

Shock tube を用いた衝撃三軸装置の試作と実験

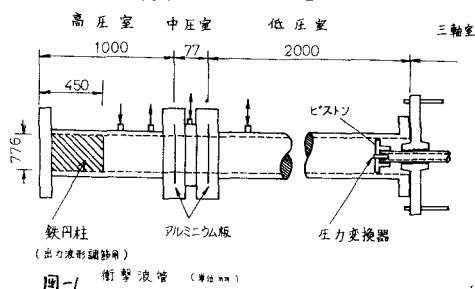
京大工 正 足立紀尚

建設省 正 霸上民生

2. まえがき 地盤内を伝播する応力波は、土の様々な物性によって伝播特性に相異を見せる。ところが、実際の地盤はその置かれている状態により圧密圧力が異なり、密度・間げき比・含水比なども異なっており、これまで行なわれてきた実験では特に、圧密圧力の変化による波動伝播特性の変化を明確に把握することができなかった。そこで今回衝撃三軸装置を試作し、圧密圧力を変化させることにより土中の応力波伝播特性がどのように変化するかを追求した。なお、入力装置としては、均一で鋭い衝撃波形の得られる衝撃波管(Shock tube)を用いた。

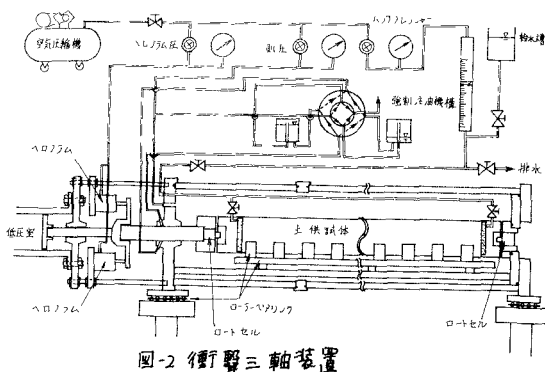
2. 実験装置および方法 図-1に衝撃波管を示す。図-2は衝撃三軸装置の概念図である。

セルは 外径 324 mm, 内径 284 mm, 肉厚 20 mm, 長さ 500 mm, の透明アクリル樹脂製 3 個が 2 個のアルミ製リングを介して組まれる。前後の底板は外径 330 mm のステンレスで作られ、2 本の鋼管と L 型アングルで固定される。三軸室は水平であり、両端の底板部分によって支持されるが、各種操作のためローラーベアリ



ニグをはさんだ可動支持である。軸方向には衝撃波管の低圧室部分との間にボルトで固定されている。衝撃波管低圧室部分には、真ちゅう製の直径75mmの受圧板をピストンとして挿入し、低圧室の底板になる部分と三軸室の底板の2ヶ所の軸受けを通したロッドでロードセルを取付けたキャップに垂結させている。衝撃波に対してロッドが滑らかに動くよう、三軸室底板の軸受けには強制注油機構が組まれている。これは、側圧と同じ圧力で潤滑油が軸受け部に注入されていて、摩擦を減少させるとともに、軸受け部からの空気漏れを防いでいる。ロッドにかかる側圧との釣合いのため、ペロフラムシリニダーを2個取付

けてある。供試体は、長さ270 mmの粘土を5本接続したものを有り、L型アングルの支持台に3本の軸と2本の案内棒で支持されるV型ローラーベアリング上に、半円筒ローラーベアリングをはさんでセットされる。V型ローラーベアリングは軸方向の変位に対する抵抗を少なくするためのものであり、半円筒ローラーベアリングは円周方向の変位に対する抵抗を少なくするためのものである。また、3



本の軸にはギヤ機構が組まれていて、同時に軸を上下させることが可能で、供試体の軸とロッドの軸が一致するように調節できる。供試体両端には排水機構を持ったキャップをセットした。キャップは、ポーラスストーン・排水機構・リング受け部・ロードセル先端があたる座金の部分から構成されており、リング用溝の間に空気抜きのを設けた。供試体にはその先端から、3cm・27cm・54cm・81cmの各点に4個の土圧計、40.5cm・67.5cmの各点に2個の間げき水圧計を挿入した。各測定装置のリード線は、2本の構造用鋼管に設けた穴より三軸室外に取出した。

側圧とバックプレッシャーを変化させることによって所定の圧密圧力を得たり、衝撃波の载荷を行ない、衝撃波管低圧室部分に挿入されたピストンとロッドを介して供試体表面に応力が伝播される。土圧および間げき水圧は、すべてシンクロスコープによって記録した。

3. 実験結果および考察 今回の実験では、供試体表面より3cmの位置に埋め込まれた土圧計による応力波形を入力として考えた。入力は2.2 ~ 3.0 msecの立ち上がり時間を持ち、ピークに達した後指数関数的に減衰する。図-3は、圧密圧力を变化させた場合の各土圧計ピーク応力の値と距離との関係を示したものである。圧密圧力が增加するほど、各土圧計ピーク応力の減衰のし方は小さくなり、またどの圧密圧力においても最初の2つの土圧計間で応力は急激に減衰し、それ以後はゆるやかな勾配で減衰していく傾向を示す。図-4は圧密圧力と波速の関係を対数グラフ上にプロットしたものである。ここで波速とは、土圧計間距離を感受時刻の差で除したものである。この図から、波速は拘束圧のほぼ4乗に比例する

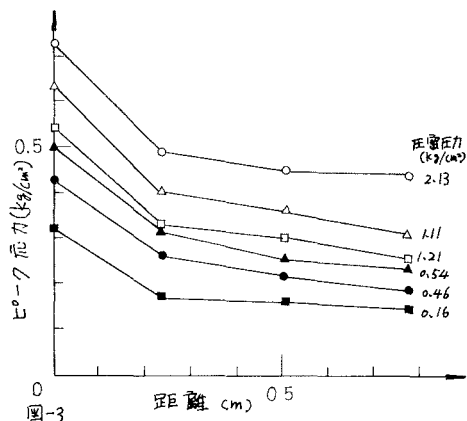


図-3

ことがわかる。実験で得られた波は、波速が $\sqrt{E_c/\rho}$ で表される rod wave と考えられ、波速より動的弾性係数 E_c (kg/cm²) を求めることができる。圧密圧力と E_c の関係を図-5に示す。圧密圧力を p' (kg/cm²) とすると

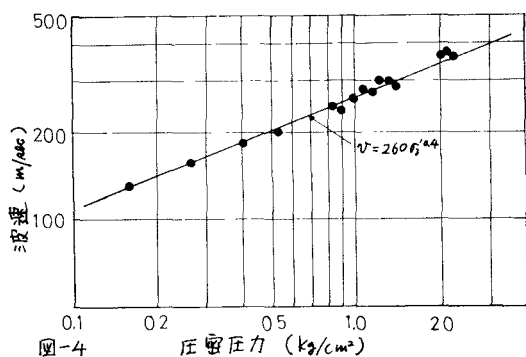


図-4

と表される。実験で得られた波は、波速が $\sqrt{E_c/\rho}$ で表される rod wave と考えられ、波速より動的弾性係数 E_c (kg/cm²) を求めることができる。圧密圧力と E_c の関係を図-5に示す。圧密圧力を p' (kg/cm²) とすると

$$E_c = 1220 p'^{0.4} + 100 \quad (1)$$

の関係が得られる。

これらの現象は、土中の波動伝播特性が圧密圧力の変化、さらにそれに伴う間げき比・密度の変化によって影響を受けることを示しているものと思われる。

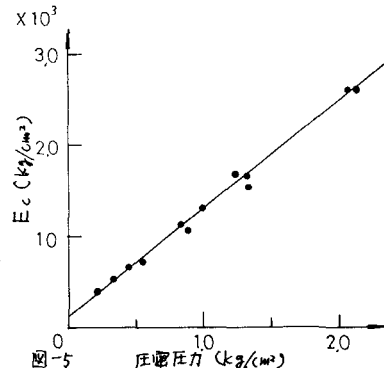


図-5