2 次元 FEM 解析による

トンネル変状と周辺地盤の不連続性の関係の研究

前橋工科大学大学院	学生会員	○亀岡弘之

前橋工科大学 フェロー会員 那須 誠

1. はじめに

ここ数年トンネルのコンクリート片の剥落が全国各地で発生している.文献¹⁾よるとトンネルの変状箇所の周辺 地盤は地盤の不連続点であることが多いとされている.そのためトンネル変状と周辺地盤の不連続性に着目して, 2次元 FEM 地盤解析を行い検討を行った.

2. コンクリート片剥落のメカニズム

天頂部から小さなコンクリート片が剥落する場合,原因の1つとしてせん断ひび割れが進展してコンクリート 片が3次元的にひび割れに囲まれて剥離することが考えられている²⁾.そのため,今回はトンネル周辺地盤の最大 せん断歪みγ_{max}をコンクリート片剥落への影響の判断材料とした.

3. 2次元地盤解析

表-1 解析用物性值

2 次元地盤構造連成挙	夕称	ヤング係	ポアソンド	単位体積重	粘着力	内部摩擦	断面積	断面 2 次モー
動解析システムである	11 11	数(MPa)		量(MN/m ³)	(MPa)	角(°)	(m^2)	メント(m ⁴)
	凝灰岩	300~	0.25	0.0226	1.47	45	_	_
Mr.SOIL3D を用いて理型	凝灰角礫岩	30000	0.25	0.0240	1.50	40	—	_
性解析を行った.解析に用	鋼製支保	210000	0.29	0.0786	_	—	0.0138	5.244×10 ⁻⁵

いた物性値は,文献³⁴⁾を基に設定した(表-1).解析領域につい てはいくつかの解析を行い,下方境界を7d(d:トンネルの外径 10m),側方境界については17dとした.メッシュ分割数はトンネ ル近傍内(0.5d以内)を1.25m幅,トンネル近傍外を5m幅とした. 解析モデルを図-1に示す.対象断面は,トンネルの被害箇所を想 定した横断面とした.地層境界線の上層地盤と下層地盤のヤング

率を表-2 に示す.上層地盤と下層 地盤のヤング率が異なるものを 不連続地盤とした.



図-2(a)にモデル No.1, (b)にモ デル No.2 の地盤における γ_{max} の分布図を示す.両図を比較する と異なる挙動を示していること がわかる.不連続地盤である(b)

上層地盤の E	下層地盤のE					
300MPa	300MPa					
300MPa	3000MPa					
300MPa	30000MPa					
200MPa	20000MPa					
2000MPa	20000MPa					
20000MPa	20000MPa					
	上層地盤の E 300MPa 300MPa 200MPa 2000MPa 2000MPa					

表-2 解析に用いた地般のヤング索 F



は、地層境界線付近で両地盤ともに大きくなる傾向が見られた.

図-3(a)にモデル No.1~No.3, (b)にモデル No.4~No.6 のトンネル周辺地盤要素の γ_{max}を比較したものを示す. (a) では,上層地盤である ID ナンバー11~17 の要素を見ると,一様地盤である No.1 に比べて不連続地盤である No.2, 3 の方が変化の割合が大きいといえる. また、No.2, 3 は地層境界部である ID ナンバー10-11 及び 17-18 の要素で急激に変化していることがわかる. (b)を見ると, 3 条件とも上層地盤が大きく下層地盤が小さく傾向にあった. 上層地盤では No.4 が他の条件に比べて著しく大きい値を示した.

キーワード:トンネル,変状,不連続地盤,2次元 FEM 地盤解析,最大せん断歪み 連絡先:群馬県前橋市上佐鳥町 460-1, TEL.027-265-7342, FAX.027-265-7342 図-4 はトンネル上部での γ_{max}の 最大値を比較した図である. 図を見 ると、地盤のヤング率の差が大きい 程, せん断歪みが大きくなる傾向を 示した. また, 上層地盤のヤング率 が同じである No.1 と No.3 を比較す ると, No.3 の方が約 16%増大した.

図-5はモデルNo.1~No.3の変位べ



図-2 最大せん断歪み γ_{max}分布図



クトル図である. No.1 が最も大きく変位している ことがわかる. また,変位方向は No.1 は鉛直方向 に変位しているのに対して, No.2, 3 では斜め方 向に変位しているといえる.

5. 結論

トンネルの横断方向の解析モデルを作成して 2 次元 FEM 地盤解析を行った結果,トンネルの周 辺地盤が一様地盤であるよりも不連続地盤である



図-4 トンネル上部の ymax 最大値の比較

方がトンネル上部での最大せん断歪みが大きくなっており、せん断ひび割れによるコンクリート片の剥落の危険 性はトンネル周辺地盤が不連続な場合に増大すると推察される.不連続地盤では、各地盤のヤング率の差が大き い程覆工周辺地盤の最大せん断ひずみが大きくなったことから、上層地盤と下層地盤のヤング率の差が大きい程 コンクリート片剥落の発生する可能性が高くなるものと思われる.今回は2次元解析を行ったが、トンネルは縦 断方向に長大な構造物であるため、今後は3次元的な不連続性を考慮して解析を行う必要があると思われる.





参考文献

1)那須誠, 白井慶治, 青木照幸:トンネルの変状と地盤の関係の考察, 鉄道力学論文集, 第6号, pp.31-36, 2002.7 2)トンネル変状メカニズム研究小委員会編:トンネルの変状メカニズム, 土木学会, p.43, 2003

3) Trafficdiary!!HP: http://www2s.biglobe.ne.jp/~matchan/tr_199910.htm, 2002.12

4)建設省土木研究所トンネル研究室編:土木研究所資料トンネル掘削時地盤変状の予測・対策マニュアル(案),1994