

I - B316

兵庫県南部地震における硬質岩盤での基盤地震動

建設省土木研究所 正会員 岩下 友也

建設省土木研究所 正会員 井根 健

建設省土木研究所 正会員 吉田 等

1. まえがき

ダムや原子力施設等の硬岩上の土木構造物の耐震性の検討や、レベル2地震の基盤入力動の設定の際には、硬質な岩盤での地震動特性の把握が必要となる。硬質岩盤は、地震応答に影響を及ぼす堆積層や風化岩盤の深部にあり、その地点での入力地震動は、主に震源特性、伝播経路特性に起因する。1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震 ($M=7.2$) では断層近傍でいくつかの強震記録が観測されたが、観測地点の多くは、堆積層や風化岩盤上である。そのため、地盤の非線形挙動を顕著に受けた記録である。例えば、堆積層上の神戸海洋気象台において観測された記録や、風化岩盤上 ($V_s=240\text{m/s}$) ¹⁾ で観測された神戸大学の記録がそれに相当する。一方、地盤の非線形挙動が生じていないような硬質の岩盤で得られた記録は少ない。

本研究では、S波速度が1000m/s程度以上の硬質岩盤での地震動を対象として、兵庫県南部地震時の観測地震動、あるいは推定された基盤地震動を比較することにより、硬質岩盤上における基盤地震動特性について考察を行った。

2. 兵庫県南部地震時の硬質岩盤における強震記録およびその推定

対象とした地震動は、図-1に示す3地点での推定、あるいは観測されたものである。その振動方向成分を同図に矢印で示す。

(1) 箕面川ダム (MGD)

箕面川ダムは、堤高47.0mの中央土質コア型ロックフィルダムである。ダム基礎の地質は中古生層である丹波層群の砂岩、粘板岩よりなり、S波速度 V_s が1800m/s程度の堅固な岩盤である。当ダムは震央から48kmに位置している。地震計がダム堤敷（底設監査廊）に設置されており、最大水平加速度135galを記録した。著者らは、ダム軸直交方向断面（基礎岩盤厚50m）の2次元FEM解析から求まる監査廊での伝達関数で、観測波のスペクトルを割ることにより、堤体の動的相互作用を除去した基盤面でのスペクトルを求め、逆フーリエ変換により V_s が1800m/sに相当する基盤での地震動（最大水平加速度137gal）を逆算推定した²⁾。

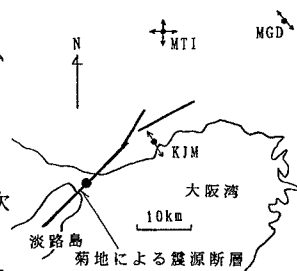


図-1 検討位置

(2) 神戸海洋気象台 (KJM)

震央から19km離れた地点に位置し、地表面で最大水平加速度844galが観測された。本研究では、川瀬ら³⁾が震源断層に直交方向の2次元FEM解析を行い、 V_s が2500m/sに相当する花崗岩層の基盤での地震動（最大水平加速度335gal）を逆算推定した結果を引用した。ただし、川瀬らによれば、この推定波は、SV波面の傾きの影響により20～30%過大評価されている可能性があるとして述べている。

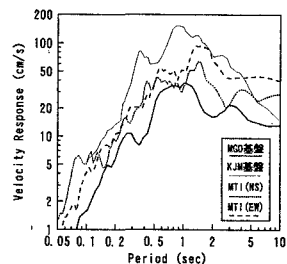


図-2 速度応答スペクトルの比較（減衰5%）

(3) (株)松村組技術研究 (MTI)

震央より34.5km離れた位置にあり、地下15.0mの地点で最大水平加速度がNS, EW方向成分でそれぞれ、208, 213galの記録が観測された⁴⁾。当箇所

【キーワード】入力地震動、硬質岩盤、強震記録、兵庫県南部地震

【連絡先】〒305 茨城県つくば市大字旭1番地 TEL 0298-64-4326 FAX 0298-64-2688

は V_s が 1300m/s 程度の泥岩・砂岩よりなる堅固な岩盤であり、表土が浅く上層からの反射波の影響は少ないと考えられる。

3. 考察

(1) スペクトル特性

図-2に対象とした硬質岩盤3地点における地震動の速度応答スペクトルを示す。なお、同図中のKJM基盤は疑似速度応答スペクトルである。推定したMGD基盤とKJM基盤の卓越周期は1秒付近ではほぼ一致している。一方、MTIでの卓越周期は1.5秒付近であり、少し長周期側にある。基盤における地震動の特性は震源断層からの伝播経路、つまり主として断層からの距離、およびその方向の違いに影響する。KJM基盤は断層の直下に位置し観測方向は断層と直交方向であり、速度応答が最も大きい。MTIは断層距離が11kmで、NS、EW成分ともそれほど差がない。MGDは断層延長上に位置し、断層距離が20km、観測方向はほぼ断層直交方向であり、3地点の中では速度応答が最も小さい。

各地震動の速度応答スペクトルと大崎スペクトル(1994年版)⁵⁾を比較した結果を図-3~6に示す。なお、大崎スペクトルは、近距離地震でマグニチュード(M)が7、震央距離(L)が10kmのものと、中距離地震でMが7、Lが45kmのものをを用い、対象とした地点の V_s および最大速度により補正を行っている。いずれの地震動スペクトルも大崎スペクトルと概ね一致している。

(2) 最大加速度

4地震動の最大加速度と水平断層距離との関係を図-7に示す。同図中には、参考として田村らの距離減衰衰式⁶⁾(横軸は震央距離として表示)を併せて示している。この距離減衰式は、主として V_s が1700m/s程度の立坑の地下約60mで観測された地震記録をもとに作成されたものであり、今回対象とした硬質岩盤に相当する。兵庫県南部地震時の震源断層近傍における基盤波の最大加速度は田村らの式よりかなり小さくなっている。これは、田村らの距離減衰式作成のもとになった地震記録は規模の大きな地震については海洋型地震が多く、震央距離が50km以内の近接した大規模地震の記録はないためとも考えられる。

4. まとめ

本研究では兵庫県南部地震時に震源断層近傍の硬質岩盤上における基盤波について、そのスペクトル特性、および最大加速度の距離減衰特性について検討を行った。今後、レベル2の地震動を検討する上でも硬質岩盤における地震動記録について、より着目するとともに、観測体制を強化することが必要と考える。

(参考文献)

- 1) 阪神・淡路大震災調査報告書資料編, 地盤工学会, 1996年10月
- 2) 井根健、岩下友也他: 兵庫県南部地震時のフィルダム堤敷の観測波からの基盤入力波の推定, 第52回土木学会年次学術講演会, 1997年9月
- 3) 川瀬博, 林康裕: 兵庫県南部地震時の神戸市中央区での基盤波の逆算とそれに基づく強震動シミュレーション, 日本建築学会構造系論文集, 第480号, pp.67-76, 1996年2月
- 4) 伊澤清治, 甲斐誠他: 兵庫県南部地震における岩盤上の観測記録, 日本建築学会近畿支部研究報告会, pp.173-176, 1995年6月
- 5) 大崎順彦: 新・地震動のスペクトル解析入門, 鹿島出版会, 1994年
- 6) 田村重四郎, 岡本舜三, 加藤勝行: 岩盤地帯の地震動の最大加速度について, 第15回地震工学会研究発表会講演概要, pp.181-184, 1979年7月

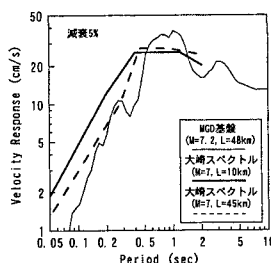


図-3 MGD基盤推定波の速度応答スペクトル

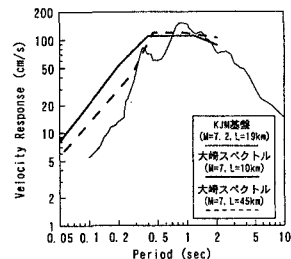


図-4 KJM基盤推定波の疑似速度応答スペクトル

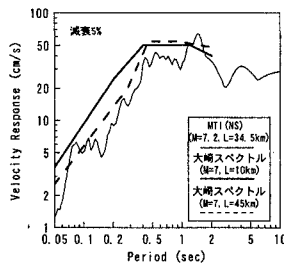


図-5 MTI(NS)の速度応答

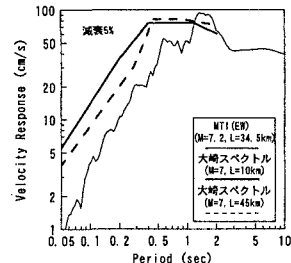


図-6 MTI(EW)の速度応答

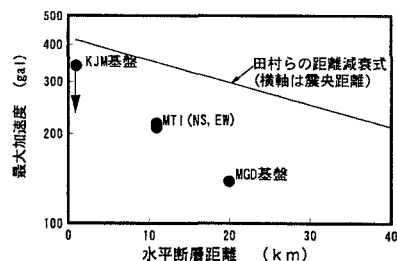


図-7 最大加速度の距離減衰