

I-560

多質点系モデルによる埋設水路の地震時ひずみの解析

埼玉大学	工学部	小牧昭三
フジタ工業(株)技術研究所	正会員	○中野浩之
群馬大学	工学部	音田 功

1. はじめに

長さ約18mのRC函渠から構成されている水路(延長1.6km余)のA、B、C、D、Eの5観測点と約300m離れた観測点Fなどに合計14成分の加速度地震計と20成分のひずみ計が設置され(図-1参照)、1982年以来地震観測が行なわれている。^{1)・2)} 図-2に見られるように、水路の埋設されている地域の地下構造は様でなく、地表には高さ約9mの堤防も存在する。水路はこの堤防を横切る樋管と一般水路に大別され、構造も異なり、前者は後者に比べて断面積が大きい(図-3参照)。函渠間の継手構造は場所により異なり、一般水路では20mmの目地材と止水板、樋管では40mmのもので構成され、一般水路と樋管の接合部では許容変位量の大きい大型可撓性継手が用いられている。ここでは区間Iについて、観測データによる水路設計時の耐震設計法の検討のためになされた多質点系モデルによる動的応答解析の結果について述べる。

2. 解析モデル

解析は田村らによって提案された多質点系の地震応答解析法³⁾を基本としたモデルを用いてシミュレーションが行われた。さらに長野県西部地震で、表面波の存在が確認(図-4参照)されていることから、応答計算に際しては多点異入力系として入力波の水平方向伝播を考慮した。また、水路が端部でやや弯曲するため、地盤と水路を結ぶK1バネとして水路軸と軸直の2方向を考慮した。解析地盤を36質点に分割し、それらの地盤定数(剛性等)は、観測地震動が工学的基盤(-35m)で15gal程度であることからPS換層値を用いた。また、地盤の減衰定数は観測値の周波数応答曲線から求めた。堤体自身の固有周期(軸直方向)が約4Hzと推定される(当地盤の固有周期は約1.3Hz)ことから、解析に用いる地盤のせん断1次モードには堤体の影響を考慮していない。水路は等価断面・剛性を持つ梁部材に置換され、継手部の取扱に関しては当初設計では函体間はフリーとしているが、ここでは継手材の物性からばね定数を各継手について算出し(例えば大型可撓性継手で軸方向106000t/m)、線形ばねとして用いた。また、解析区間360mの両端にはダミー域を60m設け境界の影響が及ばないようにした。

3. 解析結果

解析の対象とした地震波は実体波型と表面波型の典型的な1985年10月4日の茨城県南部地震(M=6.1、深さ=78km、 $\Delta=49$ km)、1984年9月14日の長野県西部地震(M=6.8、深さ=2km、 $\Delta=183$ km)をとりあげた。動的計算への入力形式は実体波型の茨城県南部地震については同時入力を、表面波型の長野県西部地震については工学的基盤で位相差を与えた。位相差は、2地点の地震記録の相互相関係数から求めた波形の平均的伝播速度である1050m/sとした。図-5、6に茨城県南部地震の観測点B(樋管)、観測点C(一般水路)に於ける函渠軸方向のひずみの観測波形と計算波形を示す。ひずみ波形の包絡形状・周期特性は両観測点とも観測と計算で比較よく一致している。一方、図-7は長野県西部地震時の観測点Bに於ける同様のものであり、位相差入力することにより4~5秒の長周期成分が現われている。また、図-8は同じ長野県西部地震を用いて伝播速度の違いに対する函渠に発生する軸力の変化を、同時入力の場合を基準にとって比較したものである。位相差入力を考慮した場合、1050m/sでの伝播速度で発生する軸力は位相差なしのその2倍程度まで大きくなっていることがわかる。

4. おわりに

実体波型と表面波型の2つのひずみ性状は、多質点系モデルで地震動の入力条件を変えることにより、その波形・周期特性をほぼシミュレートできたと考えられる。沈埋トンネル等に比較して本水路は各函渠が18mと短く、継手部の要素が多いことから、継手ばね定数の設定がひずみの振幅値に大きく影響すること、

並びに継手での線形ばねなど必ずしも明確でない点もあるが、本解析モデルによる計算ひずみは観測値と比較的よい一致が見られたものと考えられる。

（参考文献） 1), 2) 小牧・大竹他：埋設構造物の地震時に於ける動的挙動（その1），（その2），第39回，40回土木学会年次学術講演概要集 3) Tamura et al. : Dynamic Behavior of a Submerged Tunnel during Earthquakes, 東京大学生産技術研究所報告，第24巻 第5号

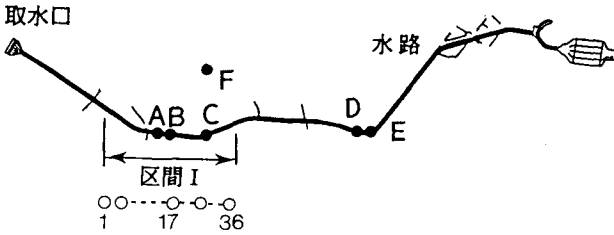


図-1 水路全体と観測点

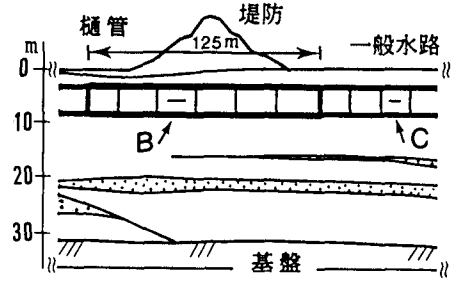


図-2 水路縦断面図

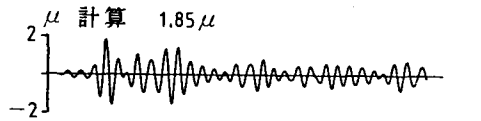
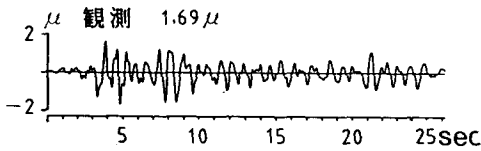


図-5 ひずみ波形，茨城県南部地震（観測点B）

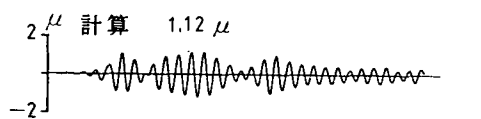
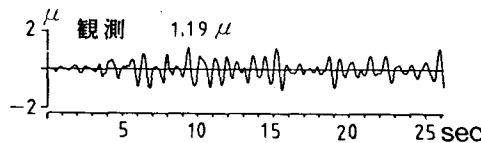


図-6 ひずみ波形，茨城県南部地震（観測点C）

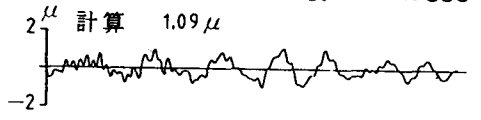
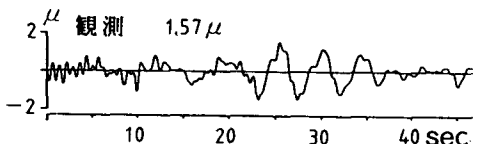


図-7 ひずみ波形，長野県西部地震（観測点B）
位相差入力

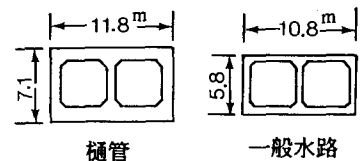


図-3 函渠断面図

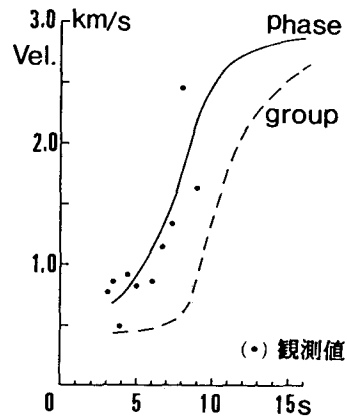


図-4 ラブ波の分散曲線
（長野県西部地震）

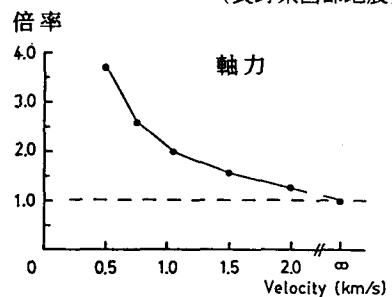


図-8 伝播速度と軸力（長野県西部地震）