

I - B304

兵庫県南部地震におけるポートアイランドでの鉛直アレー記録による
地震波の伝播性状に関する研究

日本大学 正 田村 重四郎

日本大学 学 鄭 志誠

① はじめに

1995年兵庫県南部地震の際に神戸港ポートアイランドでは鉛直アレー観測の記録が得られた。一般に強震動の際には軟弱地盤では地震波の伝播速度は減少するとされている。今回この鉛直アレー観測で得られた加速度記録に地盤を弾性体と仮定して、地震波の鉛直下方からの伝播状況の解析を行った結果、地震波の主要動の作用する間は伝播速度は大きく減少し、表層付近の相対的に軟弱とみられる層で伝播速度は時間的に激しく変化していることが分かった。この伝播速度の減少については国生らの研究(注1)で報告されている。本報告では相互相関関数を用いこれらの伝播速度の時間的変動を詳細に分析する。

② 波形と解析方法について

図-1に示した加速度波形をみると地表の記録を除く3測点(地表より深さ16m, 32m, 83mの各点)の波形で、ピーク的位置、区間毎の形状において、夫々対応する特性が主に各波形の主要動部において、明瞭に存在することが分かる。これらの幾何学的に類似した波形は深い測点程、時間的にみて先行していることがはっきり認められる。そこで対応する波形部分の強い類似性に鑑み、波形の時間的ずれを相互相関関数を利用して求めることにした。解析を行うに当たっては波形に含まれる比較的高い振動数の成分が相互相関関数の形状に及ぼす影響(精度に関係する)について検討した結果、5Hz以上の振動成分を除く事が最もよい結果を得ることが分かった。また時間ずれが地震波形の時点によっても変化することが考えられるため、相互相関係数を算定する区間長は一般の定常波形における様に長いことが必ずしも適切ではなく適当な長さを選定する必要があると考えられる。そこで2秒間、2.5秒間、3秒間及び5秒間の区間長について相関関数を算定することにした。この短い区間長の採用は、波形の強い類似性からみて適当と考えられる。

③ 解析結果

先ず各波形に5Hzのローパスフィルターをかけ(図-2)、得られた波形を用い、地下83mと32m、地下32mと16mについて相互相関関数を計算した。図-3はこれらの一例として地下83mと32mの間で15.5秒を中心として2秒間、2.5秒間、3秒間及び5秒間をとった時の相互相関関数である。ここでは正の最大値を示す時間が波形の時間ずれを示すものと考えられる。但し負の時間側の相関関数からは反射波の存在がほとんど認められなかった。図-4, 5はこれらの計算結果で縦軸は時間ずれを、横軸は地震波形の時間を示す。図における縦軸の値はそれぞれの区間長の中心の時間に対応させている。これらの図をみると主要動の前半部分(約10~24秒)では比較的短い、区間長2~3秒のものがよい一致を示している。そしてこれ以降になると、区間長2~3秒のものは大きく変動して不安定となっていて、ここでは区間長5秒の方が妥当であると思われる。この様に各時点における時間ずれの区間長による変動は、時間ずれの大きさに比して充分小さく、この方法で得られた時間ずれの値は正しい値を示しているものと考えられる。

④ まとめ

図-4(地下83mと32m)では全体的に大きな時間的変動はみられず、またP-S検層(注2)より算定した遅延時間の0.16秒ともあまり差がでておらず、継続時間約30秒の時点では概ねこの時間と一致している。一方図-5(地下32mと16m)は図-4とは大きく異なり、時間的に相関関数の値が大きく変化している。特に主要動の作用している13~20秒では相関関数がかなり大きくなっている。図-5の地下32mと16m間の層厚は16mと、図-4の地下83mと32m間の層厚51mと比較して約1/3であるにもかかわらずこの様に相関関数が大きくなっていることから、ここでは伝播速度が激減していることが予想される。

またここではP-S検層より算定した遅延時間の0.07秒と大きな差異が生じている。これらのことはこの地層間を構成する土質に大きな変化が生じた為と思われる。この事は伝播速度のひずみ依存性が大きく関与しているものと考えられる。これらについて今後更に検討を続ける予定である。

港湾技術研究所より貴重な地震記録を頂きました。ここに記して謝意を表します。

注1) 国生 剛治 他 1995年兵庫県南部地震での地盤の非線形振動特性と地盤物性
(1996年1月 阪神、淡路大震災に関する講演会論文集)

注2) 港湾技術研究所 1995年兵庫県南部地震による港湾施設等の被害報告書

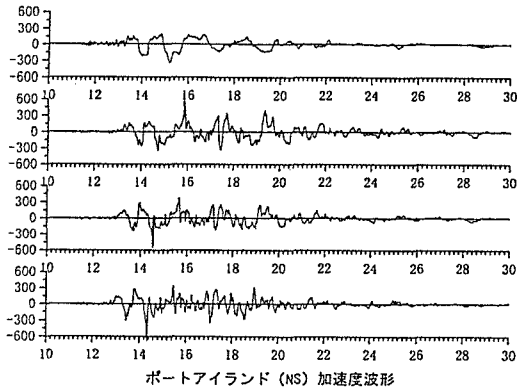


図-1

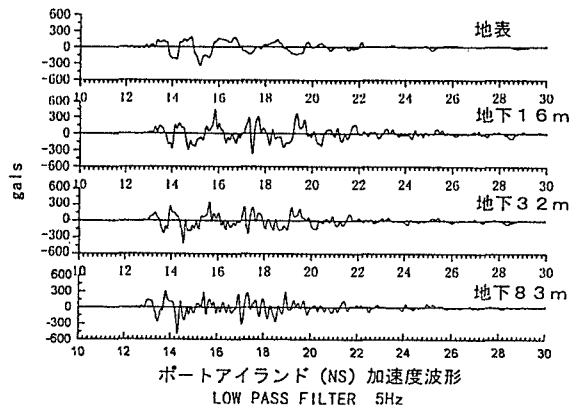
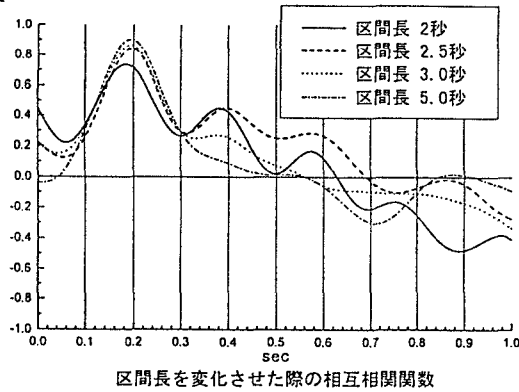


図-2



区間長を変化させた際の相互相関関数

図-3

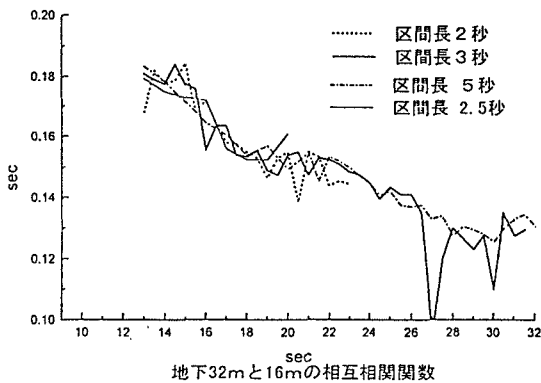


図-4

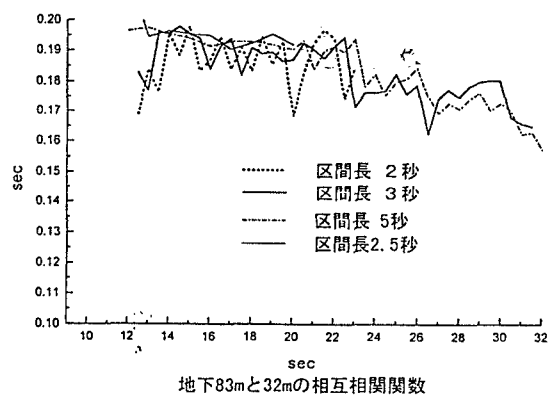


図-5