

大断面トンネルへのMBC解析の適用

鹿島建設 正会員 後藤直人 日比谷啓介
同上 森 孝之 岩野圭太

1.はじめに

第二東名神に代表される断面積が200m²という超大断面トンネルを掘削する際には、事前の地山情報に基づき、支保設計が妥当であるかを確認することが重要である。節理性岩盤におけるトンネル工事では、掘削の際に生じる岩盤中の節理のせん断すべりや開口による周辺岩盤の変形を把握できることが望まれる。しかし、断層や節理などの不連続面が卓越する場合でも、不連続面を個々に取り扱うことが困難なため、安定性評価にはFEM解析などの連続体解析が主に用いられている。

筆者らは、節理の開口まで考慮できる連続体理論(Micromechanics Based Continuum Model)をトンネル掘削解析に適用し、節理の挙動を考慮した岩盤変形挙動を把握した。また支保が考慮できるように解析手法を改良し、節理情報に基づく支保効果の評価について解析的検討を行った。

表 - 1 入力物性値(節理・岩盤)

項目	節理系区分		
	No.1系	No.2系	
節理特性	摩擦角(°)	45	45
	有効寸法 a(m)	8.55	6.56
	節理間隔(m)	3.50	2.50
	傾斜角度(°)	-88	74
	起伏角度(°)	10	10
岩盤定数	弾性係数 E (GPa)		1.96
	ポアソン比		0.3
	単位体積重量 (g/cm ³)		2.4
	せん断強度 c (MPa)		1.96
	内部摩擦角 (°)		45

2.解析手法の概要

MBCモデルは、ジョイントのせん断すべりや開口が岩盤挙動に最も影響を与える要因であると捉え、これらの要因の発生・成長に支配された連続体理論である。岩盤にマイクロメカニクスに基づく連続体理論を適用する場合、不連続面を多数有する岩盤を等価な連続体に置き換え、岩盤の任意の点に着目し、その点を含む部分領域である代表要素を考える。その代表要素における平均応力と平均ひずみの関係、すなわち巨視的な構成式を求め、この構成式が等価な連続体の一点における材料の挙動を与えるものとして連続体解析を行う¹⁾。

3. MBCモデル解析と弾性体解析との比較

まずMBCモデル解析と従来の弾性体解析とを比較するための解析を行った。解析に使用する物性値を表-1に示す。これらの物性値のうち弾性体には節理の物性値は入力せず、MBCモデル解析にのみ入力した。節理に関する物性は、現在施工中の第二名神のトンネルでの先進導坑壁面観察から得られた節理の観察結果を卓越方向、節理の有効寸法、節理間隔に関して整理し、2セットの卓越した節理群を抽出したものである。

表-1の物性値を使い、MBCモデル解析と弾性体解析を行った結果を図-1に示す。なお、両ケースとも支保は考慮していない。解析ステップは導坑掘削、上半切掘削、下半掘削の3ステップである。両者の結果を比較すると、弾性体解析ではせん断ひずみが大きな部分がトンネル壁面近傍に限られるが、MBCモデルはトンネル周辺の岩盤にせん断ひずみが大きな範囲が分布している。この結果から節理の開口を考慮しない解析手法では、開口を考慮したものよりも危険側の結果となる。それに対してMBCモデル解析は、調査から得られた節理の傾斜角や長さ等の情報を反映した、より精度の高い岩盤挙動解析を実施できることがわかる。

キーワード；節理性岩盤，MBCモデル，支保設計

連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL 0424-89-7062 FAX 0424-89-7060

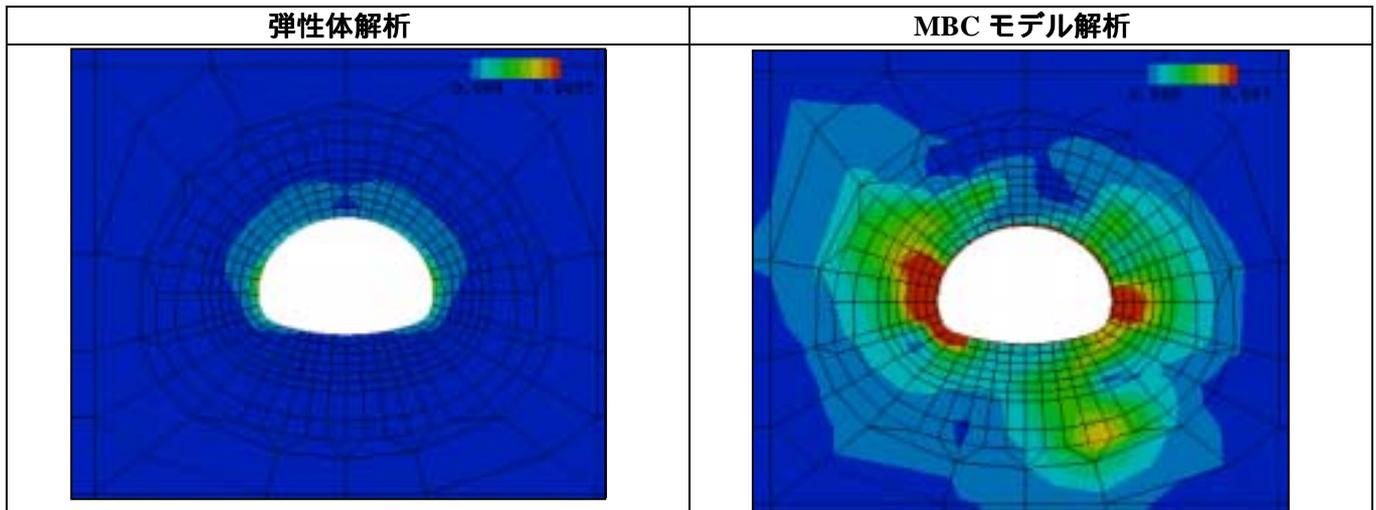


図 - 1 弾性体解析と MBC モデル解析の結果比較 (max)

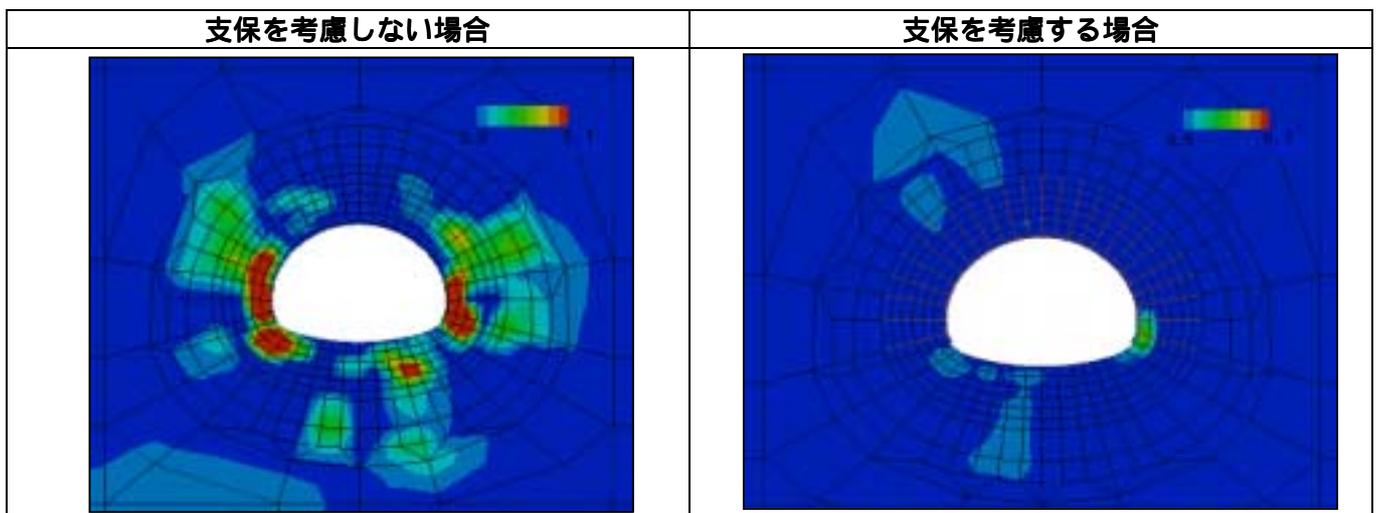


図 - 2 節理開口量分布 (MBC モデル解析)

4.MBCモデルによる支保を考慮した解析

次に同じ解析モデルを使用して支保を考慮した場合の解析を実施した。解析結果を図-2 に示す。図に示したのは岩盤中の開口量分布である。この結果から支保を考慮しない場合はトンネル側壁部の下側の領域において開口量が比較的大きな領域が発生しているが、支保を考慮した場合は同一箇所における開口量が大幅に抑制されている。この結果から MBC モデルが支保設計に活用できる可能性を確認することができた。また、入力した節理の傾斜角から予測される方向に開口が大きな領域が発生しており、このことから岩盤挙動に最も影響を与えとされる要因が節理の分布にあることが分かる。

5.おわりに

MBC モデルによって、卓越節理系の情報を考慮した精度の高いトンネル挙動予測が可能であることを確認した。また、節理性岩盤におけるトンネルの支保効果の評価ができ、支保設計法の1つとして活用できる見通しが得られた。

参考文献

- 1) 吉田秀典, 堀井秀之: マイクロメカニクスに基づく岩盤の連続体モデルと大規模空洞掘削の解析, 土木学会論文集 No.535/ -34, pp23-41, 1996.3
- 2) K. Hibiya et al: Parameter analysis of MBC model for underground cavern, EUROCK2001, 2001.6.3 (投稿中)