

(53) 埋設構造物の地震時に於ける動的挙動

埼玉大学 工学部 小牧 昭三  
 〇 学生員 中野 浩之  
 \* 正員 大竹 健司

1. はじめに

埋設構造物の地震時に於ける挙動を調べる目的で、朝霞水路及びその周辺で地震観測を行っている。

水路函体は延長約1.6km、各函体は長さ15~18m、高さ6m、幅11mのRCの2連の函渠から成っている。全線にわたって鋼管杭を沖積層(厚さ20~25m)と洪積シルト層(厚さ10m)を通して深さ約35mの洪積砂礫層まで打ち込み、基礎としている。計器は全て左側函渠に、樋管部では堤防真下の函体の上流側隣接函体の中央部(B)と同一函体の上流側継ぎ目より0.5m離れた継手部(A)、堤内水路では樋管下流の直線部(C)、ほぼ直角に弯曲する曲線部(E)、そのすぐ上流直線部(D)の各函体中央部に加速度地震計を設置した。Bの真上の堤防斜面(B<sub>0</sub>)、更に水路より約300m離れた地点で鋼管杭の基礎層(-34.6m)と水路函体の平均深度(-7.0m)に相当する深さに夫々、三成分加速度地震計を設置した(図-1参照)。

1982年7月から1984年9月までに観測された地震について解析をおこなった(図-2参照)。ここではこれらの結果、特に1982年7月23日の茨城県沖地震(M=7.0)、1984年9月14日の長野西部地震(M=6.8)同年9月19日の房総沖地震(M=6.6)の結果について述べる。

\* 現在、石油公団勤務

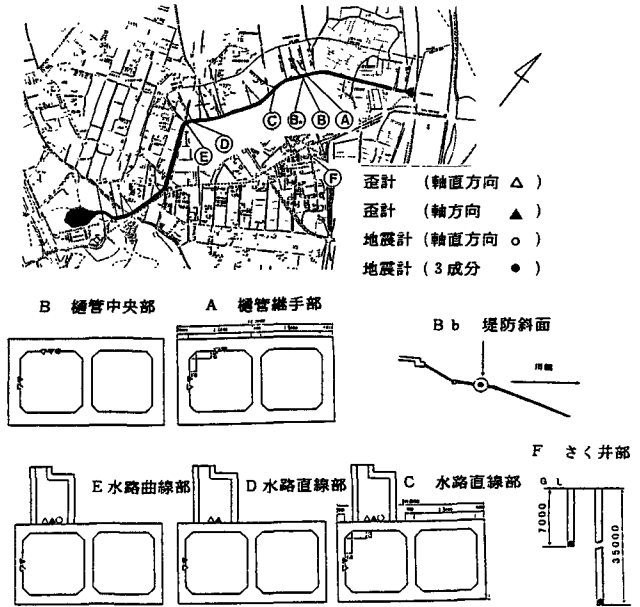


図-1 地震計及び歪計の設置位置

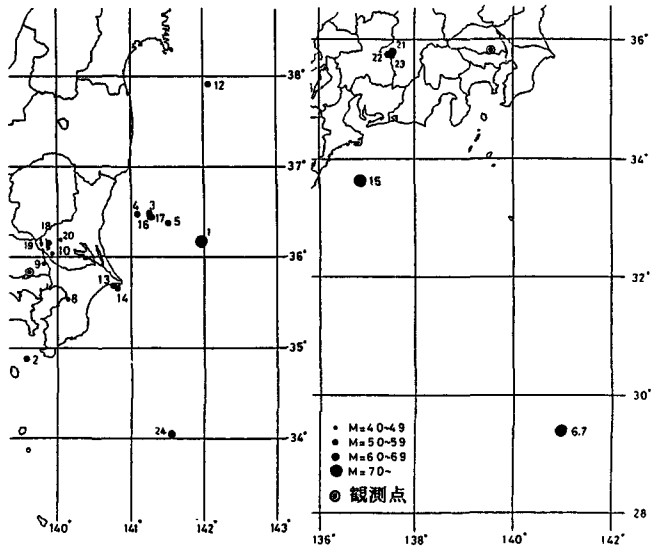


図-2 震央マップ

## 2. 解析と結果

得られた記録から最大歪と最大加速度を求め、その値を比較したのが図-3である。これによると各観測点で異なる傾向が認められ、観測点 (E) の軸直方向では加速度に対する歪の値が他の観測点に比べて3~4倍大きい。これはEで函体が弯曲しているため歪が集中するものと考えられる。又、観測点 (B) では軸直方向歪が軸方向歪よりも小さくなっていることがわかる。

図-4には、水路直線部 (C) と曲線部 (E) の最大歪の比較を示す。EはCに比べて軸直方向の最大歪が4倍程大きく、。逆に軸方向では1/2ほど小さくなっている。

図-5では、同一函体における中央部 (B) とその継手部 (A) との最大歪の比較を示した。BはAにくらべて軸方向が4倍以上大きく軸直方向では逆に小さくなっている。Aは継手部で軸方向の歪が解放されるため歪がBに比して小さくなると考えられるが、軸直方向で継手部 (A) が2倍近く大きくなっているというのはデータを蓄積して今後検討する必要がある。

地震動のフーリエスペクトルを地盤と水路函体で求めた結果、卓越周期 (0.7秒付近) やスペクトルの全体形から函体は周辺地盤とほぼ同様の震動性状をしていることがわかる (図-7参照)。この0.7秒付近の卓越はS波の重複反射によるレスポンスから求めた地表層における地盤の固有周期と一致している (図-6参照)。又、樋管部中央部において歪のフーリエスペクトルは、軸方向については同地点の速度のフーリエスペクトルによく似ている。しかし軸直方向については速度よりも却って加速度のフーリエスペクトルに似ている。このことはC、E地点の軸直方向についても同様である。

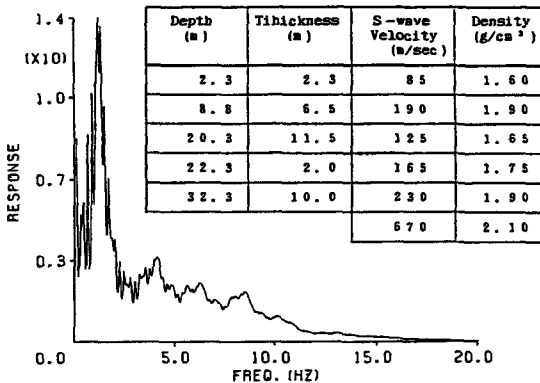


図-6 S波の重複反射によるレスポンス

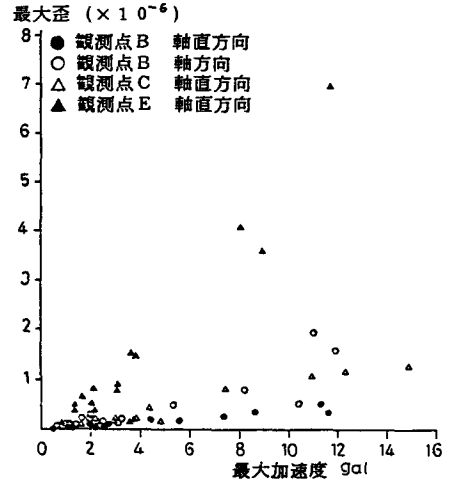


図-3 最大歪と最大加速度

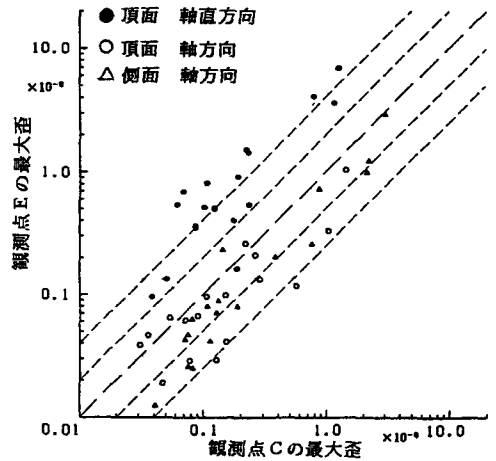


図-4 観測点Cと観測点Eの最大歪の関係

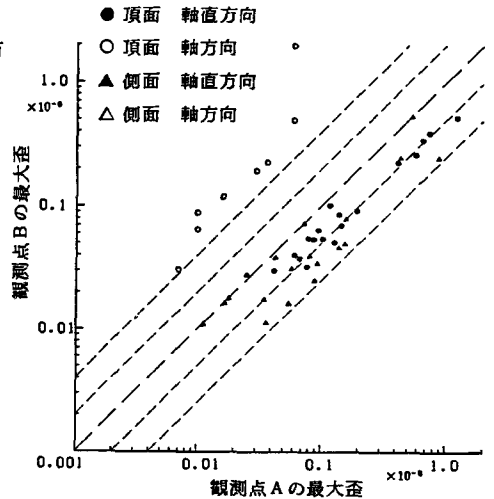


図-5 観測点Aと観測点Bの最大歪の関係

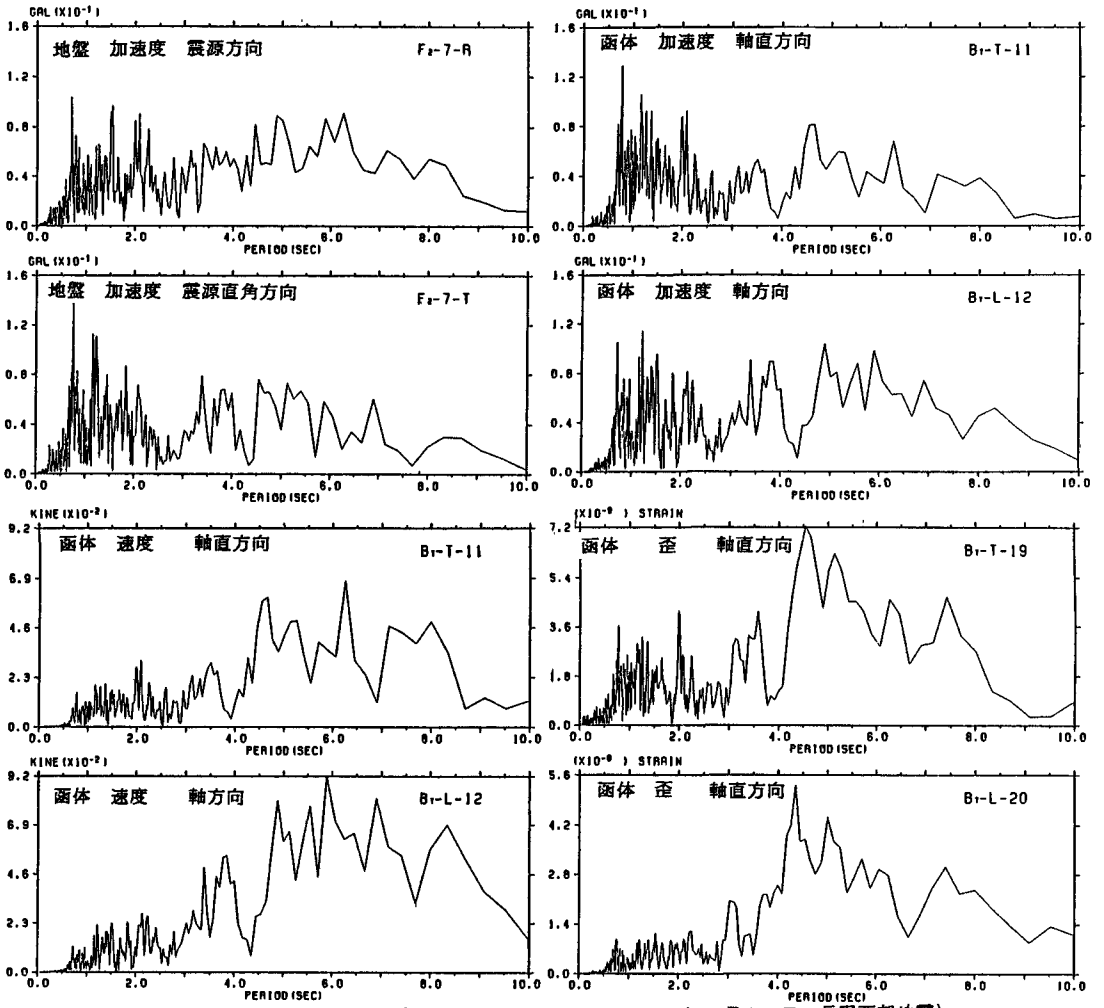


図-7 總管中央部における各種フーリエスペクトル (1984年9月14日 長野西部地震)

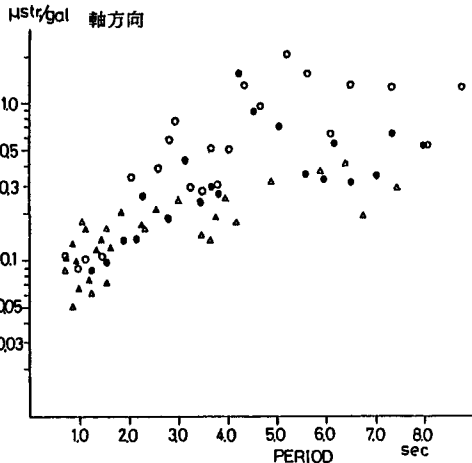


図-8-1 スペクトル比 (歪/加速度)

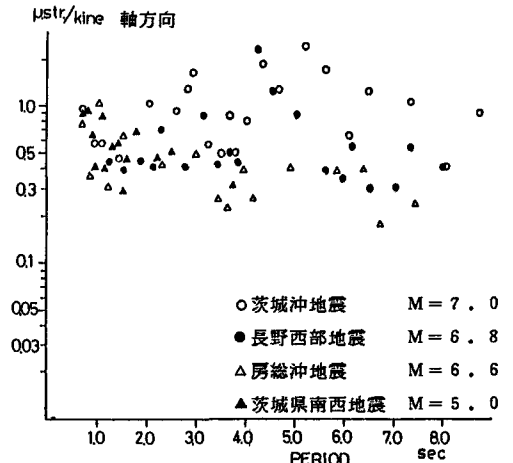


図-8-2 スペクトル比 (歪/速度)

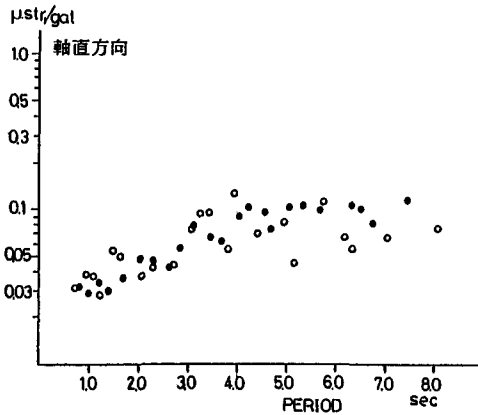


図-8-3 スペクトル比 (歪/加速度)

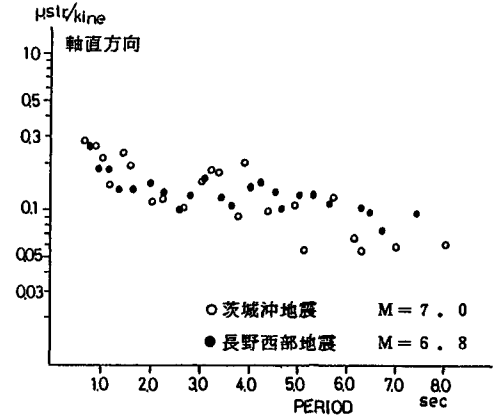


図-8-4 スペクトル比 (歪/速度)

これらをもう少し詳細に調べるためにここでは各スペクトルの振幅の比をとった。対照とするスペクトルの解析時間は統一し、スペクトル比の取り方としては比較する各スペクトルの値が同一周期に対して共通して卓越している数値の大きいもののみを対象とし、数値の小さく精度の悪いものは除外した。スペクトル比は歪のスペクトル振幅を加速度又は速度のスペクトル振幅で除したものであり、図-8には4つの地震（前記の他に1984年6月30日の茨城県南西部地震（ $M=5.0$ ））についての値が示されている。

スペクトル比をみると軸方向では歪のスペクトルは、速度のスペクトルと関係が深く、図-8-2より周期に対して比がほぼ一定となっていることがわかる。軸直方向に関しては軸方向のように歪が速度にตอบสนองしているという傾向はみられずはっきりしない。軸方向に関しては地震によるスペクトル比の変化もみられ、多少バラツキはあるが茨城県沖地震（ $M=7.0$ ）はスペクトル比が最も大きくなっており、続いて

長野県西部地震（ $M=6.8$ ）、房総沖地震（ $M=6.6$ ）の順となっている。軸及び軸直方向の比較から、スペクトルの値が軸方向では軸直方向に比して明らかに大きくなっている。図-9は、樋管部中央部において、軸方向、軸直方向の歪とおしのスペクトル比をとったものである。周期が長くなるにつれてスペクトル比（軸方向/軸直方向）が大となっていくことがわかり、長周期側では10倍になるものも見られる。

### 3. まとめ

- 1) 最大加速度と最大歪の間には各観測点によって異なるが、直線的関係がみられる。特に水路曲線部（E）では他の地点に比べて軸直方向の歪が大きくなっている。
- 2) スペクトルの型については函体の歪は軸方向に於ては速度に、軸直方向は加速度に類似している。
- 3) スペクトル比については、軸方向について歪が速度に関係が深く、軸直方向では明確でない。
- 4) 樋管部中央部に於いてのスペクトル比の結果、軸方向の歪が軸直方向の歪よりも優勢であり、単位速度（又は加速度）当たりの歪も軸方向の方が大きくなっている。

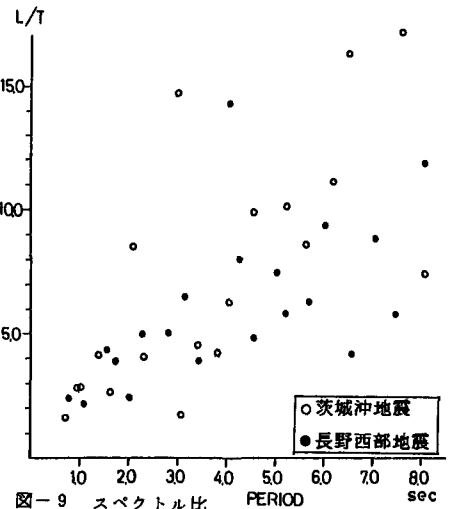


図-9 スペクトル比  
軸歪スペクトル/軸直歪スペクトル