

# 第I部門 ビームフォーミング手法による明石海峡大橋周辺の地震動伝播解析

京都大学工学部 正会員 家村 浩和  
 京都大学工学部 正会員 五十嵐 晃  
 京都大学工学部 正会員 中西 伸二  
 大成建設 正会員○石川 滝治

## 【1.はじめに】

本研究では、明石海峡大橋近傍4地点（明石、神戸市垂水区、淡路島海岸部、淡路島山頂部）に設置されたアレー観測システムにより得られたデータをもとに入射地震波の時系列上での伝播速度、及び入射角をビームフォーミング手法により解析した。また、解析結果をもとに明石海峡大橋の本州、淡路両架設地点での地震動波形を合成し、両岸における長周期地震動の位相及び振幅特性の相違について検討した。

## 【2.ビームフォーミング手法】

ビームフォーミング手法とは、アレー観測システムの任意原点に対して各アレー観測点での地震波を伝播遅れとアレー観測点の重みを考慮してスタッキングし、原点に対する地震波を合成する手法のことである。本研究では、明石海峡大橋中心点を原点とし、合成地震波の最大パワーを与える入射角、伝播速度をもって実際入射角、伝播速度とした。

なお、本研究における座標系をFig.1に示す。

## 【3.観測記録】

今回は長周期の卓越した2地震についての解析結果を示した。Table.1にその観測記録、Fig.2, Fig.3に各地震のA点における速度時刻歴波形を示した。

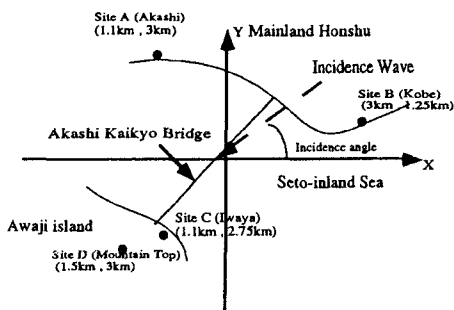


Fig.1 Coordinate system of this analysis

| No | Date<br>Hypocenter                      | Observed<br>site | Epicenter<br>Lat. (° N)<br>Lon. (° E) | Depth<br>(km) | Magnitude | Distance<br>from A<br>(km) |
|----|-----------------------------------------|------------------|---------------------------------------|---------------|-----------|----------------------------|
| 1  | 1994/7/22<br>Vladivostok<br>(1994/1/94) | A, B, C, D       | 42.3 133.6                            | 552           | 7.6       | 858                        |
| 2  | Hokkaido<br>Toho Oki                    | A, C, D          | 43.4 147.7                            | 30            | 8.1       | 1458                       |

Table.1 Observed earthquake by array observation system

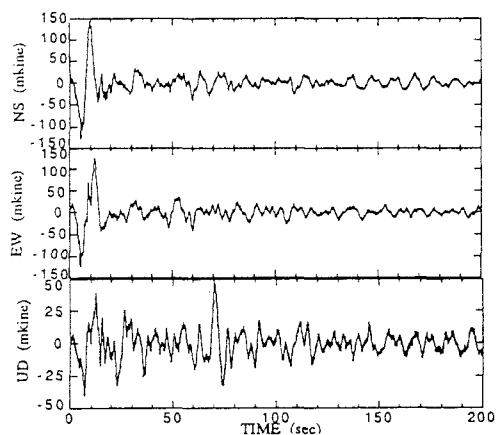


Fig.2 Velocity time histories of Vladivostok earthquake at site A

## 【4.ビームフォーミング結果】

ウラジオストック地震記録200秒を同程度周波数帯域である0秒～50秒、50秒～100秒、100秒～150秒、150秒～200秒の4時間区間に分割した。各時間区間の卓越周期、及び、ビームフォーミング結果をFig.4に示す。なお、ビームフォーミング解析はradial, transeverse, vertical 3成分に関して行った。そのビームフォーミングパワー波形はradial, transeverse両成分が非常に類似した結果となり、vertical成分はそれに比べパワーの起伏の激しいものとなった。伝播速度に関しては各成分とも最大パワーを与える唯一の値を Hirokazu IEMURA, Akira IGARASHI, Shinji NAKANISHI, Ryuji ISHIKAWA

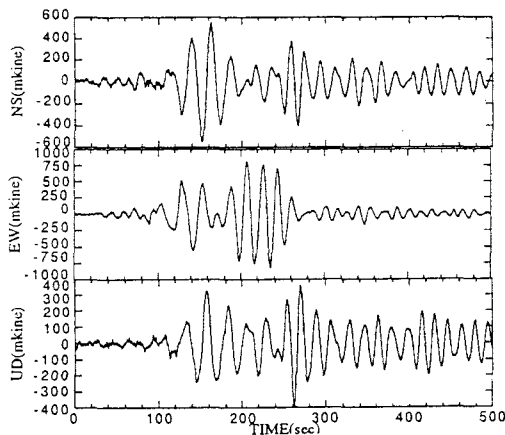


Fig.3 Velocity time histories of Hokkaido Toho Oki earthquake at site A

与えたが、入射角に関してはradial,transverse成分で、最大パワーを与える第1ピーク点と第2ピーク点をもつ滑らかな曲線となった。また第1ピーク値と第2ピーク値のパワーレベル差は大きく第1ピーク値を与える入射角を区間入射角とした。北海道東方沖地震記録500秒は0秒～100秒、100秒～200秒、200秒～300秒、300秒～500秒に分割した。そのビームフォーミング結果をFig.5に示す。本解析の結果は、radial,transverse,vertical3成分とも入射角、伝播速度はおおむね同様であることを示している。解析に用いた2地震は遠距離震源の規模の大きな地震であるため表面波が伝播されていると考えられるが、分散性から伝播速度の推移は区間卓越周期の変化によるものと推定される。

次に以上2地震についての解析結果をもとに明石海峡大橋の本州、淡路両架設地点における合成地震動波形をFig.6, Fig.7に示した。ウラジオストック地震の場合、淡路側が本州側に比べ、振幅レベルが1.2～1.3倍となる結果となった。各観測点の時刻歴波形によると淡路島側が本州側に比べ振幅レベルが高くなっておりそれが影響していると考えられる。位相差は0.7秒、0.8秒、1.0秒、1.2秒と推移した。北海道東方沖地震に関してはやはり淡路側が2倍前後の振幅となり、位相差は0.6秒、0.4秒、0.7秒、0.9秒と推移した。なお、明石海峡大橋は入射角55°方向に建設されており、北海道東方沖地震の場合特に明石大橋共軸方向に近い入射方向をもつことから、その両端部においてはここに示されるような位相差をもって大橋両端部が振動していると推定される。

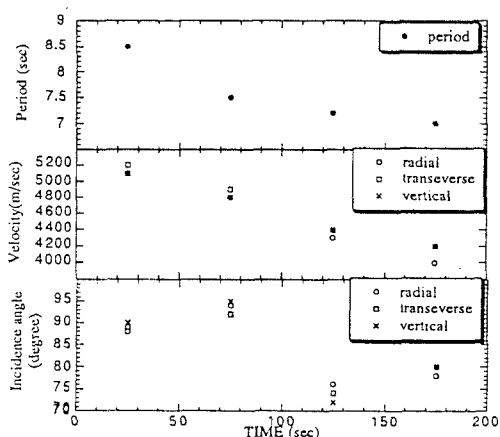


Fig.4 Beamformed output data of Vladivostok earthquake

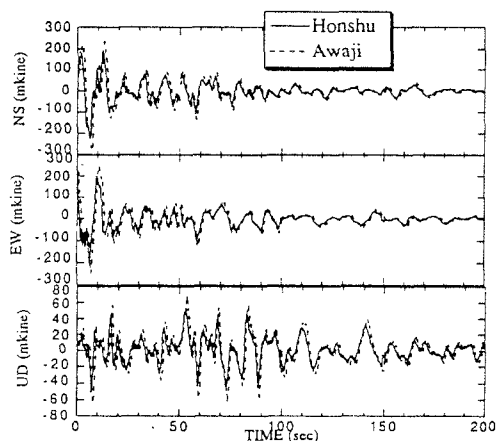


Fig.6 Velocity time histories of synthesized wave (Vladivostok earthquake)

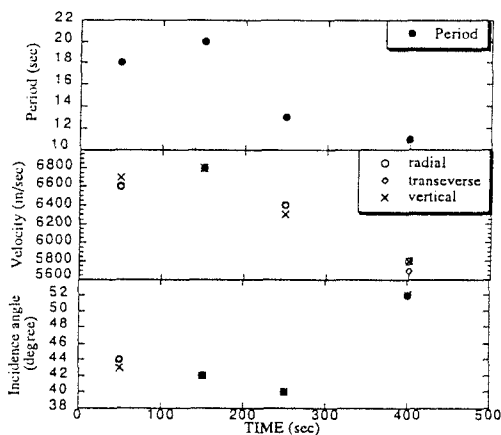


Fig.5 Beamformed output data of Hokkaido Toho Oki earthquake

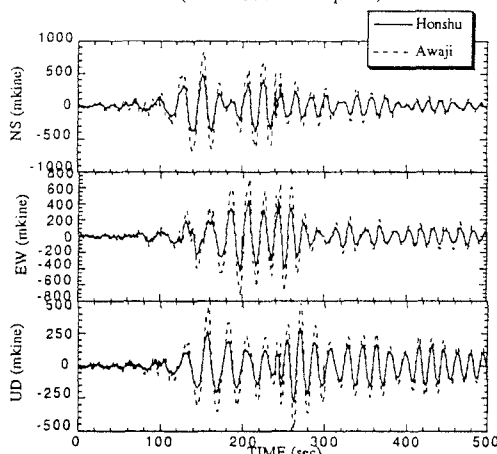


Fig.7 Velocity time histories of synthesized wave (Hokkaido Toho Oki earthquake)

【謝辞】 本地震観測に際しては本四公団第一建設局垂水工事事務所の関係各位及び夢の架け橋記念事業協会の安達寿伸氏の御協力を頂いた。ここに感謝の意を表します。