

一面せん断試験における試料攪乱の影響

具工業高等専門学校 正員 石井 義明

1. まえがき

まさ土は破碎性の強い材料であるため、不攪乱強度の試験を実施する場合は多くの注意を払わねばならない。これは攪乱などによる強度の低下を少なくし、より正確な強度特性を得るためである。しかし、攪乱される場所（供試体の中心、周辺など）や含水比、密度、攪乱面積などによる強度特性の変化が明らかであれば、必要以上に労力を費やさなくてもよい。本文はまさ土の攪乱による強度特性の変化を一面せん断試験機を用い調べた結果である。

2. 試料および実験の方法

試料は呉市休山周辺で採取した不飽和な不攪乱まさ土を主に用い、一部に比較のため攪乱再圧密砂質土も用いた。不攪乱試料は圧密用のカッターリングを現位置で静かに押し込み採取し、所定の高さに成形しせん断箱にセットした後、①ただちにせん断する（不攪乱）、②試料の中央部あるいは周辺部の一定面積を太さ5mmの釘で一定回数突き、攪乱後せん断する（局部攪乱）、③試料をビニール袋に入れ手で軽く握りつぶし全体を攪乱してからせん断する3つの方法をとった。

2. 実験結果と考察

攪乱による強度低下の割合は攪乱の程度、試料の含水比、密度等により異なる。本実験の攪乱度は釘の突き数を単位面積あたり6回と

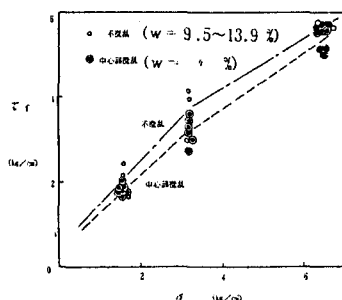


図1 せん断応力-垂直応力

15回の2種類としたが、突き数か少なく強度差はわずかであった。このため攪乱度は無視し、攪乱を受けたものと不攪乱のせん断強度を比較すると図1のようである。なお、せん断強度は含水比の影響を大きく受けるため含水比は9~14%の範囲のものに限りプロットした。平均的な包絡線を比較すると攪乱によって約10%減少している。また、 $\sigma = 3.2 \text{ kg/cm}^2$ の所で下

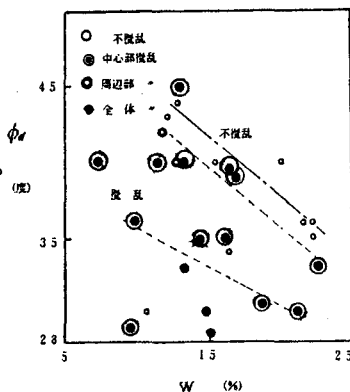


図2 せん断抵抗角-含水比

側に折れている。これは、圧密試験機

を用い別に行った圧縮試験によれば圧縮荷重 $\sigma_c = 2.5 \sim 3.0 \text{ kg/cm}^2$

で沈下量が急増し、沈下曲線の曲率が最大となった。このことより、本実験に使用したまさ土は垂直荷重 $\sigma = 3.0 \text{ kg/cm}^2$ 以上の荷重が載荷されると粒子の破碎等により間げきの構造が変化したためと思われる。

得られたせん断強度定数 ϕ_a 、 C_a と含水比の関係を見ると図2、図3のようである。ただし、過圧密側の包絡線から得た強度定数である。図2は含水比の増大とともに ϕ_a は減少し、不攪乱試料の場合は、一部の例外を除きばらつきが小さいが、攪乱試料については含水比が低いほどばらつきが大きい。攪乱試料のデータは破線で示す範囲内にあり、その上限をみると攪乱により4~6%減少している。その他、データ数

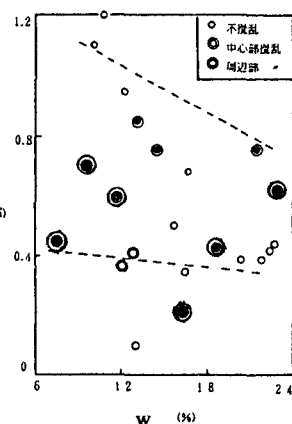


図3 粘着力-含水比

は少ないが試料周辺部を中心部攪乱と同面積を攪乱した場合も破線の範囲内にあり、その差は認められないし。したがって供試体成形による周辺部の攪乱による強度低下の影響は比較的小さいと思われる。

図3は粘着力 C_d と含水比 w の関係で全体としては w の増大とともに C_d は減少しているが、不攪乱と攪乱試料との差は不明で、含水比の高い所では攪乱試料の C_d が大きい。

次に乾燥密度 ρ_d と強度定数 ϕ_d 、 C_d との関係を示すと図4、図5となる。図4は ρ_d の増大とともに ϕ_d も大きくなるが、攪乱により4%前後減少している。これに対し図5は ρ_d の増大とともに C_d はやや増大しているが攪乱試料の C_d が大きい。このように、不攪乱より攪乱されたまき土の C_d が大きく複雑な傾向を示すことは一面せん断ではないが、和田¹⁾、吉国²⁾らの研究にも見られる。それによれば大きな間げきを有するまき土は繰返し荷重を受け構造が破壊されると締固まり強度は増大し、特に粘着力の影響が大きいとしている。したがって本実験においても攪乱により締め固まり、図5のようになったとも考えられる。

攪乱面積 A_r が増大すると強度は減少すると考えられるが、これと強度定数の関係を示すと図6、7のようである。攪乱面積比 $A_r/A=0$ は不攪乱の土であるが、その他の点は攪乱度を一定とみなしプロットした。また $A_r/A=100\%$ は試料をビニール袋の中で軽く握りつぶし全体を攪乱した場合の結果で、攪乱度の個人差を無視し、一つの目安を得るために求めた。図6の一点鎖線は結果の上限を示すもので、 A_r/A の増大とともに ϕ_d は減少している。また、破線は攪乱再圧密砂質土の結果である。これは A_r/A の増大とともにわずかに減少しているが、不攪乱まき土ほど顕著でなく、破線を延長すると $A_r/A=100\%$ の全体攪乱の値にく興味深い。これは不攪乱まき土の攪乱が進行すると不連続な材料となり、 ϕ_d による抵抗のメカニズムが砂質土のそれに類似化することが考えられる。

図7は C_d と攪乱面積比の関係である。全体としては A_r/A の増大とともに減少しているようであるが $A_r/A=10\sim 20\%$ で急減し、その後漸減するようでもある。

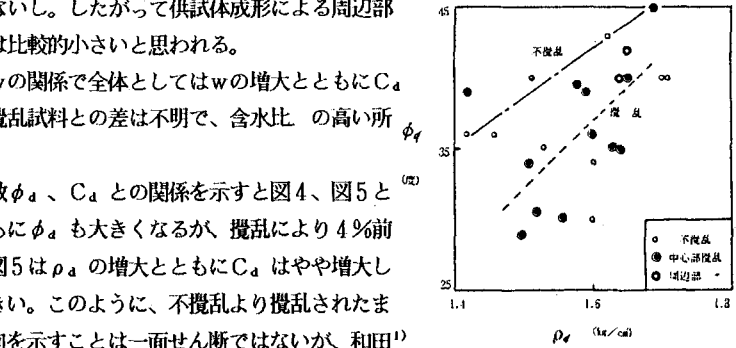


図4 せん断抵抗角—乾燥密度

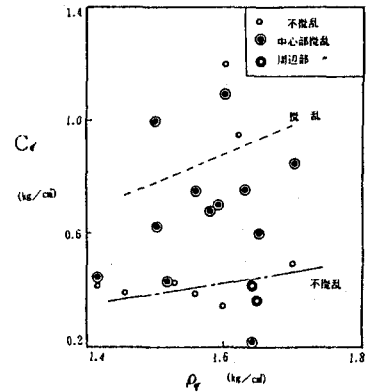


図5 粘着力—乾燥密度

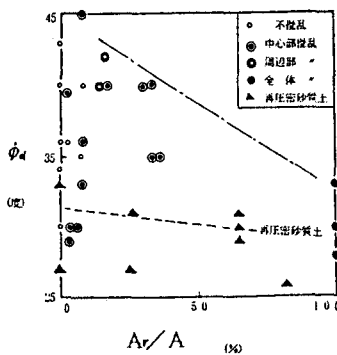


図6 せん断抵抗角—攪乱面積比

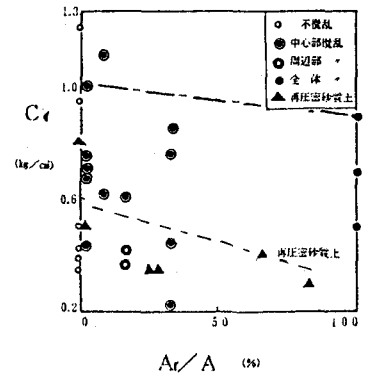


図7 粘着力—攪乱面積比

参考文献

- 1) 和田、紀、網干：不攪乱まき土の強度特性，第36回土木学会中国四国支部研究発表会，昭・59/7
- 2) 吉国、山田、一瀬：不攪乱まき土繰返し荷重による変形特性，” ” ”