

せん断波速度を用いたため池堤体土の強度低下特性の評価に向けた基礎的検討

A fundamental study for evaluating strength reduction using shear wave velocity

○元木張喜* 上野和広*

MOTOKI HARUKI UENO KAZUHIRO

1. 背景と目的

ため池とは、農業用水確保のために人工的に造成された池のことであり、全国に約15万か所存在している。その多くは築造年代が古く、老朽化が進んでいることや耐震性に問題があることが懸念されている。

一般的に地盤材料は時間が経過すると、インターロッキングやセメンテーションなどの年代効果によって安定化するとともに、強度が向上すると考えられている。しかし、現在の耐震性照査手法では、試料採取の際に生じる供試体の乱れによって年代効果を正確に考慮することが難しく、堤体の耐震性を過小評価することが考えられる。これは安全側の評価であるが、不要な対策工を要求することになりかねない。

そこで、現地堤体と室内試験の双方で測定可能なせん断波速度 V_s を指標とし、耐震性評価で用いる材料特性を補正することによって、より高精度な評価を実現できないかと考えた。本研究では、ため池の耐震性照査手法の1つである修正ニューマーク-D法を対象とし、この中で用いる強度低下特性の補正に向けた検討を行った。なお、強度低下特性とは、三軸試験において地震動を模擬した非排水繰返し載荷を供試体へ与えた際に生じる軸ひずみと、その後の単調せん断時に発揮した最大主応力差との関係を表すものである。

2. 実験方法

本研究では、試料土として鉾田砂を用いた。供試体は $\phi 50\text{mm} \times h100\text{mm}$ のモールド内で突固めて作製した。供試体の締固め度は $D_c=85\%$ とした。年代効果を再現するため、一部の供試体に早強ポルトランドセメントを混合した。セメントを混合した供試体は密閉容器内へ水を張ったバットとともに静置し、乾燥を避けながら7日間気中養生した後、試験に用いた。試料土の乾燥質量に対し、0%、1.3%、1.5%のセメントを混合した供試体を用い、JGS 0523「土の圧密非排水(CUbar)三軸圧縮試験方法」に準じた圧密非排水単調載荷試験(純単調試験)と、非排水繰返し載荷によって供試体へ所定の軸ひずみを与えた後に引き続き単調載荷を行う試験(繰返し+単調試験)を実施した。また、全ての試験において、載荷前にせん断波速度 V_s を測定した。

3. 結果と考察

純単調試験時と繰返し+単調試験時の代表的な応力-ひずみ曲線を図1に示す。純単調試験に比べて、繰返し+単調試験では最大主応力差が減少した。この減少が非排水繰返し載荷による強度低下を表す。

各セメント混合率での強度低下の傾向を比較するため、残存強度率(純単調試験での最大主応力差に対する繰返し+単調試験での最大主応力差の比)と繰返し載荷で生

*島根大学, Shimane University, キーワード: ため池, せん断波速度, 強度低下特性, 年代効果

じた軸ひずみとの関係を、式(1)を用いて近似した。

$$D = e^{-(\varepsilon/t)^d} \quad (1)$$

D : 残存強度率, ε : 軸ひずみ(%),
 t, d : 材料パラメータ

式(1)中の材料パラメータ t は顕著な強度低下が生じる軸ひずみ ε の範囲を、材料パラメータ d は $\varepsilon = t$ における強度低下の傾きを規定する。各セメント混合率における材料パラメータ(t 、 d)とせん断波速度 V_s との関係を図 2 に示す。せん断波速度 V_s が増加すると材料パラメータ(t 、 d)のどちらも増加する傾向にあることが分かる。先行研究²⁾では、セメンテーションが土粒子間の接触点を増加させ、これがせん断波速度 V_s の増加に寄与していると指摘している。また、一般的にセメントを混合した土質材料では強度の増加が見込まれる。これらのことから、せん断波速度 V_s と材料パラメータ(t 、 d)の間には図 2 に示したような相関関係があると考えられる。

4. まとめ

本研究では、せん断波速度 V_s と強度低下特性との関係について検討を行った。その結果、せん断波速度 V_s が増加すると材料パラメータ(t 、 d)の値も増加することが確認された。双方の間に相関関係が確認されたことから、せん断波速度 V_s を用いて強度低下特性を補正することで、現地のため池堤体の耐震性をより高精度に推定できる可能性が示唆された。ただし、本研究では、セメント混合率 0%、1.3%、1.5%の供試体について試験を実施したのみであることから、今後セメント混合率を変化させた

試験を実施し、信頼性を上げる必要があると考えている。

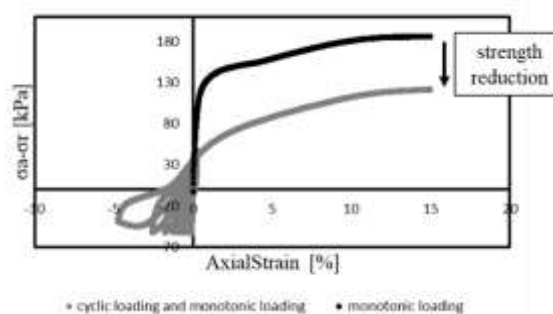


図 1 繰返し载荷による強度低下
Figure 1 Strength reduction due to cyclic loading

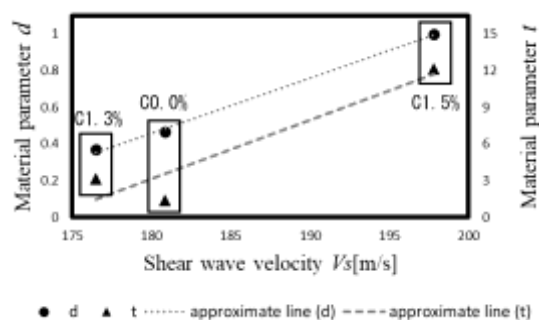


図 2 せん断波速度と材料パラメータ(t 、 d)の関係

Figure 2 The relationship between shear wave velocity and material parameters

参考文献

- 1) 上野和広、田中忠次、毛利栄征、龍岡文夫：非排水繰返し载荷による飽和土の強度低下の評価法、地盤工学会誌 63-3 p.20-23
- 2) 志賀正崇、清田隆、片桐俊彦：セメンテーションを付加した砂試料の圧密時におけるせん断波速度の変化と液状化特性、土木学会論文集 A1 77-4 p. I _557- I _563