

日本鋼管(株)中央研究所 正員 ○大 石 博
 横須賀市水道局 鎌 田 晟 雄
 日本鋼管(株)中央研究所 正員 関 口 宏 二

1. はじめに

立坑に近接している埋設管路は、立坑の存在による入力損失の効果のため、立坑より十分に離れた地点の埋設管路とは、異った挙動をすることが考えられる。このような観点により、立坑周辺の埋設管路の地震時挙動の把握のため、横須賀市水道局下町配水幹線の安浦地点において、地盤・立坑・埋設管路系の地震観測を実施している。ここでは、地震観測より得られた波形の解析結果と、各種応答解析の結果について、考察することにする。

2. 地盤・立坑・埋設管路系の地震時挙動

図1に、地盤・立坑・埋設管路系の地震観測を実施している地点の地盤柱状図と計器配置図を示す。地盤に関しては、G.L.-3m・-21m・-48mの地点に、立坑に関しては、立坑の最上部・最下部に、三成分サーボ型加速度計を設置している。また、地表近くの管路に関しては、立坑より1mと15mの地点の2ヶ所に、G.L.-22mのシールド内管路に関しては、立坑より0.4mと21mと39mの地点の3ヶ所に、ひずみ計を設置している。

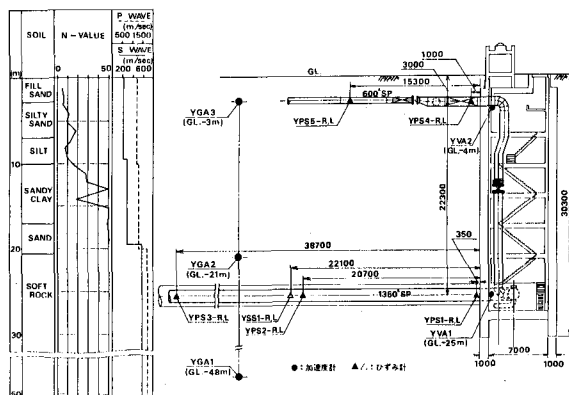


図1 地盤柱状図と観測計器配置図

図2に、1983.8.8の神奈川県西部地震における地盤と立坑の速度波形を示す。泥岩層内の地盤(YGA2)と立坑(YVA1)の速度波形とは、非常によく類似している。しかし、表層近傍の地盤(YGA3)と立坑(YVA2)の速度波形は、異った波形性状を示しており、立坑の速度波形の絶対値は、地盤の速度波形の絶対値よりも、小さい。図2に示した波形性状をより明確にするために、図3に、地盤の速度波形に対する立坑の速度波形の周波数応答関数を、示す。泥岩層内の波形の周波数応答関数に関しては、その値は、1.0または、1.0より大きい値を示しているが、表層近傍の波形の周波数応答関数に関しては、1.5Hzより高振動数領域において、その値が、1.0を下まわることが認められる。つまり、泥岩層内においては、入力損失の効果が、あまり明確でないが、地盤のせん断波速度の小さい表層近傍においては、立坑における入力損失の効果が、明確にあらわれている。

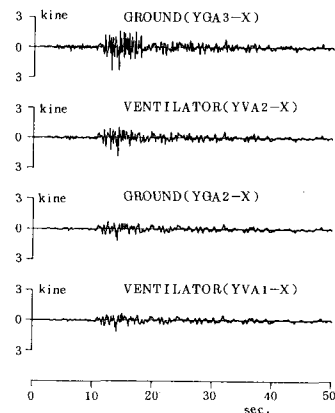


図2 地盤・立坑の速度波形

図4に、泥岩層内の管路のYPS1とYPS3地点と、表層近傍の管路のYPS5地点のひずみ波形を、図5に、YPS3地点とYPS5地点のひずみ波形のパワースペクトルを示す。泥岩層内の管路にお

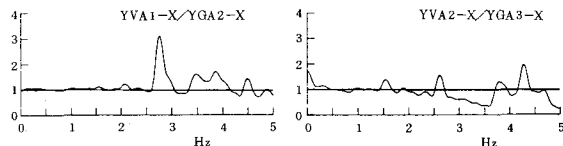


図3 地盤・立坑の周波数応答関数

いては、立坑の存在により管路に発生するひずみの最大値が大きく変化する傾向は、認められない。また、表層近傍の管路に比べ、より低振動数領域において、ひずみ波形の卓越を示している。一方、表層近傍の管路のひずみ波形は、1.5～3.5 Hzの波形の卓越を示し、図3の周波数応答関数の値が、1.0を下まわる振動数領域とよく一致している。このことは、表層近傍の管路に発生している地震時ひずみが、立坑の存在の影響を受けていることを示している。

3. 埋設管路への立坑の影響解析

ここでは、実体波波動による立坑近傍の埋設管路の地震時応力について、FLUSHプログラムを用いて検討をすすめる。

図6に、1983. 8. 8の神奈川県西部地震の加速度波形の最大値に関して、解析値と観測値とを比較した結果を示す。なお、地盤定数としては、図1に示した地盤のPS検層の結果を、入力地震動としては、図1のYGA1地点の加速度波形を用いた。なお、本解析においては、実体波波動を対象としているため、0～1.5 Hzの振動数領域の加速度波形は、除去した。

解析解と実測値との間には、若干

の差異は認められるが、全体的な傾向は、非常によく一致している。つまり、FLUSHは、実体波を対象にした地盤・立坑系の地震時挙動を、よく再現していることが認められる。図7・図8に、FLUSHによる立坑近傍の埋設管路に発生する地震時応力のシミュレーション結果を示す。なお、解析モデルの概要は、図7に、解析に用いた諸定数を、表1に示す。また、入力地震動は、図6の解析と同じ波形であり、最大加速度は、150 galである。図7に示す様に、管路の深さが、G.L. 0 mとG.L. -5 mの時、立坑の存在により、管路の応答変位が、大きく変化し、それに伴い立坑周辺の管路には、大きな軸応力が発生している。しかし、G.L. -10 m以深の管路に関しては、立坑の存在による応答の変化は小さい。また、図8の解析結果より、立坑近傍の埋設管路の発生軸応力に対する立坑の質量効果は、明確でないことがわかる。

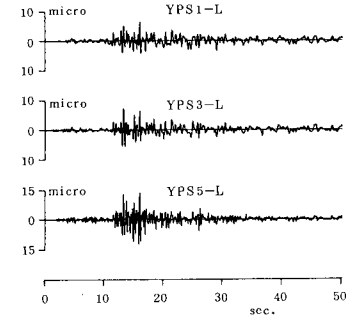


図4 ひずみ波形

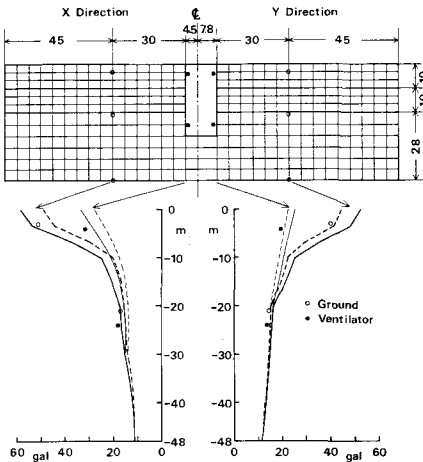


図6 観測値と解析値との比較

表1 解析に用いた諸定数

	Unit weight (γ/m^3)	Shear wave Velocity (m/s)	Poisson's ratio	Damping factor
Ground (I)	1.6	150	0.48	0.20
Ground (II)	1.8	300	0.45	0.20
Ground (III)	2.0	600	0.42	0.10
Structure (I)	1.0	2000	0.167	0.05
Structure (II)	2.4	2000	0.167	0.05

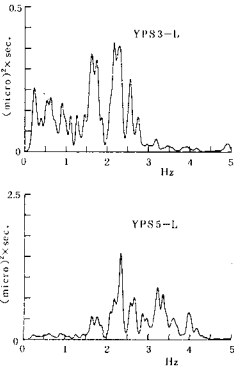


図5 ひずみ波形のパ
ワースペクトル

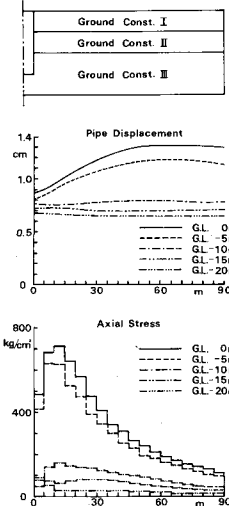


図7 解析結果 I

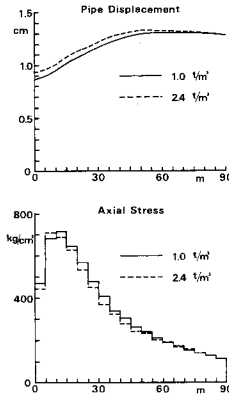


図8 解析結果 II