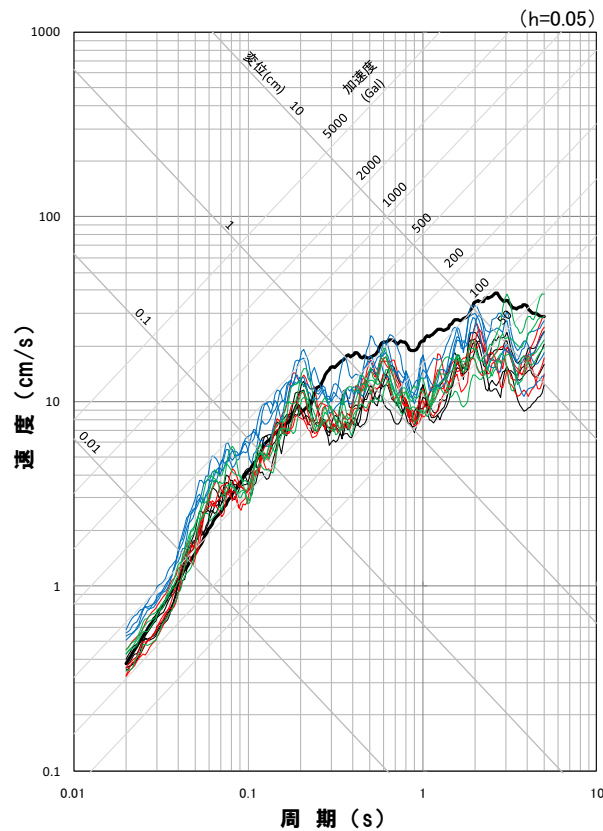
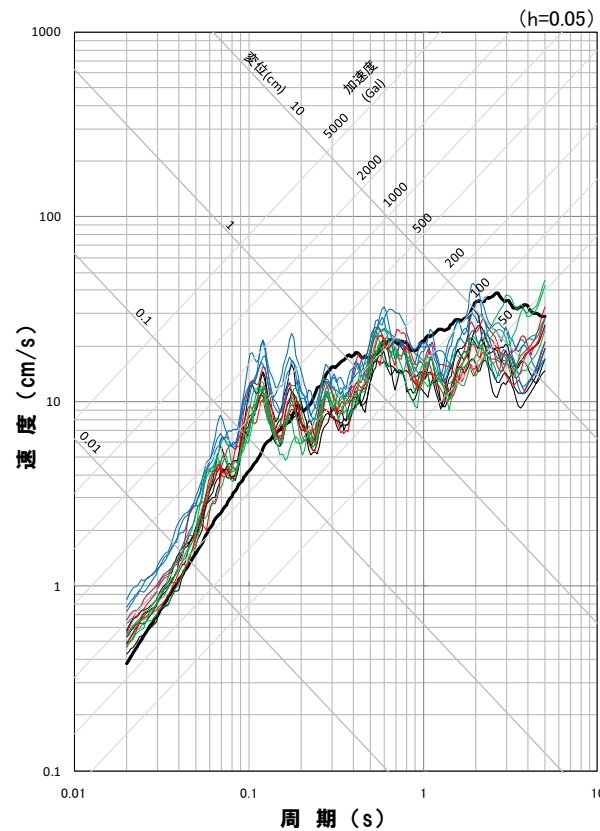


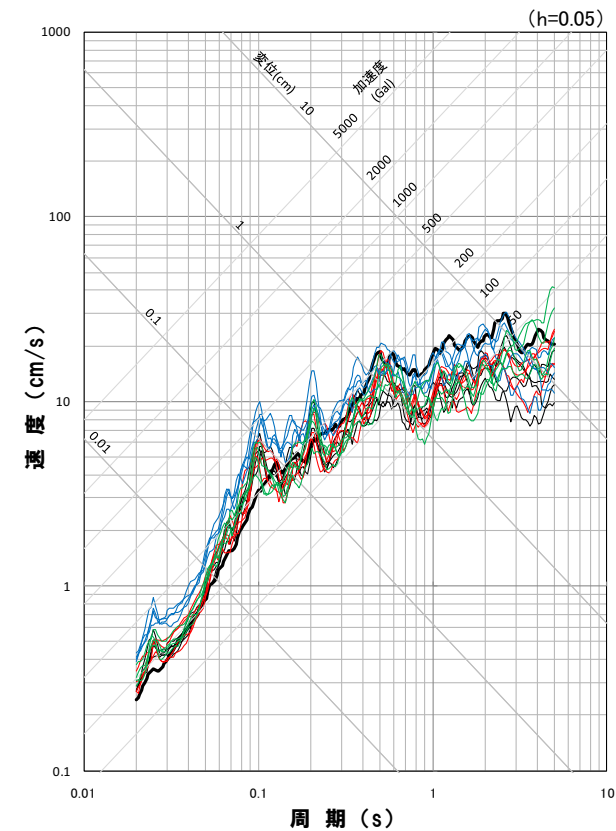
経験的グリーン関数法を用いた地震動評価結果



応答スペクトル図(NS方向)



応答スペクトル図(EW方向)



応答スペクトル図(UD方向)

地震動評価結果

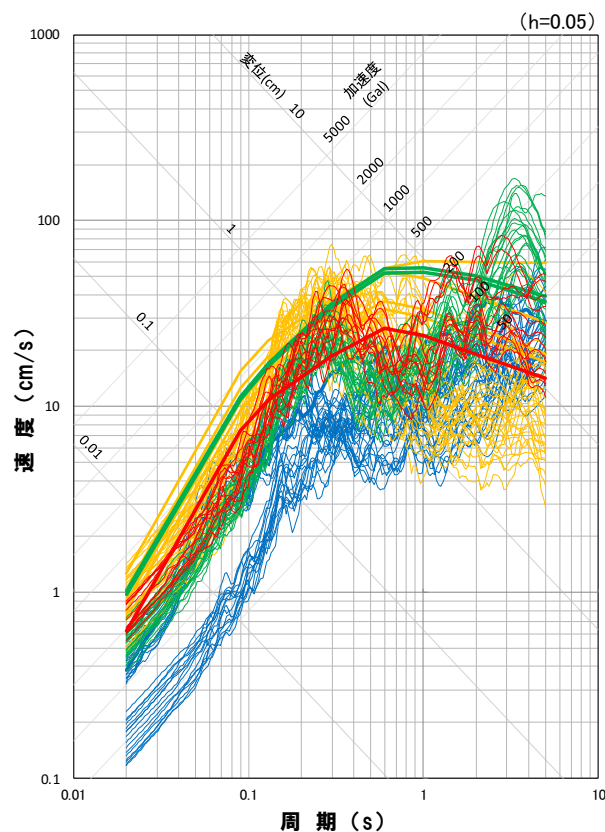
- 基本震源モデル
- 不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角)
- 不確かさ考慮モデル(応力降下量)
- 不確かさ考慮モデル(破壊伝播速度)

※太線は応答スペクトルに基づく地震動評価結果

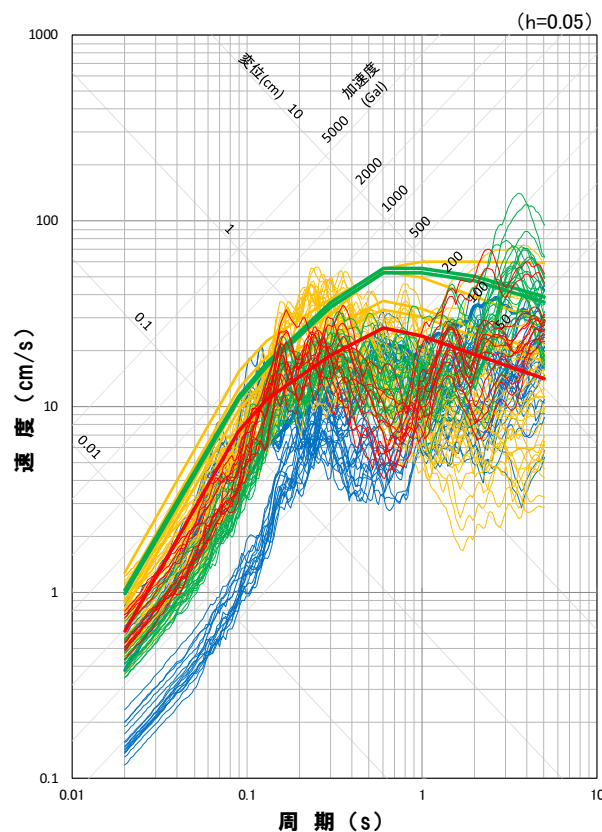
4.3 検討用地震の地震動評価

R3.10.22審査会合資料

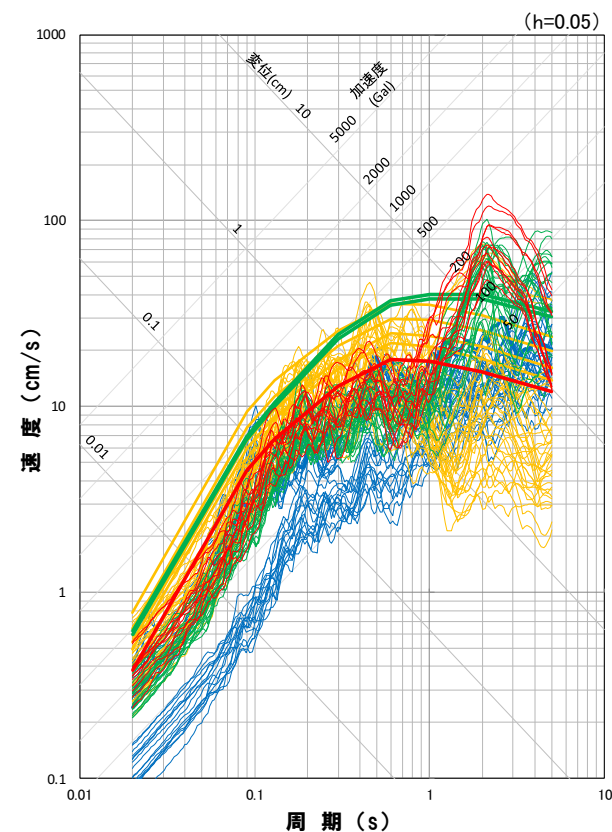
検討用地震の地震動評価結果の比較



応答スペクトル図(NS方向)



応答スペクトル図(EW方向)



応答スペクトル図(UD方向)

地震動評価結果

- 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

※太線は応答スペクトルに基づく地震動評価結果

余白

III. 震源を特定せず策定する地震動

検討概要	56
1. 全国共通に考慮すべき地震動(Mw6.5程度未満の地震)	57
1.1 2004年北海道留萌支庁南部地震	59
1.2 標準応答スペクトルを考慮した地震動	65
2. 地域性を考慮する地震動(Mw6.5程度以上の地震)	78
2.1 2000年鳥取県西部地震	80
2.2 2008年岩手・宮城内陸地震	83
3. 震源を特定せず策定する地震動の設定	122

【震源を特定せず策定する地震動】

○全国共通に考慮すべき地震動(Mw6.5程度未満の地震)

【2004年北海道留萌支庁南部地震】

- 北海道留萌支庁南部地震のK-NET港町の観測記録について、ボーリング等の地質調査データに基づくはぎとり解析を実施し、基盤地震動の算定を実施
- 基盤地震動の検討結果を踏まえて、保守性を考慮した地震動を震源を特定せず策定する地震動に考慮

【標準応答スペクトルを考慮した地震動】

- 地震基盤相当面における標準応答スペクトルに適合する模擬地震波を複数の手法により検討
- 複数の手法を用いた検討結果を踏まえ、乱數位相を用いた模擬地震波を、震源を特定せず策定する地震動に考慮

○地域性を考慮する地震動(Mw6.5程度以上の地震)

【2000年鳥取県西部地震】

- 鳥取県西部地震の震源域と敷地周辺は、地域差が認められることから、観測記録収集対象外とする

【2008年岩手・宮城内陸地震】

- 岩手・宮城内陸地震の震源域と敷地周辺は、地域差は認められるものの、一部で類似点も認められる
- 更なる安全性向上の観点から、より保守的に岩手・宮城内陸地震を観測記録収集対象として選定



- 観測記録を収集し、敷地に及ぼす影響が大きいと考えられるものを抽出したうえで、基盤波の算定を実施
- 栗駒ダム, KiK-net金ヶ崎, KiK-net一関東(水平)の観測記録に基づく基盤波の検討結果を踏まえて、保守性を考慮した地震動を震源を特定せず策定する地震動に考慮

1. 全国共通に考慮すべき地震動(Mw6.5程度未満の地震)

1. 全国共通に考慮すべき地震動(Mw6.5程度未満の地震)

R4.10.21 審査会合資料

検討対象

- 全国共通に考慮すべき地震動(Mw6.5程度未満の地震)の設定にあたり、北海道留萌支庁南部地震および標準応答スペクトルの知見を考慮する。

1. 1 2004年北海道留萌支庁南部地震

1. 全国共通に考慮すべき地震動(Mw6.5程度未満の地震)

1.1 2004年北海道留萌支庁南部地震

2004年北海道留萌支庁南部地震の概要

1. 地震発生日時(気象庁)

- ・発生日時: 平成16年12月14日 14時56分頃
- ・地震規模: Mj6.1 (Mw5.7)
- ・震源深さ: 約9km
- ・震源位置: 北緯44.077°, 東経141.7°

2. 各地の震度および被害状況

各地の震度(気象庁)は以下のとおり。

- ・震度5強: 苫前町
- ・震度5弱: 羽幌町
- ・震度4: 初山別村, 剣淵町, 秩父別町
- ・地震による津波の発生はなし
- ・被害状況(消防庁)は以下のとおり。
- ・住宅全壊・半壊: 0棟
- ・住宅一部損壊: 165棟
(内訳: 小平町 121棟, 苫前町 17棟, 羽幌町 27棟)
- ・負傷者8名(家具の下敷き, 転倒による打撲等)
- ・コンビナート関係等異常なし

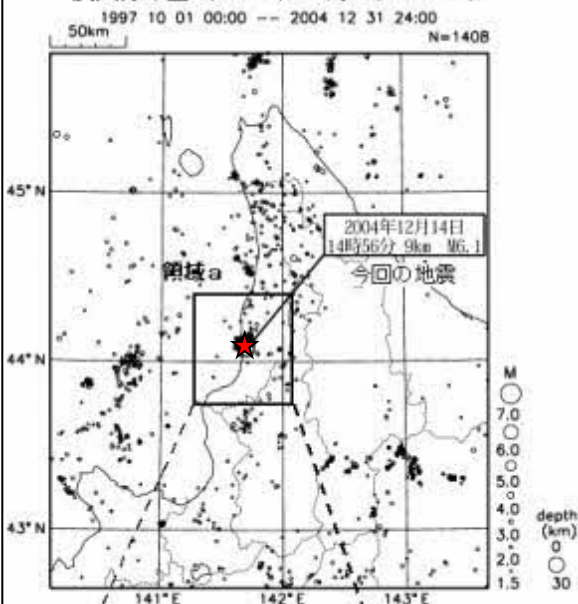
3. 地震発生メカニズム(気象庁)

- ・発震機構解より, 東南東-西北西方向に圧力軸を持つ**逆断層型**の地震。
- ・本震位置より60km南方で1995年に発生したM5.9の地震の発震機構解は東西圧縮の逆断層型であり, この地域の東西圧縮の応力場と調和的である。
- ・北海道内陸西部では, やや規模の大きな地震は, **歪み集中帯**で発生するようである。



気象庁 震度データベースによる震度分布

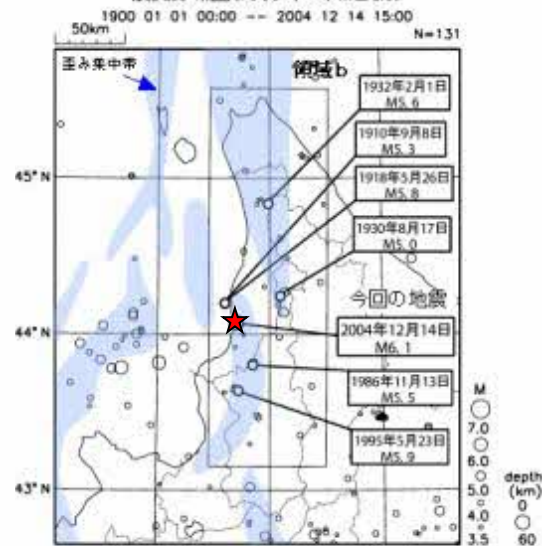
震央分布図(1997年10月~、M≥1.5)



相城aの拡大図(2004年12月14日~、M≥1.5)

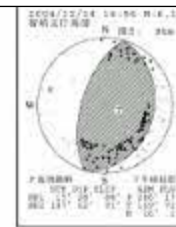


震央分布図(1900年~、M≥3.5)

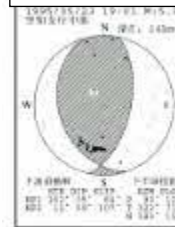


※ 震央分布図に表記した歪み集中帯のデータは、「日本海東縁の活断層と地震テクトニクス」(東京大学出版会2002)を引用した。

2004年12月14日M6.1



1995年5月2日M5.9



地震調査研究推進本部
地震調査委員会

2004年北海道留萌支庁南部の地震および
周辺で発生した主な地震

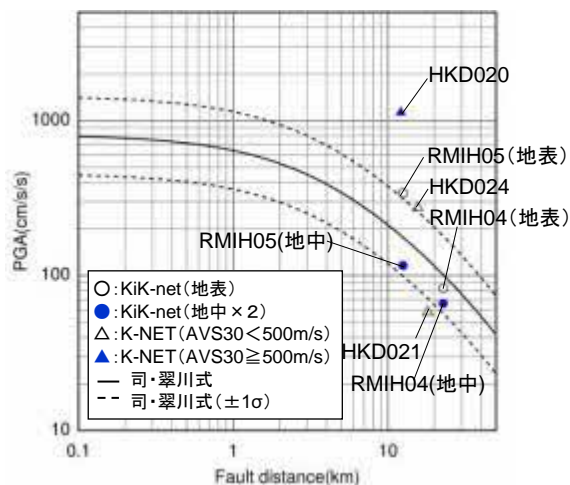
1.1.1 観測記録の収集

R4.10.21 審査会合資料

2004年北海道留萌支庁南部地震の観測記録

○断層最短距離30km以内の観測記録は下表の5記録であった。このうち震源近傍に位置するHKD020観測点において、最大加速度1127.2Galが観測されており、司・翠川(1999)の距離減衰式の+1 σ を上回る。

観測点			震源距離 (km)	AVS30 (m/s)	最大加速度 (Gal)		
					水平 (NS)	水平 (EW)	鉛直 (UD)
K-NET (地表)	HKD020	港町	12.1	562.7	535.7	1127.2	368.4
	HKD024	達布	15.6	337.2	184.9	274.0	73.5
	HKD021	留萌	18.1	302.0	57.5	44.6	20.0
KiK-net (地表 ・地中)	RMIH05	小平西	12.5	218.1	340.4 (57.8)	236.1 (36.8)	66.2 (27.4)
	RMIH04	小平東	22.8	543.3	83.0 (23.8)	81.8 (32.7)	36.5 (25.9)



距離減衰式との関係

1.1.4 基盤地震動評価

まとめ

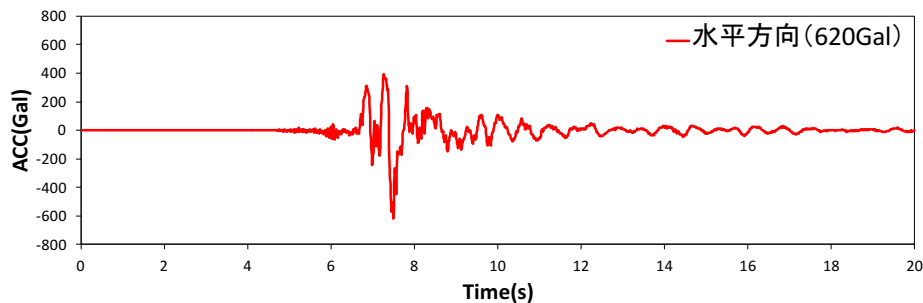
- 北海道留萌支庁南部地震における佐藤ほか(2013)によるHKD020観測点の基盤地震動評価をもとに以下の検討を行った。
 - ① GL-41mまで非線形性を考慮した基盤地震動評価(水平方向)
 - ② GL-6mからGL-41mまで減衰定数を3%とした基盤地震動評価(水平方向)
 - ③ 再測定されたPS検層結果を踏まえた基盤地震動評価(鉛直方向)
 - ④ 地下水位の状況を踏まえGL-6mまでポアソン比一定とした基盤地震動評価(鉛直方向)
- 検討の結果, 評価した基盤地震動の最大加速度は, 水平方向については②のケース(609Gal)が, 鉛直方向については③のケース(306Gal)が最も大きい。

1.1.5 震源を特定せず策定する地震動への反映

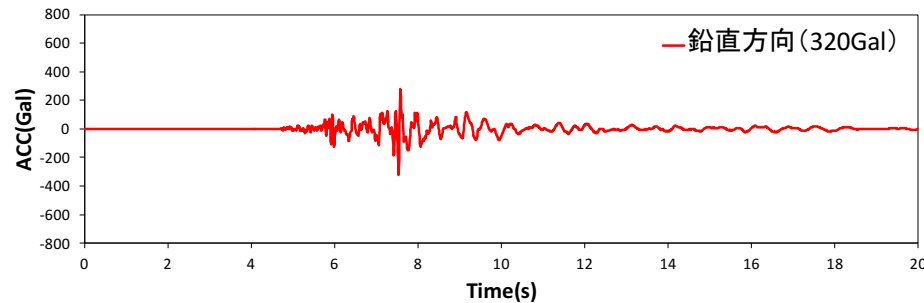
R4.10.21 審査会合資料

震源を特定せず策定する地震動への反映

- 北海道留萌支庁南部地震の基盤地震動についての検討結果を踏まえ、水平方向については、最大加速度609Gal、鉛直方向については、最大加速度306Galの基盤地震動を震源を特定せず策定する地震動に反映する。
- 震源を特定せず策定する地震動は、原子力発電所の耐震性に求められる保守性を勘案して、北海道留萌支庁南部地震の基盤地震動(水平方向609Gal、鉛直方向306Gal)の加速度時刻歴波形を水平方向620Gal、鉛直方向320Galに基準化(位相特性を変えずに振幅特性のみ変更)した地震動として考慮する。
- なお、平成27年10月審査会合以降、地震動評価に反映する知見等は得られていないことを確認している。



水平方向



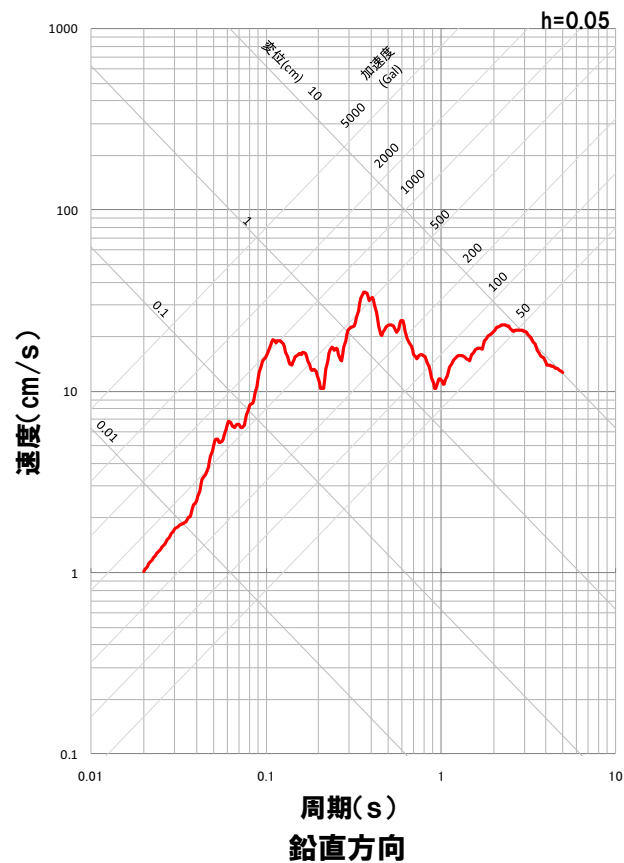
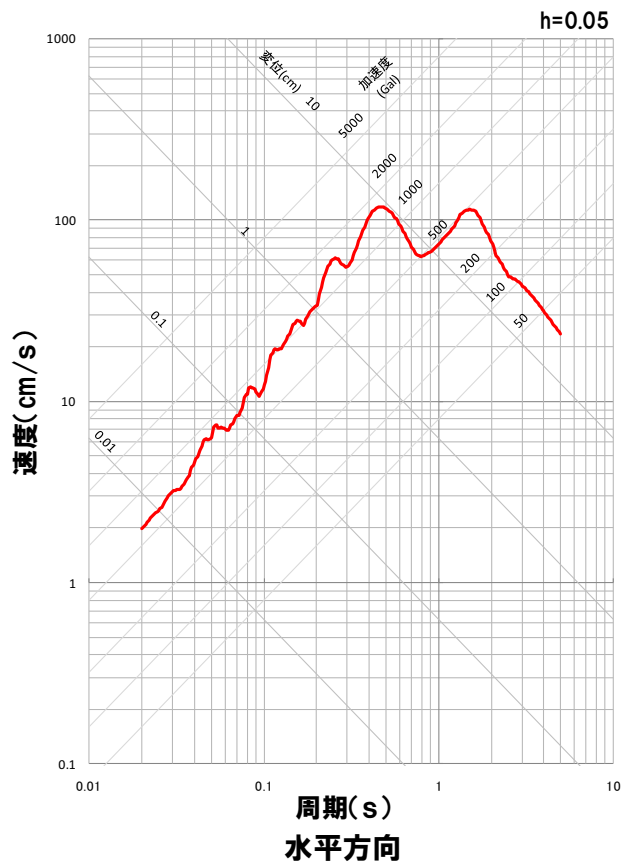
鉛直方向

加速度時刻歴波形

1.1.5 震源を特定せず策定する地震動への反映

R4.10.21 審査会合資料

震源を特定せず策定する地震動への反映



— 2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町)

応答スペクトル図

1.2 標準応答スペクトルを考慮した地震動

1.2.1 標準応答スペクトルを考慮した地震動について

R4.10.21 審査会合資料

標準応答スペクトルを考慮した地震動

- 2021年4月21日に改正された実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈等を踏まえ、泊発電所における標準応答スペクトルを考慮した地震動評価を実施する。
- 標準応答スペクトルを考慮した地震動評価は、以下の通り、①地下構造モデルの設定、②地震基盤相当面における模擬地震波の作成、③解放基盤表面における地震動の設定、の流れで検討を実施する。

① 地下構造モデルの設定

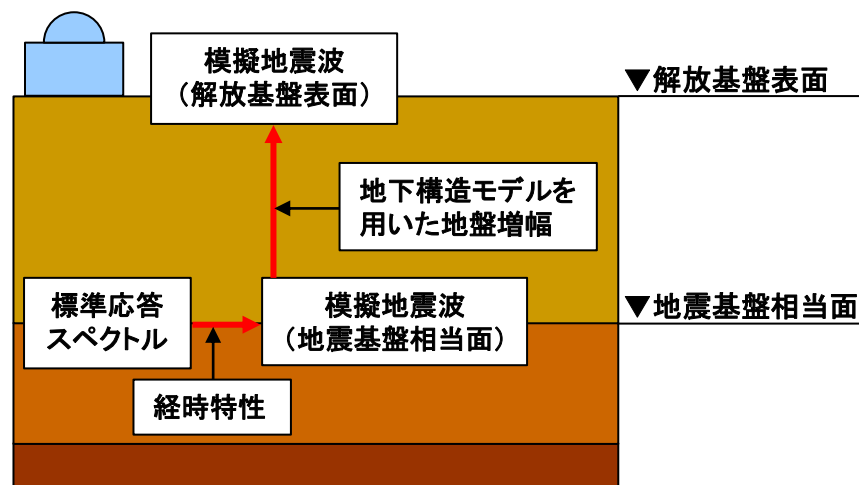


② 地震基盤相当面における模擬地震波の作成



③ 解放基盤表面における地震動の設定

標準応答スペクトルを考慮した地震動の
評価の流れ



標準応答スペクトルを考慮した地震動の
評価のイメージ

1.2.2 地下構造モデルの設定

R4.10.21 審査会合資料

地下構造モデルの設定

- 既往の地下構造モデルは、地震基盤を標高-2000m、解放基盤表面を標高0mとしている。
- 標準応答スペクトルを考慮した地震動評価を実施するにあたって、既往の地下構造モデルに対して、地震基盤相当面を設定する。
- 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈 別記2 第4条第5項第三号②において、地震基盤相当面は、せん断波速度 $V_s=2200\text{m/s}$ 以上の地層と定義されていることを踏まえて、標高-990m層上面を地震基盤相当面と設定する。

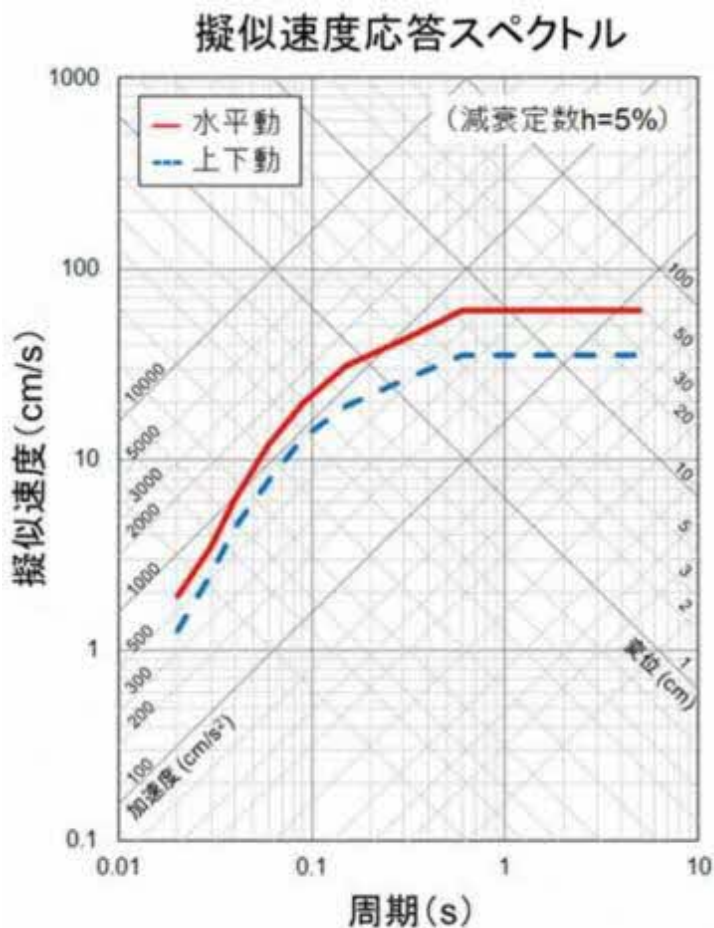
標高 (m)	層厚 (m)	密度 ρ (g/cm^3)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	Q値	
0~-56	56	2.1	1175	2660	100	◁ 解放基盤表面
-56~-250	194	2.2	1935	3230	100	
-250~-430	180	1.9	1350	2700	100	
-430~-990	560	1.9	1560	3100	100	◁ 地震基盤相当面
-990~-2000	1010	2.5	2400	4500	100	
-2000~	-	2.8	3500	6400	150	

標準応答スペクトルを考慮した地震動評価に用いる地下構造モデル

1.2.3 模擬地震波の作成

R4.10.21 審査会合資料

- 地震基盤相当面における標準応答スペクトルに適合する模擬地震波を作成する。
- 作成に際しては、複数の手法として下記の手法による検討を行う。
 - ・基準地震動の模擬地震波作成において適用実績のある乱數位相を用いた手法
 - ・震源を特定せず策定する地震動の特徴を反映できるよう、内陸地殻内地震におけるMw6.5程度未満の実観測記録の位相を用いた手法



コントロールポイント

周期 (s)	水平動	上下動
	擬似速度 (cm/s)	擬似速度 (cm/s)
0.02	1.910	1.273
0.03	3.500	2.500
0.04	6.300	4.400
0.06	12.000	7.800
0.09	20.000	13.000
0.15	31.000	19.000
0.30	43.000	26.000
0.60	60.000	35.000
5.00	60.000	35.000

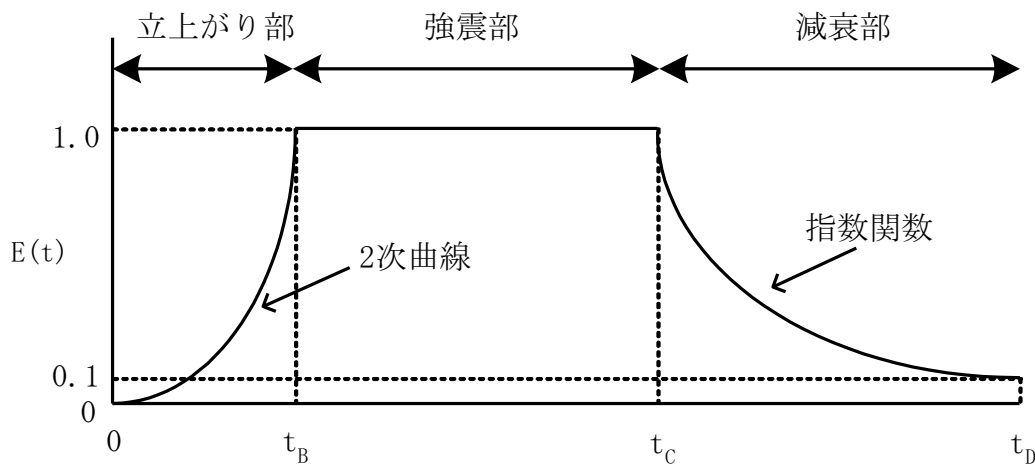
「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」より抜粋
標準応答スペクトルおよびコントロールポイント

(1) 乱数位相を用いた模擬地震波の作成

R4.10.21 審査会合資料

乱数位相を用いた模擬地震波の作成

- 模擬地震波の作成にあたっては、Noda et al.(2002)による振幅包絡線の経時的变化(M7.0, Xeq=10km)を採用し、一様乱数の位相をもつ正弦波の重ね合わせにより作成。
- 適合条件は、日本電気協会(2015)に記載された判定基準を満足させる。



$$E(t) = \begin{cases} (t/t_B)^2 & 0 \leq t \leq t_B \\ 1 & t_B \leq t \leq t_C \\ e^{\frac{\ln(0.1)}{t_D - t_C}(t - t_C)} & t_C \leq t \leq t_D \end{cases}$$

$$t_B = 10^{0.5M - 2.93}$$

$$t_C - t_B = 10^{0.3M - 1.0}$$

$$t_D - t_C = 10^{0.17M + 0.54 \log(X_{eq}) - 0.6}$$

$$M7.0, X_{eq} = 10 \text{ km}$$

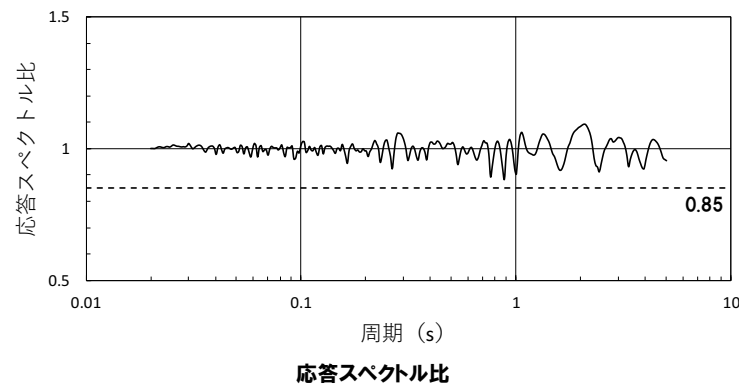
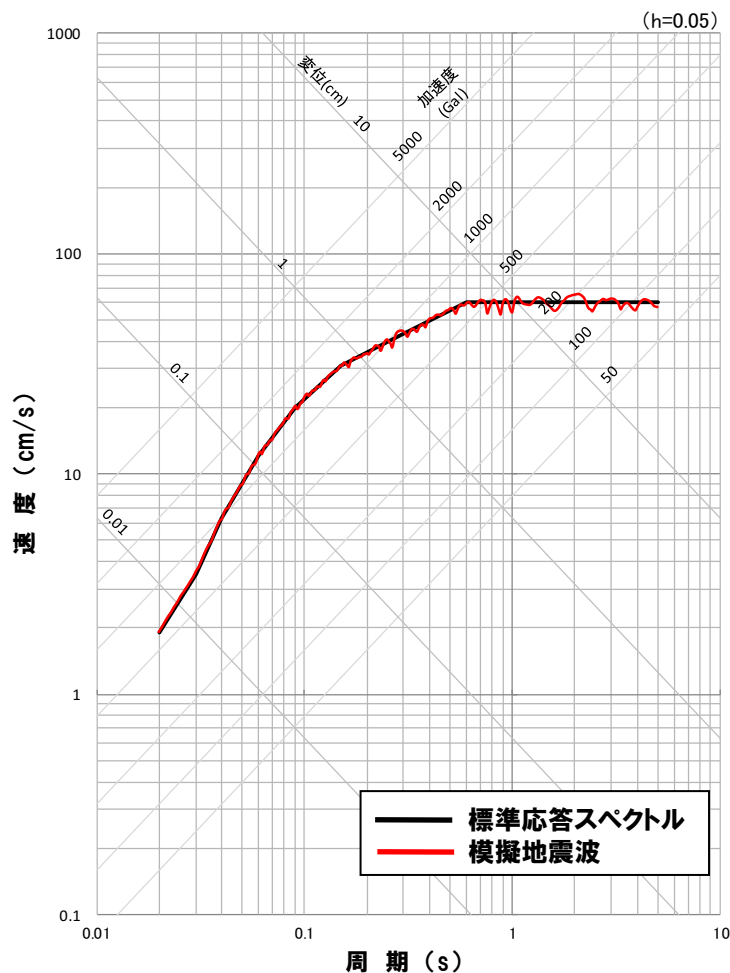
模擬地震波	継続時間 (s)	振幅包絡線の経時的变化(s)		
		t _B	t _C	t _D
水平方向	29.8	3.7	16.3	29.8
鉛直方向	29.8	3.7	16.3	29.8

※地震規模は、全国共通に考慮すべき地震の規模(Mw6.5程度未満)を踏まえ、主要動の継続時間を適切に設定する観点からM7.0とする。
 ※等価震源距離は、震源近傍を想定しXeq=10kmと設定する。

(1) 乱數位相を用いた模擬地震波の作成

R4.10.21 審査会合資料

乱數位相を用いた模擬地震波の作成結果(水平)



	作成結果
① 応答スペクトル比 $R(T)$	$0.88 \geq 0.85$
② SI比	$1.00 \geq 1.0$

$$\textcircled{1} R(T) = \frac{S_{V1}(T)}{S_{V2}(T)} \geq 0.85 \quad (0.02 \leq T)$$

T: 周期 (s)

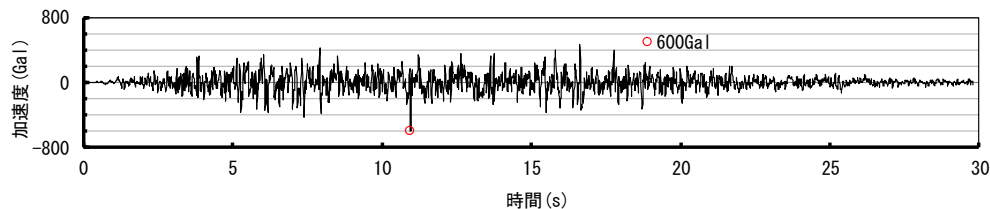
 $S_{V1}(T)$: 模擬地震波の応答スペクトル (cm/s) $S_{V2}(T)$: 目標とする応答スペクトル (cm/s)

$$\textcircled{2} \text{SI比} = \frac{\int_{0.1}^{2.5} S_V(T) dt}{\int_{0.1}^{2.5} \bar{S}_V(T) dt} \geq 1.0$$

SI: 応答スペクトル強さ

 $S_V(T)$: 模擬地震波の応答スペクトル (cm/s) $\bar{S}_V(T)$: 目標とする応答スペクトル (cm/s)

T: 固有周期 (s)



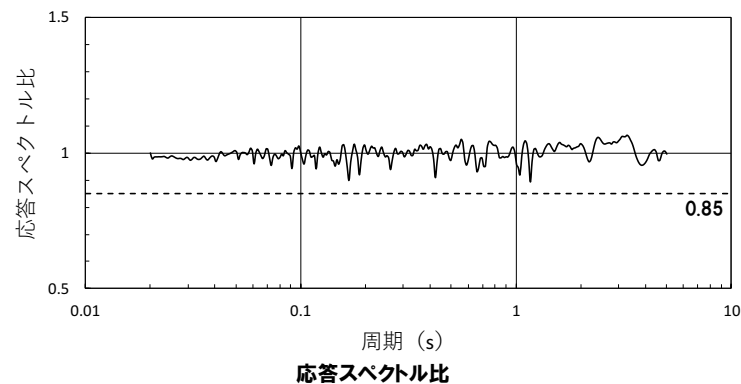
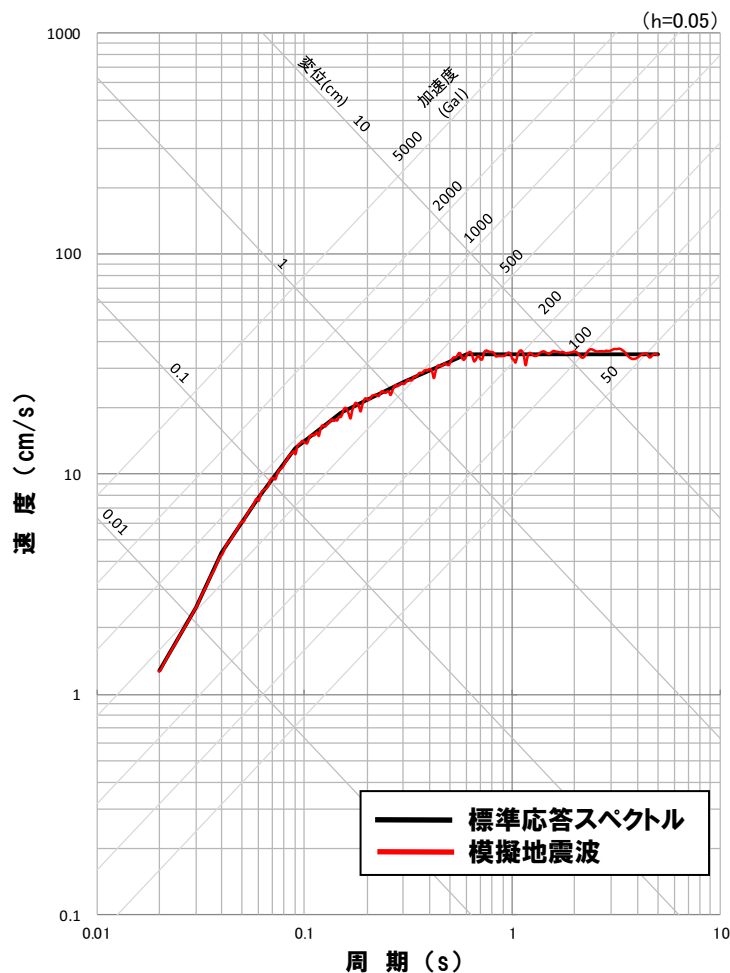
○作成した模擬地震波は、日本電気協会(2015)に示される適合度の条件を満足していることを確認した。

1. 2. 3 模擬地震波の作成

(1) 乱數位相を用いた模擬地震波の作成

R4.10.21 審査会合資料

乱數位相を用いた模擬地震波の作成結果(鉛直)



	作成結果
① 応答スペクトル比 $R(T)$	$0.89 \geq 0.85$
② SI比	$1.01 \geq 1.0$

$$\textcircled{1} R(T) = \frac{S_{V1}(T)}{S_{V2}(T)} \geq 0.85 \quad (0.02 \leq T)$$

T: 周期(s)

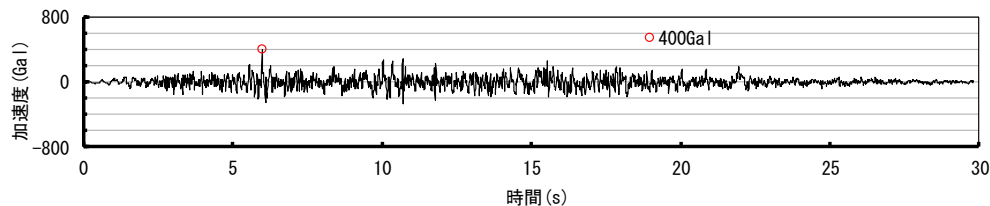
 $S_{V1}(T)$: 模擬地震波の応答スペクトル(cm/s) $S_{V2}(T)$: 目標とする応答スペクトル(cm/s)

$$\textcircled{2} \text{SI比} = \frac{\int_{0.1}^{2.5} S_V(T) dt}{\int_{0.1}^{2.5} \bar{S}_V(T) dt} \geq 1.0$$

SI: 応答スペクトル強さ

 $S_V(T)$: 模擬地震波の応答スペクトル(cm/s) $\bar{S}_V(T)$: 目標とする応答スペクトル(cm/s)

T: 固有周期(s)



○作成した模擬地震波は、日本電気協会(2015)に示される適合度の条件を満足していることを確認した。

(2) 観測位相を用いた模擬地震波の検討

R4.10.21 審査会合資料

観測記録の位相を用いた模擬地震波の検討に関する基本方針

- 観測記録の位相を用いた模擬地震波の検討にあたり、泊発電所における敷地地盤の振動特性に起因する特徴を適切に反映させることが必要と考え、検討に用いる観測記録としては、敷地近傍で発生した内陸地殻内地震の敷地で得られた観測記録を用いることが適切である。
- しかしながら、敷地において、近傍で発生した内陸地殻内地震の観測記録が得られていないことを踏まえ、より幅広く観測記録を収集するとの観点から、地盤条件の類似性の確認を後段で行うこととして敷地周辺の観測点における観測記録に収集対象を拡大する。
- 対象を拡大して収集した観測記録について、その観測記録の特異な位相特徴の有無を確認し、震源近傍の観測記録および地盤条件が敷地地盤と同様と見做せる観測点と判断できる場合には、その観測記録を用いた模擬地震波の検討を行う。

(2) 観測位相を用いた模擬地震波の検討

R4.10.21 審査会合資料

○観測位相を用いた模擬地震波の検討フローを以下に示す。

【① 観測記録の収集】

- 観測記録の位相を用いた模擬地震波の検討にあたり、泊発電所における敷地地盤の振動特性に起因する特徴を適切に反映させることが必要と考え、敷地において観測された記録から敷地近傍で発生した内陸地殻内地震を収集した結果、収集条件に適合する観測記録がなかった。
- より幅広く観測記録を収集するとの観点から収集条件(地震規模および収集対象範囲)を拡大し、敷地周辺および北海道西部における他機関の観測記録を対象として記録を収集した結果、4地震8記録の観測記録を収集した。

**【② 模擬地震波の検討にあたって考慮すべき観測記録の選定】**

○収集した観測記録について、以下の観点で模擬地震波の検討にあたって考慮すべき観測記録に選定するか総合的に判断

- ・ 特異な位相特徴の有無
 - ◆ 特異な位相特徴の有無を確認するため、加速度時刻歴波形の形状等(パルス波や振幅の大きい後続波の有無)の確認、フーリエ位相スペクトル、フーリエ振幅スペクトル等の特徴的な形状等の確認を実施
- ・ 観測記録の信頼性
 - ◆ 観測された記録が模擬地震波の検討にあたって適用することが適切な記録か否か確認するため、地震規模および観測レベル(最大加速度、SN比)の確認、観測記録の継続時間に係る特徴に関する考察を実施
- ・ 地盤条件の類似性
 - ◆ 地盤条件が敷地地盤と同様と見做せる観測点の記録か否か確認するため、観測点位置の速度構造、観測点以浅の速度構造、構成地質等の確認を実施

**【③ 観測記録の位相を用いた模擬地震波の検討】**

○②の選定結果を踏まえて、考慮すべき観測記録が選定された場合、模擬地震波の検討を実施する。

② 模擬地震波の検討にあたって考慮すべき観測記録の選定

R4.10.21 審査会合資料(一部修正)

観測位相を用いた模擬地震波の検討にあたって考慮すべき観測記録の選定

○これまでの検討結果を踏まえ、収集した観測記録について、特異な位相特徴の有無を確認するとともに、観測記録の信頼性、地盤条件の類似性の確認結果を総合的に判断し、模擬地震波の検討にあたって考慮すべき観測記録として選定する。

【特異な位相特徴の有無】

- ・ 収集した8つの観測記録が特異な位相特徴を有していないことから、観測位相を用いた模擬地震波の検討に用いる必要がある観測記録はないものと考えられる。

【観測記録の信頼性および地盤条件の類似性】

- ・ 収集した8つの観測記録について、観測記録の信頼性および泊発電所との地盤条件の類似性の両方を満足する観測記録がないことから、検討に用いることができる適切な観測記録はないものと考えられる。



【観測記録の選定結果】

○模擬地震波の検討にあたって考慮すべき観測記録は得られていない。

⇒実観測記録の位相を用いた手法による検討を進めた結果、模擬地震波の検討にあたって考慮すべき観測記録は得られなかったことから、以降の検討は、乱數位相を用いた手法によって作成した模擬地震波を用いる。

⇒なお、念のため、観測記録を用いた模擬地震波を算定し、乱數位相を用いた模擬地震波と比較した結果、標準応答スペクトルを考慮した地震動評価として乱數位相を用いた模擬地震波を設定することが妥当であることを確認している。

No	地震発生時刻	震央地名	観測点名	特異な位相特徴の有無	検討項目								
					観測記録の信頼性				地盤条件の類似性				
					地震規模(M)	観測記録の最大加速度(Gal)	S/N比	継続時間	地震計設置位置 S波速度	地震計設置位置以浅 速度構造	構成地質		
1	2001/11/27 13:28:31	後志地方	SBSH03 赤井川	無	3.8	小	3	小	小	長い	不適	—	—
2			SBSH05 倶知安	無		小	3	小	小	やや短い	適切	一部類似性あり	一部類似性あり
3	2010/08/14 09:11:00	後志地方	SBSH05 倶知安	無	2.5	小	0.4	小	小	やや短い	適切	一部類似性あり	一部類似性あり
4	2017/08/13 19:40:18	後志地方	SBSH03 赤井川	無	3.5	小	2	小	小	長い	不適	—	—
5			SBSH04 共和	無		小	0.5	小	小	長い	適切	類似性あり	類似性あり
6	2014/07/08 18:05:24	胆振地方	IBUH05 白老	無	5.6	適切	217	適切	適切	やや短い	不適	—	—
7			IBUH07 大滝	無		適切	68	適切	適切	やや短い	適切	差異あり	一部類似性あり
8			SBSH08 喜茂別	無		適切	18	適切	適切	やや短い	適切	差異あり	一部類似性あり

(3) 解放基盤表面における地震動の設定

R4.10.21 審査会合資料

○地震基盤相当面における模擬地震波を用いて、1次元波動論により、標準応答スペクトルを考慮した地震動評価に用いる地下構造モデルの地震基盤相当面から解放基盤表面までの地震波の伝播特性を反映し、解放基盤表面における標準応答スペクトルを考慮した地震動を設定。

標高 (m)	層厚 (m)	密度 ρ (g/cm ³)	S波速度 Vs (m/s)	P波速度 Vp (m/s)	減衰定数 (%)
0~-56	56	2.1	1175	2660	0.5
-56~-250	194	2.2	1935	3230	0.5
-250~-430	180	1.9	1350	2700	0.5
-430~-990	560	1.9	1560	3100	0.5
-990~-2000	1010	2.5	2400	4500	0.5
-2000~	-	2.8	3500	6400	0.33

▽ 解放基盤表面

↑ 1次元波動論による地震波の伝播特性の反映

▽ 地震基盤相当面

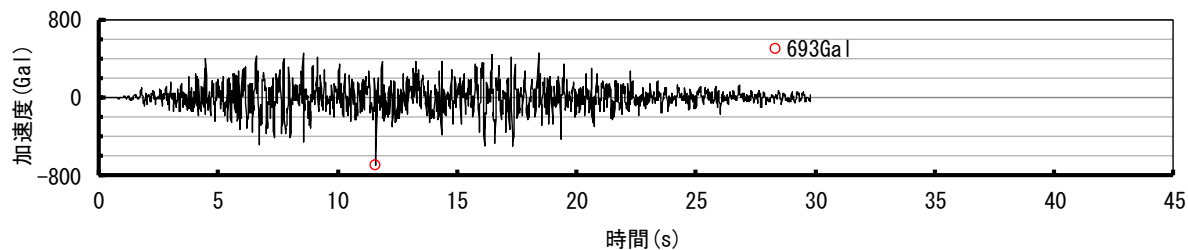
標準応答スペクトルを考慮した地震動評価に用いる地下構造モデル

(3) 解放基盤表面における地震動の設定

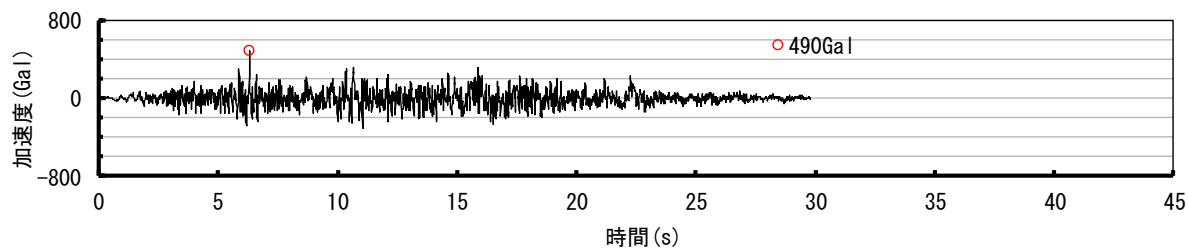
R4.10.21 審査会合資料

○「1. 2. 3 (1) 乱数位相を用いた模擬地震波の作成」で検討した模擬地震波について、「1. 2. 2 地下構造モデルの設定」で検討した地下構造モデルを用いて、解放基盤表面での模擬地震波を評価する。

乱数位相波__加速度時刻歴波形(水平方向)



乱数位相波__加速度時刻歴波形(鉛直方向)



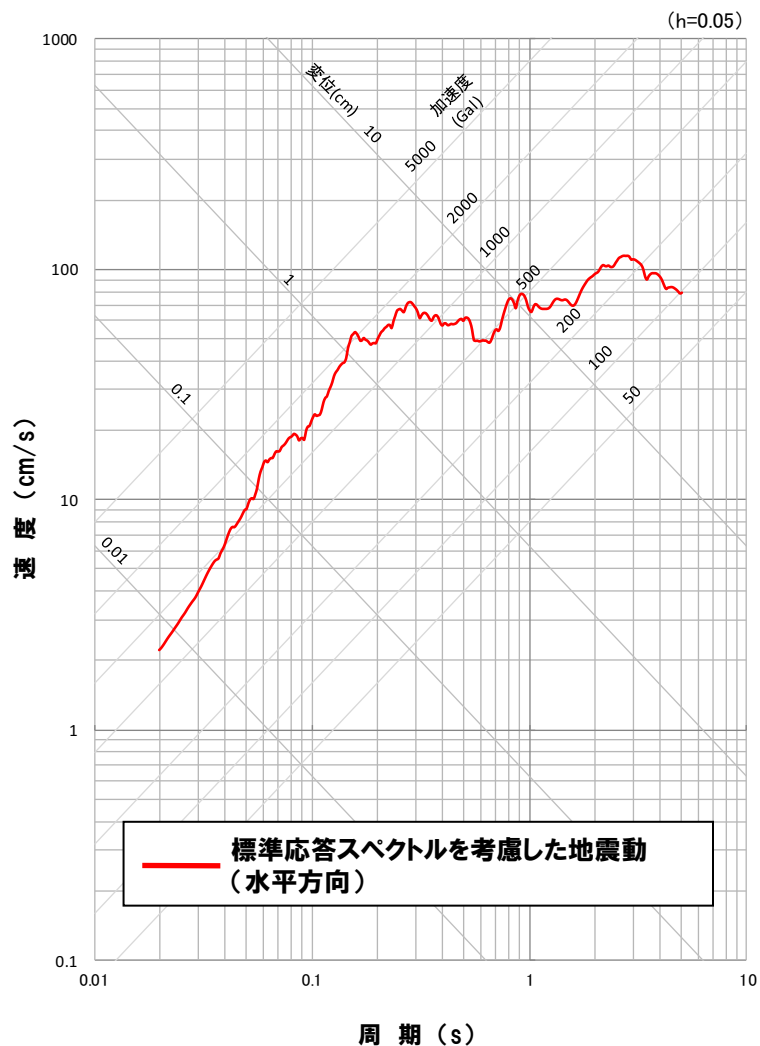
模擬地震波	最大加速度(Gal)
水平方向	693
鉛直方向	490

(3) 解放基盤表面における地震動の設定

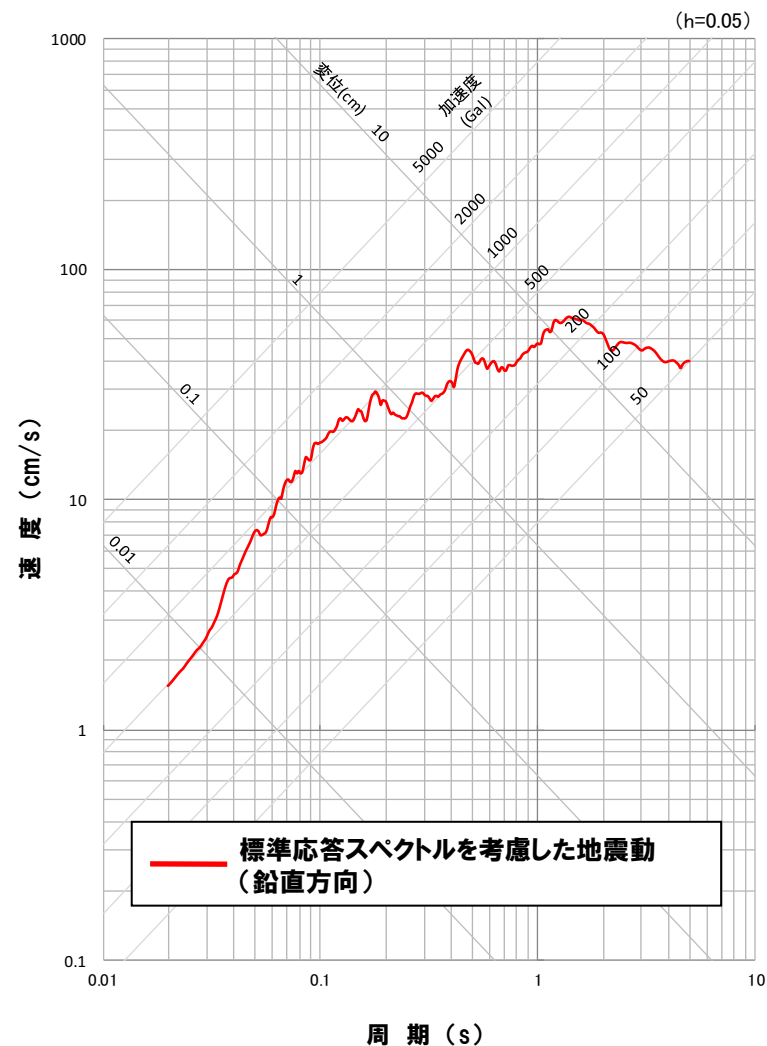
R4.10.21 審査会合資料

- 標準応答スペクトルを考慮した地震動評価としては、乱数位相を用いた模擬地震波を設定する。
- 設定した解放基盤表面における標準応答スペクトルを考慮した地震動を下記に示す。

応答スペクトル(水平方向)



応答スペクトル(鉛直方向)



2. 地域性を考慮する地震動(Mw6.5程度以上の地震)

2. 地域性を考慮する地震動(Mw6.5程度以上の地震)

R4.10.21 審査会合資料

検討対象地震

- 事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震は、震源断層がほぼ地震発生層の厚さ全体に広がっているものの、地表地震断層としてその全容を表すまでには至っておらず、震源の規模が推定できない地震(Mw6.5程度以上)である。なお、活断層や地表地震断層の出現要因の可能性として、地域によって活断層の成熟度が異なること、上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する場合や地質体の違い等の地域性があることが考えられる。
- これらを踏まえ、地域性を考慮する地震動の検討対象地震として、以下の地震について検討する。
 - 活断層の密度が少なく活動度が低いと考えられる地域で発生した地震として、2000年鳥取県西部地震
 - 上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する地域で発生した地震として、2008年岩手・宮城内陸地震

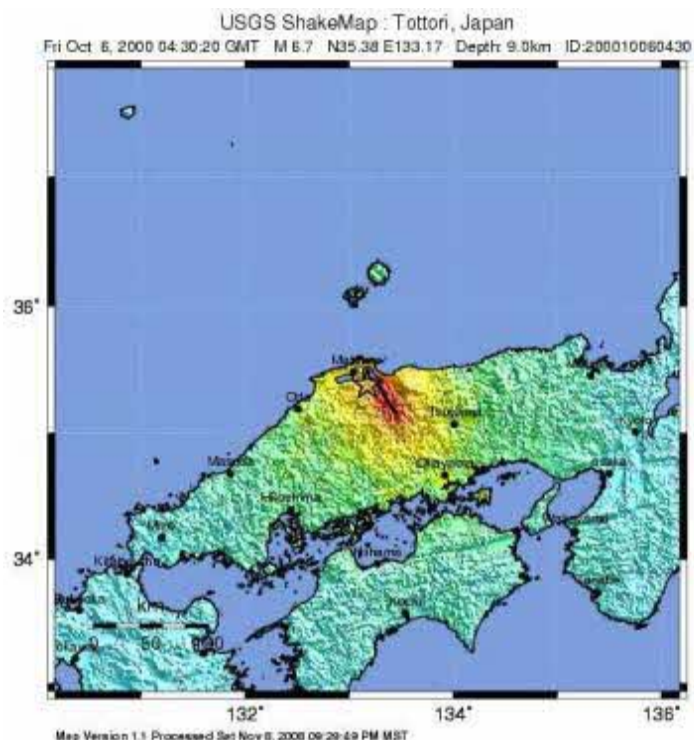
2. 1 2000年鳥取県西部地震

2.1 2000年鳥取県西部地震

R4.10.21 審査会合資料

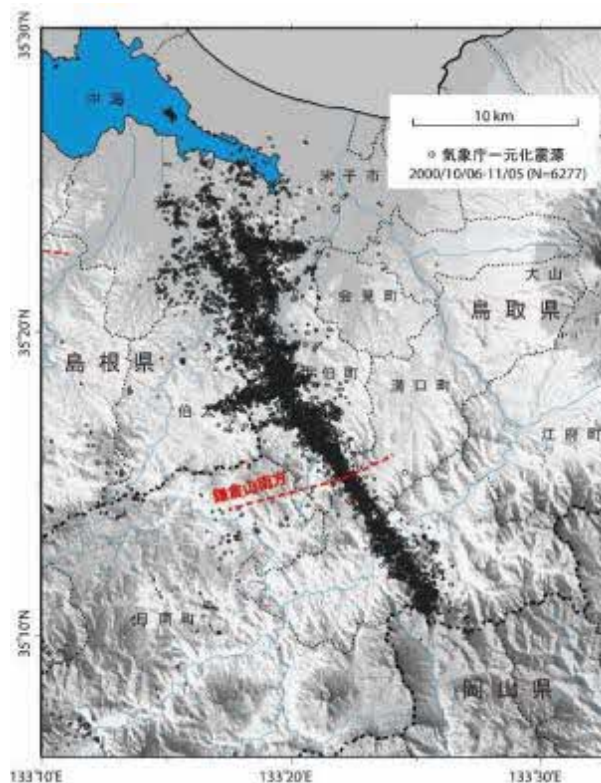
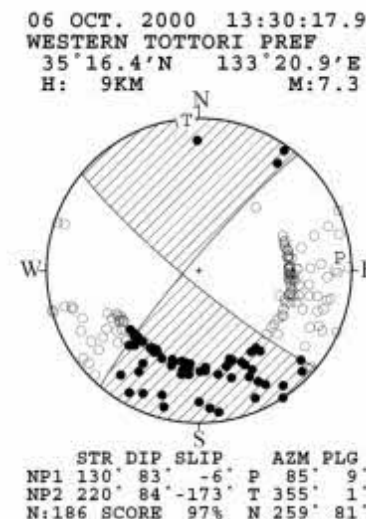
2000年鳥取県西部地震について

- 鳥取県西部地震は、2000年10月6日に鳥取県と島根県の県境付近で発生した地震で、震央の深さ11km, 規模はMw6.6, 最大震度6強とされている。
- 気象庁(2000)によれば、鳥取県西部地震は、北西-南東走向の横ずれ(左横ずれ)断層による地震とされている。



PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC (%)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-16	16-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL (cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
HEATHING REAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

鳥取県西部地震の位置および震度分布 (USGS(2000))

鳥取県西部地震の震央分布図
(震基11-2-2)鳥取県西部地震メカニズム解
(気象庁(2000))

2.1 2000年鳥取県西部地震

R4.10.21 審査会合資料

敷地周辺・近傍と2000年鳥取県西部地震震源域との比較・評価

○鳥取県西部地震の震源域と敷地周辺について、「地域差」の観点で整理した結果、活断層の特徴、地質・地質構造等に地域差が認められることから、観測記録収集対象外とする。

【凡例】○：類似性有り，△：類似性低い～一部有り，×：類似性無し

項目	比較結果	鳥取県西部地震 震源域	敷地周辺・近傍
当該地域に分布する活断層の特徴	×	<ul style="list-style-type: none"> ・WNW-ESE方向の圧縮応力による横ずれ断層。 ・震源域周辺に活断層は記載されていない。 ・第四紀中期以降に新たな断層面を形成して、断層が発達しつつあり、活断層の発達過程としては初期な、いし未成熟な段階にある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・東西圧縮応力による逆断層。 ・敷地周辺には、<u>第四系の褶曲構造が断続的に分布し、それと調和的に分布する黒松内低地帯の活断層群や海域の断層群が認められ、地形・地質調査等から活断層の認定が可能である。</u>
地質・地質構造	×	<ul style="list-style-type: none"> ・白亜紀から古第三紀の花崗岩を主体としており、それらの中に新第三紀中新世に貫入した安山岩～玄武岩質の岩脈が頻繁に分布している。 ・岩脈の特徴として、貫入方向が今回の震源断層に平行である北西-南東方向であることが挙げられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地は、積丹半島西岸基部に位置し、敷地近傍には、<u>新第三系の古平層、神恵内層、第四系更新統の海成堆積物等が広く分布する。</u> ・積丹半島の<u>新第三系以下の地質構造は、大局的にNW-SE方向の背斜構造で特徴づけられる。</u> ・敷地近傍においては、<u>第四系更新統の海成堆積物は概ね水平に堆積する。</u>
地形面の発達状況	×	<ul style="list-style-type: none"> ・明瞭な断層変位基準の少ない地域である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地近傍には、<u>変位基準となる海成段丘面、河成段丘面、火山麓扇状地等が発達している。</u>
地震地体構造区分	×	<ul style="list-style-type: none"> ・異なる地体構造区分とされている。 ・10C5 中国山地・瀬戸内海(垣見ほか(2003)) 	<ul style="list-style-type: none"> ・8C 東北日本弧内帯(垣見ほか(2003))

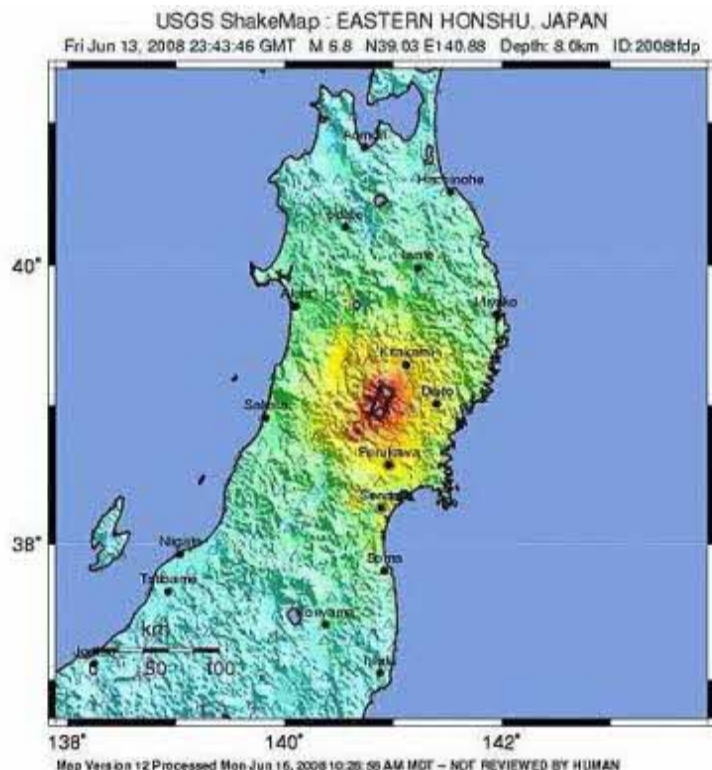
2. 2 2008年岩手・宮城内陸地震

2.2.1 2008年岩手・宮城内陸地震震源域との地域差の検討

R4.10.21 審査会合資料

2008年岩手・宮城内陸地震の概要

- 岩手・宮城内陸地震は、2008年6月14日に岩手県内陸南部の奥羽山地東縁で発生した地震で、震央の深さ8km、規模はMw6.9、最大震度6強とされている。
- この地震は、西北西－東南東方向に圧力軸を持つ西側隆起の逆断層により発生したとされる。



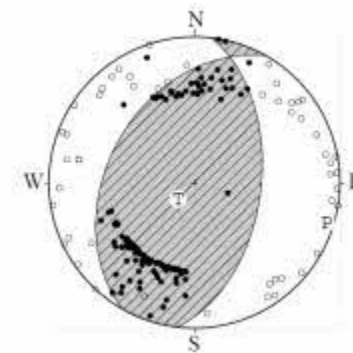
PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-18	18-39	39-78	78-156	>156
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

岩手・宮城内陸地震の位置および震度分布
(USGS(2008))

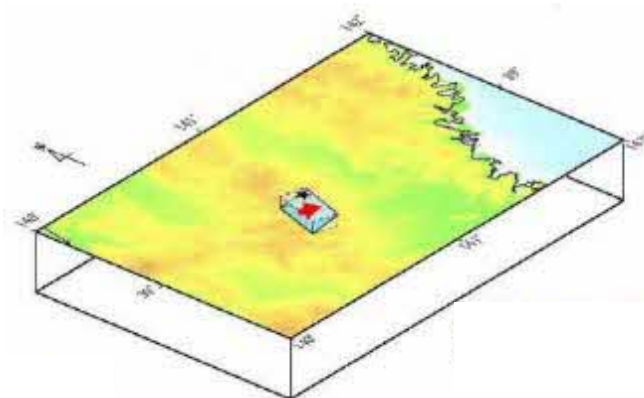


地形データには国土院の数字地図50mメッシュ(標高)、数字地図5000(行政界・海岸線)および日本海洋データセンターのJ-TRIP500を使用。

岩手・宮城内陸地震の震央分布図
(気象庁(2008))



岩手・宮城内陸地震メカニズム解
(気象庁(2008))



地殻変動から推定された断層モデル
(国土地理院(2008))

2.2.1 2008年岩手・宮城内陸地震震源域との地域差の検討

R4.10.21 審査会合資料

敷地周辺・近傍と2008年岩手・宮城内陸地震震源域との比較・評価

- 岩手・宮城内陸地震の震源域と敷地周辺について、「地域差」の観点で整理した結果、地形面の発達状況、ひずみ集中帯等に地域差が認められるものの、地質・地質構造等に一部で類似点も認められる。
- 更なる安全性向上の観点から、泊発電所が岩手・宮城内陸地震の震源域と同様、垣見ほか(2003)による地震地体構造区分8Cにあることを踏まえ、より保守的に岩手・宮城内陸地震を観測記録収集対象として選定し、観測記録の収集・検討を実施する。

【凡例】○:類似性有り, △:類似性低い~一部有り, ×:類似性無し

項目	比較結果	岩手・宮城内陸地震 震源域	敷地周辺・近傍
地質・地質構造	△	<ul style="list-style-type: none"> ・新第三紀以降の火山岩類および堆積岩類が広く分布する。 ・第四系の分布は限られる。 ・中新世以降～現在に形成された褶曲構造および断層が認められる。 ・断層の種類は、東西圧縮応力による逆断層型。 	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地は、積丹半島西岸基部に位置し、敷地近傍には、新第三系の古平層、神恵内層、第四系更新統の海成堆積物等が広く分布する。 ・積丹半島の新第三系以下の地質構造は、大局的にNW-SE方向の背斜構造で特徴づけられる。 ・敷地近傍においては、第四系更新統の海成堆積物は概ね水平に堆積し、活断層は認められない。 ・断層の種類は、東西圧縮応力による逆断層型。
地形面の発達状況	×	<ul style="list-style-type: none"> ・山間部に位置し、河成段丘が一部認められる程度であり、変位基準となる地形面の発達が良くない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地は沿岸部に位置し、敷地近傍には変位基準となる海成段丘面、河成段丘面、火山麓扇状地等が発達している。
ひずみ集中帯	×	<ul style="list-style-type: none"> ・地質学的ひずみ集中帯および測地学的ひずみ集中帯の領域内に位置する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地近傍は、地質学的ひずみ集中帯および測地学的ひずみ集中帯の領域内に位置しない。 ・敷地周辺は、敷地の西方が地質学的ひずみ集中帯の領域内に位置するが、測地学的ひずみ集中帯の領域内に位置しない。
カルデラの分布	×	<ul style="list-style-type: none"> ・新第三紀以降のカルデラの密集が認められる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地近傍には、カルデラは認められない。
地すべり地形の分布	×	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模地すべりを含む地すべり地形が多く認められる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地近傍には、大規模地すべり地形は認められない。
速度分布等	×	<ul style="list-style-type: none"> ・低速度領域に位置する。 ・震源域を含む本州北部内陸で、概ね地質学的ひずみ集中帯、若しくは、測地学的ひずみ集中帯に沿って、被害地震が発生している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地近傍は、高速度領域に位置する。 ・敷地周辺では、被害地震は発生していない。
地震地体構造区分	○	<ul style="list-style-type: none"> ・同一区分とされている文献も認められる。 ・8C 東北日本弧内帯(垣見ほか(2003)) 	<ul style="list-style-type: none"> ・8C 東北日本弧内帯(垣見ほか(2003))

2.2.2 2008年岩手・宮城内陸地震に関する検討

R4.10.21 審査会合資料

2008年岩手・宮城内陸地震に関する検討概要

【(1) 2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見】

- 岩手・宮城内陸地震に関する地震学的特徴を把握するため、震源域内の余震分布およびインバージョン解析・フォワード解析等の震源特性に関する要素に着目し、知見を収集・整理する。
 - 浅い位置でエネルギーの放出が行われたことが、震源域近傍のいくつかの観測点で大加速度が観測された大きな要因のひとつになっている可能性がある。
 - 一方で、震源等のモデル化に関して、観測記録の再現性の向上や複雑な破壊過程の要因特定などの課題が示されている知見もある。

⇒安全側の評価として、岩手・宮城内陸地震で得られた観測記録の収集・分析を実施する。



【(2) 地震観測記録の収集】

- 以下の条件で地震観測記録を収集する。
 - 防災科学技術研究所のK-NET観測点およびKiK-net観測点のうち、断層最短距離30km以内の観測点における観測記録(16地点)
 - 岩手・宮城内陸地震の震源近傍に位置する荒砥沢ダムおよび栗駒ダムの観測記録(2地点)
- 収集した観測記録について、以下の観測点で観測記録を抽出し、抽出された観測記録を考察する。
 - 加藤ほか(2004)の応答スペクトルを上回る記録
 - K-NET観測点については、上記の観測点に加え、AVS30 \geq 500m/sとなる記録

震源近傍の観測記録 (計18地点)

- | | | |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ①K-NET(8地点) ・AKT019(雄勝) ・AKT023(椿台) ・IWT010(一関) ・IWT011(水沢) ・IWT012(北上) ・IWT015(川尻) ・MYG004(築館) ・MYG005(鳴子) | <ul style="list-style-type: none"> ②KiK-net(8地点) ・AKTH04(東成瀬) ・AKTH06(雄勝) ・IWTH04(住田) ・IWTH20(花巻南) ・IWTH24(金ヶ崎) ・IWTH25(一関西) ・IWTH26(一関東) ・MYGH02(鳴子) | <ul style="list-style-type: none"> ③ダム(2地点) ・荒砥沢ダム ・栗駒ダム |
|---|--|---|



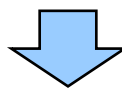
抽出した観測記録(計8地点)

- ・IWT010(一関)
- ・AKTH04(東成瀬)
- ・IWTH20(花巻南)
- ・IWTH24(金ヶ崎)
- ・IWTH25(一関西)
- ・IWTH26(一関東)
- ・荒砥沢ダム
- ・栗駒ダム

加藤ほか(2004)の応答
スペクトルを上回る。



- 抽出した観測記録について、記録の分析・評価を実施したうえで、基盤波の選定を実施する。



2.2.2 2008年岩手・宮城内陸地震に関する検討

R4.10.21 審査会合資料

【(3) 地震観測記録の分析・評価】

○観測記録を収集した結果、敷地に影響が大きいと考えられるものとして抽出した観測記録について、以下の記録の分析・評価を実施する。

- 地盤応答等による特異な影響の評価(地盤情報の収集, 各種知見の収集・整理, 相対的地盤増幅率の評価, 地質および速度構造に関する検討, 地形の影響に関する検討)
- 基盤波を算定するモデルの妥当性確認(観測記録を用いた地盤同定およびはぎとり解析, 地盤同定に関する検討(再現性の確認, 探索範囲等の変更, 中小地震を用いた検討))

抽出した観測記録(計8地点)

- ・IWT010(一関)
- ・AKTH04(東成瀬)
- ・IWTH20(花巻南)
- ・IWTH24(金ヶ崎)
- ・IWTH25(一関西)
- ・IWTH26(一関東)
- ・荒砥沢ダム
- ・栗駒ダム

- ・地盤応答等による特異な影響の評価
- ・基盤波を算定するモデルの妥当性確認

基盤波として選定可能

- ・IWT010(一関)
- ・IWTH20(花巻南)
- ・IWTH24(金ヶ崎)
- ・IWTH26(一関東)(水平)
- ・栗駒ダム(右岸地山)

基盤波として選定困難

- ・AKTH04(東成瀬)
- ・IWTH25(一関西)
- ・荒砥沢ダム

【(4) 基盤波の選定】

○基盤波として選定可能なIWT010(一関), IWTH20(花巻南), IWTH24(金ヶ崎), IWTH26(一関東)(水平)および栗駒ダム(右岸地山)の観測記録の比較より、保守的な基盤波を選定する。

基盤波として選定可能(5地点)

- ・IWT010(一関)
- ・IWTH20(花巻南)
- ・IWTH24(金ヶ崎)
- ・IWTH26(一関東)(水平)
- ・栗駒ダム(右岸地山)

基盤波として選定可能と考えられる記録から保守的な基盤波を選定

- ・IWTH24(金ヶ崎)
- ・IWTH26(一関東)(水平)
- ・栗駒ダム(右岸地山)

- 敷地の地盤物性に応じた基盤地震動を評価
⇒岩手・宮城内陸地震の震源を特定せず策定する地震動に考慮する基盤地震動として, IWTH24(金ヶ崎), IWTH26(一関東)(水平)のはぎとり波および栗駒ダム(右岸地山)の観測記録を採用する。

2.2.2 2008年岩手・宮城内陸地震に関する検討

R4.10.21 審査会合資料

【(5) 震源を特定せず策定する地震動に反映する地震動】

○岩手・宮城内陸地震の震源を特定せず策定する地震動への反映

これまでの検討結果を踏まえ、IWITH24(金ヶ崎)、IWITH26(一関東)(水平)および栗駒ダム(右岸地山)の基盤地震動を震源を特定せず策定する地震動に反映する。

また、以下の検討を行い、震源を特定せず策定する地震動を設定する。

- ・ IWITH26(一関東)におけるはぎとり解析のばらつきを評価する。
- ・ 参考として、震源域北側および東側と南側および西側の地震動を比較する。



IWITH26(一関東)(水平)の採用地震動の最大加速度とはぎとり地震動の最大加速度の平均+1σとの比は、NS方向で1.03となることから、安全側の対応として、採用するすべての地震動にこの比を考慮するものとする。

さらに、震源を特定せず策定する地震動としては、原子力発電所の重要性を鑑み、以下の保守性を考慮するものとする。



観測点	基盤地震動 最大加速度 (Gal)			ばらつきを 考慮	ばらつきを考慮した地震動 最大加速度 (Gal)			保守性を 考慮	震源を特定せず策定する地震動 最大加速度 (Gal)		
	水平		鉛直		水平		鉛直		水平		鉛直
	NS方向 ダム軸方向	EW方向 上下流方向			NS方向 ダム軸方向	EW方向 上下流方向			NS方向 ダム軸方向	EW方向 上下流方向	
IWITH24(金ヶ崎)	401	370	279	⇒	413	381	287	⇒	430	400	300
IWITH26(一関東)	511	476	-	⇒	528	490	-	⇒	540	500	-
栗駒ダム(右岸地山)	421	463	298	⇒	434	477	307	⇒	450	490	320



【(6) 中長期的な取り組みと知見等の確認】

○岩手・宮城内陸地震の地震動評価に関して、平成27年10月審査会合以降の震源特性の把握および地盤特性の把握に向けた取り組み成果を含む知見や他サイトの審査実績を確認し、これまでの地震動評価結果に反映すべき知見等の有無を整理する。

- 芝(2021)および東ほか(2021)では、大加速度が観測された要因として、SMGAの分布が浅かったこと、IWITH25(一関西)では深部地盤の不整形性が影響している可能性があることが指摘されており、震源特性および地盤特性の両面の影響を確認している。
- しかしながら、基盤波として選定困難と判断した観測点(IWITH25(一関西)ほか)において信頼性の高い基盤地震動を評価するためのはぎとり波の算出等には至っていないことから、信頼性の高い基盤地震動が評価できる知見は得られていないと考えている。

⇒岩手・宮城内陸地震の震源を特定せず策定する地震動として、平成27年10月23日第286回審査会合において説明した地震動を用いることとする。

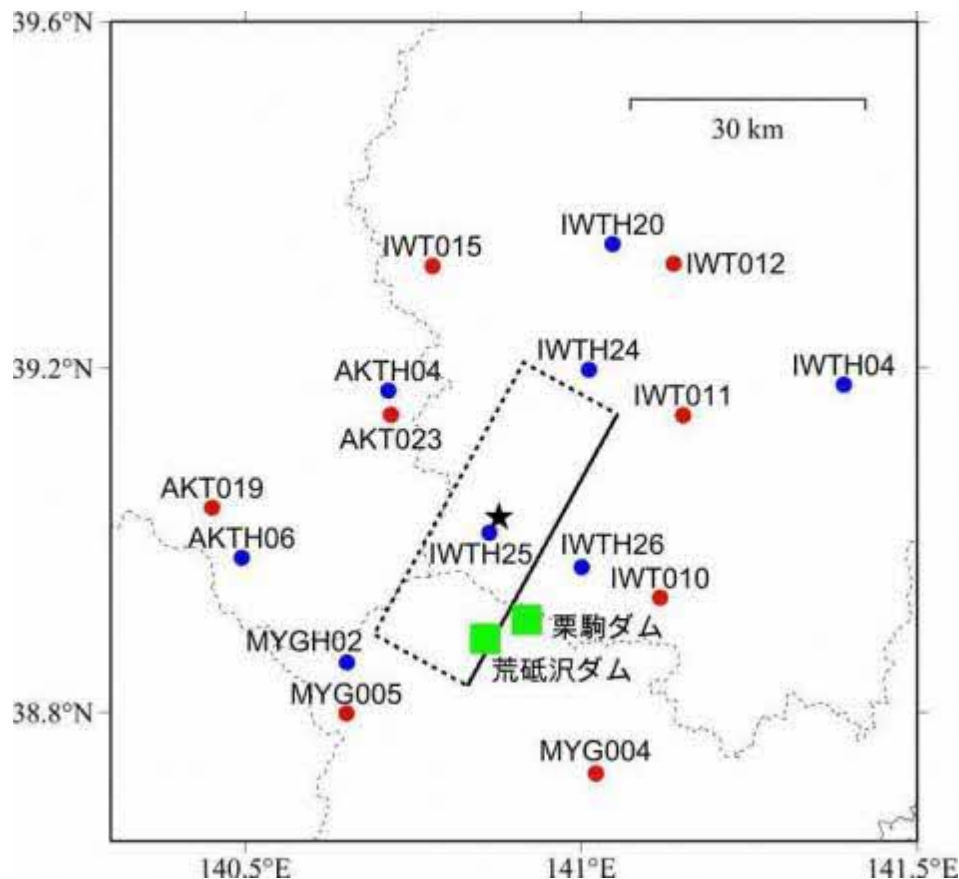
(2) 地震観測記録の収集

R4.10.21 審査会合資料

地震観測記録の収集対象

- 防災科学技術研究所のK-NET観測点およびKiK-net観測点のうち、断層最短距離30km以内の観測点を対象に収集する。(16地点)
- あわせて、本地震の震源近傍に位置している荒砥沢ダム、栗駒ダムの地震観測記録も収集する。(2地点)
(ダムの観測記録については、宮城県より受領)

2008年岩手・宮城内陸地震の震源位置と周辺観測点



		観測地点名	
K-NET (8地点)	AKT019	雄勝	
	AKT023	樺台	
	IWT010	一関	
	IWT011	水沢	
	IWT012	北上	
	IWT015	川尻	
	MYG004	築館	
	MYG005	鳴子	
KiK-net (8地点)	AKTH04	東成瀬	
	AKTH06	雄勝	
	IWTH04	住田	
	IWTH20	花巻南	
	IWTH24	金ヶ崎	
	IWTH25	一関西	
	IWTH26	一関東	
	MYGH02	鳴子	
ダム (2地点)	-	荒砥沢ダム	
	-	栗駒ダム	

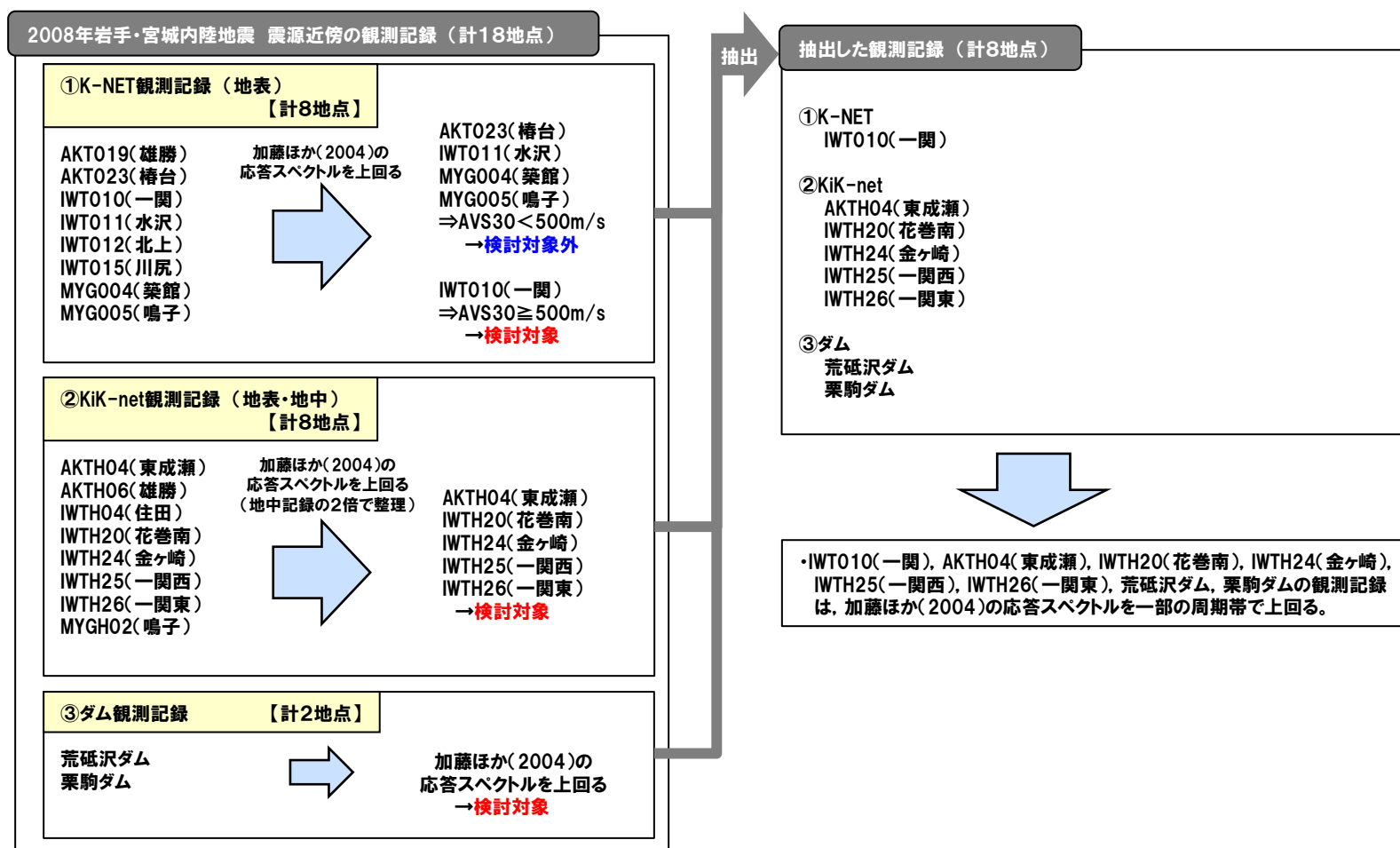
(2) 地震観測記録の収集

R4.10.21 審査会合資料

地震観測記録の収集・検討

- 収集した観測記録について、以下の観点で観測記録を抽出し、抽出された観測記録の考察を行う。
- ・加藤ほか(2004)の応答スペクトルを上回る記録(KiK-net観測点の記録は、地中記録の2倍で整理)
 - ・K-NET観測点については、上記の観点に加えAVS30※が500m/sを上回っている観測点における記録

※地表から深さ30mまでの平均S波速度

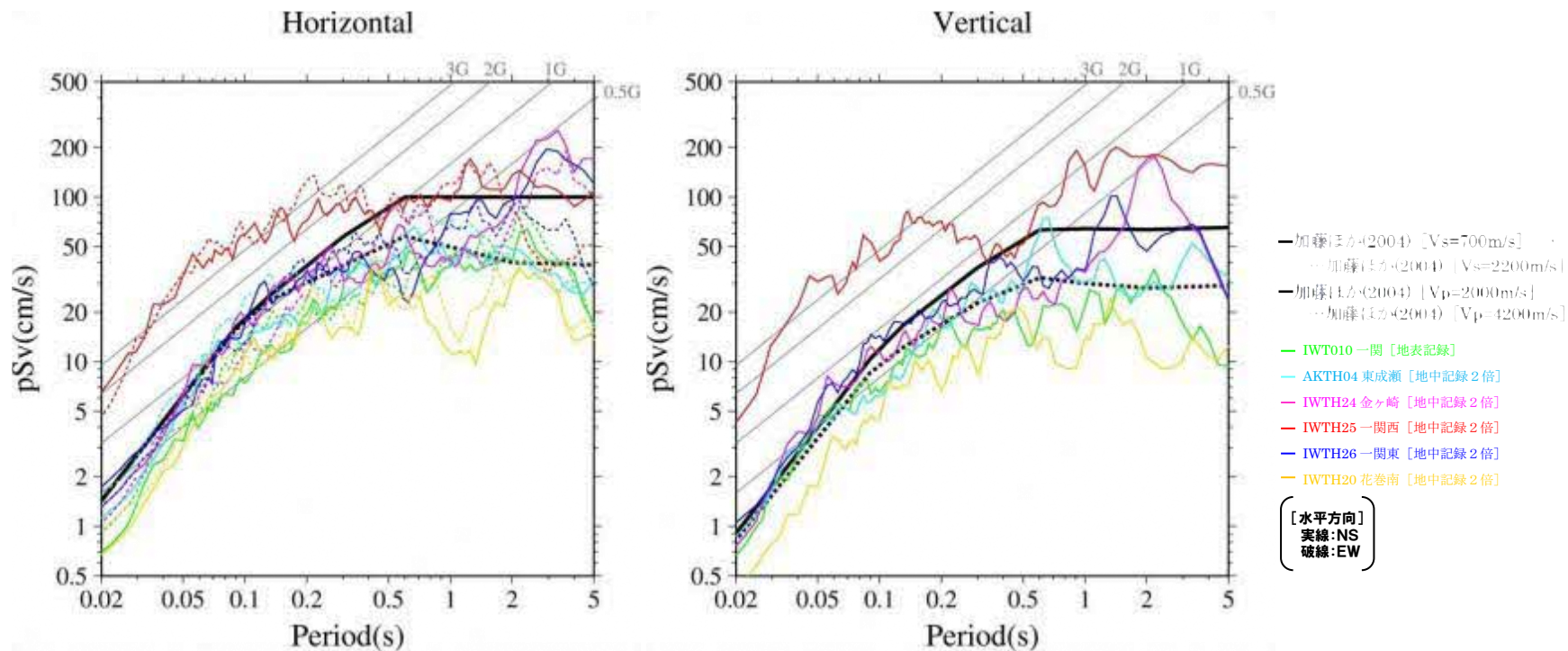


(2) 地震観測記録の収集

R4.10.21 審査会合資料

地震観測記録の収集 まとめ

○抽出された観測記録の応答スペクトルと加藤ほか(2004)の応答スペクトルについて比較する。

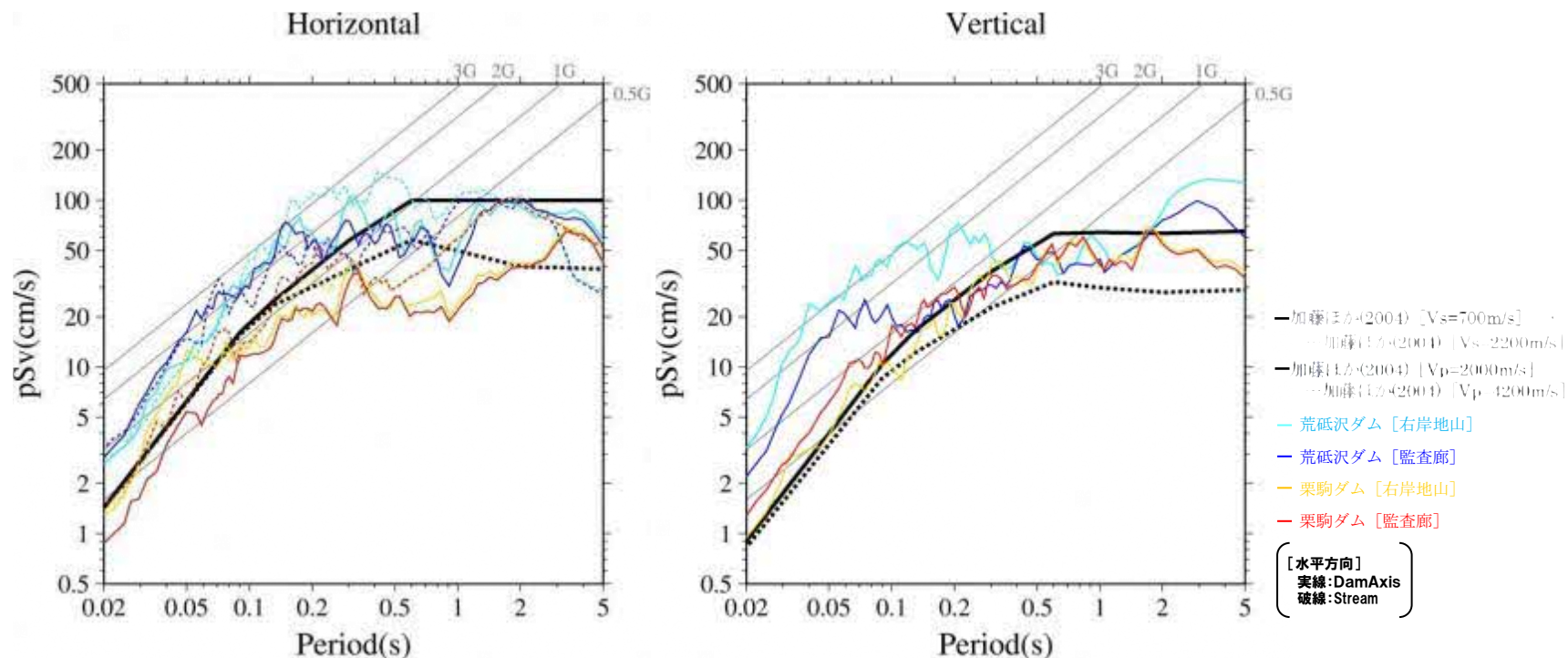


観測記録(K-NETおよびKiK-net)の応答スペクトルと加藤ほか(2004)による応答スペクトルの比較

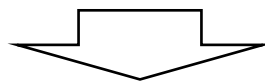
(2) 地震観測記録の収集

R4.10.21 審査会合資料

地震観測記録の収集 まとめ



観測記録(ダム)の応答スペクトルと加藤ほか(2004)による応答スペクトルの比較

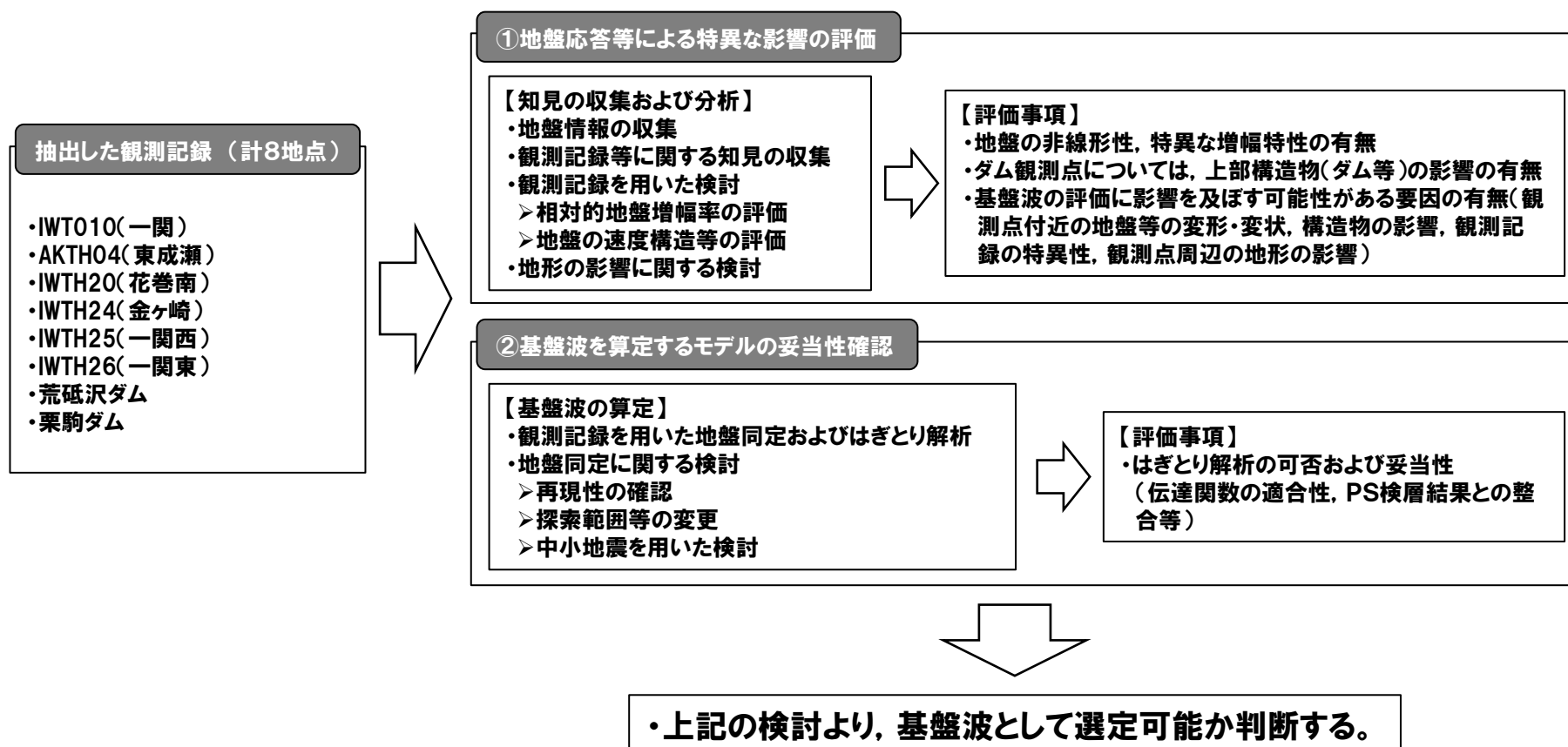


○IWT010(一関), AKTH04(東成瀬), IWTH20(花巻南), IWTH24(金ヶ崎), IWTH25(一関西), IWTH26(一関東), 荒砥沢ダム, 栗駒ダムの観測記録は, 加藤ほか(2004)の応答スペクトルを一部の周期帯で上回る。

(3) 地震観測記録の分析・評価

R4.10.21 審査会合資料

- 前項の観測記録の収集において、敷地に及ぼす影響が大きいと考えられるものとして抽出した観測記録について、以下の観点で記録の分析・評価を実施する。
- ・地盤応答等による特異な影響の評価(地盤情報の収集, 各種知見の収集・整理, 相対的地盤増幅率の評価, 地質および速度構造に関する検討, 地形の影響に関する検討)
 - ・基盤波を算定するモデルの妥当性確認(観測記録を用いた地盤同定およびはぎとり解析, 地盤同定に関する検討(再現性の確認, 探索範囲等の変更, 中小地震を用いた検討))

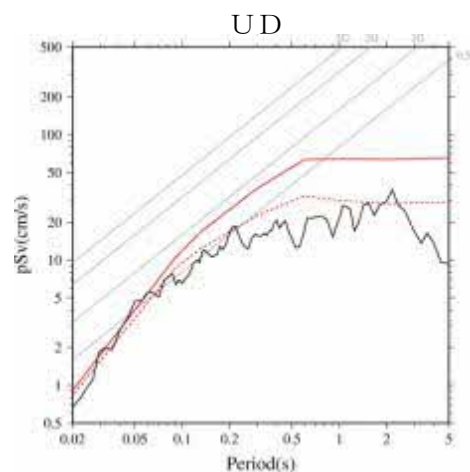
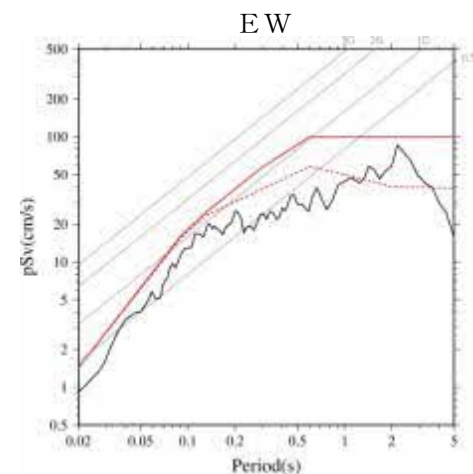
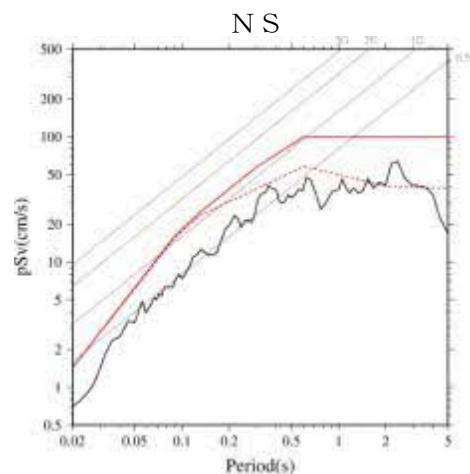
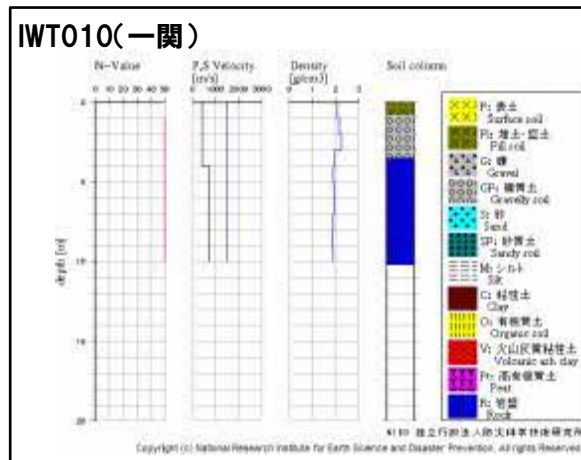


(3) 地震観測記録の分析・評価 K-NET観測点

R4.10.21 審査会合資料

K-NET観測点に関する検討

○K-NET観測点のうち、加藤ほか(2004)の応答スペクトルを上回る観測記録(IWT010(一関))について、地盤情報を収集整理し、基盤地震動としての評価を実施する。

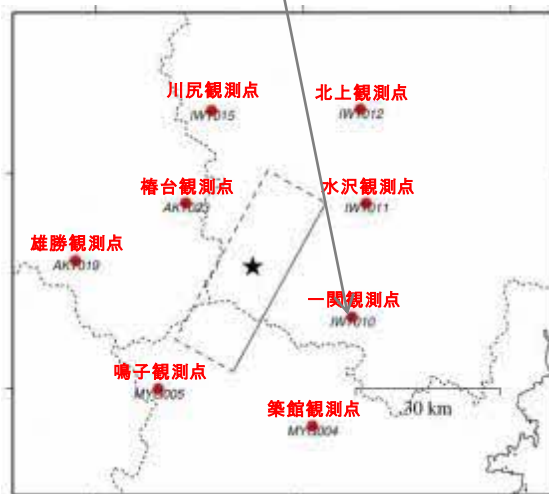


— IWT010一関

— 加藤ほか(2004) [Vs=700m/s] ... 加藤ほか(2004) [Vs=2200m/s]

— 加藤ほか(2004) [Vp=2000m/s] ... 加藤ほか(2004) [Vp=4200m/s]

○IWT010(一関)は、表層のVsは430m/sであるが、深さ4mでVs=730m/sの層となっており、観測記録の応答スペクトルは、一部の周期帯で加藤ほか(2004)を上回る。

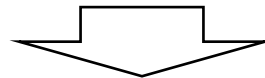


(3) 地震観測記録の分析・評価 KiK-net一関西観測点

R4.10.21 審査会合資料

KiK-net一関西観測点 まとめ

- Aoi et al.(2008)は、一関西観測点において非常に大きな加速度(上下動)が記録されたことに加えて、上向きの地震動の振幅が下向きの2倍以上も大きいという、明瞭に上下非対称な波形形状を示していることを指摘し、このような現象を説明するために、地盤が示す拳動をトランポリンのような性質をもつものとして説明する新しい物理モデルを提示している。
- 大町ほか(2011)は、一関西観測点の地表で観測された極めて大きな強震記録(上下動)は、地震観測小屋がロッキング振動で浮き上がり、地面と再接触した際の衝撃力の影響が強く反映している可能性が高いと指摘。
- 入倉ほか(2008)は、余震記録および本震記録より地中地震計設置層から地表までの理論伝達関数を評価し、地中の観測記録から地表の地震動を推定している。推定された地表の地震動は、ほぼ観測記録に対応するが、観測記録に見られる上下動の非対称性は説明できず、別の原因(例えば、トランポリン効果など)を考える必要があると指摘。
- 観測記録に関する検討より、IWTH25(一関西)は、本震震源域南部で発生する地震に対して、他の観測点よりも大きく増幅する地域と考えられる。



- IWTH25(一関西)については、地表記録にトランポリン効果、ロッキング振動の影響などが含まれており、観測記録の伝達関数を用いた地盤同定によるはぎとり波の算定は困難と考えられること、IWTH25(一関西)が本震震源域南部で発生する地震に対して、他の観測点よりも大きく増幅する地域と考えられることから、信頼性の高い基盤地震動の評価は困難である。

(3) 地震観測記録の分析・評価 KiK-net東成瀬観測点

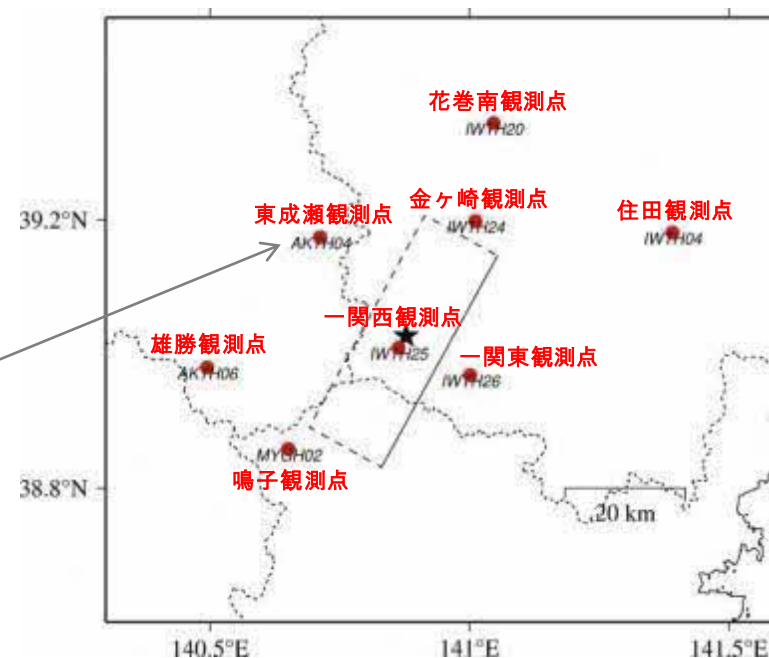
R4.10.21 審査会合資料

KiK-net東成瀬観測点に関する検討

○KiK-net観測点のうち、加藤ほか(2004)の応答スペクトルを上回る観測記録(AKTH04(東成瀬))について、基盤地震動を評価することを目的とした観測記録のはぎとり解析を実施する。

AKTH04(東成瀬)

深 尺 (m)	保 高 (m)	深 埋 式 (m)	性 質 別 区 分	年 代	P-S波層厚					P波 速度 (m/s)	S波 速度 (m/s)	備考 事項
					区間速度(2波)		区間速度(5波)					
					1000	2000	3000	4000	5000			
0			0000							300	150	
10			0000							980	490	
20	100.0	100.0	0000							3000	1500	
30			0000							3000	1500	
40			0000							3000	1500	
50			0000							3000	1500	
60			0000							3000	1500	
70			0000							3000	1500	
80			0000							3000	1500	
90			0000							3000	1500	
100			0000							3000	1500	



(3) 地震観測記録の分析・評価 KiK-net東成瀬観測点

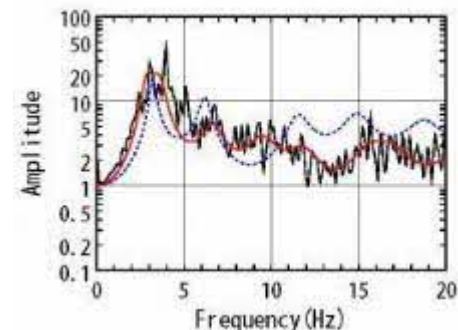
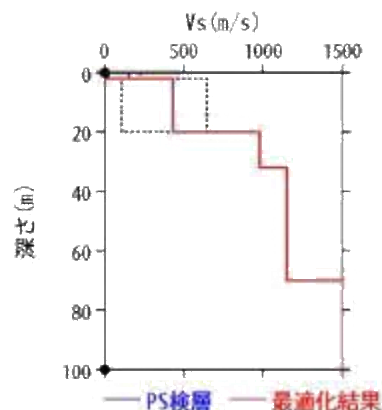
R4.10.21 審査会合資料

AKTH04(東成瀬)

- AKTH04(東成瀬)の観測記録について、KiK-netボーリングデータを初期値として、観測記録の伝達関数を再現できるように地盤同定を実施。
- 得られた地盤モデルは、水平方向において表層のVsが極端に小さい。また、鉛直方向においては、観測記録の伝達関数を再現できていない。

地盤同定結果(水平)

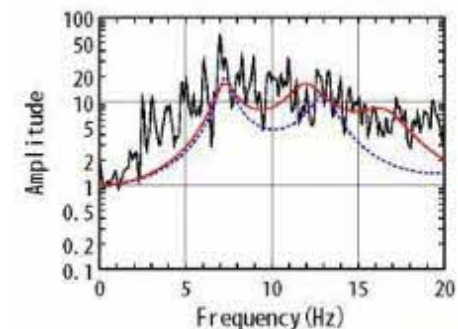
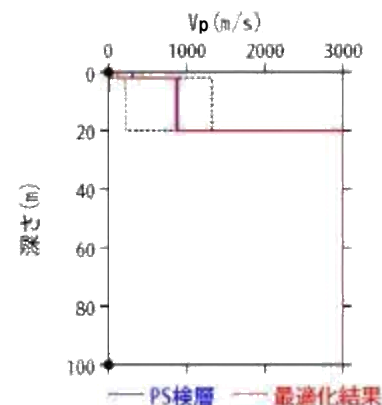
No	THK (m)	DEP (m)	Den (g/cm ³)	S波速度(m/s)					減衰定数	
				Initial	Lower	Upper	Optimized	Opt./Ini.	ho	α
1	2	0	1.64	150	15	225	25	0.17	0.142	0.283
2	18	2	1.64	430	108	645	433	1.01		
3	12	20	2.22	980	980	980	980	1.00		
4	38	32	2.22	1150	1150	1150	1150	1.00		
5	30	70	2.22	1500	1500	1500	1500	1.00		
6	—	100	2.22	1500	1500	1500	1500	1.00		



伝達関数の比較(水平)

地盤同定結果(鉛直)

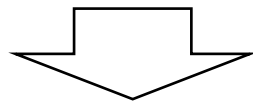
No	THK (m)	DEP (m)	Den (g/cm ³)	P波速度(m/s)					減衰定数	
				Initial	Lower	Upper	Optimized	Opt./Ini.	ho	α
1	2	0	1.64	300	30	450	116	0.39	0.078	0.000
2	18	2	1.64	880	220	1320	861	0.98		
3	12	20	2.22	3000	3000	3000	3000	1.00		
4	38	32	2.22	3000	3000	3000	3000	1.00		
5	30	70	2.22	3000	3000	3000	3000	1.00		
6	—	100	2.22	3000	3000	3000	3000	1.00		



伝達関数の比較(鉛直)

AKTH04(東成瀬)観測点に関する詳細検討

○AKTH04(東成瀬)観測点については、岩手・宮城内陸地震の本震記録を用いて、観測記録のはぎとり解析のための地盤同定を実施したが、得られた地盤モデルは、水平方向において表層のVsが極端に小さいことや鉛直方向において観測記録の伝達関数を再現できていないことから、信頼性の高い基盤地震動の評価は困難であると判断している。



- 上記の検討を踏まえ、観測記録のはぎとり解析のための地盤同定について、検討条件を変えた以下の検討を行った。
- 本震を用いた地盤同定に関する検討(再現性の確認)
 - 本震を用いた地盤同定に関する検討(探索範囲等の変更)
 - 中小地震を用いた地盤同定に関する検討
 - 地形の影響に関する検討

(3) 地震観測記録の分析・評価 KiK-net東成瀬観測点

R4.10.21 審査会合資料

KiK-net東成瀬観測点 まとめ

【本震記録を用いた検討】

○AKTH04(東成瀬)観測点について、本震記録を用いて観測記録のはぎとり解析のための地盤同定を実施した結果、得られた地盤モデルのうち水平方向については、表層のVsが極端に小さい。また、鉛直方向については、観測記録の伝達関数を再現できていない。

【詳細検討】

①本震記録を用いた検討

- ・本震記録を用いた地盤同定により得られた地盤モデルを用いて、応答スペクトルの再現性を確認した結果、水平および鉛直ともに地表記録を再現できていない。
- ・探索範囲等を変更し地盤同定を実施した結果、得られた地盤モデルのうち水平方向については、従来の同定結果と同様に表層のVsが極端に小さい。また、鉛直方向については、観測記録の伝達関数を再現できていない。

②中小地震記録を用いた検討

- ・本震および中小地震の地表記録を用いたH/Vスペクトルより、本震記録に地盤の非線形性の影響が含まれていると考えられる。
- ・中小地震を用いて線形領域における地盤同定を実施した結果、得られた地盤モデルは、水平・鉛直とも観測記録の伝達関数を再現できていないことから、1次元波動論によるはぎとり解析の適用が困難である。

③地形の影響に関する検討

- ・2次元地盤モデルと1次元地盤モデルの伝達関数に差異がみられることから、AKTH04(東成瀬)観測点の観測記録には、周辺地形による影響が含まれているものと考えられる。

○AKTH04(東成瀬)については、観測記録に地盤の非線形性の影響、周辺地形による影響が含まれており、観測記録と整合する地盤モデルが同定できず、地表記録も再現できていないことから、信頼性の高い基盤地震動の評価は困難である。

(3) 地震観測記録の分析・評価 KiK-net花巻南観測点

R4.10.21 審査会合資料

KiK-net花巻南観測点に関する検討

○KiK-net観測点のうち、加藤ほか(2004)の応答スペクトルを上回る観測記録(IWTH20(花巻南))について、基盤地震動を評価することを目的とした観測記録のはぎとり解析を実施する。

IWTH20(花巻南)

