

玄海裁判3月12日判決の焦点

地震動審査ガイドに従って

地震規模の「ばらつき」

と

地震動評価の「不確かさ」

両方を考慮せよ

2020.12.6 小山英之

1 2 ・ 4 大阪地裁判決（要旨 p.4）

(4) 原子力規制委員会の調査審議 及び 判断の過程 における過誤，欠落

◆参加人は、地震モーメントが平均値より大きい方向にかい離する可能性を考慮して地震モーメントを設定する必要があるか否かということ自体を検討しておらず、現に、そのような設定（上乘せ）をしなかった。

◆原子力規制委員会は、経験式が有するばらつきを考慮した場合、これに基づき算出された地震モーメントの値に何らかの上乗せをする必要があるか否か等について何ら検討することなく、本件申請が設置許可基準規則 4 条 3 項に適合し、地震動審査ガイドを踏まえているとした。この
ような原子力規制委員会の調査審議及び判断の過程には、看過し難い過誤，欠落があるものというべきである。

⇒後ほど再度検討

■玄海行訴の若干の経緯

- ・ 2013.11.13 提訴
- ・ 2015.12.25 原告準(4)で「追加主張」としてはじめてばらつき問題を定式化。
- ・ 2016.4.8 第8準で国の初反論（誤差論、適用条件論）
- ・ 2020年2月7日 小山陳述書提出（証人尋問の予定はコロナにより消滅）
- ・ 2020年6月12日 大飯裁判の「ばらつき」関係を書証として佐賀地裁に提出
- ・ 2020年8月13日 被告第28準-法規に「ばらつき」なし論
- ・ 2020年8月28日 結審
- ・ 2021年3月12日 判決

地震動審査ガイドは「ばらつき」の考慮を求めているが どの原発でもまったく考慮されていない

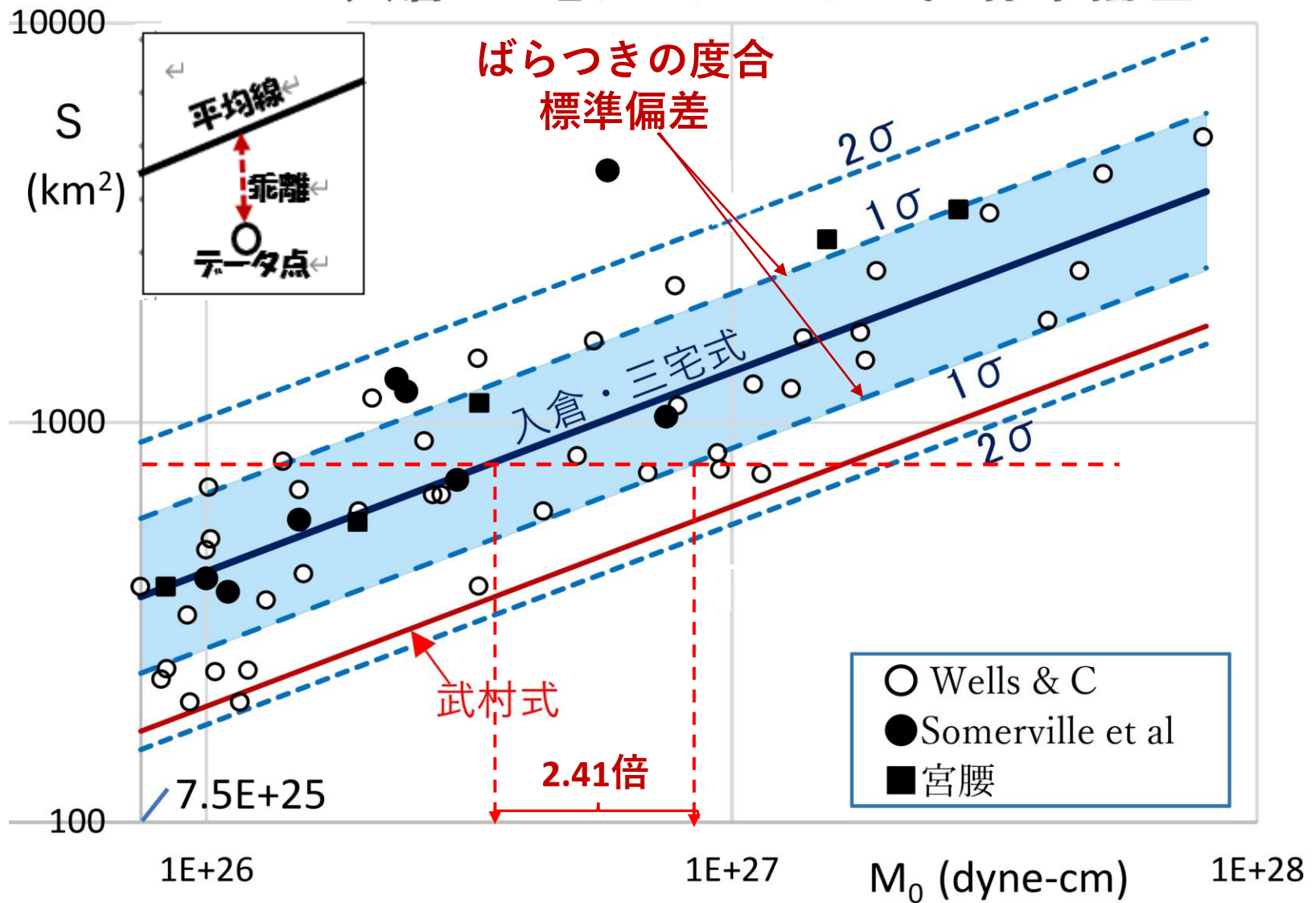
地震動審査ガイド Ⅰ.3.2.3 震源特性パラメータの設定（２）

- ①震源モデルの長さ又は面積、あるいは１回の活動による変位量と地震規模を関連づける経験式を用いて地震規模を設定する場合には、経験式の適用範囲が十分に検討されていることを確認する。
- ②その際、経験式は平均値としての地震規模を与えるものであることから、経験式が有するばらつきも考慮されている必要がある。

◆第１文は福島事故前2010年の原子力安全委員会の「安全審査の手引き」にそのまま書かれているが、第２文はそこになく、福島事故後に初めてとり入れられた（2013年6月に確定）。

◆第２文では、経験式（入倉・三宅式）がデータ集合の平均値であることが、「経験式が有するばらつき」を考慮すべきことの理由になっている。

入倉・三宅データセット: 式と標準偏差



乖離の総和 = 0; 標準偏差 σ = 乖離の2乗平均の平方根

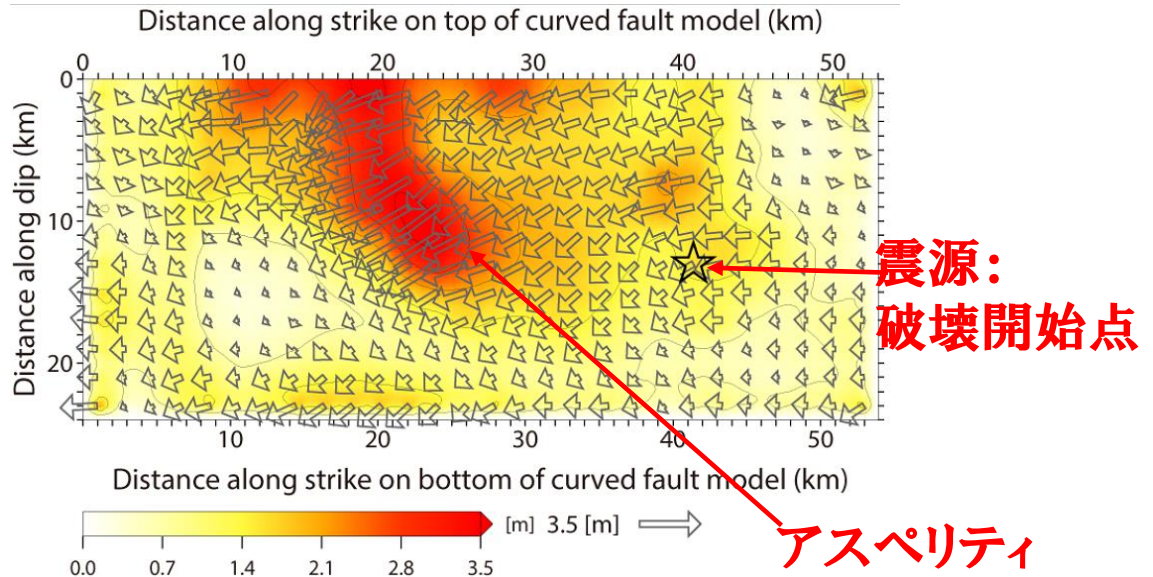
地震規模(地震モーメント) M_0 とは

例：熊本地震本震

久保他（8月9日）

・地震モーメント：
 $M_0 = 5.3 \times 10^{19} \text{Nm}$

・断層面積：
 $S = LW = 1344 \text{km}^2$



◆ M_0 の定義式

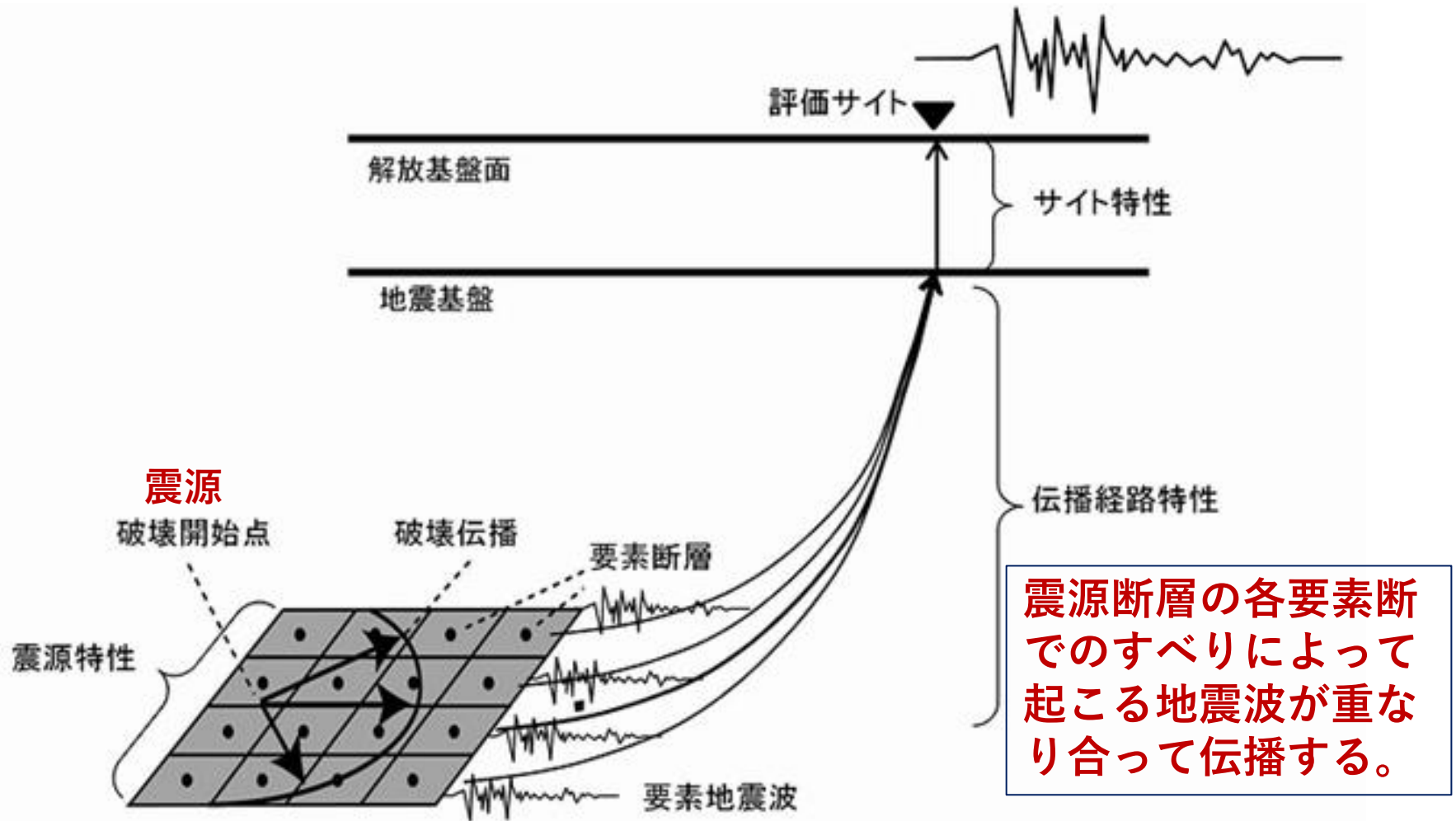
地震規模(M_0) = 剛性率(μ) × 平均すべり量(D) × 断層面積(S)

= 剛性率 × すべり量の総和 × 要素断層面積

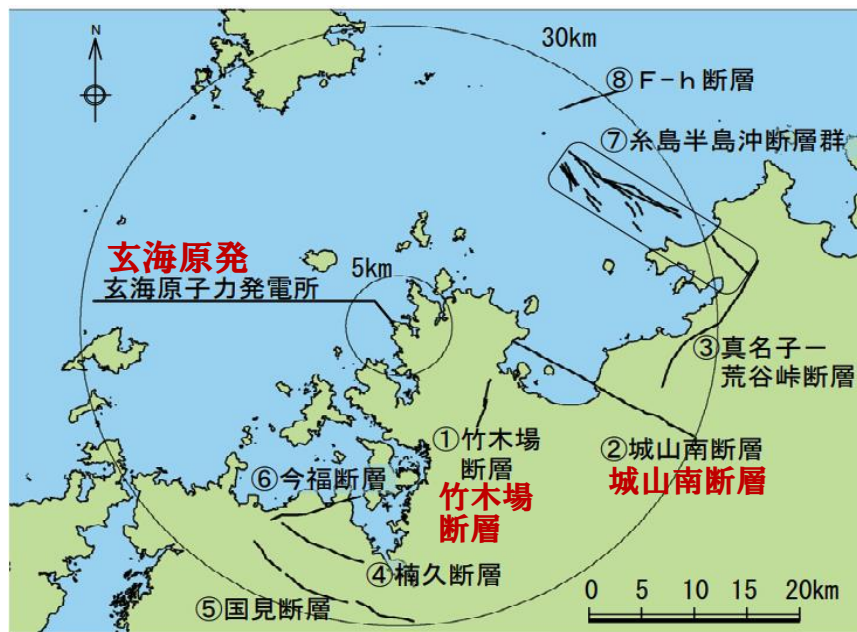
★地震規模の本質はすべり量の総和である。

◆他方、経験式としての入倉・三宅式 $M_0 = \text{定数} \times S^2$

震源断層面—伝播経路—サイト地震動

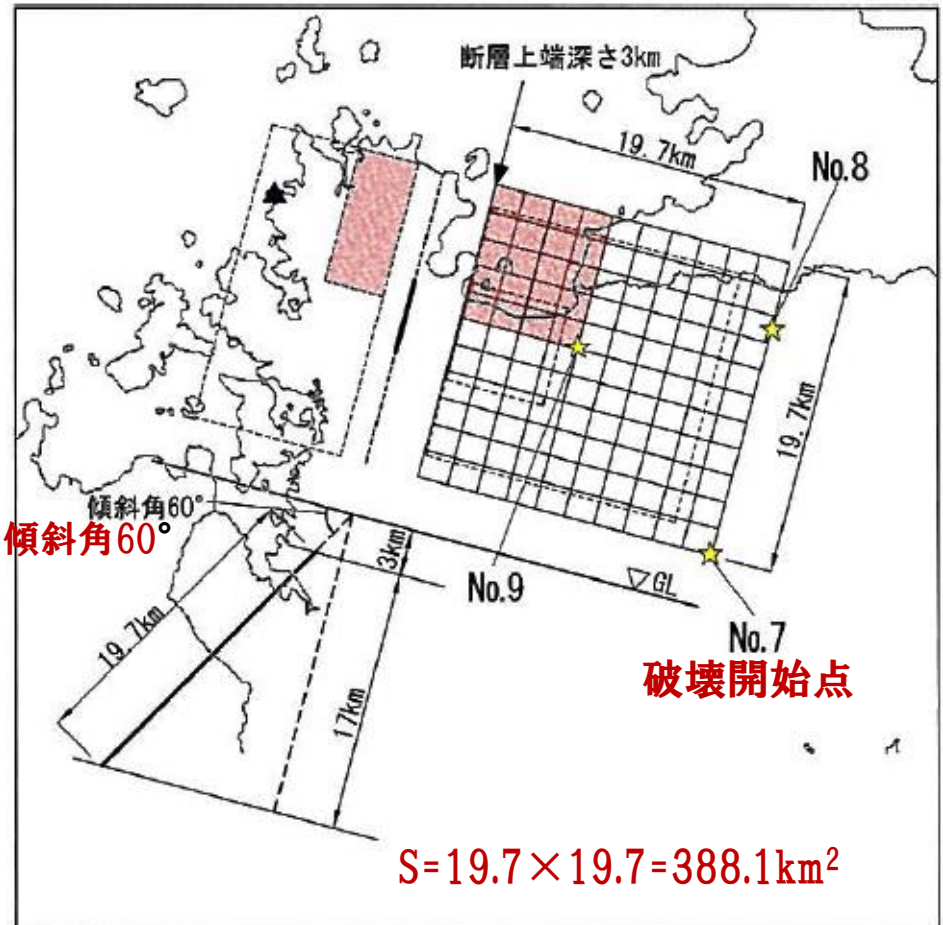


断層モデルを用いた地震動評価のイメージ図

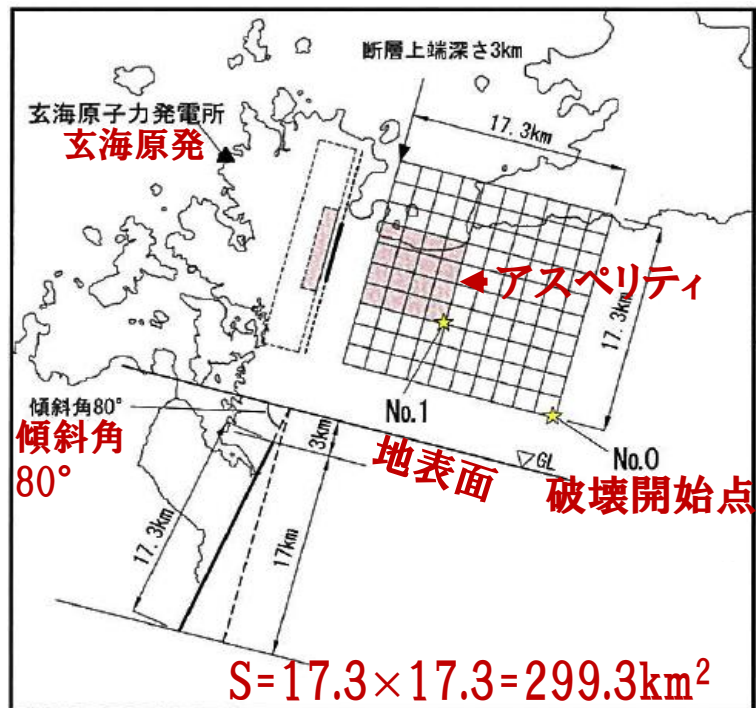


竹木場断層のモデル図

断層傾斜角の不確かさ(60度)



基本ケース 傾斜角80度



断層モデルで最大加速度は S s-3 の524ガル。 S s-1 と大差はない。

基準地震動				最大加速度 (cm/s ²)
基準地震動 Ss-1	設計用模擬地震波	水平成分	Ss-1 _H	540
		鉛直成分	Ss-1 _V	360
基準地震動 Ss-2	城山南断層による地震	水平NS成分	Ss-2 _{NS}	268
		水平EW成分	Ss-2 _{EW}	265
		鉛直UD成分	Ss-2 _{UD}	172
基準地震動 Ss-3	竹木場断層による地震	水平NS成分	Ss-3 _{NS}	524
		水平EW成分	Ss-3 _{EW}	422
		鉛直UD成分	Ss-3 _{UD}	372
基準地震動 Ss-4	2004年北海道留萌支庁南部 地震を考慮した地震動	水平成分	Ss-4 _H	620
		鉛直成分	Ss-4 _V	320
基準地震動 Ss-5	2000年鳥取県西部地震の 賀禰ダム観測記録	水平NS成分	Ss-5 _{NS}	528
		水平EW成分	Ss-5 _{EW}	531
		鉛直成分	Ss-5 _{UD}	485

竹木場断層による地震の基本的なケースと不確かさを考慮したケース

検討ケース	断層長さ及び震源断層の拡がり	断層傾斜角	応力降下量	アスペリティの位置	破壊開始点
基本的なケース	17.3km ※ 1	80度	強震動予測レシ ピ ¹⁹⁾ により設定	地表トレースの 範囲内で敷地に 最も近い位置に 設定	巨視的断層面の 端部で破壊が敷 地に向かう位置 に設定
断層長さ及び震源断層の拡がりの不確かさを考慮した ケース	20.0km ※ 2	80度	強震動予測レシ ピ ¹⁹⁾ により設定	敷地に近い 位置に設定	複数設定
断層傾斜角の不確かさを考 慮したケース	19.7km ※ 1	60度	強震動予測レシ ピ ¹⁹⁾ により設定	敷地に近い 位置に設定	複数設定
応力降下量の不確かさを考 慮したケース	17.3km ※ 1	80度	新潟県中越沖地 震を踏まえ、強 震動予測レシ ピ ¹⁹⁾ の1.5倍に設 定	敷地に近い 位置に設定	複数設定

※ 1 : 地表トレース長さの midpoint から両端に均等に設定

※ 2 : 地表トレースを含む範囲内で敷地に近づく方向に震源断層面を設定

 不確かさを考慮して設定するパラメータ

 不確かさを重畳するパラメータ

■被告は原告の手法を認めたが、適用対象を基本ケースに限定

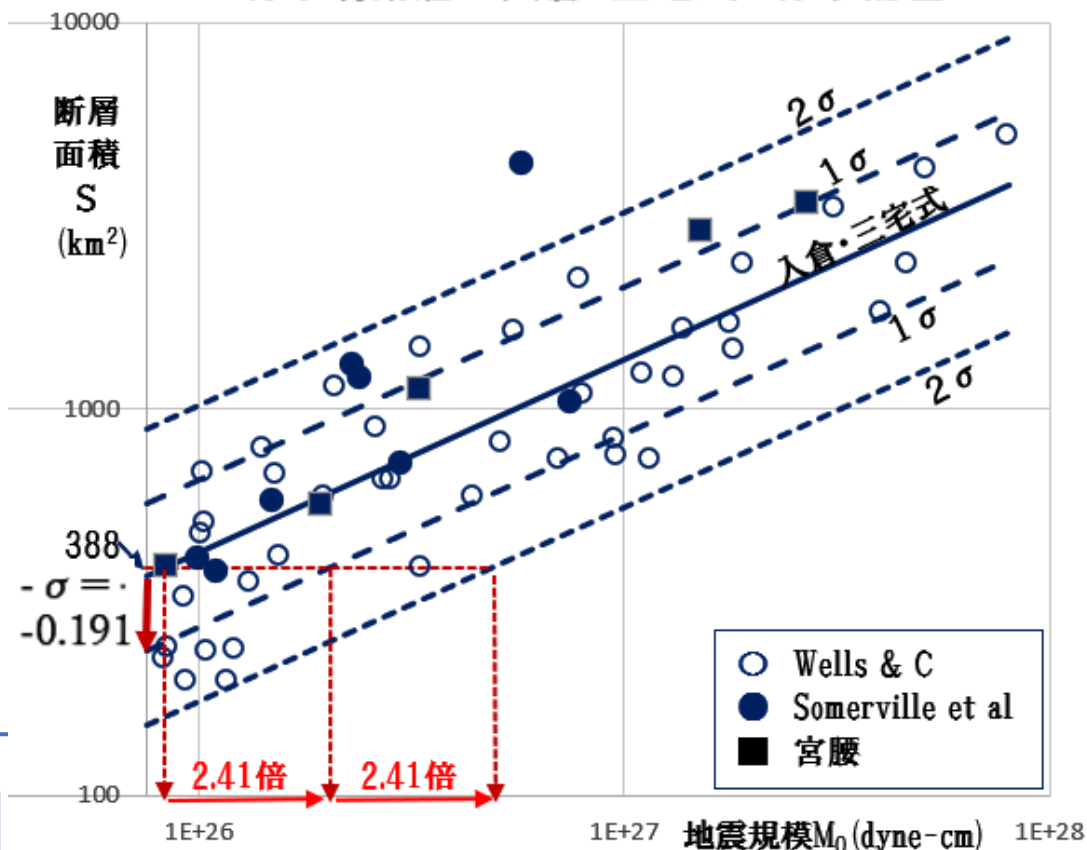
現行No.8・竹木場断層
傾き60度： $S=388\text{km}^2$,
 $M_0=8.38 \times 10^{18}\text{Nm}$, 524ガル

標準偏差 $\sigma=0.191$ を考慮すると、

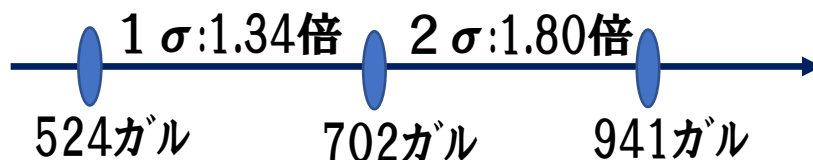
- ・地震規模は $10^{2\sigma}=2.41$ 倍に。
- ・加速度は短周期レベルに比例するが、短周期レベルは壇ほかの式により $M_0^{1/3}$ に比例するので、 M_0 が2.41倍になると $2.41^{1/3}=1.34$ 倍になる。
- ・もし 2σ を考慮すると、加速度はさらに1.34倍になる。

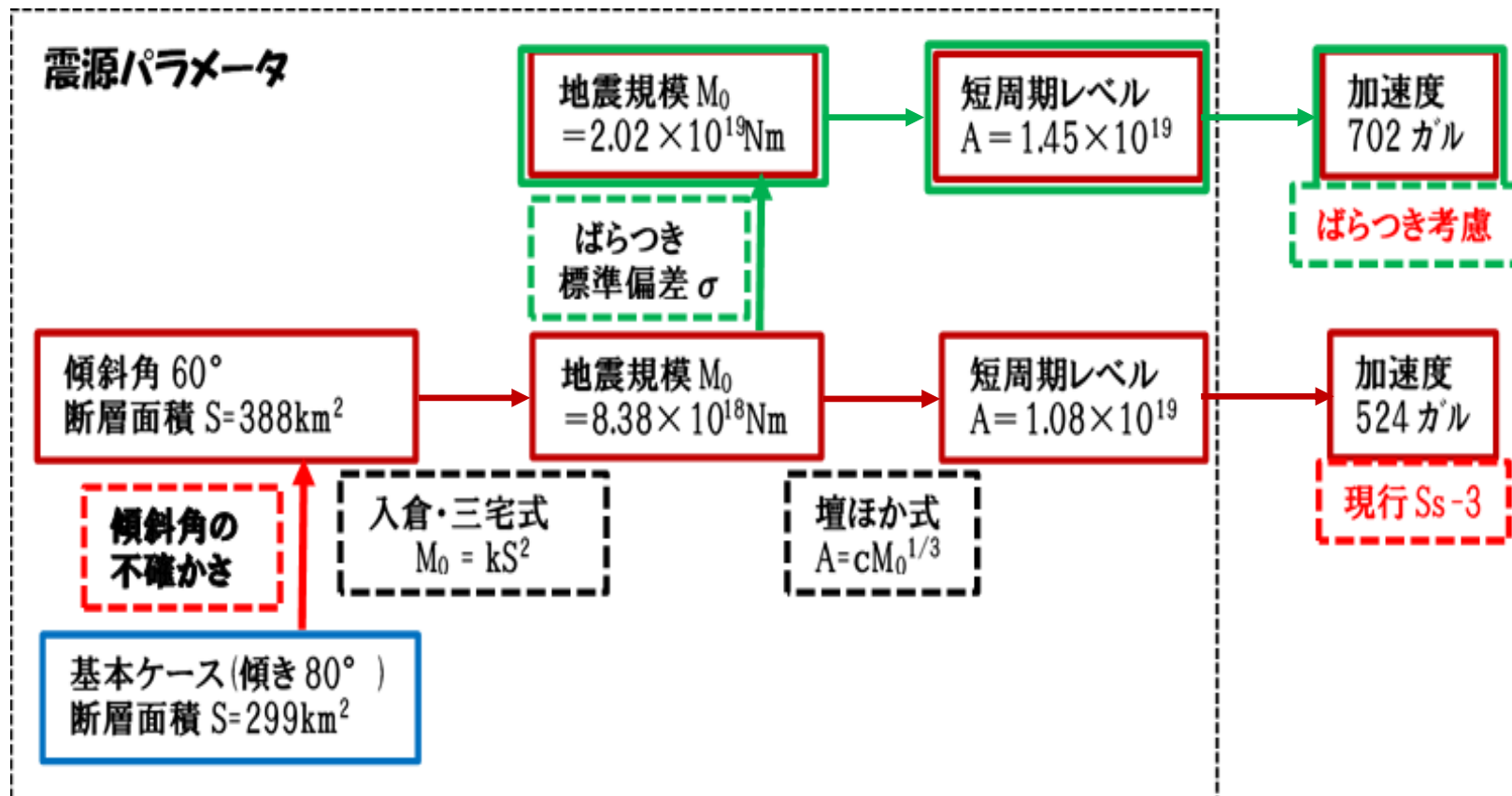
★対立点：被告は「ばらつき」の考慮をいっさい認めない。

竹木場断層—入倉・三宅式と標準偏差



加速度
傾斜角
60°





ばらつきと不確かさを同時に扱うべきだ

◆「ばらつき」の考慮

- ・ 審査ガイドの I .3.2.3(2)「震源特性パラメータの設定」の第2文として新たに追加。
- ・ 「ばらつき」は、過去に実際に起こった地震の震源における客観的な個性に由来し、平均式とその基データ点との乖離の度合い、端的には標準偏差で表される。

◆「不確かさ」の考慮

- ・ いまの場合、断層面の地表面に対する傾斜角を80度でなく60度にとったこと。

★これら「ばらつき」と「不確かさ」は、矛盾するとか背反的だとかの関係にはない。同時に扱って少なくとも加速度702ガルでの安全性を確認すべきだが、それはなされていない—基準規則4条3項に違反。

■「ばらつき」問題の普遍的意義

- ・ 大飯3・4号ばかりでなく、高浜原発をはじめすべての原発で審査ガイドが守られていない問題が浮上。地震動評価をやり直せとなる。
- ・ この評価やり直しは、老朽原発の稼働にとって、大きな制約となり得る。

大飯3・4号に関する12・04大阪地裁判決

地震規模の「ばらつき」の考慮をめぐる判決の判断(判決要旨p.4)

(4) 原子力規制委員会の調査審議及び判断の過程における過誤，欠落

参加人は，（中略）震源断層面積を経験式に当てはめて計算された地震モーメントをそのまま震源モデルにおける地震モーメントの値としたものであり，例えば，経験式が有するばらつきを考慮するために，当該経験式の基礎となったデータの標準偏差分を加味するなどの方法により，実際に発生する地震の地震モーメントが平均値より大きい方向にかい離する可能性を考慮して地震モーメントを設定する必要があるか否かということ自体を検討しておらず，現に，そのような設定（上乘せ）をしなかった。

原子力規制委員会は，経験式が有するばらつきを考慮した場合，これに基づき算出された地震モーメントの値に何らかの上乘せをする必要があるか否か等について何ら検討することなく，本件申請が設置許可基準規則4条3項に適合し，地震動審査ガイドを踏まえているとした。このような原子力規制委員会の調査審議及び判断の過程には，看過し難い過誤，欠落があるものというべきである。

設置許可基準規則第4条3項(地震による損傷の防止)

耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（以下「基準地震動による地震力」という。）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。

大阪地裁と佐賀地裁で実際に起こったことの違い

◆大阪地裁

- ・裁判長が「ばらつき」を考慮せよと今年1月30日に国に指摘
- ・それによって設置許可基準規則4条3項が損なわれないことを示せ
⇒事実上、現行の不確かさを考慮した上に「ばらつき」の考慮を要求
- ・被告はその指示に従って原告と同じ方法で「ばらつき」を実際に考慮。
- ・ただし、現行で考慮している「不確かさ」の考慮をしりぞけることにより、加速度は現行856ガルより低い812ガルにしかないと主張。

◆佐賀地裁

- ・右陪席：ガイドは法規ではないので考慮する必要なしとのニュアンス。
- ・被告は「ばらつき」の考慮はいっさい認めないとの姿勢。
- ・被告の主張：基準規則や解釈にばらつきの考慮の要求などないのに、ガイドによる審査の段階でばらつきの要求などするはずはないとの主張（今年8月13日第28準備書面）。

★被告の主張に対しては、第2文が福島事故後に加わったこと、ガイドの基本的な趣旨、規制委員会の見解を対置する必要あり。大阪地裁における被告の文書は書証として佐賀地裁に提出している。

佐賀地裁での勝訴を目指して

- ◆すでに出ている大飯判決を踏まえ、その趣旨・意義を佐賀地裁にも認めさせる方向
- ◆内容の基本点は、ガイドの規定「ばらつき」条項を裁判所に認めさせることにある。そのための基本点は以下。
 - ・大阪地裁判決、それを踏まえた規制委等への申入書を生かすこと
 - ・ガイドの目的—補足 4
 - ・「ばらつき」（第 2 文）が福島事故後に付加された経緯—補足 1
 - ・「ばらつき」に関する原子力委員会の考え方—補足 3
- ◆たとえば、大飯判決を踏まえて地震動評価の見直しを九電に要求する行動を起こし、それがマスコミを通じて裁判所にも伝わるようにする。

(補足1)地震動審査ガイド 1.3.2.3(2)第2文が 「ばらつき」で確定するまでの経緯

- 1) 2012年1月30日の原子力安全委員会による「安全審査の手引き（改定案）」（乙232）で第2文が、「その際、経験式は平均値としての地震規模を与えるものであることから、その**不確かさ（ばらつき）**も考慮する必要がある」との表現で、初めて入った。
 - 2) 2012年3月14日の地震・津波関連指針等検討小委員会での資料（乙122）の別紙2に引き継がれ、同じく「**不確かさ（ばらつき）**」となっている。
 - 3) 2013年6月6日の「発電用軽水型原子炉施設の地震・津波に関わる規制基準に関する検討チーム」の最終回（第13回会合）では、「その際、経験式は平均値としての地震規模を与えるものであることから、**その不確かさも考慮**されている必要がある」と書かれていた（乙234、3頁3.2.3(2)）。
 - 4) 2013年6月19日の原子力規制委員会で、現在の表現「**経験式が有するばらつき**」に改められて決定されている。
- ★なぜ検討チーム終了後に改訂されパブコメにかけられて6月19日に決定されたのか、誰が改訂したのか、規制庁に文書で質問したが「分からない」との回答だった。

(補足2) ばらつきは考慮しないという国の基本主張

被告・国第28準備書面 2020.8.14 p.42

p.42

(イ) そして、地震動審査ガイドは、鮑くまで、設置許可基準規則及び同解釈の趣旨を十分に踏まえ、これらが示す要求事項に申請内容が適合するものであるかどうかを、審査官等が審査の場において具体的に確認するための事項を示すものであって、法令上の審査基準である設置許可基準規則及び同規則の解釈であえて要求していない事項を殊更要求したりすることを示しているものではない。すなわち、設置許可基準規則及び同規則の解釈と地震動審査ガイドを整合的に理解するならば、地震動審査ガイドが、地震動評価（における地震規模の設定）に当たって、各種不確かさの考慮とは別に、設置許可基準規則及び同規則の解釈が要求していない「経験式のばらつきの考慮」を、殊更新たな要求事項として示すことは考えられないのである。

(補足3) 玄海訴訟で国は、法規やその解釈では「ばらつき」の考慮が要求されていないのに、審査段階のガイドで要求するはずはないと強調。

しかし他面、規制委は下記の見解を出している（2017.11.8改訂段階では下記の記述はなく、2018.12.19改訂で初めて登場）。

「ばらつき」に関する原子力規制委員会の考え方

「実用発電用原子炉に係る新規制基準の考え方について【改訂版】」

(2018.12.19) (乙147) 294頁

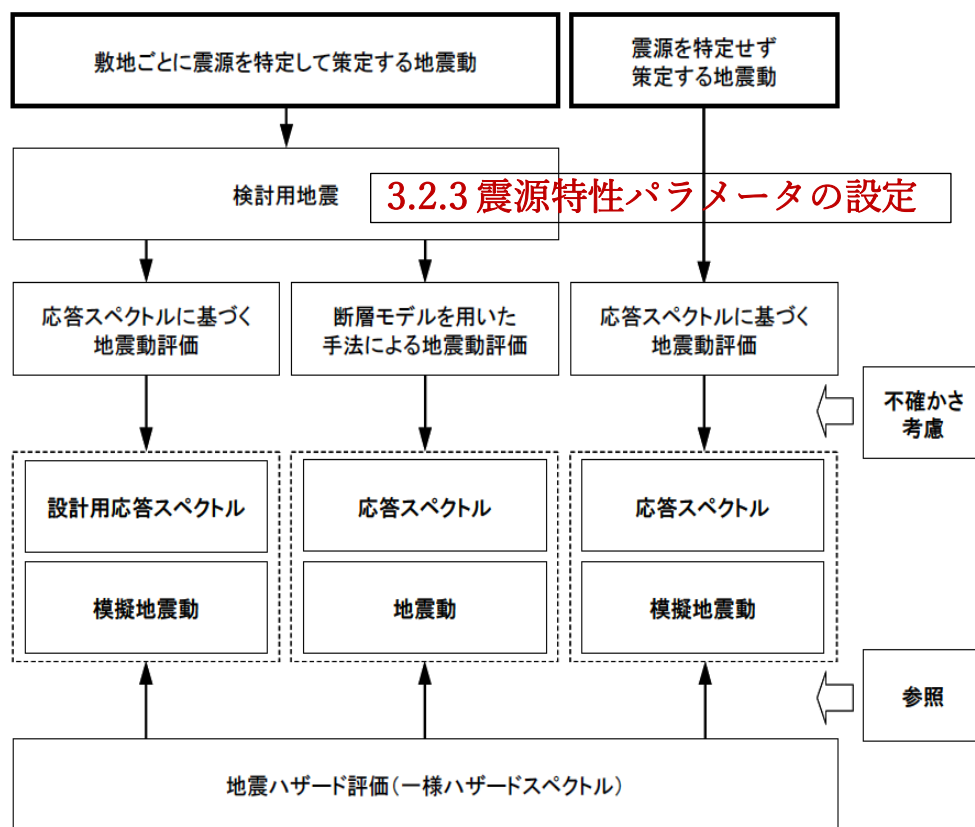
(下記の①、②は上記の審査ガイド1.3.2.3(2)に関する①、②に相当)

「そして、上記②の規定は、経験式を用いて地震規模を設定する場合の当該経験式の適用範囲を確認する際の留意点として、経験式は平均値としての地震規模を与えるものであることから、当該経験式の適用範囲を単に確認するのみではなく、より慎重に、当該経験式の前提とされた観測データとの間の乖離の度合いまでを踏まえる必要があることを意味しているものである。つまり、上記②の規定の『経験式が有するばらつき』とは、当該経験式とその前提とされた観測データとの間の乖離の度合いのことである」（下線は引用者）。

ガイド 1. 総則 1.1 目的

本ガイドは、発電用軽水型原子炉施設の設置許可段階の耐震設計方針に関わる審査において、審査官等が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**並びに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**の趣旨を十分踏まえ、**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。**

【基準地震動策定フロー】



3. 敷地ごとに震源を設定する地震動

3.2. 検討用地震の選定

3.2.1. 地震の分類

3.2.2. 震源として想定する断層の形状等の評価

3.2.3. 震源特性パラメータの設定

3.3. 地震動評価

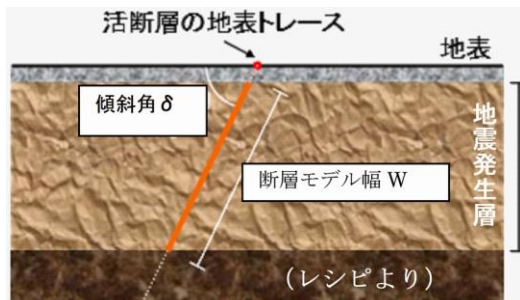
3.3.2. 断層モデルを用いた手法による地震動評価

3.3.3. 不確かさの考慮

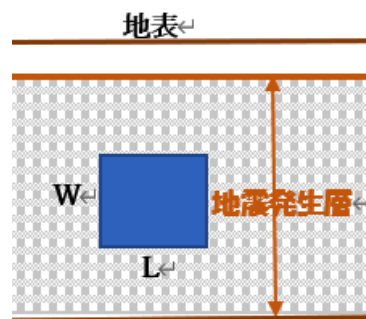
図-1 基準地震動の策定に係る審査フロー

補足5 ◆入倉・三宅式ー適用範囲は第2ステージ

地震発生層



地震発生層

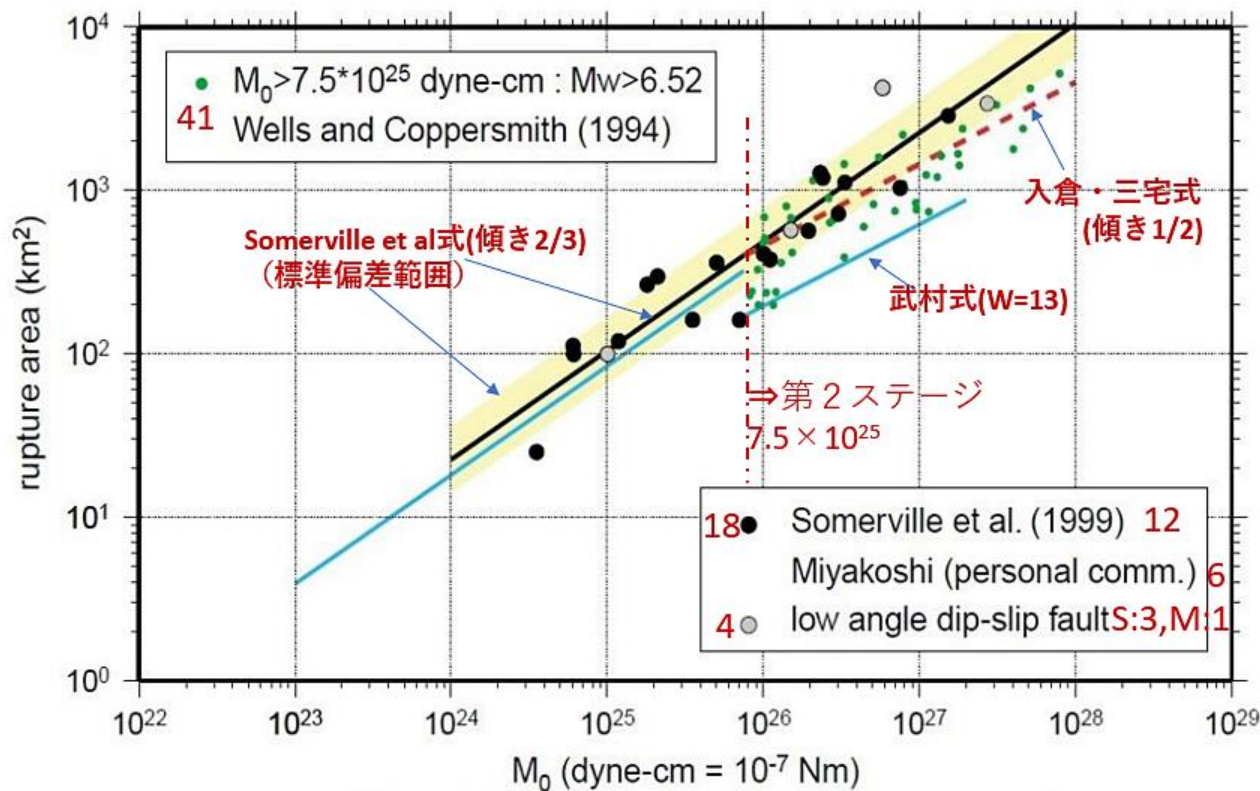


第1ステージ



飽和

第2ステージ



--- This study $W_{max}=20km$
— Somerville et al. (1999)
— Takemura (1998) $W_{max}=13km$

特定の活断層を想定した強震動の予測手法
ー強震動予測のレシビ
入倉孝次郎・三宅私恵・岩田知孝
(京都大学防災研究所)
釜江克宏 (京都大学原子炉実験所)
宮腰 研・香川敏生 (地域地盤環境研究所)

補足 6

基本的なケース(No.0)

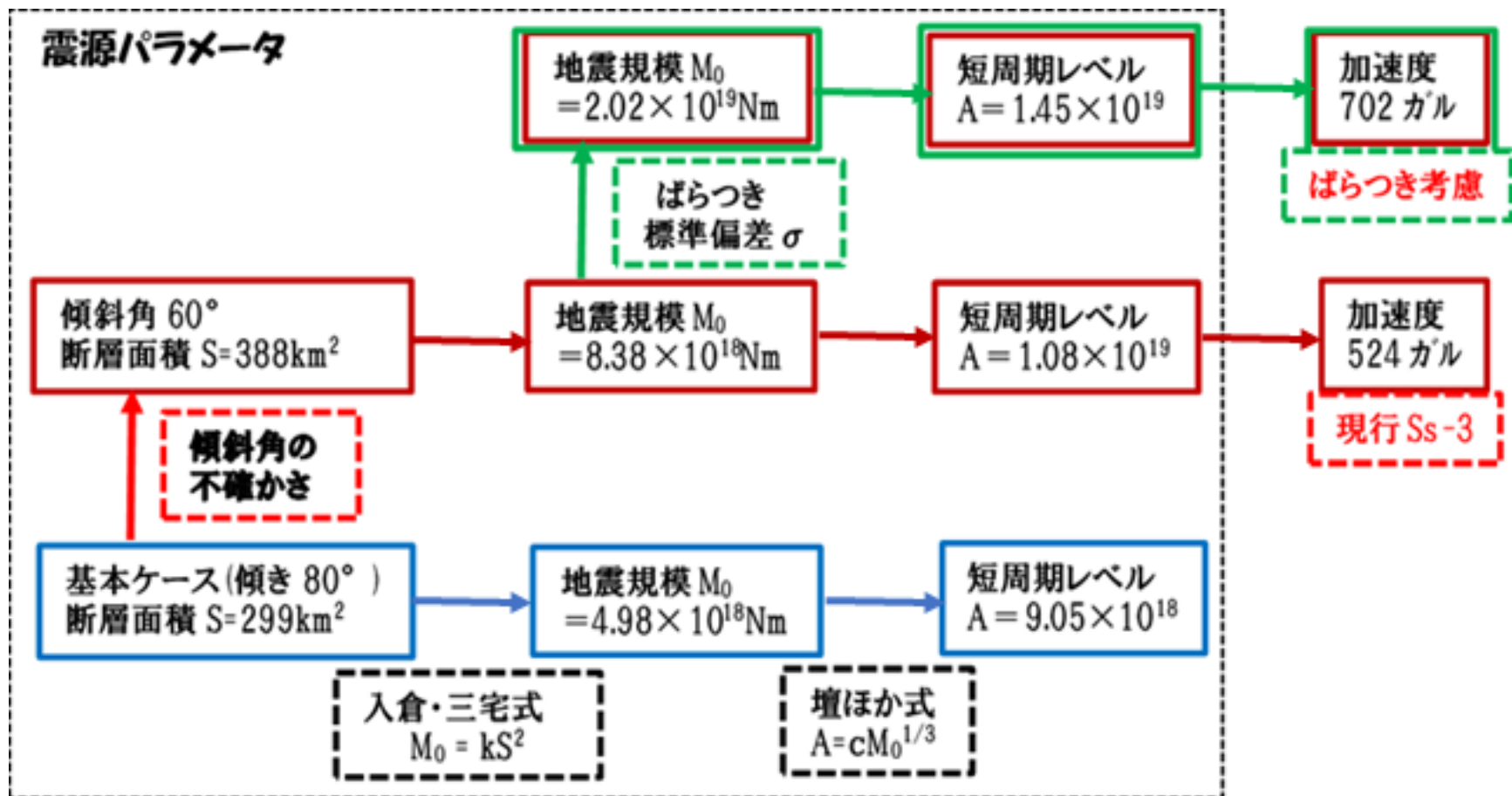
断層傾斜角の不確かさ(No.7,8,9)

項 目				記号	設定方法	設定値	
巨視的 パラメータ	断層位置	北端	北緯	—	—	33° 31' 24″	
			東経	—	—	129° 56' 32″	
		南端	北緯	—	—	33° 22' 21″	
			東経	—	—	129° 53' 41″	
	走向 (度)			—	—	194.8	
	傾斜角 (度)			—	—	80	
	ずれの種類			—	—	右横ずれ	
	断層上端深さ (km)			—	—	3	
	断層長さ (km)			L		17.3	
	断層幅 (km)			W		17.3	
	断層面積 (km ²)			S	S=L・W	299.29	
	剛性率 (N/m ²)			μ	$\mu = \rho \cdot \beta^2$	3.31×10^{10}	
	S波速度 (km/s)			β		3.5	
	地震モーメント (N・m)			M ₀	$M_0 = (S / (4.24 \times 10^{-11}))^2 \cdot 10^{-7}$	4.98×10^{18}	
微視的 パラメータ	アスベリ テイ	地震モーメント (N・m)		M _{0a}	M _{0a} =μ・D _a ・S _a	1.52×10^{18}	
		面積 (km ²)		S _a	$S_a = S \cdot \Delta \sigma / \Delta \sigma_a$	45.32	
		平均すべり量 (cm)		D _a	D _a =2.01・D	101.2	
		実効応力 (MPa)		Δσ _a	$\Delta \sigma_a = A^2 / (16 \pi \cdot \beta^4 \cdot \Delta \sigma \cdot S)$	15.5	
	背景領域	地震モーメント (N・m)		M _{0b}	M _{0b} =M ₀ -M _{0a}	3.47×10^{18}	
		面積 (km ²)		S _b	S _b =S-S _a	253.97	
		平均すべり量 (cm)		D _b	$D_b = M_{0b} / (\mu \cdot S_b)$	41.3	
		実効応力 (MPa)		σ _b	$\sigma_b = \Delta \sigma_a \cdot (D_b / S_b^{0.6}) \cdot (S_a^{0.6} / D_a)$	2.7	
	その他の パラメータ	破壊伝播速度 (km/s)		V _r	V _r =0.72 β	2.52	
		破壊開始点		—	—	別紙参照	
		破壊伝播様式		—	—	放射状	
	Q値				—	—	56f ^{-1.5}

項 目			記号	設定方法	設定値	
巨視的パラメータ	断層位置	北端	北緯	—	—	33° 32' 11"
			東経	—	—	129° 55' 58"
		南端	北緯	—	—	33° 21' 53"
			東経	—	—	129° 52' 43"
	走向 (度)		—	—	194.8	
	傾斜角 (度)		—	—	60	
	ずれの種類		—	—	右横ずれ	
	断層上端深さ (km)		—	—	3	
	断層長さ (km)		L		19.7	
	断層幅 (km)		W		19.7	
	断層面積 (km ²)		S	S=L・W	388.09	
	剛性率 (N/m ²)		μ	μ=ρ・β ²	3.31×10 ¹⁰	
	S波速度 (km/s)		β		3.5	
	地震モーメント (N・m)		M ₀	M ₀ =(S/(4.24×10 ⁻¹¹)) ² ×10 ⁻⁷	8.38×10 ¹⁸	
平均すべり量 (cm)		D	D=M ₀ /(μ・S)	65.3		
平均応力降下量 (MPa)		Δσ	Δσ=(7/16)・M ₀ /(S/π) ^{3/2}	2.67		
短周期レベル (N・m/s ²)		A	A=2.46×10 ¹⁰ ・(M ₀ ×10 ⁷) ^{1/3}	1.08×10 ¹⁹		
微視的パラメータ	アスベリテイ	地震モーメント (N・m)	M _{0a}	M _{0a} =μ・D _a ・S _a	3.03×10 ¹⁸	
		面積 (km ²)	S _a	S _a =S・Δσ/Δσ _a	69.88	
		平均すべり量 (cm)	D _a	D _a =2.01・D	131.2	
		実効応力 (MPa)	Δσ _a	Δσ _a =A ² /(16π・β ⁴ ・Δσ・S)	14.8	
	背景領域	地震モーメント (N・m)	M _{0b}	M _{0b} =M ₀ -M _{0a}	5.35×10 ¹⁸	
		面積 (km ²)	S _b	S _b =S-S _a	318.21	
		平均すべり量 (cm)	D _b	D _b =M _{0b} /(μ・S _b)	50.8	
		実効応力 (MPa)	σ _b	σ _b =Δσ _a ・(D _b /S _b ^{0.5})・(S _a ^{0.5} /D _a)	2.7	
その他のパラメータ	破壊伝播速度 (km/s)		V _r	V _r =0.72β	2.52	
	破壊開始点				別紙参照	
	破壊伝播様式		—	—	放射状	
Q値			—	—	56f ^{-1.5}	

補足 7

現行評価とばらつき効果に関する評価



(補足 8) 大阪地裁 1 2 ・ 4 判決の要旨 p.3-4

(3) 本件ぱらつき条項の意義

(前略) そうすると、経験式を用いて地震モーメントを設定する場合には、経験式によって算出される平均値をもってそのまま震源モデルにおける地震モーメントとして設定するのではなく、実際に発生する地震の地震モーメントが平均値より大きい方向にかい離する可能性を考慮して地震モーメントを設定するのが相当であると考えられる(例えば、経験式を導く基礎となったデータの標準偏差分を加味するなど)。ただし、他のパラメータの設定に当たり、上記のような方法で地震モーメントを設定するのと同視し得るような考慮など、相応の合理性を有する考慮、がされていれば足りるものと考えられる。また、経験式が有するぱらつきを検証して、経験式によって算出される平均値に何らかの上乗せをする必要があるか否かを検討した結果、その必要がないといえる場合には、経験式によって算出される平均値をもってそのまま震源モデルにおける地震モーメントの値とすることも妨げられないものと解される。

本件ぱらつき条項の第2文は、以上の趣旨をいうものと解される。このような解釈は、平成23年3月11日に発生した東日本大震災に伴う東京電力福島第一原発の事故を受けて耐震設計審査指針等が改訂される過程において、委員から、経験式より大きな地震が発生することを想定すべきであるとの指摘を受けて、本件ぱらつき条項の第2文に相当する定めが置かれるに至った経緯とも整合する。