

クライストチャーチ地震と日本の内陸地震の強震記録の比較

1. 比較対象地震と強震記録

1995年兵庫県南部地震と、近年の被害が発生した内陸の地震として2004年新潟県中越地震及び2008年岩手宮城内陸地震を取り上げる。各地震の諸元をクライストチャーチ地震とともに表1に示す。クライストチャーチ地震の規模はM6.3と、比較対象の日本の地震(M6.8からM7.3)に比べて小さいが、震源の深さは5kmと最も浅い。

比較対象とした強震記録は、兵庫県南部地震から、JR鷹取駅の記録(TAKA)¹⁾と神戸気象台の強震記録(KOBE)²⁾を取り上げた。前者はいわゆる震災の帯の中で得られた唯一の記録であり、後者は神戸市内の地震動記録を代表する有名なものである。新潟県中越地震からは、K-NET小千谷の記録(OJIY)³⁾と新潟県震度情報ネットワークの川口町の記録(KAWA)⁴⁾を選んだ。いずれも震度7に相当し、大きな被害が発生した地域にある。また岩手宮城内陸地震からは、KiK-net一関西の記録(ICH)⁵⁾とK-NET築館の記録(TSUK)³⁾を取り上げる。前者は極めて大きな加速度記録で有名であり、後者は市街地の代表例として選んだ。なお、クライストチャーチの地震からは、震源直上で得られた記録(HVSC)と市街地で得られたふたつの記録(PRPC及びCCCC)を選択した⁶⁾。各強震記録の諸元を表2に示す。なお、日本の強震記録の方向成分はすべて北南(NS)、東西(EW)、及び上下(UD)の順となっているが、クライストチャーチ地震の強震記録はそれぞれ異なった設置方位となっており、ここではすべてオリジナルの方位と並び順で扱っている。

2. 強震記録の比較

各強震記録の加速度波形と減衰定数5%の疑似速度応答スペクトルを図1から図9に示す。これらの強震記録からいくつかの点が指摘できる。ひとつは震源にごく近い地点の大加速度記録である。特に岩手宮城内陸地震のICHとクライストチャーチ地震のHVSCは3成分とも1G(980cm/s²)を超える最大加速度となっており、特に上下動の加速度が大きく、かつ上下動成分も上方向にパルス的な振動が現れるなど共通点が多い。またこれらの地点の疑似応答スペクトルは短周期領域で比較的平坦な形状を示す。一方他の記録に着目すると、日本の記録の疑似速度応答スペクトルは単峰型の形状が多いが、クライストチャーチ地震の市街地の記録の疑似速度応答スペクトルは、0.5秒以上の長い周期に複数の山を有する形状となっている。表層地盤のより強い非線形挙動が推察される。

図10では各強震記録から応答の大きな水平成分を抜き出し、減衰定数5%の加速度応答スペクトルの形で比較している。参考のため、日本の建築基準法の限界耐力計算で用いられる設計用応答スペクトル(簡略法による2種及び3種地盤)もプロットしている。HVSCでは短周期領域で極めて大きな応答を示しているが、これは日本のICHと同レベルと言える。一方大きな被害が伝えられている市街地にあるPRPCやCCCCは、2種地盤や3種地盤の設計用応答スペクトルとほぼ同レベルで、1秒以上の長周期領域でTAKAやKAWAよりは小さい。

3. まとめ

以上をまとめると以下のようになる。

1. クライストチャーチ地震は、日本の過去の被害が発生した内陸地震に比して規模は小さいが浅い。
2. クライストチャーチ地震の震源直上の記録(HVSC)は、短周期領域において日本の地震の震源近傍の記録と同等か、大きい。
3. クライストチャーチ地震の市街地の強震記録(PRPC や CCCC)は、1 秒以上の長周期領域の応答が卓越し、1995 年兵庫県南部地震の JR 鷹取(TAKA)や 2004 年新潟県中越地震の川口町(KAWA)の強震記録よりは小さいものの、相当の破壊力を持つ。
4. 市街地の強震記録の応答スペクトルを日本の限界耐力計算で用いられる設計用応答スペクトル(簡略法による 2 種及び 3 種地盤)と比較すると、ほぼ同等の大きさである。

参考文献/サイト/資料

- 1) 中村豊, 上半文昭, 井上英司: 1995 年兵庫県南部地震の地震動記録波形と分析(II), JR 地震情報 No.23d, 財団法人鉄道総合技術研究所ユレダス開発推進部, 1996 年 3 月
- 2) 気象庁: 強震波形データ(87 型), 気象業務支援センター
- 3) 防災科学技術研究所強震ネットワーク(K-NET), <http://www.k-net.bosai.go.jp/>
- 4) 気象庁: 強震波形データ(95 型), 2004 年版, 気象業務支援センター
- 5) 防災科学技術研究所基盤強震観測網(KiK-net), <http://www.kik.bosai.go.jp/kik/>
- 6) GeoNet – Strong Motion Data, <http://www.geonet.org.nz/resources/basic-data/strong-motion-data/>

表 1 比較対象地震

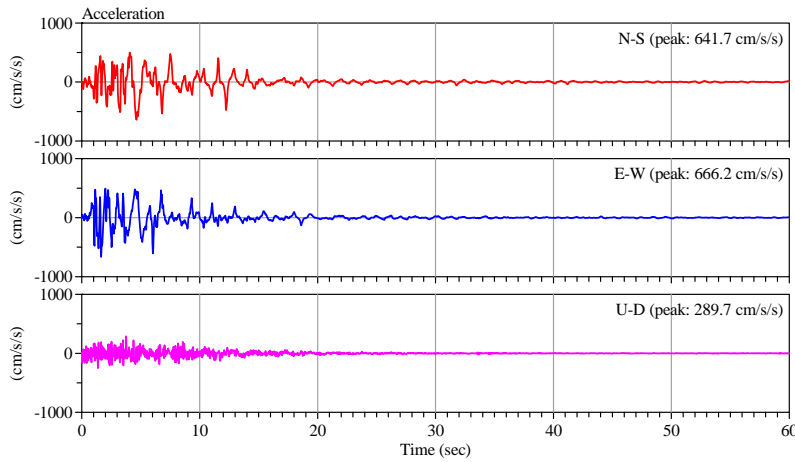
名称	年月日	深さ (km)	規模 ^{*1}	メカニズム
1995 年兵庫県南部地震	1995 年 01 月 17 日	16	7.3	横ずれ
2004 年新潟県中越地震	2004 年 10 月 23 日	13	6.8	逆断層
2008 年岩手宮城内陸地震	2008 年 06 月 14 日	8	7.2	逆断層
2011 年クライストチャーチ地震	2011 年 02 月 21 日	5	6.3	横ずれ+逆断層

^{*1} 日本の地震は気象庁マグニチュード, クライストチャーチ地震は USGS による。

表 2 比較対象強震記録

記号	名称	Δ ^{*1} (km)	a_{\max} ^{*2} (cm/s ²)			I_{JMA} ^{*3}	備考
			X	Y	Z		
TAKA	1995 年 JR 鷹取	10	642	666	290	6.4	図 1
KOBE	1995 年 JMA 神戸	16	821	619	333	6.4	図 2
KAWA	2004 年新潟県川口町	3	1142	1676	870	6.5	図 3
OJIY	2004 年 K-NET 小千谷	7	1144	1314	818	6.6	図 4
ICHI	2008 年 KiK-net 一関西	3	1143	1435	3866	6.3	図 5
TSUK	2008 年 K-NET 築館	36	740	678	224	5.7	図 6
HVSC	Heathcote Valley Primary School	1	1647	1245	2161	6.4	図 7
PRPC	Pages Road Pumping Station	6	657	584	1851	6.1	図 8
CCCC	Christchurch Cathedral College	6	470	377	786	5.9	図 9

^{*1} Δ : 震央距離, ^{*2} a_{\max} : 最大加速度, ^{*3} I_{JMA} : 計測震度(気象庁の方法に準じて算出)



Record Time: 1995/01/17 05:46, Site: JR_TAKA: JR Takatori

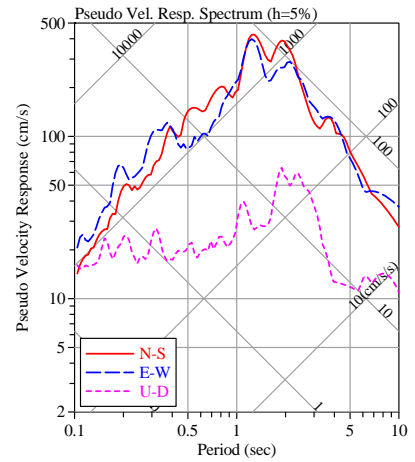
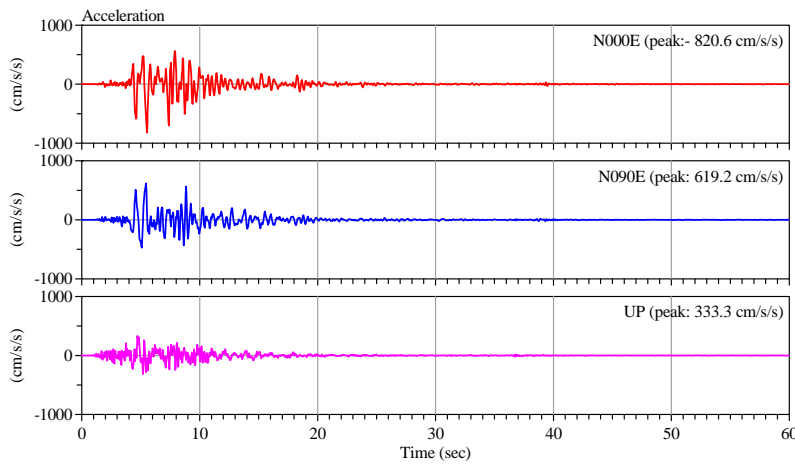


図1 1995年兵庫県南部地震 JR 鷹取の強震記録



Record Time: 1995/01/17 05:46, Site: JMA-KOB: JMA Kobe Marine Observatory

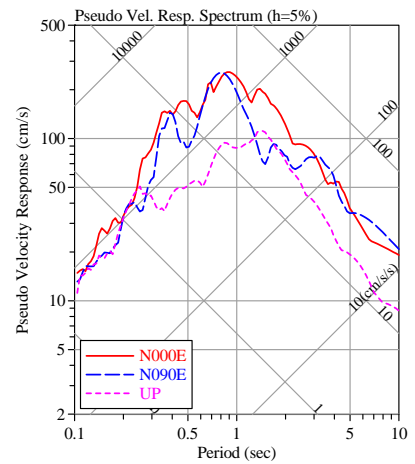
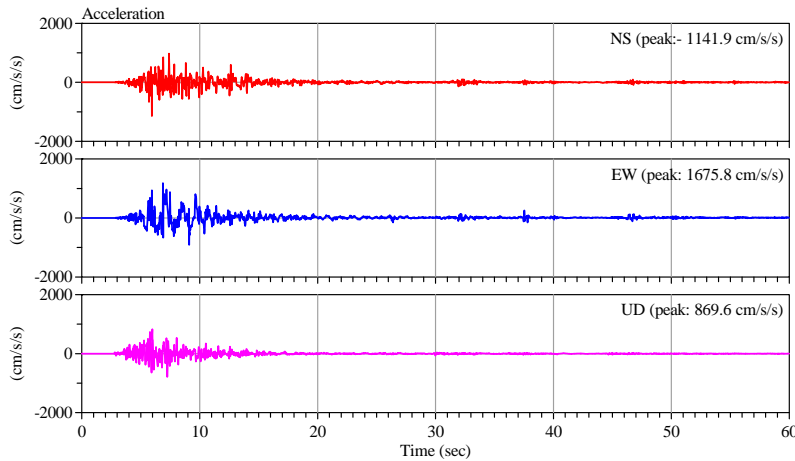


図2 1995年兵庫県南部地震 JMA 神戸の強震記録



Record Time: 2004/10/23 17:56:00, Site: 65042: Niigata Kawaguchi

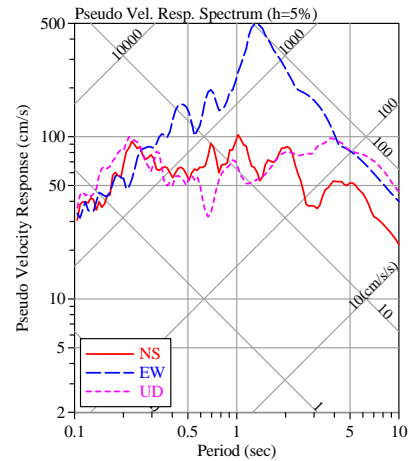


図3 2004年新潟県中越地震新潟県川口町の強震記録

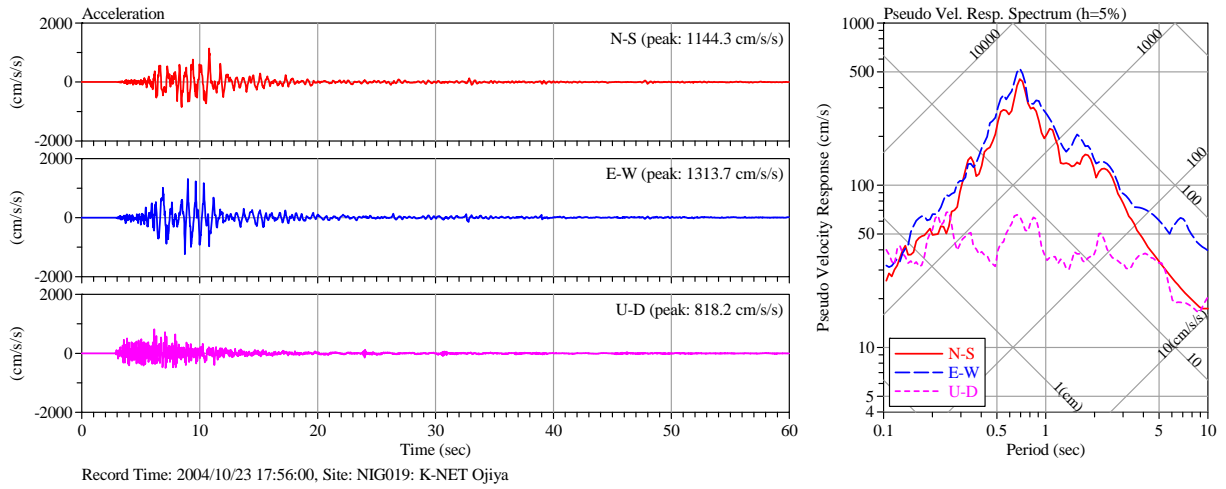


図4 2004年新潟県中越地震 K-NET 小千谷の強震記録

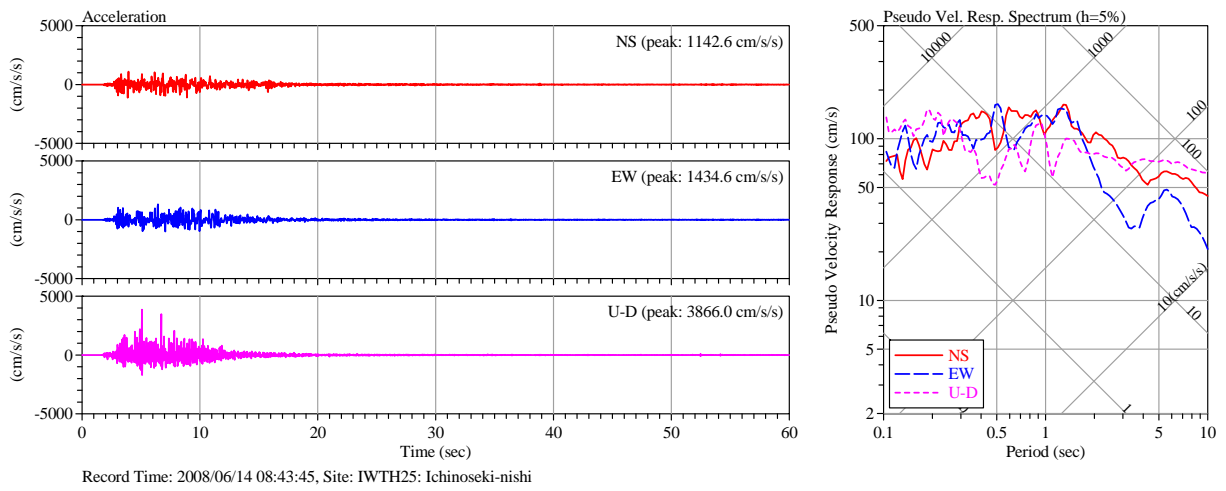


図5 2008年岩手宮城内陸地震 KiK-net 一関西の強震記録

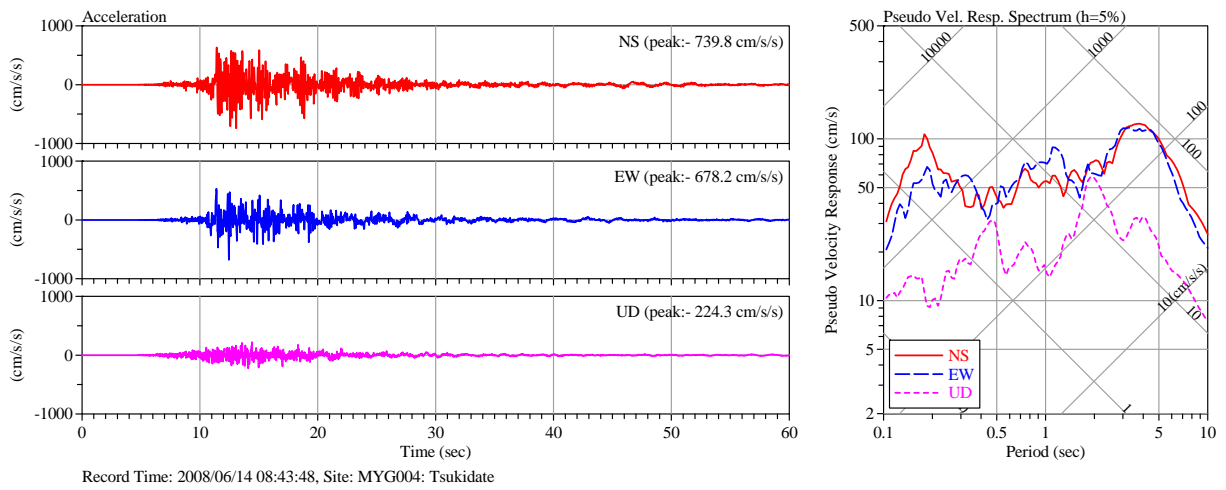


図6 2008年岩手宮城内陸地震 K-NET 築館の強震記録

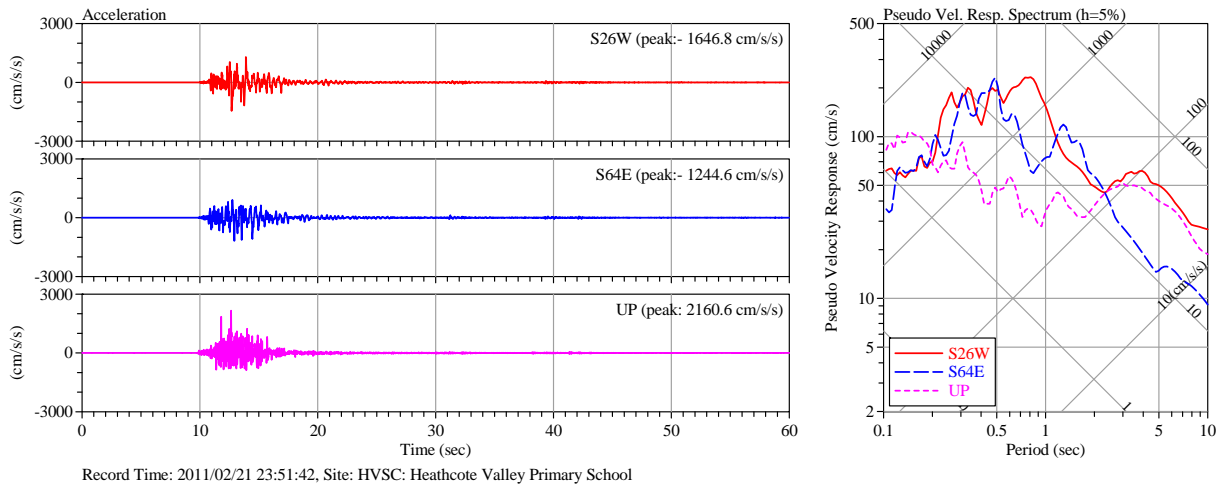


図7 2011年クライストチャーチ地震 HVSC の強震記録

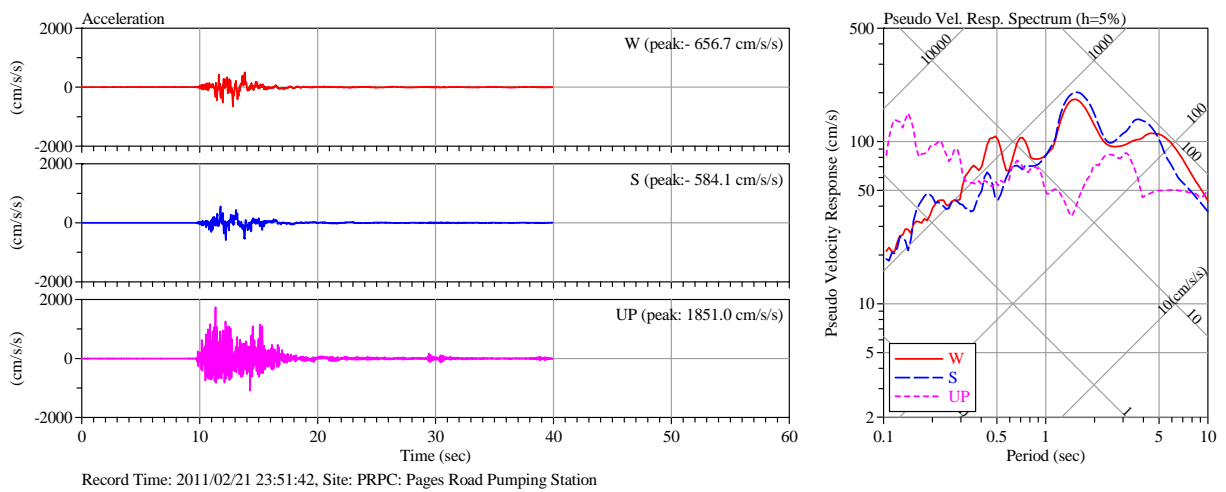


図8 2011年クライストチャーチ地震 PRPC の強震記録

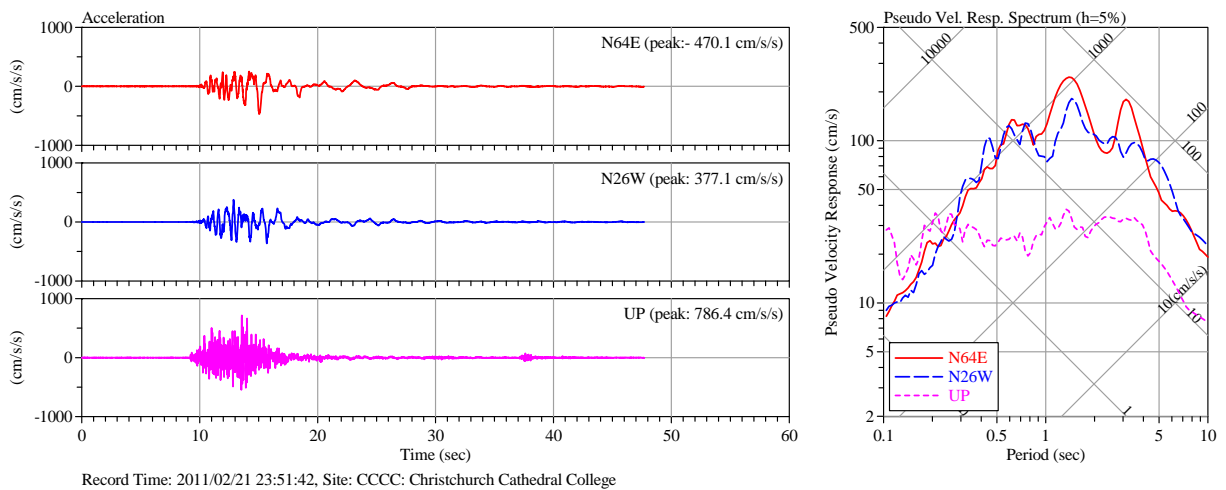


図9 2011年クライストチャーチ地震 CCCC の強震記録

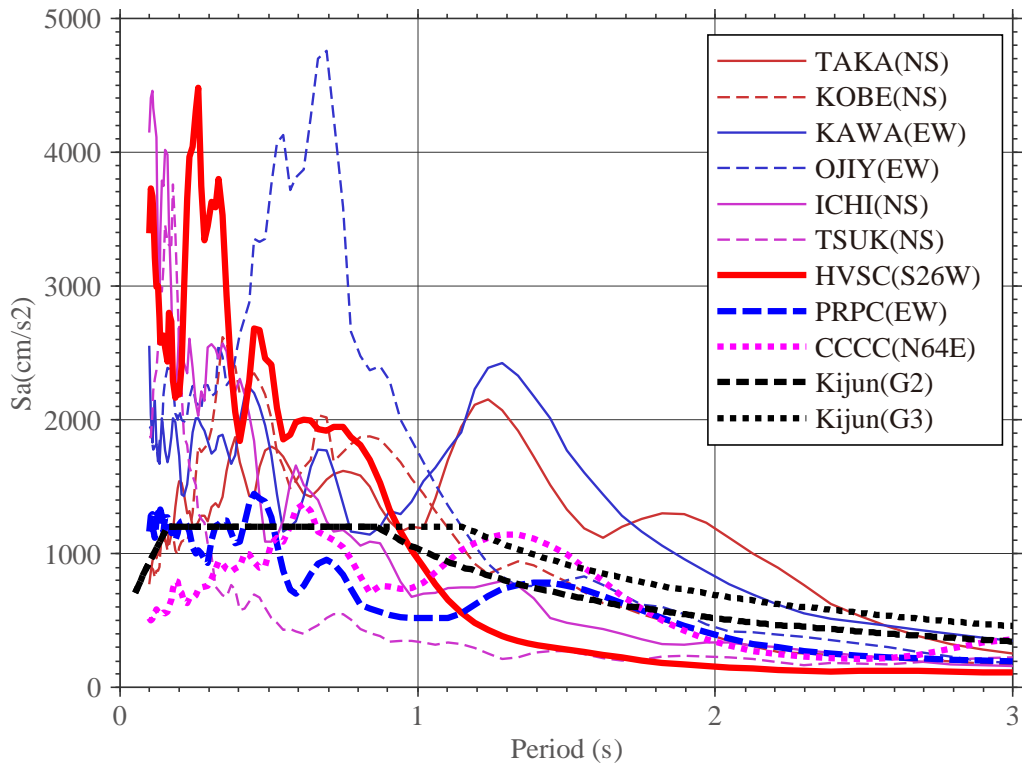


図 10 減衰定数 5%の加速度応答スペクトルの比較