

III-452

粒状体と構造物との境界面における動摩擦特性についての基礎的検討

豊橋技術科学大学

中部電力（株）

豊橋技術科学大学大学院

正員 ○河邑 眞

正員 早川 誠

学生員 森本 重徳

1. はじめに 地盤と構造物との相互作用を考慮して有限要素法などにより数値解析を行う場合、ジョイント要素などが用いられる。この要素は地盤と構造物との相対変位をとり入れるためのものであるが、その物性の決定は難しい。特に、動的な荷重下ではその評価は明確ではない。ここでは、粒状体と構造物との間に、くり返しの相対変位を与えた場合の境界面での摩擦特性について、室内試験結果に基づいて述べる。

2. 実験装置ならびに実験方法 粒状体や地盤材料のくり返しせん断試験機の試作を行った。この装置では、一定の鉛直荷重を加えた状態で、一定変位振幅の水平変位を供試体の底部に与えることが可能である。試験機の概要を図1に示す。この装置は図中に示すように、せん断箱、鉛直荷重載荷部および水平荷重載荷部の3つの部分からなっている。せん断箱は厚さ2.9mmのアルミ板を積み重ねた側方拘束板、水平方向の強制変位を与える底板、および鉛直荷重を加える載荷板よりなっている。供試体寸法は長さ160mm、幅80mm、高さ40mmとなっている。このせん断箱の側面は厚さ10mmの強化ガラス製の観察窓となっており、粒子の変位を観測できる構造となっている。

せん断箱底部には構造材料を挿入できる溝がつけられている。その寸法は長さ180mm、幅100mm、深

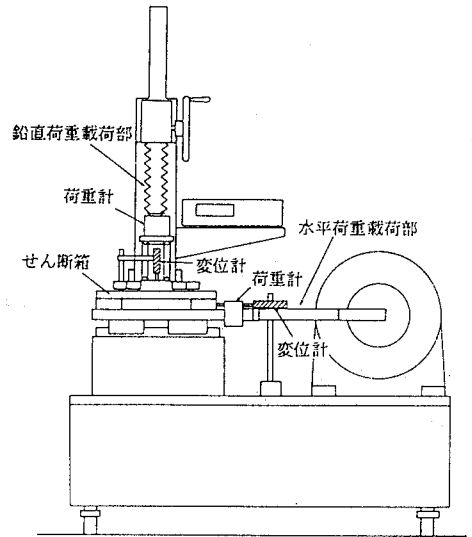


図1 繰返しせん断試験機

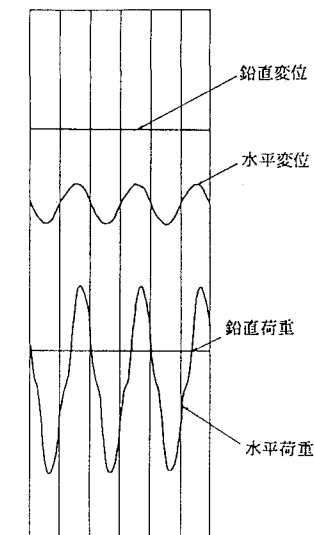


図2 測定結果の1例

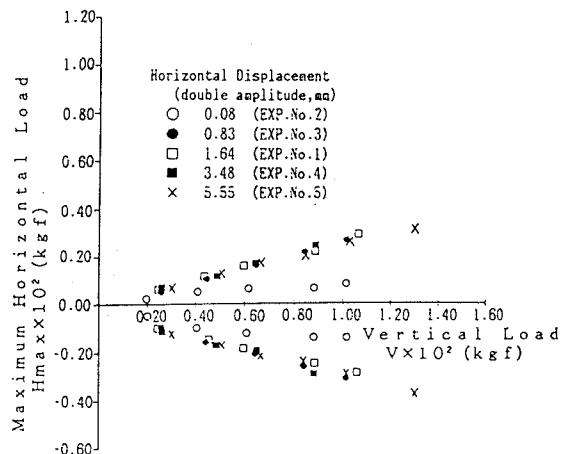


図3 最大水平荷重と鉛直荷重の関係
（ガラス、変位振幅の影響）

さ10mmである。一連の実験ではスチールを構造材料として使用した。粒状体材料としてはガラスビーズ、豊浦砂を使用した。実験条件としては、供試体の種類、粒径、水平変位振幅、鉛直荷重などを取りあげ、境界面での摩擦特性などに与える影響について検討した。構造材表面には幅1.4mm、深さ1mmのV型の溝が刻まれている。ここでは、粒径5mmのガラスビーズを用いた試験結果について報告する。

3. 実験結果 図2は水平および鉛直方向の変位と荷重をペンレコーダーで記録した例である。周期10秒で交番する水平変位をせん断箱底部に加える。水平変位はほぼ正弦波形となっているが、水平荷重は載荷時と除荷時で必ずしも対称となっていない。くり返し変位中、鉛直荷重はほぼ一定であり、鉛直変位の変化も小さい。図3は鉛直荷重ならびに水平変位振幅を変化させた一連の実験結果を示す。縦軸は1サイクル中の最大水平荷重に対応し、横軸は一定な鉛直荷重を示す。鉛直荷重の増加に伴う水平荷重の増加がみられる。最大水平荷重は水平変位方向により、正と負の値をもつ。境界面での一対のせん断応力の方向が時計回りとなる場合を正とした。水平変位振幅0.83mm以上では、鉛直荷重が同じであれば、その最大水平荷重の差は小さくなっている。

図4は上述の最大水平荷重を鉛直荷重で除した値、境界面での摩擦係数と鉛直荷重の関係を示したものである。水平荷重の正の場合についてみると、変位振幅0.83mm以上では摩擦係数はほぼ一定で0.20～0.28の値をとっている。変位振幅0.08mmの場合には、機械的遊びのために水平荷重が充分に伝達されていない。

図5は1サイクル中の摩擦係数の変化を示したものである。載荷時には上に凸の曲線となるのに対し、除荷の場合には逆の傾向となる。図6は各実験における鉛直荷重の値を示したものである。最大約1%の体積の減少が認められる。

4. まとめ 以上、ガラスビーズを粒状体材料、スチールを構造材料として、両者の境界面にくり返しの相対変位を加えた室内試験結果を示した。一連の試験結果より境界面の動摩擦特性は、鉛直荷重や水平変位振幅による大きな影響を受けないことが示された。

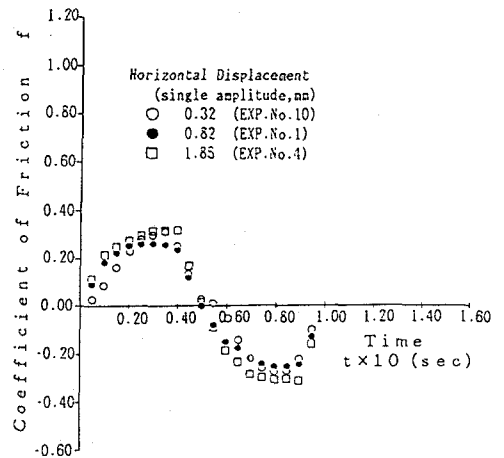


図5 摩擦係数と時間（位相）の関係（ガラス、変位振幅の影響）

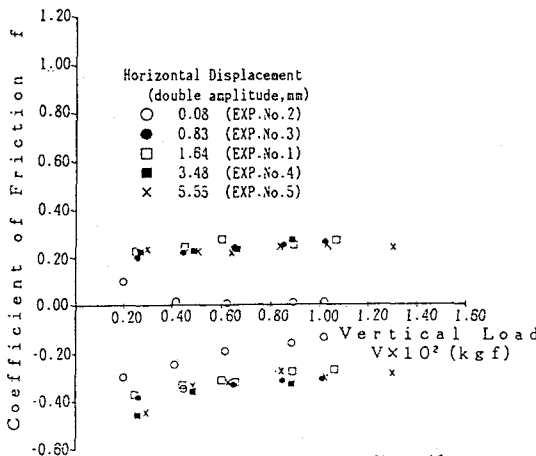


図4 摩擦係数と鉛直荷重の関係（ガラス、変位振幅の影響）

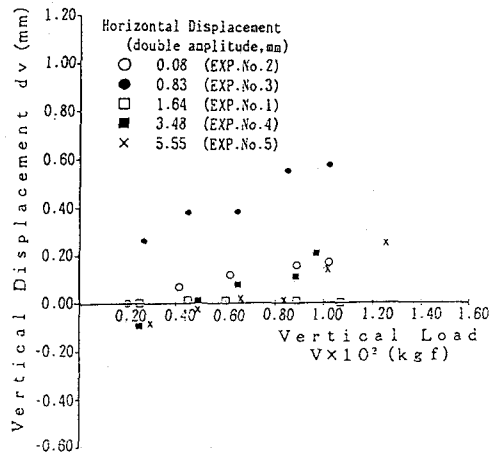


図6 鉛直変位と鉛直荷重の関係（ガラス、変位振幅の影響）