

(株)エフ・アイ・ピー 正員 中村 修治
 乗大 佐 研 正員 竹内 則雄
 東大 佐 研 正員 川井 忠彦

1. はじめに 盛土、切土の工事に伴いよく表われるのが斜面である。この斜面の安定性を調べることは、その破壊時の事故の大きさを考えると、非常に重要な問題である。従来、斜面の安定解析には円弧にり面を用いた方法が多く使われてきた。また、有限要素法の発達とともに、連続体近似による解析も試みられ、一応の成果を上げている。しかし、前者の方法でも、複合にり面が生じたり、多層地盤である場合にはにり面の決定が難しいし、また、後者の有限要素法も、あくまで連続体近似であり、土りを十分考慮しているとは言えない。ここでは、川井によって提案された新離散化モデル(以後RBSMと呼ぶ)^{(1)~(3)}を一般化された極限解析用の離散化モデルと理解し、斜面の安定問題に応用した例を示す。本モデルは多位の信頼性が低いとはいえ、土り線、極限荷重、あるいは変位モードを十分表わし得るモデルであるということが出来る。

2. RBSMの概要 図2-1に示すような2枚の剛板を仮定しこの2つの剛板の接触境界面上に連続的に分布した垂直応力とせん断応力に抵抗する2種類のスプリング(k_d, k_s)を考える。2枚の剛板は、このスプリングによって連続されているものとする。剛板の重心に平行変位と、回転の3つの自由度を取り、スプリングに對えられるエネルギーを評価して要素境界面上の表面力を求める。このとき、仮定を相対変位から差分近似をおこなは、2定義する。スプリング定数は、実験、実測から決定するものが望ましいが、便宜上定めることも可能である。

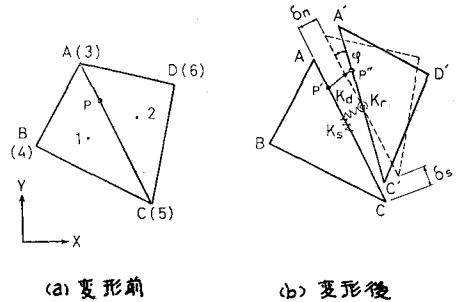


図2-1 平面応力要素

3. 破壊条件 土等の破壊の原因の一つに引張り力が上げられるが最も多く起るのは、せん断によるケースであろう。一般には、多くの条件が重なり合って破壊をするのであるが、あらゆる条件をシミュレーションの中に取り入れるのは困難であり、また、破壊条件も万能型のものはない。実験技術の向上とともに、今後多くの破壊条件が提案されると考えられるが、ここではモール・クーロンの直線包絡線を用いた。(図3-1) この条件を用いた場合、降伏関数 $f = \tau^2 - (c - \sigma_n \tan \phi)^2$ と置くことにより、塑性流れ則から破壊後のバネマトリックスが簡単に導ける。

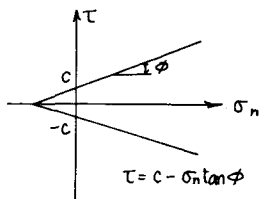
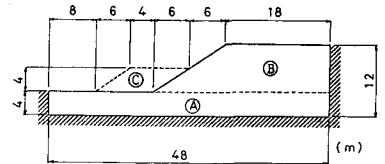
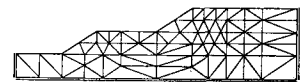


図3-1 モール・クーロンの破壊条件

4. 数値計算例

図4-1に示すような単純な斜面モデルを想定し、解析を試みる。材料定数は図に示す通りで、(B)(C)の盛土部と(1)の基礎地盤とで強度を変えた。また、この計算例では内部摩擦角を零としている。境界条件は周辺固定とした。



	(A)	(B)(C)
Young's modulus (t/m ²)	1.0 × 10 ⁴	1.0 × 10 ⁴
Poisson's ratio	0.3	0.3
cohesion (t/m ²)	2.0	1.5
unit weight (t/m ³)	1.7	1.7
angle of internal friction	0°	0°

図3-1 斜面モデル

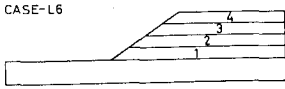
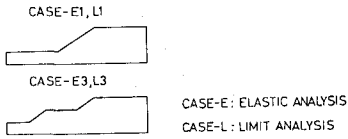


図3-2 盛土の例番

計算では逐次盛土を考慮して、図3-2に示す6通りの計算をおこなった。ケースL1とL3は一度に盛った場合のモデルで、しほ種限解析であることを示している。一方、ケースL4とL6は図中の番号の順に盛土をおこなった場合を示している。(瞬間効果は含まれていない) ケースL3とL4は押え盛土がある場合を示している。図3-3はケースL1の圧り線図と荷重変位曲線を示したものである。この場合、全重量が加わる以前に破壊をしていることがわかる。一方図3-4は逐次盛土をしたケースの圧り線で、やはりこの場合も破壊が生ずるが、L1と異なり、複合圧り面により構造がメカニズムになるようである。このときの変位モード(δ/δ_{max})を若い図もが図3-5である。破壊時の変位モードをよく表わしているのではないかと

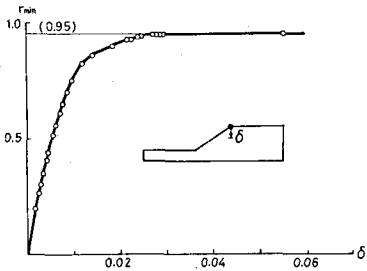
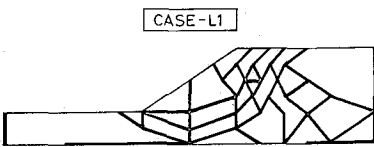


図3-3 圧り線と荷重変位曲線

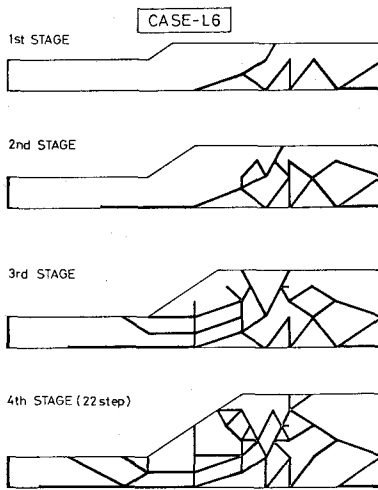


図3-4 逐次盛土の圧り線

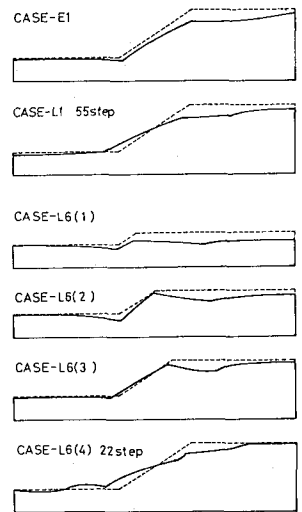


図3-5 変位モード

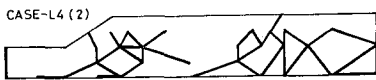
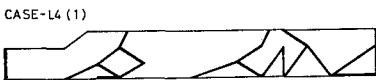
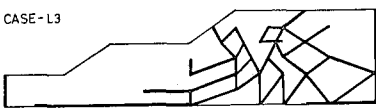


図3-6 押え盛土を考慮した圧り線

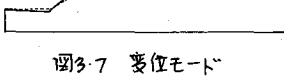
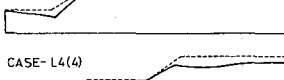
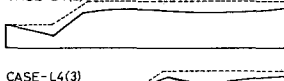
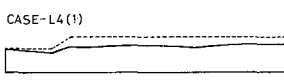
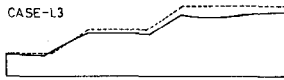
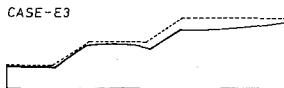


図3-7 変位モード

思われる。図3-6と図3-7は押え盛土を行なった場合の結果で、この場合はメカニズムとほぼほぼ一致した。

5. むすび RBSMを斜面安定問題に応用し、良好な結果が得られた。また、この方法から推定盛土の有効性を伺うことが可能である。

参考文献

- (1)川井：生研セミナーテキスト(1976)
- (2)川井・竹内：シミュレーション技術研究会論文集(1979)
- (3)竹内川井：土木年講(工部門)(1979)
- (4)竹内川井：応用連合(1979)