

試作一面せん断試験機の力学的特性

呉工業高等専門学校 正員 小堀 慈久・加藤 省二
J R 西日本株式会社 正員○金澤 雄

1. はじめに

斜面崩壊は急斜面の多いわが国で多発している災害である。斜面災害時の表層崩壊が起こる時、せん断破壊時の土中のせん断すべり面にダイレイタンスーが発生し、閉塞土中に負圧が発生し、吸水作用により間隙水圧がせん断時に低下、ひいては負圧となる。この土質力学的現象をとらえることが力学的特性と共に本研究のひとつの目的である。本研究では、まさ土斜面崩壊時のせん断破壊面における砂質土、特に顕著に見られるダイレイタンスーがせん断破壊面の間隙水圧に及ぼす影響を観測する為、従来の一面せん断試験機を改良し、非排水状態で実験が行える試作一面せん断試験機を作製し実験を行った。

2. 試験概要

本研究の実験を行うにあたって従来の一面せん断試験機では測定不能な要素があるので改良を行う。図-1の飽和試験が可能な試作せん断箱を作製し、非排水状態での間隙圧測定、排水状態での吸水量測定を行えるようにした。

供試体は標準砂とまさ土を高さ 3.0cm、径 5.0cm、間隙比 1.0 で作製し、試験の直前に通水を行い飽和状態で試験を行った。試験はそれぞれの実験条件において 72.0kN/m^2 、 144.1kN/m^2 、 216.1kN/m^2 の 3 通りの拘束力 σ_v で行った。

3. 結果と考察

図-2はまさ土のせん断応力 τ - せん断変位 D 曲線である。これをみると、拘束力 σ_v が増加するたびに、最大せん断応力 $\tau_{\max}$ も増加しており、せん断応力 τ の直線的に増加する部分が長くなっていることも読み取れる。この結果は標準砂の実験においても同様なものが得られた。

図-3は Y 軸に垂直変位 ΔH をとり、膨張側を正として描いたまさ土の垂直変位 ΔH - せん断変位 D 曲線である。グラフをみると、鉛直応力が高い場合に圧縮の後わずかに膨張しており、土のせん断にともなう体積変化ダイレイタンスーが発生していることがわかる。しかし、図-3の拘束力 $\sigma_v = 72.0\text{kN/m}^2$ のような σ_v が低い場合はダイレイタンスーが観測されないことがあった。これは、垂直応力が低いため、圧縮方向に体積変化が起きたためと考えることができる。

図-4は縦軸に吸水量 V をとり、正方向に試料の吸水した量、負方向に試料が排水した量をとった吸水量 V - せん断変位 D 曲線である。これは垂直変位 ΔH

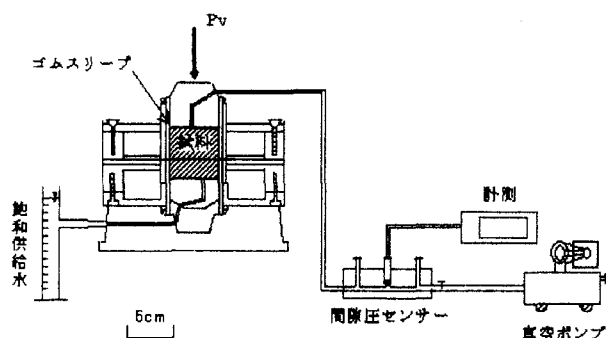
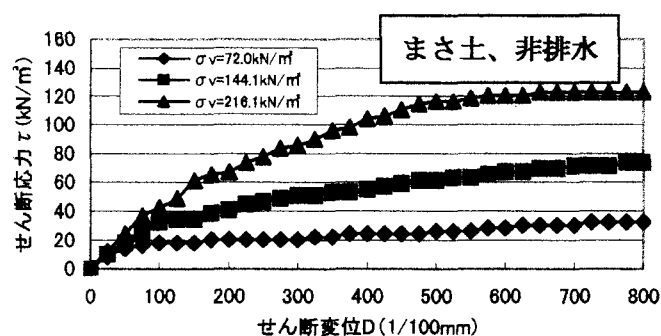
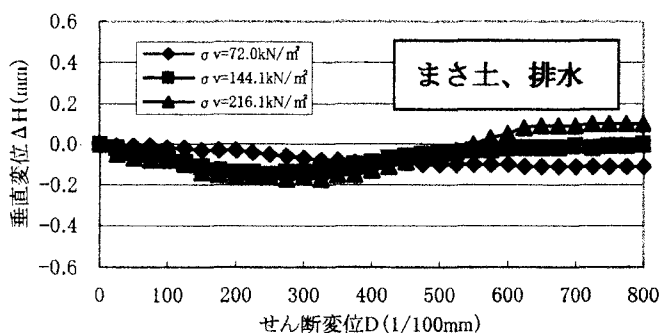


図-1 試作せん断箱の概略図

図-2 せん断応力 τ - せん断変位 D 曲線図-3 垂直変位 ΔH - せん断変位 D 曲線

H と密接な関係がある。垂直変位が正方向に増加するとき、吸水量 V も増加しダイレイタンスーが発生していることがはっきりと分かる。

図-5 はまさ土の破壊線の図である。砂質土の場合、一面せん断試験で得られる強度定数は、せん断抵抗角 $\phi=28^\circ$ 、粘着力 0kN/m^2 となった。本実験は供試体を飽和させて実験を行ったため、同図に示されているように粘着力 C は 0 となる。なお、飽和度 $S_r=90\%$ となった。せん断抵抗角 ϕ が通常的一面せん断試験よりも低くなった理由として、供試体を作製する段階で、試料凍結と解凍等の調整がうまくいかず、その結果間隙比が増大してしまったという理由が考えられる。

図-6 は有効応力による応力破壊経路図である。応力経路とは全応力 σ から、間隙圧 u を引くことによって求められる有効応力を用いて作成されるグラフのことで、土の破壊状態を知る上で重要なグラフである。図-6 をみると、応力経路が左側にふくらんだ後、破壊に至っていることがわかる。これは間隙水圧が全応力中で高く生じたためこのような図となった。間隙水圧 u の値が高く生じたため横軸のせん断応力 τ の値が小さくなり、せん断抵抗角 ϕ は全応力の破壊線から算出したものよりは減少する。

4. まとめ

本研究で以下の知見が得られた。①せん断応力 τ は、有効応力 σ が増加するに従い増加する。また、拘束力 σ_v が増加するに従い、 $\tau_{\max}$ に達するまでにせん断変位が大きくなるということが把握できた。②垂直変位 ΔH については、そのほとんどでダイレイタンスーが観測された。しかし、垂直応力が小さいと、体積圧縮が進み正のダイレイタンスーは発生しない。

③吸水量 V はせん断変位の増加及び、垂直変位の増加時に発生し、ダイレイタンスーの影響が見られた。④全応力における強度定数は、飽和状態で実験を行うことによって粘着力 C は消失することが把握できた。⑤有効応力による応力経路から、全応力に対し、垂直応力の低い場合、間隙圧の影響が大きい。⑥試験結果から、ダイレイタンスーによる非排水試験での間隙水圧の減少、また、排水試験時に吸水量の増加が見られた事よりせん断時の土中間隙水圧の挙動が把握できた。

参考文献

- (1) 小堀慈久著；まさ土地盤における原位置力学試験と降雨による斜面災害の時系列特性に関する研究，愛媛大学博士学位論文，1997.3
- (2) 高専土質実験教育研究会；土質実験法，pp.121～132，鹿島出版会，1999
- (3) 松岡元著；土質力学，pp.128～178，森北出版株式会社，1999

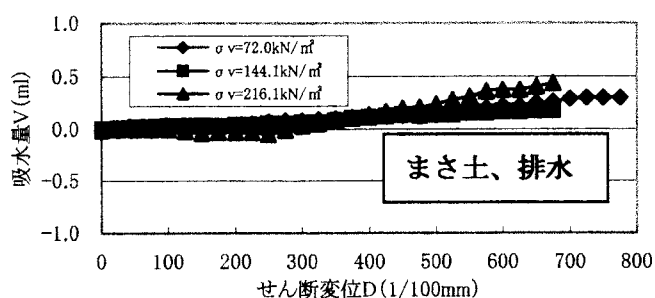


図-4 吸水量 V —せん断変位 D 曲線

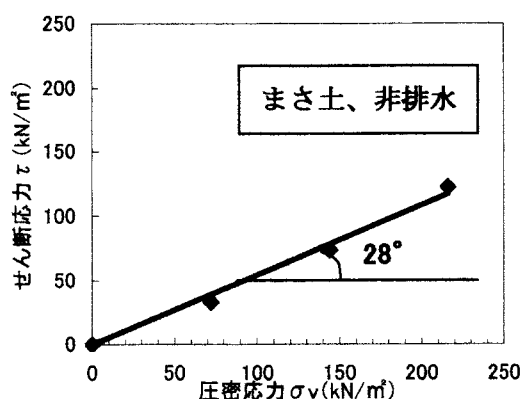


図-5 まさ土の非排水状態における破壊線

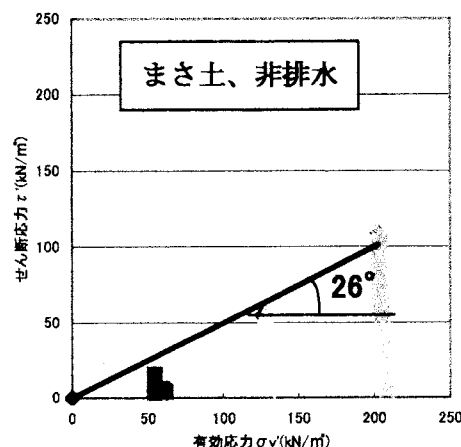


図-6 まさ土の応力破壊経路