

関西電力株式会社社長 森 詳介 様

「大陸棚～B～野坂断層」の地震動評価に関する公開質問状

若狭連帯行動ネットワーク

貴社は、3月3日の耐震・構造設計小委員会合同WG第12回Cサブグループ会合で、昨年3月の中間報告の地震動評価を見直しました。野坂断層、B断層および大陸棚外縁断層の「同時活動」を考慮した「大陸棚～B～野坂断層」が美浜原発の新たな基準地震動 S_s を規定していると考えられます。ところが、貴社はその断層面積をこっそり過小算定しており、応答スペクトル評価でM7.7としている地震規模を断層モデルでM7.3に過小評価しています。また、そのほかにも、地震動評価において数々の過小評価が見られます。

そこで、2008年4月10日の「耐震安全性評価結果中間報告に関する申し入れと公開質問状」および4月28日の追加質問に以下の再追加質問を提出します。真摯に検討し、3月27日の交渉時に文書回答と口頭説明をして頂けるよう強く求めます。

1. 断層面積の過小算定について

貴社の資料[1]によれば、「大陸棚～B～野坂断層」の断層面積を 598.79km^2 としています。これは北部断層の下端長さ18.0kmを断層長さとして設定した結果であり、貴社の図示した断層図から読み取れる断層面積は表1の注(*1)に示す通り、 658.7km^2 です。この結果、地震モーメントは $1.99 \times 10^{19}\text{N}\cdot\text{m}$ (M7.3相当)から $2.41 \times 10^{19}\text{N}\cdot\text{m}$ (M7.4相当)へ1.2倍に増えます。これに間違いありませんか。

断層モデルでは断層面積によって地震規模が決まりますので、単なるミスとは思われません。地震動を過小評価しようとする貴社の姿勢がここに現れていると私たちは考えますが、いかがですか。原子力安全・保安院の審議会では貴社の計算値を誰もダブルチェックしないことを良いことに、このような不正処理を行うのは国民を欺く行為であると私たちは考えますが、いかがですか。

地震調査研究推進本部は野坂断層を左横ずれ、かつ高角、北東傾斜の逆断層と評価しており、南部22kmを北部と同様に 60° 傾斜にすれば、断層面積が 707.1km^2 に増え、断層モデルでも地震規模は $2.78 \times 10^{19}\text{N}\cdot\text{m}$ 、M7.5になります。なぜ、南部の 60° 傾斜を考慮しないのですか。

2. 松田式の適用法について

貴社の資料[1]によれば、「大陸棚～B～野坂断層」の気象庁マグニチュードは地表面長さ49kmを松田式に代入してM7.7としています。しかし、松田式に代入すべき断層長さは、貴社自身がC断層の評価でそうしているように、震源断層の中央長さ43.7kmです。M7.6になります。これに間違いありませんか。

3. 距離減衰式の元データの信頼性について

貴社は、耐震スペクトルでは、極近距離より近くでは地震動が急激に大きくなるため「適用対象外」としています。確かに極近距離より近くでは地震観測記録がないため適用できません。しかし、このような近距離地震の観測記録は他の距離減衰式でも存在しないと思われず、貴社の採用した距離減衰式が極近距離より近くでも適用可能であると判断した根拠となる地震観測記録を貴社が用いた距離減衰式のそれぞれについてすべて示して下さい。

岩手・宮城内陸地震(M7.2, 2008.6.14)では、震源ごく近傍で逆断層の上盤直上に位置する一関西(いちのせきにし)で極めて大きな地震動が観測されています。地下で3成分合成最大加速度は 1078gal に達し、上部地層の影響を除いた「はぎとり波」に換算すれば、新潟県中越

沖地震 (M6.8, 2007.7.16) で観測・再現された柏崎刈羽 1 号の 1699gal(解放基盤表面位置はぎとり波) を確実に超え, 貴社が美浜原発に対して今回設定した 750gal[1] をもはるかに超えています。一関西の地下地震計は深さ 260m, S 波速度 1810m/s の岩盤に設置されており, 原発解放基盤表面に求められる 700m/s 相当を十分満たしています。このような貴重な震源近傍の地震観測記録をなぜ経験に基づく応答スペクトルの評価に用いないのですか。

岩手・宮城内陸地震の地震観測記録

観測点	3 成分合成	東西	南北	上下
一関西 (地表) [加速度] (地下)	4022 gal 1078 gal	1143 1036	1433 748	3866 640
一関西 (地表) [速度] (地下)	100.1cm/s 73.2cm/s	71.0 42.2	61.5 37.2	84.7 68.5

4. 断層モデルの地震規模について

貴社は「大陸棚～B～野坂断層」の断層モデルによる地震モーメントが気象庁マグニチュードで M7.3 (断層面積を正しくすると M7.4, 表 1 参照) に相当することについては何もふれていません。この地震規模は震源断層長さを松田式に適用して得られる M7.7 (震源断層中央長さから正しくは M7.6) の 1/4 (正しく評価すれば 1/2) のエネルギー規模になりますが, これでは断層モデルによる地震動を過小評価することになると私たちは考えますが, いかがですか。

5. 改訂レシピの適用について

(1) 貴社は「大陸棚～B～野坂断層」で地震観測記録が得られていないにも関わらず, 地震調査研究推進本部が昨年 4 月に改訂したレシピ, すなわち「震源断層長さから松田式で地震規模を採用し, 断層面積をできるだけそれに合わせる」改訂レシピを採用していません。なぜ, これを採用しないのですか。地震観測記録が得られていない以上, 国内の地震観測記録からその妥当性が確認されている松田式による地震規模を求める改訂レシピを採用すべきだと私たちは考えますが, いかがですか。

(2) 震源断層の中央長さ 43.7km を松田式に代入して得られる地震規模は M7.6 であり, これに対応する断層パラメータは表 2 のようにな

ります。 $S_a/S = 0.22$ とするアスペリティ面積固定法ではアスペリティの平均応力降下量が 20～30MPa になり, 国内の M7 クラスの地震観測記録と同程度になります。ところが, 貴社の断層パラメータは表 1 のように 12.3MPa と半分程度の大きさしかありません。これでは, 地震動を過小評価することになると私たちは考えますが, いかがですか。

(3) 貴社の用いている短周期レベルからアスペリティ面積を求める方法では, 表 1 のように, 断層長さが長くなるほど, S_a/S の比が大きくなり, 通常観測されるアスペリティ面積比を超えてしまいます。このような適用法は問題だと地震調査推進研究本部のレシピにも記載されています [2]。このような場合には, 表 1 および表 2 の $S_a/S = 0.22$ 法を採用すべきだと私たちは考えますが, いかがですか。

6. 破壊伝播について

(1) 破壊開始点を南部断層の下端中央に置くと, アスペリティからの地震動が美浜原発にちょうどフォーカシングするような形になります。なぜ, この位置に破壊開始点を設定しなかったのですか。

(2) なぜ, マルチハイポセンター破壊を採用しないのですか。

(3) なぜ, ライズタイムを国内地震で観測されている 0.4～0.6sec の短い値に設定しないのですか。

(4) なぜ, 破壊伝播速度を $0.72V_s$ とし, $0.8V_s$, $0.9V_s$ などとして, その不確かさを考慮しないのですか。

以上

参考文献

- [1] 関西電力株式会社:「基準地震動 S_s の見直しについて」, 総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会耐震・構造設計小委員会地震・津波・地質・地盤合同 WG, 第 12 回 C サブグループ会合, 配布資料合同 C12-4-2 (2009 年 3 月 3 日) <http://www.nisa.meti.go.jp/00000004/giji/f0000002c/12/12-4-2.pdf>
- [2] 地震調査研究推進本部地震調査委員会:「全国を概観した地震動予測地図」2008 年版付録 3 震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)平成 20 年 4 月 11 日改訂 http://www.jishin.go.jp/main/chousa/08_yosokuchizu/a3.pdf

表 1: 美浜原発耐震安全性評価結果中間報告の見直し(2009年3月3日)による大陸棚外縁断層・B断層・野坂断層の同時活動(「大陸棚～B～野坂断層」と略す)を考慮した場合の断層パラメータ [1]

断層パラメータ	断層モデルで M7.3 とした場合		断層面積を正した場合		
	A 法 (関西電力)	$S_a/S = 0.22$ 法	A 法	$S_a/S = 0.22$ 法	
断層位置, 走向, 傾斜角 θ	図 1 の通りで, 傾斜角は北部 60° , 南部 90°				
断層長さ L	49km(北部地表 27.08 km 上端 25.3km 下端 18.0km, 南部 22km)				
断層幅 W	北部 16.2km, 南部 14.0 km				
断層面積 $S = LW$	598.79 km ² *1		658.7 km ² *2		
断層上端深さ	4 km(北部では $4 \sin 60^\circ = 3.46$ km にしている)				
断層下端深さ	18 km				
破壊開始点	アスペリティ下端 5 種類 + 断層下端南北 2 種類				
破壊伝播方式	同心円状 (放射状)				
地震モーメント M_0	1.99×10^{19} N·m		2.41×10^{19}		
マグニチュード	M7.3, $M_W 6.8$ *3		M7.4, $M_W 6.9$ *3		
平均すべり量 $D = M_0/(\mu S)$	95.2 cm		104.7		
剛性率 $\mu = \rho\beta^2$	3.50×10^{10} N/m ²		同左		
S 波速度 V_s (または β)	3.6 km/s		同左		
平均破壊伝播速度 $V_r = 0.72V_s$	2.59 km/s		同左		
平均応力降下量 $\Delta\sigma = (7/16)M_0(\pi/S)^{2/3}$	3.32 MPa		3.48		
短周期レベル A	1.44×10^{19} N·m/s ²		1.53×10^{19}		
ライズタイム $t_r = 2.03 \times 10^{-9}M_0^{1/3}$	1.19 sec		1.26 sec		
アスペリティ全体	面積 S_a	161.13 km ²	131.7 km ²	188.9	144.9
	地震モーメント M_{0a}	1.08×10^{19} N·m	8.82×10^{18}	1.39×10^{19}	1.07×10^{19}
	応力降下量 $\Delta\sigma_a$	12.3 MPa	18.6 MPa	12.1	19.5
	平均すべり量 D_a	191.3 cm	191.3 cm	210.5	210.5
アスペリティ大(南部)	面積 S_{a1}	80.6 km ²	65.9 km ²	94.4	72.5
	地震モーメント M_{0a1}	6.32×10^{18} N·m	5.17×10^{18}	8.15×10^{18}	6.25×10^{18}
	応力降下量 $\Delta\sigma_{a1}$	12.3 MPa	18.6 MPa	12.1	19.5
	平均すべり量 D_{a1}	224.2 cm	224.2 cm	246.6	246.6
アスペリティ小(南部)	面積 S_{a2}	40.3 km ²	32.9 km ²	47.2	36.2
	地震モーメント M_{0a2}	2.23×10^{18} N·m	1.83×10^{18}	2.88×10^{18}	2.21×10^{18}
	応力降下量 $\Delta\sigma_{a2}$	12.3 MPa	18.6 MPa	12.1	19.5
	平均すべり量 D_{a2}	158.5 cm	158.5 cm	174.4	174.4
アスペリティ小(北部)	面積 S_{a3}	40.3 km ²	32.9 km ²	47.2	36.2
	地震モーメント M_{0a3}	2.23×10^{18} N·m	1.83×10^{18}	2.88×10^{18}	2.21×10^{18}
	応力降下量 $\Delta\sigma_{a3}$	12.3 MPa	18.6 MPa	12.1	19.5
	平均すべり量 D_{a3}	158.5 cm	158.5 cm	174.4	174.4
背景領域	地震モーメント M_{0b}	9.16×10^{18} N·m	1.11×10^{19}	1.02×10^{19}	1.35×10^{19}
	面積 $S_b = S - S_a$	437.66 km ²	467.06 km ²	469.84	513.81
	平均すべり量 D_b	59.8 cm	68.1 cm	62.2	74.9
	実効応力 σ_b	2.5 MPa	3.7 MPa	2.4	3.9
Q 値	$50f^{1.1}$				
f_{\max}	8.3 Hz				

表1の注

注：「A法」とは短周期レベルからアスペリティ総面積を求める方法で、「 $S_a/S = 0.22$ 法」とはアスペリティ総面積を断層面積の22%に固定する方法である。A法では、断層面積が大きくなるほどアスペリティ面積の全断層面積との比 S_a/S が大きくなり、応力降下量が小さくなる。そのため、地震調査研究推進本部のレシピでは、長大な断層に関してはA法は問題があるため $S_a/S = 0.22$ 法を用いるように推奨している[2]。その際、推本は「内陸地震によるアスペリティ総面積の占める割合は、断層総面積の平均22% (Somerville et al., 1999), 15%~27% (宮腰・他, 2001) であり、拘束条件にはならないが、こうした値も参照しておく必要がある。」としている。上の例では、 $S_a/S = 0.269$ (断層モデルでM7.3とした場合) および0.287(断層面積を正した場合) であり、 $S_a/S = 0.22$ 法を用いるのが望ましいと言える。

- *1: 関西電力は北部断層面積の計算ミスを犯し、北部下端長さ 18.0km×幅 16.2km+ 南部長さ 22.0km×幅 14.0km=598.79kmと計算しているようである。
- *2: 関西電力の示した断層図[1]より、北部平均断層長さ $\{(18.0+25.3)/2\}$ km×幅 16.2km+ 南部長さ 22.0km×幅 14.0km=658.7kmとした。これにより、断層面積は1割増え、地震規模も大きくなる。
- *3: 応答スペクトルによる評価では、関西電力は断層の地表長さ 49kmを松田式に代入してM7.7としている。しかし、原子力安全委員会の見解(原子力安全委員会 1999.2.18、原子炉安全専門審査会 1999.2.10)では、地表の活断層長さではなく震源断層の長さを松田式に代入すべきであるとしている。これに従えば、震源断層の中央長さは43.7km(= (18.0+25.3)/2+22)になり、松田式よりM7.6になる。

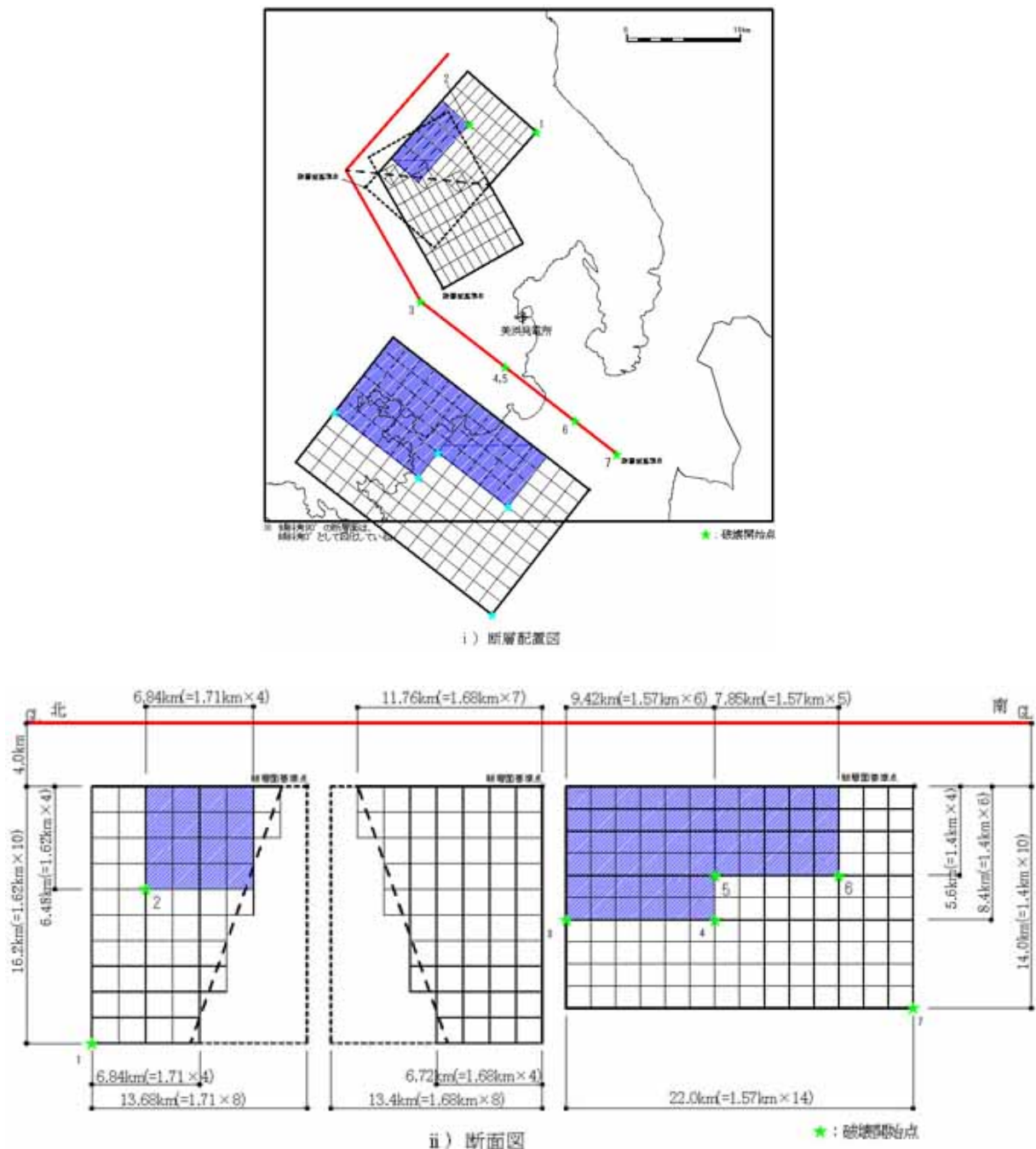


図1: 「大陸棚～B～野坂断層」の震源断層モデル[1]

表 2: 地震規模を松田式より M7.6 とした場合の「大陸棚～B～野坂断層」の断層パラメータ

断層パラメータ	断層面積を 658.7km ² とした場合		改訂レシピを用いた場合		
	A 法	S _a /S = 0.22 法	A 法	S _a /S = 0.22 法	
断層位置, 走向, 傾斜角 θ	図 1 の通りで, 傾斜角は北部 60°, 南部 90°				
断層長さ L	49km(北部地表 27.08 km 上端 25.3km 下端 18.0km, 南部 22km)				
断層幅 W	北部 16.2km, 南部 14.0 km				
断層面積 S = LW	658.7 km ²		824 km ²		
断層上端深さ	4 km(北部では 4 sin 60° = 3.46km にしている)				
断層下端深さ	18 km				
破壊開始点	-				
破壊伝播方式	-				
地震モーメント M ₀	4.09 × 10 ¹⁹ N·m				
マグニチュード	M7.6, M _W 7.0				
平均すべり量 D = M ₀ /(μS)	177.6 cm		141.9		
剛性率 μ = ρβ ²	3.50 × 10 ¹⁰ N/m ²		同左		
S 波速度 V _s (または β)	3.6 km/s		同左		
平均破壊伝播速度 V _r = 0.72V _s	2.59 km/s		同左		
平均応力降下量 Δσ = (7/16)M ₀ (π/S) ^{2/3}	5.9 MPa		4.2		
短周期レベル A	1.83 × 10 ¹⁹ N·m/s ²				
ライズタイム t _r = 2.03 × 10 ⁻⁹ M ₀ ^{1/3}	1.51 sec				
アスペリティ全体	面積 S _a	381.92 km ²	144.9 km ²	305.2	181.3
	地震モーメント M _{0a}	—	1.81 × 10 ¹⁹ N·m	3.05 × 10 ¹⁹	1.81 × 10 ¹⁹
	応力降下量 Δσ _a	—	33.1 MPa	11.4	23.7
	平均すべり量 D _a	—	356.9 cm	285.2	285.2
アスペリティ大(南部)	面積 S _{a1}	—	72.5 km ²	152.6	90.7
	地震モーメント M _{0a1}	—	1.06 × 10 ¹⁸ N·m	1.78 × 10 ¹⁹	1.06 × 10 ¹⁹
	応力降下量 Δσ _{a1}	—	33.1 MPa	11.4	23.7
	平均すべり量 D _{a1}	—	418.1 cm	334.2	334.2
アスペリティ小(南部)	面積 S _{a2}	—	36.2 km ²	76.3	45.3
	地震モーメント M _{0a2}	—	3.75 × 10 ¹⁸ N·m	6.31 × 10 ¹⁸	3.75 × 10 ¹⁸
	応力降下量 Δσ _{a2}	—	33.1 MPa	11.4	23.7
	平均すべり量 D _{a2}	—	295.6 cm	236.3	236.3
アスペリティ小(北部)	面積 S _{a3}	—	36.2 km ²	76.3	45.3
	地震モーメント M _{0a3}	—	3.75 × 10 ¹⁸ N·m	6.31 × 10 ¹⁸	3.75 × 10 ¹⁸
	応力降下量 Δσ _{a3}	—	33.1 MPa	11.4	23.7
	平均すべり量 D _{a3}	—	295.6 cm	236.3	236.3
背景領域	地震モーメント M _{0b}	—	2.28 × 10 ¹⁹ N·m	1.05 × 10 ¹⁹	2.28 × 10 ¹⁹
	面積 S _b = S - S _a	—	513.8 km ²	519.0	642.9
	平均すべり量 D _b	—	127.0 cm	57.6	101.5
	実効応力 σ _b	—	6.6 MPa	2.3	4.7

注: 「断層面積を 658.7km² とした場合」の A 法では S_a/S = 0.580 と異常に大きくなり, 背景領域の地震モーメントがマイナスになる. S_a/S = 0.22 法では, 地震モーメントに対応する断層面積が 857.8km² に対し, 「大陸棚～B～野坂断層」の断層面積が 658.7km² と小さいため, 応力降下量が大きくなる.

「改訂レシピを用いた場合」の断層面積は {(17.1 + 25.3)/2} × 18.5 + 27 × 16 = 824km² とした. ただし, 全断層の深さを 2km 追加し(北部は断層幅 16/ sin 60° = 18.5km, 南部は断層幅 16km), 北部の断層長さを上端 25.3km, 下端 17.1km(深さ 20km に対応), 南部の断層長さを 22 + 5 = 27km とした. この場合も, A 法では S_a/S = 0.376 とかなり大きくなり, 応力降下量が小さくなりすぎるため, S_a/S = 0.22 法を用いるべきである.