

基準地震動S_sの見直しについて (追加説明資料)

和布一干飯崎沖～甲楽城断層の地震動評価結果

平成21年3月26日
独立行政法人日本原子力研究開発機構

1. 検討用地震の見直し

合同C12-4-3に加筆

1

- 耐震安全性評価報告書(H20年3月提出)において選定した検討用地震から、
2月25日の第11回合同Cサブグループ会合にて指摘のあった
同時活動を考慮すべき活断層を対象として見直しを実施。

H20年3月報告時の評価

検討用地震	長さ
C断層	18km
浦底-内池見断層	18km
浦底-池河内断層	25km
ウツロギ峠北方-池河内断層	23km
三方断層	27km
白木-丹生断層 (孤立した短い活断層の扱い)	15km



今回評価

検討用地震	長さ	地震規模
C断層	18km	6.9
白木-丹生断層※1	15km	6.9
浦底-内池見断層	18km	6.9
和布-干飯崎沖～甲楽城断層※2	60km	7.8
大陸棚外縁～B～野坂断層	49km	7.7

※1: 白木-丹生断層については、長さ17.3kmで地震規模を評価

※2: 和布-干飯崎沖～甲楽城断層については、現在検討中

今回ご報告するケース

■評価方法の見直し

○応答スペクトルに基づく地震動評価

- ・地震規模は松田式より算定
- ・今回見直した検討用地震については、Noda et al.(2002)(以下、耐専式という)の適用性を検討し、適用が難しいと判断した場合は、断層モデルの結果を重視

○断層モデルを用いた地震動評価

- ・新潟県中越沖地震の反映事項を踏まえて、短周期レベルを1.5倍したケースを追加

3. 応答スペクトルに基づく地震動評価

合同C12-4-3に加筆

3

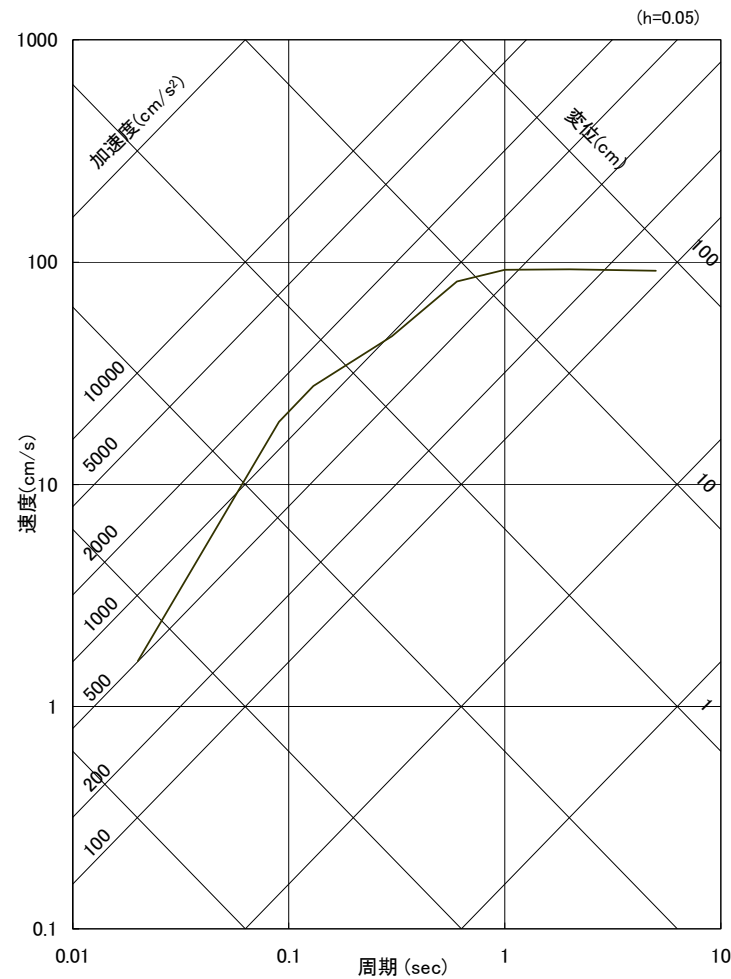
■評価手法

検討用地震	耐専式の適用性	評価手法
C断層	適用	耐専式
白木-丹生断層	適用	耐専式
浦底-内池見断層	適用	耐専式
和布-干飯崎沖～甲楽城断層	適用	耐専式
大陸棚外縁～B～野坂断層	適用外	各種距離減衰式で 断層モデルの妥当性を検証

3. 応答スペクトルに基づく地震動評価

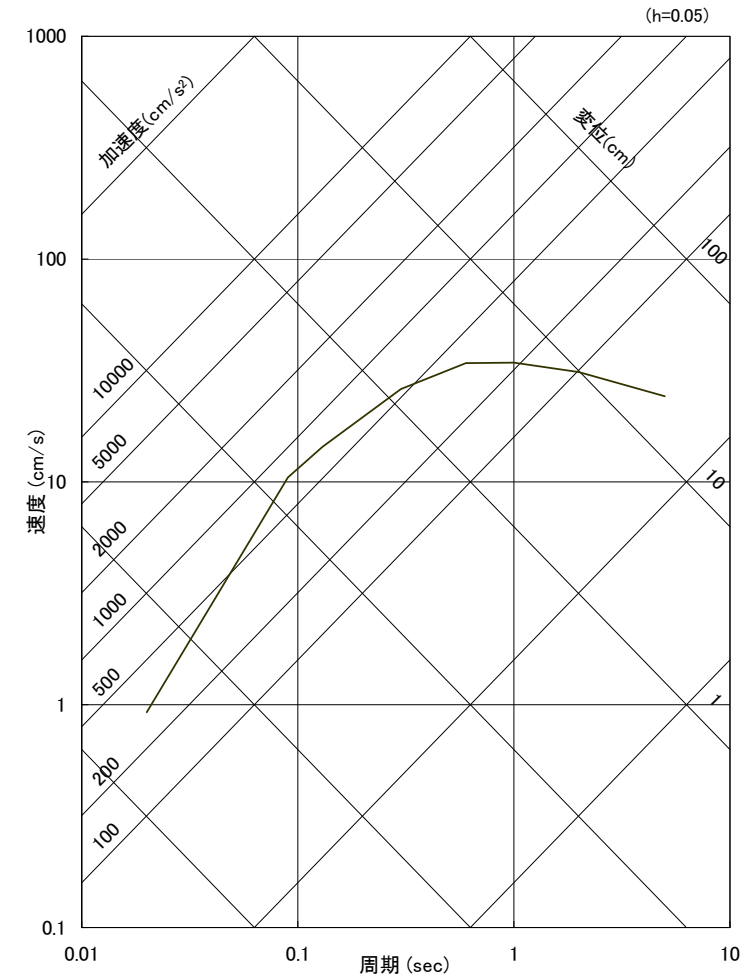
4

■ 耐専式による地震動評価結果(和布-干飯崎沖～甲楽城断層(長さ60km)の代表ケースのみ)



— 和布-干飯崎沖～甲楽城断層

水平方向



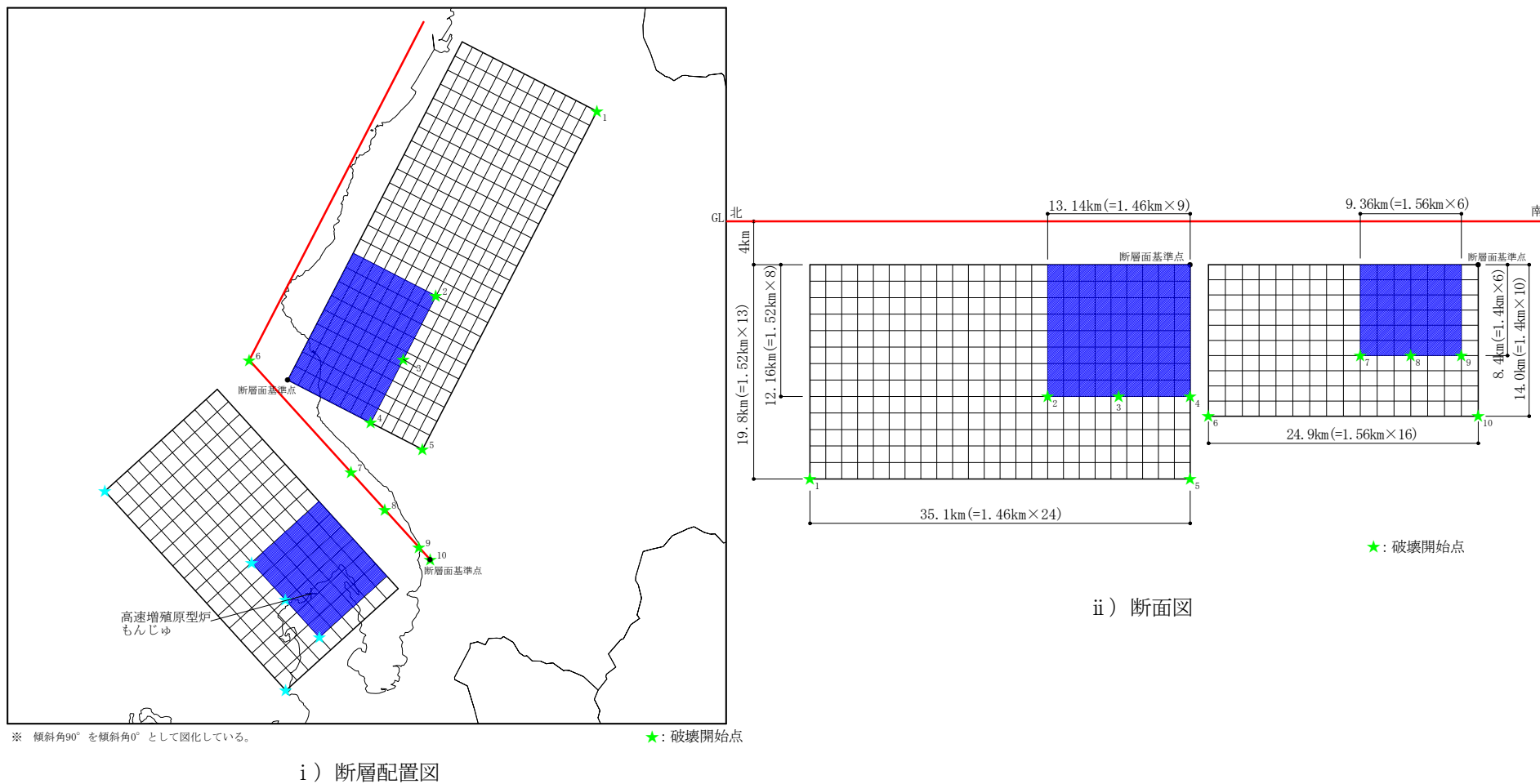
— 和布-干飯崎沖～甲楽城断層

鉛直方向

4. 断層モデルを用いた地震動評価

5

■ 和布-干飯崎沖～甲楽城断層のモデル図



※モデル図は上端4kmのケースを代表して示す

4. 断層モデルを用いた地震動評価

6

■和布-干飯崎沖～甲楽城断層の断層パラメータ:上端4km、応力降下量(レシピ平均)

断層パラメータ	パラメータ			設定方法
	全体	北部	南部	
断層長さL(km)	60	35.1	24.9	断層位置から計算
断層傾斜角(°)	—	45	90	調査結果に基づき設定
断層上端深さ(km)	—	4	4	微小地震の発生及び地下構造を参考に設定
断層下端深さ(km)	—	18	18	
断層幅W(km)	—	19.8	14.0	地震発生層と傾斜角から設定
断層面積S(km ²)	1043.58	694.98	348.60	断層面より算定
破壊伝播様式	同心円状	←	←	—
地震モーメントM ₀ (Nm)	6.06×10^{19}	4.47×10^{19}	1.59×10^{19}	$M_0 = \{S / (4.24 \times 10^{-11})\}^{2.0}$
剛性率(N/m ²)	3.5×10^{10}	←	←	$\mu = \rho \beta^2$ 、 $\rho = 2.7 \text{g/cm}^3$ 、 $\beta = 3.6 \text{km/s}$
平均すべり量D(cm)	165.9	183.8	130.2	$D = M_0 / (\mu S)$
平均応力降下量 $\Delta \sigma$ (MPa)	3.1	←	←	Fujii and Matsu'ura(2000)
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.59	←	←	$Vr = 0.72 \beta$
立ち上がり時間Tr(sec)	1.72	←	←	$Tr = 2.03 \times 10^{-9} M_0^{1/3}$
高周波限界遮断周波数fmax(Hz)	8.3	←	←	香川他(2003)
短周期レベルA(Nm/s ²)	2.08×10^{19}	←	←	$A = 2.46 \times 10^{17} \times M_0^{1/3}$
Q値	$50f^{1.1}$	←	←	佐藤他(2007)

※パラメータは上端4km、応力降下量(レシピ平均)のケースを代表して示す

4. 断層モデルを用いた地震動評価

7

■ 和布-干飯崎沖～甲楽城断層の断層パラメータ: 上端4km、応力降下量(レシピ平均) (つづき)

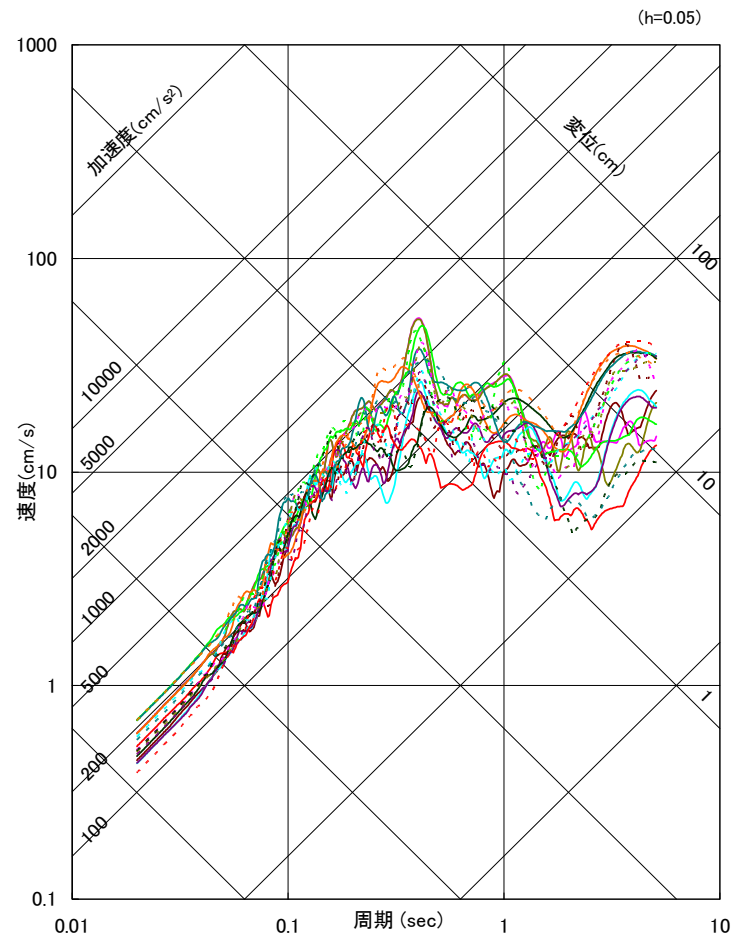
断層パラメータ		パラメータ			設定方法
		全体	北部	南部	
全 ア ス ペ リ テ イ	面積 S_a (km ²)	229.59	152.90	76.69	$S_a = \gamma_{asp} \times S$ $\gamma_{asp} = 0.22$
	平均すべり量 D_a (cm)	333.4	369.5	261.7	$D_a = \gamma_D D$, $\gamma_D = 2.01$
	地震モーメント M_{0a} (Nm)	2.68×10^{19}	1.98×10^{19}	7.02×10^{18}	$M_{0a} = \mu S_a D_a$
	応力降下量 $\Delta \sigma_a$ (MPa)	14.1	←	←	$\Delta \sigma_a = (S/S_a) \Delta \sigma$
背 景 領 域	面積 S_b (km ²)	813.99	542.08	271.91	$S_b = S - S_a$
	平均すべり量 D_b (cm)	118.6	131.4	93.1	$D_b = M_{0b} / (\mu S_b)$
	地震モーメント M_{0b} (Nm)	3.38×10^{19}	2.49×10^{19}	8.86×10^{18}	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
	実効応力 σ_b (MPa)	2.82	←	←	$\sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$

※パラメータは上端4km、応力降下量(レシピ平均)の
ケースを代表して示す

4. 断層モデルを用いた地震動評価

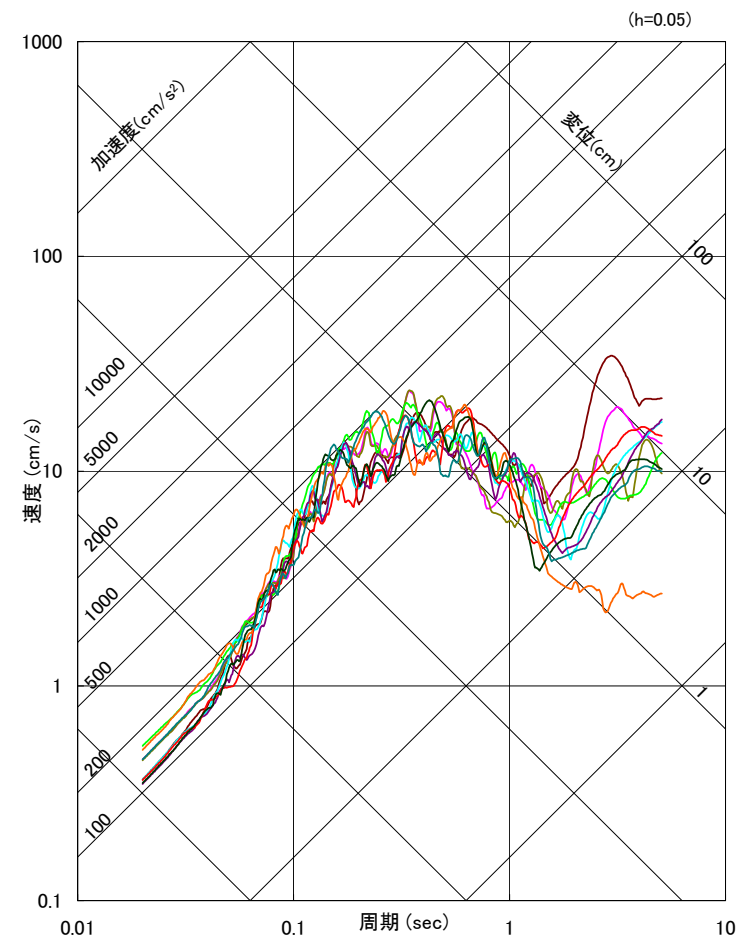
8

■ 和布-干飯崎沖～甲楽城断層: 上端深さ4km、応力降下量(レシピ平均)



水平方向

実線: NS方向、破線: EW方向

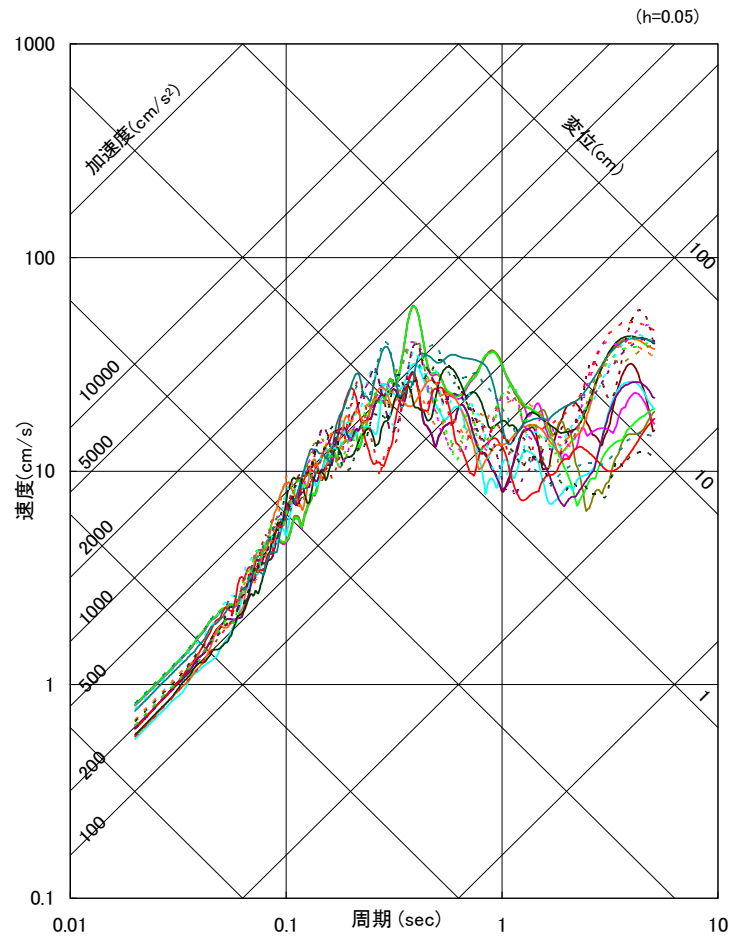


鉛直方向

4. 断層モデルを用いた地震動評価

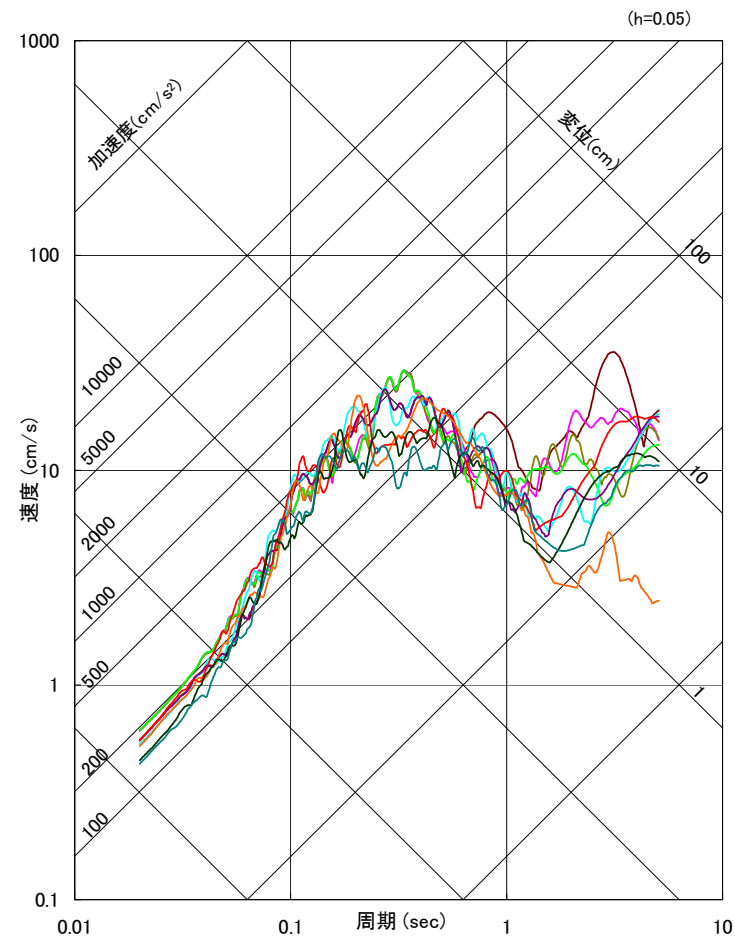
9

■和布-干飯崎沖～甲楽城断層: 上端深さ3km、応力降下量(レシピ平均)



水平方向

実線: NS方向、破線: EW方向

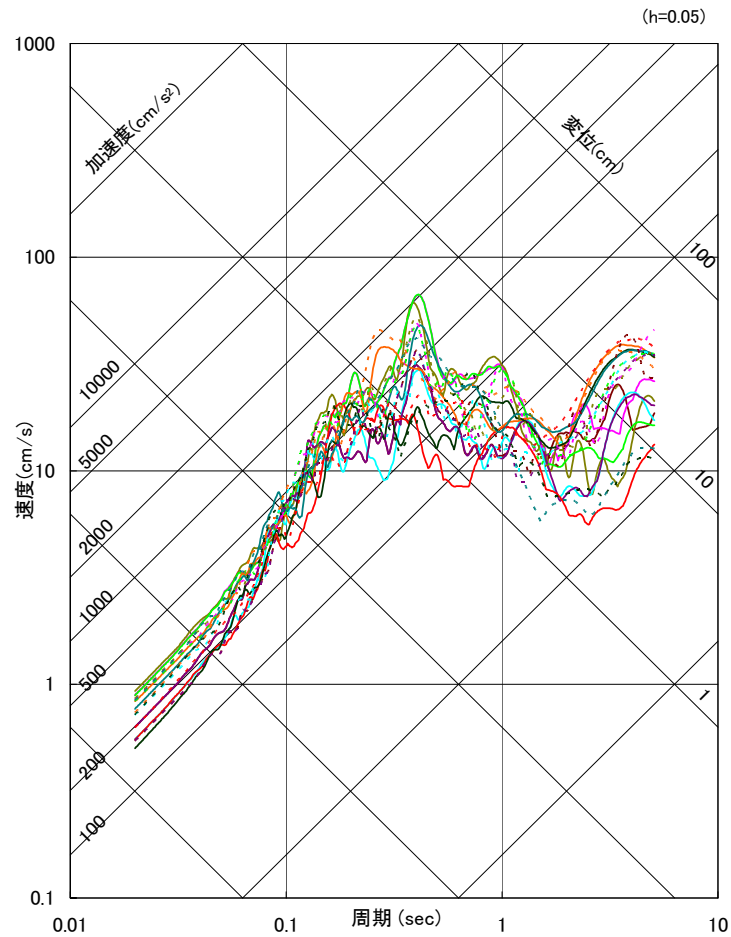


鉛直方向

4. 断層モデルを用いた地震動評価

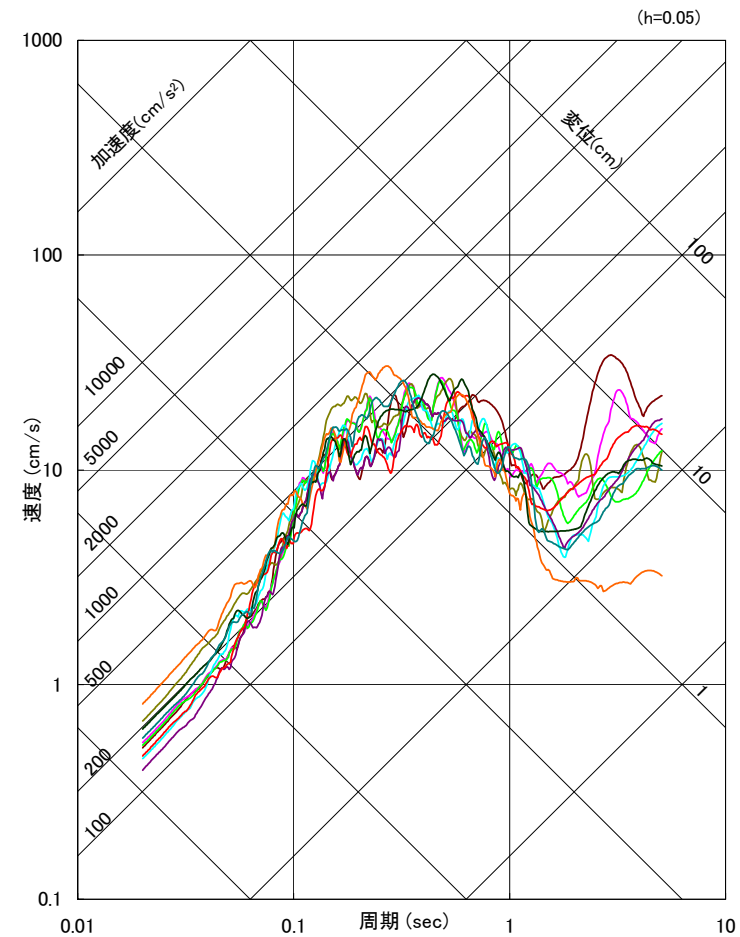
10

■和布-干飯崎沖～甲楽城断層:上端深さ4km、応力降下量(レシピ1.5倍)



水平方向

実線: NS方向、破線: EW方向

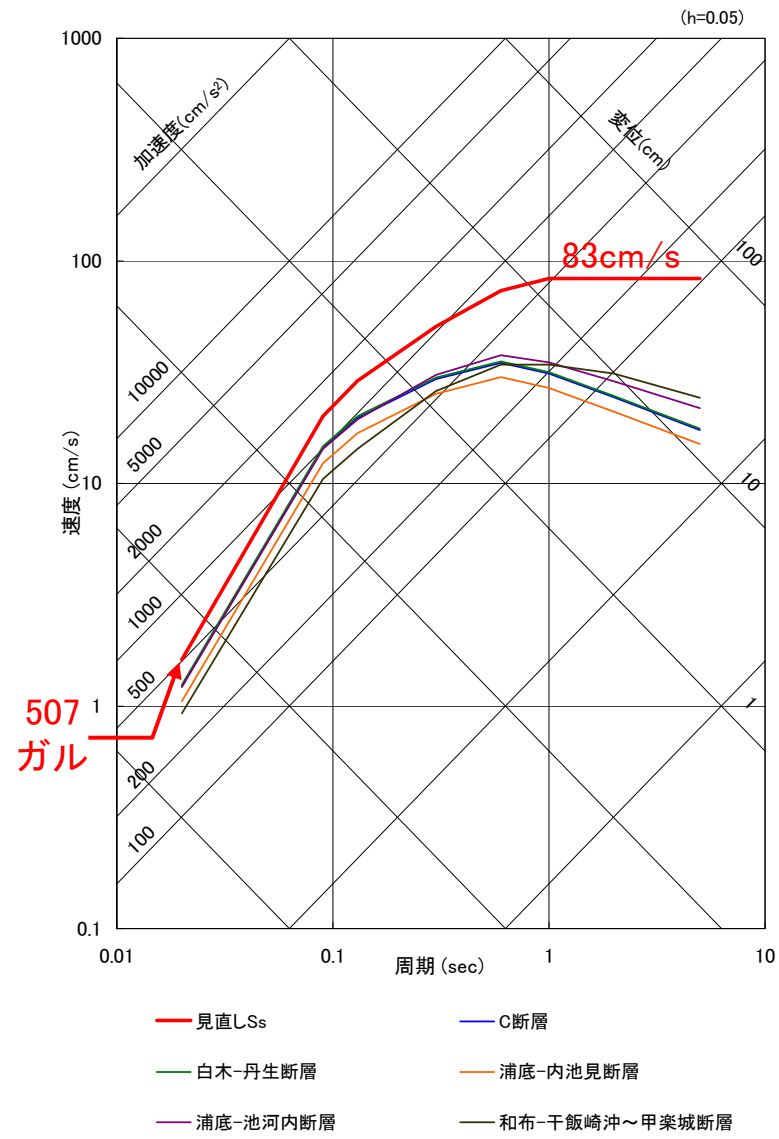
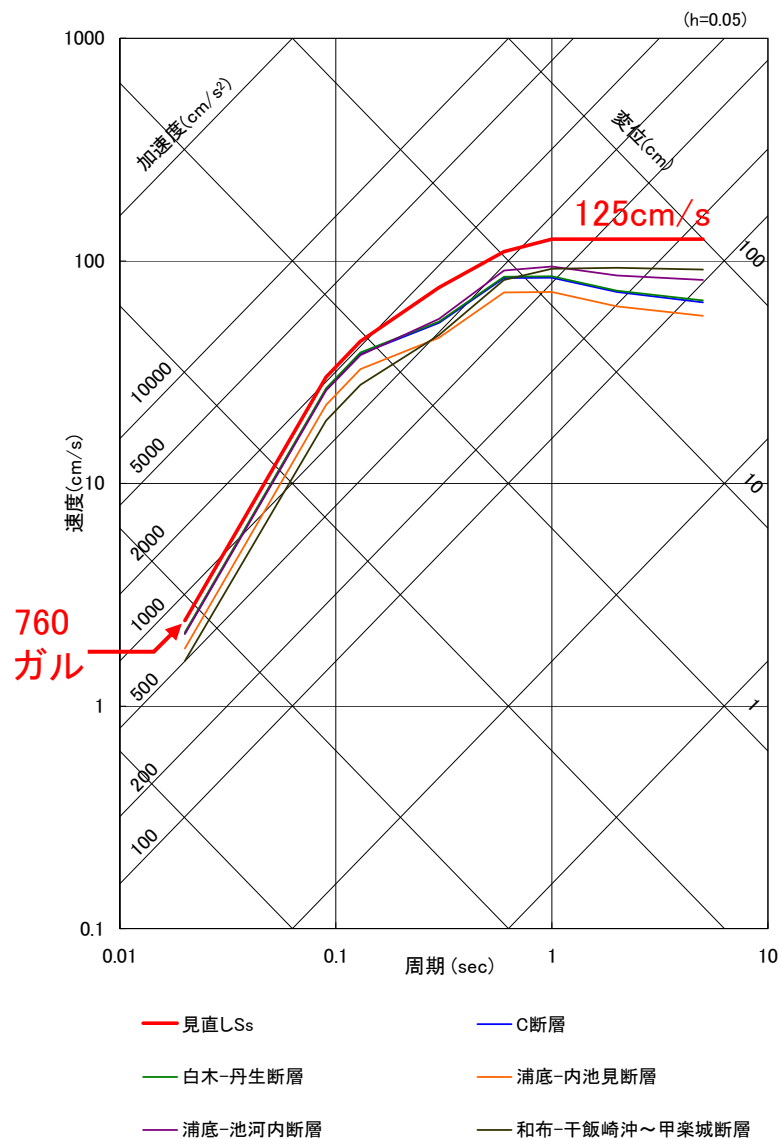


鉛直方向

5. 基準地震動Ssの見直し

11

■耐専式による地震動評価結果は、合同C12-4-3で提示した基準地震動Ssに包絡される

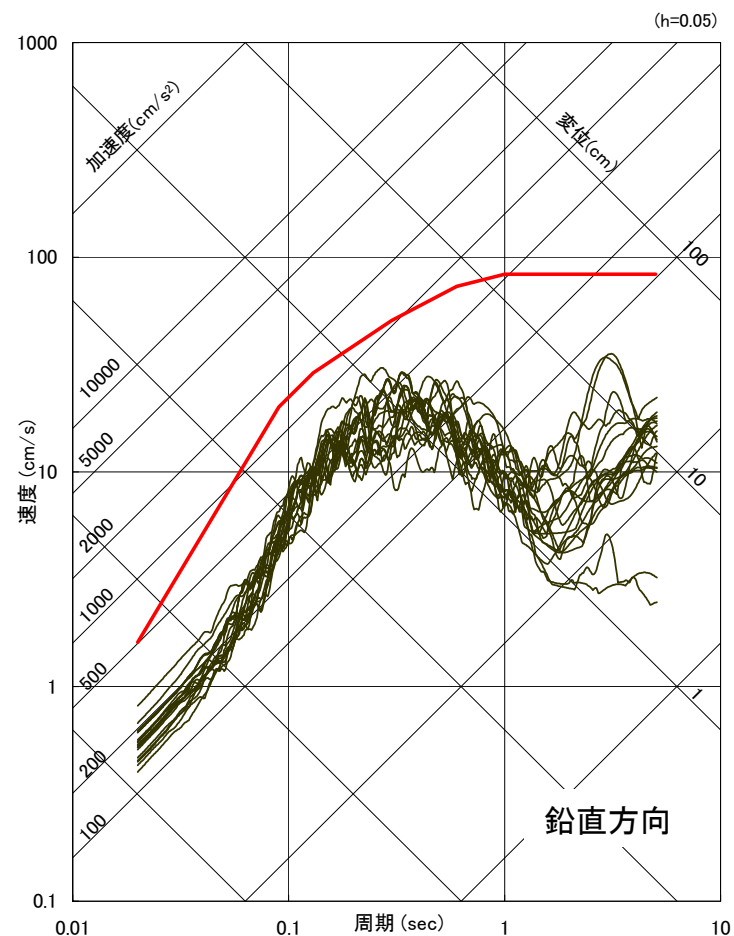
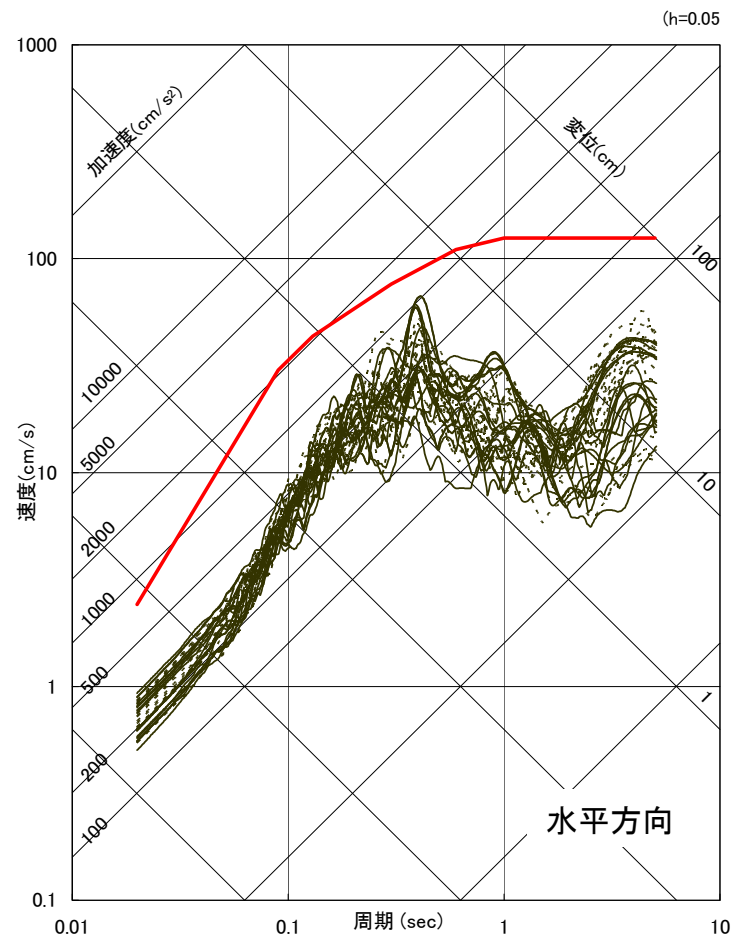


※鉛直方向のSsは水平方向の2/3倍

5. 基準地震動Ssの見直し

12

■断層モデルを用いた地震動評価結果との比較



凡例

— 見直しSs

濃緑色: 和布-干飯崎沖～甲楽城断層

【上端深さ4km、応力降下量(レシピ1.5倍)及び上端深さ3km、応力降下量(レシピ平均)】

- 合同C12-4-3において、今後検討することとしていた和布一干飯崎沖～甲楽城断層(長さ60km)による地震動を評価した。
- 応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価のいずれにおいても、評価結果は合同C12-4-3で提示した基準地震動Ss(760ガル)に包絡されることを確認した。

以下の検討結果を次回以降報告する。

■活断層の念のための同時活動に関する検討項目

○和布一干飯崎沖断層・甲楽城断層、柳ヶ瀬断層及び鍛冶屋断層については、念のため同時活動を考慮するが、敷地近傍の長大断層であることから、断層面上における破壊の進行方向による影響(破壊伝播効果)を適切に評価するという観点から、断層モデルを用いた手法により基準地震動 S_s の妥当性を確認する。

■参考文献

- Shizuo Noda, Kazuhiko Yashiro, Katsuya Takahashi, Masayuki Takemura, Susumu Ohno, Masanobu Tohdo, Takahide Watanabe (2002) : RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES, OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analysis, Oct.16-18, Istanbul
- 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, Vol. 110, No.6, pp.849-875
- Yoshihiro Fujii and Mitsuhiro Matsu'ura (2000) : Regional Difference in Scaling laws for Large Earthquakes and its Tectonic Implication, Pure and Applied Geophysics, 157, 2283-2302
- Geller, R.J. (1976) : Scaling relations for earthquake source parameters and magnitudes, Bulletin of the Seismological Society of America, 66, 1501-1523.
- Paul Somerville, Kojiro Irikura, Robert Graves, Sumio Sawada, David Wald, Norman Abrahamson, Yoshinori Iwasaki, Takao Kagawa, Nancy Smith, Akira Kowada (1999) : Characterizing Crustal Earthquake Slip Models for the Prediction of Strong Ground Motion, Seismological Research Letters, Vol.70, pp.59-80
- 香川敬生, 鶴来雅人, 佐藤信光 : 硬質サイトの強震観測記録に見られる高周波低減特性の検討, 土木学会地震工学論文集, 2003
- 壇 一男・渡辺基史・佐藤俊明・石井 透 (2001) : 断層の非一様すべり破壊モデルから算出される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化, 日本建築学会構造系論文集, 545, 51-62.
- 佐藤智美・壇一男・岡崎敦・羽田浩二 (2007) : 若狭湾周辺の地殻内地震の記録を用いたスペクトルインバージョン解析, 日本地震学会講演予稿集, P3-66