

2-4 検討用地震の地震動評価

(a) 応答スペクトルに基づいた地震動評価

応答スペクトルに基づいた地震動評価

検討用地震の応答スペクトル算定に用いる震源の諸元

検討用地震	マグニチュード	等価震源距離
中央構造線断層帯 (傾斜角：80度※ ²)	8.0※ ¹	20.4km
中央構造線断層帯 (傾斜角：43度※ ³)	7.8※ ¹	16.9km
東南海地震	8.1※ ⁴	140.1km
南海地震	8.4※ ⁴	171.3km
東南海・南海地震	8.5※ ⁴	163.5km
プレート内地震	7.4	70.0km

※1 松田(1975)により断層長さから算出

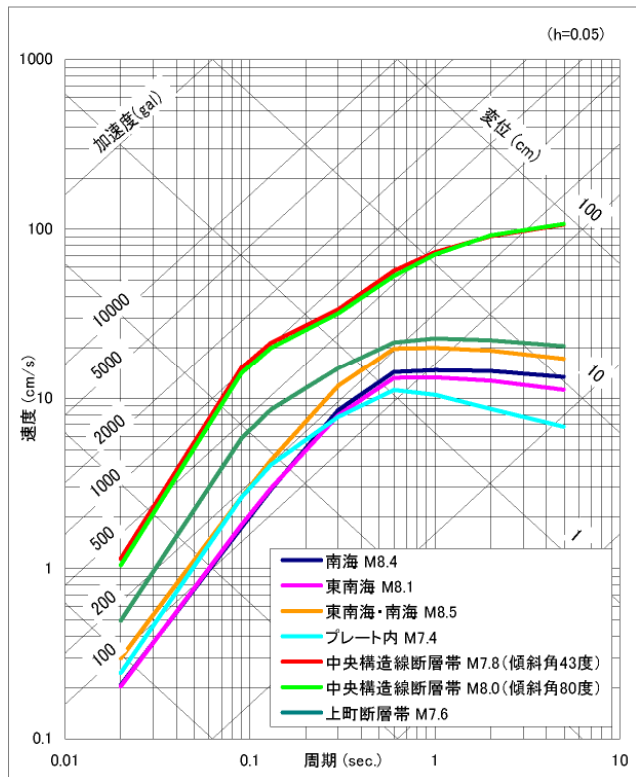
※2 大阪府(2007)による断層モデルを参考に、断層の傾斜角を80度とし、金剛断層、五条谷断層、根来断層、磯ノ浦断層の断層長さの和を中央構造線断層帯とする

※3 地震調査研究推進本部による断層モデルを参考に、断層の傾斜角を43度とし、金剛断層と五条谷断層は断層面を共有するため五条谷断層、根来断層、磯ノ浦断層の断層長さを中央構造線断層帯とする

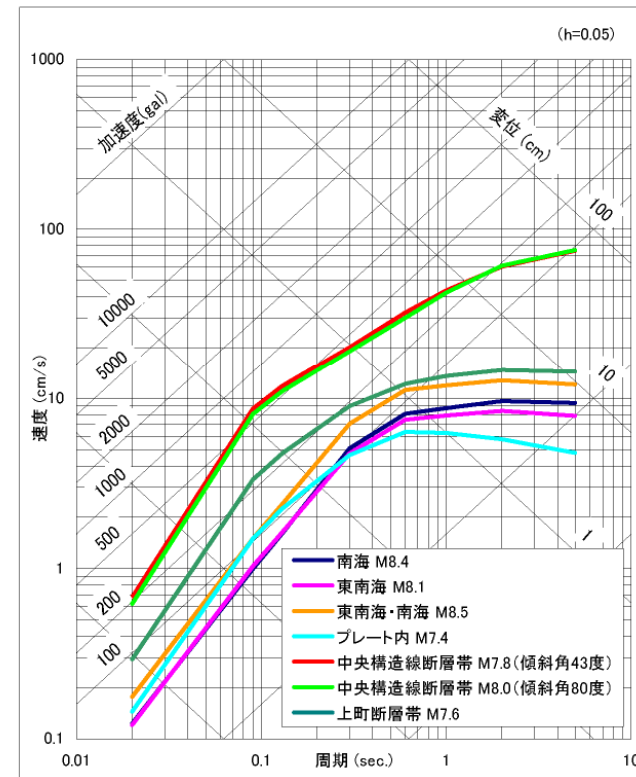
※4 地震調査研究推進本部(2001)による評価値

検討用地震の応答スペクトルに基づいた地震動評価の結果

水平方向



鉛直方向



解放基盤表面における地震動の応答スペクトル

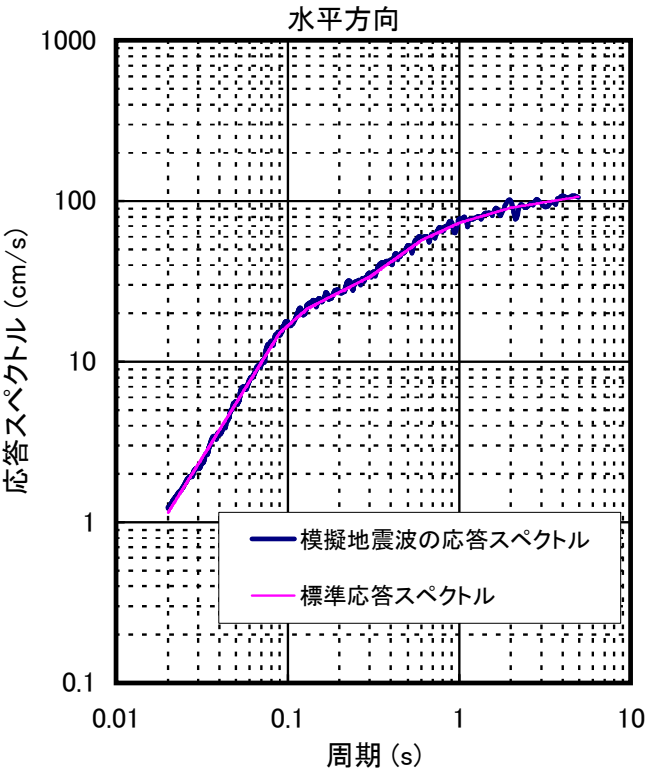


中央構造線断層帯(傾斜角43度)の地震が最も大きくなる

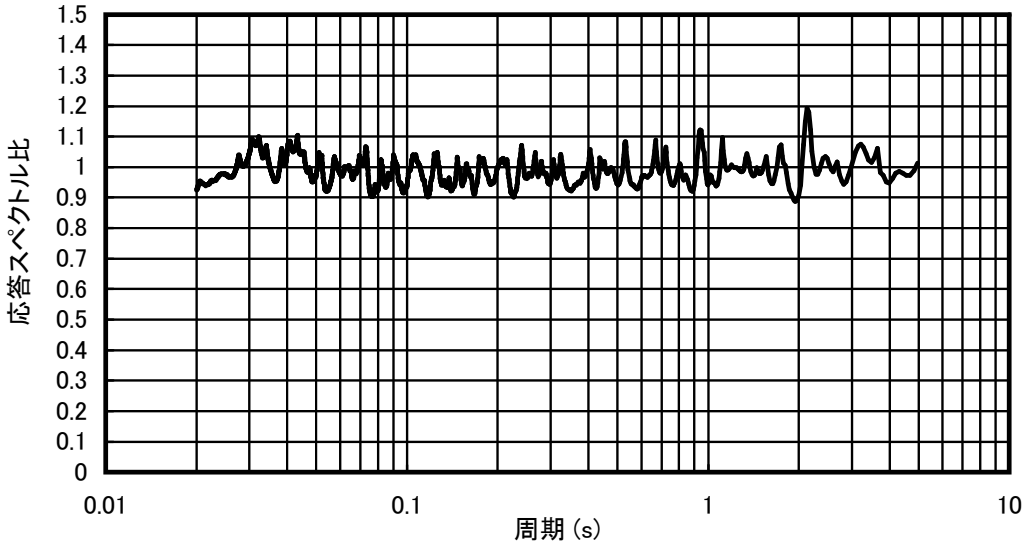


基準地震動Ss-1

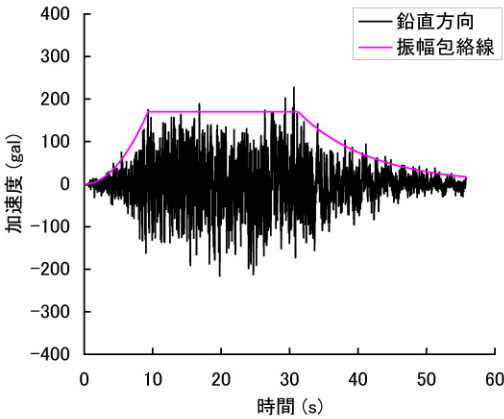
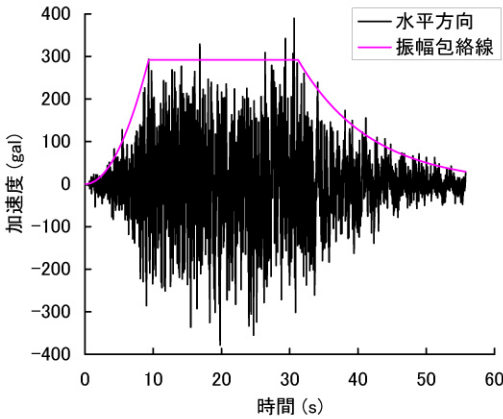
応答スペクトルに基づいた地震動評価



標準応答スペクトルに対する模擬地震波の
応答スペクトルの比較(減衰定数5%)



標準応答スペクトルに対する模擬地震波の応答スペクトルの
比(減衰定数5%)



模擬地震波の波形と振幅法絡線の比較

基準地震動Ss-1

2-4 検討用地震の地震動評価

(b)断層モデルを用いた地震動評価

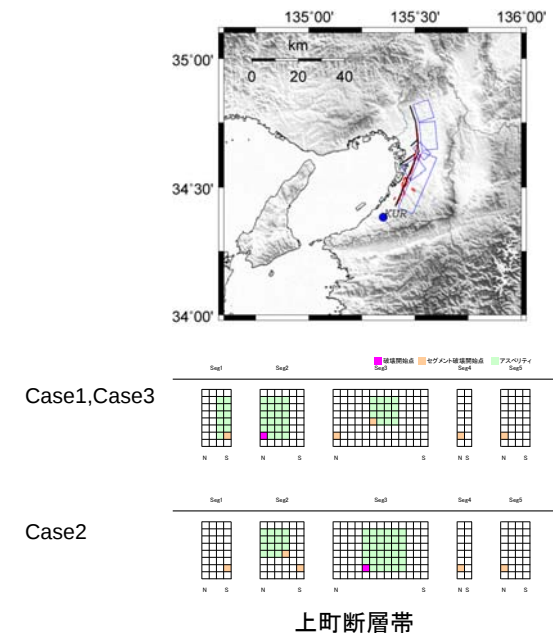
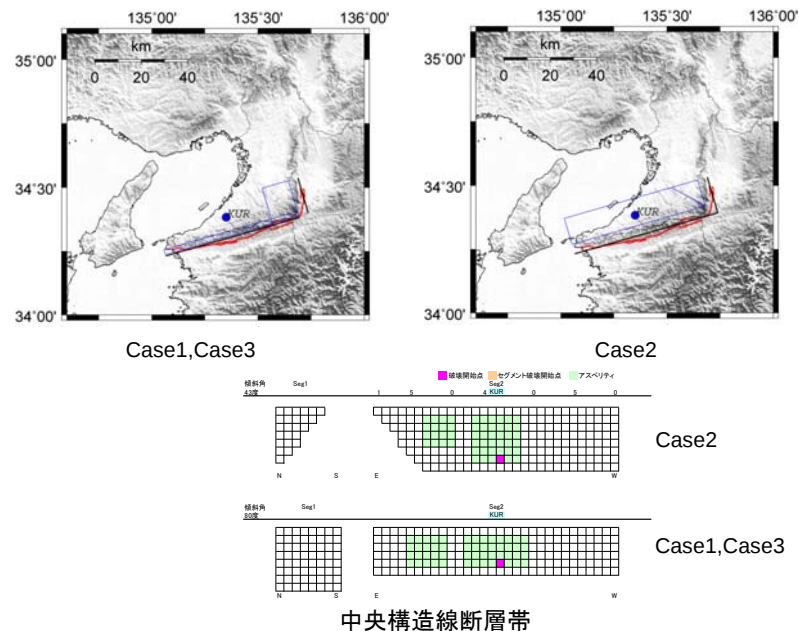
断層モデルによる地震動評価

震源の不確かさの考え方

中央構造線断層帯			
	傾斜角	アスペリティ	応力降下量
Case1 (基本モデル)	80°	敷地近くに大きいアスペリティを配置	レシビ [※]
Case2	43°	敷地近くに大きいアスペリティを配置	レシビ [※]
Case3	80°	敷地近くに大きいアスペリティを配置	レシビ [※] × 1.5倍
上町断層帯			
	傾斜角	アスペリティ	応力降下量
Case1 (基本モデル)	65°	北側セグメントに大きいアスペリティを配置	レシビ [※]
Case2	65°	南側セグメント(敷地に近いセグメント)に大きいアスペリティを配置	レシビ [※]
Case3	65°	北側セグメントに大きいアスペリティを配置	レシビ [※] × 1.5倍

不確かさを考慮して設定したパラメータ

※強震動予測レシビ

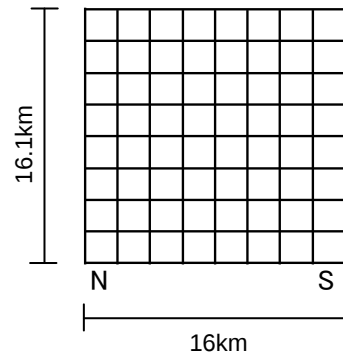


中央構造線断層帯の震源モデル

Case1,
Case3

傾斜角
43度

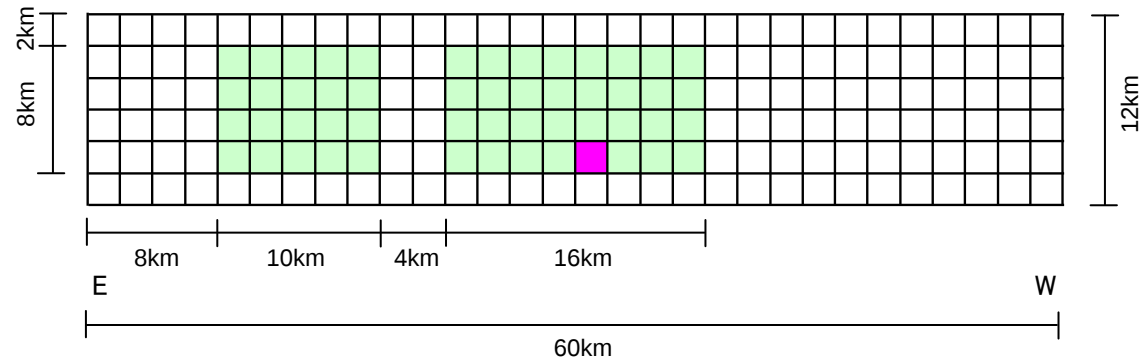
Seg1



傾斜角
80度

Seg2

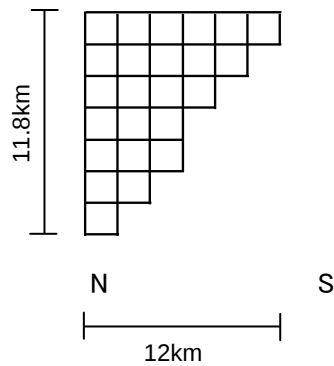
破壊開始点 アスぺリティ



Case2

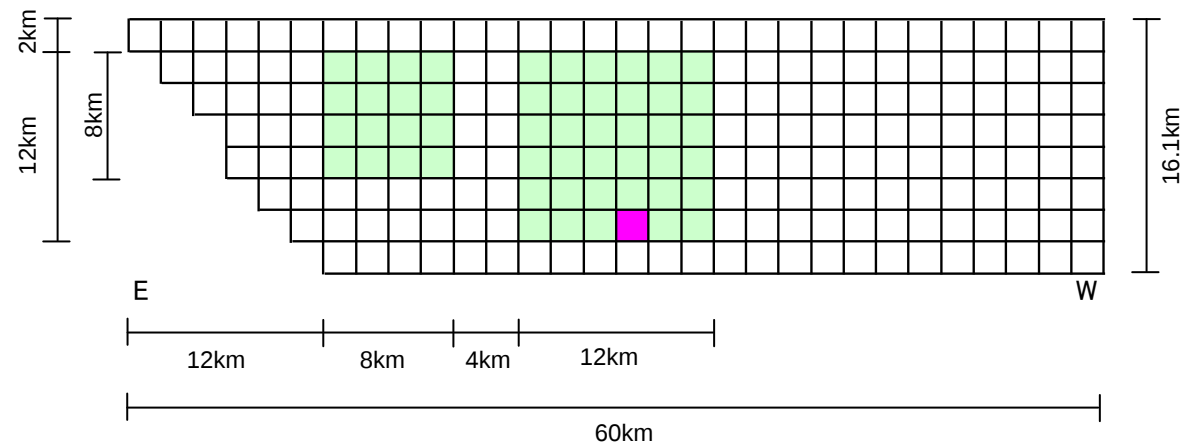
傾斜角
43度

Seg1



傾斜角
43度

Seg2

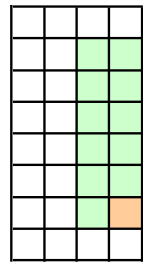


上町断層帯の震源モデル

Case1,
Case3

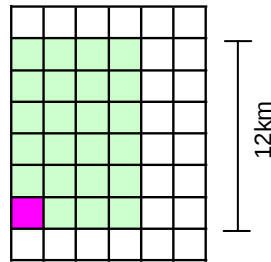
Seg1 Seg2 Seg3 Seg4 Seg5

■ 破壊開始点 ■ セグメント破壊開始点 ■ アスペリティ



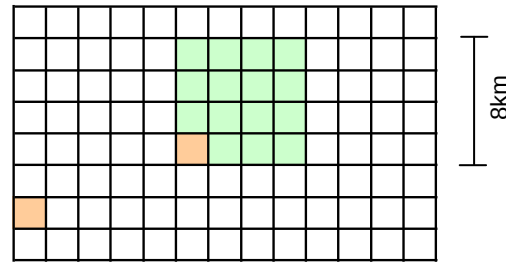
N S

4km 4km



N S

8km 4km



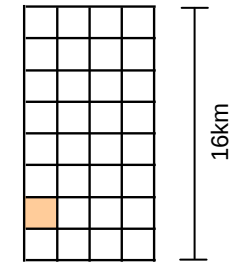
N S

10km 8km 8km



N S

4km

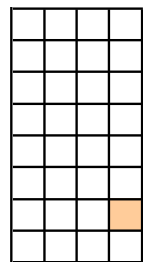


N S

8km

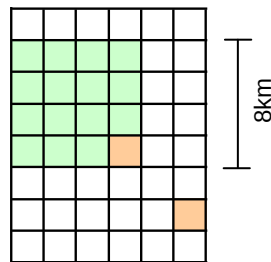
Case2

Seg1 Seg2 Seg3 Seg4 Seg5



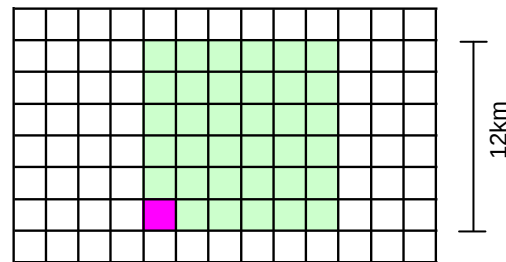
N S

8km



N S

8km 4km



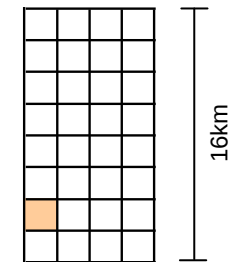
N S

8km 12km 6km



N S

4km



N S

8km

震源パラメータ（中央構造線断層帯）

パラメータ		記号	単位	設定方法	Case1	Case2	Case3
断層全体	長さ	L	km	文献調査により設定	76.0	60.0	76.0
	幅	W	km	地震発生層と傾斜角から設定	12.0, 16.1	16.1	12.0, 16.1
	面積	S	km ²	断層長さ×断層幅	976	968	976
	上端深さ	DepU	km	微小地震の震源深さの上限を参照して設定	4.0	4.0	4.0
	下端深さ	DepD	km	微小地震の震源深さの下限を参照して設定	15.8	15.0	15.8
	Mj	Mj		$M=(1/0.6)*(\log L*2.9)$ (松田, 1975)	8.0	7.8	8.0
	Mw	Mw		$Mw=(\log Mo-9.1)/1.5$ (Kanamori, 1977)	7.1	7.1	7.1
	傾斜角	dip	°	文献調査により設定	80, 43	43	80, 43
	地震モーメント	Mo	Nm	$S=4.24*Mo^{1/2}*10^{-11}$ (入倉・三宅, 2001)	5.30E+19	5.21E+19	5.30E+19
	平均すべり量	D	m	$Mo=\mu*S*D$	1.64	1.63	1.64
	平均応力降下量	$\Delta\sigma$	MPa	$\Delta\sigma=3.1$ (Fujii and Matsu'ura, 2000) Case3はその1.5倍	3.10	3.10	4.65
	破壊伝播速度	Vr	km/s	$Vr=0.72*Vs$ Geller (1976)	2.52	2.52	2.52
アスベリティ全体	平均すべり量	Da	m	$Da=2*D$ Somerville et al. (1999), 石井・他 (2000)	3.28	3.26	3.28
	面積	Sa	km ²	SaはSの約0.22倍 Somervil et al. (1999)	215	213	215
	地震モーメント	Moa	Nm	$Moa=\mu*Sa*Da$ Irikura et al. (2004), Eshelby (1957)	2.33E+19	2.29E+19	2.33E+19
	応力降下量	$\Delta\sigma_a$	MPa	$\Delta\sigma_a=\Delta\sigma*(S/Sa)$ Irikura et al. (2004), Madoriaga (1979)	14.09	14.09	21.14
アスベリティ1(Asp1)	すべり量	Da1	m	$Da1=(\gamma_1/\sum \gamma_i^3)*Da$	3.64	3.61	3.64
	面積	Sa1	km ²	Sa1:Sa2=2:1	143	142	143
	地震モーメント	Moa1	Nm	$Moa1=\mu*Sa1*Da1$	1.72E+19	1.69E+19	1.72E+19
アスベリティ2(Asp2)	すべり量	Da2	m	$Da2=(\gamma_2/\sum \gamma_i^3)*Da$	2.57	2.55	2.57
	面積	Sa2	km ²	Sa1:Sa2=2:1	72	71	72
	地震モーメント	Moa2	Nm	$Moa2=\mu*Sa2*Da2$	6.09E+18	5.99E+18	6.09E+18
背景領域全体	すべり量	Db	m	$Db=Mob/(\mu*Sb)$	1.18	1.17	1.18
	面積	Sb	km ²	$Sb=S-Sa$	761	755	761
	地震モーメント	Mob	Nm	$Mob=Mo-Moa$	2.97E+19	2.92E+19	2.97E+19
	応力降下量	$\Delta\sigma_b$	MPa	$\Delta\sigma_b=(Db/Wb)*(\pi^{1/2}/Da)*r*\sum \gamma_i^3*\Delta\sigma_a$	3.91	3.37	5.86
背景領域 (泉山脈南縁部分)	長さ	L1	km	文献調査により設定	60.0	60.0	60.0
	断層幅	W1	km	$(DepD-DepU)/\sin(dip1)$	12.0	16.1	12.0
	走向	Strike1	°	文献調査により設定	254	254	254
	傾斜角	dip1	°	文献調査により設定	80	43	80
	すべり角	rake1	°	文献調査により設定	180	180	180
	背景領域の面積	S1b	km ²	$S1t-S1a$	505.28	659.71	505.28
背景領域 (金剛山地東縁部分)	長さ	L2	km	$L2=W2*\cos(dip1)$	16.0	11.8	16.0
	断層幅	W2	km	$(DepD-DepU)/\sin(dip2)$	16.0	16.1	16.0
	走向	Strike2	°	文献調査により設定	164	164	164
	傾斜角	dip2	°	文献調査により設定	43	43	43
	すべり角	rake2	°	文献調査により設定	90	90	90
	背景領域の面積	S2b	km ²	$S2t-S2a$	256.0	95.1	256.0

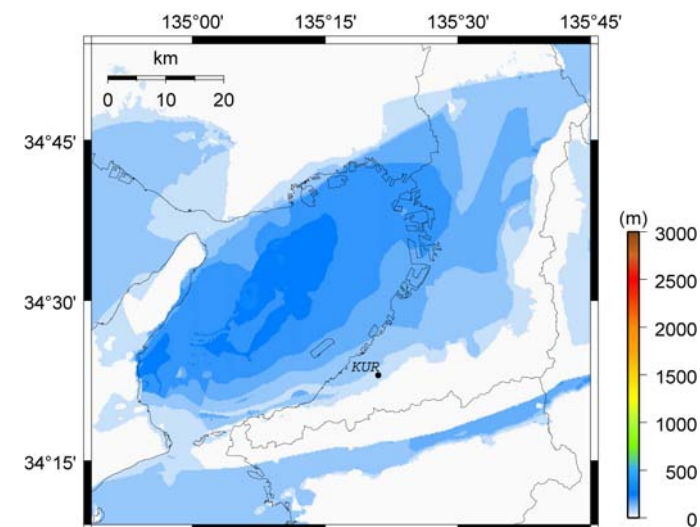
震源パラメータ（上町断層帯）

		記号	単位		Case1	Case2	Case3
断層全体	長さ	L	km	文献調査により設定	58	58	58
	幅	W	km	地震発生層と傾斜角から設定	16	16	16
	面積	S	km ²	断層長さ×断層幅	928	928	928
	上端深さ	DepU	km	微小地震の震源深さの上限を参照して設定	3.0	3.0	3.0
	下端深さ	DepD	km	微小地震の震源深さの下限を参照して設定	17.5	17.5	17.5
	Mj	Mj		$M=(1/0.6)*(\log L+2.9)$ (松田, 1975)	7.6	7.6	7.6
	Mw	Mw		$Mw=(\log Mo-9.1)/1.5$ (Kanamori, 1977)	7.1	7.1	7.1
	傾斜角	dip	°	文献調査により設定	65	65	65
	地震モーメント	Mo	Nm	$S=4.24*Mo^{1/2}*10^{-11}$ (入倉・三宅, 2001)	4.79E+19	4.79E+19	4.79E+19
	平均すべり量	D	m	$Mo=\mu*S*D$	1.56	1.56	1.56
	平均応力降下量	$\Delta\sigma$	MPa	$\Delta\sigma=3.1$ (Fujii and Matsu'ura, 2000) Case3はその1.5倍	3.10	3.10	4.65
	破壊伝播速度	Vr	km/s	$Vr=0.72*Vs$ Geller (1976)	2.52	2.52	2.52
	平均すべり量	Da	m	$Da=2*D$	3.12	3.12	3.12
	面積	Sa	km ²	SaはSの約0.22倍 Somervil et al. (1999)	204	204	204
アスベリティ全体	地震モーメント	Moa	Nm	$Moa=\mu*Sa*Da$ Irikura et al. (2004), Eshelby (1957)	2.11E+19	2.11E+19	2.11E+19
	応力降下量	$\Delta\sigma_a$	MPa	$\Delta\sigma_a=\Delta\sigma*(S/Sa)$ Irikura et al. (2004), Madoriaga (1979)	14.09	14.09	21.14
	すべり量	Da1	m	$Da1=(\gamma_1/\sum \gamma_i^3)*Da$	3.46	3.46	3.46
アスベリティ1(Asp1)	面積	Sa1	km ²	$Sa1:Sa2=2:1$	136	136	136
	地震モーメント	Moa1	Nm	$Moa1=\mu*Sa1*Da1$	1.56E+19	1.56E+19	1.56E+19
	すべり量	Da2	m	$Da2=(\gamma_2/\sum \gamma_i^3)*Da$	2.45	2.45	2.45
アスベリティ2(Asp2)	面積	Sa2	km ²	$Sa1:Sa2=2:1$	68	68	68
	地震モーメント	Moa2	Nm	$Moa2=\mu*Sa2*Da2$	5.51E+18	5.51E+18	5.51E+18
	すべり量	Db	m	$Db=Mob/(\mu*Sb)$	1.12	1.12	1.12
背景領域全体	面積	Sb	km ²	$Sb=S-Sa$	724	724	724
	地震モーメント	Mob	Nm	$Mob=Mo-Moa$	2.68E+19	2.68E+19	2.68E+19
	応力降下量	$\Delta\sigma_b$	MPa	$\Delta\sigma_b=(Db/Wb)*(\pi^{1/2}/Da)*r*\sum \gamma_i^3*\Delta\sigma_a$	3.33	3.33	4.99
セグメント1	長さ	L1	km	文献調査により設定	8	8	8
	断層幅	W1	km	$(DepD-DepU)/\sin(dip1)$	16	16	16
	走向	Strike1	°	文献調査により設定	342	342	342
	傾斜角	dip1	°	文献調査により設定	65	65	65
	すべり角	rake1	°	文献調査により設定	90	90	90
	背景領域の面積	S1b	km ²	長さ×幅-アスベリティ面積	82	128	82
セグメント2	長さ	L2	km	文献調査により設定	12	12	12
	断層幅	W2	km	$(DepD-DepU)/\sin(dip1)$	16	16	16
	走向	Strike2	°	文献調査により設定	354	354	354
	傾斜角	dip2	°	文献調査により設定	65	65	65
	すべり角	rake2	°	文献調査により設定	90	90	90
	背景領域の面積	S2b	km ²	長さ×幅-アスベリティ面積	102	124	102
セグメント3	長さ	L3	km	文献調査により設定	26	26	26
	断層幅	W3	km	$(DepD-DepU)/\sin(dip1)$	16	16	16
	走向	Strike3	°	文献調査により設定	23	23	23
	傾斜角	dip3	°	文献調査により設定	65	65	65
	すべり角	rake3	°	文献調査により設定	90	90	90
	背景領域の面積	S3b	km ²	長さ×幅-アスベリティ面積	348	280	348
セグメント4	長さ	L4	km	文献調査により設定	4	4	4
	断層幅	W4	km	$(DepD-DepU)/\sin(dip1)$	16	16	16
	走向	Strike4	°	文献調査により設定	48	48	48
	傾斜角	dip4	°	文献調査により設定	65	65	65
	すべり角	rake4	°	文献調査により設定	90	90	90
	背景領域の面積	S4b	km ²	長さ×幅-アスベリティ面積	64	64	64
セグメント5	長さ	L5	km	文献調査により設定	8	8	8
	断層幅	W5	km	$(DepD-DepU)/\sin(dip1)$	16	16	16
	走向	Strike5	°	文献調査により設定	55	55	55
	傾斜角	dip5	°	文献調査により設定	65	65	65
	すべり角	rake5	°	文献調査により設定	90	90	90
	背景領域の面積	S5b	km ²	長さ×幅-アスベリティ面積	128	128	128

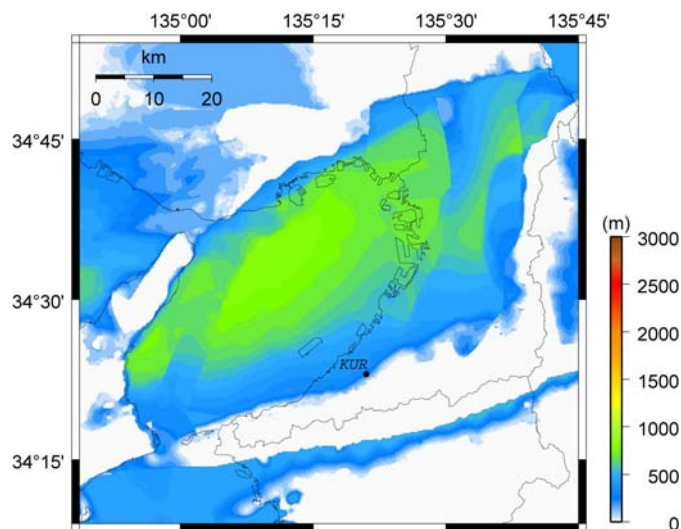
理論的手法による地震動評価に用いた大阪平野の3次元地下構造モデル

(堀川・他, 2003をもとに作成)

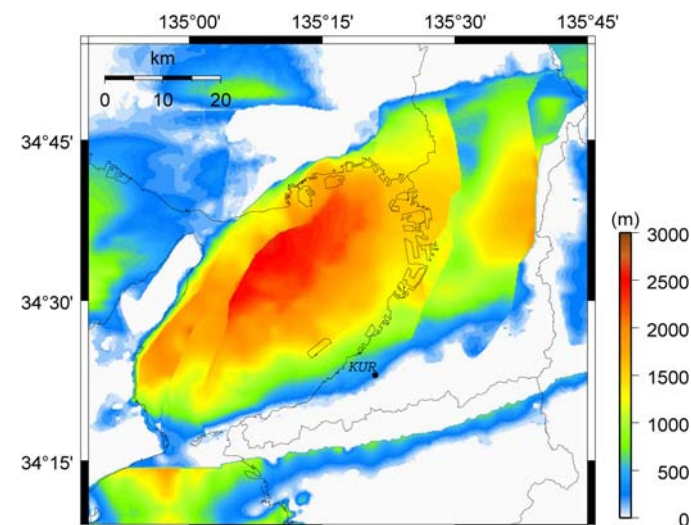
Layer	Vs (km/s)	Vp (km/s)	ρ (t/m ³)	Qs
1	0.40	1.6	1.7	200
2	0.55	1.8	1.8	275
3	1.00	2.5	2.1	500
4	3.20	5.4	2.7	1000



2層目上面深さ

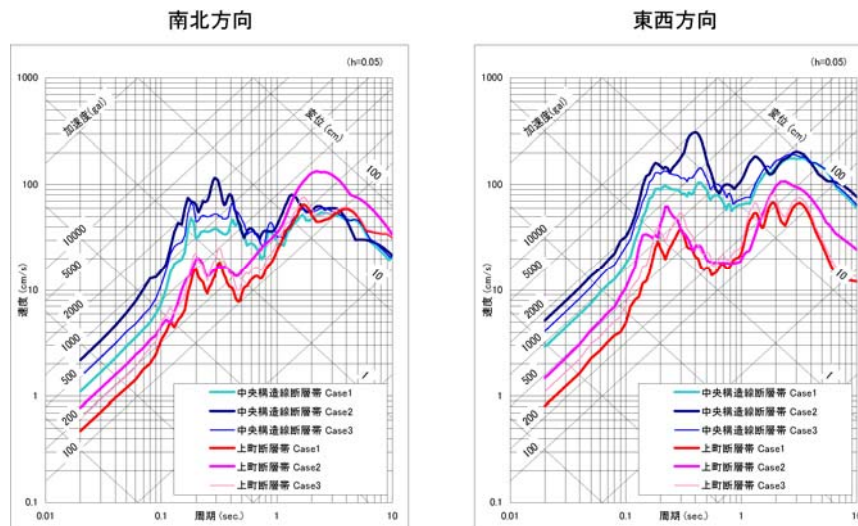


3層目上面深さ



4層目上面深さ (地震基盤)

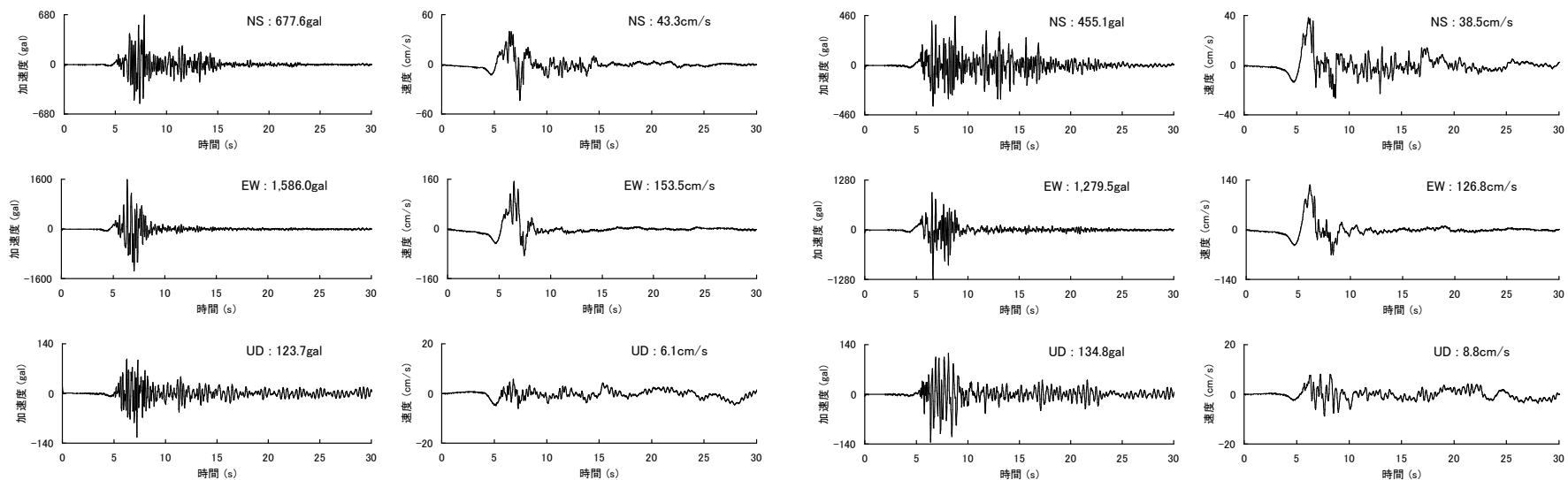
断層モデルによる地震動評価結果



ほぼ全周期帯にわたって応答スペクトルの最も大きい中央構造線断層帯Case2の地震の地震動を基準地震動Ss-2とする。

また、表層地盤の特性も考慮して、中央構造線断層帯Case3の地震による地震動を基準地震動Ss-3とする。

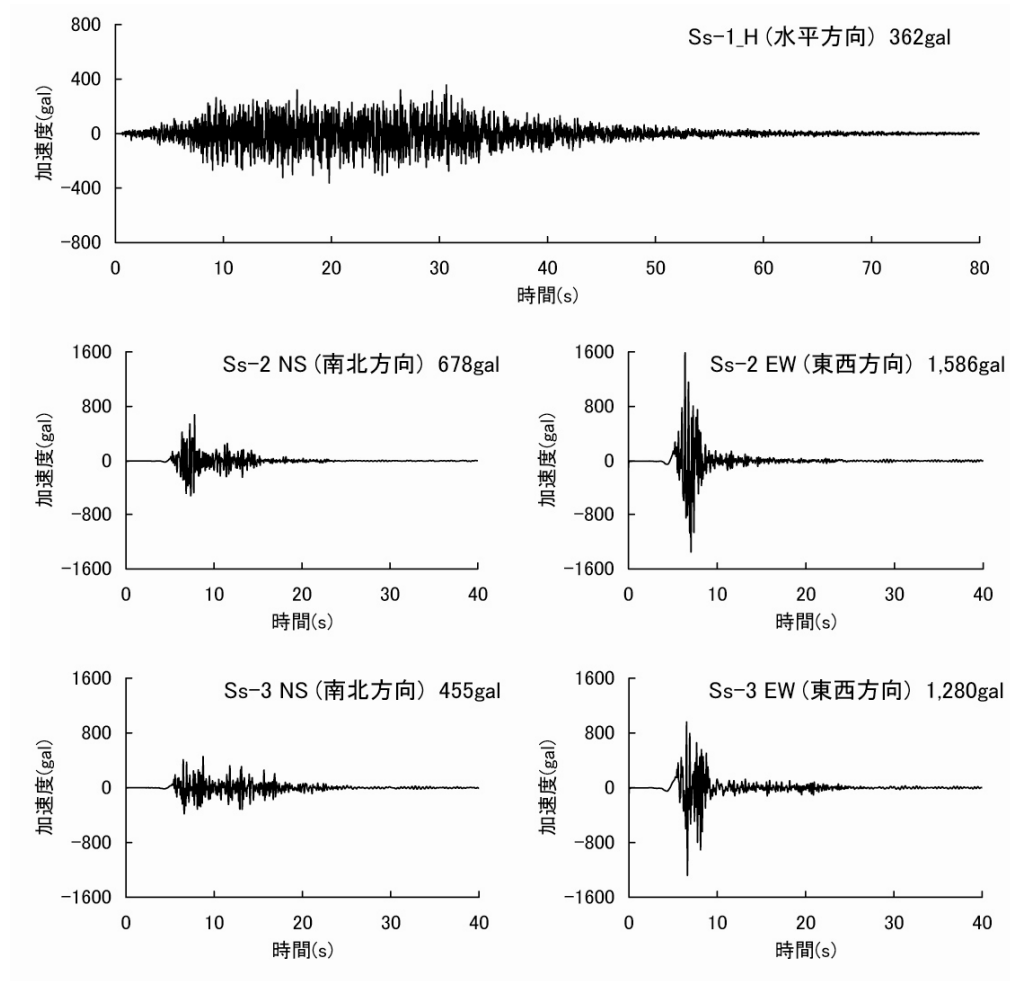
解放基盤表面における地震動の応答スペクトル



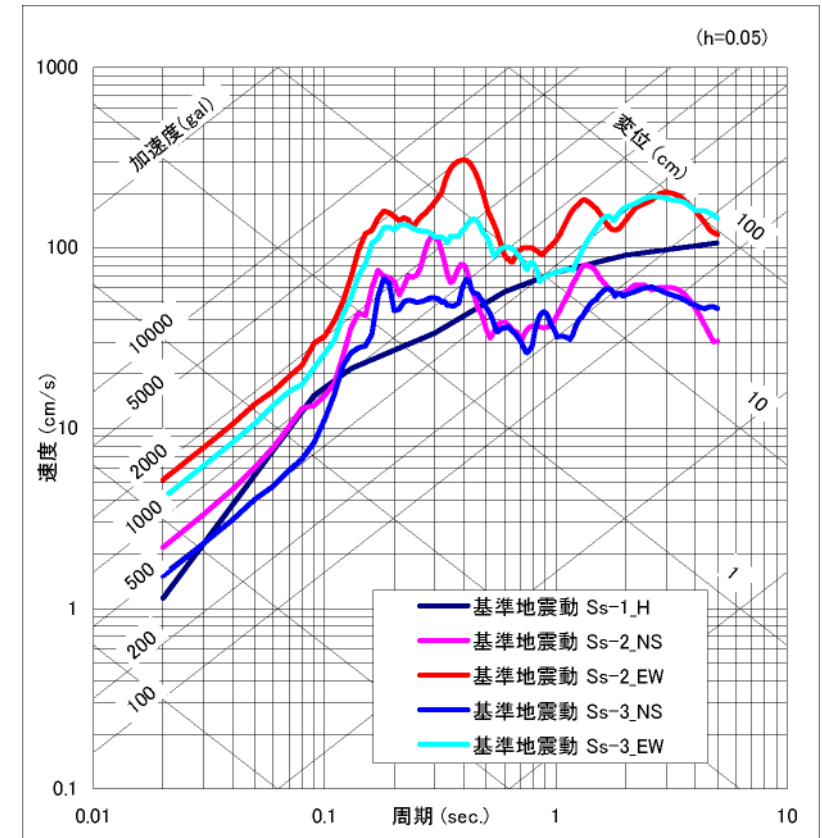
中央構造線断層帯, Case2 → 基準地震動 Ss-2

中央構造線断層帯, Case3 → 基準地震動 Ss-3

基準地震動Ssの時刻歴波形とその応答スペクトル



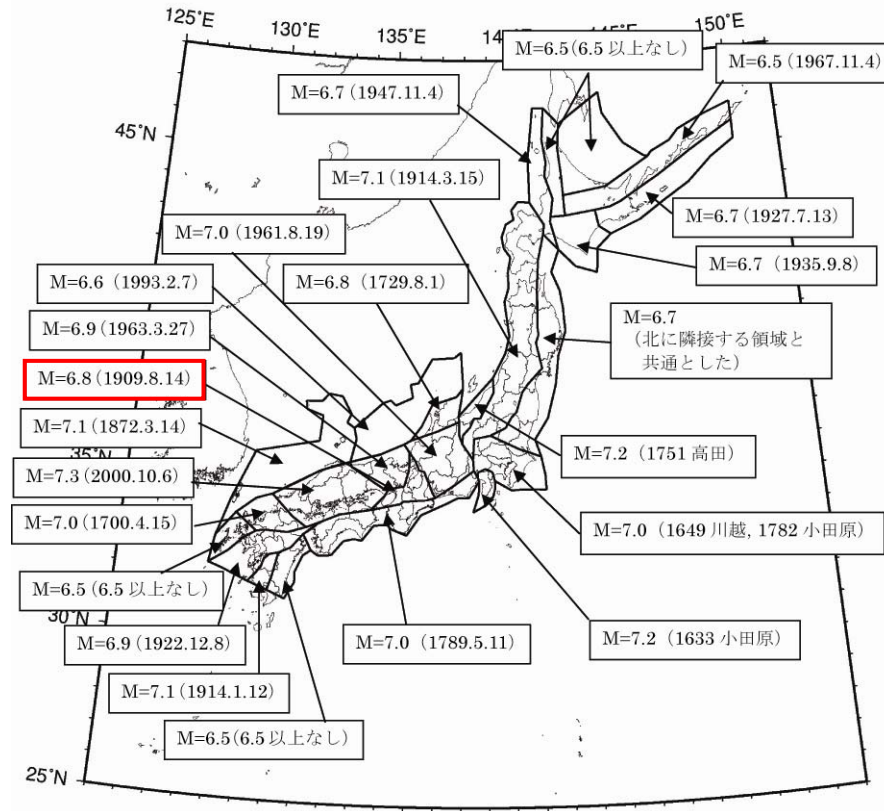
加速度時刻歴波形



応答スペクトル

2-5 震源を特定せず策定する地震動の検討

震源を特定せず策定する地震動(1) -推本の知見-



陸域の震源断層を予め特定しにくい地震の最大マグニチュード

陸域の震源断層を予め特定しにくい地震の最大マグニチュード
(領域ごとの最大マグニチュード)

番号	最大 M	根拠	備考
1	6.7	1927.07.13	
2	6.7	1935.09.08	
3	6.5	1967.11.04	
4	6.5	(最大 M の下限値)	
5	6.5	(最大 M の下限値)	
6	6.7	1947.11.04	
7	6.7	(1947.11.04)	北に隣接する No. 6 の領域と共通とした。 1772.6.3(M6.7)と 1858.7.8(M7.3)は太平洋 プレートの地震と判断。
8	7.1	1914.3.15 秋田仙北地震	1766 津軽地震(M7.3)、1896 陸羽地震(M7.2) は活断層と対応。
9	7.0	1649.07.30 川越 1782.08.23 小田原	地殻内の地震かどうか不明確だが考慮。 1924 丹沢地震(M7.3)は大正関東地震の余震 として考慮せず。
10	7.2	1751.05.21 高田	1847 善光寺地震(M7.4)は活断層と対応。
11	6.8	1729.08.09 能登・佐渡	
12	7.0	1961.08.19 北米濃地震	1891 濃尾地震(M8.0)、1858 飛越地震(M7.1)、 1948 福井地震(M7.1)はいずれも活断層と対 応。
13	6.8	1909.08.14 姉川地震	1596 慶長地震(M7.5)、1662 寛文地震(M7.5)、 1854 伊賀上野地震(M7.3)、1995 兵庫県南部 地震(M7.3)はいずれも活断層と対応。 1819 年の近江八幡付近の地震(M7.3)はやや 深い地震の可能性が指摘されているため対 象外とした。
14	6.9	1963.03.27 越前岬沖	1927 北丹後地震(M7.3)、1943 鳥取地震 (M7.2)はいずれも活断層と対応。
15	7.3	2000.10.06 鳥取県西部地震	
16	7.0	1700.04.15 老岐・対馬	
17	6.5	(最大 M の下限値)	
18	7.0	1789.05.11 阿波	1854 伊予西部(M7.4)はフィリピン海プレ ートの地震と考えられるため対象外とした。
19	6.5	(最大 M の下限値)	1769 年の M7.7 の地震は津波が発生して おり、フィリピン海プレートの地震と判断。
20	7.1	1914.01.12 桜島	火山性地震の可能性も指摘されているが最 大マグニチュード設定に考慮。
21	6.9	1922.12.08 千々石湾	1596 慶長豊後(M7.5)は活断層と対応。
22	6.6	1993.02.07 能登半島沖	
23	7.1	1872.03.14 浜田地震	
24	7.2	1633.03.01 小田原 (7±1/4)	1930 北伊豆地震(M7.3)は活断層と対応。

地震調査研究推進本部 確率論的地震動予測地図の説明資料より



敷地は上記の領域13に属し、『震源を予め特定しにくい地震』の想定される地震規模はM6.8

震源を特定せず策定する地震動(2) —地域性の検討—

地震発生層から想定される震源を予め特定しにくい地震の地震規模とする

JNES(2004)による微小地震に基づく地震発生層

区分:近畿

D10%:8.1km, D90%:14.9km

D90% — D10%:6.8km

区分:南海

D10%:7.2km, D90%:15.1km

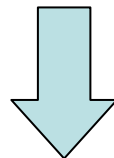
D90% — D10%:7.9km

敷地周辺で発生した微小地震に基づく地震発生層

敷地周辺の微小地震分布から、敷地周辺の地震発生層の厚さは6.4kmと考えられる。

地震調査研究推進本部による微小地震に基づく地震発生層

地震調査研究推進本部による中央構造線断層帯の地震を想定した強震動評価(2005)では、地震発生層の厚さは11kmと見積もられている。



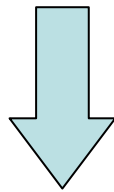
敷地周辺での地震発生層厚を11kmとする

地震発生層を飽和した断層面を仮定すると、発生しうる地震の規模はM6.7※

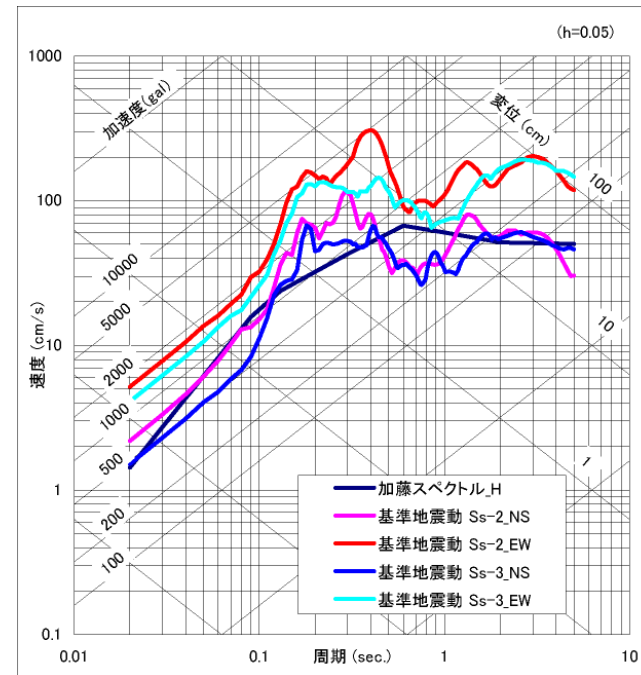
※:断層傾斜角を45度と仮定し、入倉・三宅(2001)及び武村(1990)に基づき算定

震源を特定せず策定する地震動(3)

加藤ほか(2004)による震源を事前に特定できない地震による震源近傍の観測記録の水平動応答スペクトルを参照



中央構造線断層帯による基準地震動 Ss は、この加藤ほか(2004)による地震動レベルを有意に上回る結果となった。



加藤ほか(2004)におけるスペクトル(地盤の違いを考慮)と震源を特定して策定する地震動との比較

「震源を特定せず策定する地震動」は基準地震動 Ss の選定に際しては考慮しない