

1. さえがき

盛土斜面、フィルダム等の土構造物の耐震安定性の検討において、動的解析に用いる基盤入力としては水平動のみが考慮されることが多く、通常は地震動の上下成分は考慮されない。これは地震動の上下成分は水平成分に比して小さい(最大加速度にして1/2程度)、土構造物の上下動入力に対する増中は比較的小さい、土構造物自体に常時作用する重力に比して地震時の上下方向の慣性力は小さい等の理由によるものと思われる。一方、上下動入力が斜面の安定に及ぼす影響としては、上下方向の慣性力のみならず上下動入力によって引起される水平方向の慣性力についても考慮する必要がある。ここでは正弦波および地震波を用いて地震動の上下成分が斜面の安定に及ぼす影響について検討を行った。

2. 検討条件および方法

検討の対象とした斜面を図-1に示す。盛土材料のせん断定数 G 、減衰定数 h のひずみ依存性は双曲線モデルを仮定し、等価線形化手法によって考慮している。入力は正弦波および地震波で、正弦波入力は上下入力 $T_v = 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0 \text{ sec} \times A_v = 100, 200, 300 \text{ gal}$ 、水平入力 $T_H = 0.5, 1.0, 2.0 \text{ sec} \times A_H = 200, 400, 600 \text{ gal}$ および水平上下同時入力 $T_H = T_v = 0.5 \text{ sec}$ 、 $A_H = \pm 2A_v = 200 \text{ gal}$ 、地震入力は日本海中部地震深浦波形NS, UD成分($A_{Hmax} = 450 \text{ gal}$ に規準化、 $A_{vmax} = 271 \text{ gal}$ (図-4))、宮城県沖地震南北橋波形TR, UD成分($A_{Hmax} = 450 \text{ gal}$ に規準化、 $A_{vmax} = 182 \text{ gal}$)および模擬地震波($A_{Hmax} = 340 \text{ gal}$ 、 $A_{vmax} = 170 \text{ gal}$)を用いた。検討方法としては、仮想すべり円弧に対する安全率、すべり土塊の平均加速度、更に安全率が1を下回る場合については土塊のすべり変位量(Newmarkの方法¹⁾による)から上下動入力の影響を検討した。

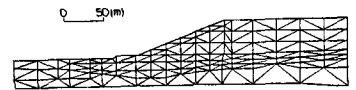


図-1 検討の対象とする斜面

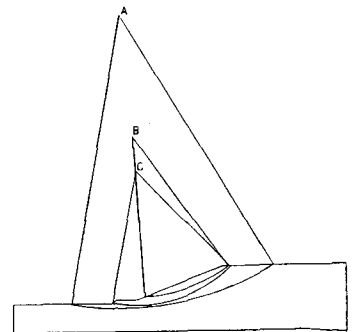


図-2 仮想円弧すべり面

3. 正弦波入力による検討

図-2に示す仮想すべり円弧A,Bについて定常状態における平均加速度の最大値とすべり安全率の最小値の関係を図-3に示す。平均加速度はすべり土塊内の加速度の密度を重みとした平均値で次式で与えられる。

$$A_o(t) = \frac{\iint A(x,y,t) \rho(x,y) dx dy}{\iint \rho(x,y) dx dy}$$

(A_o : 平均加速度, A : 土塊内加速度, ρ : 密度)

これらの図では水平、上下方向の平均加速度の位相差は考慮されていないが、すべり安全率に対しては水平方向の平均加速度が支配的であり、上下方向の慣

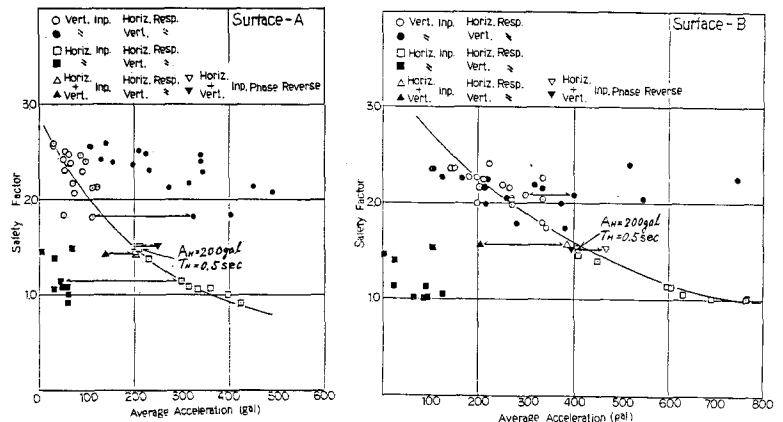


図-3 平均加速度とすべり安全率の関係(正弦波入力)

性力の影響は小さく、上下動入力の場合もそれによって生じる水平応答が安全率に大きな影響を与える(図中○)とがわかる。また、水平、上下同時入力(図中△、▽は逆位相)の場合は、このケースでは水平方向平均加速度は水平入力のみの場合と大差がなく、上下動入力に加わったことによる安全率の低下はみられない。上下動と水平動の位相を 180° ずらした場合(逆位相)も同様である。

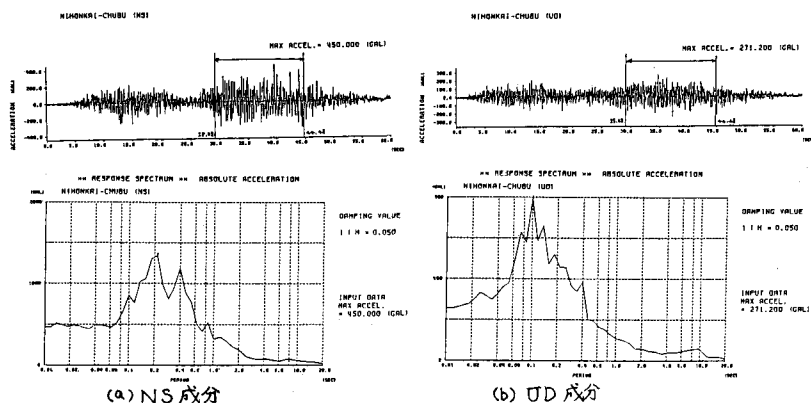


図-4 解析に使用した地震波形、加速度応答スペクトル(日本海中部地震深浦湾形2)

4. 地震波入力による検討

2. で述べた3種の地震波を用いて、図-2に示すすべり円弧A,B,CおよびD,E,Fの最小すべり安全率を求め、上下動の有無による比較を行った結果を図-6に示す。ここでは後述のすべり変位量による比較を行うため、正弦波入力の場合に比べ材料の強度定数 c , $\tan\phi$ を40%低下させてある。上下動を入力した場合、最小安全率の値は必ずしも低下せず、逆の場合も生じるが両者の差は小さい。また、実地震波を入力した場合に比べ、模擬地震波の場合には上下動の影響が多めに出ているのは、ここでは上下動は水平動と同一の波形を用いているため、実地震波に比べ上下動に含まれる長周期成分が多いためと思われる。

5. すべり変位量による検討

最小すべり安全率が1を下回るすべり円弧に対してはすべり変位量を算定して耐震性を評価する方法が提案されているが、ここでは上下動入力¹⁾³⁾の有無によるすべり変位量の比較を行う。変位の計算は渡辺らの提案した方法³⁾を用いる。図-5に計算手順を、図-7に計算結果を示す。入力波によって上下動の有無による変位量の大小関係は異なるが両者の差は小さい。また、上下動の有無による最小安全率の大小関係とすべり変位量のそれは必ずしも一致しない。

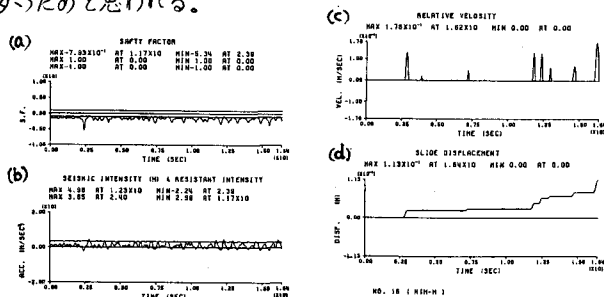


図-5 すべり変位量の計算手順 (a) 安全率 (b) 平均加速度、抵抗加速度 (c) 相対速度 (d) 相対変位

6. あとがき

上下動入力¹⁾が盛土斜面に与える影響としては、所起される水平振動によるところが大きいため、しかし地震波入力による計算結果ではその影響は小さいこと等が判明した。なお数値解析は財団法人橋修二氏に負う所が大きい。ここに記して感謝の意を表する次第である。

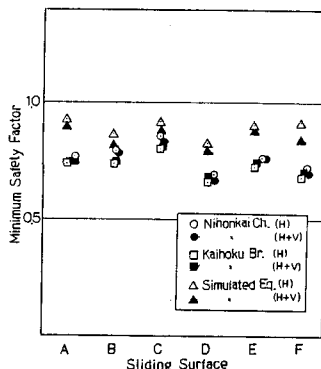


図-6 上下動の有無による最小安全率の差

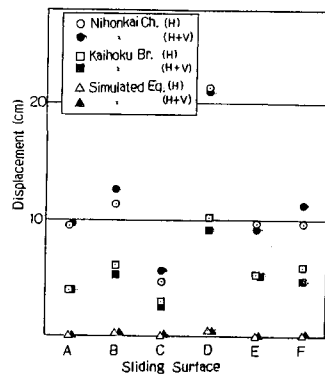


図-7 上下動の有無によるすべり変位量の差

参考文献) 1) Newmark, Effects of Earthquakes on Dams and Embankments, Geotech. 15, No. 2, 1965
2) 沢田他, 岩盤上の地盤地震動測網による設計入力の評価(電機情報)
3) 渡辺他, フラダムの動的解析に基づくすべり変位評価手法の考案()