

埼玉大学工学部

正会員

川上 英二

大成エンジニアリング

正会員

村田 裕昭

1. 序文

1978年1月14日の伊豆大島近海地震により、伊豆急行箱取トンネルは大きな被害を被り、その被害状況は多くの研究者により調査報告されている。⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾ 一方、地震学の立場から、余震分布、P・S波の押し引き、地震前後の三角測量の結果及び強震計記象等を用いて、大局的に断層のパラメータが推定されている。⁽⁴⁾ しかし、この地震断層を用いて箱取トンネルの変形がどの程度説明できるかを定量的に解析した研究は、著者の知る限りでは未だ無い。本報告は、提案されている断層のパラメータを断層モデルに適用し、トンネル軸に対応する地盤の変形を算定し、之をトンネルの変形の実測結果と比較したものである。

2. 解析方法

断層モデルとしては、無限弾性体中の長方形の断層面に沿ってくちがいが進行する場合に弾性体中に生じる振動または変形を算定する Haskell⁽⁵⁾ により提案されたモデルを使用した。ただし、断層の近傍の変形を扱うため、 $\frac{1}{r}$ (r : 震源距離) に比例する項以外の項も省略せずに用いた。断層パラメータとしては、Table 1, Fig. 1 に示される値を用いた。主断層は Shimazaki・Somerville⁽⁴⁾ により推定された値を用い、二次断層は箱取トンネルを横切って観測された断層の実測結果に基づいて推定した。尚、ここでは、弾性波の速度として、地表面近辺での値を用いた。対象としたトンネルは Fig. 1 に示す様に便宜的に直線と仮定し、1~9の各点におけるトンネル軸方向 (x_1)、トンネル軸直角水平方向 (x_2)、上下方向 (x_3) の3方向の変位を各時刻毎に算定した。

3. 結果と考察

Fig. 2, 3, 4 に主・2次両断層による各時刻におけるトンネル軸の変形を、トンネル軸方向、軸直角水平方向、上下方向の3成分についてそれぞれ示してある。一方、最終変形の実測値をも各成分について同時に示してある。トンネル内のレールの遊間及び犬釘の動きから、地震前のレールの遊間を6mmと仮定して算定した軸方向の最終変位を Fig. 2 の太実線で、伊豆急行の資料に基づいて作成されたトンネル中心線の軸直角水平変位⁽²⁾ を Fig. 3 の太実線で、トンネル天端の上下変位⁽²⁾ を Fig. 4 の太実線でそれぞれ示してある。ただし、実測値においてはトンネル各点の相対変位だけが意味をもっている。伊東側と下田側の西坑口での最終的な相対変位について実測値と計算値とを比較すると、軸方向では計算で8cmの引張(実測30cm)、軸直角方向では35cmの右ずれ(実測75cm)、上下方向には伊東側が下田側に比べて6.5cm沈んだ(実測10cm)という結果が得られ、何れの方法も変形の方法は一致しているが、その大きさに関しては計算値が実測値の約 $\frac{1}{2}$ となる事が認められた。また、之等の図には最終変形に至るまでの各時刻でのトンネルの変形の計算値が示されており、本計算結果では最大相対変位は最終相対変位の約1.5倍となっている。次に、地盤の変形に及ぼす主断層と二次断層の影響の大きさを比較した。その1例として、Fig. 5, 6 にトンネル軸直角水平方向の変形を主断層のみによるものと、二次断層のみによるものとに分けて示した。二次断層の地震モーメントは主断層のおよそ $\frac{1}{100}$ であるにもかかわらず、主断層と二次断層と同程度の相対変位が認められた。この結果は、主断層とはならない様な小さな断層または破砕帯が二次断層としてくち違った場合の、その近くに存在している地中構造物に及ぼす影響が大きい事を示すものと考えられる。

参考文献

- 1) Tsuneishi et al.: Surface Faulting Associated with the 1978 Izu-Oshima-Kinkai Earthquake, 震研彙報, Vol.53, No.3, 1978.
- 2) 村井他: 1978年伊豆大島近海地震の被害・震度と地震断層, 震研彙報, Vol.53, No.3, 1978.

- 3) 伯野他：1978年伊豆大島近海地震被害調査報告，震研彙報，Vol.53，No.3，1978.
- 4) Shimazaki et al.：Summary of the Static and Dynamic Parameters of the Izu-Oshima-Kinkai Earthquake of January 14, 1978，震研彙報，Vol.53，1978.
- 5) Haskell：Elastic Displacements in the Near-Field of a Propagating Fault，BSSA，Vol.59，No.2，1969.

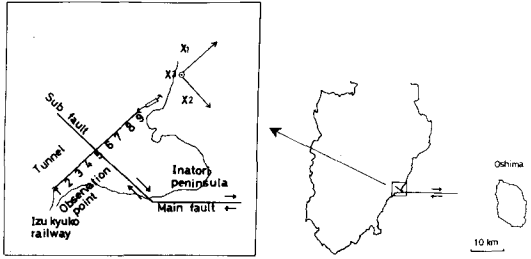


Fig. 1

Table 1 Parameters of main and sub faults

Parameters	Main fault	Sub fault
Fault length	1 7 km	2.9 6 km
Fault width	1 0 km	1.4 8 km
Fault strike	N 9 0° W	N 43.03° W
Dip angle	8 5° north	7 5° north
Slip angle	1 8 8°	1 8 0°
Dislocation right lateral strike slip	1 8 3 cm	7 0 cm
Dislocation normal dip slip	2 6 cm	0 cm
Rupture velocity	2.8 km/s	2.8 km/s
P wave velocity	2.2 5 km/s	2.2 5 km/s
S wave velocity	1.3 km/s	1.3 km/s
Rise time	2.0 sec	2.0 sec

*二次断層の破壊は主断層の破壊に続いて起こるもの(主断層の破壊発生後の6秒後)と考えた。

*主断層は34X201C二次断層は20X10に分割して積分計算をおこなった。

*Fig.2~6に示した時間は主断層の破壊(始りからの時間)を示し、18秒(Fig.6では11秒)で最終変位に達した。

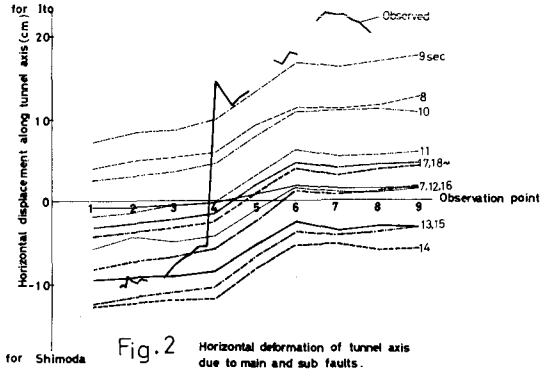


Fig. 2 Horizontal deformation of tunnel axis due to main and sub faults.

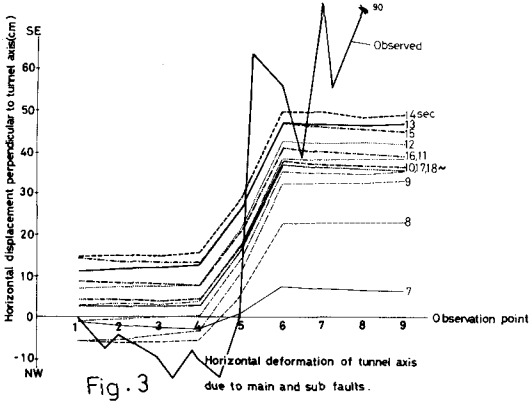


Fig. 3 Horizontal deformation of tunnel axis due to main and sub faults.

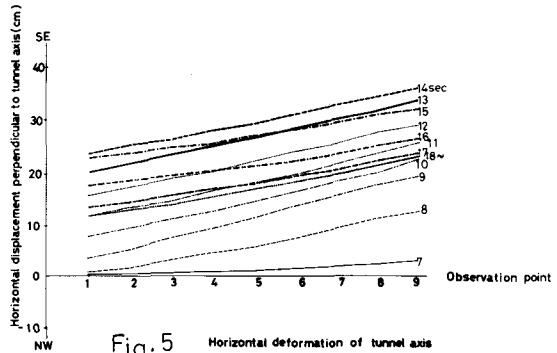


Fig. 5 Horizontal deformation of tunnel axis due to main fault.

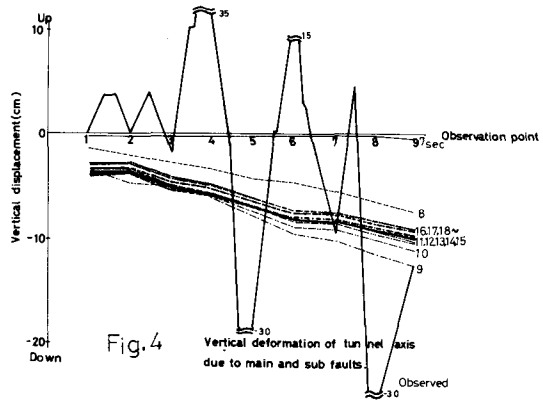


Fig. 4 Vertical deformation of tunnel axis due to main and sub faults.

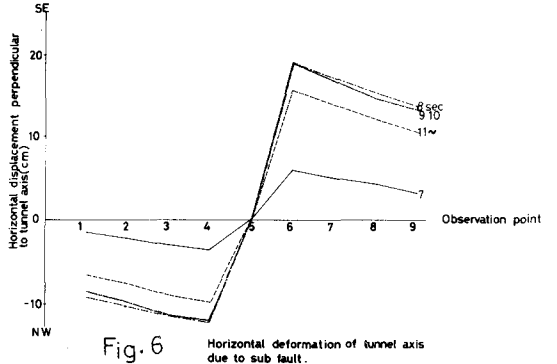


Fig. 6 Horizontal deformation of tunnel axis due to sub fault.