

## I-535

## 立坑部とシールドトンネルの地震時動的挙動

鹿島建設㈱技術研究所 正員○大保 直人  
 鹿島建設㈱技術研究所 正員 永井 文男  
 鹿島建設㈱技術研究所 正員 林 和生

## 1. まえがき

シールドトンネルは、セグメントをピース間ボルト及びリング間ボルト継手で組み上げた柔構造となっている。しかし、シールドトンネル完成時には、剛性を高くしたトンネル掘削時の発達立坑と柔構造のシールドトンネルの接合部が存在するため、地震時にはこの部分で動的挙動に違いが生じる。これらの問題については、田村らによる振動台を用いた模型実験<sup>1),2)</sup>、また、動的解析の結果が報告されている<sup>3)</sup>。ここでは、これまでシールドトンネルの直線部の地震時挙動解明<sup>4)</sup>に用いた地震観測機器を立坑を含むシールドトンネルの地震観測に移動させこれまでに得られた知見について報告する。

## 2. 観測の概要

森ヶ崎から京浜運河の下を通過し城南島に至るシールドトンネル（トンネル外径9.5m）の立坑No.2とその近傍のシールドトンネル内に観測機器を設置し、地震観測を実施した（図-1参照）。地震計は立坑から約100m離れた測点A、約50m離れた測点B及び立坑との接合部の測点Cさらに立坑から約50m離れた地表の測点Dに測定地点を設けた。地表の測定地点は、立坑近傍の環境が整備された後に設けた。各測点の測定成分は少なくともトンネル軸と上下成分の2方向を設置し、一部トンネル軸直角方向を設置し3方向測定を含め、合計8成分同時観測を実施した。地震計は長周期地震動の観測を目的とし、速度型地震計を用いた。図-1は、立坑No.2含むシールドトンネルでの地震観測位置を示す。

## 3. 観測結果

立坑を含むシールドトンネル内で観測された地震の諸元を表-1にそれらの震央位置を図-2に示した。震央距離が遠い地震（Event No.1）と近い地震（Event No.2）のトンネル軸方向の主要動部の速度波形を図-3及び図-4に示す。Event No.1の立坑とトンネルの波形は振幅・形状とも極めて良く似ている。しかし、Event No.2の地震波形は、振幅・形状とも異なった性状を示している。図-5及び図-6は、Event No.1とNo.2の地震で立坑と立坑から100m離れて2つの地点のトンネル軸及び上下方向の振動特性の比較するためにフーリエスペクトルを重ね書きした。震源距離の小さな地震ではトンネル部で短周期成分が卓越し、立坑とトンネルがとはやや異なった振動特性を示している。一方、震央距離の大きな地震では長周期成分が卓越し、立坑とシールドトンネルは振幅・振動数ともほぼ同じ振動特性を示している。

立坑とシールドトンネルの挙動の変化を、立坑の加速度及び速度振幅を基準にして、立坑からの距離変化に伴うトンネル軸及び上下方向の振幅分布を図-7に示した。加速度・速度振幅波形及び振動方向の違いに関わらず、震央距離の小さな地震では、立坑近傍のシールドトンネルの振幅は、立坑の3倍程度の大きさを示している。一方、震央距離が大きくなると立坑を含むシールドトンネルは同じ振幅を示している。

## 4. あとがき

立坑を含むシールドトンネル内において地震観測を実施し、以下の結果が得られた。

①比較的長周期成分が卓越する震央距離の大きな地震では、立坑とシールドトンネルのトンネル軸及び上下方向は一様に挙動する。

②短周期成分が卓越する傾向にある震源距離の小さな地震では、立坑とシールドトンネルのトンネル軸及び上下方向は異なった挙動をし、トンネルの振幅は立坑の約3倍程度の大きさになる。

立坑を含むシールドトンネルの地震時の挙動を僅かな地震観測例を基に報告したが、今後さらに地震観測を継続し、地震時の挙動を解明したい。

表-1 地震記録一覧

| Event No. | 地震名    | 地震発生年月日時分        | 位置<br>北緯東経   | マグニチュード (M) | 深さ (KM) | 震央距離 (KM) |
|-----------|--------|------------------|--------------|-------------|---------|-----------|
| 1         | 福島県沖   | 1987.04.23.05.13 | 37.05 141.38 | 6.5         | 46      | 285       |
| 2         | 埼玉県東部  | 1987.06.04.07.56 | 35.57 139.45 | 4.4         | 87      | 26        |
| 3         | 千葉県中部  | 1987.06.16.00.31 | 35.37 140.12 | 4.4         | 75      | 72        |
| 4         | 茨城県南西部 | 1987.06.30.18.17 | 36.11 140.05 | 4.9         | 58      | 107       |

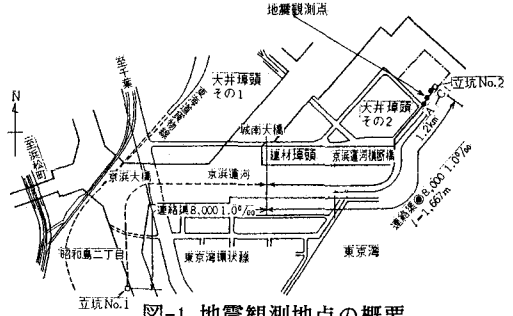


図-1 地震観測地点の概要

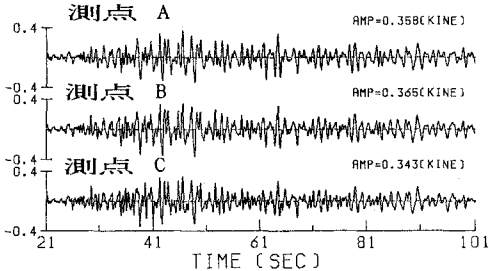


図-3 トンネル軸方向速度振幅波形 (Event No. 1)

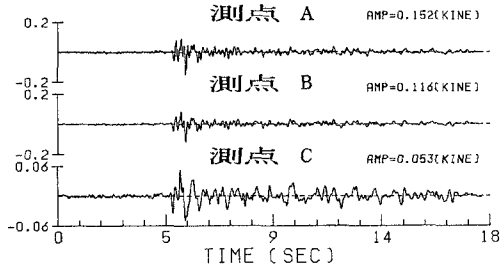


図-4 トンネル軸方向速度振幅波形 (Event No. 2)

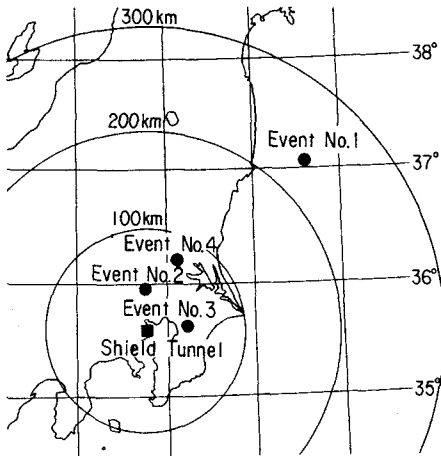


図-2 地震の震央分布

(参考文献)

1) 田村、山口、河田；シールドトンネル模型の振動実験、31回年次学術講演会、昭和51年、

2) 田村、山口、河田；シールドトンネル模型の振動実験（2）、32回年次学術講演会、昭和52年、

3) 川島、杉田、加納、岡本；立坑を含むシールドトンネルの地震時挙動、43回年次学術講演会、昭和63年、

4) 大保、永井、林；シールドトンネル直線部の動的挙動について、43回年次学術講演会、昭和63年

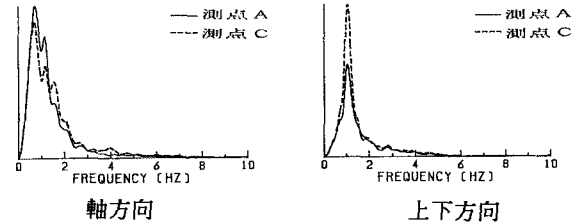


図-5 立坑とトンネルとの振動特性の比較 (Event No. 1)

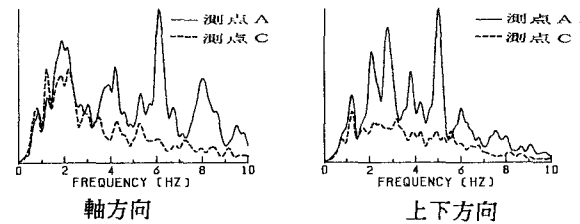


図-6 立坑とトンネルとの振動特性の比較 (Event No. 2)

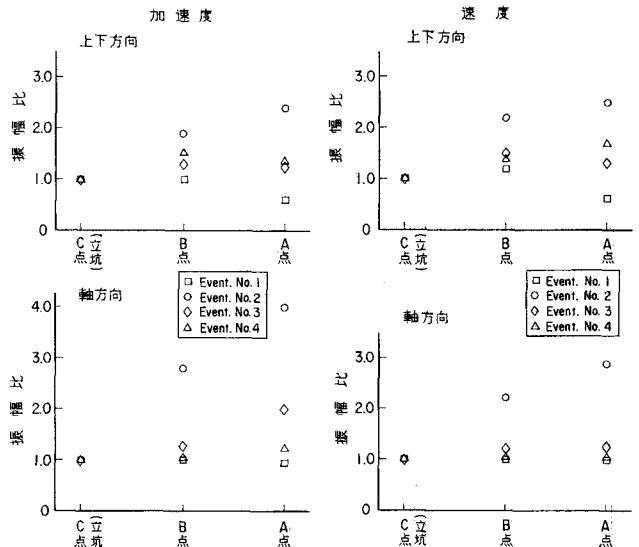


図-7 立坑からの距離と振幅の関係