

III-317

動的繰返し三軸試験による堆積軟岩の強度特性

埼玉大学・工学部 正会員 吉中 龍之進
 埼玉大学・工学部 荻野 玄一郎
 長谷川 工務店 鈴木 雅章

(1) まえがき：

周知のように、日本列島は環太平洋地震帯に位置しているので基礎や構造物の設計は地震荷重で決まることが少なくない。従って、地震時における基礎のすべりや地盤破壊などに対する極限耐力の検討が重要である。一般には静的非排水三軸圧縮試験から求めた静的強度を動的強度の代用としている場合が多く、動的試験で直接に強度を検討した例はあまりない。本研究では、堆積軟岩を用いて静的非排水及び動的繰返し三軸圧縮試験を行い、静的と動的の強度を比較検討したものである。

(2) 試料及び試験方法：

試料は新第三紀層の泥岩と砂岩及び凝灰岩(大谷石)を用いた。これらの岩石の一軸圧縮強さは、12.8, 21.5, 及び70kgf/cm²である。供試体はφ5cm×10cm に整形後、強制飽和させた。所定の拘束圧で等方向圧密後、非排水条件で静的及び動的のせん断試験を行った。動的な載荷方法には種々の方法があるが、(a)は、段階的に軸荷重を増加させ破壊に至らせる多段階繰返し載荷試験(図1参照)、(b)は、一定軸荷重を供試体が破壊するまで繰返し載荷(図3参照)を採用した。

(3) 試験結果及び考察：

静的試験については、先に報告¹⁾した。図1 a～cは拘束圧5kgf/cm²の時の泥岩、砂岩及び凝灰岩の多段階試験の軸差応力-軸ひずみ-間隙水圧の時刻歴曲線の例である。これら異なった岩種での挙動の相違点は最大応力に達する付近での軸ひずみの挙動や間隙水圧の最大値の発生時及び発生状態にある。即ち、泥岩では、供試体内に蓄積される間隙水圧は、砂岩や凝灰岩などとは異なって蓄積される量も大きい、凝灰岩においては殆ど蓄積されていない。一方、砂岩では、最大応力以前の早い段階で減少傾向に転じ、以降は繰返し荷重段階で応力変化と間隙水圧の変化が逆関係となる。又、軸ひずみは最大応力付近で極めて急激に増加する。次に、これらを応力-ひずみ-間隙水圧関係で見ると、先に報告¹⁾した様にそれらの包絡線は基本的には静的試験で得られる挙動と同様で、ループを描きながら顕著なひずみ軟化を示す。

図2は、拘束圧を同じとした時の静的・動的強度を比較した例である。縦軸は強度比(動的強度/静的強度)、横軸は拘束圧である。一連の試験の結果、動的強度は静的強度に比較してやや大きく、泥岩では1.2～1.5、砂岩では1.1～1.2程度である。

次に、疲労破壊の概念を、先に示した多段階試験と比較検討する為に、均質な凝灰岩を用いて一定荷重の繰返し載荷試験を行った。試験は拘束圧を5kgf/cm²に設定し、破壊するまでの繰返し回数を求めた。図3 a, bは、一定繰返し載荷試験の時刻歴曲線の一例である。これらの図より、振幅の大きさにより、軸ひずみ、間隙水圧の挙動に多少の差異が見られる。与えた拘束圧下での全体の傾向は、繰返し回数の増加と共に軸ひずみは累積し、増加するが、間隙水圧は初めから減少傾向に向い破壊付近で負圧状態となる、即ち多段階試験で見られた最大応力付近まで最大値を持続するのとは異なり、初期から減少が生じている。これら一定繰返し載荷試験の破壊応力と繰返し回数の関係を示したのが図4である。縦軸に破壊応力： $(\sigma_1 - \sigma_3)$ cf.、横軸には対数表示の繰返し回数： N を取っている。これらの値は多少のばらつきを示しているが破壊応力と破壊繰返し回数： N f関係式は、次式で表す事ができる。

$$(\sigma_1 - \sigma_3) \text{ cf.} = a \log(Nf) + b \cdots (1) \quad , a, b \text{ は定数}$$

そこで $a = -12.5$, $b = 102$ となる。次に、参考までに疲労試験の分野における累積損傷の概念を多段階試験に適用した。その結果、本試験の条件では損傷度 D ($D > 1.0$) は1.0を越え適用できない結果となった。

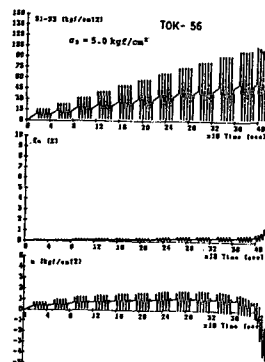
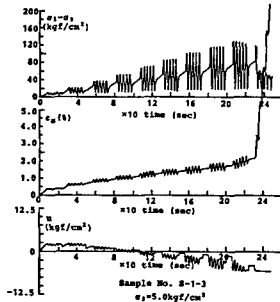
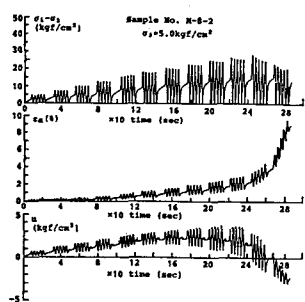


図 1 時刻歴曲線 a：泥岩

b：砂岩

c：凝灰岩

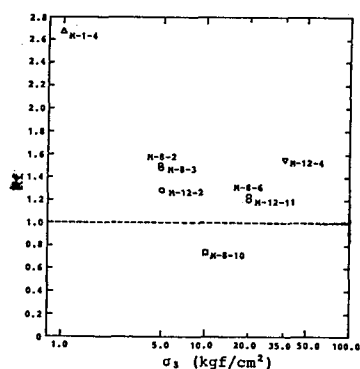


図 2 強度比（泥岩）

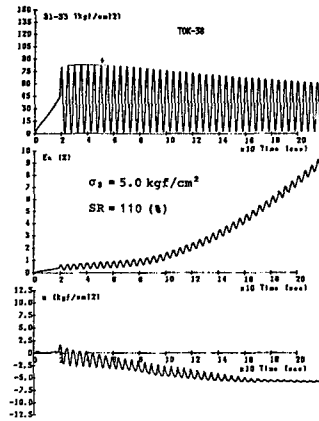
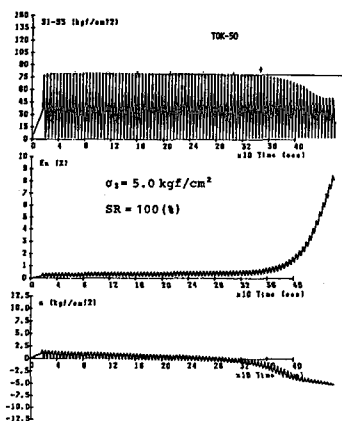


図 3 時刻歴曲線 a：応力度（81kgf/cm²） b：応力度（87kgf/cm²）

（4）まとめ：

- 1) 拘束圧 1～25 kgf/cm² の範囲での泥岩、砂岩、凝灰岩の動的強度は静的強度より大きく、その比はほぼ 1.1～1.5 といえる。
- 2) 多段階载荷方式と定荷重繰り返しの疲労試験方式では、動的強度に差異が認められる。即ち、荷重履歴の差異が強度に影響するようである。今後、荷重履歴と動的強度の関係の検討が必要である。

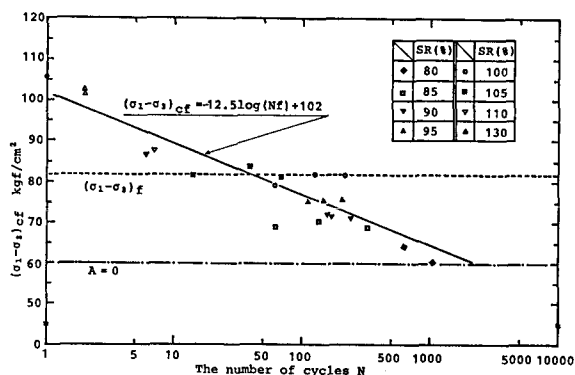


図 4 破壊応力と繰り返し回数

（5）参考文献：

- 1) 吉中・荻野・高田・金澤：動的繰り返し荷重下における堆積軟岩の強度特性，第7回岩の力学国内シンポジウム61-66,1987。
- 2) 西、江刺：泥岩の力学特性に関する研究（その4），電力中央研究所報告，382014,1983。
- 3) 横堀：材料強度学，215-218,1955。