

# III-106 固結したフィルダム基礎地盤の地震時安定について

愛知工業大学工学部 (学) ○吉川冬木  
同(正) 奥村哲夫・成田国朝・大根義男

## 1. はじめに

最近、フィルダムの基礎地盤として、第三紀や第四紀洪積世の砂地盤が多く用いられるようになった。これらの砂地盤は砂粒子間に介在する微粒子が地質年代を経て固結化し、粒子骨格に一定の構造強さを有しているが、地震時には骨格の破壊によって基礎の急激な沈下や、すべり破壊を誘発することが考えられる。筆者ら<sup>1)</sup>は先に、この種の砂地盤の地震時安定性に関して1つの評価方法を提案したが、この中で地盤内の応力状態の算定に弾性応力解を用い、これを静的に重ね合わせる簡便手法をとった。本研究では、応力状態の算定にFEM動的応答解析を導入した計算結果を示し、合わせて基礎地盤の圧密状態や初期応力状態が地震時安定性の評価に与える影響を論じる。

## 2. 解析方法

固結した砂地盤に対する地震時安定性の評価手順を図-1に示す。

手順①、②の初期応力と繰返しせん断応力比Lの計算にFEM動的応答解析を用いる。手順③では初期せん断応力 $\tau_s$ と繰返しせん断応力 $\tau_d$ の比 $\tau_s/\tau_d$ が1.0以上では破壊しないと判定する。これは動的強度試験<sup>2)</sup>の結果(図-2)に基づくものであり、 $\tau_s/\tau_d > 0.9$ で強度増加率Rsの急激な増加が認められる。手順④では、各位置の平均有効拘束圧 $\sigma'_m$ と先行圧縮応力pcを比較して過圧密領域と正規圧密領域を識別し、手順⑤、⑥でそれぞれの領域の強度推定式を用いて動的強度比Rを求める。ただし、図-2に示したように正規圧密状態の砂には初期せん断応力による強度増加が見込まれるので、その効果を $Rs=1+r \cdot (\tau_s/\tau_d)$ の形で与える。手順⑦では動的強度比Rと手順②で求めた繰返しせん断応力比Lとの比をとり、動的破壊に対する安全率 $F_L$ を求める。

## 3. 解析条件

図-3は計算に用いた断面であり、実在のアースフィルダム(堤高52m)と基礎地盤をモデル化したものである。基礎地盤は細・中砂から成る洪積世砂地盤であり、N値は50以上、pcは5kgf/cm<sup>2</sup>以上の値が得られている。本文では $F_L$ 値分布に及ぼすpc値や初期せん断応力の影響を調べるために、pc値を1.0~5.0kgf/cm<sup>2</sup>、Rs式のr値を0.3~1.3に変化させて解析を行った。

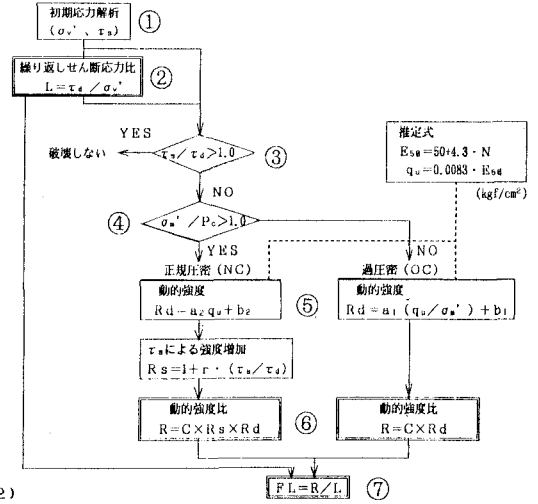


図-1 評価手順

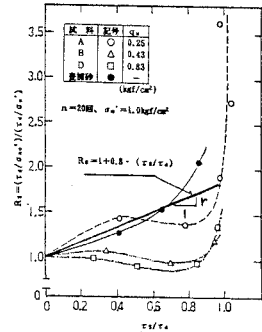


図-2  $R_s$ と $\tau_s/\tau_d$ の関係

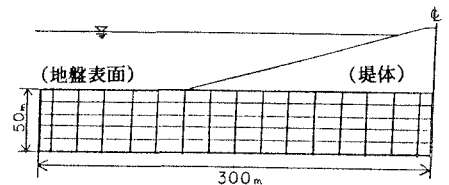


図-3 解析断面(ダム軸上流側のみ表示)

#### 4. 解析結果と考察

図-4(a)~(c)は基礎の入力加速度を260gal、振動数を2Hz(正弦波)とし、 $p_c=1, 3, 5\text{kgf/cm}^2$ と変化させて $F_L$ 値に及ぼす $p_c$ の影響を調べたものである。図中各要素内に点を付したものは、この部分が正規圧密状態(NC)であることを示している。図を見ると、 $p_c$ が大きくなるに従い正規圧密領域は減少し、 $F_L$ 値分布も大きく変化していることが分かる。特に、池敷下方および斜面先下方の基礎地盤では、 $p_c$ が大きくなるに従い $F_L$ 値が高くなっているが、これは、この部分の領域が手順④で新たに過圧密状態と識別されたためと考えられる。

また、図(b)と図(c)に着目して堤体下方の $F_L$ 値分布を比較してみると $p_c$ が大きい(c)図の $F_L$ 値が若干低くなっている。この理由として、この部分の領域が新たに正規圧密状態から過圧密状態に変化し、拘束圧の高い堤体下では手順⑤の強度推定式において拘束圧 $\sigma_m'$ の影響が大きく現れ、過圧密状態下の動的強度が正規圧密状態下よりも小さくなったためと考えることができる。

図-5(a)、(b)は $r$ の値を0.3、1.3と変化させて、 $F_L$ 値に及ぼす初期せん断応力の影響について調べたものである。図より、 $r$ が大きい(b)図の結果は、初期せん断応力による強度増加の影響が $F_L$ 値分布にはつきりと現れ、(a)図と比較して $F_L$ 値の低い領域が全体的に減少する傾向が見られる。また(b)図の $F_L$ 値分布は、図-6に示した初期せん断応力比 $\tau_s/\tau_d$ の等値線を反映した形となっていることが分かる。すなわち $\tau_s/\tau_d$ 値の大きな領域では $F_L$ 値も高くなっている。

#### 5. まとめ

固結したフィルダム基礎地盤の地震時安定性を圧密状態や初期応力状態を変化させて調べた。この結果、過圧密状態の場合は拘束圧に、正規圧密状態の場合は $\tau_s/\tau_d$ にかなり影響されることが分かった。

今後の課題として、N値の深さ方向の変化を考慮した場合の $F_L$ 値分布や、斜面前面に抑え盛土を施工した場合の効果などを調べる必要がある。

#### 《参考文献》

- 1) 奥村他(1991):第17回ICOLD, (投稿中)
- 2) 奥村他(1989):土質論集, Vol. 29, No. 2, pp. 169~180

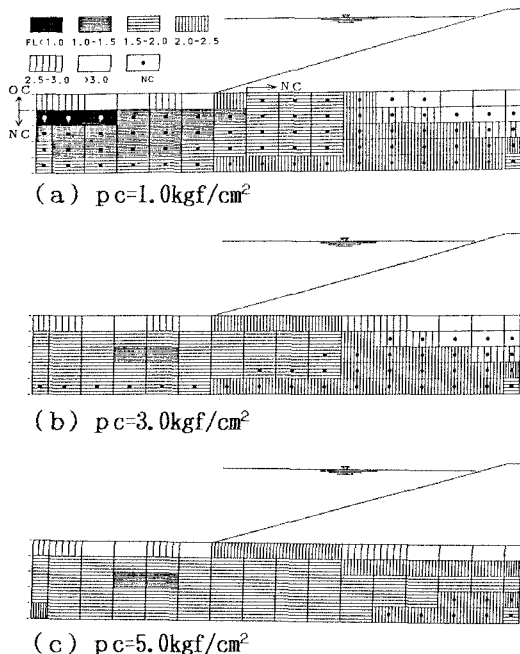


図-4  $F_L$ 値分布 ( $r=0.8$ )

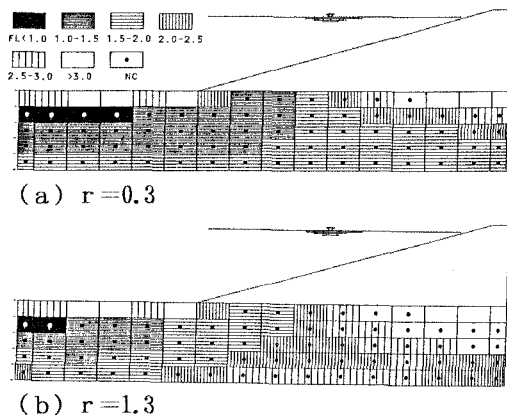


図-5  $F_L$ 値分布 ( $p_c=1.0\text{kgf/cm}^2$ )

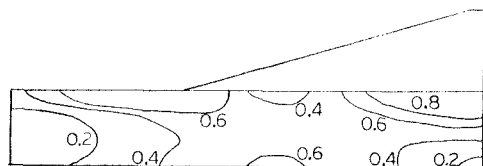


図-6  $\tau_s/\tau_d$ の等値線