

Ⅲ - B146

空洞掘削時の岩盤挙動に及ぼす不連続面の影響

近畿大学大学院 学生員 立花 浩之
 近畿大学理工学部 正会員 久武 勝保
 地崎工業技術開発部 正会員 村上 敏夫

1・はじめに

岩盤には様々な不連続面が内在しており、その存在は岩盤挙動を支配する重要な因子と考えられる。地下空洞掘削時において、岩盤の安定性を評価するためには岩盤挙動に及ぼす不連続面の影響を事前に十分把握しておく必要がある。実際の岩盤挙動は既存の不連続面の開口や、新たな不連続面の発生とその開口などといった不連続面特性の影響を受ける事になる。従って、岩盤挙動に及ぼす不連続面の影響を解析的に明らかにするためには、当然の事ながら上記の不連続面特性を考慮できる解析手法が必要となる。

本研究では、連続体・不連続体挙動を統一的に取り扱う事のできるCEM (Contact Element Method) により、地下空洞掘削時の岩盤挙動に及ぼす不連続面特性の影響について解析し、考察を加える。

2・解析手法

解析を行うに当たり、まず3種類の要素約500個を矩形領域に乱数発生させる。その後、矩形領域を縮小させて要素同士をパッキングし、その終了時に粘着力と摩擦係数を導入する。これを一つのユニットとし、次にこのユニットを2個並べて解析モデルを作成する。この解析モデルに上下左右から初期応力 σ_0 を作用させ、次に重力を作用させる。重力は一気に作用させると要素が振動して安定しないので徐々に作用させることとする。要素が安定したところで掘削を行うが、これは予め計算しておいた掘削相当外力を徐々に減少させて表現する。

既存不連続面の表現は以下の通りとする。すなわち、Fig.1に示すように解析地盤内に不連続面として線分abを引くが、この線分abと交わる要素とその要素の周囲にある要素の中心同士を結んだ線分が、線分abと交わる時、その要素間の粘着力を取り除くことで表現する。したがって、Fig.1中の濃い曲線が解析的に表現する既存不連続面となる。ただし、要素間の摩擦係数は既存不連続面の存在の影響を受けないものとする。解析に用いた入力パラメータの値をTable 1に示す。

3・結果と考察

Fig.2は解析モデル図であり、不連続面が存在しない場合と、不連続面が空洞壁面上部から2m (L2-L2で表示) の位置、又は6m (L6-L6) の位置に存在する場合を想定して解析を行う事とする。Fig.3-(a), (b), (c)はそれぞれ不連続面がない場合、不連続面がL2、及びL6の位置にある場合について、掘削に起因して発生した最大せん断ひずみ分布を表している。Fig.3の(a)

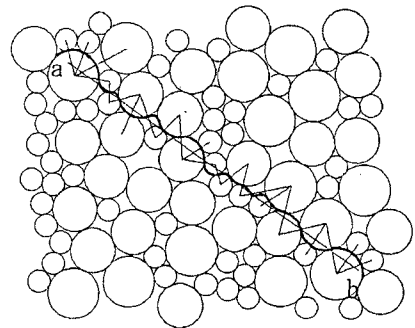


Fig.1 不連続面の表現方法

Table 1 CEM入力パラメータ

要素半径 $r1, r2, r3$ (cm)	29, 16, 58, 32, 66, 67
要素混合比 $N1:N2:N3$	6.48:2.30:1.00
モデルの大きさ Lx, Ly (cm)	2500, 2500
掘削半径 R (cm)	500
法線方向のバネ係数 kn (MPa/cm)	2.4×10^2
接線方向のバネ係数 ks (MPa/cm)	0.6×10^2
初期応力 σ_0 (MPa)	8.0
粘着力 c_0 (MPa)	1.0×10
内部摩擦角 ϕ_0 (°)	30

と(c)を比較してもほとんど変化はないが、Fig. 3の(a)と(b)を比較すると、不連続面と空洞壁面との間のひずみは増加し、一方不連続面を挟んだ反対側では逆にひずみが減少している。また、Fig. 2の空洞中心から不連続面に対して垂直な線を引き、その線に交わる要素をピックアップし、その要素の絶対変位量を不連続面が存在する場合としない場合でまとめてみた。Fig. 4-(a), (b)はそれぞれ不連続面がない場合とL2、またはL6にある場合の比較である。Fig. 4-(a)では不連続面より空洞側の変位量は増えているのに対し、反対側の変位量は減っているのがわかる。これは掘削による半径方向応力の変化が不連続面を境にして遠方に伝播しにくい事から生じた現象であり、したがって岩盤変位が不連続面を境に連続性がなくなる傾向になる。これはとりまなおさず、不連続面の空洞側で大きな変位やひずみが生じる事を意味する。またその増分変位は不連続面での開口変位が主成分である事も図から容易に分かる。Fig. 4-(b)では不連続面が掘削位置から離れているので、この位置での上記応力変化量が小さいために、発生変位量にあまり変化がなくなったものと思われる。以上のことから、不連続面は当然の事ながら空洞に近い位置にあるほどひずみや変位に及ぼす影響は大きい事から、岩盤を掘削した時に大きな応力変化やひずみ変化が生じるところに不連続面が存在する場合には、その影響を事前に十分検討する必要がある、またこの様な現象をCEMで妥当に解析できる事が分かる。

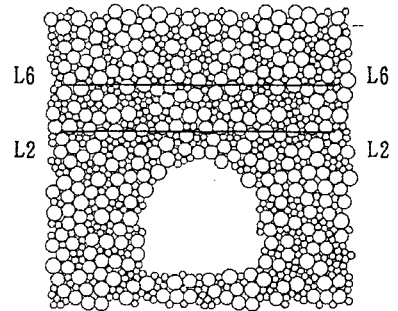


Fig. 2 解析モデル

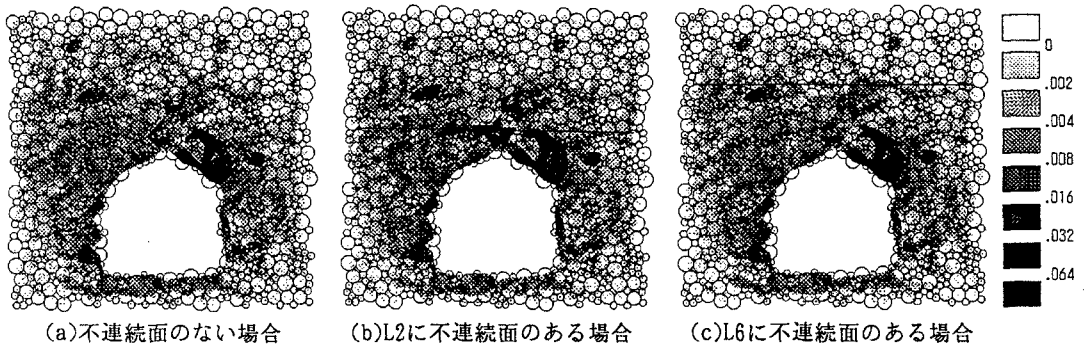


Fig. 3 掘削に起因する最大せん断ひずみの分布

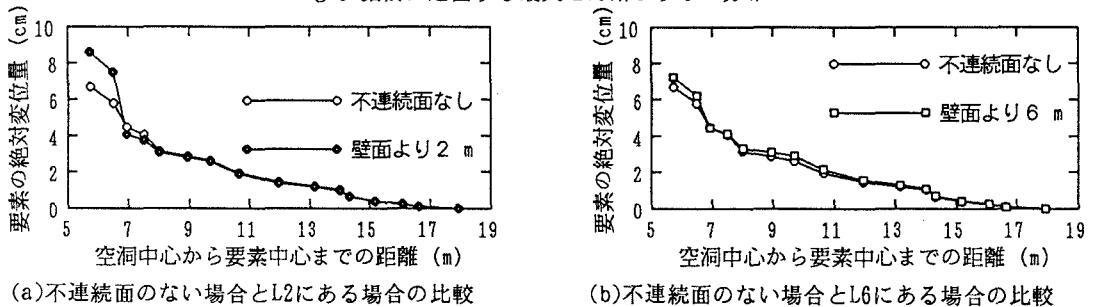


Fig. 4 不連続面の位置と要素の絶対変位量との関係

4・結論

既存不連続面による岩盤の変位、ひずみ分布をCEMにより妥当に解析できる事が確認できた。

<参考文献>

- 1) 久武 勝保・村上敏夫：不連続体挙動の統一解析手法の基礎的研究，土木学会論文集，No. 525 Ⅲ-32 1995.
- 2) 村上・久武・櫻井：CEMによる地盤のモデル化とその入力パラメータの決定法，土木学会論文集，No. 529 Ⅲ-33 1995.