

東京都港湾局建設部 正員○坂 本 光 嗣
 同 上 池 田 智 学
 成和コンサルタント 内 藤 政 昭

1. はじめに

東京都港湾局では、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、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、1980年4月より、地震観測を実施している。すでに、その観測体制および観測結果の一部を報告したが、ここでは、本トンネルの耐震設計で用いられた手法のうち、田村らの方法を観測記録で検討した結果を報告する。

2. 観測記録の概要と解析条件

解析の対象とした地震記録は、1980年6月29日の伊豆川奈崎沖の地震 ($M=6.7$ 、 $\Delta=90\text{ km}$ 、 $H=10\text{ km}$) と同年9月25日の千葉県中部の地震 ($M=6.1$ 、 $\Delta=40\text{ km}$ 、 $H=80\text{ km}$) の2つである。

伊豆川奈崎沖の地震の水平方向加速度の最大値は、基盤 (AP-5 1.2 m の洪積下部砂層) において約8 gal、地表面において約26 gal である。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。

千葉県中部の地震の水平方向加速度の最大値は、基盤において22 gal、地表面において約65 gal である。函体のひずみは、1号函で最も大きく、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。

数値解析モデル (図-2) および諸物性値は、本トンネルの耐震設計で用いたものを、そのまま用いた。モデルの基盤はAP-40 m である。入力地震動は基盤で観測された、加速度波形を用いた。

3. 伊豆川奈崎沖の地震の後半部の軸方向数値解析結果と観測値との比較

加速度の時刻歴 (図-3) をみると、位相は非常に良く一致している。これは、地盤の振動モデルの固有周期が0.4秒から0.8秒と短く、この例のように、やや長周期の波動に対しては、ほとんど固有な応答を示さないことによるものと思われる。

軸ひずみの計算値 (図-5) は観測値よりもかなり小さく、分布も逆に、兩岸部より航路部で小さくなっている。これは、地盤モデルにおいて、各質点間の応答差が小さいためと思われる。

この地震では、地震動の後半部に見られたやや長周期な表面波と考えられる伝播性の波動によるトンネルの変形が優勢であり、今後、トンネル軸に沿った地震動の位相差を考慮した伝播性の波動に対する解析を行う必要があると考えられる。

4. 千葉県中部の地震の軸方向数値解析結果と観測値との比較

加速度の時刻歴 (図-6) を見ると、A-3-Xの計算値が約0.4秒の周期で調和振動している。これは、入力加速度の卓越周期 (0.4秒程度) と、航路部地盤モデルの固有周期 (0.409秒) とが、非常に近い値のためと思われる。このことから、航路部の加速度応答が大きくなり、加速度の最大分布も観測値の傾向とは逆に、航路部で大きく、値も2倍程度となつている。

函体の軸ひずみ最大値分布 (図-8) は、航路部が兩岸部より小さい傾向は一致しているものの、E1-1においては、計算値が観測値の約2倍となつている。時刻歴 (図-7) を見ると、一致性は良くない。計算値では全般的に0.4秒の周期成分が卓越している。

以上のように、この例では、入力加速度の卓越周期と航路部地盤モデルの固有周期が、非常に近い値であることの影響が大きいようである。ところで、地盤モデルの固有周期はモデルの基盤の設定深度により異な

るが、本トンネルのように、1,000m余りの延長を有する線状構造物の場合、AP-40mという浅い深度に基盤面を設定することには、問題があると思われる。また、この原因の一つとして、航路部の地盤情報の不足が考えられる。

今後は、重複反射理論などを用いて、モデル、物性値を見直してみたい。

〔参考文献〕

- 1) 七久保、恵沢、前田「東京港第二航路海底トンネルの地震観測」土木学会第36回年次学術講演会/98/
- 2) 田村、岡本、浜田「Dynamic Behavior of a Submerged Tunnel during Earthquakes」生研報告 March, /975

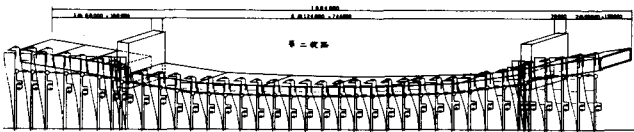


図-2 数値解析モデル(軸方向)

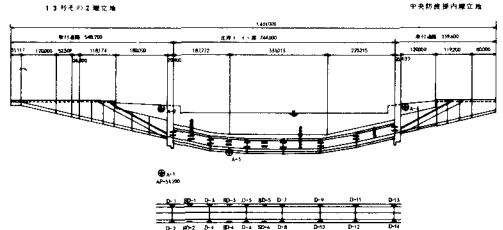


図-1 観測計器設置位置図

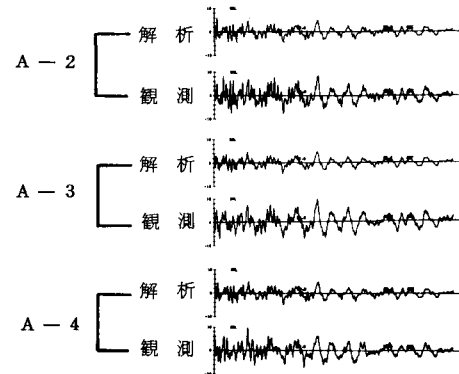


図-3 加速度の時刻歴(伊豆川奈崎沖後半部, 軸方向)

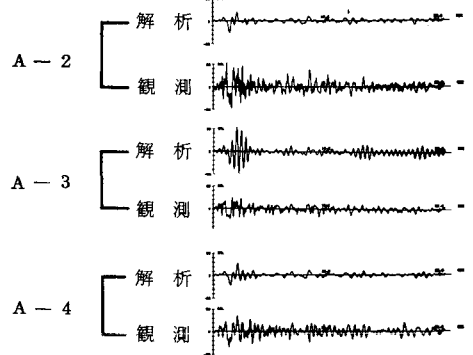


図-6 加速度の時刻歴(千葉県中部, 軸方向)

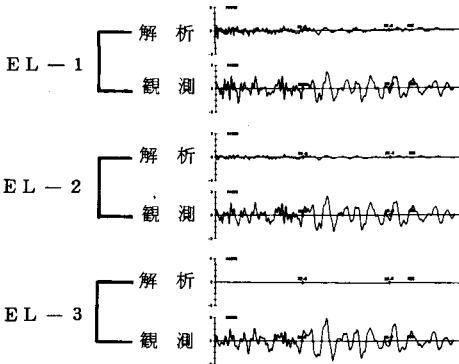


図-4 函体軸ひずみ時刻歴(伊豆川奈崎沖後半部)

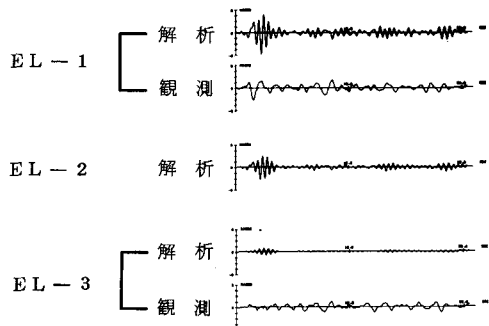


図-7 函体軸ひずみ時刻歴(千葉県中部)

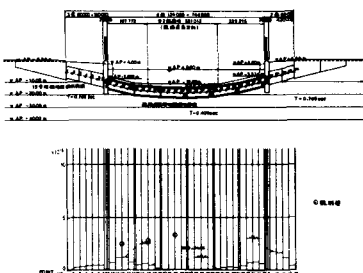


図-5 函体軸ひずみ最大値分布(伊豆川奈崎沖後半部)

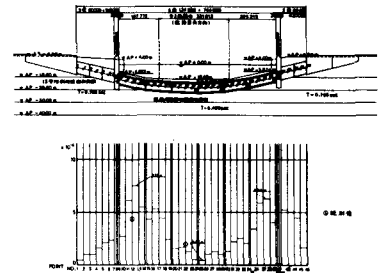


図-8 函体軸ひずみ最大値分布(千葉県中部)