

佐藤工業（株）中央技術研究所 正会員 篠川俊夫、金子典由

1. はじめに

筆者らは以前より地盤工学へのBEMの適用を検討しており、既に、BEMにおける逐次時間積分法による新しい粘弾性解析手法を提案し、FEMとの結合解法に適用した^{1), 2), 3)}。本報告では、トンネル掘削とフーチング基礎の問題に、FEMとBEMの結合解法による粘弾性解析を適用し、FEMの計算結果と比較し、検討を加える。なお、解析に用いた諸定数は無次元量とする。

2. 馬蹄形トンネル掘削解析

粘弾性無限地盤に馬蹄形トンネルを掘削する場合を想定した数値計算例を示す。要素分割図を図-1に、解析諸定数を表-1に示す。結合解法では、有限要素領域をトンネル半径の3倍までとし、その周囲を境界要素（一定要素）で分割する。FEMでは、解析領域（幅）をそれぞれトンネル半径の10倍、20倍、30倍までとする。初期応力状態は静水圧状態（ $P_x=P_y=200$ ）を仮定する。トンネルは、時刻 $t=0$ で上半断面を、時刻 $t=10$ で下半断面を掘削する。各掘削段階後は無支保状態に保つ。

トンネル天端と底盤の鉛直変位の経時変化に関して、結合解法とFEMの計算結果を図-2、3に示す。この図より、FEMの結果は、解析領域が拡がるにつれて結合解法の結果に近づいていくこと

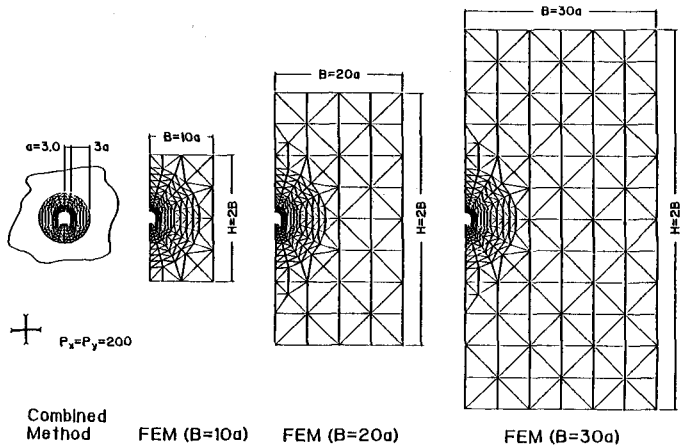


図-1 馬蹄形トンネル掘削解析の要素分割図

表-1 解析諸定数

K_0	12800
G_0	4800
G_1	1600
γ_{G1}	16000

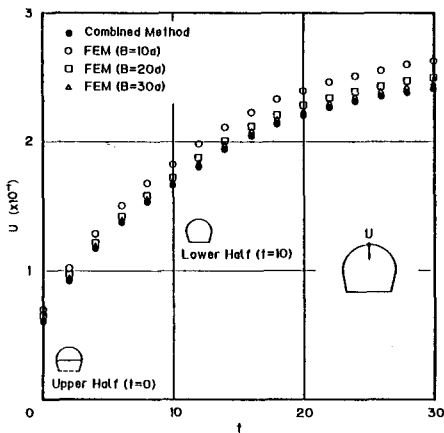


図-2 トンネル天端の鉛直変位の経時変化

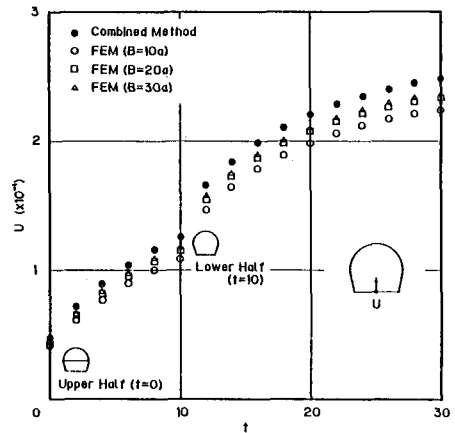


図-3 トンネル底盤の鉛直変位の経時変化

がわかる。FEMでは解析領域をある限られた領域に限定しなければならず、このことが結合解法の結果との相異となるものと考えられる。また、天端変位に比べて底盤変位の結果に相異が大きいのは、FEMにおいて解析領域下端のY方向変位を拘束していることによると考えられる。

3. フーチング基礎解析

粘弾性地盤上のフーチング基礎を想定した数値計算例を示す。要素分割図を図-4に、解析諸定数を表-2に示す。結合解法では、側方を境界要素分割しないケース (Open) と解析領域を閉合し側方を境界要素分割するケース (Closed) の2ケースで解析を行なう。解析は、時刻 $t=0$ でフーチング基礎に $P=100$ を鉛直载荷した際のクリープ解析である。なお、境界要素は線形要素を用いる。

時刻 $t=0, 30$ における地表面の鉛直変位を図-5, 6に示す。この図より、フーチング基礎付近では側方を分割しないケースとFEMの結果が良く一致し、離れた所では側方を分割したケースとFEMの結果が良く一致していることがわかる。また、無限地盤の解析において側方の境界要素の分割が必要ないことがわかる。

4. おわりに

2. および3. に示した数値計算例より、筆者らが既に提案した解析手法の実際問題への適用の可能性が明らかとなった。また、特に無限地盤の解析における有効性が明らかとなった。

表-2 解析諸定数

K_0	1280
G_0	480
G_1	160
η_{G1}	1600

<参考文献>

- 1) 篠川俊夫, 金子典由, 古田望, 川原睦人; 第6回岩の力学国内シンポジウム講演論文集, pp.205-210, 1984
- 2) Kaneko, N., T. Shinokawa, N. Yoshida and M. Kawahara ; Proc. 4th Int. Conf. Applied Numerical Modeling, pp.473-477, 1984
- 3) Kaneko, N., T. Shinokawa, N. Yoshida and M. Kawahara ; Proc. 5th Int. Conf. Numerical Methods in Geomechanics ; pp.1049-1054, 1985

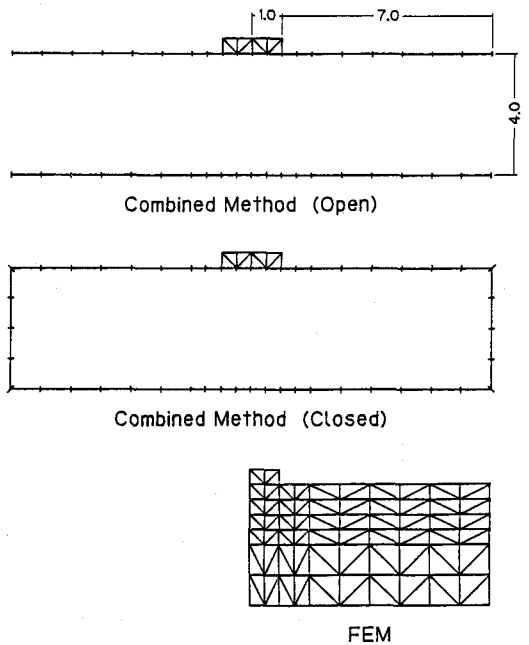


図-4 フーチング基礎解析の要素分割図

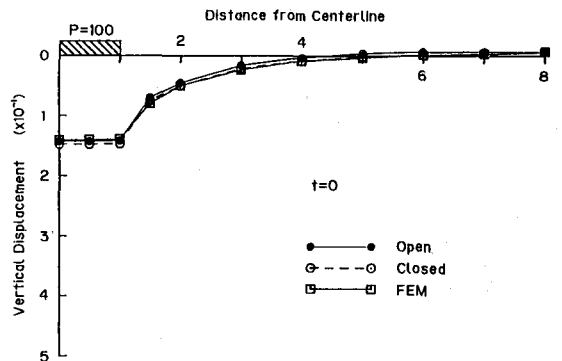


図-5 地表面の鉛直変位 ($t=0$)

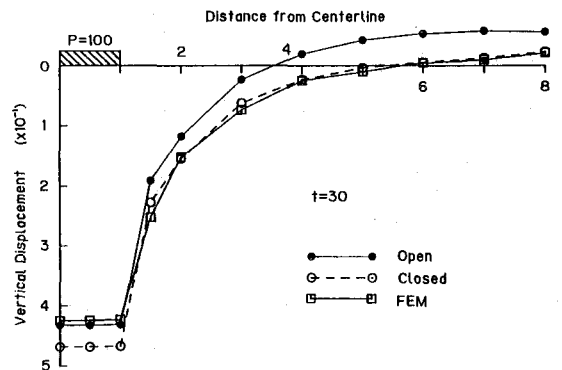


図-6 地表面の鉛直変位 ($t=30$)