

大成建設株式会社 正員 〇志波 由紀夫
 首都高速道路公団 正員 恵谷 舜吾
 大成建設株式会社 正員 泉 博允

1. はじめに 筆者らは昭和50年より、東京港トンネルにおいて地震観測を継続しており、沈埋トンネルの地震時挙動に関する研究を進めている。これまでの報告で、地震時に沈埋トンネル自体は固有の振動を生じず、その挙動は周辺地盤の変形に従うことが確認され、また、それに即した数値解析法を提案している。¹⁾ 本文では、当沈埋トンネルで観測されたやや長周期の地震波動および函体ひずみの記録を報告し、さらに、これに対する解析的検討の結果を述べる。

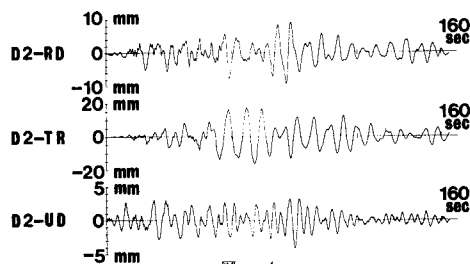
2. 地震観測記録 東京港トンネルは、東京港第一航路に建設された全長1035mの沈埋トンネルである。本体は、幅37.4m、高さ8.8mの長方形断面をもつ長さ115mのエレメント9函より成る。各エレメント相互および立坑～エレメント間は、可撓性継手(図-1)によって連結されている。本トンネルでの地震観測計器の配置を、図-2に示す。昭和55年6月29日に、伊豆半島川奈崎沖の比較的浅い海底(震源深さ約10km)で発生したM=6.7の地震で、大井側地表面における変位記録を、図-4に示す。震央距離は、約90kmであった。同図は、原記録に座標変換を施し、震央方向(RD)、震央に直角の方向(TR)および鉛直方向(UD)の成分に直したものである。地盤変位はTR成分が大きく、この成分の卓越周期は8.2秒であった。また、函体に生じたひずみおよび継手の相対変位は、軸方向変形が支配的であり、最大値は、函体軸ひずみにおいて6~7μm、継手の軸方向相対変位において約50μmであった(図-9参照)。地表面変位各成分の記録波形をベクトル合成し、粒子軌跡を描いた結果を図-5に示す。同図には、バンドパス・フィルターを用いて求めた周期7~9秒の変位成分の粒子軌跡を付け加えてあるが、この周期帯域の波は、水平面内で震央方向に直角な方向に振動している様子なわかる。また、互いに約600m離れた2地点での変位記録の位相のずれから、TR成分の伝播速度を算出した結果、約1600m/secであった。東京港付近の地下構造を、嶋らの研究²⁾を参照して、図-6(a)のように設定し、理論分散曲線を計算した結果、(b)のようになった。この図より、東京港付近で卓越するLove波の周期は8~9秒、その位相速度は約1300m/secと推定され、観測記録に見合う値である。これらのことから、6月29日の地震で観測されたやや長周期の波は、Love波と考えられる。

3. 数値解析および検討 6月29日の地震は、昭和53年1月14日の伊豆大島近海地震と、震央位置、震源深さ、規模において類似しており、また、伊豆大島近海地震の際にも、周期7.4秒のやや長周期の波が卓越したこと、トンネル軸方向変形が大きかったこと¹⁾等から、伊豆近海の浅い海底で中規模以上の地震が発生した場合、東京地方では7~9秒のやや長周期の波動が来襲すること、および、このような波動によって、沈埋トンネルに比較的大きな軸方向変形が発生することが推測される。このようなやや長周期の波動は波長が10kmにもおよび、沈埋トンネルの長さか1km程度であることから、トンネル周辺の地盤は、ある時刻において、ほぼ一様なひずみ分布をなすと近似できよう。図-7は、トンネル軸方向に関して、沈埋函エレメント、継手、周辺地盤を、それぞれトラス部材、集中バネ、分布バネで力学モデル化し、トンネル軸に沿って周辺地盤に一様なひずみε_gを与えた場合のエレメントおよび継手の変形量を、各要素の力学的物性値をパラメータとして算出した結果である。地盤バネ強さの増大とともにエレメントに生ずるひずみが増大すること、継手バネを柔らかくすることによってエレメントに発生するひずみを低下させることができること、等の定性的傾向が表わされている。

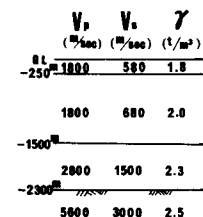
同図を利用して本沈埋トンネルに関する物性値を求め、図-8に示すような弾性床上の梁に理想化したモデルを作成し、地表面変位記録を用いて数値解析を行った。¹⁾変位波形は、前述した伝播速度をもってトンネル軸方向

4. まとめ 東京港トンネルにおいて観測されたやや長周期の地震波動について報告し、この種の波に対する若干の解析的検討を行った。パラメータ・スタディの結果(図-7)は、線状埋設構造物の耐震設計に活用できるものと思われる。

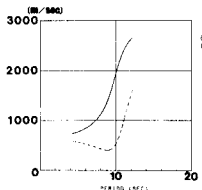
Figure 1 is a schematic diagram of a flexible joint. It shows a cross-section of a joint with a 'Joint Filler' at the top, a 'Shaft and Key' in the center, and a 'Rubber Gasket' at the bottom. Dimensions include a total width of 1150 and a shaft diameter of 100. A note indicates '1/2 Shaft'.



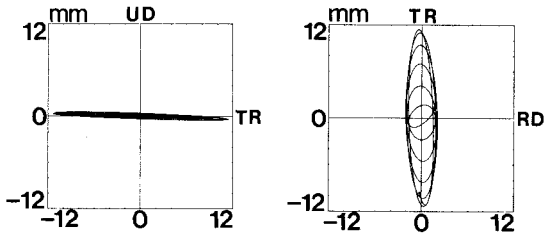
地表面変位記録 (1980年6月29日 16:20)



(a) 地盤モデル



(b) LOVE 波



7 ~ 9 秒成分

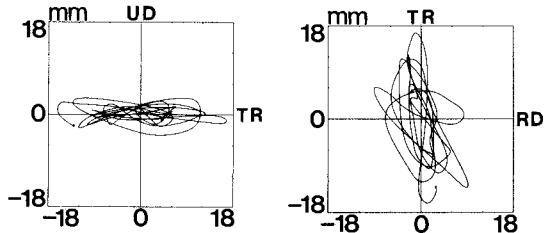
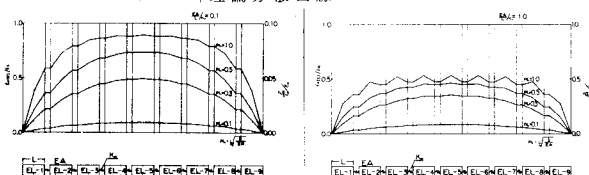
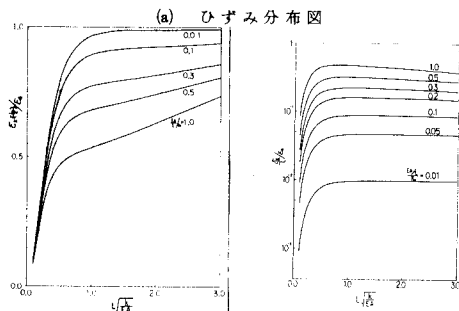


図-5 粒子軌跡図(70~120sec)



圖一 6 | 理論分散曲線



(b) 地盤^{土質}バネの強さ ～ 函体ひずみ量
～ 継手変形量

図-7 パラメータ・スタディ



図一 8 解析モデル図

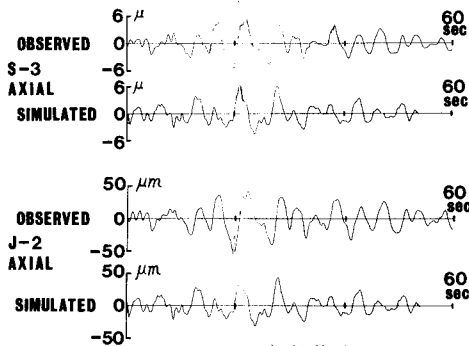


圖-9 解析結果