

構造物の動的滑動現象における摩擦特性

京都大学防災研究所 正会員 工政憲三
 京都大学防災研究所 ○正会員 三浦房紀
 住友建設 正会員 石川匠吾

1. よびがき 地盤-構造物系の動的解析において、ジョイント要素を用いて剥離や滑動現象を考慮に入れた解析手法が、筆者らによって提案されている⁽¹⁾⁽²⁾。ジョイント要素の導入には、地盤と構造物の接触面での非線形な構成関係の確立が必要となっており、本研究はこの構成関係の基礎的資料を提供することとを目的としたものである。

2. 実験装置および実験手法 実験には、下部固定、上部移動の一面せん断試験機を用いた。供試体寸法は、径が60mm、高さが20mmである。測定には、変位変換器を用い、この出力を増幅した後、マルチコーダーに記録させ、記録紙から変位量を読み取った。一面せん断試験機の上部には地盤材料を、下部には構造物材料を充填して、両者をせん断面で接触させた。地盤材料として、砂(豊浦標準砂-一般砂)、粘土(藤の森粘土)、軟岩(大谷石)を、構造物材料として、モルタルを用いた。物理定数および粒径加積曲線を図-1に示す。モルタルの表面粗さは2.5mmの区間の高低差によって評価したが、いくつかの測定値の平均値は0.101mmであった。実験は必ずみ制御、飽和状態でない、拘束圧は0.5~8.0kg/cm²で、比較的高い拘束圧で考慮した。せん断速度は2.27, 24.13mm/minと速いもので行なった。表-1に実験概要を示す。

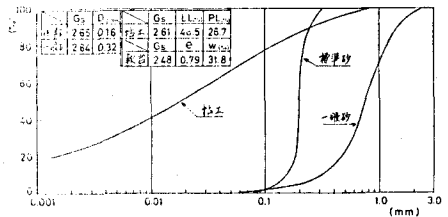


図-1 粒径加積曲線および物理定数

表-1 実験概要

土試料	粒径比 c	物理定数 d	実験番号
砂	標準	0.793	SS-1
		0.684	SS-2
	複合	0.787	SSN-1
		0.703	SSN-2
		0.680	SSN-3
		0.680	SSN-4
一般	単一	0.704	GS-1
		0.695	GSN-1
	複合	0.696	GSN-2
		0.696	GSN-3
粘土	単一	粘土質	C-1
	複合	粘土質	CH-1
		圧密	CH-2
軟岩	複合		LR-1

3. 実験結果と考察 砂、粘土、軟岩の水平変位とせん断応力および水平変位と垂直変位曲線をそれぞれ図-2, 3, 4に示す。

1). せん断特性 砂においては、標準砂、一般砂とも同様の傾向にあり、地盤材料だけから成る単一供試体の場合は、せん断が進むに従って応力が増加して最大強度に達し、さらにせん断が進むと応力が低下した後、残留応力状態に到る。一方、地盤材料と構造物材料とから成る複合供試体の場合は、最大強

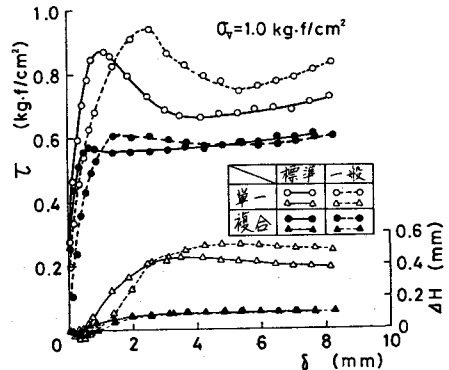


図-2 砂のせん断特性

TOKI KENZOU, MIURA FUSANORI, ISHIKAWA YOSHIHIDE

度と残留強度とがほぼ同じである。この違いは前者の場合には、残留強度の状態に到るまでに、砂粒子が向きや位置及び間隔を変えようという、粒子の再配置が行なわれようのに対し、後者の場合には、接触面のモルタル側の凹凸の向きや位置が変化しないため、砂粒子の再配置が行なわれずすべりを生じよとめと考えられよう。このために破壊変化も小さく現われていよものと考えられよう。粘土では、単一供試体の場合は最大強度に比べ残留強度は低下するのに対し、複合供試体の場合は残留強度はせん断の進行とともに新增の傾向にある。軟岩では、複合供試体はせん断の進行に従い、応力が増加し最大強度に達した後、ほぼ残ばい状態となっている。これらの結果より、砂質土あるいは軟岩との接触面をモデル化する場合に、ジョイント要素の構成関係を弾性完全塑性体と仮定することの妥当性があり、粘性土についてはバイリニア型モデルも適当であると考えられよう。

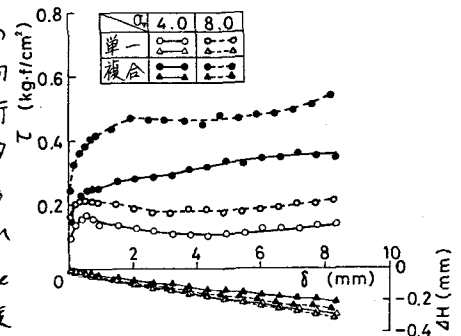


図-3 粘土のせん断特性

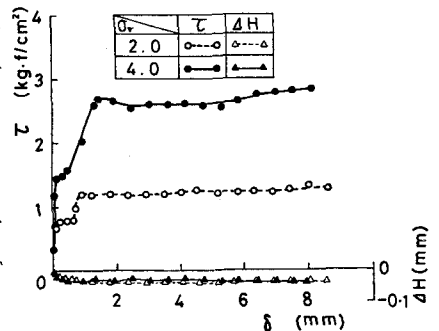


図-4 軟岩のせん断特性

2) せん断強度と拘束圧の関係 図-5に 標準砂、粘土、軟岩のせん断強度と拘束圧の関係を示す。これより、 $\sigma_{H/C}$ 程度の高拘束圧下でも、複合供試体の最大強度と拘束圧は線形関係にあるとみられ、このような比較的高拘束圧下においても破壊規準を Mohr-Coulomb の式で表わし得ることがわかる。

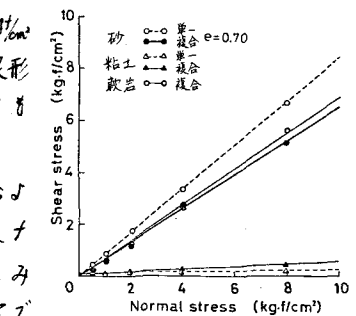


図-5 せん断強度と拘束圧の関係

3) 土のせん断強度と接触面の摩擦強度の関係 図-6に砂および粘土の単一供試体のせん断強度 τ と複合供試体の摩擦強度 τ_f の関係を示す。砂については、両者はほぼ線形関係にあるとみられ、その勾配は密度、粒径、せん断速度によらずほぼ一定で、それらの勾配の平均値は 0.733 である。一方、粘土については、多少ばらつきがあるがこれもほぼ線形関係にあるとみなせ、その勾配は 1.699 である。これらのことより、工質材料のせん断強度が与えられれば、接触面での強度を推定しよとことと示唆するものであり、今後、さらに異なり工質材料や条件下におけるこの種の資料を集積する必要がある。

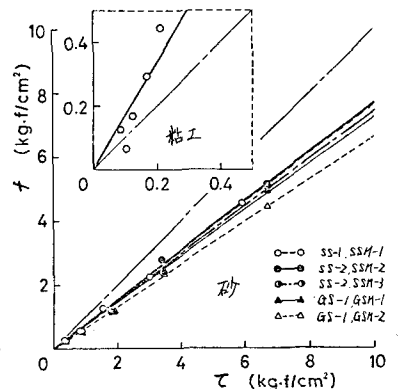


図-6 せん断強度と摩擦強度の関係

参考文献 1) 土岐憲三、佐藤忠信、三浦寿紀：地震時における地盤と構造物の間の剥離と滑動，工学会論文報告集，第302号，7731~41(1980)。
2) 土岐憲三、三浦寿紀：地盤-構造物系の非線形地震応答解析，工学会論文報告集投稿中。