

兵庫県南部地震における 南港地点の表面波伝播特性

副田悦生¹・玉井秀喜²・田中昌廣²・竹澤請一郎³・山田雅行⁴

¹正会員 工修 関西電力株式会社 総合技術研究所 (〒661-0974 兵庫県尼崎市若王寺 3-11-20)

²正会員 関西電力株式会社 総合技術研究所 (〒661-0974 兵庫県尼崎市若王寺 3-11-20)

³正会員 株式会社ニュージェック 技術開発部 (〒542-0082 大阪市中央区島之内 1-20-19)

⁴正会員 工修 株式会社ニュージェック 技術開発部 (〒542-0082 大阪市中央区島之内 1-20-19)

大阪平野西部に位置する南港地点における兵庫県南部地震時の後続波について、水平アレーによる実測記録(主にUD成分)に基づいて粒子軌跡、到来方向、位相・群速度の検討を行った結果、北～北西から到来する Rayleigh 波を主体とする2つの波群を検出することができた。1つの波群は時刻35～50秒付近にあり、周波数0.15～0.30Hzの成分が卓越し、もう一つは60～75秒付近にあり、0.30～0.60Hzの成分が卓越するものであった。大阪平野西部の地盤構造から計算された Rayleigh 波の理論分散曲線との比較からも、これらの2つの波群が卓越することを説明できた。

Key Words : *Hyogo-Ken-Nanbu Earthquake, Horizontal Array, Rayleigh Wave Propagation, Osaka sedimentary basin*

1. はじめに

耐震設計において、堆積平野(盆地)上の構造物に対する入力地震動の設定の場合に、実体波の影響のみならず表面波の影響が重要となることがある。この問題は観測記録に基づく表面波に関する研究成果が少なかつたために、重要視はされていたものの、最近まで定量的に評価されていなかった。そこで著者らは、大阪府南部光明池付近(南大阪地点)に設置した水平アレー(トリパタイト)地震計による兵庫県南部地震の強震記録を用いて、南大阪地点での表面波伝播性状の検討を行った¹⁾。

さらに本論文では、大阪湾岸の南港埋立地盤上に設置した水平アレー(トリパタイト)地震計により観測した兵庫県南部地震の100cm/sec²を超える強震記録(加速度)を用いて南港地点付近の大阪湾岸エリアにおける表面波伝播性状の検討を行った。また、この結果と前報および既往の研究結果²⁾との比較検討から大阪平野西部の広域の表面波伝播特性についても検討を行った。

2. 南港地点における地震観測記録の概要

(1) 南港地点の概要

a) 大阪平野の概略地質³⁾および南港地点位置

大阪平野は、北東-南西方向に約55km、北西-南東方向に約28kmのほぼ楕円形をなす大阪湾(大阪堆積盆地)の東半分に臨む低平地であって、その北側は六甲・北摂山地、東側は生駒山地、南側は金剛・和泉山脈に取り囲まれている。中央部には南北に細長く伸びる上町台地があり、大阪平野を東西に2分し、上町台地の西側の低地が西大阪平野、東側が河内平野と呼ばれている。大阪平野の基盤岩は深度1000m以上に位置する中生代の花崗岩類からなり、その上部を大阪層群によって覆われている。大阪層群は海成の粘土と砂の互層からなる上部・下部、淡水成の主としてシルトからなる最下部層に分類される。

大阪平野の沿岸部には海域を人工的に埋めた埋立地が広がっている。その埋立地に位置するのが関西電力・南港発電所(以下、南港地点と呼ぶ)である。大阪平野湾岸部の埋立地を伝播するやや長周期の表

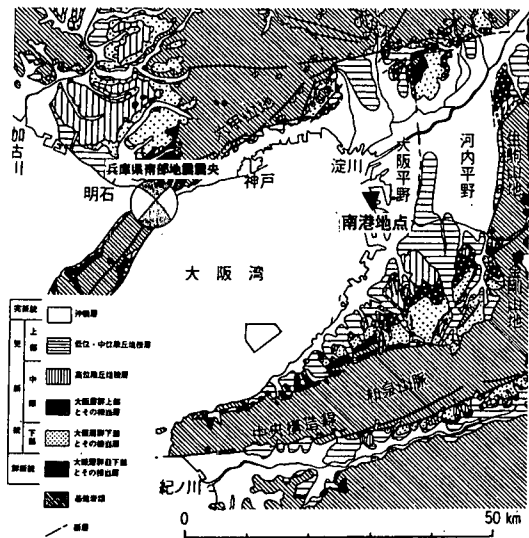


図-1 大阪平野の概略地質²⁾および南港地点位置

面波の検討を行うことを目的として、南港地点において地震観測を実施している。図-1に大阪平野の広域地質図と南港地点の位置を示す。

b) 南港地点の地盤構造

南港地点においても、南大阪地点¹⁾と同様に、地下の地盤構造を推定するために常時微動アレー探査を実施^{4), 5), 6)}している。この手法は、常時微動の水平アレー観測記録から微動に含まれる表面波の周波数毎の位相速度と到来方向を求め、その分散性から地下構造と表面波の伝播特性を推定^{7), 8)}するものである。なお、一般的な観測ではRayleigh波の位相速度を対象として上下動成分の収録が行われる。

南港地点付近の常時微動水平アレー観測は表-1の観測仕様に基づいて実施した。

図-2にF-Kパワー・スペクトルより求めた周波数毎の位相速度を示す。解析は、車などのノイズによる非定常な波動の影響を可能な限り避けるため、観測記録のうち解析に用いる範囲を変えて周波数毎に数回の試行を行った。図-2の位相速度はその平均値と標準偏差を示している。これを見ると、0.3~2.0Hzの範囲で位相速度が精度良く求められていることがわかる。また、低周波数になるほど位相速度の速くなる、正の分散性を示していることもわかる。なお、図-2には常時微動水平アレー観測により求めた位相速度を満たすようにインバージョンにより求めた地盤構造パラメータと、その地盤構造によるRayleigh波位相速度の理論分散曲線を併記した。

常時微動観測によって得られた位相速度と堆積層を8層と仮定した物性モデル(図-2)を用いて理論的に計算したRayleigh波位相速度の理論分散曲線が

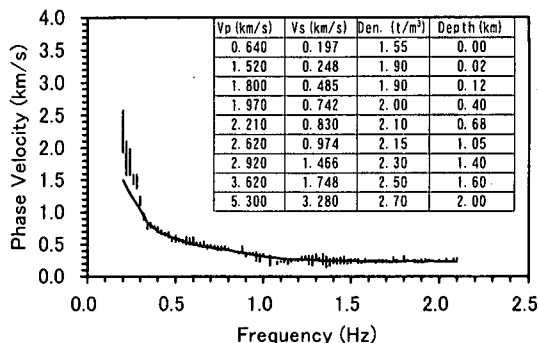


図-2 常時微動によるRayleigh波位相速度とインバージョン結果での分散曲線(南港地点)

表-1 観測仕様

観測点数	7点
アレーの大きさ	直径2.0km 三角形アレー 直径1.0km 三角形アレー 直径500m L型アレー 直径250m L型アレー
地震計	固有周期10秒動コイル型速度計(上下)
フィルター	1Hz 低周波通過(2.1kmアレー) 4Hz 低周波通過(500, 200mアレー)
サンプリング	100Hz
観測記録長	45分(直径2.0km, 1.0kmアレー) 25分(直径500m, 250mアレー)
観測時間帯	夜間

ほぼ一致することから、図-2に示す地盤構造が南港地点の平均的な地盤構造として精度よく求められていることがわかる。なお、ここでは南港地点におけるP波反射法探査結果⁹⁾に基づく深度およびP波速度、OD1における密度検層に基づく密度(900m以深は推定値)を既知とし、S波速度を最急降下法に基づくインバージョンによって求めた。

(2) 南港地点における水平アレー地震観測

a) 地震計設置位置

南港地点においては速度型地震観測装置と加速度型地震観測装置が地表面に設置されている。

速度型地震観測装置では観測点間隔約300~400mの水平アレー地震観測を実施している。発電所構内の速度型地震観測装置位置を図-3(●)に示す。地震計位置は国土地理院の設置した2点の三角点からの相対座標をGPS測量によって精度よく求められており、その座標は表-2に示すとおりである。なお、GPS測定には1級GPS測量機である「WILD GPS System 200」を用いた。また、この座標を用いて各地震計間

表-2 地震計設置位置

南港地点 (T. P. 5m)		
観測点 No	緯度	経度
No.1	北緯 34° 36' 56.2047"	東経 135° 24' 21.8075"
No.2	北緯 34° 36' 49.6579"	東経 135° 24' 35.7810"
No.3	北緯 34° 36' 47.1421"	東経 135° 24' 21.8419"

表-3 各地震計間の距離

南港地点	
No.1~No.2	409.107 m
No.2~No.3	363.419 m
No.3~No.1	279.218 m

表-4 地震計の主な仕様

(1) 速度型地震観測装置

項目	仕様	
検出器	サーボ型速度計	
測定範囲	速度	±40cm/sec (7)° の設定により ±8cm/sec
感度	速度	250mV/(cm/sec)
周波数範囲	0.025~70Hz	

(2) 加速度型地震観測装置

項目	仕様	
検出器	サーボ型加速度計	
測定範囲	水平	±2000cm/sec ²
	上下	±1000cm/sec ²
感度	3mV/(cm/sec ²)	
周波数範囲	DC~400Hz	

加速度計による記録を用いることとした。また、ここでは対象とする波群の波長に比べて南港地点のアレーサイズが小さいために、得られる速度は表面波の位相速度に相当すると考えられる。

(1) 非定常スペクトル解析

非定常スペクトルの算出方法は複数の方法が提案されており統一された定義があるわけではない。ここでは比較的よく用いられているウェーブレット変換¹⁰⁾に基づく手法を用いて、非定常スペクトルを求 Gabor ウェーブレットである。

ウェーブレット解析を用いて計算したUD成分 (No. 1) の非定常スペクトルを波形と共に図-5に示

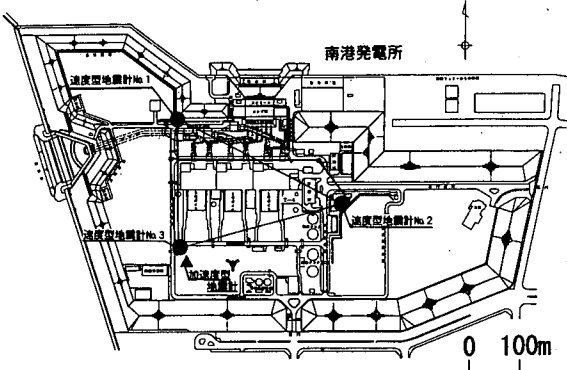


図-3 南港地点地震計設置位置

の距離を計算すると表-3に示すとおりとなる。

一方、加速度型地震観測装置は建屋、地盤の振動を測定するために設置されており、そのうち地表面に設置されているのは図-3 (▲) に示す1点のみである。

b) 南港地点における地震観測記録

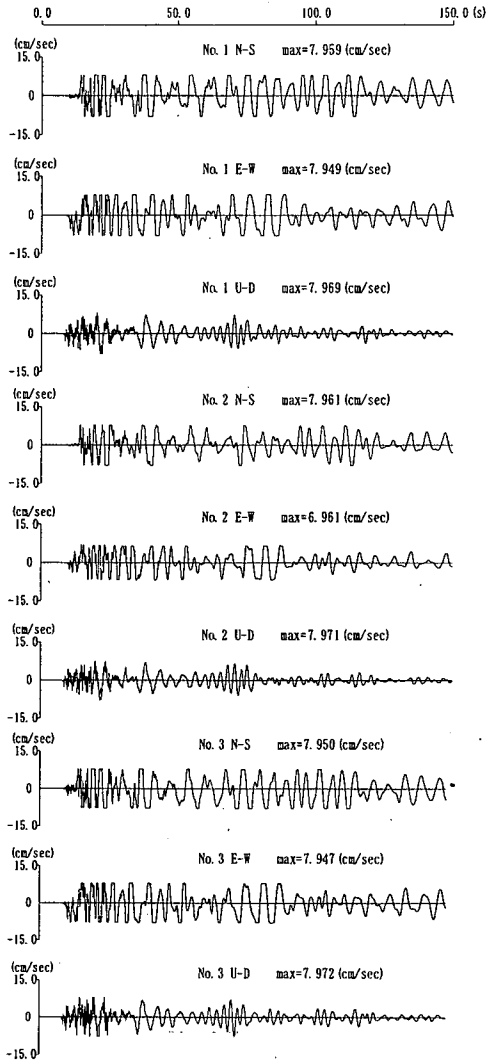
南港地点に設置されている速度型地震観測装置は周期40秒程度までの長周期領域での精度を確保するために、センサ部がサーボ型速度計 (株) 東京測振製 VSE-11, 12), 収録部が16bit デジタル収録器 (株) 勝島製作所製 Datol-100) で構成されている。一方、加速度型地震観測装置は建屋、地盤の振動を測定するためにサーボ型加速度計と16bit デジタル収録器 (明石製作所(株)製) から構成されている。地震計の主な仕様を表-4に示す。

今回解析の対象とする観測地震波は、図-4に示す兵庫県南部地震の本震である。図-4を見ると、速度型地震観測装置の記録はフルスケール±8cm/secに設定されていたため、記録が飽和していることがわかる (上下動は主要動の一部のみ)。一方、加速度型地震観測装置の記録は良好な記録が得られている。

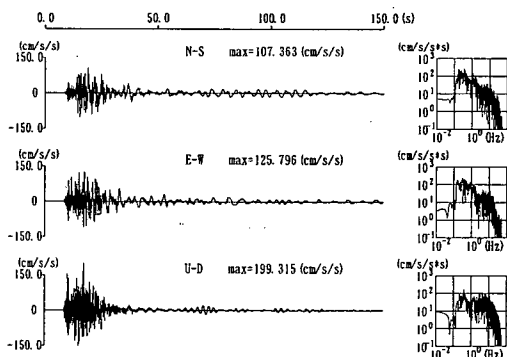
3. 南港地点観測記録における後続波の性状の検討

南港地点で観測された地震波形から後続波を分離し、その特徴を明らかにするために (1) 非定常スペクトル解析, (2) 波動の粒子軌跡, (3) 表面波の到来方向および位相速度の推定を行った。

なお、前述のように水平アレー観測の行われている速度計の水平動の記録は飽和しているために、ここでは上下動を対象として検討を実施した。ただし、粒子軌跡は3成分の記録を必要とするため、



(1) 速度型地震観測装置による原波形



(2) 加速度型地震観測装置による原波形

図-4 兵庫県南部地震本震南港地点観測記録

す。一般に堆積層上の非正常スペクトルは、主要動から後続波へと移行するに従い卓越する周波数が低周波数側へ変化する傾向を示すと考えられる。南港

地点で観測された本震は明らかにこの傾向が見られる。

さらに、時刻 15~25 秒, 35~50 秒, 60~75 秒付近に顕著なピークが見られる。最初のピーク(▲)は 0.20~0.50Hz を中心としているが、0.10~10.00Hz までの広帯域の成分を有していることや併記した波形から、S波主要動部(実体波)と考えられる。第2(●), 第3(■)のピークがそれぞれ周波数 0.15~0.30Hz および 0.30~0.60Hz のやや長周期の表面波と推測される。

(2) 波動の粒子軌跡

次に、観測記録にみられる表面波と推測された後続波の性状を検討するために、波動の粒子軌跡の検討を行った。粒子軌跡は3成分の空間変位を x - y , x - z , y - z 平面上にそれぞれ投影して描くことで表現した。粒子軌跡を時間軸上で追跡していくことにより、波動の卓越する振動性状の時間変化を見ることができる。

兵庫県南部地震本震の観測波形のうち加速度波形に対して粒子軌跡を描画したのが図-6(a), (b)である。ここでは、原波形記録(加速度)を時間軸上で2回積分し、変位記録に変換した後、(a)は 0.15~0.30Hz のバンドパスフィルタをかけ、時刻 25~55 秒の区間を描画したもの、(b) 0.30~0.60Hz のバンドパスフィルタをかけ、時刻 55~85 秒の区間を描画したものである。これは前述の非正常スペクトルで卓越した2箇所の領域に関して検討を行うためである。また、この周波数は大阪平野で卓越するであろうと予測される表面波が有する周波数帯域と一致すると考えられる。

図-6(a), (b)それぞれの下半分に示した図が上半分の波形に対応する粒子軌跡で、上段がNS(縦軸)-EW(横軸)、中段がUD-NS、下段がUD-EW面に投影した粒子軌跡を表している。非正常スペクトルの第2のピークに相当する 35~50 秒付近に着目すると、45~50 秒区間の後半ではUD-EW面内の振動が大きくなるが、35~45 秒の間ではUD-NS面内で楕円形状を描くような振動が卓越していることがわかる。第3のピークに相当する 60~75 秒付近に着目すると、60~65 秒区間後半から 65~70 秒区間前半にかけてUD-EW面内の振動が大きくなるが、主として当該区間内ではUD-NS面内の楕円形状の振動が卓越していることがわかる。前者は水平/上下振幅比が2程度で反時計回り、後者は振幅比が1前後で時計回りの回転しており、北方向から到来すると仮定するとそれぞれ順転、逆転となり、南港地点における Rayleigh 波の

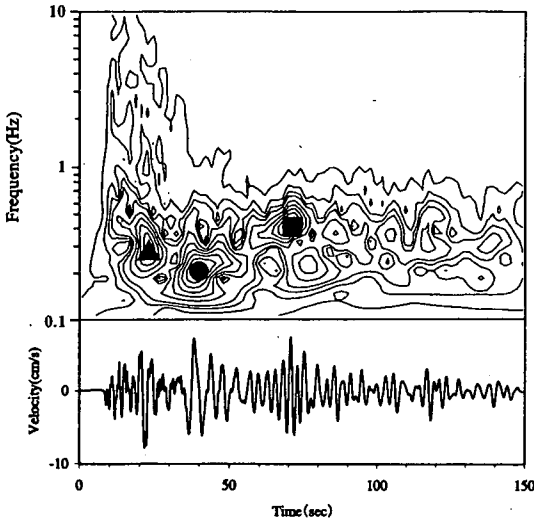


図-5 兵庫県南部地震本震の非定常スペクトル
(速度型地震観測装置, No. 1)

理論軌跡とよく一致する。

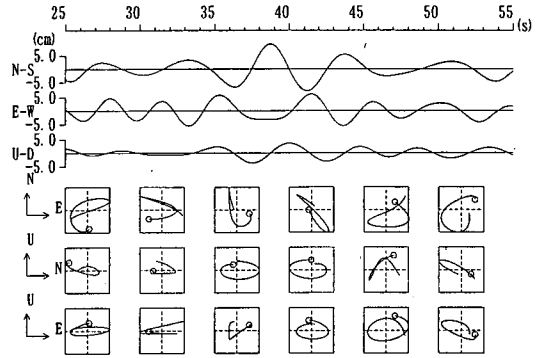
(3) 表面波の到来方向および位相速度の推定

さらに後続波の性状を検査するために、粒子軌跡、非定常スペクトル解析の検討より表面波と考えられる後続波が卓越した兵庫県南部地震本震について、センブランス¹¹⁾を用いて表面波の到来方向および位相速度の推定を行った。

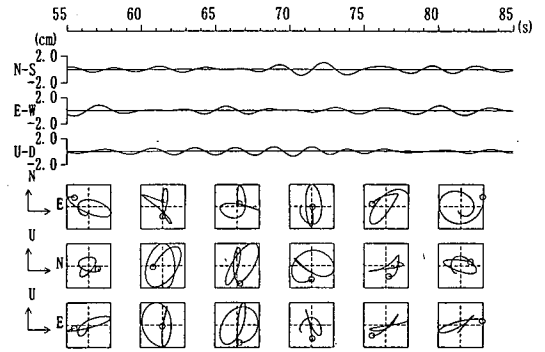
センブランスは複数の波形のコヒーレンシを示すものである。着目する周波数帯のバンドパスフィルタを通した複数の波形に対して、到来方向と位相速度を仮定し、その分だけ時刻歴をシフトしてセンブランスを計算し、センブランスの最大値を与えるシフト量により表面波の到来方向と位相速度を求めた。

(1)、(2)の検討において表面波と考えられる後続波が卓越しているUD成分の25~85秒の区間について計算区間を2秒としてセンブランス解析を実施した。その結果の位相速度、到来方向をそれぞれ図-7に示す。図-7(a)に示すとおり、0.15~0.30Hzの周波数帯の波動は35~50秒の区間においては到来方向が安定しており、その安定した区間の位相速度の平均は1.8km/secとなる。一方、0.30~0.60Hzは同様に60~75秒の区間で位相速度の平均値が0.7km/secとなる。これらの位相速度は図-2および図-11に示した南港地点におけるRayleigh波の理論分散曲線によく一致している。図-7(b)から波動の到来方向は35~50秒および60~75秒の区間でいずれもほぼ北~北西から波動が到来していることがわかる。

(2)で示した波動の粒子軌跡は35~50秒および60



(a) 0.15~0.30Hz



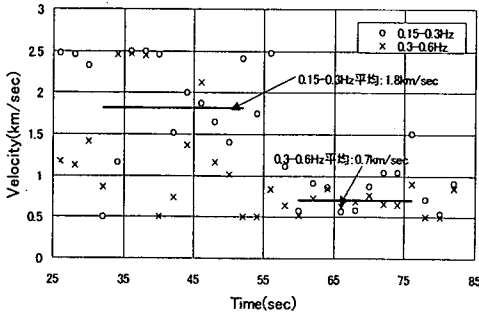
(b) 0.30~0.60Hz

図-6 兵庫県南部地震本震の粒子軌跡
(加速度型地震観測装置)

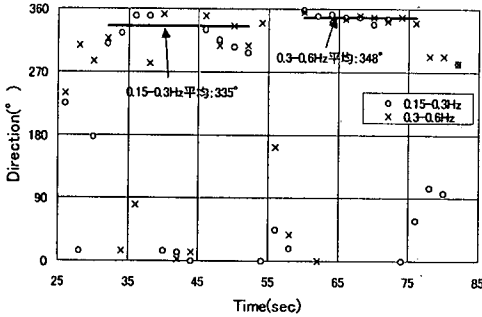
~75秒の区間でNS-UD面内の楕円形状を描いた振動を示しており、かつここで示したセンブランス解析結果から到来方向が北~北西であることを考慮するとこれらの波群はRayleigh波としての特徴を有していることがわかる。

4. 大阪平野西部の広域の表面波伝播特性

大阪平野上では兵庫県南部地震の観測記録が関西電力(株)(以下、関西電力)および関西地震観測研究協議会(以下、関震協)をはじめとする機関により多く得られている。片岡ら(1997)はこれらの記録のうち、大阪市福島区近傍で観測された記録を用いて表面波の検討を行っている。その中で関震協・福島地点の記録の30~50秒の後続波(0.2~0.4Hz)については北から時計回りに330度から到来する位相速度1km/sec前後のRayleigh波であると結論づけている。また、Kataoka & Ohmachi(1998)¹²⁾では、関震協・尼崎、堺地点の記録との比較を行い、大阪平野における表面波の伝播の様子を示している。



(a) 位相速度



(b) 到来方向 (北から時計回りの方向)

図-7 南港トリバタイト観測記録を用いた表面波の到来方向および位相速度の推定結果

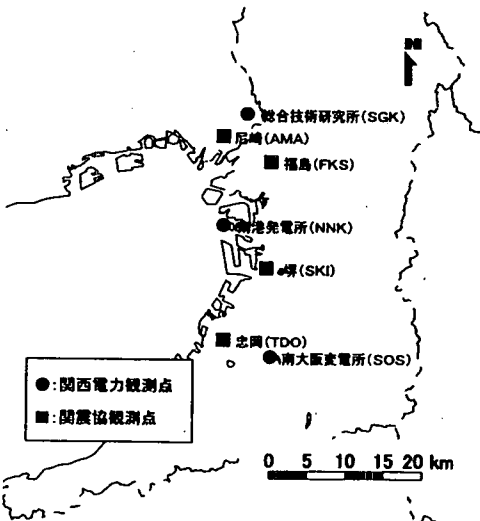
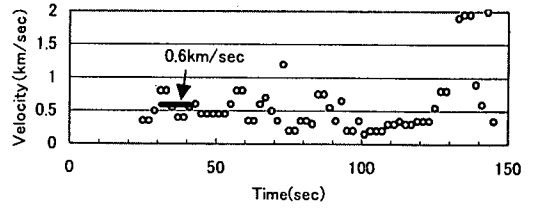
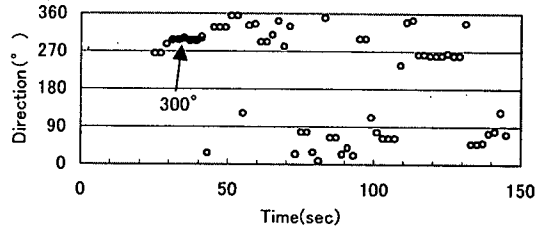


図-8 大阪平野西部に存在する関西電力と関西電協の地震観測点位置

一方、著者らは南港地点における兵庫県南部地震の観測記録のうち 35~50 秒および 60~75 秒の後続波をほぼ北~北西から到来する位相速度がそれぞれ 1.8km/sec, 0.7km/sec の Rayleigh 波を抽出した。また、前報では大阪府泉北地域に位置する南大阪地点



(a) 群速度

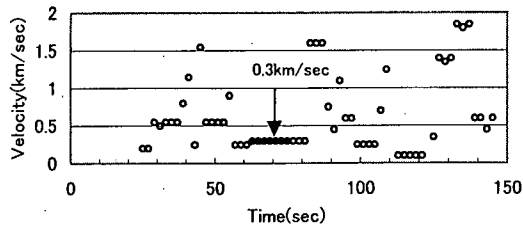


(b) 到来方向 (北から時計回りの方向)

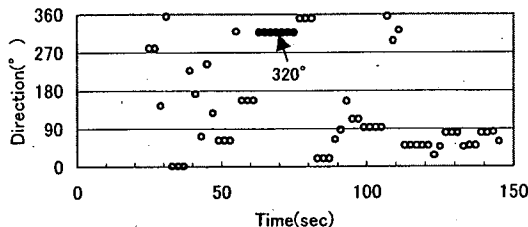
図-9 大阪平野西部におけるセンブランス解析結果 (0.15~0.30Hz)

(SOS) においては北方向から到来する明瞭な Rayleigh 波は検出することができなかった。

ここでは、著者らが南港地点において抽出した Rayleigh 波と片岡ら (1997) による福島地点での Rayleigh 波の対応づけとその波動がさらに南へどのように伝播して行くかについて、観測記録 (UD 成分) から検討することを試みた。図-8 に大阪平野西部に存在する関西電力と関西電協の地震観測点位置を示す。これらのうち片岡ら (1997) で用いられた福島 (FKS) 地点、本研究で対象とした南港 (NNK) 地点、および両者より北の尼崎 (AMA) 地点、両者より南の堺 (SKI) 地点の観測記録を用いてセンブランス解析を実施した。なお、対象とした周波数帯域は前章と同様に 0.15~0.30Hz および 0.30~0.60Hz、計算区間は 5 秒である。それぞれの周波数帯域に対する結果を図-9, 10 に示す。図-9 より 0.15~0.30Hz の波動は到来方向が安定している 30~40 秒の区間で平均すると群速度 0.6km/sec、到来方向は北から時計回りに約 300° であることがわかる。また、図-10 より 0.30~0.60Hz の波動は 60~75 秒の区間で同様に平均すると群速度 0.3km/sec、到来方向は北から時計回りに約 320° であることがわかる。なお、ここでは、①十分に成長した特定の波群に着目して、その波群が構成される帯域のバンドパス・フィルタをかけ (後述する図-11, 12 参照)、②さらに、その波群に対応する計算区間を設定し、かつ、波群の波長よりも大きい大阪平野西部広域アレーに対してセンブランス解析



(a) 群速度



(b) 到来方向 (北から時計回りの方向)

図-10 大阪平野西部におけるセンブランス解析結果 (0.30~0.60Hz)

をおこなっているため、波群の伝播速度 (群速度) が検出されていると考えられる。

また、これらの波動の群速度は図-13に示した南港でのRayleigh波の群速度の理論分散曲線とよく一致していることがわかる。すなわち、Rayleigh波の群速度の理論分散曲線には0.30Hz付近に急変部があり、それを境にして長周期側では0.6~0.8km/sec、短周期側では0.3km/secのフラットな部分が存在している。これらの周期帯はそれぞれAiry相に相当すると考えられるため、それぞれ大振幅の波群を形成したものと考えられる。このように南港地点をはじめとして大阪平野西部の観測点で観測された表面波の2つの波群の卓越は、その地盤構造から計算されたRayleigh波群速度の理論分散曲線からも説明することができると考えられる。

図-8に示した観測点のうち大阪平野西部に位置する関西電力のSGK (総研地点), NNK, SOS, 関震協のAMA, FKS, SKI, TDO (忠岡地点) の0.15~0.30Hzおよび0.30~0.60Hzのバンドパスフィルタを施した波形を、縦軸に上述の到来方向に投影した観測点間の相対距離をとってそれぞれ示したものが図-11, 12である。図-11を見ると、南港地点で抽出した35~50秒の区間のRayleigh波が片岡ら(1997)に示されたRayleigh波に対応することがわかる。

その波群はSGK, AMAでは25~40秒に存在し、SKI, TDOでは55~70秒に出現している。しかし、TDOではあまり明瞭な波群ではなくなり、SOSでは全く認識できないほどに減衰していることがわかる。一方、

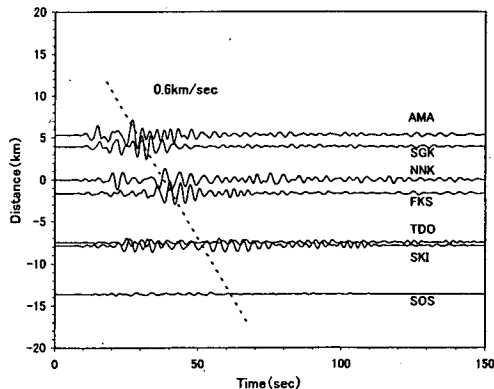


図-11 大阪平野西部での観測波形 (0.15~0.30Hz)

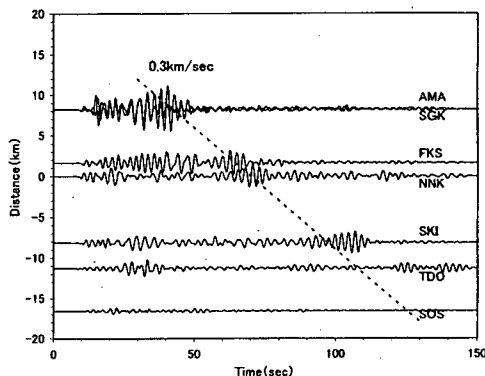


図-12 大阪平野西部での観測波形 (0.30~0.60Hz)

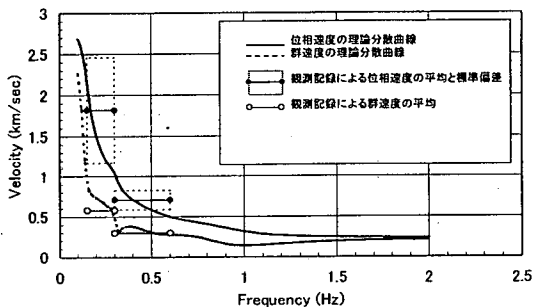


図-13 南港地点におけるRayleigh波の理論分散曲線

図-12から60~75秒の波群はFKSでは55~70秒に存在し、SGK, AMAでは30~45秒、SKIでは100~115秒、TDOでは120~135秒に相当すると考えられる。しかし、0.15~0.30Hzの波群と同様にSOSではその波群は確認することができなくなっていることがわかる。これはSKIよりも南部の大阪平野は基盤が徐々に浅くなるなど北部とは構造的に異なっているため、Rayleigh波の波群がTDO, SOSで明瞭に識別できなかったものと推察できる。

一方、これらの波群の発生源は到来方向が北~北西

であること、0.30~0.60Hzの波群と0.15~0.30Hzの波群の分散状況から、兵庫県南部地震の震源断層の北東端付近であろうと推定できる。

5. 結論

大阪平野西部に位置する南港地点における兵庫県南部地震時の後続波の伝播性状について、水平アレーによる実測記録に基づいて検討を行った結果をまとめると以下のとおりである。

- ①南港地点で観測された兵庫県南部地震の本震記録のUD成分において、時刻35~50秒付近と60~75秒付近にそれぞれ周波数0.15~0.30Hzおよび0.30~0.60Hzが卓越する後続波群が存在する。
- ②35~50秒付近の後続波群はその粒子軌跡、到来方向、位相速度から、北~北西から到来するRayleigh波の成分を多く含むことが明らかになった。
- ③60~75秒付近の後続波群はその粒子軌跡、到来方向、位相速度から、北~北西から到来するRayleigh波の成分を多く含むことが明らかになった。

また、大阪平野西部の広域の表面波伝播特性について検討を行った結果は以下の通りである。

- ④時刻35~50秒付近と60~75秒付近は到来方向がそれぞれ約300°, 320°で群速度がそれぞれ0.6km/sec, 0.3km/secであることがわかった。
- ⑤2つの波群はいずれも北部では片岡ら(1997)に示されたAMA, FKSでの波動と一致し, SKI, TDOを経て, SOSでは確認することが困難であることを示した。
- ⑥Rayleigh波の群速度の理論分散曲線から上述の2つの波群は大阪平野西部の地盤構造の影響によって選択的に励起されたものと推察される。

これにより、大阪平野において一般に卓越するといわれている周期数秒程度のやや長周期表面波について、南港地点の位置する大阪平野西部地域における兵庫県南部地震時の表面波の伝播性状の一典型を明らかにすることができた。

最後に、今後著者らは前報および本稿で得られた結果に加えて、今回検討しなかったLove波の検討や東大阪地域における検討を統合して大阪平野全域における兵庫県南部地震時の表面波伝播特性を解明してゆく予定である。また、一連の成果が新たな研究の発展に活かされることを期待するのである。

謝辞：本論文の執筆に際し、京都大学 土岐憲三教授にご指導賜りました。また、(財)地域地盤環境研究所の香川敬生氏ならびに宮腰研氏より多くの貴重なご意見を頂きました。ここに記して謝意を表させていただきます。

参考文献

- 1) 副田悦生, 玉井秀喜, 仲津直之, 竹澤請一郎, 山田雅行: 南大阪地点における水平アレー地震記録の解析, 土木学会論文集, No.647/I-51, pp.395-404, 2000.
- 2) 片岡俊一, 片岡正次郎, 大町達夫: 観測記録と数値シミュレーションから推定される1995年兵庫県南部地震によるやや長周期地震動の伝播特性, 自然災害科学, Vol.16, No.2, pp.125-142, 1997.
- 3) 市原実: 大阪層群, 創元社, 1993.
- 4) 松島健, 岡田広, 小柳敏郎, 森谷武男, 笹谷努, 山本明彦: 長周期微動を用いた地下構造の推定(5) - 十勝平野東部における探査例 -, 物理探査学会第80回学術講演会論文集, pp.121-124, 1989.
- 5) 青木義彦, 尾崎昌弘, 辻本厚詞, 堀家正則, 竹内吉弘: 大阪平野のS波速度構造推定, 地震学会講演予稿集, Vol.1, p.164, 1990.
- 6) 今井智士, 辻井健一郎, 辻本厚詞, 堀家正則, 竹内吉弘: 大阪平野のS波速度構造推定 その2, 地震学会講演予稿集, Vol.2, p.148, 1991.
- 7) Horike, M.: Inversion of Phase Velocity of Long-Period Microtremors to the S-Wave-Velocity Structure Down to the Basement in Urbanized Areas, *J.Phys.Earth*, Vol.33, pp.59-96, 1985.
- 8) Matsushima, T. and Okada, H.: Determination of Deep Geological Structures Under Urban Areas Using Long-Period Microtremors, *Butsuri-Tansa*, Vol.43, No.1, pp.21-33, 1990.
- 9) 松本正毅, 原口和靖, 浦山克, 渡辺俊樹: 大阪平野の深部構造を考慮した地盤モデルの検討, 関西の地質構造と土質特性に関する最近の知見シンポジウム, pp.143-148, 1996.
- 10) Daubechies, I.: Ten Lectures on Wavelets, SIAM, Philadelphia, 1992.
- 11) Neidell, N.S. and Turhantner, M.: Semblance and Other Coherency Measures for Multichannel Data, *Geophysics*, Vol.36, No.3, pp.482-497, 1971.
- 12) Kataoka, S. and Ohmachi, T.: Long period ground motion in west part of Osaka during the 1995 Hyogo-ken Nanbu earthquake, *Proceedings of the second international symposium on the effect of surface geology*, pp.393-398, 1998.

(2000. 3. 21 受付)

ANALYSIS OF SEISMOGRAMS IN A HORIZONTAL ARRAY AT NANKO SITE

Yoshio SOEDA, Hideki TAMAI, Masahiro TANAKA,
Koichiro TAKEZAWA and Masayuki YAMADA

Propagation of dominant later phases detected in the Osaka sedimentary basin is examined in this paper. We have maintained tripartite array observation station in the Nanko site (NNK) around the Bay of Osaka city. At the station, very important strong motion records were obtained from the 1995 Hyogo-Ken-Nanbu Earthquake. There were dominant later phases in 35-50 and 60-75 seconds portions of UD trace. We conducted various examinations for the later phases to detect spectral characteristics, propagating direction, and phase velocities. As a result, we could clarify that the later phases mainly consisted of Rayleigh wave. And these two phases could be identified to relate to the theoretical dispersion curve of group velocity from ground model at NNK.