

Ⅲ-339

各種試験による堆積軟岩の変形特性について(その2)

ダイヤコンサルタント 正会員 中島 雅之
建設省東京湾岸道路調査事務所 安藤 憲一
同上 山本 暢人
東京大学生産技術研究所 正会員 龍岡 文夫

1. はじめに

堆積軟岩地盤に建設する大規模構造物の挙動を予測する場合、地盤の変形特性の評価が重要となる。掘削工事や建設工事に伴って発生する地盤内のひずみは、0.2%以下であることから、微小なひずみレベル(10^{-5})~中ひずみレベル(10^{-3})までの変形特性の把握が重要である。さらに、建設工事にともなう圧力レベルの変化も考慮する必要がある。変形特性の圧力レベル、せん断荷重レベルあるいはひずみレベルの依存性を求める目的で、载荷の途中で微小な繰返し荷重を与える等方圧密試験と三軸圧縮試験を実施した。

2. 実験装置及び実験方法

今回実施した試料は、神奈川県観音崎地区においてボーリングにより採取された砂質シルト岩、シルト質砂岩、凝灰角礫岩であり、実験装置は、载荷中に微小な繰返し(除荷・再载荷)を行なうことが可能である。その詳細は、各種試験による堆積軟岩の変形特性について(その1)¹⁾を参考にされたい。

変形特性を求める場合、圧力レベル、せん断荷重レベルあるいはひずみレベルの影響を考慮することが重要である²⁾³⁾。今回実施した試験では、この特性を一つの供試体により求めることが可能である。なお、LDT(Local Deformation Transducer)を用いて正確な軸ひずみを測定している。

3. 圧力レベル依存性について

等方拘束圧条件($\sigma_1 = \sigma_3$)で拘束圧を変化させ、微小な载荷(軸ひずみ 10^{-5} 程度)をそれぞれの圧力条件下で実施することにより、非損傷の状態における弾性変形係数の圧力レベル依存性を得た。図-1に弾性変形係数($E_{\max}$)の圧力レベル依存性の結果を示し、同図から、三岩種とも圧力レベル依存性(非損傷)が無視できないことが確認できる。 $\log E_{\max}$ と $\log \sigma_a$ の関係は必ずしも線形ではなく、軸応力(σ_a)が大きくなるほど、係数 m は大きくなる傾向にある。

次に、三軸圧縮試験の途中において、微小な除荷・再载荷を行なうことにより、せん断

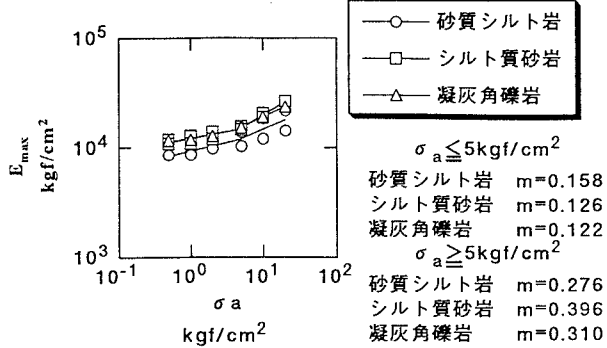


図-1 弾性変形係数の圧力レベル依存性(非損傷)

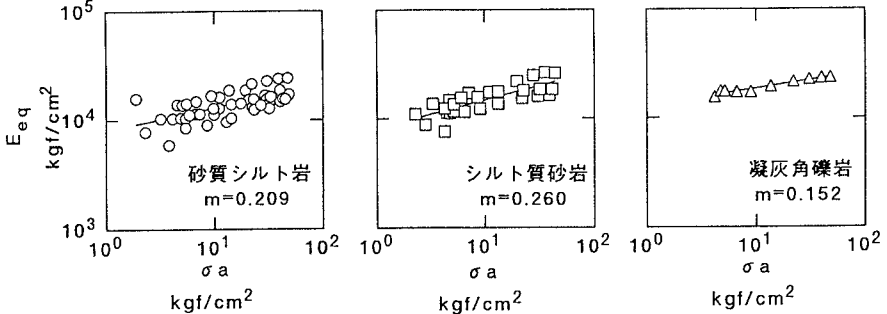


図-2 弾性変形係数の圧力レベル依存性(損傷)

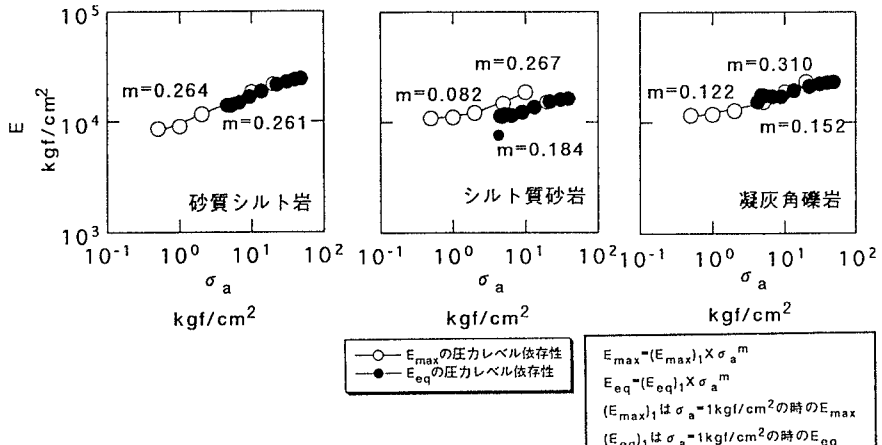


図-3 各岩種における代表的な圧力レベル依存性の例

による構造破壊の影響と軸応力の増加の影響を受けた弾性変形係数(E_{eq} :等価線形変形係数)を求めた。図-2に弾性変形係数 E_{eq} の圧力レベル依存性を示し、同図から、 E_{eq} は σ_c の増加に従って増加していることが分かる。同一の σ_c での等方状態の E_{eq} と三軸圧縮状態の E_{eq} の差がせん断による損傷と考えられる。図-3に両者の比較の代表例を示す。

4. せん断荷重レベル依存性について

供試体に与える σ_c を増加させることにより、構造破壊による剛性の低下と、軸応力(前述の圧力レベル)の増加にともなう剛性の増加が現れることから、この両者の関係を明らかにする必要がある。

図-4には、 E_{eq} と接線変形係数(E_{tan})のせん断荷重レベル依存性を示した。同図より、砂質シルト岩においては q/q_{max} が0.3付近まで E_{tan} の上昇する傾向があらわれている。これは、 q/q_{max} の増加とともに塑性化が進み E_{tan} は減少するが、圧力レベルの増加の影響により E_{eq} が増加し、見掛け上 E_{tan} が増加しているためである。その他の二岩種についても q/q_{max} が0.6付近まで、圧力レベルの増加による影響で、見掛け上 E_{tan} の減少率が小さくなっている。

5. ひずみレベル依存性

図-5には、 E_{eq} と E_{tan} のひずみレベル依存性を示した。同図より、どの岩種についても E_{tan} が一定であるひずみの範囲が広い。このことから、どの岩種においても線形弾性領域が広いと捉えがちなが、ひずみの進行に伴って圧力レベルが増加し E_{eq} が増加するため、見掛け上線形性が増加していると考え必要がある。この事は、ひずみレベルの増加により E_{eq} が増加していることで理解できる。

変形係数は、一般的に微小ひずみレベル(10^{-6} 程度)において最大値を示し、ひずみレベルが大きくなるに従って減少していくと言われている。しかし、ひずみレベルだけに着目して、圧力レベルの増加による剛性の増加の影響を考慮しないと、本来の変形係数を正しく評価できない。よって、ひずみレベル(あるいはせん断荷重レベル)のみならず圧力レベルに着目して変形特性を把握する必要がある。

6. 結論

以上のことから次に述べる事が明らかとなった。

1) 微小ひずみ領域における等方圧密及び三軸圧縮試験の途中で微小な繰返し載荷を実施する事により、少ない供試体数で変形特性について多くの情報(圧力レベル、せん断荷重レベルあるいはひずみレベルの依存性)を得る事が可能である。

2) 弾性変形係数は圧力レベルに依存するが、せん断変形による損傷を受けると、その依存性の程度が低下する。

3) 変形特性は、ひずみレベル依存性(あるいはせん断荷重レベル依存性)だけに着目していると、本質を把握できなくなる。あわせて、圧力レベル依存性を評価する必要がある。

参考文献

- 1) 荒川・龍岡他(1995): 各種試験による堆積軟岩の変形特性について(その1), 土木学会第50回年次学術講演会発表予定
- 2) 木幡・龍岡(1994): 三軸状態で地盤材料の変形係数に関する考察, 第29回土質工学研究発表会 p695~698
- 3) 井上・龍岡・木幡(1995): 硬質地盤上の直接基礎の沈下特性について, 第30回土質工学研究発表会発表予定

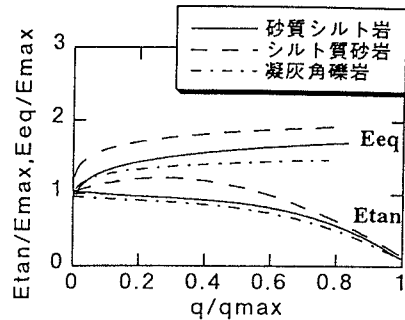


図-4 変形係数のせん断荷重レベル依存性

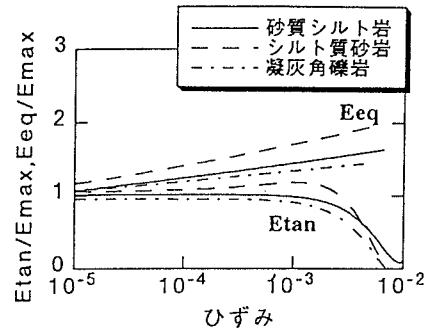


図-5 変形係数のひずみレベル依存性