

衣浦港沈埋トンネルにおける地震応答観測

運輸省港湾技術研究所 中山 茂雄 清宮 理
田淵 民雄 土田 肇

1. まえがき

昨年8月開通を見た愛知県・衣浦港における沈埋トンネルでは、トンネルの保守管理ならびに地震時のトンネルの挙動を把握するため、沈埋トンネル部および付近の地盤に数種の計測器を設置し、観測を続けているが、昭和48年11月、昭和49年2月 地震による記録が得られたので、その観測結果を報告するものである。

2. 沈埋トンネルの概要と周辺の地盤

衣浦港沈埋トンネルは図-1に示すように、総延長1,494 m、うち沈埋区間は480 m、沈埋区は一函80 mで6函より構成されている。

地盤条件は、地表よりほぼ-5 mまでは埋立土、-5~-18 mまでは沖積層のシルト質粘土、-18~-30 mは沖積層の砂礫層、砂層からなっており、-30 m以深は第三紀層の砂層となっている。中間に存在するシルト質粘土については、碧南側(東側)はN値が10以上のかなり硬いものであるが、半田側(西側)はN値がほとんど0の非常に軟弱なものである。下層の砂礫層、砂層はN値50以上の締った地層となっている。地層断面想定図を図-2に示す。

3. 観測計器

観測に使用した計測器の配置は図-3に示すとおりである。兩岸の地表面、並坑および沈埋区に19台の加速度計、1台の変位計、また航路直下の沈埋区に6台のひずみ計、沈埋区と並坑の接続部にそれぞれ4本の鉄筋計を設置している。地表面の加速度計(番号1,2,8,9)は並坑より100 m、トンネル軸線より北側30 mの位置に設置し、加速度計・番号3は単道基部の南側隅角部、並坑内の加速度計は南北の並坑側壁に設置している。沈埋区内の加速度計は南側ケーブル・ダクトの基部隅角部に設置し、ひずみ計は沈埋区側壁内側の3断面

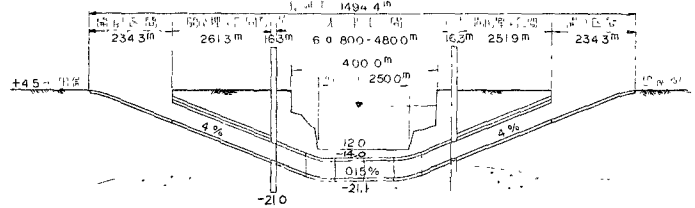


図-1 トンネル断面図

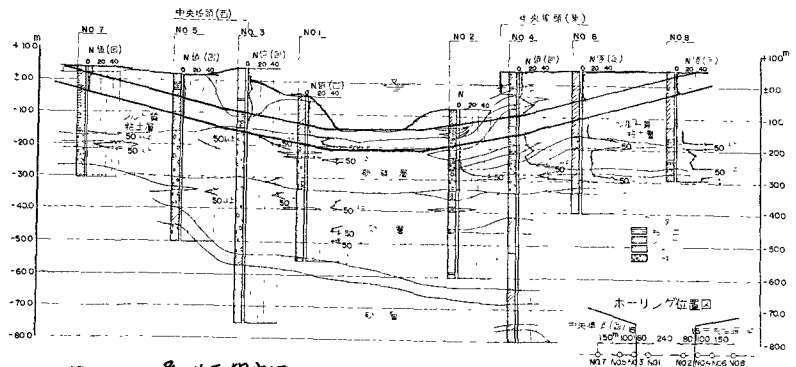
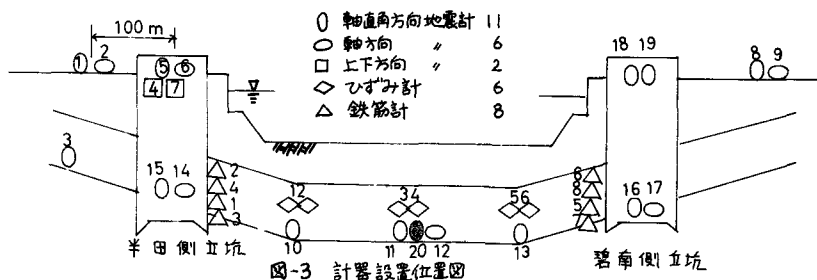


図-2 地層断面想定図

に計6台設置，鉄筋計は南北各々2本ずつ取り付けられている。記録スケーターは3 gal にセットされており，1つの地震動に對し3分間連続して記録されるようになっている。



4. 地震記録

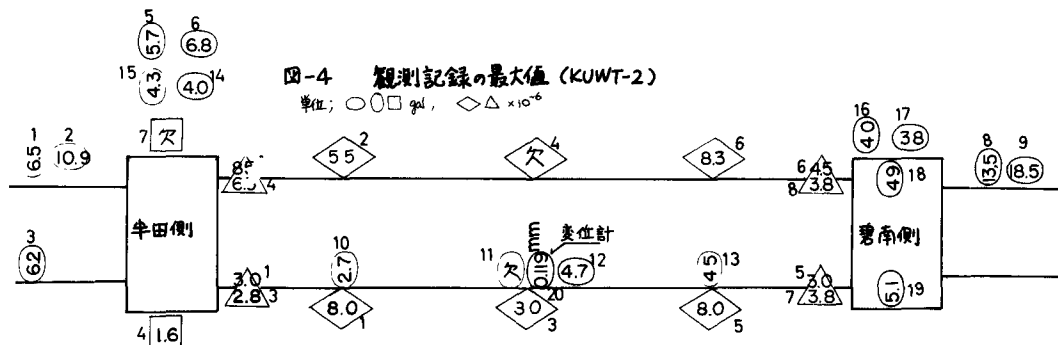
地震記録は昭和48年11月25日に2回，昭和49年2月10日に1回の計3回得られているが，先の2回の地震は和歌山県田辺付近が震央位置で，3回目のものはトンネル位置から非常に近いものである。

記録名	年月日 時刻	震央	位置	震源深	マグニチュード	震央距離
KUWT-1	48.11.25 13:00	N 33° 51' E 125° 25'	和歌山県中部	60 km	M=5.9	185 km
KUWT-2	48.11.25 18:00	N 33° 53' E 125° 23'	"	60	5.8	"
KUWT-3	49.2.10 17:00	N 35° 02' E 126° 56'	愛知県西部	40	5.3	30

表-1 地震記録

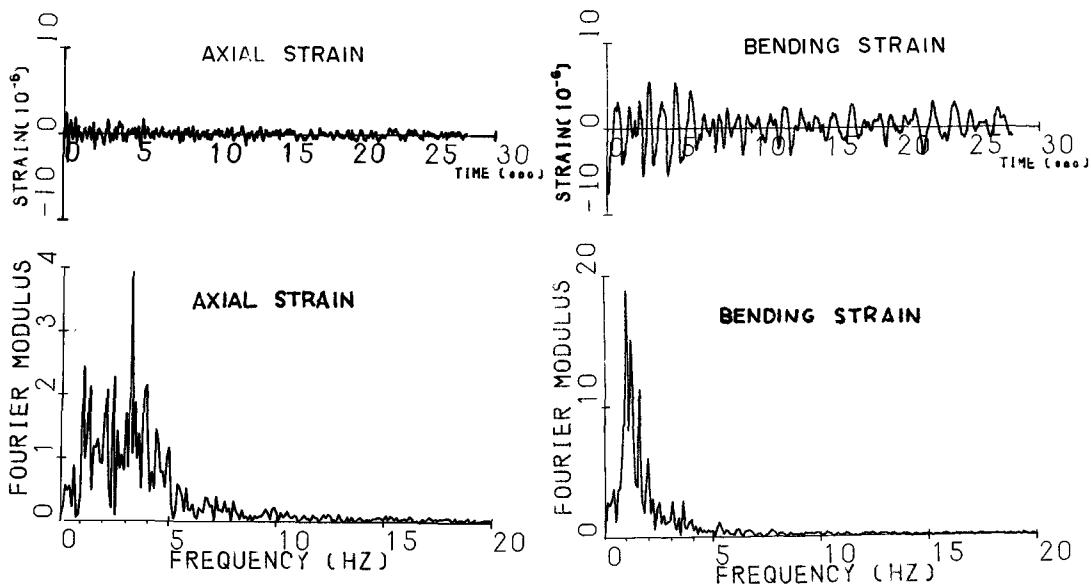
5. 観測結果

記録された最大加速度値は3回の地震を通じ，碧南側の地表面軸方向に記録され，その値は，12.1，18.5，47.0 gal で，半田側の地表面と比較すると2~5倍の値となっている。トンネル内の加速度の最大値は 3.5，4.7，18.1 gal である。2回目の地震(KUWT-2)による測定箇所毎の測定最大値を図-4に示しておく。図-5はKUWT-2による両地表面およびトンネル中央部での加速度記録波形を示し，図-6はフーリエ解析を行なったものであるが，加速度波形では半田側で0.9~1.1sec 碧南側で0.6~1.1sec，トンネル中央で0.8~1.1secのもの卓越しており，常時微動観測による卓越周



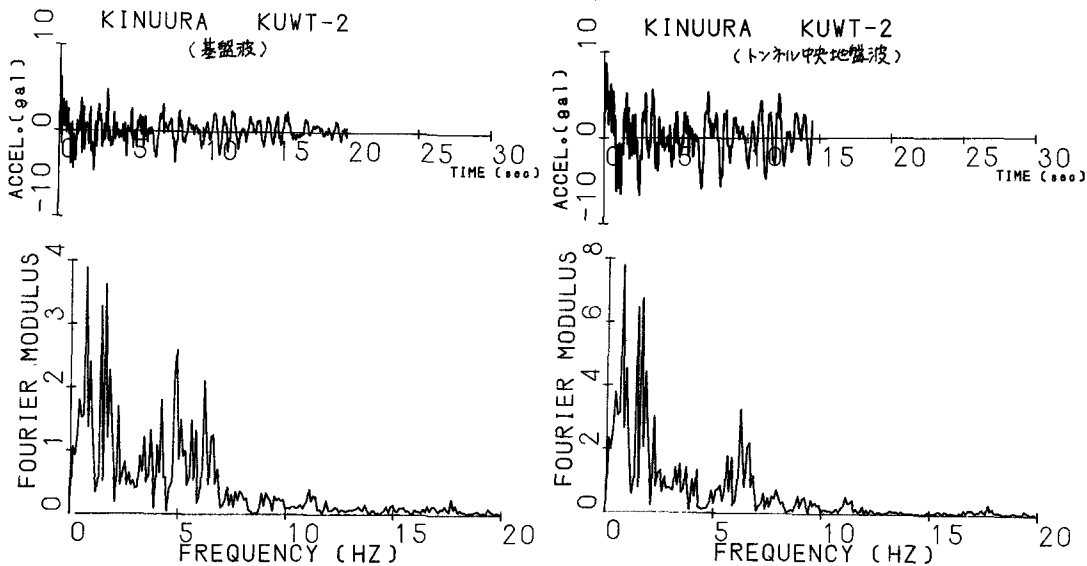
期の 0.9~1.2sec, 0.9~1.2sec, 1.1~2.0sec と比較するとトンネル内において常時微動の卓越周期が大きくなっている。ひずみ記録については尺測等により3回目の地震(KUWT-3)によるものしか、現在解析が進んでいないし、また一對のひずみ記録しか算定しておらないので検討をさらに進める必要があるが、図-8 に示すごとく、曲げによるものが、軸ひずみより約2倍大きくなっていることが注目された。

図-8 曲げ歪, 軸歪およびフーリエ解析



重複反射理論により、半田側の地表面波形を基盤およびトンネル中央の地盤での波形に計算したものが図-9 である。トンネル中央の地盤とトンネル中央でのフーリエ解析による卓越周期は、前者に 1sec 前後のピークがある他、前者では 0.15sec, 後者では 0.33sec にピークがあらわれている。

図-9 重複反射理論により計算した波形



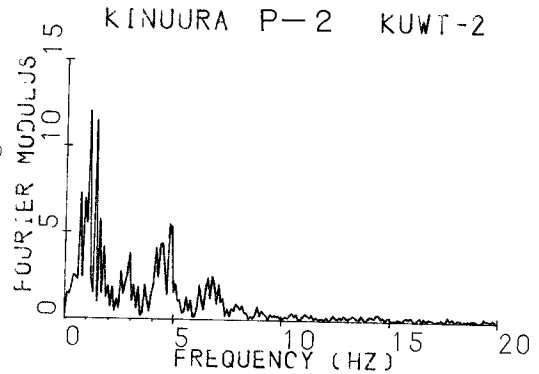
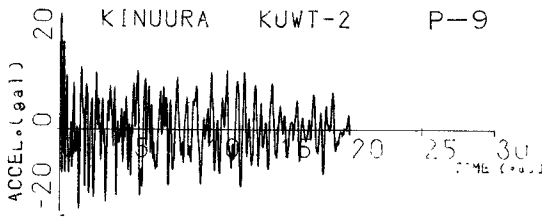
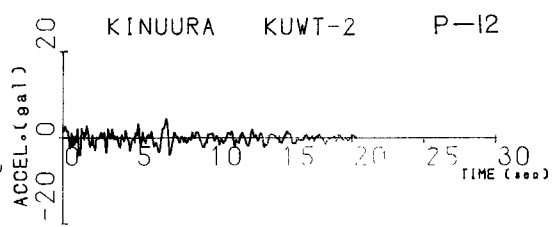
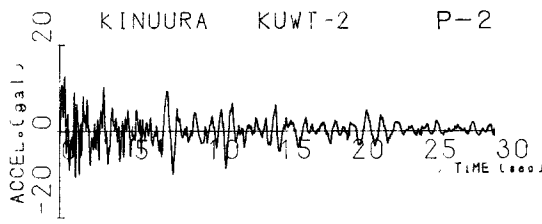


図-5 加速度波形記録
(Pは加速度計.番号は図-3の設置位置の
番号)

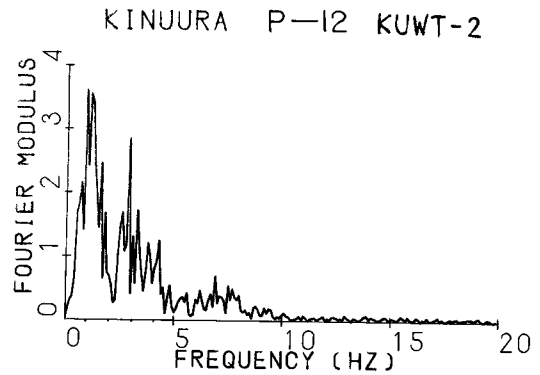
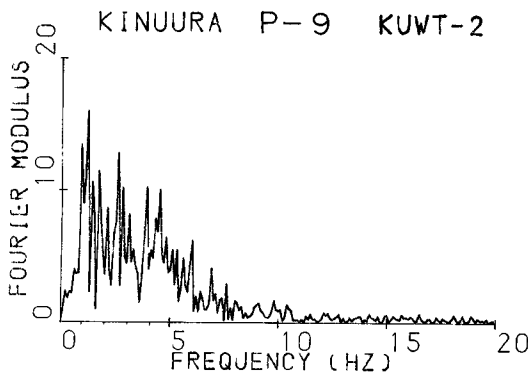


図-6 フーリエ解析

おすび

以上観測の概要について述べたが、地震記録が3回しか得られていないこと、また一部の計測器に欠測等があったことなどにより、十分な整理解析が報告出来なかったが、実測波を用いた応答計算などを中心にさらに作業中であるので機会があれば報告したい。おわりに観測計器の設置ならびに地震観測について多大の御助力をいただいた愛知県道路公社の関係者の方々に謝意を表します。

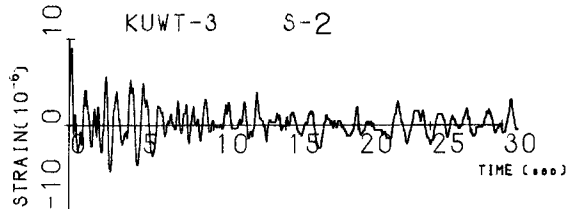
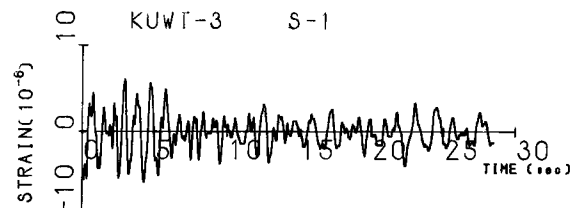


図-7 ひずみ波形記録
(Sはひずみ計.番号は図-3の設置位置の
番号)