

熊本大学工学部 正員 秋吉 卓
 八代高専 正員 ○瀬田 邦彦
 熊本大学大学院 学生員 松元 和久

1. まえがき 埋設管のように長大な施設の地震時の被害は、地震波の変位あるいはひずみ分布の如何によることが多い。とくに、表層に急変部を持つ地盤では、その応答が異常に増幅されることがあると言われており、本研究では、その点だけでなく、表層中に励起される表面波の特徴についても若干の検討を行なったので、ここに報告する。

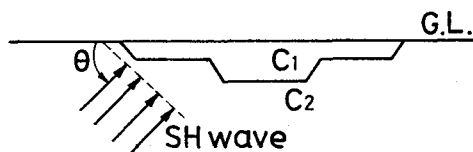


図1 不整形地盤と平面波のモデル

2. 結果と考察 ここで解析の対象とする地盤モデルは、図1のような、基盤の中に地表面と平行な層を連ねた、左右対称な2次元弾性体である。このモデルに左方より入射角 θ （地表面より測る）で、平面SH波である地震波が来襲するものと考え、地震波としては、El Centro(1940)強震記録のNS成分を用いている。なお、この問題を解く手法として、境界要素法を用いている。¹⁾ 数値計算においては、入射角は $\theta = 0^\circ$ （水平入射）および $\theta = 45^\circ$ 、表層のせん断波の波速を $C_1 = 100$ m/s と固定し、基盤のせん断波の波速 C_2 を200, 400, 600 m/s の3通りを考え、今回は地表面のひずみについてのみ考察した。

図2, 3は入射角 $\theta = 0^\circ$ 、図4, 5は $\theta = 45^\circ$ の場合であるが、 $f = 4.88$ Hzのときの地表面ひずみの周波数応答関数である図2および4は、地盤急変部にひずみ集中が起りやすいことを示している。この周波数応答関数と入射SH波とのFourier変換積より地表面ひずみの時間応答を求めたのが図3および5である。これらの図より、各れも3 sec前後の卓越周期を持つ波が励起されており、層厚の異なる部分や地盤傾斜部では伝播速度が異なることが読みとれる。すなわち、表層各部における伝播速度は、入射角に関係なく、層厚が厚いほど遅くなる特徴があり、表面波が発生していることがわかる。これらの波形から見る限り、平坦層の内部では一定速度の波として近似的に扱えようであるから、従来の一様地盤中の実体波に対する埋設管の解析手法は波速を変更すれば適用できる可能性がある。しかし、地盤傾斜部では、地震波が水平入射より斜め入射のときに波形が複雑になり、振幅も増大する傾向があるので、埋設管への入力を考えるとき若干注意する必要がある。²⁾

図6も同様に、表層の底部の領域が狭い（幅500 m）場合の地表面ひずみの時間応答の計算例であるが、前出の図3, 5と同様に表面波が発生しており、入力が平面波で、表層が短くても表面波は発生することになり、埋設管への入力として表面波を無視できないといえよう。

図7では、表層が平行な一層のみの場合のLove波の位相曲線（図中の実線）であるが、図3, 5等の走時曲線から表層の底部と側方部における波速を大まかに読みとったものを、図中に○印でアロートしている。これより、見かけの速度 C は、表層の層厚の薄い部分では基盤のS波の伝播速度に、厚い部分では表層のS波の伝播速度に近づいていることが概略示されている。

最後に地表面ひずみのRMS分布を図8に示しているが、(a)では水平方向から地震波が入射する方がより大きなひずみをもたらし、(b)では基盤の硬さがある程度以上になると、地表面ひずみのRMSは表層厚の大きなほど大きいが、一定層厚内ではほぼ同じ値となることがわかる。(c)では表層底部の幅の影響を見たものであるが、地盤急変部でひずみの集中は起るものの、底部の幅によらずその範囲内のひずみのRMSはほぼ一定値となる。

参考文献 1) K. Toki, T. Sato: Seismic Response Analyses ..., Natural Disaster Science, Vol. 5, No. 1, 1983, pp. 31-52. 2) ガス導管耐震設計指針, 日本ガス協会, 1982, pp. 197-218.

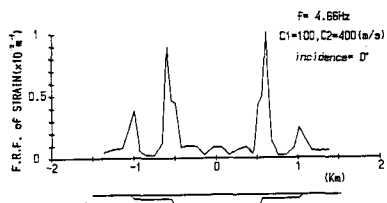


図2 地表面の周波数応答関数の一例



図4 地表面の周波数応答関数の一例

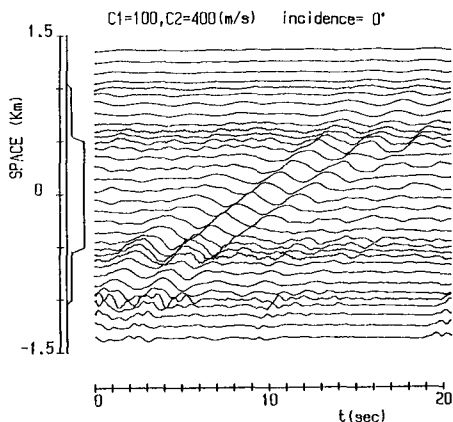


図3 地表面の波動伝播 ($\theta = 0^\circ$)

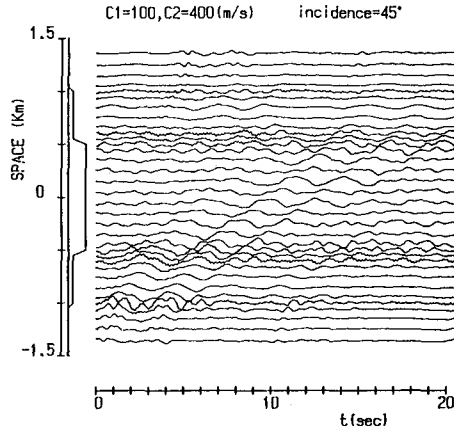


図5 地表面の波動伝播 ($\theta = 45^\circ$)

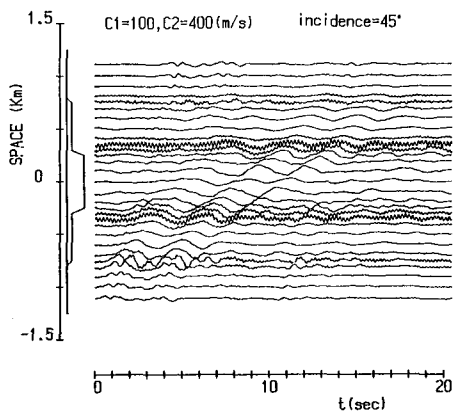
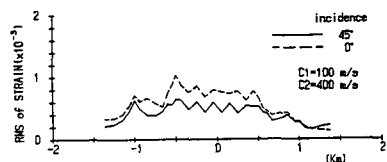
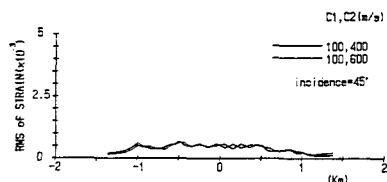


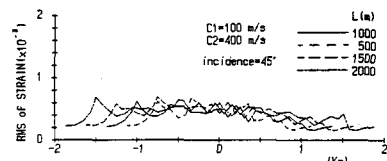
図6 地表面の波動伝播 ($\theta = 45^\circ$)



(a) 入射角 θ の違い



(b) 基盤の伝播速度 C_2 の違い



(c) 表層底部の幅の違い

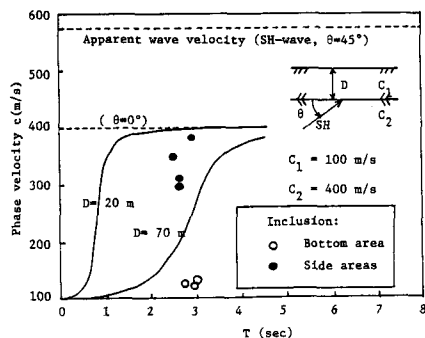


図7 一層のみの場合の Love 波の位相曲線

図8 地表面ひずみの RMS 分布