

徳倉建設（株） 正会員 ○福田 聡
正和設計（株） 森本 優子
立命館大学理工学部 正会員 福本 武明

1. はじめに

まさ土は、脆弱な粒子から成る砂質系の粒状土であって普通の土と素材的にも構造的にも異なる土で、日本の特殊土 Ⅲ に数えられている。このような特殊土地帯における大規模建設事業や環境保全事業の展開が盛んな今日、地盤災害とも関連して、特殊土の力学特性に関する研究は大変重要であり急務である。そこで本報では、関西近郊から採取した種々のまさ土に対し三軸圧縮試験を実施し、特に拘束圧に伴うせん断抵抗の変化について粒子破砕との関連性に力点を置いて調べたので、その結果を報告する。

2. 試験方法

試料は、Table1 に示す 8 種類のまさ土とその比較用として 3 種類の堅固な粒子の砂を用いた。このうち田上まさ土は、Fig.1 に示すように、上流、中流、下流の 3 箇所から採取した。材質の影響を判別しやすくするために、粒度を均一径(0.85~0.6mm)に設定した。せん断試験は、ノルウェー型三軸圧縮試験機を使用し、相対密度を $D_r=80(\%)$ に統一して供試体を作製し、拘束圧を $\sigma_3=49, 98, 196, 392, 686(\text{kPa})$ に変えて圧密排水(CD)条件下で実施した。

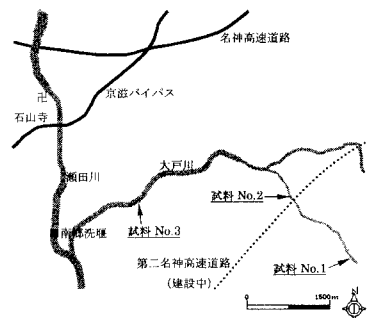


Fig.1 田上まさ土の採取場所

Table1 試料の物理的性質

試料番号	試料	粒径 (mm)	相対密度	最大密度	最小密度	比重 G_s
			D_r (%)	ρ_{dmax} (g/cm ³)	ρ_{dmin} (g/cm ³)	
1	田上まさ土 (上流)	0.85~0.60	80	1.377	1.090	2.631
2	田上まさ土 (中流)	0.85~0.60	80	1.428	1.131	2.627
3	田上まさ土 (下流)	0.85~0.60	80	1.474	1.193	2.623
4	南山城まさ土	0.85~0.60	80	1.433	1.095	2.705
5	比叡まさ土	0.85~0.60	80	1.514	1.194	2.685
6	しらす	0.85~0.60	80	1.164	0.846	2.474
7	生駒まさ土	0.85~0.60	80	1.402	1.093	2.658
8	六甲まさ土	0.85~0.60	80	1.447	1.143	2.620
9	相馬標準砂	0.85~0.60	80	1.619	1.335	2.641
10	愛知川砂	0.85~0.60	80	1.567	1.283	2.662
11	木津川砂	0.85~0.60	80	1.556	1.275	2.635

3. 結果および考察

Fig.2 は、三軸試験より得られたせん断抵抗角 ϕ_d と拘束圧 σ_3 との関係を示したものである。図から、多くの人が指摘するように 2 拘束圧の増加とともにせん断抵抗角が減少すること、真砂土の採取地が異なれば図上の位置が異なり相当な幅を持つこと、などが分かる。

粒子破砕量 I_s を算定して σ_3 に対してプロットすると、Fig.3 が得られる。図から、拘束圧の増加とともに粒子破砕量が増大すること、堅い粒子の相馬標準砂に比べてまき土の粒子破砕が顕著なこと、などが分かる。

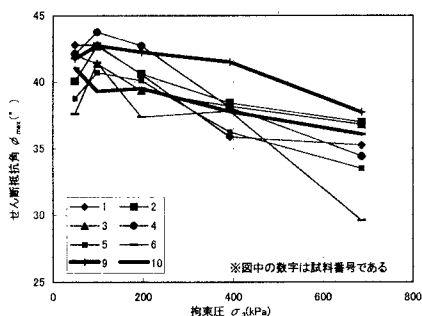


Fig.2 せん断抵抗角と拘束圧の関係

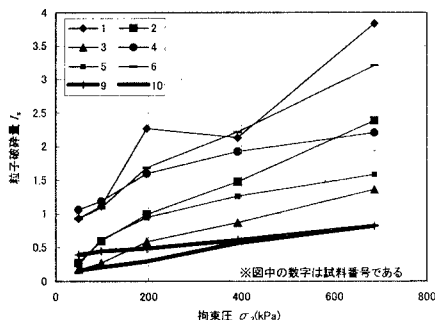


Fig.3 粒子破碎量と拘束圧の関係

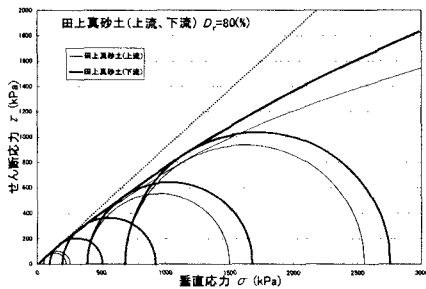


Fig. 4 Mohr 円表示(田上まさ土, 上流, 下流)

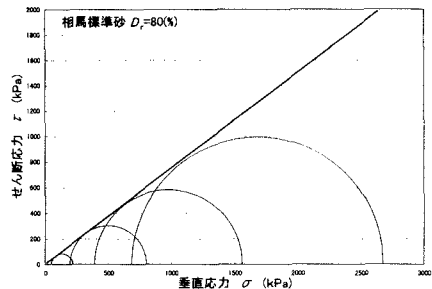


Fig. 5 Mohr 円表示(相馬標準砂)

さらに、田上まさ土の上流、中流、下流を比較してみると、採取場所によって粒子破砕量が大きく異なることが分かる。また、下流の砂においては6つのまさ土の中で最も粒子破砕量が少なく、最も粒子が堅いことが分かる。そして、粒子の堅い相馬標準砂と比較してみても、若干の差はあるものの、ほぼ同じ傾向を示している。

Fig. 4 は粒子の軟らかい材料である田上まさ土の上流と下流を、また Fig. 5 は粒子の堅い材料である相馬標準砂の場合を選んで、Mohr 円表示した例である。図から明らかなように、図上の破壊包絡線がまさ土のように軟らかい粒子の砂になると曲率をもつようになる。そして、より粒子の軟らかい上流の砂の方が下流の砂に比べて曲率をもったものになっている。一方、粒子の固い相馬標準砂の破壊包絡線は、ほぼ直線に近いものになっている。しかし、堅い粒子の相馬標準砂でさえも、高拘束圧下では曲率をもったものになることが分かる。

Fig. 5 は拘束圧と変形係数の関係を、また、Fig. 6 は拘束圧とポアソン比の関係を示したものである。拘束圧の増加とともに変形係数、ポアソン比がともに増加すること、砂の種類や採取地によって図上の位置が異なり相当の幅を持つこと、などが分かる。グラフの傾向として、Fig. 5、Fig. 6 ともに2つのグループ、すなわち粒子の堅い砂のグループと粒子の軟らかい砂のグループに分かれており、粒子の軟らかいまさ土と粒子の堅い砂の性質の違いを顕著に表す結果が得られた。

4. 結び

本報では、まさ土のせん断特性について、三軸圧縮試験結果に基づき基本的な考察を行った。その結果、いくつかの知見が得られたので要約して以下に示す。

- (1) モールの応力円表示をみると、比較的粒子破砕しにくい砂は破壊包絡線が直線になるのに対して、粒子破砕しやすい砂は破壊包絡線が曲率を持った線になる。その曲率の度合いは、田上まさ土の場合、下流より上流側で採取した試料の方が激しい。一方、粒子破砕しにくい砂であっても高拘束圧下では、破壊包絡線は直線にならず曲率を持ったものになる。
- (2) せん断抵抗角、変形係数、ポアソン比の値は、いずれも粒子破砕現象が深く関与しており、破砕しやすい砂と破砕しにくい砂とで大きく異なった値を示す。

参考文献

- 1) 土質工学会編：日本の特殊土、pp.1～19、pp.85～107.
- 2) 山本和夫他共著：土質工学、鹿島出版会、pp.98～108.

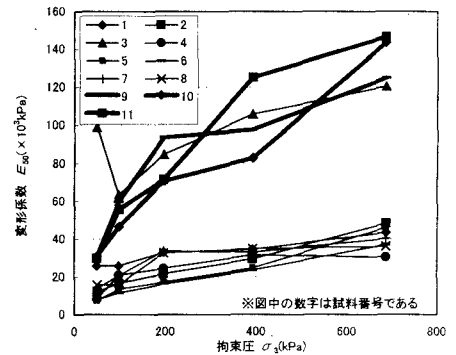


Fig. 6 変形係数と拘束圧の関係

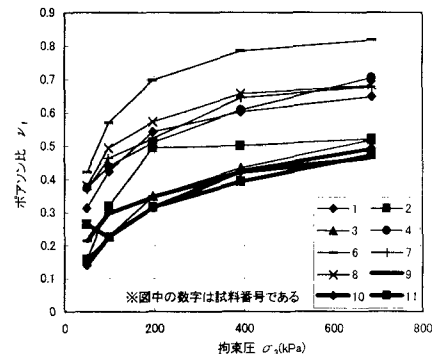


Fig. 7 ポアソン比と拘束圧の関係