

筑波大学構造工学系 正 員 藤野陽三
 東京大学地震研究所 正 員 伯野元孝
 東京大学・大学院 学生員 片田敏行

1. まえがき

1978年1月14日の伊豆大島近海地震($M=7.0$)では、伊豆半島の東海岸(伊東一下田)を走っている伊豆急行がかなりの被害を受けた。箱取トンネルでは、中央付道を地震の原因となった断層が横切った。このため、コンクリートの覆工が剥落したり、天端に穴があいて、土砂が流入した。また、レールが約50cm浮き上がる惨状を呈した所もある。トンネルの下田側抗口付近では、レールが50mにわたって蛇行した。被害状況を図-1に示す。地震断層によるトンネルの被害としては最大級のものとされるので、被害に関して少し詳しく調査した。以下に資料として報告する。

2. 路盤とレールの相対変位

トンネル内では、レールと枕木を結ぶ犬釘がレールに対して相対的な動きをしているものが数多く見られた。(写真-1) また、レールの遊間量は通常約7mmであるが、トンネルでは、レールの遊間量が大きくなったもの、小さくなったものというあった。(写真-2) 犬釘の動き、レールの遊間量を測定した結果を図-2に示す。図-2より、犬釘の動きは断層の横切ったあたりで動きが反転していることがわかる。遊間量は断層付近で広がり、断層から離れたところでは小さくなっている。このことは、断層付近では地盤が膨張したことを示している。原因のひとつとして、断層によって地盤にダイレイタンスー現象が生じたことが考えられる。また、断層により、トンネルがぐい違い、トンネルの全長が長くなり、レールがのはきれた。この結果、犬釘の動きや遊間

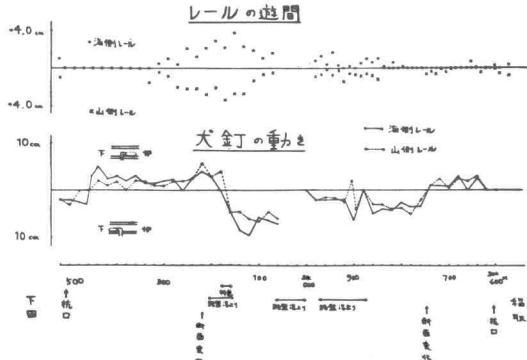


図-2 測定の結果

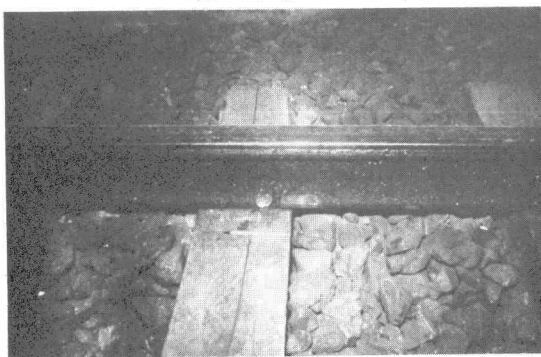


写真-1 犬釘の動き(トンネル内)

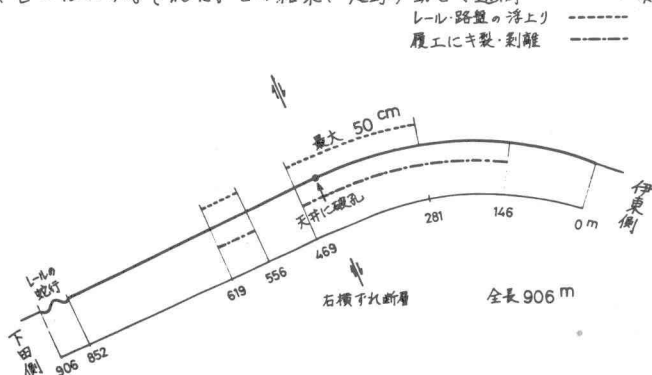


図-1 箱取トンネルの被害状況



写真-2 レールの遊間
(トンネル内)

量の分布が図-2に示すような傾向を呈したとも考えられる。

3. トンネル断面の変形

図-3は、トンネル内の路盤より高さ1.2mにおける差渡し量の測定結果である。図-3よりわかるように、トンネル中央付近で約200mにわたって断面の差渡し量が小さくなっている。この付近は断層が横切っている地帯であり、断層がずれることによって、断面が変形したと考えられよう。このあたりの覆工は鉄筋で補強されたものであるが、断層が動けば、いくら丈夫に作っても変形は免れ難いということである。トンネル中央付近では覆工に破孔が生じ、トンネル内に土砂が流入した。

4. レールの蛇行

写真-3はトンネルの下田側抗口付近で生じたレールの蛇行である。レールの蛇行状況を測定した結果を図-4に示す。約50mにわたる蛇行によってレールは長手方向に約20cm縮んだことがわかる。レールの蛇行部では、側溝の蓋のいくつかが座屈していた。この付近の路盤がトンネル軸方向に縮んだためレールが座屈したと考えられよう。路盤が縮んだ原因のひとつとして、前節で述べたように断層付近で生じたダイレイタンス現象が考えられよう。すなわち、ダイレイタンスによって断層付近に生じた膨張しようとする力が、比較的地盤の悪い下田側抗口付近の地盤を圧縮させてレールを座屈させたと考ええるわけである。また、断層がずれるのは比較的小さい時間で起こる動的な現象であり、そのずれによってトンネル軸方向にP波が生じるであろう。抗口の外には川が流れており、橋がかかっている。このため、境界条件が著しく変化し、伝播してきたP波が反射し、下田抗口付近の比較的地盤の悪い所にP波がたまり、地盤が圧縮され、塑性変形を残したとも考えられよう。しかし、断層をはさんで嵯峨側ではトンネル自体が曲っており、また地盤も比較的良好いので大きな歪が地盤に局部的にたまるようなことがなく、レールの座屈が生じなかったと思われる。

5. あとがき

伊豆大島近海地震で発生した地震断層による、伊豆急嵯峨トンネルの被害状況とその特徴について報告した。また、被害状況に関する種々の測定結果及びその考察についても報告した。以上述べたように、地震断層が嵯峨トンネルを横切り大きな被害を生じたが、全面的な崩壊ということではなく、一面で、トンネル構造物の強さを示したといえるかもしれない。

参考文献) 伯野・藤野・片田, “1978年伊豆大島近海地震被害調査報告—土木構造物について—”
東京大学地震研究所彙報(投稿中)



トンネルの差渡し

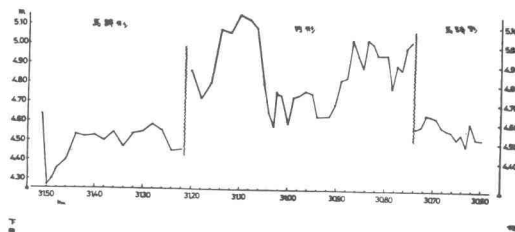


図-3 差渡し量の測定結果

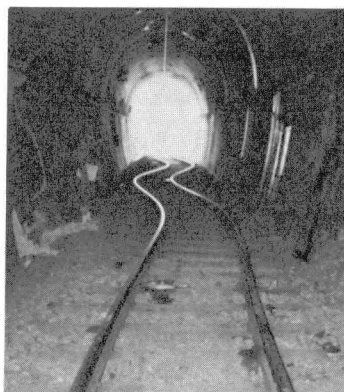


写真-3 レールの蛇行

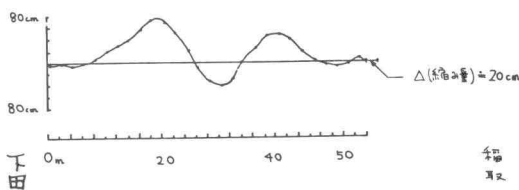


図-4 蛇行の測定結果