

日米の震央近傍で観測された強震動の比較

Comparison of Very Near-source Ground Motion in Japan and U.S.

童 華南*・山崎文雄*

Huanan TONG and Fumio YAMAZAKI

1. はじめに

1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)の地震動については、前編の「阪神・淡路大地震で観測された地震動の特徴」において、気象庁により観測された7地点での強震記録を用いて、直下型地震による地震動の特徴について考察した。本稿では、これまで震央近傍で得られた3つの極めて強い地震動を加えて、今回の地震動の特徴を吟味する。

2. 4つの地震動の概要

表1には比較に用いる4つの地震動について、地震の諸元と観測地点での加速度、速度および変位の最大値を示す。釧路沖地震の釧路気象台の記録は、87型強震計の設定地点が特別に揺れやすいと考えられるため、同じ構内の建築研究所の記録を使用した。これらの地震動は、いずれも各地震の観測記録のなかで代表的な自由地盤のものと思われるものである。記録の水平成分は必ずしも東西(EW)、南北(NS)とはなっていない。表の各最大値を比較すれば分かるように、Sylmarでの記録は、神戸気象台の記録と

非常によく似ている。ここで用いた地震動は、地盤増幅の影響がそれほど大きくないと思われるものばかりである。被害状況も近傍にどのような構造物があるかによるので、直接比較はできないが、神戸とSylmarの地震動は、釧路や乙部町より破壊力が大きかったといえる。表1の指標を見れば、神戸気象台の記録は、上下方向の最大速度(40.1 cm/s)だけがこのなかの最大値となっている。

3. 地震動波形の比較

図1は4つの記録からそれぞれパワーの強い成分を1つ選んで描いたものである。図2は4つの記録の変位軌跡で、○を付けた点が3次元の合成最大値に対応しており、点線でつないでいる鉛直断面の点と水平面の点と同じ時刻のものである。非常に微妙な乙部町の変位軌跡を見れば、その異常に大きな最大加速度が生じる原因が分かる。震源の動きは、こんなに細かなものでないと思われ、観測点近くのなにかの影響によるものと考えられる。その結果、図1に示した加速度波形に細くて長い髭が出てきた。その髭をカットすれば、最大加速度が半分以下になるだろう。釧路の方がかなり強く見えるが、その数多くの針のような波形

表1 比較用の強い地震動の諸元とその最大値一覧

Data	Earthquake	Site	M	Dep* (km)	Hp** (km)	Acceleration (cm/s/s)			Velocity (cm/s)			Displacement (cm)		
						EW	NS	UD	EW	NS	UD	EW	NS	UD
1/17/95	Great Hanshin	Kobe	7.2	20	21	617.2	817.9	332.3	75.2	90.6	40.1	18.1	19.7	12.1
1/17/94	Northridge	Sylmar	6.8	18	23	592.2	827.1	525.1	75.7	125.8	18.4	14.3	30.3	7.5
1/15/93	Kushiro-Oki	Kushiro	7.8	107	108	712.5	600.2	369.0	33.7	41.4	14.4	4.5	9.2	1.3
8/8/93	After shock of Hokkaido-Nansei-Oki	Otobe	6.5	26	32	1520.1	379.8	523.1	53.5	15.6	18.4	5.5	9.5	3.4

*Dep: Depth

**Hp: Hypocentral Distance

*東京大学生産技術研究所 第5部

よりも、神戸と Sylmar の方の斧のような波形の方が強力であることが理解できる。各記録の同じ成分の速度波形の図3ではその差が明白に映され、揺れの大きさにしても、周期の幅にしても釧路や乙部より神戸の方が遙かに大きなものとなっている。

4. ランニング応答スペクトル

阪神・淡路大震災では家屋被害、埋設管などの被害が目立っている。それらの被害は最大速度、SI値など速度系の指標に最も相関が高いことが報告されている¹⁾。ここで、速度応答スペクトルによる周期との関連を利用し、各周期ごとの最大応答だけでなく、どの時点にその最大値が生じたかも考察する。図4は減衰定数5%のランニング速度応答スペクトルである。図から分かるように釧路気象台の記録は、ボリュームがあるものの、最大応答を引き起こした時刻は、周期によってばらばらである。乙部町の記録は、震源の近傍であるが、マグニチュードがやや小さいことと震源深さが阪神・淡路大地震よりやや深いので、ある時刻と周期を限ると大きな応答を示すが、少し周期をずらせばパワーが一気に小さくなる。それに対しては神戸と Sylmar の記録は、一瞬に広い周期帯域の応答を引き起こした。図5は0.1秒～2.5秒の周期範囲における平均速度応答の時

間変化を示すものである。これを見れば直下型地震は広い周期帯域で短い時間に大きいなパワーを出したことが分かる。弾性→塑性→ひび割れ→倒壊のような単純化した震動による構造物の破壊過程を考えれば、このような地震動こそ、破壊進行中で固有周期が大きく伸びていく構造物への連続的なエネルギー供給を可能にし、破壊を一気に進行させてしまうものと思われる。

5. ま と め

本稿では、震央近傍の4つの極めて強い地震記録を用いて、直下型地震動は、あるレベル以上の振幅だけではなく、水平と上下、異なる周期成分ともに短期間に集中していることに焦点を当てた。この特徴は直下型地震の地震動の最大値だけで想像できない破壊力と結びついていると考えられる。今後、耐震設計には塑性域に入った後の構造物の周期の変化および破壊の進行時間などが重要な研究課題となるとと思われる。

(1995年3月3日受理)

参 考 文 献

- 1) 安藤, 山崎, 片山 (1990): 地震動の強さ指標による構造物損傷の評価, 第8回日本地震工学シンポジウム論文集。

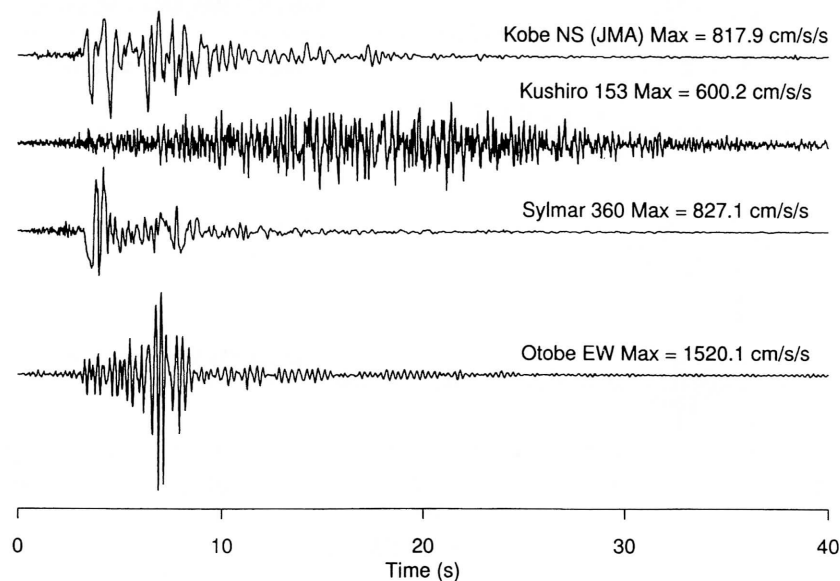


図1 4つの強い地震動の水平成分の加速度波形

研 究 速 報

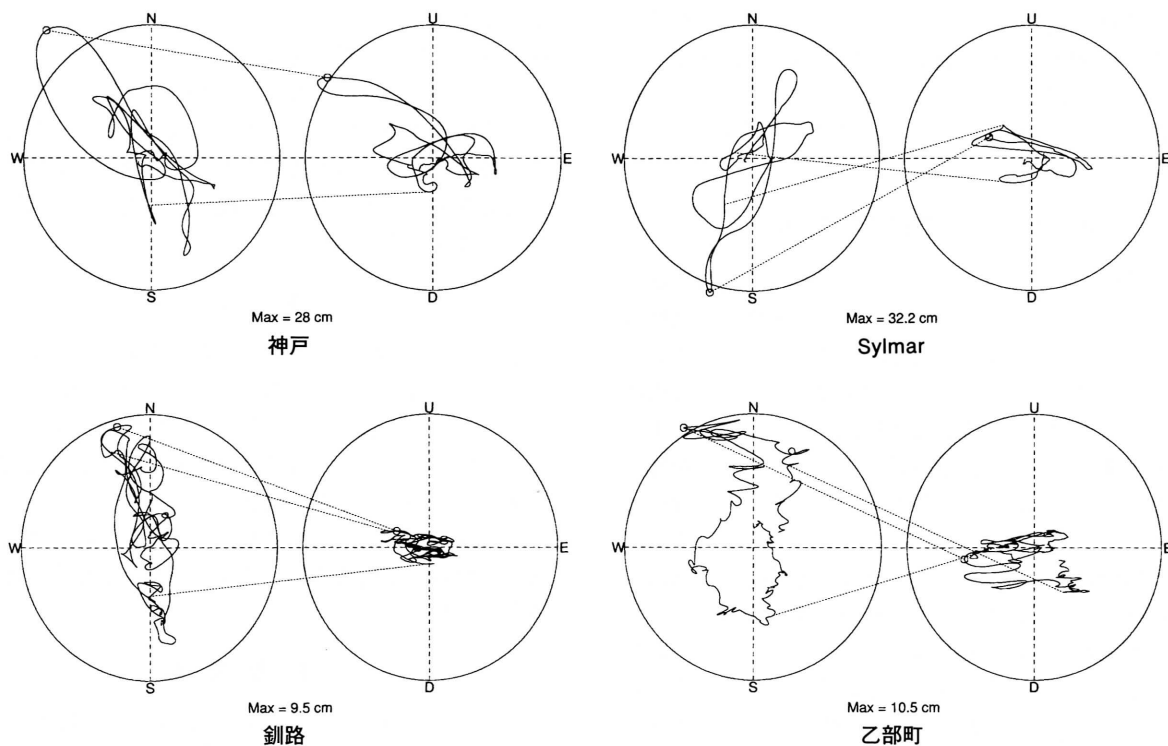


図 2 4つの強い地震動の変位の軌跡

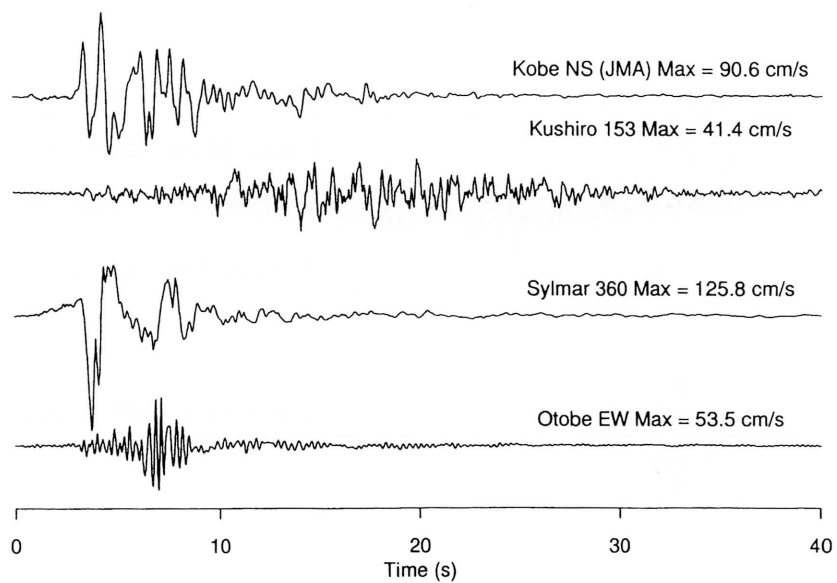


図 3 4つの強い地震動の速度波形

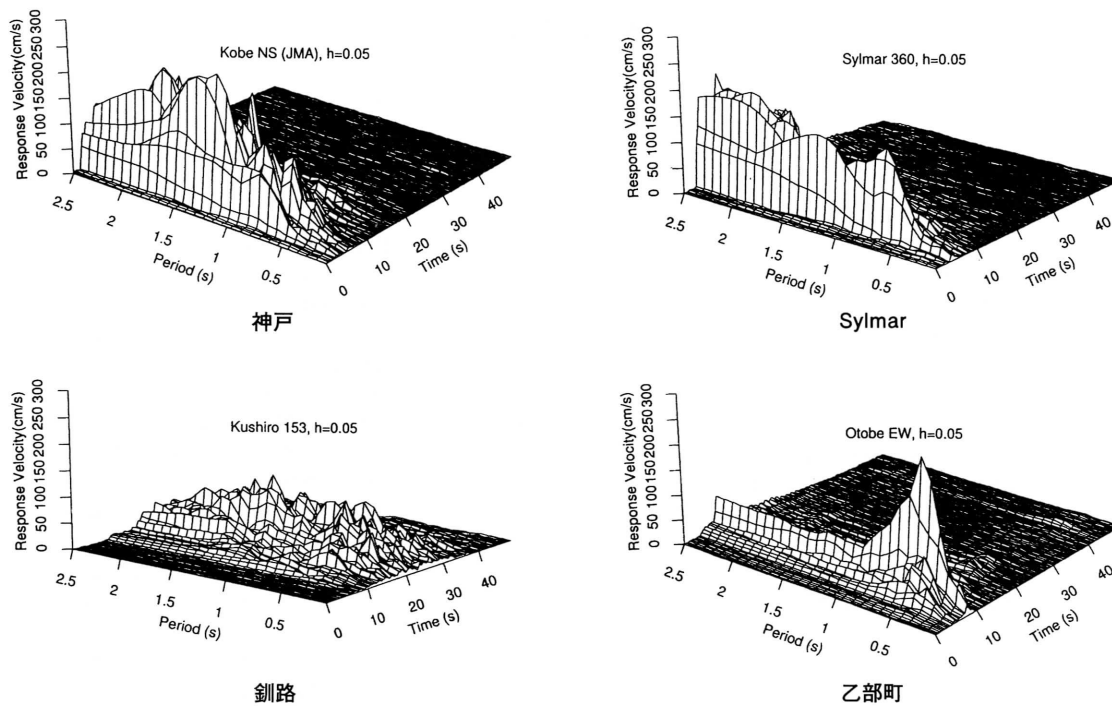


図4 4つの強い地震動のランニング速度応答スペクトル

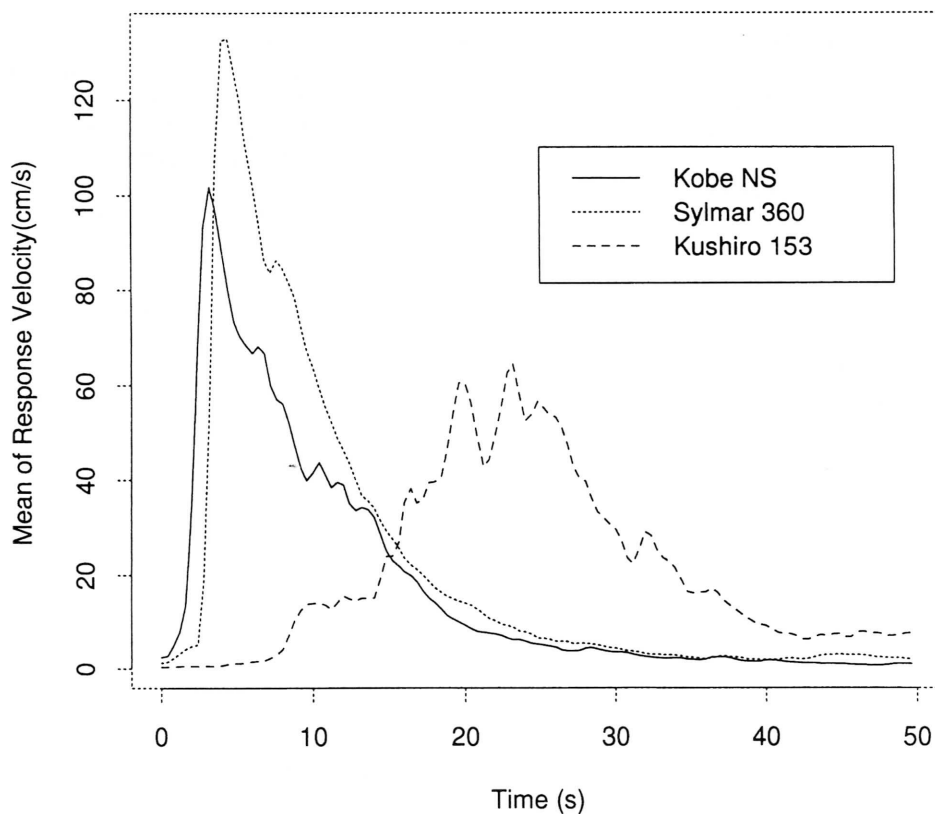


図5 平均速度応答の時間変化