

## I-B217 相互相関からみたポートアイランド鉛直アレー記録の非線形応答特性

|        |      |       |
|--------|------|-------|
| 東北工業大学 | 学生会員 | 望月 雅広 |
| 々      | 正会員  | 神山 眞  |
| 々      | 学生会員 | 吉田 勝  |

## 1 はじめに

1995年兵庫県南部地震ではポートアイランドに設置されていた鉛直アレーシステムで貴重な強震記録が得られた。ポートアイランドにおいて本震の際、広域的に液状化が発生したことが認められており、液状化発生に伴う非線形応答の影響がこれらの鉛直アレー記録に現われていることが予想される。また、同システムにおいては本震の記録に加え、その後発生したいくつかの余震においても記録が得られており、これらの本震、余震の記録を比較することにより地盤の非線形応答の特徴が抽出できると期待される。本研究は相互相関解析を中心として、これらの記録にみられる非線形応答の影響を分析した結果について述べたものである。

## 2 ポートアイランドの強震記録

図1はポートアイランドのアレー観測システムをボーリング柱状図とともに示したものである。図1に示すように、深さ0 m、16 m、32 m、83 mに水平2成分（NS、EW）、鉛直1成分の加速度計が配置されており、1995年兵庫県南部地震の本震の際に強震記録が取得された。図2は本震の際の各深さでの強震記録を示したものである。図3は当該地盤の増幅特性をみるため深さ83mに対する地表（深さ0m）のフーリエスペクトル比を求めたものである。図3では本震のスペクトル比に加え、代表的な余震記録のスペクトル比も併せて示されている。図3をみると水平動（NS、EW）では余震によるスペクトル比が比較的安定した特性を示しているのに対して本震のそれは大きく異なっており、本震において非線形な応答が存在したことがスペクトル比からも確認される。一方、鉛直動ではこのような傾向がみられず、本震、余震とも同一の増幅特性を示しており、水平動と鉛直動で非線形応答の度合いが異なることが推定される。

## 3 相互相関分析にみられる非線形応答の影響

鉛直アレーの同時記録から各記録間の相互相関係数を求めた。図4はこのうち深さ83mと他の深さの記録間の相互相関係数を成分別に示したものである。このような相互相関係数が極大となる幾つかの時刻の追跡により、下方からの入射波、表面からの反射波など各種の波動の伝播速度が求められる<sup>1)</sup>。図4から正のlagtimeでの最初の極大が深い順に時間差をもって現われており、下方からの入射が明瞭に識別される。一方、負のlagtimeでは相互相関の極大が正のlagtimeほど明瞭でない。この場

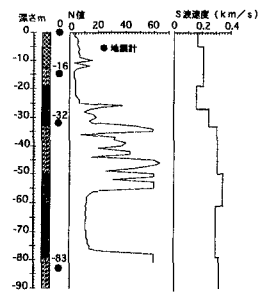


図1 地震計配置

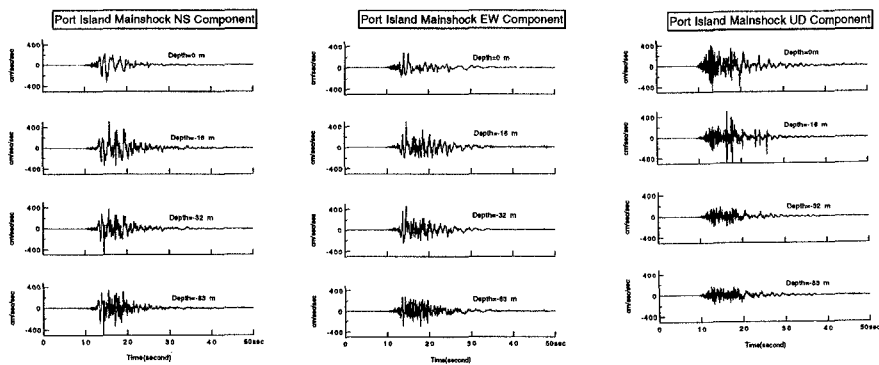


図2 各深さの強震記録（NS、EW、UD成分）

合は正の lagtime が下方からの上昇波の相互相関、負の lagtime が下降波の相互相関に対応するので、図4のような正負の lagtime で異なる相互相関特性は地盤が弾性からはずれ、非線形応答を示している現象を反映したものと考えられる。このような解釈をさらに明瞭に示すために深さ16mと深さ0mのEW成分とUD成分の相互相関係数も求めたのが図5である。図5では本震記録の相互相関係数とともに代表的余震記録のそれも併せて示されている。これを見ると、水平動（EW成分）における余震記録での相互相関が正負の lagtime で対称的に極大が現われるのに対して本震の相互相関特性は最初の極大の lagtime が大きくなるとともに、正負領域での対称性が認められない。一方、鉛直動（UD成分）では本震と余震の相互相関特性は水平動の場合ほど差はみられない。このような成分ごとの相互相関特性の違いは図3のスペクトル比の違いに対応しており、非線形応答の存在を確認するのに相互相関の分析が有効であることを示している。

次に、本震、余震の各深さ記録の相互相関係数から各層の波動伝播速度を求めた。ここでは、正の lagtime での最初の極大時間を利用した。また、水平動（NS、EW）をS波、鉛直動をP波によるものと仮定した。この結果を示したのが図6である。図6でPS検層からのP波、S波の速度も併せて示されている。これから、本震では第1層（0～16m）のS波速度が余震でのそれより約30%も低下していること、P波の伝播速度は本震と余震であまり変わらないことなどがわかる。

（謝辞）ポートアイランドの記録の利用にあたり（財）大阪土質試験所の皆様にご便宜をいただきました。

（参考文献）1) Ahmed-W.Elgamal, et al: Special, Keynote and Theme Lectures, Preprint Volume, IS-Tokyo(1995),p.51~90

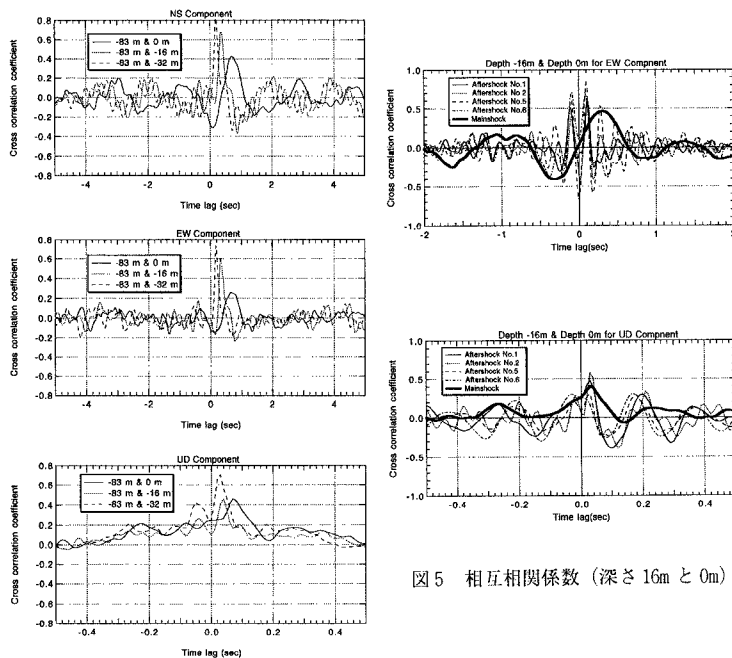


図4 相互相関係数（深さ83mと深さ32、16、0m）

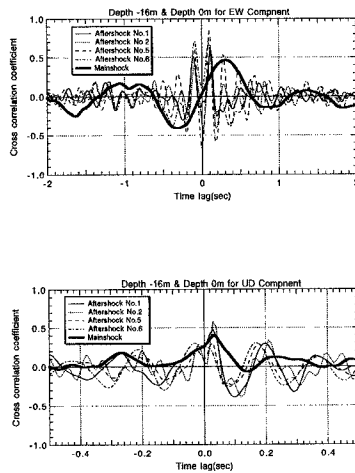


図5 相互相関係数（深さ16mと0m）

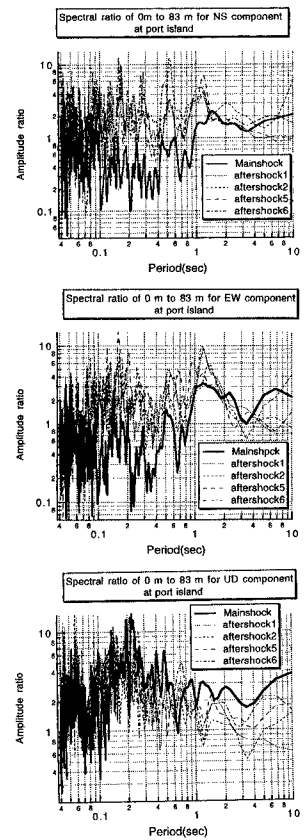


図3 深さ83mと地表のスペクトル比

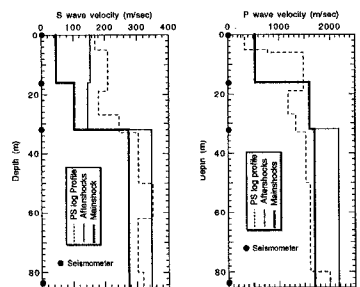


図6 S波、P波の速度分布