

東京都港湾局 正員 〇山田 豊

同上

穴澤 雄治

同上

長沼 哲夫

1. はじめに

東京都港湾局では、東京港第二航路海底トンネルにおいて、昭和55年4月より地震観測を実施し、沈埋トンネルの耐震性について検討を行なっている。これまでに、観測記録の紹介や成果の一部について報告してきた。本文では、地盤ひずみとトンネルひずみの関係を検討し、それをもとに地盤安全定数を推定した結果を報告する。

2. トンネル構造および地震観測の概要

本トンネルは、東京港の埋立地間を結ぶ延長1084.8m(海底部744m)の沈埋工法による道路トンネルである。

海底部は、幅28.4m、高さ8.8m、長さ124mの鉄筋コンクリート製の沈埋涵6涵よりなり、沈埋涵相互は、図-1に示すように、PCケーブルおよびゴムガスケットで構成される比較的剛性の小さい可撓性継手で連結されている。沈設位置の主要地質はN値10程度の洪積粘性土である。地震観測計器の種類および配置図を図-2に示す。3成分の加速度計がトンネル兩岸に各1個(A-2、A-4)地中および涵体内に1個ずつ合計4個設置されている。また、涵体のひずみを1~3号涵中央部の左右側壁で合計3ヶ所、涵体間および涵体~立坑間の継手の相対変位を左右側壁で合計3ヶ所ずつ測定している。

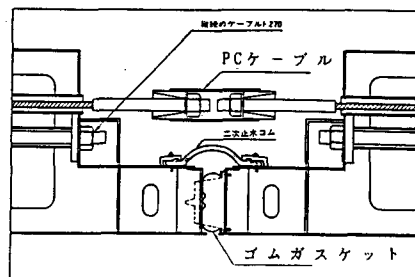


図-1 継手詳細図

3. 地盤ひずみとその影響について

一般に、地中埋設管や海底トンネルのような地中構造物の地震時

ひずみは、地盤ひずみに

に支配されていることが

知られている。ここでは

地盤ひずみについて直接

知ることはできないので、

トンネル兩岸地表面での

加速度記録を数値積分し、

変位を求め、両者の相対変

位を地盤ひずみとした。し

たがって、トンネル周辺地盤で様なひずみを生じるような地震で検討することにした。

そこで、このような地震においては、トンネル全体も、

ほぼ一樣な影響を受けるものとして、この関係を継手相対変位の同一時刻での分布状況によって調べた。

今までに記録された地震のうち本トンネルへの影響の大きかった6個の地震(表-1)について調べた結果、T03とT04の2つの地震で継手相対変位が一樣に分布することがわかった。(T01については、記録不良のため除外した。)この2つの地震について、先に求めたA-2~A-4周での相対変位波形と3号涵中央部涵体ひずみおよび3~4号涵を結ぶ継手(JT-4)の相対変位波形(いずれも軸方

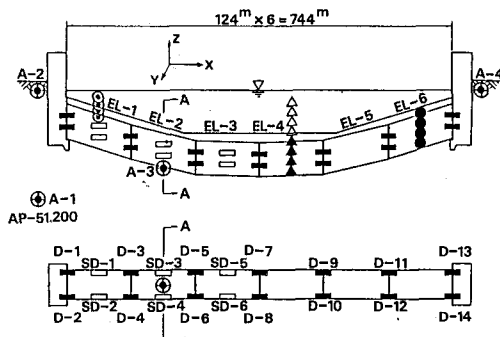


図-2 観測計器配置図

Symbol	Instrument	Number	Remarks
⊕	Accelerometer	4	Dynamic
⊗	Strain - gauge	6	Dynamic
⊖	Strain - gauge (Concrete)	14	Dynamic
⊙	Strain - gauge (Concrete)	4	Dynamic
⊗	Strain - gauge (Reinforced Steel Bar)	4	Dynamic
△	Strain - gauge (General Site)	4	Dynamic

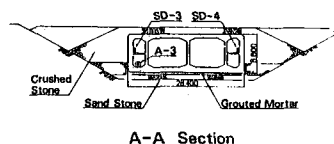


表-1 数値化記録一覧表

地震コード	発震年月日	震央地城名	震央位置 経緯	震源 深さ (km)	マグニ チュード	震央 距離 (km)	東京 震度
T2T01	1980.6.29	伊豆半島東方沖	139°14'	355°1'	10	6.7	91
T2T02	1980.9.25	千葉県中部	140°13'	353°1'	80	6.1	40
T2T03	1982.7.23	茨城県沖	141°57'	361°1'	30	7.0	206
T2T04	1983.8.8	神奈川県山梨県境	139°15'	353°11'	22	6.0	69
T2T05	1983.2.27	茨城県南部	140°03'	355°62'	72	6.0	50
T2T06	1984.3.6	鳥島近海	139°23'	29°20'4"	452	7.9	698

向成分)を比較したものを図-3に示す。これによると、3者の波形は良く一致しており、トンネルの地震時挙動が地盤ひずみと強い相関性を示すことが確認された。

次にこの2地震について、地盤ひずみに対して函体および継手などの程度影響を受けているかを各波形の極値から読みとった。その結果、T03では地盤ひずみに対して3号函中央部ひずみが平均37%、A-2~A-4間の全相対変位量に対して、JT-4の相対変位量が平均8.1%となった。T04では同様に夫々47%、6.1%であった。これによると、函体中央部でのひずみの伝達率は40%前後の値を示し、また、他の継手もJT-4とはほぼ同様の变形をしているので、地盤の变形の約半分を継手で吸収しているものと考えられる。

4. 地盤バネ定数の推定

地盤ひずみはトンネルに与える影響は地盤条件、トンネル形状の他、地震の波動特性によっても変化するものと考えられるが、ここでは前述のトンネル周辺に一樣な地盤ひずみを与えられたものとして地盤バネ定数を推定した。沈埋トンネルを継手バネで結ばれた弾性床上の梁として図-4

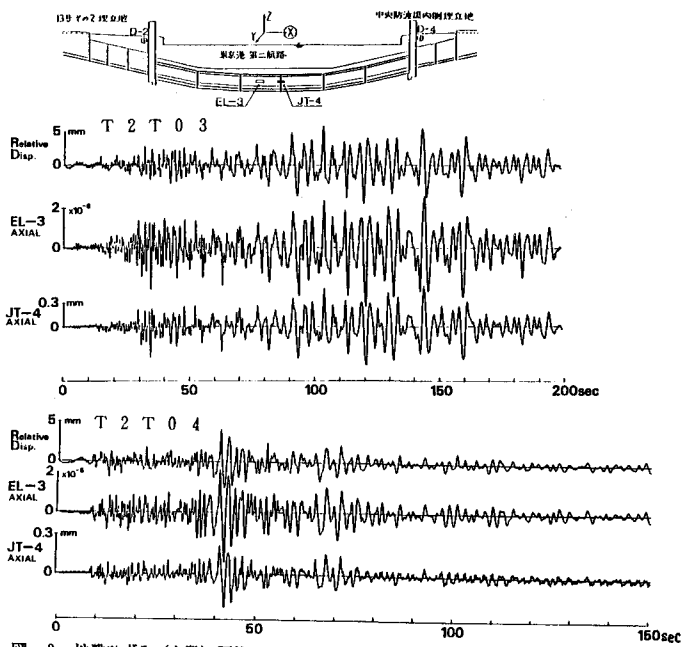


図-3 地盤ひずみ(上段) 函体ひずみ(中段) 継手相対変位(下段) 波形

に示すモデルを使って要因分析を行なった。均一な軸方向地盤ひずみを入力し、

地盤バネ定数と継手バネ定

数を種々変化させて函体ひずみを入力した。その結果を3号函中央部でのひずみの伝達率で整理したものを図-5に示す。図の斜線部の伝達率は3で求めた値である。また、継手バネ定数は、下限値として当初設計で用いたバネ定数を、上限値として函体ひずみが函体全体に一樣に分布するものとして観測値より推定した値をとった。(詳しくは前報を参照されたい。)これによると、ほぼ $10000 \text{ t/m}^2 \sim 100000 \text{ t/m}^2$ の間に地盤バネ定数があるものと考えられる。

5. おわりに

今回地盤ひずみとトンネルへの影響について最も単純化されたケースについて検討したが、いくつかの示唆を含むデータが得られた。今後更にデータを集積するとともに、可撓性継手の耐震性に及ぼす効果等の詳細な検討を進めていきたい。

〔参考文献〕

り坂本地「東京港第二航路海底トンネルの耐震性継手バネ定数について」第38回年次学術講演会

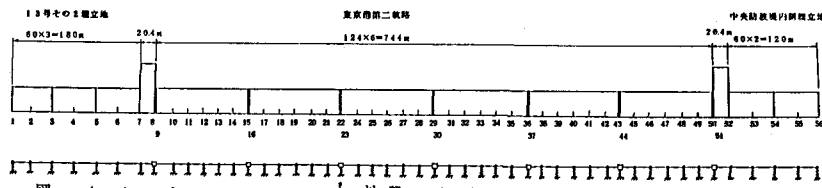


図-4 トンネルモデル 地盤バネ要素 継手バネ要素 梁要素

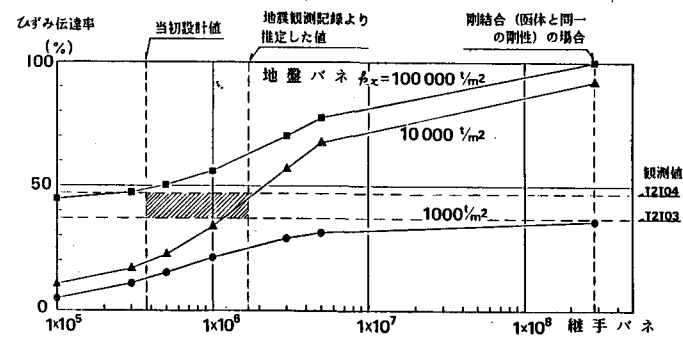


図-5 地盤バネ、継手バネとひずみ伝達率の関係