

III-329

延長を考慮した盛土の地震時信頼性解析

金沢大学工学部 正会員 北浦 勝, 正会員 ○池本敏和
東亜燃料（株） 若林慎司

1. はじめに

土の粘着力（ c ）や内部摩擦角（ ϕ ）などの標本平均の評価においては、一般に標本数が僅少なために、標本平均に不確かさがあると考えられる。ところで道路などは、いくつかの盛土が線状に連続して、その機能を保っている場合がある。しかしながら、これらの不確かさや盛土の延長を考慮に入れた信頼性解析はあまり行なわれていないのが現状である。そこで本研究では、標本にもともと含まれているばらつきに加えて、標本数が僅少なために生じる標本平均の変動について考慮して、盛土の地震時信頼性解析を行うとともに、盛土の延長をも考慮に入れた解析を行った。このとき、Point Estimate Method（以下、PEMと称す）法を用いて解析を行った。

2. 盛土の信頼性解析

土の力学特性を表す種々の係数（以下、土質係数と呼ぶ）あるいは外力としての地震加速度にはばらつきが存在する。したがって、これらのばらつきを考慮した上で盛土の破壊確率を算出する必要がある。本解析では、以下のステップにより解析を行った。(1)盛土の安定解析を行い、最小安全率を有するすべり面を見つける。(2)このすべり面上における各帯片について信頼性解析を行う。(3) (1), (2)で得られた個々の盛土の破壊確率を用いて、盛土延長に対する破壊確率を算出する。

盛土の安定解析モデルには、簡便分割法による円弧すべり法を用いる。(1)における解析には、表1に示す平均値を用いた。また、モデル盛土の形状を表2に示す。盛土の破壊に関与する外力の要因としては地震による加速度を対象にする。

ところで、(2), (3)においてPEM法を用いて解析を行う場合、盛土の破壊確率の平均値 μ_{p_f} と標準偏差 σ_{p_f} が得られる。この場合には表1の変動係数も用いた。図1はPEM法により得られた μ_{p_f} と $\mu_{p_f} \pm \sigma_{p_f}$ の値をプロットしたものである。これより標本平均値の変動係数は、その値が比較的小さい範囲では、破壊確率の平均値よりも、破壊確率のばらつきに対して影響を及ぼす要因であることがわかる。

3. 盛土延長を考慮した破壊確率

盛土から成る線状の土構造物においては、一箇所でも盛土が破壊すると、その土構造物は全体としての機能を失う。ここでは、盛土延長をも考慮した破壊確率の算出を試みる。以下、盛土により形成されたある長さをもつ盛土延長をリンクと呼ぶ。リンクの破壊確率の算出にあたり、つぎの概念を用いる。(1)破壊発生に対する単位区間長さ：リンク内での破壊の発生はポアソン分布にしたがうと考える。ここではランダムに発生しうる破壊の単位区間長を100mと仮定した。(2)インナーリンク：リンク内の土質係数を一定値として取り扱うことは実際的ではないと考えられる。そこで本研究では、土質係数の標本を同一として取り扱うことができと思われる盛土の長さで、リンクをいくつかのインナーリンクに分割する。これらのインナーリンクに対し、信頼性解析を行うことにより実際の破壊確率が得られるものと思われる。

リンクの破壊確率 p_{f_L} はインナーリンクの直列システムとして表わされる。解析では、延長を15kmと考え、表1に示す確率変数の平均値を用いた。確率変数の変動係数が p_{f_L} の平均値に与える影響を図2に示す。なお、ここでは p_{f_L} の平均値を考慮の対象とするので、2.の最後で述べたような事情から、標本平均の変動係数は一定値（粘着力の平均値の変動係数は0.026, 内部摩擦角のそれは0.021, 加速度のそれは0.041）であ

る）としている。また、盛土延長を考慮しない場合、すなわち、確率変数の変動係数が盛土の破壊確率に与える影響を図3に示す。図2,3 から、加速度、粘着力、内部摩擦角といった各要因の変動係数が p_{fL} の平均値の増加に比較的大きな影響を及ぼしていること、その傾向は盛土延長を考慮することにより、さらに強まることがわかった。

4. まとめ

線状の盛土に着目し、土質係数や外力加速度のばらつきを考慮した盛土の破壊確率を算出し、さらに延長を考慮した盛土の耐震安全性評価を行った。その結果、(1)標本平均値の変動係数は破壊確率の平均値よりも、破壊確率のばらつきに対して影響を与える要因であること、(2)加速度、粘着力、内部摩擦角といった各要因の変動係数が p_{fL} の平均値の増加に比較的大きな影響を及ぼしていること、その傾向は盛土延長を考慮することにより、さらに強まることがわかった。

表1 確率変数の平均値と変動係数

確率変数	平均値	変動係数
外力加速度	300.0 (gal)	0.58
粘着力	1.3 (tf/m ²)	0.27
内部摩擦角	25.0 (°)	0.19

表2 モデル盛土の諸元

高さ H	8.0 (m)
幅 W	12.0 (m)
地下水位 Z	-0.5 (m)

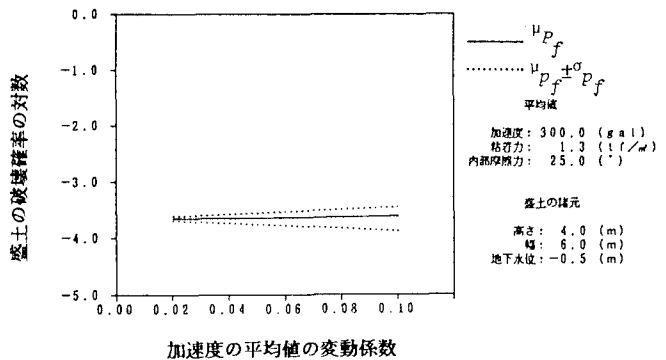


図1 加速度の平均値の変動が盛土の破壊確率に与える影響 (μp_f と $\mu p_f \pm \sigma p_f$)

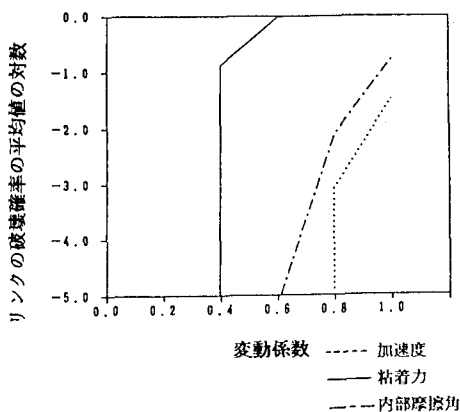


図2 確率変数の変動がリンクの破壊確率 p_{fL} の平均値に与える影響

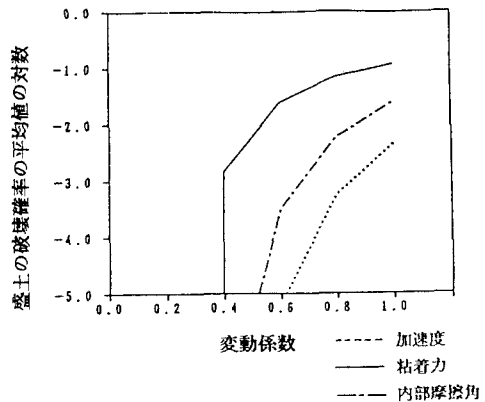


図3 確率変数の変動が盛土の破壊確率の平均値に与える影響