

中電技術コンサルタント(株) 正会員 ○古川 智
 " " 渡辺 修士
 " " 大畑 徹夫
 山口大学工学部 " 兵動 正幸

1. まえがき

近年のわが国の被害地震では、道路盛土や河川堤防などの土構造物が数多くの被害を受けている。現状ではこれらの土構造物についての耐震設計は行われていない。そのため設計にどのようにこの現象を取り入れるべきか研究が進められている。

本研究は、あらかじめ静的なせん断応力が作用している広島地盤の事例として、河口部に近く広島粘土層の堆積している河川堤防をとりあげ、筆者らが一連の研究を行っている芸予地震による推定地震動¹⁾を用いて、盛土・基礎地盤系の動的安定性評価方法について検討した結果を報告する。

2. 解析モデル

代表的な河川堤防の護岸断面を図-1に示す。堤防の基礎地盤は、厚い軟弱な粘土層とこの上部に堆積する砂層からなる広島独特の地盤構成を成す。

3. 安定解析方法

盛土・基礎地盤系の動的安定評価方法として次の2通りの方法で行う。

①FEM解析による方法

等価線形複素応答解析により求めた地震時せん断応力と自重解析による初期せん断応力を重ね合わせ、動的非排水強度と対比して局所安全率を求め安全性を評価する。地震時せん断応力は時刻歴最大せん断応力とする。

②円弧すべり計算による方法

ブロック別に求めた動的非排水強度と等価線形複素応答解析結果から得られた等価震度を用いて、円弧すべり安全率を求めて安定性を評価する。

ここで、両方法に用いる動的非排水強度は、異方圧密繰返しせん断試験結果を用いて次のように評価する。異方圧密繰返しせん断特性に関する研究は少ないが、文献2), 3)では繰返し応力比 $(q_{eyc} + q_s) / P_c$ と初期応力比 q_s / P_c との関係を提案している。そこで、FEMによる初期応力解析を行い、ブロック毎に q_s / P_c を求めた後この関係から $(q_{eyc} + q_s) / P_c$ を与え、粘土および砂の動的強度を非排水強度として $C_u = (q_{eyc} + q_s) / 2$ で設定した。なお、動的変形特性は砂を文献4)から、粘土を対象地点の不攪乱試料に対する繰返し三軸試験結果から求めた図-2によった。また地震動は基盤で260galとする。

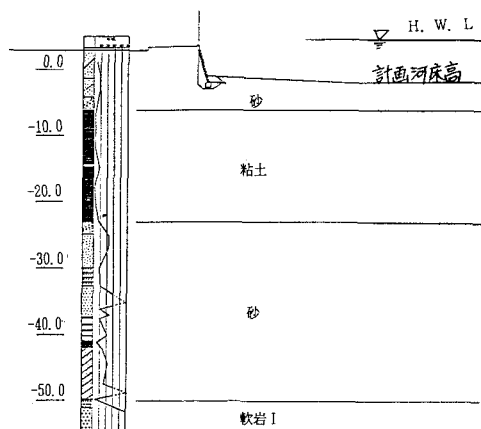


図-1. 河川護岸断面図

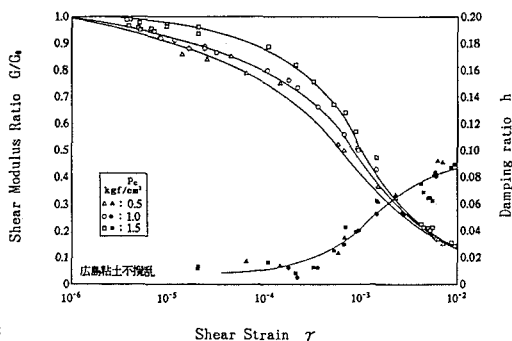


図-2. 広島粘土の動的変形特性

4. 解析結果

(1) 地盤の動的強度

図-3は初期せん断下の動的抵抗せん断応力分布 τ_i (tf/m²)を示したものである。 τ_i は深度に比例して増加し、また拘束圧の大きい盛土側程大きくなっている。

(2) FEM解析による方法

図-4は地震時の局所安全率分布を示したものである。図中のハッチング部は局所安全率が $F_s < 1.0$ の領域であり、護岸直下と河川側に発生する結果となっている。また、粘土層においては安全率が1.0以下となる部分が深部に至るまで現れており、これまで粘土は砂に比べ耐震上安全とされてきた考えを是正する必要があると考えられる。なお、すべり面を仮定したときの最小平均局所安全率は、1.0前後となっている。

(3) 円弧すべり計算による方法

図-5は円弧すべり安全率を示したものである。図中①のケースはブロック毎の等価震度を、②のケースは地表面最大等価震度を一様に与えたものである。粘土層、砂層ともすべり安全率は1.0よりも大きくなっている。これは、等価線形解析において粘土層のひずみが大きく現れたことにより剛性が低下し、加速度が小さくなり、実際より震度を過小評価していることによるのではないかと考えられる。

5. あとがき

盛土基礎地盤系の動的安定性評価方法として、異方圧密繰返しせん断試験により動的強度を評価し、2つの方法によって安定性を検討することを提案しその有用性を示した。また、円弧すべりによる方が大きな安全率を与える結果となった原因は、等価線形復素応答解析による等価震度、地震時せん断応力の評価方法にあると思われる。

(参考文献)

- 1) 古川, 三浦他: 1905年芸予地震による広島地域の地震動の推定(その1), 第43回土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集, 1991
- 2) 兵動, 村田, 安福, 谷水, 小浪, 加藤: 初期せん断を受ける緩い飽和砂の非排水繰返しせん断挙動, 第25回土質工学研究発表会概要集, pp743-746, 1990
- 3) 山本, 兵動, 河田, 杉山: 異方圧密された五日市粘土の非排水繰返しせん断強度について: 第43回土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集, pp378-379, 1992
- 4) 安田進他: 不攪乱試料の動的せん断定数とひずみの関係, 第17回土質工学研究発表会概要集, pp1593-1596, 1982

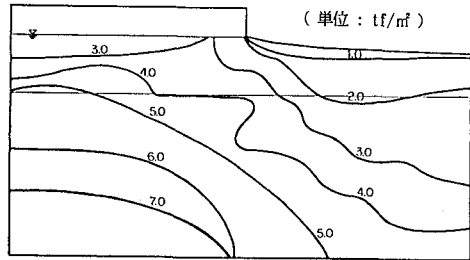


図-3. 初期せん断下の動的抵抗せん断応力の分布

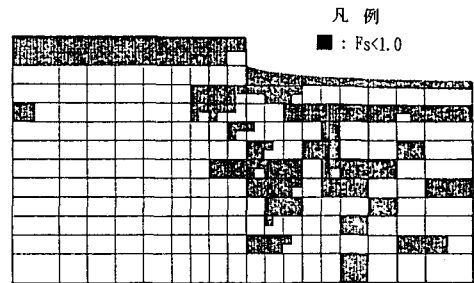


図-4. 地震時の局所安全率分布

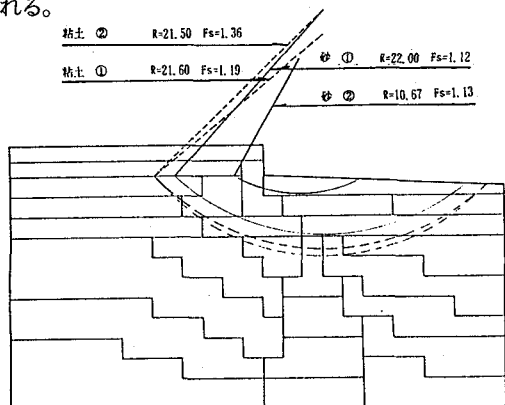


図-5. 地震時の円弧すべり安全率