

動の間隙水圧計の試作と問題点

東海大学大学院 学生会員 ○外岡弘敬
東海大学大学院 学生会員 木村修一
東海大学工学部 正会員 近藤 博

1. はじめに

兵庫県南部地震では、地盤の最高変位速度は 1.0m/sec 以上あったと言われている。土がこのような高速変形を受けた場合のメカニズム解明については、動圧密工法に関連した研究^{1,2)}が行われている。しかし、これらの研究で用いられている試験装置は、基本的には静的試験装置の载荷部のみ変えただけで、荷重計、間隙水圧計等のセンサや計測システムについては、ほとんど関心が払われていない。そこで、土の高速圧縮試験装置を試作し、载荷速度 $0.2\sim 1.0\text{m/s}$ の範囲で、基礎的実験を行ったところ乾燥砂では载荷速度効果は無視できるが、飽和砂では载荷速度効果が生じることを確認した³⁾。しかし、間隙水圧の測定波形の遅延が大きく高速変形時の挙動解明には至っていない。

本研究は、飽和砂の高速変形時のメカニズム解明に問題となっている間隙水圧計の動的応答性を検討するために、種々のニードル型間隙水圧計を試作し、厚手のゴムスリーブ内を水で満たした供試体を用いた実験(以下、水実験と記す)を行うとともに、飽和砂を用いて間隙水圧計の検証のため基礎的実験を行い検討したものである。

2. 試験装置と方法

図-1 は水実験の供試体の写真である。供試体は厚さ 3mm のゴムスリーブ内を水で満たし、外側をバネで保持したものになっている。供試体の寸法は、高さ 100mm 、直径 50mm である。図-2 はペDESTAL 部断面の概略を示したものである。圧力計をペDESTAL の下部に設置し、ニードルから伝播する水圧を測定できる構造となっている。また、斜線部分をニードル部と呼ぶことにする。ニードルの外径と内径はそれぞれ、 4.9mm 、 3.3mm である。水実験をニードル部を除去した場合やニードルの先端部分に種々のフィルターを設置した条件で行い、間隙水圧計の動的応答特性を調べた。そのときの実験の組合せを表-1 に示した。また、载荷圧縮量は 15mm とした。

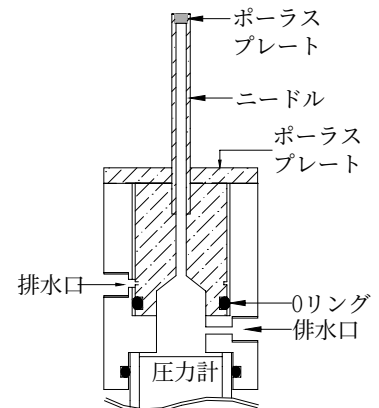


図-1 水実験の様子 図-2 ペDESTAL 部の概略

次に、飽和砂での動的応答特性を検討するために、標準砂を用いて圧密非排水実験を行い間隙水圧計の応答性を調べた。

3. 実験結果と検討

3.1 水実験

図-3(a)は载荷速度を3段階変化させたときの水実験Aの水圧比-圧縮量関係を示したものである。ここに、水圧比は水圧の収束値を1とし、圧縮量 15mm 以降の波形は载荷後の水圧比変化の時系列

を記録したものである。図から、ニードル部なしの場合は、圧縮量 15mm で水圧比1に達し、水圧の遅延はなく、圧力計の応答性は十分と判断できる。図(b)は、ニードル部を設置した水実験Bの波形で、立ち上がり部にニードル管の影響がみられるものの、圧縮量 15mm のとき水圧比1に達した。ただしニードルを設置すると、载荷速度 1.0m/s のときの水圧の最大値は、(a)より大きくなるとともに、振動の状態も大きくなった。図(c)はニードル先端にポラスストーンを設置した水実験Cの波形である。図から水圧が大きく遅延しており、ポラスストーンは厚さ 3mm

表-1 水実験の組合せ

実験	内容
A	ニードル部なし
B	ニードル
C	ニードル+ポラスストーン(3mm)
D	ニードル+ネット($75\mu\text{m}$)
E	ニードル側面開孔
F	ニードル側面開孔+ネット($75\mu\text{m}$)

キーワード：動的、試験装置、間隙水圧計、測定

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117 東海大学工学部 0463-50-2169

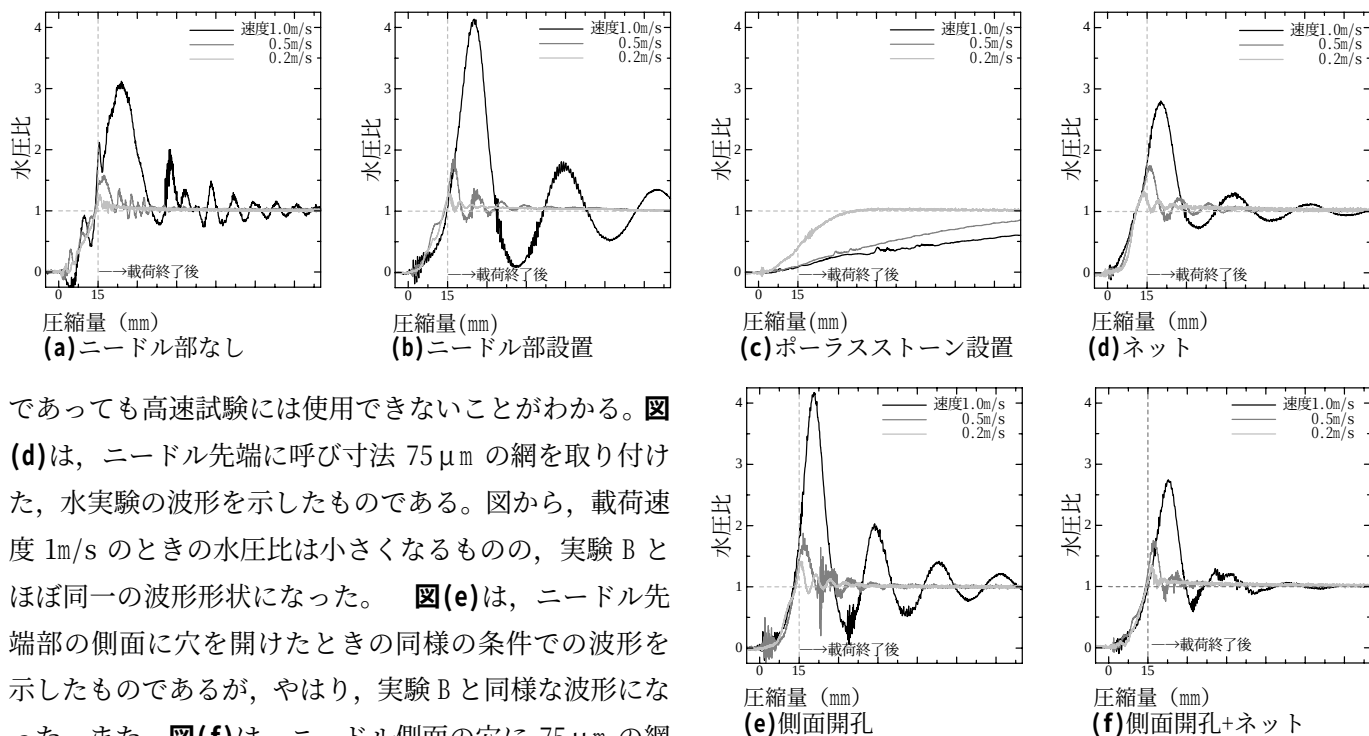


図-3 水実験の波形

であっても高速試験には使用できないことがわかる。図(d)は、ニードル先端に呼び寸法 $75\mu\text{m}$ の網を取り付けた、水実験の波形を示したものである。図から、载荷速度 1m/s のときの水圧比は小さくなるものの、実験 B とほぼ同一の波形形状になった。図(e)は、ニードル先端部の側面に穴を開けたときの同様の条件での波形を示したものであるが、やはり、実験 B と同様な波形になった。また、図(f)は、ニードル側面の穴に $75\mu\text{m}$ の網を取り付けて同様な実験を行ったときの波形である。図から実験 D と同一な波形が得られた。よって、水実験からはニードルの開孔部に $75\mu\text{m}$ の網を取り付けた実験 D、F の間隙水圧計（以下、間隙水圧計 D、間隙水圧計 F と記す）が飽和砂の高速変形試験に利用できる可能性を示した。

3.2 飽和砂実験

図-4 は相対密度 70% の供試体を用いて、側圧 1.5 、背圧 1.0kgf/cm^2 、载荷速度 0.2m/s 、 1.0m/s で、間隙水圧計 D、F を採用して飽和砂実験を行ったときの間隙水圧比—圧縮量関係を示したものである（間隙水圧比は、実験時の最大の負の間隙水圧を -1 として示した）。図から、载荷速度 0.2m/s のとき、圧縮量 15mm のとき間隙水圧計 F の場合は間隙水圧比 -1 に達しているが、間隙水圧計 D の場合は -0.75 程度の値を示した。载荷速度が 1.0m/s になると、間隙水圧計 D の間隙水圧比は大きく遅延することがわかる。また、間隙水圧計 F での間隙水圧比は、圧縮量 15mm で -0.85 程度の値を示した。これらの結果から、ニードル先端部に開孔してある間隙水圧計 D は、载荷時にニードル先端部に土のコーンが形成され、ポーラスストーンと同様な効果を発揮しているものと推定される。ニードル側面に開孔してある間隙水圧計 F の場合は、応答性は増したものの、わずかに遅延していることが観察された。

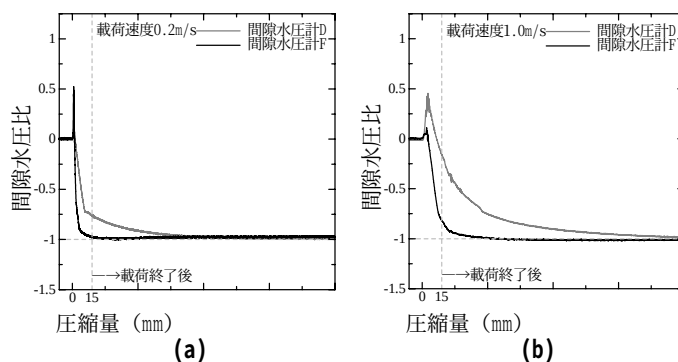


図-4 飽和砂実験の波形

4. まとめ

種々の間隙水圧計を試作し、水実験や飽和砂を用いて基礎的実験を行い以下のことが明らかになった。

1. 動の間隙水圧計のフィルタに呼び寸法 $75\mu\text{m}$ の網が利用できる。
2. ニードルの開口部は、先端より側面の方が、遅延時間が小さくなる。

今後は、この研究を進め、遅延時間を小さくできる間隙水圧計を開発し、土の高速変形時のメカニズム解明に努力したい。

- 1) 鈴木正人，石原研而，浅見郁樹；衝撃力を受けた粘性土の挙動，第 17 回土質工学研究発表，pp.1741～1744，
- 2) 朝日秀定，沢田義男，岡田努；衝撃力の粘性土に及ぼす影響，第 17 回土質工学研究発表，pp.1745～1748，
- 3) 近藤博，松村謙造，木村修一，本間重雄；土の高速三軸圧縮試験装置の試作と基礎実験，地盤工学会 第 51 巻 第 11 号 (2003)