型変位計で測定し、X-Yレコーダーに荷重-変位曲線図を描かせ、その図より、破壊荷重を読みとり、最大主応力を算定する。圧裂引張り試験より得られた引張り強度と、各側圧に対する最大主応力によるモールの応力円とを描き、これより、破壊

最大主応力を算定する。圧裂引張り試験より得られた引張り強度と、各側圧に対する最大主応力によるモールの応力円とを描き、これより、破壊

試験番号	θ (deg.)	V (ton)	Hmax (ton)	破壊時の載荷状態
15-1.0	15°	1.0	10.0	荷重維持中
15-3.0	15°	3.0	12.0	"
23-0.5	23°	0.5	12.0	"
23-1.0	23°	1.0	13.0	"
23-3.0	23°	3.0	18.9	荷重増加中
30-1.0	30°	1.0	17.0	荷重維持中
30-3.0	30°	3.0	19.6	荷重増加中

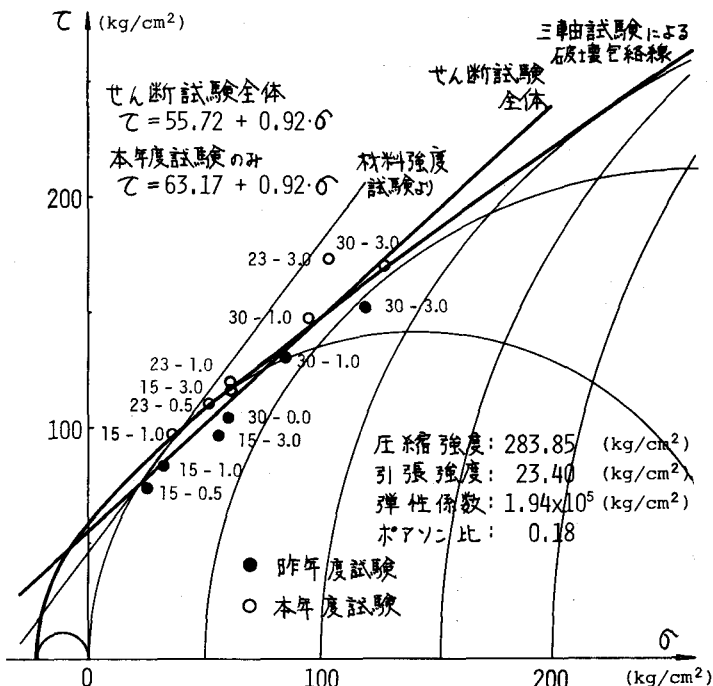


図-1 せん断試験および三軸試験結果

絡線を得て、せん断強度と内部まっ角を求める。弾性係数、ポアソン比は、 10×20 cm 供試体表面に、有効長 20 mm のストレインゲージをはりつけて、一軸圧縮試験の際に同時に測定する。

せん断試験結果 せん断荷重載荷状態（載荷傾角、垂直荷重）により試験番号を付け、破壊時の荷重とその載荷状況を表に示す。図-1に各試験の仮想せん断面上における破壊時の平均せん断応力と圧縮応力を算定して、 τ - σ の座標にプロットし、最小自乗法で破壊線を求め示す。同図に、材料試験より得られた圧縮強度と引張り強度によるせん断強度算定式より求めた結果と、三軸試験から得られる破壊包絡線とともに示しておく。次に、

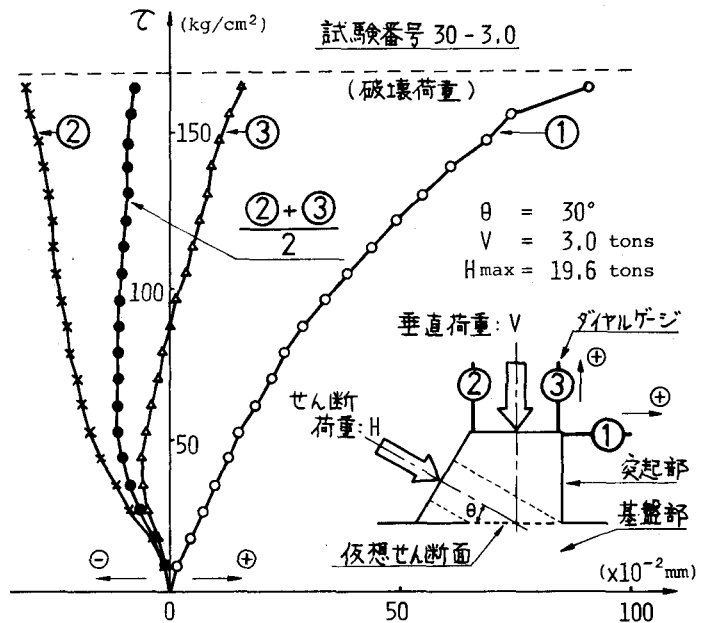


図-2 せん断応力-突起部変位曲線

部変位をとった座標に、各荷重段階での最大せん断荷重載荷時の、突起部の水平変位、垂直変位をプロットしてせん断応力-突起部変位曲線を示す。この曲線の傾向は、せん断荷重方向変位が、初期荷重段階において、弾性変形的直線部を有し、荷重の増加とともに次第に傾斜がゆるくなり、突起部が水平方向に大きく変位するようになり破壊にいたる。また、垂直変位は、突起部前部と後部で多少動きが異なる場合も見うけられるが、初期荷重段階で、突起部は次下し、その後しばらく変位がとまり、破壊荷重に近くなって巻き上りを生じる。図-2の試験 30-3.0 の破壊断面は単純な逆山型であるので、ダイヤルゲージ②は沈下を、③は巻き上りを示す。載荷傾角・垂直荷重の小さい試験は、突起部が巻き上り、試験番号が大きくなると図-2のような変位形態、沈下から巻き上りを示す。②・③の動きは破壊断面形状に影響される。変位測定により、せん断破壊の進捗が把握できる。せん断破壊後、基盤部側のせん断面を写生し、荷重方向に縦断面図を描く。せん断荷重載荷傾角 $\theta = 15^\circ, 30^\circ$ では、せん断面がほれ込んで凹状になる傾向があり、せん断面中央付近で最大の深さとなり、試験 15-1.0 で最大ほれ込み 15 mm、次に深い試験で 11 mm、それ以外はずっと小さなほれ込みである。 $\theta = 23^\circ$ では、上に凸ぎみの破壊面が多い。昨年度のように角度による傾向はなく、また、全般的にも一定の傾向はないようである。右向きせん断荷重載荷方向(図-2)に対して、右上りの破壊斜面では、突起部がこれよりこえて破壊するためせん断破壊となり、右下りの斜面では、突起部と基盤部が分離する形となり引張り破壊となる。破壊面にこの破壊痕跡が明瞭に表われ、破壊はせん断と引張りの組合せで起こる。なお、せん断破壊時におけるクラックの進行を追跡することは、破壊が、クラックの発生が認め得ない状態の時、瞬間的に生じるため、できなかった。

結論 せん断荷重載荷傾角は、実際に原位置で用いられている範囲の角度(最大 30° 、最小 15°)では、せん断試験結果に及ぼす影響はない。試験結果はほぼ同一破壊線上にあり、三軸試験より得られる破壊包絡線とよく一致する。日本鉱業会案の算定式より求まるせん断強度は、実際に得られたせん断強度より低い値を与える。また、

突起部の変位測定、破壊面の観察が重要である。

あとがき 三軸試験 および 図-2の応力-ひずみ曲線を見ると、この挙動は弾塑性的と考えられ、また、引張り抵抗強度が非常に小さいことがあげられる。これは現実の岩盤についていえることであり、これらのことを考慮した F.E.M. の解析を試みている。*参考文献 藤井「せん断荷重載荷傾角のある岩盤せん断試験」第29回年次講演会Ⅲ-216