

名古屋大学工学部 正会員 市原 松平 学生員 松沢 宏
 " " 学生員 〇 渡辺 真吾 学生員 山田 公夫

1. まえがき 近時、土質工学においては、土木技術の発展と呼应して土の動力学的性質を明らかにすることが一つの課題となっている。しかし従来から様々な方法によって土の動的試験が行なわれているにもかかわらず、完全には土の動力学的性質が明らかとされていない。そこで筆者らの研究室では、土の動力学的性質、そのなかでも特に動的強度を求めるための試験法を確立する目的から昭和42年度本学で試作した平面ひずみ圧縮試験機に動的な改造を加えた。この動的平面ひずみ圧縮試験機は、平面ひずみ状態にある供試体に軸方向の振動荷重を加えつつ、せん断破壊を起すことができる。本報告は動的平面ひずみ圧縮試験機を紹介し、この試験機を用いた気乾の豊浦標準砂 ($G_s=2.65$, $U_c=1.40$) の静的実験と動的実験結果について述べたものである。

2. 動的装置 平面ひずみ圧縮試験機本体の説明は前回に報告しているのので動的装置についてのみ説明する。図-1に示すように荷重はスクリュウジャッキとその上に位置する油圧ジャッキによって与える。一方、振動荷重発生装置は油圧シリンダー、ピストン、駆動モータから構成される。動的試験では、周期と水平往復量を制御したピストンの運動によって油圧シリンダー内に、時間に対してほぼ正弦波形状を有する油圧の振動が生じ、この油圧を油圧ジャッキ内に導入することによって、振動荷重を供試体の鉛直方向に与えることができる。

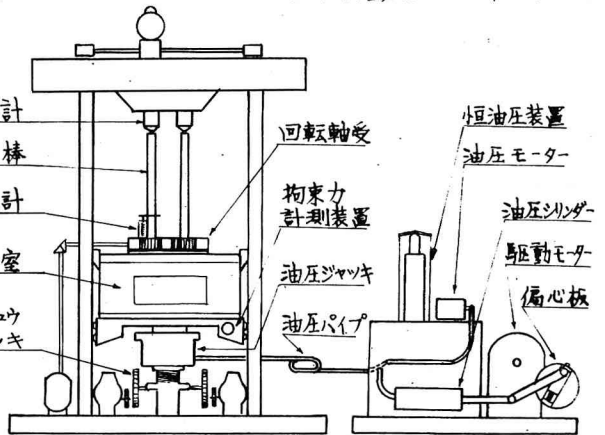


図-1 動的平面ひずみ圧縮試験機

3. 計測装置と計測方法 平面ひずみ圧縮試験中、軸力、拘束力、変位、体積

変化の四要素について計測を行なうが、各計測装置は動的試験を考慮して改良を行なった。軸力の計測は、供試体から伝わる反力を載荷棒を介して荷重計に受ける方法で行なっている。なお、軸受と載荷棒との摩擦を軽減するために軸受をモータで回転させている。拘束力は平面ひずみ圧縮試験で重要な意味を持っているにもかかわらず、その計測方法であるゼロ指示方式には技術的問題があった。今回は拘束力計測装置と電気抵抗式水圧計を直接連絡することによって、微妙な応力変化に対する計測の追従性を高めることができた。変位はフォイルゲージ型変位計を用いて計測した。又、体積変化は特殊なマノメータによって測定を行なった。

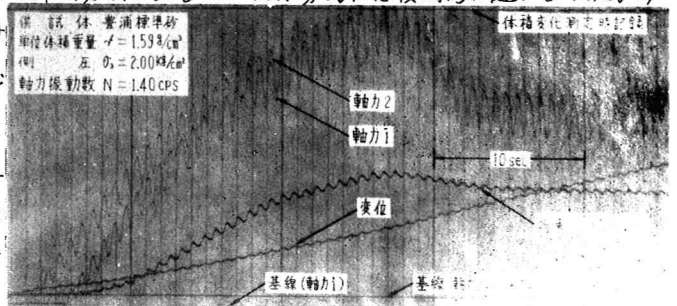


写真 1

4. 実験方法 静的実験では、間ゲキ比を0.62から0.88の範囲で変化させた供試体に、1.0, 2.0, 3.0 kg/cm^2 の側圧と、側圧を0.01 kg/cm^2 に上げ上まる中間主応力に加え、これを変位速度8.0 mm/min のもとで圧縮した。動的実験では、油圧ジャッキを1.40 CPSで振動させつつ、スクリュウジャッキを8.0 mm/min の速度で上昇させる載荷方法によって、上述の条件にある供試体に動的荷重を与えた。

5. 実験結果 写真1はこのようにして行なった動的試験の各計測値を記録した一例である。これら記録において、圧縮の進行に伴って僅かではあるが軸力-時間曲線と変位-時間曲線の間に位相差が生じ、破壊以後軸力-時間曲線の波形が極端に先の尖がった波形に変化すること、一方、拘束力-時間曲線の波形も圧縮初期に一旦その振中が増大し、その後再び振中が減少すること等が興味深い。

記録を解析した結果、これら動的試験の特異性が一つの現象として説明できることが明らかとなった。すなわち図-2は動的試験の破壊前及び破壊後の応力とひずみの関係を拡大したものであるが、これを見ても判るように、筆者らが行なった動的載荷法によれば、砂に振動荷重を加えてもある応力に達するまでは弾性変形と考えられる変形が支配的であり、ある応力に達すると変形が進みやすくなるいわゆるヒステリシスカーブを描いているのである。したがって、この動的実験で扱われるべき強度は振動荷重最大時の応力-ひずみ曲線より求めることが出来る。図-3と図-4は初期間ゲキ比、側圧が同一の静的および動的実験で得た応力-ひずみ曲線の例である。初期間ゲキ比、側圧、振動荷重振中などを変えた場合にも図-3、図-4と同じように静的と動的圧縮試験による最大応力時のせん断特性はほぼ一致することが判明した。

6. おまけ 今回の実験によって、乾燥砂に σ_1 方向からのみ振動荷重を加えた場合、その強度は静的な強度と同程度生ずることがわかった。これは一つの動的強度と考えられるが、実際の地震あるいは振動を受ける土体内では、土要素に作用する振動荷重の主応力面が一定でないことと間ゲキ水圧が存在している場合が多いので、真の動的強度はこれらの条件を含めシミュレートした圧縮試験によって求められるものである。

*[参考文献] 市原、松沢、渡辺“平面ひずみ状態における砂のせん断特性に関する研究”第24回土木学会年次学術講演集, P.P. 11~14, 東京, 1969

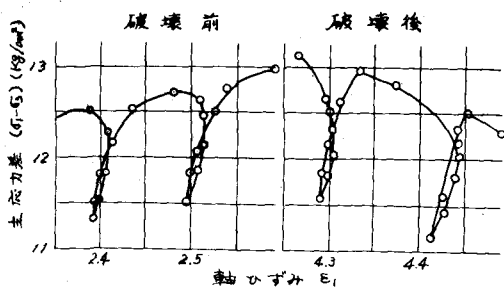


図-2 ヒステリシス曲線の一例

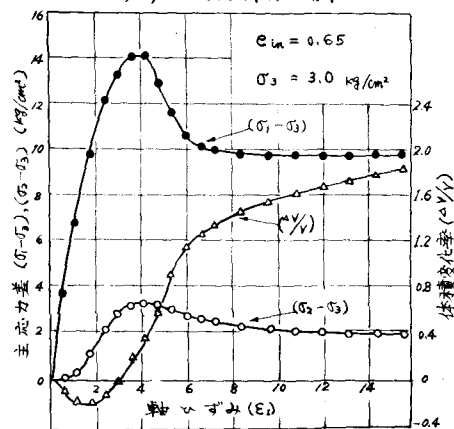


図-3 静的平面ひずみ(応力, 体積変化-ひずみ)曲線

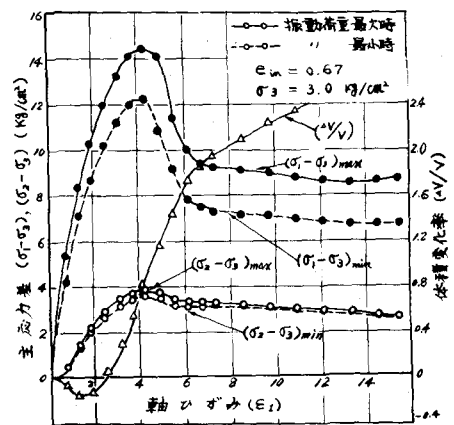


図-4 動的平面ひずみ(応力, 体積変化-ひずみ)曲線