

泊発電所3号炉 基準地震動の年超過確率の参照について

令和5年6月23日
北海道電力株式会社

1. 基準地震動の策定概要	3
2. 基準地震動の年超過確率の参照	13
2.1 確率論的地震ハザードの評価方針	14
2.2 特定震源モデル	15
2.3 領域震源モデル	23
2.4 地震動伝播モデル	26
2.5 地震ハザード評価結果	28
2.6 年超過確率の参照	34
参考文献	39

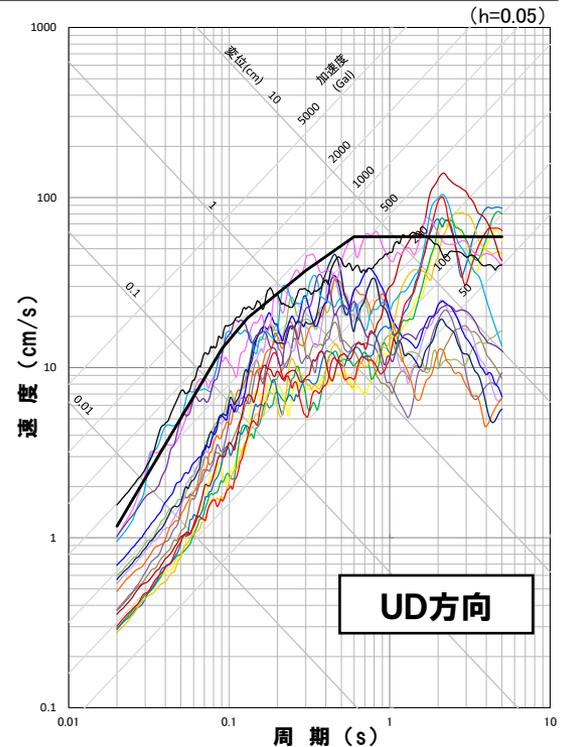
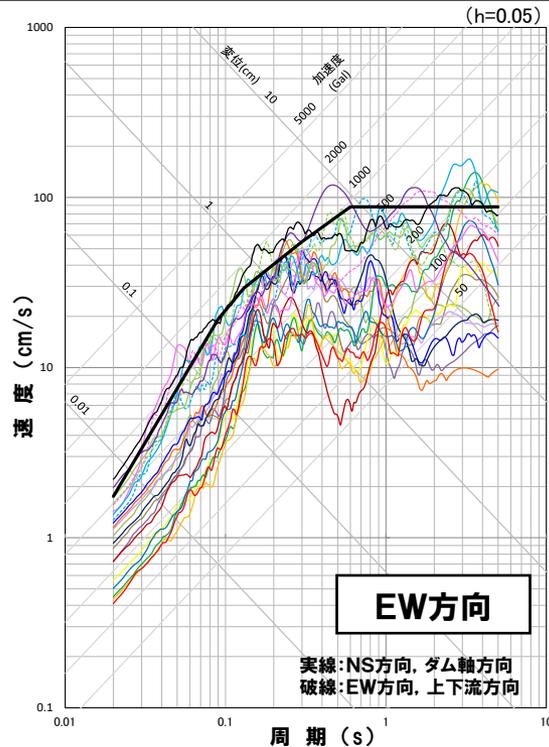
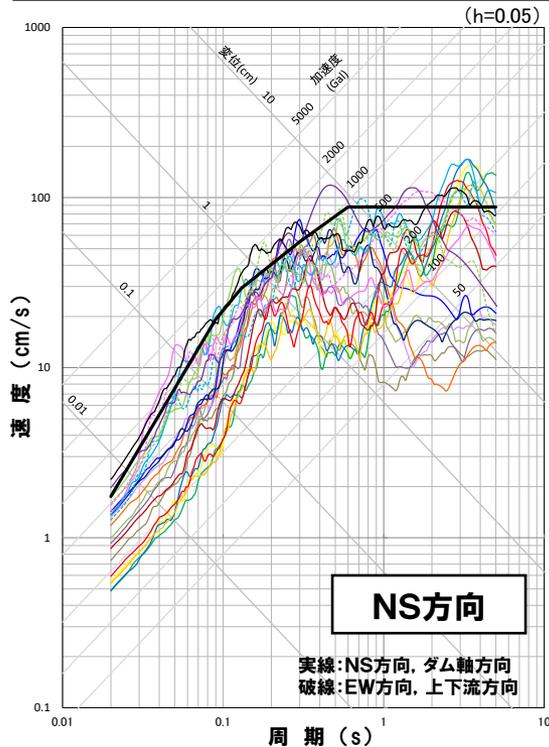
1. 基準地震動の策定概要

1. 基準地震動の策定概要

再掲 (R5.6.9審査会合資料)

基準地震動の策定 まとめ

○敷地ごとに震源を特定して策定する地震動および震源を特定せず策定する地震動の評価結果を踏まえて、基準地震動(Ss1, Ss2-1~Ss2-13, Ss3-1~Ss3-5)を設定した。



- 基準地震動Ss1
- 基準地震動Ss2-1 尻別川断層(断層の傾斜角, 破壊開始点4)
- 基準地震動Ss2-2 F_S-10断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜(断層の傾斜角, 破壊開始点1)
- 基準地震動Ss2-3 F_S-10断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜(断層の傾斜角, 破壊開始点4)
- 基準地震動Ss2-4 F_S-10断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜(破壊伝播速度, 破壊開始点1)
- 基準地震動Ss2-5 F_S-10断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜(破壊伝播速度, 破壊開始点5)
- 基準地震動Ss2-6 F_S-10断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜(破壊伝播速度, 破壊開始点6)
- 基準地震動Ss2-7 積丹半島北西沖の断層 走向0° ケース(断層の傾斜角, 破壊開始点1)
- 基準地震動Ss2-8 積丹半島北西沖の断層 走向0° ケース(断層の傾斜角, 破壊開始点2)
- 基準地震動Ss2-9 積丹半島北西沖の断層 走向0° ケース(断層の傾斜角, 破壊開始点3)
- 基準地震動Ss2-10 積丹半島北西沖の断層 走向0° ケース(断層の傾斜角, 破壊開始点4)
- 基準地震動Ss2-11 積丹半島北西沖の断層 走向20° ケース(断層の傾斜角, 破壊開始点4)
- 基準地震動Ss2-12 積丹半島北西沖の断層 走向20° ケース(応力降下量, 破壊開始点2)
- 基準地震動Ss2-13 積丹半島北西沖の断層 走向40° ケース(応力降下量, 破壊開始点2)
- 基準地震動Ss3-1 2008年岩手・宮城内陸地震(栗駒ダム[右岸地山])
- 基準地震動Ss3-2 2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net金ヶ崎)
- 基準地震動Ss3-3 2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net一関東)
- 基準地震動Ss3-4 2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町)
- 基準地震動Ss3-5 標準応答スペクトルを考慮した地震動

1. 基準地震動の策定概要

一部加筆修正 (R5.6.9審査会合資料)

基準地震動の最大加速度

基準地震動		最大加速度 (Gal)		
		NS方向 (ダム軸方向)	EW方向 (上下流方向)	UD方向 (鉛直方向)
Ss1	設計用模擬地震波	550		368
Ss2-1	尻別川断層による地震(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角), 破壊開始点4)	272	228	112
Ss2-2	F _S -10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角), 破壊開始点1)	187	129	95
Ss2-3	F _S -10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角), 破壊開始点4)	170	136	87
Ss2-4	F _S -10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(破壊伝播速度), 破壊開始点1)	154	158	91
Ss2-5	F _S -10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(破壊伝播速度), 破壊開始点5)	153	141	92
Ss2-6	F _S -10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(破壊伝播速度), 破壊開始点6)	173	176	92
Ss2-7	積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角), 破壊開始点1)	429	291	178
Ss2-8	積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角), 破壊開始点2)	448	384	216
Ss2-9	積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角), 破壊開始点3)	371	361	152
Ss2-10	積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角), 破壊開始点4)	414	353	169
Ss2-11	積丹半島北西沖の断層による地震 走向20° ケース(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角), 破壊開始点4)	314	322	187
Ss2-12	積丹半島北西沖の断層による地震 走向20° ケース(不確かさ考慮モデル(応力降下量), 破壊開始点2)	292	227	117
Ss2-13	積丹半島北西沖の断層による地震 走向40° ケース(不確かさ考慮モデル(応力降下量), 破壊開始点2)	232	273	119
Ss3-1	2008年岩手・宮城内陸地震(栗駒ダム[右岸地山])	450	490	320
Ss3-2	2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net金ヶ崎)	430	400	300
Ss3-3	2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net一関東)	540	500	-*
Ss3-4	2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町)	620		320
Ss3-5	標準応答スペクトルを考慮した地震動	693		490

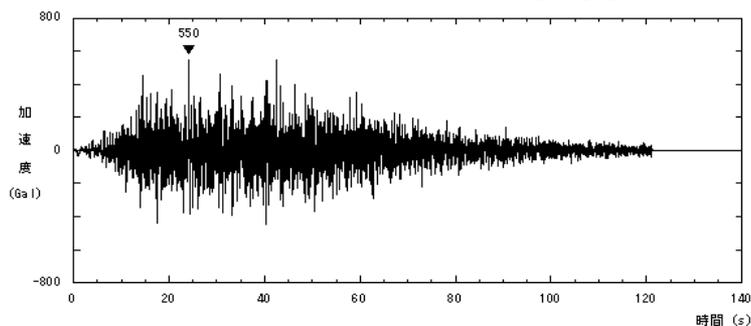
※ 基準地震動Ss3-3は、水平方向の地震動のみであることから、「一関東評価用地震動(鉛直方向)」を別途設定している。

1. 基準地震動の策定概要

「基準地震動Ss1」の加速度時刻歴波形

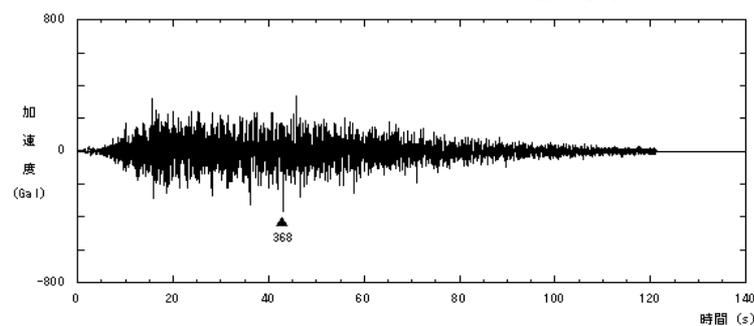
基準地震動Ss1(設計用模擬地震波)

—水平方向 Max=550Gal



水平方向

—鉛直方向 Max=368Gal

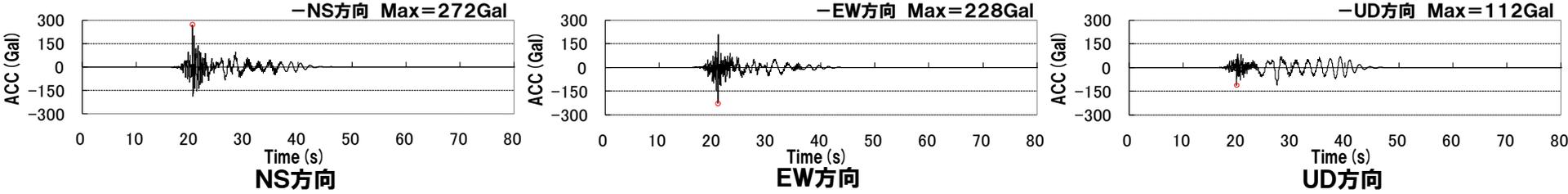


鉛直方向

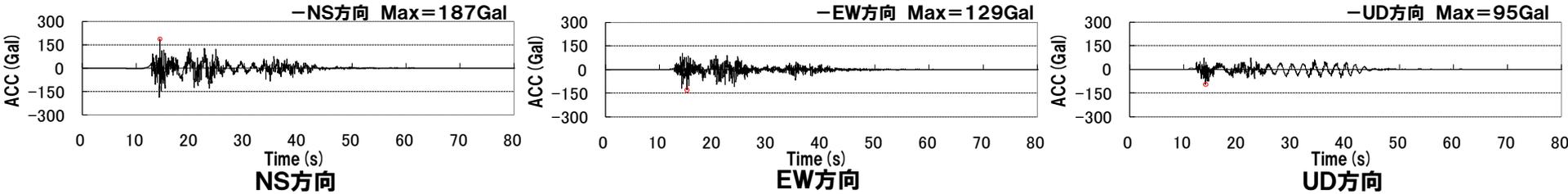
1. 基準地震動の策定概要

「基準地震動Ss2-1～Ss2-4」の加速度時刻歴波形

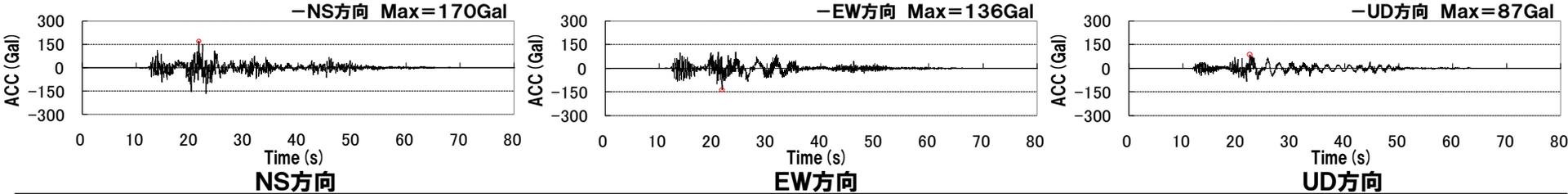
基準地震動Ss2-1(尻別川断層による地震(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角), 破壊開始点4))



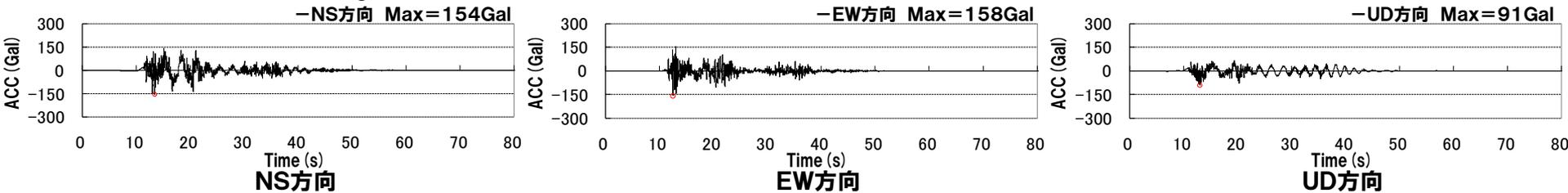
基準地震動Ss2-2(F_S-10 断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角), 破壊開始点1))



基準地震動Ss2-3(F_S-10 断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角), 破壊開始点4))

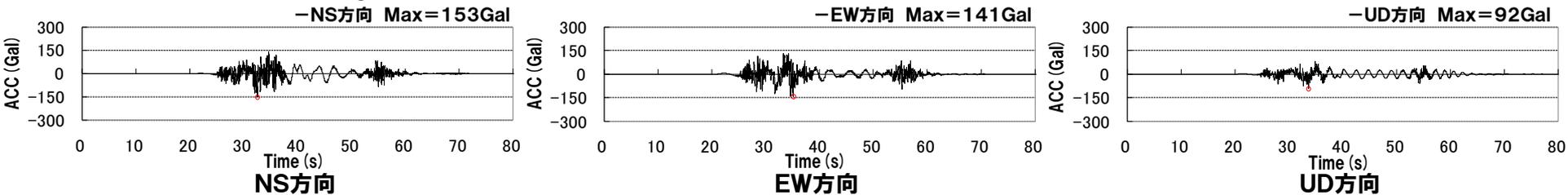


基準地震動Ss2-4(F_S-10 断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(破壊伝播速度), 破壊開始点1))

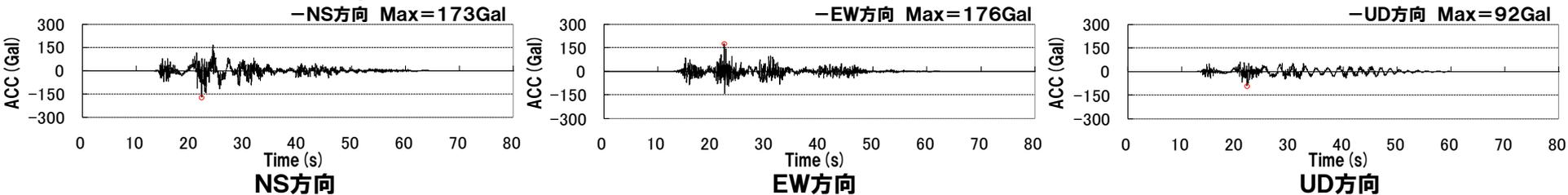


「基準地震動Ss2-5~Ss2-8」の加速度時刻歴波形

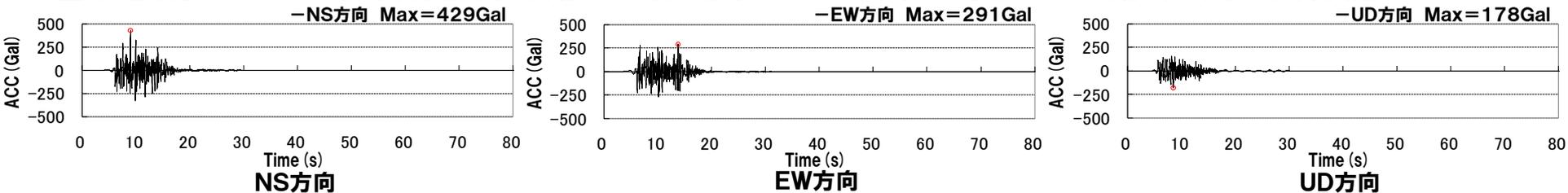
基準地震動Ss2-5(F_S-10 断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(破壊伝播速度),破壊開始点5))



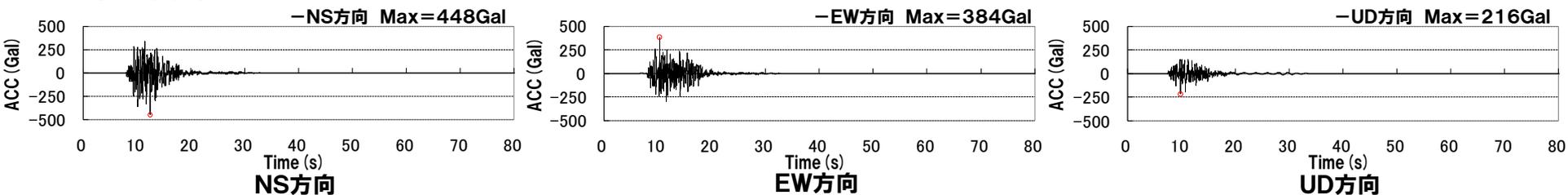
基準地震動Ss2-6(F_S-10 断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(破壊伝播速度),破壊開始点6))



基準地震動Ss2-7(積丹半島北西沖の断層による地震 走向 0° ケース(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角),破壊開始点1))



基準地震動Ss2-8(積丹半島北西沖の断層による地震 走向 0° ケース(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角),破壊開始点2))

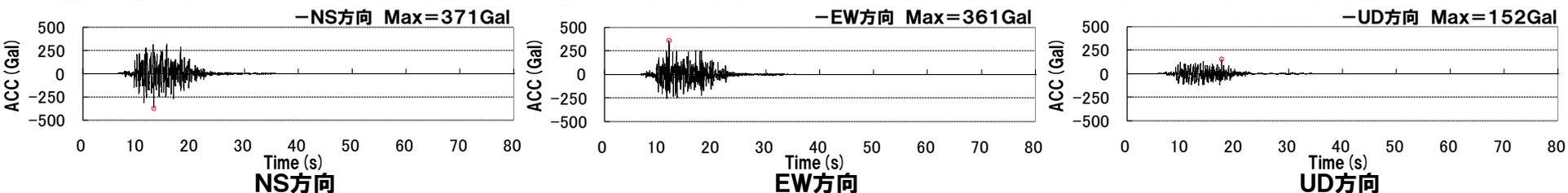


1. 基準地震動の策定概要

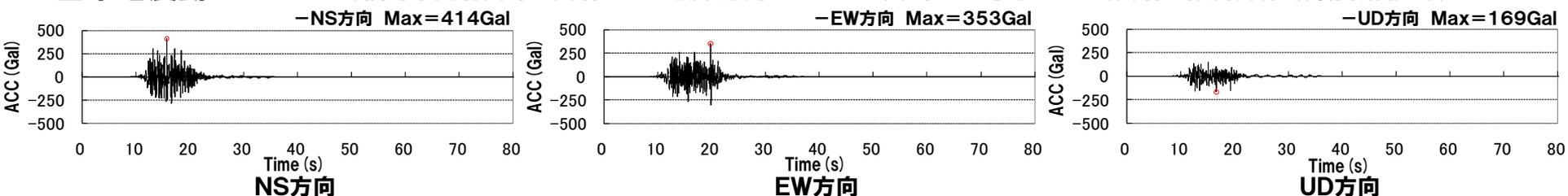
再掲 (R5.6.9審査会合資料)

「基準地震動Ss2-9~Ss2-12」の加速度時刻歴波形

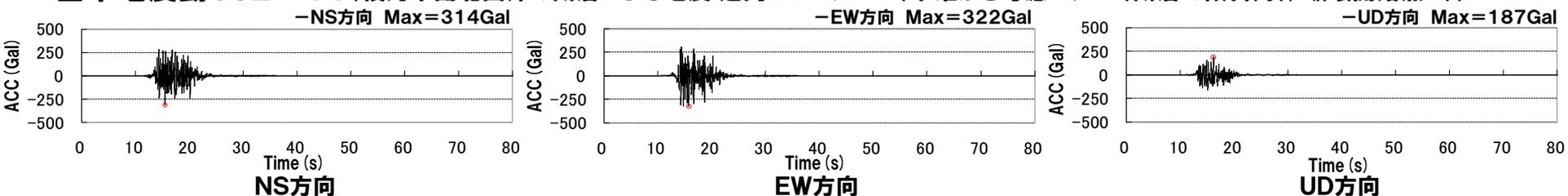
基準地震動Ss2-9(積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点3))



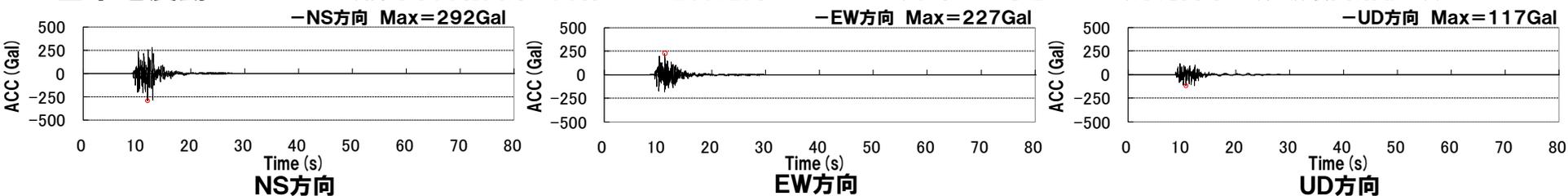
基準地震動Ss2-10(積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点4))



基準地震動Ss2-11(積丹半島北西沖の断層による地震 走向20° ケース (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点4))



基準地震動Ss2-12(積丹半島北西沖の断層による地震 走向20° ケース (不確かさ考慮モデル (応力降下量), 破壊開始点2))

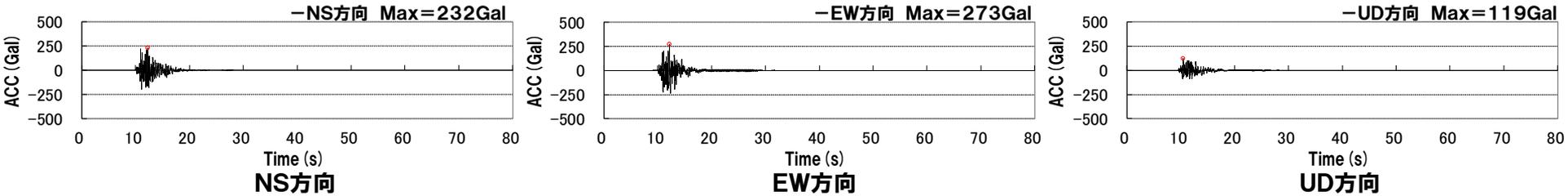


1. 基準地震動の策定概要

再掲 (R5.6.9審査会合資料)

「基準地震動Ss2-13」の加速度時刻歴波形

基準地震動Ss2-13(積丹半島北西沖の断層による地震 走向40° ケース(不確かさ考慮モデル(応力降下量), 破壊開始点2))

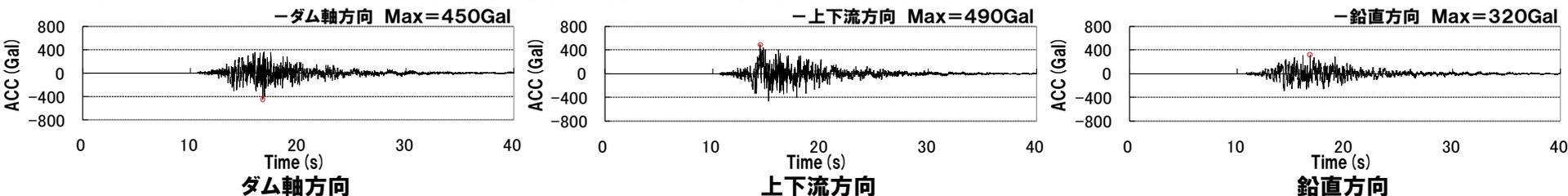


1. 基準地震動の策定概要

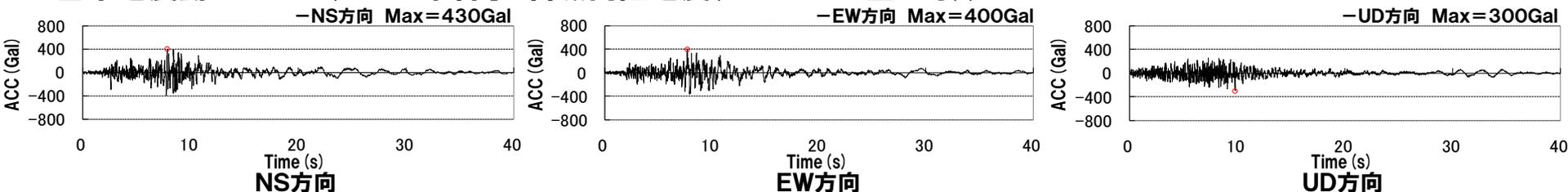
再掲 (R5.6.9審査会合資料)

「基準地震動Ss3-1～Ss3-4」の加速度時刻歴波形

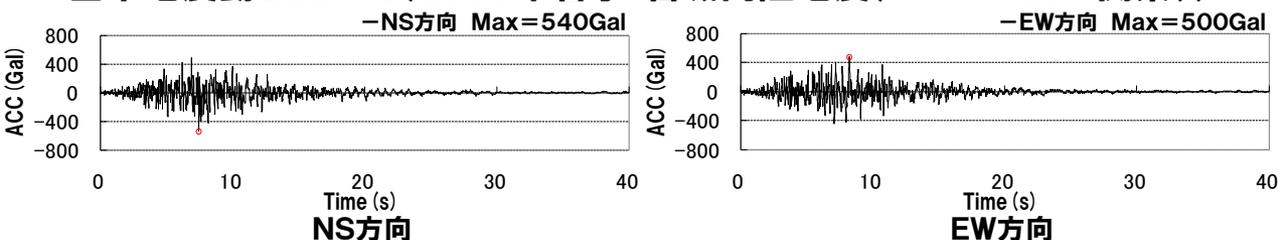
基準地震動Ss3-1(2008年岩手・宮城内陸地震(栗駒ダム[右岸地山]))



基準地震動Ss3-2(2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net金ヶ崎))



基準地震動Ss3-3(2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net一関東))



基準地震動Ss3-4(2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町))



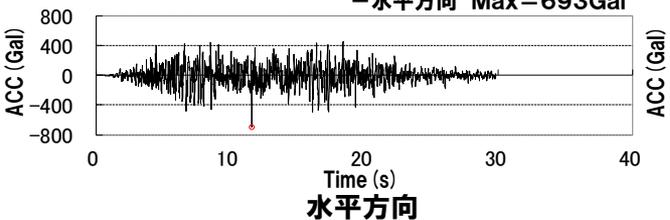
1. 基準地震動の策定概要

再掲 (R5.6.9審査会合資料)

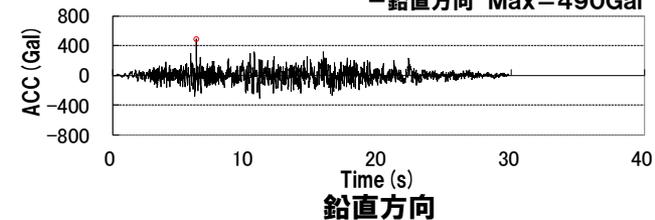
「基準地震動Ss3-5」の加速度時刻歴波形

基準地震動Ss3-5(標準応答スペクトルを考慮した地震動)

- 水平方向 Max=693Gal



- 鉛直方向 Max=490Gal



2. 基準地震動の年超過確率の参照

2.1 確率論的地震ハザードの評価方針

確率論的地震ハザードの評価方針

【基本方針】

- 一般社団法人日本原子力学会「原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準：2015」に基づき、専門家活用水準1※として確率論的地震ハザード評価を実施し、基準地震動の応答スペクトルがどの程度の年超過確率に相当するかを確認する。

※ 地震ハザードの不確かさへの影響が比較的小さい水準を想定し、TI(Technical Integrator, ロジックツリーの技術的な纏め役)が文献レビューおよび自らの経験に基づきコミュニティ分布(科学的集団が総合的に評価するその時点での不確かさの客観的分布)を評価し、ロジックツリーを作成する。

【震源モデルの設定】

- 震源モデルとしては、特定震源モデルと領域震源モデルを設定する。
- モデルの設定においては、地質調査結果および各種知見を参考にする。

震源		モデルの設定	
特定震源	検討用地震	尻別川断層による地震	地質調査結果、「[新編]日本の活断層」、中田・今泉(2002)に基づき設定
		F _S -10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震 積丹半島北西沖の断層による地震 F _B -2断層による地震	地質調査結果に基づき設定
		敷地周辺にある主要活断層	地質調査結果、「[新編]日本の活断層」に基づき設定
	検討用地震 以外	敷地周辺にある主要活断層以外	「[新編]日本の活断層」に基づき設定
領域震源	領域区分		萩原(1991)、垣見ほか(2003)に基づき設定
	最大地震規模		領域区分内で発生した過去最大
	年発生頻度		気象庁カタログのデータに基づきG-R式により設定

【地震動伝播モデルの設定】

- 距離減衰式としてNoda et al.(2002)を用いる。
- 観測記録を用いた補正またはNoda et al.(2002)の手法に基づいた補正を考慮する。

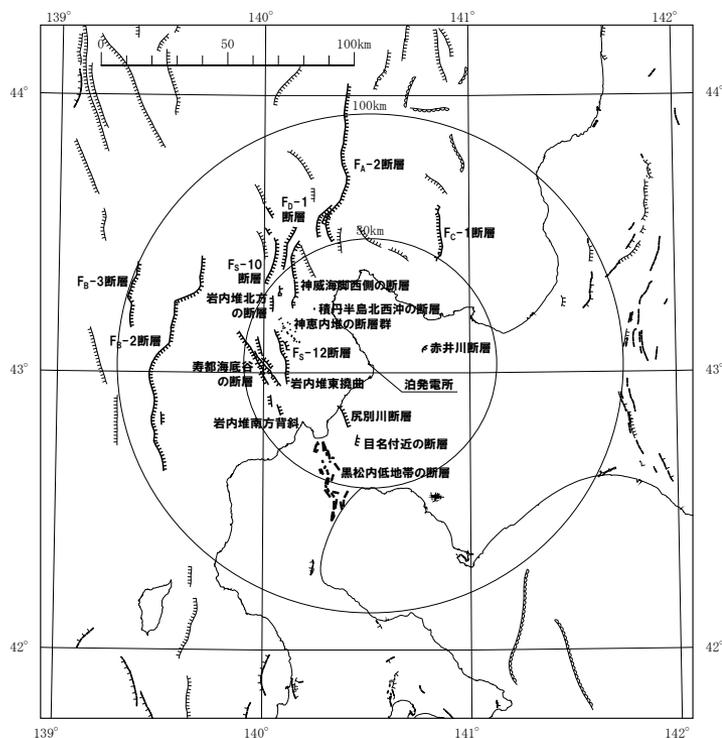
【ロジックツリーの作成】

- 震源モデルおよび地震動伝播モデルにおいて、地震ハザード評価に大きな影響を及ぼす認識論的不確かさを選定し、ロジックツリーを作成する。

2.2 特定震源モデル

特定震源モデル

- 特定震源モデルは、検討用地震として選定した「尻別川断層による地震」、「 F_S-10 断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震」、「積丹半島北西沖の断層による地震」、「 F_B-2 断層による地震」について、詳細なロジックツリーに展開して評価する。なお、地震規模については、複数の手法により評価し、ロジックツリーに展開する。
- 検討用地震以外の活断層を対象に、敷地から100km程度以内にある地質調査結果に基づく断層および「[新編]日本の活断層」に記載されている活断層のうち確実度ⅠおよびⅡの活断層をモデル化する。



凡 例 ([新編]日本の活断層)

陸上活断層(確実度Ⅰ)	活断層(確実)
活断層(確実度Ⅱ)	活断層(推定)
活断層(確実度Ⅲ)	活撓曲(確実)

太線は主な活断層を示す

敷地周辺の主な活断層

		断層名	断層長さ (km)
検討用地震		尻別川断層	16
		F_S-10 断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜	98
		積丹半島北西沖の断層	-
		F_B-2 断層	101
特定震源	検討用地震以外	神威海脚西側の断層	31.5
		F_D-1 断層～岩内堆北方の断層	39
		F_S-12 断層	6.7
		寿都海底谷の断層	42
		F_A-2 断層	65
		F_B-3 断層	45
		F_C-1 断層	27
		赤井川断層	5
黒松内低地帯の断層	51		
目名付近の断層	5		

敷地周辺の活断層分布(「[新編]日本の活断層」に一部加筆)

2.2 特定震源モデル

特定震源モデル

○検討用地震の特定震源モデルは、以下のように設定する。

- 基準地震動の策定において設定した基本震源モデルに加え、Noda et al.(2002)の算定に影響を与えるパラメータである傾斜角について、不確かさを考慮した震源モデルをロジックツリーに展開する。また、地質調査結果がある場合は、地質調査結果についてもロジックツリーに展開する。
- 地震の年発生頻度は、日本原子力学会(2015)に基づき次式で評価し、ポアソン過程を用いる。
 - ・活断層の年平均変位速度は、地質調査結果または「[新編]日本の活断層」を参考に断層の活動度(A~C)を決定した後、奥村・石川(1998)により活動度に応じた値を設定する。また、知見に基づき年平均変位速度を評価できる場合は、ロジックツリーに展開する。
 - ・地震時のすべり量は、地震規模より松田(1975)を用いて評価する。

$$v = S/D$$

v : 年平均発生頻度(回/年)
 S : 活断層の年平均変位速度(m/年)
 D : すべり量(m)

○地震規模は、基準地震動の策定において用いている地震規模評価式に加えて、武村(1998)をロジックツリーに展開する。

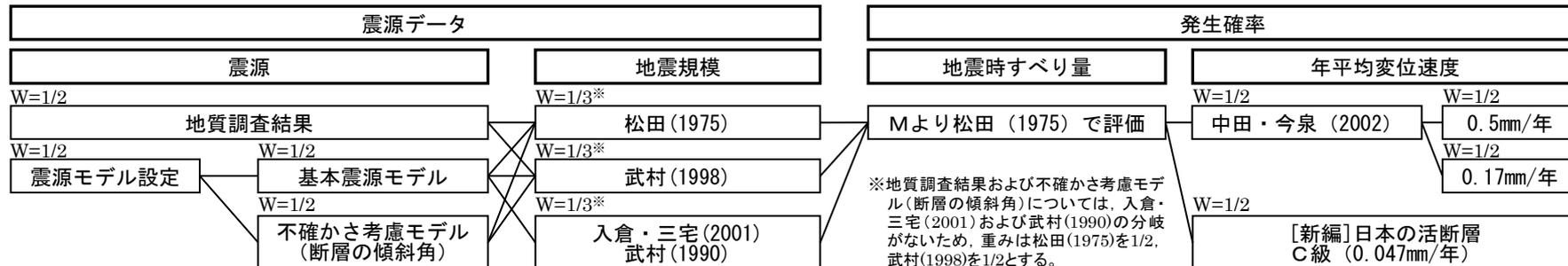
- ①松田(1975) $\log L = 0.6M - 2.9$ M : マグニチュード
- ②武村(1998) $\log L = 0.6M - 2.97$ L : 断層長さ(km)
- ③入倉・三宅(2001) $S = 4.24 \times 10^{-11} \times M_0^{1/2}$ S : 断層面積(km²)
 武村(1990) $\log M_0 = 1.17M + 17.72$ M_0 : 地震モーメント(dyne・cm)
- ④大竹ほか(2002) $\log L = 0.67M - 3.07$

断層名	長さ(km)	地震規模M				Xeq(km)	活動度	年発生頻度(回/年)
		松田(1975)	武村(1998)	入倉・三宅(2001) 武村(1990)	大竹ほか(2002)			
尻別川断層	地質調査結果	16	6.8	7.0	-	26	C	3.91E-05
	基本震源モデル	22.6	7.1	7.2	7.2	28		2.58E-05
	不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角)	32.0	7.3	7.5	-	34		1.96E-05
F _S -10断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜	基本震源モデル	100.4	8.2	8.3	8.2	46	B	3.01E-05
	不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角)	100.0	8.2	8.3	-	49		3.01E-05
	走向0° ケース 基本震源モデル	22.6	7.1	7.2	7.2	21		1.37E-04
積丹半島北西沖の断層	走向0° ケース 不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角)	32.0	7.3	7.5	-	17	B	1.04E-04
	走向20° ケース 基本震源モデル	22.6	7.1	7.2	7.2	21		1.37E-04
	走向20° ケース 不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角)	32.0	7.3	7.5	-	17		1.04E-04
	走向40° ケース 基本震源モデル	22.6	7.1	7.2	7.2	23		1.37E-04
	走向40° ケース 不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角)	32.0	7.3	7.5	-	20		1.04E-04
	基本震源モデル	101	8.2	8.3	-	7.6		98
F _B -2断層	不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角)	101	8.2	8.3	-	7.6	B	3.01E-05

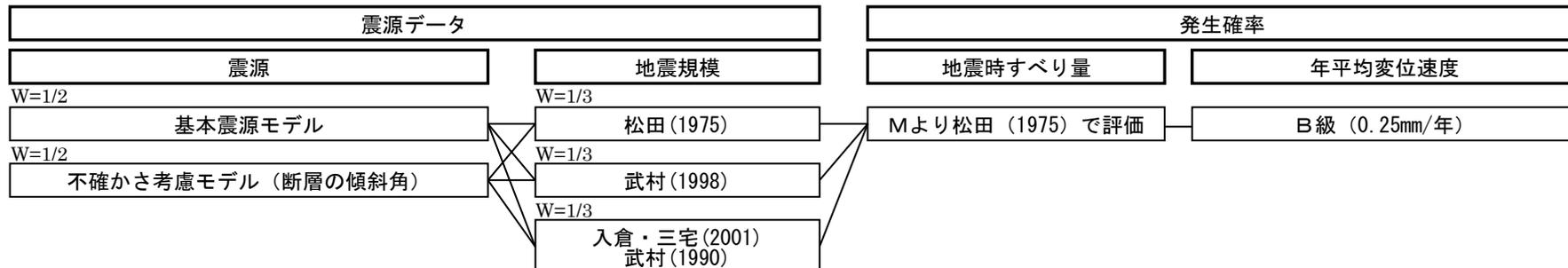
特定震源モデル

○検討用地震のロジックツリーは、以下のとおり。

特定震源（尻別川断層による地震）



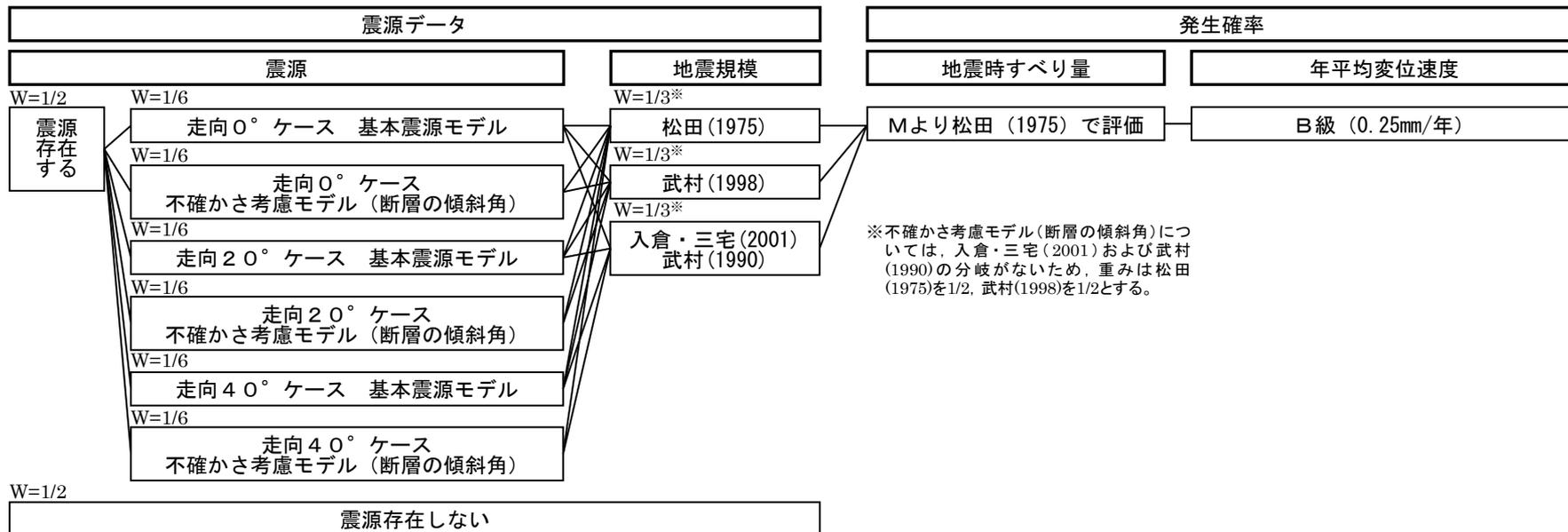
特定震源（F₅-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震）



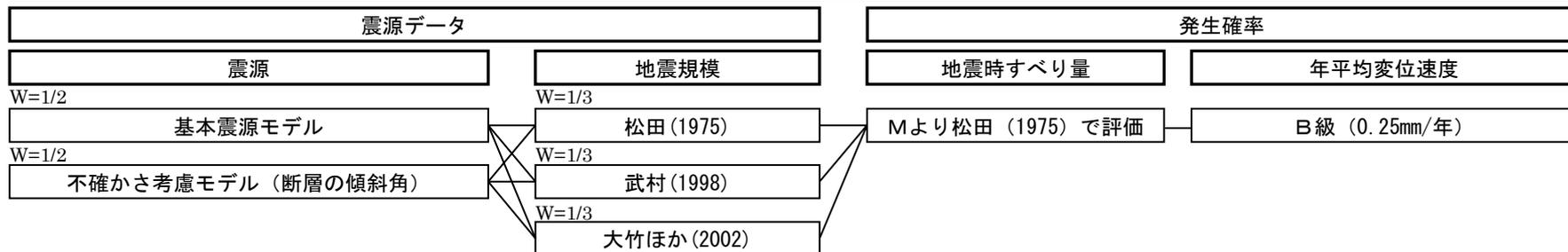
2.2 特定震源モデル

特定震源モデル

特定震源（積丹半島北西沖の断層による地震）



特定震源（F_B-2断層による地震）



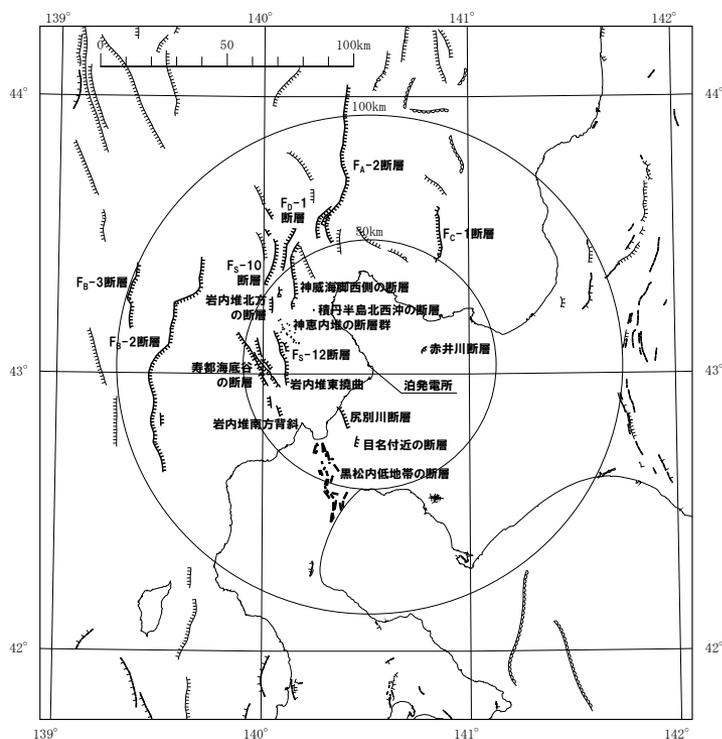
余白

2.2 特定震源モデル

特定震源モデル

○検討用地震以外の断層の特定震源モデルは、以下のように設定する。

- 敷地から100km程度以内にある地質調査結果に基づく断層および「[新編]日本の活断層」に記載されている活断層のうち確実度ⅠおよびⅡの活断層を対象とする。
- 地震規模について、対象とする断層は、年超過確率への影響が小さいことおよび基準地震動の策定において震源モデルを設定していないことを踏まえ、基準地震動の策定において用いている松田(1975)により設定する。
- 地震の年発生頻度は、検討用地震と同様に設定する。なお、年発生頻度について知見に基づき地震発生の周期性を考慮できる場合は、ロジックツリーに展開する。



敷地周辺の活断層分布(「[新編]日本の活断層」に一部加筆)

断層名	長さ (km)	地震規模 M	X_{eq}^* (km)	活動度	年発生頻度 (回/年)
神威海脚西側の断層	31.5	7.3	53	B	1.04E-04
F _D -1断層~岩内堆北方の断層	39	7.5	57	B	7.91E-05
F _S -12断層	6.7	6.2	35	B	4.76E-04
寿都海底谷の断層	42	7.5	54	B	7.91E-05
F _A -2断層	65	7.9	90	B	4.55E-05
F _B -3断層	45	7.6	103	B	6.89E-05
F _C -1断層	27	7.2	62	A	1.15E-03
赤井川断層	5	6.0	24	B	6.28E-04
黒松内低地帯の断層	51	7.7	66	B	7.03E-04
目名付近の断層	5	6.0	32	C	1.18E-04

※円形断層を仮定して算定

凡 例 (〔新編〕日本の活断層)	
陸上	海底
—— 活断層(確実度Ⅰ)	—— 活断層(確実)
—— 活断層(確実度Ⅱ)	—— 活断層(推定)
—— 活断層(確実度Ⅲ)	—— 活撓曲(確実)

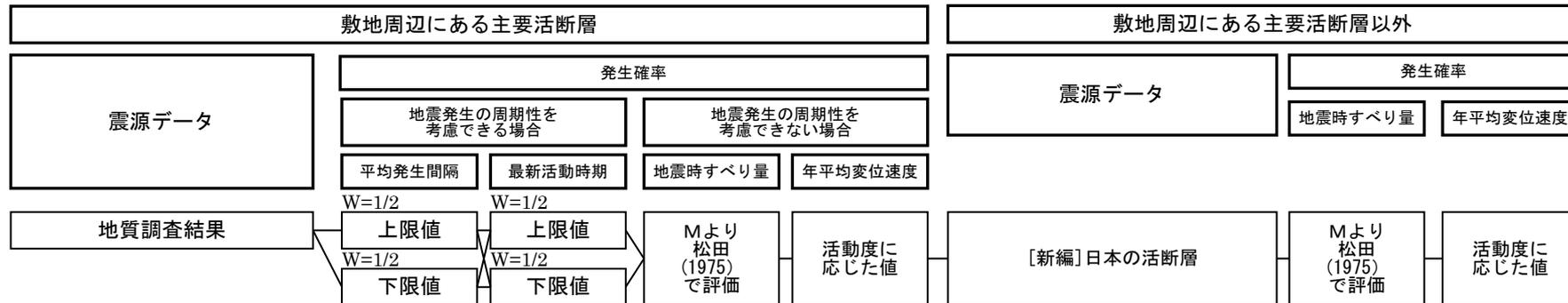
太線は主な活断層を示す

2.2 特定震源モデル

特定震源モデル

○検討用地震以外の断層のロジックツリーは、以下のとおり。

検討用地震以外の特定震源（内陸地殻内地震（日本海東縁部の地震を含む）の活断層による地震）



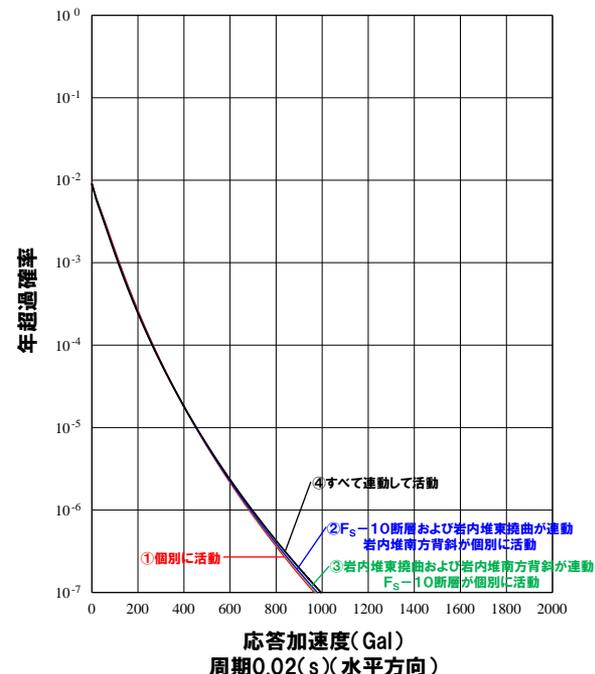
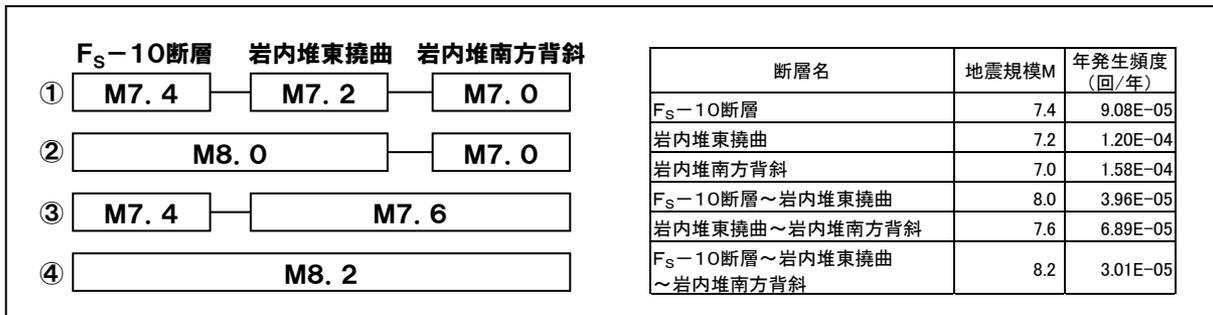
2.2 特定震源モデル

【参考】「F_S-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震」の連動範囲に関する検討

○「F_S-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震」の連動範囲が地震ハザード評価に及ぼす影響を把握するため、以下の連動範囲を考慮した感度解析を実施する。

【連動範囲に関する検討ケース】

- ① F_S-10断層, 岩内堆東撓曲および岩内堆南方背斜がそれぞれ個別に活動
- ② F_S-10断層および岩内堆東撓曲が連動し, 岩内堆南方背斜が個別に活動
- ③ 岩内堆東撓曲および岩内堆南方背斜が連動し, F_S-10断層が個別に活動
- ④ F_S-10断層, 岩内堆東撓曲および岩内堆南方背斜が連動して活動



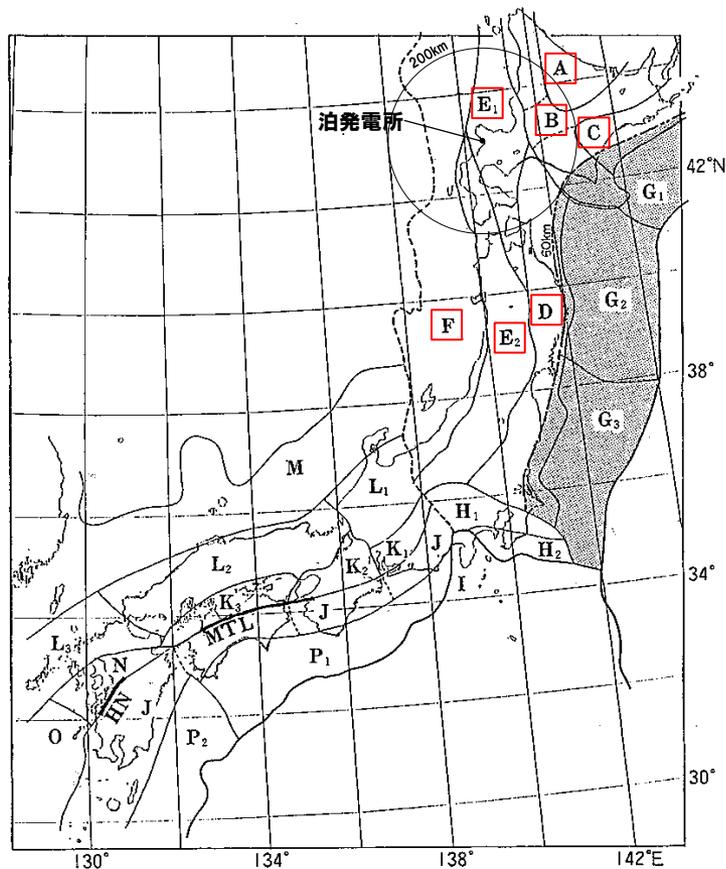
連動範囲に関する検討ケースごとの地震ハザード曲線

- 特定震源における地震ハザード評価においては、連動範囲に関する検討ケースにより大きな相違はみられないことから、連動範囲による影響はない。
- 以上より、特定震源における「F_S-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震」のロジックツリーは、「F_S-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜」を連動させたケースで代表させる。

2.3 領域震源モデル

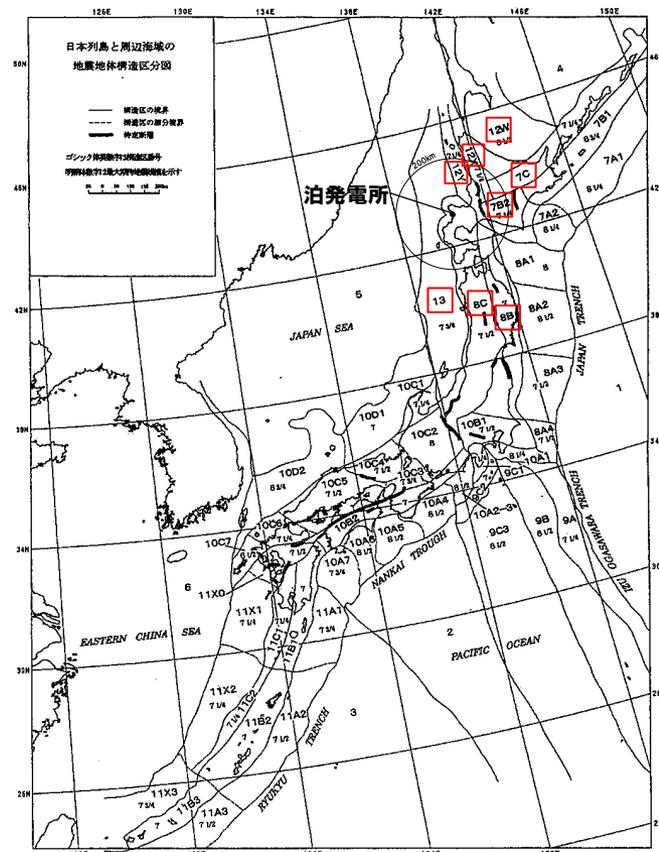
領域震源モデル

○領域震源モデルは、萩原(1991)および垣見ほか(2003)の領域区分に基づき領域をモデル化し、敷地から200km以内の領域を対象とする。



萩原(1991)による地震地体構造区分図

対象領域:A, B, C, D, E1, E2, F



垣見ほか(2003)による地震地体構造区分図

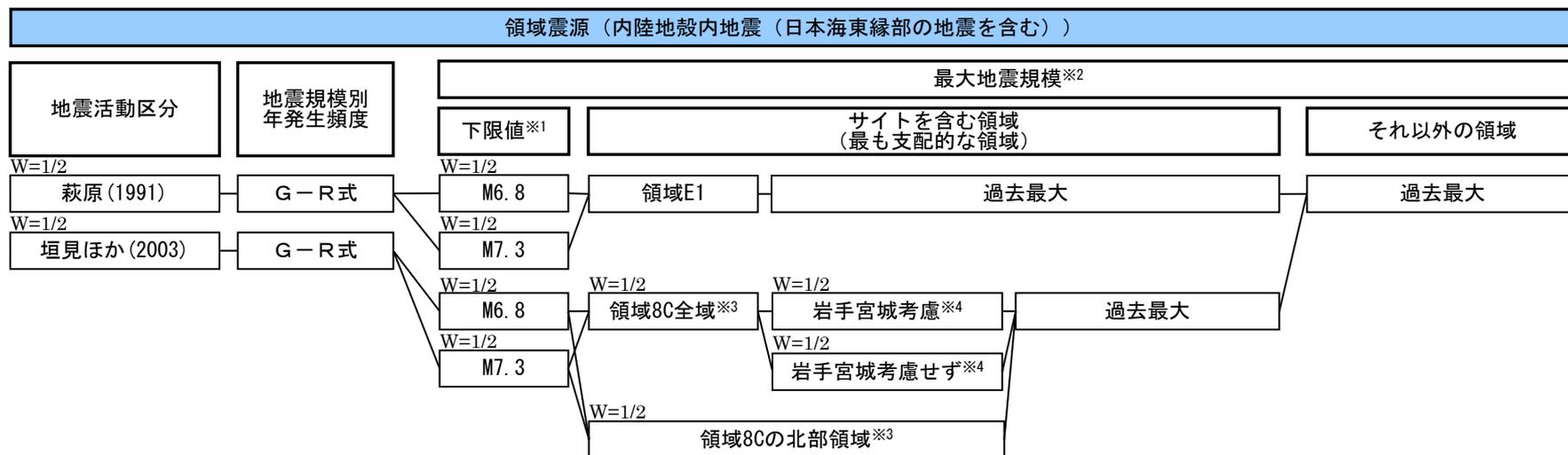
対象領域:7B2, 7C, 8B, 8C, 12W, 12X, 12Y, 13

2.3 領域震源モデル

領域震源モデル

○領域震源モデルの諸元は、以下のように設定する。

- 領域震源の諸元は、各領域における過去の地震データに基づき設定する。
- 対象地震は、内陸地殻内地震(日本海東縁部の地震を含む)とする。
- 最大地震規模は、各領域で発生した地震のうち、活断層と関連づけることが困難な地震の最大地震規模、または、地震調査委員会(2013)に基づいて設定する。
- 最大地震規模に幅がある場合には、その上限値および下限値をロジックツリーの分岐として考慮する。
- 地震規模および年発生頻度はG-R式とし、各領域でb値・年発生頻度を設定する。
- 震源深さは、気象庁カタログのデータに基づき各領域で震源深さの頻度分布を求め、正規分布または一定でモデル化する。
- 領域震源のロジックツリーは、以下のとおり。



※1: 最大地震規模の下限值として、地震調査委員会(2013)のモデル1 (M6.8) およびモデル2 (M7.3) の地震規模を参考に分岐を考慮する。
 ※2: 最大地震規模と下限値を比較し、大きい方を最大地震規模として採用する。最大地震規模に幅がある場合は等分した分岐を考慮する。

※3: 垣見ほか(2003)に基づく領域8Cは、南北に長大な領域であり、北部領域と南部領域では地震環境が異なる(年発生頻度は北部領域では0.151回/年、南部領域では0.758回/年、最大地震規模は北部領域ではM5.9、南部領域ではM7.2)ことから、北部領域と南部領域に分割したロジックツリーの分岐を考慮する。

※4: 岩手・宮城内陸地震に関しては、活断層との関連が指摘されている知見もあることから、ロジックツリーの分岐を考慮する。

2.3 領域震源モデル

領域震源モデル

○領域震源モデルの諸元は、以下のとおり。

萩原(1991)による領域震源モデルの諸元

領域名	最大地震規模M		b値	年発生頻度 (回/年)	地震発生深さ (km)
	モデル1	モデル2			
A	6.8	7.3	0.98	0.0374	7.9 (一定)
B1	6.9	7.3	0.90	0.287	10.0 (一定)
B2	6.8	7.3	0.81	0.310	5.3 (一定)
B3	6.8	7.3	0.85	0.299	15.2 (一定)
C	6.8	7.3	1.04	1.22	7.3 (一定)
D	7.0	7.3	0.79	0.690	11.1 (一定)
E1	6.8	7.3	0.71	0.138	平均:6.1 σ:3.5 (正規分布)
E2	7.2	7.3	0.93	0.793	平均:8.2 σ:3.6 (正規分布)
F	7.8	7.8	0.77	1.36	平均:19.1 σ:8.3 (正規分布)

垣見ほか(2003)による領域震源モデルの諸元

領域名	最大地震規模M		b値	年発生頻度 (回/年)	地震発生深さ (km)	備考
	モデル1	モデル2				
7B2	6.8	7.3	0.91	0.322	14.7 (一定)	
7C	6.8	7.3	0.87	0.287	4.2 (一定)	
12W	6.8	7.3	0.82	0.0330	11.0 (一定)	
12X	6.8	7.3	0.71	0.0669	11.8 (一定)	
12Y	6.8	7.3	0.48	0.0615	4.9 (一定)	
8B	7.5	7.5	0.82	0.379	9.9 (一定)	
8C	7.2	7.3	0.95	0.874	平均:8.0 σ:3.6 (正規分布)	岩手宮城 考慮
	6.8*	7.3	1.00	0.862	平均:8.0 σ:3.6 (正規分布)	岩手宮城 考慮せず
	7.0*	7.3				
8C北	6.8	7.3	0.89	0.151	平均:7.9 σ:3.6 (正規分布)	
13	7.8	7.8	0.75	1.45	平均:17.9 σ:8.6 (正規分布)	

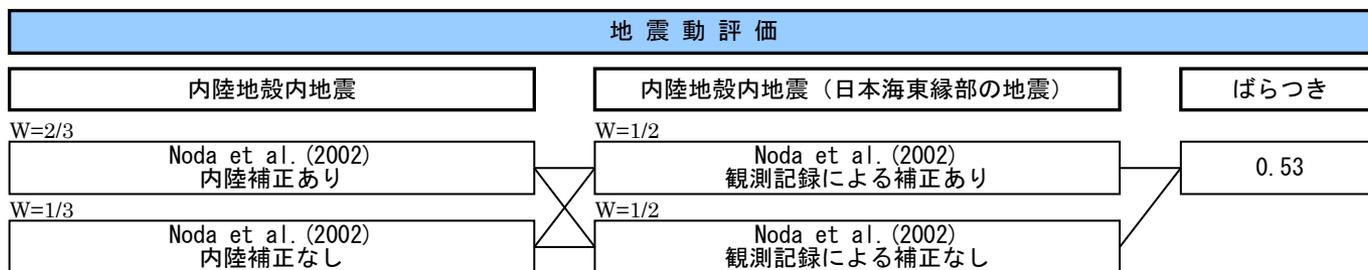
※:領域8C全域での最大地震規模については、岩手・宮城内陸地震を考慮しない場合、M6 3/4~M7.0と幅があることから、等分した分岐を考慮する。

2.4 地震動伝播モデル

地震動伝播モデル

○地震動伝播モデルの諸元は、以下のように設定する。

- 距離減衰式としてNoda et al.(2002)を用いる。
- 地震動評価のばらつきは、日本原子力学会(2015)に示されるNoda et al.(2002)の値を用いる。
- 地震動評価の補正係数は、Noda et al.(2002)の方法を用いる。ただし、内陸地殻内地震(日本海東縁部の地震)については、敷地で得られた観測記録を用いて、Noda et al.(2002)による応答スペクトルとの比より算定した補正係数を用いる。
- 補正のあり・なしをロジックツリーの分岐として考慮する。
- 地震動伝播モデルのロジックツリーは、以下のとおり。

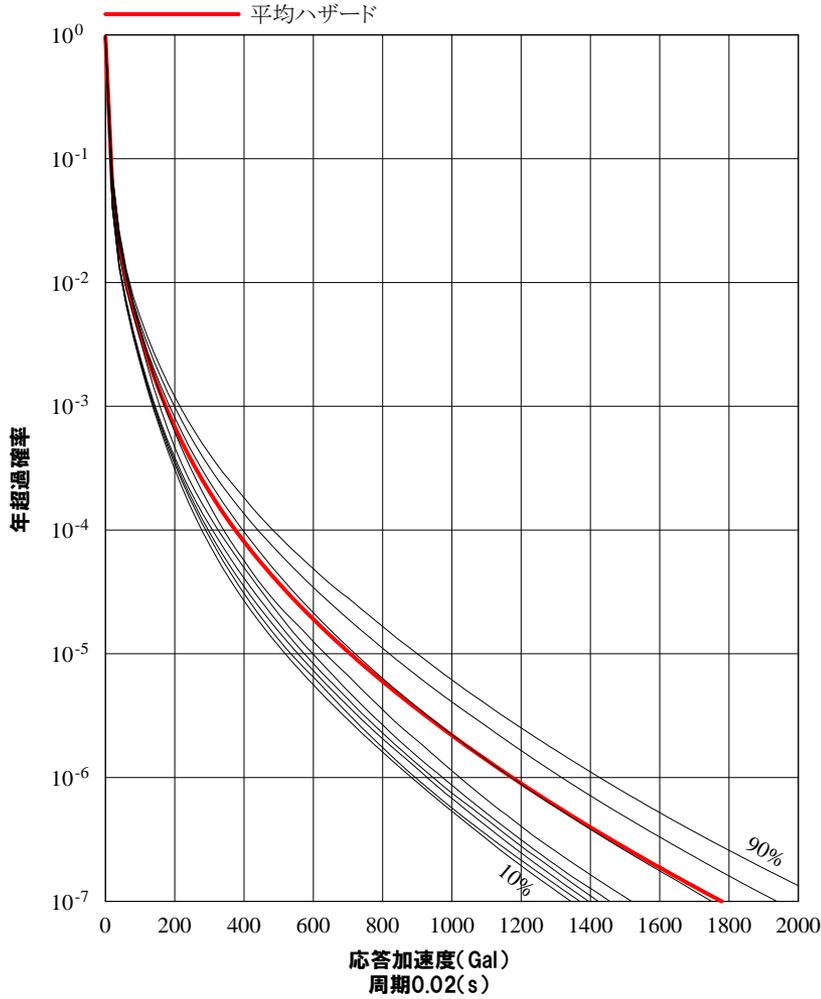


余白

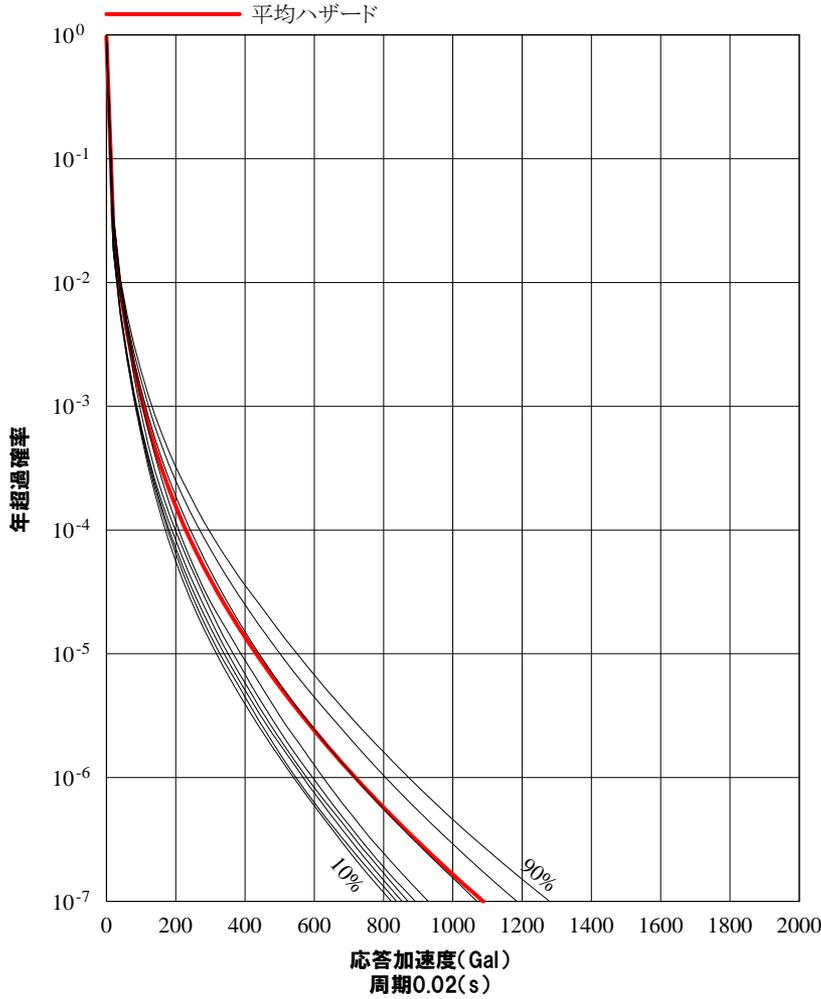
2.5 地震ハザード評価結果

信頼度別ハザード曲線と平均ハザード曲線

○ロジックツリーに基づき、信頼度別ハザード曲線を算定し、その算定結果から平均ハザード曲線を評価する。



水平方向

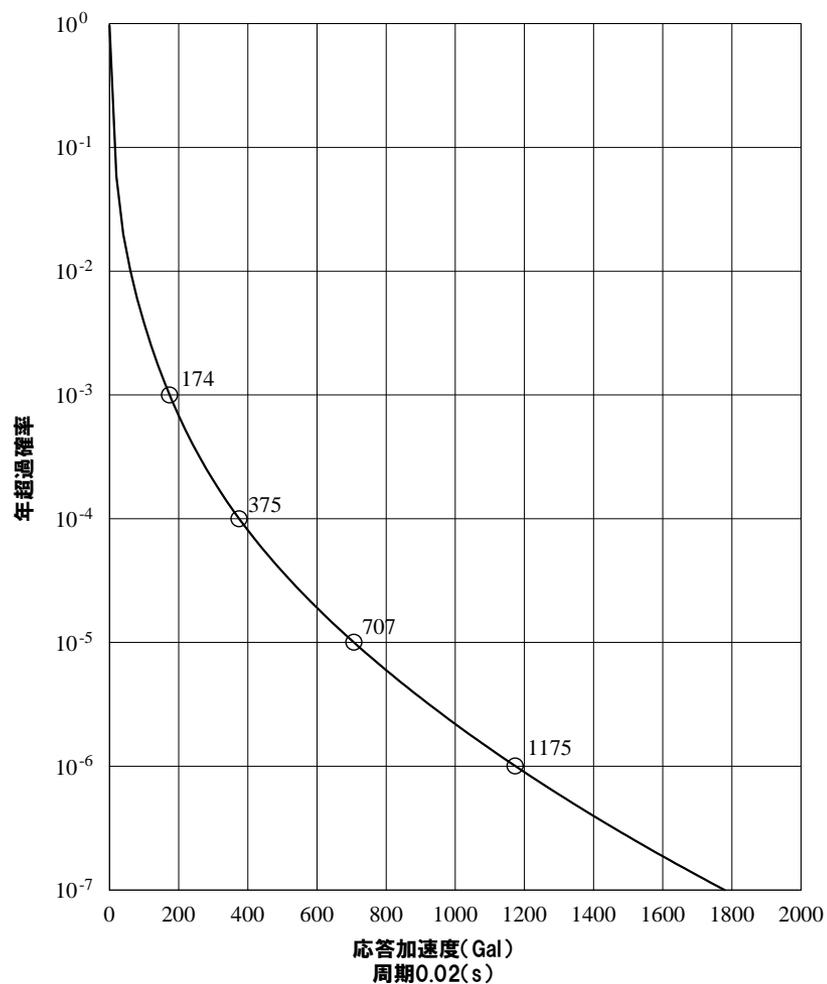


鉛直方向

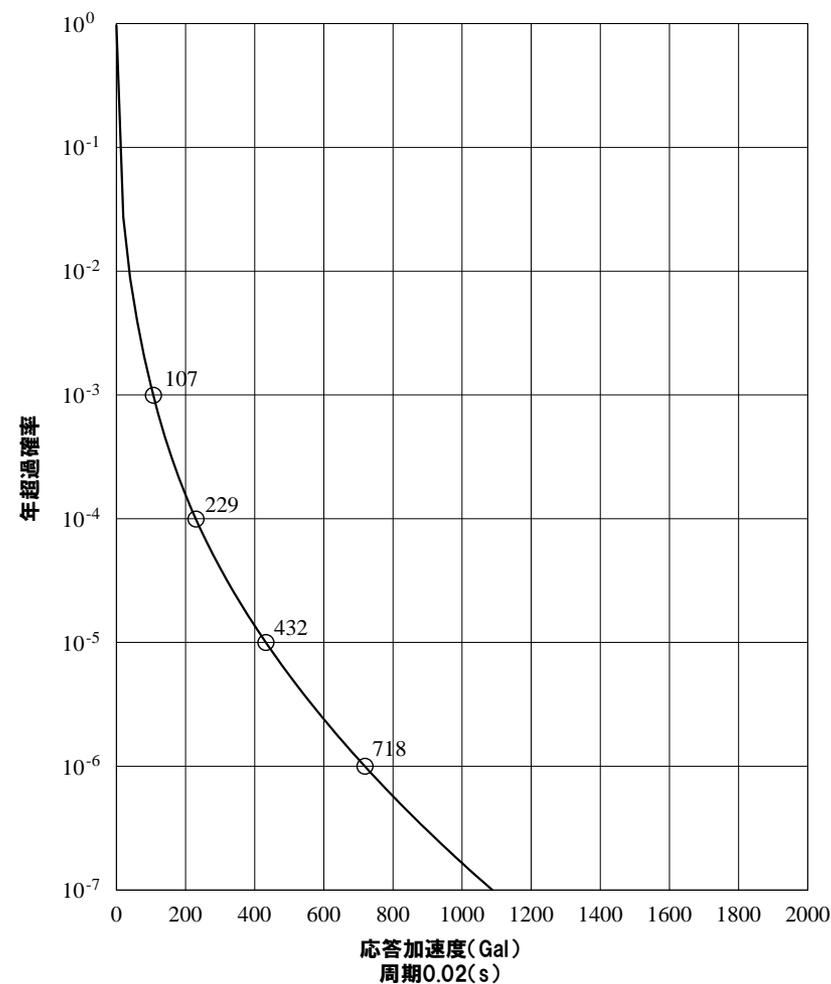
2.5 地震ハザード評価結果

平均ハザード曲線

○平均ハザード曲線における年超過確率 10^{-3} ～ 10^{-6} に対する応答加速度を示す。



水平方向

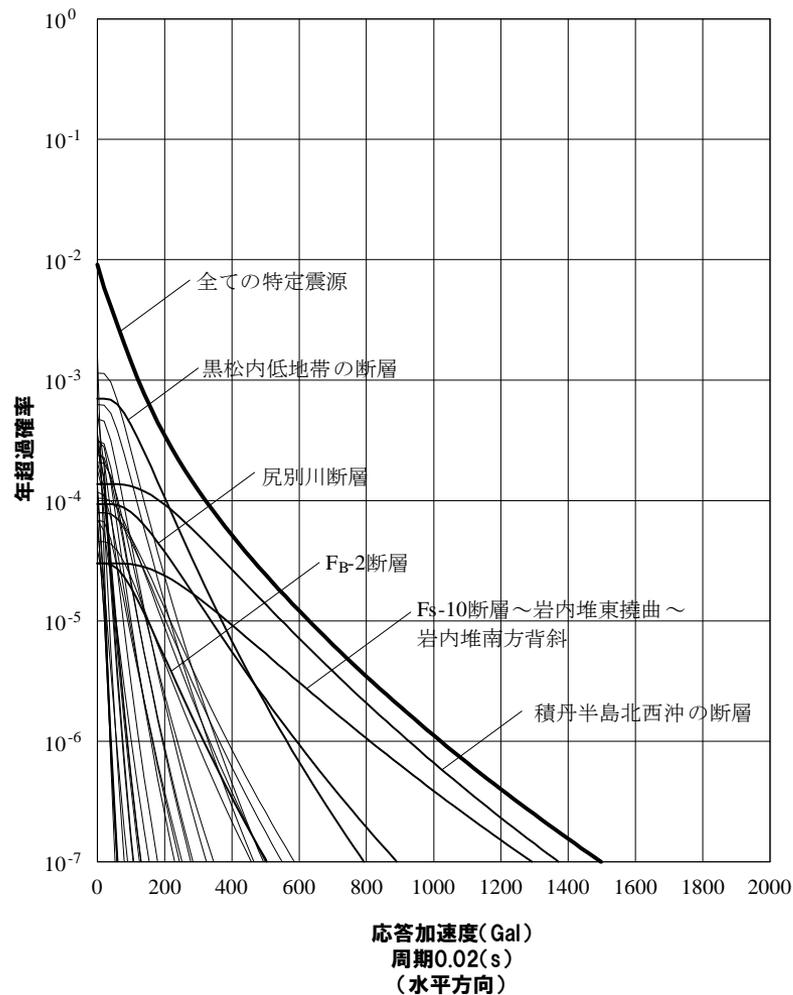


鉛直方向

2.5 地震ハザード評価結果

特定震源における震源ごとの影響度

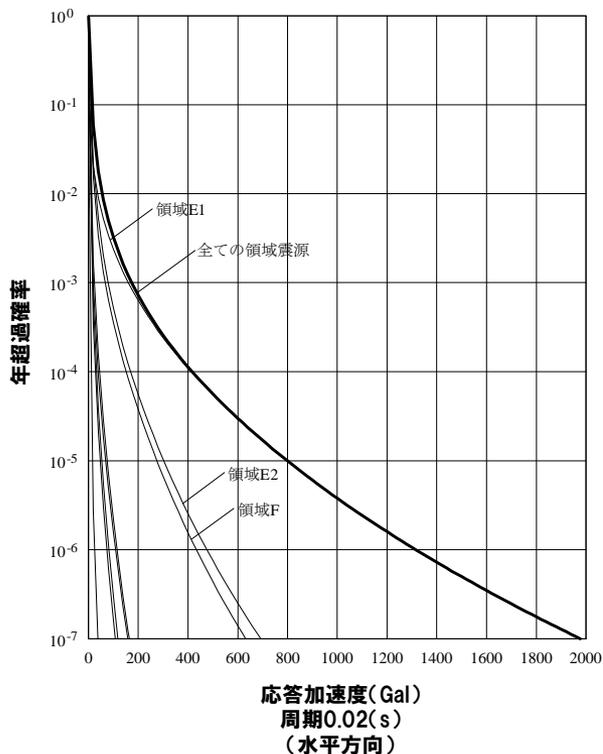
○特定震源における震源ごとのハザード曲線を比較すると、積丹半島北西沖の断層による地震の影響が大きい。



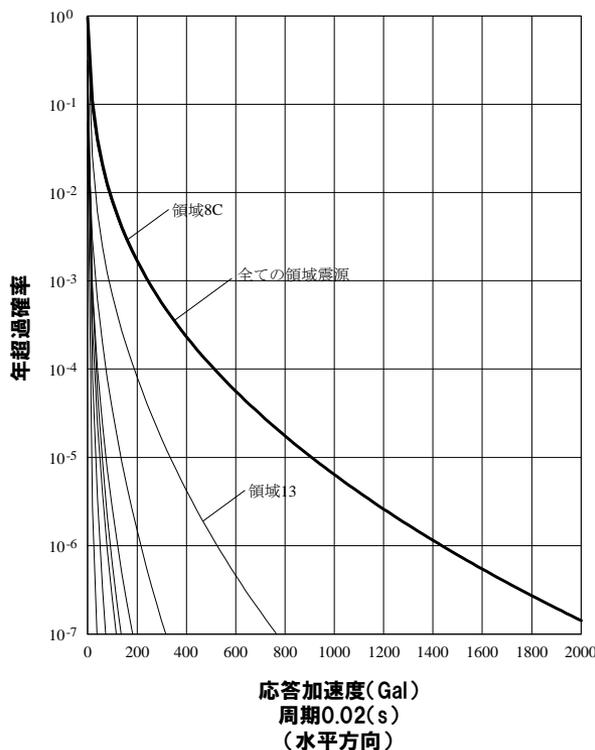
2.5 地震ハザード評価結果

領域震源における領域区分ごとの影響度

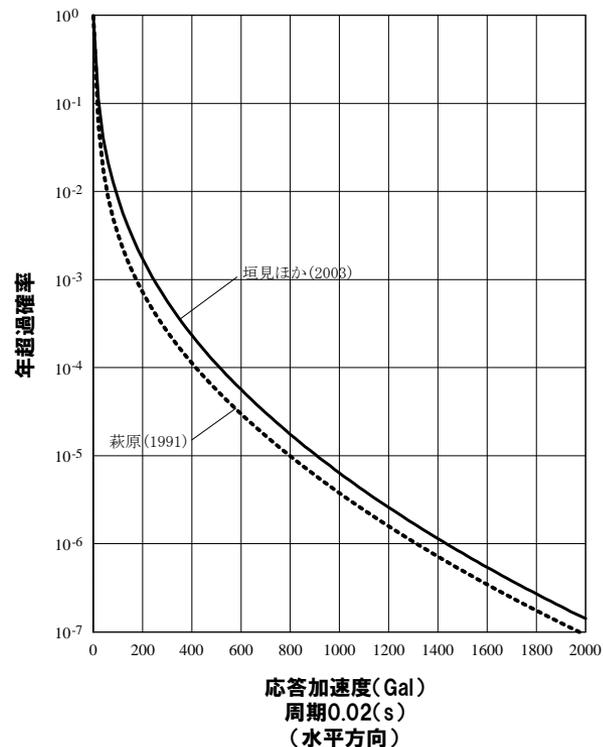
- 領域震源における領域区分ごとのハザード曲線を比較すると、萩原(1991)および垣見ほか(2003)に基づく領域区分において、ともに泊発電所が位置する領域(E1および8C)の影響が大きい。
- 萩原(1991)と垣見ほか(2003)の領域区分に基づくハザード曲線を比較すると、垣見ほか(2003)の影響がやや大きい。



萩原(1991)の内訳



垣見ほか(2003)の内訳

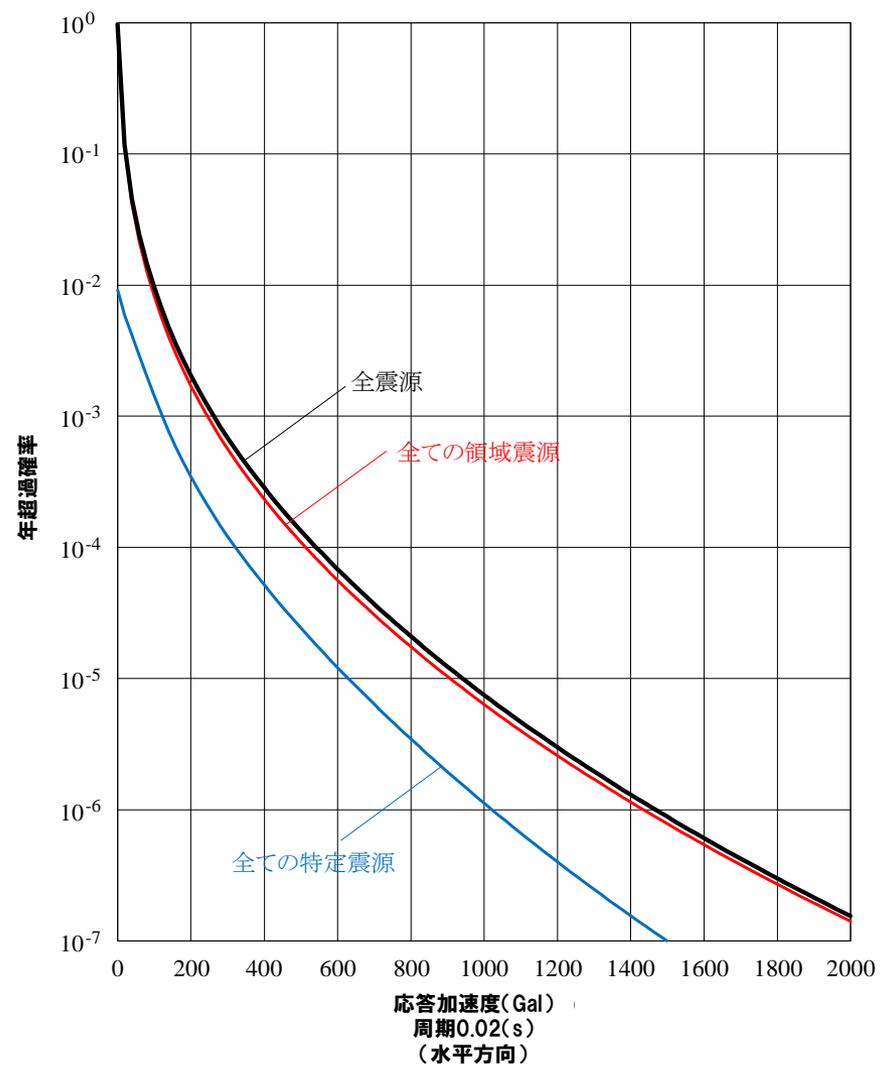


萩原(1991)と垣見ほか(2003)の比較

2.5 地震ハザード評価結果

全震源に対する特定震源および領域震源の影響度

○全震源に対する特定震源および領域震源のハザード曲線を比較すると、領域震源の影響が大きい。



余白

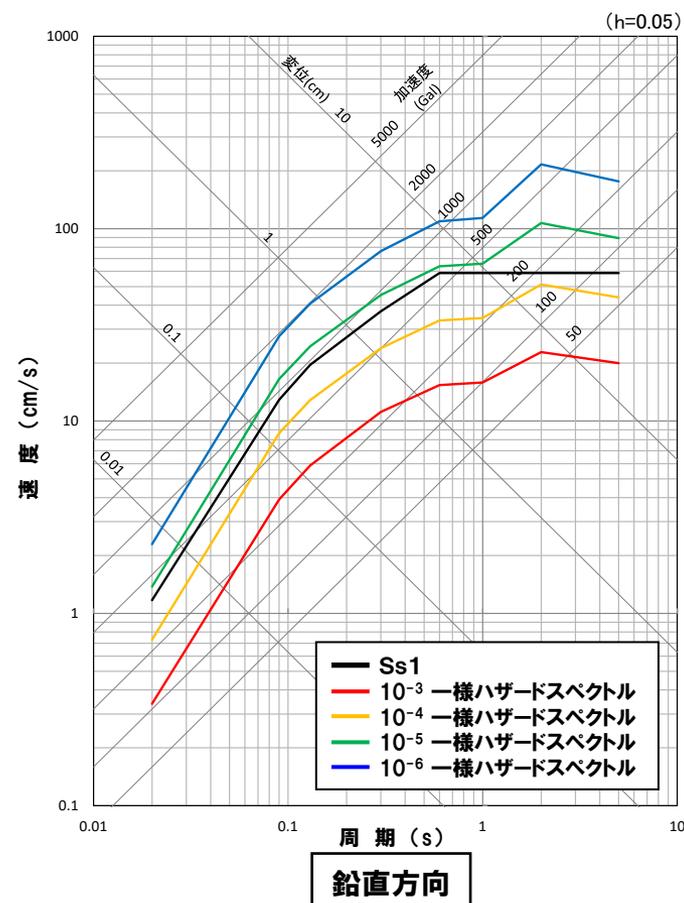
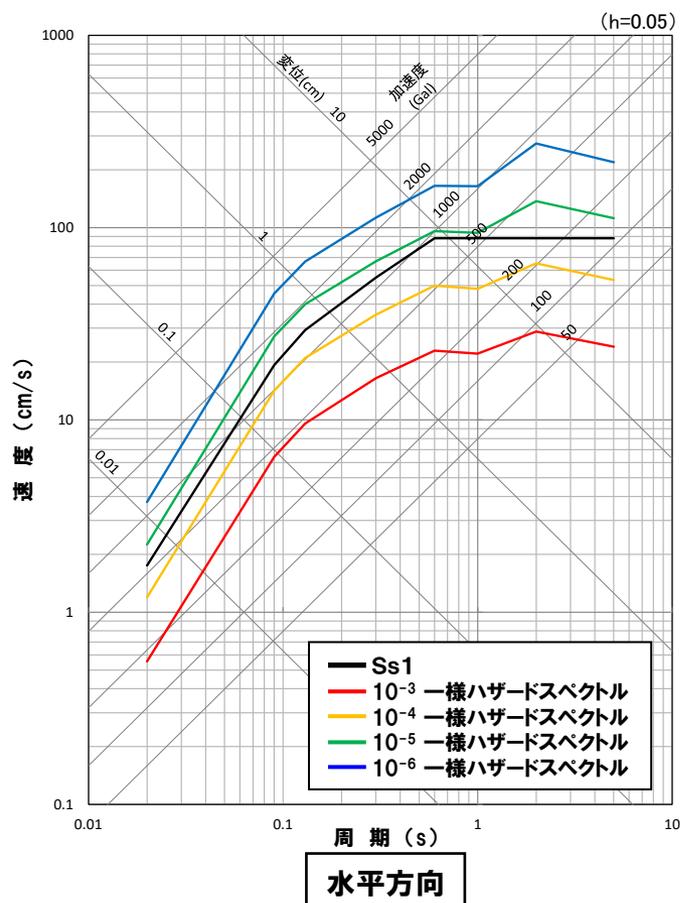
2.6 年超過確率の参照

基準地震動の年超過確率の参照

○一様ハザードスペクトルと基準地震動の応答スペクトルを比較し、年超過確率を確認する。

一様ハザードスペクトルと基準地震動Ss1の比較

○基準地震動Ss1の年超過確率は、 10^{-4} ~ 10^{-5} 程度である。

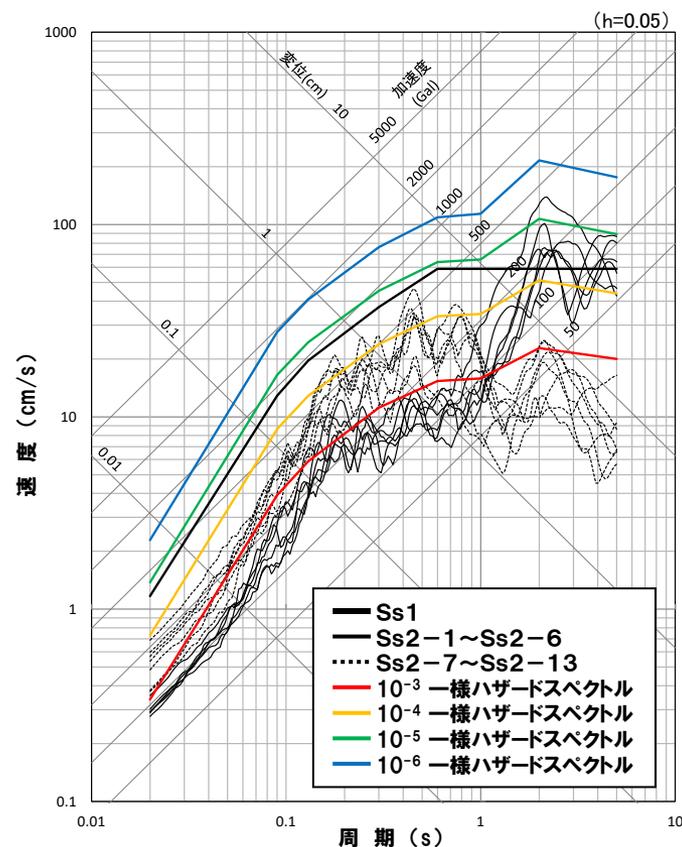
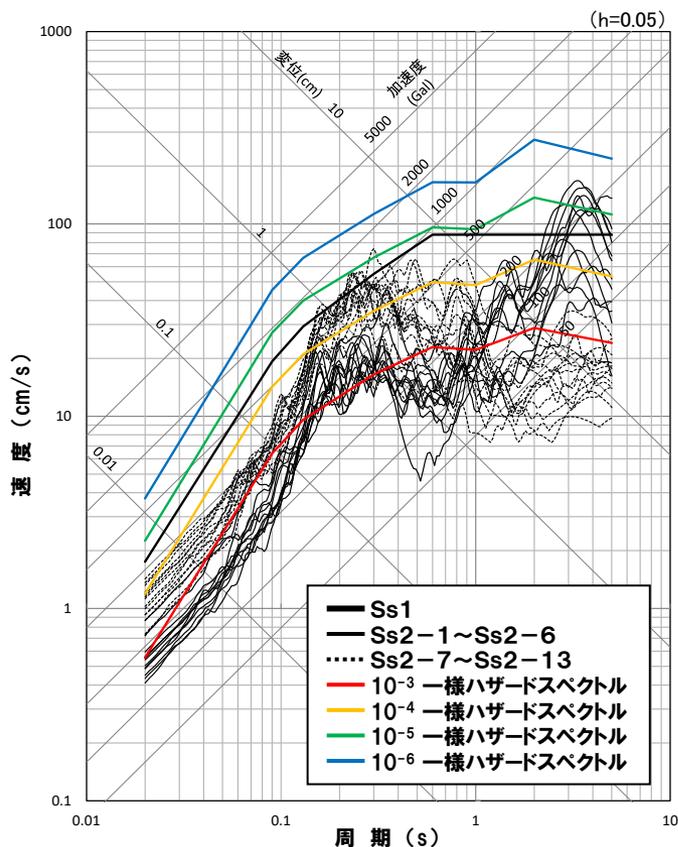


2.6 年超過確率の参照

一様ハザードスペクトルと基準地震動Ss2-1～Ss2-13の比較

- 基準地震動Ss2-1～Ss2-6は、水平方向および鉛直方向の周期1秒程度より長周期側で基準地震動Ss1を上回る。
- 基準地震動Ss2-7～Ss2-13は、水平方向の周期0.1秒～0.4秒程度で基準地震動Ss1を上回る。

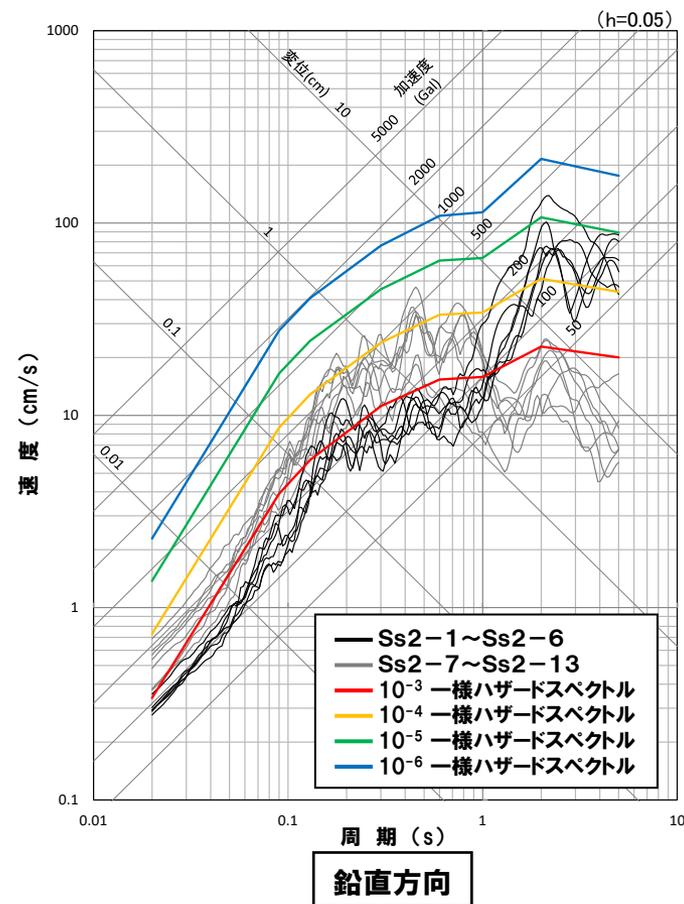
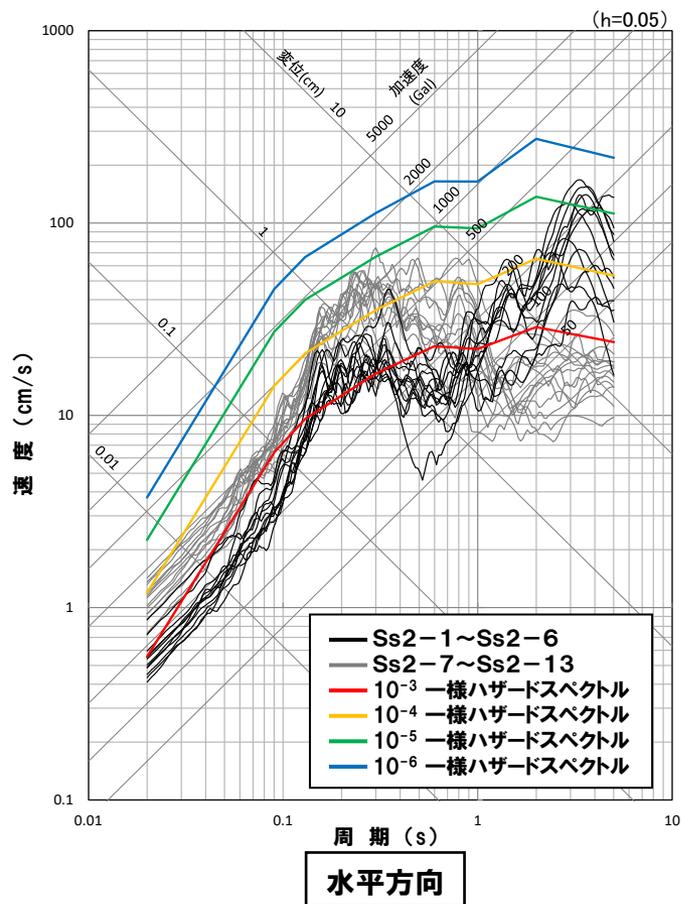
⇒基準地震動Ss1を上回る周期帯が異なることから、基準地震動Ss2-1～Ss2-6と基準地震動Ss2-7～Ss2-13に分けて、年超過確率を確認する。



2.6 年超過確率の参照

一様ハザードスペクトルと基準地震動Ss2-1~Ss2-6の比較

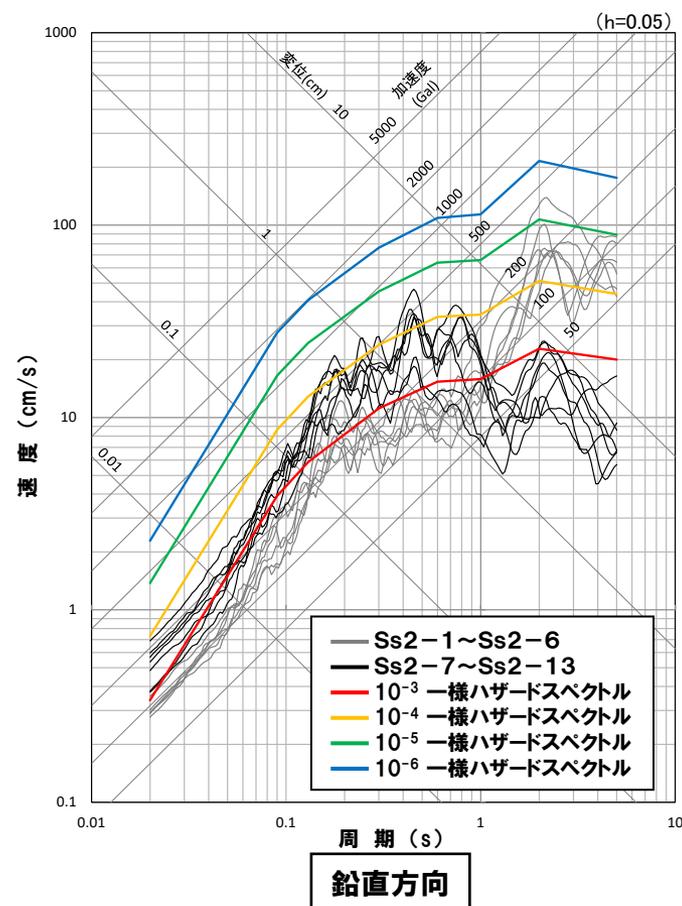
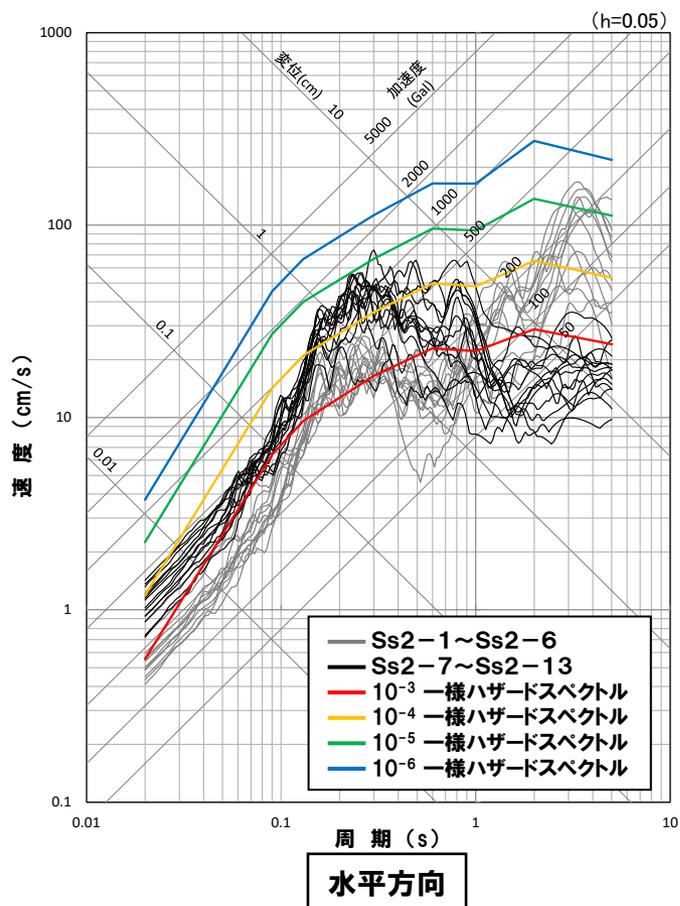
○基準地震動Ss2-1~Ss2-6の年超過確率は、基準地震動Ss1を上回る周期1秒程度より長周期側で、水平方向、鉛直方向とも 10^{-3} ~ 10^{-5} 程度である。



2.6 年超過確率の参照

一様ハザードスペクトルと基準地震動Ss2-7~Ss2-13の比較

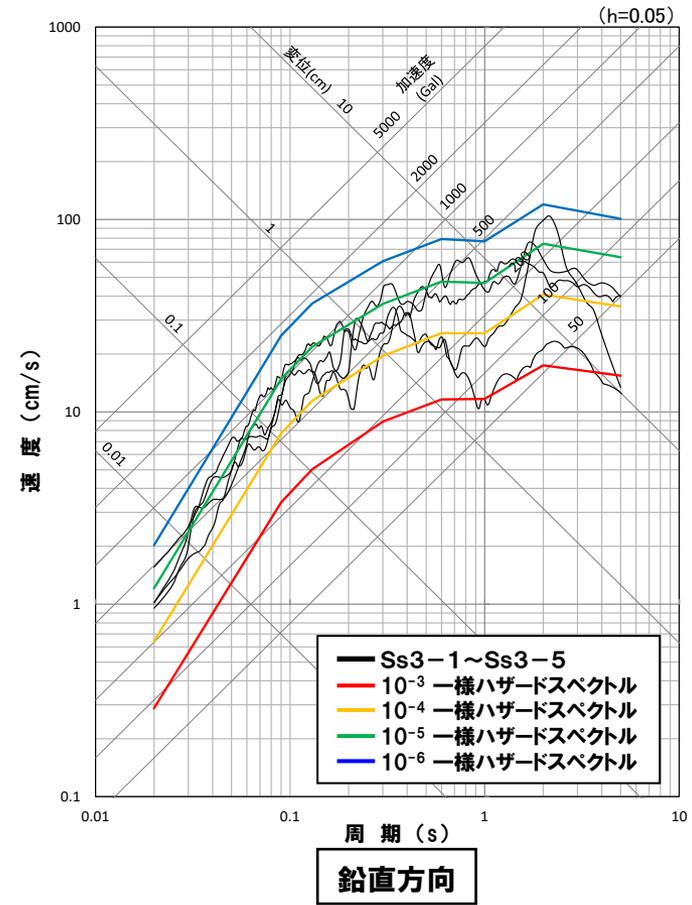
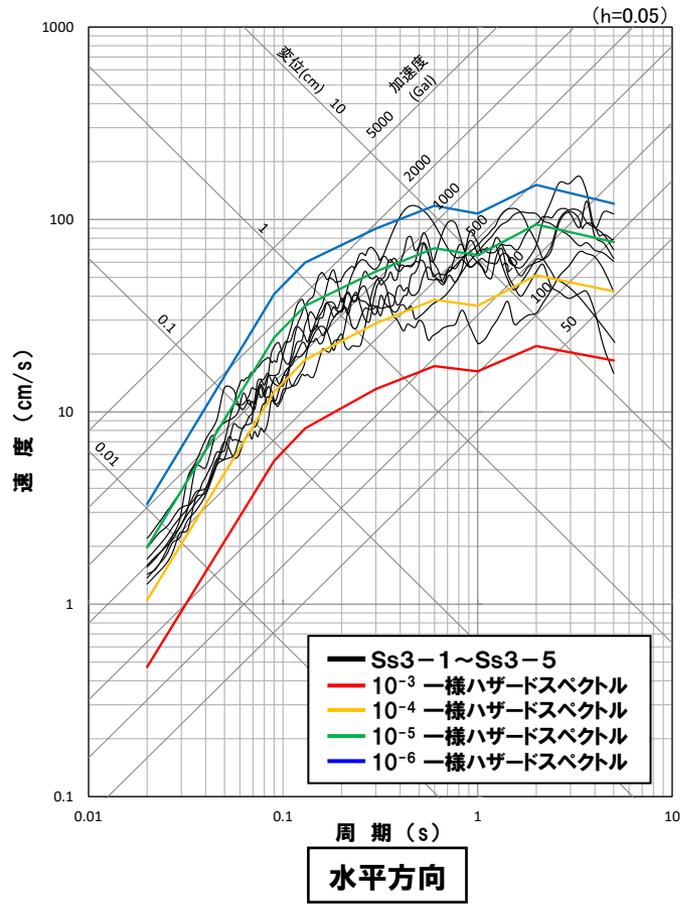
○基準地震動Ss2-7~Ss2-13の年超過確率は、基準地震動Ss1を上回る周期0.1秒~0.4秒程度で、水平方向は 10^{-3} ~ 10^{-5} 程度、鉛直方向は 10^{-3} ~ 10^{-4} 程度である。



2.6 年超過確率の参照

一様ハザードスペクトルと基準地震動Ss3-1~Ss3-5の比較

○領域震源のみの一様ハザードスペクトルと震源を特定せず策定する地震動による基準地震動Ss3-1~Ss3-5の比較より、基準地震動Ss3-1~Ss3-5の年超過確率は、 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 程度である。



参考文献

- 日本原子力学会(2015):日本原子力学会標準, 原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準: 2015, 一般社団法人 日本原子力学会
- 活断層研究会編(1991): [新編] 日本の活断層 分布図と資料, 東京大学出版会
- 中田高・今泉俊文編(2002):活断層詳細デジタルマップ, 東京大学出版会
- 萩原尊禮編(1991):日本列島の地震 地震工学と地震地体構造, 鹿島出版会
- 垣見俊弘・松田時彦・相田勇・衣笠善博(2003):日本列島と周辺海域の地震地体構造区分, 地震第2輯, 第55巻, 389-406.
- S.Noda , K.Yashiro , K.Takahashi , M.Takemura , S.Ohno , M.Tohdo and T.Watanabe(2002):RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES,OECD Workshop on the Relations Between Seismological DATA and Seismic Engineering,Oct.16-18,Istanbul,399-408
- 奥村俊彦・石川裕(1998):活断層の活動度から推定される平均変位速度に関する検討, 土木学会第53回年次学術講演会講演概要集, 第I部(B), 554-555
- 松田時彦(1975):活断層から発生する地震の規模と周期について, 地震 第2輯, 第28巻, 269-283
- 武村雅之(1998):日本列島における地殻内地震のスケーリング則—地震断層の影響および地震被害との関連—, 地震, 第2輯, 第51巻, 211-228
- 入倉孝次郎・三宅弘恵(2001):シナリオ地震の強震動予測, 地学雑誌, 110, 849-875
- 武村雅之(1990):日本列島およびその周辺地域におこる浅発地震のマグニチュードと地震モーメントの関係, 地震, 第2輯, 第43巻, 257-265
- 大竹政和, 平朝彦, 太田陽子(2002):日本海東縁部の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会
- 地震調査委員会(2013):「今後の地震動ハザード評価に関する検討 ～2013年における検討結果～」, 地震調査研究推進本部