

III-320

飽和砂斜面の地震時安定解析

山口大学工学部 正員 兵動正幸 村田秀一 安福規之
 復建調査設計(株) 正員 ○藤井照久

1. まえがき

飽和砂から成る斜面の地震時安定解析を行う場合、斜面内にあらかじめ作用している初期せん断を考慮した安定解析が必要である。本報は石原⁽¹⁾の地震時安定解析の考えに基づき、著者らが調べた飽和砂の初期せん断応力下の相対密度別動的強度^{(2), (3)}を用いて斜面の形状及びせん断応力の繰返し回数による安全率への影響について調べたものである。

2. 相対密度別動的強度の評価方法

①密詰め砂(相対密度 $D_r=70\%$)

密詰め砂の場合、動的破壊はサイクリックモビリティ(主応力の反転あり)によるひずみ両振幅の増大または残留ひずみの累積(主応力の反転無し)により生じる⁽³⁾。この際生じるひずみを各サイクル終了時点の有効応力比 η に着目し整理を行うと、図-1のように初期および繰返しせん断応力の大きさは無関係に一義の関係があることが分かる。この関係より、密詰め砂の動的破壊は所定の変形量で規定できそうである。本研究では残留軸ひずみ $\varepsilon_r=10\%$ を動的破壊とし、その関係を繰返し回数とせん断応力比の関係で示すことにより動的強度を規定した。図-2は、繰返し回数とせん断応力比の関係を両対数表示で示したものである。

②ゆる詰め砂(相対密度 $D_r=35\%$)

ゆる詰め砂の場合、動的破壊は流動変形を伴い生じる⁽²⁾。この流動変形で生じる変形量は密詰め砂のときとは異なり応力比 η との間にかなりパラツキが生じ、変形量により動的強度を規定するのはに困難である。そこで本報では、流動変形が生じ始める所をゆる詰め砂の動的破壊と規定し、密詰め砂と同様、繰返し回数とせん断応力比の関係により動的強度を示す。図-3は、繰返し回数とせん断応力比の関係を両対数表示で示したものである。

3. 地震時斜面安定解析に用いる土の強度

本報では、地震時に非排水条件が保たれると仮定して斜面の安定解析を行った。その場合、対象となる強度は、地震時のみに期待される強度で一般に全応力に基づく応力比で表される。実際には、図-4に示すように繰返し回数と共に有効拘束圧は変動するが、動的非排水強度で評価するのは初期圧密圧 p_c における初期せん断応力 q_s と繰返しせん断応力 q_{sc} である。そこで、ここでは2.で密度別に規定した動的強度 R_f (これは、 q_s と繰返し回数によって決定される)を用い、地震により発生するせん断応力比 R との比により動的安全率 F_d を評価する。この関係は、次式のようになる。

$$F_d = R_f / R \quad (1)$$

4. 安定計算例

今回解析対象とした斜面の形状は、図-5に示した傾斜角 $\alpha=35^\circ, 45^\circ$ の2種類でどちらの高さも15mとする。図-6は繰返し回数 $N=20$ 回の場合に限定して計算を行った結果である。この図から、密詰め砂においては斜面勾配の増加に伴い動的安全率が増加しているに対し、ゆる詰め砂では斜面勾配の増加とともに動的安全率は低下していることがわかる。この傾向は、室内試験で得られた初期せん断応力の増減に伴う動的強度の増減と同じである。最後に、非排水状態における地震時安全率に及ぼす繰返し回数の影響を調べたのが、図-7である。この図より、密詰め砂、ゆる詰め砂共に繰返し回数の増加に伴い、安全率が低下していく様子が認められる。

5. あとがき

本報告の結果をまとめると以下の通りである。

- ①地震時安全率の評価を相対密度による破壊強度の相違に着目し行った。その結果、密詰め砂では斜面勾配の増加と共に安全率が増加するのに対し、ゆる詰め砂はその逆の傾向を示した。
- ②地震時安全率に対する繰返し回数の影響を密詰め砂、ゆる詰め砂共に示した。

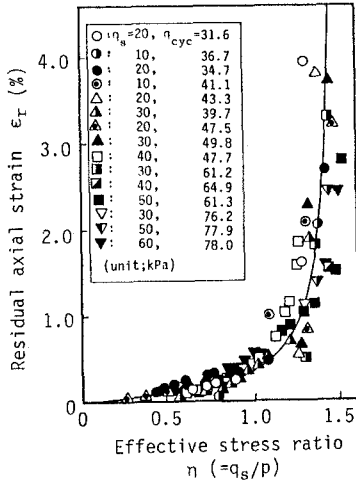


図-1 残留軸ひずみ～応力比関係

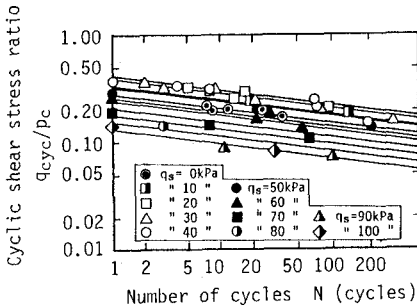


図-3 初期せん断下の動的強度 (ゆる詰め砂)

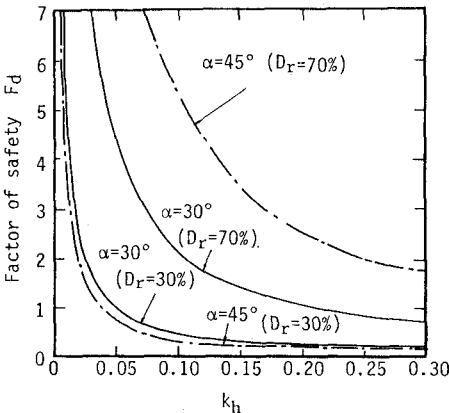


図-6 地震時安全率～震度関係

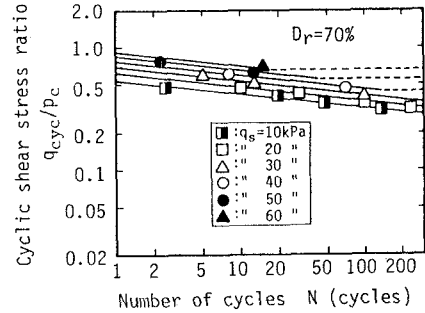


図-2 初期せん断下の動的強度 (密詰め砂)

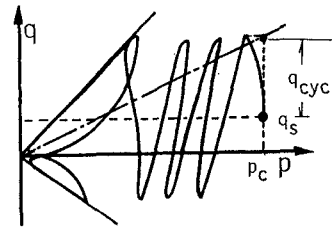


図-4 動的非排水試験における動的強度

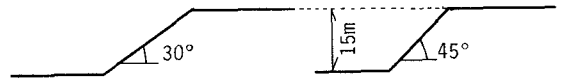


図-5 解析対象斜面

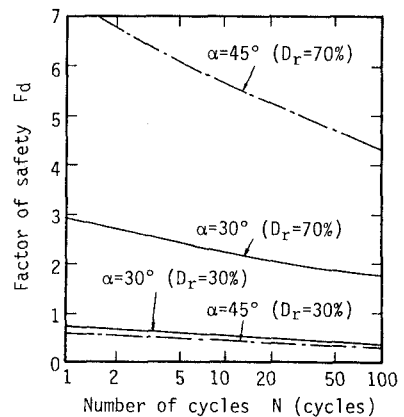


図-7 地震時安全率～繰返し回数関係

参考文献

- 1) 石原研而：土構造物の耐震設計の現状と問題点, 土と基礎, Vol. 28, No. 8, pp. 3-8, 1980.
- 2) 兵動他：初期せん断を受ける飽和砂の動的強度について, 第24回土質工学研究発表会, pp. 797-800, 1989.
- 3) 兵動他：異方圧密砂の液化化とサイクリックモビリティについて, 平成2年度中国四国支部支部研究発表会, 1990.