

九州電力株式会社 総合研究所 正会員 赤司六哉
 “ “ 正会員 高田 真
 西日本技術開発株式会社 正会員 山下伸二

1. まえがき

近年、ロックフィルダムが数多く築造され、しかも、その安定解析に電子計算機が駆使されるようになったが、それらの解析の中で、分割法による斜面安定解析あるいは有限要素法による弾塑性解析などに使用する諸物性値の研究が多方面で進められている。さらに、ロックフィルダム築堤材料の一つであるロック材の強度・変形に関する研究では、その試験機が、一面セリ断・単純セリ断・三軸圧縮および平面ヒズミなどと多種であると同時に、試験機の規模においても例えば一面セリ断で直径60cm程度のものから2mのものまであり、しかも、大型化への傾向が著しいようである。九州電力の研究室においても、直径60cmの一面セリ断試験、直径30cmの三軸圧縮試験などにより材料の適性検討・物性値の決定などを実施しているが、何分、この程度 of 大型試験を消化するには、多大の時間と労力を必要とし、さらに、一面セリ断と三軸圧縮とは求めた破壊規準線一つにしても相当の開きがあり、設計に用いる強度係数の決定に甚しい不便を感じているというのが現状である。

そこで、筆者等は、実用上できるだけ簡便な試験機で、できるだけ小規模の試験を選定するための研究の一環として、試験機の種類とその規模効果、これに材料の粒径効果まで考慮した一連の粒状体試験（主対象はロック材）を計画してすでにその緒に就いているが、その手始めとして実施した豊浦標準砂による一面セリ断試験から興味深い結果が求められたので、以下、その内容を述べてみたい。

2. 試験機および試験の方法

（試験機）：今回使用した一

表-1 一面セリ断試験機の仕様

面セリ断試験機は、下部の固定箱と上部の移動箱に分れ、垂直荷重は、下から載荷するようになっている。なお、移動箱と固定箱の間には、3mmのローラーが使用され、さらに、ガイド用ボールリングによって上部移動箱の浮上りなどを防ぐようになっている。また、セリ断箱を取替えることにより、円形断面と正方形断面の試験が可能である。（図-1参照）

試験機の仕様は、表-1のとおりである。

（試験方法）：材料は、絶乾状態の豊浦標準砂を使用し、供試体断面は、直径100mmの円形と一辺100mmの正

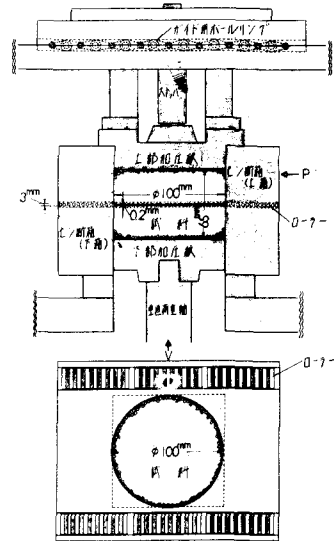


図-1 セリ断箱の詳細

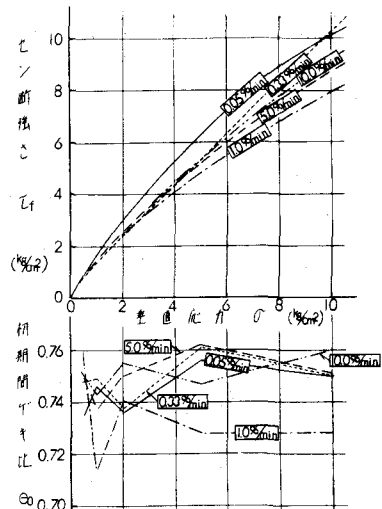


図-2 セリ断速度を変えての図

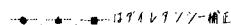
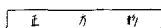
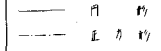
图-3 $\tau_f \sim \sigma$ 图

図-4 応力～変位曲線ならびに高さ変化率～変位曲線

方形、供試体高さは、65mm、40mm、30mm、20mmの4種を採用し、さらに、供試体の初期間ゲキ比は、0.9、0.75、0.65を目標とした。つぎに、セン断速度は、図-2に示すような比較試験結果から、速度の変化による σ - ϵ 曲線の大きな開きが認められなかったので1%/minを採用し、垂直載荷は、0.5、1.0、2.0、5.0、10.0 % σ の各荷重を用いた。

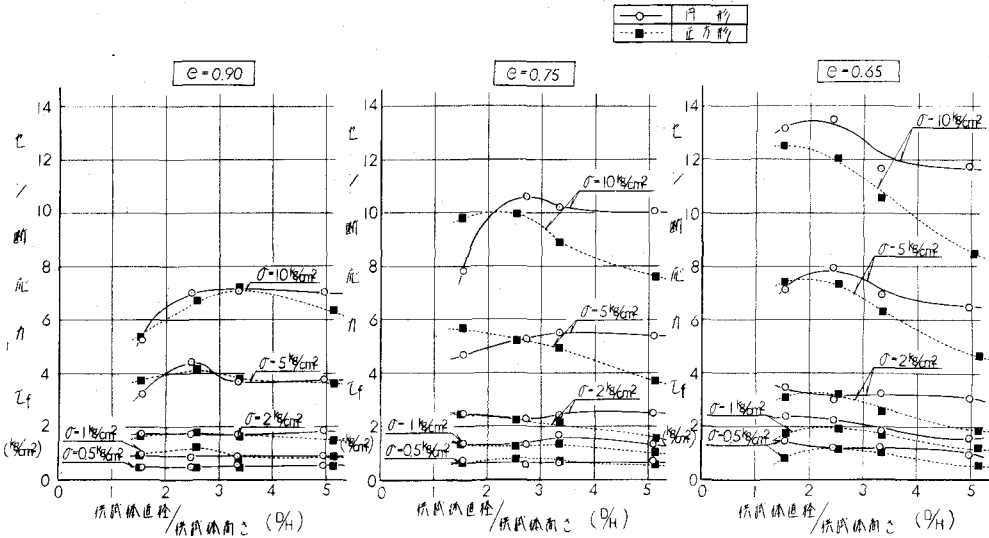


図-5 破壊時のセン断応力(σ_f)と供試体直径/供試体高さ(D/H)との関係

3. 試験結果とその考察

今回の数多くの実験結果解析図の中から、図-3にて σ - ϵ 曲線を、そして、図-4にセン断応力～セン断変位の関係、高さ変化率～セン断変位の関係($e_0=0.65$)を示してみた。さらに、図-5は、供試体直径/供試体高さ(D/H)と破壊時のセン断強度(σ_f)の関係をプロットしたものである。以下、順を追って考察を進めてみる。1) 断面の形・ D/H ・および初期間ゲキ比の如何にかかわらず、 σ - ϵ の関係(破壊基準線)は、従来のような直線で示されず、垂直応力が増すに従ってセン断応力の増加率が減速するような曲線を描いている。しかも、これらの曲線は、 $\sigma = 2\%$ 前後で変曲点うしきものが認められ、ほとんどの場合、 $\sigma = 0 \sim 2\%$ の間で $\sigma = \sigma_0$ の直線に近似する関係が求められる。(図-3参照)この現象については、ロック材料のような破壊性の大きいものに関して、垂直応力増大にともなう粒子破壊率の増加ということで説明された(筆者らの実測もある)が、標準砂ではどうか?ただし、円形断面($D=10\text{cm}$, $H=6.5\text{cm}$)で $e_0=0.75$ の場合の破壊率測定結果は、表-2に示すとおりで、拘束圧が比較的小さい範囲では破壊が起りにくいと考えていた標準砂もある程度破碎することは分ったが、当面の問題の現象説明としては不十分のようである。2) 供試体の高さの変化にともなうセン断強度の変化に着目した場合、図-3および図-5からつぎのような現象が考察できる。すなわち、 $\sigma = 0.5 \sim 2\%$ の範囲では、 $e_0=0.90$ の場合 D/H の値如何にかかわらず σ_f はほとんど一定であり、 $e_0=0.75, 0.65$ では、 D/H の増加により σ_f は僅かだが減少する。また、 $\sigma = 5 \sim 10\%$ の範囲では、初期間ゲキ比がどの場合も D/H が2~3付近に σ_f の山があり、これを越すと D/H の増加にともなう σ_f の落込み(正方形が顕著)が大きい。この現象は、「土質工学会: 土のセン断試験に関する基礎的研究」などに示されているものと異なった傾向で重要な問題である。現在、筆者らは、この現象を解明するのに全く行き悩んだ状態にあるが、図-4に示した応力～変位曲線・高さ変化率～変位曲線の段階に立戻り、セン断箱の側面摩擦、上下載荷板の形状(現在なし)、進行性破壊および粒子破壊などの各要因をとりあげて検討してみたい。なお、実施した試験後の全試料について、現在破壊率を測定中である。

表-2 垂直応力と破壊率

σ	0.5	1.0	2.0	5.0	10.0
B	19.7	16.8	15.8	19.2	17.8