

# 粘土の動的特性に関する研究

京都大学工学部  
同

村山 翔 郎  
柴 田 徹

動力学的な作用によって土の強度が低下し、安定を失う危険のあることは経験的にもよく知られている。例えば繰り返し荷重、振動荷重あるいは地震力などが加わる場合の動力学的現象は基礎地盤破壊の重大な原因となるものであって、ことに地震の恐れが多い我が国では研究の必要性が強調される問題であるが、未解決の問題が多く残されている。

本報告ではまず乱さない粘土の動的強度の特性を明らかにするために、動的クリープ、疲労強度、動態時のせん断あるいはクリープ強度に関する各種の実験を行い、かつ粘性土鉄道路盤の強度と列車による振動加速度の関係を調べる目的で各種測定を実施した。次に粘土のレオロジーに関する著者の基礎理論を適用することによって、粘土に動的荷重が載荷された場合の圧密沈下量と時間、及び動的・静的圧密沈下量の関係を示す理論式も導いたのち、実験によってその妥当性を検証した。

実験に用いた粘土試料はすべて大阪沖積層より採取したものであって、実験はいずれも先行圧縮応力以下の振動応力にて実施した。振動機は2軸偏心質量型で、同一軸上の偏心質量相互の位相を変更しうる特徴がある。従って一定振動力を発生させるために振動数を特定値に限定することなく、種種の振動数を用いることが可能である。振動機重量は4.4 kg、最大振動力は約100 kgであって、1/40可変速モーターにより、フレキシブル・シャフトを介して駆動される。

## 動的クリープ

図-1の装置を用いて、乱さない粘土供試体に上限降伏値以下あるいは以上の一定振動応力を載荷したさいの粘土のクリープ、すなわち動的クリープの特性を調べた。その結果、(1) 動的クリープ特性、流動特性はそれぞれの静的特性と同じ傾向をもち、動的クリープ試験の結果から流動曲線を描いて求めた上限降伏値は、静的流動曲線より得たものにほぼ一致する。(2) 動的載荷の場合も静的載荷の場合と同様に上限降伏値以上の範囲の載荷を与えれば粘土は破壊を招来すること等が明らかになった。

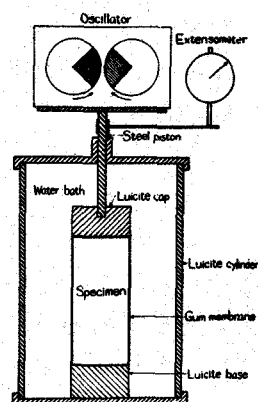


図-1

## 動態時強度

粘土の動態時クリープ強度（あるいは動的クリープ破壊の寿命）及び図-2の装置による動態時せん断強度の振動特性、特に振動加速度との関係も調べた結果、(1) 粘土供試体の共振振動数において振動加速度は最大に、動態時強度は最小になる。(2) 動態時クリー

つならびにせん断強度と最大振動加速度との関係はいずれも両対数紙上で直線となり、乱さない粘土の動態時強度は振動加速度によって一義的にきまることが明らかにした。

### 疲労強度

著者らは既に上限降伏値以上の応力を繰り返し載荷すると、繰り返し回数の何回目かにおいて粘土は破壊する現象のあることを説明したが、この現象は他の材料における疲労破壊と類似であるので、これを粘土の疲労破壊と称し、応力の繰り返しと、破壊にいたる回数との関係を実験によって調べるとともに、微視的な観察より疲労破壊現象を理論的にも説明した。すなわち疲労強度と繰り返し回数が両対数紙上で直線関係を示す式を誘導し、これを繰返し繰り返し（定荷重式三軸圧縮試験機のレバークチ動による繰り返し）、及び急速繰り返し（振動機による動荷重の繰り返し）載荷試験によって実証した。また粘土の疲労強度は、共振振動数よりもかなり低い範囲においては振動数にほとんど影響されず、繰り返し回数によってきまることが明らかにした。

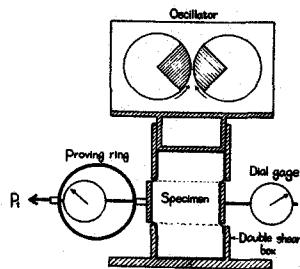


図-2

### 鉄道路盤の調査

鉄道路盤について、粘性土路盤の静的強度と列車通過中の路盤に発生する振動加速度の関係を調べる目的で各種測定を実施した。その結果、粘性土路盤では路盤強度をあらわす動的貫入抵抗と路盤振動加速度の関係は、路盤強度が低いものほど振動加速度が大きく、両者は両対数紙上で直線関係にあることがわかった。

### 動的圧密

粘土に動的荷重が載荷された場合の圧密沈下量と時間、及び動的・静的圧密沈下量の関係を示す理論式を導いたうち、図-3に示す装置で、液性限界程度まで加水して繰り返した試料を用いた実験によってその妥当性を検照した。その結果、(1) 動的圧密沈下量と時間の関係には振動数の影響が無視できる。(2) 動的圧密沈下量（あるいは一次圧密終了後の含水比）と載荷荷重の関係は静的圧密の場合と同様に半対数紙上で直線となる。(3) 動的圧密沈下量は理論式を用いて推定できる。従って動的圧密の効果も支配する主因子はレオロジー的常数（ $\mu$  値）であって、粘土の粘性が大きいものほどその効果が顕著であることが明らかにした。

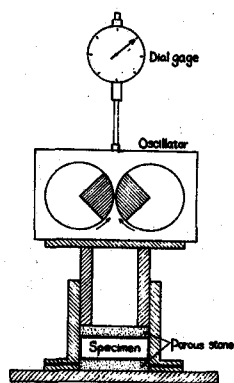


図-3