

火山灰質粘性土の締固め特性と動的変形係数

東北大学工学部

同上

東北大学 学生

柳沢 栄司

佐々木 静男

○野辺 洋志

1 はしがき

1978年に起きた宮城県沖地震により多くの地域で種々の構造物に被害があったが、中でも盛土を施した宅地における被害は大きなものであった。この地震を契機として宅地盛土等の耐震性の検討が重要視されるようになった。地震時における地盤および土構造物の応答計算において最も重要なことは対象とする土の動的性質を適切に評価することである。土の動的変形特性を表わすものとして代表的なものに動的せん断弾性係数 G があるが、ここでは震害を受けた盛土材料である火山灰質粘性土を用いて含水量および締固めエネルギーを変化させ、それが G にどのような影響を及ぼすかを共振柱法により調べたのでその結果について報告する。

2. 実験装置および実験方法

実験に用いた試料は宮城県沖地震で実際に被害を受けた宮城県白石市青山の粘土ローム、仙台市緑ヶ丘の青葉山ロームおよび関東ロームの3種類である。それぞれの試料についての諸性質を表1および図1に示す。

実験には共振三軸試験装置を用いた。この試験装置は直径5cm、高さ12.5cmの中実供試体の下部を固定し上部にねじり振動を与えるものである。供試体への側圧は空気圧で、軸力はバロフラムシリンドラにより空気圧で与える。側圧と軸圧はそれぞれ独立に制御できる。

実験方法はまず試料を内径5cm、高さ12.5cmのモールドに6層に分けて入れ各層とも等しい回数だけタンパーにより突き固めて供試体を作る。この時の突固め回数を変化させることにより締固めエネルギーを変化させる。次に供試体を試験装置にセットし、196kPaの圧力を等方に作用させ軸方向の歪変化がなくなるのを待つ。それから予定の歪振中における共振振動数を測定し計算により G を求める。測定は $1.05 \times 10^{-4} \sim 9.49 \times 10^{-4}$ の間の20の歪振中において歪の小さい方から行なった。

3 実験結果

図2-1及び図2-2に3試料の締固め曲線を示す。それぞれ1層当りの突き固め回数を15回、30回、45回、60回と変化させてある。最適含水量は青山粘土ロームが21%前後、青葉山ロームが27%前後、関東ロームが60~61%である。締固め試験前の乾燥状態(初期含水量)により異なる、締固め特性を示すのは関東ロームのみで青葉山ローム、青山粘土ロームでは締固め曲線にほとんど差異がみられなかった。

図3に3つの試料について代表的な G - γ (ねじり歪振中)曲線を示す。関東ロームは他の2つに比べると G

表1. 試料の諸性質

試料	比重	液性限界	塑性限界	自然含水量
青山粘土ローム	2.45	39.7%	18.5%	—
青葉山ローム	2.67	59.8%	23.2%	32.7%
関東ローム	2.73	80.1%	31.0%	68.3%

図1 粒径加積曲線

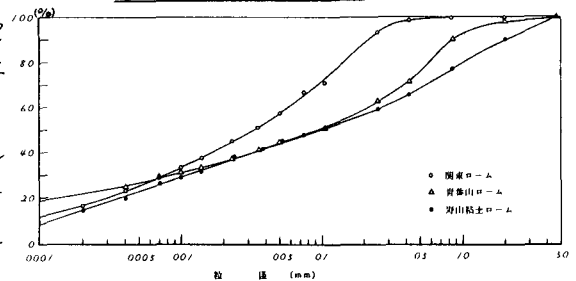


図2-1 締固め曲線

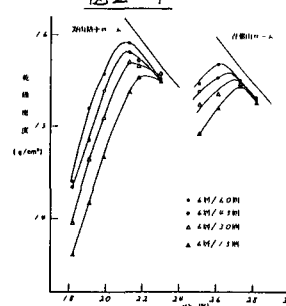
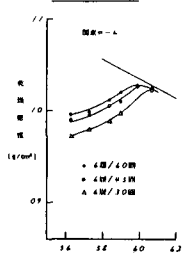


図2-2



の変化中が小さい。締め固めエネルギーの小さいものほどその傾向を示し極端なものは $\gamma=1.25 \times 10^{-6}$ で $G=195 \text{ kg/cm}^2$ 、 $\gamma=9.99 \times 10^{-6}$ で $G=83 \text{ kg/cm}^2$ である。また G の変化は $\gamma=10^{-6} \sim 10^{-5}$ 付近で顕著にみられそれ以後は γ が大きくなっても G の減少はわずかである。この傾向は3つの試料について言えるが最も明らかなのは関東ロームである。青山粘土ロームでは曲線の傾きが γ によらずほとんど一定となることがあり、青葉山ロームでは γ の増加に伴う G の減少が階段状を示すこともある。青葉山ロームの G は他の2つの G よりも全体的に大きく $\gamma=9.99 \times 10^{-6}$ での G をみれば関東ローム、青山粘土ロームは $80 \sim 120 \text{ kg/cm}^2$ であるが青葉山ロームは $100 \sim 200 \text{ kg/cm}^2$ となっている。また $\gamma=9.99 \times 10^{-6}$ での G は同じ試料で含水比が同じなればほとんど一致するものが多い。

G は γ が小さくなるとある値 G_0 に漸近するはずであるが $\gamma=10^{-6}$ 程度では G_0 が求まらない場合が多い。そこで今回は $\gamma=1 \times 10^{-6}$ での G に注目してみた。その結果が図4、図5に示されている。

図4には4種類の締め固めエネルギー E_c での G と含水比 w の関係が示されている。青葉山ロームの $G-w$ の関係は締め固め曲線と同様の形状を示しているがピークは最適含水比よりやや乾燥側で表われている。これは土の一軸圧縮強さやCBR特性と w の関係と同様である。青山粘土ロームでは w が大きくなるに従い G は減少しているが w の低い所での傾きは小さい。関東ロームでは w が高くなると G は若干のピークを見せた後減少していく。青葉山ロームについてみると $w=26.2\%$ では E_c の増加に伴ない G も大きくなっているが $w=27.3\%$ では E_c が2番めに低い時の G が最大となり $w=28.2\%$ では最も E_c の低い G が最大となっている。これは E_c の高い供試体でオーバーコンパクションが起きているためではないかと考えられる。この傾向は他の2つについても言えそうである。

図5には G と乾燥密度 γ_d との関係が示されている。図から明らかなように締め固めエネルギーが一様であれば γ_d が同じでも w が高い方が G は小さくなる。

4. おわりに

以上 G と γ および G ($\gamma=1 \times 10^{-6}$) と w 、 γ_d との関係をみたわけであるがデータは少なくまたそのデータにはばらつきがあり、と多くのデータを取る必要があると思われる。

図3 $G-\gamma$ 曲線

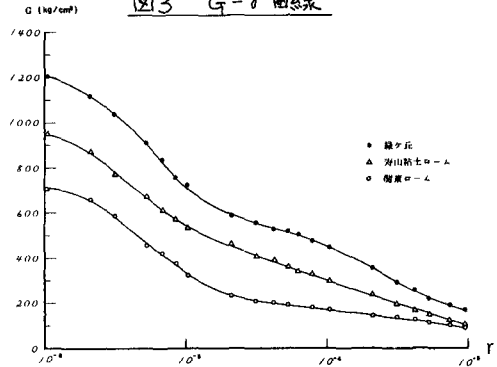
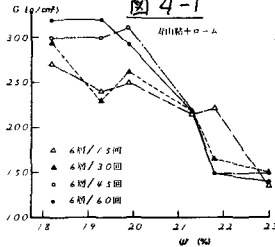


図4-1



$G-w$ 曲線

図4-3

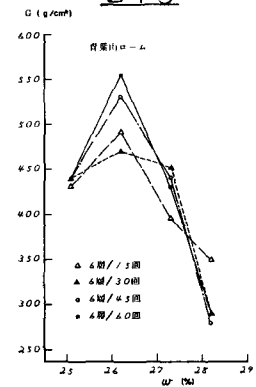


図4-2

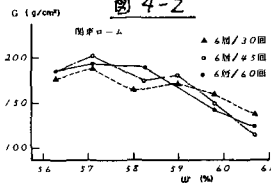
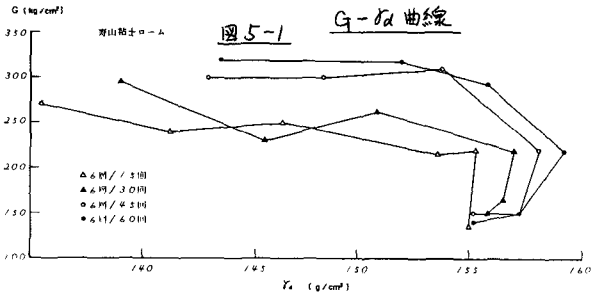


図5-1



$G-\gamma_d$ 曲線

図5-2

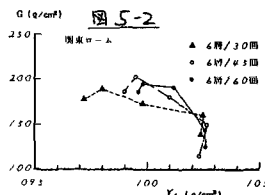


図5-3

