

中部大学工学部 正会員 山田善一 京都大学工学部 正会員 家村浩和
立命館大学理工学部 正会員 伊津野和行 京都大学大学院 学生員 石川滝治
京都大学工学部 正会員 中西伸二

1. はじめに 本研究は、明石海峡大橋架設地点における長周期地震動観測のための3地点(A.明石市、B.神戸市、C.淡路島)と、淡路島におけるモニュメント建設地点(D点)の計4地点の観測データをもとに各建設地点における地盤構造を含んだ振動特性を明かにするとともに明石海峡大橋兩岸における地震動の位相差を調べたものである。またモニュメント建設地点への地震波増幅についても考察を試みた。なお、ここでは本研究で扱った15の地震記録の中から長周期成分のみが卓越している三陸はるか沖地震を取り上げてみる。

2. 時刻歴

本システムで得られた地震記録の中から三陸はるか沖地震の記録をTable. 1に示す。なお、表中のNo. 38はシステムで今まで得られた地震記録の通し番号である。Fig-1、Fig-2は

No	Date Time Hypocenter	Max. Velocity (m/kine) NS EW CD	Epicenter Latitude Longitude (° N) (° E)	Depth (km)	Magnitude	Distance (from A) (km)	Seismic Intensity				
38	1992/07/14 17:41 Sanriku Kuriharaoki	A. (Akashi)	39.4 143.7	0	7.0	938	Sendai III Aomori III Rachinobe III				
		S2									
		D. (Monument)									
		S3	E3	CD							

Table. 1 地震観測記録 (No. 38:三陸はるか沖地震)

No. 38の時刻歴であり、それぞれ上からNS、EW、UD方向成分を示している。これを見ると各観測点の記録がほぼ同じ形状をしていることが分かり、架橋地付近全体が長い周期(約20秒)で大きく揺れていると考えられる。さらにA地点(本州)に比べD地点(淡路島)の方波形の振幅レベルが高くなっている。特にNS方向は、淡路島側が本州側の2倍のレベルとなっており、淡路島のやや揺れやすい地盤構造となっていることが考えられる。

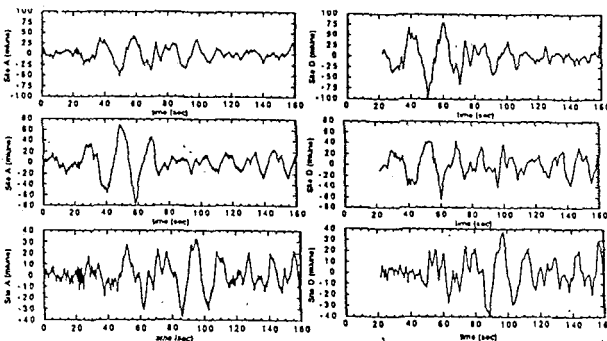


Fig-1 時刻歴 (No. 38:明石市) (左)

Fig-2 時刻歴 (No. 38:淡路島) (右)

3. スペクトル解析

No. 38の周波数特性をFig-3、Fig-4のフーリエスペクトル図から見てみると周期10~30秒の間に大きな山が現れ20秒前後で最大となっている。マグニチュード7以上の地震になるとその卓越周期が明石海峡大橋の一次のたわみ振動周期(16秒)に非常に近似してくるため、その共振が懸念される。

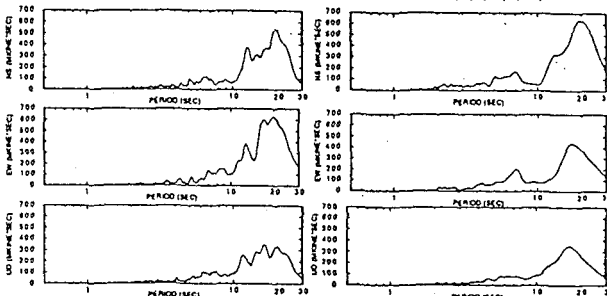


Fig-3 フーリエスペクトル (No. 38:明石市) (左)

Fig-4 フーリエスペクトル (No. 38:淡路島) (右)

Fig-5にA点(明石市)、Fig-6にD点(淡路)におけるNS方向の応答スペクトルをそれぞれ上から加速度、速度、変位の順に0%、2%、5%、10%の4パターンで示す。加速度は双曲線型でA点では周期0.05秒、D点で2.5秒で最大値に達しているのが特徴である。地震動が構造物に与える最大のエネルギーを表している速度応答に関しては本州側で周期13秒付近及び20秒に大きな山をもち、淡路島側ではそれに加えて周期7秒近でも山をもつ特徴を示し若干右上がりの直線型となっている。変位応答スペクトルは原点を通る右上がりの線形を成し

その減衰0%に関してはフーリエスペクトルの形と非常に近似している。また、減衰が2%で0%の半分10%では更にその半分の変位となっていることが分かる。減衰0%応答スペクトルとフーリエクトルの関係から地盤に複雑な地震波が下方から伝わってきた場合、地盤を通る間に地盤の卓越周期に等し周期を持った成分がしだいに成長し卓越してくることが考えられる。

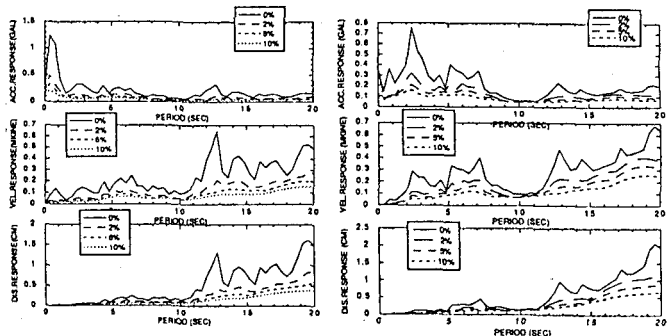


Fig-5 応答スペクトル (No. 38: 明石市) (左)

Fig-6 応答スペクトル (No. 38: 淡路島) (右)

4. 相互相関関数

Fig-7にNo. 38の相互相関関数を上から震源方向、震源直角方向、鉛直方向の順に示す。きれいな正弦波的形を示しており、A地点とD地点の相互相関が最も大きくなる時間差は1.8~2.0秒で2秒A地点の記録を遅らせると両者の一致度が高いことが分かる。震源から各地点への距離差が6.5 kmであることから位相

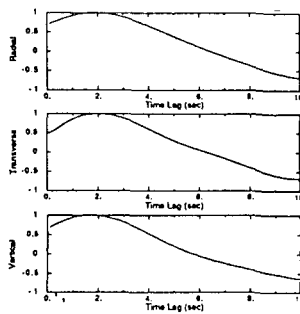


Fig-7 相互相関関数 (No. 38)

2秒で除してこの地震波は3.25秒の表面波であると推察される。

5. モニュメント建設地点の地震増幅に対する安全性

Fig-8は各観測地点での速度の最大値をC地点を1.0として基準化して示したもので淡路島海岸部(C地点)から山頂部のモニュメント建設地点(D地点)へ地震波が実際に増幅していくのかどうかということを調べたいというものである。C地点とD地点との最大速度比を比べD地点の方が大きくなったのはNo. 36(兵庫県中部地震)のみであった。この結果だけからでは地震波増幅は見られないようであるが、これらはいずれも短周期成分が卓越する地震でありローカルな地盤状況や観測機器の設置状況に影響されやすいことに注意を要する。つまり、A, B, Cの3地点は長周期成分の観測を主目的として設置されたため、しっかりとした基礎に固定されているわけではなく短周期成分では建物の振動の影響を受け易いと考えられるからである。また、C地点の最大値は衝撃的なピーク値であることが多く、大きく揺れている継続時間は山頂のD地点の方が長い。これは、丘陵部に地震エネルギーがたまるという傾向からくるものである。

6. まとめ

本研究によると、明石海峡大橋架設地点においては本州側よりも淡路島側の方が揺れ易いことが分かった。地盤が軟弱なほど卓越周期は長く、また同じ軟弱層であっても地表面を構成している層の厚さが厚いほど卓越周期が長くなると考えられることから、淡路島側の方が本州側に比べて軟弱地盤であるかあるいは表層沖積層が若干厚い地盤構造をなしているのではないかと考えられる。

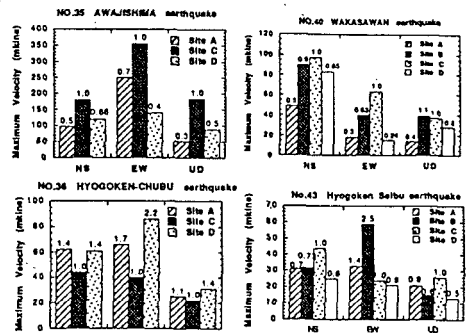


Fig-8. 最大速度比 (C/D)