

東京大学生産技術研究所 田村 重四郎
 加藤 勝行
 酒井 清武

1. 緒言

著者等は、沈埋トンネル（京葉線，多摩川トンネル）及び東京都区内地下鉄道用トンネルで地震観測を続けていて、得られた知見を順次本会に於いて報告して来ている。前回にはシールドトンネルの断面の変形の観測記録を調査した結果、地震によっては、2種類の変形が生じていることを示した。今回は、昭和55年9月25日に発生した東京都で震度Ⅳの地震の際のトンネルの挙動について、観測結果を報告する。

2. 地震観測計器及び地震記録

図-1はここで報告するシールドトンネルの断面で、左右の5ヶの小円の中には観測計器の配置状況が記されている。SA-AV, SA-AP, SA-AAは鉛直方向，トンネル軸直交方向（水平）及びトンネル軸方向の加速度計である。末尾の数字が1～13までの計器はトンネルの軸方向の変形（1, 2, 5, 6, 9, 10）及びトンネル断面の弦長の変化（3, 4, 7, 8, 11, 12, 13）を示す歪計である。（以後歪計末尾の番号で歪波形を指定する）

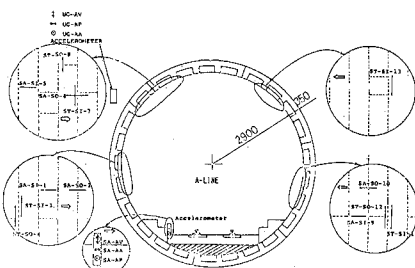


図-1 Location of instruments

図-2は1980年9月25日千葉県中部の地震（ $M=6.1$, $\Delta=46\text{ km}$ ）で得られた記録である。記録中

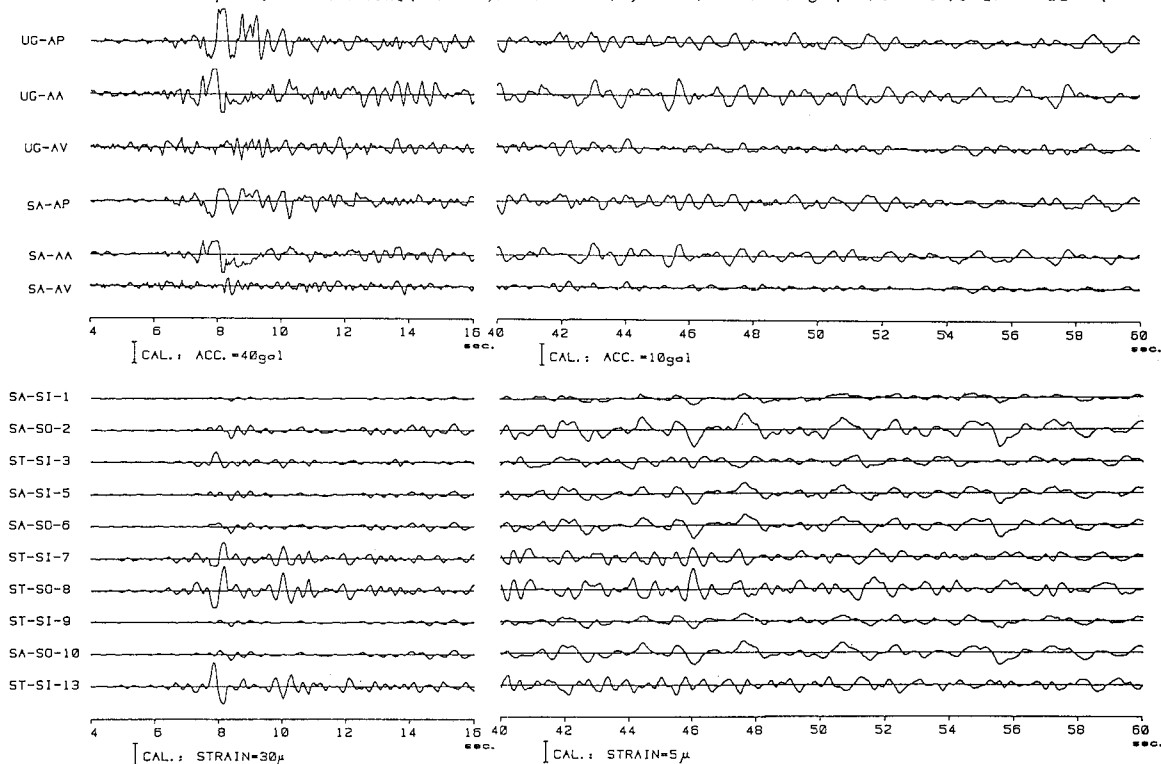


図-2 SHIELD TUNNEL

UG-AP, UG-AA, UG-AVは、トンネル内の測定点に対応したトンネル横約15mの地盤内の加速度記録で、それぞれトンネル軸直交方向（水平）、トンネル軸方向及び鉛直方向を示している。測定点は港区南青山の台地にあり、表層約10mは略々 $N=2\sim5$ の表層粘性土であり、この下は $N=20\sim40$ の砂質土である。トンネルはこの砂質土中に建設されていてトンネル上端は深さ18mに位置している。

3. 記録波形についての考察

図-2の加速度波形UG-AP, UG-AA, SA-AP, SA-AA及びST-BO-7, ST-BO-8で8秒附近で波形の尖った部分が切水しているのは、スケールオーバーしたためである。

A) 加速度波形について

トンネル内及び地盤中の記録を比較した場合、方向別にみると、比較的高い振動数成分については差があるが、幾何学的にみてそう大きな差異のないことは既に報告した通りである。絶対値については、地盤中の値が相対的に僅かながら大きくなっている。図-3は、9月25日の地震のUG-AP, SA-APのフーリエスペクトルを示している。

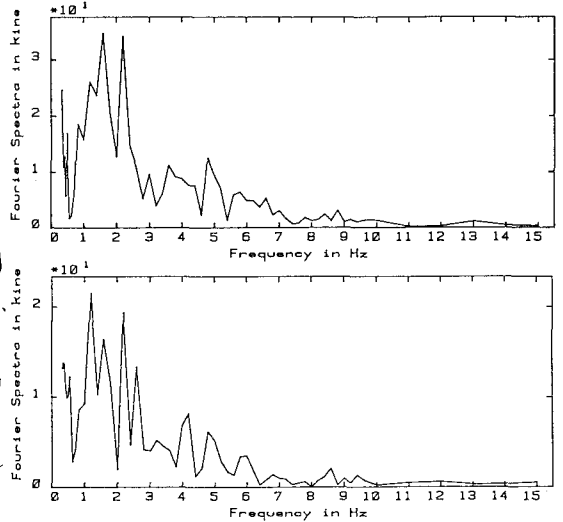


図-3 フーリエスペクトル (上: UG-AP, 下: SA-AP)

B) 歪波形について

トンネル軸方向の波形は、測定位置に拘らず幾何学的にも、値の大きさも極めてよく類似していることは既に報告しているが、歪波形1が例外的に小さな値しか示していないのは計器の不調によるものとみられる。一方横断面形状の変化を示す、歪波形3, 7, 8, 13の間には著しい差異がある。7, 8, 13の絶対値が3に比べて著しく大きいこと、及び歪波形7, 8, 13は極めてよく似ているが歪波形13のみが歪波形7, 8と位相が全く逆になっていることである。これは殆どどの地震で認められるのであり、トンネル断面が図-4の様に变形している事を示している。

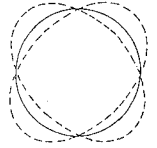


図-4

C) 加速度波形と歪波形の関係について

トンネル軸方向の歪の大きさと、加速度波形の大きさとが必ずしも対応せず、特に加速度波形で比較的高い振動数成分が卓越している場合に対応しないことを既に報告した。図-2の加速度波形及び歪波形で6~16秒間に注目すると、歪波形1, 2, 5, 6, 9, 10は、加速度の絶対値が60ガル以上から約1/4の15ガル程度に減少しているにも拘らず歪は1/10程度から7/10程度にしか変化していない。しかるに、歪波形7, 8, 13では、加速度波形が最大を示す8秒前後で、歪は最も大きな値となり、略々加速度波形の減少に伴って急激に値は小さくなって行く。16秒前後では、歪波形7, 8, 13の歪の大きさは歪波形2, 5, 9, 10の大きさに近い値にまで減少している。

図-2の60秒前後の各歪波形の歪の大きさに注目すると、歪波形2, 5, 9, 10, がむしろ他より大きい傾向を示すことが分かる。

4. まとめ

3でのべたトンネルの地震時の断面の变形と加速度波形との関連は、他の地震の場合についても、又他のシールドトンネルの場合についても認められている。これは、局所的な地盤の地震応答に対応してトンネル断面が、挙動することを示すものと考えられる。

本研究に当り、帝都高速度交通営団の与えられた協力に対し謝意を表します。