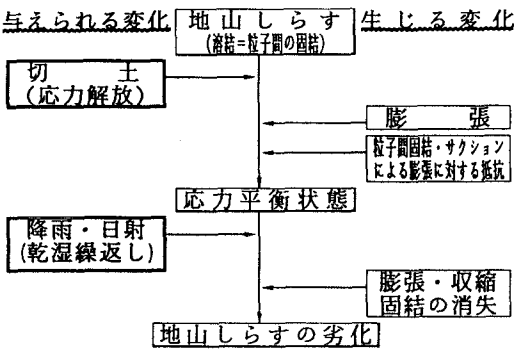
III-143　乾湿の繰返しに伴う不攪乱しらすの劣化について

九州大学大学院　学○梅村　順
九州大学工学部　正　落合英俊　正　林　重徳

1．はじめに　しらすの切土斜面では表層部の劣化が表面流による侵食特性に影響を与えていると考えられる．著者らは，種々の風化作用のうち，しらすの分布する南九州の気候特性から乾湿の繰返しに主眼を置き，これに伴う不攪乱しらすの力学的性質の変化について検討を行っている．本文では，乾湿の繰返しに伴う劣化が，切土により解放された応力の大きさと乾湿の繰返し過程での含水比の変化幅に依存すると考えた．そして，最も劣化の度合いが大きくなると考えられる条件として，拘束しない状態で炉乾と飽和の繰返しを不攪乱しらす試料に与えてから単純せん断試験に供し，その結果から，乾湿の繰返しに伴う劣化過程を，ダイレイタンシーにより消費される仕事に着目して表すことを試みた．

2．劣化に関する考察　切土は，地盤中にあるしらすの応力条件と含水状態の変化をもたらす．しらす地盤中のある位置を考えると，切土に伴って応力が減少し，体積は膨張しようとする．しかし，不攪乱しらすは微視的には粒子間の固結を有し，また，不飽和状態ではサクションが作用するので，これらが膨張に対して抵抗する．そのため，含水状態が変わらないならば，これら膨張とそれに対する抵抗が平衡するところまで体積は膨張すると考えられる．一方，含水状態は，地盤中ではほぼ一定だが，地表付近では乾湿の繰返しが生じる．乾湿の繰返しはサクションの繰返しを引き起こすので，膨張に対する抵抗が変化して，しらすは膨張，収縮を繰返す．この過程でサクションが消失したときに，膨張に対する抵抗は粒子間の固結が担うので，その毎に固結の弱い部分から次第に失われるだろう．このように，不攪乱しらすの劣化は，粒子間の固結が失われていく過程であり，粒子間の固結は一度消失すると回復しないので，劣化は，不攪乱しらすが乱されていく過程と考えられる．



図－１　乾湿の繰返しに伴う地山しらすの劣化

以上の考察をまとめると，図－１のようになる．考察から，①乾湿の繰返しを受ける前に解放された応力の大きさ，②乾湿の繰返し過程の含水比の変動幅，が劣化の度合いを決める因子である，と推察される．

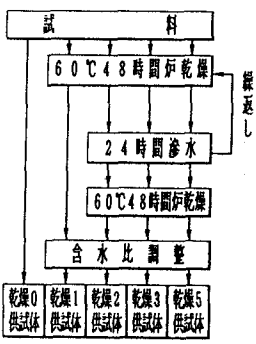
3．試験方法・結果と考察　試料は，鹿児島県国分市で採取した不攪乱のしらすで，平均的な性質を表－１に示す．供試体には乾湿の繰返しとして，図－２に示すような条件を与えた．なお，試験時の供試体の含水比は，自然含水状態の20～24％とした．試験装置は，供試体箱が直径5.0cmで2.0cmのせん断ゾーンを持つ単純せん断試験装置で，試験は垂直応力σ_v＝0.2，0.6，1.0kgf/cm²の３種類の条件で行った．

表－１　試　料　の　性　質

粒子比重	乾燥密度	間隙比
2.473	1.29 g/cm³	0.948
透水係数	山中式土壌硬度指標	
5.28×10^{-4}cm/s	30.95mm(含水比14.5%)	

粒度					
粘土	シルト	細砂	粗砂	細礫	礫
4.9％	13.7％	22.5％	38.9％	11.4％	8.6％

図－３は試験結果の一例を示したものである．せん断応力－ひずみ曲線は，乾湿を繰返し与えることにより偏平になり，また，体積ひずみは膨張側から収縮側へ変化し，変形後半に差異がみられる．せん断応力と体積変化は密接に関



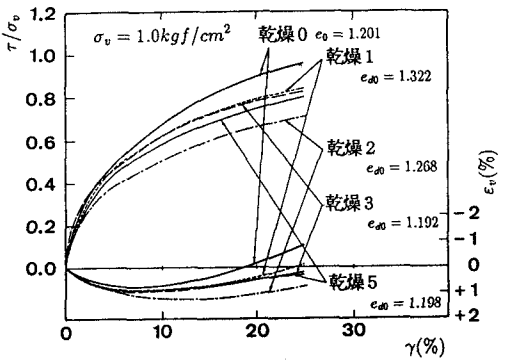
図－２　不攪乱供試体に与えた乾湿条件

係しているので，このようなせん断応力－ひずみ曲線の変化をダイレイタンシーに起因すると考え，せん断過程における体積変化挙動に着目して，ダイレイタンシーにより消費される仕事$dW_d/d\gamma$を，次式，

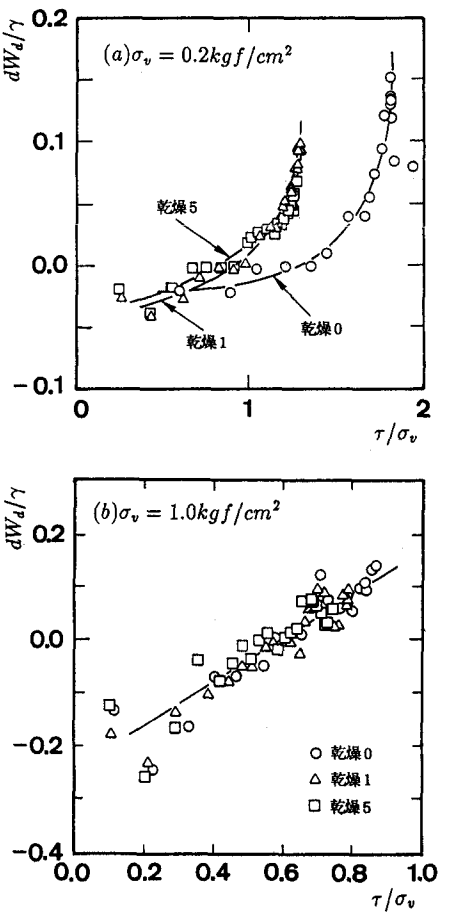
$$\frac{dW_d}{d\gamma} = \sigma_v \cdot \frac{d\varepsilon_v}{d\gamma} \qquad (1)$$

で評価し，これを用いて劣化過程を検討した．

図－４は，σ_v＝0.2および1.0kgf/cm²の条件での結果から，(1)式により算出したダイレイタンシーに伴い消費される仕事$dW_d/d\gamma$と応力比τ/σ_vの関係を，乾燥０回，１回および５回の条件のときについて示したものである．σ_v＝0.2kgf/cm²では，乾燥０回の条件のとき，τ/σ_v－$dW_d/d\gamma$関係は，τ/σ_vの正の方向に寄っていて，乾湿の繰返し条件を与えると$dW_d/d\gamma$に対するτ/σ_vの値が低下する．そして，乾燥１回の条件で低下した後，乾燥５回の条件までほぼ同じτ/σ_v－$dW_d/d\gamma$曲線になる．また，1.0kgf/cm²では，乾燥条件に寄らず，ほぼ同じτ/σ_v－$dW_d/d\gamma$関係を呈し，σ_v＝0.2kgf/cm²とは異なる傾向を示す．一方，図には示していないが，σ_v＝0.6kgf/cm²の場合には，これらσ_v＝0.2kgf/cm²の場合とほぼ同じ傾向を示すが，τ/σ_vの低下量は，σ_v＝0.2kgf/cm²のおよそ1/2程度であった．これらの結果から総体的にに判断すると，乾湿の繰返しに伴う影響は，ダイレイタンシーに伴い消費される仕事に着目すると，乾燥１回で大きな変化が現れ，その後の乾湿の繰返しでは殆ど変化せず，また，σ_vが大きくなると，この傾向が現れ難くなるといえる．



図－３ せん断試験結果の一例



図－４ 乾湿繰返しに伴うダイレイタンシーに消費される仕事の変化

４．まとめ

1)劣化の度合いは，乾湿の繰返しを受ける前に解放された応力の大きさと，含水比の変動幅に依存すると推察される．そして，劣化の度合いの評価は，粒子間の固結の程度を定量的に表せれば可能であろう．

2)乾湿の繰返しに伴う劣化過程を，ダイレイタンシーに消費される仕事$dW_d/d\gamma$を(1)式で評価して，この評価を用いて表した．τ/σ_v－$dW_d/d\gamma$関係より，乾湿の繰返しに伴う不攪乱しらすの変化は，乾燥１回で大きく現れ，その後の繰返し過程では殆ど変化がみられなかった．また，σ_vが大きくなると，このような傾向が現れ難くなった．

最後に，㈲末永工業，ライト工業㈱九州支店，鹿児島営業所には試料採取に御協力戴いた．厚く感謝の意を表する．

参考文献　1)梅村他(1992)：火山灰に関する研究討論会論文集，pp. 19-24.　2)村田他(1977)：土質工学会論文報告集，Vol. 17, No. 3, pp. 81-91.　3)前田他(1991)：土木学会論文集，No. 430, Ⅲ-15, pp. 97-106.