

副本

平成29年(ラ)第63号

抗告人 [REDACTED] 外3名

相手方 四国電力株式会社

平成29年8月10日

裁判所の証明事項に対する証明書

広島高等裁判所第2部 御中

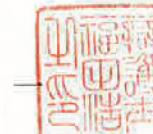
相手方訴訟代理人弁護士 田代



同弁護士 松繁



同弁護士 川本賢



同弁護士 水野絵里奈



同弁護士 福田浩



同弁護士 井家武



目 次

第1 抗告理由書（地震動関係）に対する答弁書に関する釈明事項について	1
1 「内陸地殻内地震の想定の相当性」について	1
(1) 「壇ほか（2011）と Fujii and Matsuo（2000）の応力降下量の適用について」について	1
(2) 「南傾斜モデルを基本震源モデルに織り込まなかったことについて」について	8
2 「海洋プレート内地震の相当性」について	13
第2 即時抗告理由書（火山）に対する答弁書に関する釈明事項（「南九州の各カルデラにおけるVEI 6クラスの噴火による降下火砕物について」）について	19
1 須藤ほか（2006）の述べるマグマ溜まりに係る相手方の主張について	19
2 姶良カルデラにおけるVEI 6クラスの既往最大の噴火に係る相手方の主張について	24
第3 答弁書に関する釈明事項について	27
1 「司法審査の在り方」について	27
(1) 「ア」について	27
(2) 「イ」について	28
(3) 「ウ(ア)」について	28
(4) 「ウ(イ)」について	29
(5) 「エ」について	31
2 「地すべりと液状化現象による危険性」について	31

3 「シビアアクシデント対策の合理性」について	32
別図1 断層長さ約480kmで壇ほか(2011)を用いるケースの 基本ケースと断層傾斜を南傾斜80度としたケースとの比較	38
別図2 断層長さ約480kmで壇ほか(2011)を用いるケースの 基本ケースと断層長さ約130kmで壇ほか(2011)を用いる ケースの基本ケースとの比較	41
別図3 断層長さ約480kmで壇ほか(2011)を用いるケースの 基本ケースと断層長さ約54kmで壇ほか(2011)を用いるケ ースの基本ケースとの比較	44
別図4 断層長さ約480kmで壇ほか(2011)を用いるケースの 断層傾斜を南傾斜80度としたケースと断層長さ約54kmで入 倉・三宅(2001)を用いるケースの断層傾斜を南傾斜80度 としたケースとの比較	47
別図5 断層長さ約54kmで壇ほか(2011)を用いるケースの基 本ケースと断層長さ約54kmで入倉・三宅(2001)を用いる ケースの基本ケースとの比較	50
別図6 断層長さ約54kmで入倉・三宅(2001)を用いるケース の基本ケースと断層長さ約54kmで入倉・三宅(2001)を用 いるケースの断層傾斜を南傾斜80度としたケースとの比較	53

本書面は、御庁から示された「裁判所の釈明事項」における相手方に対する釈明事項について、主張立証を補充するものである。

第1 抗告理由書（地震動関係）に対する答弁書に関する釈明事項について

1 「内陸地殻内地震の想定の相当性」について

- (1) 「壇ほか(2011)とFujii and Matsuurra(2000)の応力降下量の適用について」について
(釈明事項)

相手方が想定する54km 基本モデル及び130km 基本モデルの各断層が「アスペリティ面積比が大きくなったり背景領域の応力降下量が負になるなど、非現実的なパラメータ設定になり、円形クラックの式を用いてアスペリティの大きさを決めることが困難な断層」に該当する理由につき、主張を補充されたい。

(主張立証の補充)

ア 強震動予測レシピ¹は、アスペリティの総面積を求めるにあたり、「便宜的に震源断層とアスペリティの形状は面積が等価な円形と仮定する」方法を示している(乙354(9~10頁))が、一方で、「震源断層の長さが震源断層の幅に比べて十分に大きい長大な断層に対して、円形破壊面を仮定することは必ずしも適当ではないことが指摘されている」として、このような場合には、「(12)~(15)式(相手方注:円形破壊を前提とする式)を用いず、Somerville e

1 地震調査委員会の「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)」。これまでに数回の改訂を経ており、近年では、平成21年12月(乙38)、平成28年6月(乙173)、平成28年12月(乙298)、平成29年4月(乙354)にそれぞれ改訂されている。原決定において、「改訂レシピ」と呼ばれているのは、このうち平成28年6月に改訂されたものを指している。

t a l. (1999)²による震源断層全体の面積に対するアスペリティの総面積の比率、約22%からアスペリティの総面積を推定する方法」を用いることとしている(乙354(10頁))。また、アスペリティの応力降下量についても、アスペリティの総面積に対する等価半径等を用いた式により求める方法を示す一方、「長大な断層に関しては円形破壊面を仮定して導かれた(13)式を用いたアスペリティの等価半径 r (km) を算出する方法には問題があるため、(21-2)式(相手方注:アスペリティの総面積に対する等価半径等を用いてアスペリティの応力降下量を求める式)を用いることができない」として、長大断層の震源断層全体の静的応力降下量については、暫定的にFujii and Matsu'ura(2000)³から導出された3.1MPaを用いるとされている(乙354(12頁))。そして、3.1MPaからアスペリティの応力降下量を求めると約14.4MPaとなり、既往の調査・研究成果とおおよそ対応する値となるとされる(乙354(11~12頁))。

イ 平成28年6月に改訂される前の強震動予測レシピ(乙38)では、円形破壊面を仮定せずアスペリティ面積比を22%, 静的応力降下量を3.1MPaとする取扱いに関する補足説明はなく、その適用については、「震源断層の長さが震源断層の幅に比べて十分に大きい長大な断層」との記載を基に、震源断層の形状を踏まえて個別に検討をし

2 Characterizing crustal earthquake slip models for the prediction of strong ground motion: Somerville, P.G., K. Irikura, R. Graves, S. Sawada, D. Wald, N. Abrahamson, Y. Iwasaki, T. Kagawa, N. Smith, and A. Kowada, Seismological Research Letters, 70, 59-80, 1999.

3 Regional difference in scaling laws for large earthquakes and its tectonic implication, Fujii, Y. and M. Matsu'ura, Pure and Applied Geophysics, Vol. 157, 2283-2302, 2000.

てきたところ、平成28年6月に改訂（平成28年12月に修正）された際、円形破壊面を仮定せずアスペリティ面積比を22%，静的応力降下量を3.1 MPaとする取扱いの対象となる断層について、「(i) 断層幅と平均すべり量とが飽和する目安となる $M_0 = 1.8 \times 10^{20}$ (N・m) を上回る断層。」、「(ii) $M_0 = 1.8 \times 10^{20}$ (N・m) を上回らない場合でも、アスペリティ面積比が大きくなったり背景領域の応力降下量が負になるなど、非現実的なパラメータ設定になり、円形クラックの式を用いてアスペリティの大きさを決めることが困難な断層等。」との補足説明（以下「本件補足説明」という。）が付記された（乙298（12頁））。平成29年4月に改訂された最新の強震動予測レシピにも当該記載に変更はない（乙354（12頁））。

ウ そして、相手方が本件発電所の基準地震動Ssを新たに策定し、原子力規制委員会から原子炉設置変更許可を得た当時（平成27年7月）、強震動予測レシピには本件補足説明が付記されていなかったので、相手方は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）が「震源断層の長さが震源断層の幅に比べて十分に大きい長大な断層」に該当するか否かについて、その震源断層の形状を考慮して判断した。すなわち、断層長さ約130kmのケースは、断層長さ（約130km）が断層幅（約13km）の約10倍、断層長さ約54kmのケースは、断層長さ（約54km）が断層幅（約13km）の約4倍であり、いずれも「断層長さが断層幅に対して十分に大きい長大な断層」に該当することから、円形破壊面を仮定せずアスペリティ面積比を22%，静的応力降下量を3.1 MPaとして評価を行った。

この点、予測地図（2014）⁴では、中央構造線断層帯のうち、断層長さ約130kmのケースとほぼ同じ区間の断層である石鎚山脈北縁西部－伊予灘（断層長さ130km）の断層モデルが設定されており、そのパラメータにおいて、アスペリティ面積比として22%，静的応力降下量としてFujii and Matsuzura(2000)による3.1MPaが採用されている（乙240（296～299頁））。ことからも、断層長さ約130kmのケースが長大な断層に該当することは明らかである。

また、予測地図（2014）では、中央構造線断層帯のうち、断層長さ約54kmのケースと同様の区間を単独の断層としてモデル化した断層モデルは設定されていないが、例えば、震源断層の長さ（84km）が震源断層の幅（24km）の約3.5倍である長岡平野西縁断層帯に対して、アスペリティ面積比として22%，静的応力降下量としてFujii and Matsuzura(2000)による3.1MPaが適用されている（乙376（90～91頁））。ことを踏まえると、震源断層の長さと幅との比が少なくとも約3.5倍より大きい場合には「震源断層の長さが震源断層の幅に比べて十分に大きい長大な断層」に該当すると考えられるので、同比が約4倍である断層長さ約54kmのケースが「震源断層の長さが震源断層の幅に比べて十分に大きい長大な断層」に該当するとの判断は妥当であるといえる。したがって、断層長さ約54kmのケースについても、円形破壊面を仮定するのは適切ではなく、アスペリティ面積比として22%，静的応力降下

⁴ 「全国地震動予測地図2014年版～全国の地震動ハザードを概観して～」 地震調査委員会、2014.

量として Fujii and Matsura (2000) による 3.1 MPa を用いるのが妥当であると解される。

敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の断層長さ約 5.4 km 及び約 130 km のケースにアスペリティ面積比として 22%，静的応力降下量として 3.1 MPa を用いる評価については、原子力規制委員会においても、適切に審査され（乙 31），妥当であることが確認されているところである（乙 13）。

エ そして、強震動予測レシピについては、平成 28 年 6 月に改訂された際、本件補足説明の（i）が追記され、平成 28 年 12 月に修正された際、本件補足説明の（ii）が追記されているところ、本件補足説明は、あくまで強震動予測レシピ本文で記載されている「断層長さが断層幅に対して十分に大きい長大な断層」について補足するものであり、当然ながらその対象となる断層が「断層長さが断層幅に対して十分に大きい」形状を有するものであることを前提としている。さらに、本件補足説明のうち、（ii）については、 $M_0 = 1.8 \times 10^{20}$ (N · m) を上回らない場合、つまり、（i）に該当しない場合でも、円形破壊面を仮定せずアスペリティ面積比を 22%，静的応力降下量を 3.1 MPa とする取扱いが可能であることを明示するもので、具体的なケースとして「アスペリティ面積比が大きくなったり背景領域の応力降下量が負になるなど、非現実的なパラメータ設定」になるケースが例示されているが、平成 28 年 12 月に修正された強震動予測レシピの修正案が検討される過程において、当該例示が限定的すぎる旨の指摘があり、「削除してはどうか」との提案もなされた結果、末尾に「等」が付記された経緯がある（甲 F 12（7 頁）。なお、甲 F 11（3 頁）

の修正案は指摘を踏まえて修正された後のものである。) ことから、本件補足説明の(ii)については、円形破壊面を仮定せずアスペリティ面積比を22%, 静的応力降下量を3.1MPaとする取扱いが柔軟に運用されることを期待して付記されたものと考えられる。

こうしたことを踏まえると、本件補足説明の(ii)に示された2つのケース（アスペリティ面積比が大きくなるケース及び背景領域の応力降下量が負になるケース）はあくまで例示であり、これに限定されるものではないことはもちろんのこと、本件補足説明が追記される以前の取扱いを変更しようとするものではなく、本件補足説明が追記される以前の取扱いを含めることも意図されたものであるといえる。

才 以上のことから、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の断層長さ約130km及び約54kmのケースについては、いずれも断層長さが断層幅に対して十分に大きい長大な断層であり、円形破壊面を仮定する方法を用いることが適当とはいえないで、こうした断層については、本件補足説明の(ii)に該当するといえる。したがって、両ケースに円形破壊面を仮定せずアスペリティ面積比を22%, 静的応力降下量を3.1MPaとする方法を用いて地震動評価を行ったことは、最新版の強震動予測レシピの記載を踏まえても妥当である。

力 ところで、上記釈明事項の前提として、「壇ほか(2011)⁵とFujii and Matsuurara(2000)の応力降下量(平均3.1~3.4MPa, アスペリティ12.2~14.4MPa)

⁵ 「長大横ずれ断層による内陸地震の平均動的応力降下量の推定と強震動予測のためのアスペリティモデルの設定方法への応用」壇一男・具典淑・入江紀嘉・アルズペイマサマン・石井やよい、日本建築学会構造系論文集、第670号、2041-2050、2011.

を 5 4 km 基本モデル及び 1 3 0 km 基本モデルに適用する相手方の手法がレシピに照らして是認されるためには、5 4 km 基本モデル及び 1 3 0 km 基本モデルの各断層が(ii)の「アスペリティ面積比が大きくなったり背景領域の応力降下量が負になるなど、非現実的なパラメータ設定になり、円形クラックの式を用いてアスペリティの大きさを決めることが困難な断層」に当たることが必要と解される。」との指摘がなされているが、本件補足説明は、あくまで強震動予測レシピに則って、地震動を評価する場合の補足説明であって、上記指摘には誤解があると思われる。敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の地震動評価に円形破壊面を仮定せずアスペリティ面積比を 2 2 % とし、Fujii and Matsuzura (2000) による静的応力降下量を 3.1 MPa とする手法は、相手方が強震動予測レシピを参考して採用したものなので、同手法を用いるケースにおいて、本件補足説明が参考にされることはあっても、壇ほか (2011) は、強震動予測レシピとは異なる手法⁶であるから、その適用においては、壇ほか (2011) の適用範囲に則った取扱いがなされるべきである。そして、壇ほか (2011) の適用範囲は、その基となるデータベースに含まれる断層の断層長さが 1 7 km～4 3 2 km であること（乙 37 (2045 頁) の表 1），壇ほか (2011) によるパラメータの設定例として断層長さ 2 5 km, 5 0 km, 1 0 0 km, 2 0 0 km, 4 0 0 km

6 壇ほか (2011) は、円形クラックの応力降下量の算定式等を用いる既存の方法で長大断層のパラメータ設定を行うことには課題があることに鑑み、円形クラックの式の代わりに Irie et al. (2010) による平均動的応力降下量の近似式を用いて、入倉・三宅 (2001) による断層面積と地震モーメントの経験的関係式を見直すなどで平均動的応力降下量及びアスペリティの動的応力降下量を求め、これらを用いたパラメータの設定方法を提案するもの

のケースが示されていること（乙37（2048頁））から、20km～400km程度であるといえるので、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の断層長さ約54km及び約130kmのケースがその適用範囲内にあることは明らかである。

- (2) 「南傾斜モデルを基本震源モデルに織り込まなかったことについて」
について

(釈明事項)

相手方引用の証拠（乙31（168頁，180頁，186頁，193頁））からは、「南傾斜80度の不確かさを考慮した地震動評価の結果を、鉛直の基本ケースと比較したところ、一部周期帯で基本ケースを上回るもの、全体としてはほぼ同じレベルの地震動の強さとなっている」かどうかが判然としないので、引用に係るグラフを適宜拡大表示するなど、この点についての証拠を補充されたい。

(主張立証の補充)

ア 敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の南傾斜80度の不確かさを考慮した地震動評価の結果と鉛直の基本ケースとを比較すると、一部周期帯で基本ケースを上回るもの、全体としてはほぼ同じレベルの地震動の強さとなっていることについて、相手方が抗告理由書（地震動関係）に対する答弁書第3の2(4)イ（101頁以下）で引用している乙31の168頁、180頁、186頁及び193頁の各グラフを拡大したものをそれぞれ末尾の別図1、別図2、別図3及び別図4に示す。ただし、乙31の各グラフは、地震動レベルの確認のために、断層モデルを用いた手法による地震動評価の結果を平成25年7月8日に原子炉設置変更許可申請を行った際の旧基準地震動Ss-1（最

大加速度 570 ガル) と比較していたが、別図の各グラフでは、平成 27 年 7 月 15 日に原子炉設置変更許可を得た現在の基準地震動 S s -1 (最大加速度 650 ガル) と比較した。

以下では、念のため、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の南傾斜 80 度の不確かさを考慮した地震動評価の結果と鉛直の基本ケースとを比較すると、一部周期帯で基本ケースを上回るもの、全体としてはほぼ同じレベルの地震動の強さとなっていることについて、別図を用いて説明する。

イ まず、別図 1 は断層長さ約 480 km で壇ほか (2011) を用いるケースの基本ケースと断層傾斜を南傾斜 80 度としたケースとを比較したものを見ている。

これにより、断層長さ約 480 km で壇ほか (2011) を用いるケースについて、南傾斜 80 度の不確かさを考慮した場合と鉛直の基本ケースの場合との地震動評価の結果とを比較すると、両ケースの地震動は全体として同レベルであることが分かる。

ちなみに、地震動のレベルを比較する場合、微視的にはグラフの山と谷の位置に多少のずれがあったり、周期ごとの地震動の大きさに上下があったりしても、ほとんどの周期でいずれか一方が他方を上回ったりせず、巨視的なレベル感が合っている場合には、通常、地震動は同レベルであると評価される。別図 1 の例でいえば、鉛直の基本ケースの結果（破壊開始点を 3 か所想定して解析しているため、地震動解析の結果も、黒又は灰色の 3 本の応答スペクトルで示している。）と南傾斜 80 度の不確かさを考慮したケースの結果（同じく、赤色系の 3 本の応答スペクトルで示している。）とは、互いに絡み合い、どちら

らかの結果が全周期帯にわたって他方を上回る（上側にシフトしている）あるいは下回る（下側にシフトしている）というものではないので、同レベルの地震動であると評価される。

ウ 次に、別図2及び別図3を基に、断層長さ約130km及び約54kmで壇ほか（2011）を用いるケースの基本ケースと南傾斜80度の不確かさを考慮したケースとでは、地震動はほぼ同レベルであることについて述べる。

別図2では、断層長さ約480kmで壇ほか（2011）を用いるケースの基本ケースと断層長さ約130kmで壇ほか（2011）を用いるケースの基本ケースとを比較したものを示し、別図3では、断層長さ約480kmで壇ほか（2011）を用いるケースの基本ケースと断層長さ約54kmで壇ほか（2011）を用いるケースの基本ケースとを比較したものを示している。

これらにより、断層長さ約480km、約130km及び約54kmで壇ほか（2011）を用いるケースの各基本ケースは、いずれも地震動は全体として同レベルであることが分かる（ちなみに、別図2及び別図3において、断層長さ約480kmのケースを示す黒や灰色の線が一部見えない部分があるが、これは約130kmや約54kmのケースを示す線と重なり、下に隠れているためである。）。

これを踏まえると、断層長さ約480kmのケースは、断層長さ約130km及び約54kmのケースで想定する震源断層の活動区間をいずれも包含することから、断層長さ約130km及び約54kmで壇ほか（2011）を用いる各不確かさケースについても、断層長さ約480kmで壇ほか（2011）を用いるケースで代表させることが可能で

ある（乙31（45頁））。そして、別図1により、断層長さ約480kmで壇ほか（2011）を用いるケースについては南傾斜80度の不確かさを考慮した場合と鉛直の基本ケースの場合の地震動はほぼ同レベルであることが分かっているので、断層長さ約130km及び約54kmで壇ほか（2011）を用いるケースについても、断層長さ約480kmで壇ほか（2011）を用いるケースと同様に、基本ケースと南傾斜80度の不確かさを考慮したケースとでは、地震動はほぼ同レベルであるといえる。

エ 続いて、別図4を基に、断層長さ約54kmで入倉・三宅（2001）を用いるケースの断層傾斜を南傾斜80度としたケースと基本ケースの地震動のレベルがほぼ同じであることについて述べる。

別図4では、断層長さ約480kmで壇ほか（2011）を用いるケースの断層傾斜を南傾斜80度としたケースと断層長さ約54kmで入倉・三宅（2001）を用いるケースの断層傾斜を南傾斜80度としたケースとを比較したものを示す。また、断層長さ約54kmで入倉・三宅（2001）を用いるケースの基本ケースと断層傾斜を南傾斜としたケースとの地震動が同レベルであることを確認するには、別図4のグラフに加え、断層長さ約54kmの壇ほか（2011）を用いるケースの基本ケースと断層長さ約54kmの入倉・三宅（2001）を用いるケースの基本ケースとを比較したグラフ（乙31（189頁））を参照するのが適切なので、これを別図5に示す。そして、別図4における断層長さ約54kmで入倉・三宅（2001）を用いるケースの断層傾斜を南傾斜80度としたケースと別図5における断層長さ約54kmで入倉・三宅（2001）を用いるケースの基本ケースとを直接

的に比較したもの別図6に示す（ただし、別図5及び別図6については、別図1～4と同様に旧基準地震動Ss-1（最大加速度570ガル）の線は現在の基準地震動Ss-1（最大加速度650ガル）に置き換えている。）。

これにより、断層長さ約54kmで入倉・三宅（2001）を用いるケースの断層傾斜を南傾斜80度としたケースと基本ケースの地震動は全体として同レベルであることが分かる。

オ 断層長さ約54kmで入倉・三宅（2001）を用いるケースの断層傾斜を南傾斜80度としたケースと基本ケースの地震動は全体として同レベルであることは、上記エで述べたとおり、別図6を新たに示すことで明らかではあるが、念のため、以下では既出の書証（乙31）からも説明ができる事を示す。

別図4からは、断層長さ約480kmで壇ほか（2011）を用いるケースの断層傾斜を南傾斜80度としたケースと断層長さ約54kmで入倉・三宅（2001）を用いるケースの断層傾斜を南傾斜80度としたケースの地震動が同レベルであること、別図5からは、断層長さ約54kmで壇ほか（2011）を用いるケースの基本ケースと断層長さ約54kmで入倉・三宅（2001）を用いるケースの基本ケースの地震動が同レベルであることが分かる。

そして、別図1及び別図3からは、断層長さ約480kmで壇ほか（2011）を用いるケースの断層傾斜を南傾斜80度としたケースと断層長さ約54kmで壇ほか（2011）を用いるケースの基本ケースの地震動が同レベルであることが分かるので、結局、断層長さ約54kmで入倉・三宅（2001）を用いるケースの断層傾斜を南傾斜80度

としたケースと基本ケースの地震動のレベルがほぼ同じであるといえる（考え方を整理して図1に示す。）。

別図4より

$$\textcircled{1} \quad 480\text{km} \times \text{壇ほか(2011)} \times \text{南傾斜}80^\circ \approx 54\text{km} \times \text{入倉・三宅(2001)} \times \text{南傾斜}80^\circ$$

別図5より

$$\textcircled{2} \quad 54\text{km} \times \text{壇ほか(2011)} \times \text{基本} \approx 54\text{km} \times \text{入倉・三宅(2001)} \times \text{基本}$$

別図1より

$$\textcircled{3} \quad 480\text{km} \times \text{壇ほか(2011)} \times \text{基本} \approx 480\text{km} \times \text{壇ほか(2011)} \times \text{南傾斜}80^\circ$$

別図3より

$$\textcircled{4} \quad 480\text{km} \times \text{壇ほか(2011)} \times \text{基本} \approx 54\text{km} \times \text{壇ほか(2011)} \times \text{基本}$$

別図1及び別図3より

$$\textcircled{5} \quad 480\text{km} \times \text{壇ほか(2011)} \times \text{南傾斜}80^\circ \approx 54\text{km} \times \text{壇ほか(2011)} \times \text{基本}$$

①, ②及び⑤より

$$\textcircled{6} \quad \underline{\underline{54\text{km} \times \text{入倉・三宅(2001)} \times \text{南傾斜}80^\circ}} \approx \underline{\underline{54\text{km} \times \text{入倉・三宅(2001)} \times \text{基本}}}$$

ただし、表中の記載は、各ケースの表記を簡略化し、「断層長さ×適用するスケーリング則×断層傾斜」で示している。例えば、「54km×入倉・三宅(2001)×南傾斜」は、断層長さ約54kmで入倉・三宅(2001)を用いるケースの断層傾斜を南傾斜80度としたケースを示す。

図1 才における考え方の整理

力 以上のことから、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の南傾斜80度の不確かさを考慮した地震動評価の結果と鉛直の基本ケースでは、全体としてはほぼ同じレベルの地震動の強さであるといえる。

2 「海洋プレート内地震の相当性」について

(説明事項)

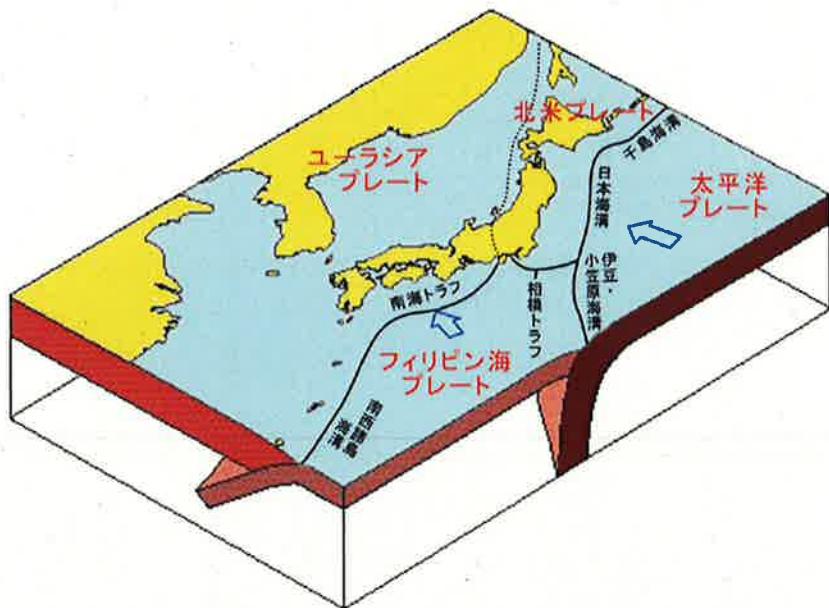
相手方は、予測地図（2014）のM8.0の設定はプレート間地震を考慮したものである可能性が高いことに加え、断層モデルを用いた手法による地震動評価では、詳細なパラメータ設定が必須であることから、想定される断層モデルは現実的に設定可能でなければならないところ、①予測地図（2014）は、80km×80kmの矩形断層面（乙263・113頁、126頁）を想定しているが、敷地周辺のフィリピン海プレートの厚さは30～35km程度である（乙375）ことから、九州下方に斜めに沈み込むフィリピン海プレートに対して、このように大きな水平矩形断層面を設定することは、プレートを突き抜ける断層面を設定することになり、現実的な断層モデルの設定は不可能である、②仮にプレート内に収めるために、斜めに沈み込むプレートと並行な断層面を仮定するとしても、薄いプレートをさらに薄く裂くような破壊を想定せざるを得ず、力学的に想定し難いなどと主張する（前記答弁書126、127頁）。

このうち、②の「斜めに沈み込むプレートと並行な断層面を仮定する」「薄いプレートをさらに薄く裂くような破壊を想定せざるを得ず、力学的に想定し難い」との点については、理解が困難であることから、どのような断層面を仮定しているのか等につき適宜図解するなど、主張証拠を補充されたい。

(主張立証の補充)

日本列島とその周辺には、海側の太平洋プレート及びフィリピン海プレート並びに大陸側のユーラシアプレート及び北米プレートがあり、本件発電所は、フィリピン海プレートがほぼ南東の方向から日本列島に近づき、南海トラフで陸側のプレートの下へ沈み込んでいく領域に位置している

(図2)。



(「日本の地震活動－被害地震から見た地域別の特徴－第2版」⁷より)

図2 日本列島とその周辺のプレート

海洋プレート内地震は、このような沈み込むプレートの内部で大規模な破壊（断層運動）が起こるもので、アウターライズ地震⁸とスラブ内地震に分類される。このうち、ある程度の深さまで沈み込んだ海洋プレート内で発生する地震をスラブ内地震といい、プレートが沈み込む方向への圧縮力

7 地震調査委員会編集（平成21年3月）の小冊子

8 アウターライズとは、海溝軸に近い場所で沈み込むプレートが地形的に盛り上がった場所のことを指しており、このような地形はプレートの沈み込みに伴って海洋プレートが折れ曲がることによって生じる。アウターライズ地震は、沈み込む前の海洋プレート、すなわち海溝軸よりも海側のプレート内で発生する地震で、プレートの折れ曲がった部分の外側（浅い側）で引張力が働く場合には正断層型、プレートの折れ曲がった部分の内側（深い側）で圧縮力が働く場合には逆断層型の地震が発生する（図3では、1933年三陸地震がアウターライズ地震に該当）。

なお、アウターライズ地震については、海洋プレート内地震の検討用地震の選定において、本件発電所への影響が小さい（乙31（16頁））ことから検討対象外となっている。

又は引張力を受けることにより、主に逆断層型又は正断層型の地震が発生する（図3）。

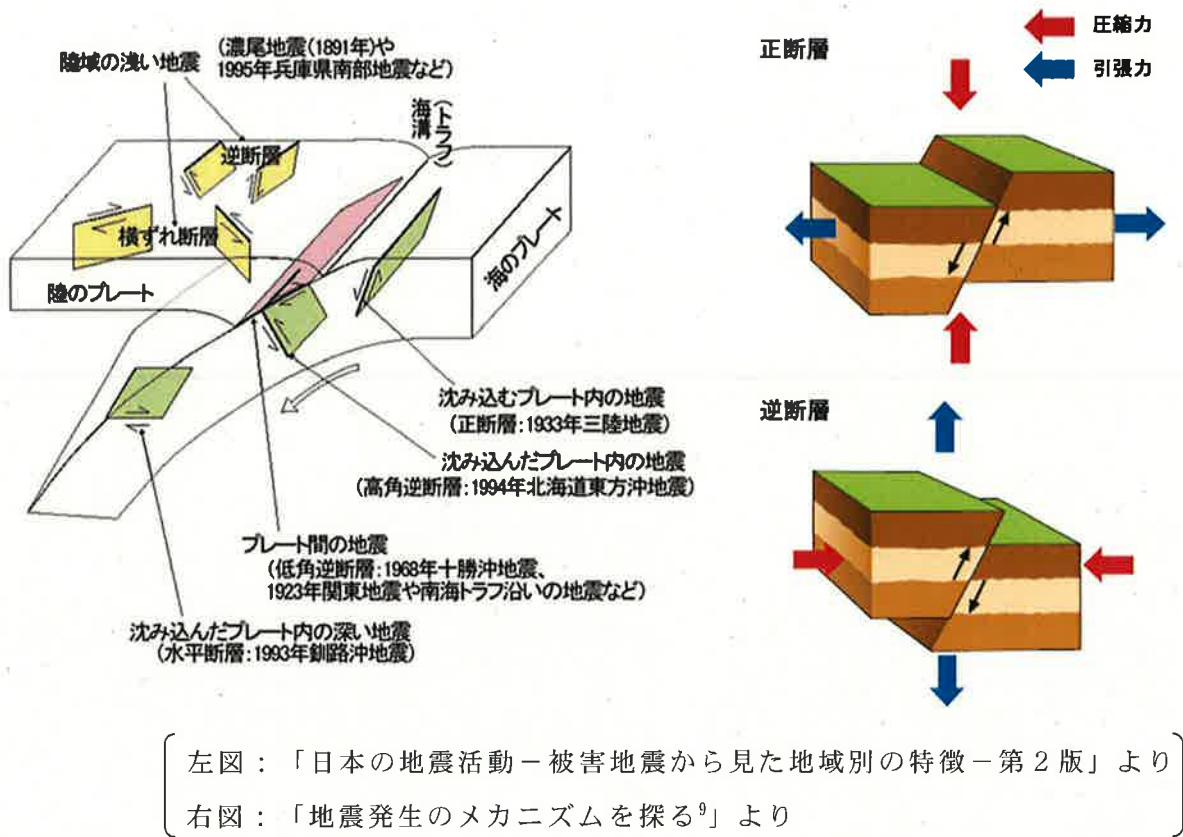


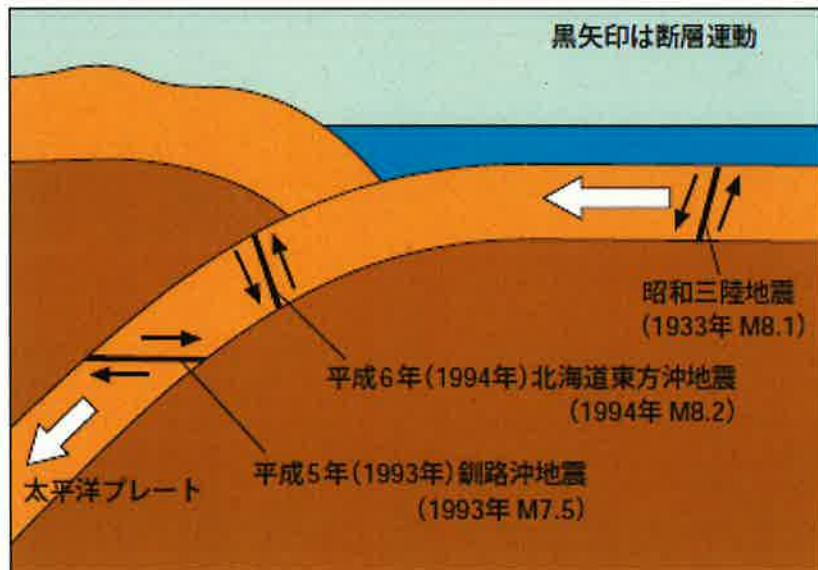
図3 日本で発生する地震のタイプと正断層及び逆断層のメカニズム

例えば、太平洋プレートで発生したスラブ内地震で規模の大きかったものとして、1993年釧路沖地震（M 7.5）、1994年北海道東方沖地震（M 8.2）等が、フィリピン海プレートで発生したスラブ内地震で規模の大きかったものとしては2001年芸予地震（M 6.7）がそれぞれ発生しており、いずれもプレートの軸方向（沈み込む方向）の圧縮力又は引張力を受けて発生した逆断層型又は正断層型の地震である（例えば、

⁹ 文部科学省発行（平成16年3月）のパンフレット

1993年釧路沖地震や2001年芸予地震は正断層型、1994年北海道東方沖地震は逆断層型）。

そして、図4に示すとおり、これらの地震（断層運動）は、破壊される断面が小さくなるプレートの短辺方向（プレートに交差する方向）に断層面が破壊されることによって発生している。これは、例えば、薄い1枚の板を両端から圧縮する（又は引っ張る）と、発生応力に耐えられなくなつた箇所が割れる（破壊する）ことと同じである。



（「地震発生のメカニズムを探る」より）

図4 海洋プレート内地震発生のしくみ

これに対し、相手方が抗告理由書（地震動関係）に対する答弁書で述べた「斜めに沈み込むプレートと平行（相手方注：抗告理由書（地震動関係）に対する答弁書で記載した「並行」は誤記なので訂正する。）な断層面を仮定する」というのは、図5の右図で示すようなプレートの長辺方向（プレートに平行な方向）に延びる断層面を仮定することである。そして、「薄

いプレートをさらに薄く裂くような破壊を想定せざるを得ず、力学的に想定し難い」というのは、フィリピン海プレートは、相対的に薄いプレートであることがわかっており、その薄いプレートの長辺方向に延びる断層面を仮定し、その断層面で破壊が生じた場合には、薄いプレートを薄く裂くような（2枚にスライスするような）破壊が生じることになるが、上記で述べた薄い1枚の板を両端から圧縮する（又は引っ張る）例からも、板が2枚にスライスされるような現象は考え難く、破壊される断面の小さい短辺方向に割れる（破壊する）のが通常であることから、図5に示すような、長辺方向に薄く裂くような破壊は想定し難いという意味である。

ちなみに、仮に、プレートの長辺方向へ裂けるような破壊が発生し得るとした場合、太平洋プレート（プレート厚さは90～100km程度（乙375（53頁）））は、フィリピン海プレート（プレート厚さは敷地周辺で30～35km）に比べて厚く、プレートの長辺方向へ裂けるような破壊が相対的に発生しやすいと考えられるところ、太平洋プレートにおいて発生したスラブ内地震では、1993年釧路沖地震や1994年北海道東方沖地震のように実際に短辺方向に断層破壊が生じているが（図4），長辺方向に大規模な断層破壊が生じた例は知られていない。

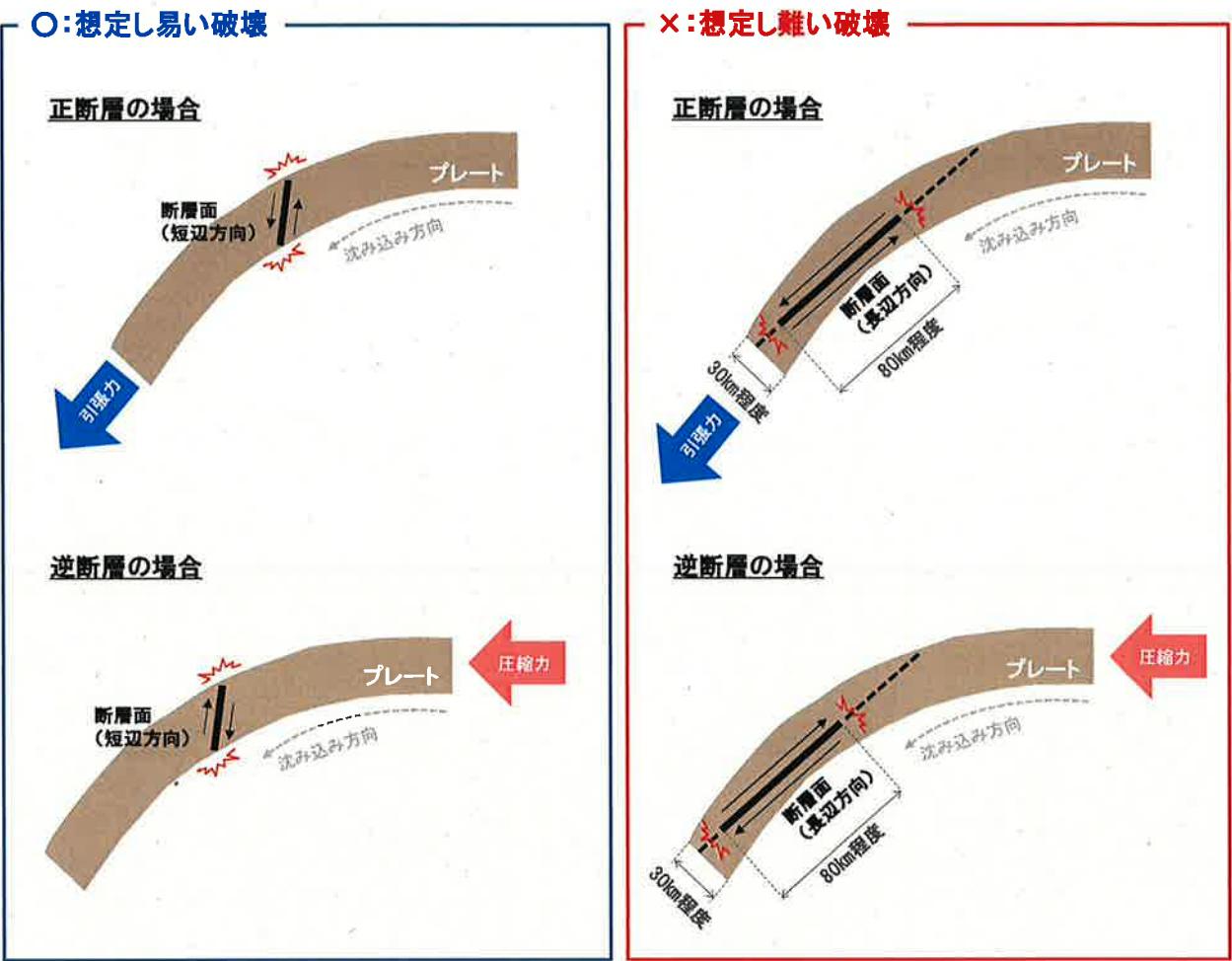


図5 沈み込むプレートの断層面（概念図）

第2 即時抗告理由書（火山）に対する答弁書に関する釈明事項（「南九州の各カルデラにおけるV E I 6 クラスの噴火による降下火砕物について」）について

1 須藤ほか（2006）の述べるマグマ溜まりに係る相手方の主張について
(釈明事項)

須藤ほか（2006）の述べるマグマ溜まりに係る相手方の主張について、「マグマ溜まりとみられている領域全体の体積」の数量がいくらであ

るかは、主張からも証拠からも明らかでないから、なぜ「仮に噴火可能な状態にあるマグマを全て噴出したとしても、その噴出体積は、相手方が阿蘇の噴火規模として想定している草千里ヶ浜軽石を噴出した噴火の噴出体積(約2.39km³)と齟齬するものではない」といえるのか、主張証拠を補充されたい。

(主張立証の補充)

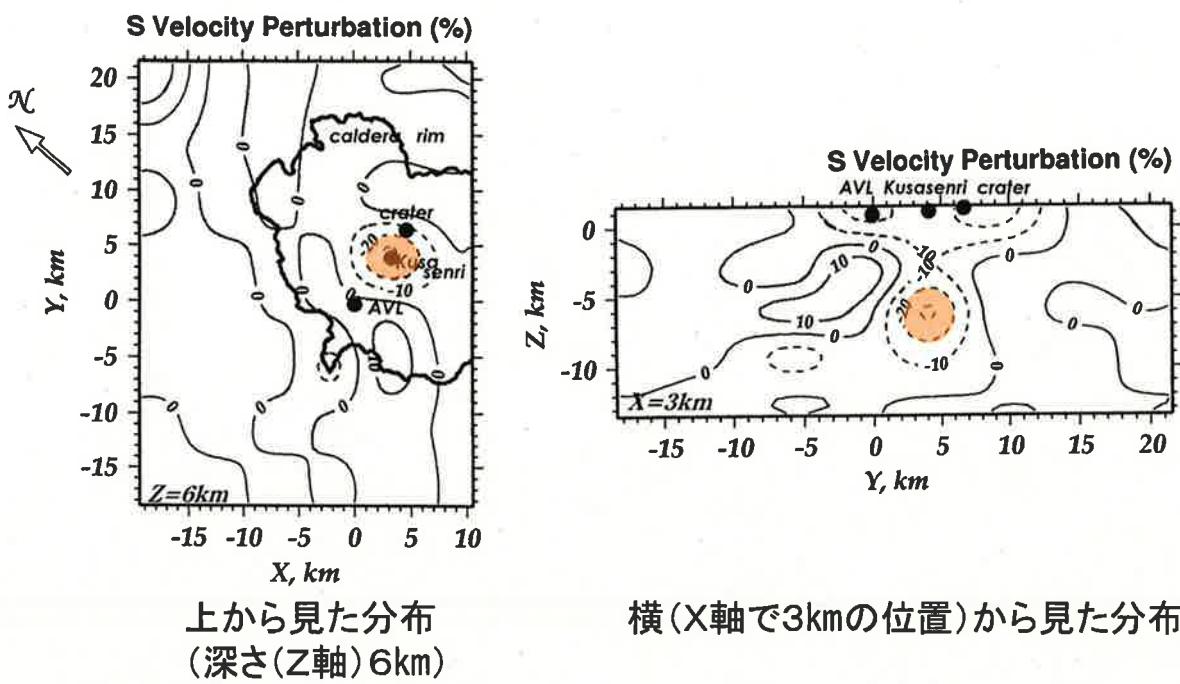
御庁からの求釈明にあるとおり、相手方は、即時抗告理由書(火山)に対する答弁書(以下「答弁書(火山)」という。)において、須藤ほか(2006)が述べるマグマ溜まりについて、仮にそのまま噴出可能な状態にあるマグマを全て噴出したとしても、その噴出体積は、相手方が阿蘇の噴火規模として想定している草千里ヶ浜軽石を噴出した噴火の噴出体積と齟齬するものではない旨主張した。この主張は、抗告人らは須藤ほか(2006)が述べる直径3~4kmとされるマグマ溜まりが存在することを理由にVEI6クラスの噴火が起きると述べるが(即時抗告理由書(火山)(21頁))、噴火規模はマグマ溜まりの直径(すなわち規模、体積)だけではなく、マグマの組成・性質、既往最大の噴火規模、過去の噴火履歴等を踏まえて総合的に判断する必要があるところ(乙339(9頁), 340, 377(3枚目))、噴火規模に関係する要素の一つである溶融状態に着目すると、須藤ほか(2006)でマグマ溜まりの溶融状態について数%以上で説明できるとされていることを踏まえれば、仮にそのまま噴出可能な状態にあるマグマを全て噴出したとしても、相手方が阿蘇の噴火規模として想定している草千里ヶ浜軽石を噴出した噴火の噴出体積と全体的なスケール感が齟齬するものではないとの趣旨で主張するものであって、具体的な噴出量について主張するものではない。つまり、須藤ほか(2006)

で用いられた地震波による解析では溶融したマグマがどのような形で存在するのか特定することは困難である¹⁰から、具体的な噴出量を正確に算定して草千里ヶ浜軽石の噴出体積と大小の比較をするものではなく、あくまで全体的なスケール感として齟齬するものではないとの趣旨である。以下、齟齬するものではないとする理由について敷衍して述べる。

まず、須藤ほか（2006）が述べるマグマ溜まりの形状について、須藤ほか（2006）において得られた地震波低速度領域の形状から、ほぼ球形の形状が想定できる（図6）。須藤ほか（2006）では、この直径を3～4kmと見込んでいることから（甲G2（303頁）），その体積は、15～30km³程度と見積もることができる¹¹。

10 数%の溶融状態の存在形態については、溶融状態にある液相（液体部分）と固相（結晶、岩石部分）がはっきりと分離して存在しているとの想定がある一方、液相が固相に浸み込んでマグマ溜まりに一様に存在して固相と共存しているとの想定もありえる。前者の場合、溶融状態にあるマグマの全てがそのままの状態で噴出可能な状態となる一方、後者の場合、マグマ溜まり全域において固相が占める割合が50%を超えるために噴出できなくなってしまう。前者の液相と固相が全く混合していない状態は不自然であるし、後者は現に阿蘇山中岳が活動していることと矛盾し、このような極端に偏った存在形態はいずれも考え難いが、地震波による解析では、両者の中間でどのような存在形態をとるのか特定することは困難である。

11 球の体積の公式（ $4/3 \times \pi \times \text{半径}^3$ ）から、直径3kmで15km³程度、直径4kmで30km³程度と見積もることができる。



※ 須藤ほか（2006）のFig. 9（甲G2（302頁））のうち、S波速度に関する図（S Velocity Perturbation）に、S波速度で須藤ほか（2006）がマグマ溜まりの境界とする20%以上の速度減少が生じている低速度領域（甲G2（303頁））をオレンジ色で彩色したもの。

図6 須藤ほか（2006）の地震波低速度領域の形状

須藤ほか（2006）においては、マグマ溜まりの溶融状態について、数%以上で説明できるとしている（甲G2（303頁））。この溶融状態の見積もりは室内実験の結果と比較して領域全体の平均的な値として推定したものであって¹²、溶融状態にあるマグマの存在形態を特定できるものではないが¹⁰、例えばマグマ溜まりが3%程度の溶融状態にあるとしたときに、仮に溶融状態にある液相と固相がはっきりと分離していて液相の全

12 須藤ほか（2006）は、室内実験においてP波速度で20%，S波速度で30%の速度減少で10%程度の溶融状態であったことから見積もって、P波速度で10%～25%，S波速度で20%以上の速度減少の領域を数%以上の溶融状態としている（甲G2（303頁））。

量が噴出可能な状態であると想定すれば、そのままの状態で噴出できるマグマの体積は $0.5 \sim 1 \text{ km}^3$ 程度と見積もることができる¹³。マグマは、火山灰、軽石等の降下火碎物や火碎流等として噴出する際には、地上付近では減圧、発泡して空隙を含むから、降下火碎物の噴出体積としてはこのマグマの体積の 2.5 倍（乙 339（8 頁）、乙 378（10 頁））である $1.25 \sim 2.5 \text{ km}^3$ に相当し、草千里ヶ浜軽石の噴出体積（約 2.39 km^3 ）と齟齬するものではない。

御庁から求釈明があった相手方の主張の詳細については以上のとおりであるが、相手方としては、仮に須藤ほか（2006）が述べるマグマ溜まりにおける噴出可能なマグマの量が草千里ヶ浜軽石の噴出体積よりもさらに多いとしても、VEI 5 クラスの草千里ヶ浜軽石を噴出したような噴火を超える噴火、まして VEI 6 クラスの噴火を想定する合理性はないと考える。すなわち、相手方は、火山岩の分布や組成といった岩石学的な情報等も総合的に勘案して VEI 6 クラスの噴火を起こすような珪長質マグマ溜まりが存在しないと評価しているところ、答弁書（火山）16 頁で述べたとおり、そもそも須藤ほか（2006）が述べるマグマ溜まりは中岳に関係するマグマ溜まりとされており（甲 G 2（303～304 頁）），中岳から現在噴出しているマグマは玄武岩質～玄武岩質安山岩質が主体である（乙 341（271 頁（Fig. 2（答弁書（火山）18 頁の図 3 に和訳）），278～279 頁））。そして、玄武岩質～玄武岩質安山岩質のマグマはプリニー式噴火を起こしにくく、まれに起きたとしても大規模なプリニー式噴火はさらに想定し難いから（乙 339（8～9 頁）），須藤

13 含まれている液相の全てが噴出するものとして、体積 1.5 km^3 程度の 3 % 程度であれば 0.5 km^3 程度、体積 3.0 km^3 程度の 3 % であれば 1 km^3 程度となる。

ほか（2006）が述べるマグマ溜まりの存在をもって、阿蘇山においてVEI 6クラスの噴火が起こる危険性があるとの抗告人らの主張を裏付けることはできない。

2 始良カルデラにおけるVEI 6クラスの既往最大の噴火に係る相手方の主張について

（証明事項）

答弁書20頁の図からは、始良カルデラにおけるVEI 6クラスの既往最大の噴火よりも「相手方が九重山において想定する噴火の方が本件発電所に及ぼす影響は大きい」かが明らかでないので、主張証拠を補充されたい。

（主張立証の補充）

答弁書（火山）20頁の図4の左上の図においては、噴出体積 40 km^3 以上とされる福山降下軽石堆積物の分布を示したが、この図においては、20cmの等厚線までしか表記されていないことから、確かに相手方の本件発電所において考慮すべき降下火碎物の層厚として評価するところと同じ15cmの層厚がどこまで達したかは明らかではない。

しかしながら、始良カルデラから上記の図で20cmの等厚線が達している宮崎県新富町付近まで直線距離にして約80kmであるところ、本件発電所の敷地は新富町付近からさらに約170kmの距離にあるため（始良カルデラから本件発電所の敷地までは約250km）（図7），福山降下軽石を噴出した噴火において、本件発電所の敷地付近において、相手方が想定している15cmの層厚を超える量の降下火碎物が達したとはおよそ考え難く、実際、連続的な堆積環境にある本件発電所から南東方向約15kmに位置する宇和盆地において福山降下軽石の堆積層は確認できない（乙290（9）

0頁，92頁))。

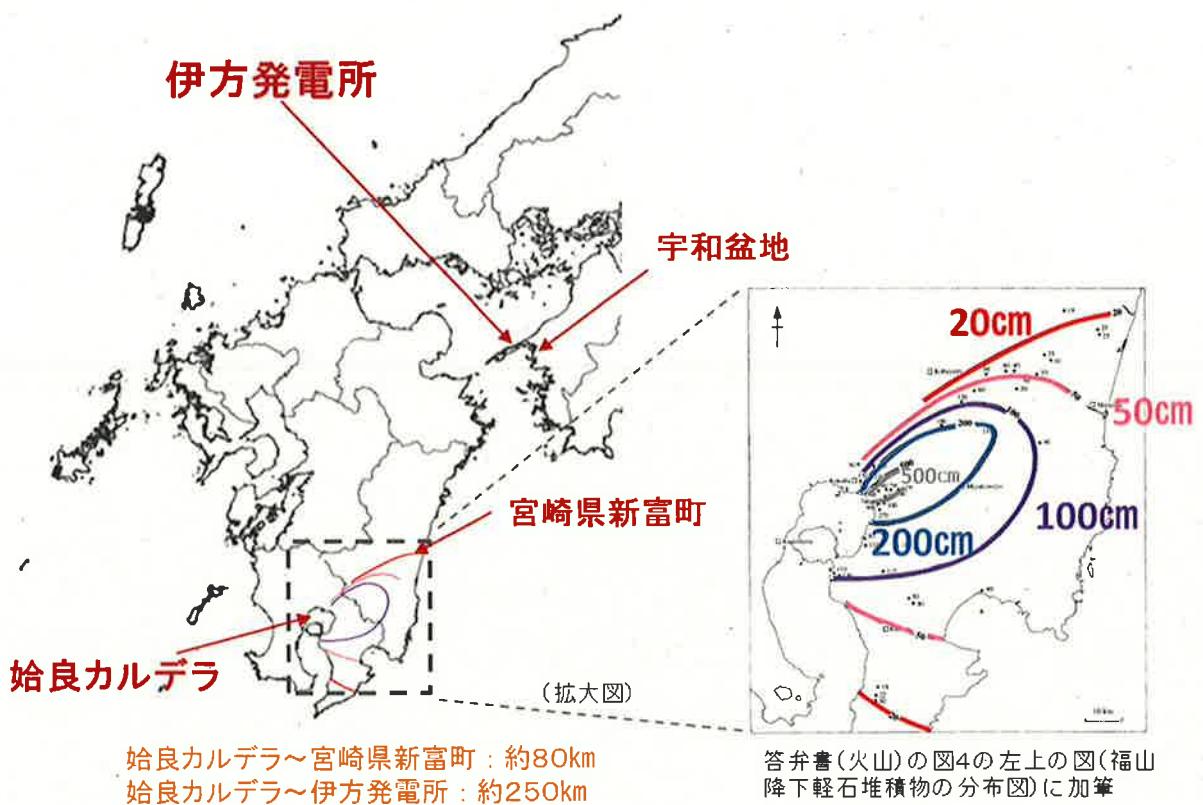
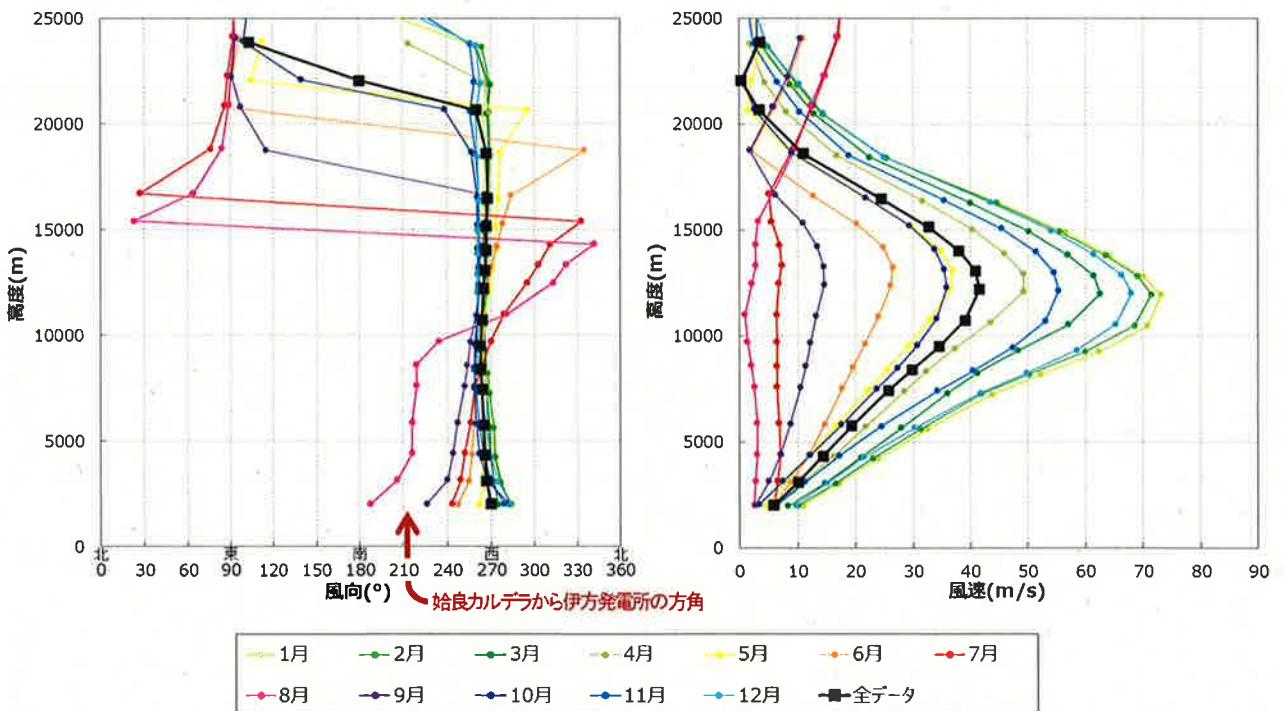


図7 福山降下軽石の分布及び伊方発電所と姶良カルデラの位置関係

また、降下火碎物の堆積分布（主軸の方向や堆積厚さ）は風向・風速に支配され、強い風が長時間継続して一定方向に吹く場合に遠方まで厚く堆積するところ、本件発電所の敷地は、南九州のカルデラ火山からみて北北東の方角に位置しており、偏西風の風下から大きく外れる。具体的に述べると、プリニー式噴火による降下火碎物は堆積分布の主軸に沿って遠方まで厚く堆積するが、堆積分布の主軸の方向は、偏西風の影響を大きく受けるところ（乙378（8頁）），九州・四国付近の緯度においては、偏西

風が北北東の方角に強い風速で安定して吹くことは考え難いため、本件発電所の敷地は、南九州のカルデラ火山からみて降灰の主軸が向き難い方角にある（図8、図9）。このため、南九州のカルデラ火山においてVEI 6クラスのプリニー式噴火が発生したとしても、堆積分布の主軸が重なることによって本件発電所の敷地において大きな層厚となることは想定し難い。



- ・ 10月～6月には、風向は各高度ともほぼ真西で安定しており、風速はジェット気流が吹く高度約 12 km で 25 m/s～70 m/s と大きい。
- ・ 7月～9月には、偏西風は弱まり、風速は高度約 12 km 付近でも 20 m/s 未満と小さい。

出典：気象庁が公表する高層気象観測データ（9時時点の平年値（1981年～2010年の観測値の平均）を基に算出されたもの）から作成

図8 鹿児島における高層気象観測データ（風の月別平年値）

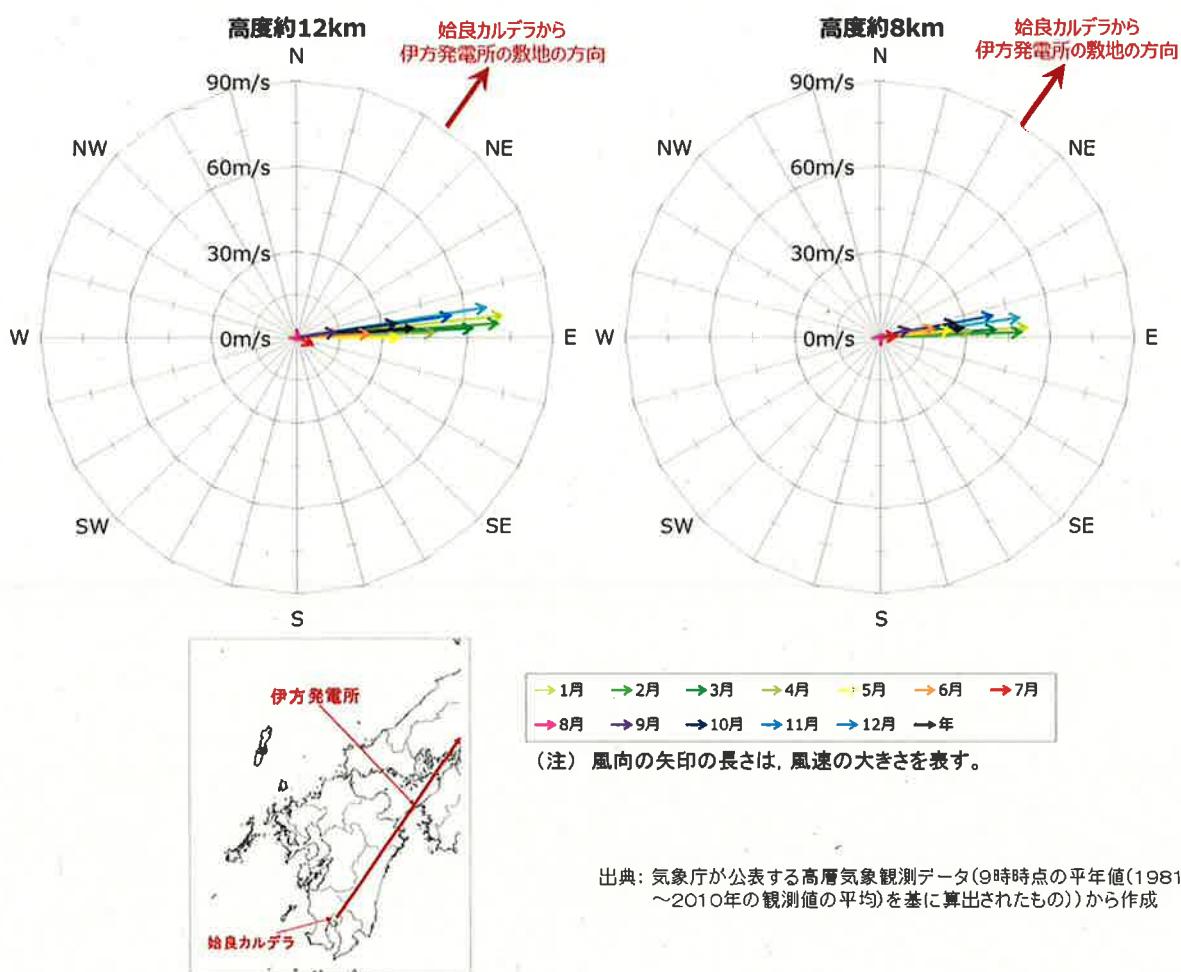


図9 鹿児島における高度約12km及び高度約8kmの風向・風速(月別平年値)

したがって、南九州のカルデラ火山と本件発電所との位置関係（距離、方向）を考えれば、仮に抗告人らのいう始良カルデラにおけるVEI 6クラスの噴火について既往最大の噴火を踏まえたとしても、相手方が九重山において想定する噴火の方が本件発電所に及ぼす影響は明らかに大きいものと考えられる。

第3 答弁書に関する釈明事項について

1 「司法審査の在り方」について

(1) 「ア」について

(証明事項)

相手方が、福島第一原発事故を受けて、電気事業者として原子力施設の安全性に関する従来の認識を見直さなければならないと考えた点があるか。あるとすると、それは何か。

(主張立証の補充)

相手方は、福島第一原子力発電所事故では、津波を適切に把握できていなかつたことが直接的な原因となったこと、放射性物質が大量に放出される事態が発生したことなどを踏まえ、地震、津波等の自然的立地条件に対して、より余裕を持たせた評価を行い、事故防止に係る安全確保対策を強化するとともに、万が一、事故防止に係る安全確保対策が奏功しない場合においても、放射性物質の持つ危険性が顕在化することのないよう、炉心の著しい損傷を防止するための対策、及び、万が一炉心が著しい損傷に至る場合であっても原子炉格納容器の破損を防止するための対策を講じるなど、さらなる安全性向上のための対策を講じる必要性を認識した。

(2) 「イ」について

(証明事項)

「規制基準の考え方」に表明された見解(乙250・5~8頁)のうち相手方の見解と齟齬するものがあるか。

(主張立証の補充)

齟齬するものでないと認識である。

(3) 「ウ(ア)」について

(証明事項)

相手方は、「規制基準の考え方」が「現時点における我が国の社会が

容認する原子炉施設の安全性の水準」と合致していると認識しているか。

(主張立証の補充)

合致しているとの認識である。

(4) 「ウ(イ)」について

(釈明事項)

認識しているとすると、相手方が認識する「規制基準の考え方」が示す総論的な安全性の具体的水準はどのようなものか。また、この総論を例として「地震」に関し具体化するとどのようなものとなるのか。

(主張立証の補充)

「現時点における我が国の社会が容認する原子炉施設の安全性の水準」は、科学技術の利用における発電用原子炉施設について、最新の科学的、専門技術的知見を踏まえ、社会が容認できる程度に、深刻な災害が発生する可能性を極めて低くするように管理されていると認められる水準であり、こうした安全性の考え方と「実用発電用原子炉に係る新規制基準の考え方について」に示される「相対的安全性」の考え方（乙250（6～8頁））とは、同趣旨のものであると考えられる。そして、御庁が挙げる「地震」を含む自然災害については、福島第一原子力発電所事故を踏まえて改訂された原子炉等規制法の目的及び趣旨からすれば、原子炉等規制法は、最新の科学的、専門技術的知見を踏まえて合理的に予測される規模の自然災害を想定した安全性の確保を求めるものと解される（原決定212頁）。以下、敷衍して述べる。

原子力規制委員会は、発電用原子炉の安全性について科学的、専門技術的知見から十分な審査を行う必要があるところ、安全性に係る具体的水準については、例えば、発電用原子炉の設置許可の基準の一つとして、

原子炉等規制法43条の3の6第1項4号において、「発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は発電用原子炉による災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること」が定められるなど、原子力規制委員会の専門技術的裁量に委ねられている。そして、原子力規制委員会は、原子力規制委員会規則、内規等（いわゆる新規制基準）を制定し、安全審査においては、原子力規制委員会規則への適合性について原子力規制委員会の各委員が有する科学的、専門技術的知見に基づき、最新の科学技術的水準及び社会がどの程度の危険までを容認するかなどの事情も見定めた上で、合理的な判断がなされるものと考えている。

以上を例とすると、地震についての安全性は、最新の科学的、専門技術的知見を踏まえて合理的に予測される規模の地震に対する安全性を確保することであり、その具体的水準については、設置許可基準規則¹⁴4条において耐震重要施設が基準地震動による地震力に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならないことが定められている（乙68（11頁））。より具体的な水準については設置許可基準規則解釈¹⁵別記2で定められており、例えば、基準地震動の策定にあたり、内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震について、活断層の性質や地震発生状況を精査し、中・小・微小地震の分布、応力場及び地震発生様式（プレートの形状・運動・相互作用を含む。）に関する

14 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（原子力規制委員会、平成25年6月）

15 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（原子力規制委員会、平成25年6月）

る既往の研究成果等を総合的に検討し、検討用地震を複数選定することなどが要求されている（設置許可基準規則別記2第4条5項（乙68（126頁以下））。また、基準地震動の妥当性を厳格に確認するために活用することを目的とする地震ガイド¹⁶（乙39）も制定されている。

そして、原子力規制委員会の審査においては、原子力規制委員会の各委員が有する科学的、専門技術的知見に基づき、最新の科学技術的水準に従い、かつ、社会がどの程度の危険までを容認するかなどの事情も見定めた上で、設置許可基準規則4条等への適合性が確認されるものと考えている。

(5) 「エ」について

(証明事項)

相手方が主張する「原子力施設の利用により得られる利益」に関する主張は、原審での主張（原審答弁書）で一応尽きていていると理解してよいか。

(主張立証の補充)

ご指摘のとおりである。

2 「地すべりと液状化現象による危険性」について

(証明事項)

相手方は、抗告人らが指摘する新潟県中越沖地震の際に東京電力柏崎刈羽原子力発電所で発生した液状化については、東京電力のその後の調査により地下水位が地表面付近にある地点（主に海側の地下水が飽和した地盤）で発生していることが分かっていると主張し、その証拠として乙328・8～17頁を引用する（前記答弁書54頁）。

16 基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド（原子力規制委員会、平成25年6月）

しかし、引用に係る証拠からは、地下水位の高い部分で液状化が発生したことは読み取れるものの、地下水位が地表面付近にある地点で液状化が発生したことまでは読み取れないので、この点について、主張証拠を補充されたい。

(主張立証の補充)

柏崎刈羽原子力発電所については、乙328(12~13頁)において、その敷地高さ及び地下水位の高さが示されている。すなわち、敷地高さについては、四角囲いで、例えば「T. P. + 5. 0 m」(乙328(12頁)) や「T. P. + 12. 0 m」(乙328(13頁)) というように示されており、地下水位については、丸印で色分けして示されている。これを新潟県中越沖地震の際に主に液状化が生じた海側の地点について見ると、敷地高さについてはT. P. + 3. 0 mとされ、その付近の地下水位は概ね薄いオレンジ色、すなわち、T. P. + 5. 0 m~T. P. + 0. 0 mであることが示されている。このことから、少なくとも、海側の地点においては、地下水位が地表から3m以内の地表に近い位置にあることが読み取れるので、相手方は、答弁書において、「地下水位が地表面付近にある」と説明した。

また、乙328(25頁)には、「地下水位が高い海側の飽和地盤」との記載があり、海側の地盤は地下水が飽和していること、すなわち、地下水位が地表付近にあることが示されていることからも、相手方の上記説明は裏付けられる。

3 「シビアアクシデント対策の合理性」について

(説明事項)

相手方は、本件3号機においては、溶融炉心が原子炉下部キャビティに

落下する際、原子炉下部キャビティは準静的（物質系の変化が常に熱平衡状態〔物体間の熱の移動がなく、相の変化《例えば水から水蒸気への変化》もない状態〕に十分近い状態であること）であり、実験で付加したような膜沸騰状態を不安定化させる外乱は発生しないと考えられることから、大規模な水蒸気爆発に至る可能性は極めて低いと考えられると主張する（前記答弁書63頁）。

しかし、相手方の主張がどの証拠に基づき認定できるのか判然としないので、その根拠となる証拠を指摘されたい。

(主張立証の補充)

水蒸気爆発は、高温の溶融炉心が原子炉容器破損口から原子炉容器外に放出され、原子炉下部キャビティの水中に落下し、水中に分散した溶融炉心は膜沸騰状態の蒸気膜に覆われた状態で冷却材との混合状態となり、さらに膜沸騰が不安定化して蒸気膜が局所的に崩壊すると、溶融炉心と冷却材との直接接触（液一液直接接触）により急激な伝熱が行われ、その結果、急激な蒸発が起こり、その過程において溶融炉心が微粒化し、新たな液一液直接接触による急速な伝熱により一気に水蒸気が発生し、この現象が系全体に瞬時に拡大・伝播する現象である。

この現象に関して、これまでに複数の実験が行われており、そのうち実機において想定される溶融物（二酸化ウラン（燃料ペレット）とジルコニアム（燃料被覆管）の混合溶融物）を用いたものとして、COTELS¹⁷、FARO¹⁸、KROTONS¹⁹がある（これらの実験データを表1に示す。こ

17 財団法人原子力発電技術機構がカザフスタン国立原子力センターにおいて行った実験

18 欧州JRC（Joint Research Center）がイスプラ研究所において行った実験

19 欧州JRC（Joint Research Center）がイスプラ研究所において行った実験で、この際には、あえて外乱を与える実験を実施している。

のうち、「外部トリガーの有無」の欄に○印があるのは、溶融物が水プールに落下中に外乱を与えた実験であり、「水蒸気爆発発生の有無」の欄に○印があるのは、水蒸気爆発が発生した実験である。）。

これらのうち、K R O T O S の一部実験においてのみ水蒸気爆発が発生している（表 1）。K R O T O S の実験装置には、あえて水蒸気爆発が発生しやすい環境とするため、図 10 のとおり実験装置の底部に 150 気圧の圧縮ガスを放出する機構を設けている（乙 379）。そして、水蒸気爆発が発生したのは、溶融物が水プールに落下中に容器底部の機構から圧縮ガスを供給することで外乱（外部トリガー）を与えて膜沸騰状態を強制的に不安定化させた実験のみであり（表 1 の K R O T O S の欄の実験 ID 7, 9, 10），それ以外の人為的に外乱を与えていない実験では、C O T E L S や F A R O も含め、いずれも水蒸気爆発は発生していないことが確認されている。

こうした実験結果を踏まえると、膜沸騰状態を不安定化させる外乱がない場合には、水蒸気爆発が発生する可能性は極めて低いと考えられるところ、実機においては、原子炉格納容器内部の原子炉下部キャビティにおいて、150 気圧の圧力を発生させるような設備は存在しておらず、かつ、本件 3 号機において水蒸気爆発が発生する可能性の観点から厳しい事象を想定した有効性評価の解析においても、原子炉格納容器内の圧力は 0.335 MPa [g a g e] (= 約 3.4 気圧) にとどまり²⁰（乙 11 (10-7-2-106 ~ 10-7-2-112 頁, 10-7-2-10 ~ 10-

20 本件 3 号機において、原子炉格納容器破損防止対策の有効性を確認するための評価目標として設定した事項は「0.566 MPa [g a g e] を下回ること」（乙 11 (10-6-14 頁)）である。重大事故等時における原子炉格納容器内の圧力は、最高で 0.345 MPa [g a g e] である（乙 11 (8-9-143 頁)）。

- 7 - 2 - 1 9 頁, 1 0 - 7 - 2 - 2 1 7 頁), 原子炉下部キャビティでも大きな圧力変化が生じない(乙 1 1 (追補 2. III 「第 3 部 M A A P コード」 3. 2 - 3 4 頁の図 5 - 1 - 4, 同 3. 2 - 3 7 頁の図 5 - 2 - 4, 同 3. 2 - 4 0 頁の図 5 - 3 - 4, 同 3. 2 - 4 3 頁の図 5 - 4 - 4))ことを確認しており, K R O T O S 実験のような 1 5 0 気圧もの圧力が原子炉下部のキャビティ水にかかるることは想定し難い。

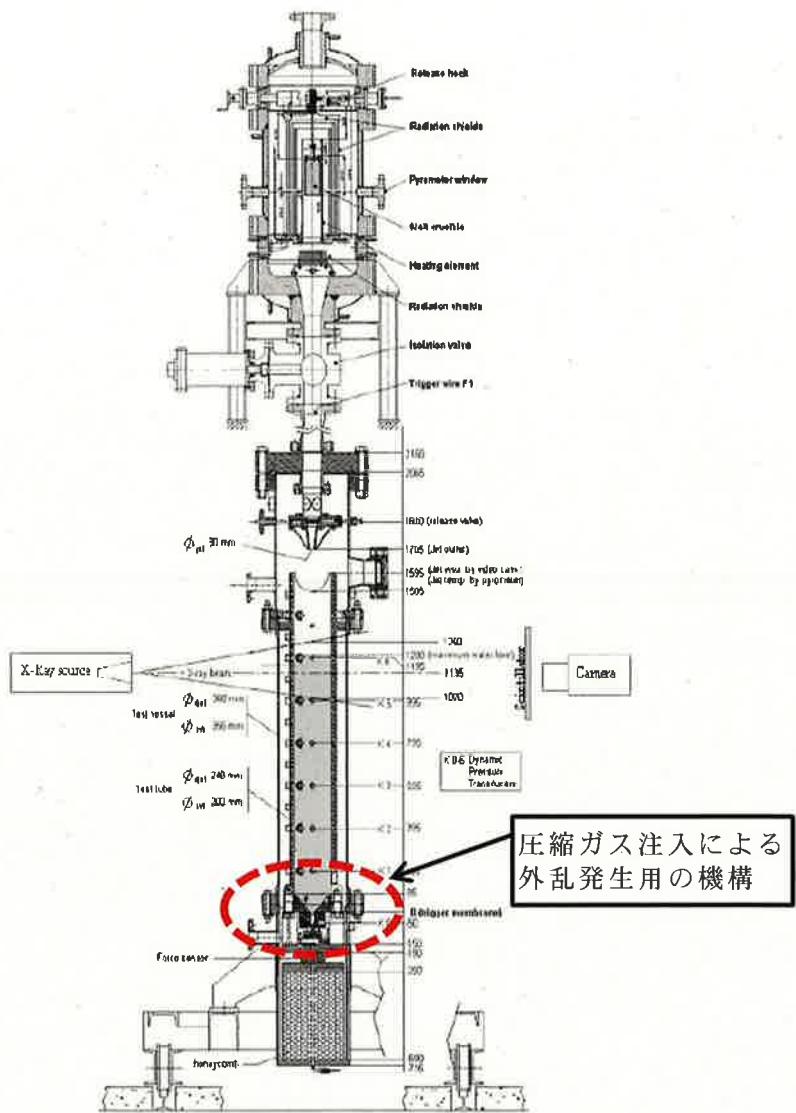
以上のことから, 実機においては実験で付与したような外乱の発生は想定されず, 水蒸気爆発に至る可能性は極めて低いと考えられる。

ちなみに, 原子力規制委員会は, 本件 3 号機の原子炉設置変更許可申請書に関する審査書案に対する意見への回答として, これまでに実施された各種実験の結果等を踏まえると, 実機において水蒸気爆発発生の可能性は極めて低い旨説明している。(乙 3 8 0 (6 3 ~ 6 6 頁))。

表1 水蒸気爆発に関する実験結果

実験 I D	溶融物タイプ	UO ₂ 質量割合	溶融物 質量kg	溶融物 温度K	サブクール度 K	外部トリガ の有無	水蒸気爆発 発生の有無
FARO	1 80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	18.00	2,923	0	-	-
	2 80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	44.00	3,023	12	-	-
	3 77%UO ₂ +19%ZrO ₂ +4%Zr	0.77	151.00	2,823	2	-	-
	4 80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	125.00	3,123	0	-	-
	5 80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	157.00	3,073	1	-	-
	6 80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	96.00	3,173	0	-	-
	7 80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	176.00	3,023	0	-	-
	8 80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	129.00	3,023	1	-	-
	9 80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	175.00	3,052	1	-	-
	10 80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	39.00	3,070	97	-	-
	11 80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	92.00	2,990	104	-	-
	12 80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	100.00	3,070	124	-	-
KROTOS	1 81%UO ₂ +19%ZrO ₂	0.81	3.03	3,063	22	-	-
	2 81%UO ₂ +19%ZrO ₂	0.81	3.20	3,063	75	-	-
	3 79%UO ₂ +21%ZrO ₂	0.79	3.10	3,023	10	○	-
	4 79%UO ₂ +21%ZrO ₂	0.79	3.03	3,025	79	○	-
	5 79%UO ₂ +21%ZrO ₂	0.79	3.22	3,018	77	○	-
	6 80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	3.09	3,105	4	○	-
	7 79%UO ₂ +21%ZrO ₂	0.79	5.05	3,088	83	○	○
	8 80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	5.15	3,023	82	○	-
	9 80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	2.62	3,023	102	○	○
	10 80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	2.62	3,023	123	○	○
COTELS	1 55%UO ₂ +5%ZrO ₂ +25%Zr+15%SS	0.55	56.30	3,050	0	-	-
	2 55%UO ₂ +5%ZrO ₂ +25%Zr+15%SS	0.55	27.00	3,050	8	-	-
	3 55%UO ₂ +5%ZrO ₂ +25%Zr+15%SS	0.55	55.40	3,050	12	-	-
	4 55%UO ₂ +5%ZrO ₂ +25%Zr+15%SS	0.55	53.10	3,050	21	-	-
	5 55%UO ₂ +5%ZrO ₂ +25%Zr+15%SS	0.55	47.70	3,050	24	-	-
	6 55%UO ₂ +5%ZrO ₂ +25%Zr+15%SS	0.55	57.10	3,050	0	-	-
	7 55%UO ₂ +5%ZrO ₂ +25%Zr+15%SS	0.55	55.00	3,050	21	-	-
	8 55%UO ₂ +5%ZrO ₂ +25%Zr+15%SS	0.55	53.00	3,050	86	-	-

(乙381(添付3.3.1-3頁)の表を基に作成)

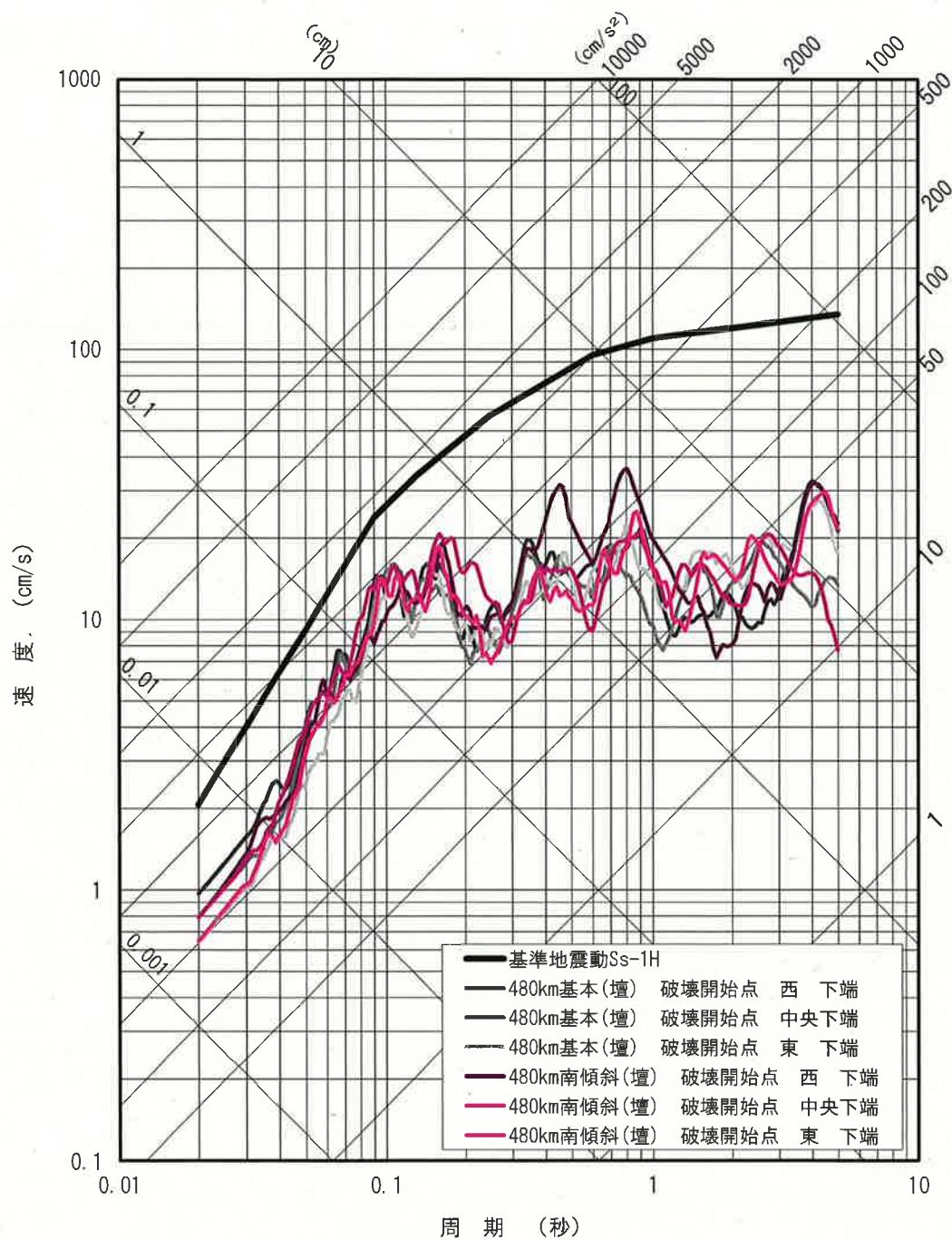


(乙379のFigure2(3頁)に一部加筆)

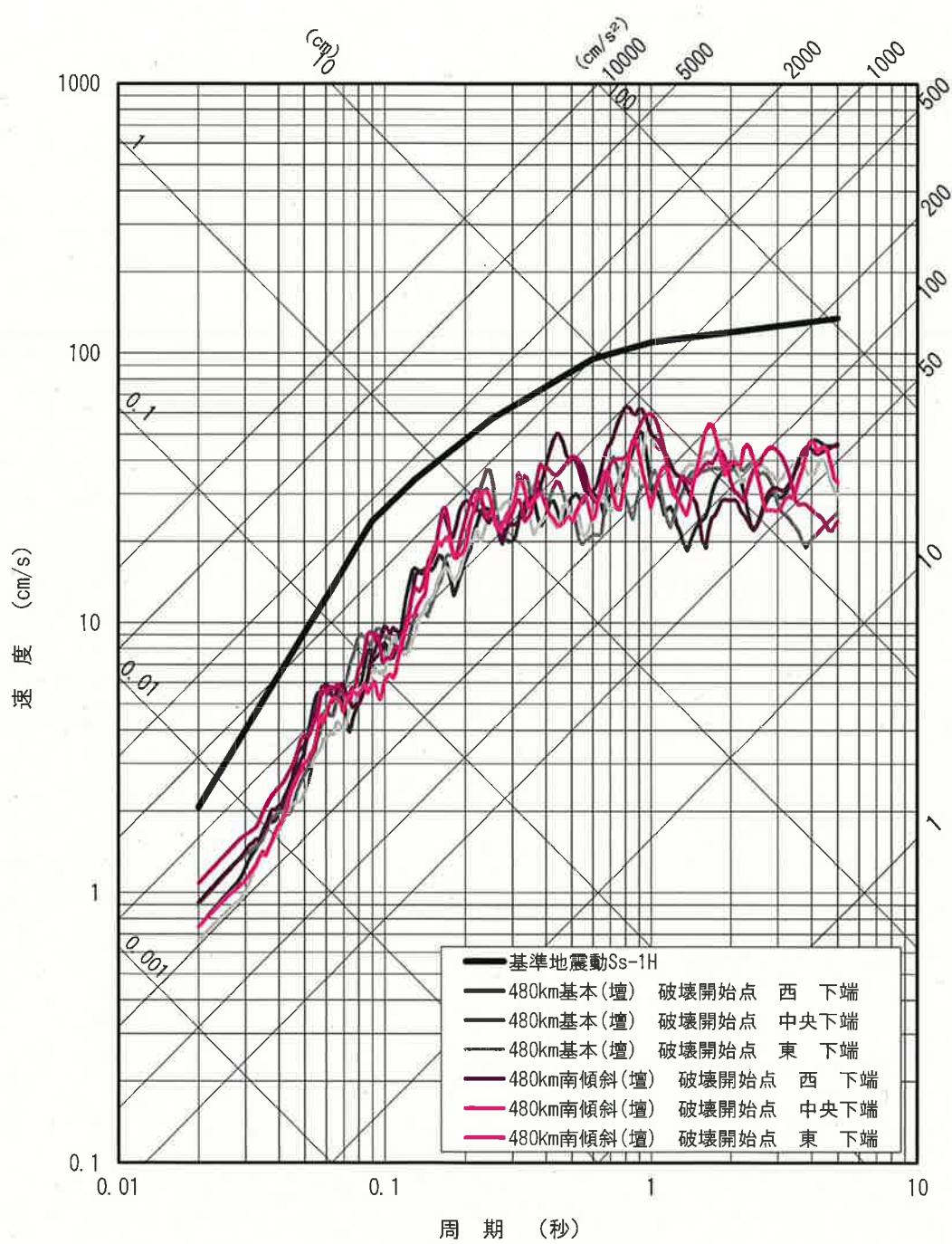
図10 K R O T O S 実験装置

以 上

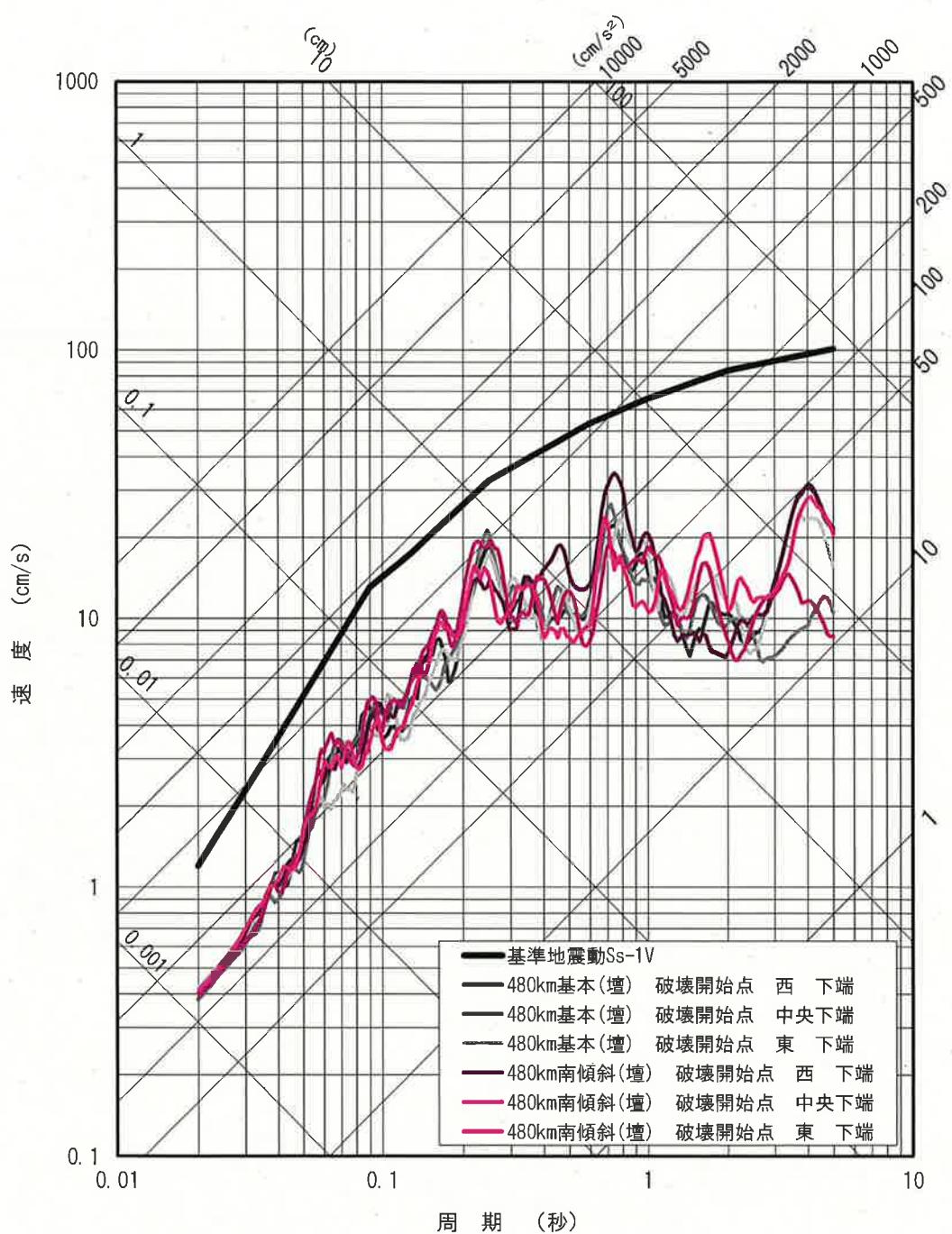
別図1 断層長さ約480kmで壇ほか(2011)を用いるケースの基本ケースと断層傾斜を南傾斜80度としたケースとの比較



南北方向

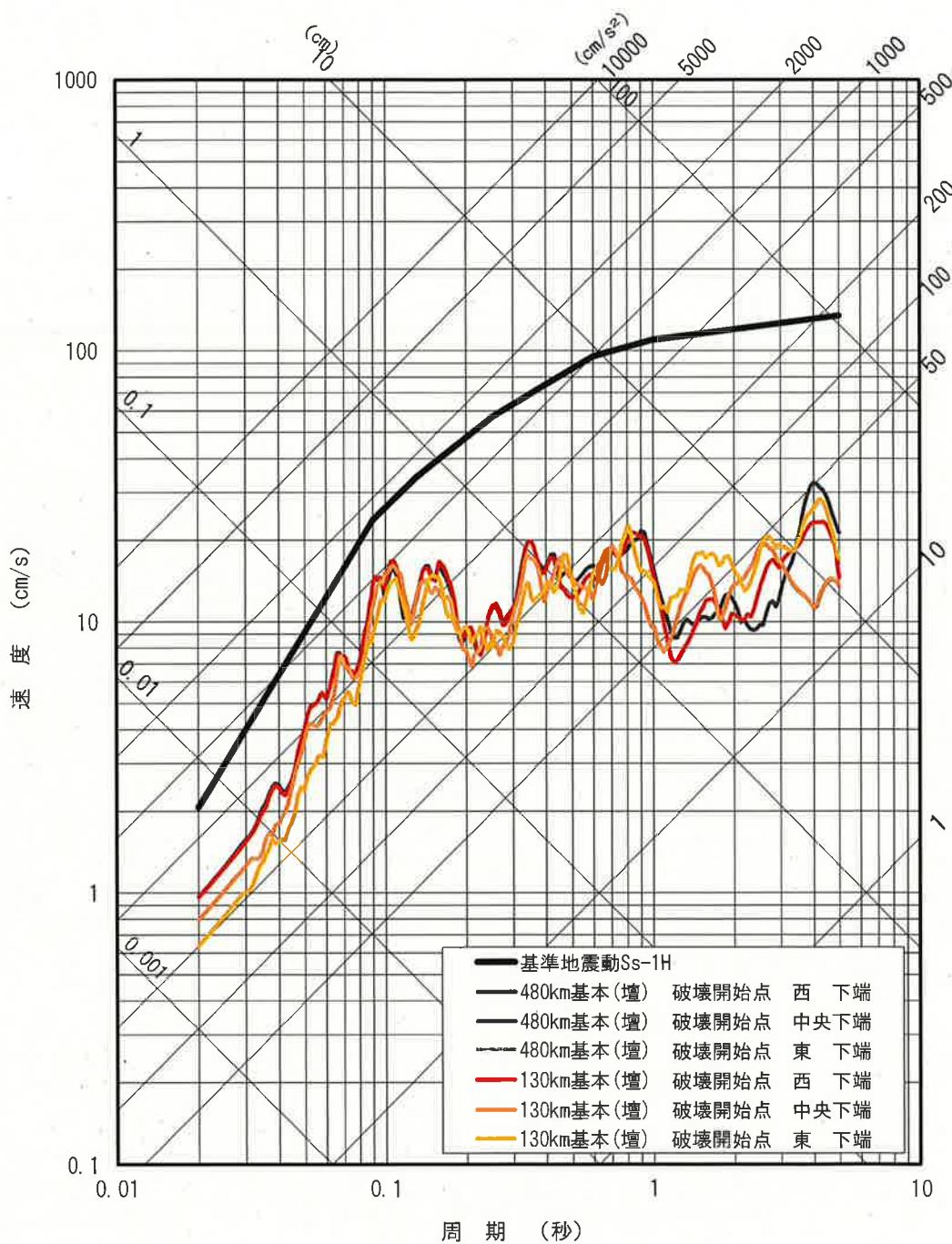


東西方向

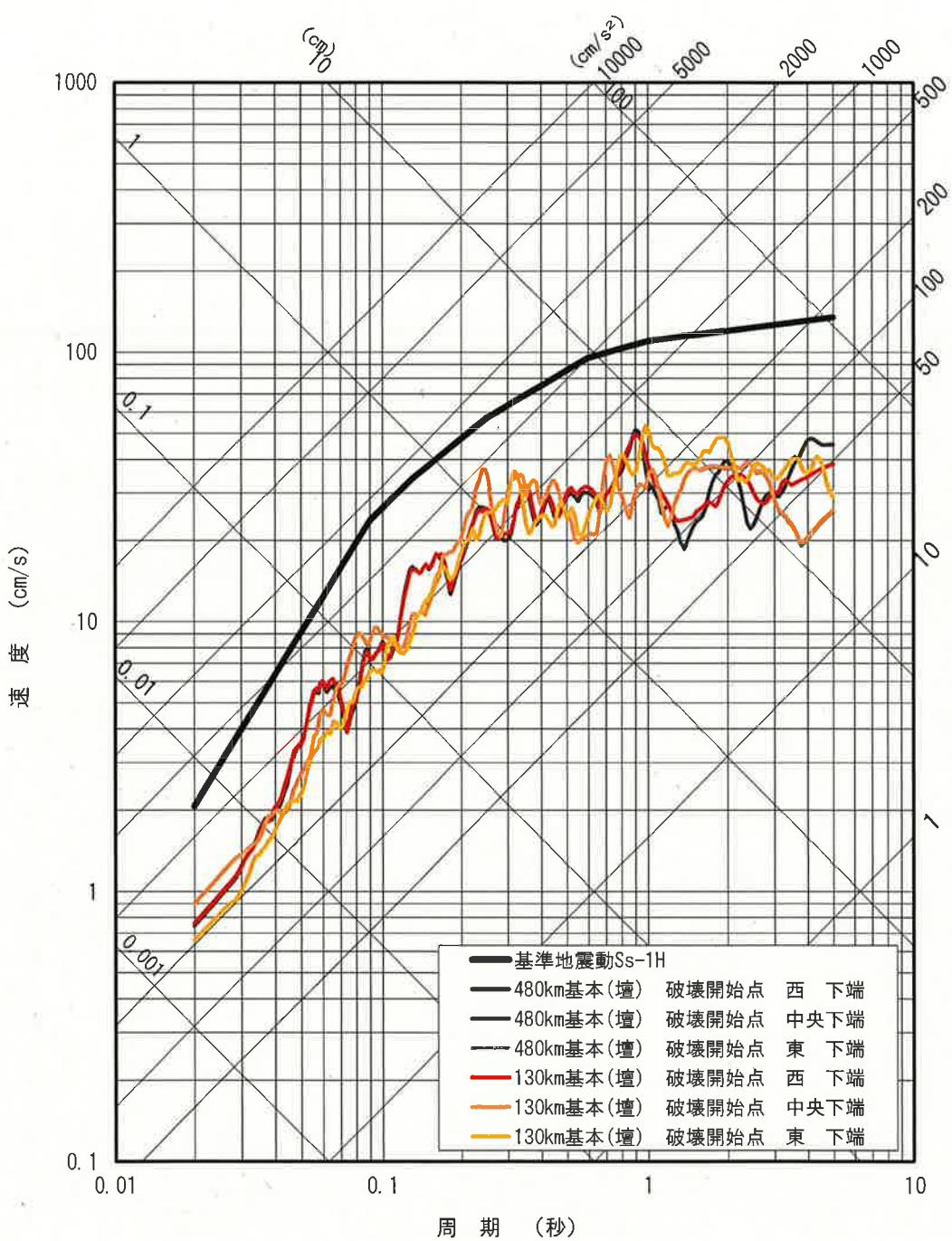


鉛直方向

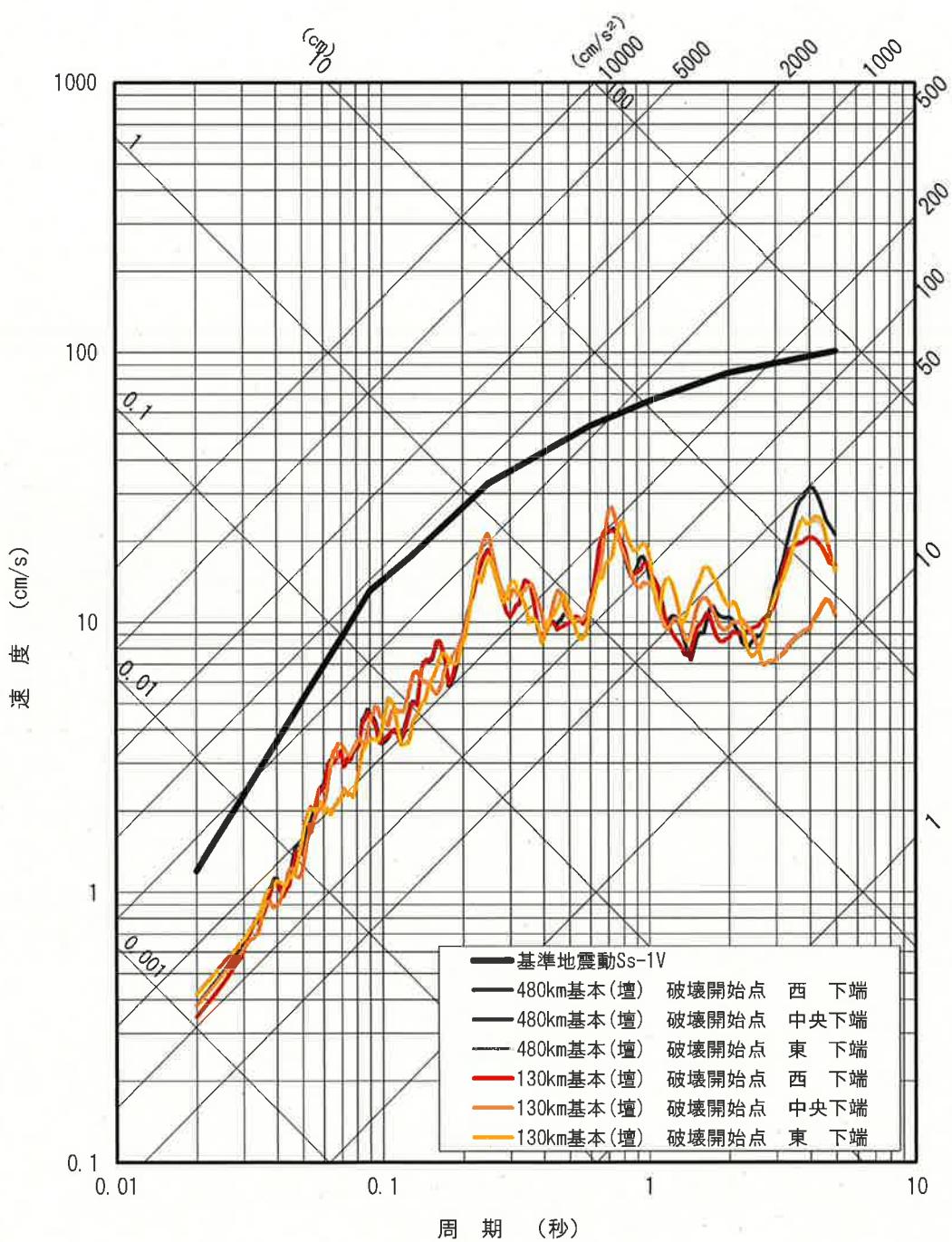
別図2 断層長さ約480kmで壇ほか(2011)を用いるケースの基本ケースと断層長さ約130kmで壇ほか(2011)を用いるケースの基本ケースとの比較



南北方向

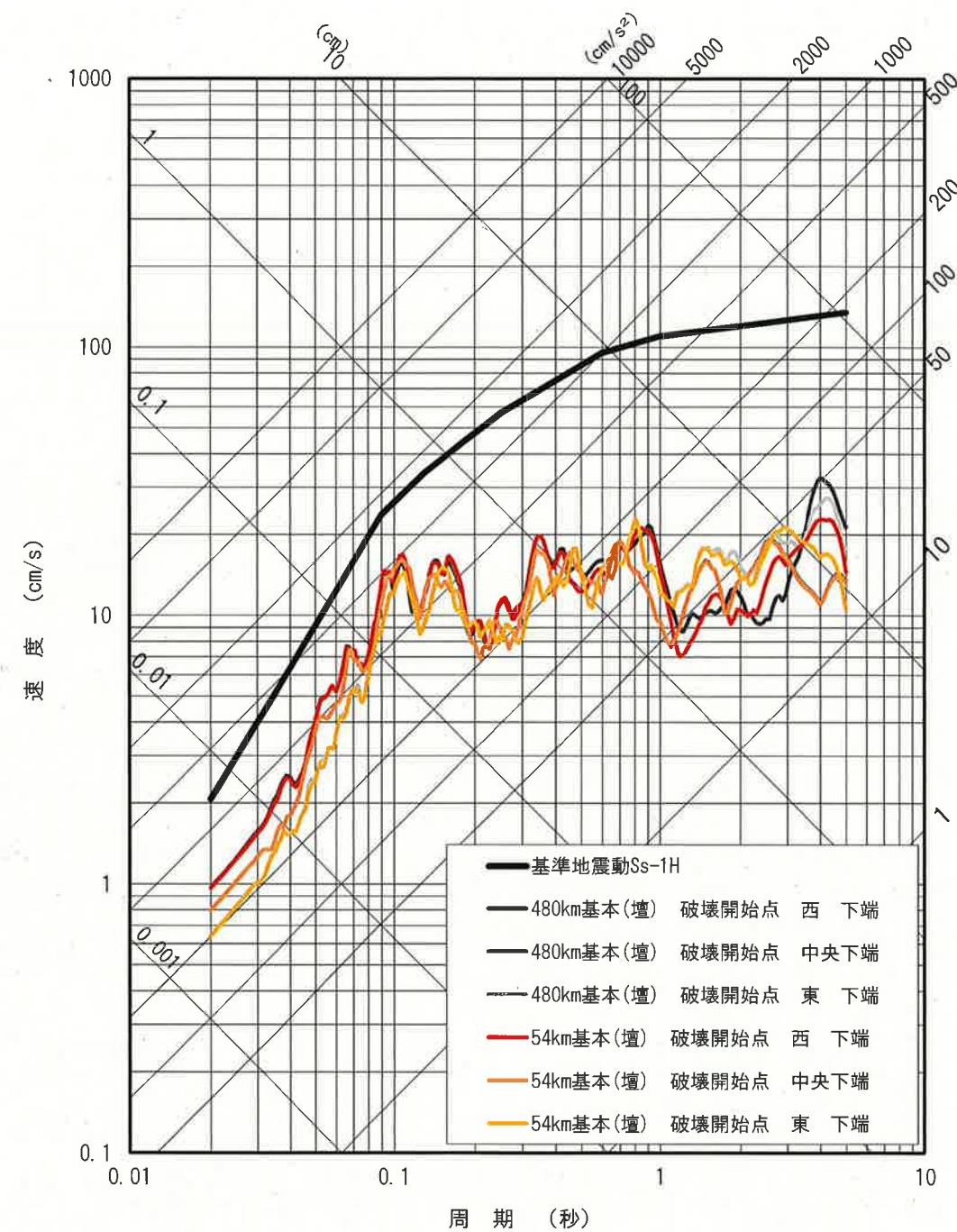


東西方向

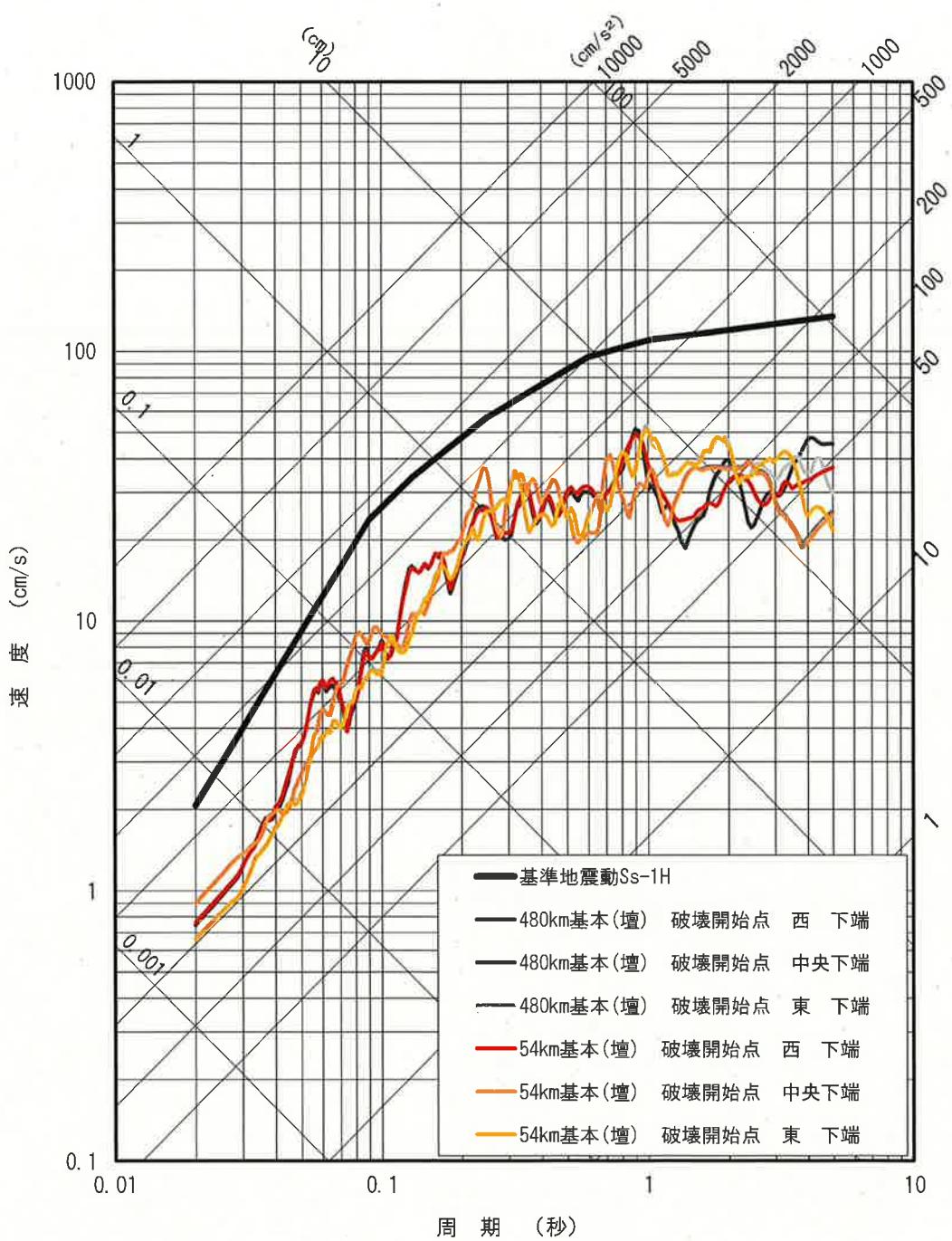


鉛直方向

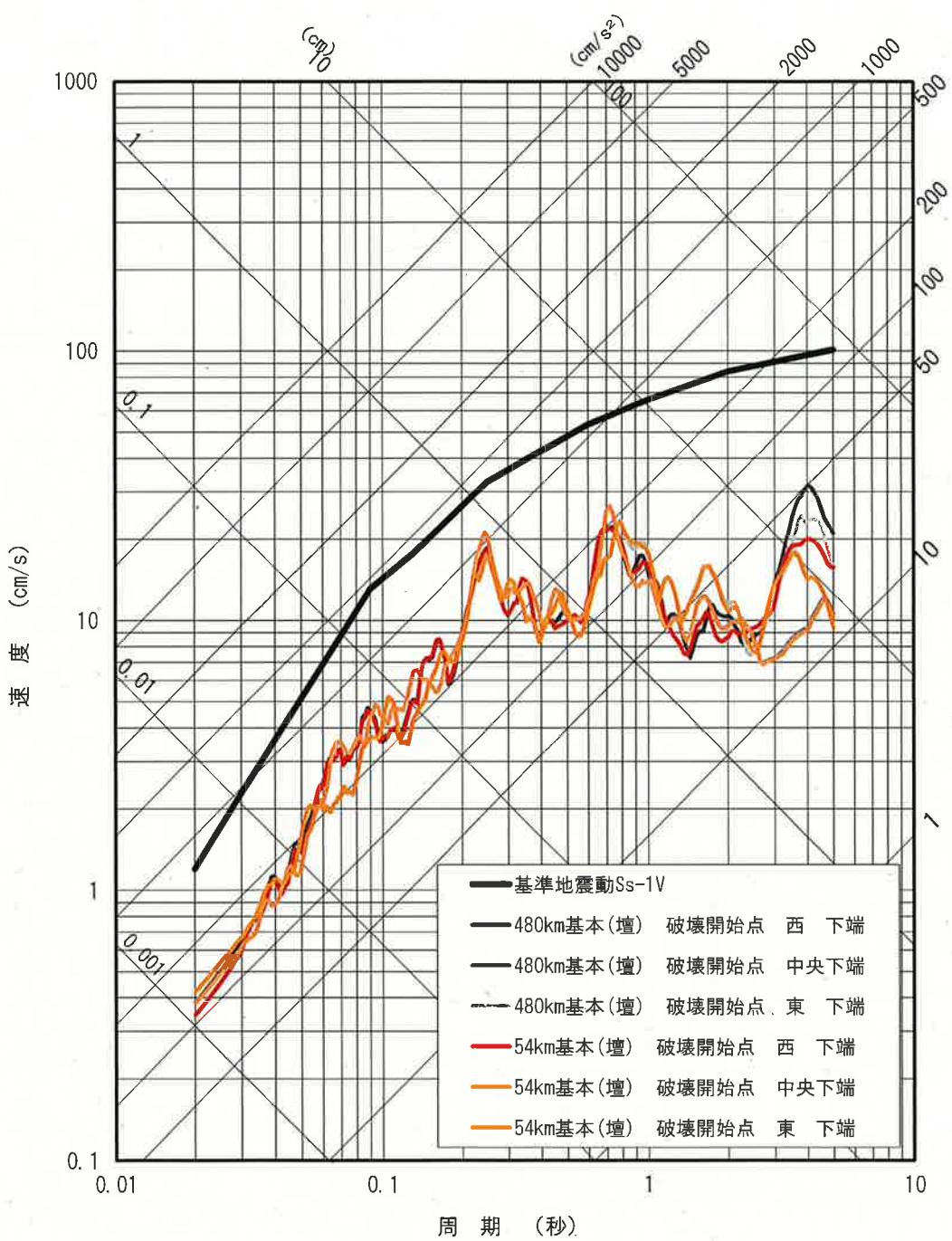
別図3 断層長さ約480kmで壇ほか(2011)を用いるケースの基本ケースと断層長さ約54kmで壇ほか(2011)を用いるケースの基本ケースとの比較



南北方向

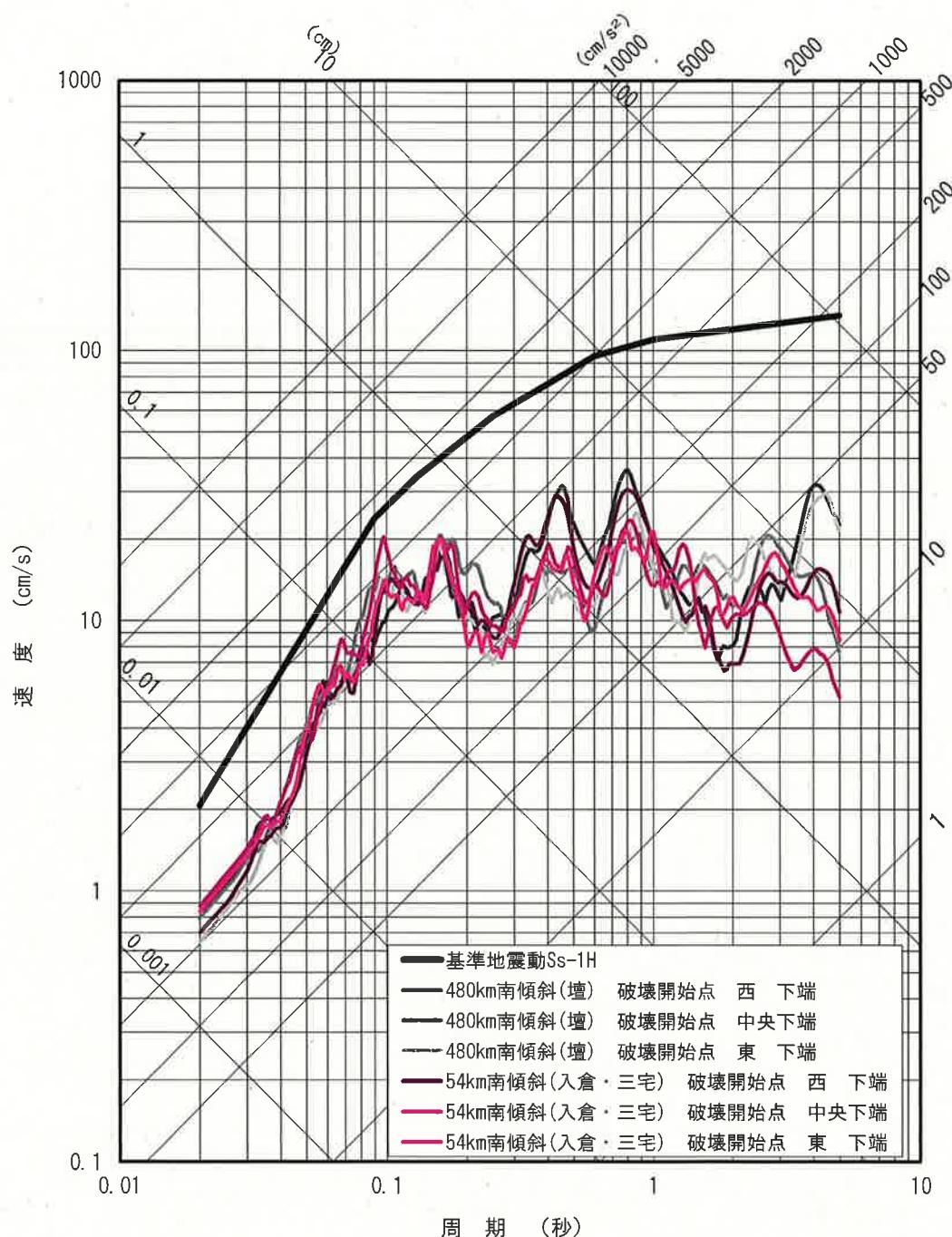


東西方向

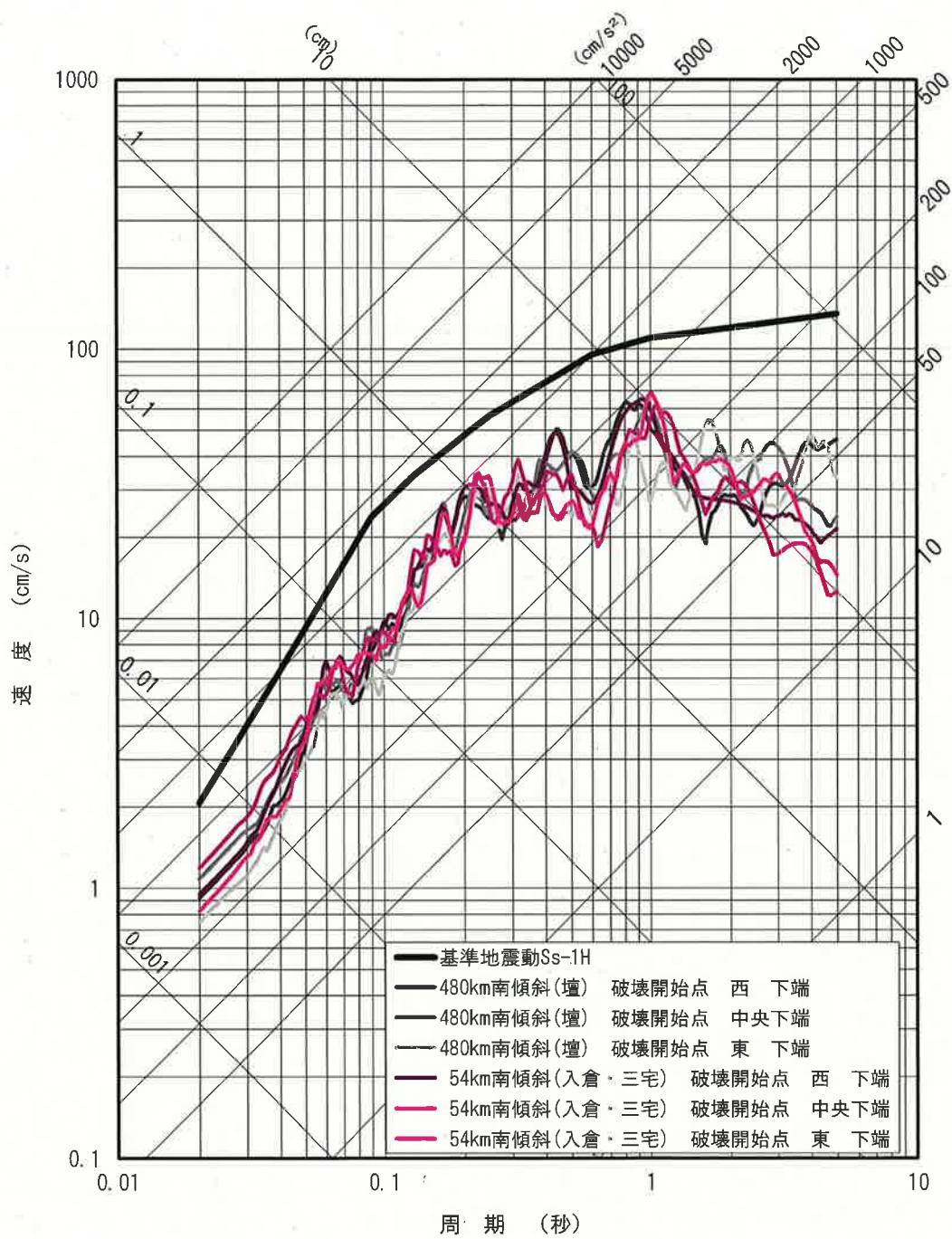


鉛直方向

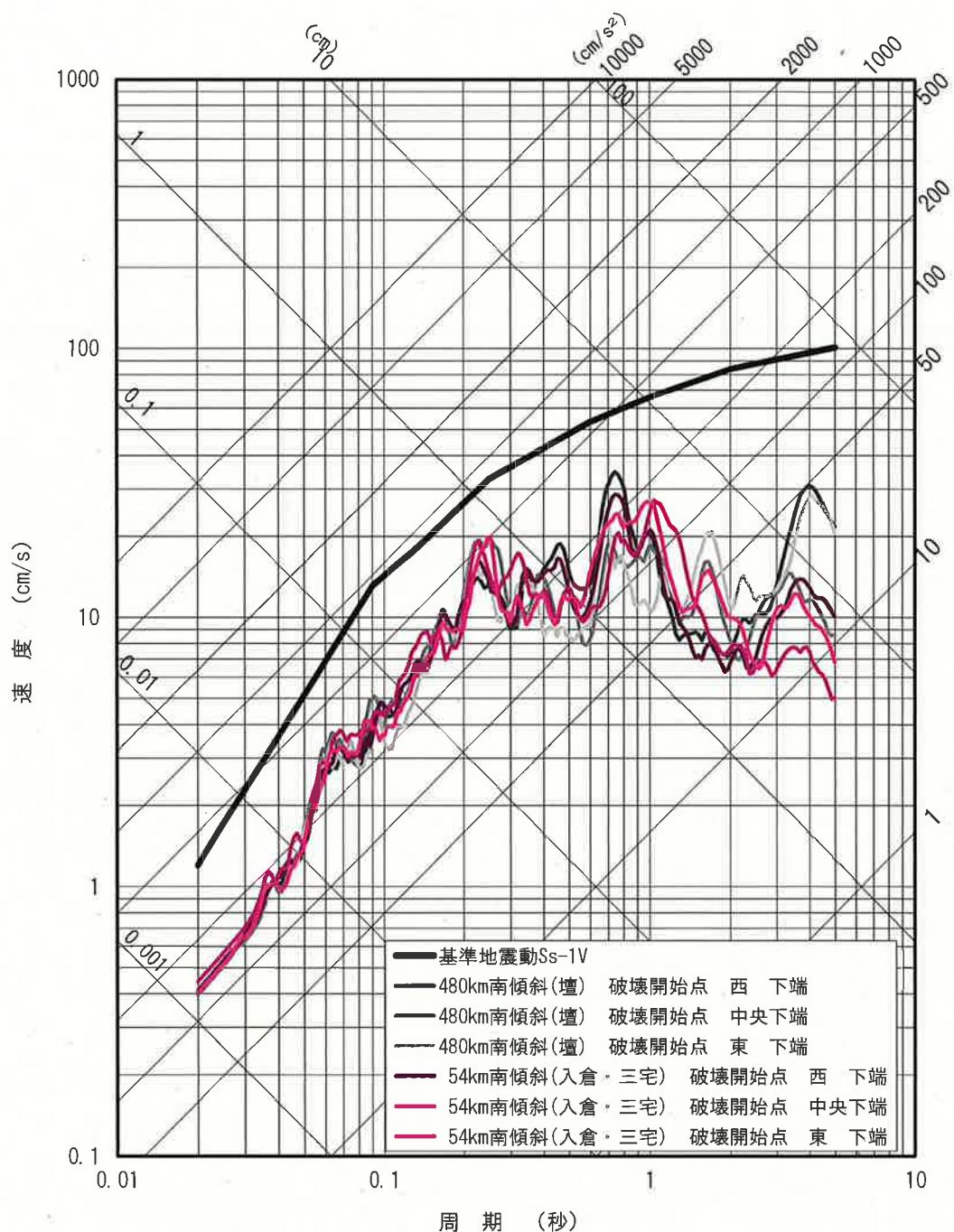
別図4 断層長さ約480kmで壇ほか(2011)を用いるケースの断層傾斜を南傾斜80度としたケースと断層長さ約54kmで入倉・三宅(2001)を用いるケースの断層傾斜を南傾斜80度としたケースとの比較



南北方向

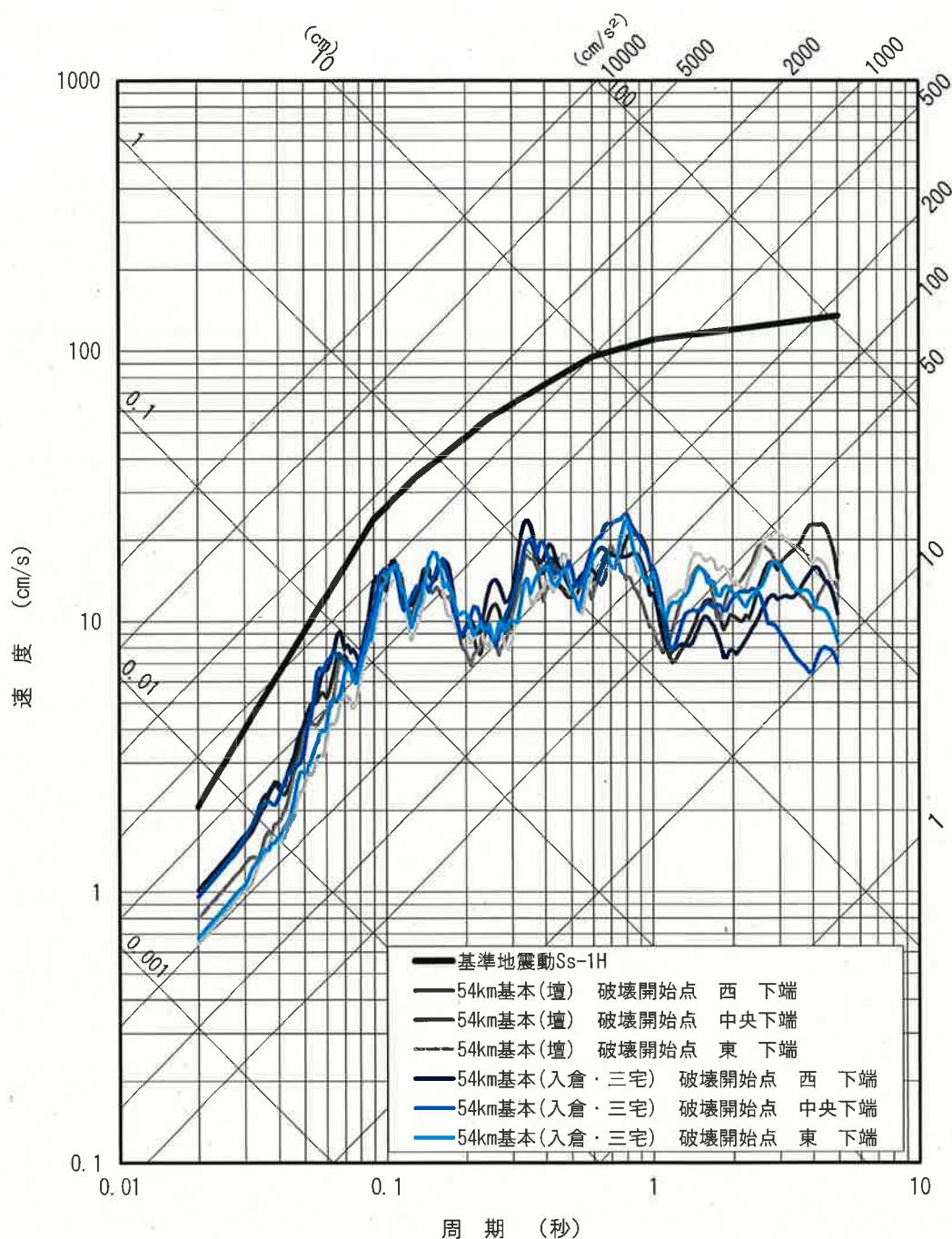


東西方向

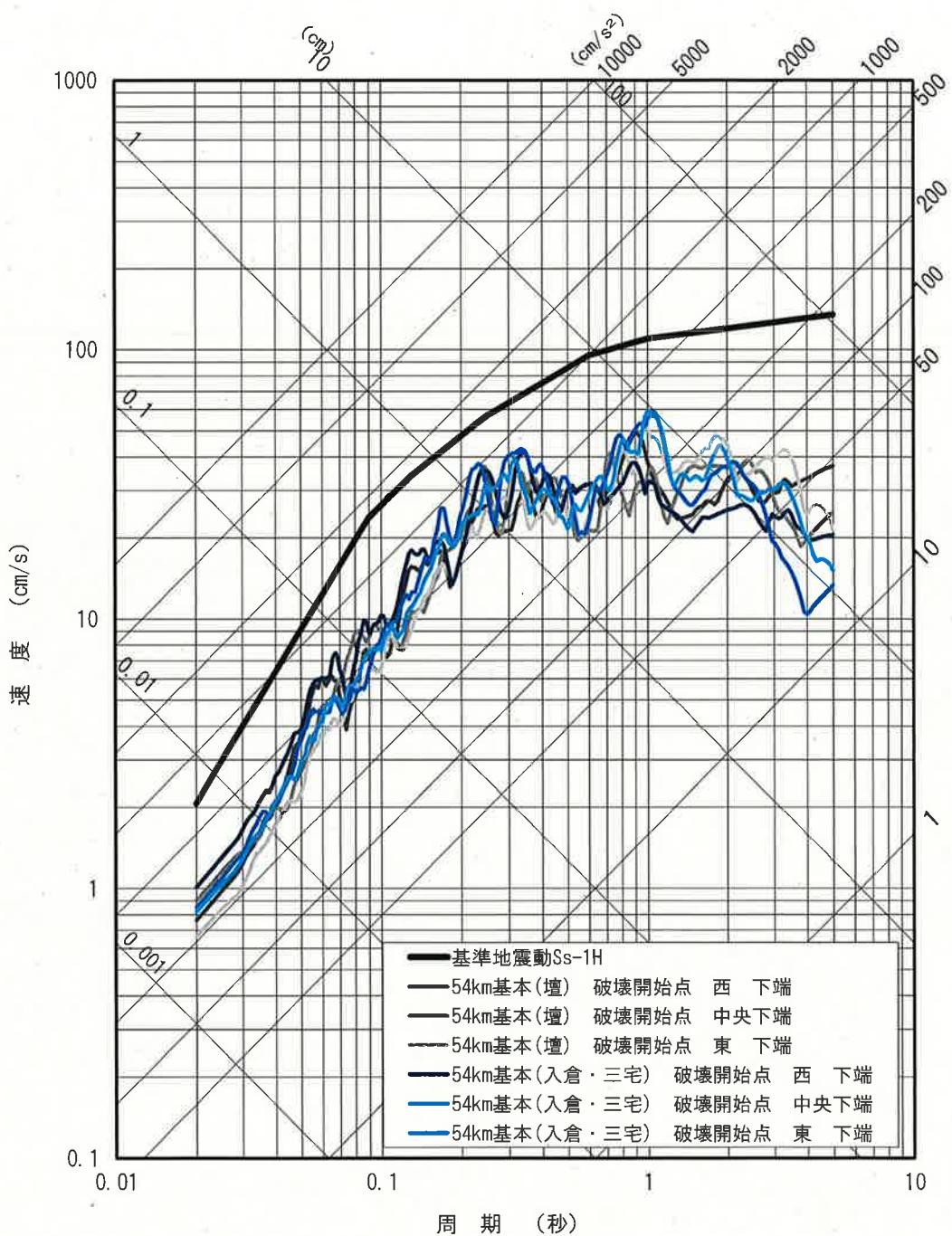


鉛直方向

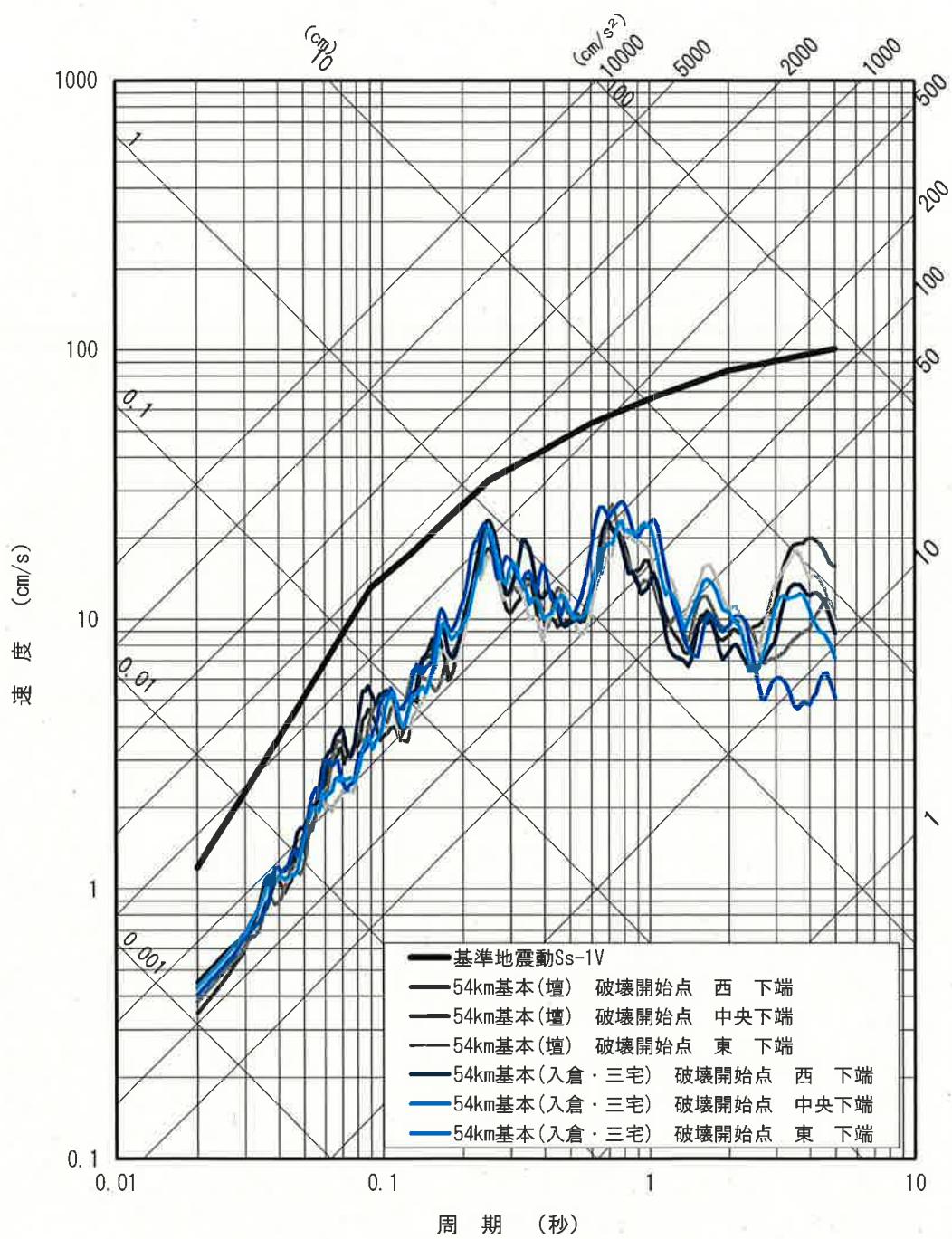
別図5 断層長さ約5.4kmで壇ほか(2011)を用いるケースの基本ケースと断層長さ約5.4kmで入倉・三宅(2001)を用いるケースの基本ケースとの比較



南北方向

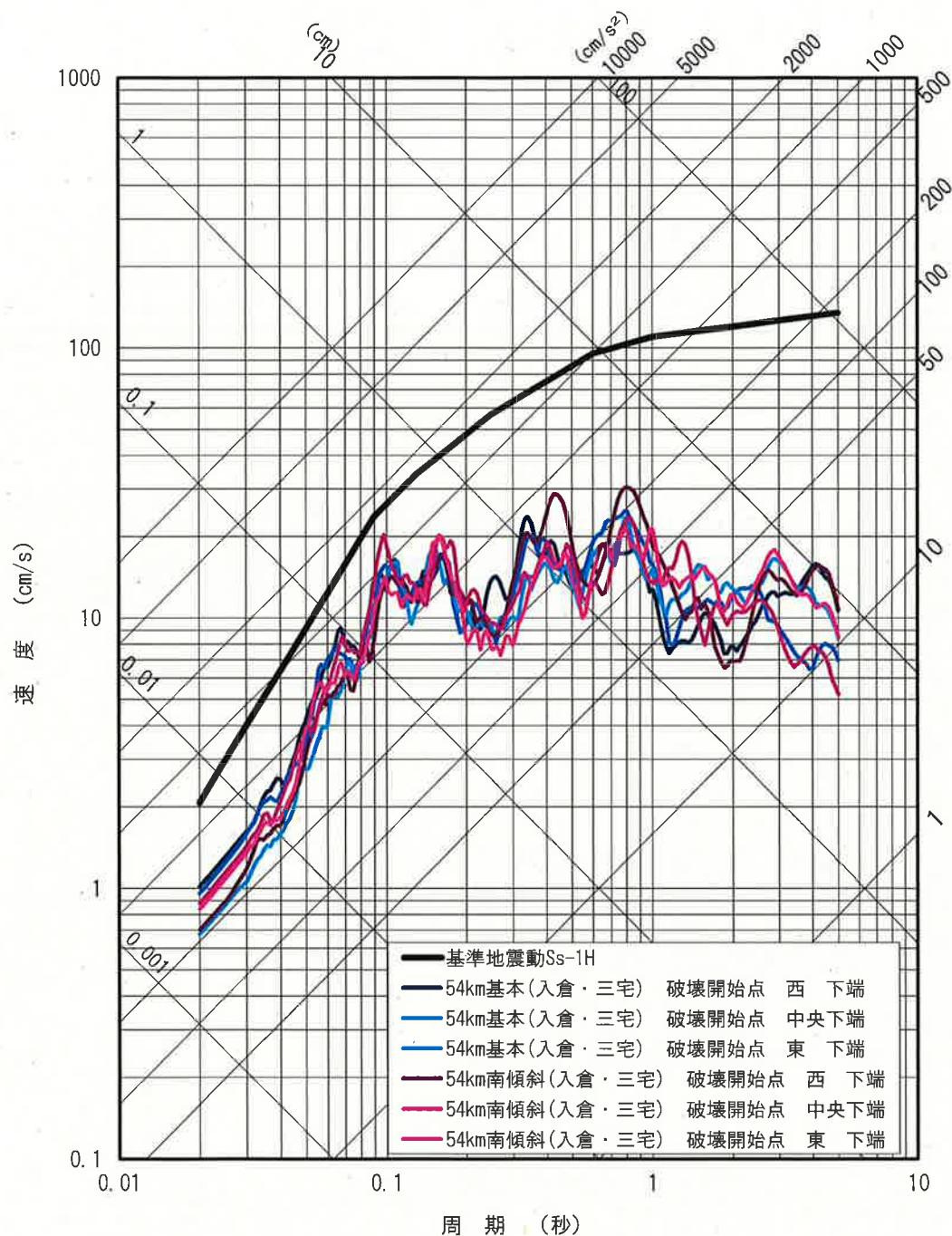


東西方向

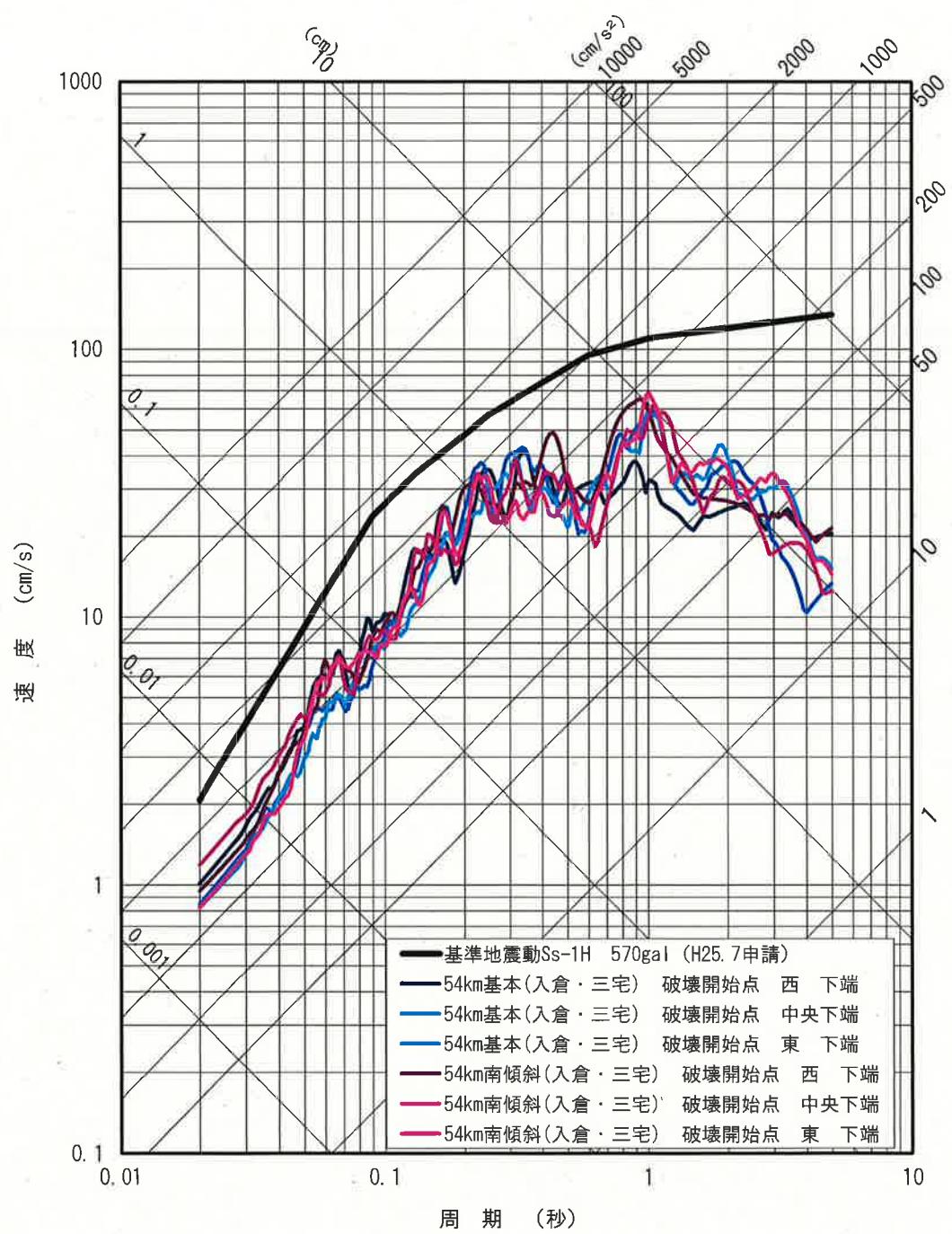


鉛直方向

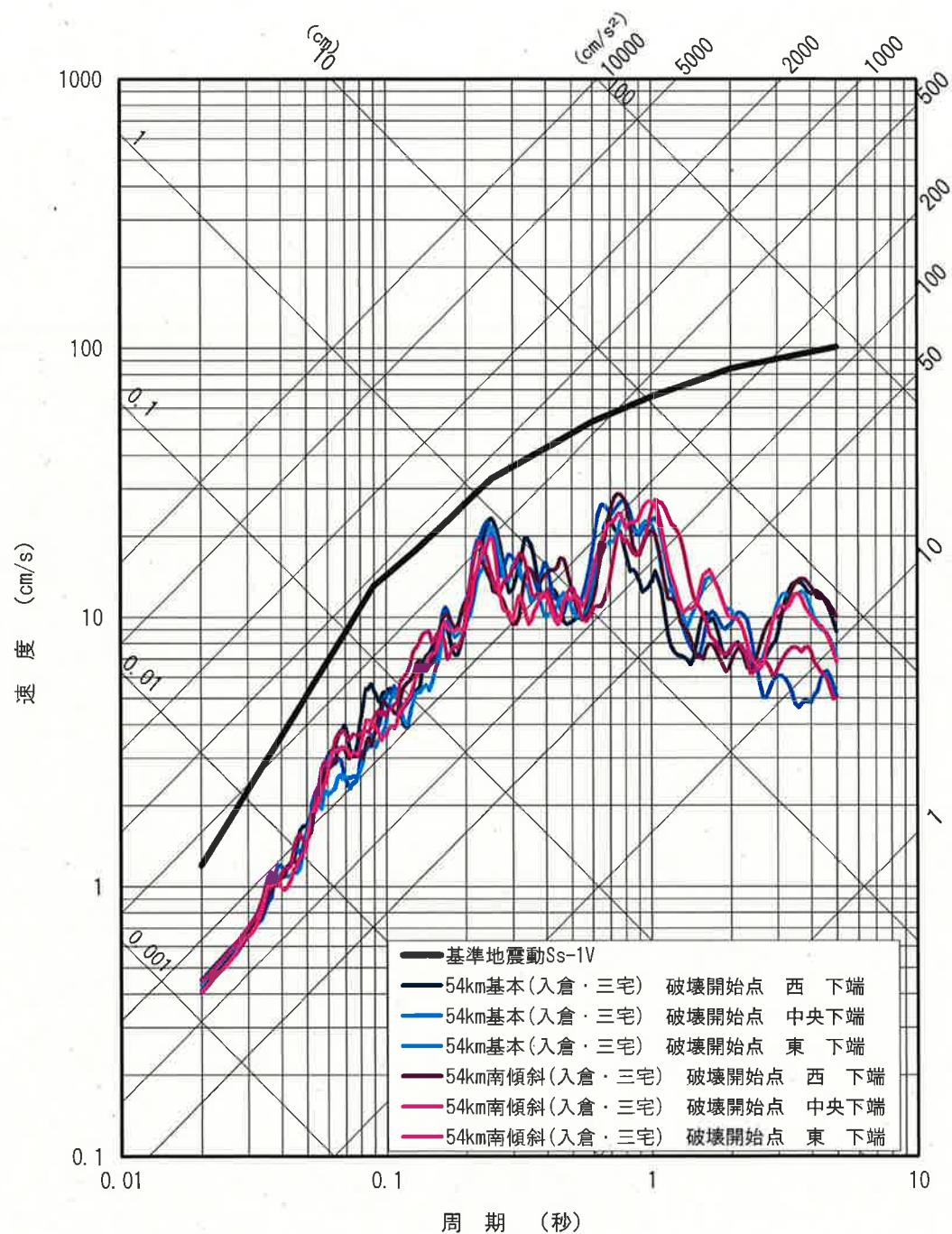
別図6 断層長さ約5.4kmで入倉・三宅(2001)を用いるケースの基本ケースと断層長さ約5.4kmで入倉・三宅(2001)を用いるケースの断層傾斜を南傾斜80度としたケースとの比較



南北方向



東西方向



鉛直方向