

2. 2008年岩手・宮城内陸地震に関する検討

2. 2008年岩手・宮城内陸地震に関する検討

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

2008年岩手・宮城内陸地震に関する検討概要

【2.1 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。
- ⇒広範囲で得られたそれぞれの観測記録を説明できるモデルとしては、現時点で十分ではない。

【課題1】⇒中長期的取り組み

- 上記を踏まえると、岩手・宮城内陸地震の基盤地震動評価に震源の面的な拡がりや震源の複雑な破壊過程による観測記録への影響が考えられることから、広範囲で得られた観測記録と整合する震源の評価(震源モデルの構築)を行い、震源特性を明らかにする必要がある。

- しかしながら、震源等のモデル化に関する精緻化には、相応の期間が必要である。
- 更に岩手・宮城内陸地震の取り扱いに関して、中央防災会議においても更なる検討が必要であるとしている。

当社としては、安全側の評価として、2008年岩手・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。

【2.2 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、 $AVS30 \geq 500\text{m/s}$ となる記録

震源近傍の観測記録 (計18地点)

- | | | |
|-------------|---------------|----------|
| ①K-NET(8地点) | ②KiK-net(8地点) | ③ダム(2地点) |
| ・AKT019(雄勝) | ・AKTH04(東成瀬) | ・荒砥沢ダム |
| ・AKT023(椿台) | ・AKTH06(雄勝) | ・栗駒ダム |
| ・IWT010(一関) | ・IWTH04(住田) | |
| ・IWT011(水沢) | ・IWTH20(花巻南) | |
| ・IWT012(北上) | ・IWTH24(金ヶ崎) | |
| ・IWT015(川尻) | ・IWTH25(一関西) | |
| ・MYG004(築館) | ・IWTH26(一関東) | |
| ・MYG005(鳴子) | ・MYGH02(鳴子) | |

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。

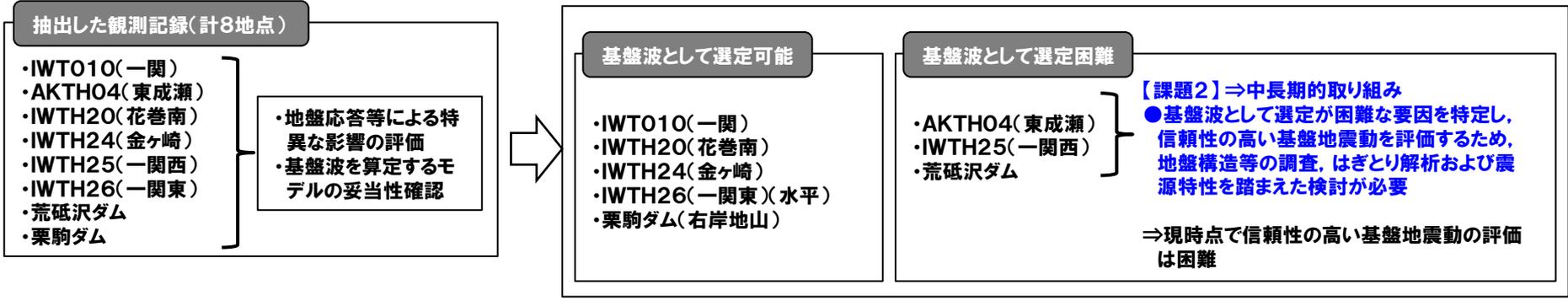
2. 2008年岩手・宮城内陸地震に関する検討

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

【2.3 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。

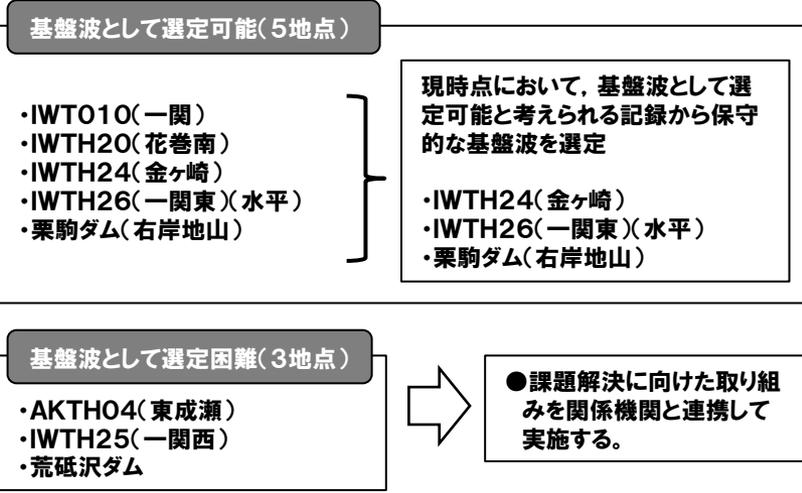
- 地盤応答等による特異な影響の評価(地盤情報の収集, 各種知見の収集・整理, 相対的地盤増幅率の評価, 地質および速度構造に関する検討, 地形の影響に関する検討)
- 基盤波を算定するモデルの妥当性確認(観測記録を用いた地盤同定およびはぎとり解析, 地盤同定に関する検討(再現性の確認, 探索範囲等の変更, 中小地震を用いた検討))



【2.4 基盤波の選定】

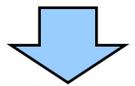
岩手・宮城内陸地震については、震源モデルおよび地盤増幅特性に関する課題を解明する必要があるが、検討には相応の期間を要するため、安全側の評価として、現時点の知見に基づき可能な限り観測記録を採用する。

採用が困難な観測記録についても更なる安全性向上のため、分析・検討を継続的に実施し、その成果を地震動評価に反映する。



●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、現時点の知見に基づき可能な限り観測記録を採用することとし、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. 2008年岩手・宮城内陸地震に関する検討

【2.5 震源を特定せず策定する地震動に反映する地震動】

●2008年岩手・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、IWTH24(金ヶ崎)、IWTH26(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。

- ・IWTH26(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。



IWTH26(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、現時点において、震源域の広範囲な観測記録を説明できる震源モデルや震源特性に関する知見が十分でないことを踏まえ、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	
IWTH24(金ヶ崎)	401	370	279	⇒	413	381	287	⇒	430	400	300
IWTH26(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



【2.6 中長期的な取り組み】

●地震学的知見を踏まえると、岩手・宮城内陸地震の基盤地震動評価に震源の面的な拡がりや震源の複雑な破壊過程による各観測記録への影響が考えられることから、広範囲で得られた観測記録と整合する震源の評価(震源モデルの構築)を行い、震源特性を明らかにする必要がある。

●現時点において信頼性の高い基盤地震動の評価が困難であると判断された観測点について、基盤波として選定が困難な要因を特定し、信頼性の高い基盤地震動を評価するため、地盤構造等の調査、はぎとり解析および震源特性を踏まえた検討が必要。



【課題解決に向けた取り組み】

- 広範囲で得られた観測記録と整合する震源の評価(震源モデルの構築)を行い、震源特性を明らかにする。
- 現時点において信頼性の高い基盤地震動の評価が困難であると判断された観測点については、各観測点に関する更なる知見(地盤情報等)を収集する。
- 上記を踏まえ、震源特性および地盤情報等を考慮した信頼性の高い基盤地震動を評価する。



- ・震源や地盤等のパラメータの精緻化と観測記録との再現性向上
- ・震源域全体の地盤構造等の各種調査
- ・観測点の地盤調査を含めたはぎとり解析等
- ・上記の検討を踏まえた信頼性の高い基盤波の算定

●なお、地質・地形学的知見に基づいた震源特定に関する知見拡充調査・検討についても、関係機関と連携して検討を進める。



●震源モデル・地盤増幅特性に関して、関係機関と連携して検討を進めている。

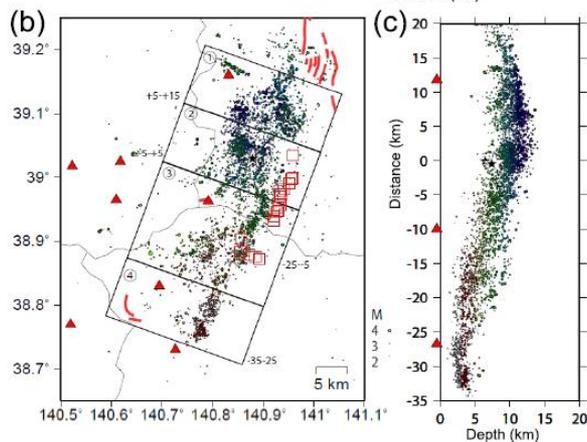
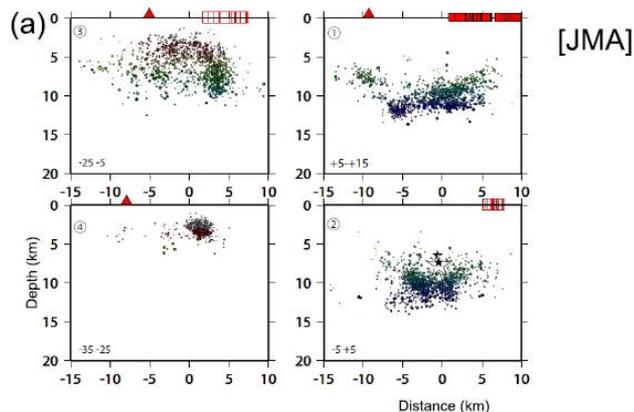
●今後も継続して検討に取り組み、これらの成果を地震動評価に適切に反映させていく。

2.1 2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見

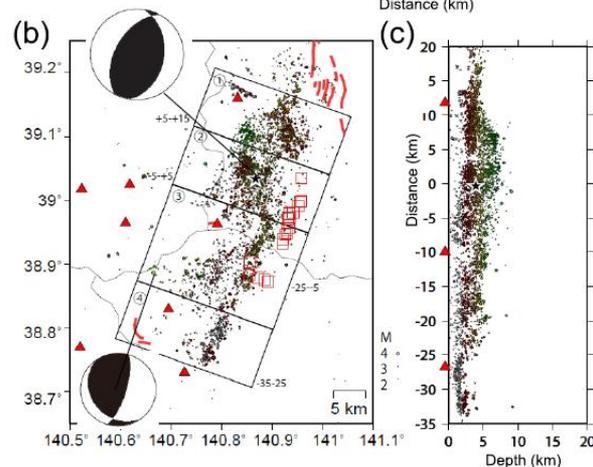
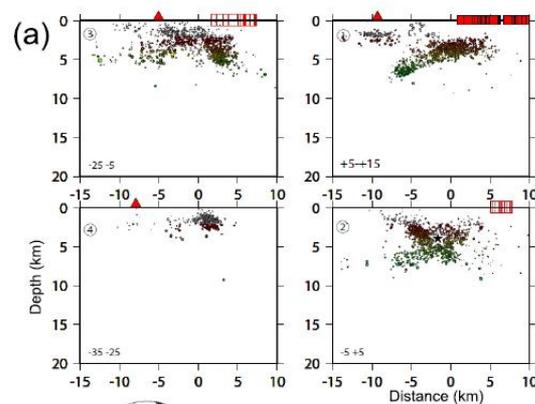
再掲 (H27.6.12審査会合資料)

余震分布に関する既往の研究 (Okada et al. (2012))

- 2008年岩手・宮城内陸地震の気象庁一元化震源による余震分布は、上端、下端とも浅い特徴を有している。また、Okada et al. (2012)は、緻密な臨時地震観測網の記録を用いて震源の再決定を行っており、気象庁一元化震源よりも系統的に更に浅くなることを示している。
- 再決定された余震分布から、ごく浅部の地表付近が余震分布上端と考えられる。



気象庁一元化震源



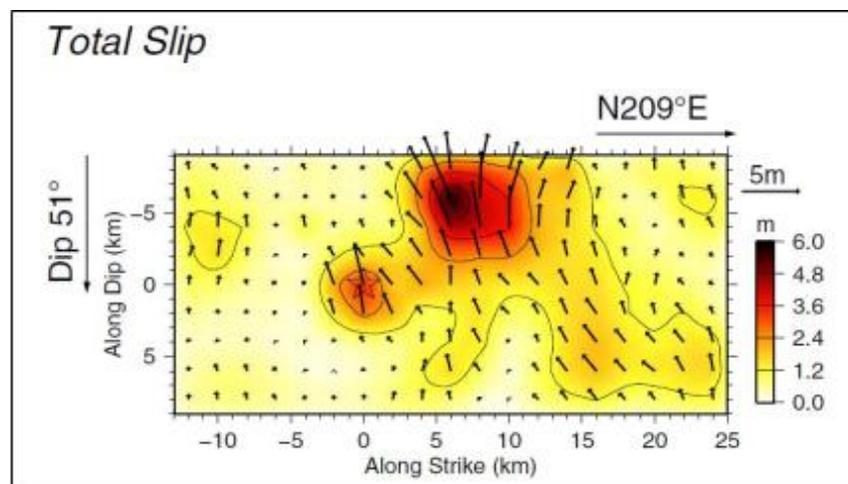
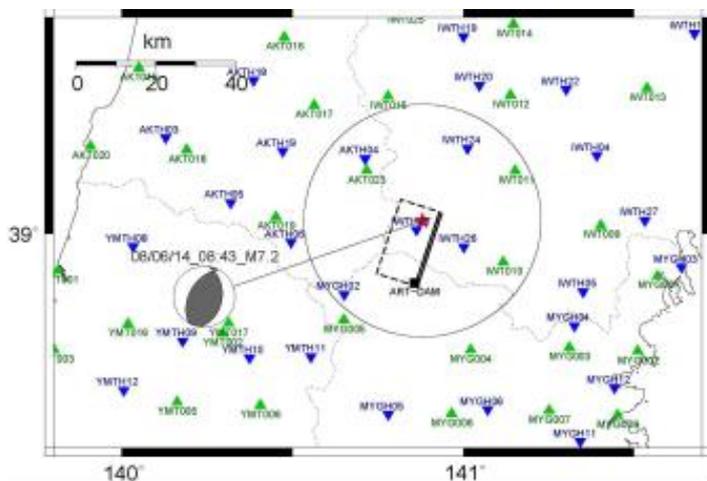
Okada et al. (2012)による震源再決定

2.1 2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

インバージョン解析に関する既往の知見 (Asano and Iwata(2011))

- 2008年岩手・宮城内陸地震の強震動シミュレーション解析はこれまでも多くの研究者が実施しているが、荒砥沢ダム記録も含めた検討としては、Asano and Iwata(2011)のインバージョン解析がある。この検討では、すべり量の大きい箇所は浅部に決定されている。



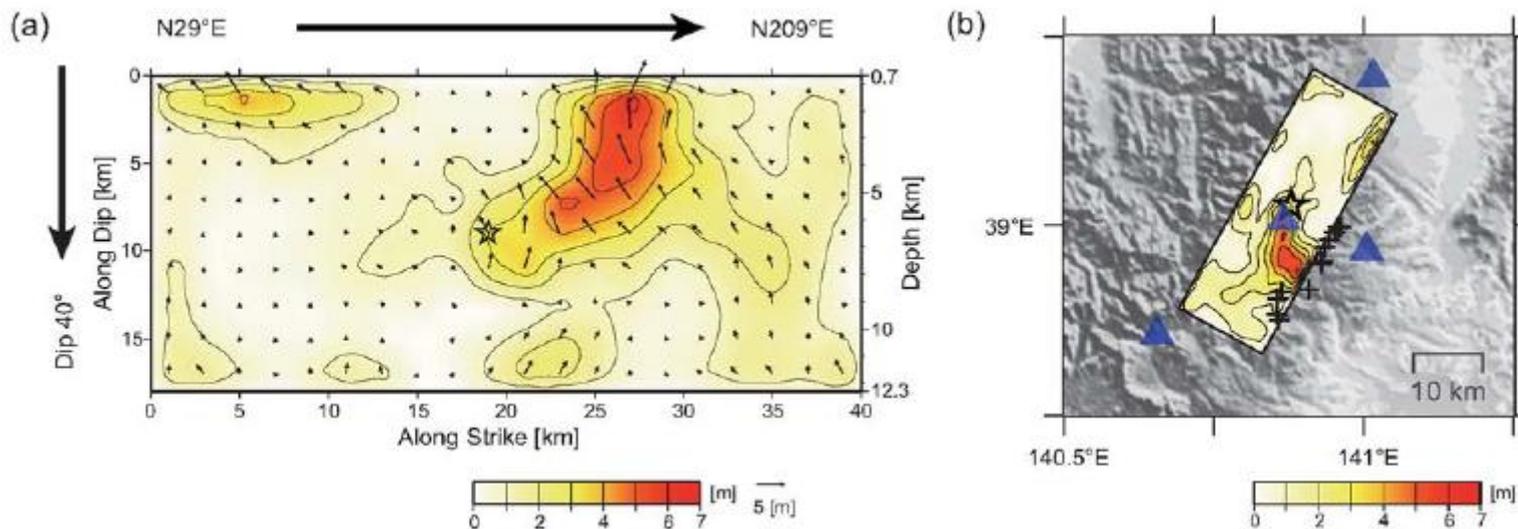
Asano and Iwata(2011)のインバージョンモデル

2.1 2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

インバージョン解析に関する既往の知見 (Suzuki et al. (2010))

- Suzuki et al. (2010)では、震源極近傍の強震動記録を用いて、インバージョン解析を実施している。
- この検討では、すべり量の大きい箇所は浅部に決定されている。
- IWTH25(一関西)で観測された大きな最大加速度は、特に南部の浅い位置にある大きなすべり域から生成されたとしている。なお、ダム観測点については、検討対象外となっている。

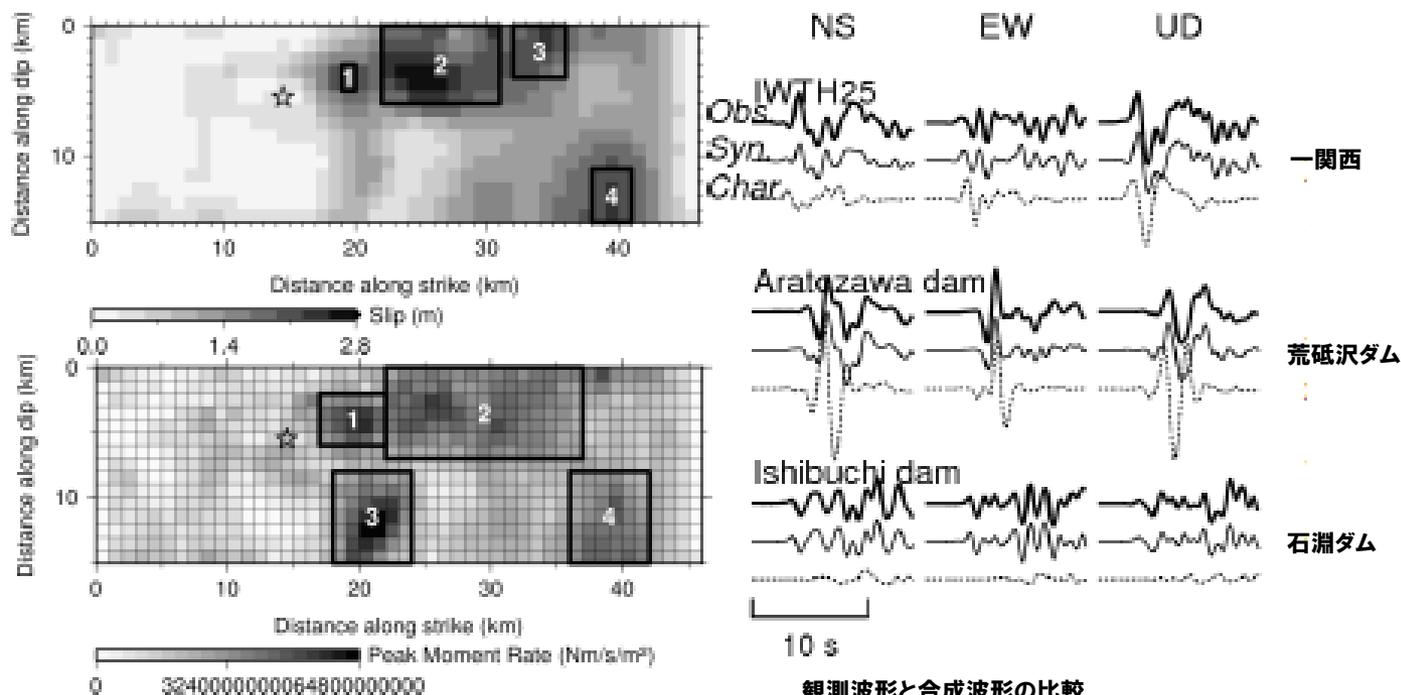


2.1 2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

インバージョン解析に関する既往の知見 (吉田ほか(2014))

- 吉田ほか(2014)では、震源極近傍の強震動記録を用いて、震源モデルを構築し、震源近傍での地震動記録の再現を試みている。
- この検討では、すべり量分布および最大すべり速度(PMR)分布を参考に特性化震源モデルを構築した結果、浅部に大きなアスペリティが設定されている。
- すべり量より構築した特性化震源モデルは、IWITH25(一関西)の観測波形は説明できなかったとしている。
- PMR分布より構築した特性化震源モデルは、IWITH25(一関西)および荒砥沢ダムを含む多くの観測点での観測波形を説明できたものの、記録を再現できていない観測点もあり、さらに検討を進めているとしている。



(上)すべり量分布
(下)PMR分布. 両分布は右側が走向方向(南側)

観測波形と合成波形の比較

Obs(太実線):観測波形

Syn(実線):逆解析モデルからの合成波形

Char(点線):特性化震源モデルからの合成波形

2.1 2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

インバージョン解析に関する既往の知見 (引間・瀬瀬(2013))

- 引間・瀬瀬(2013)では、西傾斜の断層面に加えて、東傾斜の断層面を仮定し、強震波形とGPSデータにより震源過程を推定している。
- この検討では、すべり量の大きい箇所が震源の南側かつ、東傾斜の断層面の浅部に決定されており、断層極近傍のデータを含めて、観測値の再現が従来(引間・他(2008))よりも向上したとしている。
- 東傾斜の断層面が存在する可能性が高いという結果が得られたが、このような極めて複雑な破壊過程の要因は現状では不明であり、可能性として火山地域の地質・応力等の条件の影響を受けている可能性が考えられるとしている。なお、ダム観測点については、検討対象外となっている。

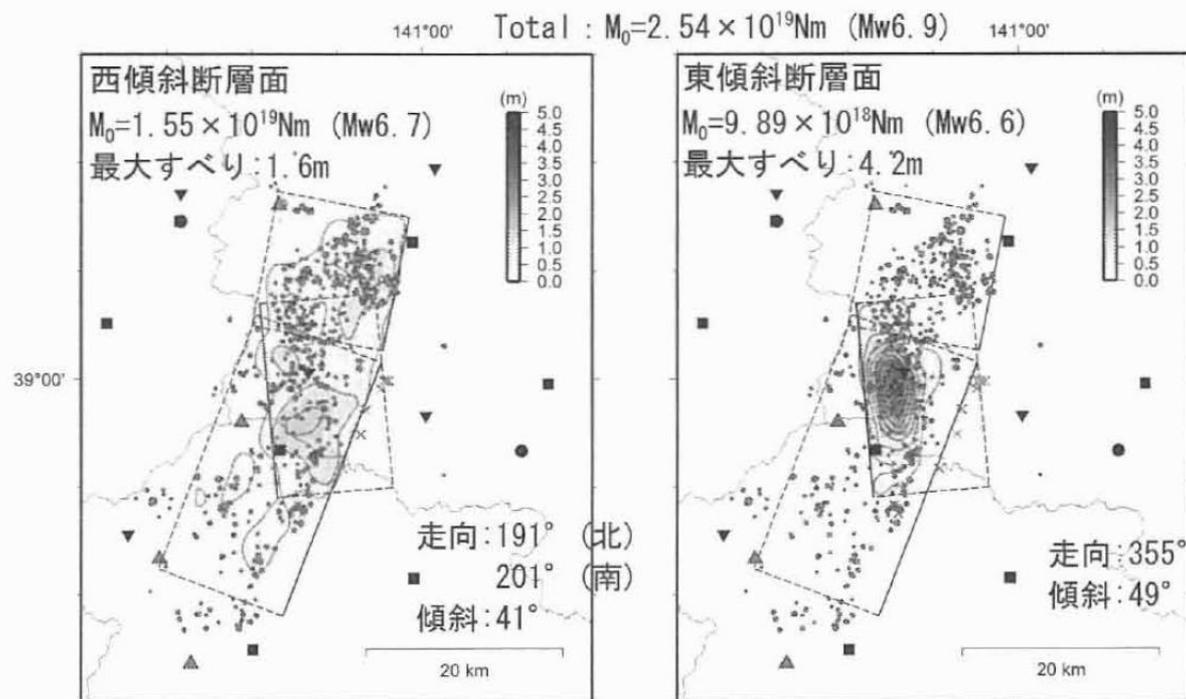


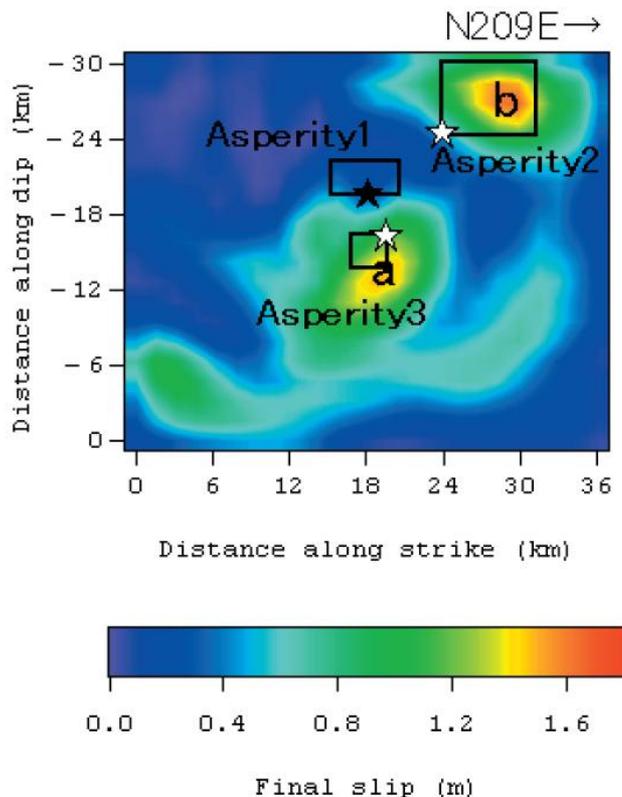
図 強震波形・GPSのジョイントインバージョンにより得られたすべり分布。余震を合わせて示す。☆:破壊開始点, ▲:火山, ●:K-NET, ▼:KiK-net, ■:GEONET。

2.1 2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

フォワード解析に関する既往の知見 (野津(2011))

- 野津(2011)では、2008年岩手・宮城内陸地震におけるやや短周期帯域の地震動を再現するのに適した特性化震源モデルを作成している。
- この検討では、野津(2010)における波形インバージョンで得られたすべり量分布を参考に3つのアスペリティを設定しており、最も面積の大きいアスペリティは、浅部に設定されている。
- 作成された特性化震源モデルによりK-NET観測点およびKiK-net観測点の地震動を再現した結果、IWT H25(一関西)を含め概ね良好に再現されたとしているが、ダム観測記録は、検討対象外となっている。



2008年岩手・宮城内陸地震の特性化震源モデルのパラメタ

	Asperity1	Asperity2	Asperity3
破壊開始点東経 (deg)	140.880	140.872	140.843
破壊開始点北緯 (deg)	39.028	38.970	39.023
破壊開始点深さ (km)	8.0	4.9	11.1
長さ (km) × 幅 (km)	6.0 × 3.0	8.0 × 6.0	3.0 × 3.0
M_0 (Nm)	0.56E+18	4.00E+18	1.00E+18
相対破壊開始時刻 (s)	0.00	2.8	1.7
破壊伝播速度 (km/s)	2.6	2.6	2.6
ライズタイム (s)	0.29	0.58	0.29
分割数	5 × 5 × 5	8 × 8 × 8	5 × 5 × 5

2008年岩手・宮城内陸地震の特性化震源モデル。背後のコンターは波形インバージョンで得られたすべり量分布

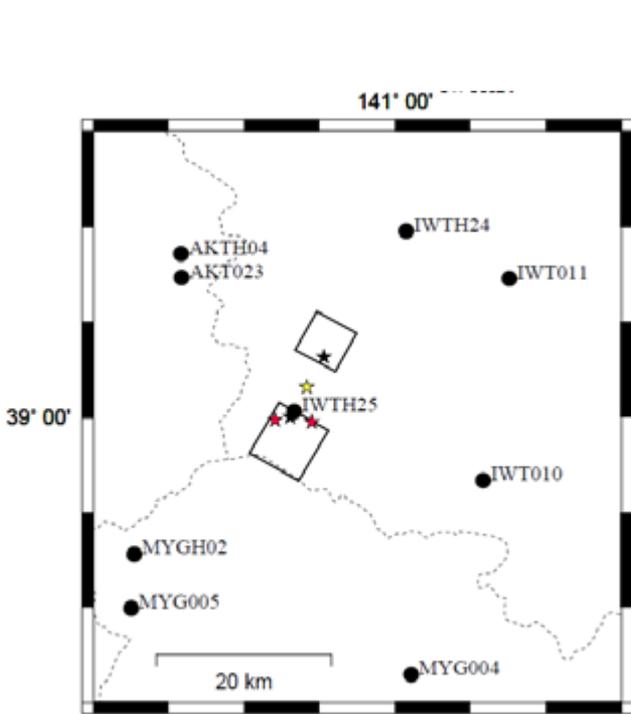
★は全体の破壊開始点、☆は各アスペリティの破壊開始点。

2.1 2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見

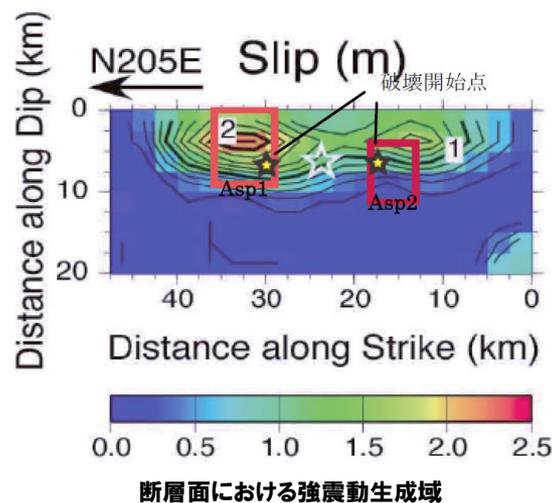
再掲 (H27.6.12審査会合資料)

フォワード解析に関する既往の知見 (入倉・倉橋(2008))

- 入倉・倉橋(2008)では、震源極近傍の強震動記録を用いて、フォワード・モデリングにより強震動が再現可能な震源モデルの構築を試みている。
- この検討では、堀川(2008)のすべり量分布を参考に震源モデルを構築した結果、発震点の南側浅部にやや大きなアスペリティ、北側に面積が半分程度のアスペリティが設定されている。
- 但し、このモデルでは、IWTH25(一関西)の観測記録に見られる上下動の非対称性は説明できず、別の要因(トランポリン効果など)を考える必要があるとしている。なお、ダム観測記録は、検討対象外となっている。

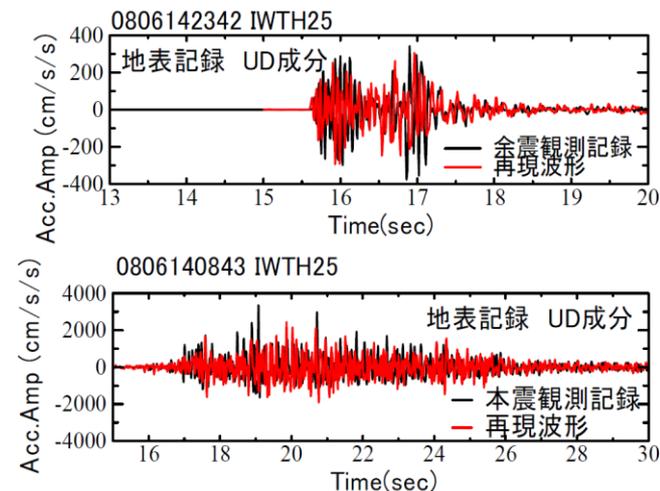


強震動生成域と解析に使用した観測点(一部)



	Asp1	Asp2
走向		209
傾斜角		40
すべり角		104
長さ	6.8km	5.1km
幅	8.5km	6.8km
応力降下量	16.45MPa	14.1MPa
地震モーメント	2.86E+16Nm	1.47E+18Nm

震源モデルの諸元



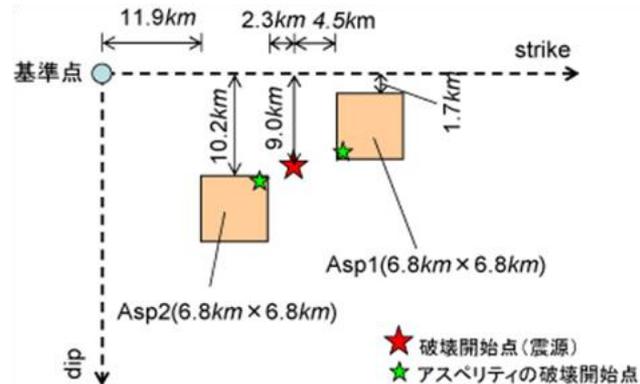
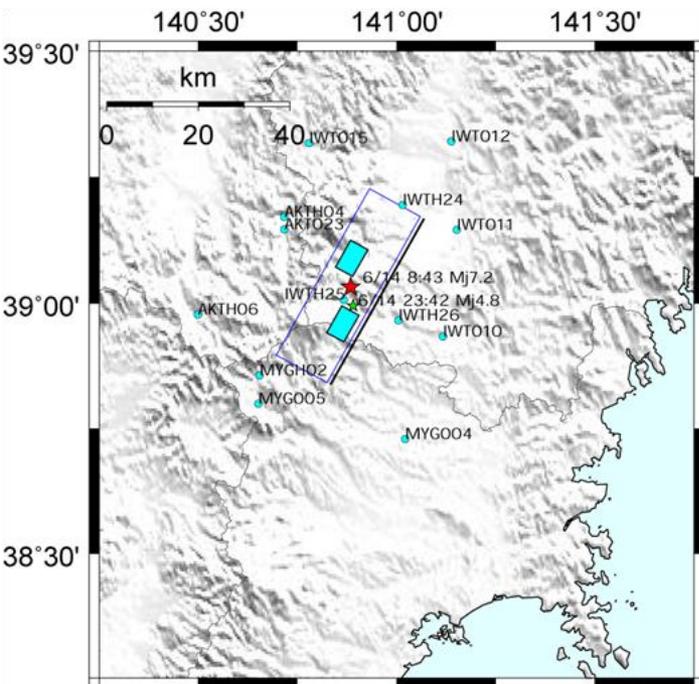
上図: IWTH25(一関西)地表における余震の再現波形と再現波形のスペクトル。
 下図: IWTH25(一関西)地表における本震の再現波形と再現波形のスペクトル。

2.1 2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

フォワード解析に関する既往の知見(釜江(2008))

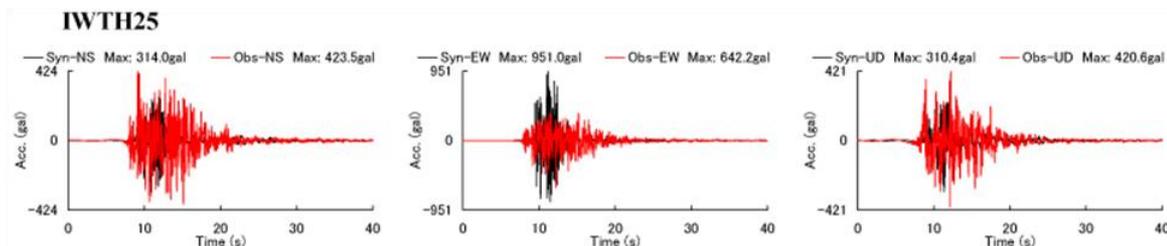
- 釜江(2008)では、経験的グリーン関数法を用いたフォワード・モデリングにより2008年岩手・宮城内陸地震の震源モデルの評価を試みている。
- 解析の結果、震源の北と南にそれぞれ1つずつアスペリティを配置する震源モデルとなっており、震源の北側にアスペリティを配置することにより震源より北側の観測点において、波形の再現性が向上したとしている。
- 2つのアスペリティの応力降下量は、これまでの内陸地殻内地震の平均値に近い値になったとしている。なお、本検討において、ダム観測記録は、検討対象外となっている。



本震のメカニズム等

走向	209
傾斜角	51
すべり角	83
基準点(緯度)	39.172N
基準点(経度)	141.059E
基準点(深さ)	1.77km

	Strike (°)	Dip (°)	Rake (°)	S (km ²)	Mo (Nm)	$\Delta\sigma$ (MPa)
Asp1	209	51	104	6.8 × 6.8	1.70×10^{18}	13.8
Asp2	209	51	104	6.8 × 6.8	1.70×10^{18}	13.8



(IWTH25(一関西))合成波形と観測波形の比較(0.2Hz~10Hz)

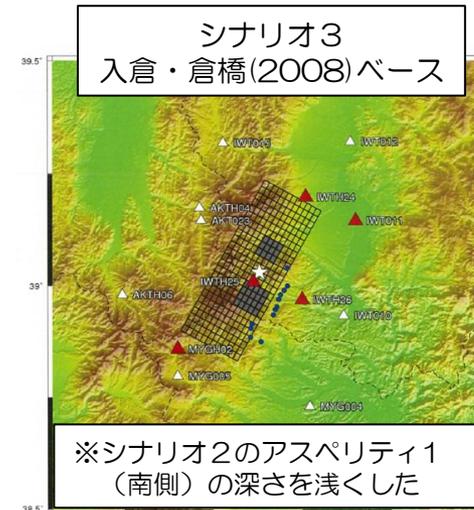
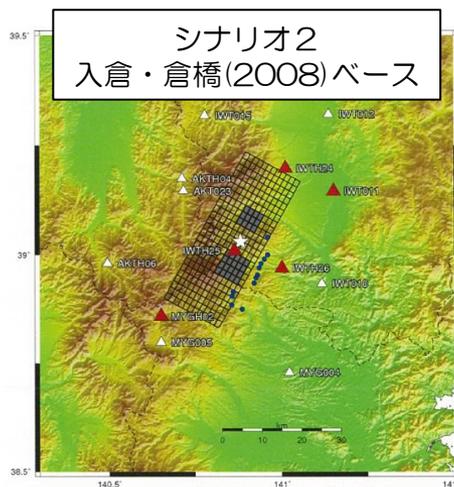
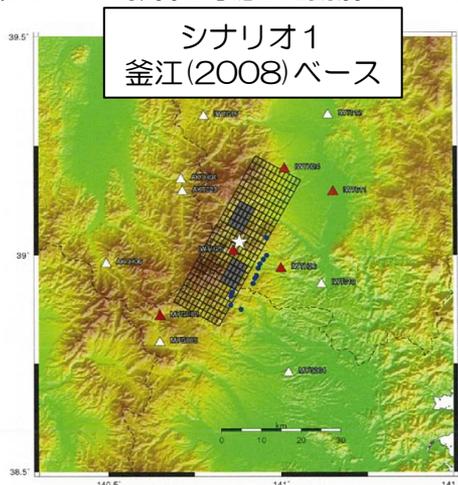
2.1 2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

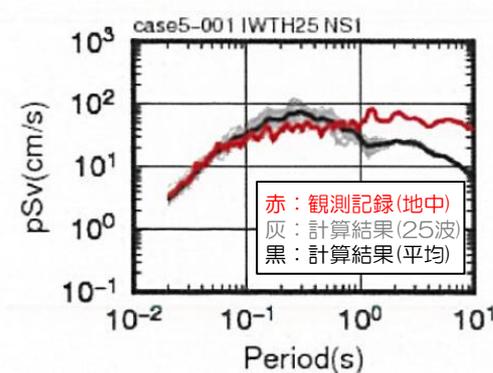
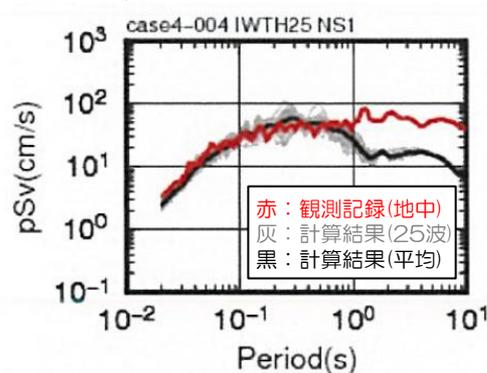
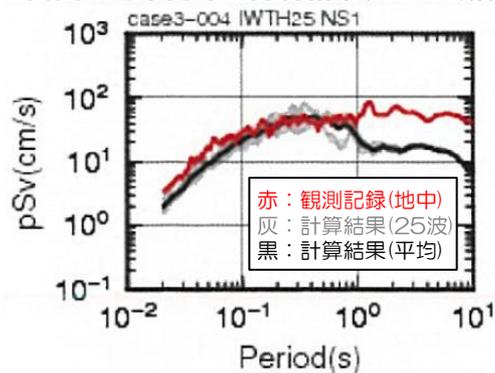
フォワード解析に関する既往の知見(JNES(2014))

- 独立行政法人原子力安全基盤機構による「基準地震動策定のための地震動評価手引き:震源極近傍の地震動評価」(2014)では,2008年岩手・宮城内陸地震の地震動再現解析を検討している。
- シナリオ1およびシナリオ2では,IWTH25(一関西)の短周期成分がやや過小評価であり,さらに,シナリオ2のアスペリティを浅くしたモデル(シナリオ3)においても,依然としてやや小さめである可能性があるとしている。なお,ダム観測点については,検討対象外となっている。

破壊シナリオの影響を考慮した断層モデルの設定



一関西の地中記録の再現結果(SGFと波数積分法のハイブリッド)



2.1 2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見

一部加筆修正 (H27.6.12審査会合資料)

2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見 まとめ

- 地震後実施された緻密な臨時地震観測から求められる2008年岩手・宮城内陸地震の余震分布上端は、気象庁一元化震源よりも系統的に更に浅くなることを示しており、ごく浅部の地表付近が余震分布上端と考えられる。
- 本震記録を説明するいくつかの震源モデルから、2008年岩手・宮城内陸地震については、震源およびすべり量の大きい箇所が浅かったことが考えられる。
- 上記の知見を踏まえると、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り、広範囲で得られたそれぞれの観測記録を説明できるモデルとしては、現時点で十分ではない。

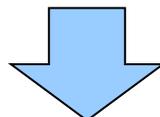
2.2 地震観測記録の収集

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見等

【2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見】

- 地震学的知見を踏まえると、浅い位置でエネルギーの放出が行われたことが、大加速度記録の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り、広範囲で得られたそれぞれの観測記録を説明できるモデルとしては、現時点で十分ではない。



上記の知見を踏まえた現時点における当社としての判断

- 2008年岩手・宮城内陸地震の基盤地震動評価に震源の面的な拡がりや震源の複雑な破壊過程による各観測記録への影響が考えられることから、広範囲で得られた観測記録に整合する震源の評価(震源モデルの構築)を行い、震源特性を明らかにする必要がある。
- しかしながら、震源等のモデル化に関する精緻化には、相応の期間が必要である。
- 更に2008年岩手・宮城内陸地震の取り扱いに関して、中央防災会議においても更なる検討が必要であるとしている。[※]
※中央防災会議(2013)では、2008年岩手・宮城内陸地震について、地表地震断層が現れた地震、或いは、不明瞭な地震の何れに分類するかについては、更なる検討が必要であるとしている。
- 以上を踏まえて、当社としては、安全側の評価として、2008年岩手・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。

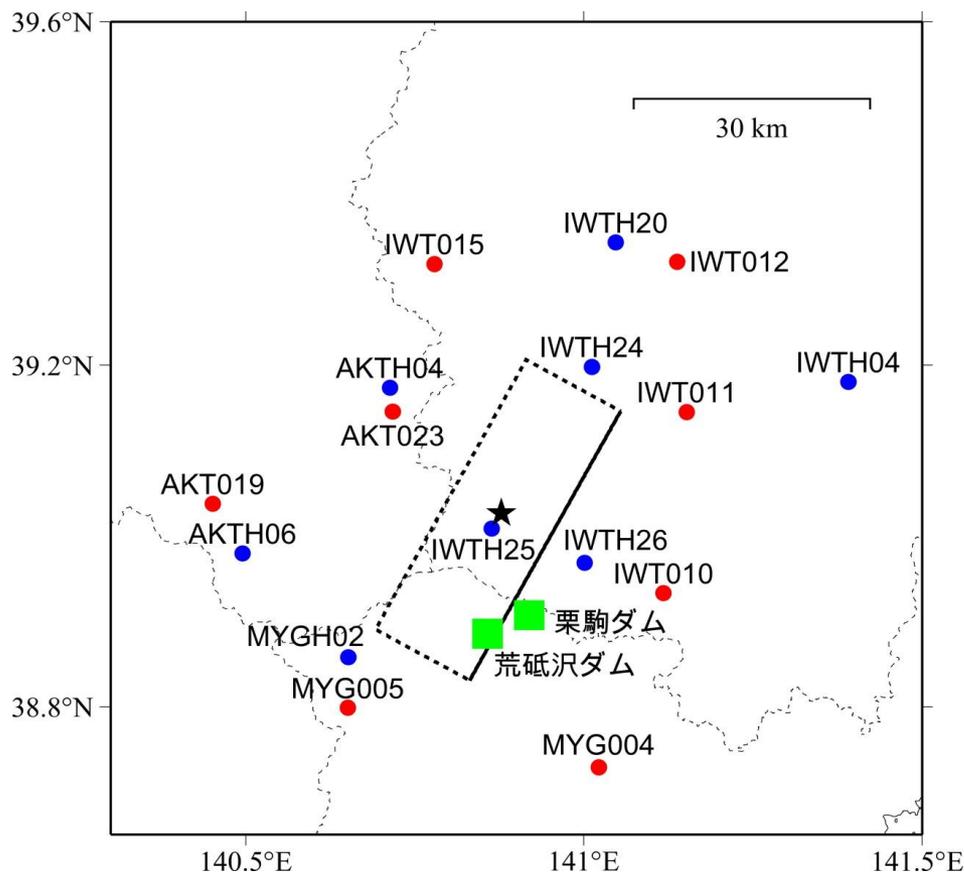
2.2 地震観測記録の収集

再掲 (H27.6.12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

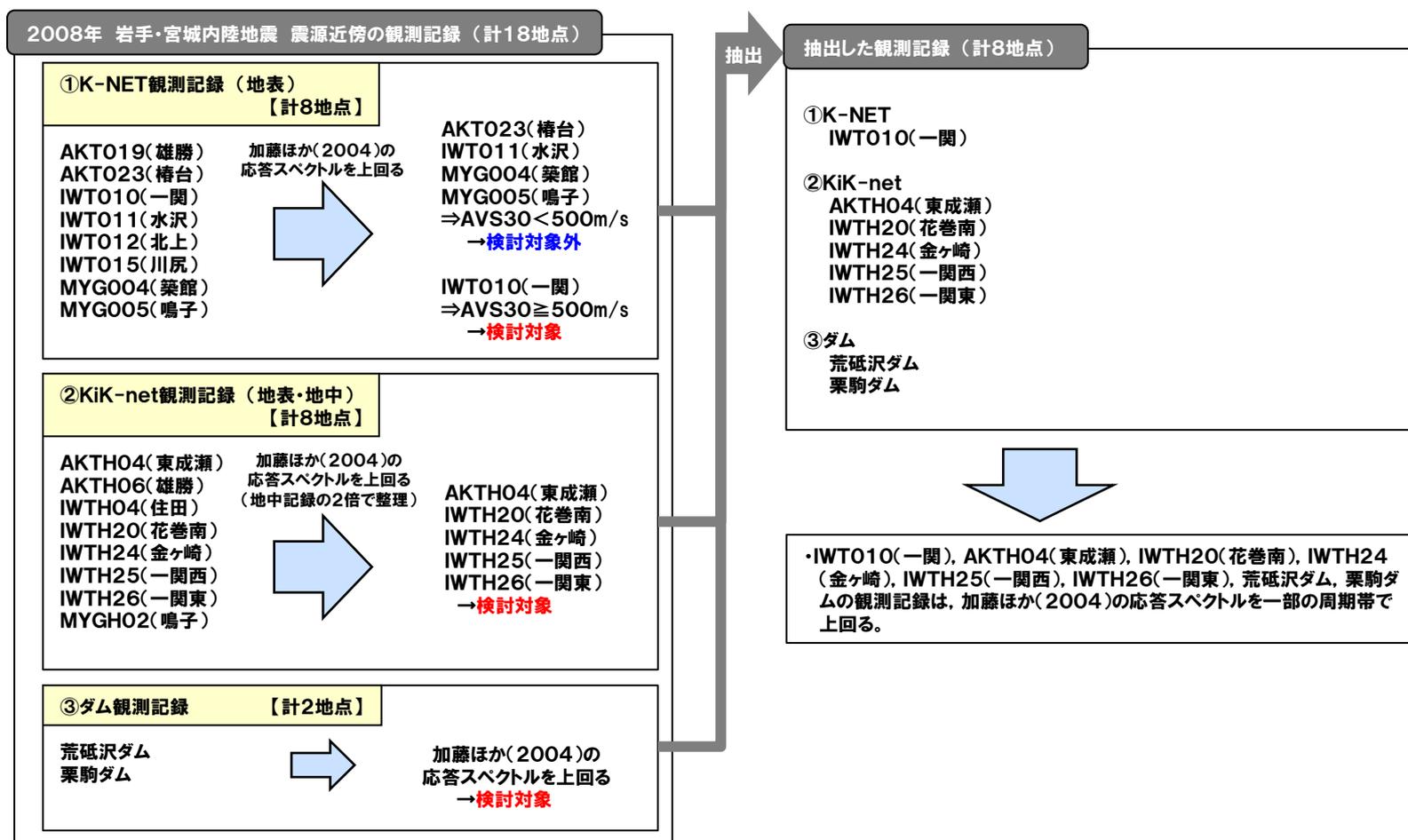
2.2 地震観測記録の収集

再掲 (H27.6.12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



2.2 地震観測記録の収集

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

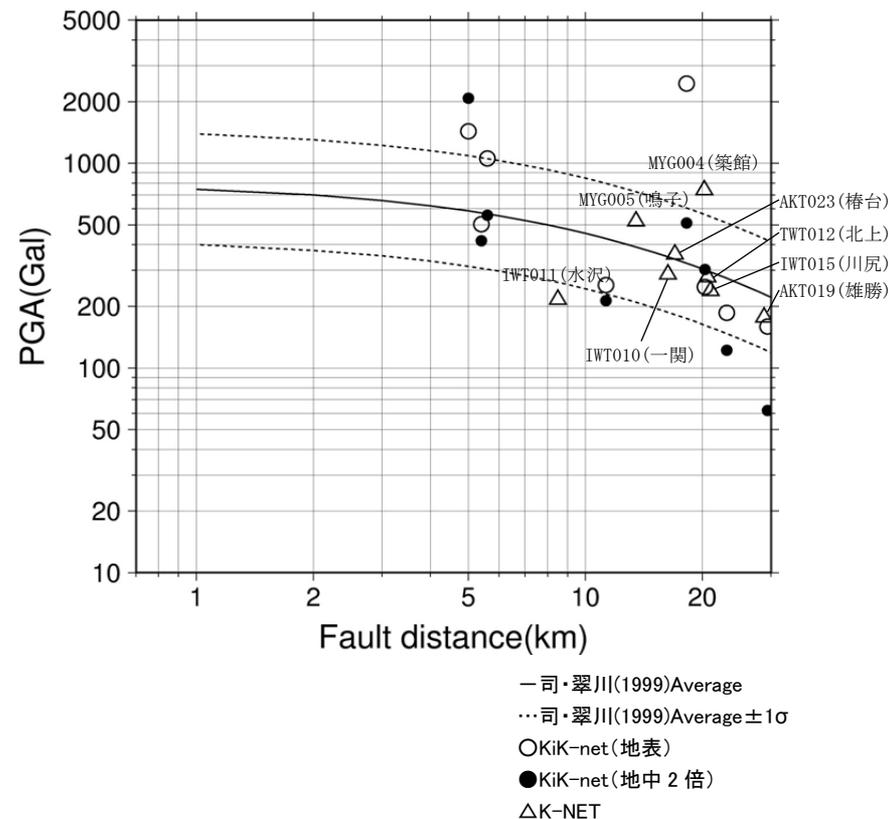
K-NET観測点の観測記録

- K-NET観測点のうち、MYG004(築館)は、司・翠川(1999)の距離減衰式の+1σを上回る。
- 一方で、IWT011(水沢)は、司・翠川(1999)の距離減衰式の-1σを下回る。

K-NETの最大加速度

観測点			断層最短距離 (km)	AVS30 (m/s)	最大加速度 (Gal)		
					水平 (NS)	水平 (EW)	鉛直 (UD)
K-NET (地表)	AKT019	雄勝	29	310	159	177	140
	AKT023	樺台	17	429	359	359	248
	IWT010	一関	16	668	219	287	210
	IWT011	水沢	9	250	151	216	213
	IWT012	北上	21	214	278	237	142
	IWT015	川尻	21	417	197	238	123
	MYG004	築館	20	430	740	678	224
	MYG005	鳴子	14	351	440	521	666

断層最短距離: Suzuki et al.(2010)による震源断層モデルに基づく

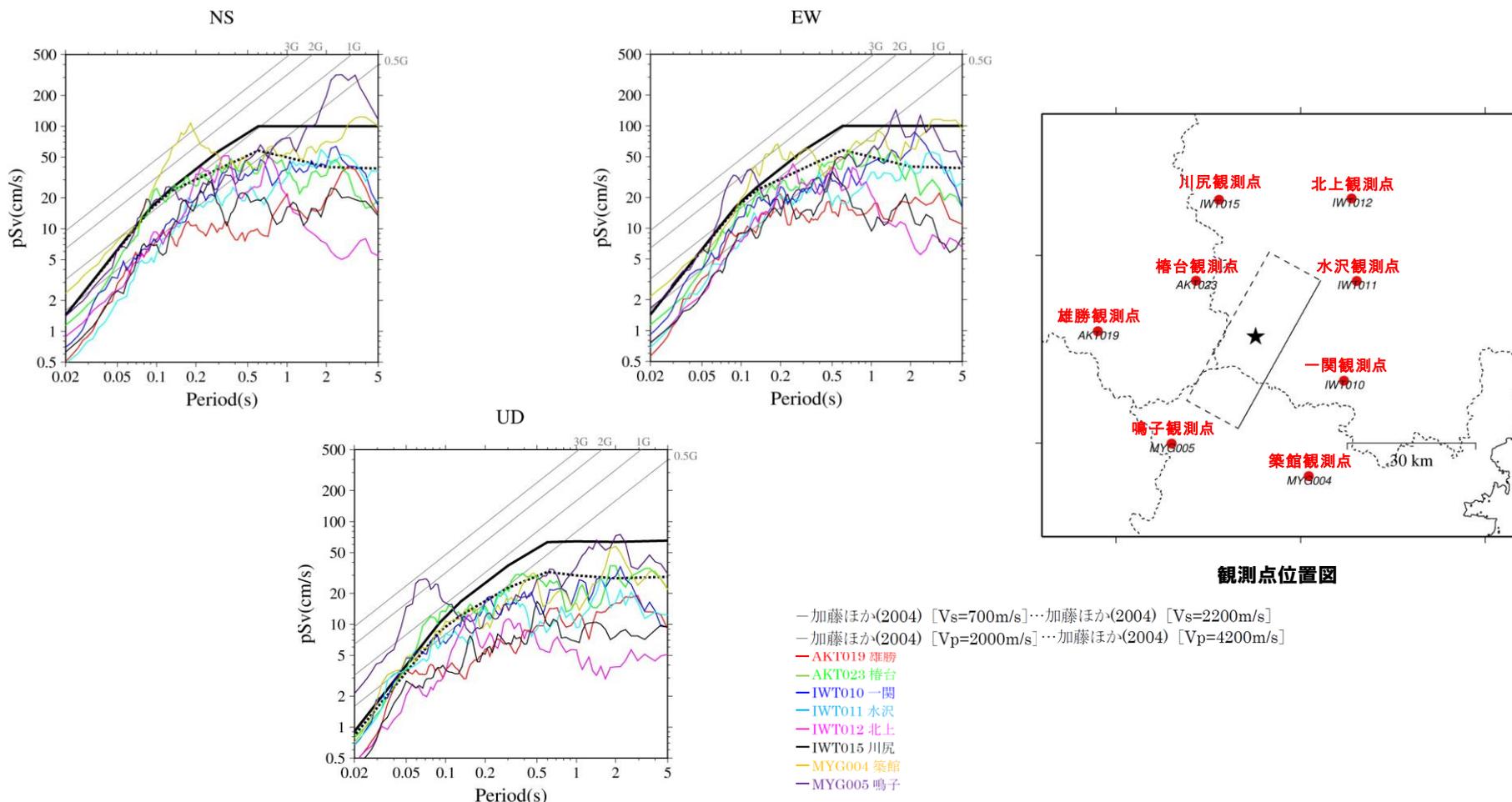


2.2 地震観測記録の収集

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

K-NET観測記録と加藤ほか(2004)との比較

●K-NET観測記録では、AKT023(樺台), IWT010(一関), IWT011(水沢), MYG004(築館), MYG005(鳴子)が加藤ほか(2004)の応答スペクトルを一部の周期帯で上回る。



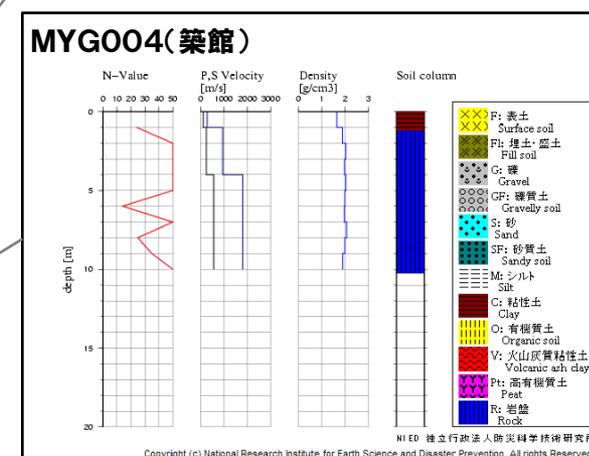
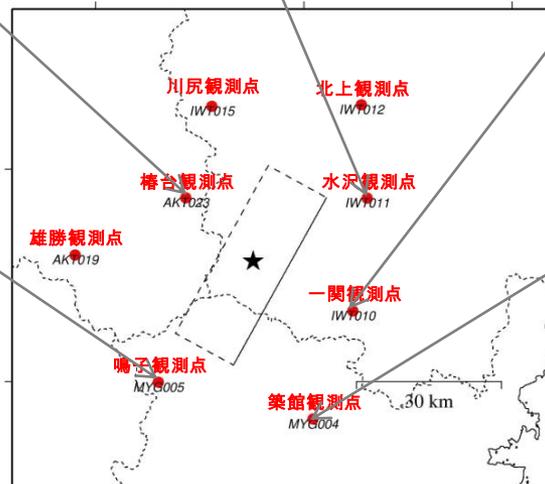
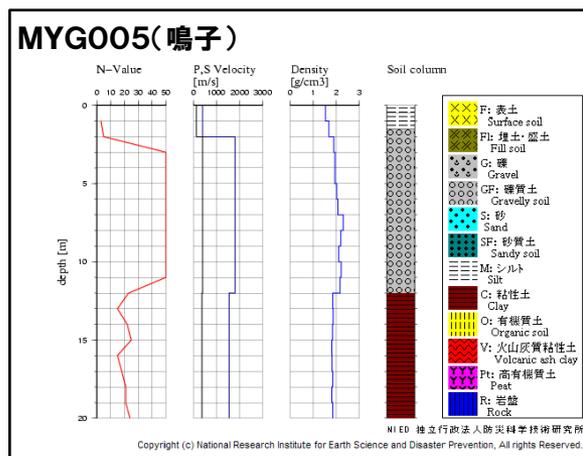
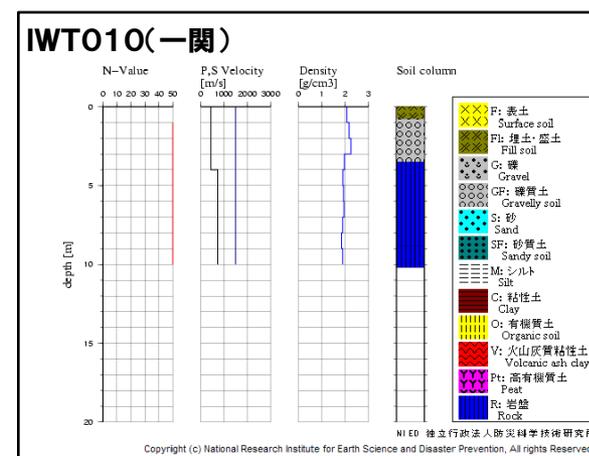
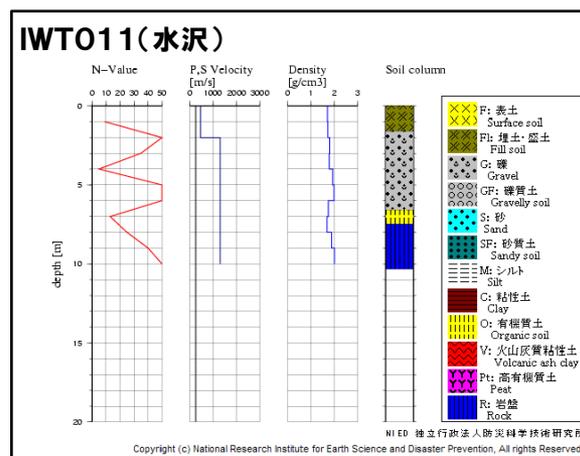
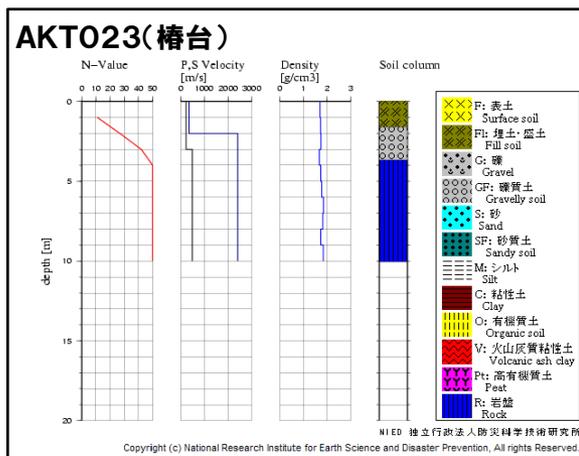
K-NET観測記録の応答スペクトルと加藤ほか(2004)による応答スペクトルの比較

2.2 地震観測記録の収集

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

K-NET観測点の地質構造

- K-NET観測記録において、加藤ほか(2004)の応答スペクトルを上回る観測点のうちAVS30が500m/s以上と推定されるのは、IWT010(一関)である。
- なお、IWT010(一関)は、司・翠川(1999)の距離減衰式の $\pm 1\sigma$ の範囲内にある。



2.2 地震観測記録の収集

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

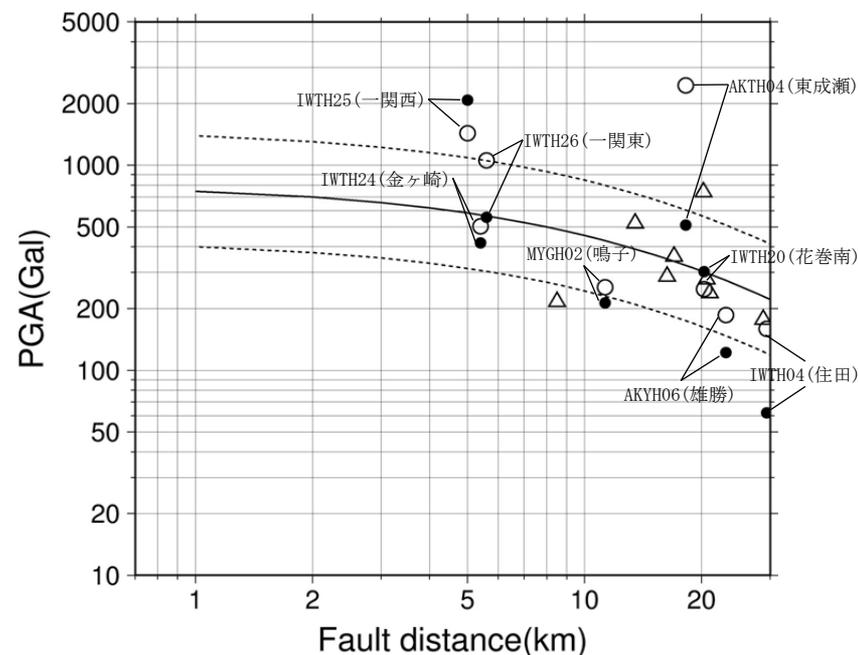
KiK-net観測点の観測記録

- KiK-net観測点のうち、AKTH04(東成瀬)およびIWTH25(一関西)は、司・翠川(1999)の距離減衰式の+1σを上回る。
- なお、IWTH25(一関西)は、地中記録の2倍も司・翠川(1999)の距離減衰式の+1σを上回る。また、AKTH06(雄勝)、IWTH04(住田)、MYGH02(鳴子)の地中記録の2倍は、司・翠川(1999)の距離減衰式の-1σを下回る。

KiK-netの最大加速度

観測点		断層最短距離 (km)	AVS30 (m/s)	最大加速度(Gal)			
				()内：地中記録			
				水平(NS)	水平(EW)	鉛直(UD)	
KiK-net (地表・ 地中)	AKTH04	東成瀬	18	459	1318 (173)	2449 (255)	1094 (138)
	AKTH06	雄勝	23	455	180 (42)	186 (61)	140 (47)
	IWTH04	住田	29	456	126 (31)	159 (28)	115 (24)
	IWTH20	花巻南	20	289	249 (107)	240 (151)	136 (68)
	IWTH24	金ヶ崎	5	486	503 (209)	435 (169)	342 (121)
	IWTH25	一関西	5	506	1143 (1036)	1433 (748)	3866 (681)
	IWTH26	一関東	6	371	888 (278)	1056 (211)	927 (167)
	MYGH02	鳴子	11	399	254 (106)	230 (96)	233 (54)

断層最短距離：Suzuki et al.(2010)による震源断層モデルに基づく



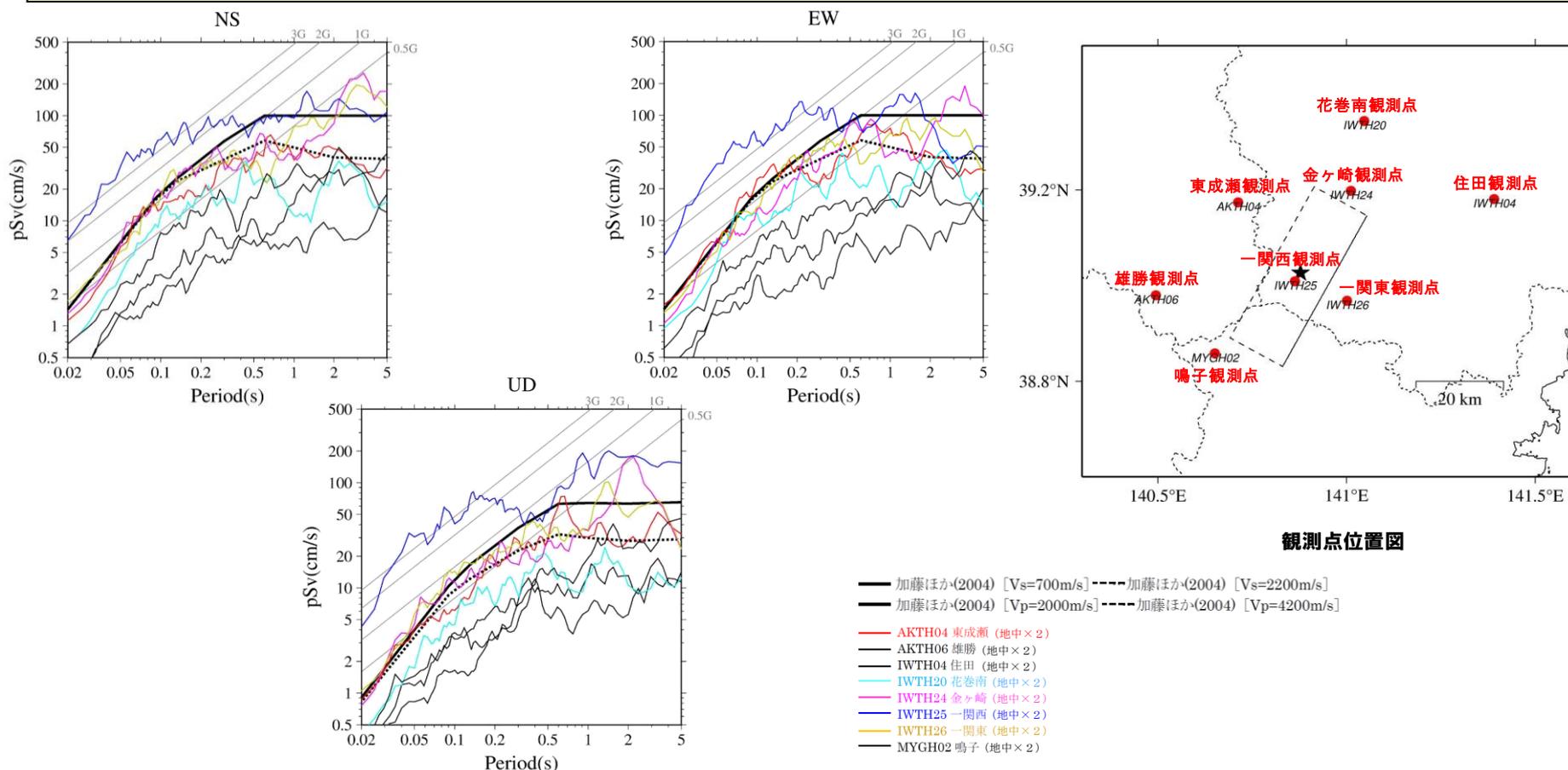
— 司・翠川(1999)Average
 ... 司・翠川(1999)Average ± 1σ
 ○ KiK-net(地表)
 ● KiK-net(地中 2 倍)
 △ KiK-NET

2.2 地震観測記録の収集

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

KiK-net観測記録と加藤ほか(2004)との比較

- KiK-net観測記録(地中記録の2倍)では, AKTH04(東成瀬), IWTH20(花巻南), IWTH24(金ヶ崎), IWTH25(一関西), IWTH26(一関東)が加藤ほか(2004)の応答スペクトルを一部の周期帯で上回る。
- なお, KiK-net観測記録(地中記録の2倍)について, IWTH25(一関西)が司・翠川(1999)の距離減衰式の $+1\sigma$ を上回り, AKTH04(東成瀬), IWTH20(花巻南), IWTH24(金ヶ崎), IWTH26(一関東)は, $\pm 1\sigma$ の範囲内にある。



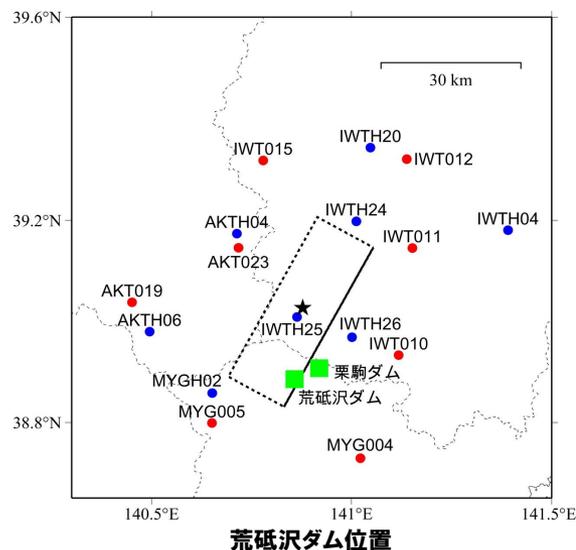
KiK-net観測記録の応答スペクトルと加藤ほか(2004)による応答スペクトルの比較

2.2 地震観測記録の収集

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

荒砥沢ダム概要

所在地	宮城県
事業者	宮城県土木部/東北農政局
水系名	北上川
河川名	二迫川
竣工年	1998年
ダム形式	ロックフィルダム
最低基礎面標高	EL. 205m
天端標高	EL. 279.4m
堤高	74.4m
堤長	413.7m



- ・ダム基礎地盤の地質年代: 新第三紀中新世
- ・基礎岩盤: 頁岩, 凝灰岩互層および安山岩の進入

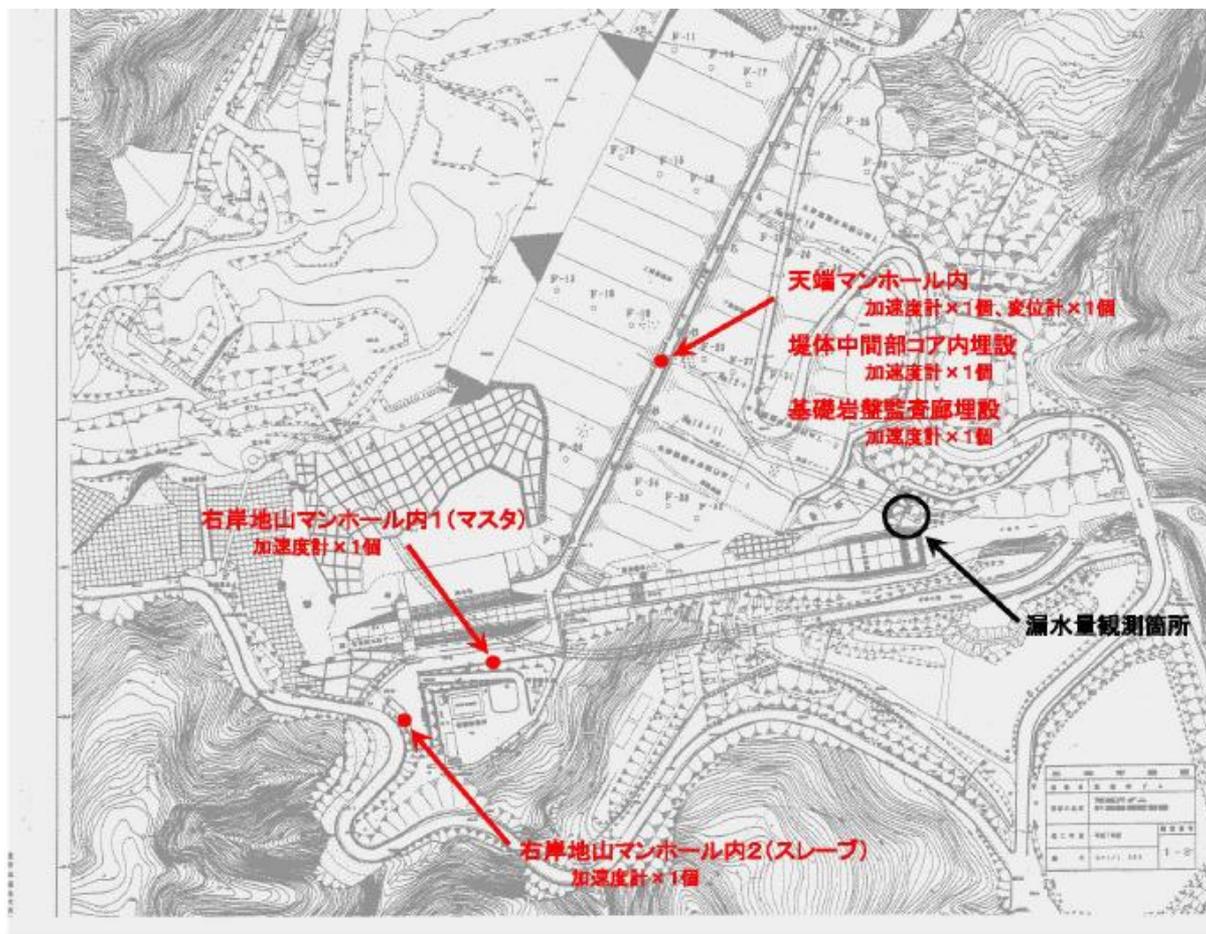
荒砥沢ダムの地盤(国総研資料 第733号「国土交通省所轄ダムの地震動計測装置」)

- ・基礎岩盤位置の岩級区分 CH~B級
- ・P波速度 EL.205m~200m $V_p=2.5\sim 3.2\text{km/s}$

2.2 地震観測記録の収集

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

荒砥沢ダム 地山の概要および地震観測位置



※宮城県より受領した図面に加筆

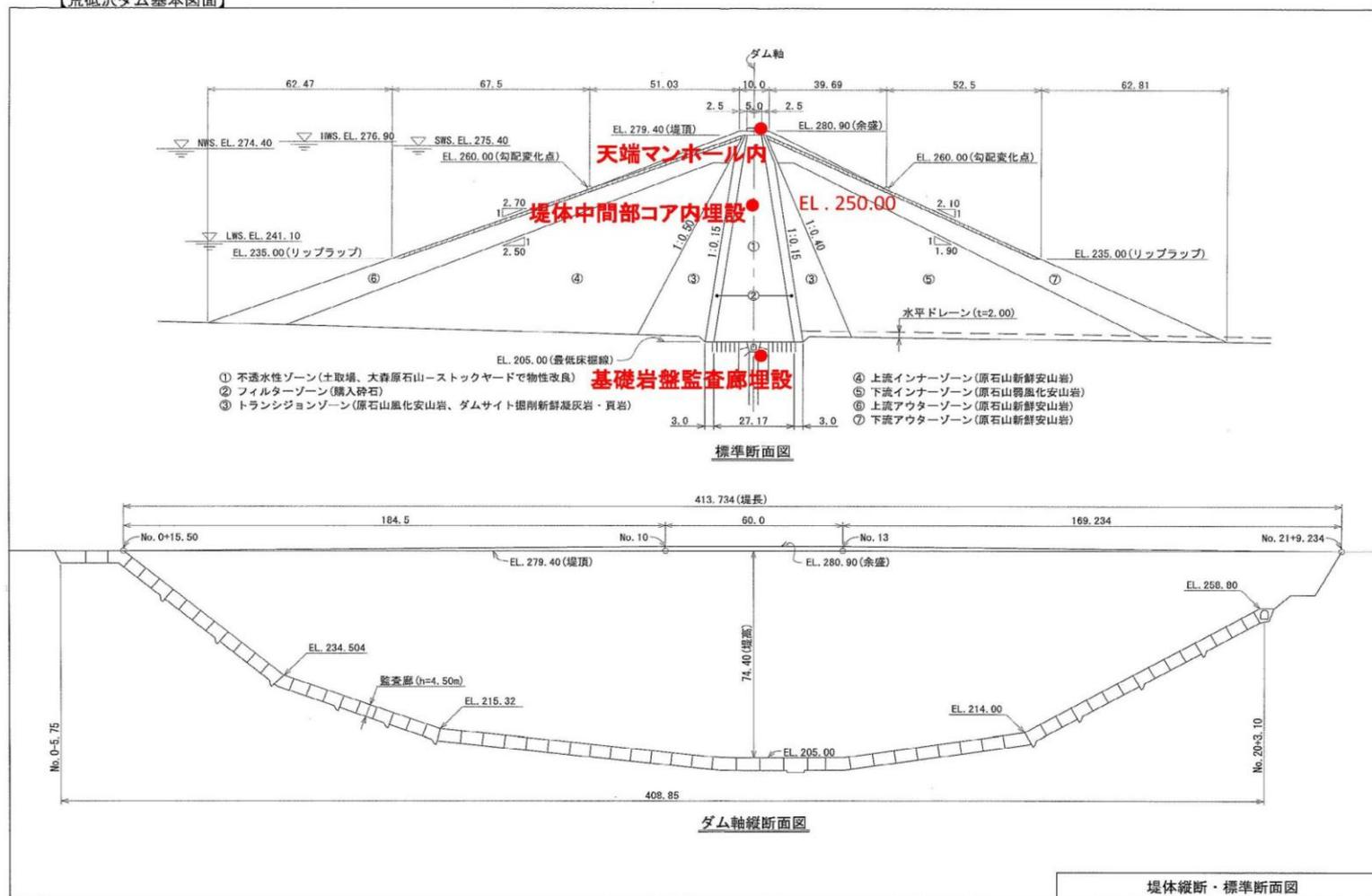
2.2 地震観測記録の収集

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

荒砥沢ダム構造および地震観測位置

【荒砥沢ダム基本図面】

①-2



ダム形式: 中央コア型ロックフィルダム

堤頂長: 413.7m

堤高: 74.4m

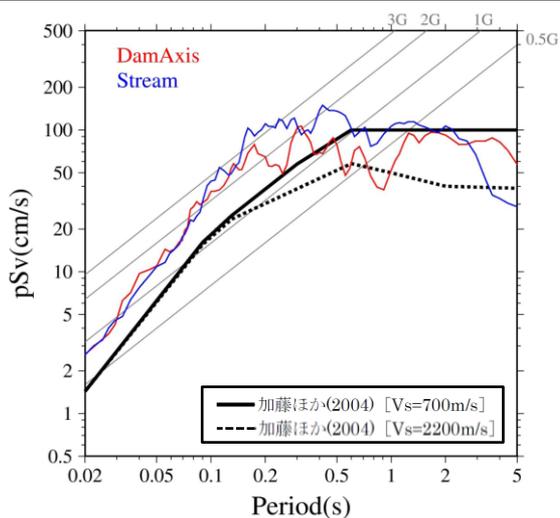
※宮城県より受領した図面に加筆

2.2 地震観測記録の収集

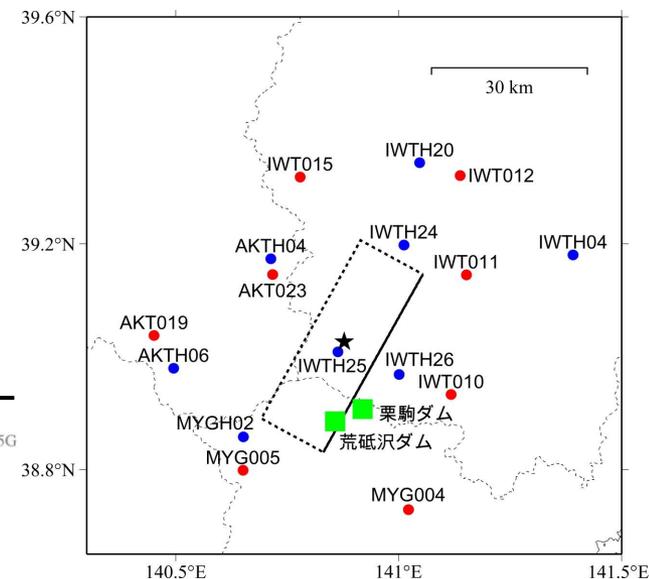
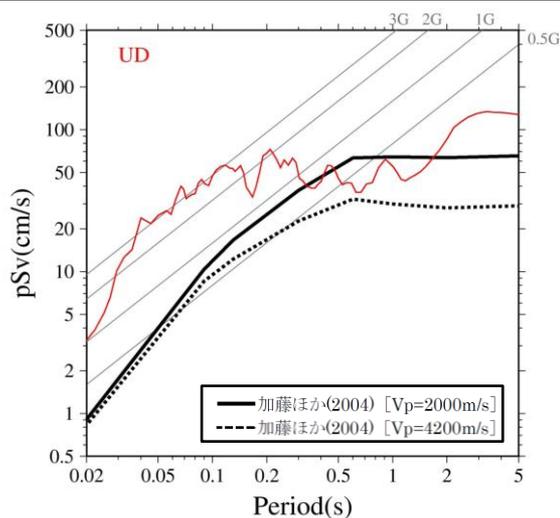
再掲 (H27.6.12審査会合資料)

荒砥沢ダム観測記録

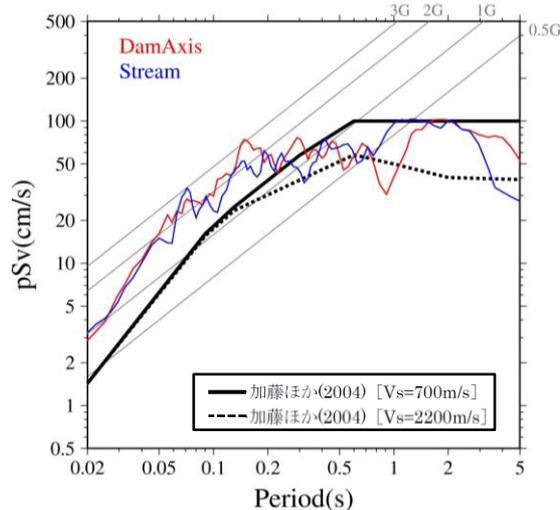
● 荒砥沢ダムの観測点では、加藤ほか(2004)の応答スペクトルを一部の周期帯で上回る。



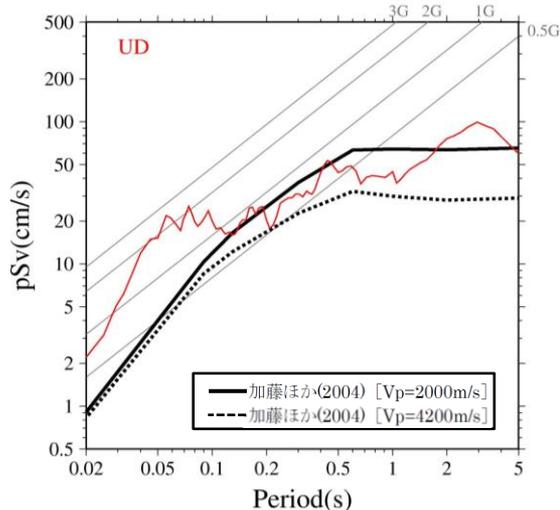
荒砥沢ダム [右岸地山] 観測点による応答スペクトルと加藤ほか(2004)による応答スペクトルの比較



荒砥沢ダム位置



荒砥沢ダム [監査廊] 観測点による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

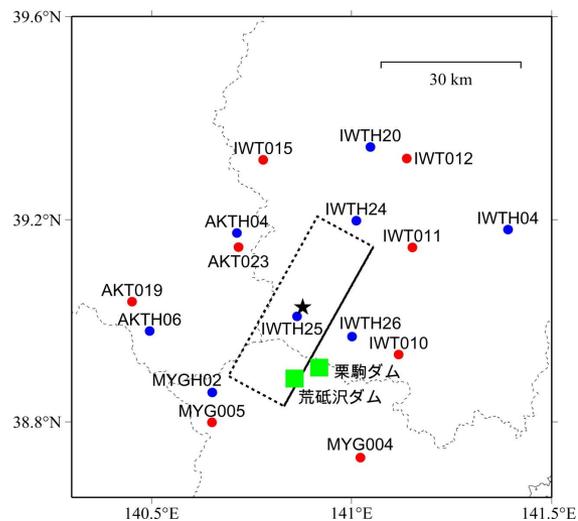


2.2 地震観測記録の収集

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

栗駒ダムの概要

所在地	宮城県
水系名	北上川
河川名	迫川支川三迫川
竣工年	1961年
ダム形式	重力式コンクリートダム
堤高	57.2m
堤長	182.0m

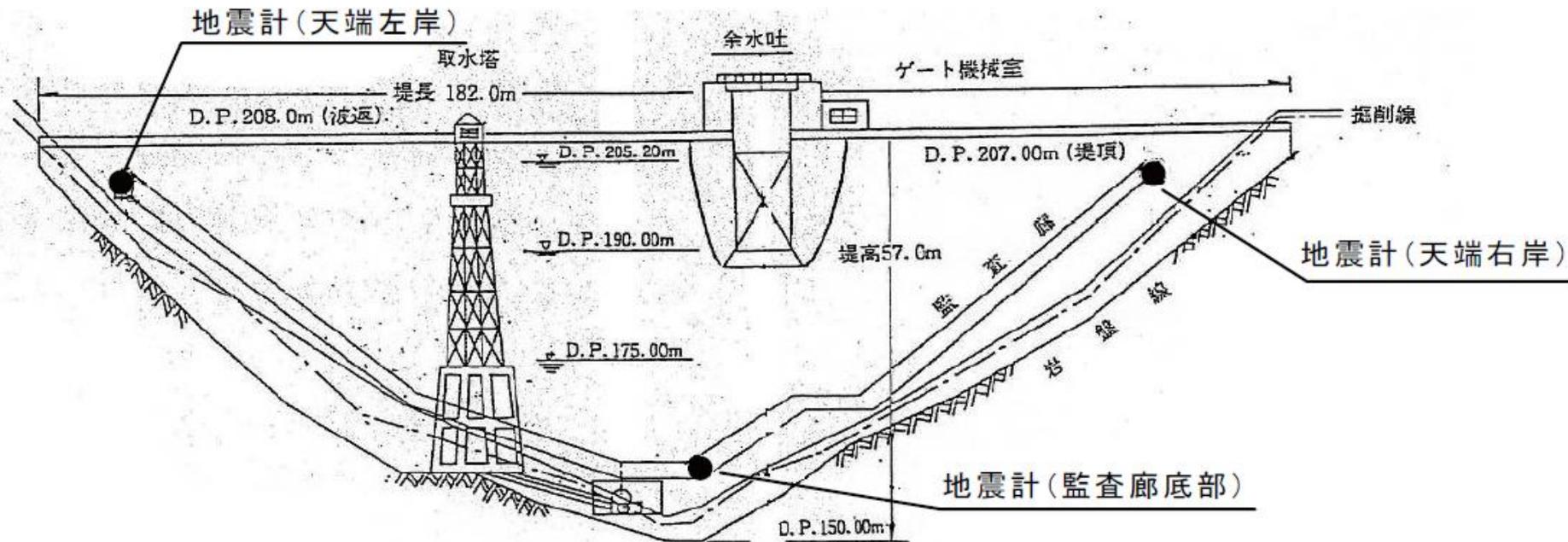


栗駒ダム位置

2.2 地震観測記録の収集

再掲 (H27.6.12審査会合資料)

栗駒ダムの構造および地震観測位置



※宮城県より受領した図面に加筆

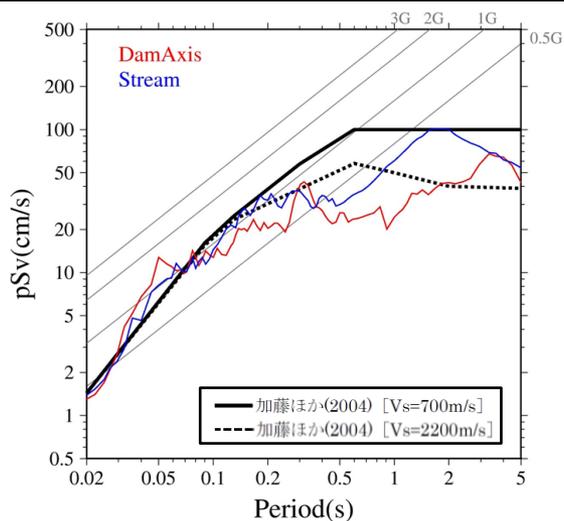
ダム形式: 重力式コンクリートダム
 堤頂長: 182.0m
 堤高: 57.2m

2.2 地震観測記録の収集

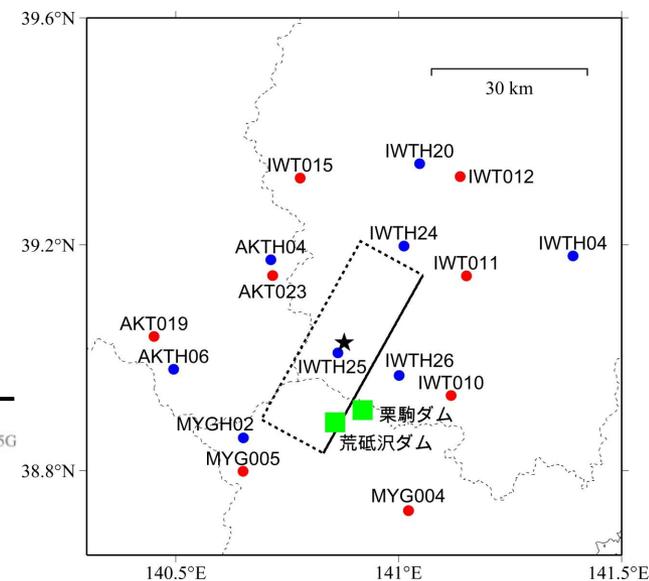
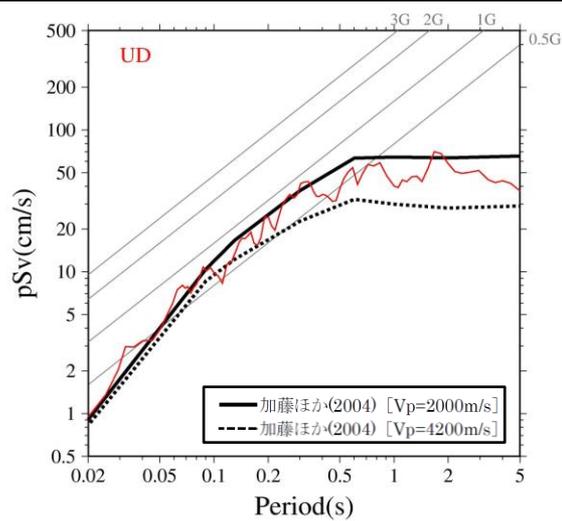
再掲 (H27.6.12審査会合資料)

栗駒ダムの観測記録

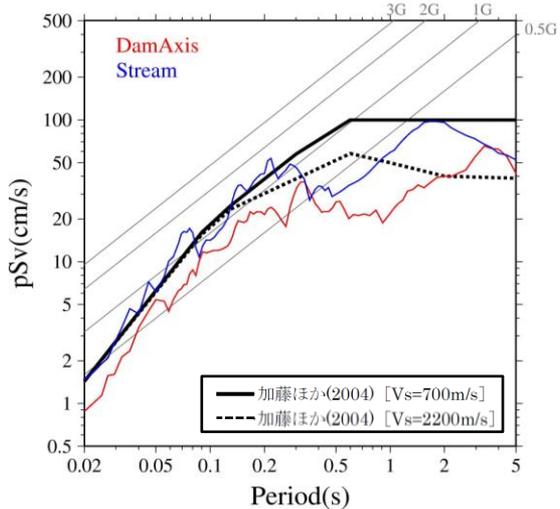
● 栗駒ダムの観測点では、加藤ほか(2004)の応答スペクトルを一部の周期帯で上回る。



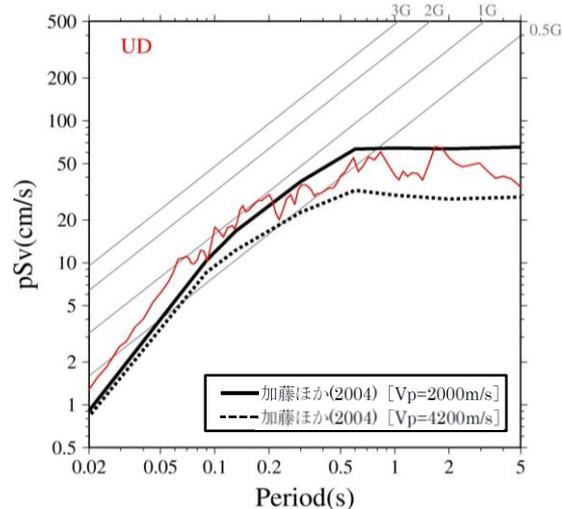
栗駒ダム [右岸地山] 観測点による応答スペクトルと加藤ほか(2004)による応答スペクトルの比較



栗駒ダム位置



栗駒ダム [監査廊] 観測点による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

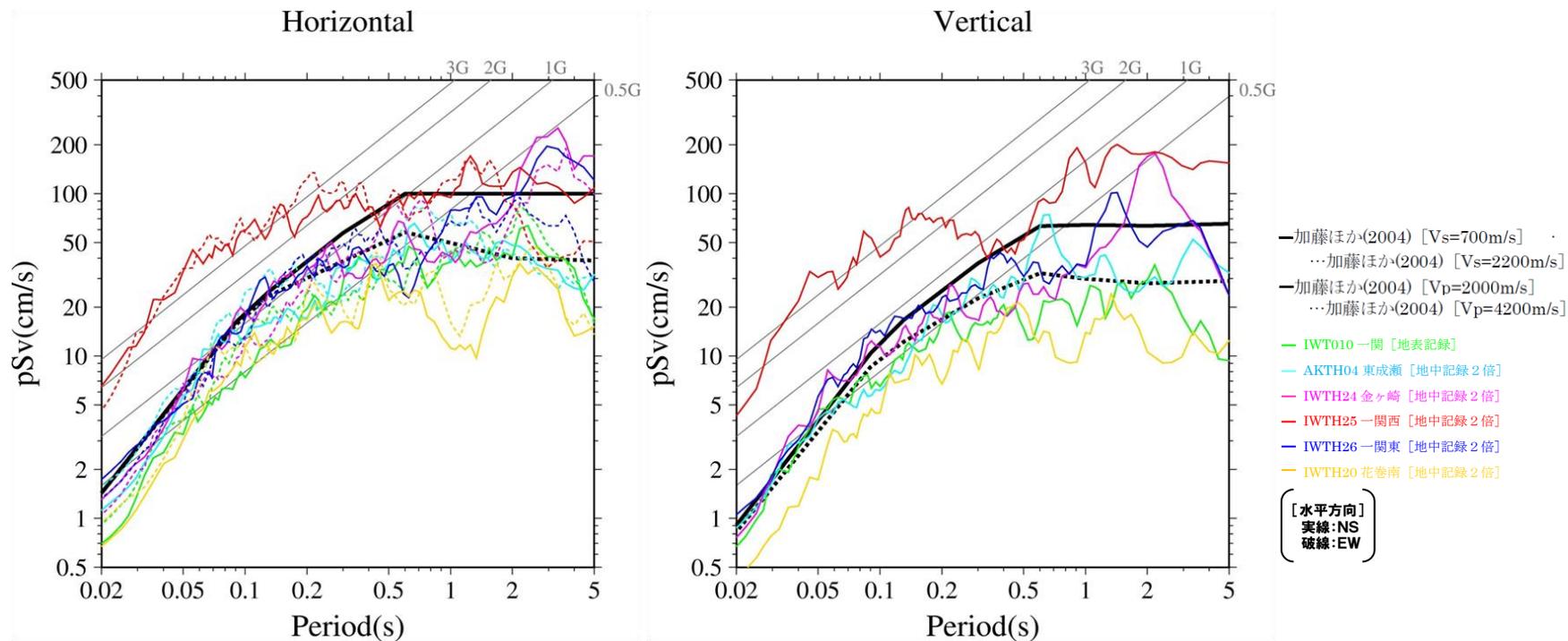


2.2 地震観測記録の収集

一部加筆修正 (H27.6.12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。

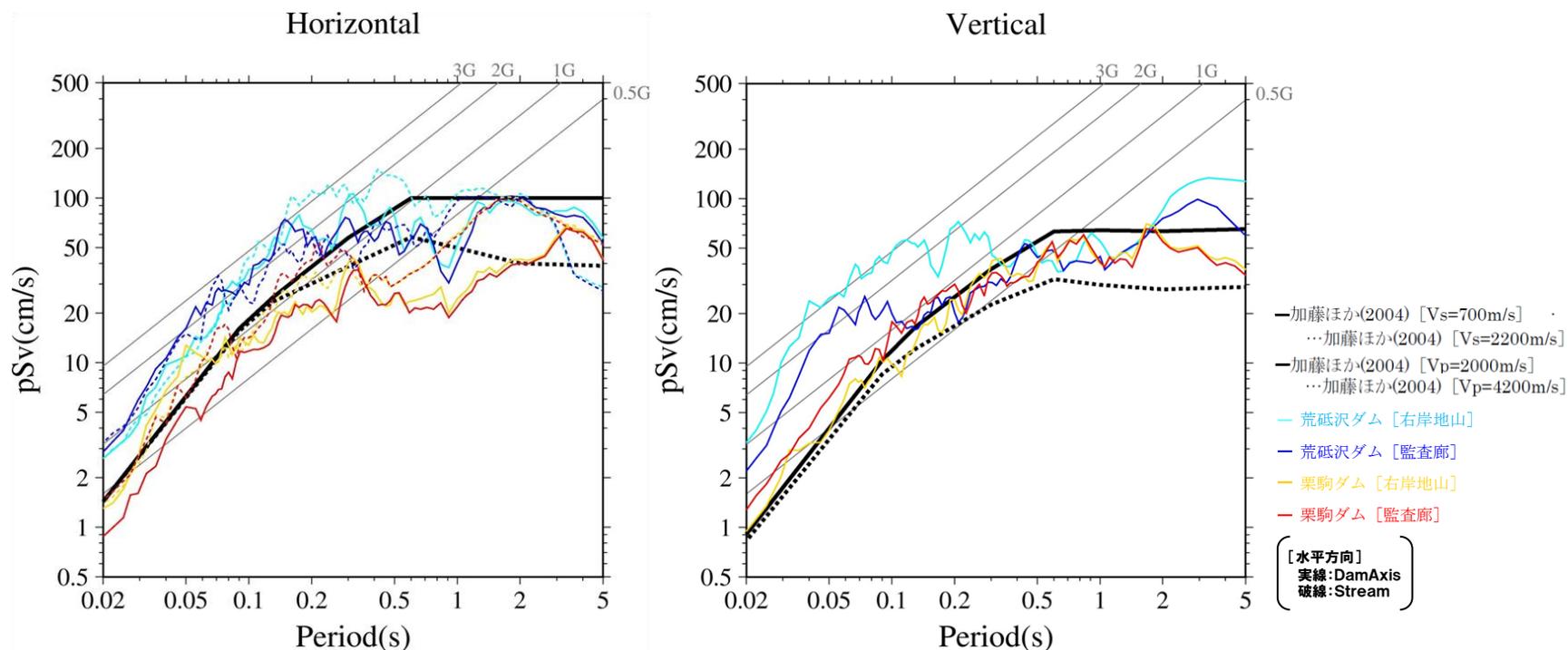


観測記録(K-NETおよびKiK-net)の応答スペクトルと加藤ほか(2004)による応答スペクトルの比較

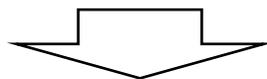
2.2 地震観測記録の収集

一部加筆修正 (H27.6.12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。