

III-32

震度法すべり面計算による盛土の地震時安定解析

飛島建設（株） 正員 武藤 正人
建設省土木研究所 正員 古賀 泰之
建設省土木研究所 正員 松尾 修

1. まえがき

前報¹⁾において、規則波および不規則波を用いた盛土模型の振動実験の概要および結果を報告した。その後筆者らは、実験模型に対して震度法すべり面計算による安定解析を行い、規則波加振による実験結果と比較して震度法すべり面計算法の適用性を検討したので、以下に報告する。

2. 模型振動実験結果

実験には図1に示す形状を持つ模型を用いた。模型材料は地盤・盛土ともに豊浦標準砂であり、地盤の相対密度は実験に用いた6模型の平均で75%であった。実験は表1に示す加振条件で6ケース行った。図2に、実験の結果得られた入力加速度（振動台加速度）～盛土天端累積沈下量の関係を示す。今回の検討に用いた規則波加振のケース1～3では、沈下量が10mm以下の範囲では周波数による差はほとんどないが、沈下量が大きいところでは加振周波数による違いがみられる。

3. 実験模型に対する震度法すべり面計算

(1) 計算方法：震度法すべり面計算に用いる強度については古賀ら²⁾が検討しており、全応力的な動的強度が最も合理的であるという考えを示している。そこで今回の計算には、石原³⁾によって提案された計算法を用いた。このとき、図3に示すような動的強度曲線を用いて初期せん断応力の影響を考慮している。

(2) 震度：模型実験では、過剰間隙水圧が上昇すると模型の応答が複雑に変化することが観察されており、震度法すべり面計算における震度にはこの応答の変化を考慮することが望ましい。しかし、実際の問題では過剰間隙水圧上昇による応答の変化を予測することが困難であること、本研究において注目している安全率が1程度となる加振レベルでは応答の変化はそれほど大きくないことを考えて、今回の計算では過剰間隙水圧上昇による応答の変化を考慮しないこととした。そして、模型の固有振動数が30Hz以上と高く、過剰間隙水圧がまだ上昇していない間は模型が剛体的な応答をするという実験事実から、入力加速度振幅を重力加速度で割ったものを水平震度として一様に作用させた。

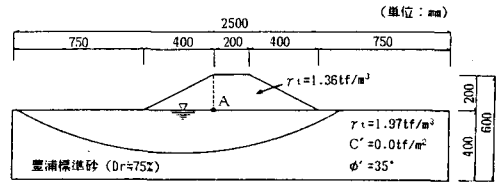


図1 実験模型（震度法すべり面計算のモデル）

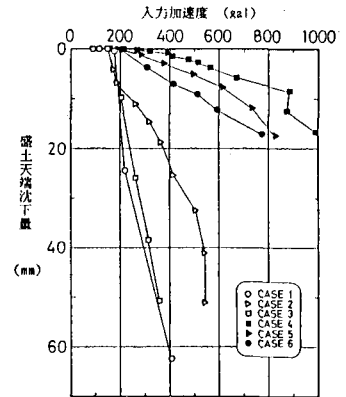


図2 模型振動実験結果

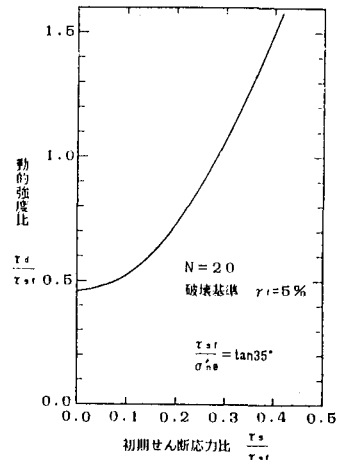


図3 動的強度曲線

表1 模型振動実験の加振条件

ケース	波 形	周 波 数	加振時間
1	規 則 波(N=20波)	f=2.5Hz	8秒
2	規 則 波(N=20波)	f= 10Hz	2秒
3	規 則 波(N=20波)	f= 5Hz	4秒
4	不規則波(衝撃型)	f ₀ = 5Hz	5秒
5	不規則波(振動型)	f ₀ = 5Hz	5秒
6	不規則波(振動型)	f ₀ =2.5Hz	10秒

f₀:卓越周波数

(3) 計算モデル：計算には図1に示すモデルを用いた。動的強度曲線は図3に示すものを用いた。この曲線は、龍岡ら⁴⁾が浅間山砂に対して求めた初期せん断応力と動的強度の関係を、前報¹⁾で報告した模型地盤の液化化強度に合うように修正したものである。

(4) 計算結果：計算では、すべり面は円弧とし、盛土全高にわたってテンションクラックを見込んだ。また、最小安全率を与える円弧が水平地盤のみを切るものとなるのを防ぐために、図1に示すA点の右側を通る円弧のみを考えている。図4に、実験模型に対し震度法すべり面計算を行って得た震度と安全率の関係を示す。安全率が1となる震度は0.19である。図4には水平地盤部の安全率(液化化抵抗係数:FL)も示してあるが、これより盛土を切る円弧の安全率より水平地盤部の安全率の方が低いことがわかる。

4. 震度法すべり面計算と模型振動実験結果の比較

図5は、図2と図4より、震度法すべり面計算による実験模型の地震時安全率と規則波を用いた模型振動実験での盛土天端沈下量との関係を描いたものである。これによると、震度法すべり面計算による安全率1が盛土沈下量3mm~7mmに対応しており、この模型盛土の破壊基準と良く一致していると言える。

図2と同じように図5においても、盛土沈下量が大きくなると加振周波数によって安全率~盛土沈下量関係に違いが見られる。これは、間隙水圧の上昇による模型の応答の変化を考慮していないためであると考えられる。そこで、震度法すべり面計算で安全率が1となるすべり円弧(図1に示す)を考え、このすべりブロックに作用する不規則な地震力を累積損傷度理論⁵⁾を用いて等価な震度に置換し、これを盛土天端沈下量に対してプロットしてみたものが図6である。図6に示す規則波加振のケースでは、沈下量が大きいところでも加振周波数による違いは小さい。このことにより、図5(あるいは図2)に見られる盛土沈下量が大きいところでの加振周波数による違いは、模型の応答の違いによるものであることがわかる。

5. まとめ

実験模型に対し震度法すべり面計算を行って、規則波加振による実験結果と比較した。その結果、入力加速度振幅を重力加速度で割った値で定義した震度および動的強度を用いることによって、盛土の安定・不安定をほぼ説明することが出来た。

なお、本研究は、第一著者が部外研究員として建設省土木研究所に行った研究の一部をまとめたものである。

参考文献 1)古賀、松尾、武藤、唐沢(1987);第22回土質工学研究発表会講演集(投稿中)

2)古賀、松尾(1986);第21回土質工学研究発表会講演集、pp.867~870

3)石原(1980);土と基礎、Vol.28、No.8、pp.3~8

4)Tatsuoka et al(1982);Soils and Foundations、Vol.22、No.2、pp.55~70

5)Annaki、Lee(1977);Journal of GT Div.、ASCE、Vol.103、No. GT6、pp.549~564

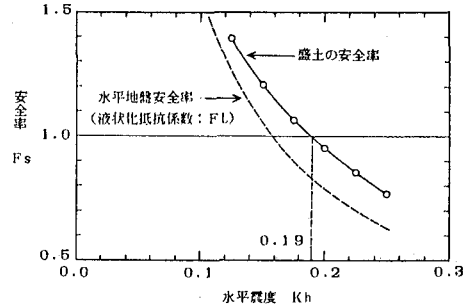


図4 震度法すべり面計算による安全率

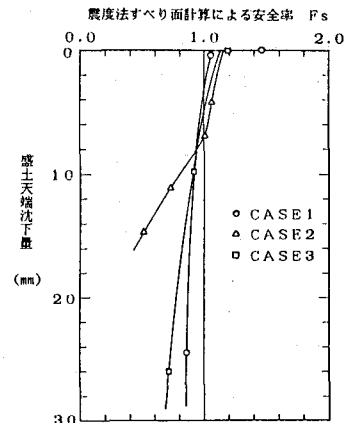


図5 安全率と盛土沈下量の関係

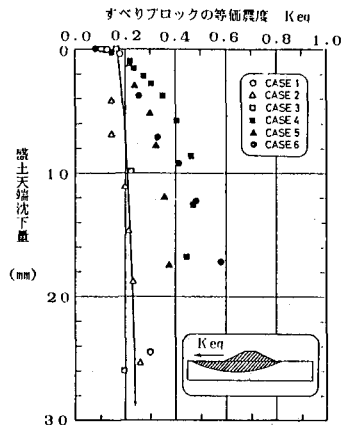


図6 等価震度と盛土沈下量の関係