

東京都港湾局

七久保 操

同 上

恵沢 厚治郎

同 上 正員 ○ 前田 宏

1. は じ め に

昭和55年10月、東京港第二航路を横断し、13号その2埋立地と中央防波堤内側埋立地とを結ぶ東京港第二航路海底トンネル（図-1）が開通した。トンネルは、大型船舶の航行に支障をきたさず、しかも羽田空港の高度制限を満足する連絡道路として、沈埋工法により建設された。設計に当たっては最新の耐震設計法を用い、トンネルの耐震性確保に努めた。また、トンネルの地震時における安全性の確認、耐震設計法の妥当性の検討、あわせて将来の沈埋トンネルの設計資料を得ることを目的として、昭和55年4月より、地震観測を実施している。ここでは、その観測体制および観測結果の一部を報告する。

2. トンネルの構造概要および地盤条件

トンネルの延長は10848m（沈埋部7440m）で、沈埋部は、幅28.4m、高さ8.8mの長方形断面を有する長さ1240mの鉄筋コンクリート製沈埋函6函よりなる。耐震設計の結果、立坑および沈埋函相互の継手は、図-2に示すような可撓性継手を採用し、軸方向にプレストレスを導入する積極的な補強を行なった。トンネル建設地点の地層縦断面図を図-3に示す。沈埋部における地層は、薄い沖積層の下に、砂層をはさんだN値10程度の洪積粘性土層（AP-10m〜40m）、東京礫層（AP-40m付近）、N値50程度下部東京層（AP-90mまで）、以深に第3紀層が続いている。

3. 観 測 計 器

観測計器の種類と台数を表-1に、配置図を図-4に示す。加速度計は固有周期0.2秒のサーボ型で、地盤およびトンネルの振動性状、地震波の伝播特性を調べる目的で、13号地側AP-51.2mの地中、航路両岸の地表面および2号函中央部に計4台設置した。さらに、地震時の沈埋函の挙動を把握するため、1・2・3号函中央部の左右側壁と立坑および沈埋函相互の継手部に差動トランス型ひずみ計を設置し、函体コンクリートの動ひずみと継手部の相対変位を測定している。同時に、沈埋函製作時に設置した1・6号函体内のゲージ型ひずみ計および4号函の鉄筋計により、函体コンクリート内部の動ひずみと鉄筋の動ひずみを測定している。

4. 地 震 観 測 記 録

現在までに、表-2および図-5に示すような5回の地震が観測されている。図-6に観測記録波形の一部を示す。（a）は、昭和55年6月29日伊豆半島川崎沖地震（ $M=6.7$ 、 $\Delta=90\text{km}$ 、 $H=0\text{km}$ ）の記録である。水平方向加速度の最大値は、基盤において約8gal、地表面において約26galで、表層地盤の加速度増幅率は約3倍であつた。加速度波形の周期特性は時間的に大きく変化しており、A2Xについては主要動部分で0.43秒および1.0秒の周期成分が、後半部では5〜8秒のやや長周期の成分が卓越している。函体に生じた軸ひずみは最大で3.3 μ 、曲げひずみは0.6 μ であり、軸ひずみが支配的であつた。

また、曲げひずみが加速度の主要動部分で卓越するのに対し、軸ひずみはやや長周期の成分が優勢な地震動の後半部で卓越している。（b）は、昭和55年9月25日千葉県中部地震（ $M=6.1$ 、 $\Delta=40\text{km}$ 、 $H=80\text{km}$ ）の記録である。水平方向加速度の最大値は、基盤において約22gal、地表面において約65galであつた。加速度増幅率は、前述の地震と同様に約3倍であり、耐震設計の結果とほぼ一致している。A2Xの周期成分は0.3秒〜2秒に分布しており、時間的に大きな変化は見られなかつた。函体のひずみは、1号函で最も大きく、航路中央部に行くに従い減少する傾向があり、その最大値は軸ひずみで44 μ 、曲げひずみで2.0 μ で、これらの値は加速度の主要動部分で生じている。

5. お わ り に

東京港第二航路海底トンネルにおける地震観測体制と観測記録の一部を報告した。今後、これらの観測記録を基に、数値シミュレーション等を行ない、沈埋トンネルの地震時挙動の把握、耐震設計法の検討等の研究を進めていく方針である。この結果については、順次発表する予定である。最後に、耐震設計および地震観測について御指導をいただいた「東京港第二航路横断トンネル建設委員会」（岡本舜三委員長）の諸先生方、ならびに関係者一同に深く感謝する次第である。

1.3 伊豆半島の位置図

東京港第二航路

東京港第二航路海底トンネル

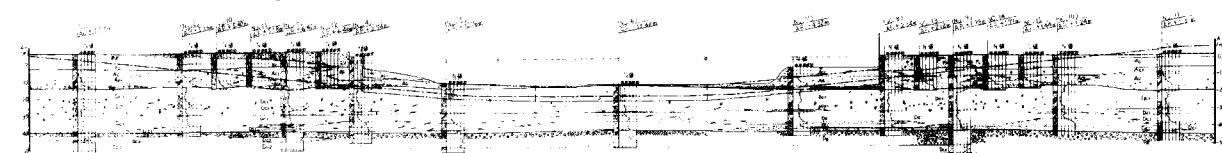


図-3 地層縦断面

中央防波堤内陸立脚

1.3 伊豆半島の位置図

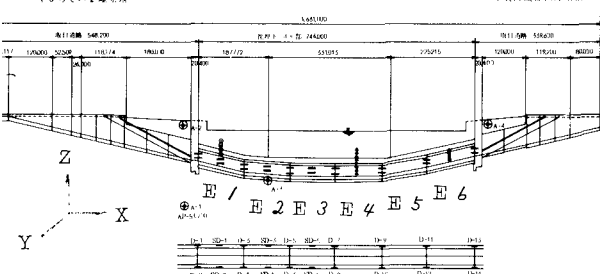


図-4 観測計器配置図

表-2 地震観測記録一覧表

地震コード	観測日時	震央地名	震央位置 経緯北緯	震源深さ (Km)	マグニチュード (東京)	震央距離 (Km)
EQ-1	1980.6.18, 16:25	東京湾地震	140°01', 35°58'	6.0	4.6	2.0
EQ-2	1980.6.29, 16:20	伊豆半島地震	139°14', 34°55'	1.0	6.7	9.0
EQ-3	1980.9.24, 4:10	関東南部	139°48', 35°56'	8.0	5.4	4.0
EQ-4	1980.9.25, 2:54	関東南部	140°13', 35°51'	8.0	6.1	4.0
EQ-5	1981.1.19, 3:17	三陸沖の中沖	142°58', 38°36'	0	7.0	4.4

震源深さ：F 地震計 30m による

表-1 地震計器一覧表

記号	計器名	計器数	観測方法	観測方法
+	加速度計	4台	2成分	2成分
□	傾斜計	6台	1成分	1成分
■	傾斜計	1台	1成分	1成分
●	変位計	4台	1成分	1成分
△	変位計(地面向)	4台	1成分	1成分
▲	変位計(地面向)	4台	1成分	1成分

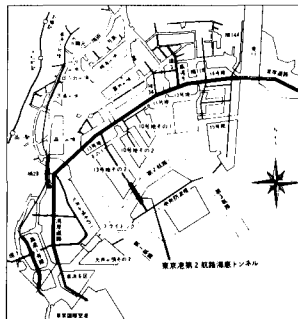


図-1 トンネル位置図

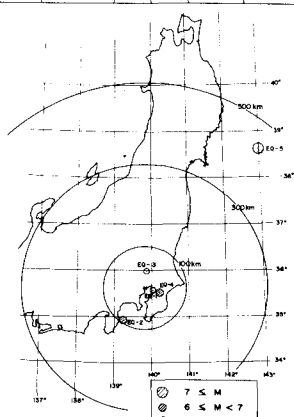


図-5 震央位置図

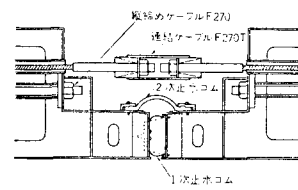
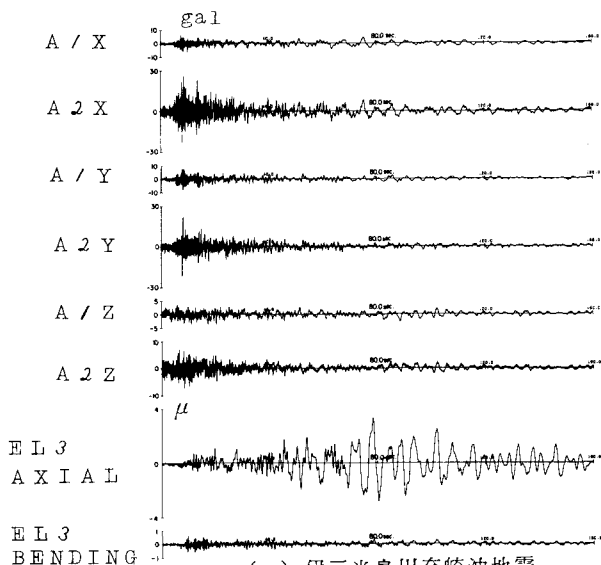
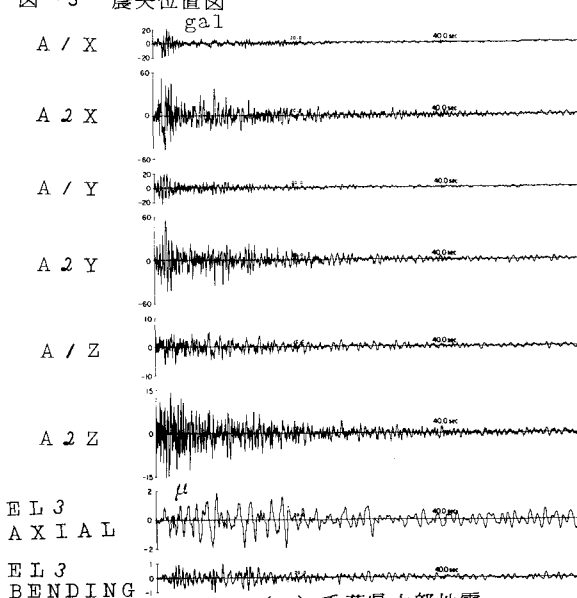


図-2 可撓性継手詳細図



(a) 伊豆半島川奈崎沖地震

図-6 地震観測記録



(b) 千葉県中部地震