

埋立地護岸近傍における微動 H/V スペクトル法の適用性について

芝浦工業大学 学生会員 ○水上 一輝
芝浦工業大学 正会員 紺野 克昭

1.背景と目的

1995 年兵庫県南部地震では六甲アイランドやポートアイランドなどの内部護岸に大きな被害が生じた. この結果、浸水や隣接道路や埋設管路などに大きな被害が生じ、埋立地区の都市機能は大きな被害を受けた. 豊洲においては護岸の耐震改修が進められているが、一部未改修の護岸が存在している. よって未改修の護岸と背後地盤における地震被害のリスク評価は早急に行なう必要がある. その方法の一つとして簡単に、場所を選ばず測定が行える常時微動測定がある. 常時微動は表面波が主成分と考えられている. そのため、表面波のひとつであるレイリー波の性質を利用して、微動の H/V スペクトルから卓越周期を推定する. しかし平行多層地盤以外や構造物付近においては不明瞭である. よって本研究では護岸近傍の H/V スペクトル法の適用性を検討することを目的とする.

2.解析対象地域について

対象地域および工学的基盤の標高図を図 1 に示す. 対象地域は豊洲の南側に位置し、東雲運河に面している. また、対象地域では護岸改修工事のめどが立っていない. 豊洲地域の地盤は軟弱層が厚く堆積している. 軟弱なシルト層が厚く、砂層が薄いため比較的液状化の可能性が低い. しかし、標高が低いため、護岸が決壊するようなことがあれば低地水害に見舞われる恐れがある.

3.モデルの解析手法

(1) 解析モデル概要

解析は地震応答解析プログラム(Soil Plus Dynamic)を用いて、有限要素法による全応力での 2 次元線形動的解析を行う. 図 2 に解析モデルおよび境界条件を、表 1 に地盤の物性値を示す. 解析では N 値=50 を基盤面とし、基盤面以下を解析領域とした. 地盤の物性値は、既存の地盤調査結果や一般的な経験式等を参考に設定した.

護岸構造物は図 3 に示すように上部が逆 T 形擁壁、それを RC 矢板と松丸太杭が支持しているモデルとした.

以上のモデルに地表面で点加振し時刻歴応答解析を行う.

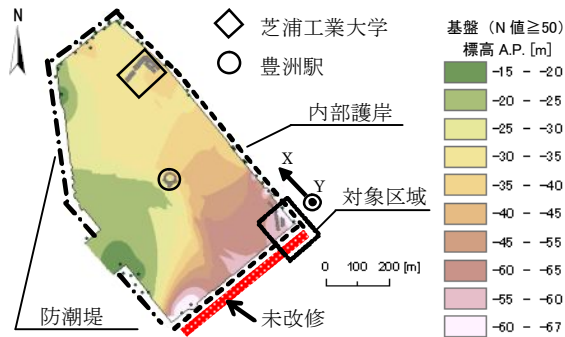


図 1 対象地域における基盤標高図

表 1 地盤の物性値

上端深度 A.P. [m]	主な土質	層厚 [m]	単位体積重量 γ [kN/m ³]	S波速度 V_s [m/s]	せん断剛性 G [kN/m ²]
3.5	埋立砂質	2.5	17.7	82	1.21×10^4
1	シルト	5.85	16.4	82	1.12×10^4
-4.85	シルト混み細砂	1.9	18.2	108	2.16×10^4
-6.75	シルト	8.4	16	108	1.90×10^4
-15.15	砂混みシルト	18.9	17	157	4.27×10^4
-34.05	シルト	8.45	18	205	7.71×10^4
-42.5	シルト	18.85	17.8	237	1.02×10^5

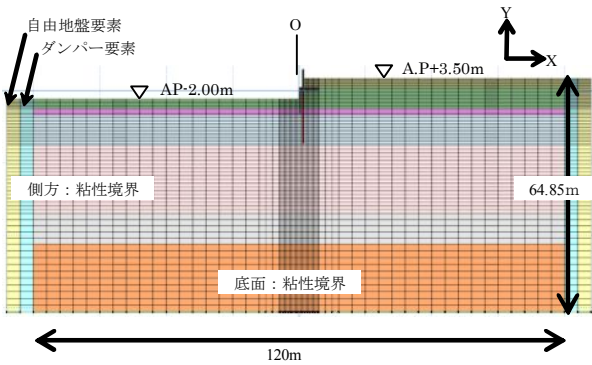


図 2 解析モデルおよび境界条件

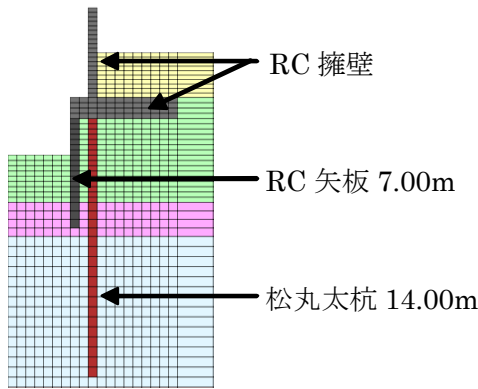


図 3 護岸モデル

キーワード 内部護岸、豊洲、H/V スペクトル

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学工学部土木工学科 TEL03-5859-8357

(2) 解析モデルの比較

本研究では護岸近傍での伝播特性を把握するため、解析モデルを3種類に分けて解析を行う。護岸構造物モデルの他に、護岸構造物がない場合で段差のみあるモデル（以後段差モデル）と、平行多層モデルに分けてモデル化を行った。それぞれのモデルの違いを図3、4に示す。

4. 解析結果

護岸近傍での伝播特性を知るために、地表面の原点OからX方向（背後地盤方向）に2、4、8、16、32mの地点でのH/Vスペクトルをそれぞれ求めた。3種類のモデルにより求めたH/Vスペクトルをそれぞれグラフにしたものを図5、6、7に示す。また時間区間によるH/Vスペクトルの変化を見るために、区間を0-3、3-6、6-9secに分けてH/Vスペクトルを算出したものも示した。また、解析に使用した地盤の物性値により算出したレイリー波のH/Vスペクトルの理論計算もグラフに載せた。

護岸モデルでは他のモデルと比べるとピーク周期が短い。また段差、平行多層モデルは両者ともピーク周期の位置が、周期1s以降にみられた。これは、構造物の存在により地表面の振動が抑えられたといえる。しかし全モデルともX方向位置の違いによるピーク周期の変化は見られない。

時間区間を分けた場合、区間0-3secでは時間を分けない場合と同様に、護岸モデルでは短周期にピークがみられ、段差あり・段差なしモデルともに周期1s以降にピークがみられた。しかし時間区間3-6secでは、上記に比べて護岸モデルは卓越周期が長くなり、段差あり・段差なしモデルでは短くなっている。さらに時間区間6-9secでは、卓越周期が全モデルとも比較的近い周期に収束した。また理論計算の卓越周期とも近い値となっている。

5. まとめ

本研究では護岸モデルによる時刻歴応答解析から護岸近傍でのH/Vスペクトルの変化を求めた。

モデル毎に比較すると、区間0-6secではピーク周期に違いがみられたが、区間6-9secではピーク周期がほぼ一致した。これは時間経過に伴って、減衰の少ないレイリー波成分が強くなったことが考えられる。区間6-9secをレイリー波成分と考え、護岸近傍又は段差が近くに存在する場所でも、微動H/Vスペクトル法の適用が可能である事が分かる。

謝辞

解析モデルの作成にあたり参照した地盤データは、東京都港湾局から提供して頂きました。関係者各位に感謝申し上げます。

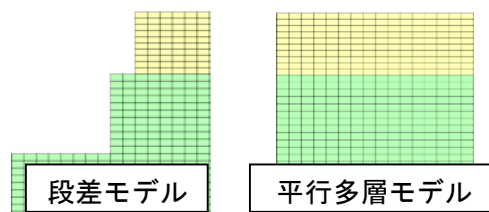


図4 段差モデルと平行多層モデル

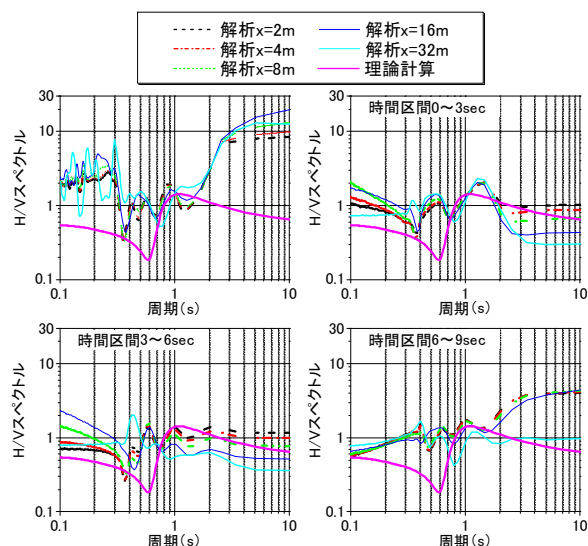


図5 平行多層モデルのH/Vスペクトル

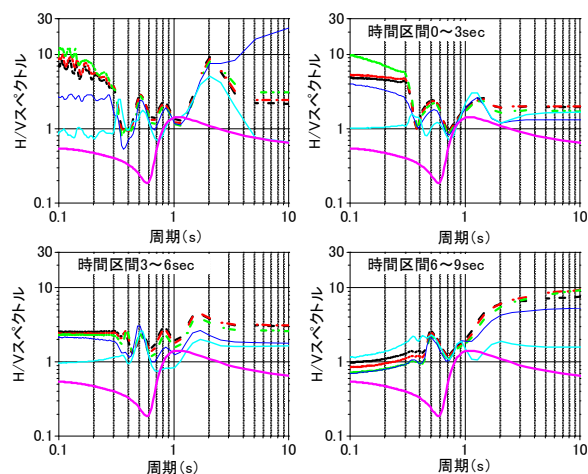


図6 段差モデルのH/Vスペクトル

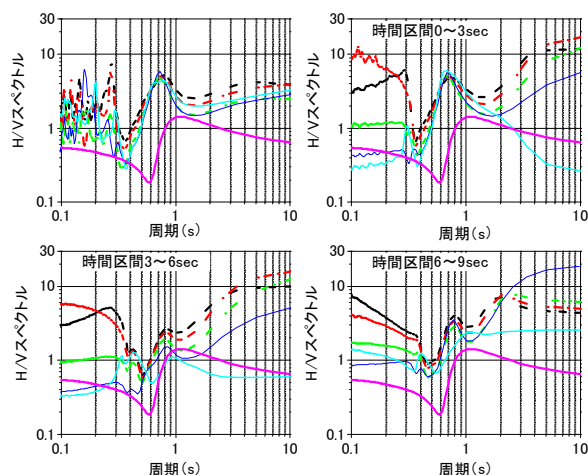


図7 護岸モデルのH/Vスペクトル