

土のレオロジー的特性について (1)

——圧縮強さに及ぼすヒズミ速度の影響——

九州大学農学部 下 川 悦 郎

1. はじめに

土の応力, 変形の時間依存性はすでに知られた事実である。観測時間を変化することによって, 強さ, 変形の様相が変ってくるのはその例である。従来からこの点に関する研究は Taylor, Hvorslev, Mitchell, Casagrande 及び Tan 等によってなされている。Taylor は強度とヒズミ速度(対数)の間に直線関係が成立することを確かめているが, 時間依存性はあまり大きくないと結論づけている。Hvorslev の結論はヒズミ速度を破壊までの経過時間におきかえただけで Taylor の結論と矛盾しない。Casagrande 等は応力ヒズミ図の性状, 強度について考察し, 前述の結果を得ているが, 不飽和土ではヒズミ速度の減少にともなって逆に強度が増加すると報告している。又一方ではこのような現象の原因を明らかにする研究が行なわれているが, 代表的なものに Mitchell, Casagrande 等の研究があげられる。Mitchell は土のせん断抵抗を速度過程としてとらえ, 土の時間依存性が構造と湿度に影響されることを理論的に解明している。Casagrande はこれを間ゲキ水圧の発生の仕方によるものだとしている。しかしこれらの結論は粘性にもとづく構造効果, 間ゲキ水圧だけの影響を考慮し, 又多くの仮定を含んでいる点から, 土の強さに及ぼすヒズミ速度の影響を十分に把握

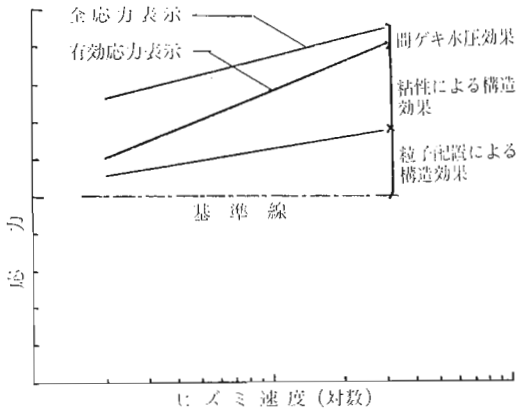


図-1 応力に及ぼすヒズミ速度の影響 (模式図)

できていない。

即ち図-1に模式的に示すように粒子配置の違いによる構造効果を更に考慮すべきであると考え。

この点に立脚し, 研究を進めてきた結果, 破壊ヒズミとヒズミ速度の関係等独自の現象を見出すと共に応力とヒズミ関係について更に考察しなければならないことを知った。

2. 試料, 供試体及び実験方法

試料は福岡県八女郡大洲地すべり地から採取した石墨片岩の風化土(比重, 2.746, LL, 38% PL, 16.9%)である。試料は採取した後, 空気乾燥し4.76mm以下を供試体作成に供した。供試体は試料作成用圧密器にて圧密させ $\phi 5 \times 12.5\text{cm}$ の寸法に調整した。三軸試験は圧密非排水条件で, 側圧を4段階, ヒズミ速度を7段階に変えて行なった。

3. 実験結果及び考察

図-2(a)は軸差応力($\sigma_1 - \sigma_3$), 間ゲキ水圧 u とヒズミ ϵ の関係を示す。

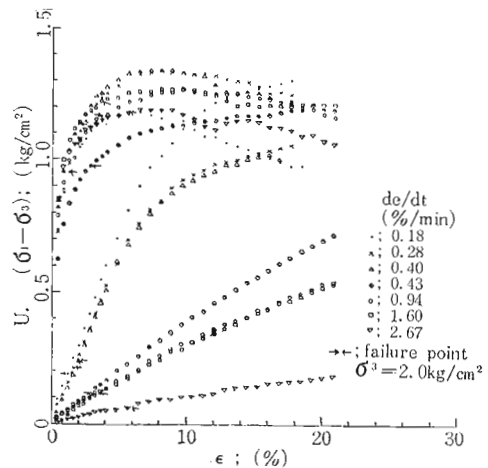
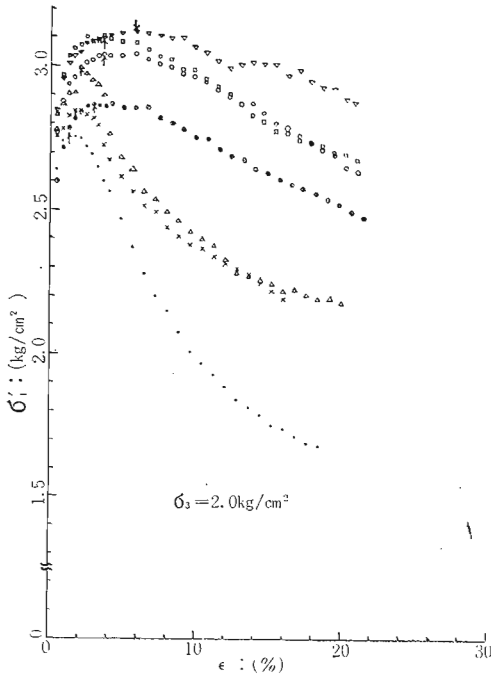


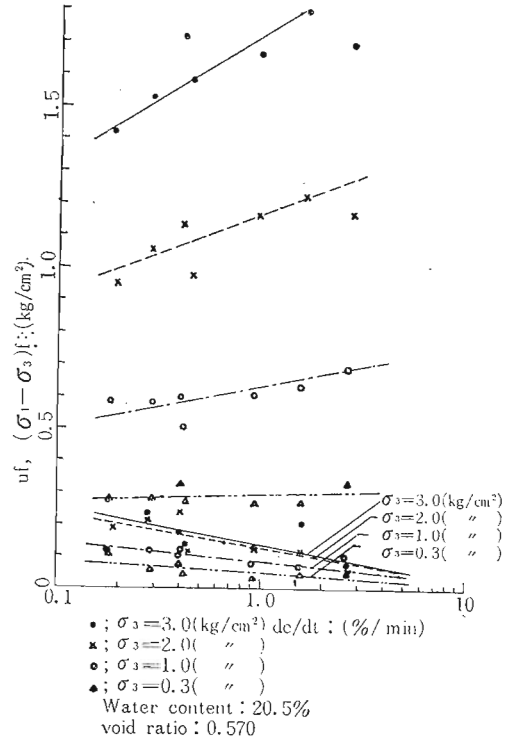
図-2(a) 軸差応力($\sigma_1 - \sigma_3$), 間ゲキ水圧 u とヒズミ ϵ の関係の一例



図一 2 (b) 有効主応力 σ_1 とヒズミ ϵ の関係の一例
ヒズミ速度が増加するに従って軸差応力は増加する傾向があるが明確な傾向は示していない。しかし間ゲキ水圧はヒズミ速度の減少に従って大きな差を示しており、図 2—(b) に示すように有効主応力 σ_1 とヒズミの間にはその増加の傾向が明瞭に示されている。ヒズミの進行段階に応じて応力、間ゲキ水圧の変化状況を見ると、小さいヒズミでそれらの差はあまり大きくないが、ヒズミが大きくなるに従って、増加している。このことは小さいヒズミでは応力の差は専ら、粘性及び粒子配置の違いによる構造効果に支配され、大きいヒズミでは間ゲキ水圧によって、支配されることを示していると考えられる。

次に図一 3 は破壊時の軸差応力 $(\sigma_1 - \sigma_3)_r$ 、間ゲキ水圧 u_r とヒズミ速度 de/dt の関係であるが、Taylor 等の結果と一致する。

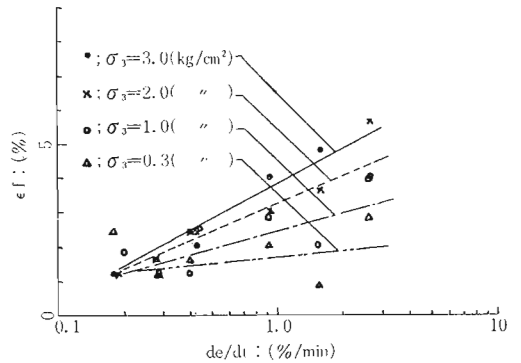
しかし圧密条件のもとで試験を行なったため、直線の勾配は側圧 σ_3 に影響を受けており、 σ_3 の増加と共に傾向は著しくなっている。間ゲキ水圧についても同様である。ところでヒズミ速度の増加に従って供試体の破壊形状がタル型からセン断面形成型へ移行することを前報で述べた。又 Yong が仮定した条件（急速セン断の場合は緩速セン断の場合に比しセン断面近くにおける粒子の平行度合がより大きくなる）を考慮すると



図一 3 破壊時の軸差応力 $(\sigma_1 - \sigma_3)_r$ 、間ゲキ水圧 u_r とヒズミ速度 de/dt の関係

有効応力表示における強度の減少傾向がこの点からも説明されると考えられる。即ち粒子の回転、移動に費されるエネルギーが応力の一部となるが、急速セン断の場合が緩速セン断の場合に比し粒子の回転、移動が大きくなるので、そのために費やすエネルギーがより大きくなり、大きい応力を発生するわけである。

図一 2 (a) における破壊ヒズミ ϵ_r とヒズミ速度 de/dt の関係を示したのが図一 4 である。



図一 4 破壊ヒズミ ϵ_r とヒズミ速度 de/dt の関係
ヒズミ速度の増加に従って ϵ_r は大きくなり、更にこ

の傾向は側圧の増加に従って著しくなっている。これは変形の進行段階における変形形状、構造の変化と結びついていると考えられる。

4. 結 び

飽和粘土を用い種々のヒズミ速度による三軸圧縮試験の結果から、破壊応力、破壊ヒズミはヒズミ速度の変化によって大きく影響され、それらは破壊形状及び構造の変化と密接に結びついていることを知ることができた。

参考及び引用文献

(1) D. W. Taylor. Fundamentals of Soil Mechanics.1948. pp.377~378
 (2) R. F. Scott. Principles of Soil Mechanics.1963. pp.370~376
 (3) J. K. Mitchell Shearing Resistance of Soils as a Rate Process. A. S. C. E. January.1964. p.29~59
 (4) M. Richardson 他 Effect of Strain-Rate upon Undrained Shear Resistance of A Saturated Remould Fat Clay Géotechnique.1963. pp.310~324
 (5) 下川悦郎土のレオロジー的性質について (予報) 九林講1969. pp.235~236
 (6) R. N. Yong 他 Introduction to Soil Behavior 1966. pp.313~322

トラクタ集材作業に影響をおよぼす要因分析 (II)

トラクタ牽引性能と土壌因子

九州大学農学部 中 尾 博 美
 森 田 紘 一

1. はじめに

トラクタ集材現場におけるトラクタ性能に影響をおよぼす直接の環境要因として、地表面の微小変化を含む地形と地表面附近の土質が考えられる。

今回は土壌含水比が牽引性能におよぼす影響をみるため牽引力実験を行なった。また、林地の土壌含水比を変化させる降雨現象のトラクタ集材作業におよぼす影響についても検討を行なった。

2. 降雨と作業工程

1) 調査方法

- a) 調査地：熊本営林局管内B生産事業所(霧島火山地 火山灰土壌)
- b) 調査期間：昭和43年10月より昭和45年3月までの17ヶ月(欠測1ヶ月, 287作業日)
- c) 調査事項：1日の集材量, 同稼働時間, 同降雨量

2) 調査結果

月毎の平均日作業量について、降雨当日、翌日、翌々日の作業実績と晴天日の作業実績との百分率を第1図に示す。また、調査期間中を通じての晴天日と、降

第1表 日平均作業量

| | 降雨当日 平 | 比 | 翌日 | 比 | 翌々日 | 比 |
|-----|---------------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|----|
| 作業量 | 41.789 ^{m³} | % | 35.372 ^{m³} | % | 45.399 ^{m³} | % |
| 晴天日 | 47.643 | 87 | 47.745 | 74 | 47.129 | 96 |
| 差 | -5.854 | | -12.373 | | -1.730 | |
| 検定 | ※ sig. | | ※※※ sig. | | not sig. | |

第2表 時間平均作業量

| | 降雨当日 | 比 | 翌日 | 比 | 翌々日 | 比 |
|-----|--------------------------------|----|--------------------------------|----|--------------------------------|-----|
| 作業量 | 7.775 ^{m³} | % | 6.374 ^{m³} | % | 8.437 ^{m³} | % |
| 晴天日 | 8.240 | 94 | 8.196 | 78 | 8.185 | 103 |
| 差 | -0.465 | | -1.822 | | 0.252 | |
| 検定 | ※ sig. | | ※※※ sig. | | not sig. | |

第3表 稼働時間

| | 降雨当日 | 比 | 翌日 | 比 | 翌々日 | 比 |
|------|-------------------|----|-------------------|----|-------------------|----|
| 稼働時間 | 5.38 ^h | % | 5.56 ^h | % | 5.38 ^h | % |
| 晴天日 | 5.75 | 93 | 5.79 | 95 | 5.70 | 94 |
| 差 | -0.37 | | -0.23 | | 0.32 | |
| 検定 | ※※ sig. | | not sig. | | not sig. | |