

III-384

地下浅所のトンネル地盤のDEM解析

応用地質（株） 正員 ○田中 敏彦
鳥取大学工学部 正員 木山 英郎
鳥取大学工学部 正員 藤村 尚
鳥取大学工学部 正員 西村 強

1. はじめに

これまで、粒状体の重力流動をカンドルの離散剛要素法（以下、DEMと略す）で解析し、その適用性について報告してきた¹⁾。しかし、この時の要素形状は円形であり、今回対象とする不連続性岩盤の解析では円形よりむしろ多角形を用いた方が、岩盤のもつ不連続性を表現し得ると考えられる。そこで多角形の中でも、長方形要素を用いて不連続性岩盤をモデル化し、水平および傾斜地盤について降下床モデルの解析を行い、その応力・変形特性について述べる。

2. 長方形要素の接触判定

DEMの原理¹⁾については、ここでは省略するが、長方形要素を用いた解析では接触判定が相当複雑になり、多くの計算時間が費される。そこで、接触判定を以下のように行った。

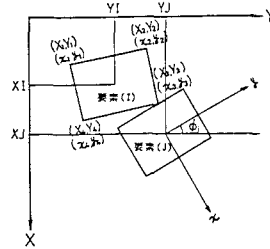
要素と要素の接触判定は、図・1に示すように、全体座標系（ X, Y ）における要素(I)の各コーナーの座標（ $X_1 \sim 4, Y_1 \sim 4$ ）を要素(J)の重心を原点とする局所座標系（ x, y ）で表示する。これらの各コーナーが、要素(J)に接触する条件は次式で与えられる。

$$|x_n| < x_j \quad \text{and} \quad |y_n| < y_j$$

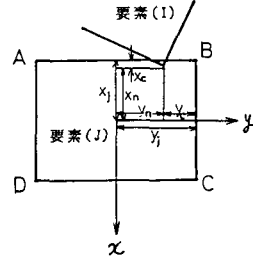
上式を満足する n が存在するとき（ x_n, y_n ）は、要素(J)に接触しているとする（図・2参照）。

3. 解析結果

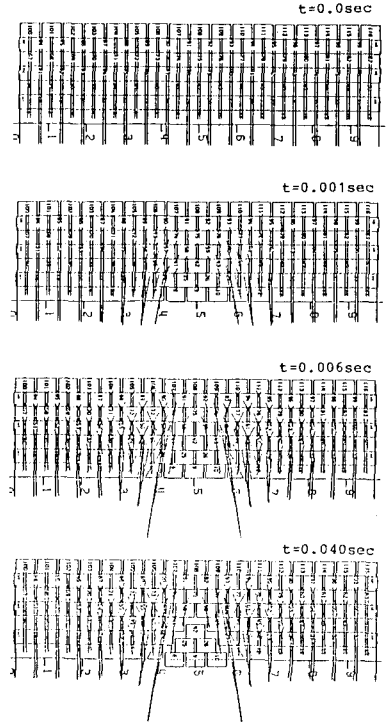
解析に用いる条件は、剛性定数 $K_n / \rho g = K_s / \rho g = 36400 \text{ cm}$, 粘性定数 $\eta_n / \rho g = \eta_s / \rho g = 27.006 \text{ cm/s}$, $\Delta t = 10^{-5} \text{ s}$ とした。図・3は、縦1.5 cm, 横2 cmの要素を最下段に17個, その上に16個ならべた16/17配列の水平地盤モデルを仮定し、底壁の中央部に幅8 cmの降下床を開口して自由落下させた解析結果である。図中の線分は、接触力をベクトル表示したものである。同図から、開口後直ちに開口部両端から中心に向かって応力が生じているが、その後アーチを形成し崩壊が進んでいないことがわかる。図・4は、最下段の要素と底壁との接触力を示す。開口端において初期値の約2倍の応力が生じている。次に、図・5, 図・6は傾斜地盤モデルの解析結果であり、それぞれ傾斜角 $\alpha = 15^\circ$, $\alpha = 30^\circ$ の場合を示す。図・5では、開口部山側に要素間の間隔が疎になっている部分がみられ、図・6では、それが明瞭に表れているのがわかる。図・7は $\alpha = 15^\circ$ の、図・8は $\alpha = 30^\circ$ における要素と底壁との接触力分布である。 $\alpha = 15^\circ$ では、開口後直ちに開口部山側で静止時の約3倍、谷側で約2.3倍の応力が生じているが、その後時間経過によって変化が見られない。一方、 $\alpha = 30^\circ$ では、開口部谷側に



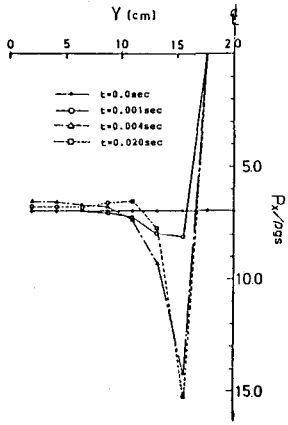
図・1 要素(I)と要素(J)



図・2 接触判定



図・3 水平地盤のDEM解析



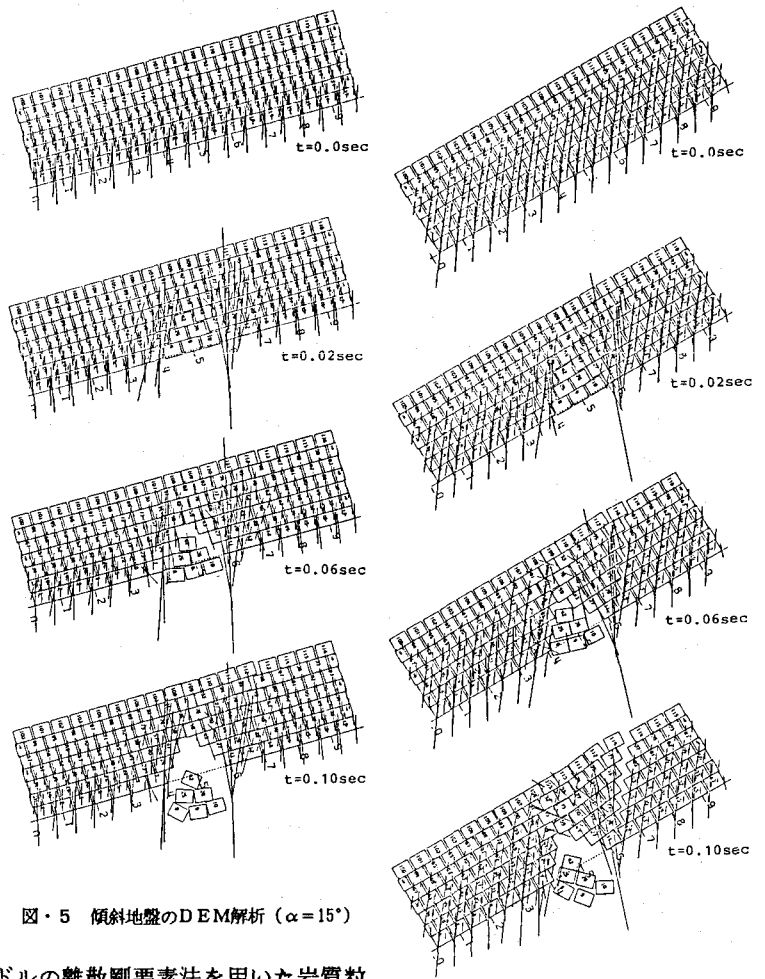
図・4 底壁とのX方向接触力 ($\alpha=0^\circ$)

応力の再配分が認められる。図・9は、 $\alpha=0^\circ$ ， $\alpha=15^\circ$ ， $\alpha=30^\circ$ における、最上段の要素の変位量を示す。 α が大きくなるにつれて、要素が大きくせり出している。沈下は、 $\alpha=15^\circ$ のときのみ見られることがわかる。

以上のように、地盤の変形特性を解析するに当り、長方形要素を用いたDEMが有効であることが知れたが、実地盤への適用を今後検討する必要があると思われる。

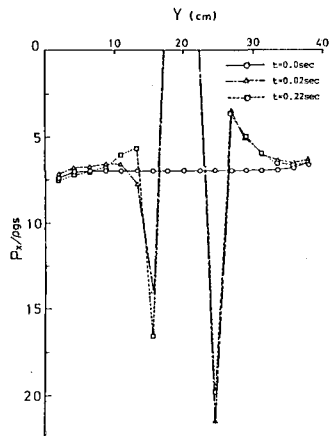
〈参考文献〉

1) 木山英郎・藤村 尚：カンドルの離散剛要素法を用いた岩質粒状体の重力流動の解析，土木学会論文報告集，第 333号，pp.137～148，1983年 5月

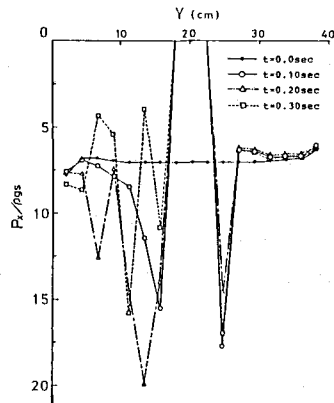


図・5 傾斜地盤のDEM解析 ($\alpha=15^\circ$)

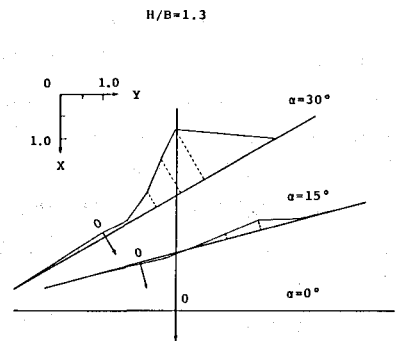
図・6 傾斜地盤のDEM解析 ($\alpha=30^\circ$)



図・7 底壁とのX方向接触力 ($\alpha=15^\circ$)



図・8 底壁とのX方向接触力 ($\alpha=30^\circ$)



図・9 最上段要素の変位量 ($t=0.22\text{ s}$)