

# 河川堤防の不均質な地盤構造と常時微動に基づく振動性状

日本大学工学部土木工学科 ○学 嶋本雅隆, 郡司大輔, 正 中村晋

## 1. はじめに

地盤のモデル化過程に含まれる不確定性要因として、(1)地盤物性の調査結果と実地盤特性の差異、(2)地盤物性の不均質な空間分布に起因する地盤モデル化の差異、(3)地震応答解析手法に応じた応答推定精度のばらつき<sup>3</sup>の3つ挙げられる。(2)の要因のうち水平方向の地盤物性に関する不均質性の程度が地盤の非線形地震応答に及ぼす影響について、中村ら<sup>1)</sup>は2次元および1次元有限要素法モデルを用いた非線形地震応答解析を比較により明らかにしている。

ここでは、前述の数値解析により検討を行った地盤物性の空間分布の不確定性が地震応答に及ぼす影響について、実地盤内の挙動という観点で検討を行うため、実地盤内の地盤物性の空間分布と振動特性の空間分布との関係を求める。実地盤の地盤物性の空間分布は宮城県吉田川右岸の河川堤防17.0km地点で200m実施した表面波探査より求めた。地盤の振動特性の空間分布は17.0kmを中心とした2点で常時微動を同時測定することにより求めた。

## 2. 表面波探査による地盤物性の空間分布の調査結果

2.1 調査手法 表面波探査とは、図-1に示すように地表面をかけやにより加振し、水平方向に伝播する表面波の伝播速度から地盤内各位置におけるせん断速度の空間分布を推定する手法である。加振により得られる水平方向に伝播する波動の測定には、受振器(4.5Hzの速度形ジオフォン)とケーブルが一体となったストリーマケーブルを用い、起振は2m間隔で実施した。一つの起振点において起振を終了したら、ストリーマケーブルを2m移動して測定した。以上の過程を繰り返し、所定の測線長の測定を実施する。

2.2 表面波探査の解析結果 表面波探査により得られたせん断波速度の空間分布を図-2に示す。ここで、水平方向の距離程が100mの地点が、17.0km地点に対応している。図-2より、全体的に地盤構造が不均質性を有している。S波速度の幅が60m/sから200m/sに及んでおり、特に17.0km地点(距離程100m)周辺の深度6mから10m間にS波速度が低い。

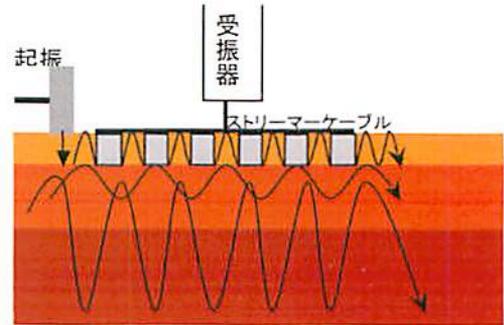


図-1 表面波探査の測定模式図

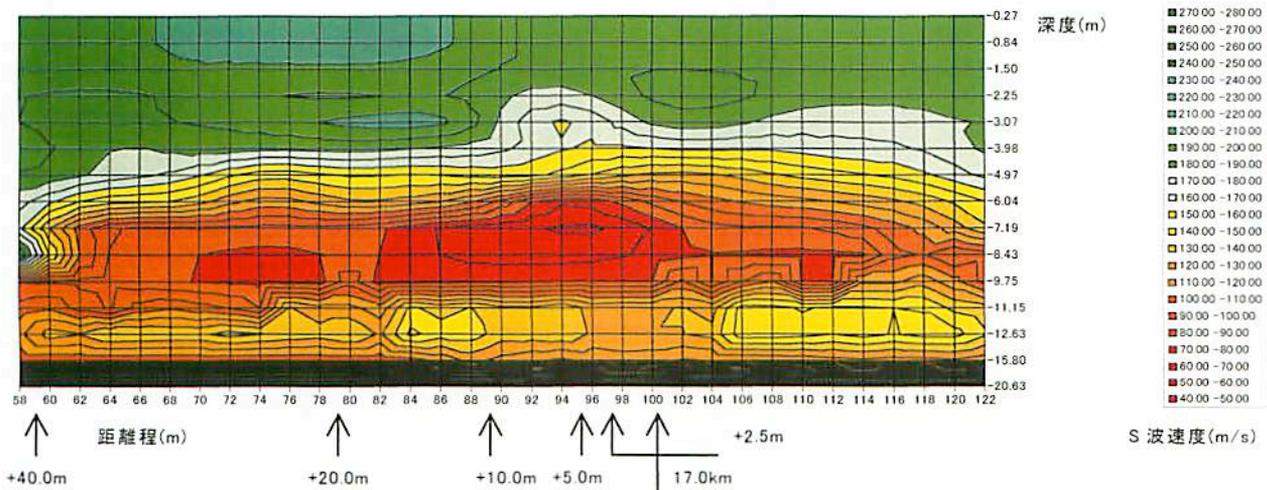


図-2 堤防軸方向のS波速度構造

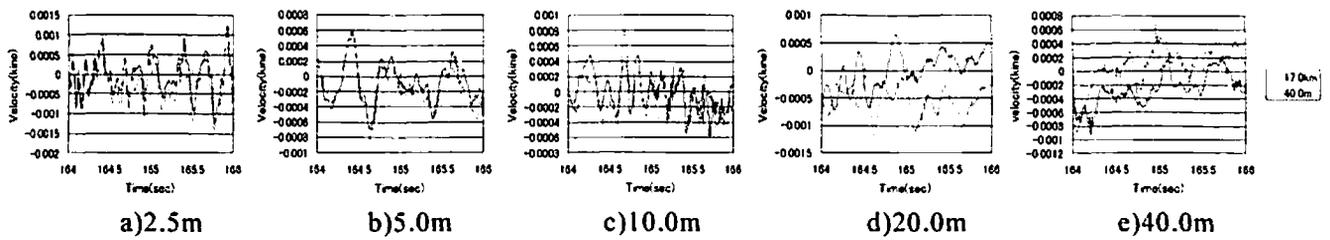


図-3 17.0km 地点と各地点で得られた波形(堤防軸方向)

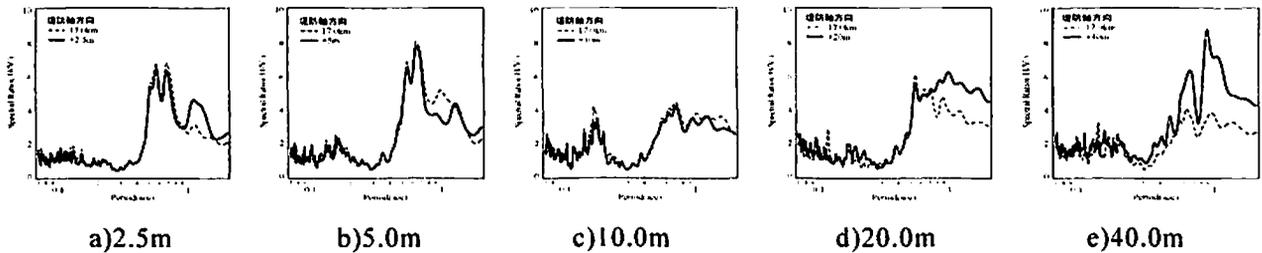


図-4 17.0km 地点と各地点との H/V スペクトル比 (堤防軸方向)

### 3. 常時微動による地盤振動の空間変化

常時微動の測定は、17.0km 地点と同時に、上流方向に 2.5m, 5.0m, 10.0m, 20.0m, 40.0m の 5 点、下流方向には 2.5m, 5.0m, 10.0m, 20.0m の 4 点で実施した。振動の測定はサーボ型速度計を用い、堤防軸方向、堤防直交方向、鉛直方向の 3 成分を 0.01 秒間隔で 3 分間を行った。また、測定のスプリング周波数は 100Hz とした。

まず、上流方向の 2 地点の微動波形の比較を図-3 に示す。17.0km 地点の波形との比較という観点でみると 2.5m, 5.0m, 10.0m の 3 地点の波形は振幅、位相とも同程度となっているが、それより離れた 20.0m, 40.0m の地点では波形形状の差異が認められる。

次に、堤防軸方向の水平成分と鉛直成分のスペクトル比(H/V スペクトル比)を算出し、17.0km 地点と各地点との H/V スペクトル比の比較を図-4 に示す。17.0km 地点と上流方向に 2.5m の地点のスペクトル比はほぼ同じ形状を示し、卓越周期は、それぞれ 0.6 秒近傍となっている。5.0m 地点でも 2.5m 位置と同様にスペクトル比はほぼ同じ形状を示し、卓越周期は 17.0km 地点とともに、0.6 秒近傍となっている。10.0m 地点では、卓越周期は 0.6 秒近傍と 17.0km 地点と同じであるが、0.2 秒近傍のスペクトル比の振幅レベルに差異が認められる。20.0m 地点では、比較すると卓越周期は異なっており、17.0km 地点では 0.5~0.6sec であるのに対し、20.0m 地点では 1.0 秒近傍で 17km 地点とのスペクトル比の振幅に顕著な差異が認められる。さらに、40.0m 地点では 20.0m 地点以上に 1.0 秒近傍での 17km 地点とのスペクトル比の差異が大きくなっている。

最後に、17.0km 地点を基準とし、2.5m から 20m まで測点を移動させた際の 2 点間のコヒーレンスの変化を図-5 に示す。図-4 に示した H/V スペクトル比の卓越する周期 0.6 から 0.7 秒の間では、堤防軸方向のコヒーレンスが 0.7 から 0.3 の範囲で地点の差異は顕著に認められないものの、周期 0.1 から 0.2 秒の間では 2 点間の距離が大きくなるにつれコヒーレンスが顕著に低下していることが分かる。

### 4. まとめ

地盤の不均質性が地盤振動に及ぼす影響を把握するために吉田川右岸堤防 17.0km 地点周辺で実施した 60m 区間の常時微動の測定と 200m 区間の表面波探査による地盤のせん断波速度の空間分布の測定結果より、空間的な地盤構造の差異はその差異の程度に応じて地盤の応答性状に影響を及ぼすことが定性的に明らかとなった。地盤構造の空間的な差異の程度と振動の差異の程度に関する定量的な影響評価は、今後の課題とする。

### 参考文献

1)中村晋,澤田純男,松本敏克(2007):地盤物性の不均質な空間分布のモデル化次元に応じた非線形地震応答性状の比較,土木学会論文集 C, Vol.63 No.3, pp.711-724

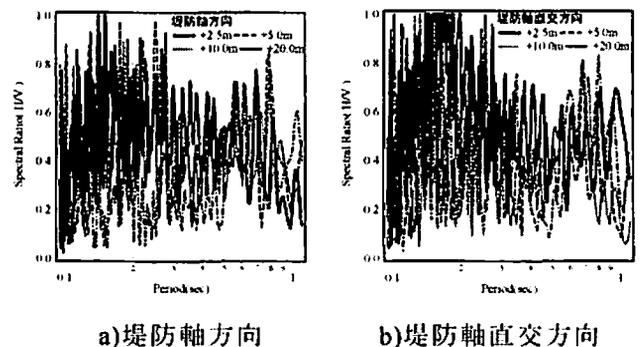


図-5 2点間の微動のコヒーレンス