

粘弾性地盤内の非均質波動について

広島大学工学部 正 員 佐藤 誠
 広島大学大学院 学生員 ○大下 英吉
 広島大学大学院 学生員 田村 吉広

1. まえがき

弾性平行多層地盤に対する調和S V波の伝播解析については、既に佐藤¹⁾が実地盤例に対して振動数領域の解析を行ない、卓越周期および応答倍率の特性を明らかにした。また実地盤の重要な性質である粘弾性特性を考慮しなければ実用的な結果がえられないことから、粘弾性多層地盤に対する非均質波解析²⁾も行なった。しかしここで得られた応答特性は多層地盤の応答であるため応答に対する減衰特性 (Loss Factor) Q^{-1} の影響を直接把握するには不適當な面がある。

そこで、本研究では粘弾性地盤内の非均質波動特性をより明らかにし、減衰特性 Q^{-1} およびS V波の入射角の変化にともなう応答倍率の関係を明確に把握する目的で、層定数の影響が直接現われる基盤と表層のみで構成された最も単純な2層モデル地盤について解析を行なった。

2. 解析モデル地盤

解析の対象とした地盤は、第4種地盤³⁾に相当する2層地盤($T_0=1.00s$)であり、基盤に平面S V波が任意角度で入射するとした。表-1に解析に用いたモデル地盤の層定数と Q_H^{-1} を示す。ここで均質波に対する減衰特性 Q_H^{-1} は本研究の振動数範囲では振動数に依存せず、横波に対する Q_{HS}^{-1} は $0 \leq Q_{HS}^{-1} \leq 0.5$ の範囲とし、縦波に対する Q_{HP}^{-1} は $Q_{HP}^{-1}=0.4Q_{HS}^{-1}$ と仮定した。また基盤の値にはそれぞれ添字 0を付けて表わす。

3. 振動数応答関数

表-1 モデル地盤の Q_{HS}^{-1}

各モデル地盤に対して均質S V波が基盤に垂直入射する場合と入射角 $j_0=30^\circ$

地盤	V0	V1	V2	V3	V4	V5	V6	C_T	ν	d
表層 Q_{HS}^{-1}	0.00		0.30		0.10	0.30	0.50	$100m/s$	0.45	25 m
基盤 Q_{HS0}^{-1}	0.00	0.10	0.30	0.50		0.10		$500m/s$	0.40	∞

で入射した場合の地

(注) C_T : 弾性横波速度, ν : ポアソン比, d: 層厚

表における水平動と上下動の振動数応答関数を考える。

3.1 表層の Q_H^{-1} が一定で基盤の Q_{H0}^{-1} が異なる場合

図-1は $j_0=30^\circ$ の場合のV0~3の振動数応答関数を示したものである。この図より、 Q_{HS0}^{-1} の大きさによらず水平動、上下動とも応答関数はほぼ同じ曲線となっており、本研究で対象とする振動数範囲(0~10Hz)において水平動の第1次固有振動数における値(P_1)の差は、たかだか水平動で5%程度、上下動で8%程度である。またここには示していないが、垂直入射の応答関数は複素速度のみにより決まり、その絶対値は Q_{HS0}^{-1} にほとんど影響されず、ほぼ同じである。また図-2にV1~3について最大応答と入射角の関係を垂直入射時の P_1 によって基準化したものを示す。この図には臨界角が存在するV1(Q_{HP}^{-1}) $>$ V1(Q_{HS0}^{-1})の場合、基盤面で反射縦波により臨界角(26°)付近の狭い入射角範囲内で、水平動の最大応答に5%程度の急変が示されている。また $j_0=35^\circ$ 付近までの入射角において Q_{HP}^{-1} と Q_{HS0}^{-1} の大小関係によらず、V1~3

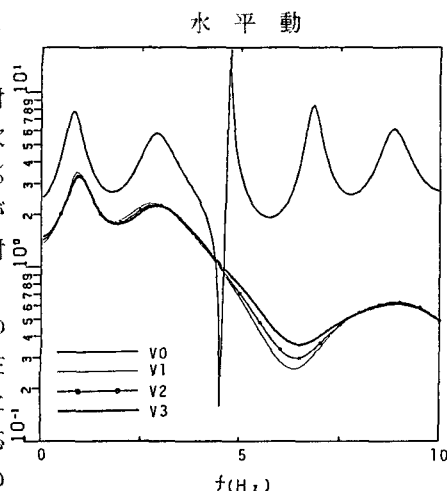


図-1(a) 振動数応答関数

とも水平動の最大応答はほぼ同じで、上下動のそれは臨界角付近以外の全ての入射角に対してほぼ等しい。また、入射角が水平動では $j_0=35^\circ$ 付近、上下動では $j_0=23^\circ$ 付近において最大応答曲線の曲率が変わる。この理由はその入射角を境として最大応答を生じる固有振動数が変わっているためである。

3.2 基盤の Q_{H0}^{-1} が一定で表層の Q_H^{-1} が異なる場合

図-3 (a), (b) に $j_0=0^\circ, 30^\circ$ の場合のV0およびV4~6の水平動の振動数応答関数を示した。図-3より本研究で対象にした振動数域において弾性地盤(V0)の水平動は、垂直入射の場合 f について応答が周期的であるのに対し、 $j_0=35^\circ$ 入射の場合 $f=5\text{ Hz}$ 前後で応答が激変し、極めて大きな応答を示す。一方、粘弾性地盤(V4~6)の場合V0に比較し、垂直入射および $j_0=30^\circ$ 入射の両者に対して応答曲線は Q_{HS}^{-1} および f の増加と共に次第に滑らかなになり、また局所的ピーク値も低くなる。またここには示していないが、図-2と同様に臨界角が存在するV5, 6では臨界角 (26°) 付近の狭い入射角範囲で最大応答が急変する。

4. まとめ

減衰特性 Q^{-1} および入射角による振動数応答関数の影響について解析を行ない、1) 同じ弾性層定数を持つ地盤において、表層の Q_{HS}^{-1} が応答関数に最も影響を与えること、2) Q_{HS}^{-1} と Q_{HS0}^{-1} の大小関係の違いすなわち表層と基盤の層コントラストによる影響は、狭い入射角範囲内でのみ生じることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 佐藤 誠：平行多層地盤に対する調和SV波の伝播解析 第328号，土木学会論文報告集，PP.57-68，1982。
- 2) 佐藤 誠：粘弾性平行多層地盤の調和SV波動応答，日本地震工学シンポジウム，PP.247-252，1986。
- 3) 道路橋示方書V：耐震設計編，PP.88-102，1980。

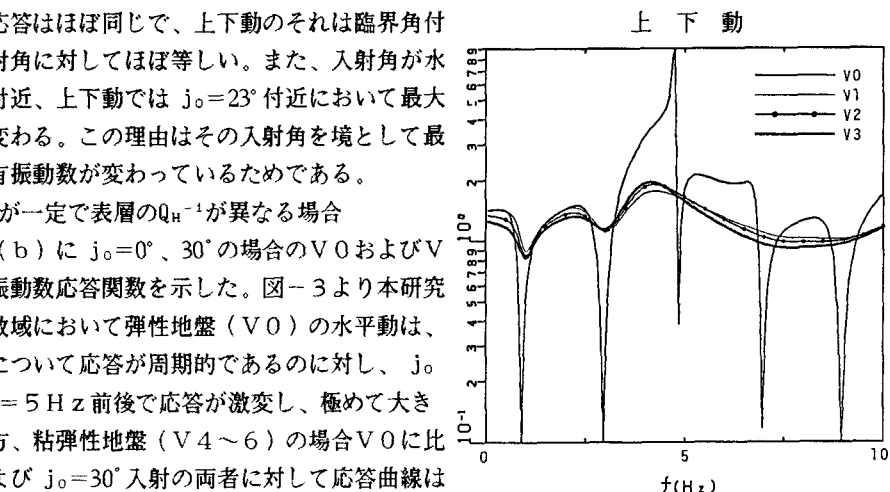
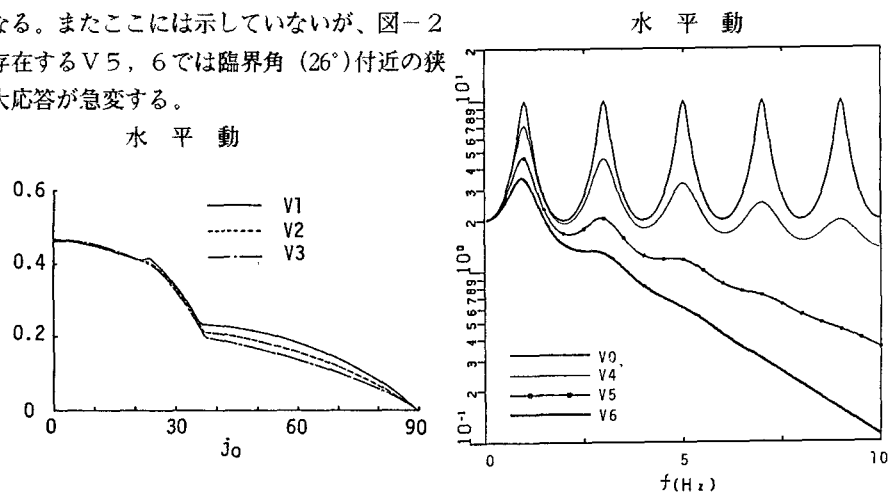


図-1 (b) 振動数応答関数



(a) 垂直入射
水平動

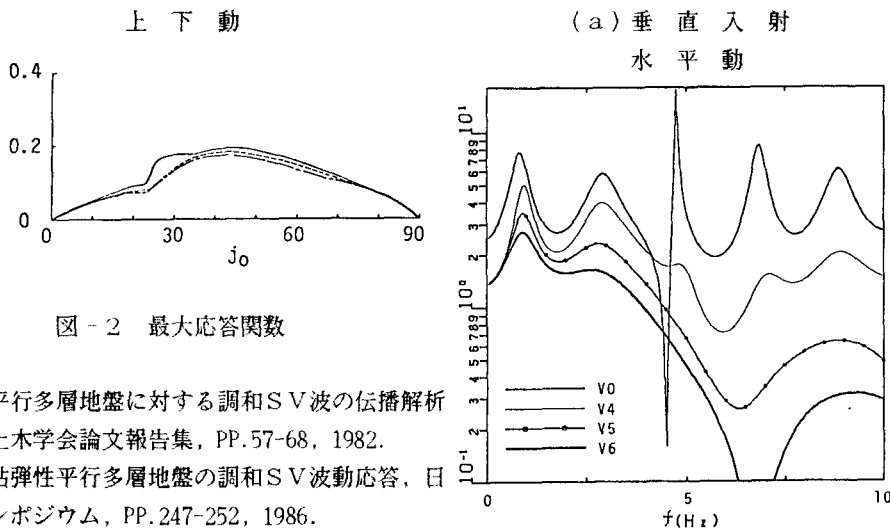


図-3 振動数応答関数，(b) 30° 入射