

第3章 長周期地震動の作成

3-1. 背景・目的

地震調査研究推進本部(以下地震本部)で公開している東南海地震、想定東海地震、南海地震の長周期地震動と、2章で作成された改良経験式と旧経験式に基づき作成した長周期地震動との比較を行う。

また、改良経験式と旧経験式に基づき東海・東南海・南海地震の長周期地震動を作成する。この際には、それぞれの地点で21波ずつ作成し、作成波のばらつきについても考察する。また、作成波と東北地方太平洋沖地震の観測波との比較も行う。

3-2 地震本部の長周期地震動予測地図の計算波との比較

3-2-1 はじめに

地震本部では、2009年に東南海地震、想定東海地震、宮城県沖地震、2012年に南海地震の長周期予測地図を公開している。一方、2011年に東北地方太平洋沖地震が発生した。そこで、本節では、その震源域に含まれる宮城県沖地震以外の3つの地震に対して、本検討の旧経験式(オリジナル版)と改良経験式(改良版)に基づき長周期地震動を計算し、地震本部の計算波との比較を行う。

3-2-2 計算条件

表 3.2-1 には、地震本部(2009)による東南海地震、想定東海地震の震源モデルの地震規模と参照されている文献を示す。図 3.2-1、図 3.2-2 には、地震本部による東南海地震、想定東海地震の震源モデルと、本検討で用いる震源モデル及び計算地点を示す。本検討で用いる東南海地震の震源モデルは地震本部と同じである。東海地震については、断層面は地震本部の震源モデルを包絡するように矩形に修正している。本検討の計算波は、オリジナル版と今年度の改良版の経験式の両方で計算した。ともに、平均の式を用い、2つの異なる乱数を用いて、各地点で2波ずつ計算した。

図 3.2-3 には、地震本部(2012)による南海地震の震源モデルと、周期3秒での減衰定数5%の速度応答スペクトル分布を示す。図 3.2-4 には、波形が公開されている地点を示す。図 3.2-3 の震源モデルは矩形ではなく、20km四方の小断層に分割され、フィリピン海プレートのプレート上面より1km浅い場所に配置されている。本検討では、これを矩形1枚断層に置き換えて計算を行った。図 3.2-5 には、地震本部(2012)によるフィリピン海プレートのプレート上面深さ分布と、本検討で設定した震源モデルを示す。設定した断層面上端深さは3.4km、下端深さは28.5kmである。フィリピン海プレートのプレート上面深さは、和歌山県北部で深いため、矩形1枚断層から大阪平野までの断層最短距離は、小断層から形成されている地震本部の断層からの断層最短距離より小さい。南海地震については、これまで、中央防災会議(2003)の震源モデルから作成されている鶴来・他(2005)の震源モデルに基づき、長周期地震動を計算していることから、この震源モデルでもオリジナル版と改良版の経験式により長周期地震動を計算し、震源モデルの違いについても考察することとした。図 3.2-6 には、地震本部(2012)に基づき設定した震源モデルと、鶴来・他(2005)に基づき設定している震源モデルを示す。図中には、地震本部(2012)から速度波形が公開されている地点と、これらの地点に近い本検討で計算を行う地震観測点位置も示している。表 3.2-2 には、地震本部(2012)に基づき設定した震源モデルと、鶴来・他(2005)に基づき設定している震源モデルのパラメータを示す。鶴来・他(2005)の震源モデルは2枚断層であり、東断層が最初に破壊するモデルとなっている。東断層の破壊開始点と西断層の破壊開始点の破壊時間差は、2つの破壊開始点の距離173.74kmを破壊伝播速度2.7km/s(中央防災会議, 2003; 鶴来・他, 2005)で除した値(64.3秒)である。全体の地震モーメントは、鶴来・他(2005)の方が地震本部(2012)より大きい。東断層の規模、大きさが小さく、陸域から離れている。経験式の最大Mwは8.2であるから、Mw8.4の震調査研究推進本部(2012)の震源モデル、鶴来・他(2005)の

震源モデルの西断層は外挿である。

改良経験式のデータの断層最短距離、震源距離の最小値は、それぞれ、20.2km、30.0kmであり、断層最短距離が15.4kmの潮岬、19.8kmの室戸岬は、外挿となる。東南海地震、想定東海地震など単独型の地震では、乱数による計算波の違いが小さいため、南海地震では平均の式を用い、各地点で1波ずつ計算した。

なお、地震本部による計算波は、三次元有限差分法によるものであり、東海地震、東南海地震では周期3.5秒以上、南海地震では周期2秒以上が有効周期である。ただし、実際に信頼できる周期範囲は、東海地震、東南海地震では周期5秒以上、南海地震では周期3秒以上である。

3-2-3 計算波の比較

(a) 東南海地震

図3.2-7、図3.2-8、図3.2-9には、東南海地震による大阪平野、濃尾平野、関東平野での本検討と地震本部の予測波の擬似速度応答スペクトル($h=5\%$)の比較を示す。本検討の予測波は、断層最短距離が29kmと震源近傍にある名古屋(AIC004)を除きオリジナル版と改良版での違いは小さい。名古屋(AIC004)で違いが大きいのは、オリジナル版では短周期帯域での距離減衰が小さく、断層最短距離50km程度以下ではオリジナル版が大きくなるという特徴を反映したものである。名古屋(AIC004)での改良版の経験式に基づくスペクトルのさらなる考察については、後述する。地震本部の予測波より本検討の予測波は大きいか同レベルであり、名古屋(AIC004)と新宿・工学院大(KGIN)とを除き、改良版の方が地震本部の予測波に近い。図3.2-10~18には、東南海地震による本検討と地震本部の予測波の周期3.5~10秒のバンドパスフィルターを通した速度波形の比較を示す。オリジナル版と改良版での違いは小さい。

(b) 想定東海地震

図3.2-19、図3.2-20には、想定東海地震による本検討と地震本部の予測波の擬似速度応答スペクトル($h=5\%$)の比較を示す。新宿においては土方・他(2006)の予測波もあわせて示す。地震本部の予測波と比較して、短周期帯域では、震源に近い地点ではオリジナル版に比べ改良版の方が大きく、遠い地点では改良版の方が小さい特徴が確認できる。関東平野では、周期7秒程度以上で地震本部の予測波が大きい。静岡では、周期3.5秒以上のすべての周期帯域で地震本部の予測波が大きい。これは、破壊伝播効果の影響と推測される。ただし、静岡での断層最短距離14kmは、データセットの最短である20kmより小さいため外挿である。

新宿での予測波は、周期7秒程度以上はオリジナル版で土方波より小さかったのが改良版ではやや大きいレベルとなっている。なお、新宿での土方波の周期3秒付近は、経験的グリーン関数として用いた別の観測点での地盤増幅の影響である。(土方・他(2006)) 四日市では、オリジナル版より改良版が地震本部の予測波と近いレベルとなっている。

静岡(SZ014)での改良版の予測波が大きかったため、その考察のため、図3.2-21には、予測波と

2009年駿河湾の地震の観測波の擬似速度応答スペクトルの比較を示した。2009年駿河湾の地震(Mw6.2)より東海地震(Mw8.0)は、Mwは1.8大きい。周期1~3秒の回帰係数で概算するとスペクトルレベルは8倍となる。これは、東海地震の改良版の計算波と2009年駿河湾の地震の観測波のスペクトルレベルの違いにほぼ相当している。なお、2009年駿河湾の地震の断層最短距離は33km、東海地震の断層最短距離は14kmであることも考えると、改良版の方がオリジナル版より良い予測結果となっていると考えられる。改良版では、静岡(SZ014)で2009年駿河湾の地震の記録が追加されたことで、改良されたものと考えられる。

また、東南海地震の名古屋(AIC004)の改良版の予測波のスペクトルがオリジナル版に比べ大きかった(図3.2-8(b))ことを考察するために、静岡(SZ014)に対する名古屋(AIC004)の改良版の地盤増幅率の比を図3.2-22に示す。東南海地震の名古屋(AIC004)の断層最短距離は2009年駿河湾の地震の静岡(SZ014)の断層最短距離29kmと近く、増幅率は名古屋(AIC004)の方が周期4秒以下で2倍以上である。東南海地震のMwが8.1、東海地震のMwが8.0であることも考慮すると、東南海地震の名古屋(AIC004)の改良版の予測波のスペクトルのレベルは妥当であると考えられる。

(c) 南海地震

図3.2-23~36には、地震本部(2012)の計算波と本検討の計算波の減衰定数5%の擬似速度応答スペクトルと周期2~10秒の速度フィルター波を示す。地震本部(2012)の計算波は、三次元有限差分法により計算されており、有効周期は2秒以上である。なお、鶴来・他(2005)の震源モデルは、地震本部(2012)に基づく震源モデルとは異なるため、地震本部(2012)の計算波との直接の比較はしない。

スペクトルについてみると、地震本部(2012)に基づく震源モデルでは、多くの観測点で、改良版の方がオリジナル版より地震本部(2012)の計算波と類似している。特に、断層に近い、和歌山県庁、潮岬、徳島県庁、室戸岬では、周期2~5秒で、オリジナル版は地震本部(2012)の計算波より小さいが、改良版では同レベルになっていることがわかる。地震本部(2012)に基づく震源モデルと鶴来・他(2005)に基づく震源モデルによる計算波を比較すると、室戸岬を除く近畿地方、濃尾平野では、地震本部(2012)に基づく震源モデルを用いた方が大きい。これは、地震本部(2012)に基づく震源モデルの方が、特に東側の断層が陸域に近く、かつ、鶴来・他(2005)に基づく震源モデルの東断層の地震モーメントより大きいためと考えられる。

経時特性についてみると、地震本部(2012)設定の震源モデルに基づく予測波では、地震本部(2012)の公開している計算波と比べ、継続時間が短い。オリジナル版と改良版の違いは小さい。一方、鶴来・他(2005)に基づく震源モデルでは、最大値は小さい傾向にあるが、近畿地方、濃尾平野の多くの観測点で2つの断層から来る波群がみられ、地震本部(2012)に基づく震源モデルより、計算波の継続時間が長くなっている。

図3.2-37には、地震本部(2012)の計算波と本検討の計算波のエネルギースペクトルを示す。1枚断層モデルの地震本部の震源モデルを用いた場合、本検討の計算波の継続時間が短くなるため、応答スペクトルでやや過大評価であった此花などの地点では、地震本部の計算波と同レベルになる。

南海地震に対する OSKH02 地点での、釜江、鶴来、関口、地震本部による既往の計算波と、改良版の式を用いた本検討の計算波の擬似速度応答スペクトルを図 3. 2-38 に、速度波形を図 3. 2-39 に示す。地震本部の震源モデルに基づく本検討の計算波のスペクトルは、既往の計算波より大きめであり、鶴来・他(2005)の震源モデルを用いた本検討の計算波のスペクトルは、既往の計算波より小さめである。継続時間は、上述のように、2 枚断層モデルの鶴来・他(2005)の震源モデルを用いた場合には、既往の計算波と同程度であるが、1 枚断層モデルの地震本部の震源モデルを用いた場合には、既往の計算波より短い。

図 3. 2-40 に、周期 0. 5～2 秒で擬似速度応答スペクトルが 250cm/s 以上と大きい南海地震の高知と徳島での計算波と、既往の観測波の擬似速度応答スペクトルを示す。フィリピン海プレートは、太平洋プレートより陸域付近での深さが浅く、距離が近くなることもあり、東北地方太平洋沖地震の観測のスペクトルレベルが大きくなっているものと考えられる。ただし、2004 年新潟県中越地震の川口町役場でも、このレベルの観測記録が得られている。なお、この周期帯域では、観測記録には浅い地盤の非線形性の影響があることに注意が必要である。

3-2-4 まとめ

オリジナル版と改良版の経験式に基づく長周期地震動計算波と地震本部長周期地震動計算波との比較を行った。

周期 3. 5 秒以上で有効な計算がなされている地震本部の東海地震(Mw8. 0)、東南海地震(Mw8. 1)の長周期地震動との比較では、遠方の地点では改良版の方がオリジナル版よりやや小さく、震源近傍で改良版の方がオリジナル版より大きく、改良版の方が地震本部の波に近いことを示した。また、周期 2 秒以上で有効な計算がなされている地震本部の南海地震(Mw8. 4)の長周期地震動との比較では、震源近傍の観測点では、オリジナル版では周期 2～4 秒で地震本部の計算波より小さい傾向があったが、改良版では同レベルとなることを示した。

継続時間については、震源モデルを 1 枚断層とした地震本部に基づくモデルでは、地震本部の計算波より短くなる傾向がみられた。南海地震については、震源モデルが 2 枚断層である鶴来・他(2005)に基づくモデルを用いた計算も行なった結果、継続時間が長くなり、地震本部による計算波の継続時間に近づくことがわかった。地震本部の南海地震は Mw が 8. 4 と、経験式の最大 Mw である 8. 2 より大きく、外挿となっていることも、継続時間の過小評価の原因である可能性もある。

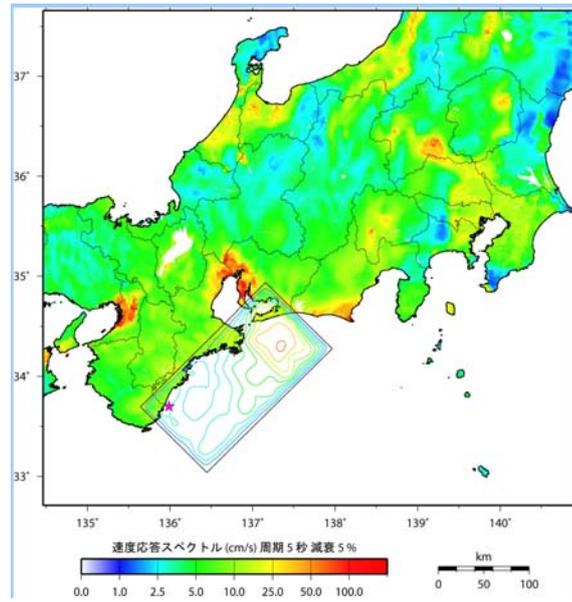
以上の結果から、改良版はオリジナル版と比較して、震源近傍の周期 2～4 秒で地震本部の計算波と平均的に同レベルとなり、改良されていることが確認された。ただし、継続時間については、特に経験式の最大 Mw である 8. 2 を超えるような巨大地震の場合、1 枚断層では過小評価となり、2 枚断層等の連動型を考える必要があることがわかった。このように、巨大地震の断層面の設定にあたっては、2011 年東北地方太平洋沖地震のシミュレーションの場合のように、アスペリティ分布等に基づき震源モデルを連動型にモデル化することが必要となると考えられる。

参考文献

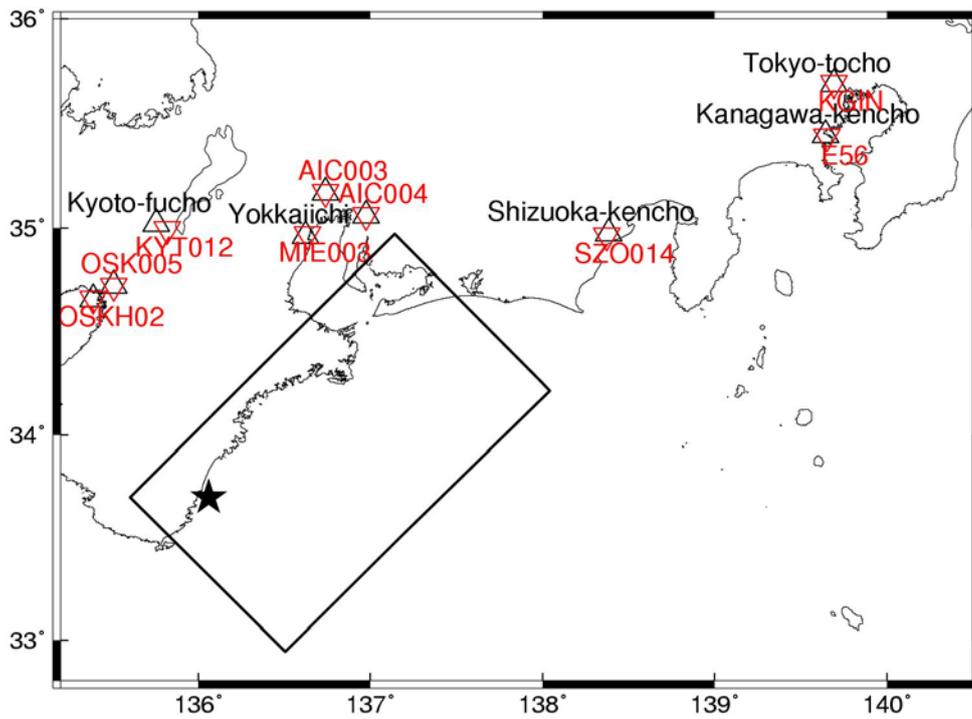
- 中央防災会議 東南海・南海地震等に関する専門調査会(2003). 第16回、資料3 図表集、pp. 18-20.
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai>
- 土方勝一郎・植竹富一・金谷淳二・真下貢・早川崇・渡辺基史・佐藤俊明(2006). 想定東海地震の関東平野における広帯域地震動予測、海溝型巨大地震を考えるー広帯域強震動の予測2ーシンポジウム論文集、pp. 83-90.
- 釜江克宏・川辺秀憲(2006). 南海地震における近畿圏の強震動予測, 第34回地盤震動シンポジウム、日本建築学会、pp. 35-40.
- 鶴来雅人・趙伯明・Petukhin A.・香川敬生(2005). 東南海・南海地震による大阪での強震動予測事例ー広帯域強震動の予測ーシンポジウム論文集、pp. 73-82.
- 関口春子・吉見雅行・吉田邦一・堀川晴央(2006). 海溝型巨大地震の広帯域地震動予測のためのマルチスケール不均質モデルと南海地震への適用、海溝型巨大地震を考えるー広帯域強震動の予測2ーシンポジウム論文集、pp. 61-73.
- 山中佳子(2004). 1944年東南海地震と1945年三河地震の震源過程、月刊 地球、Vol. 26、No. 11、pp. 739-745.
- 地震調査研究推進本部(2009). 「長周期地震動予測地図」2009年試作版、
http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09_choshuki/choshuki2009_c3.pdf
- 地震調査研究推進本部(2012). 「長周期地震動予測地図」2012年試作版、http://www.jishin.go.jp/main/chousa/12_choshuki/choshuki2012.pdf

表 3.2-1 長周期地震動計算に用いる地震本部の震源モデル

	M_0 [dyne · cm]	Mw	備考	震源モデルの参考
東南海地震	1.48×10^{28}	8.1	1944年東南海地震の再現	山中(2004)
想定東海地震	1.12×10^{28}	8.0	レシピに基づく	中央防災会議(2003)



(a) 地震本部の震源モデル

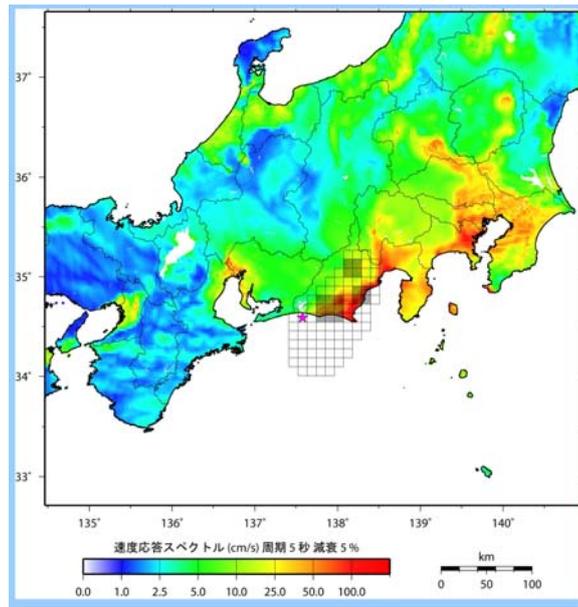


(b) 地震本部の震源モデルに基づく本検討の震源モデルと計算地点

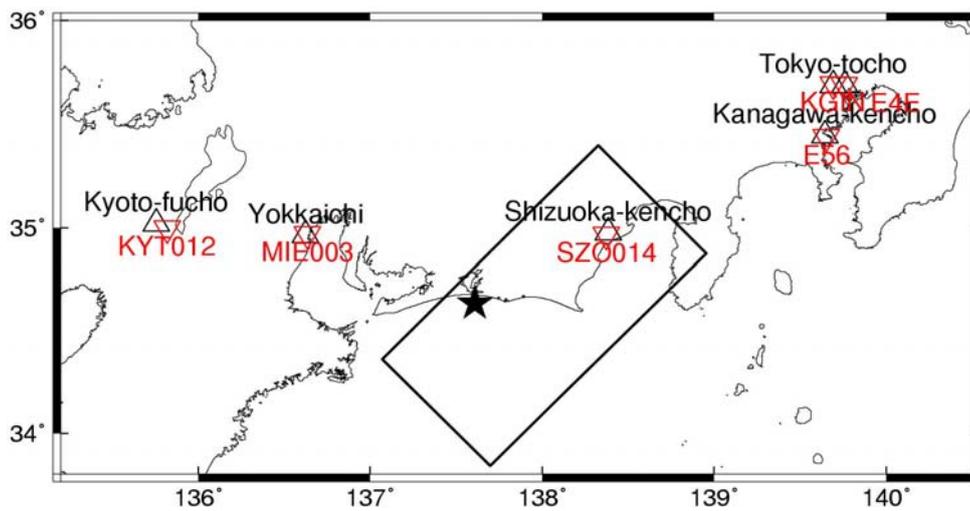
黒文字：地震本部の公開計算地点

赤文字：本検討の計算地点および地震本部から計算波を個別に頂いた地点

図 3.2-1 東南海地震の震源モデルと計算地点



(a) 地震本部の震源モデル



(b) 地震本部の震源モデルに基づく本検討の震源モデルと計算地点

黒文字：地震本部の公開計算地点

赤文字：本検討の計算地点および地震本部から計算波を個別に頂いた地点

図 3.2-2 東海地震の震源モデルと計算地点

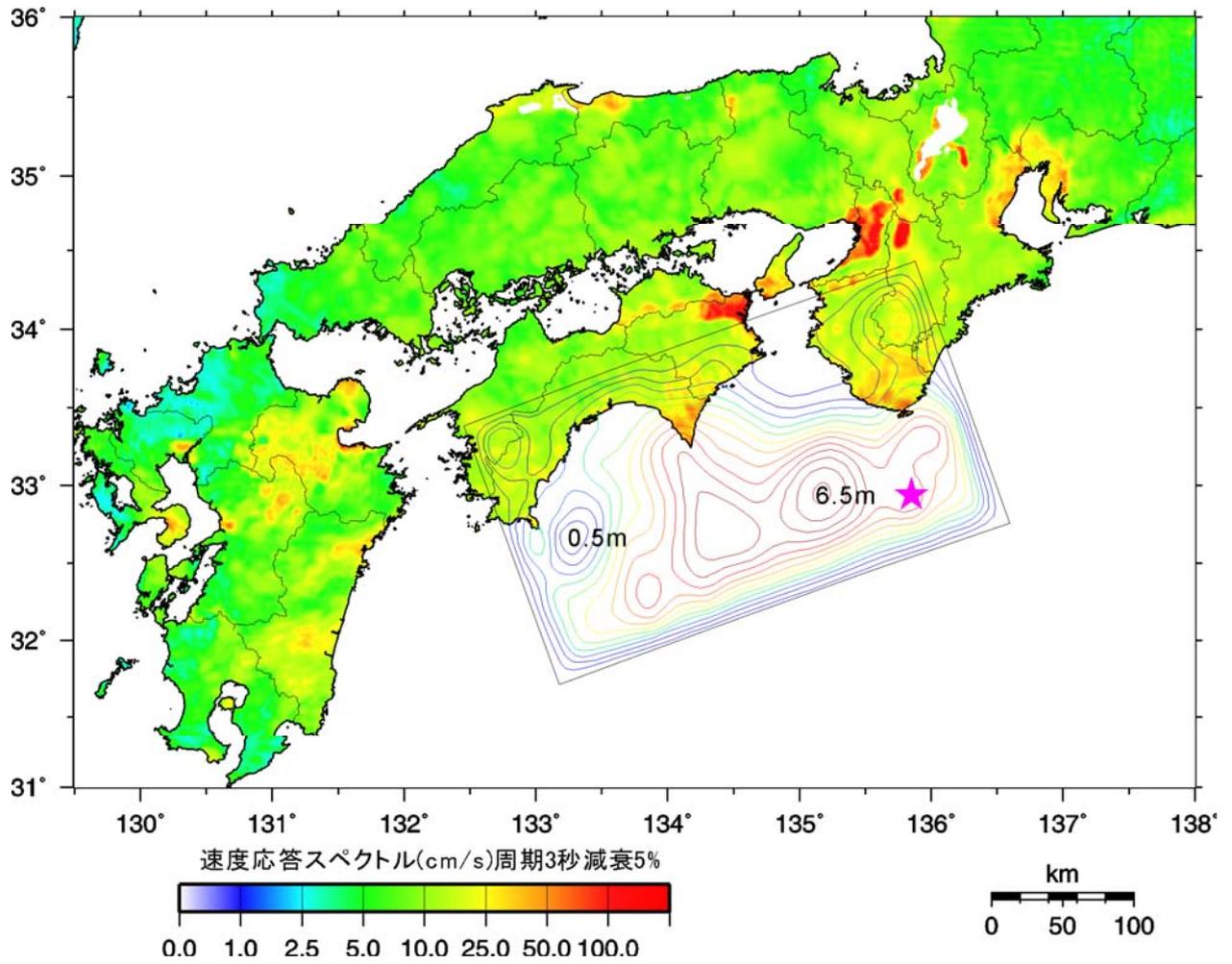


図 3.2-3 地震本部(2012)による南海地震の周期3秒の速度応答スペクトル(h=5%)分布

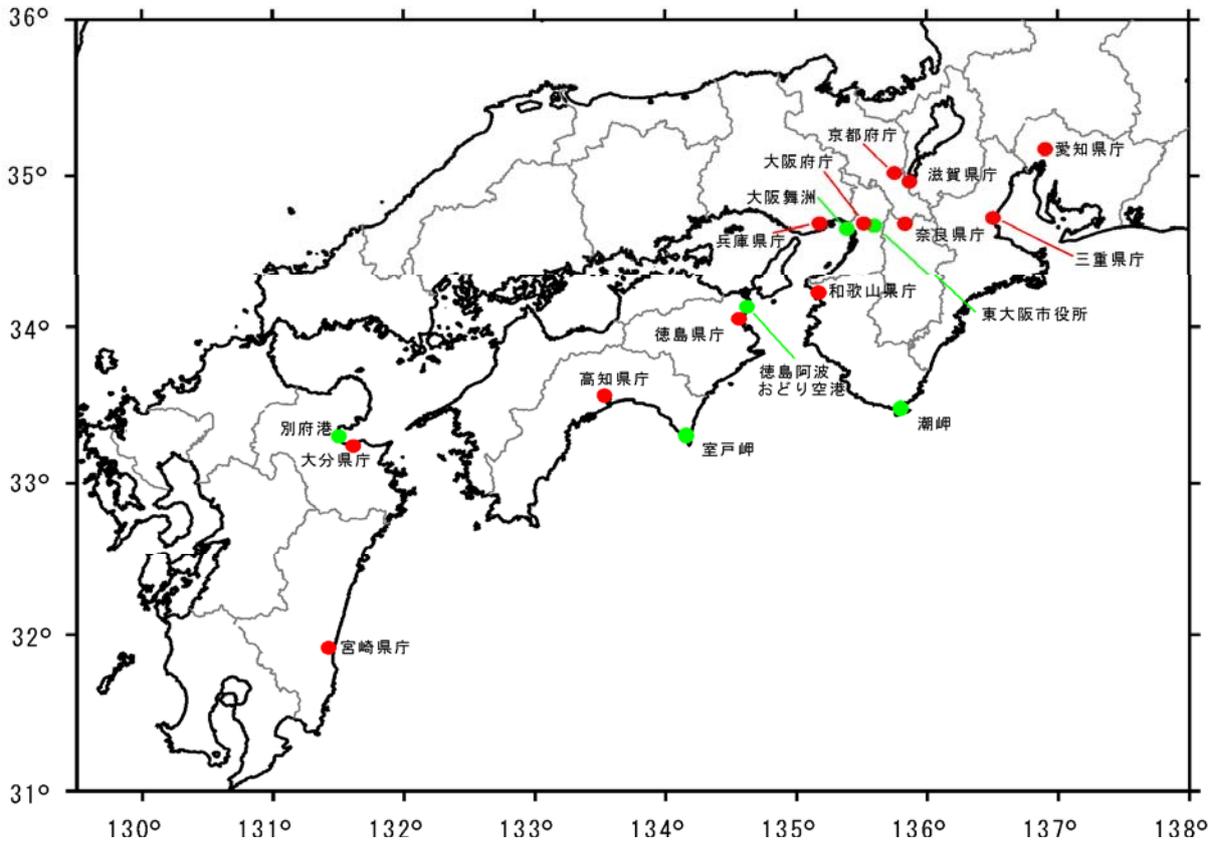


図 3.2-4 地震本部(2012)による南海地震の計算長周期地震動公開地点

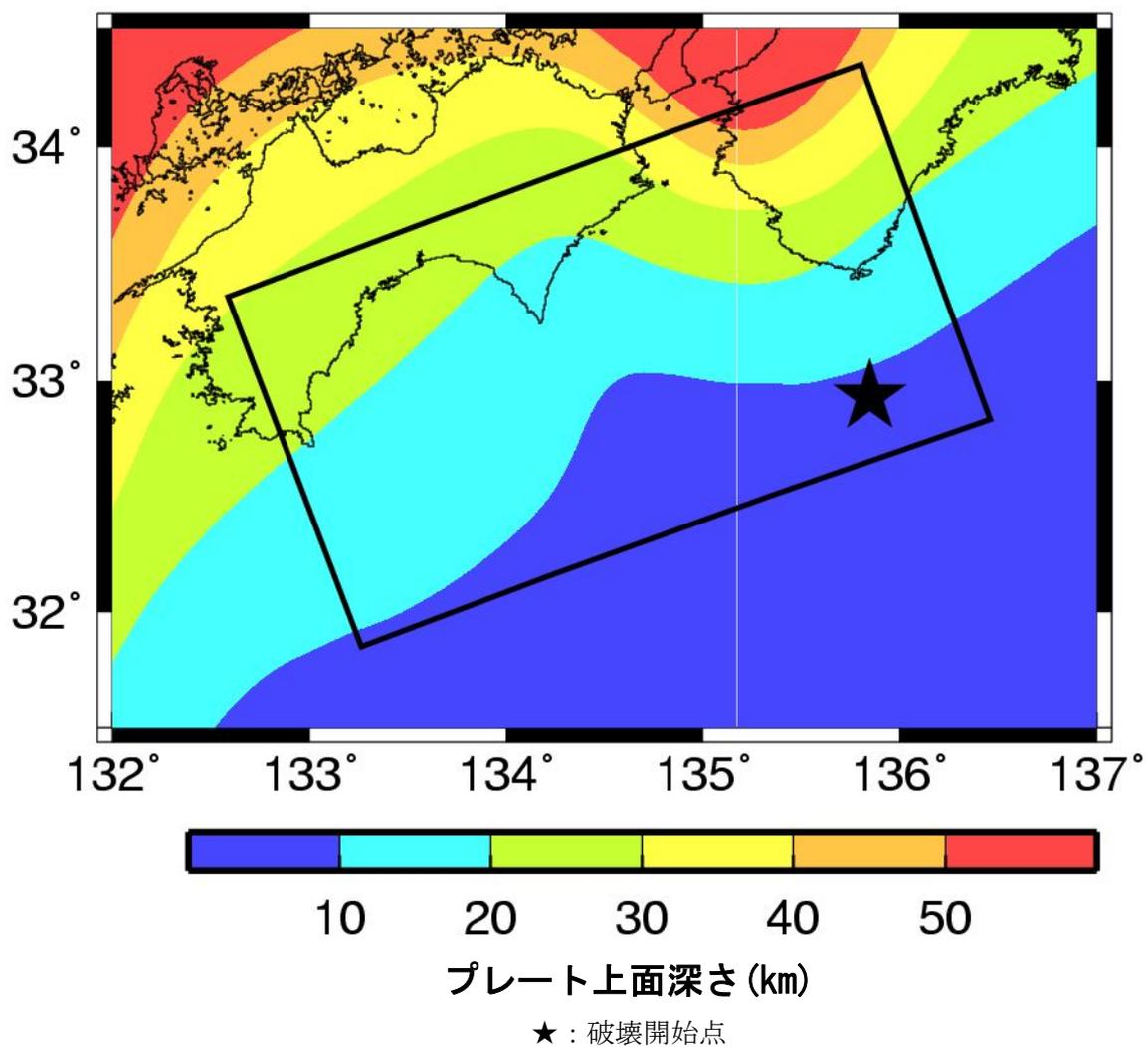
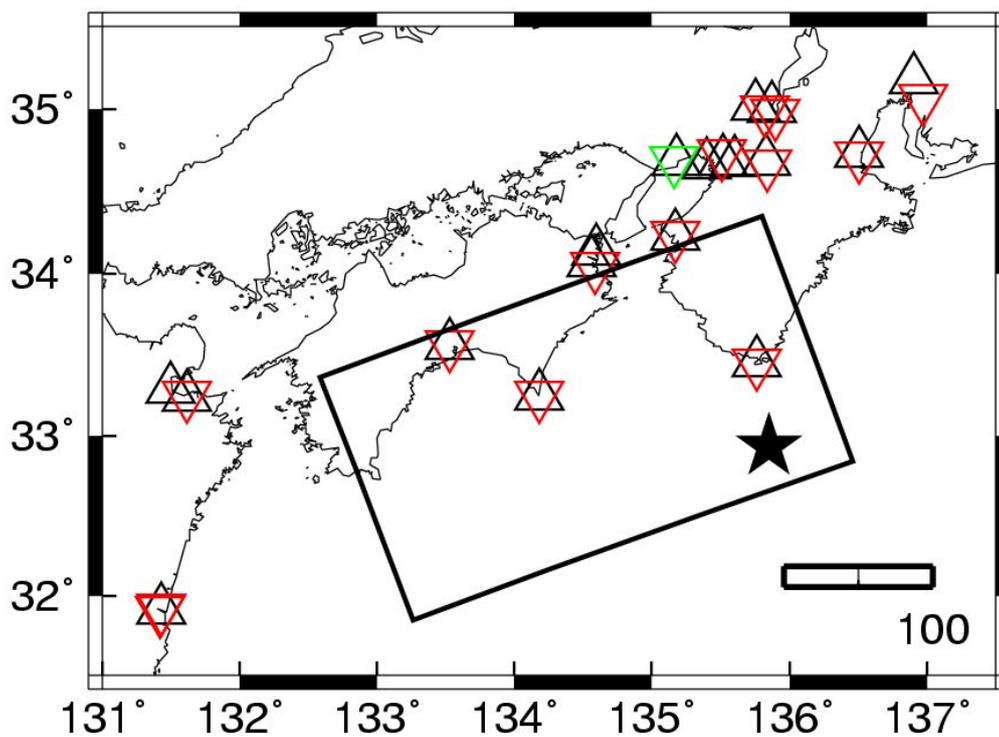
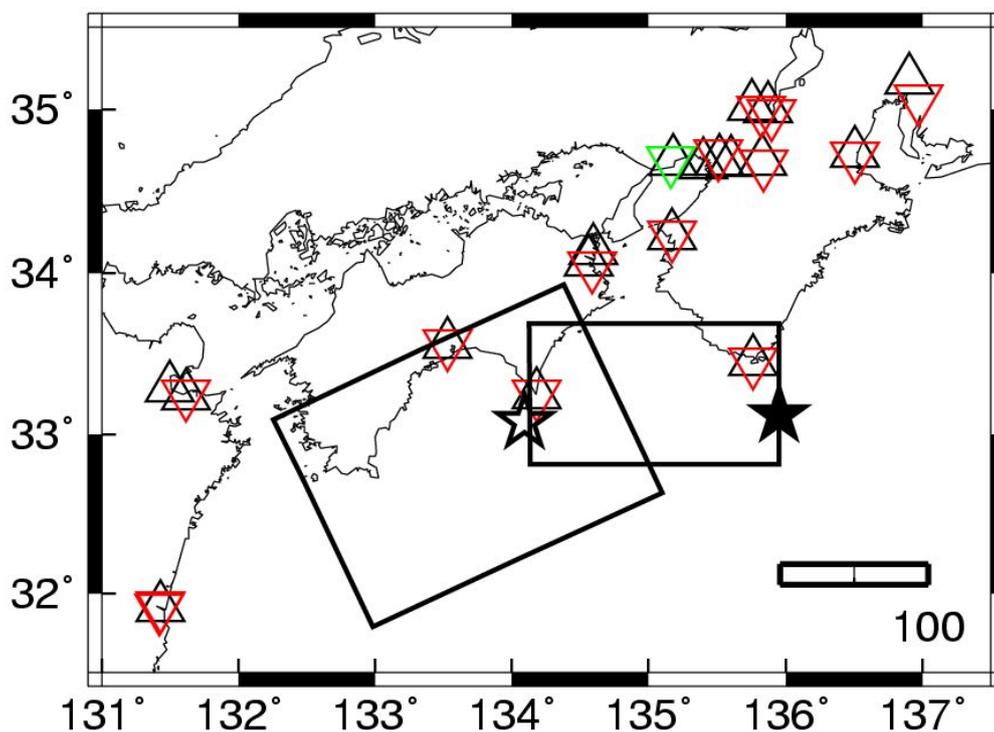


図 3.2-5 地震本部(2012)による南海地震の長周期地震動予測地図作成に用いられた3次元地下構造モデルに基づくフィリピン海プレート上面深さ分布と、地震本部の曲面断層面に基づき本検討で設定した南海地震に対する矩形震源モデル



(a) 地震本部の断層面に基づき本検討で設定した断層面



(b) 中央防災会議(2003)に基づき鶴来・他(2005)で設定した震源モデルに基づく断層面

△＝地震本部による計算地点

▽＝旧経験式と改良経験式による本検討による計算地点

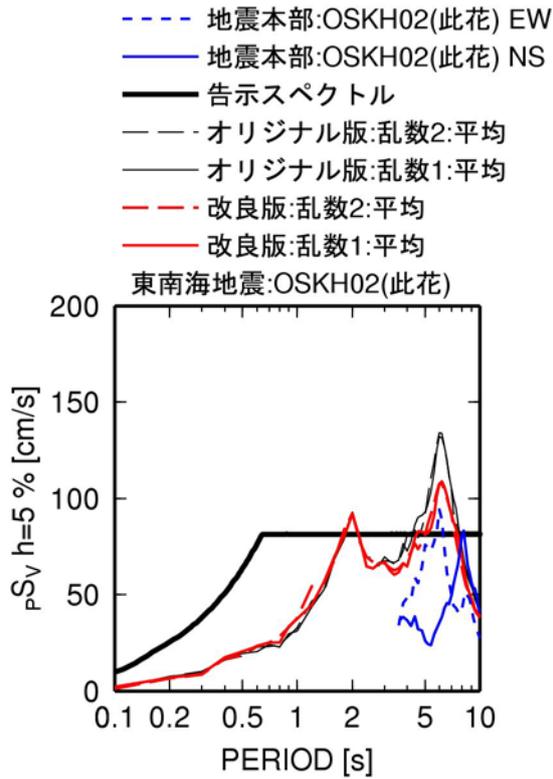
▽＝改良経験式による本検討による計算地点

★第1破壊開始点、☆第2破壊開始点

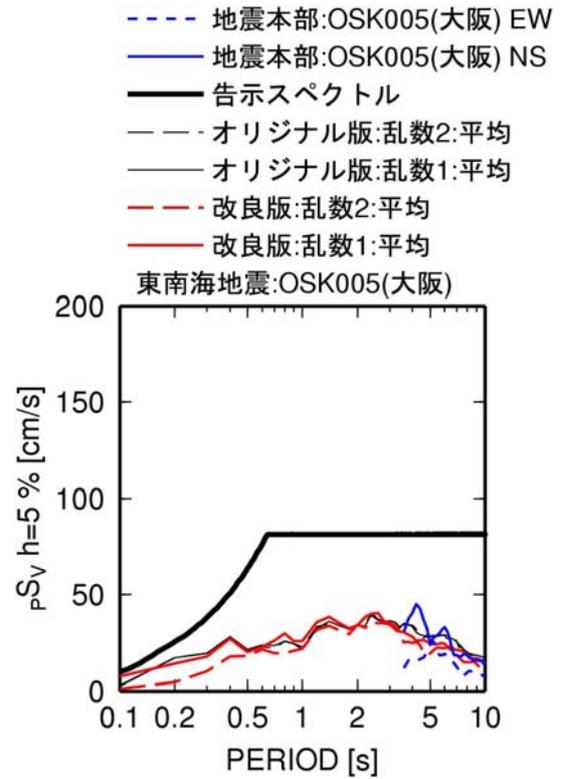
図 3.2-6 計算に用いる断層面と計算地点

表 3.2-2 地震本部(2012)と鶴来・他(2005)に基づく南海地震の断層パラメータ

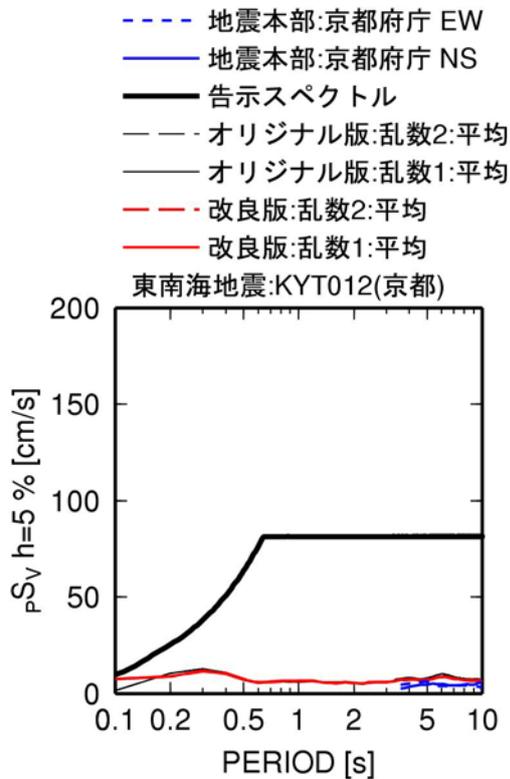
		Mw	M ₀	長さ	幅	参照
			dyne・cm	km	km	
地震本部(2012)に基づくモデル		8.4	5.01E+28	320	180	
鶴来・他(2005)に基づくモデル	東断層	8.2	2.91E+28	170	100	中央防災会議(2003)
	西断層	8.4	5.46E+28	220	160	



(a) OSKH02 (此花)

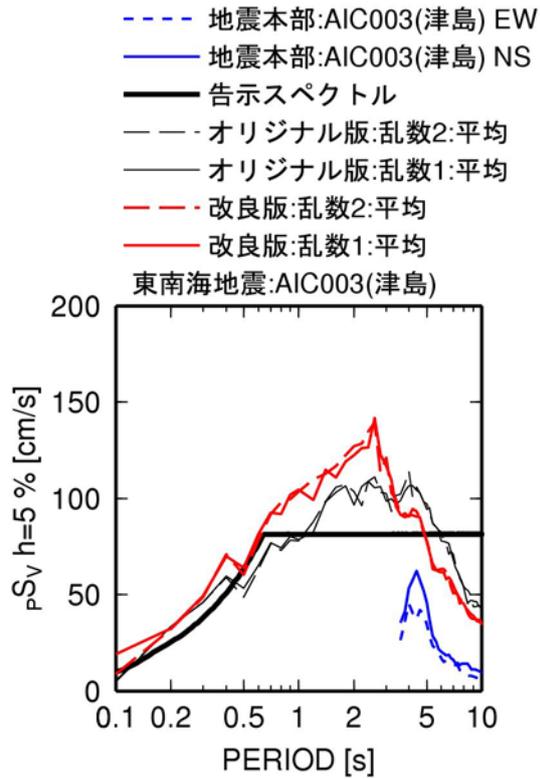


(b) OSK005 (大阪)

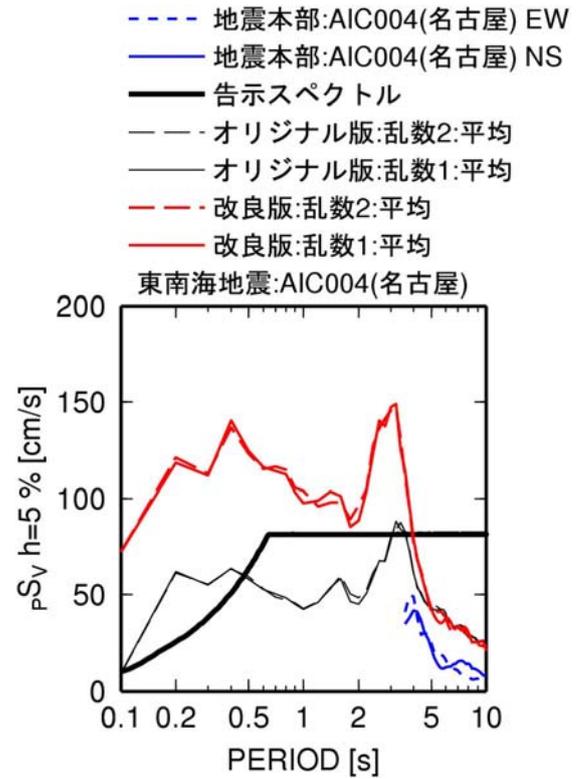


(c) KYT012(京都)

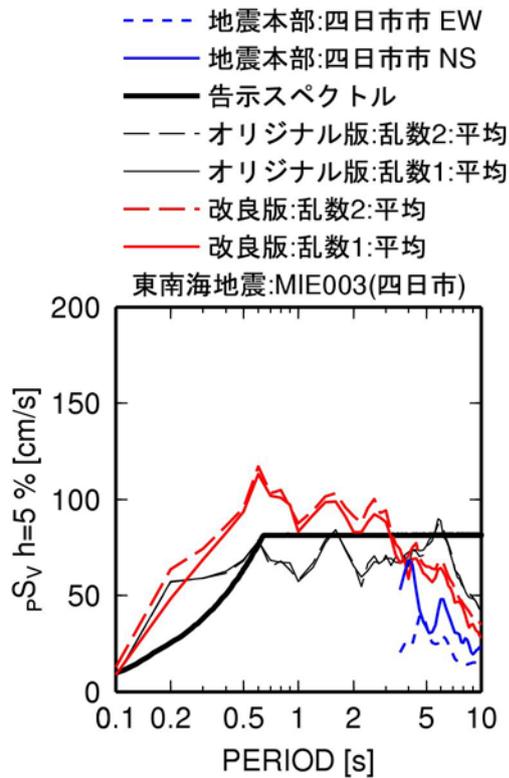
図 3.2-7 東南海地震による大阪平野での本検討と地震本部の予測波の擬似速度応答スペクトル (h=5%) の比較



(a) AIC003 (津島)

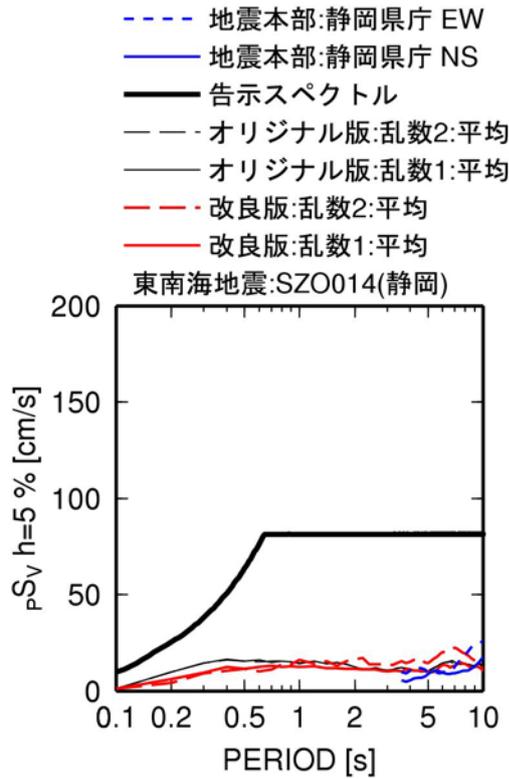


(b) AIC004 (名古屋)

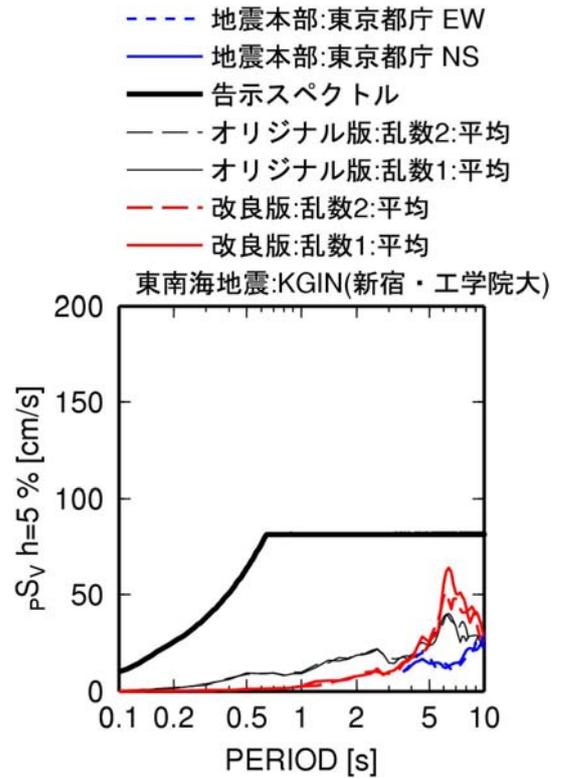


(c) MIE003(四日市)

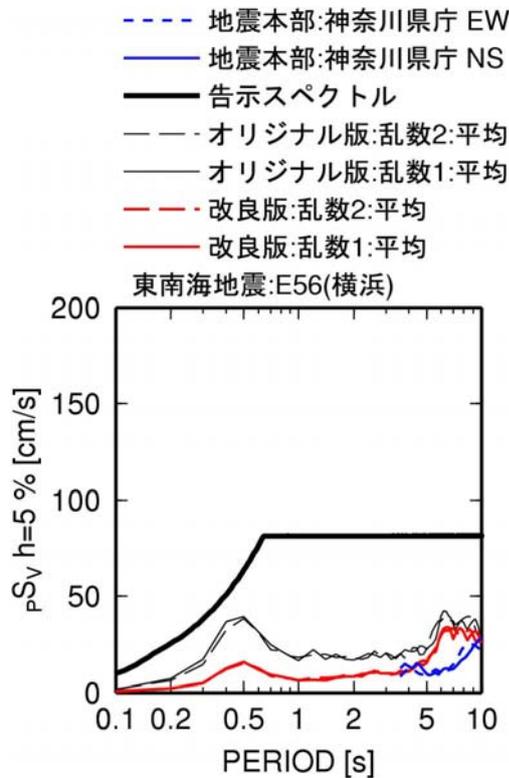
図 3. 2-8 東南海地震による濃尾平野での本検討と地震本部の予測波の擬似速度応答スペクトル (h=5%) の比較



(a) SZO014 (静岡)

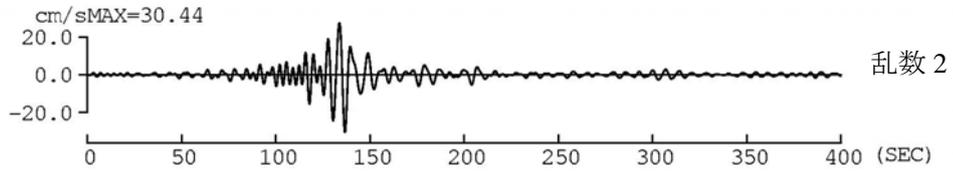
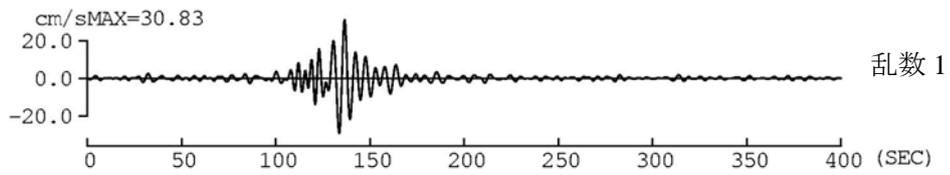


(b) KGIN (新宿・工学院大学)

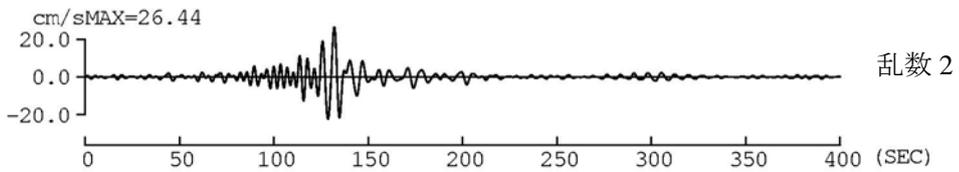
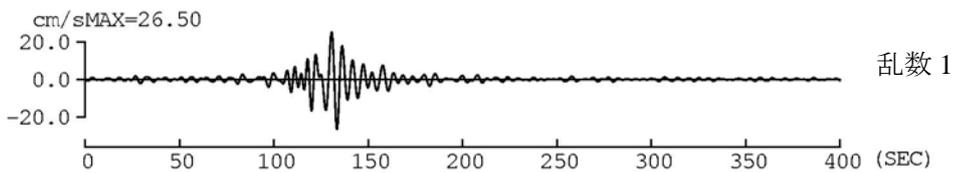


(c) 横浜(E56)

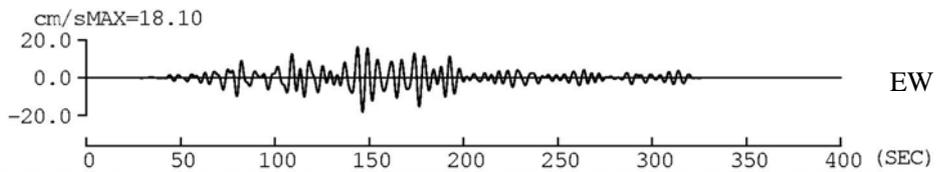
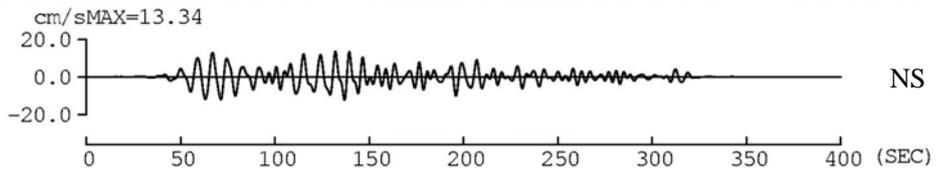
図 3.2-9 東南海地震による本検討と地震本部の予測波の擬似速度応答スペクトル(h=5%)の比較



(a) オリジナル版 : OSKH02

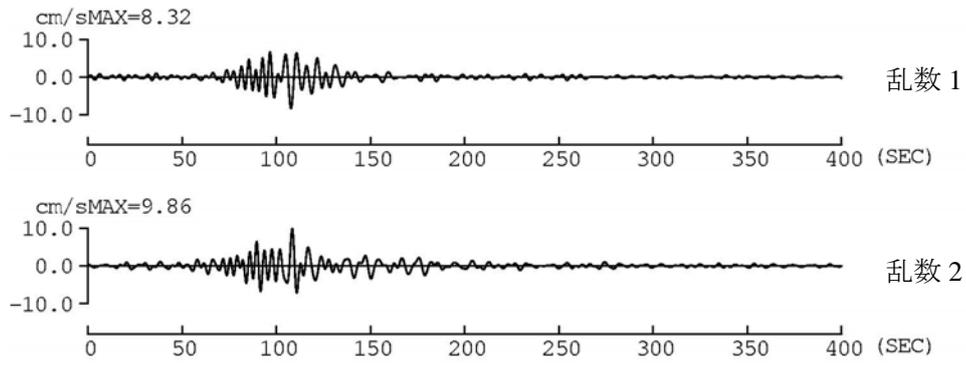


(b) 改良版 : OSKH02

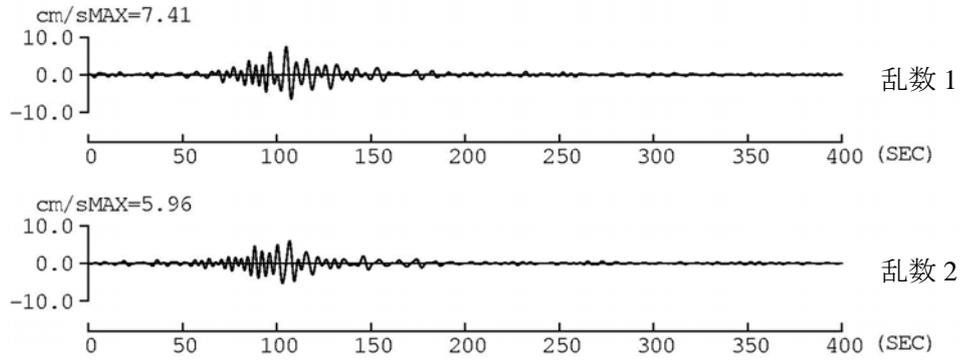


(c) 地震本部 : OSKH02

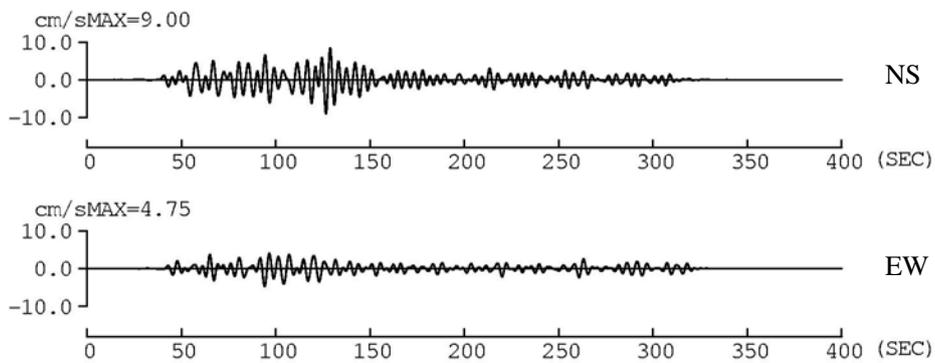
図 3.2-10 東南海地震の OSKH02(此花)における本検討と地震本部の予測波(周期 3.5~10 秒の速度フィルター波形)の比較



(a) オリジナルの式 : OSK005

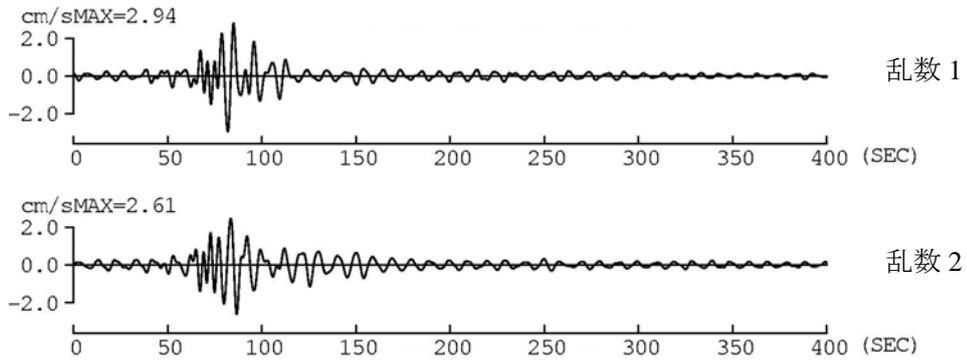


(b) 改良式 : OSK005

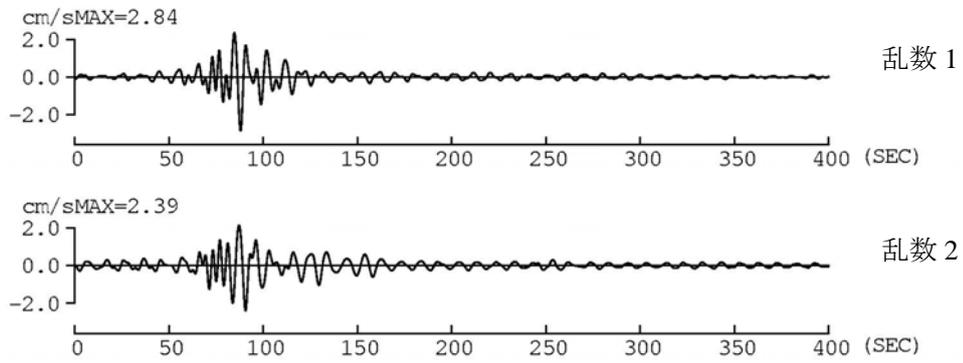


(c) 地震本部 : OSK005

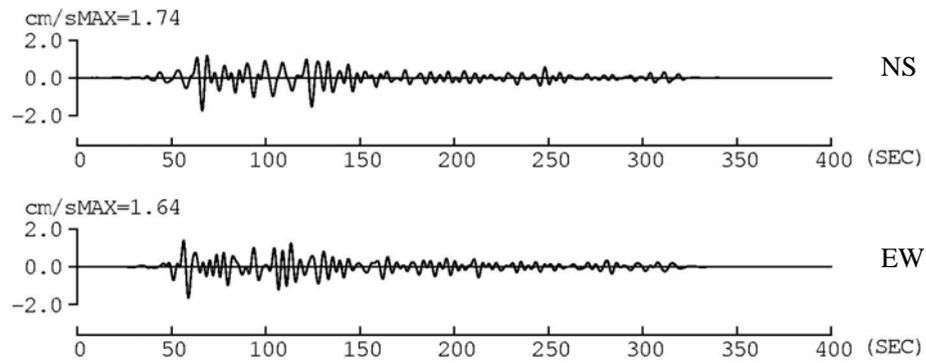
図 3.2-11 東南海地震の OSK005(大阪)における本検討と地震本部の予測波(周期 3.5~10 秒の速度フィルター波形)の比較



(a) オリジナル版 : KYT012

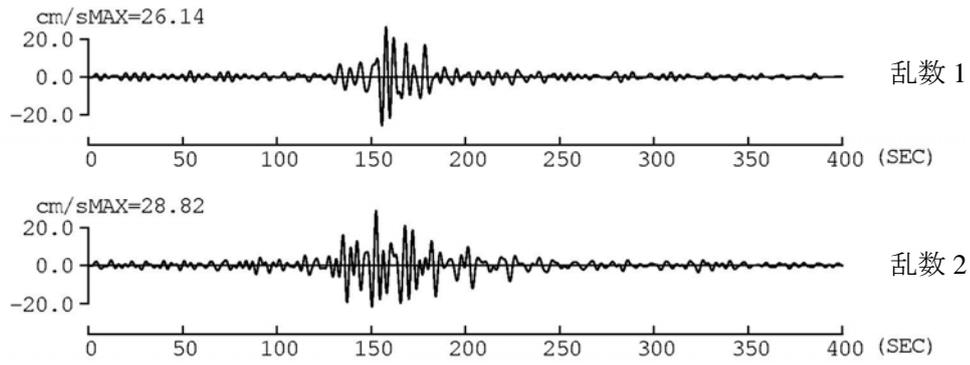


(b) 改良版 : KYT012

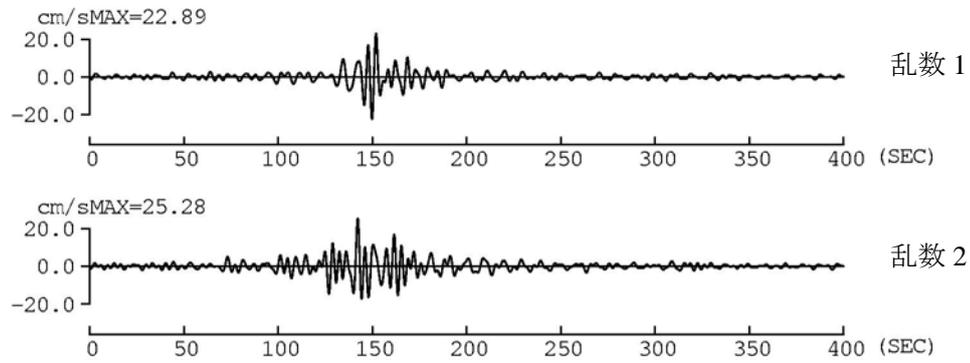


(c) 地震本部 : 京都府庁

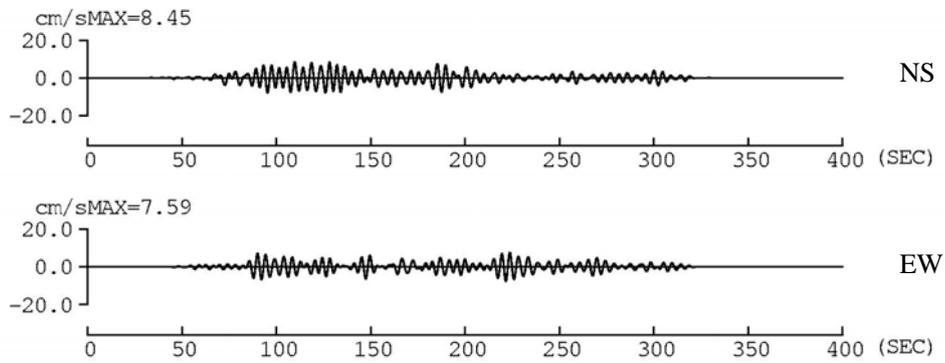
図 3.2-12 東南海地震の京都における本検討と地震本部の予測波(周期 3.5~10 秒の速度フィルター波形)の比較



(a) オリジナル版 : AIC003

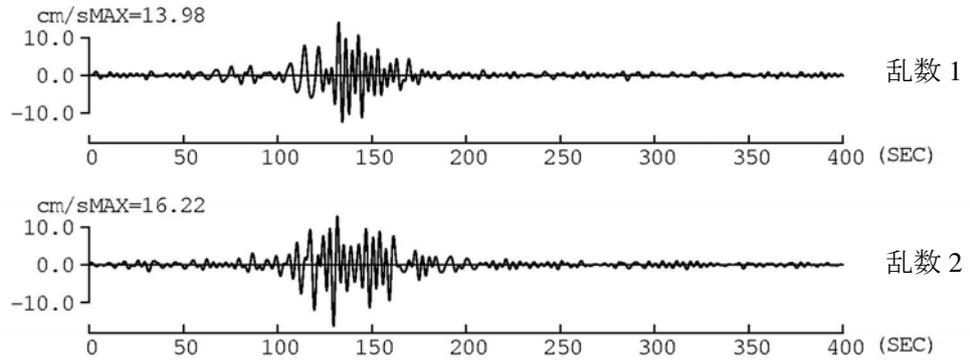


(b) 改良版 : AIC003

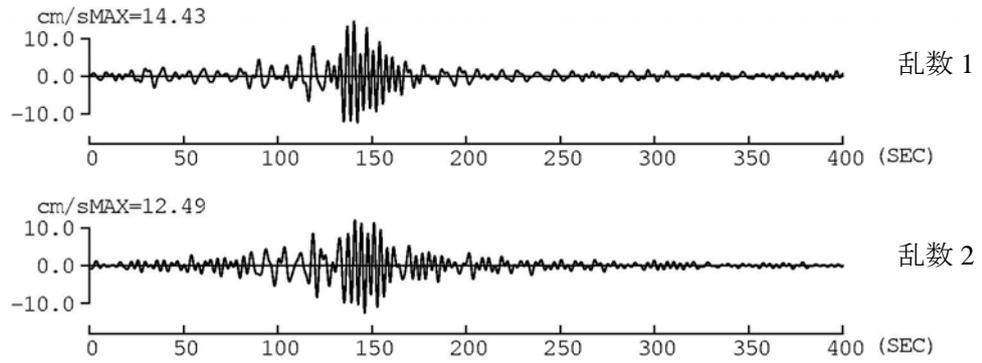


(c) 地震本部 : AIC003

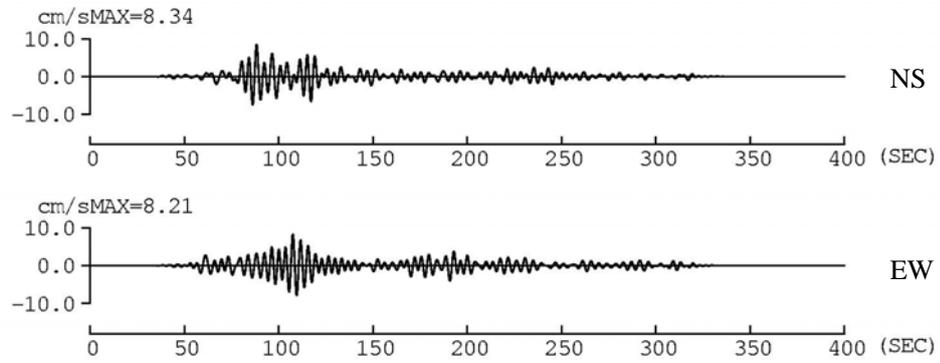
図3.2-13 東南海地震のAIC003(津島)における本検討と地震本部の予測波(周期3.5~10秒の速度フィルター波形)の比較



(a) オリジナルの式 : AIC004

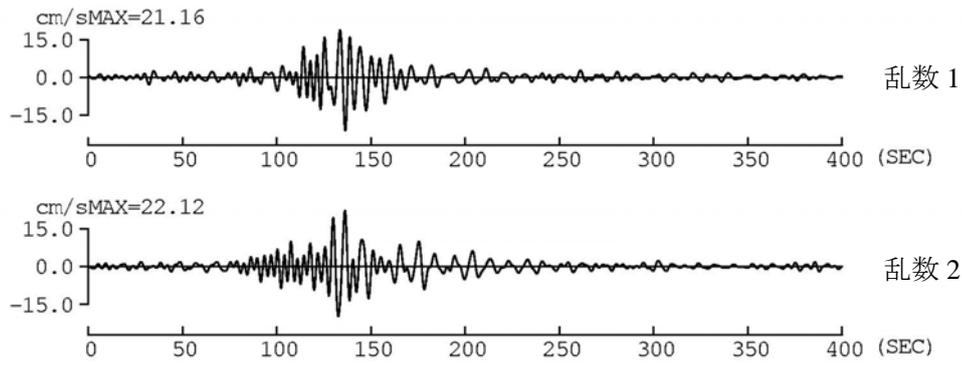


(b) 改良式 : AIC004

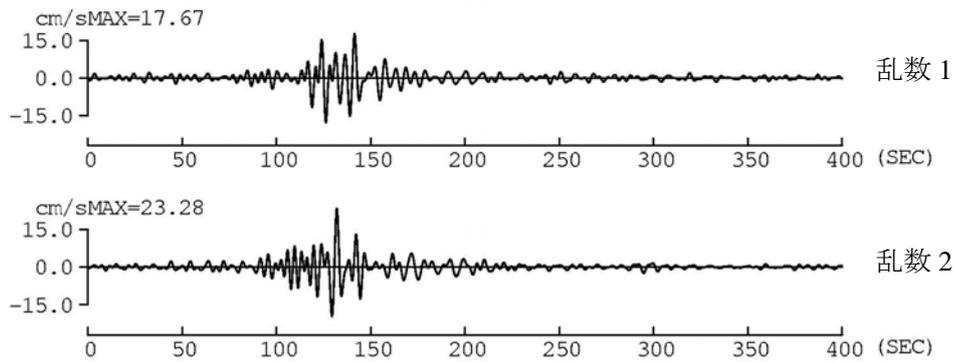


(c) 地震本部 : AIC004

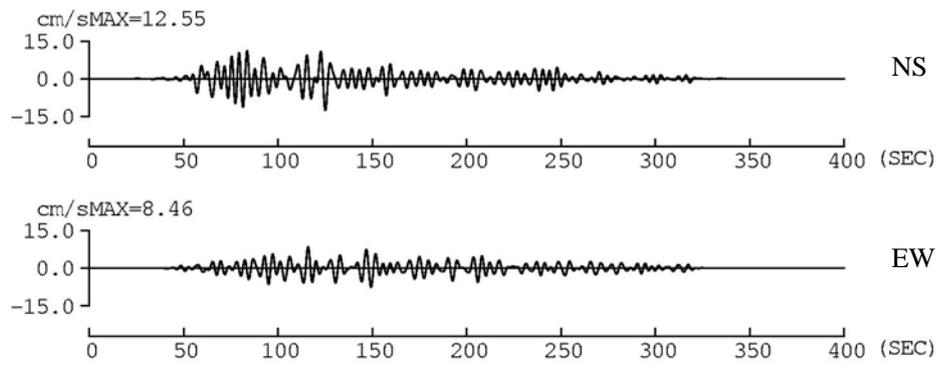
図3.2-14 東南海地震のAIC004(名古屋)における本検討と地震本部の予測波(周期3.5~10秒の速度フィルター波形)の比較



(a) オリジナル版 : MIE003

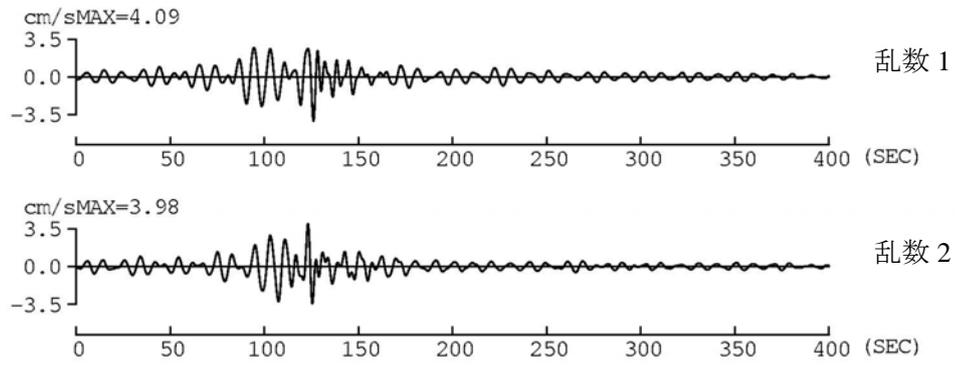


(b) 改良版 : MIE003

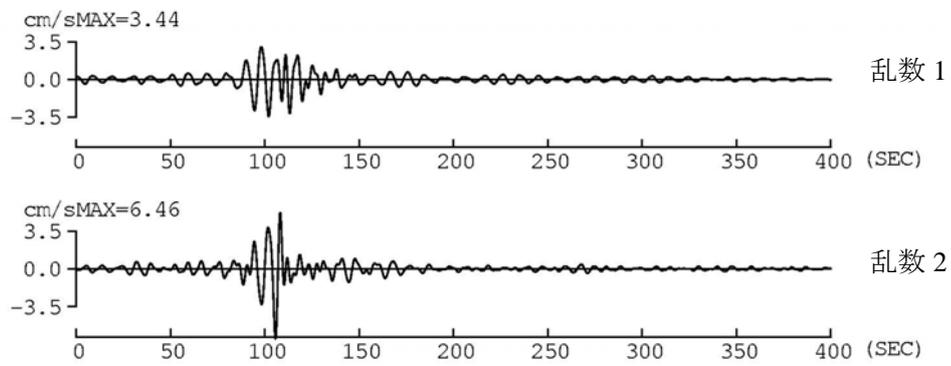


(c) 地震本部 : 四日市

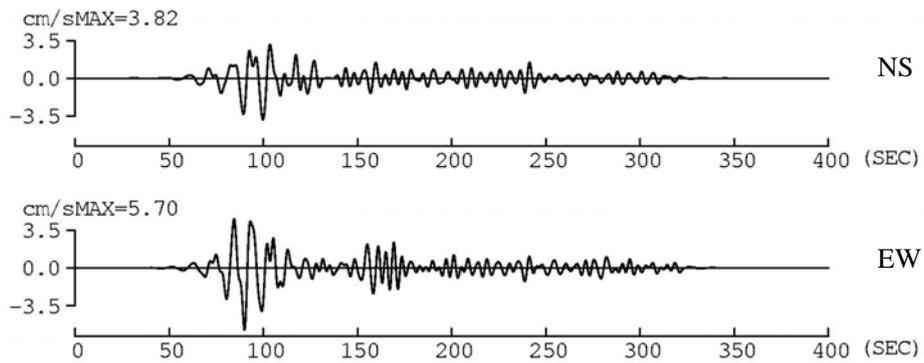
図 3.2-15 東南海地震の四日市における本検討と地震本部の予測波(周期 3.5~10 秒の速度フィルター波形)の比較



(a) オリジナル版：SZ0014

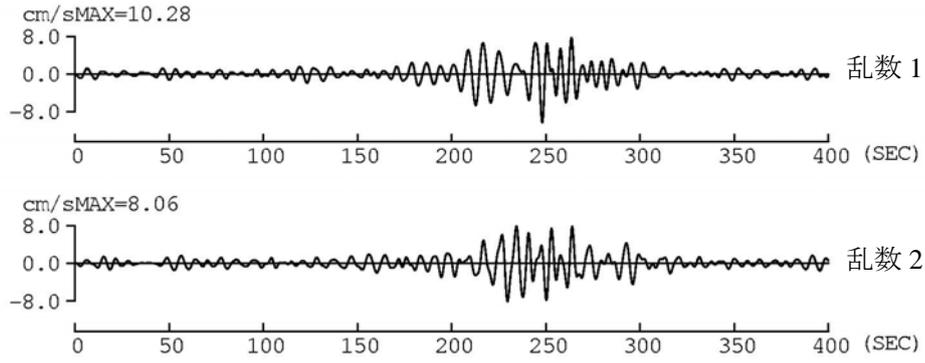


(b) 改良版：SZ0014

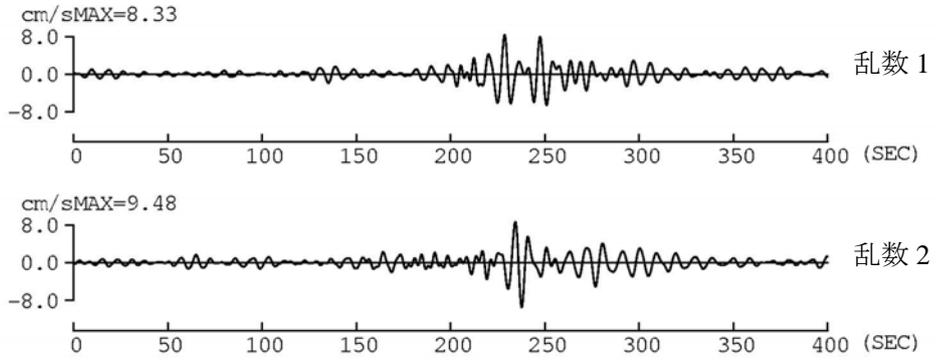


(b) 地震本部：静岡県庁

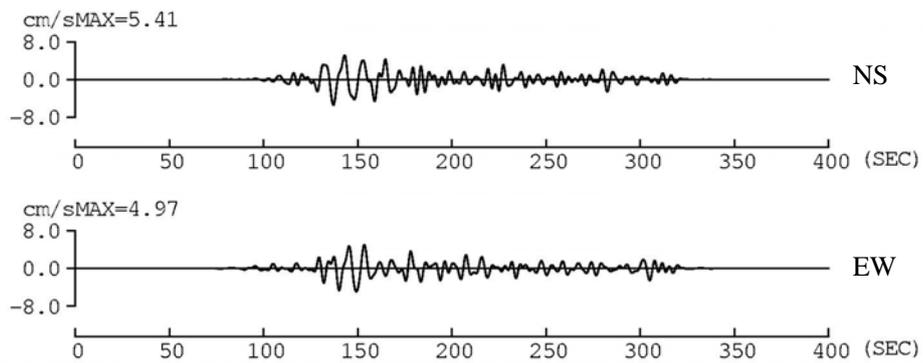
図3.2-16 東南海地震の静岡市における本検討と地震本部の予測波(周期3.5~10秒の速度フィルター波形)の比較



(a) オリジナル版 : E56(横浜)

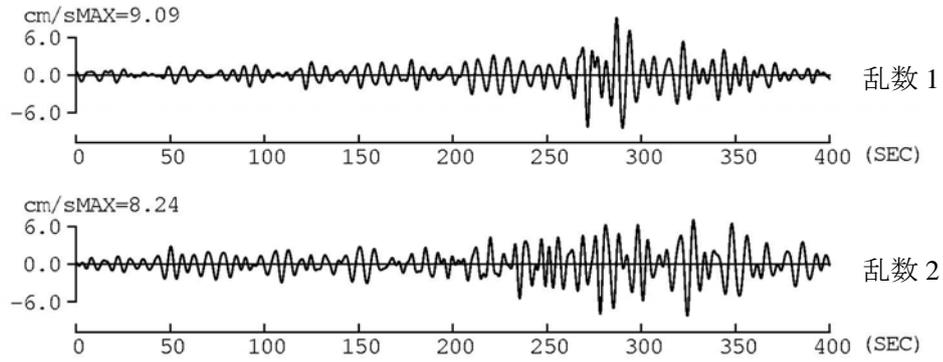


(b) 改良版 : E56(JMA 横浜)

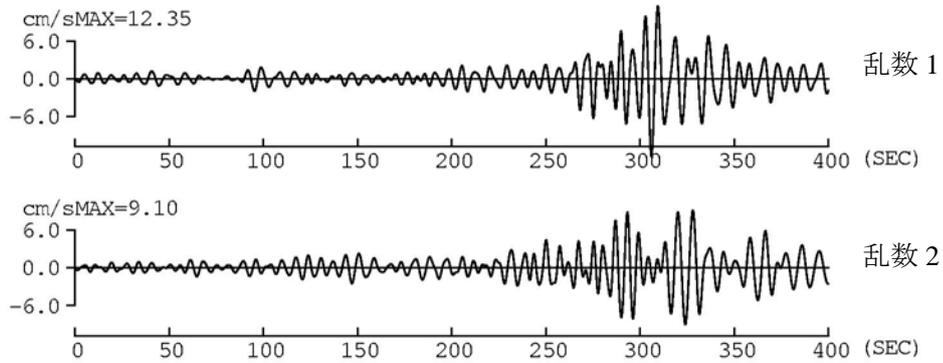


(b) 地震本部 : 神奈川県庁

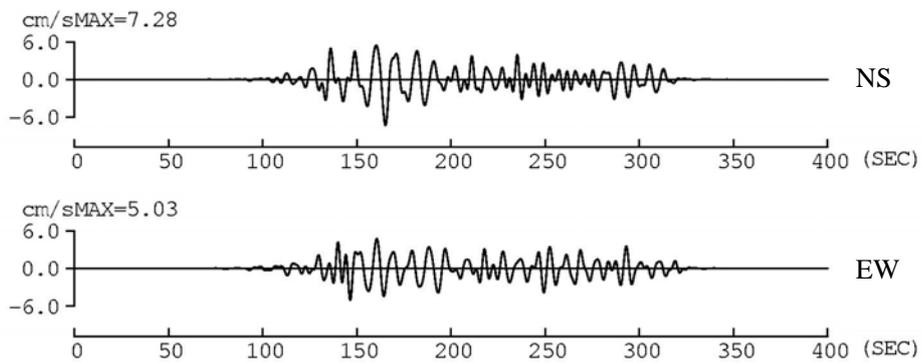
図 3.2-17 東南海地震の横浜における本検討と地震本部の予測波(周期 3.5~10 秒の速度フィルター波形)の比較



(a) オリジナルの式：KGIN(工学院大学)



(b) 改良版：E56(JMA 横浜)



(b) 地震本部：東京都庁

図 3.2-18 東南海地震の新宿における本検討と地震本部の予測波(周期 3.5~10 秒の速度フィルター波形)の比較

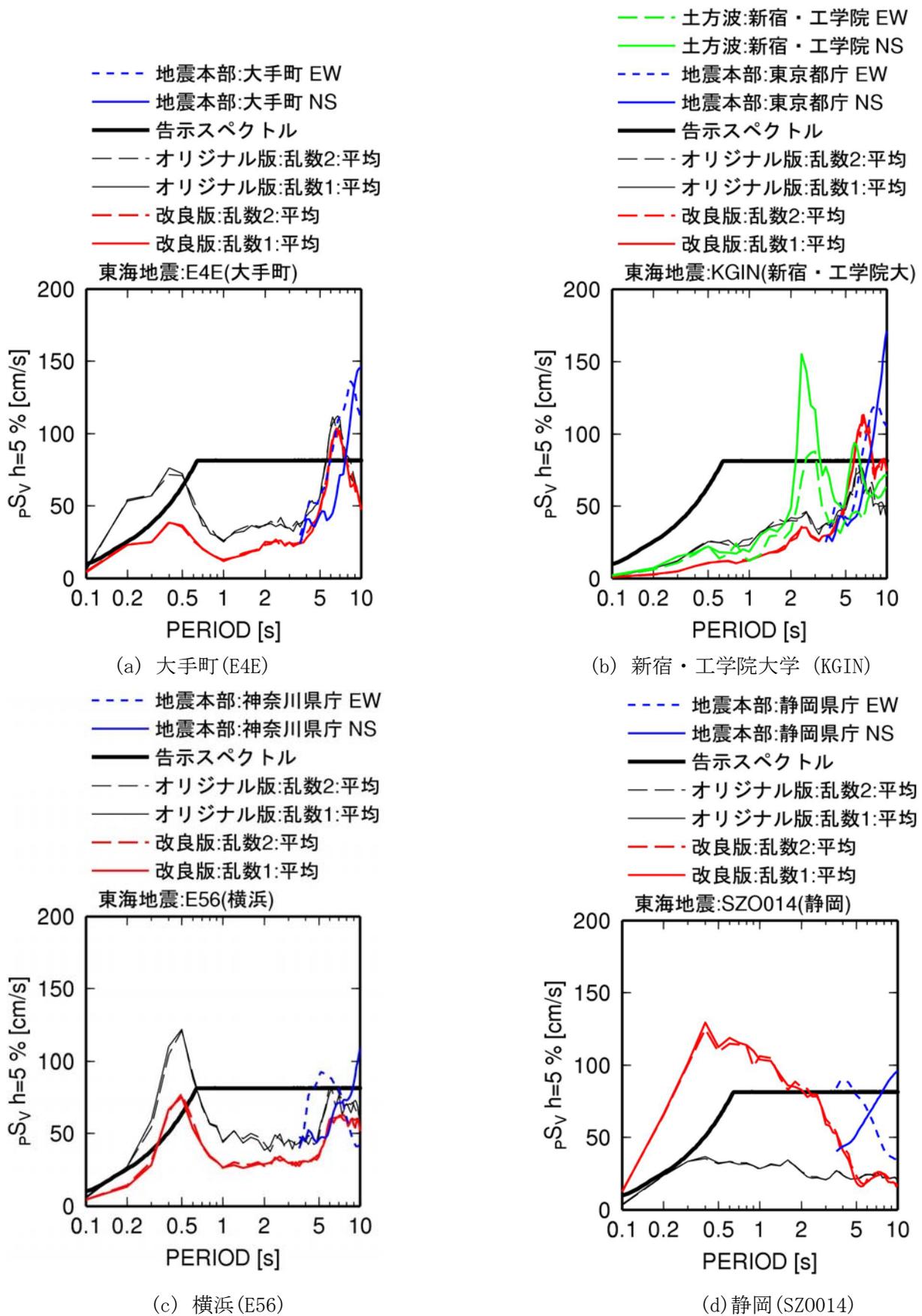


図 3.2-19 東海地震による本検討と地震本部及び土方・他(2006)の予測波の擬似速度応答スペクトル(h=5%)の比較(震央より東側の観測点)

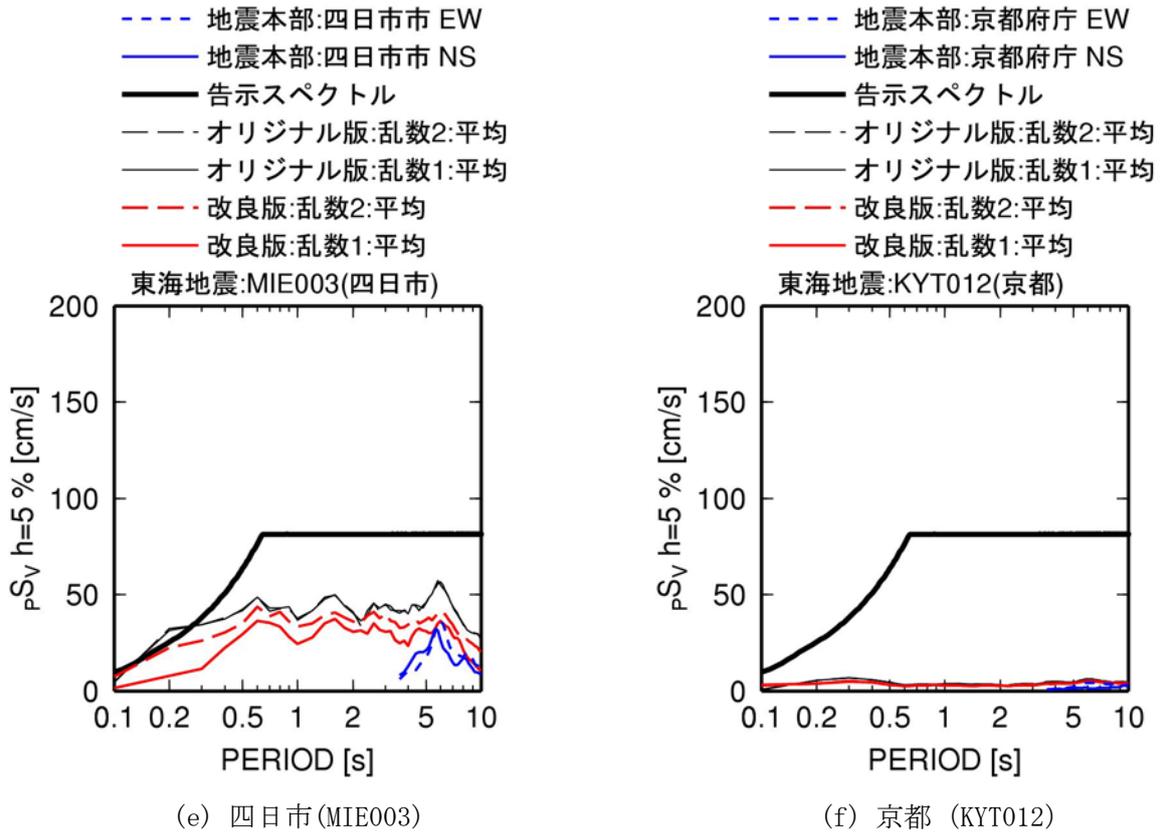


図 3. 2-20 東海地震による本検討と地震本部の予測波の擬似速度応答スペクトル (h=5%) の比較 (震央より西側の観測点)

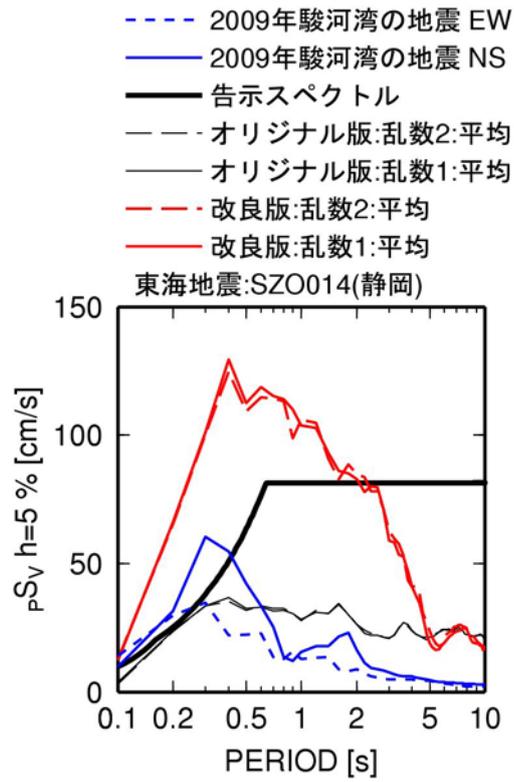


図 3.2-21 東海地震による本検討の予測波と 2009 年駿河湾の地震 (Mw6.2) の観測波の擬似速度応答スペクトル (h=5%) の比較

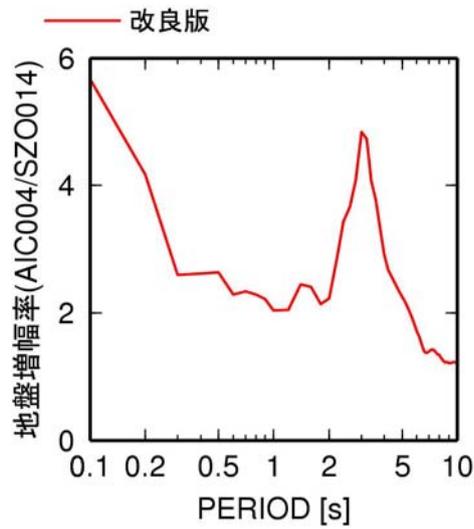


図 3.2-22 改良版の経験式の静岡 (SZO014) に対する名古屋 (AIC004) の地盤増幅率の比較

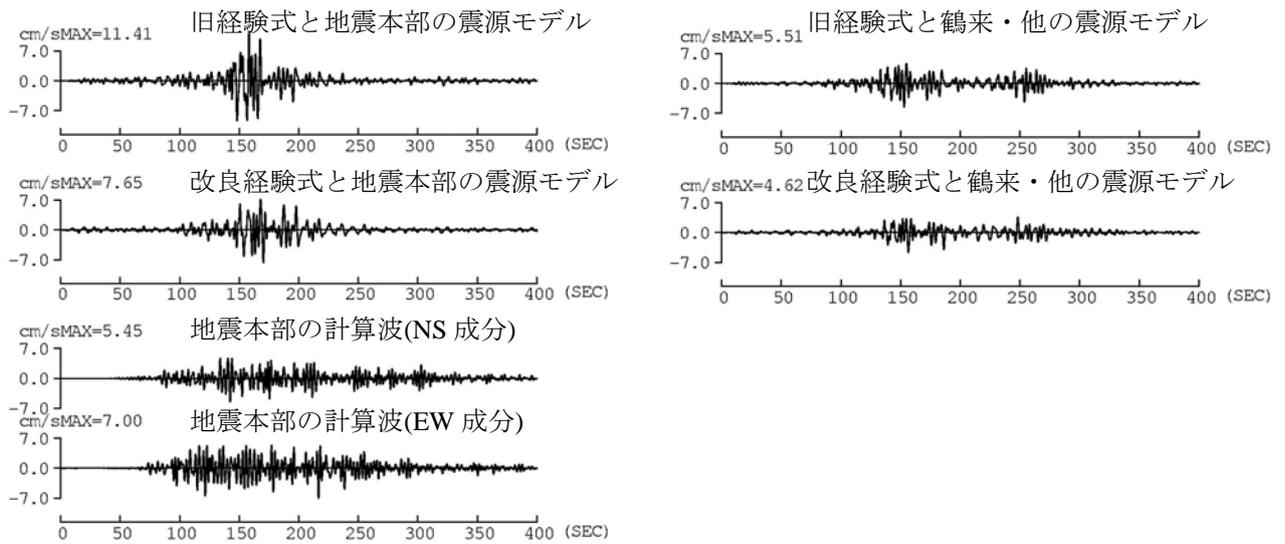
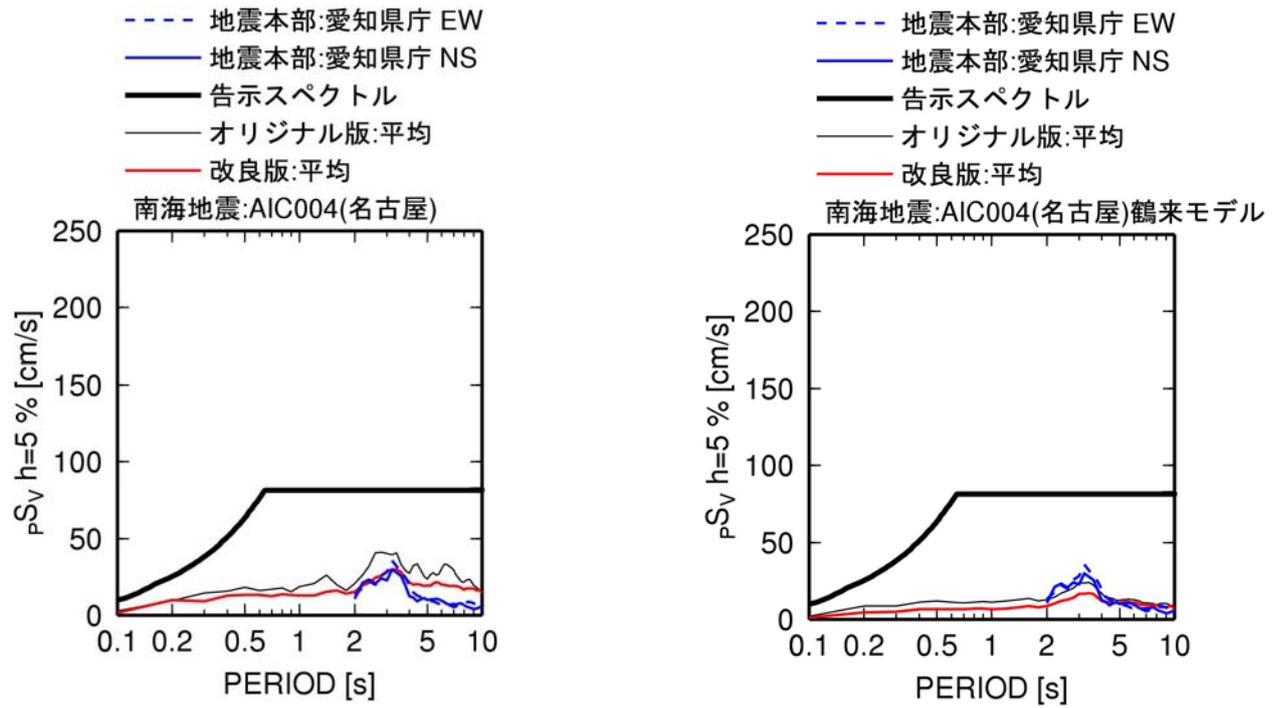


図 3.2-23 地震本部の計算波(愛知県庁)と本検討の経験式に基づく計算波(AIC004)の擬似速度応答スペクトルと周期2~10秒の速度波形の比較

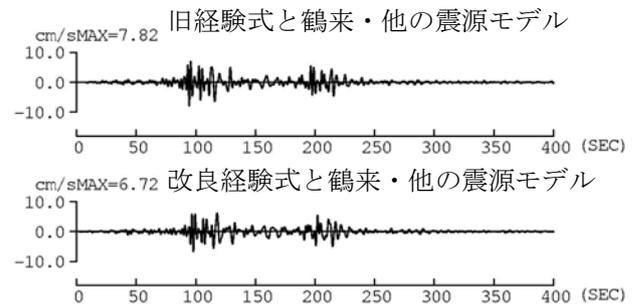
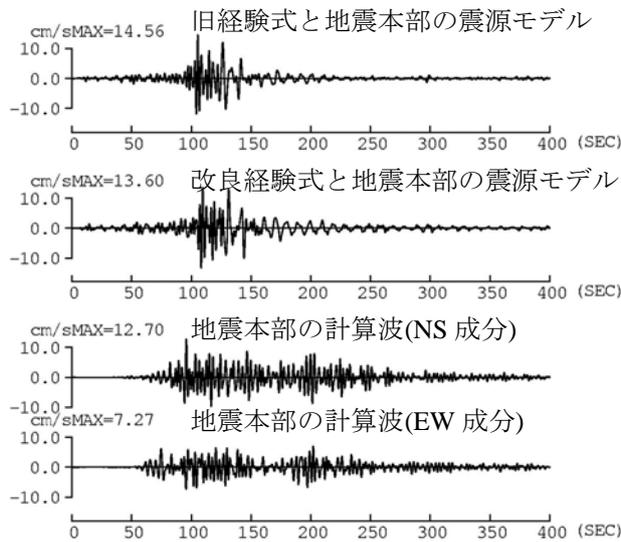
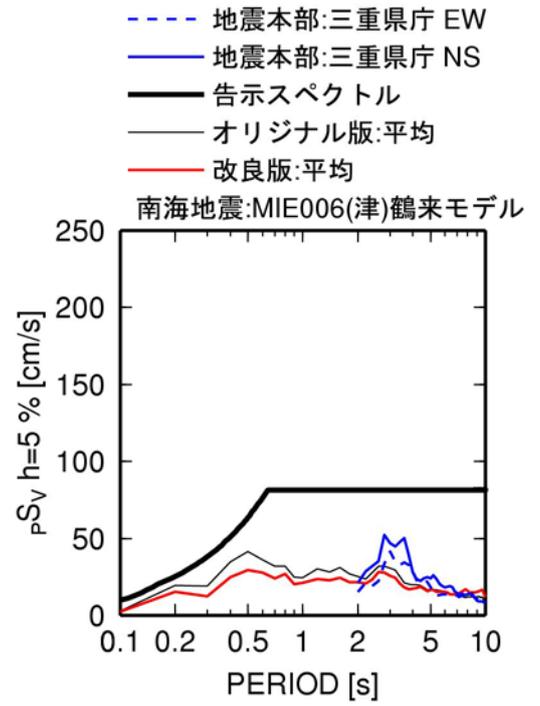
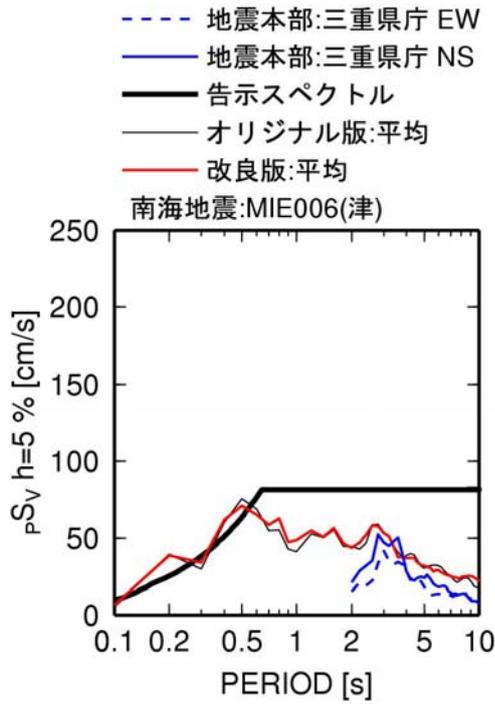


図 3.2-24 地震本部の計算波(三重県庁)と本検討の経験式に基づく計算波(MIE006)の擬似速度応答スペクトルと周期 2~10 秒の速度波形の比較

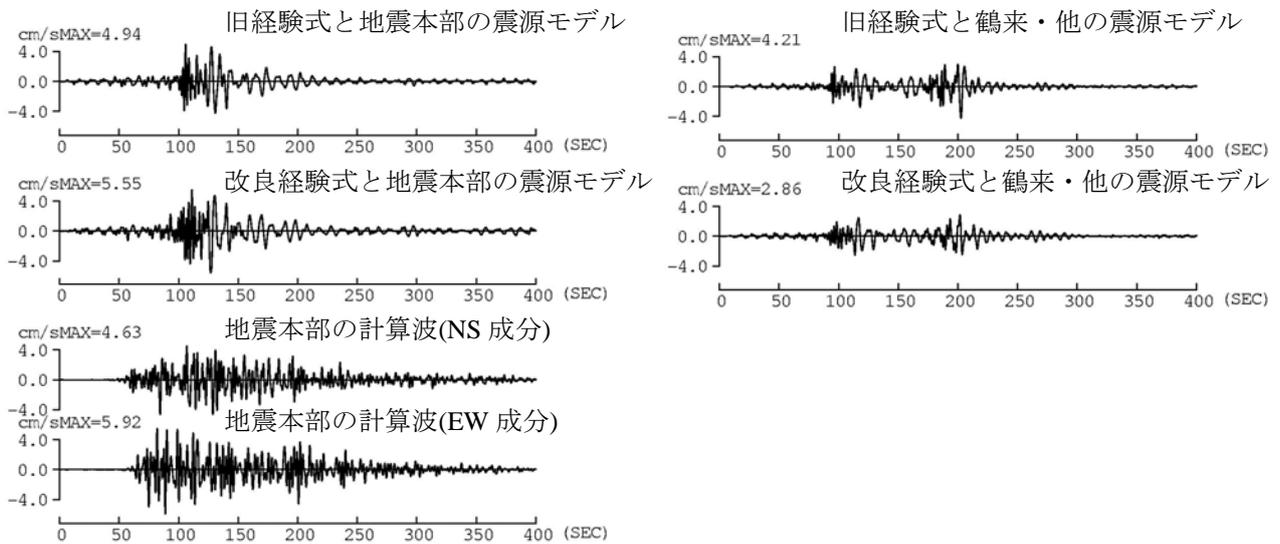
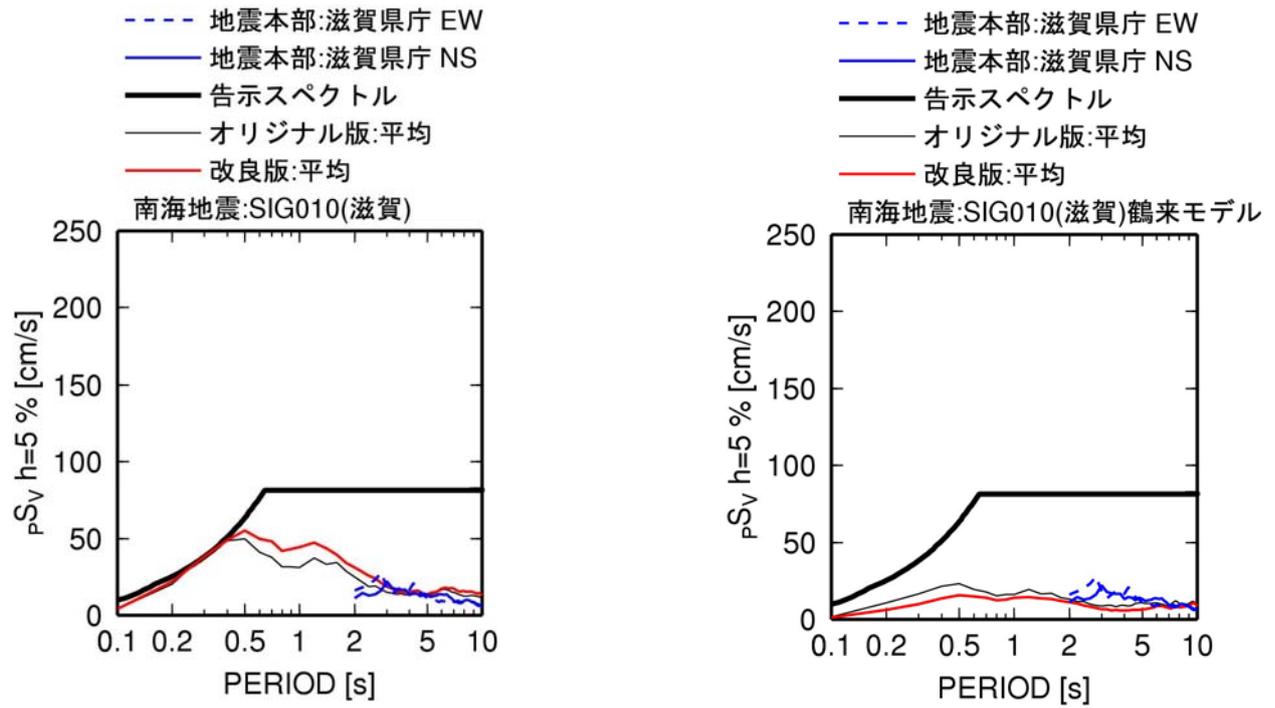


図 3. 2-25 地震本部の計算波(滋賀県庁)と本検討の経験式に基づく計算波(SIG010)の擬似速度応答スペクトルと周期 2~10 秒の速度波形の比較

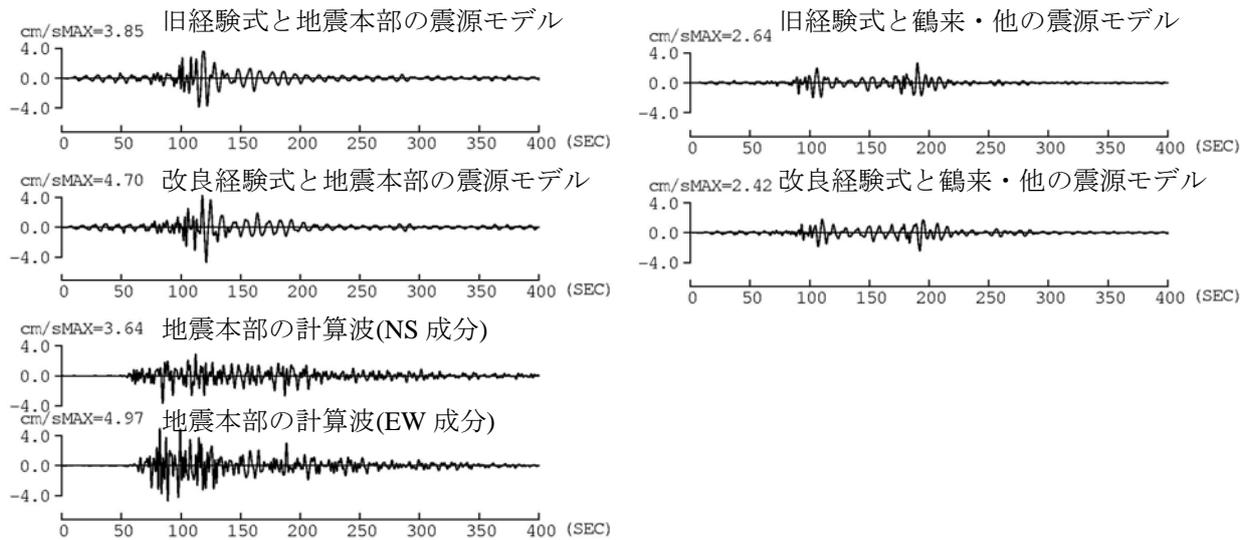
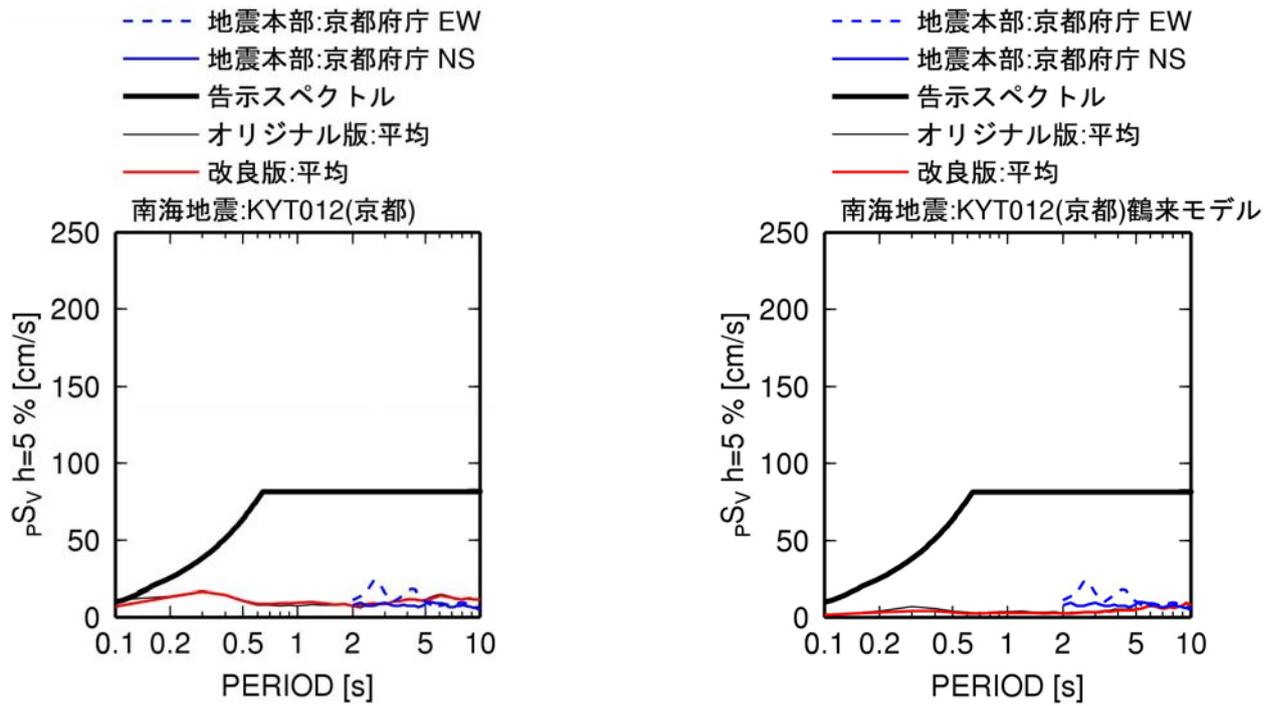


図 3. 2-26 地震本部の計算波(京都府庁)と本検討の経験式に基づく計算波(KYT012)の擬似速度応答スペクトルと周期 2~10 秒の速度波形の比較

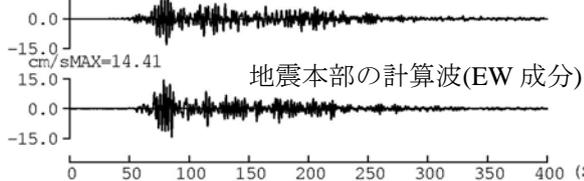
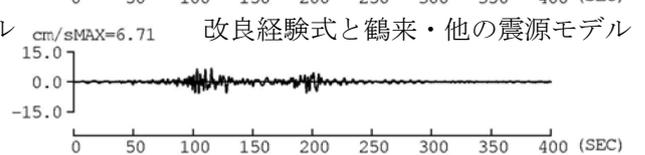
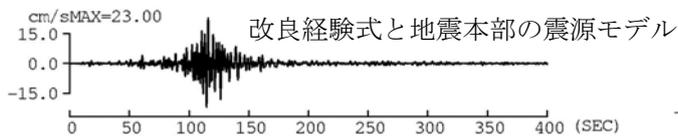
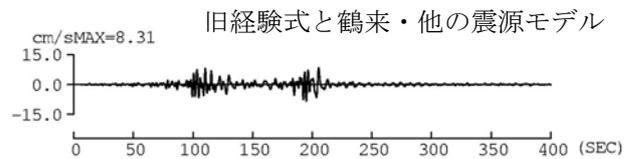
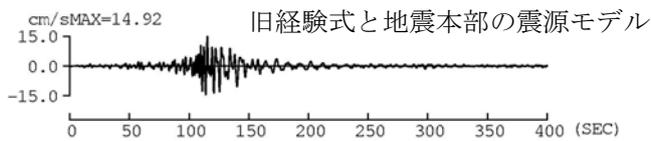
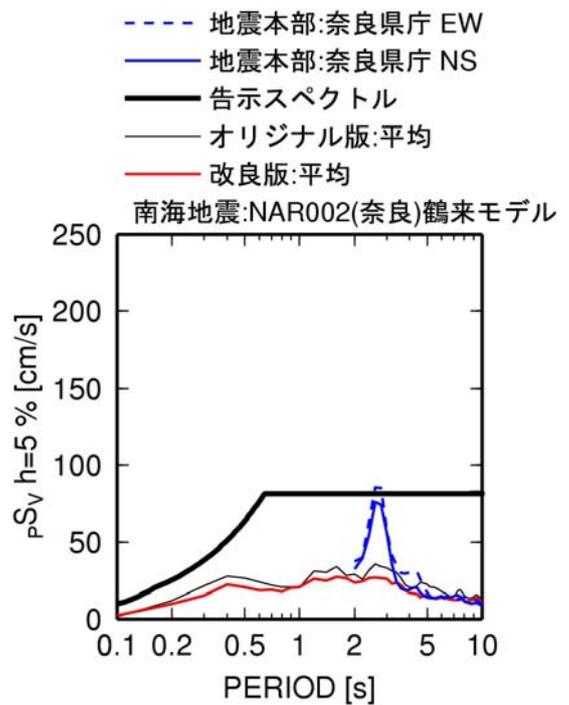
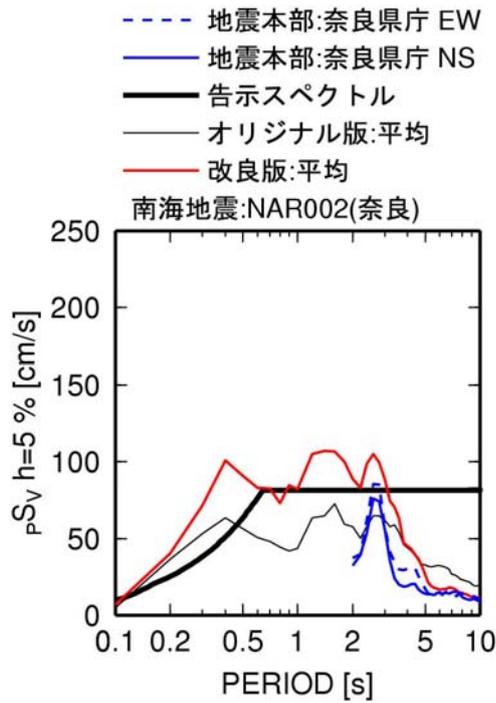


図 3.2-27 地震本部の計算波(奈良県庁)と本検討の経験式に基づく計算波(NAR002)の擬似速度応答スペクトルと周期2~10秒の速度波形の比較

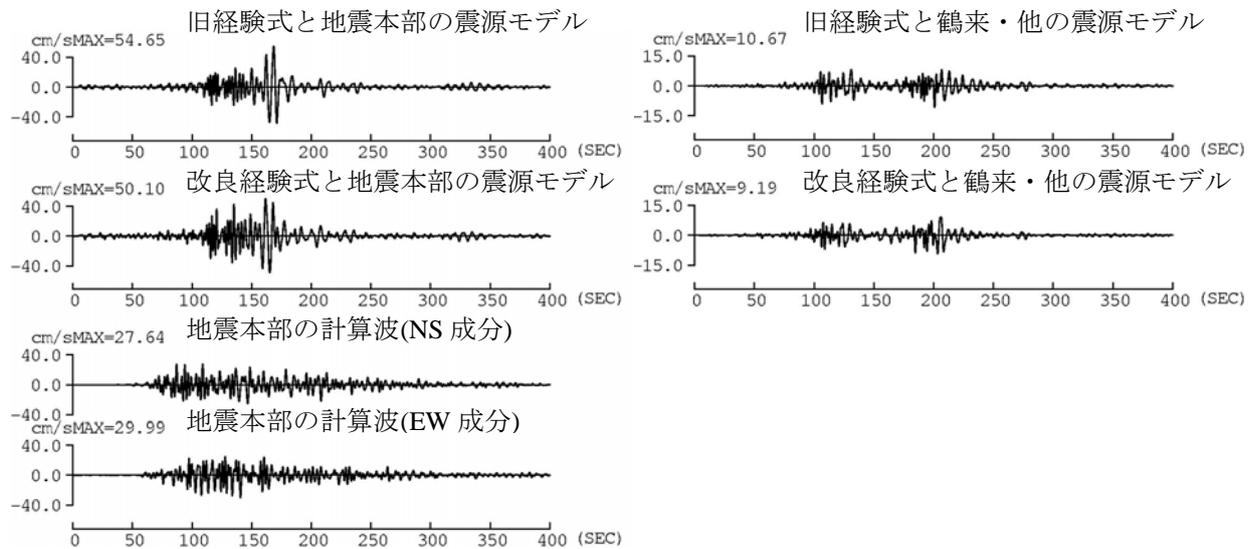
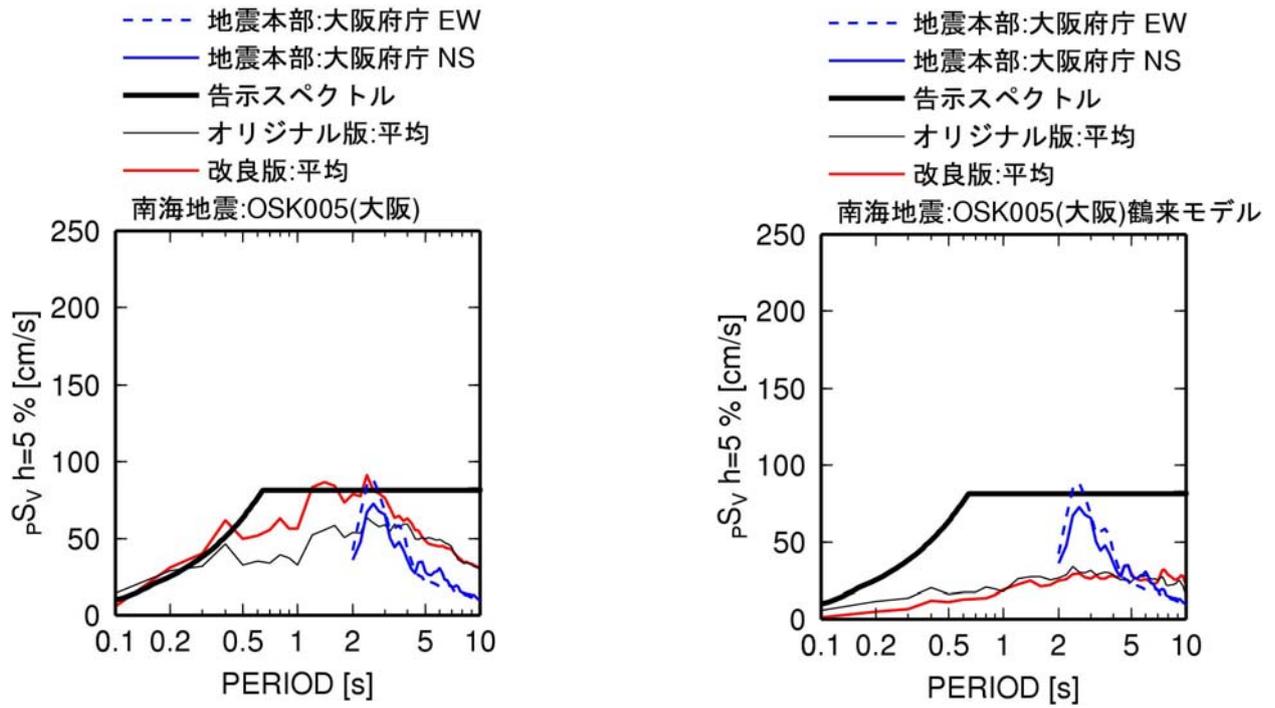


図 3.2-28 地震本部の計算波(大阪府庁)と本検討の経験式に基づく計算波(OSK005)の擬似速度応答スペクトルと周期 2~10 秒の速度波形の比較

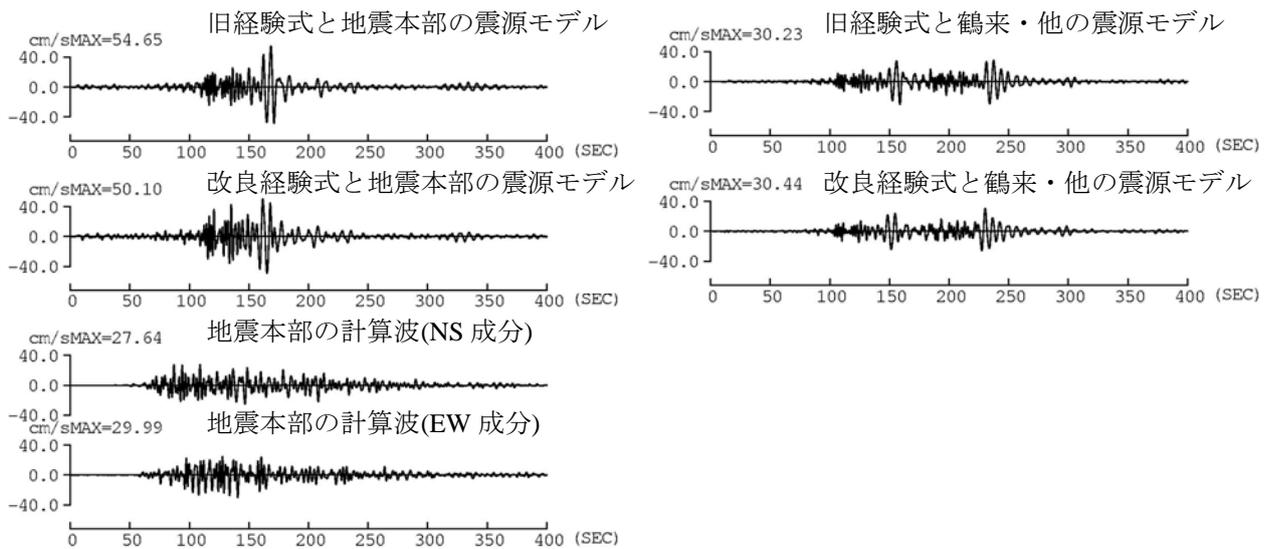
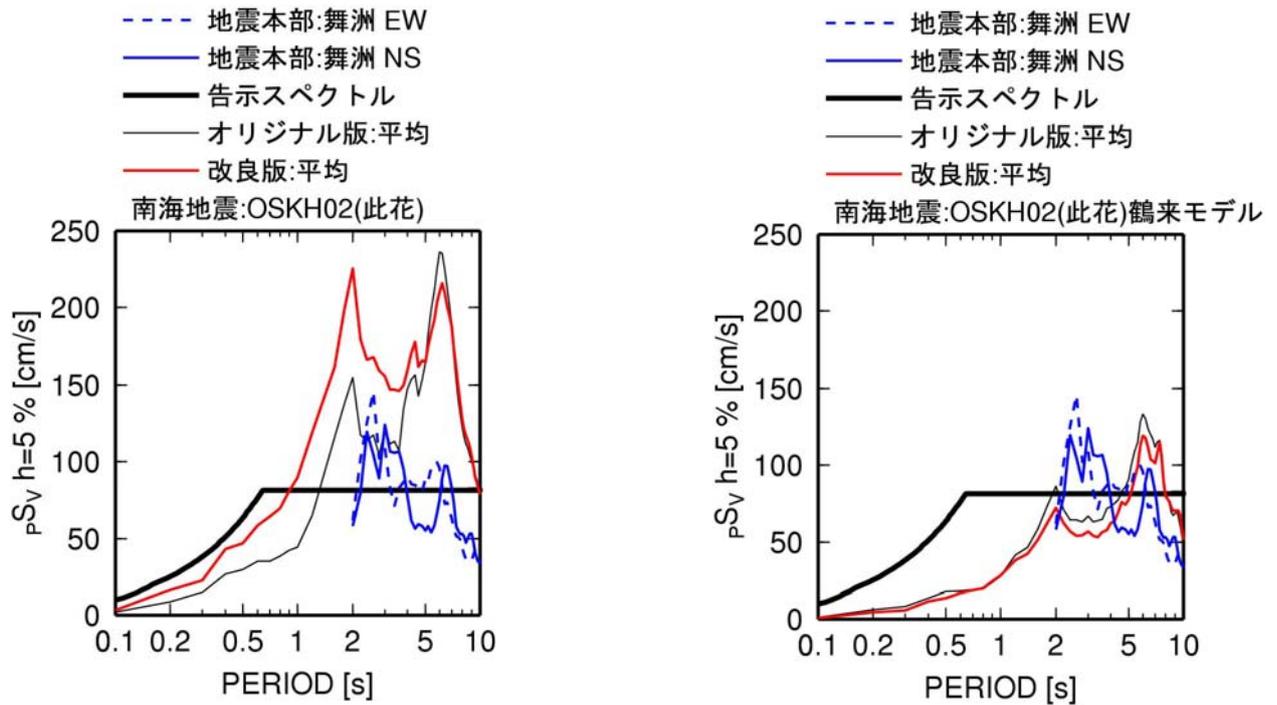


図 3.2-29 地震本部の計算波(舞洲)と本検討の経験式に基づく計算波(OSKH02)の擬似速度応答スペクトルと周期 2~10 秒の速度波形の比較

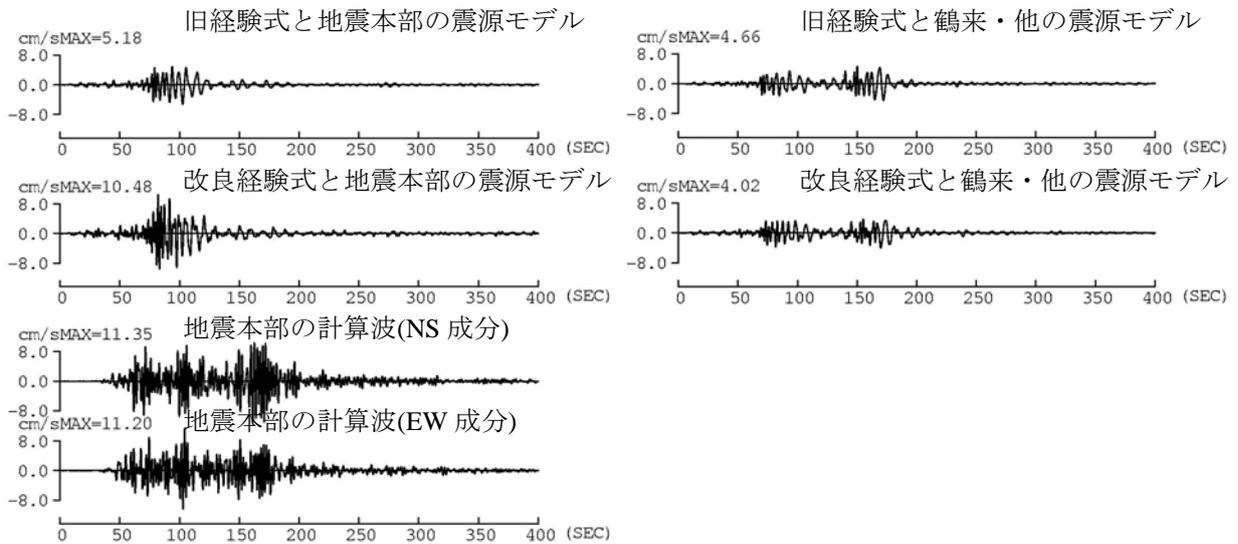
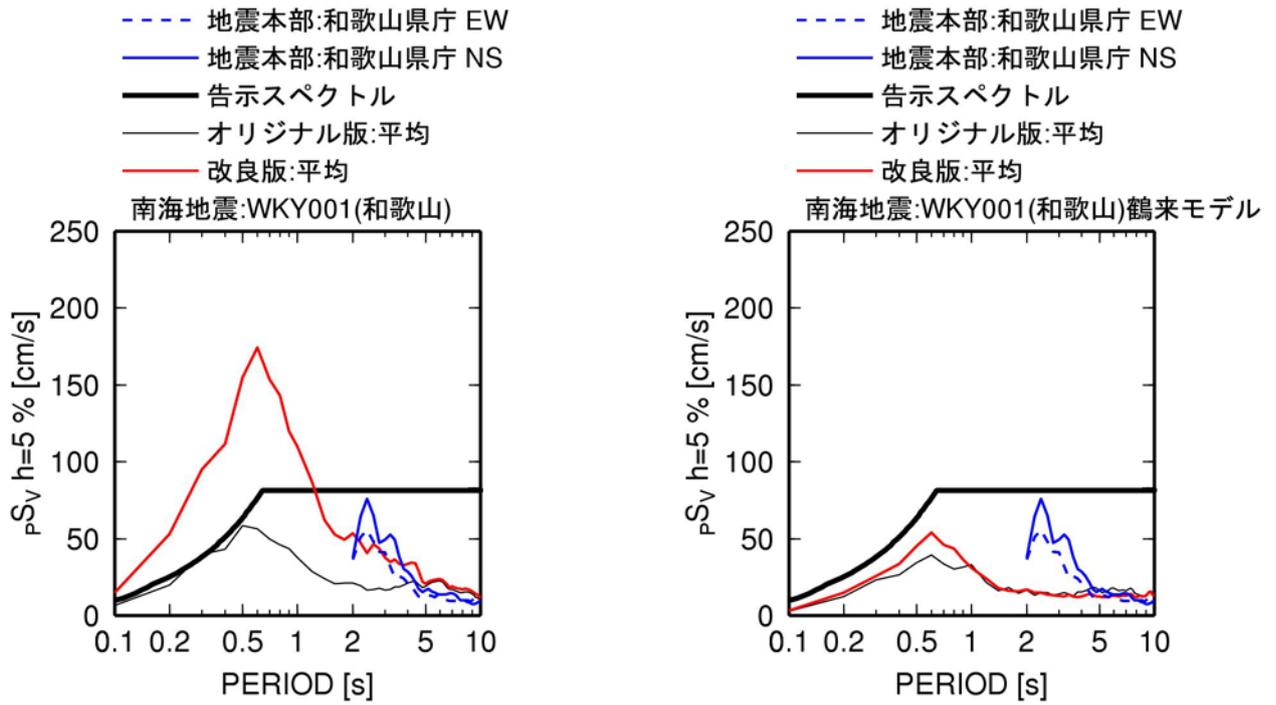


図 3. 2-30 地震本部の計算波(和歌山県庁)と本検討の経験式に基づく計算波(WKY001)の擬似速度応答スペクトルと周期 2~10 秒の速度波形の比較

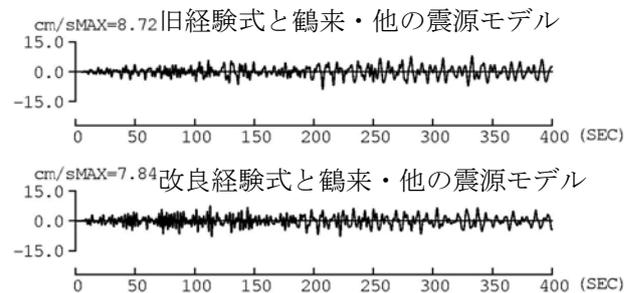
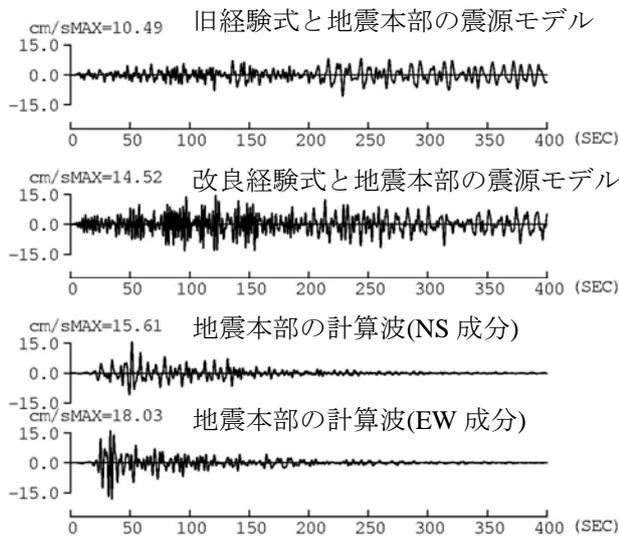
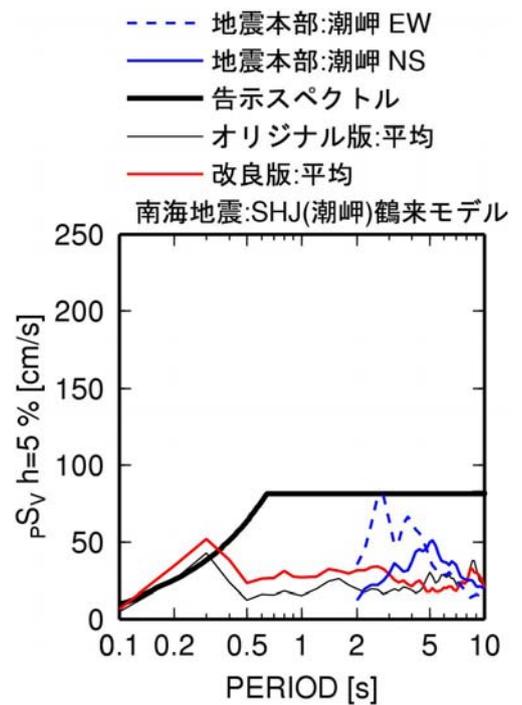
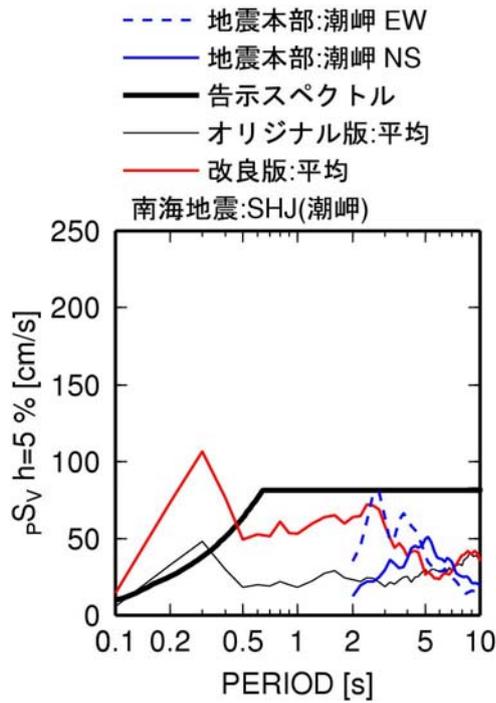


図 3.2-31 地震本部の計算波(潮岬)と本検討の経験式に基づく計算波(SHJ)の擬似速度応答スペクトルと周期 2~10 秒の速度波形の比較

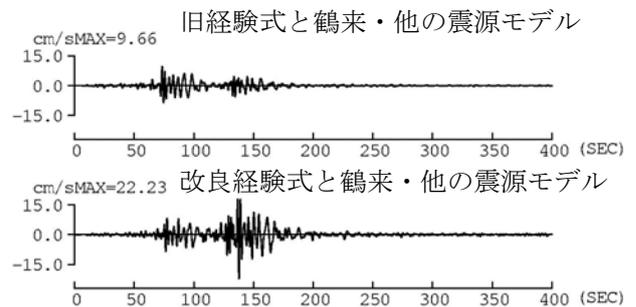
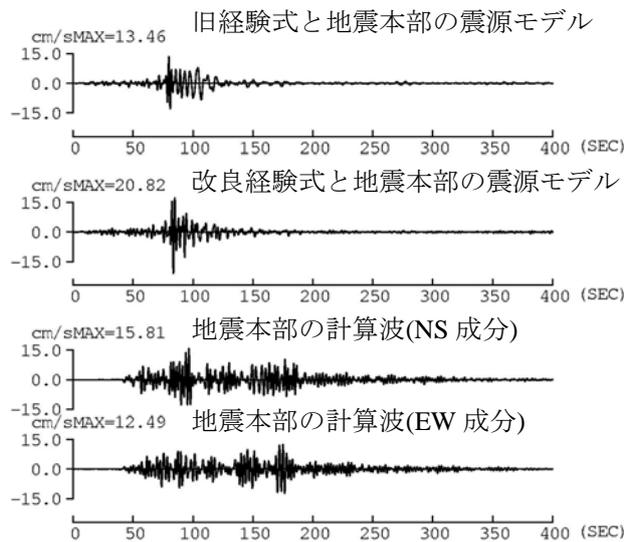
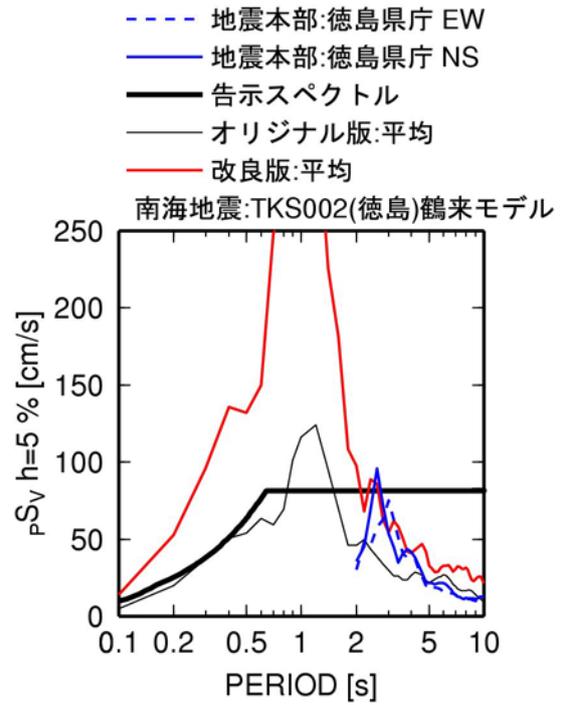
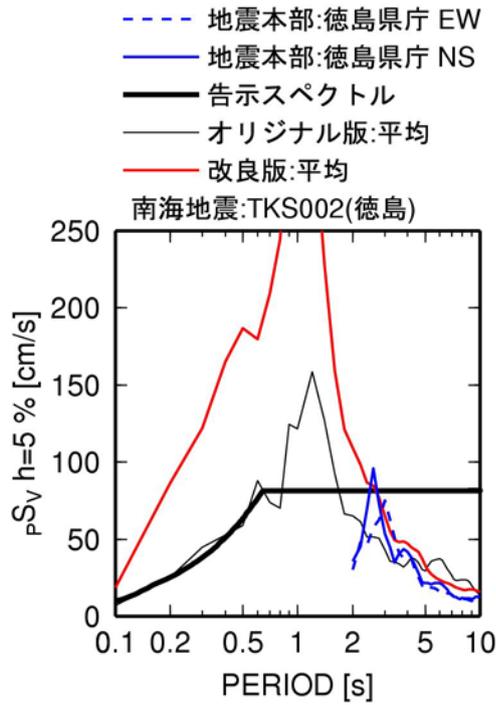


図 3. 2-32 地震本部の計算波(徳島県庁)と本検討の経験式に基づく計算波(TKS002)の擬似速度応答スペクトルと周期 2~10 秒の速度波形の比較

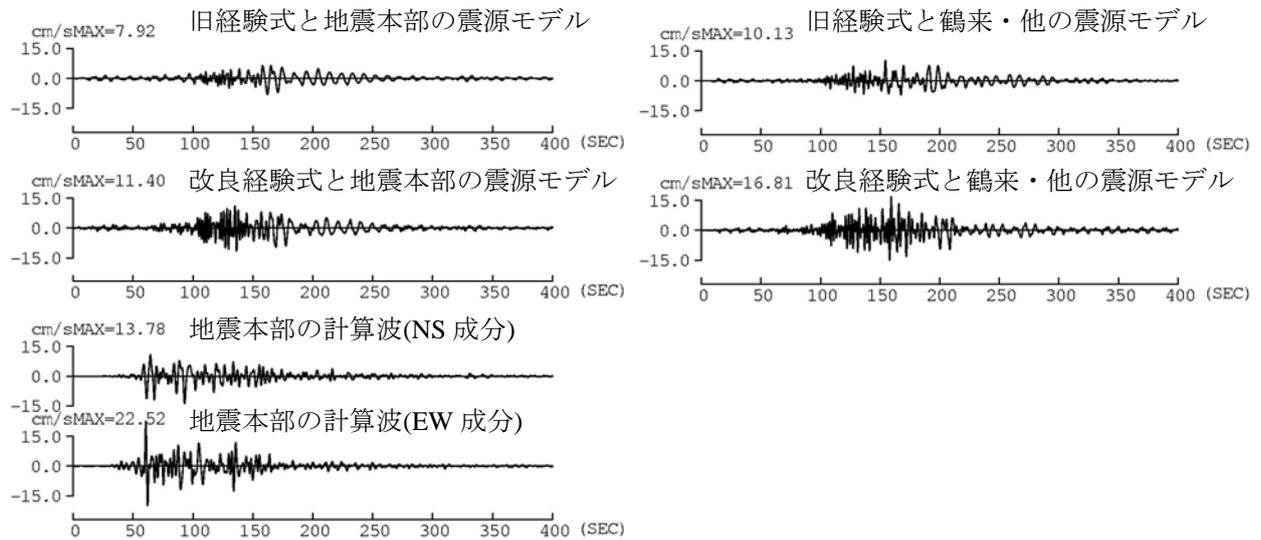
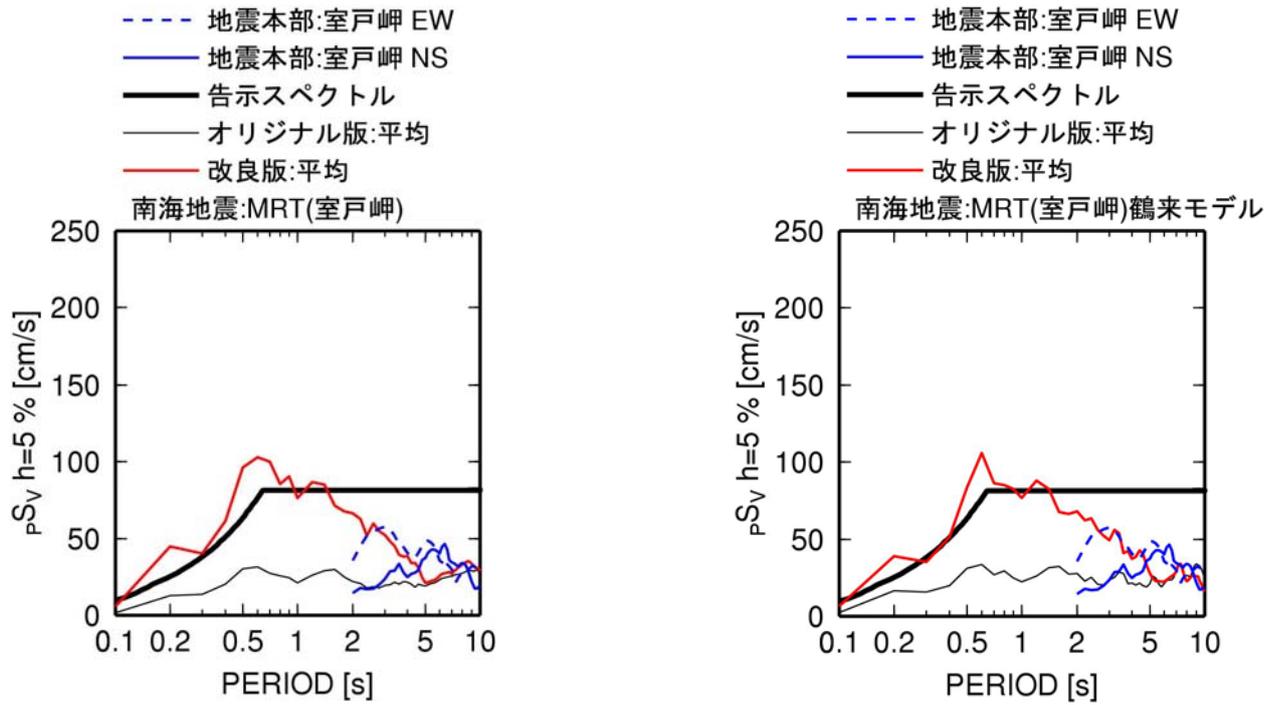


図 3. 2-33 地震本部の計算波(室戸岬)と本検討の経験式に基づく計算波(MRT)の擬似速度応答スペクトルと周期 2~10 秒の速度波形の比較

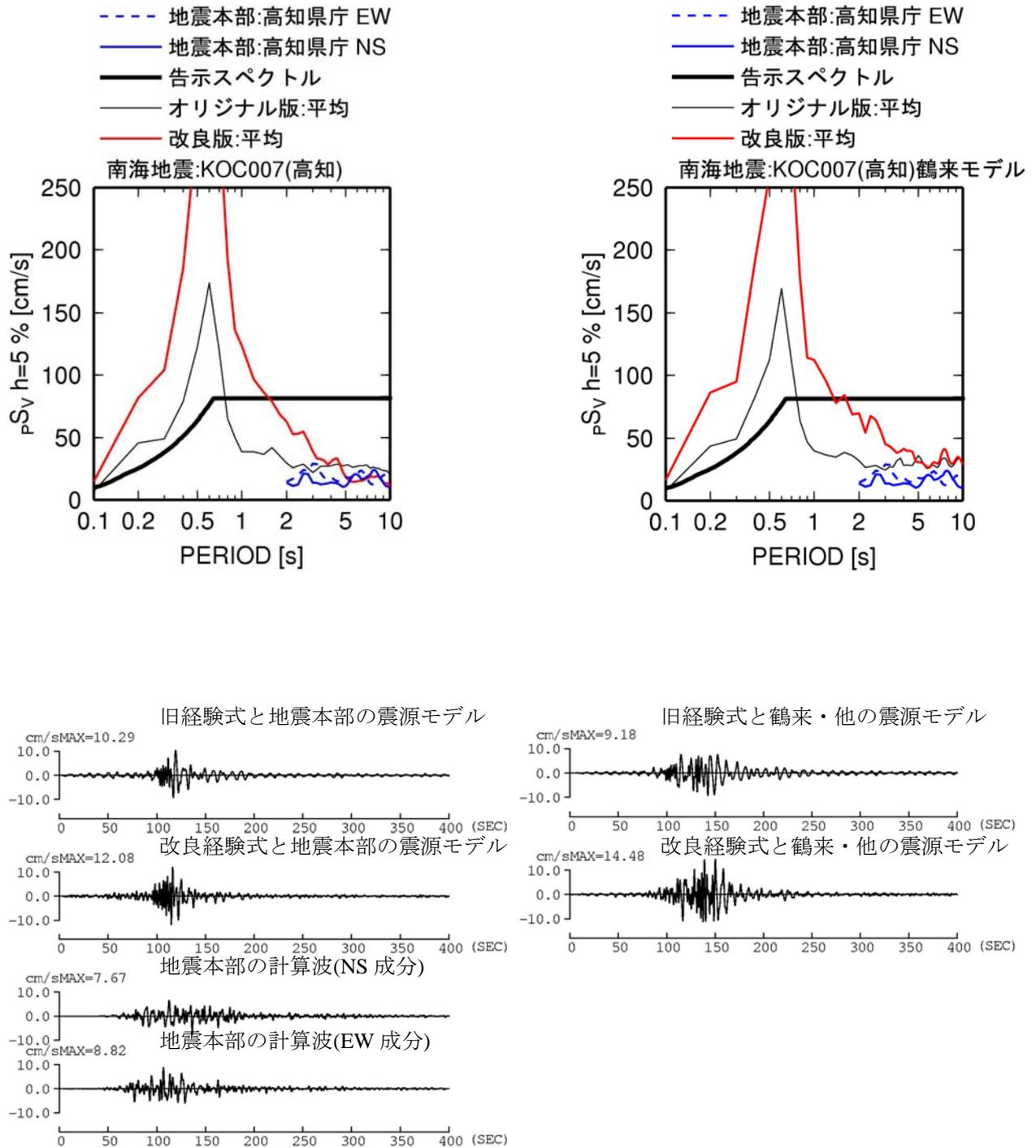


図 3. 2-34 地震本部の計算波(高知県庁)と本検討の経験式に基づく計算波(KOC007)の擬似速度応答スペクトルと周期 2~10 秒の速度波形の比較

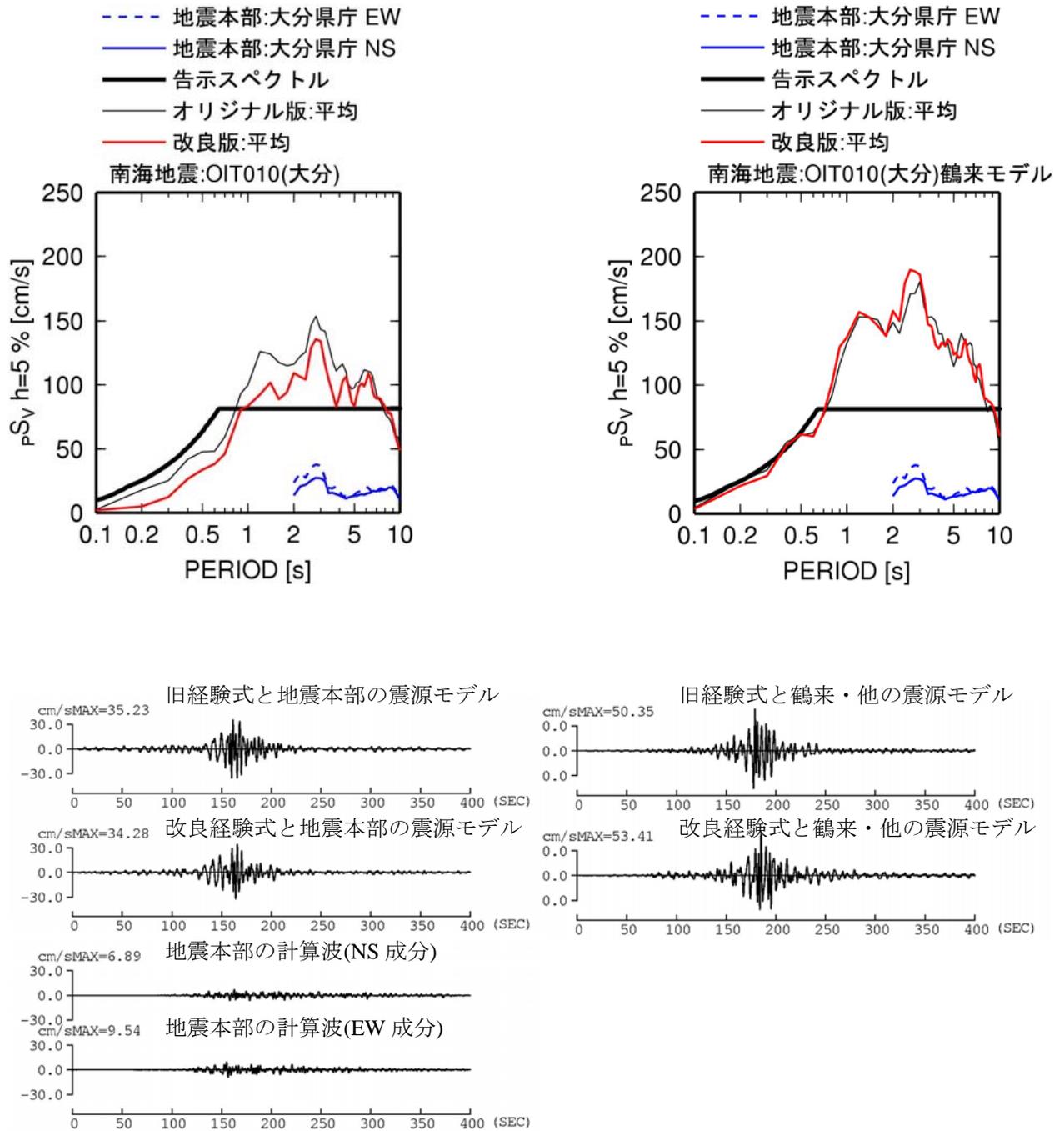


図 3.2-35 地震本部の計算波(大分県庁)と本検討の経験式に基づく計算波(OIT010)の擬似速度応答スペクトルと周期2~10秒の速度波形の比較

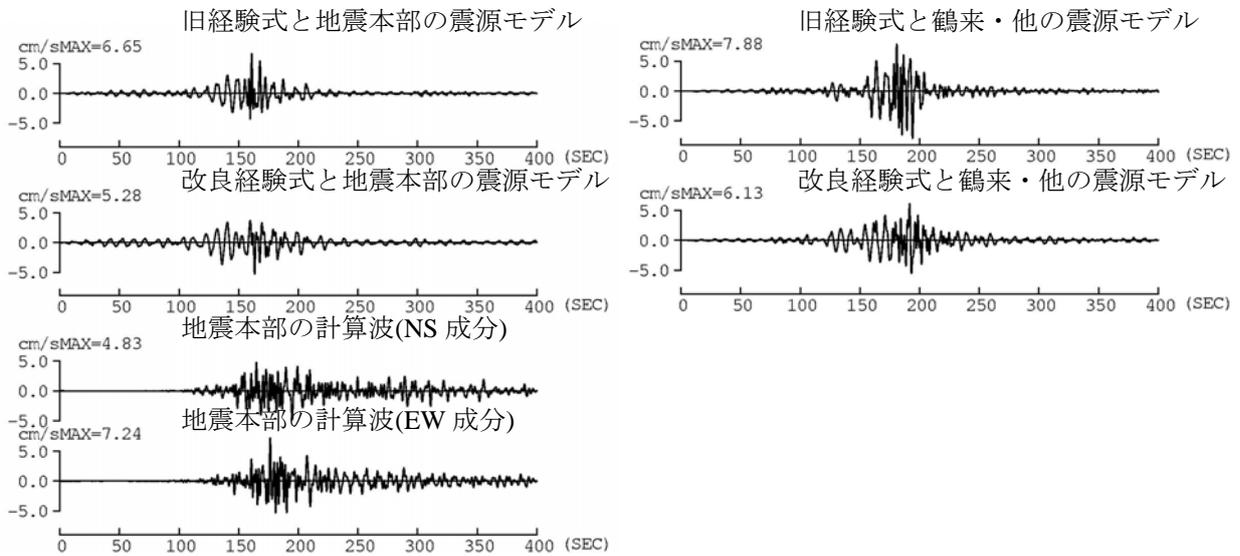
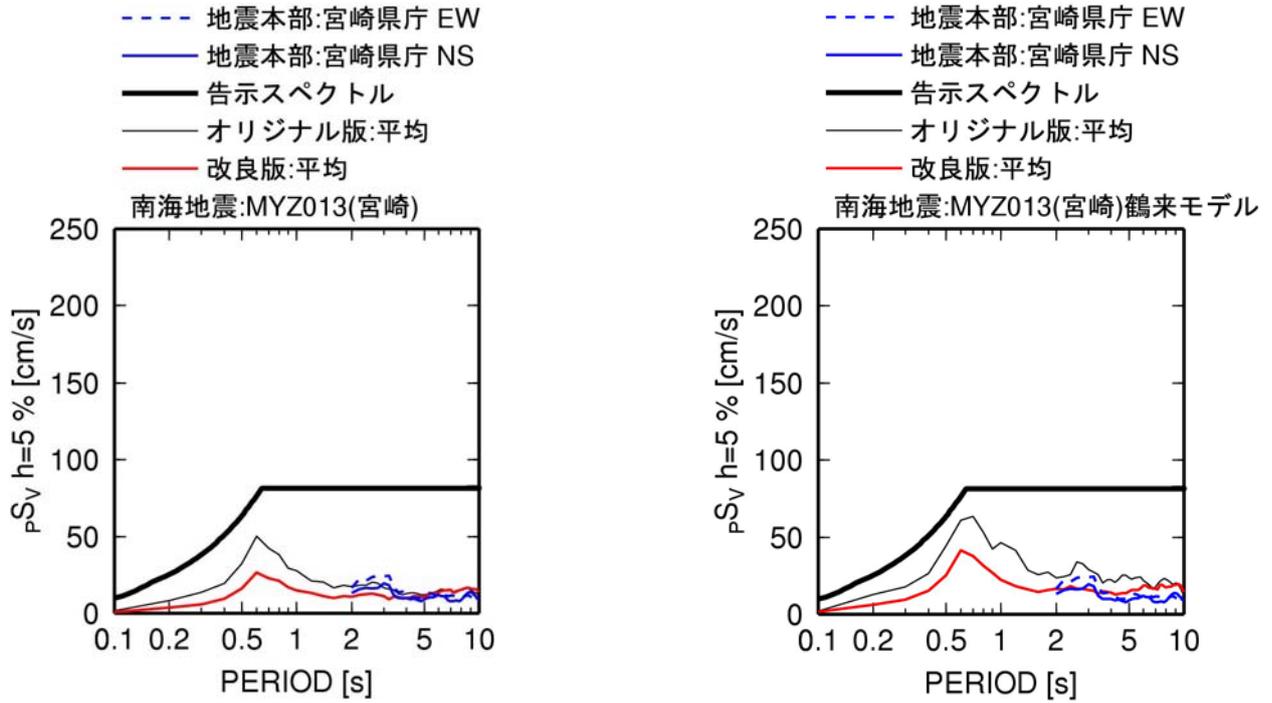


図 3. 2-36 地震本部の計算波(宮崎県庁)と本検討の経験式に基づく計算波(MYX013)の擬似速度応答スペクトルと周期 2~10 秒の速度波形の比較

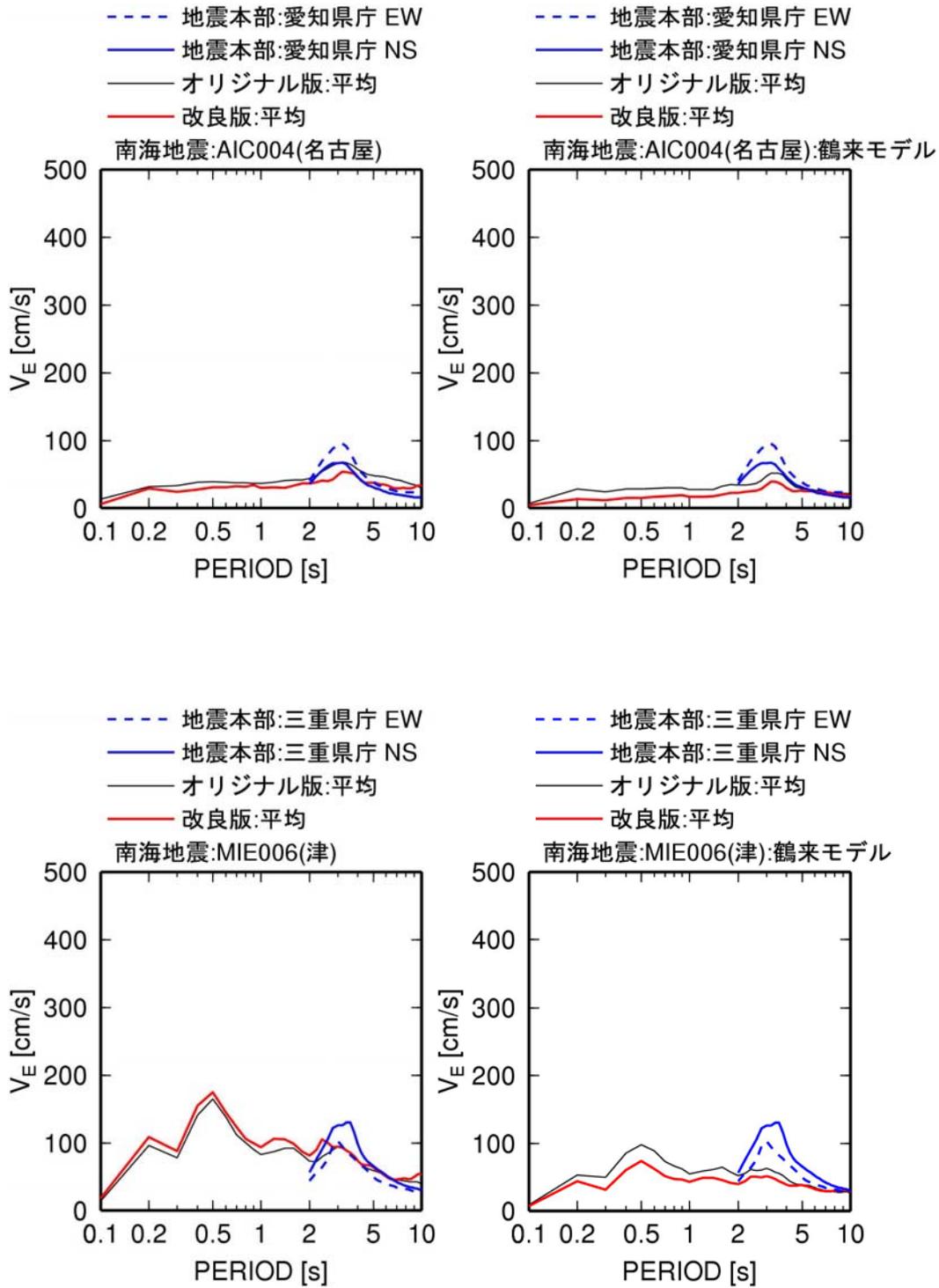


図 3.2-37 南海地震に対する地震本部の計算波と本検討の経験式に基づく計算波のエネルギースペクトルの比較

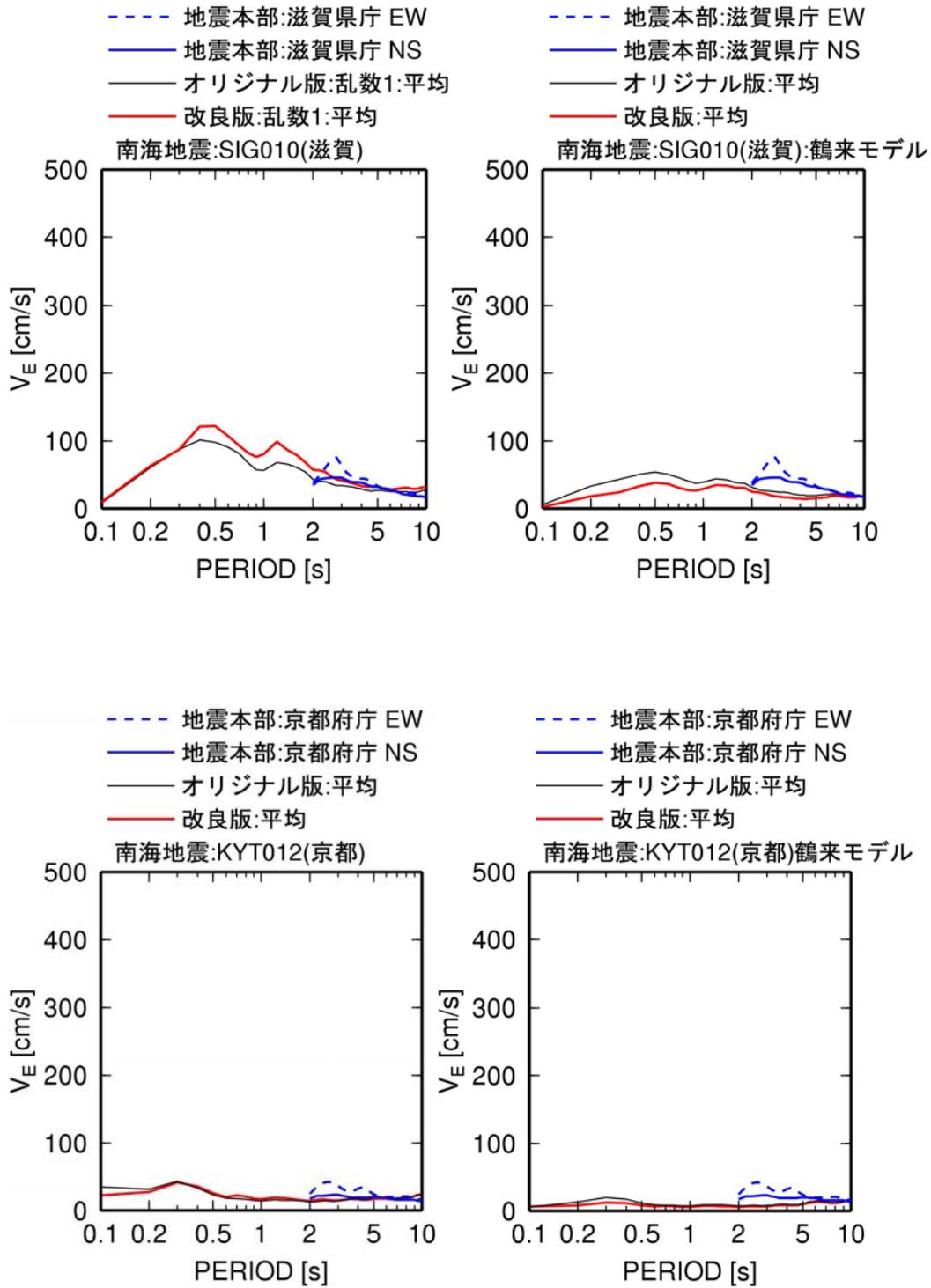


図 3.2-37 南海地震に対する地震本部の計算波と本検討の経験式に基づく計算波のエネルギースペクトルの比較(続き)

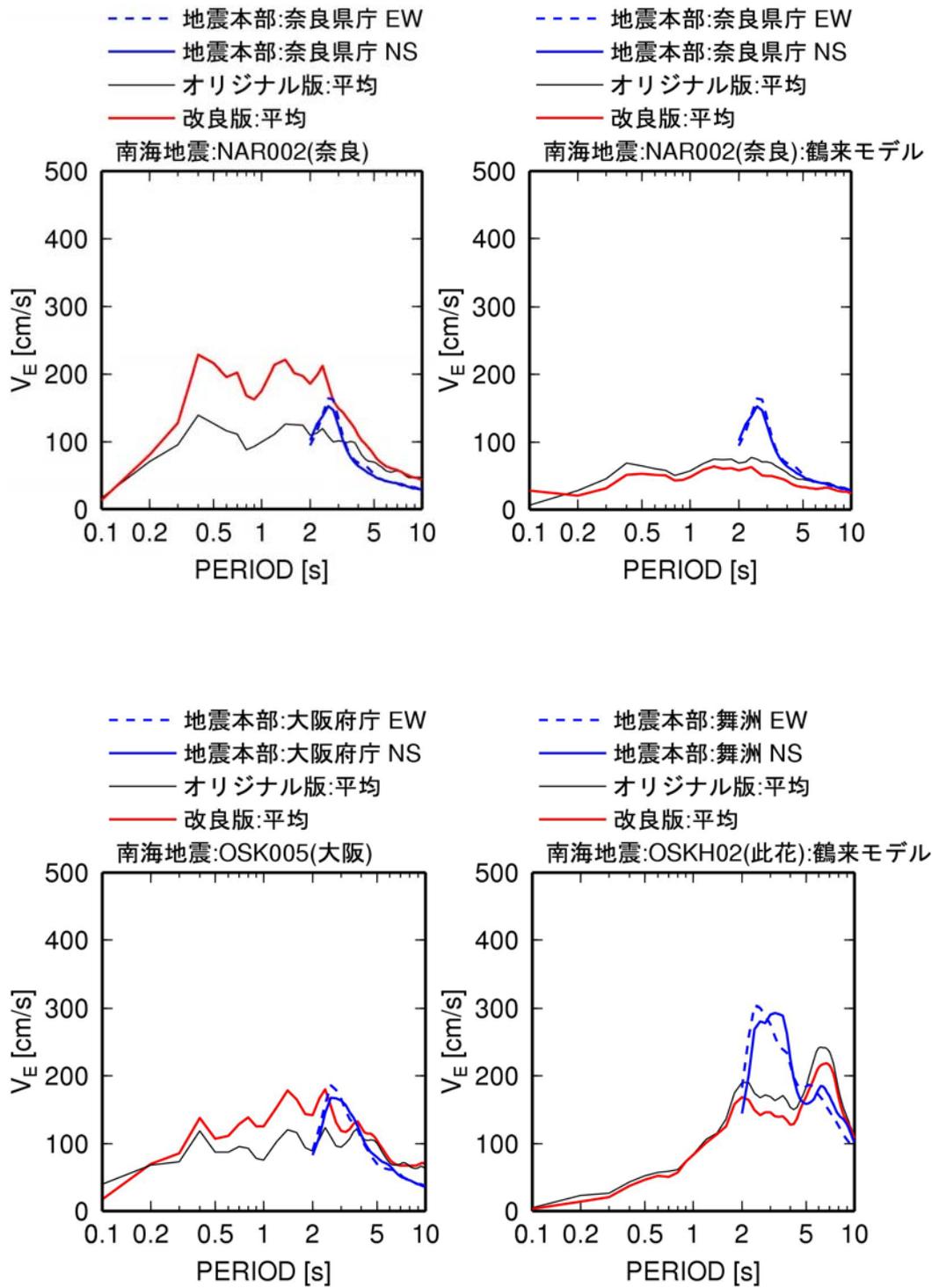


図 3.2-37 南海地震に対する地震本部の計算波と本検討の経験式に基づく計算波のエネルギースペクトルの比較(続き)

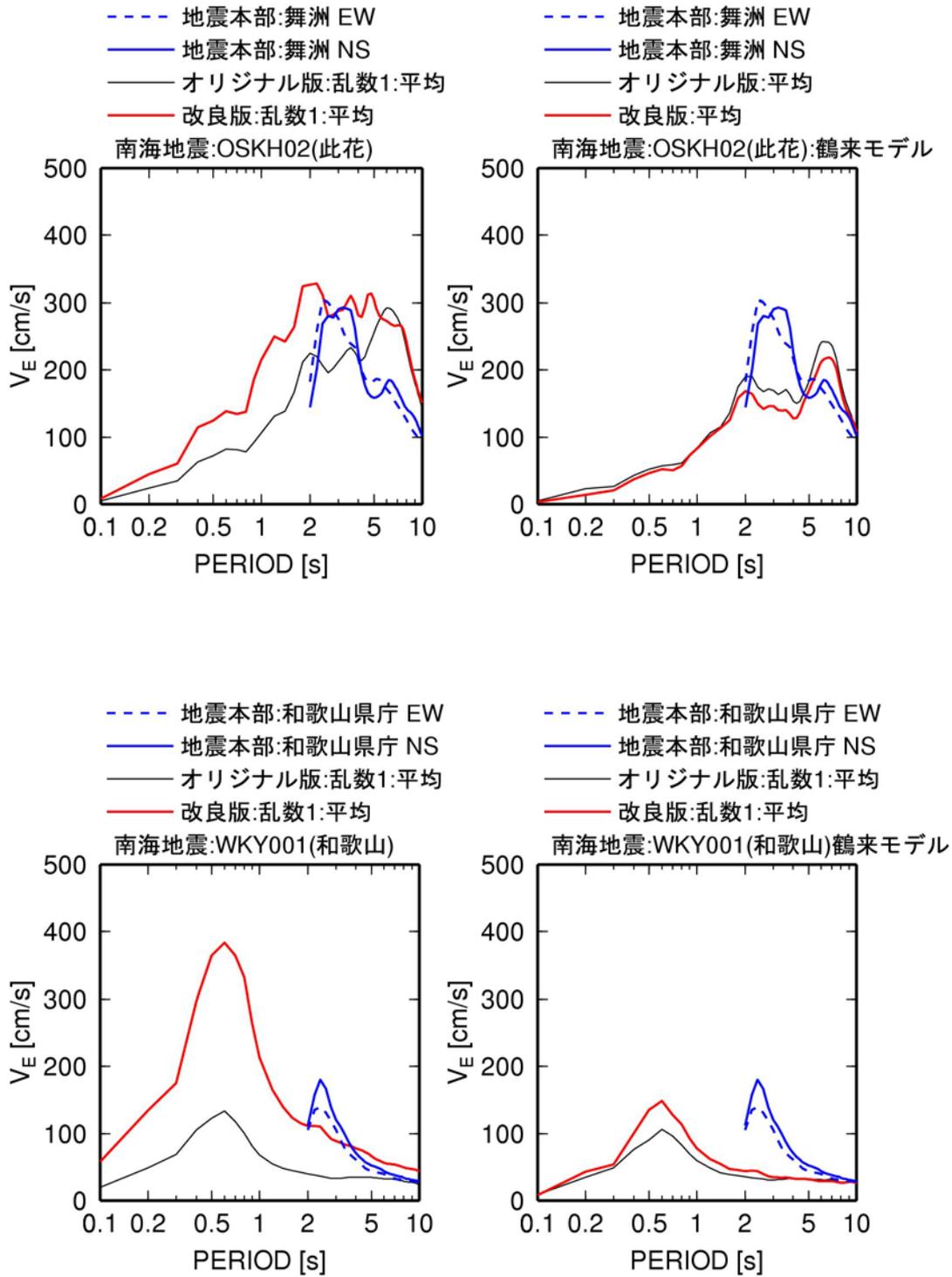


図 3.2-37 南海地震に対する地震本部の計算波と本検討の経験式に基づく計算波のエネルギースペクトルの比較(続き)

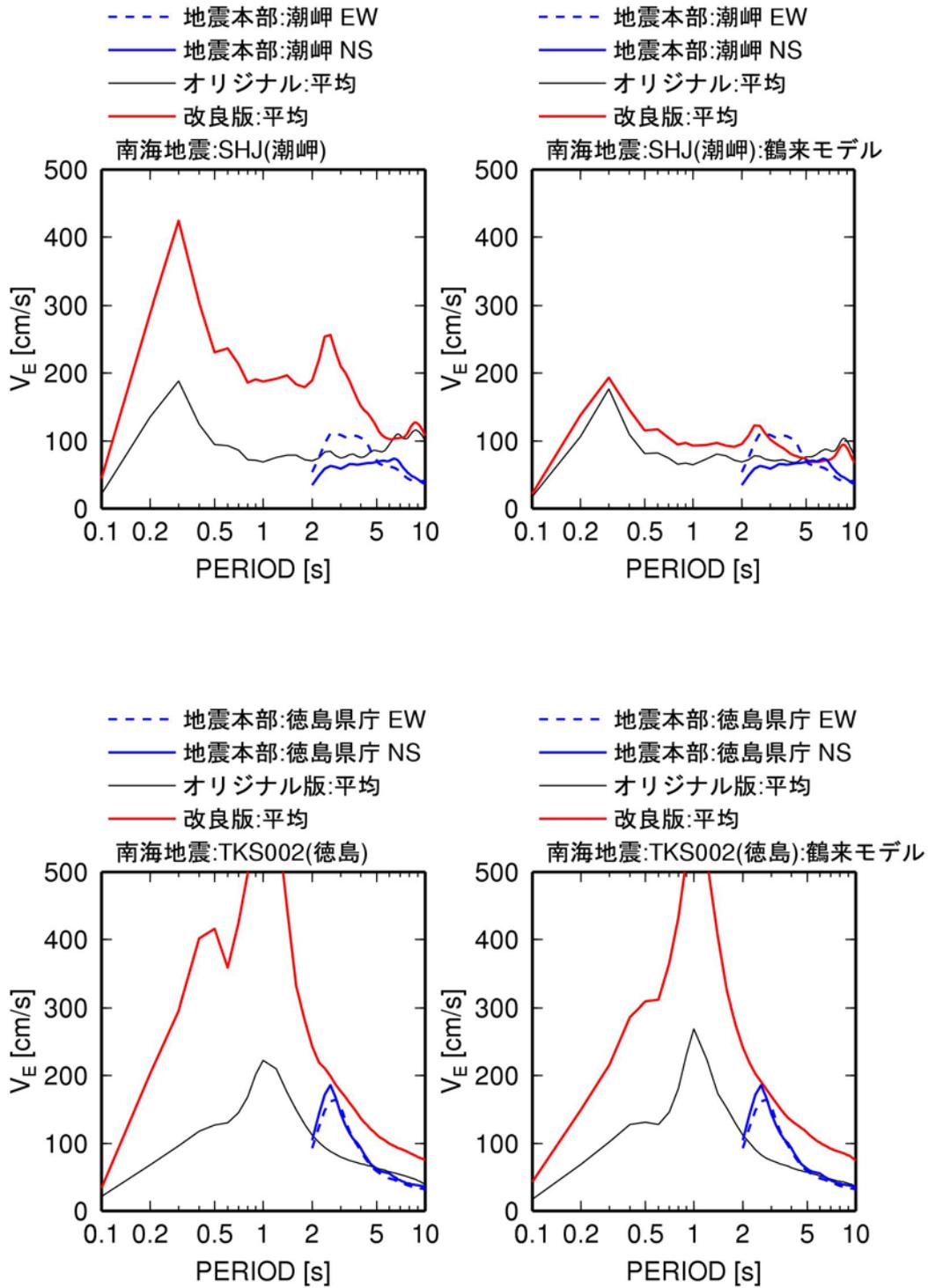


図 3.2-37 南海地震に対する地震本部の計算波と本検討の経験式に基づく計算波のエネルギースペクトルの比較(続き)

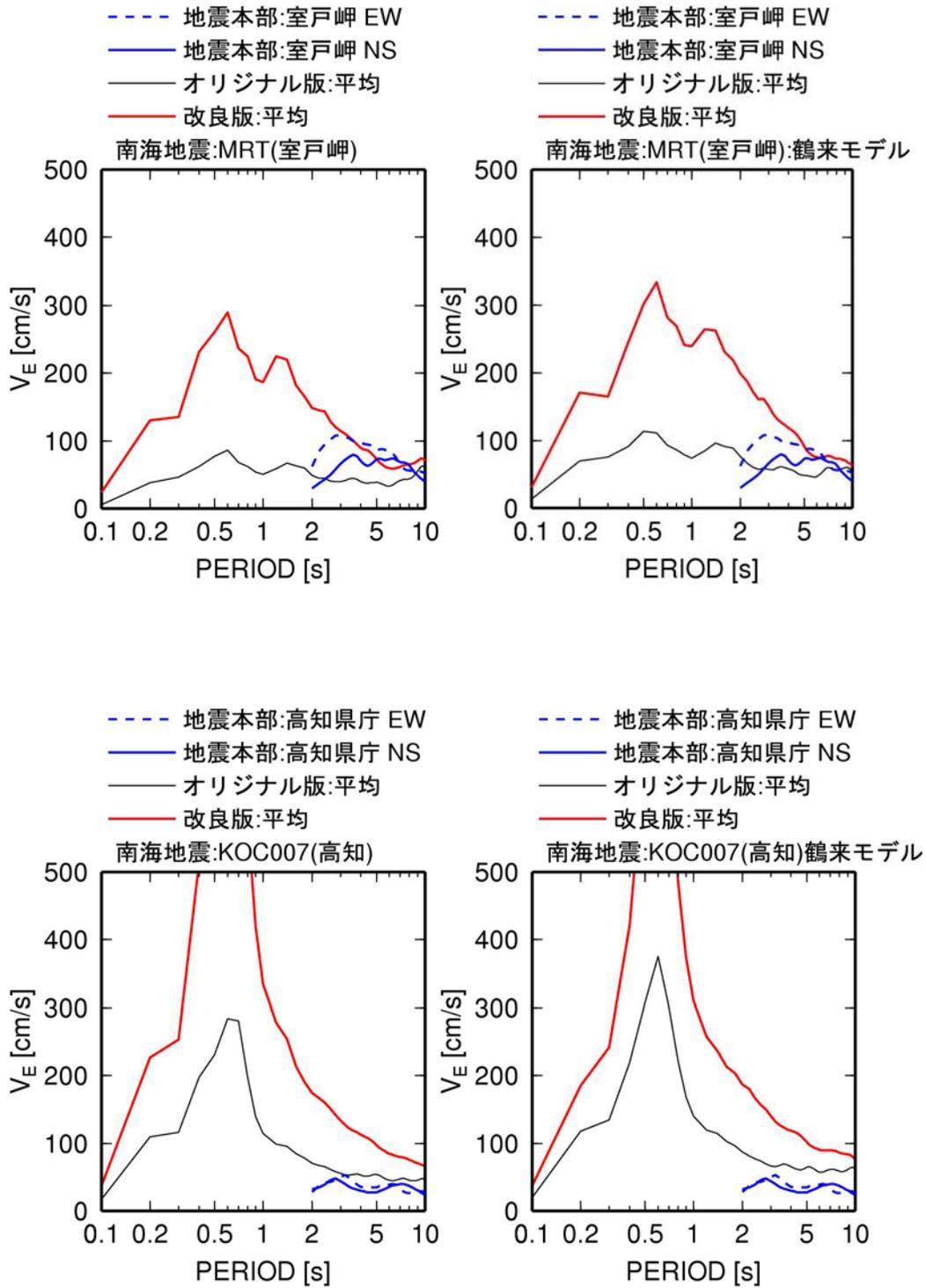


図 3.2-37 南海地震に対する地震本部の計算波と本検討の経験式に基づく計算波のエネルギースペクトルの比較(続き)

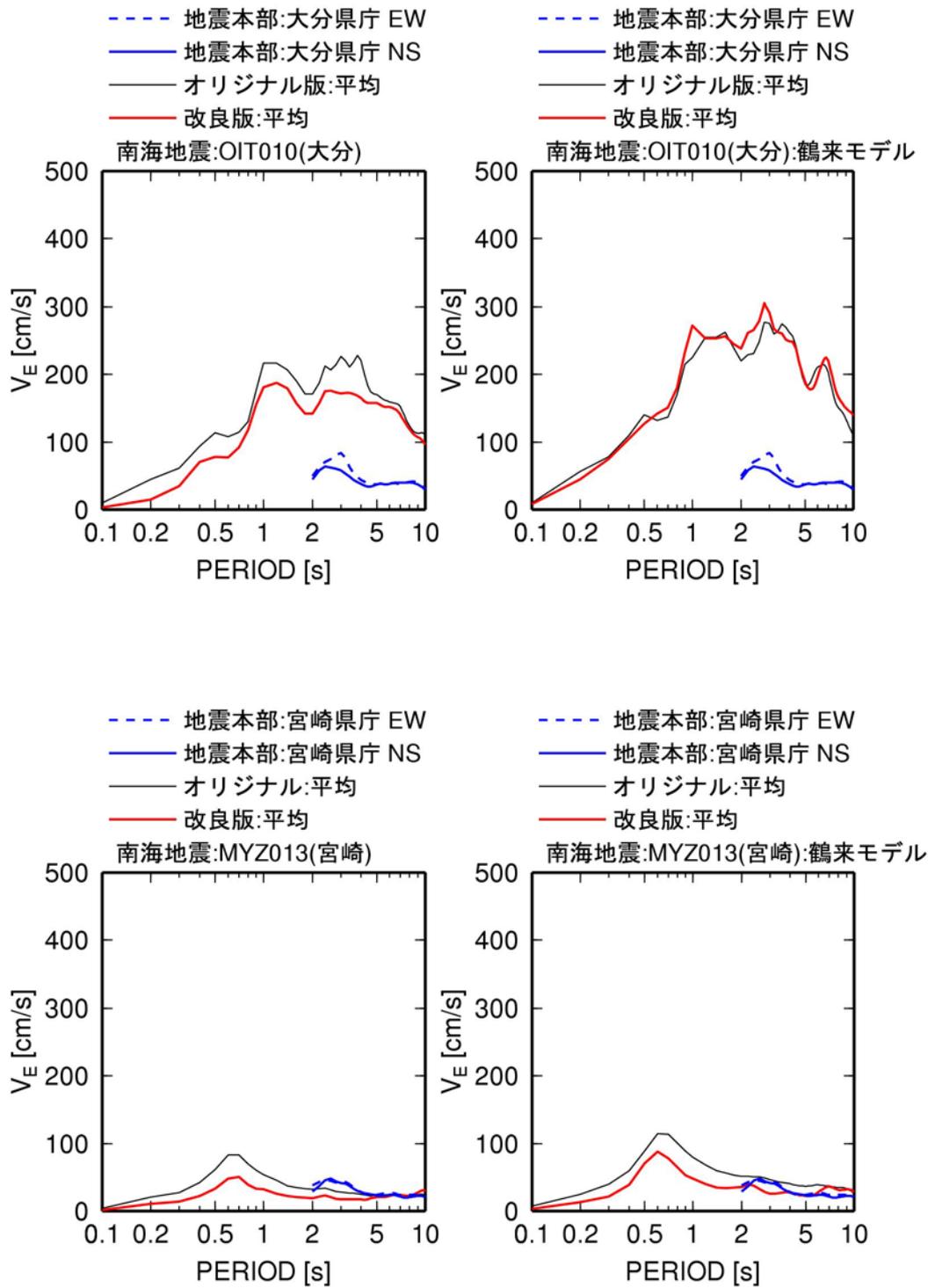


図 3.2-37 南海地震に対する地震本部の計算波と本検討の経験式に基づく計算波のエネルギースペクトルの比較(続き)

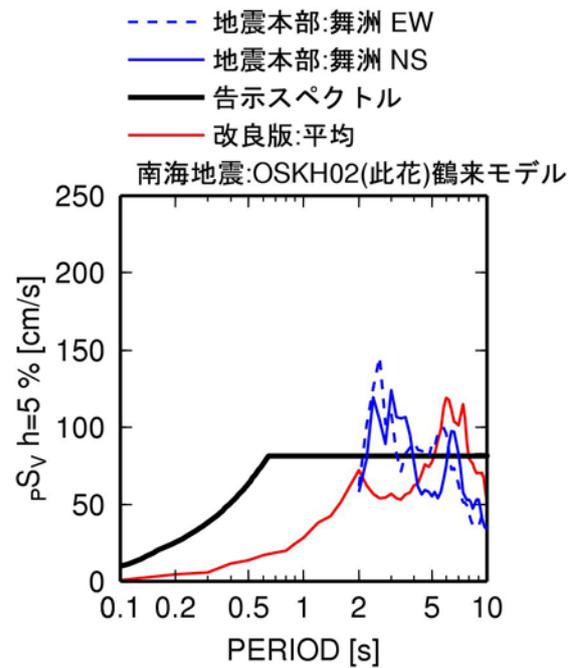
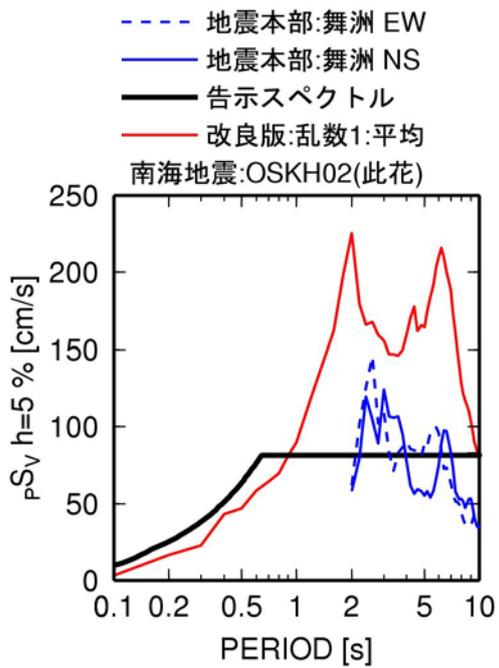
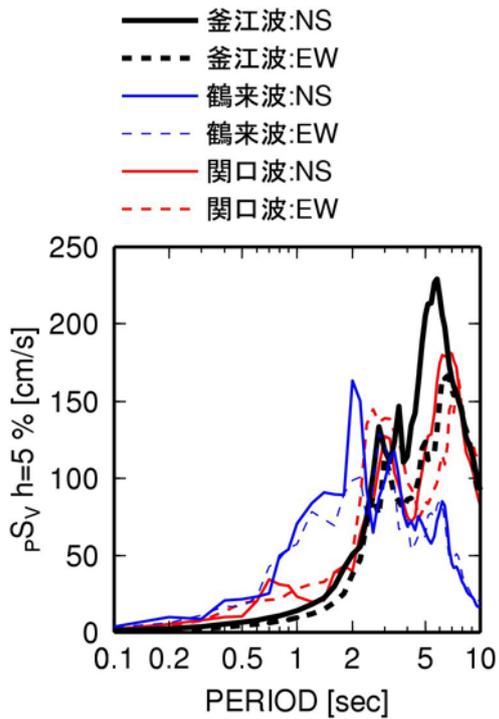
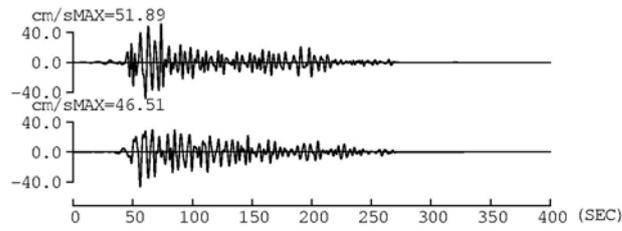


図 3. 2-38 南海地震に対する既往の計算波 (OSKH02) と本検討の改良経験式に基づく地震本部の震源モデルを用いた計算波 (OSKH02) の擬似速度応答スペクトルの比較

釜江波 (OSKH02)

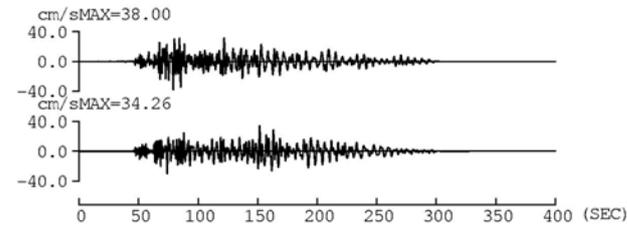
NS



EW

鶴来波 (OSKH02)

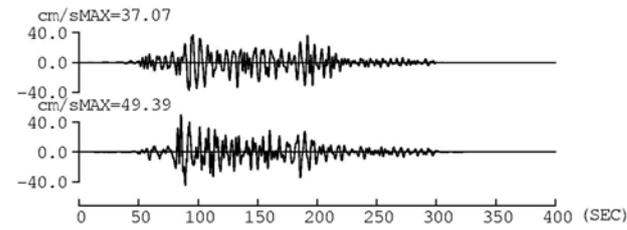
NS



EW

関口波 (OSKH02)

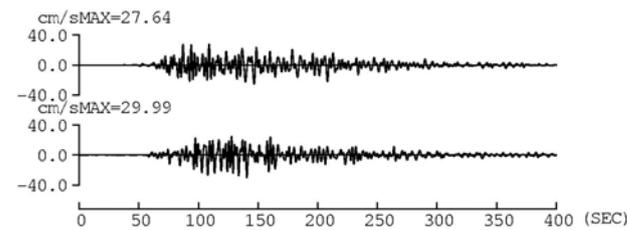
NS



EW

地震本部 (舞洲)

NS



EW

図 3.2-39 南海地震に対する既往の計算波 (OSKH02) と本検討 (改良版) の計算波 (OSKH02) の周期 0.1 ~ 10 秒の速度波形の比較 (ただし、釜江波は 2.5~10 秒、地震本部の波は 2~10 秒)

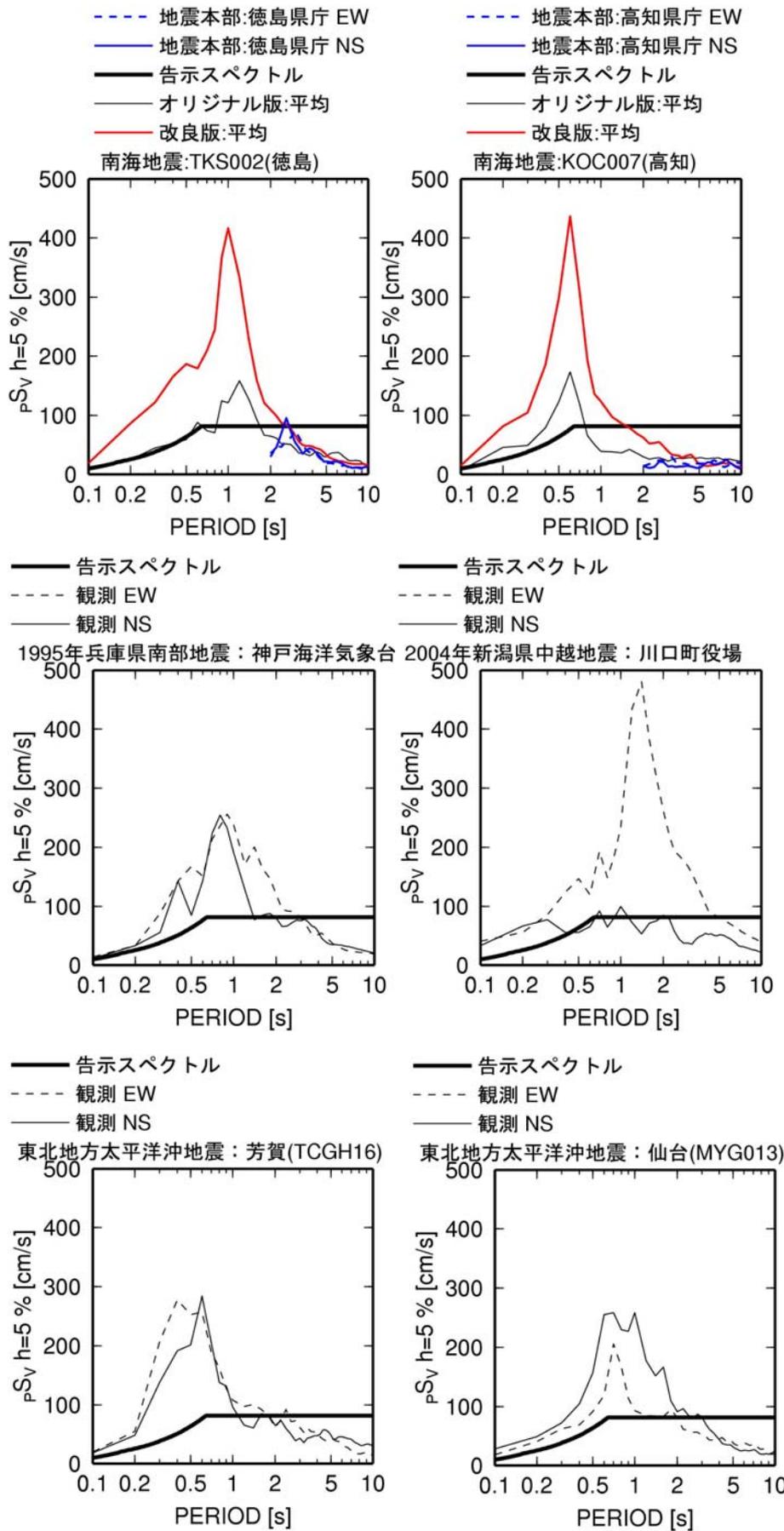


図 3.2-40 周期 0.5~2 秒で大きい南海地震の計算波と既往の観測波の擬似速度応答スペクトル

3-3 東海・東南海・南海3連動地震の長周期地震動波形の計算

3-3-1 はじめに

改良経験式と旧経験式に基づき東海・東南海・南海3連動地震の長周期地震動を作成する。この際には、それぞれの地点で21波ずつ作成し、作成波のばらつきについても考察する。また、作成波と東北地方太平洋沖地震の観測波との比較も行う。

作成した計算波の一部は、本報告書の中で、超高層建物と免震建物の応答解析に用いられている。

3-3-2 計算条件

南海トラフ沿いの巨大地震については、中央防災会議(2011)により、2011年東北地方太平洋沖地震の知見を反映させて、図3.3-1に示すような従来よりも拡大された震源域案が発表されている。しかし、計算上に必要な震源パラメータは、現時点では決定されていない。そこで、本検討では昨年度用いた震源モデルで、東海・東南海・南海地震の長周期地震動を計算する。表3.3-1に震源モデルを、図3.3-2に震源モデルと計算地点を示す。断層面は、南海・東南海地震は中央防災会議(2003)に基づく鶴来・他(2005)、東海地震は地震調査研究推進本部(2009)のモデルを矩形化したものである。東海地震はなすび型の震源域が含まれるように矩形化しているため、大きめに設定していることになる。破壊伝播速度は、中央防災会議に基づき2.7km/sとしている。破壊パターンは、中央防災会議で用いられている破壊パターンである。

計算地点を表3.3-2に示す。黄色の観測点は、昨年度まで代表観測点として用いていた観測点であり、昨年度この8観測点で、オリジナル版を用いて同じ震源モデルで長周期地震動を作成済みである。その他の観測点は、超高層建物が多い地域あるいは地盤増幅率が大きい地域から選択した。図3.3-3には浜松(SZO024)を除く、関東平野、濃尾平野、大阪平野における計算地点位置を、改良版の周期5秒での地盤増幅率分布(フィリピン海プレートの地震の場合)とともに示す。

この震源モデルで、経験式の平均と平均+標準偏差(回帰誤差)の地震動を作成するものとする。なお、昨年度は工学的基盤で作成していたが、今年度は地表で作成する。地震動は、21個の乱数を用いて計算し、擬似速度応答スペクトル(h=5%)、エネルギースペクトルの21波の平均値を算出する。そして以下の優先順位で、平均的な1波を選択した。

- ・各波の擬似速度応答スペクトルから擬似速度応答スペクトルの平均値を引いた周期1~10秒での残差の和が正で、残差の絶対値が小さい波を選択
- ・各波のエネルギースペクトルからエネルギースペクトルの平均値を引いた周期1~10秒での残差の和が正で、残差の絶対値が小さい波を選択

3-3-3 長周期地震動の計算波とそのばらつき

図3.3-4~図3.3-19には、代表8観測点でのオリジナル版と改良版の東海・東南海・南海地震の長周期地震動の擬似速度応答スペクトル(h=5%)とエネルギースペクトルを示す。オリジナル版では、

工学的基盤での波であるため、直接比較ができるのは周期 1～10 秒である。大手町と新宿・工学院大（図 3.3-4～図 3.3-7）を比較すると、オリジナル版でみられた両地点での違いは改良版では小さくなっている。両地点での地下構造の違いが小さいことから合理的な結果と考えられる。関東平野では、周期 1～5 秒では改良版がやや小さい。濃尾平野、大阪平野では、周期 5 秒以上で改良版がやや小さいか同じであり、周期 1～5 秒では改良版がやや大きいか同じである。

図 3.3-20～図 3.3-47 には、他の追加観測点での改良版の東海・東南海・南海地震の長周期地震動の擬似速度応答スペクトル($h=5\%$)とエネルギースペクトルを示す。関東平野の追加観測点では、代表観測点より、スペクトルレベルは概して小さい。断層最短距離 19.4km、震源距離 24.1km で断層面直上にある浜松では、経験式の平均を用いた場合でも周期 0.5～3.5 秒で擬似速度応答スペクトル($h=5\%$)が 100～150cm/s と大きい。名古屋(E34)や四日市(MIE003,E64)では、長周期で擬似速度応答スペクトル($h=5\%$)が 100cm/s を越える周期帯域が広い。

図 3.3-48～図 3.3-59 には、計算波の速度波形と加速度波形を示す。いずれも周期 0.1～10 秒のフィルター波形である。

3-3-4 既往の計算波及び観測波

表 3.3-3、表 3.3-4 には、オリジナル版の経験式に基づく建物応答用に提供している計算波の地震と計算地点を、波形の最大速度とともに黄色で示す。図 3.3-60 には、これらの波と同じ計算地点における今回計算した東海・東南海・南海地震の計算波の擬似速度応答スペクトルの比較を示す。

図 3.3-61 には、比較のために、既往の計算波の擬似速度応答スペクトル($h=5\%$)を示す。(a)は南海地震(Mw8.6)の此花(OSKH02)における断層モデルに基づく既往の計算波である。(b)は東海・東南海地震(Mw8.3)の三の丸における断層モデルに基づく既往の計算波とオリジナル版に基づく名古屋(AIC004)での計算波の比較である。

また、図 3.3-62 には、比較のために、2003 年十勝沖地震の苫小牧における観測擬似速度応答スペクトル($h=5\%$)を示す。新宿・工学院大での平均値と類似している。図 3.3-63 には、東北地方太平洋沖地震による観測記録の周期 2 秒での擬似速度応答スペクトル($h=5\%$)の分布を、観測点位置とともに示す。図 3.3-64 が、東北地方太平洋沖地震による観測記録の擬似速度応答スペクトル($h=5\%$)である。東北地方太平洋沖地震では、周期 5 秒以上で告示スペクトルを越える観測点はほとんどみられないが、周期 5 秒以下では告示スペクトルを大きく越える観測点が多数みられる。古川(MYG006)の観測記録では、周期 0.5～4 秒の広い帯域で擬似速度応答スペクトル($h=5\%$)が 100cm/s を越えており、これは、東海・東南海・南海地震の SZO024(浜松)での計算波以上に大きい。

3-3-5 まとめ

改良版の経験式に基づき、東海・東南海・南海 3 連動地震(Mw8.7)の長周期地震動の候補を試作した。また、これらと、オリジナル版の経験式に基づく東海・東南海・南海 3 連動地震の長周期地震動の計算波や、これまで建物応答用に提供してきた計算波、巨大海溝型地震に対する既往の断層モデル

に基づく計算波、巨大海溝型地震の観測波と比較を行った。

参考文献

- 中央防災会議 東南海・南海地震等に関する専門調査会(2003). 第 16 回、資料 3 図表集, pp.18-20,
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai>
- 中央防災会議 南海トラフの巨大地震モデル検討会(2011). 第 7 回 南海トラフの巨大地震モデル検討会 中間とりまとめ(案), http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai_trough/7/1.pdf
- 釜江克宏・川辺秀憲(2006). 南海地震における近畿圏の強震動予測, 第 34 回地盤震動シンポジウム, 日本建築学会, pp.35-40.
- 気象庁(2011). 「平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震」について (第 28 報) , <http://jma.go.jp/jma/press/1103/25b/kaisetsu201103251730.pdf>
- 宮腰淳一・中田猛・福和伸夫・柴田昭彦・白瀬陽一・斎藤賢二(2006). 名古屋市三の丸地区における耐震改修用の基準地震動の作成, 日本地震工学会大会, pp.394-395.
- 関口春子・吉見雅行・吉田邦一・堀川晴央(2006). 海溝型巨大地震の広帯域地震動予測のためのマルチスケール不均質モデルと南海地震への適用, 海溝型巨大地震を考えるー広帯域強震動の予測 2ーシンポジウム論文集, pp.61-73.
- 鶴来雅人・趙伯明・Petukhin A.・香川敬生(2005). 東南海・南海地震による大阪での強震動予測事例ー広帯域強震動の予測ーシンポジウム論文集, pp.73-82.
- 地震調査研究推進本部(2009). 「長周期地震動予測地図」2009 年試作版,
http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09_choshuki/choshuki2009_c3.pdf

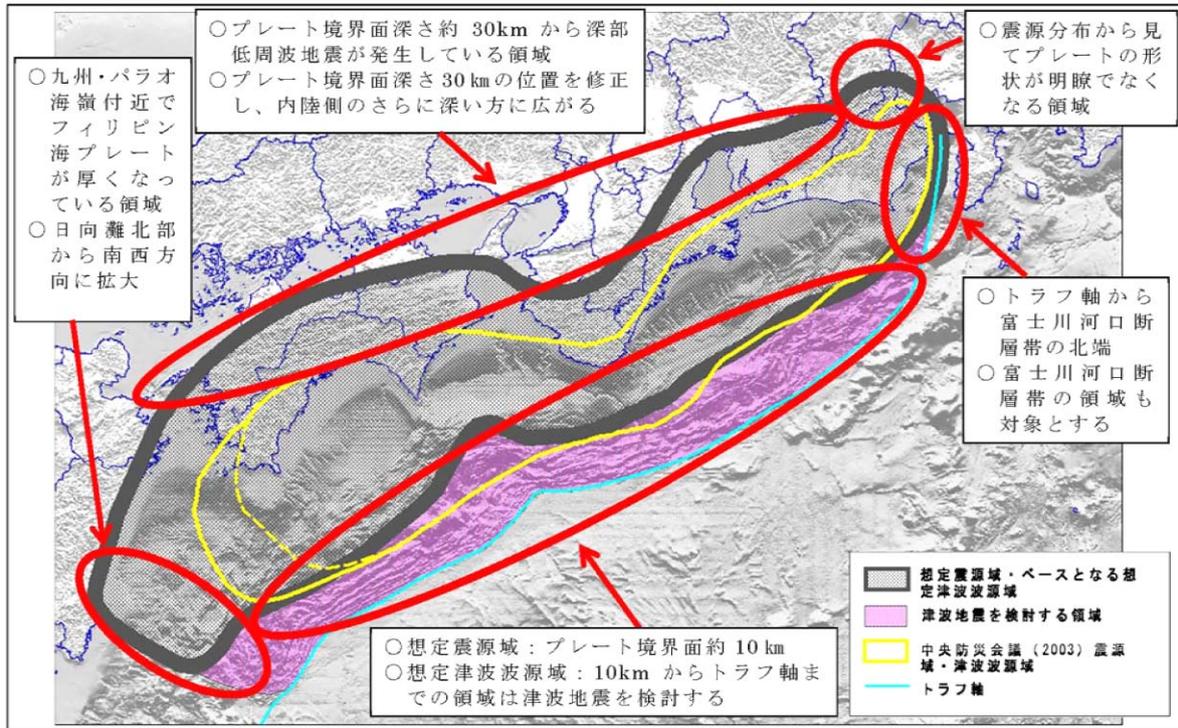


図 V.1 新たな想定震源域・想定津波波源域

※海底地形図は海上保安庁提供データによる

図 3.3-1 中央防災会議(2011)による、南海トラフの新たな想定震源域・想定津波波源域

表 3.3-1 東海・東南海・南海地震の震源モデル

			地震モーメントdyne・cm (Mw)	参考文献
本検討(3連動)	南海	東断層	2.91×10^{28} (8.2)	鶴来・他(2005)
		西断層	5.46×10^{28} (8.4)	鶴来・他(2005)
	東南海	東断層	9.01×10^{27} (7.9)	鶴来・他(2005)
		西断層	1.48×10^{28} (8.0)	鶴来・他(2005)
	東海		1.12×10^{28} (8.0)	地震本部(2009)
	全体		1.2×10^{29} (8.7)	

*鶴来・他(2005)は中央防災会議(2003)に基づいている。地震本部(2009)も中央防災会議に基づいている。

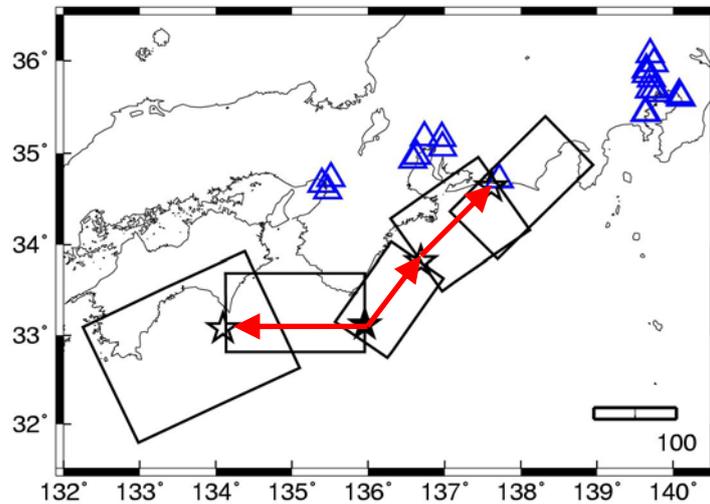


図 3.3-2 東海・東南海・南海地震の震源モデルと破壊パターン及び計算地点（矩形は断層面、☆は破壊開始点、矢印は破壊伝播方向、△は計算地点）

表 3.3-2 東海・東南海・南海地震の計算地点

(黄は、代表 8 観測点)

E62	千葉
CHB009	千葉
CHB024	稲毛
SIT003	久喜
SIT008	春日部
SIT010	大宮
51C	さいたま
SIT011	川口
E4E	大手町
KGIN	新宿
TKY016	東雲
E56	横浜
KNG002	横浜
SZ0024	浜松
E34	JMA名古屋
AIC004	名古屋
AIC003	津島
MIE003	四日市
E64	四日市
OSK005	大阪
OSKH02	此花
OSK006	堺

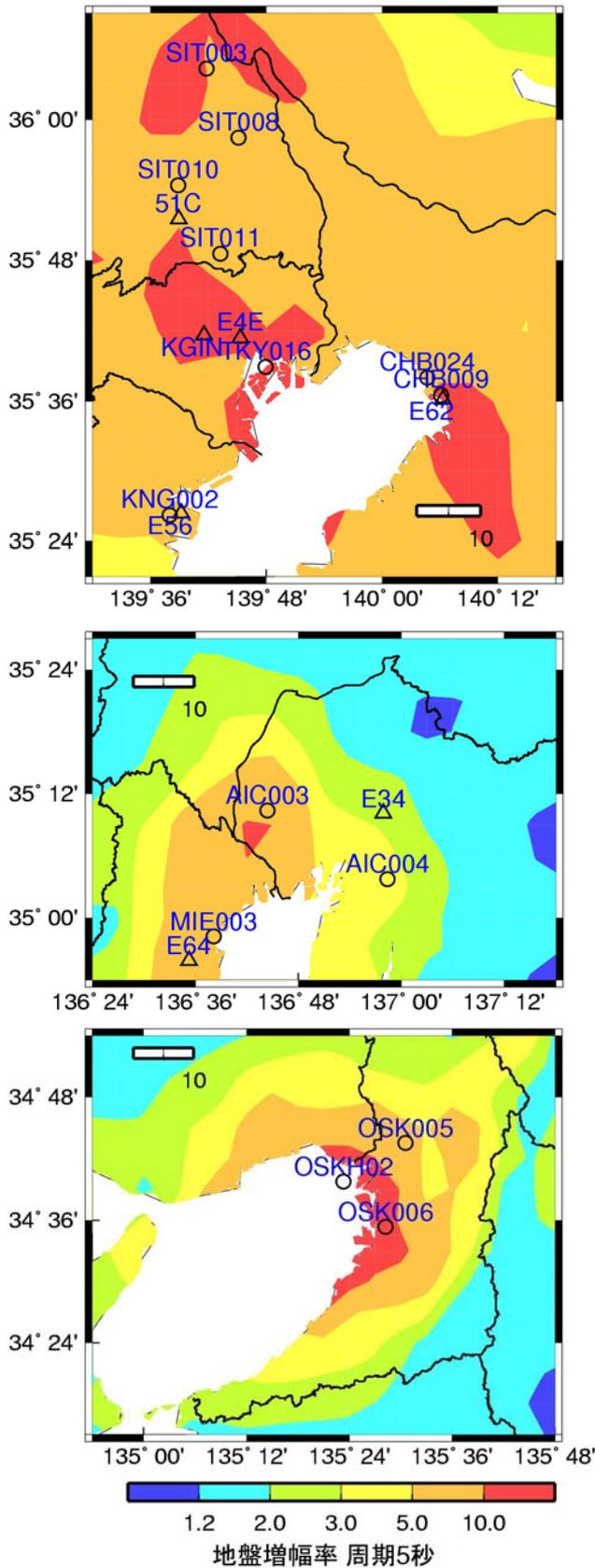


図 3.3-3 関東平野、濃尾平野、大阪平野における東海・東南海・南海地震地震の計算地点と周期 5 秒での地盤増幅率

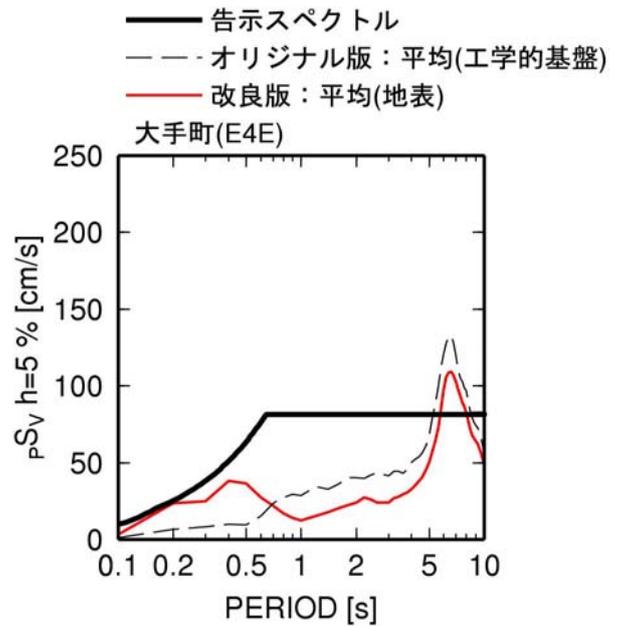
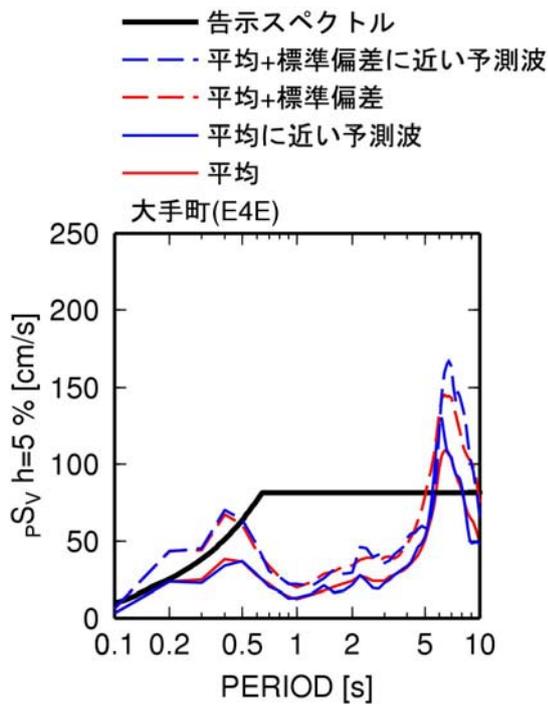
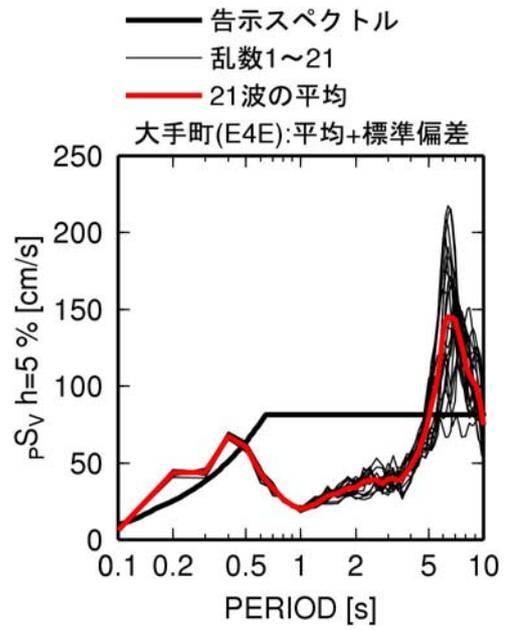
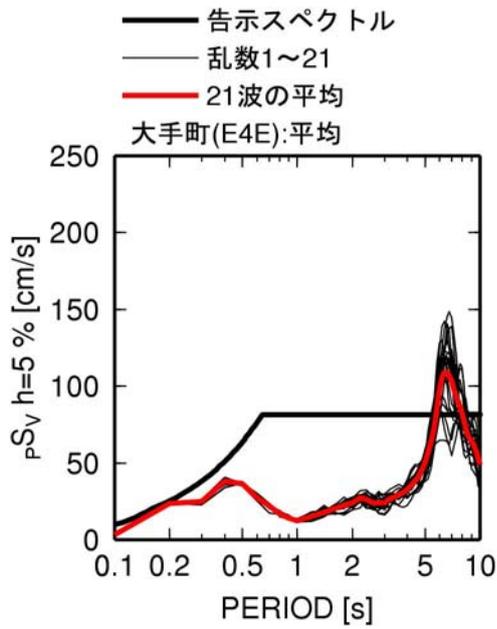


図 3. 3-4 大手町(E4E)での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル(h=5%)

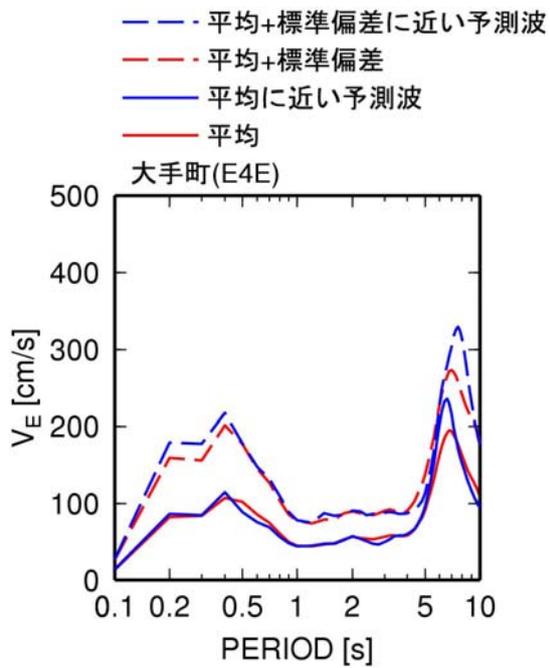
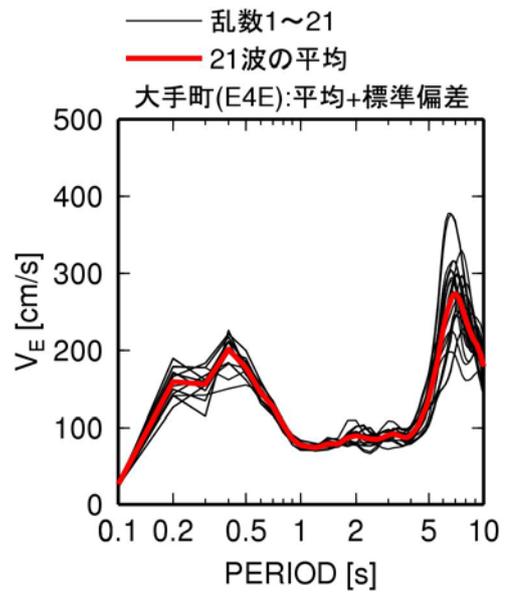
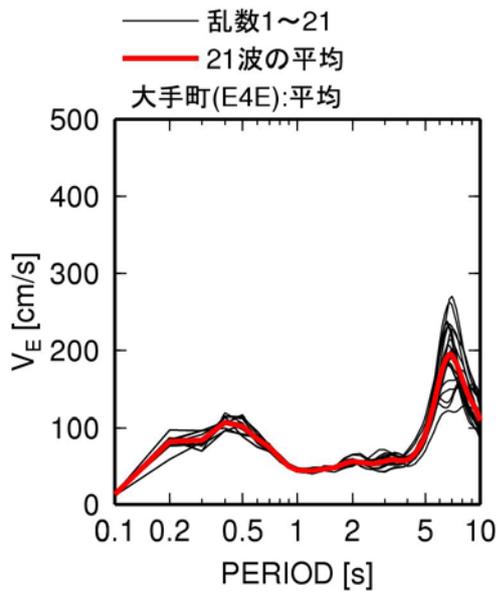


図 3.3-5 大手町 (E4E) での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

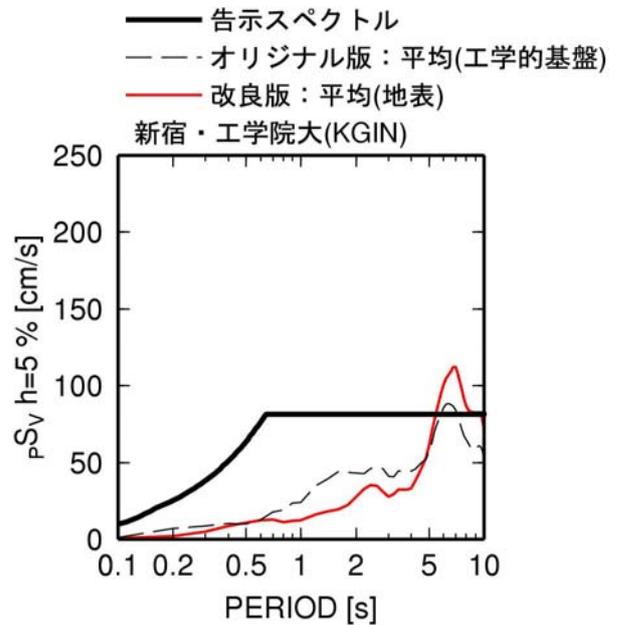
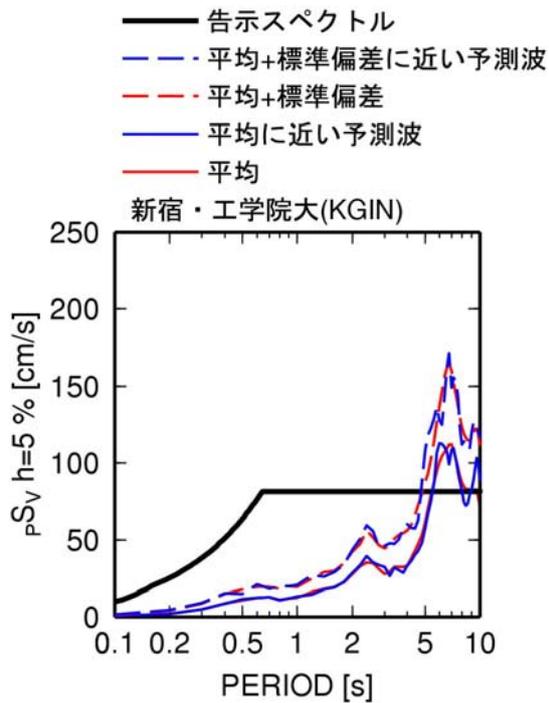
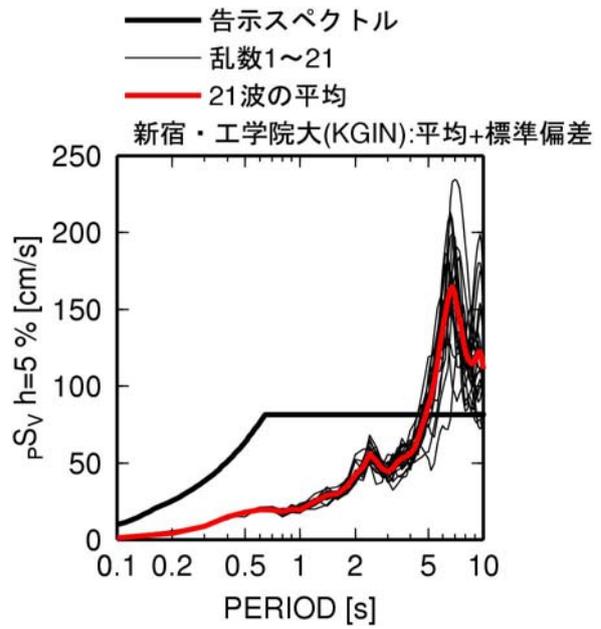
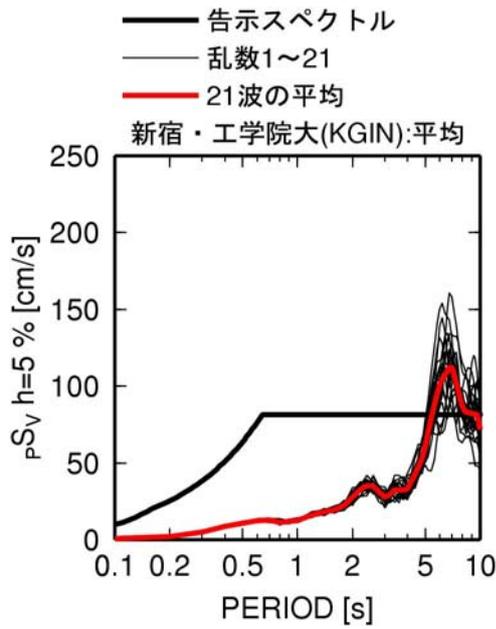


図 3.3-6 新宿・工学院大(KGIN)での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル(h=5%)

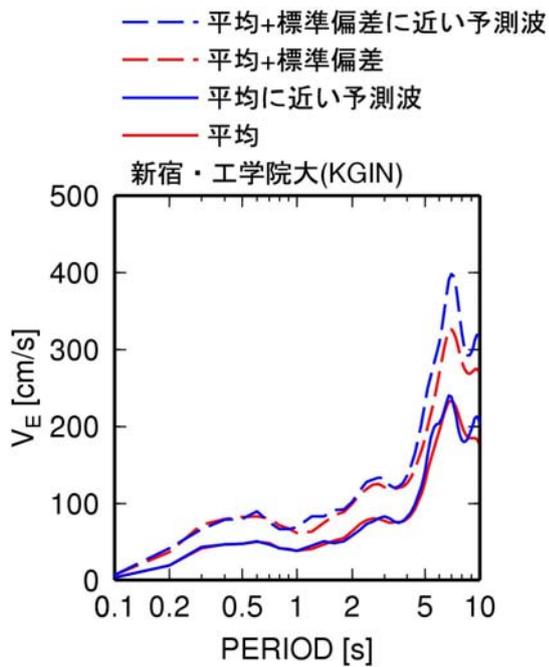
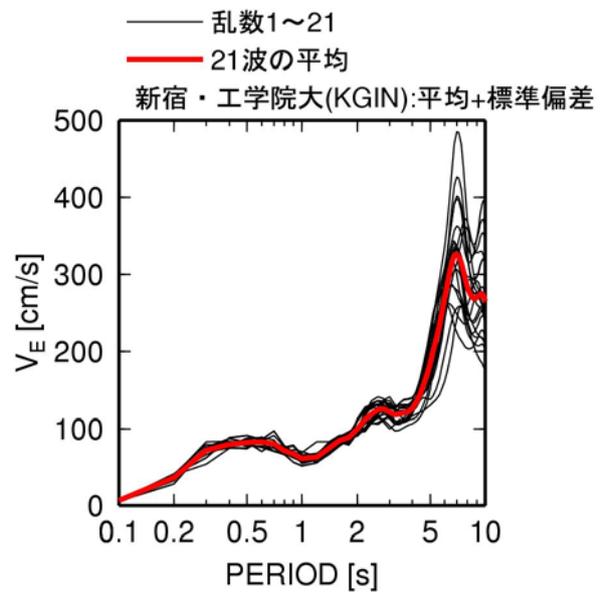
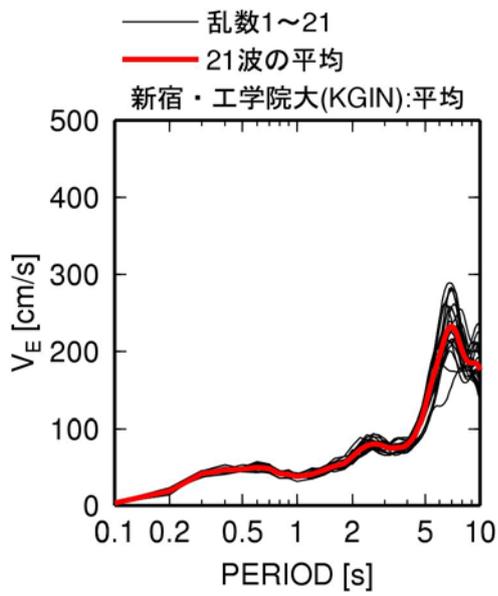


図 3.3-7 新宿・工学院大(KGIN)での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

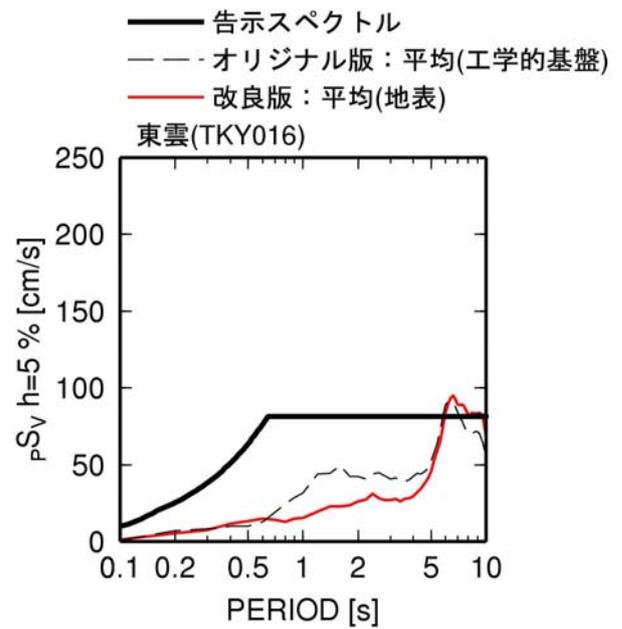
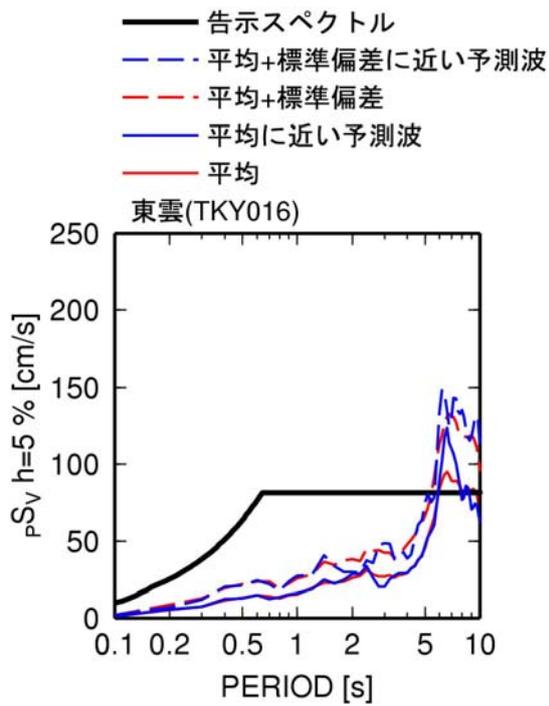
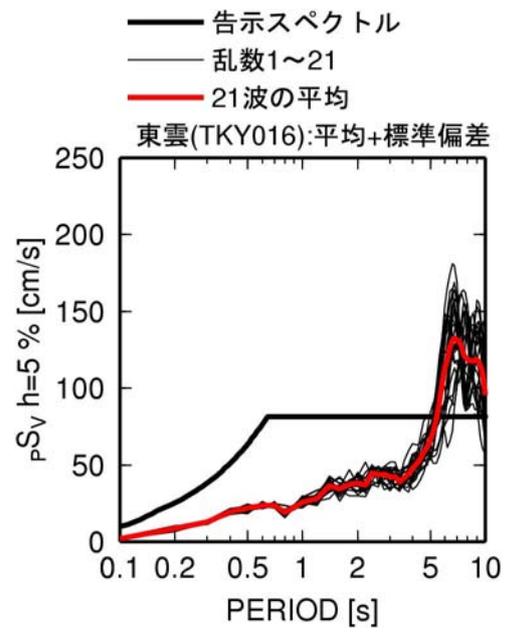
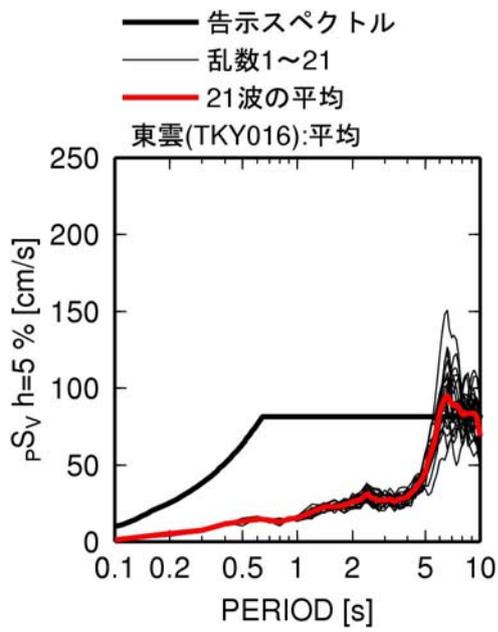


図 3.3-8 東雲(TKY016)での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル(h=5%)

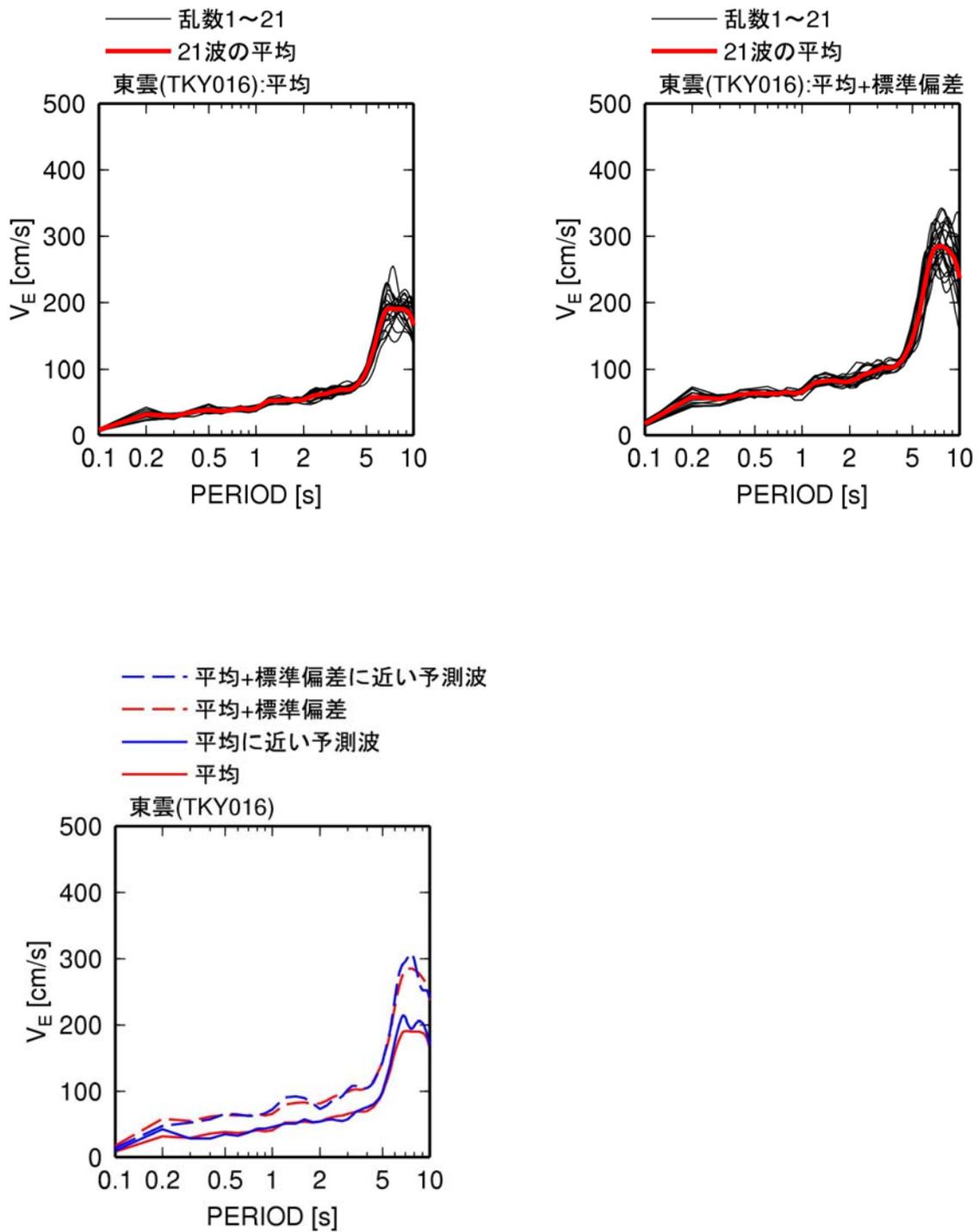


図 3.3-9 東雲 (TKY016) での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

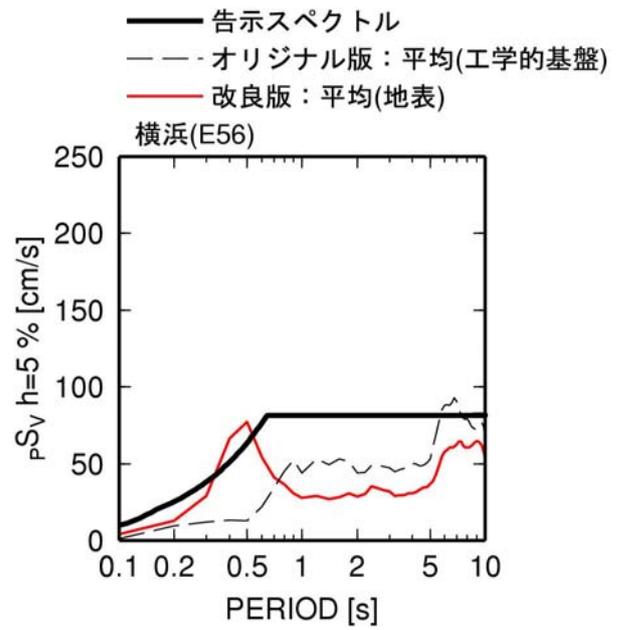
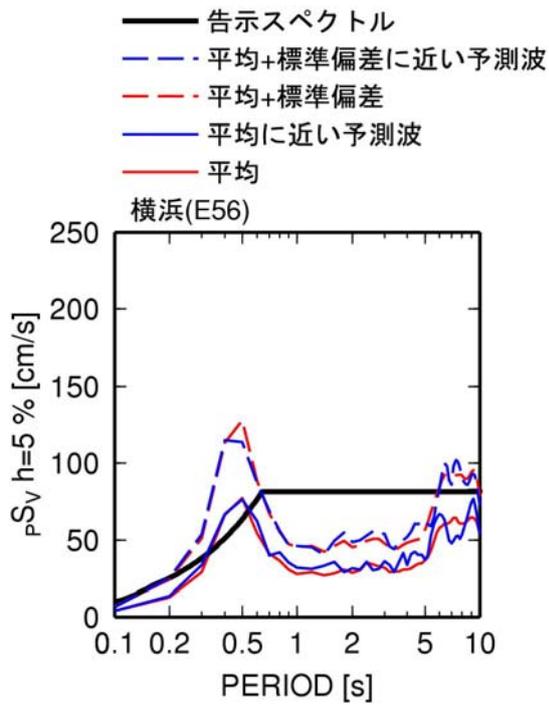
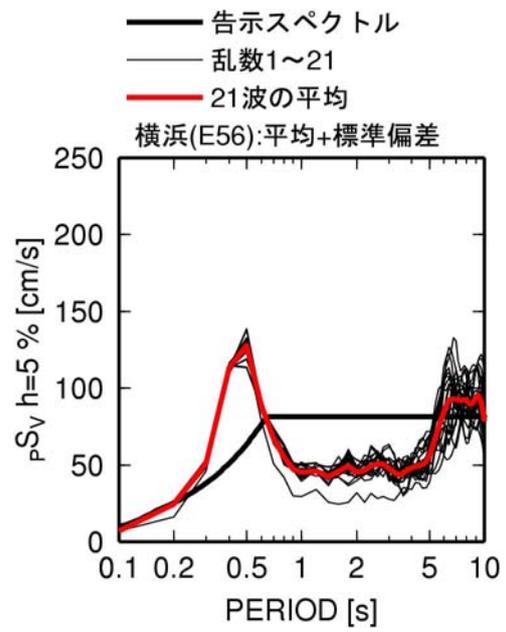
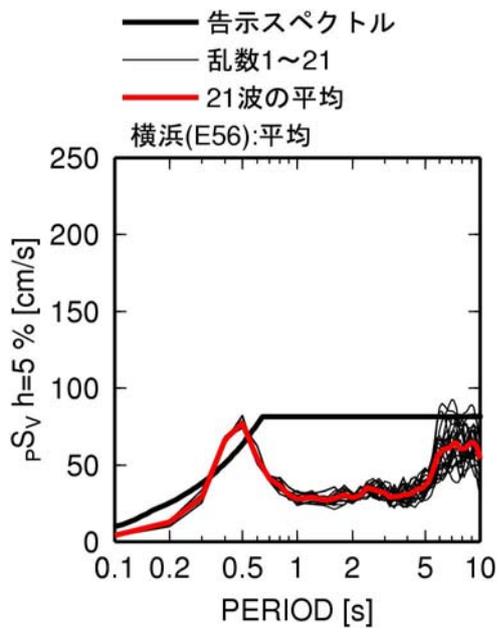


図 3.3-10 横浜 (E56) での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル (h=5%)

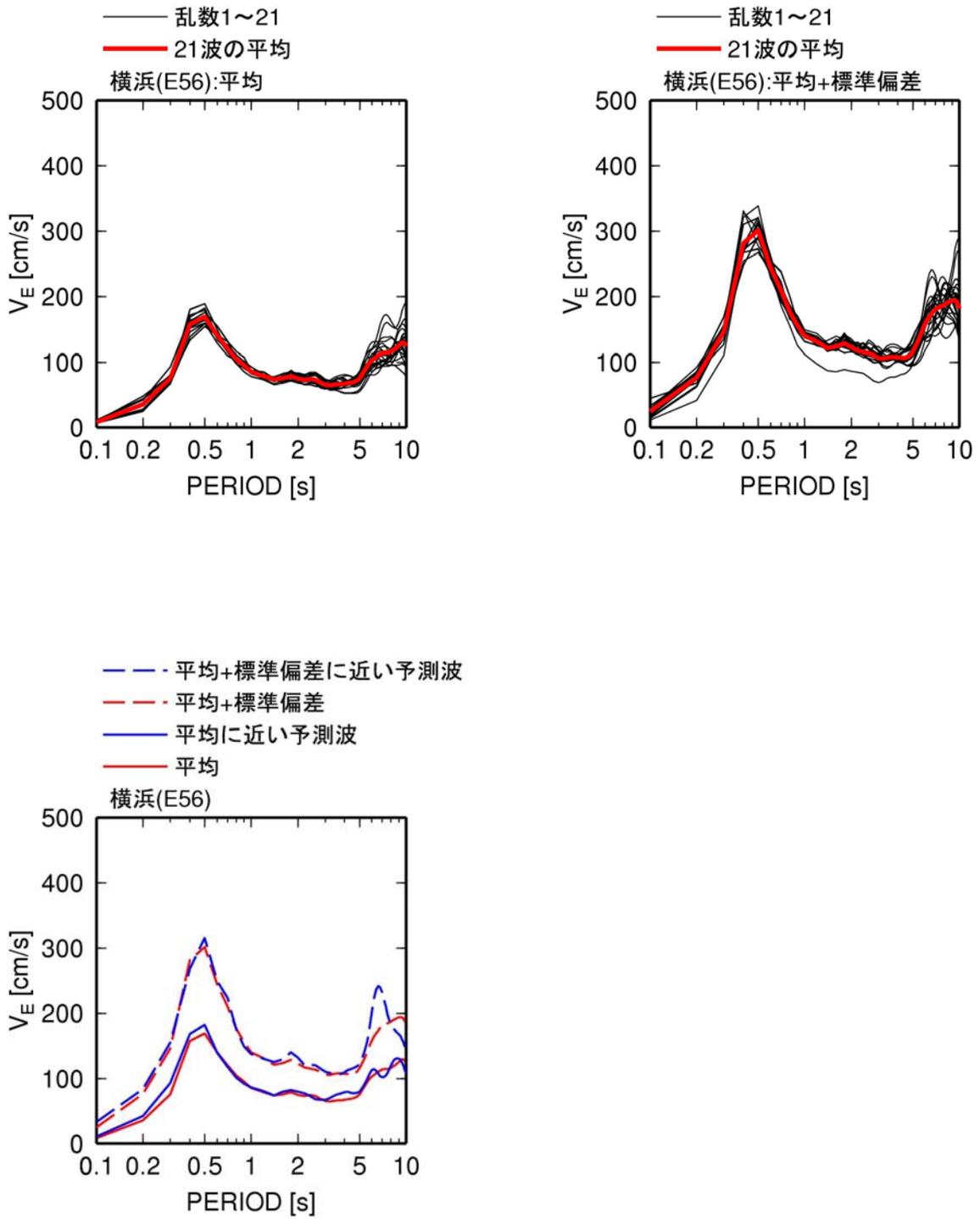


図 3. 3-11 横浜 (E56) での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

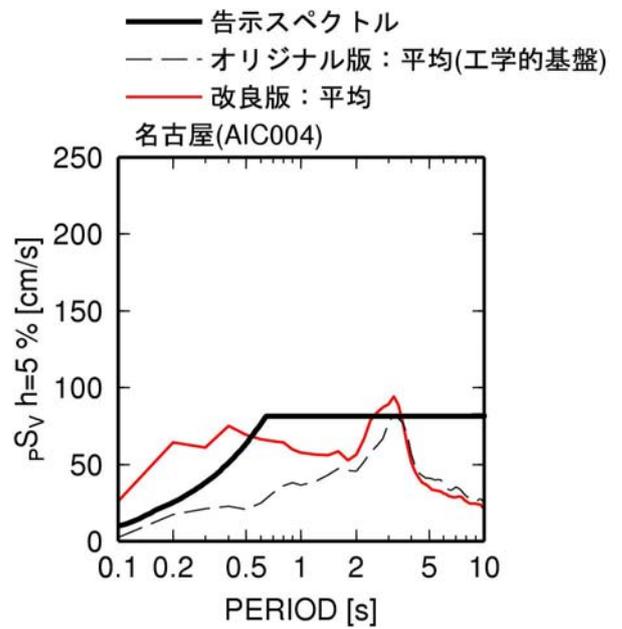
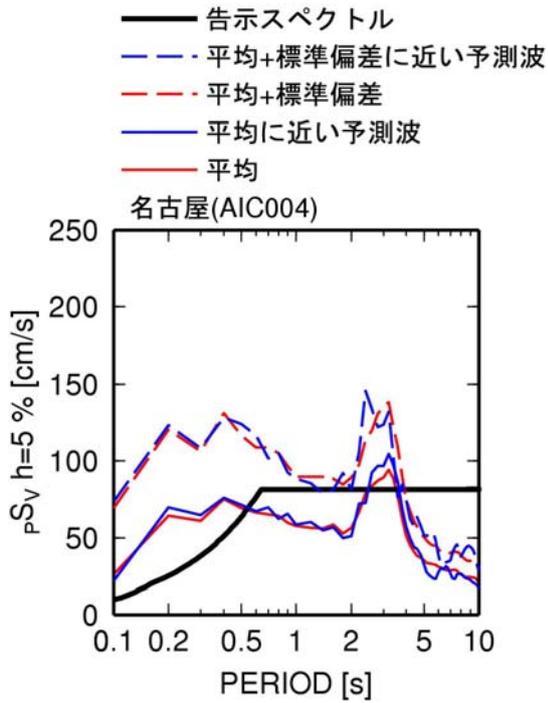
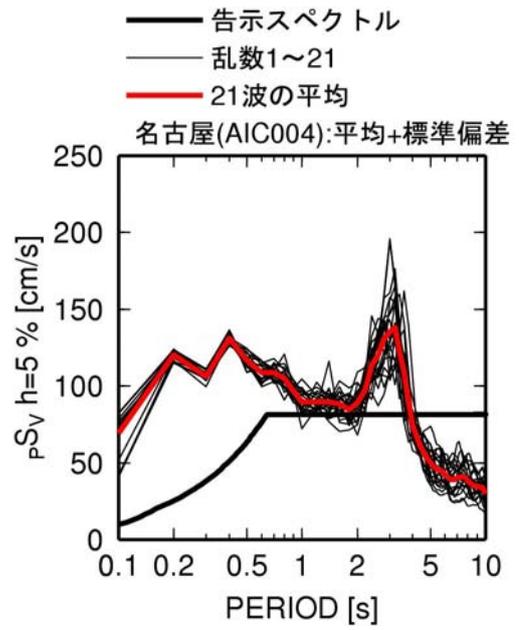
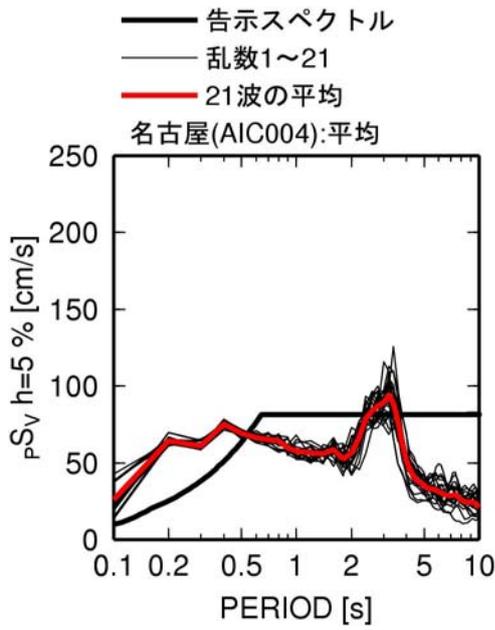


図 3. 3-12 名古屋(AIC004)の東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル(h=5%)

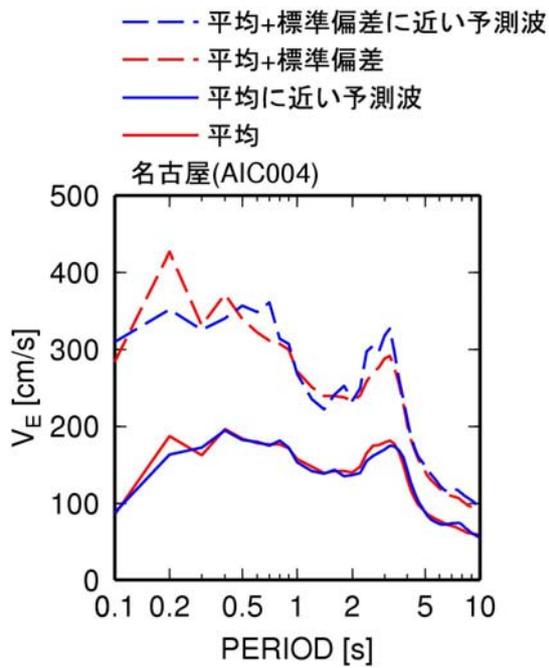
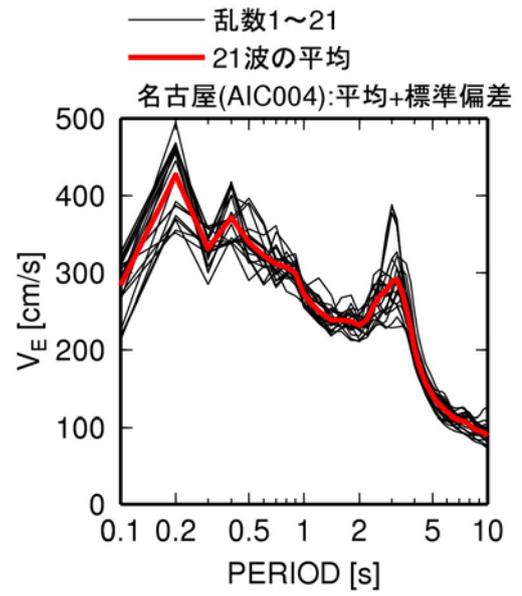
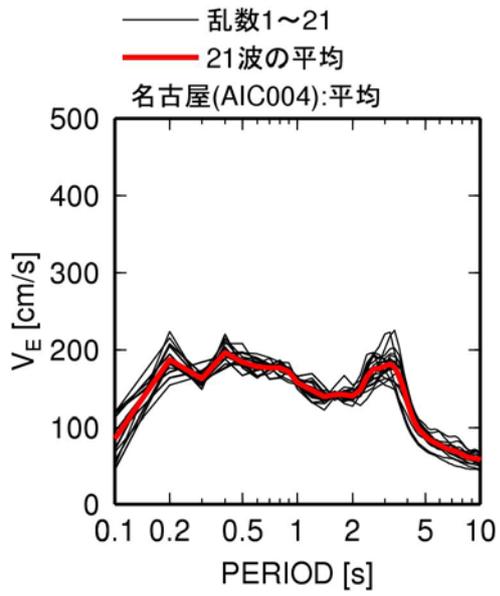


図 3. 3-13 名古屋(AIC004)での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

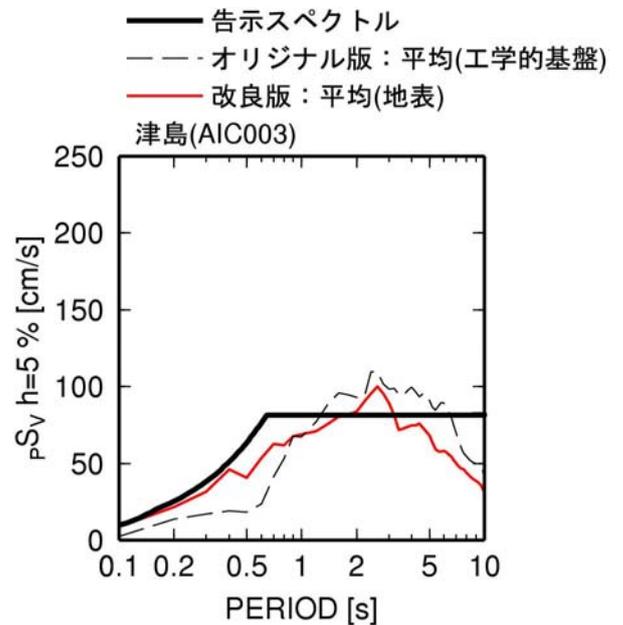
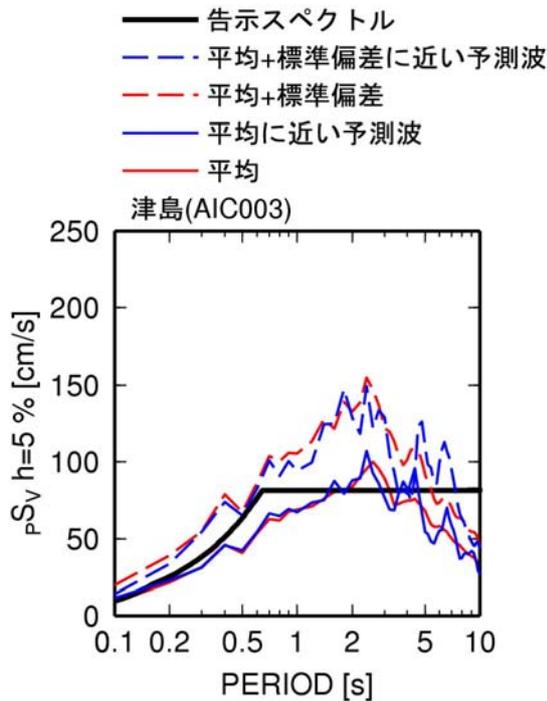
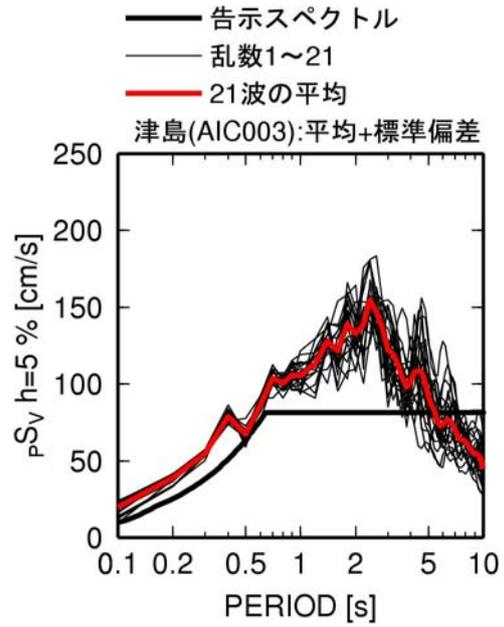
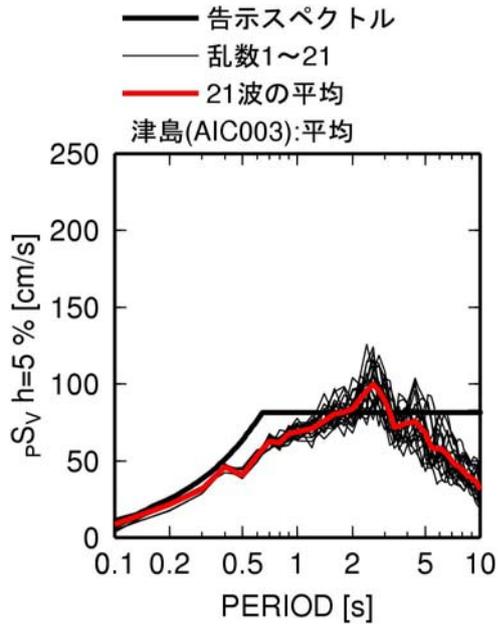


図 3.3-14 津島(AIC003)での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル(h=5%)

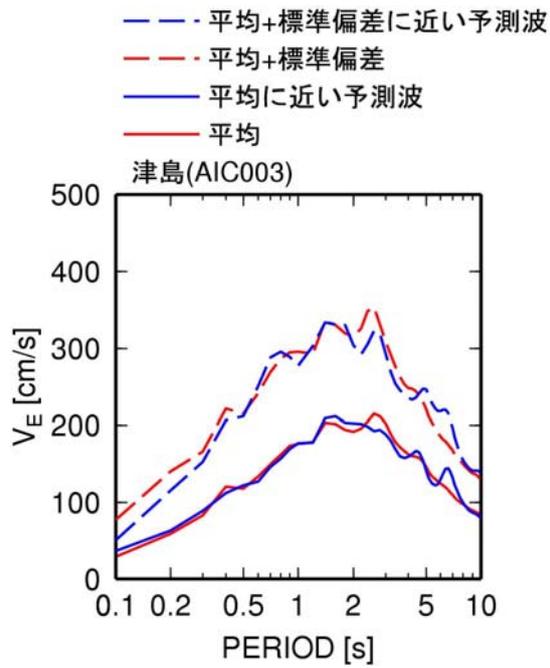
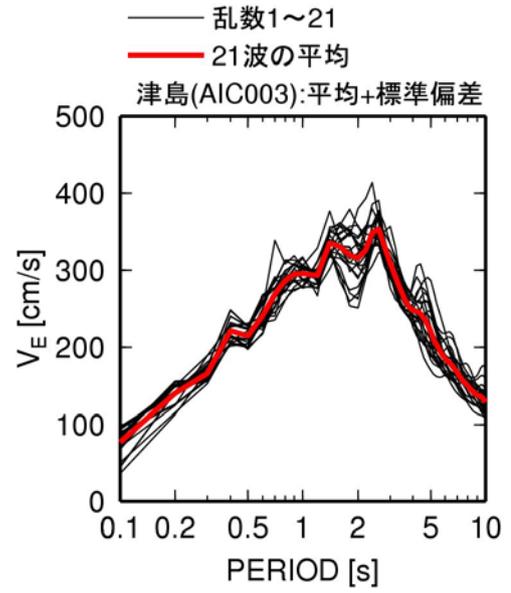
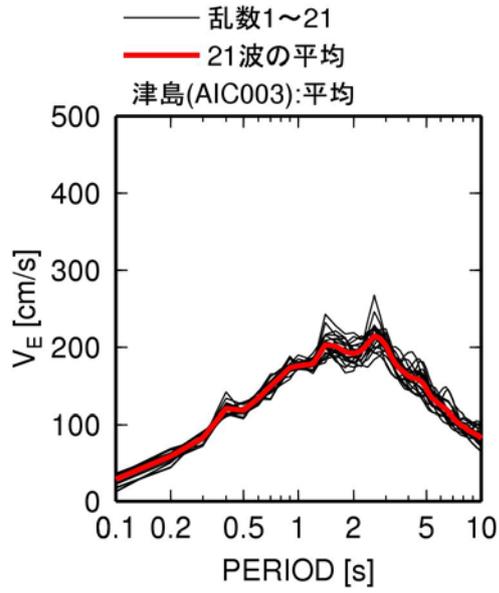


図 3. 3-15 津島(AIC003)での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

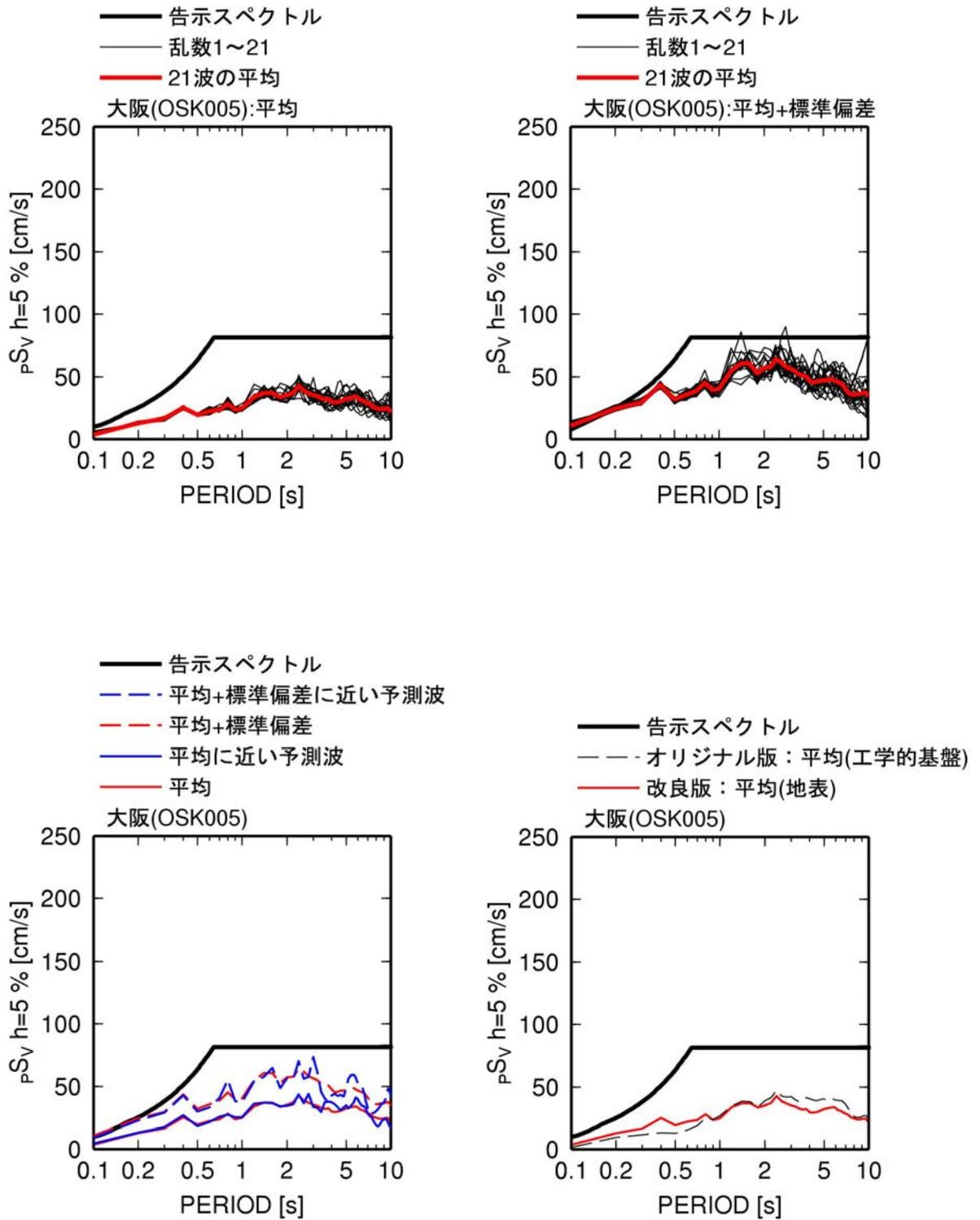


図 3.3-16 大阪 (OSK005) での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル ($h=5\%$)

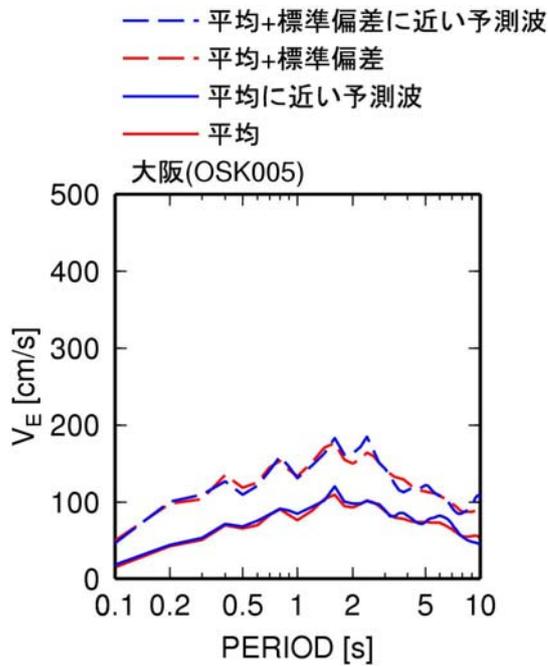
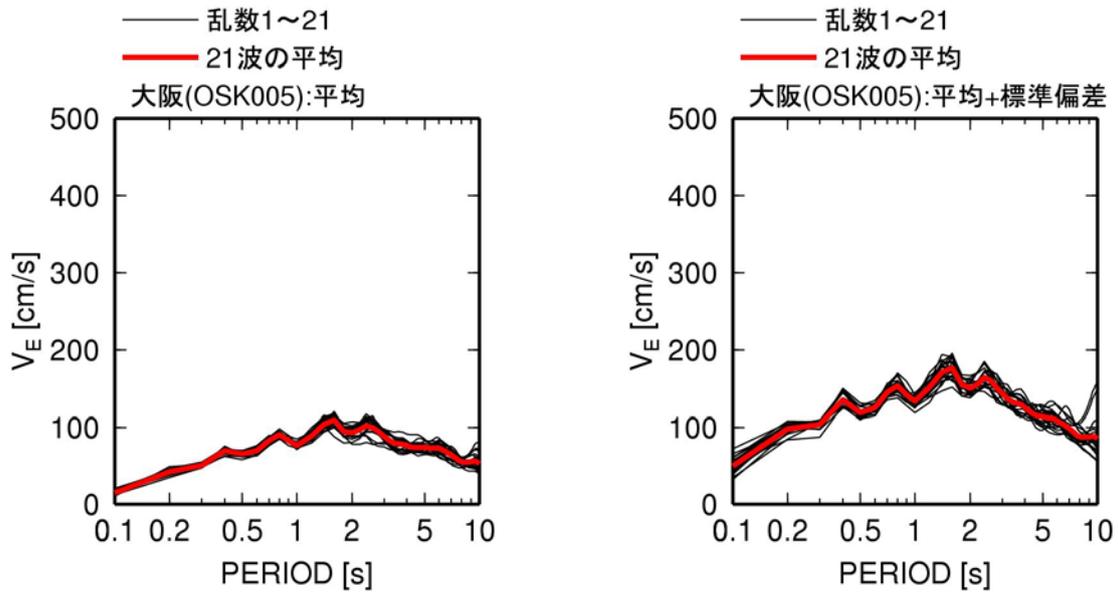


図 3.3-17 大阪(OSK005)での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

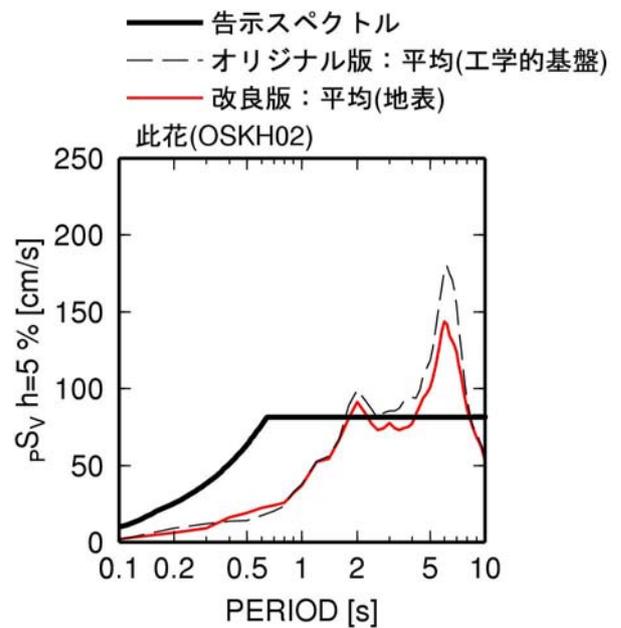
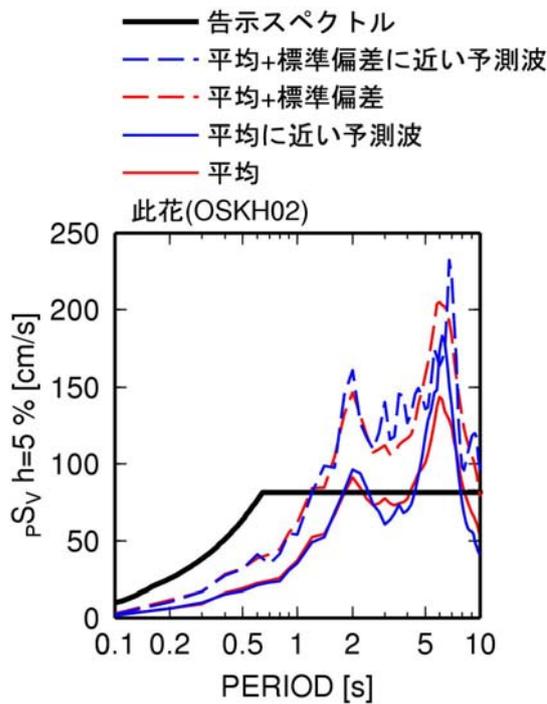
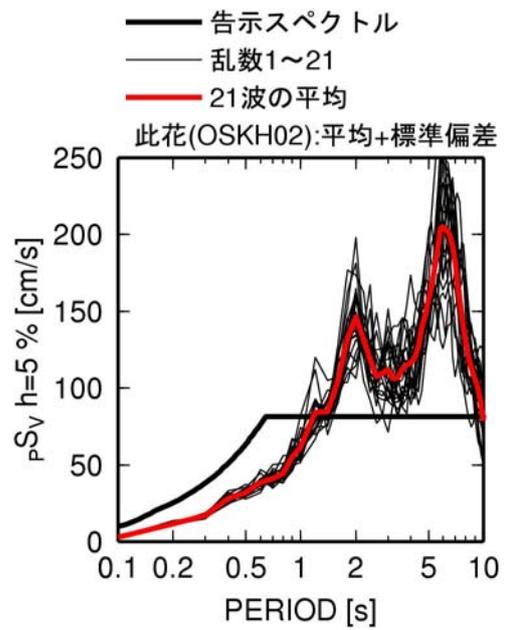
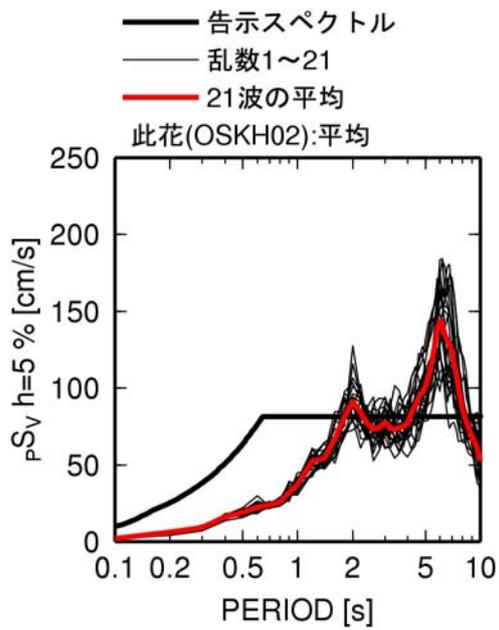


図 3.3-18 此花(OSKH02)での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル(h=5%)

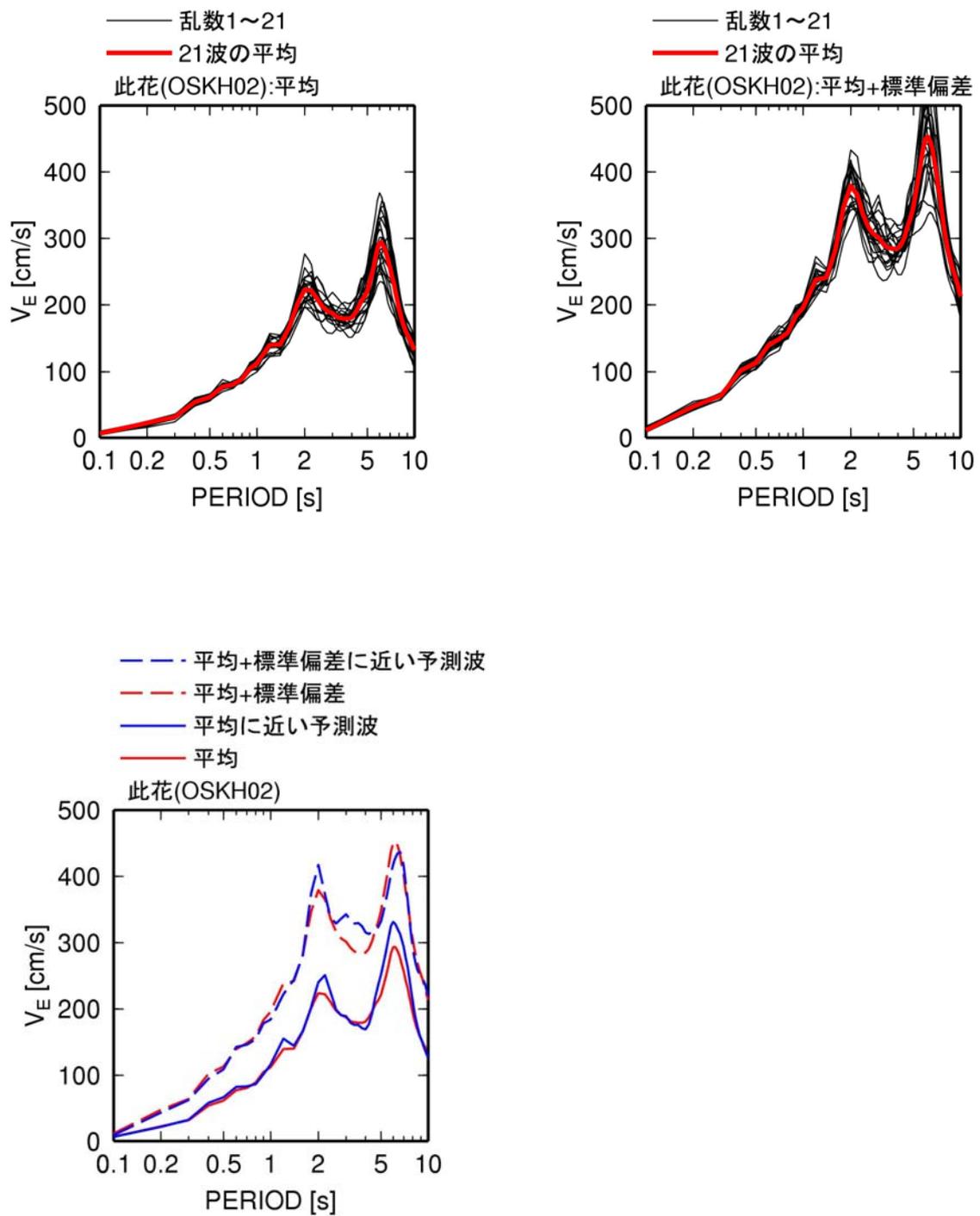


図 3.3-19 此花(OSKH02)での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

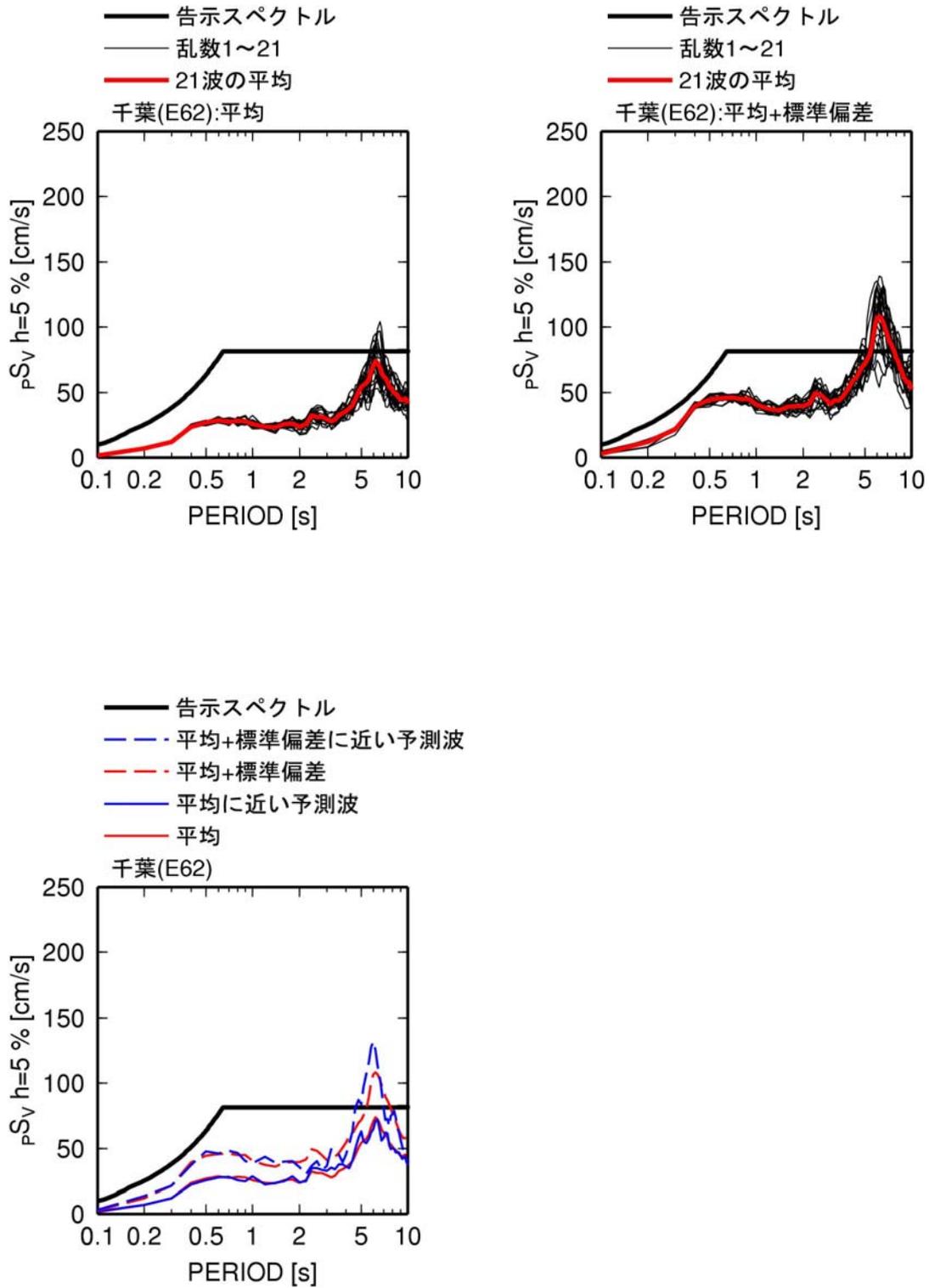


図 3.3-20 千葉(E62)での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル(h=5%)

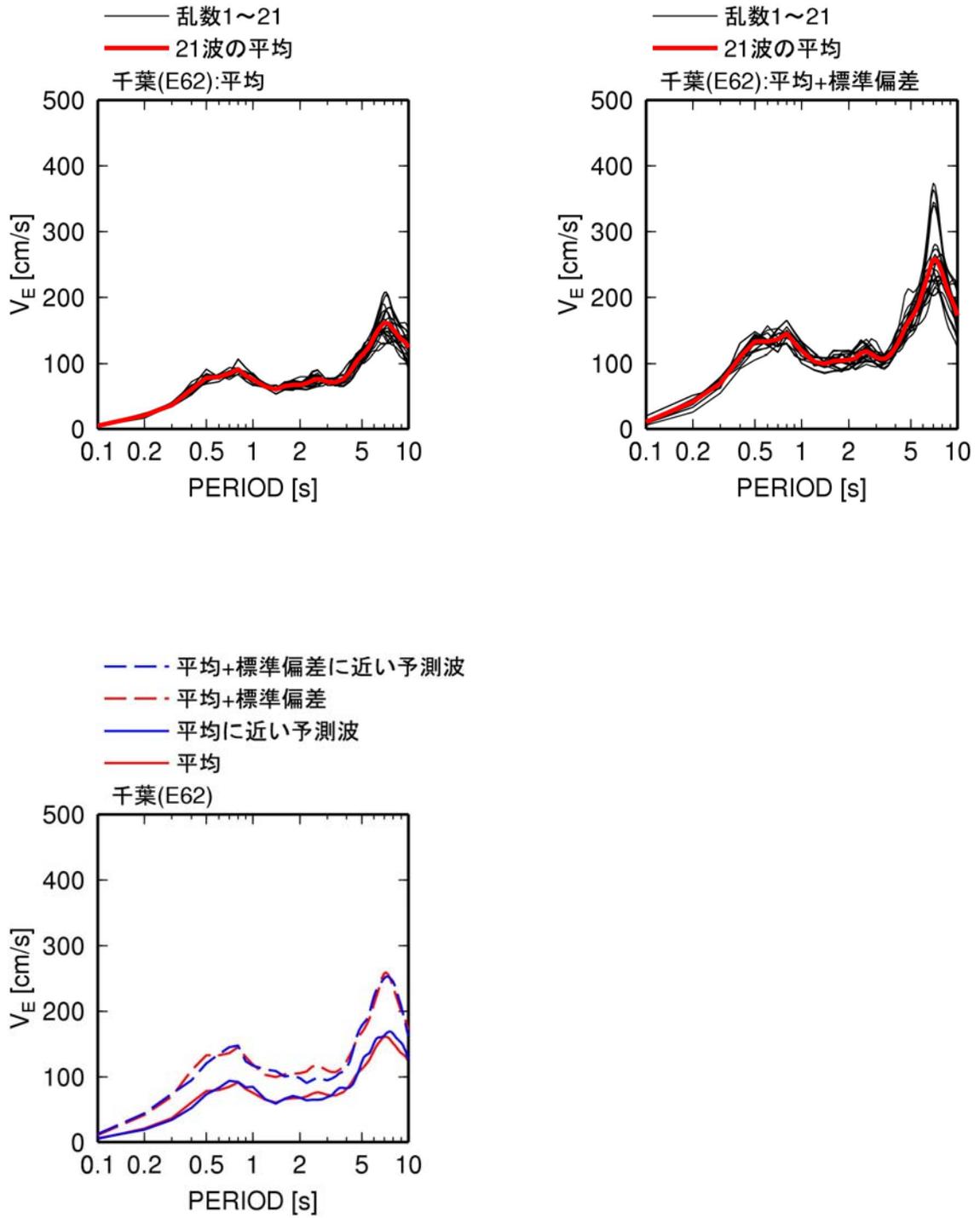


図 3.3-21 千葉(E62)での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

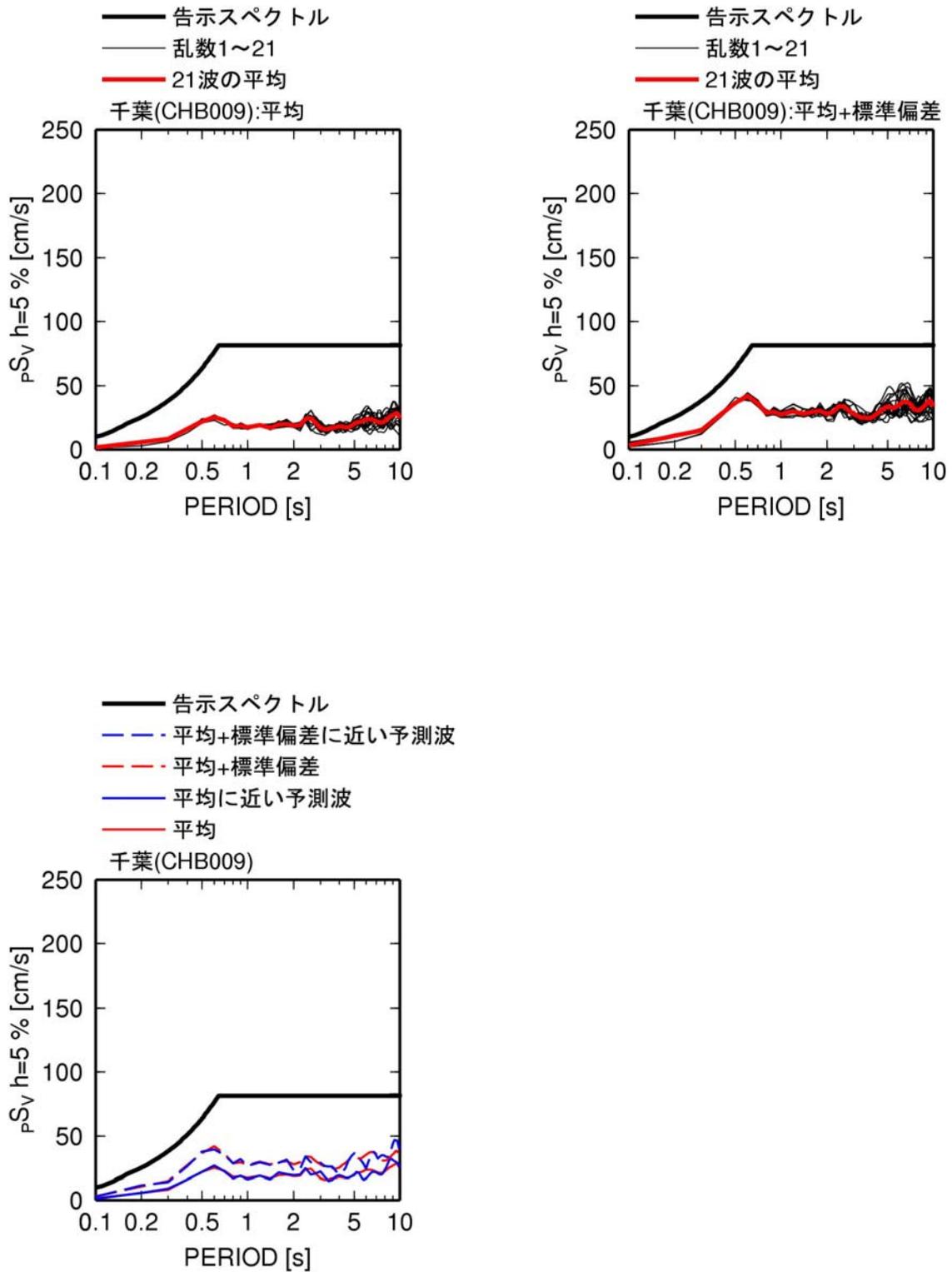


図 3.3-22 千葉(CHB009)での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル(h=5%)

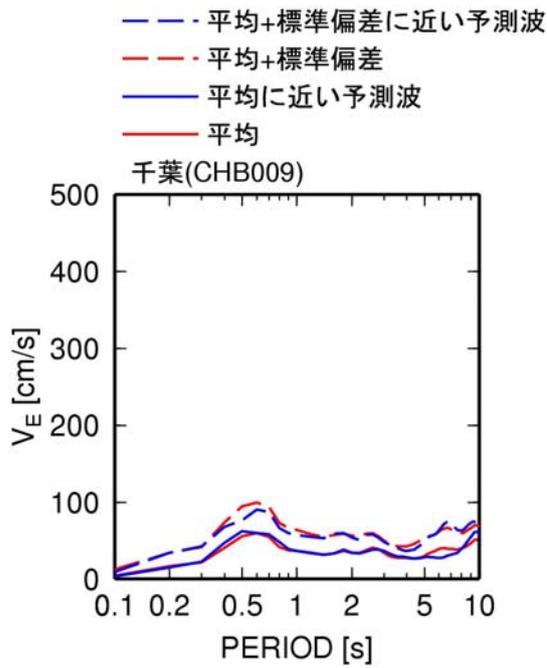
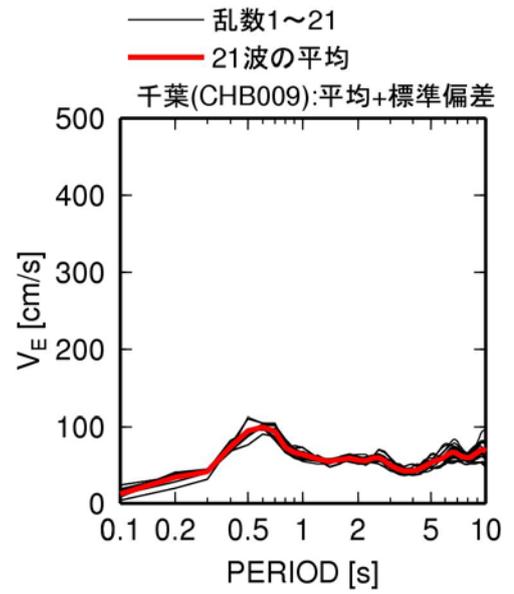
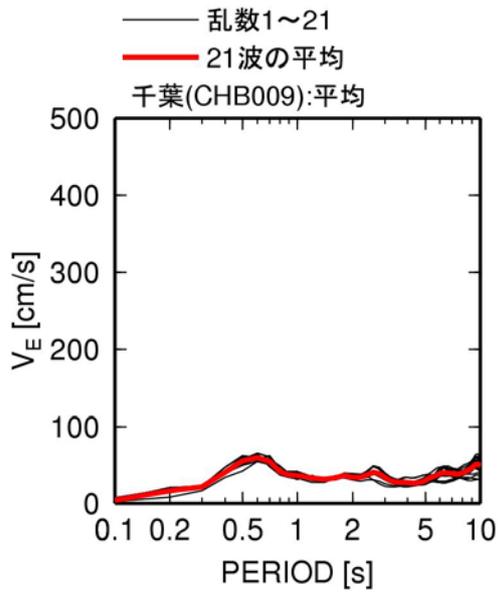


図 3. 3-23 千葉(CHB009)での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

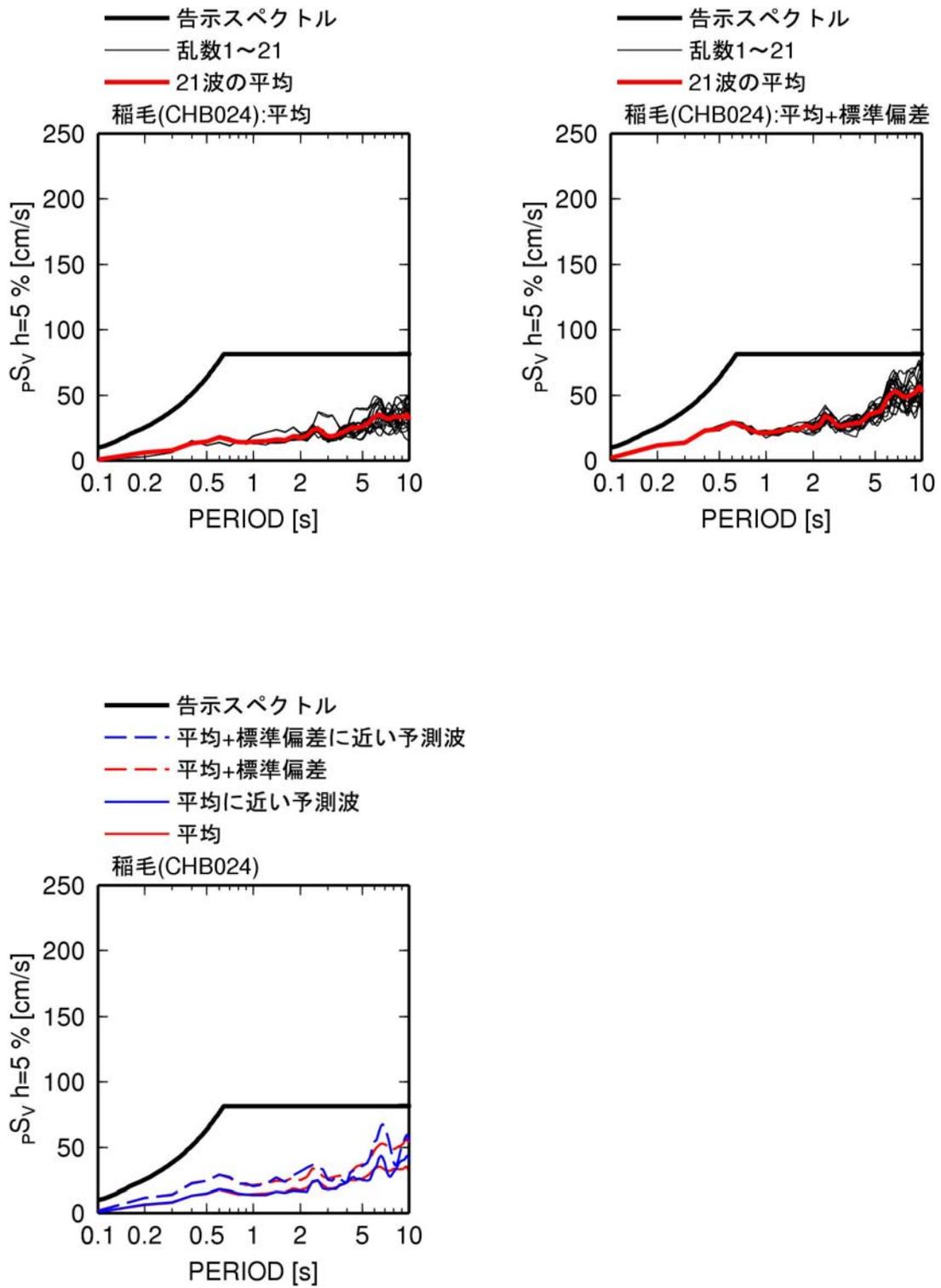


図 3.3-24 稲毛(CHB024)での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル(h=5%)

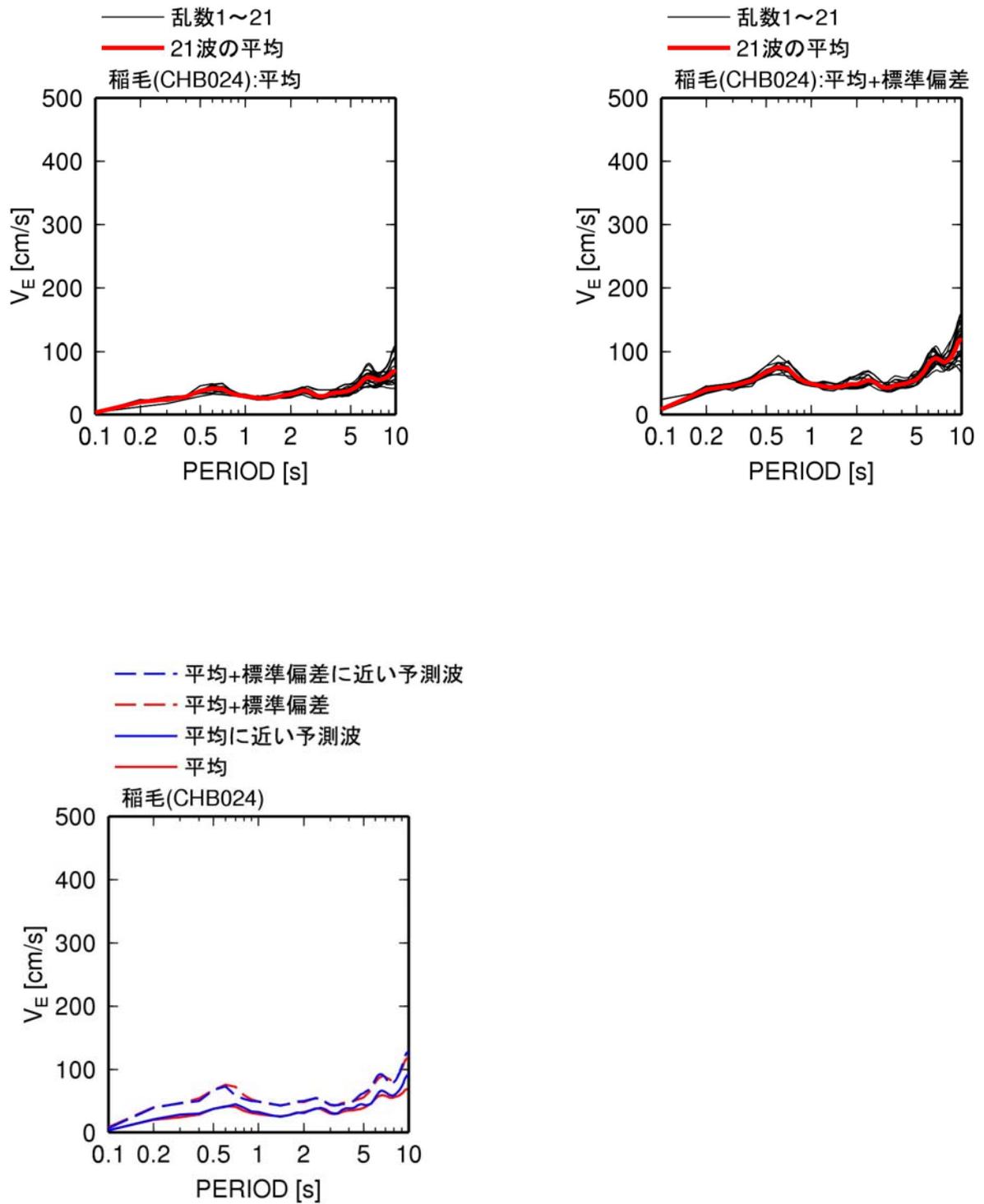


図 3.3-25 稲毛(CHB024)での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

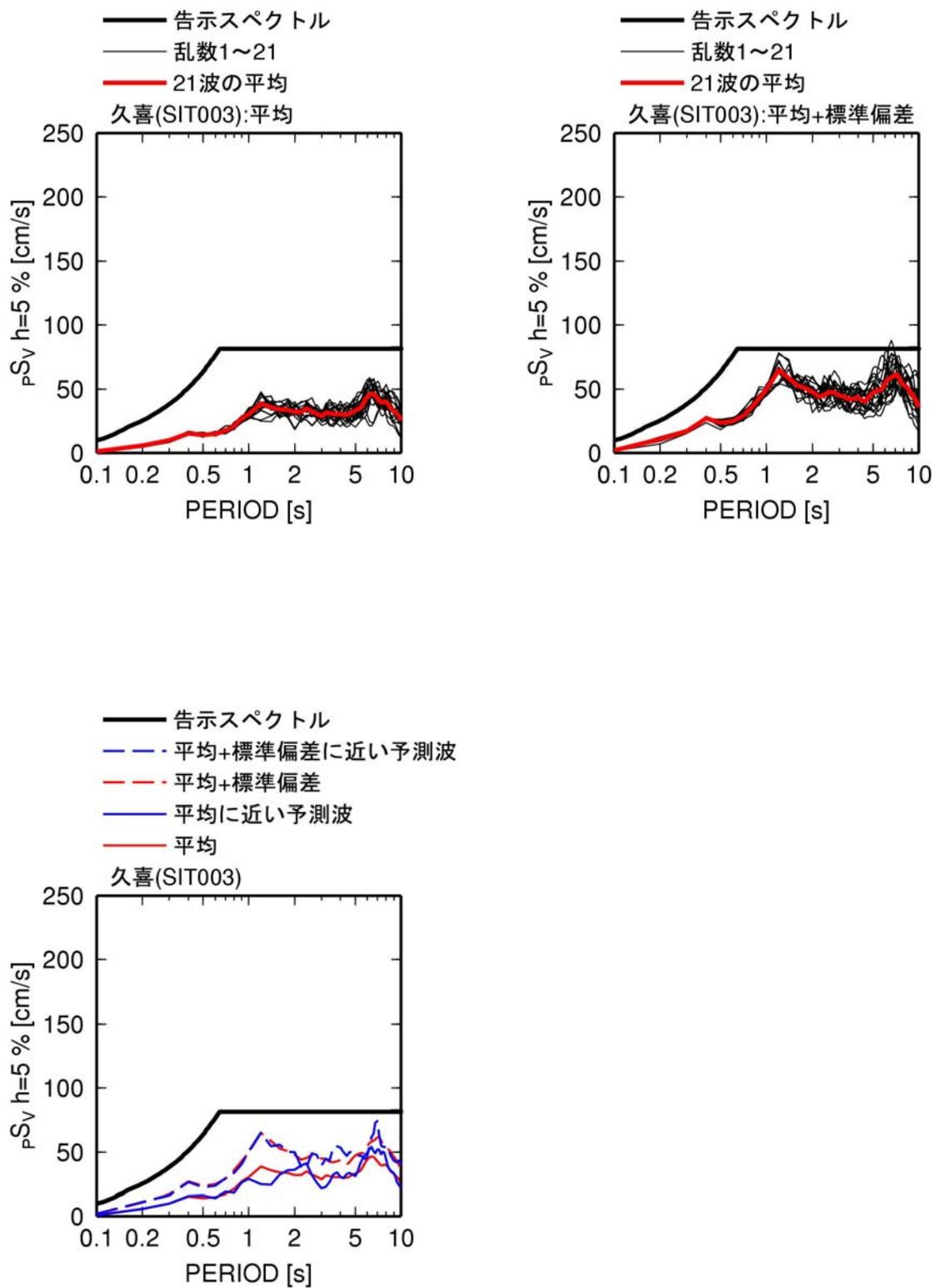


図 3.3-26 久喜(SIT003)での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル(h=5%)

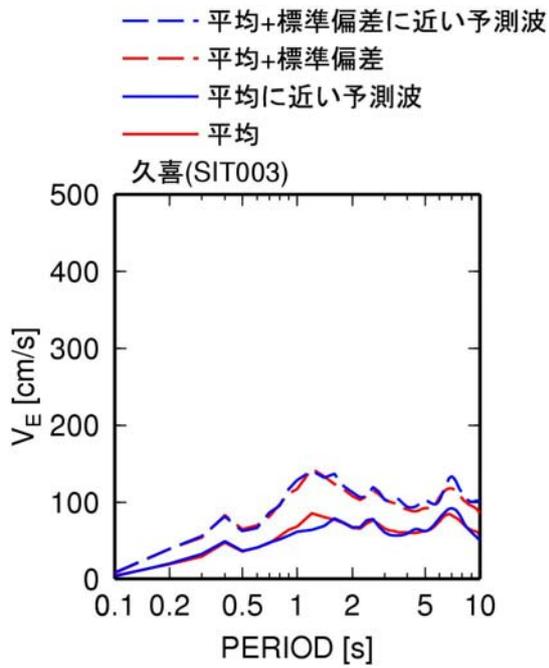
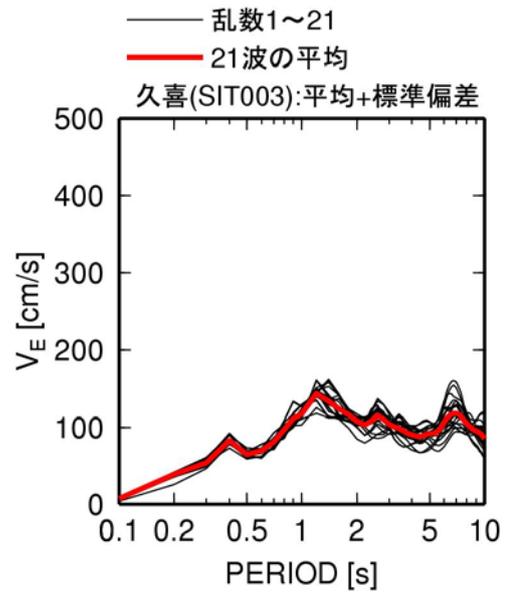
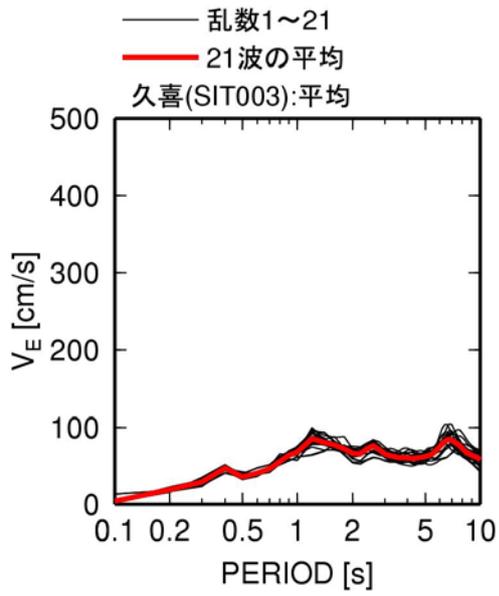


図 3. 3-27 久喜(SIT003)での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

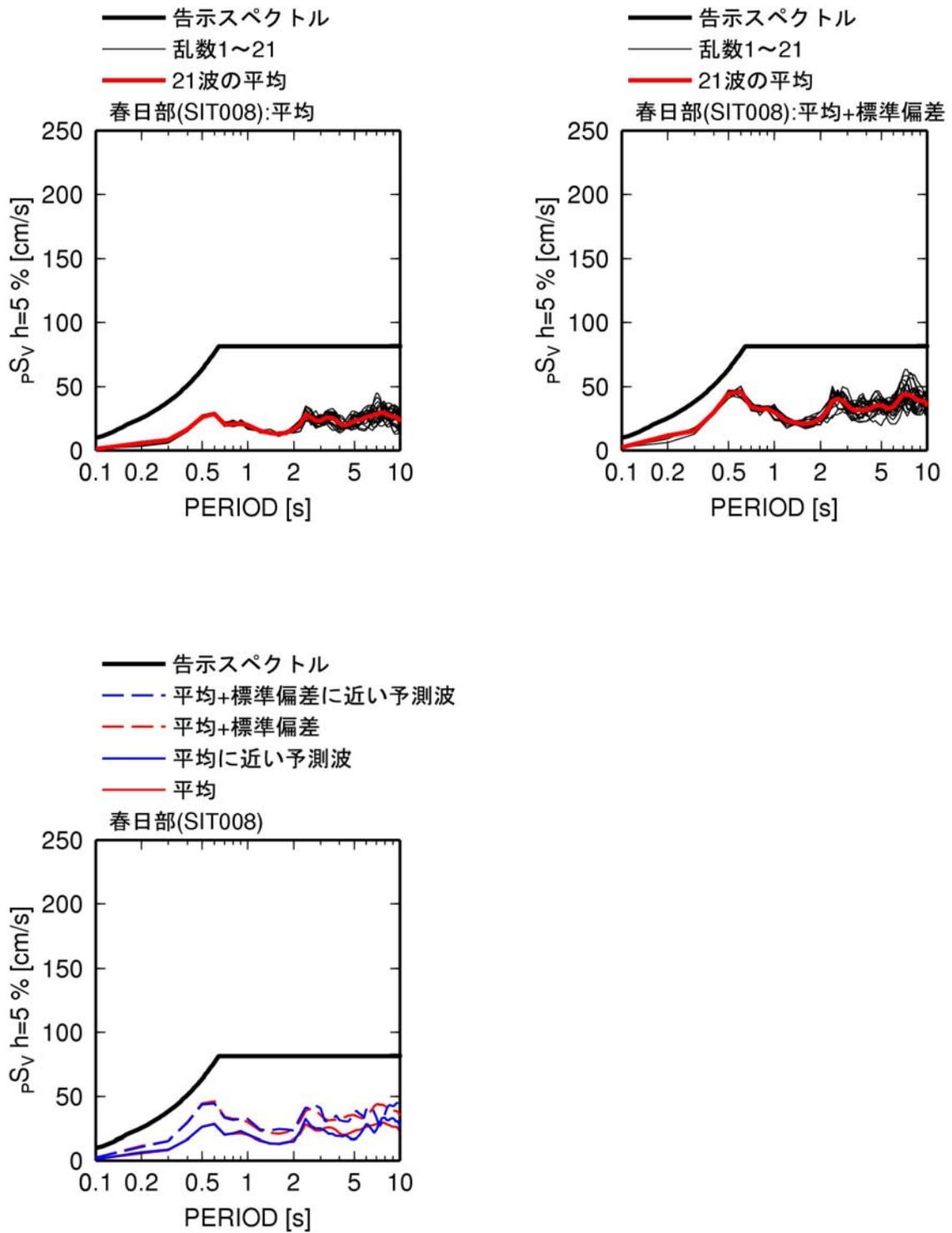


図 3.3-28 春日部(SIT008)での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル(h=5%)

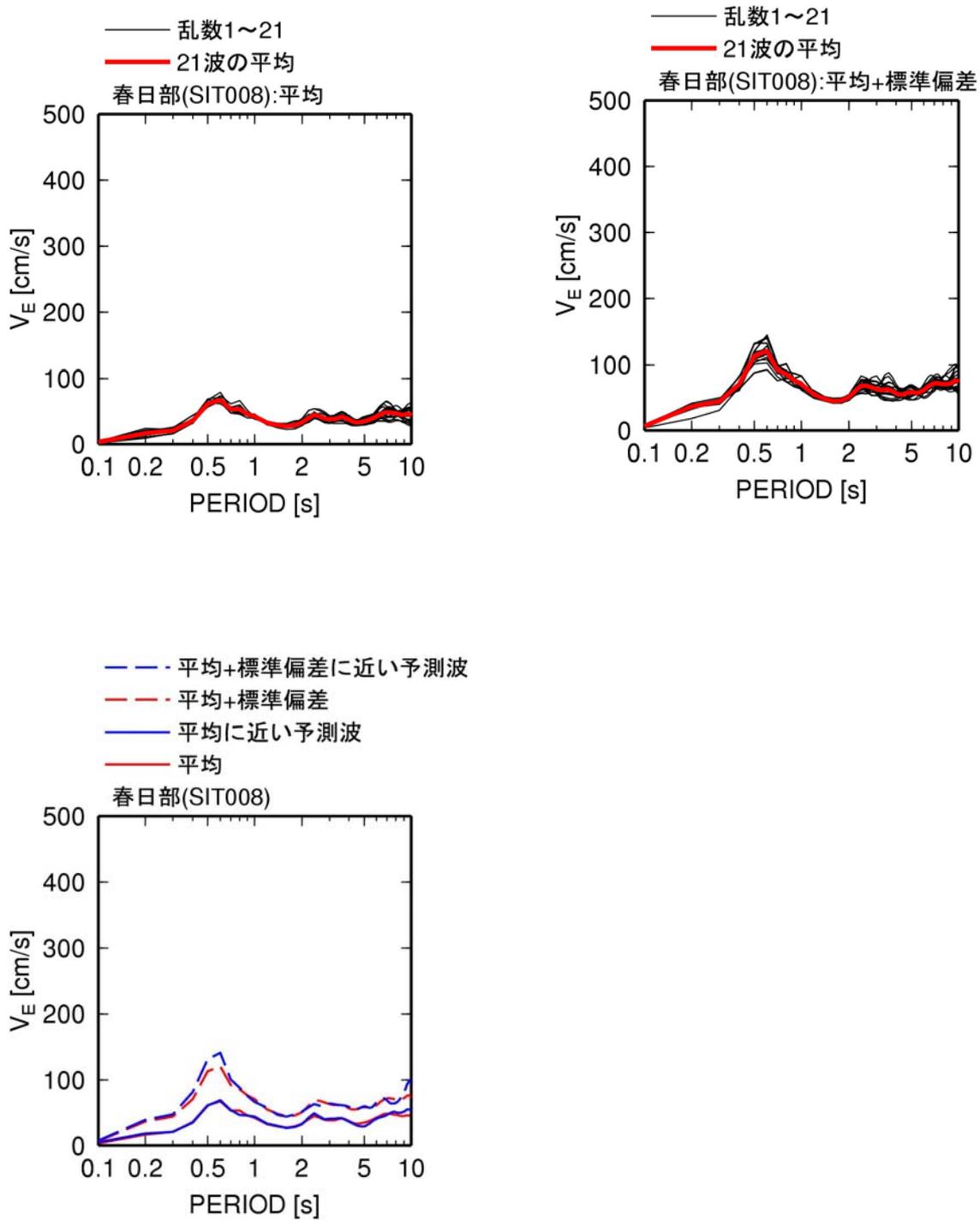


図 3.3-29 春日部(SIT008)での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

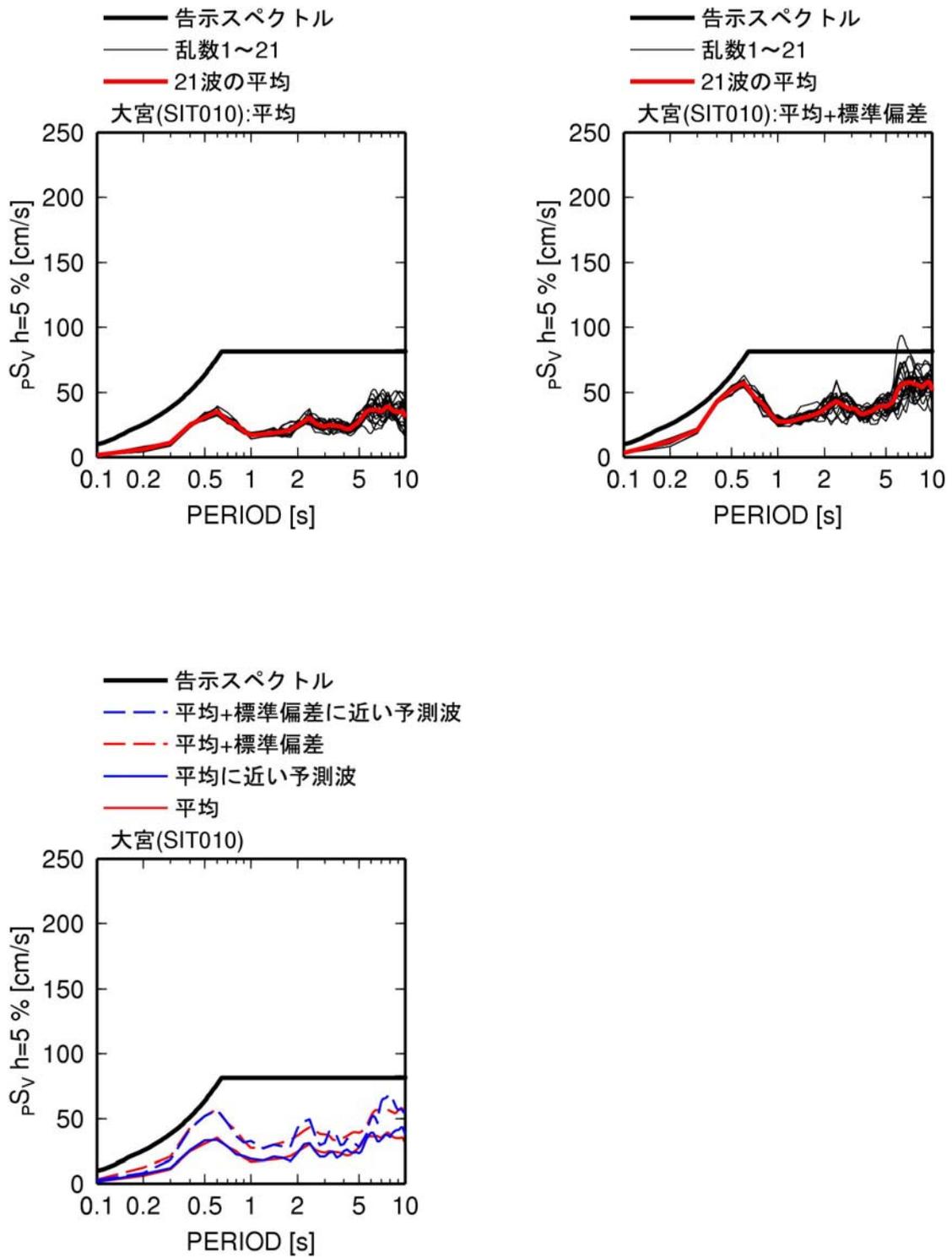


図 3.3-30 大宮(SIT010)での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル(h=5%)

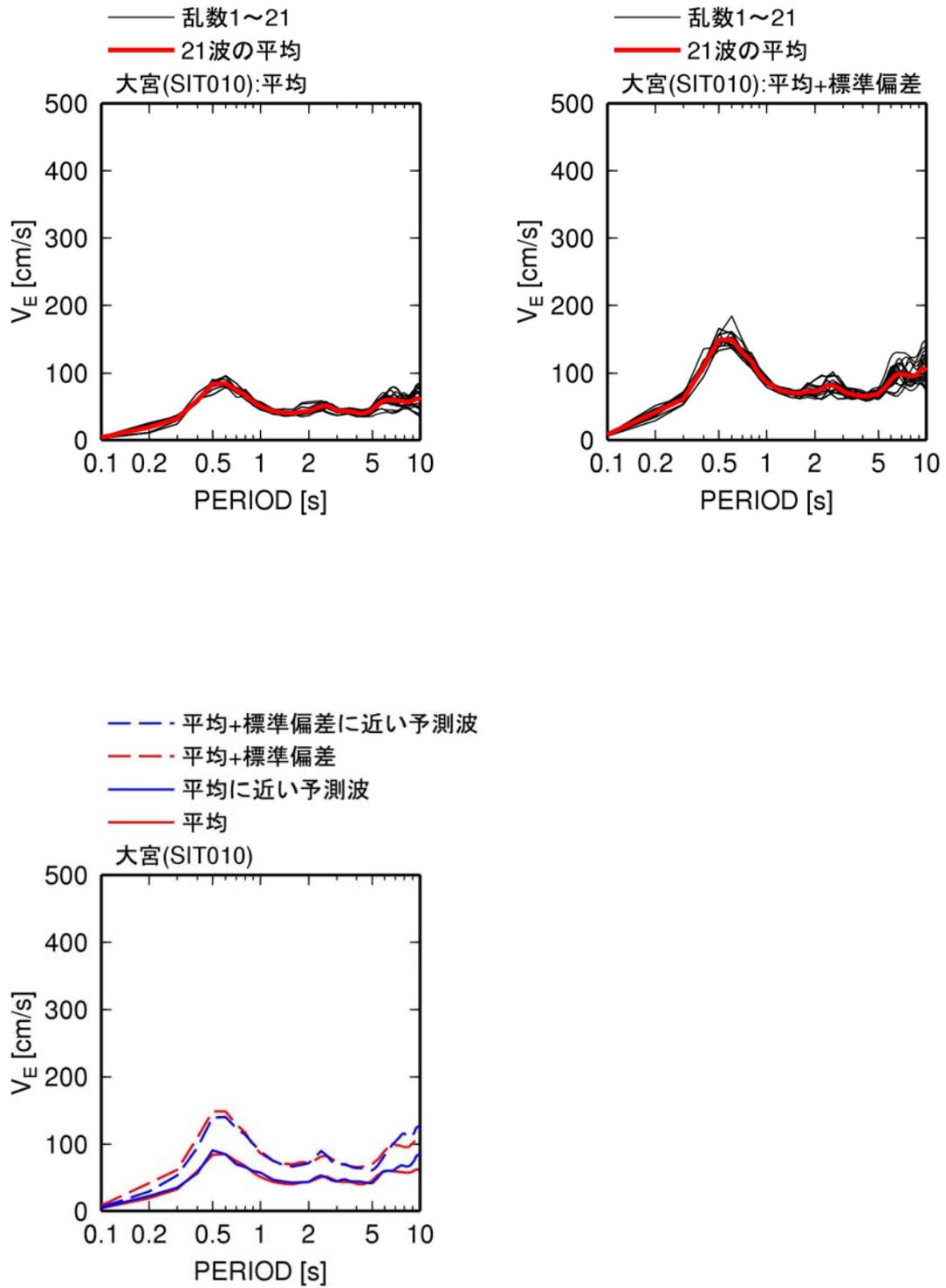


図 3. 3-31 大宮(SIT010)での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

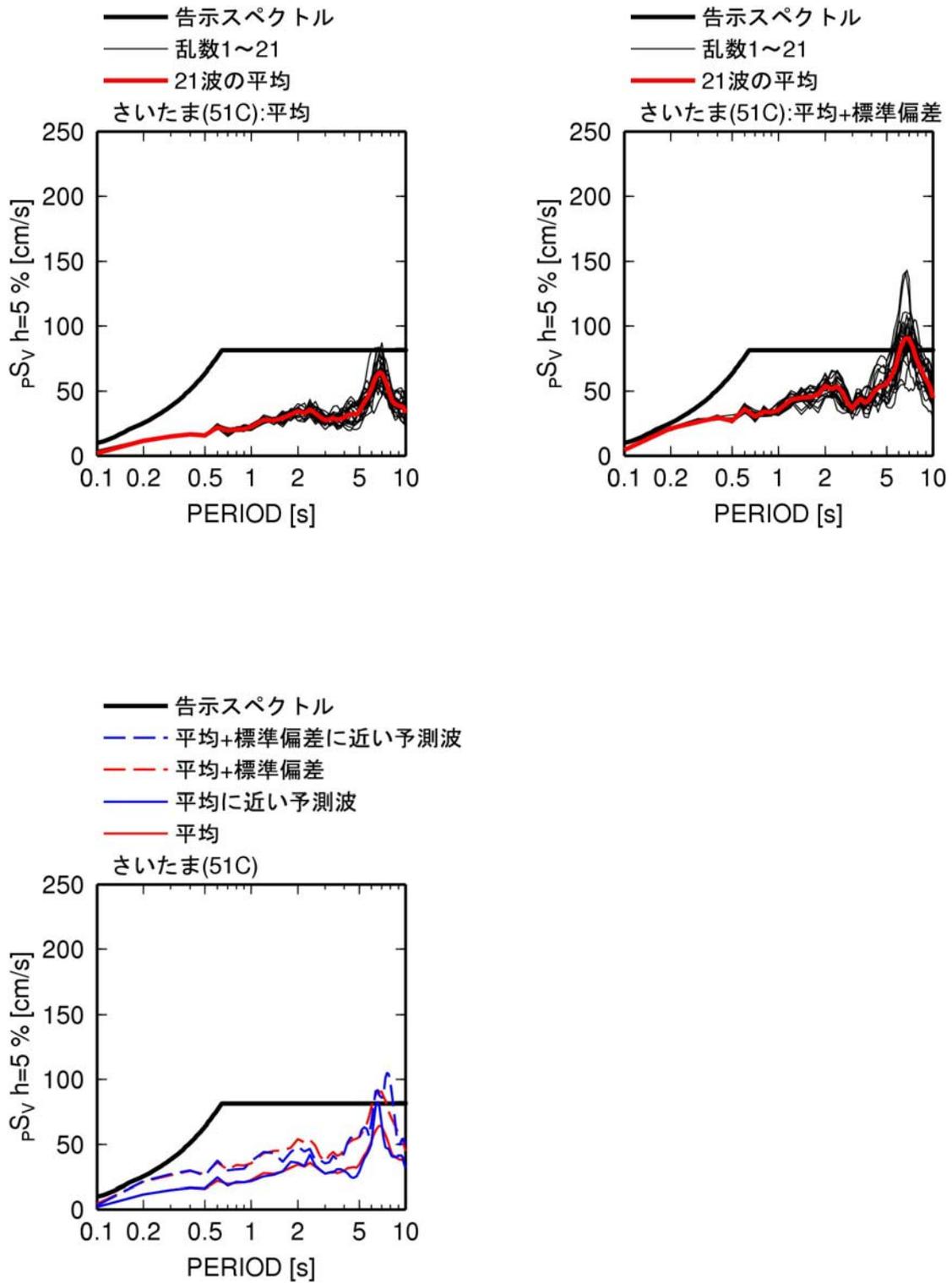


図 3.3-32 さいたま (51C) での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル (h=5%)

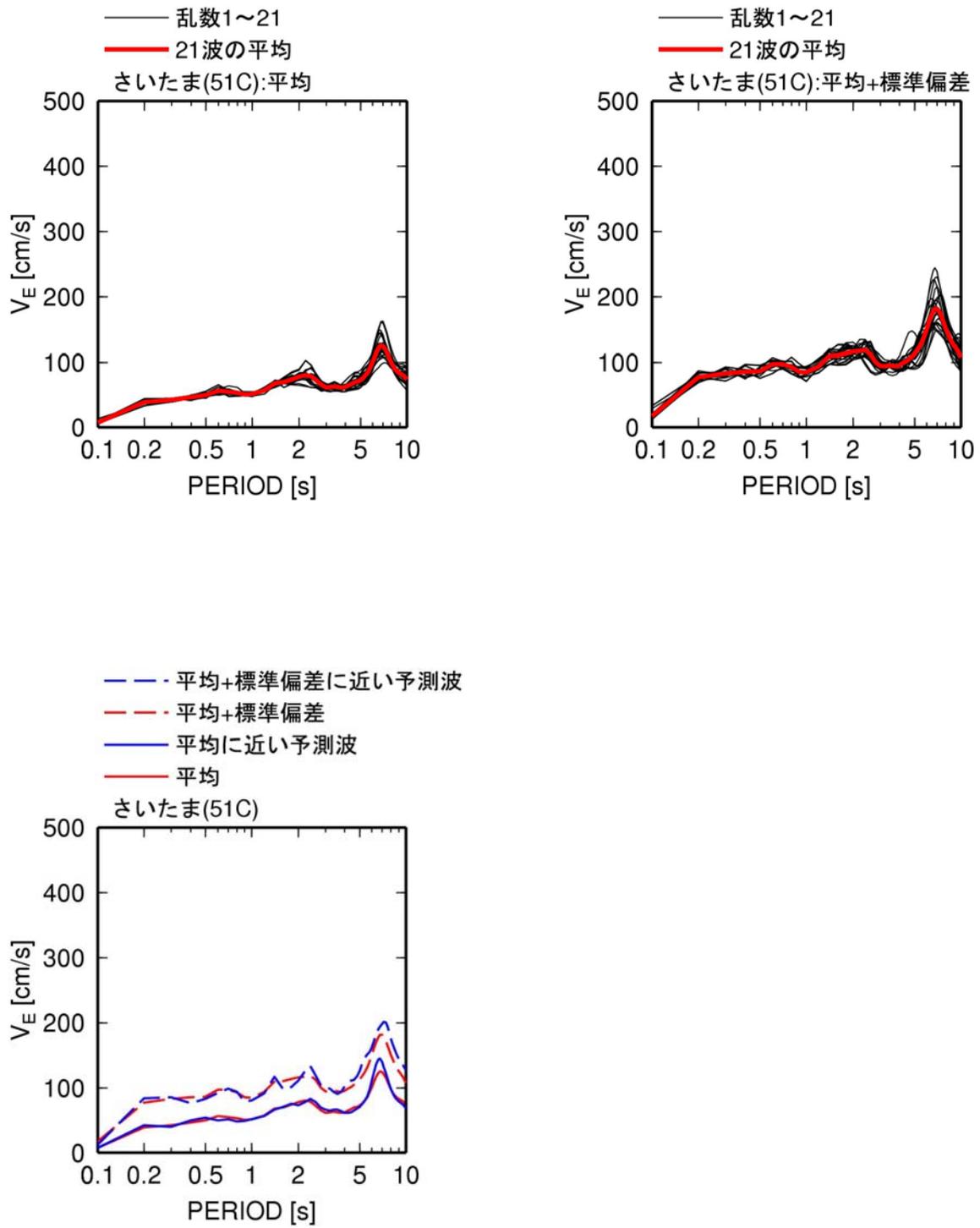


図 3.3-33 さいたま(51C)での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

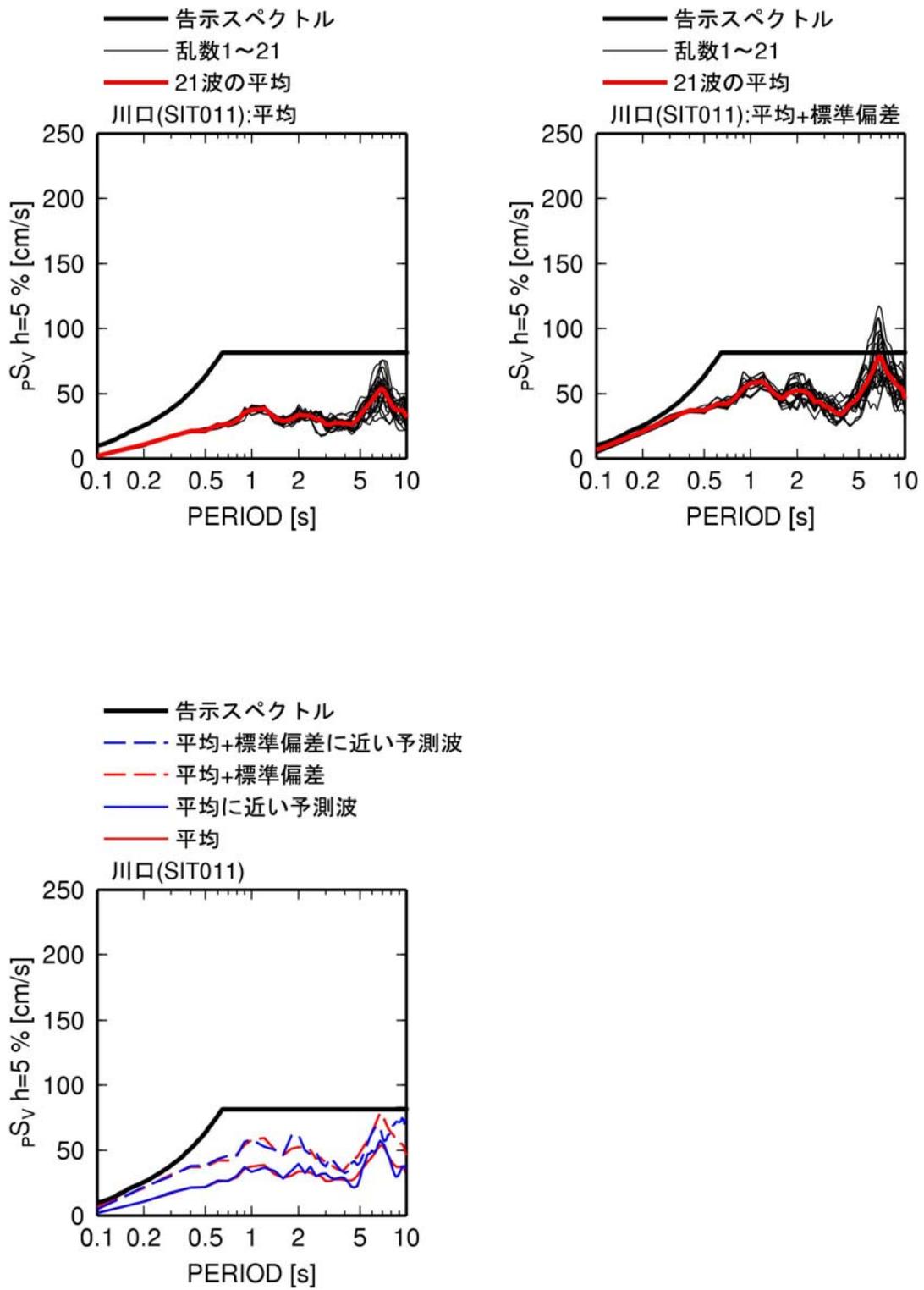


図 3.3-34 川口(SITO11)での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル(h=5%)

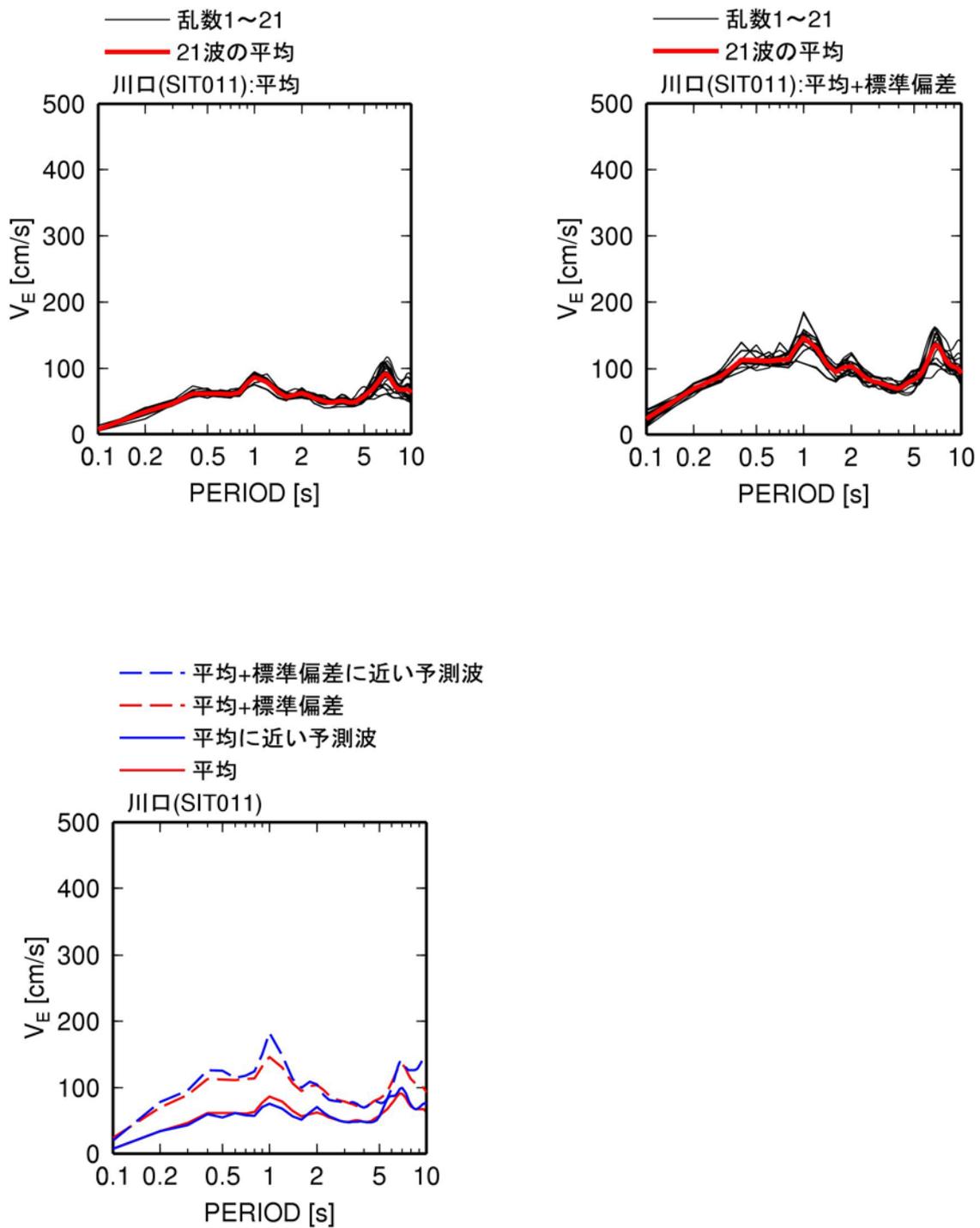


図 3.3-35 川口(SIT011)での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

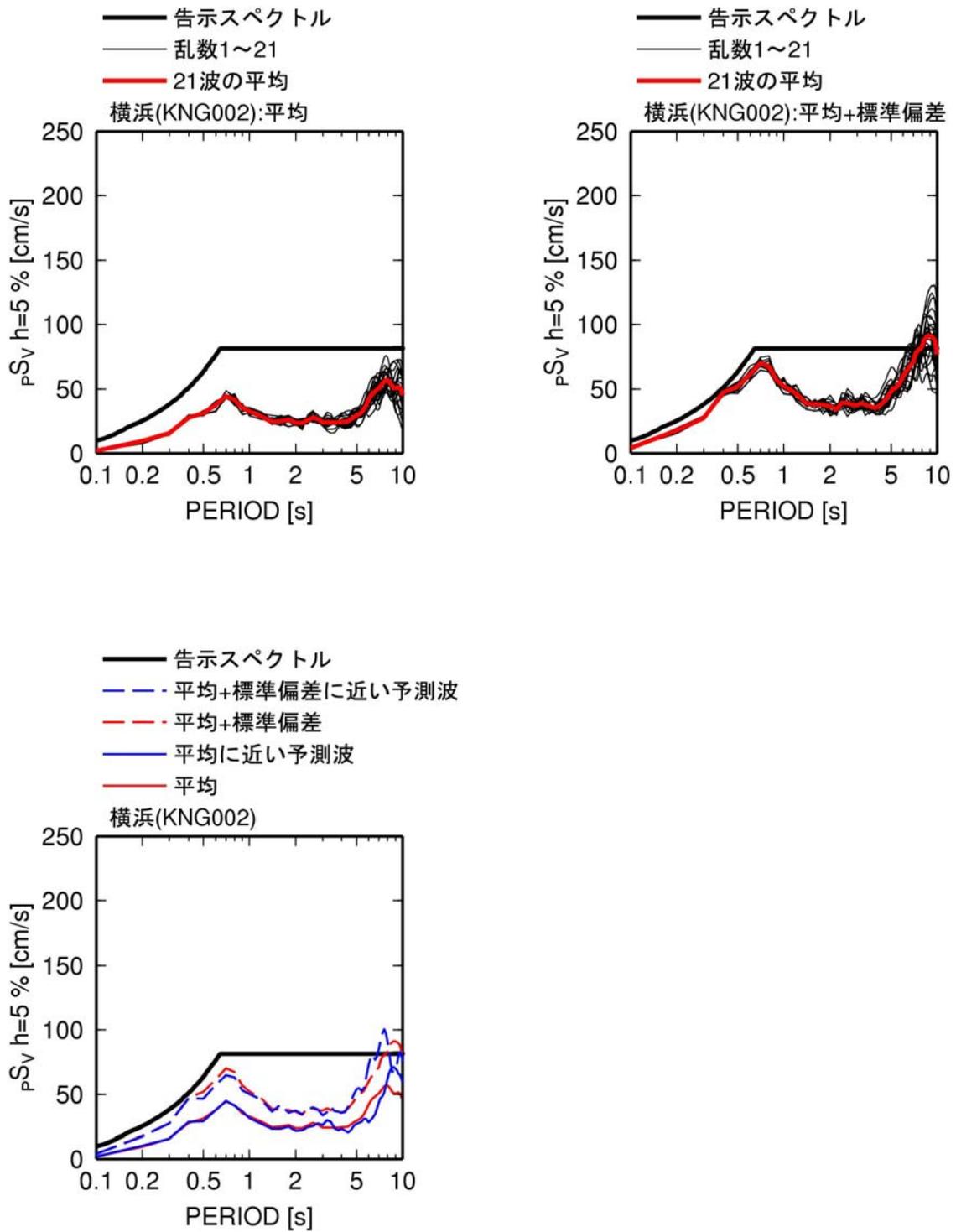


図 3.3-36 横浜(KNG002)での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル(h=5%)

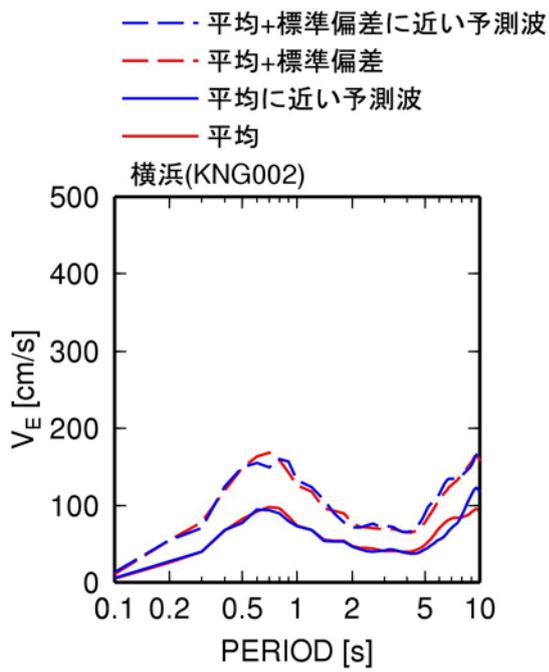
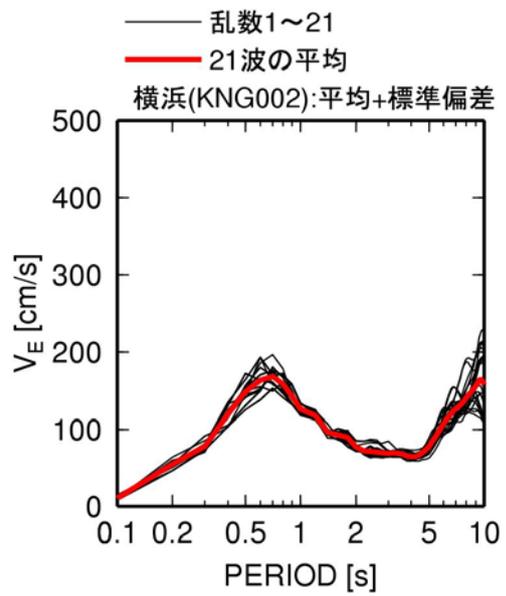
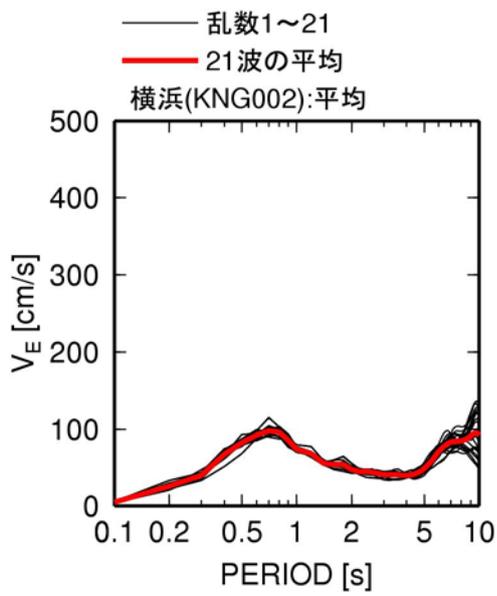


図 3. 3-37 横浜(KNG002)での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

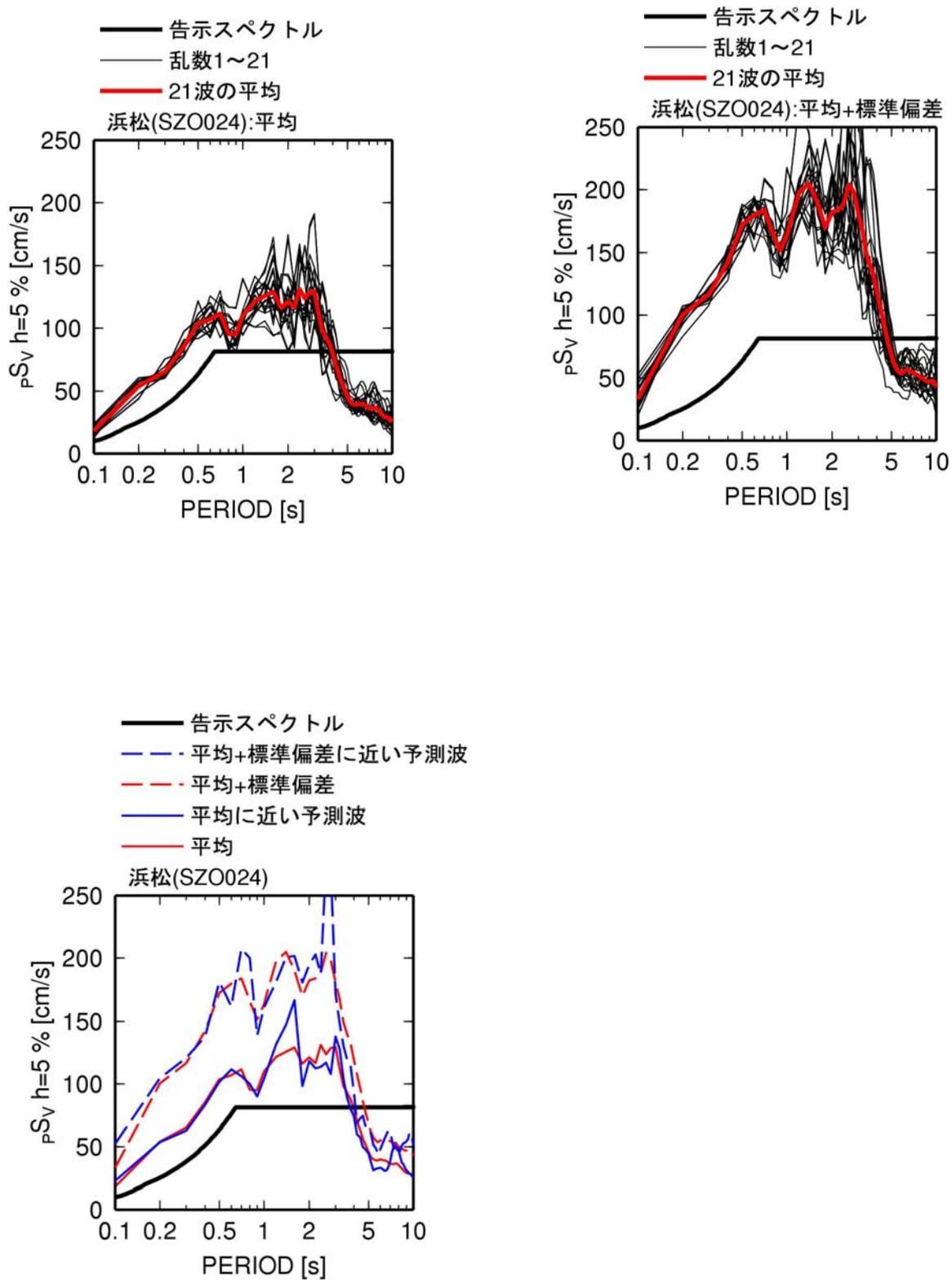


図 3.3-38 浜松 (SZO024) での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル (h=5%)

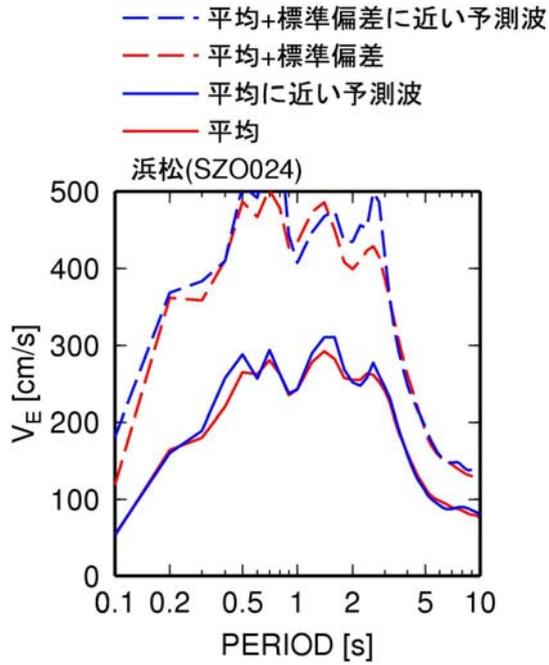
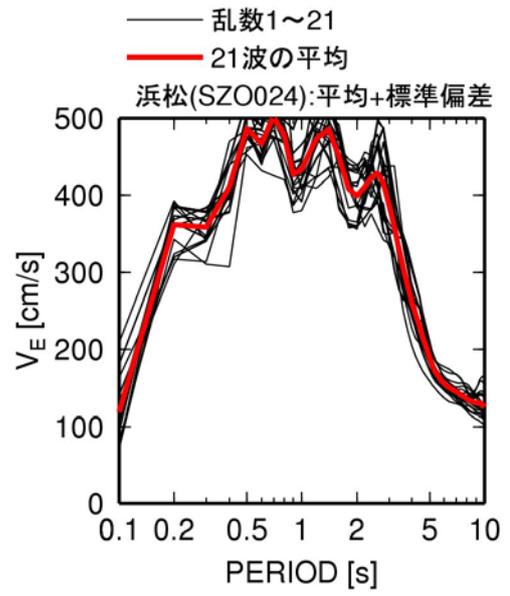
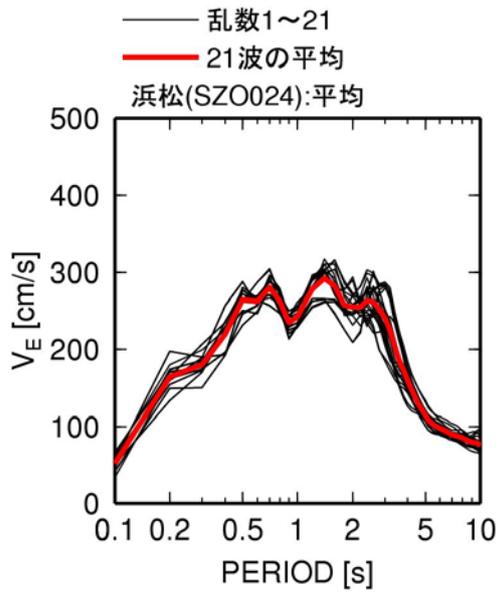


図 3. 3-39 浜松 (SZO024) での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

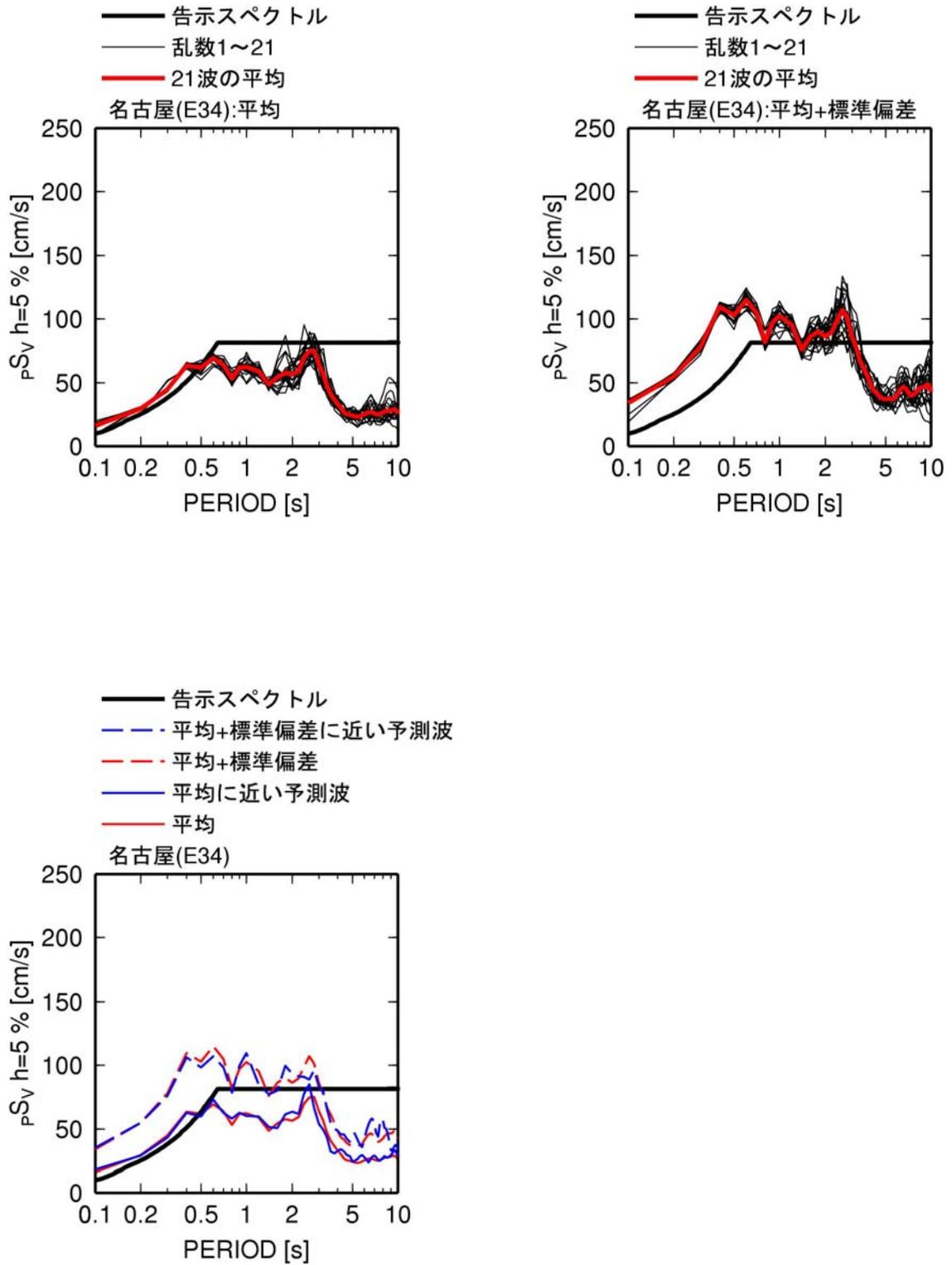


図 3.3-40 名古屋 (E34) での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル (h=5%)

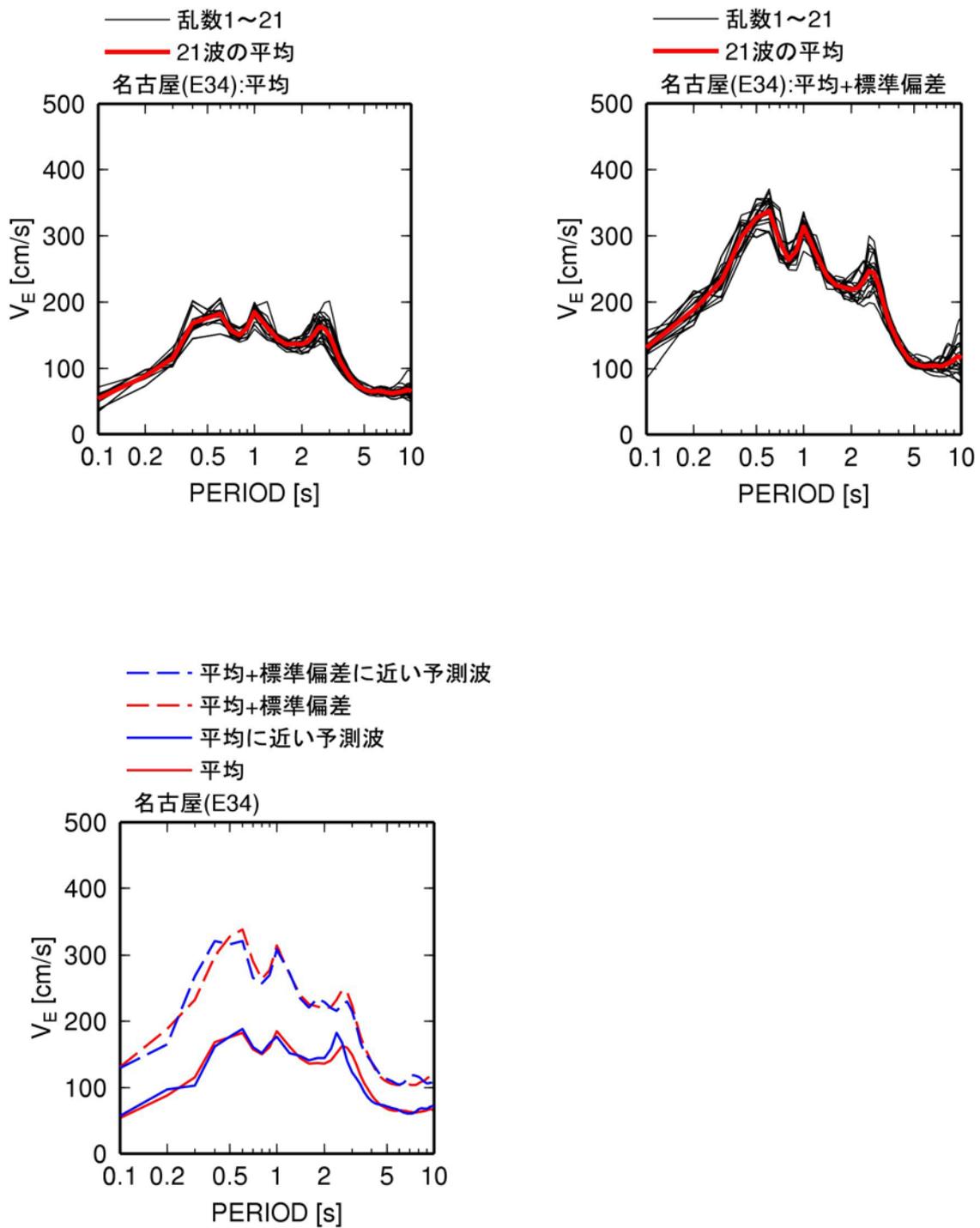


図 3.3-41 名古屋(E34)での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

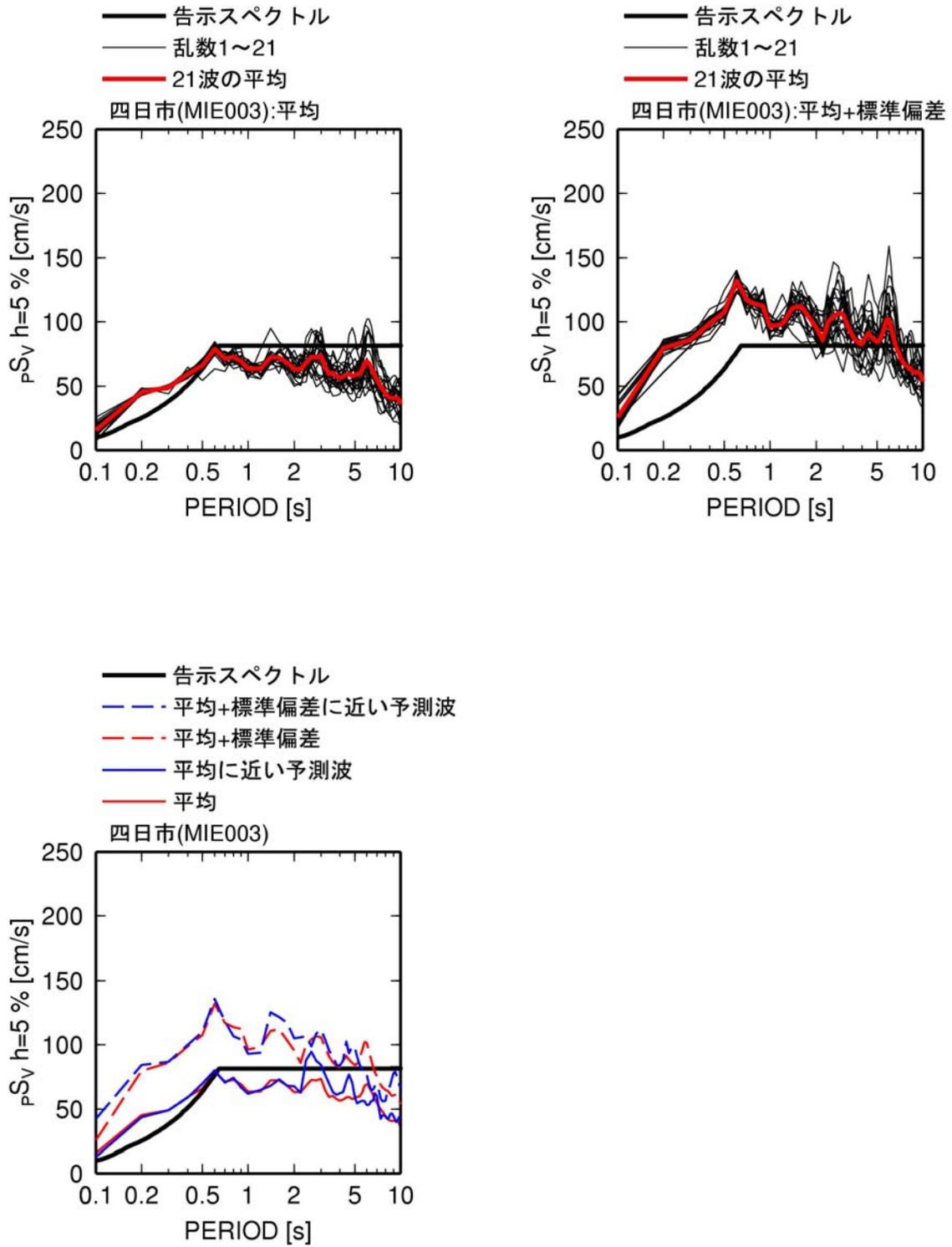


図 3.3-42 四日市(MIE003)での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル(h=5%)

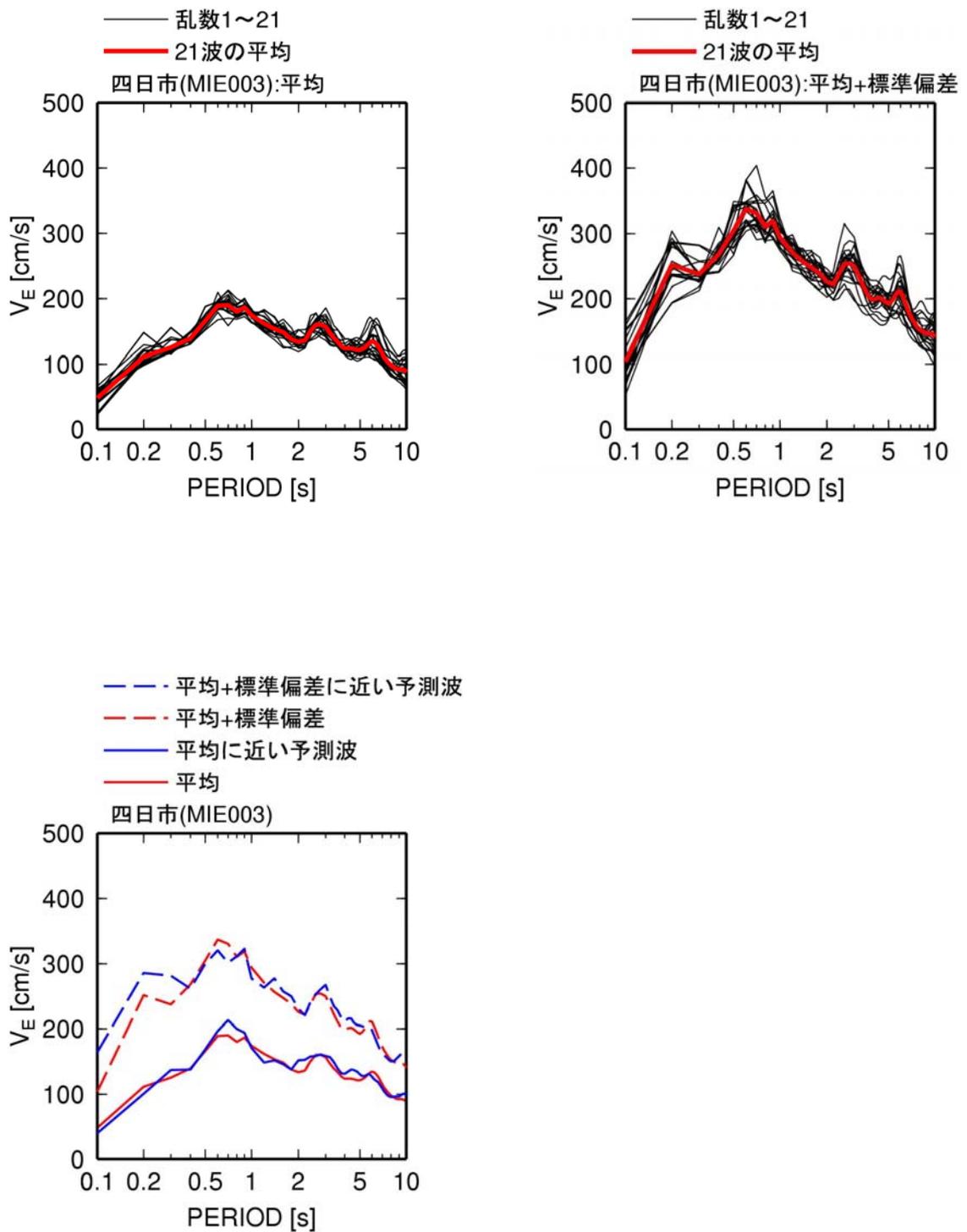


図 3. 3-43 四日市(MIE003)での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

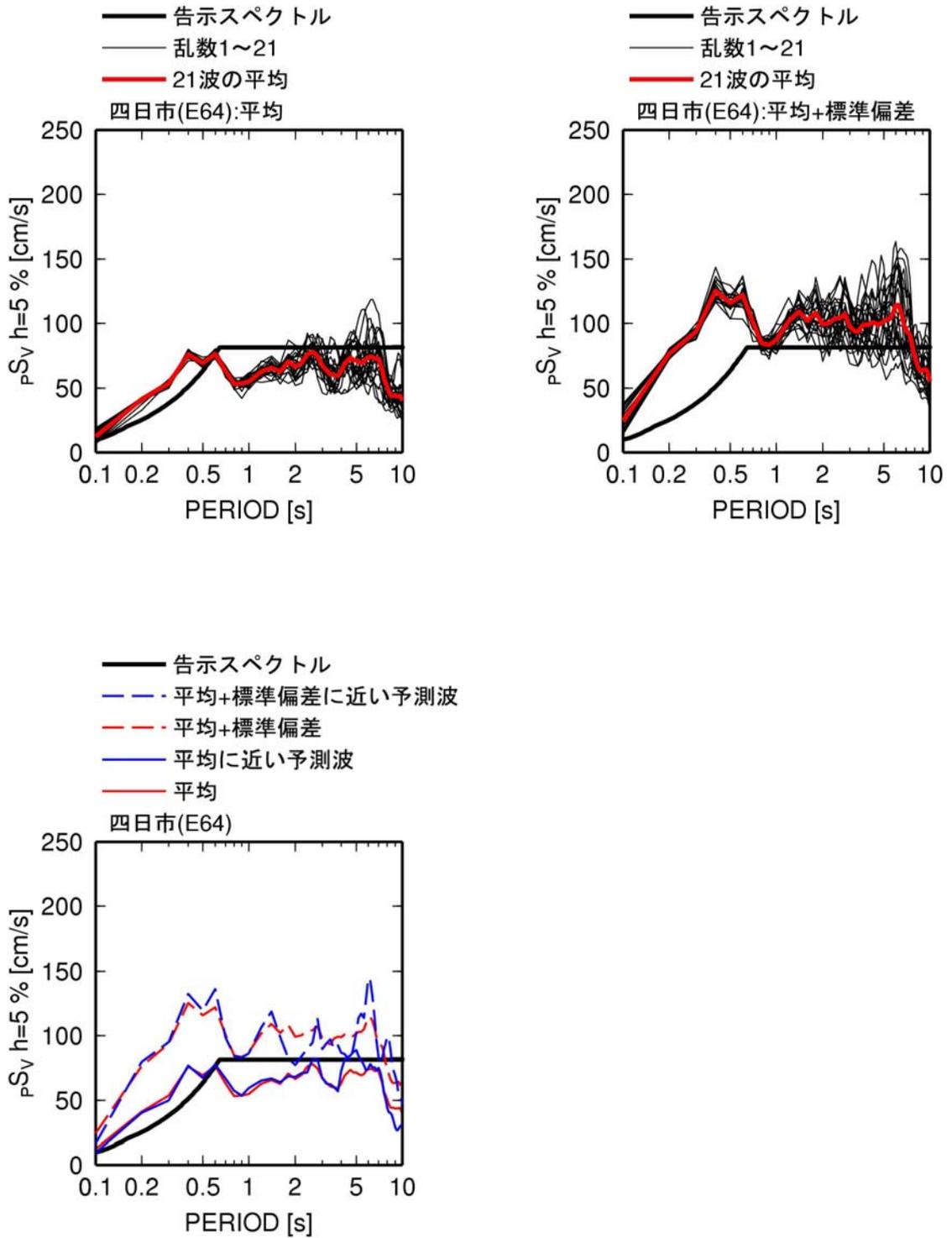


図 3.3-44 四日市 (E64) での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル (h=5%)

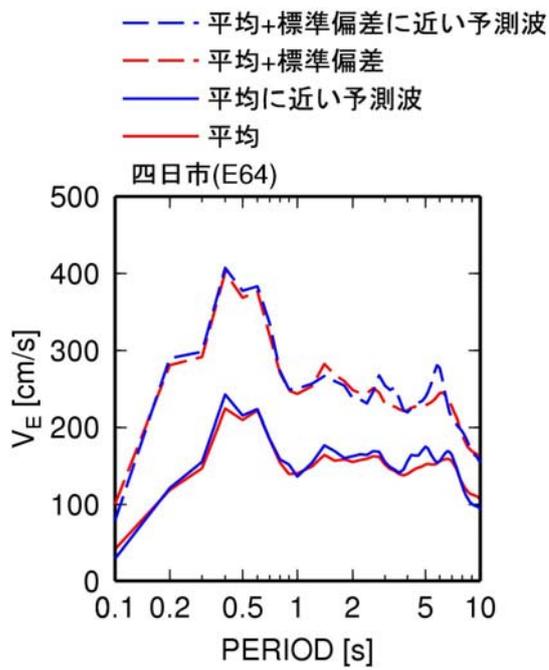
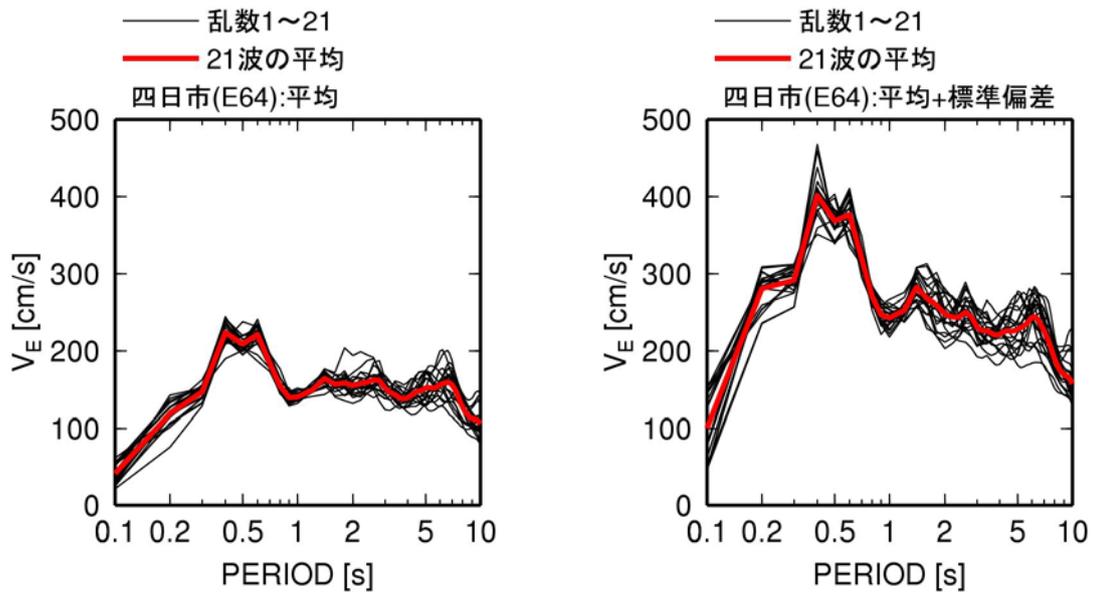


図 3. 3-45 四日市(E64)の東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

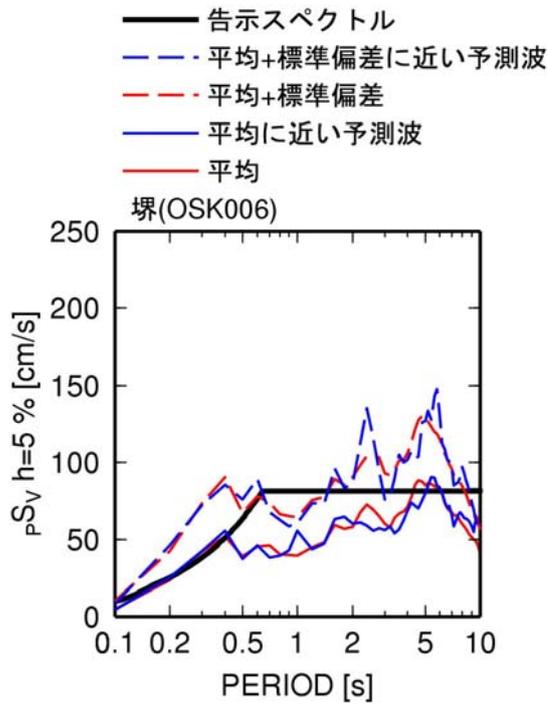
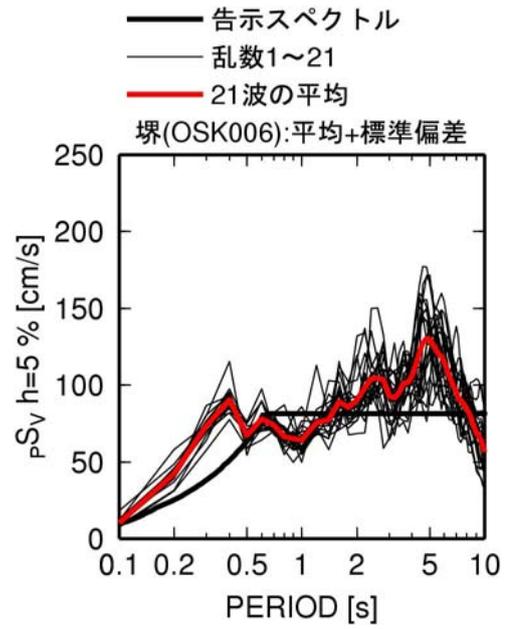
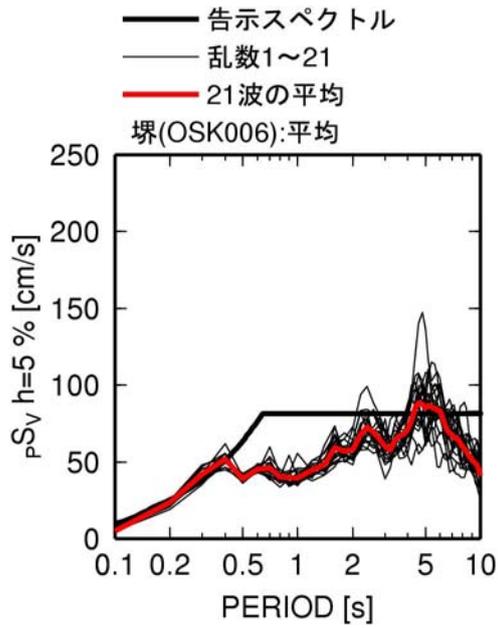


図 3.3-46 堺 (OSK006) での東海・東南海・南海地震の擬似速度応答スペクトル (h=5%)

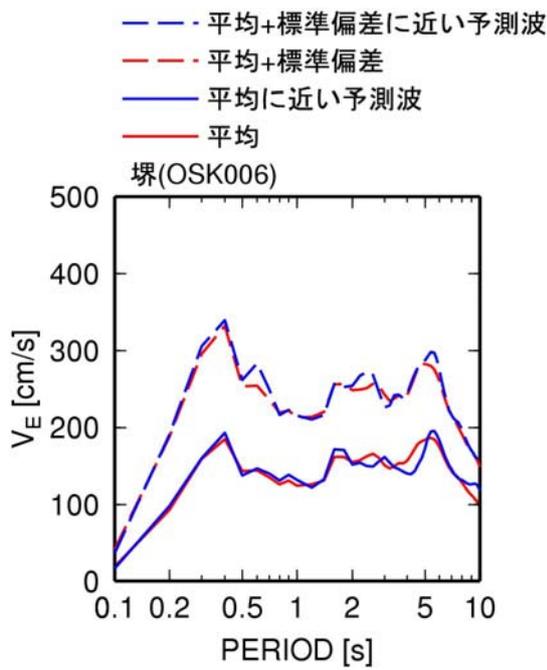
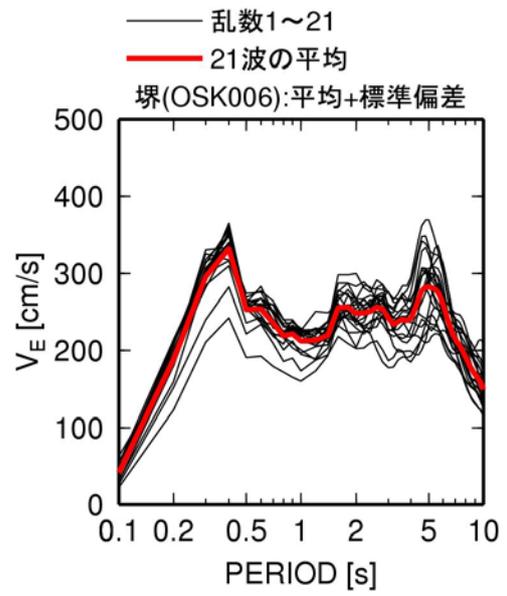
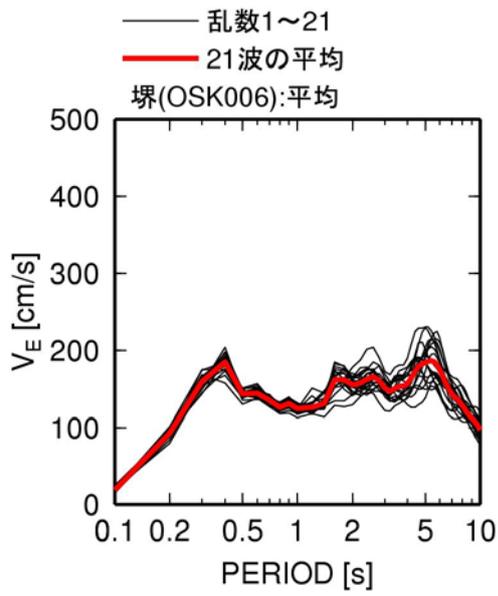


図 3.3-47 堺(OSK006)での東海・東南海・南海地震のエネルギースペクトル

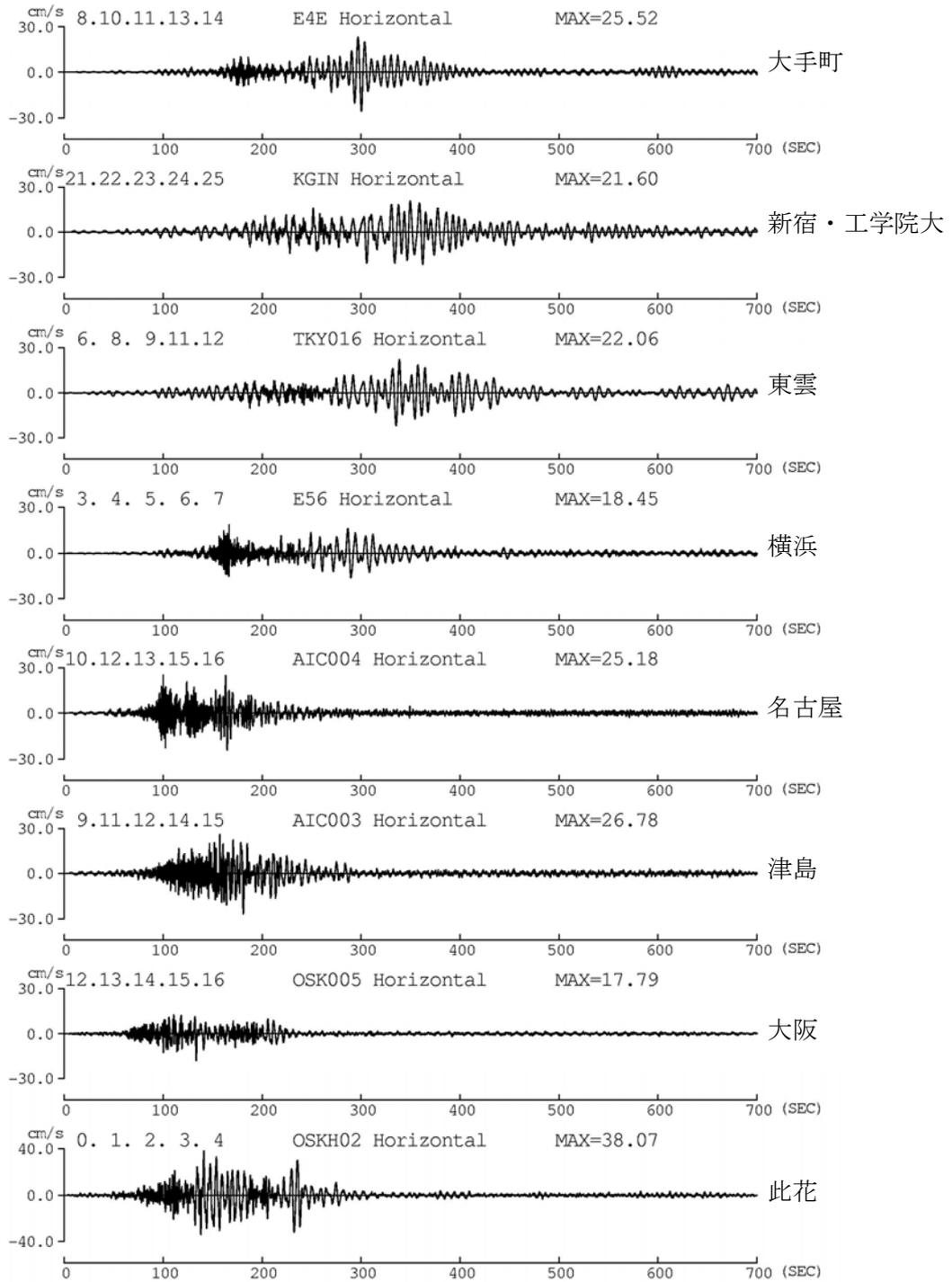


図 3.3-48 代表 8 観測点での速度波形(平均)

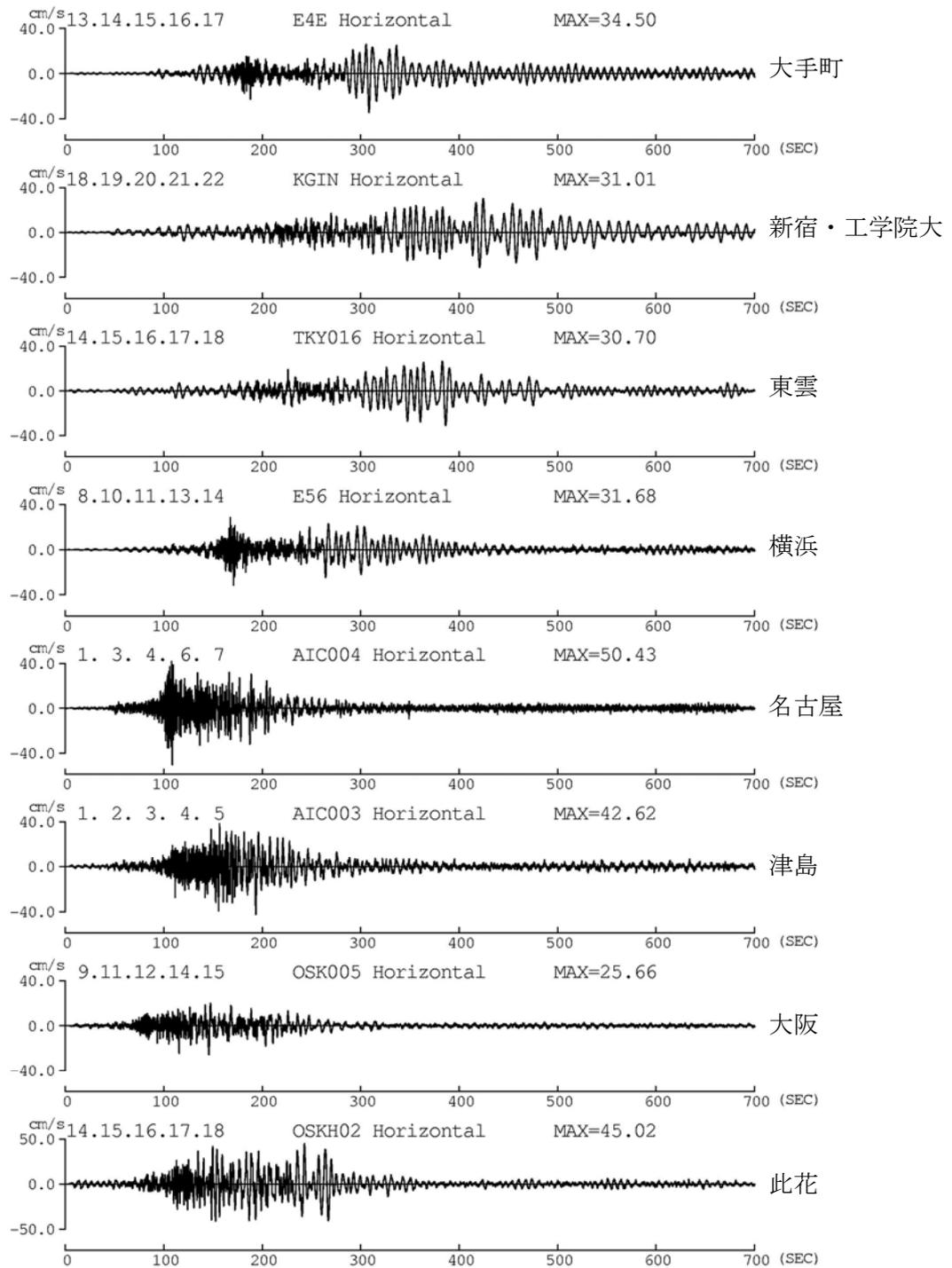


図 3.3-49 代表 8 観測点での速度波形(平均+標準偏差)

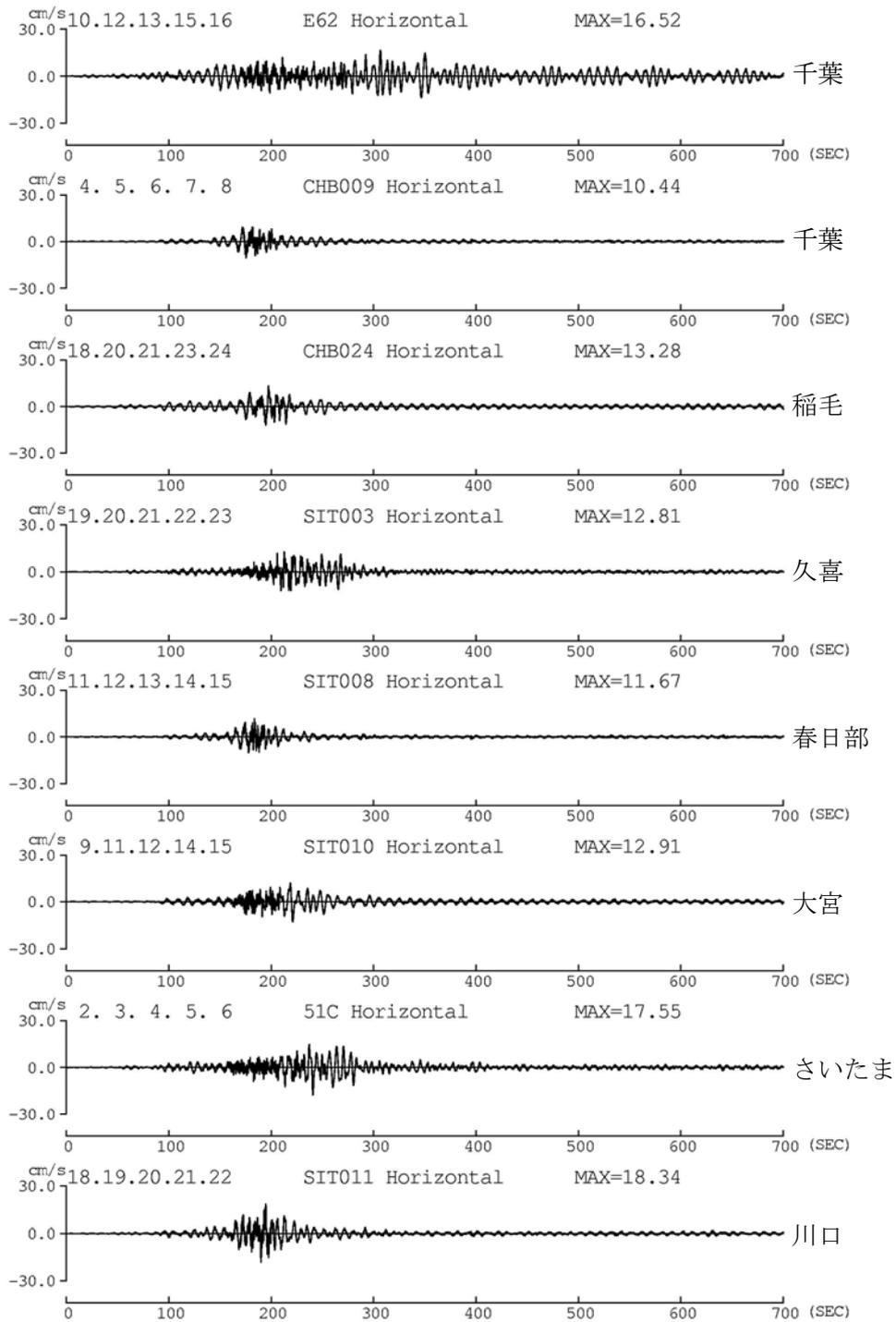


図 3.3-50 追加観測点(千葉県、埼玉県)での速度波形(平均)

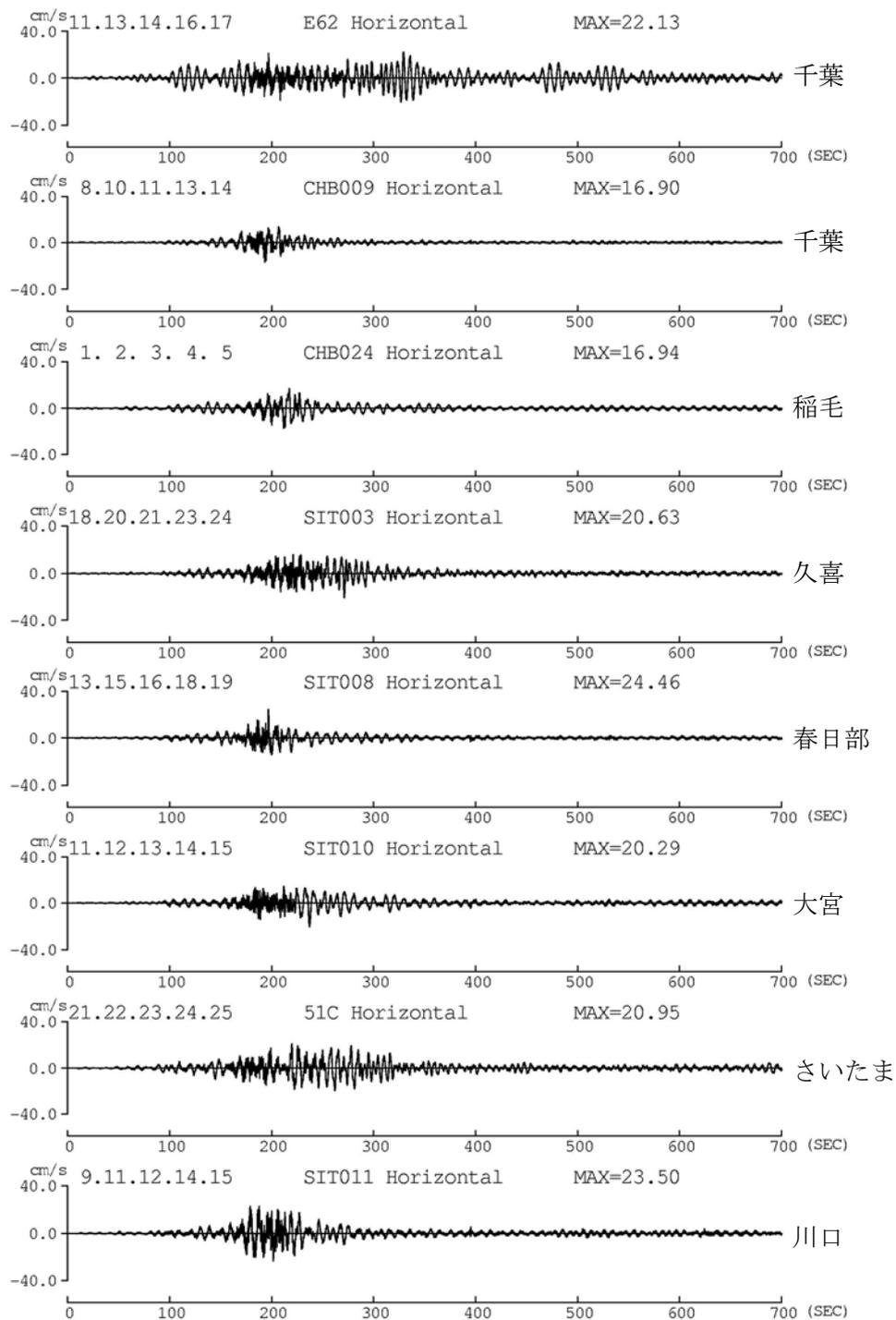


図 3.3-51 追加観測点(千葉県、埼玉県)での速度波形(平均+標準偏差)

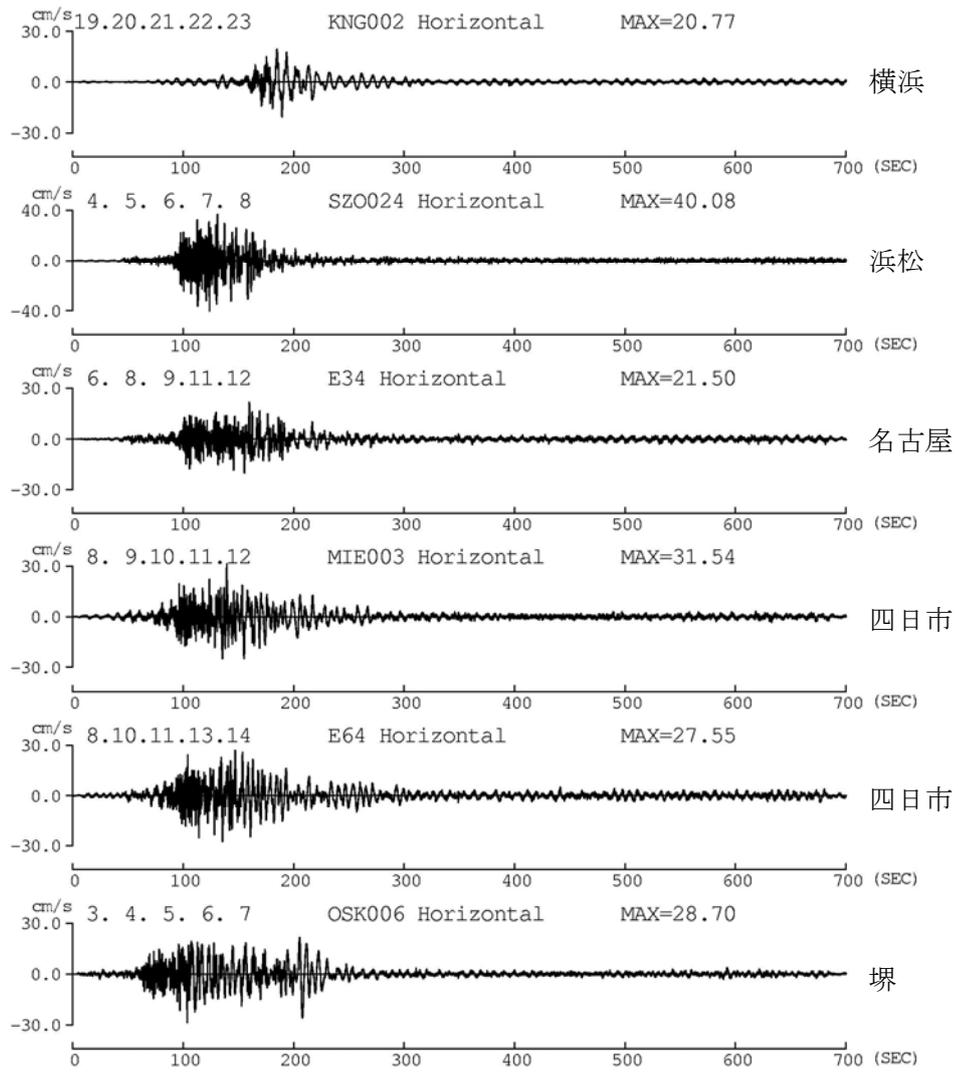


図 3.3-52 追加観測点(横浜、浜松、濃尾平野、大阪平野)での速度波形(平均)

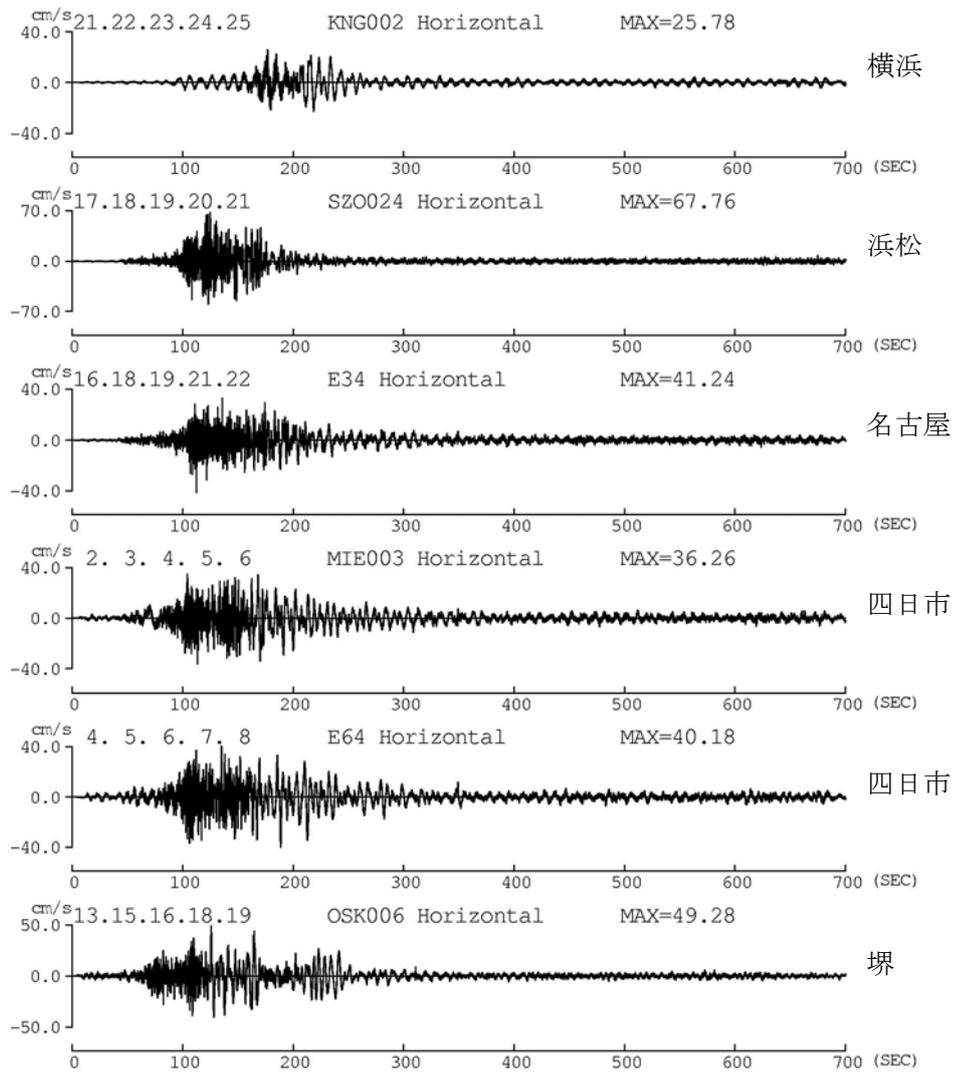


図 3.3-53 追加観測点(横浜、浜松、濃尾平野、大阪平野)での速度波形(平均+標準偏差)

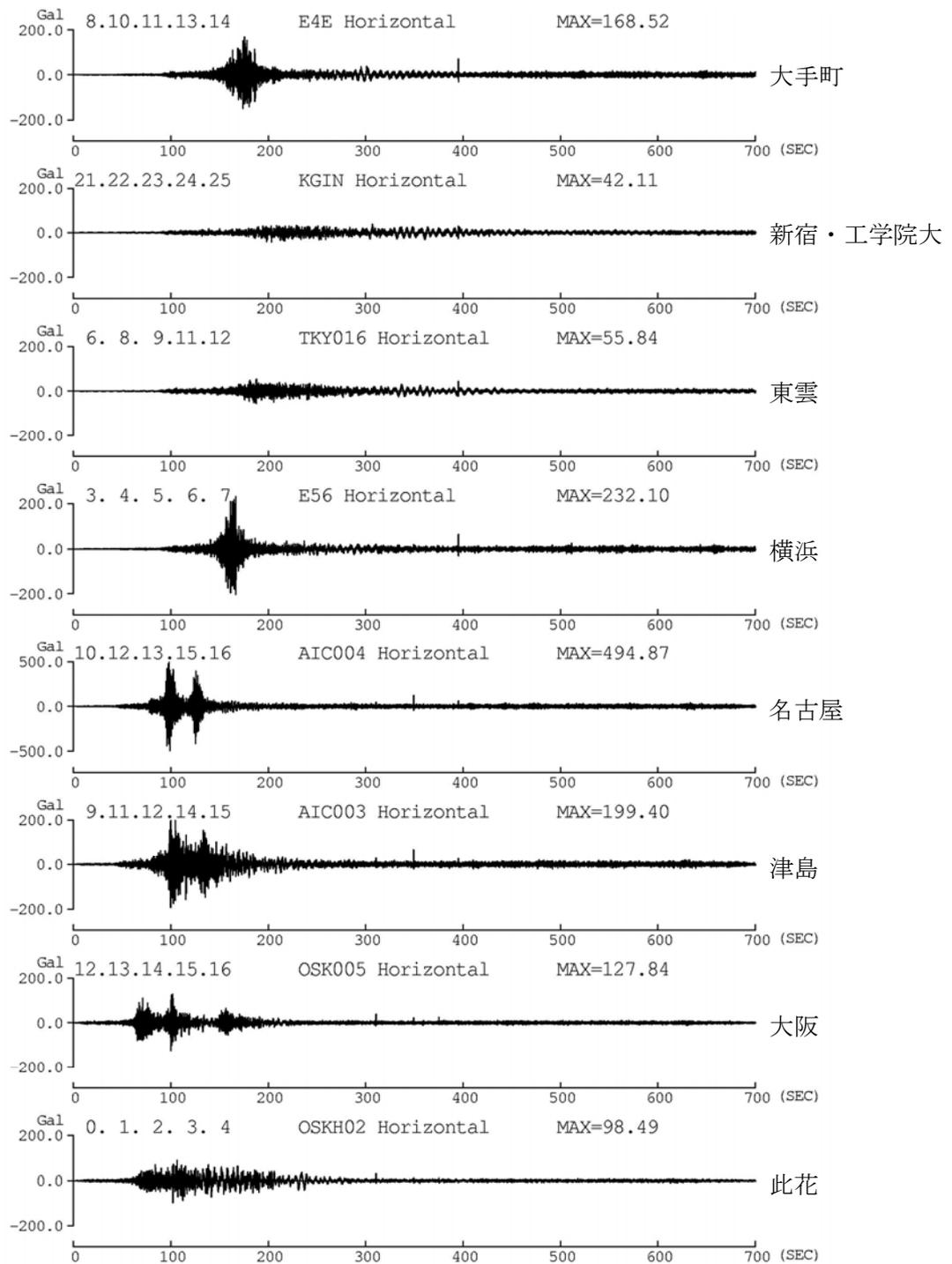


図 3.3-54 代表 8 観測点での加速度波形 (平均)

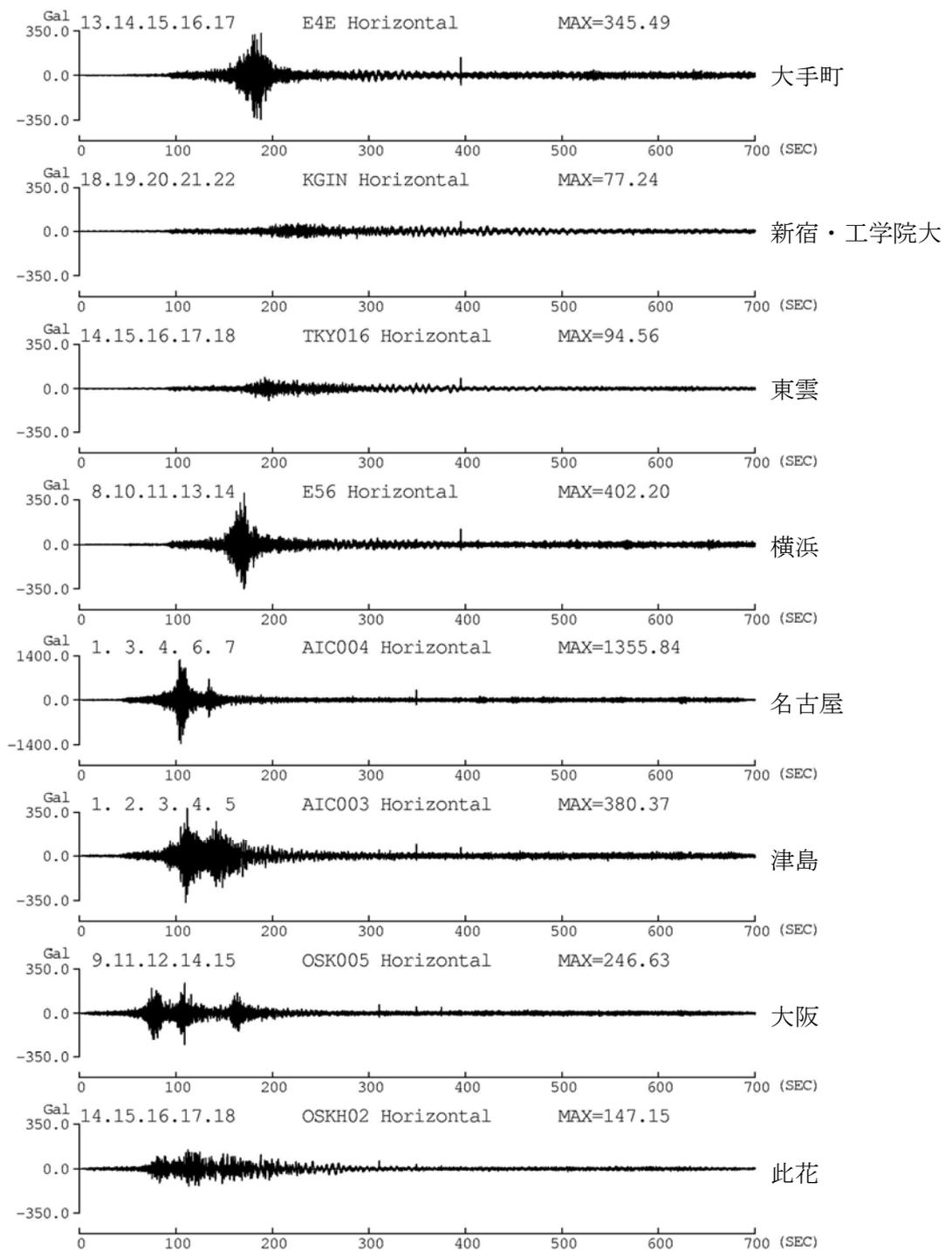


図 3.3-55 代表 8 観測点での加速度波形(平均+標準偏差)

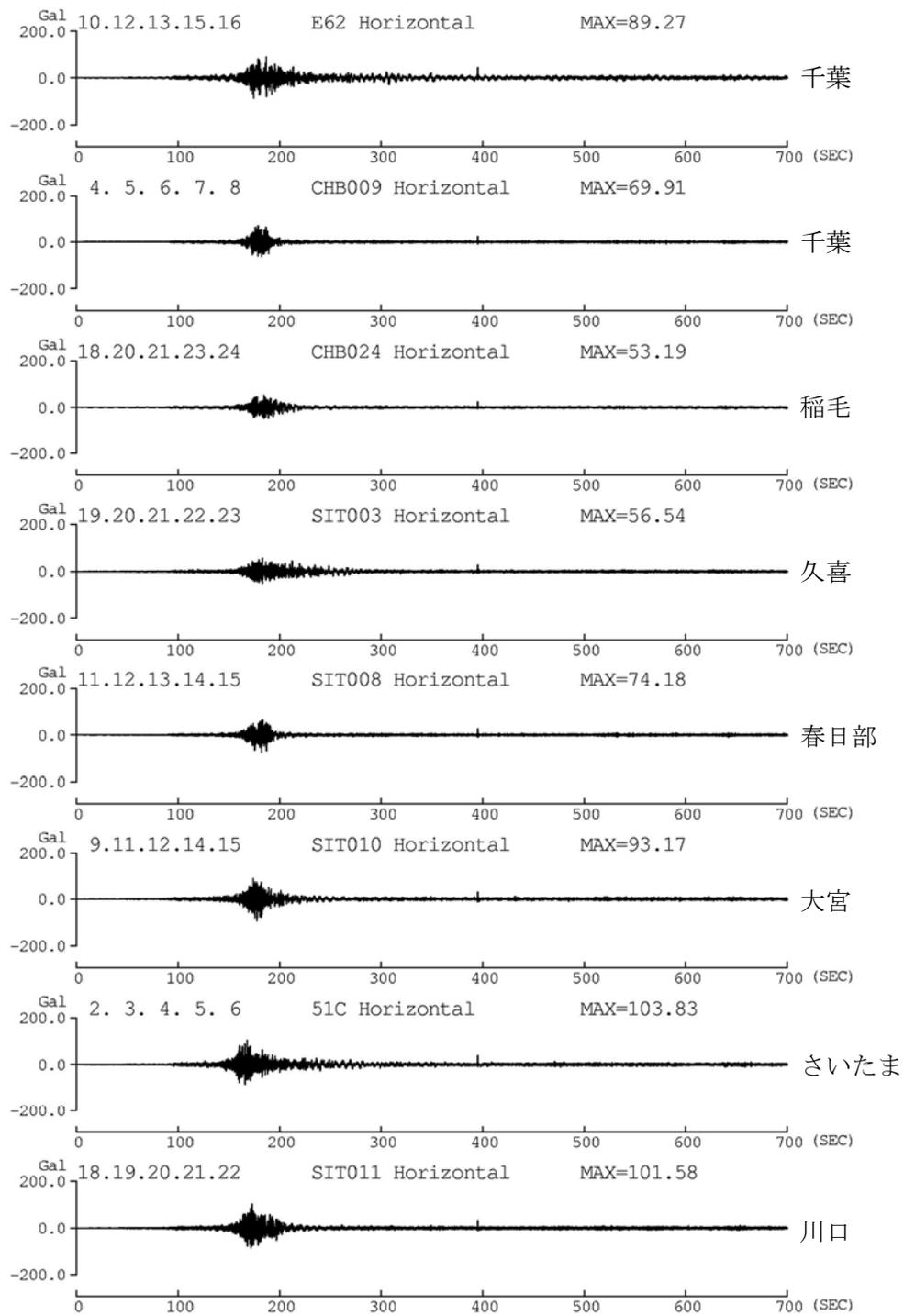


図 3.3-56 追加観測点(千葉県、埼玉県)での速度波形(平均)

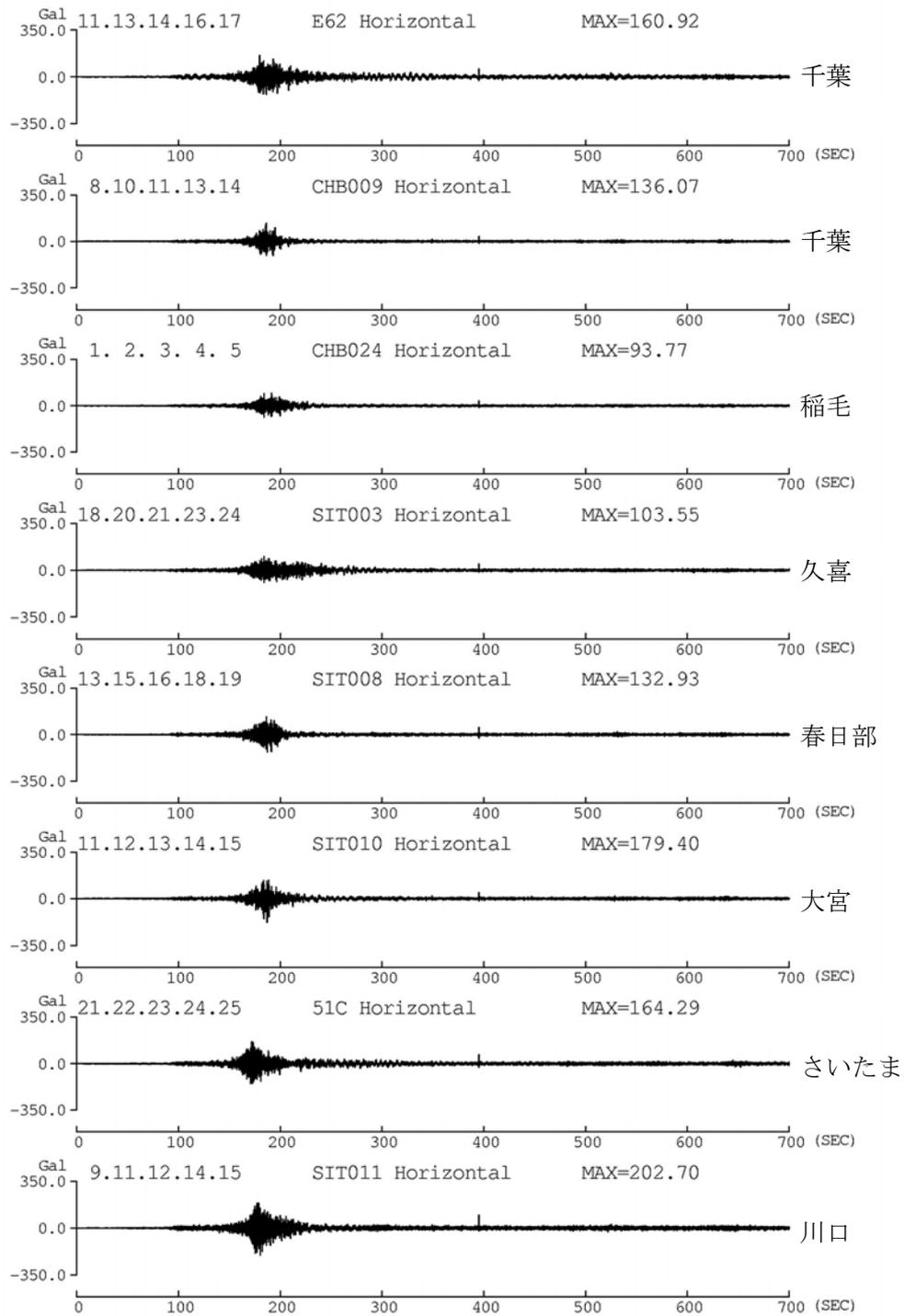


図 3.3-57 追加観測点(千葉県、埼玉県)での速度波形(平均+標準偏差)

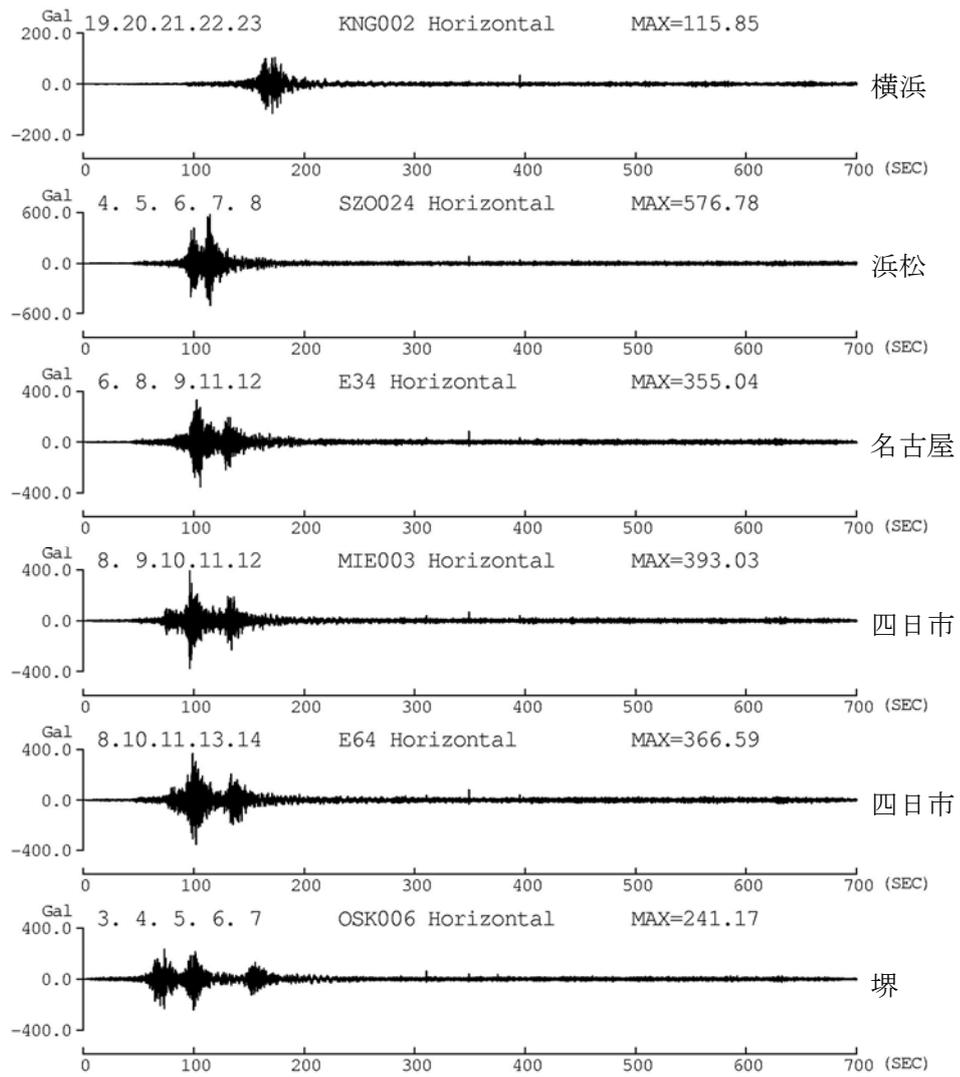


図 3.3-58 追加観測点(横浜、浜松、濃尾平野、大阪平野)での加速度波形(平均)

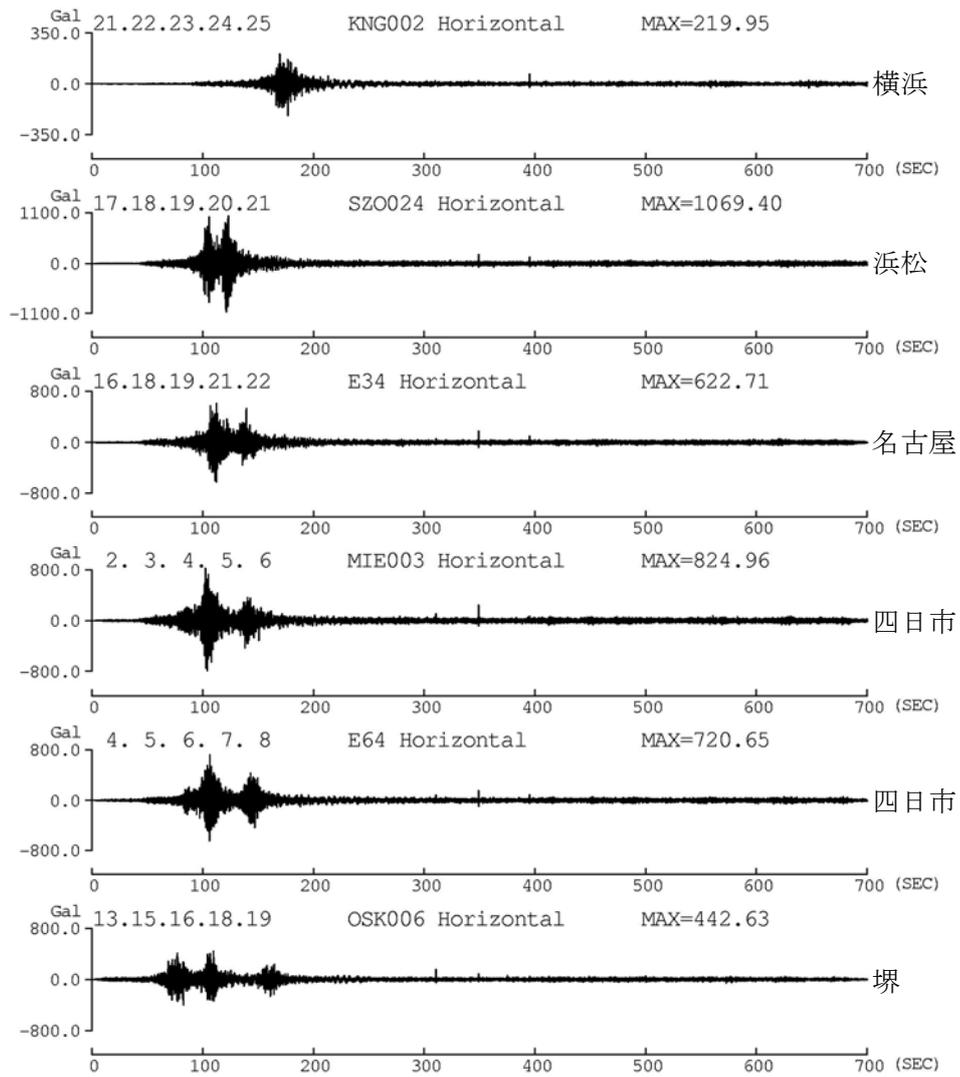


図 3.3-59 追加観測点(横浜、浜松、濃尾平野、大阪平野)での加速度波形(平均+標準偏差)

表 3.3-3 オリジナル版で作している関東平野の地表での計算波(地震本部の震源モデル以外のもの)の最大速度[cm/s] (黄色は、建物応答用の波)

		関東平野							
		E4E(大手町)		工学院大学(新宿)		TKY016(東雲)		E56(横浜)	
		平均	平均+回帰誤差	平均	平均+回帰誤差	平均	平均+回帰誤差	平均	平均+回帰誤差
東南海地震 (Mw8. 2)	乱数1	11.7	13.5	7.5	11.9	8.2	11.3	9.9	15.2
	乱数2	9.5	19.9	10.0	10.4	10.7	14.4	13.7	15.6
東南海・東海地震 (Mw8. 3)	乱数1	18.6	37.0	21.5	27.7	26.8	44.9	32.0	44.8
	乱数2	23.7	37.6	16.9	21.7	17.7	27.3	22.0	38.2

表 3.3-4 オリジナル版で作している大阪平野と濃尾平野の地表での計算波(地震本部の震源モデル以外のもの)の最大速度[cm/s](黄色は、建物応答用の波)

		大阪平野				濃尾平野			
		OSKH02(此花)		OSK005(大阪)		AIC003(津島)		AIC004(名古屋)	
		平均	平均+回帰誤差	平均	平均+回帰誤差	平均	平均+回帰誤差	平均	平均+回帰誤差
南海地震 (Mw8. 5)	乱数1	30.4	45.5	9.8	15.5	11.5	17.9	6.0	9.0
	乱数2	34.2	47.2	9.4	14.7	12.9	16.8	5.8	9.8
東南海地震 (Mw8. 2)	乱数1	26.5	49.4	11.4	17.4	27.2	35.8	16.8	29.3
	乱数2	32.2	38.6	13.3	21.4	29.7	41.3	22.3	26.8
南海・東南海地震 (Mw8. 6)	乱数1	39.0	74.6	15.3	25.9	24.3	37.1	19.3	25.2
	乱数2	43.4	54.9	18.0	22.1	32.5	41.9	21.6	34.6
東南海・東海地震 (Mw8. 3)	乱数1	31.8	44.5	11.8	16.0	33.0	55.4	21.6	32.3
	乱数2	32.2	45.7	10.9	16.3	31.0	50.0	22.3	39.2

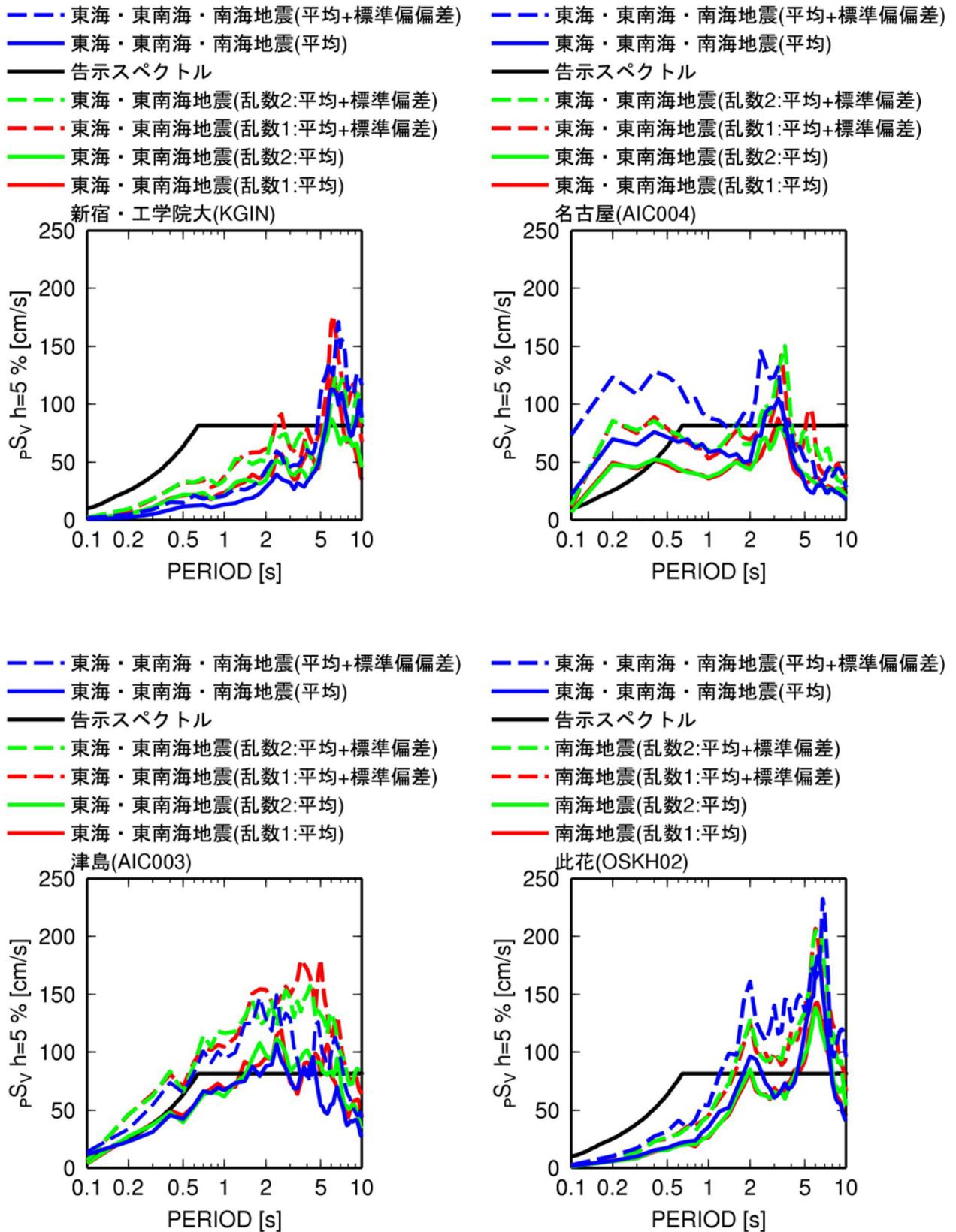
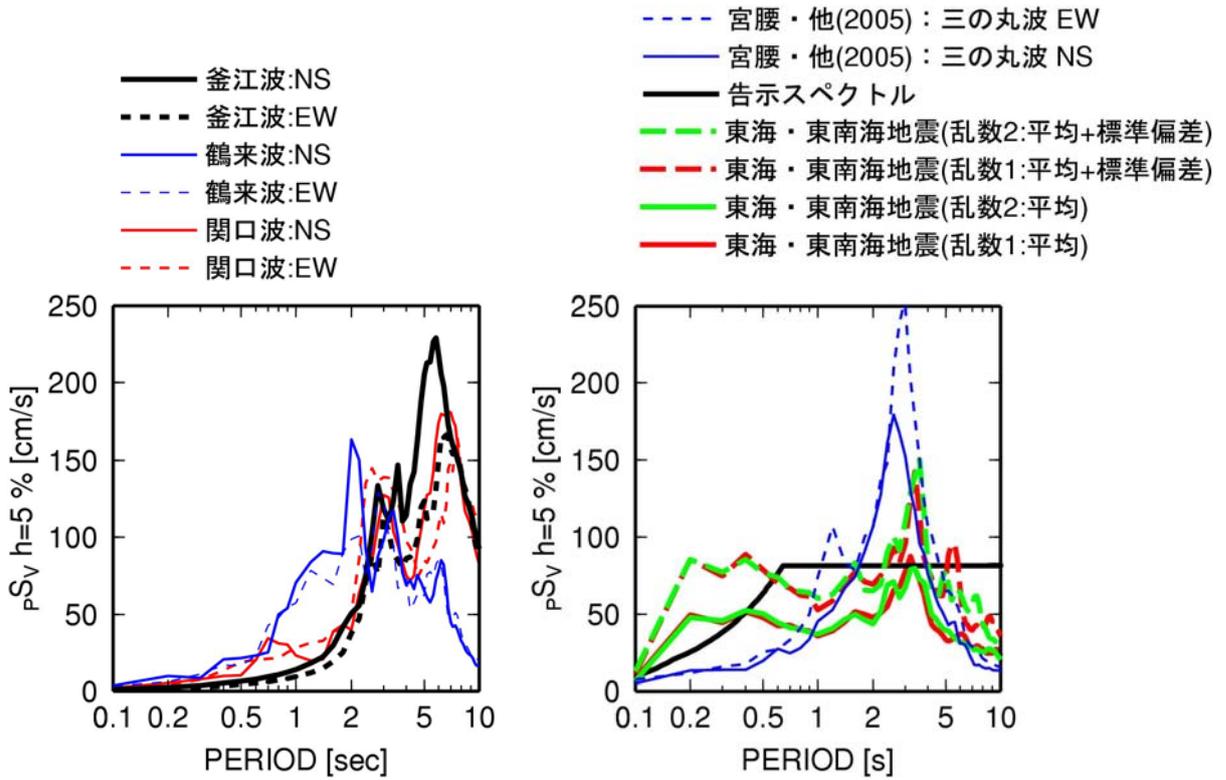


図 3.3-60 オリジナル版で作成した建物応答用に提供した計算波(赤と緑)と改良版の経験式に基づく東海・東南海・南海地震の計算波(青)の擬似速度応答スペクトル(h=5%)の比較



(a) 南海地震の OSKH02 での既往の計算波

(b) 東海・東南海地震の三の丸での既往の計算波と
建物応答用に提供している AIC004(名古屋)
屋)でのオリジナル版での計算波

図 3.3-61 断層モデルに基づく既往の計算波の擬似速度応答スペクトル

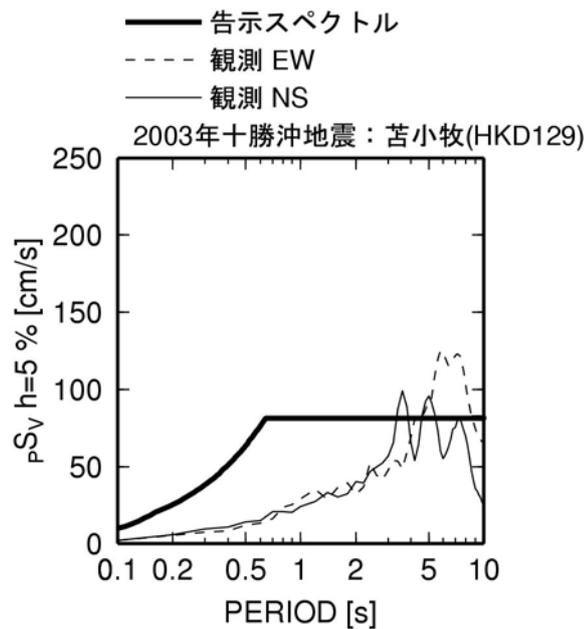


図 3.3-62 2003 年十勝沖地震 (Mw8.2) の苦小牧での観測擬似速度応答スペクトル

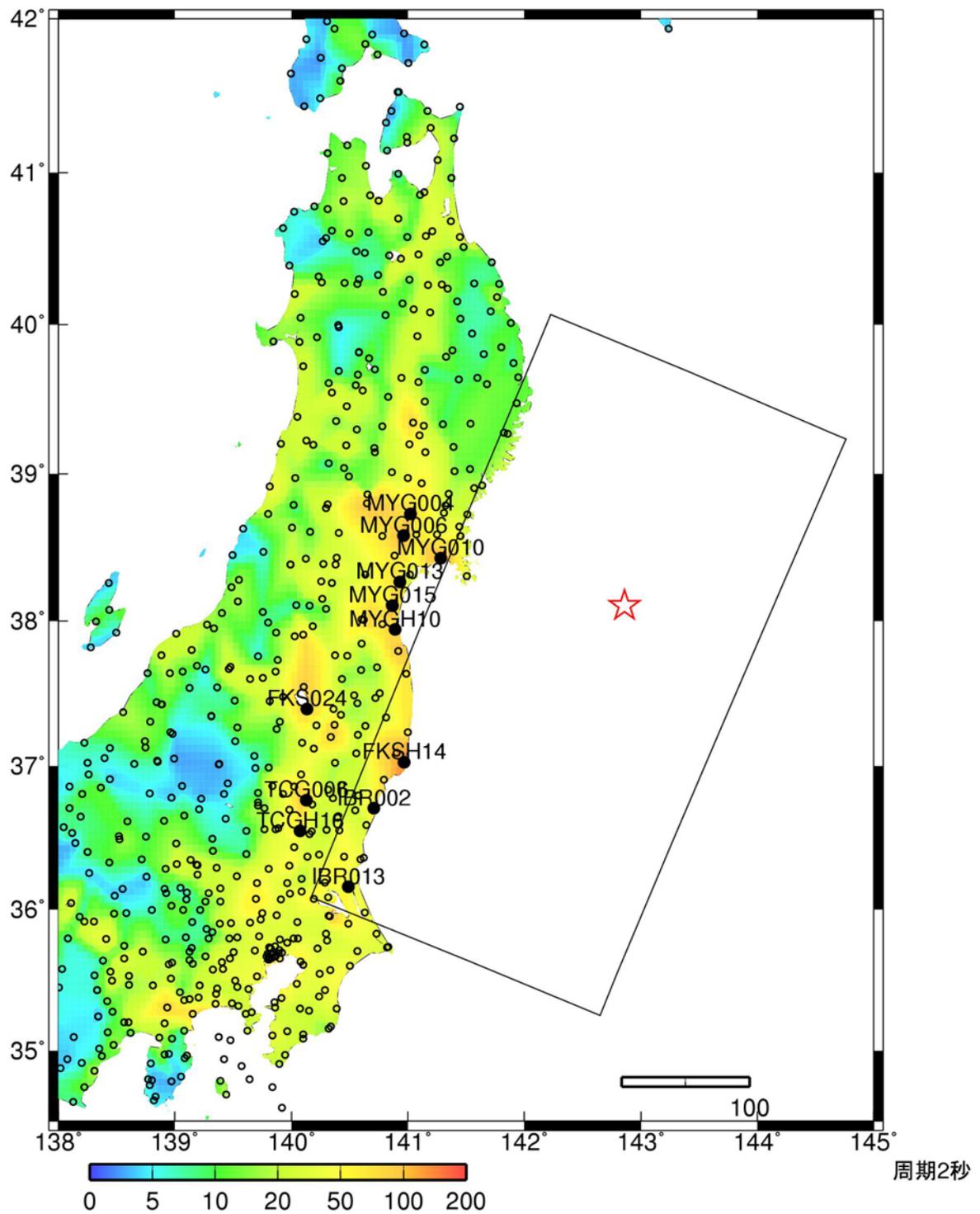


図 3.3-63 K-NET、KiK-net 観測点(○)における東北地方太平洋沖地震の観測擬似速度応答スペクトル(h=5%)分布と擬似速度応答スペクトルを表示する観測点(●)。矩形、☆印は、気象庁(2011)の震源モデルに基づき、2-3 節)で設定した震源モデル。

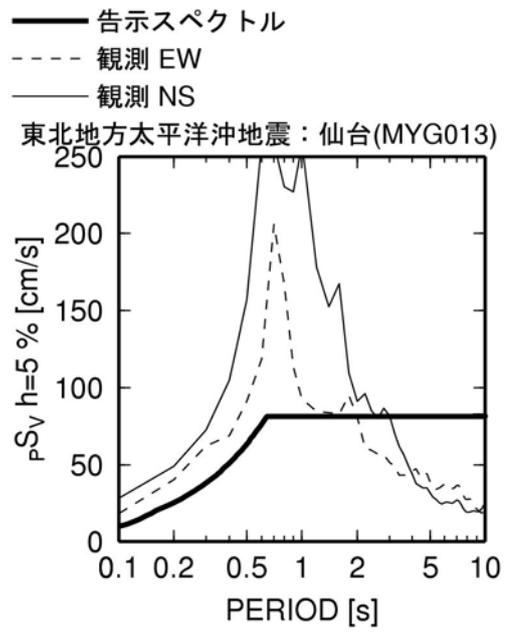
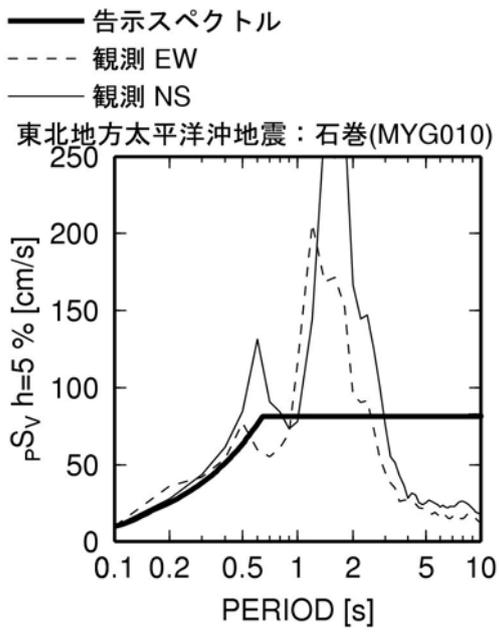
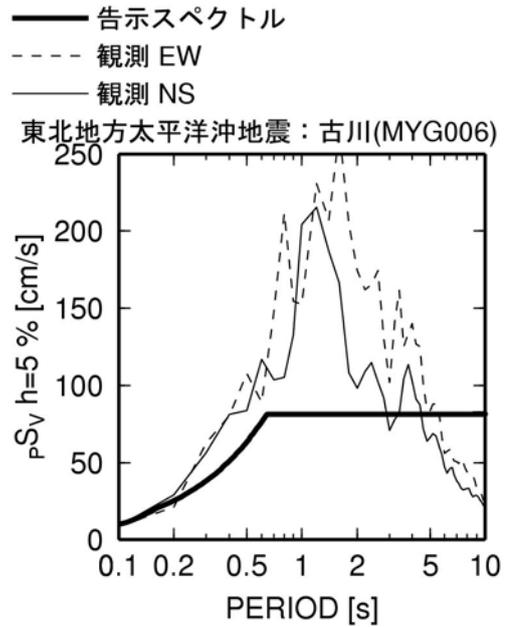
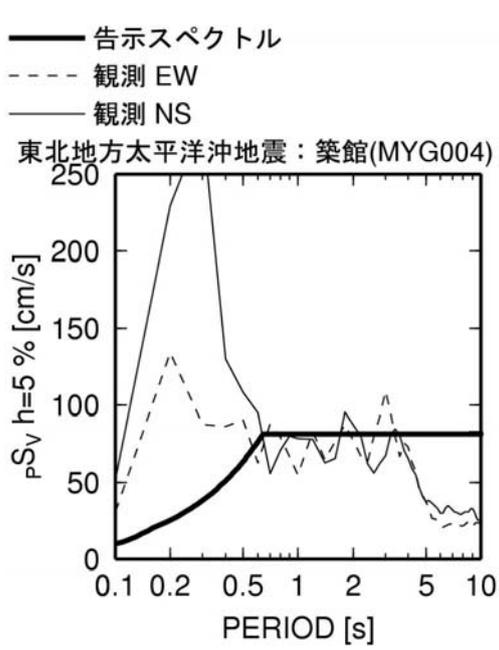


図 3.3-64 東北地方太平洋沖地震の観測擬似速度応答スペクトル(h=5%)

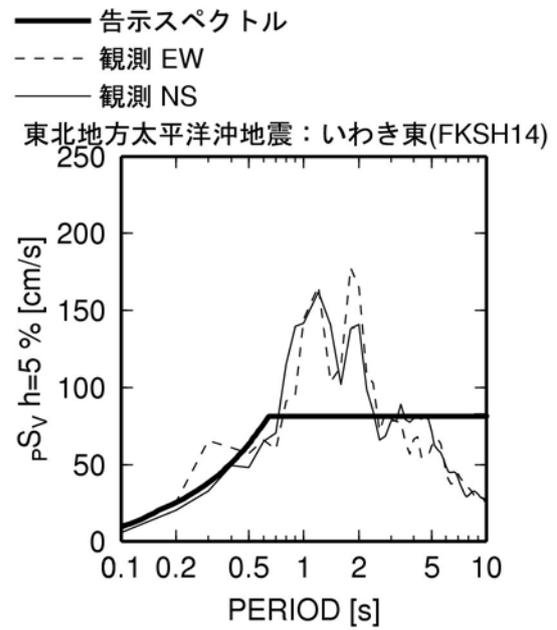
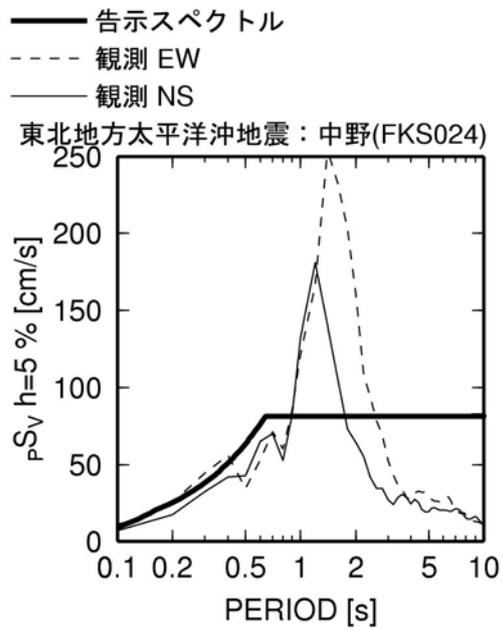
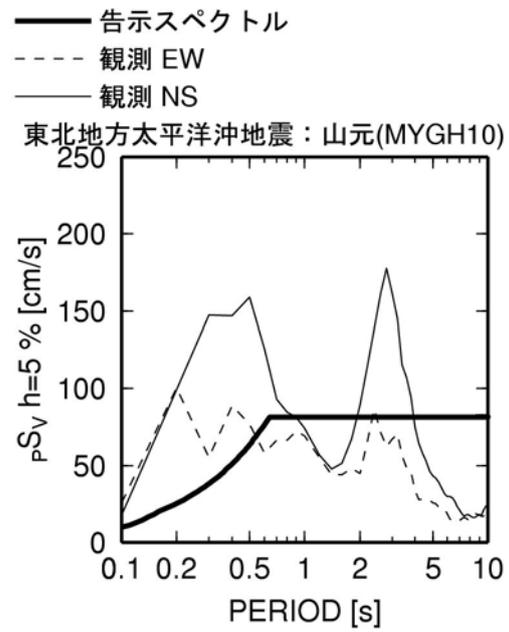
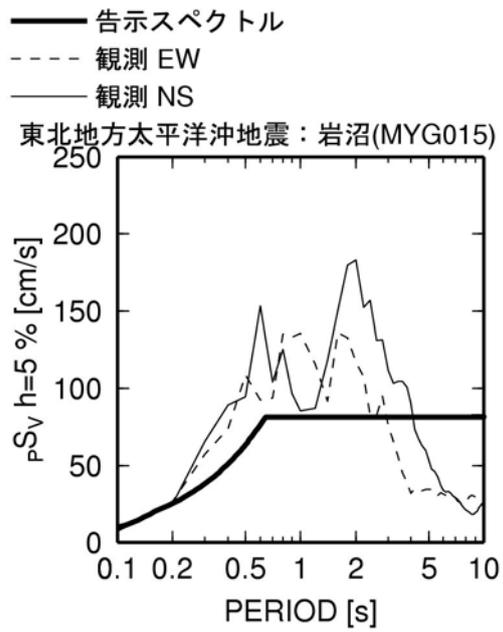


図 3.3-64 東北地方太平洋沖地震の観測擬似速度応答スペクトル(h=5%) (続き)

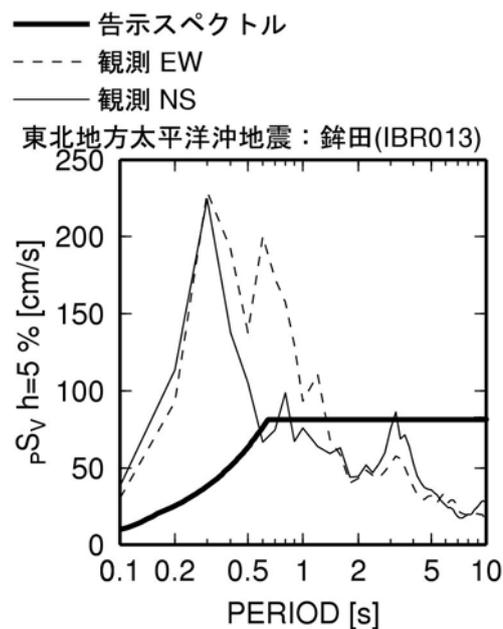
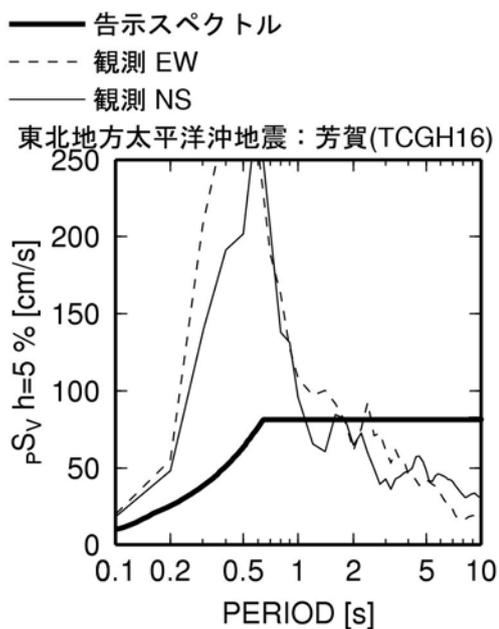
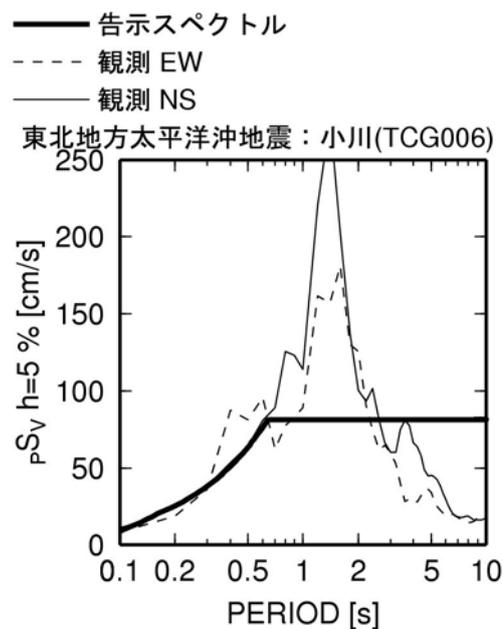
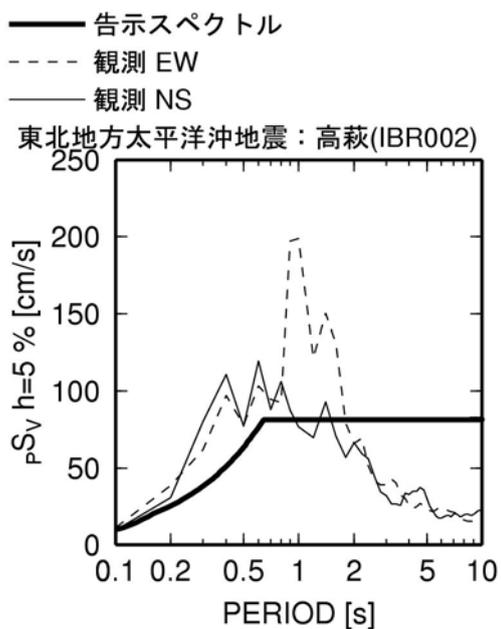


図 3.3-64 東北地方太平洋沖地震の観測擬似速度応答スペクトル(h=5%) (続き)