

斜面を有する山岳トンネルの地震時挙動

東京都立大学大学院 学生会員 鈴木 健
 (株)コネク 正会員 細井 秀憲
 東京都立大学大学院 正会員 土門 剛
 東京都立大学大学院 正会員 西村 和夫

1、はじめに

岩盤中に建設される山岳トンネルは、地震時には岩盤と一体となって変形するため、一般に地震に対する被害は受けにくい構造物とされている。このため、山岳トンネルの耐震性能に関する検討はこれまで考慮されることは少なかった。しかし、近年、大断面化・偏平化するトンネルに対し、例えば災害時の緊急輸送路として、また基幹道路としての機能を確保するためにもその耐震性能を検討することが必要となってきたといえる。以上の観点から本研究では、大断面偏平トンネル横断面を対象に、二次元 FEM による線形動的解析を行う。特に地表や地層に傾斜がある地盤条件での山岳トンネルの地震時挙動について検討評価するものとする。

2、検討概要

地表や地層に傾斜がある地盤においては、応答変位法のような動的解析以外の手法で耐震解析を行う場合、地震時の地盤応答を一次元にモデル化した解析から求めるため傾斜の影響は考慮されず、異なる傾斜でも同じような解析結果となる恐れがある。しかし、実際地盤において地震時にこうした地盤内にあるトンネルには、傾斜の影響による偏土圧が作用することが予想されるため、トンネルに生じる断面力は傾斜がない場合のものとは異なる結果と思われる。したがって、今回は図2のケースA～Cの状態について勾配の影響の検討を行う。

3、解析条件

表1：地層の諸物性値

基盤深さを1Htと固定する(図1)、また、表1に地層の諸物性値をまとめた。

	V_s (m/sec)	h (%)	(kN/m ³)	G (kN/m ²)	
基盤	700	3	19	950,000	0.35
表層	200	6	19	77,500	0.35

なお入力地震波は

100galの正弦波を用いる。

正弦波の周期は、地表面の卓越振動数から求めた。

H_s はトンネル中心線の位置での地盤厚さを用いる(図1)。

また、表2には各ケースにおける周期と周波数と傾斜角を載せた。

解析ケースA、B、Cの内容は以下の通りである(図2参照)。

表2：勾配の影響各種設定

ケース	勾配(度)	周期(sec)	周波数(Hz)
A	10	0.961	1.040
	20	1.152	0.868
	30	1.441	0.694
B	10	0.606	1.650
	20	0.461	2.170
	30	0.411	2.430
C	10	0.769	1.300
	20	0.819	1.220
	30	0.384	2.600
B & C	0	0.769	1.300

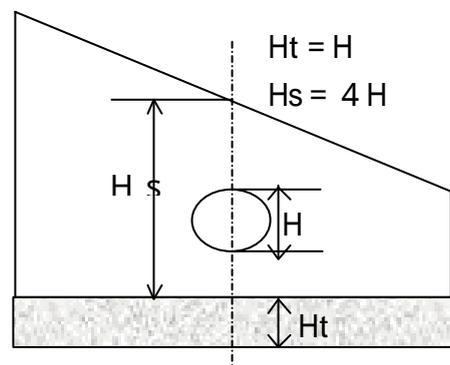


図1 傾斜地盤での代表深さ H_s の取り方

キーワード：山岳トンネル、耐震解析、動的解析、斜面

連絡先：住所：〒192-0364 東京都八王子市南大沢 1-1 t e l 0426-77-1111 内線 4567

- ケースA・・・地表面勾配を変化させる。
- ケースB・・・地層境界面の勾配を変化させる。
- ケースC・・・地表面勾配と地層境界面勾配を同時に変化させる。

よって本研究は傾斜角をパラメータにとり、パラメトリックスタディーを行うものとする。

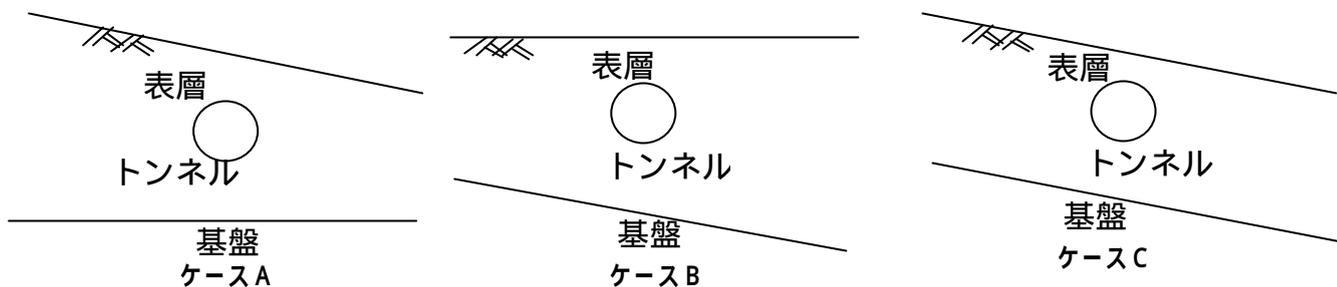


図2：解析条件（モデル図）

4、解析結果とまとめ

解析結果のグラフを図2～4に示す。図の縦軸は各ケースにおいて、傾斜角0°の場合の断面力を規準とし正規化した断面力比である。横軸は傾斜角である。

ケースA

- ・ 地表面の勾配を大きくしていくことにより、トンネルに働く全ての断面力は、大きくなる。
- ・ いずれのケースも最大曲げモーメントは覆工とインバートの境界部に発生した(図2)。

ケースB

- ・ トンネルに働く断面力は10°では断面力比0.5程度となるが、基盤面の勾配を大きくしていくことにより増加する(図3)。

ケースC

- ・ 覆工部の軸力は勾配を大きくするにつれて若干増加している。他の断面力においては勾配が大きくなるにつれて小さくなる(図4)。

5、今後の課題

- ・ 今回は地表面が傾斜したケースを対象に解析を行ったが今後は他のケースも順次検討していこうと考えている。
- ・ トンネルの形状効果によって静的時に断面力が大きくなるところと地震時の大きところかどのような関係にあるか検討していきたい。

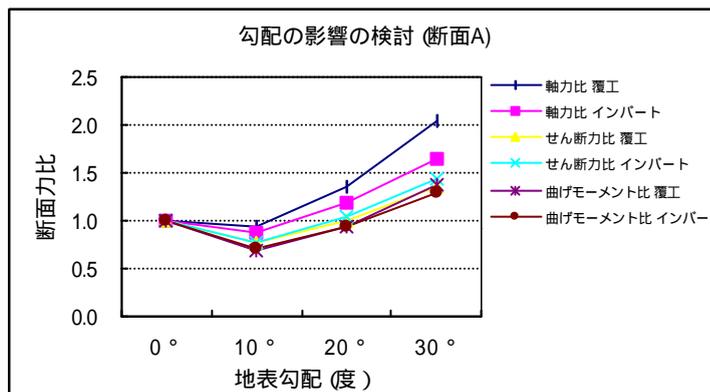


図2：断面力比（ケースA）

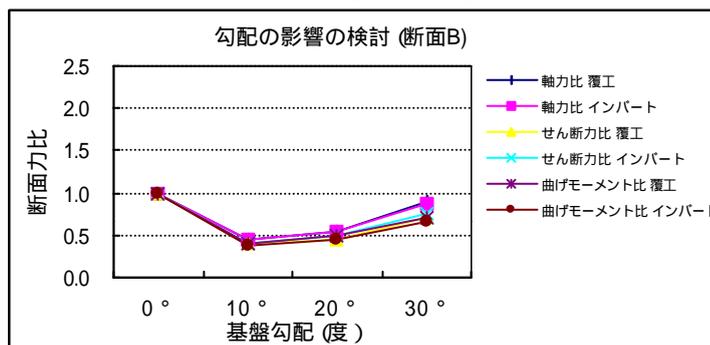


図3：断面力比（ケースB）

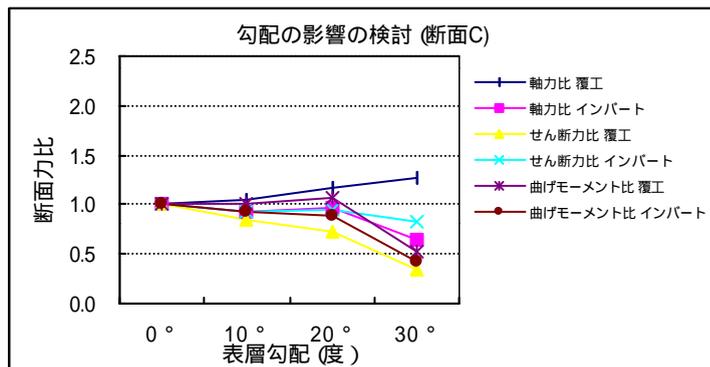


図4：断面力比(ケースC)