

東京大学生産技術研究所 正員 田村重四郎

〃 〃 加藤 勝行

〃 〃 酒井 清武

1. 緒言

著者等は、昭和45年より多摩川トンネル（国鉄京葉線）又昭和51年より東京都区内地下鉄道用トンネル（シールドトンネル2地点、箱型2線式トンネル2地点）で地震観測を続けている。地震観測、模型振動実験及び動的解析方法については、順次本会において報告している。

今迄の研究結果を概観すれば次の様になる。トンネル軸方向の歪については、①曲げ変形による歪にくらべ、軸方向変形による歪が卓越し、②その大きさはトンネル軸に没う地盤の変位の分布状況（波長）に関連し、③一般に表層地盤の低次振動の振動数をもつ振動成分が卓越し、④より深い地盤状態をも考慮した表面波によって変形することがある。トンネル断面の変形についてはトンネル周辺地盤の変形に応じて変形する。

本報告では地震時のトンネルの動的歪と加速度がどの様に経時的に変化するかを、地震記録について検討したので報告する。

2. 地震観測計器及び地震記録

シールドトンネルの地震観測においてトンネル断面の変形がより明瞭に認められるため、本研究ではシールドトンネルの観測記録を対象とする。図-1は、シールドトンネル内の地震計器の配地図である。図-2, 3は夫々1978年伊豆大島近海地震（ $M=7.0$, $\Delta=100\text{km}$ ）、1976年12月29日群馬県北部に発生した地震（ $M=5.8$, $\Delta=140\text{km}$ ）の記録である。図-2, 3中の波形に付された記号は図-1の地震計の記号に対応している。

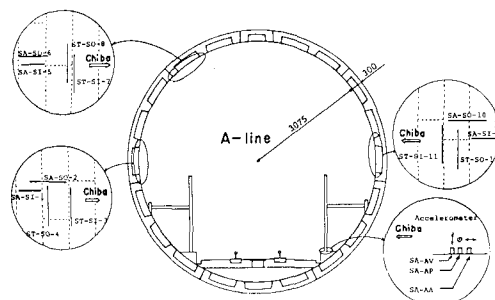


Fig. 1 Location of instruments

No. 1/2までの歪波形の内No. 1, 2, 5, 6, 9, 10はトンネル軸方向の歪を、他はトンネル断面内のセグメント内面の歪をあらわしている。

3. 歪波形の経時的变化

トンネル軸方向の歪波形の振中の経時变化に関して、加速度波形のそれに対応していない場合の多いことは既に報告した。このことは図-2の軸方向歪（SA-SI-10, SA-SI-11）にも示されている。この記録で特徴的なことは、歪波形特に軸方向歪について6秒前後の周期の成分が波形の後半において著しく卓越していることである。軸方向歪波形のこの比較的長周期の振動成分は、1978年宮城県沖地震（ $M=7.4$ ）でも認められているが、相対的に小さな値しか示しておらず、表層地盤の卓越振動数をもつ振動が卓越している。

トンネル横断面内の壁の歪の経時变化は軸方向の場合と可成り異った傾向を示す。周辺地盤が剪断変形する場合、図-1の点T-SI-7の両測点の歪が卓越することが知られている。図-3では点T-SI-7、点T-SI-8は、トンネル軸直交方向の加速度波形（SA-AP）に対応して変化し、他にくらべて著しく大きな値を示し、主に当該地点の表層の卓越振動数で振動していることがわかる。この傾向はシールドトンネルで得られた大部分記録で認められている。

図-2の点T-SI-8を視察した場合、歪の値は他の測点にくらべて最も小さいことが分かる。このことは、トンネル断面が殆んど剪断変形しておらず従って表面層が剪断変形していないことをあらわしているとみられる。

以上をまとめると地震時のトンネルの変形は、表層地盤の動特性によつて生ずる平面的ならびに深さ方向の地盤の変形と、より深い地盤の動特性を反映した平面的な地盤の変形によることを示すものと思われる。

Fig. 2 EARTHQUAKE RECORDS AT A SHIELD TUNNEL (JANUARY 14, 1978)

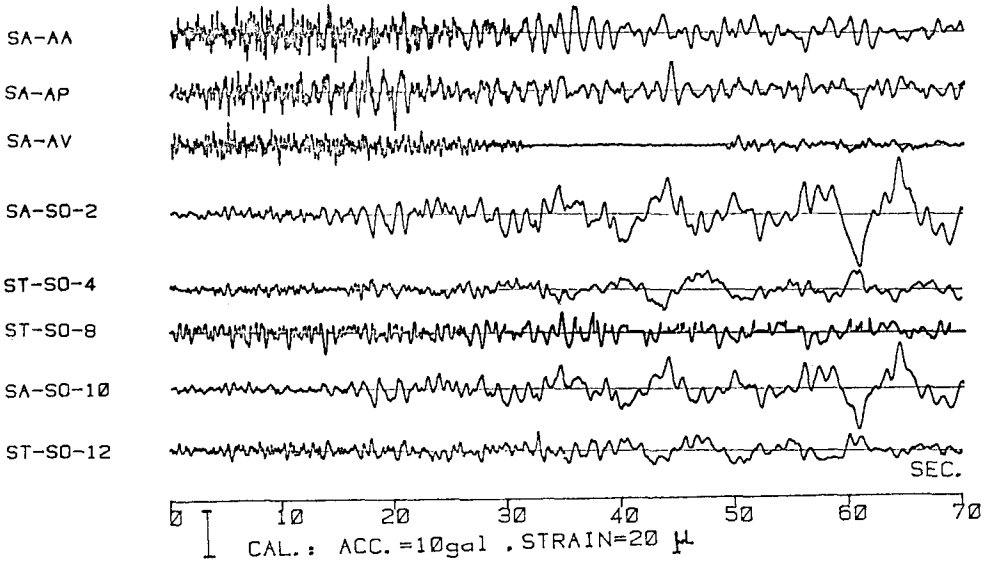


Fig. 3 EARTHQUAKE RECORDS AT A SHIELD TUNNEL (DECEMBER 29, 1976)

