

Ⅲ-A66

締固められたまさ土埋立地盤の特性（その4）室内動的変形試験結果

東京電機大学理工学部	正会員	○安田 進
大阪土質試験所	正会員	本郷隆夫
五洋建設(株)技術研究所	正会員	樋口洋平
戸田建設(株)土木設計室	正会員	添田弘基

1. まえがき

1995年阪神・淡路大震災の際、ポートアイランドなどで液状化による被害が多く発生したにもかかわらず、締固めてあったいくつかの地区では被害が発生しなかった。「阪神淡路大震災地盤調査研究会」ではその内の1つの地盤を対象に、詳細な地盤調査、土質試験、解析を行ってきた¹⁾。ここでは、その土質試験の内の動的変形試験結果をもとに、締め固めたまさ土の動的変形特性について考察を行った。また、近隣の非改良地盤でも同様な試験が塩見・畑中ら²⁾によって行われているので、その試験結果との比較を行い、改良・非改良のまさ土における動的変形特性の違いについても検討した。

2. 試料および試験方法

調査地点の地盤状況の詳細は別報¹⁾を見ていただきたいが、本研究会では調査地点から凍結サンプリング方法にて、GL-4.50m～17.5m間の不攪乱試料を採取した。この間の埋立土層を、密度や N 値等をもとに4層の大別し、各層に対して種々の室内試験を行った。動的変形特性については各層で2供試体ずつ選び、繰返し三軸試験装置を用いて試験を行った。供試体の寸法は直径150mm、高さ300mmとした。拘束圧は供試体の平均深度における平均有効主応力で等方に加えた。そして、圧密終了後に非排水状態で繰返し荷重を段階的に11波ずつ加えた。その内10波目のヒステリシスループから等価せん断剛性率と履歴減衰率を求めた。

3. 試験結果および非改良地盤における動的変形係数との比較

試験結果の内、第3層の片振幅せん断ひずみ γ ～等価せん断剛性率 G 、片振幅せん断ひずみ γ ～履歴減衰率 h の試験結果を、図-1に示す。図に見られるように、 $G \sim \gamma$ 、 $h \sim \gamma$ 関係とも一般の土と同様の形状となった。次に、この関係から 10^{-6} での G_0 を外挿して推定し、拘束圧 σ'_m との関係でまとめてみると図-2となった。図には塩見・畑中ら²⁾が求めた非改良地盤でのデータも同時に示したが、改良地盤の G_0 の方が非改良地盤のそれより2～3割程度大きくなった。ただし、改良地盤の密度は非改良地盤の密度より当然大きいので、この密度の影響を取り除くために、通常砂質土の間隙比の影響の係数として用いられている $(2.17-e)^2/(1+e)$ で G_0 を除した値も図中に示した。このようにすると、改良地盤より非改良地盤の方が少し小さいだけで、大差はなくなってきた。したがって、改良地盤と非改良地盤の G_0 の違いは主に密度の違いに起因していると言えよう。なお、この図によると 1kgf/cm^2 の拘束圧で $G_0/(2.17-e)^2/(1+e)$ の値は約300となっている。この値は豊浦砂のそれに比べて約1/3と小さく、豊浦砂とは違った関係になっているようである。

次に $\gamma=10^{-4}$ と $\gamma=10^{-3}$ における G/G_0 と σ'_m の関係をとってみると図-3となった。この図には善ら³⁾がポートアイランド北部から採取した試料で実験を行ったデータも含めてある。図に見

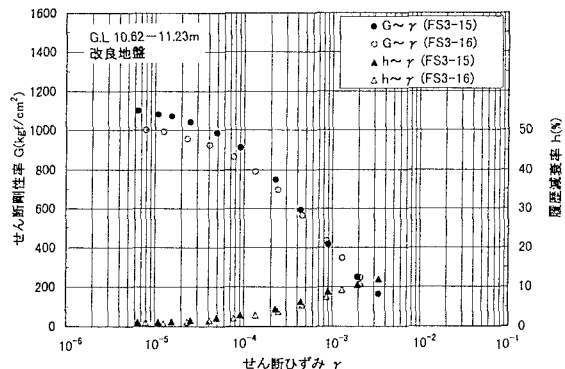


図-1 第3層の試験結果

キーワード：砂質土、まさ土、動的変形特性、室内試験、地震

連絡先：〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 東京電機大学理工学部、電話 0492-96-2911、FAX 0492-96-6501

られるように、両ひずみとも改良・非改良地盤、善らのデータで同程度の値となった。なお、図は示していないが h と σ_m' の関係の関係も三者で同程度となった。データ数が少なくこれだけで判断は出来ないが、地盤を締めると、せん断剛性は大きくなるものの、 $G/G_0 \sim \gamma$ 、 $h \sim \gamma$ 関係はあまり変化しないのかもしれない。

4. 他の砂質土における既往の関係式との比較

まさ土の動的変形特性についてはまだ実験があまり行われていないが、一般の砂質土に対しては過去に多く行われ、いくつか関係式がまとめられている。そこで、これらの既往の関係式と比較してみた。用いたのは、龍岡ら⁴⁾⁵⁾の関係式、善ら⁹⁾の関係式、安田ら⁷⁾の関係式である。これらの関係式から求めた $\gamma=10^{-4}$ と $\gamma=10^{-3}$ での G/G_0 、 h と試験結果のそれらと比較してみると、図-4、5 となった。これらを見ると、せん断剛性率比の場合、安田らの関係式が試験結果に最も近い値となり、善らや龍岡らの関係式では試験結果より少し小さい値となった。履歴減衰率の場合、安田らや善らの関係式は $\gamma=10^{-4}$ では試験結果に近い値となり、 $\gamma=10^{-3}$ では試験結果より少し大きい結果となった。これに対し、龍岡らの関係式は両ひずみ時とも実験結果よりかなり大きい値となった。これは、龍岡らの関係式は排水状態で行われた試験をもとに導き出されているためと考えられる。

5. あとがき

締固めたまさ土の動的変形特性を求め、非改良地盤での特性や他の砂質土での特性と比較した。その結果、締め固めに応じて G_0 は変わるものの、 $G/G_0 \sim \gamma$ 、 $h \sim \gamma$ は変化していないことや、豊浦砂とは特性が異なることなどがわかった。なお、前述したように、本研究は「阪神淡路大震災地盤調査研究会」の活動の一環として行ったものである。関係各位に感謝する次第である。

参考文献 1)後藤洋三・他：締め固められたまさ土の埋立地盤の特性（その1）～（その4）、土木学会第53回年次学術講演会、1998。（提出中） 2)塩見忠彦・畑中宗憲・内田明彦・吉沢陸博：兵庫県南部地震で液状化したポートアイランドの地震応答解析、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.815-816、1996。 3)善功企・山崎浩之：埋立地に用いたまさ土の液状化特性、土と基礎、Vol.44、No.2、pp.60-63、1996。 4)Tatsuoka, F., Iwasaki, T. and Takagi, Y.: Shear moduli of sands under cyclic torsional shear loading, 土質工学会論文報告集, Vol.18, No.1, pp.39-56, 1978。 5)Tatsuoka, F., Iwasaki, T. and Takagi, Y.: Hysteretic damping of sands under cyclic loading and its relation to shear modulus, 土質工学会論文報告集, Vol.18, No.2, pp.25-40, 1978。 6)善功企・山崎浩之・梅原靖文：地震応答解析のための土の動的特性に関する実験的研究、港研技術研究報告、Vol.26、No.1、pp.71-113、1987。 7)安田進・山口勇：種々の不攪乱土における動的変形特性、第20回土質工学研究発表会講演集、pp.539-542、1985。

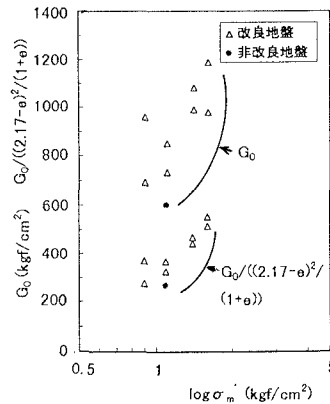


図-2 改良・非改良の G_0 の比較

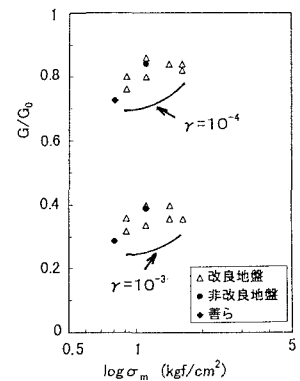


図-3 改良・非改良の G/G_0 の比較

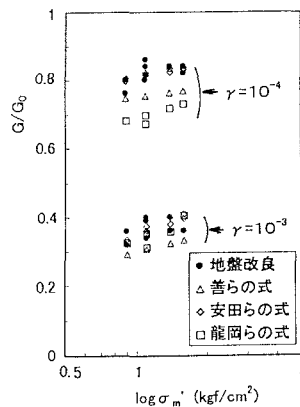


図-4 他の砂質土との G/G_0 の比較

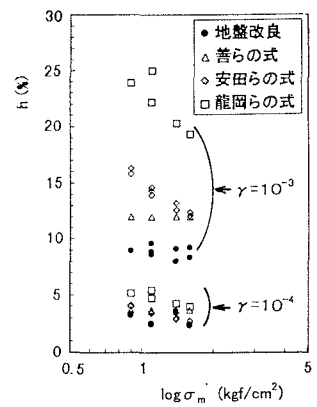


図-5 他の砂質土との h の比較