

埼玉大学工学部 正会員 川上 英二

埼玉県庁 正会員 松本 久司

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には著しい破損が生じ、その破損状況は多くの研究者により調査報告されている。⁽¹⁾⁽²⁾ 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および強震計記録等を用いて、大局的に断層パラメータが推定されている。著者らは、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するため、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、これをトンネルの変形の実測結果と比較している。

一昨年度の本会では、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わ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⁽³⁾ により提案されたモデルを使用した。その際、断層パラメータとして主断層は 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つて観測された断層の実測結果に基づいて推定した値を用いた。主・二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成分について算定し、得られた結果を、地震後のトンネルの変形の実測値と比較した。その結果、何れの成分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、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結果、主断層とはならない様な小さな断層が構造物を横切り、二次断層としてくわいた場合には、その影響が主断層の影響に劣らず大きい事が認められた。

本報告では、更に、自由表面の存在する半無限弾性体中の断層モデルを用いて、トンネル軸の変形を算定し、実測結果と比較する事を試みた。

2. 半無限弾性体中の断層モデルによるトンネル軸の変形

Fig. 1の主・二次両断層がくわいた場合に生じ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成分について計算をおこなった。使用した断層モデルは Kawasaki, Suzuki, Sato⁽⁵⁾ により提案されたものであり、一昨年度用いた Haskell⁽³⁾ により提案されたモデルに自由表面の影響を更に考慮に加えたものである。これらのモデルは共に観測点が震源から遠方であるという近似をおこなっていないため、本研究で対象とした震源近傍での解析を行うに際し役立つものと考えられる。Table 1に使用した断層パラメータを示す。これは一昨年度用いたものと弾性波の速度を除いては同一のものである。

Fig. 2, 3, 4に主・二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(残留)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および犬釘の動きから、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の細実線で、伊豆急行の資料に基づいて作成されたトンネル中点線の軸直角水平変位⁽⁴⁾⁽²²⁾をFig. 3の細実線で、トンネルの上下変位⁽⁴⁾⁽²²⁾をFig. 4の細実線(レール面)、細一点鎖線(天端面)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がある量と考え、零線は適当に仮定して描いてある。伊東側と下田側の両坑口近辺における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、何れの方向も変形の方法は一致しており、その大きさに関しても大きくは一致することが認められる。もとより、以上の結果は、構造物の影響を無視し、地盤を均質な弾性体と考え、地盤の塑性変形および不均質性等を考慮せず、更には、発震機構を非常に簡単に仮定して求められた計算結果である。今後、これらの点

に關して更に検討を加える必要があると考える。

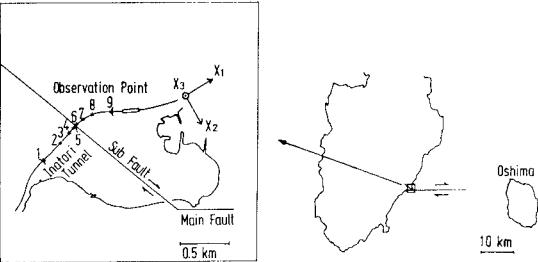


Fig.1 Main and Sub Faults, Inatori Tunnel and Observation Points

Table 1 Parameters of Main and Sub Faults

Parameters	Main Fault	Sub Fault
Fault Length	17 km	3.0 km
Fault Width	10 km	1.5 km
Fault Strike	N 90° E	N 51° E
Dip Angle	85° North	75° North
Slip Angle	188°	180°
Dislocation Right Lateral Strike Slip	183 cm	70 cm
Dislocation Normal Dip Slip	26 cm	0 cm
Rupture Velocity	2.8 km/s	2.8 km/s
P Wave Velocity	6.0 km/s	6.0 km/s
S Wave Velocity	3.5 km/s	3.5 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（主断層の破壊発生の6秒後）と考えた。
- * 主・二次断層共に、それぞれを（長さ10）×（幅5）の50個に分割して、積分計算をおこなった。
- * Fig. 2~4 に示した時間は主断層が破壊し始めてからの時間を示し11秒で最終変位に達した。

参考文献

- 1). Tsuneshi, 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程度と地震断層, 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). 小野田 他: 伊豆大島近海地震による被害(1), トンネルと地下, Vol.9, No.6, 1978.
- 5). 川上 他: 断層モデルを用いたトンネル構造物の変形の算定, 第35回年報, 第1部, 1980.
- 6). Haskell: Elastic Displacements in the Near-Field of a Propagating Fault, BSSA, Vol.59, No.2, 1969.
- 7). 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.
- 8). Kawasaki, et al.: Seismic Waves due to a Shear Fault in a Semi-Infinite Medium, Journal of Physics of the Earth, Vol.21, 1973.
- 9). 川上: 断層震源モデルを用いた震源域内のトンネル構造物の変形の算定, 土木学会論文集, No.324, 1982.

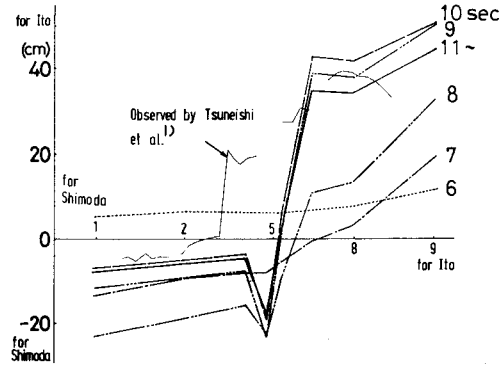


Fig.2 Longitudinal Displacement due to Main and Sub Faults in Semi-Infinite Medium

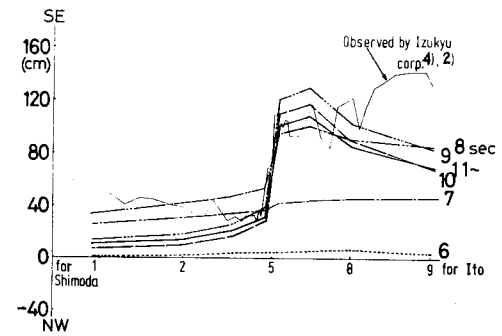


Fig.3 Transverse Displacement due to Main and Sub Faults in Semi-Infinite Medium

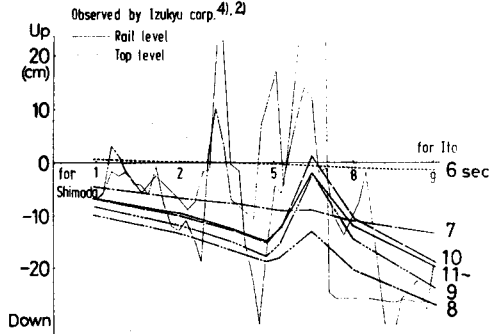


Fig.4 Vertical Displacement due to Main and Sub Faults in Semi-Infinite Medium