

平成24年（ワ）第3671号外 大飯原子力発電所運転差止等請求事件

原告 竹本 修三 外

被告 国 外1名

原告第70準備書面

－2016年熊本地震を踏まえた主張－

2020年2月26日

京都地方裁判所 第6民事部合議はB係 御中

原告ら訴訟代理人

弁護士 出口 治 男

同 渡 辺 輝 人

外

目次

第1	本書面の概要（甲514）	3
第2	熊本地震で記録された地震波動が原子炉直下の地盤に入射した場合	4
1	熊本地震の前震（M6.5）と本震（M7.3）の強震動生成域	4
2	地震波の入射位置の設定	6
3	熊本地震の前震（M6.5）と本震（M7.3）の加速度記録	6
4	地盤構造モデルと地盤による増幅率	9
5	地盤モデルへの入力地震波	11
6	大飯原発サイト解放基盤における強震動	12
7	断層面上のすべり方向と強震動の振動方向との関係	15
8	まとめ	17
第3	「おつきあい地震断層」について	18
1	技術の進歩によって認知されるようになった「おつきあい地震断層」	18
2	FO-B～FO-A～熊川断層に伴う「おつきあい地震断層」の危険性	18
3	まとめ	20
第4	なぜMが小さいのに基準地震動を超過するのか	20
1	序	20
2	震源特性の違い	21
3	サイト特性の違い（関電地盤モデルと3号炉地盤モデルの違い）	21

第1 本書面の概要（甲514）

被告関西電力は、F O - B ~ F O - A ~ 熊川断層モデルによるM7. 8の地震を想定し、独自に作成した地盤構造モデル（関電地盤モデル）によって基準地震動を策定している。すなわち、基準地震動を、地殻内地震のスケーリング則に準じたM7. 8の地震の震源特性と関電地盤モデルによるサイト特性とにより計算しているのである。この際、スケーリング則が内包する1. 4倍の偏差を考慮していないが、保守性については短周期の振動レベルを1. 5倍にするなどしてこれを持たせているとしている。

これに対して原告らは、既に第60準備書面において、大阪北部地震をF O - B ~ F O - A ~ 熊川断層に適用して地震動を評価し、基準地震動が過小評価であることを明らかにしているが、本書面では、赤松意見書（甲514）に基づき、2016年に発生し、地殻内地震のスケーリング則に従う標準的な地震であったとされる熊本地震の加速度記録を用いて同様の評価を行うこととする。F O - B ~ F O - A ~ 熊川断層で、スケーリング則に従う熊本地震と同じ震源特性を有する地震が発生したとき、基準地震動を越えないのであろうか。

熊本地震は前震がM6. 5、本震がM7. 3と、本震の方が規模が大きくなっている（エネルギー費で15. 8倍）。第60準備書面では大阪北部地震のM6. 1を基準地震動における想定=M7. 8にスケールアップして評価したが（第60準備書面3～4頁）、本書面では熊本地震のM7. 3等をそのまま適用して評価する。具体的には、熊本地震の震源断層の直近にある防災科学技術研究所の基盤強震観測網（K i K - n e t）の益城観測点（KMMH16）の、S波速度（V s）2. 7 km / s の岩盤に設置された地中地震計で記録された、前震で289ガル、本震で287ガル（3成分合成）の加速度波形を、F O - B ~ F O - A ~ 熊川断層に適用して原子炉基盤面の地震動を計算し、大飯原発の基準地震動と比較する。

これにより、基準地震動が、スケーリング則の平均値による震源特性と、増幅率を小さくする関電地盤モデルであることとの相乗効果によって、過小に評価されていることを明らかにする（下記2項(1)ないし(6)）。また、地震動は断層走向方向の成分および直交成分が大きいので、形式的に東西、南北方向成

分で計算した基準地震動は過小評価であることも合わせて指摘する（下記2項(7)）。これらは、第60準備書面同様、現に発生した地震の観測データを、F O - B ~ F O - A ~ 熊川断層に適用して地震動を評価したものであり、実際にあった断層破壊過程が用いられているのであるから、地震動評価の信頼性は格段に高い。

さらに、新たな視点として、F O - B ~ F O - A ~ 熊川断層が震源断層となった場合、最新の技術・知見によって解明されてきた「おつきあい地震断層」により、敷地内断層破碎帯とそれに伴うシームが原子炉建屋の立地する基盤面に「くい違い」を生じさせる危険性のあることを明らかにする。この点について、原子力規制委員会では一切議論されていない。

第2 熊本地震で記録された地震波動が原子炉直下の地盤に入射した場合

1 熊本地震の前震（M6.5）と本震（M7.3）の強震動生成域

熊本地震について Asano and Iwata(2016)が設定した断層モデルによる、断層面の地表面投影図と断層面上のすべり量分布図は次頁（5頁）の図のとおりである。

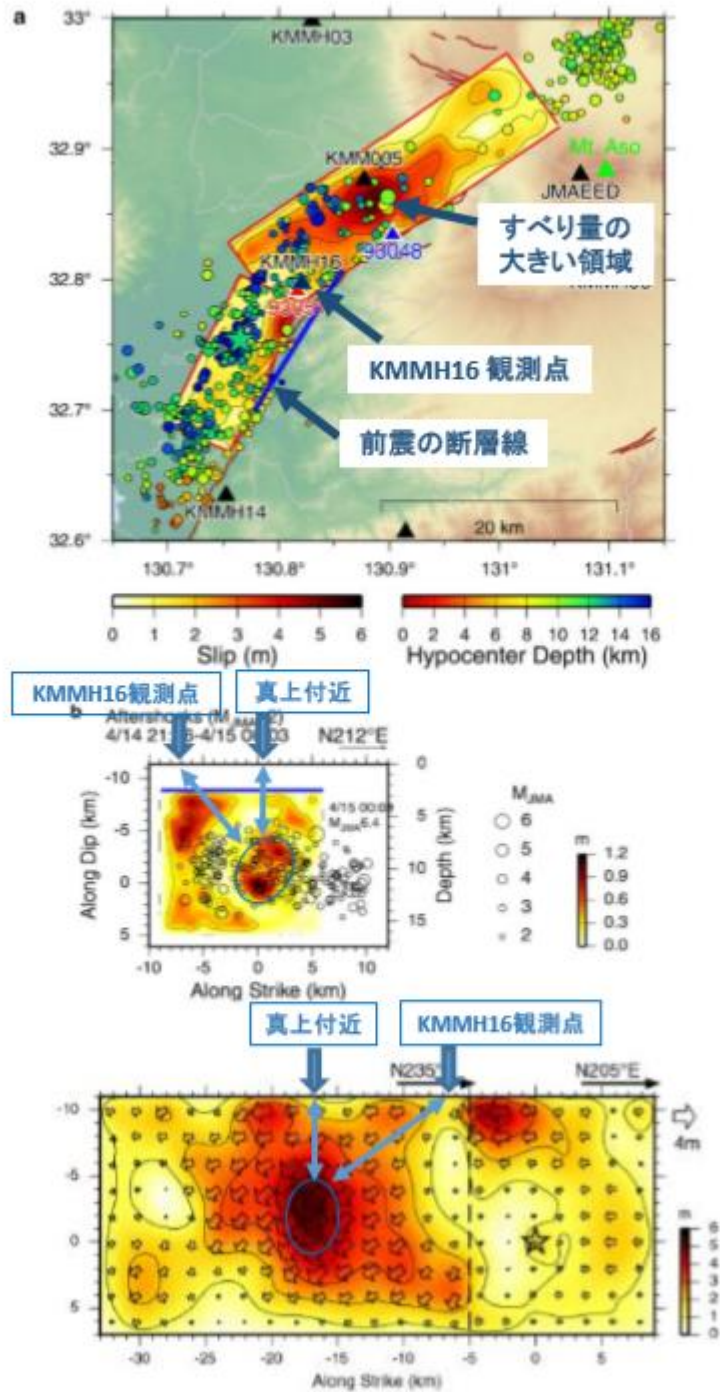


図1 熊本地震の断層モデル. 上図:断層モデルの地表投影図. 中図:前震のすべり量分布.
 下図:本震のすべり量分布. 中・下図の青楕円囲み:最大すべり量の領域、強震動生成域.
 (Asano and Iwata (2016)[4]のFigs.8 and 5の一部を引用、加筆).

上図の地表面投影図では、前震の断層面の傾斜はほぼ鉛直であるので、震源断層は青色の直線で示されている。本震の断層面は両セグメントとも傾斜している断層面は幅を持って示されている。KMMH16観測点は前震

の断層線から約2.5 km離れている。本震では、観測点は布田川断層面（北東側セグメント）の上に位置している。

中図と下図はそれぞれ前震と本震の断層面上のすべり量の分布を示している。両図とも右側が南西方向であるので、上図の平面図とは逆の位置関係にあることに留意する必要がある。中図に示した前震は深さ8.5 km付近で断層破壊が始まりその周辺付近ですべり量が大きい。下図の本震では、右側（南西側）の日奈久断層面上の☆印で破壊が始まり、破壊が伝播して左側（北東側）の布田川断層中央部付近のすべり量が最も大きい。

2 地震波の入射位置の設定

KMMH16地中観測点は $V_s = 2.7 \text{ km/s}$ （標高-197 m）の岩盤に設置されているところ、関電地盤モデルにおいて同じ $V_s = 2.7 \text{ km/s}$ の層は深さ0.79 kmの第6層である。

そこで第1～5層を地盤、第6層以下を地震基盤と考え、第6層から第5層に熊本地震で観測された加速度記録の地震波が入射した場合の地表面の地震動を計算する。

3 熊本地震の前震（M6.5）と本震（M7.3）の加速度記録

(1) 前震

前震のKMMH16地中水平動成分加速度記録は次頁（7頁）の図のとおりである。加速度ピーク値は、NS成分は237ガル、EW成分は178ガルである。

地震波の震幅は断層の走向と振動方向の関係によって変化しており、次々頁（8頁）の図のとおり、震動方向によって加速度ピーク値の最大値と最小値には1.56倍の開きがある。

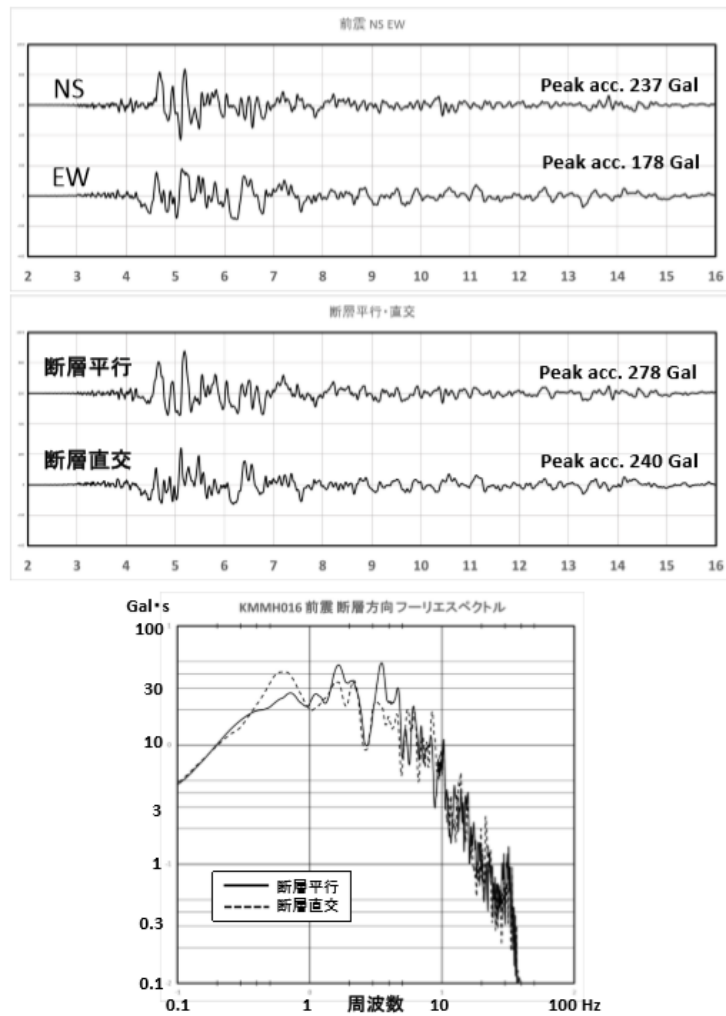


図6 前震(M6.5)の加速度記録とフーリエ・スペクトル
 上: NS、EW成分
 中: 断層走向に平行・直交方向成分. 平行成分の振幅が大きい.
 下: 断層走向に平行・直交方向成分のフーリエ・スペクトル. 0.5~5Hzが卓越.

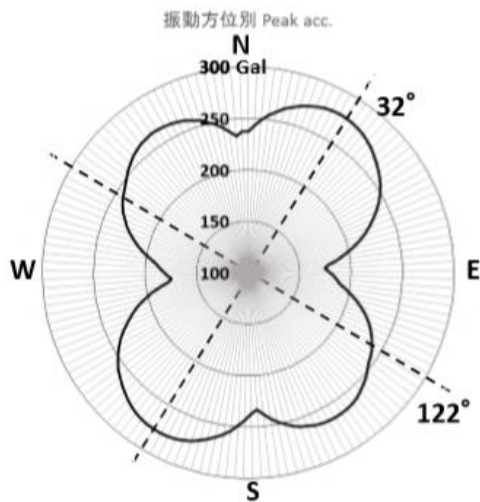
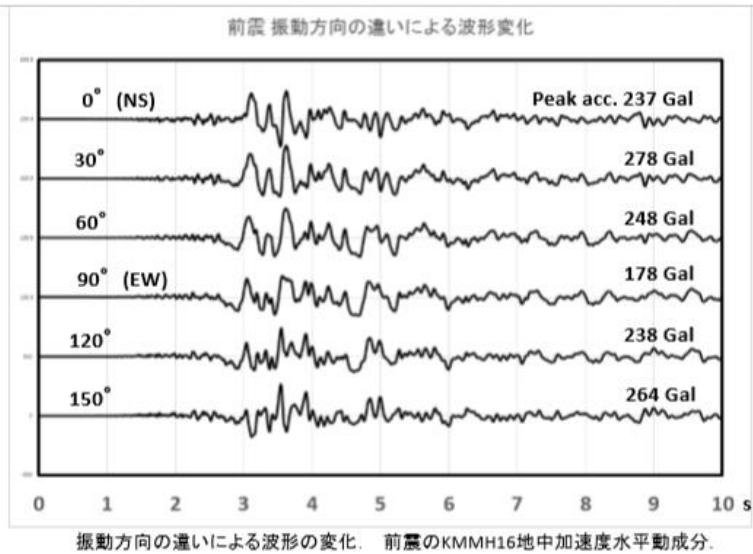


図7 振動方向の違いによる震動加速度ピーク値の変化. 前震のKMMH16地中水平動成分. 断層走向(32° - 212°)の方向とそれに概ね直交する方向の震動が大きい. 最大値(278 Gal)と最小値(178 Gal)とで1.56倍の違いがある.

(2) 本震

本震のKMMH16地中水平動成分加速度記録は次頁(9頁)の図のとおりである。加速度ピーク値は、NS成分は159ガル、EW成分は243ガルである。

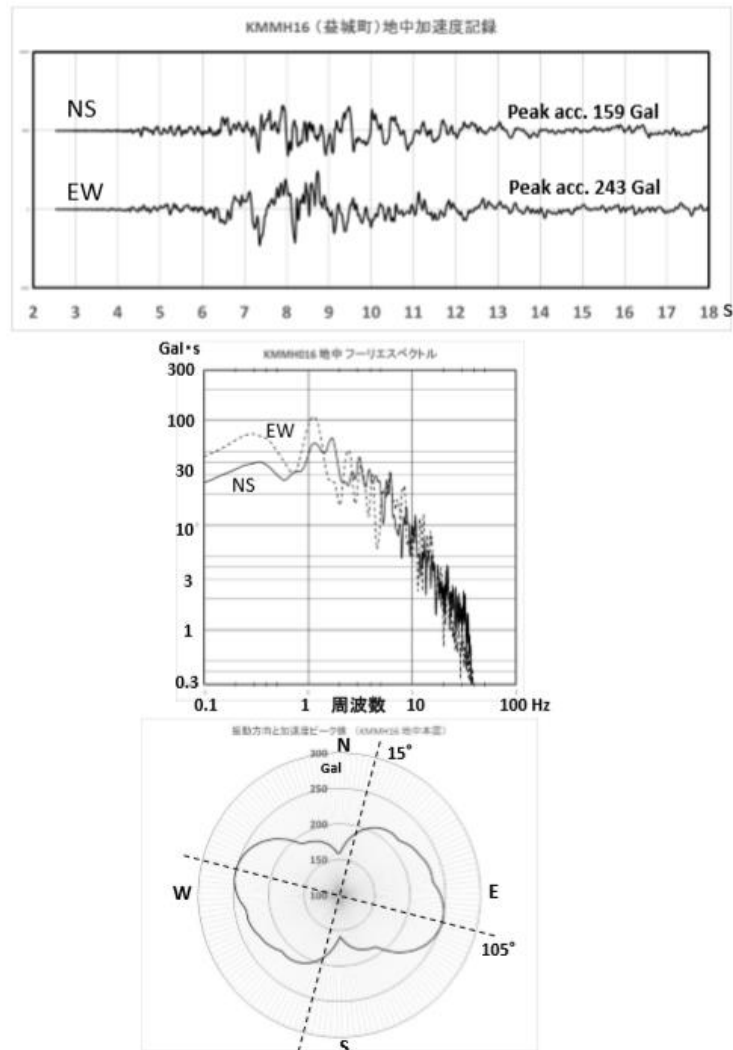


図8 2016熊本地震(M7.3)のKMMH16地中観測点における加速度波形とスペクトル
 上: 加速度波形水平動成分. 刻時は発震時からの時間(秒).
 下: フーリエ・スペクトル. 横軸は周波数. 3Hz以下の低周波成分が卓越.

4 地盤構造モデルと地盤による増幅率

KMMH16地中観測点で記録された地震波動が大飯原発原子炉直下の地盤に入射したとして、原子炉が設置されている岩盤（解放基盤）の地震動を評価する。検討に用いる地盤構造モデルは、被告関西電力が基準地震動策定用に用いているモデル（関電地盤モデル）と、3号炉近辺の速度と地震波減衰量とを考慮したモデル（3号炉地盤モデル）である。

(1) 関電地盤モデル

基準地震動策定用に用いているモデル（関電地盤モデル）の定数と地盤増幅率は次頁（10頁）の図「関電地盤モデル」のとおりである。

3. 地盤モデルの策定

■断面モデルを用いた手法による地震動評価のための地盤モデルは以下のとおり。

No.	P波速度 (km/s)	S波速度 (km/s)	密度 (g/cm ³)	層厚 (km)	上面深度 (km)	Qs	減衰定数 (%)
1	4.6	2.2	2.7	0.18	0	16.67	3.0
2	4.7	2.3	2.7	0.19	0.18	100.00	0.5
3	4.8	2.4	2.7	0.14	0.37	100.00	0.5
4	5.0	2.5	2.7	0.14	0.51	100.00	0.5
5	5.1	2.6	2.7	0.13	0.66	100.00	0.5
6	5.2	2.7	2.7	0.04	0.79	100.00	0.5
7	5.3	2.8	2.7	0.04	0.83	100.00	0.5
8	5.4	2.9	2.7	0.14	0.87	100.00	0.5
9	5.5	3.0	2.7	0.11	1.01	100.00	0.5
10	5.6	3.1	2.7	1.83	1.12	100.00	0.5
11	5.7	3.2	2.7	0.05	2.95	100.00	0.5
12	6.1	3.6	2.7	—	3.0	100.00	0.5

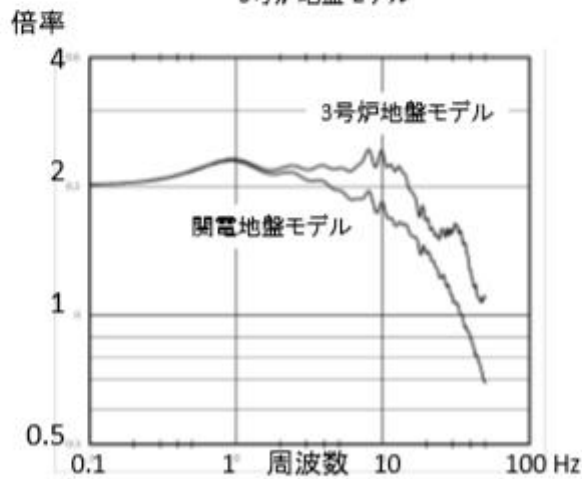
地盤
基盤

関電地盤モデル

No.	P波速度 (km/s)	S波速度 (km/s)	密度 (g/cm ³)	層厚 (km)	上面深度 (km)	Qs	減衰定数 (%)
1	3.86	1.78	2.7	0.04	0	25	2.0
2	4.6	2.2	2.7	0.14	0.04	25	2.0
3	4.7	2.3	2.7	0.19	0.18	150	0.33
4	4.8	2.4	2.7	0.14	0.37	150	0.33
5	5.0	2.5	2.7	0.14	0.51	150	0.33
6	5.1	2.6	2.7	0.13	0.66	150	0.33
7	5.2	2.7	2.7	—	0.79	150	0.33

地盤
基盤

3号炉地盤モデル



地盤増幅特性

図9 関電地盤モデルおよび3号炉地盤モデルと地盤によるS波の増幅率。
Vs = 2.7km/s 層より上を地盤とし、S波が鉛直下方から入射したときの増幅特性。

被告関西電力が基準地震動を評価した地盤モデルでは、第6層のS波速度が2.7 km/sであるので、この層から上部の地盤にKMMH 16の波形が入射するとする。増幅率は表面効果により全ての周波数で2倍である。

第1層のS波速度が2.2 km/sと大きく層厚も大きいので、表層による増幅効果は小さい。また、減衰量(h)が大きく設定されているので、増幅率は高周波数域に向けて大きく減衰している(この点については第60準備書面6頁以下で詳述)。

(2) 3号炉地盤モデル

3号炉近辺の速度と地震波減衰量とを考慮したモデル(3号炉地盤モデル)の定数と地盤増幅率は上図「3号炉地盤モデル」のとおりである。

既述のとおり、関電地盤モデルの減衰定数(h)は、大阪平野の土質地盤の値よりも約1.5倍大きい。岩盤の減衰が土質地盤よりも大きいことはあり得ないので、減衰定数は関電モデルの値の1/1.5(=2/3)とした。3号炉地盤モデルの増幅率は、関電地盤モデルに比べ、8Hz以上の周波数域で1.2~1.5倍大きい。

5 地盤モデルへの入力地震波

(1) 距離減衰量の補正

熊本地震のKMMH16地中加速度記録をFO-B~FO-A~熊川断層に適用するにあたっては、前震および本震のすべり量の大きい領域(強震動生成域)が原発サイトの直下付近であるとして、KMMH16の記録波形に距離減衰量を補正(補正量kを算出)して地盤モデルへの入力波とする必要がある¹。

そこで前震及び本震における補正量を求めると次のようになる。

¹ 補正量kの算出方法は次のとおり。

震源域から距離rの観測点での震動R(r,f)は、震源域での震動をS(f)とすると、

$$R(r, f) = [S(f) / r] \cdot \exp[-(\pi f) / (Q v)] \cdot r$$

ここに、f: 周波数、v: 地震波速度、Q: 減衰定数

KMMH16までの距離をr_k、大飯サイト地盤下までの距離をr_oとすると、距離減衰の補正量kは、

$$k = (r_k / r_o) \cdot \exp[(\pi f) / (Q v)] \cdot (r_k - r_o)$$

となる。減衰量Qは、関電が使っている $Q = 50 f^{1.1}$ とし、vはS波速度3.4km/sを用いる。

(2) 前震 (M6.5)

前震の断層面はほぼ鉛直 (傾斜角 89°) であり, 強震動生成域の深さを 10 km (図1) とすると, KMMH16 地中観測点までの距離は 12.4 km となる。

大飯原発サイトはFO-A断層線から南西方向に約 2 km 離れており, また地盤下部の $V_s = 2.7\text{ km/s}$ 層の上面は深さ 0.79 km であるので, 強震動生成域からの距離は 9.4 km である。

波面の拡がりによる幾何減衰補正量は 1.32 , Qによる減衰補正量は $0.1 \sim 20\text{ Hz}$ で $1.068 \sim 1.040$ であるので, 簡単のために 1.05 とした。従って補正量 k は 1.39 となる。

(3) 本震 (M7.3)

本震の布田川断層中央部の強震動生成域の深さを, 断層面に沿って 8 km (図1) とすると, 断層面の傾斜は 65° であるので, 深さは 7.25 km となり, KMMH16 までの距離は 11.7 km となる。

FO-A断層面も同じく 65° 南西側に傾斜しているとする, 強震動生成域は大飯原発サイトの南西側約 1 km となり, サイト直下の $V_s = 2.7\text{ km/s}$ 層上面までの距離は 6.54 km となる。

幾何減衰補正量は 1.79 , Qによる減衰補正量は $0.1 \sim 20\text{ Hz}$ で $1.120 \sim 1.069$ であるので, 簡単のために 1.08 とした。これによると補正量 k は 1.93 となる。

6 大飯原発サイト解放基盤における強震動

前震と本震について, それぞれ関電地盤モデルおよび3号炉地盤モデルに入射した場合の地表面 (解放基盤) における加速度波形と加速度応答スペクトル ($h = 0.05$) を計算すると, 次のとおりとなる。

(1) 前震

ア 関電地盤モデルの場合

(ア) NS・EW方向

加速度ピーク値 Peak は, $\text{Peak}_{\text{NS}} = 659$ ガル, $\text{Peak}_{\text{EW}} = 487$ ガルである。

応答スペクトルは, 0.2 秒以上の周期帯で $S_s - 1$ を約 1.7 倍越

える周期帯がある。

(イ) 断層平行 (//)・直交 (⊥) 方向

加速度ピーク値 Peak は, $Peak_{//} = 780$ ガル, $Peak_{\perp} = 655$ ガルである。

応答スペクトルは, 0.2秒以上の周期帯で S_{s-1} を約 1.8倍越える周期帯がある。

イ 3号炉地盤モデルの場合

(ア) NS・EW方向

加速度ピーク値 Peak は, $Peak_{NS} = 735$ ガル, $Peak_{EW} = 528$ ガルである。

応答スペクトルは, 0.2秒以上の周期帯で S_{s-1} を約 1.7倍越える周期帯がある。

(イ) 断層平行 (//)・直交 (⊥) 方向

加速度ピーク値 Peak は, $Peak_{//} = 841$ ガル, $Peak_{\perp} = 741$ ガルであり, $Peak_{//}$ の値は, 基準地震動 856 ガルの 98.2% である。

応答スペクトルは, 0.2秒以上の周期帯で S_{s-1} を約 1.8倍越える周期帯がある。

(2) 本震

ア 関電地盤モデルの場合

(ア) NS・EW方向

加速度ピーク値 Peak は, $Peak_{NS} = 656$ ガル, $Peak_{EW} = 988$ ガルであり, 後者の値は基準地震動 856 ガルの 1.15倍となっている。

応答スペクトルは, S_{s-1} の 0.12秒で約 1.4倍, 0.35秒以上で最大約 3.8倍となっている。

(イ) 断層平行 (//)・直交 (⊥) 方向

加速度ピーク値 Peak は, $Peak_{//} = 760$ ガル, $Peak_{\perp} = 1013$ ガルであり, $Peak_{\perp}$ の値は, 基準地震動 856 ガルの 1.18倍となっている (ただし, 断層平行・直交はそれに近いという意味で使っており, 断層平行は $N15^{\circ}E$, 直交は $N105^{\circ}E$ の方位である)。

応答スペクトルは、 S_{s-1} の0.12秒で約1.4倍、0.35秒以上で約3.3倍となっている。

イ 3号炉地盤モデルの場合

(ア) NS・EW方向

加速度ピーク値Peakは、 $Peak_{NS} = 6.97$ ガル、 $Peak_{EW} = 10.67$ ガルであり、後者の値は基準地震動8.56ガルの1.25倍となっている。

応答スペクトルは、 S_{s-1} の0.12秒で約1.7倍、0.35秒以上で最大約4倍となっている。

(イ) 断層平行(//)・直交(⊥)方向

加速度ピーク値Peakは、 $Peak_{//} = 8.12$ ガル、 $Peak_{\perp} = 10.95$ ガルであり、 $Peak_{\perp}$ の値は、基準地震動8.56ガルの1.28倍となっている。

応答スペクトルは、 S_{s-1} の0.12秒で約1.7倍、0.35秒以上で約3.3倍となっている。

(3) 被告関西電力の策定した基準地震動との比較

以上のとおり、熊本地震の本震による速度応答スペクトルは、0.5秒以上の周期で基準地震動 $S_{s-2} \sim S_{s-1.8}$ より2～8倍、平均して4倍程度大きい。M6.5の前震でも0.3秒以上の周期で基準地震動と同程度の振幅である。

基準地震動は「レシピ」に従って計算されたM7.8地殻内地震の平均的な地震動である。熊本地震は地殻内地震のスケーリング則に従う標準的な地震であったとされている。解放基盤の地震動を応答スペクトルで評価すると、M7.8の地震を想定した基準地震動は、0.3秒以上の周期帯でM6.5の実地震と同程度、0.5秒以上の周期帯ではM7.3の実地震の1/4程度の大きさでしかない。

基準地震動の想定するM7.8と、熊本地震のM7.3とでは、地震の規模が何倍も違っており、後者の程度の地震が発生する可能性は十分にある。被告関西電力の基準地震動を耐震基準とした大飯原発は、そのような地震に耐えられないということである。

7 断層面上のすべり方向と強震動の振動方向との関係

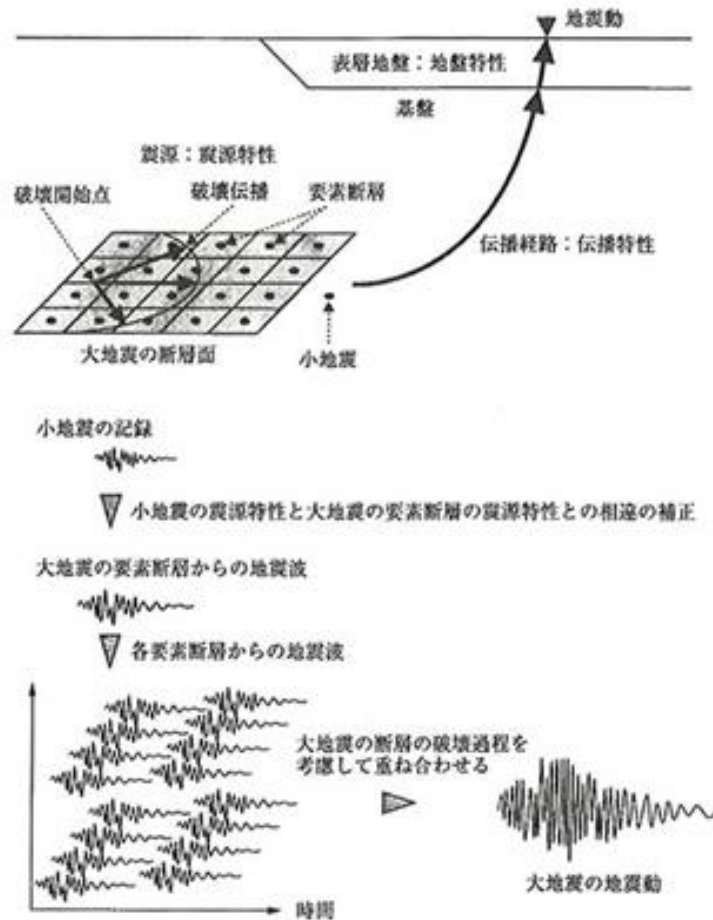
8 頁の図のとおり，熊本地震の前震の地震動の振幅は，断層の走向と同じ方向及び直交する方向の2方向で大きくなっている。これには，断層面のすべりの方向で決まる地震波の放射特性（ラディエーション・パターン radiation pattern²）と断層破壊の伝播方向（ディレクティビティ directivity³）とが関係する。

震源断層に近い強震動は，1995年兵庫県南部地震（M7.3）で強く認識されたように，震源断層に直行する方向に強く揺れる。ディレクティビティ効果によって断層直交方向の震動が卓越することが，モデル計算によっても明らかにされた。かかる効果の影響を受け，南西－北東方向である震源断層の走向と概ね平行して伸びていた鉄道や道路網などが，横倒しになり，あるいは横方向にずれたのである。近似の研究により，このディレクティビティ効果は震源断層近傍の普遍的な現象であることが明らかとなってきた（甲515，516）。

断層破壊を仮定した強震動予測は，次頁（16頁）の図のように，断層面上の要素断層が次々に破壊して生じる地震波の重ね合わせとして表現される。

² 断層運動（すべり）によって生じる地震波の振幅は，波の伝播方向に依存して変化する。この方向特性をラディエーション・パターンと称する。

³ 断層面上で破壊の伝わる速さはS波速度よりやや小さい。そのため，破壊の伝播方向にある観測点では，次々と伝わってくる断層破壊の震動が建設的に干渉して大きく増幅される。この現象を「ディレクティビティ効果」と呼ぶ。救急車が近づいてくる際のドップラー効果に似ている。



微小な要素断層のS波のラディエーション・パターンは4象限型をしており、最大振幅の方向は、断層すべりの方向とその直角方向とであり、その重ね合わせも概ねこの方向性を保持している。このような指向性を有する水平動成分の振幅は、地震計の設置方向に依存して変化するため、地震動の振幅は、記録する地震計の設置方位によって見かけ上異なることとなる。

被告関西電力は、大飯発電所の基準地震動（総括）として、最終的にS_{s-1}～S_{s-19}を策定し、最大加速度は、水平がS_{s-4}の856ガル、鉛直がS_{s-14}の613ガルと評価して、それぞれの加速度波形と応答スペクトルを提示している。水平加速度ピーク値が最大のS_{s-4}は、NS方向が546ガル、EW方向が856ガルである。しかし、表示されている加速度波形が同位相（同時刻の波）であるとする、最大のピーク値は、EW成分の856ガルではなく、概ね北東-南西方向の1,015ガルである。この方向はFO-B～FO-A～熊川断層モデルの走向に直交する。

水平動成分の基準地震動は、断層走向に応じてディレクティビティ効果を考慮し、最大震動方向によって評価しなければならないのである。被告関西電力はこれを怠っており、過小評価となっている。規制委員会でも、ディレクティビティ効果を踏まえた検討はなされていない。

8 まとめ

基準地震動を計算した大飯原発直下のアスペリティに熊本地震本震(M7.3)の強震動生成域が生じたとすると、解放基盤における加速度ピーク値は、閃電地盤モデルでは水平動成分の向きにより最大1,013ガル、また3号炉地盤モデルでは最大1,095ガルに達する(上記(6))。これはM7.8の地殻内地震を想定しているはずの基準地震動856ガルの1.18～1.28倍である。また、解放基盤における応答スペクトルを基準地震動 S_{s-1} の応答スペクトルと比較すると、速度スペクトルの値はM6.5の前震でさえ0.3秒以上の周期帯で S_{s-1} と同程度～2倍近く、M7.3の本震では0.5秒以上の周期帯では S_{s-1} の4倍に達する(同)。このように、被告関西電力が独自に策定した基準地震動を耐震基準とした大飯原発は、2016年熊本地震に耐えられない。

熊本地震の観測記録の水平動成分は、断層モデルから射出される地震波のラディエーション・パターンとディレクティビティ効果とに起因して、断層走向に平行な方向および直交方向の成分が大きい。基準地震動はFO-B～FO-A～熊川断層を北西-南東走向の横ずれ断層としてモデル化しているため、水平動成分をNS・EWの座標系で表すと、最大で3割程度過小に評価することになる。

以上のとおり、熊本地震にて現に観測された加速度記録を適用してみると、大飯原発の基準地震動が過小評価であることが判明する。大阪北部地震で現に観測された記録を元にした第60準備書面と併せ、想定地震と現に発生した地震との違いを顕著に表すものであり、第64準備書面その他でこれまで原告が繰り返し指摘してきた過小評価の危険性をさらに裏付けている。

第3 「おつきあい地震断層」について

1 技術の進歩によって認知されるようになった「おつきあい地震断層」

技術の進歩により、2016年熊本地震以降、いわゆる「おつきあい地震断層」の詳細が明らかとなってきた。それが、「だいち2号（ALOS-2）」に搭載された合成開口レーダー（SAR）である。SARによって、2016年の熊本地震（M7.3）以降、2018年の大阪府北部地震（M6.1）、北海道胆振東部地震（M6.7）で類似の特徴を有する地変が観測され、「おつきあい地震断層」と呼称されて学会で認知されるようになってきた。

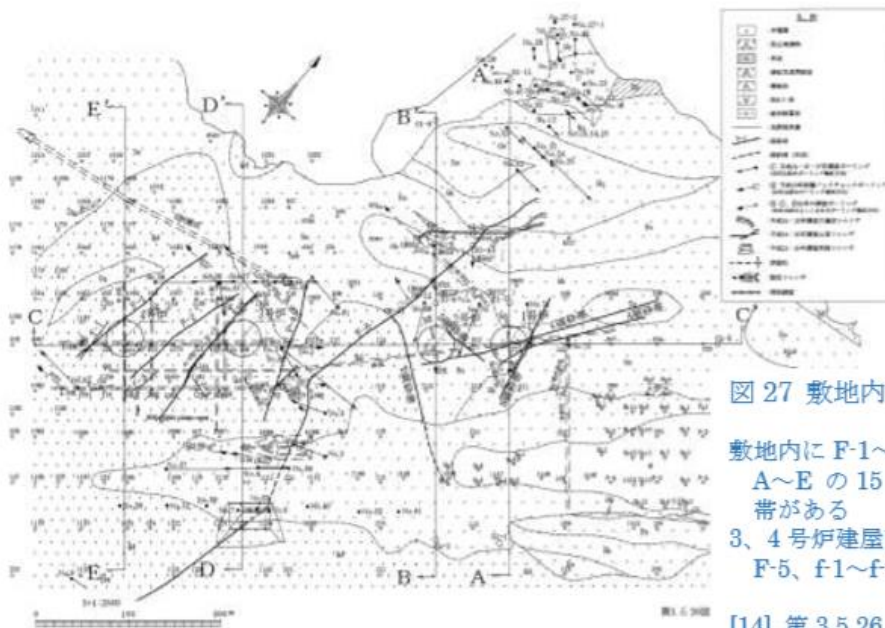
これら「おつきあい地震断層」の共通した特徴は以下のとおりである。

- ・ 標準的な長さは数km、直線もしくはゆるやかな曲線状の変位が連続し、断層を挟む変位量は数cmから数10cm程度である。
- ・ 震源断層から離れており、震源断層または直接の分岐断層である可能性は低い。
- ・ 大きな地震動を出したとする証拠は確認されていない。
- ・ 自ら動かずに受動的に動かされたと考えられ、大きな地震の原因ではなく結果として断層変位が生じた。
- ・ 走向や変位の向きは周辺の応力場と整合的である。

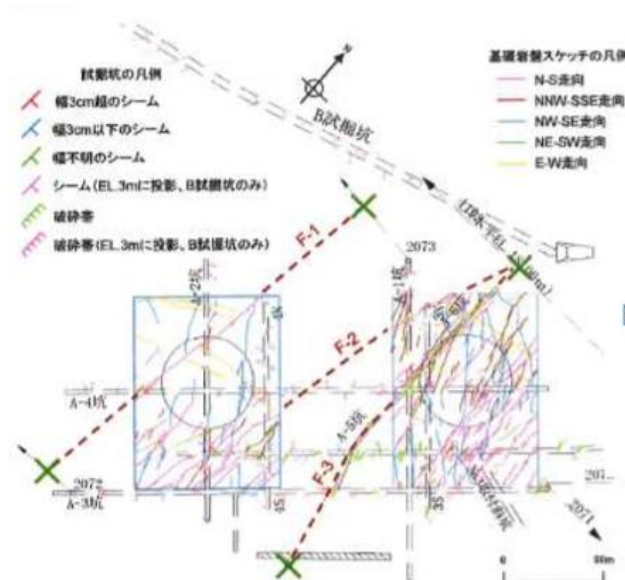
以上の特徴から、おつきあい地震断層は、強震動を発生した震源断層付近の既存の構造弱面が、地震を発生した地域の地殻応力によって強震動を発生することなく「くい違い」、地表に直線状の変位として出現した地変と考えられている。そして、このような受動的な断層の活動が地震時に多数発生し、それ自身が大きな地震動を発生することはないが、地表のずれによる被害や地震動の増幅をもたらすことになる。

2 F0-B～F0-A～熊川断層に伴う「おつきあい地震断層」の危険性

大飯原発サイトは直近のF0-A断層から南西に約2km離れている。次頁（19頁）の上図のとおり、敷地にはF-1～F-6、f-1～f-4、A～Eの15本の断層破碎帯が確認されている。



また、下図のとおり、破砕帯には無数のシームが付随しており、地盤の弱面を形成している。



従って、F O-B~F O-A~熊川断層によるマグニチュード7. 8の地震が発生すれば、これらの断層破砕帯に沿って「おつきあい地震断層」が生じることになる。例えば、3号炉直下のF-3破砕帯は、長さ約190m、最大幅50cm、走向はほぼ南北、傾斜角は北西約60°である。若狭湾地域

は東西方向に主圧力軸をもつ地殻応力下にあるので、F-3 破砕帯では逆断層が生じ、3号炉直下の北西側が最大10数cm隆起する。

基準地震動はF0-B～F0-A～熊川断層によるマグニチュード7.8の地震を想定した強震動を評価しているが、おつきあい地震断層による地表変位と、地表変位による地盤震動特性への影響は、地震による危険性として考慮されていない。規制委員会の議論でも俎上に上がっていない。被告関西電力は、最新の知見を耐震安全評価に組み込んでおらず、危険性が認められる。

3 まとめ

「だいち2号 (ALOS-2)」に搭載された合成開口レーダー (SAR) により、2016年熊本地震 (M7.3)、2018年大阪府北部地震 (M6.1) および2018年北海道胆振東部地震 (M6.7) に伴って「おつきあい地震断層」が生じていることが明らかになった。

このように、災害をもたらした地殻内の大地震では、地盤の弱面に沿って「おつきあい地震断層」が生じていることから、F0-B～F0-A～熊川断層によるマグニチュード7.8の想定地震によっても大飯原発敷地に存在するF-1～F-6、f-1～f-4、A～Eの15本の断層破砕帯に沿って「おつきあい地震断層」が生じる危険性がある。「おつきあい地震断層」による地表変位と地表変位による地盤震動特性への影響を耐震安全評価に組み込む必要があるものであり、それがなされていない現状では、危険が到底払拭できないのである。

第4 なぜMが小さいのに基準地震動を超過するのか

1 序

被告関西電力は、F0-B～F0-A～熊川断層モデルによるM7.8の地震を想定して基準地震動を策定している。これに対して熊本地震は、前震がM6.5、本震がM7.3であり、地震エネルギーとしてみると、M7.8の地震は、M6.5の地震の約90倍、M7.3の地震の約5.6倍も大きなエネルギーである。

それにもかかわらず、M7.3の地震が発生した場合でも基準地震動を上回る地震動が生ずることが明らかとなった (第2)。それはなぜか。

2 震源特性の違い

(1) 断層破壊の不均質性

レシピによる基準地震動の計算では、各小断層で同じ波形の地震波が発生し、次々観測点に到達しているとする。しかも、小断層から次の小断層への破壊伝播速度は一定である。

実際は、震源断層面上で発生する地震波は、断層面上の場所によって異なる（場所によって応力の大きさ、向きが違うため）うえ、破壊伝播速度も変化する。このため、観測点での実地震波形は、レシピによる計算波形に比べ、スムーズではなく、ギクシャクしており（バラついており）均質ではない。

レシピは、これまでの観測波形の平均値（平均像）で考えているが、波動の平均値が同じであっても、ギクシャクの程度によって、ピーク値、応答スペクトルは変化することは自明である。このことは、平均値・平均像を用いることの限界を如実に示すものである（第16準備書面等）。

(2) 断層走向の影響

震源から出る波には、断層の走向と断層すべりの方向との関係に依存した放射特性と破壊伝播に依存するディレクティビティ効果がある。F O - B ~ F O - A ~ 熊川断層の場合、断層走向方向（北西 - 南東方向）および直交方向（北東 - 南西方向）の震動成分が大きく（レシピ計算でも同様）、N S ・ E W 方向では小さい。それにもかかわらず基準地震動はN S ・ E W で計算しているため、それだけ過小評価となっているのである。

熊本地震は、このことを明瞭に示している（上記第2・7）。

3 サイト特性の違い（関電地盤モデルと3号炉地盤モデルの違い）

(1) 解放基盤の速度の違い

解放基盤の速度が大きいと地震動は小さく計算される。関電は、基準地震動を計算するための地盤構造モデルを策定するにあたり、解放基盤の速度を、物理探査および地質調査の結果を無視して、P波速度は4.6 km/s、S波速度は2.2 km/sといずれも大きく設定した（これは原子炉建設時の許可申請時に用いた値を踏襲したもの）。例えば、試掘坑における弾性波探査結果について関電自ら「解放基盤のP波速度を4.3 km/sと評価した」と表明している（丙196・9、10頁）にもかかわらずこれを無視したの

である。さらに、3号炉付近の値は、P波速度は4 km/s以下、S波速度は2 km/s以下である（甲422・4～7頁）。

なお、被告関西電力が作為的に地盤構造モデルを策定していることについては、原告第69準備書面・第1（被告関西電力準備書面（22）への反論）で述べたとおりである。

(2) 減衰量の違い

地盤における地震波の減衰量が大きいと、当然、地震動は小さく計算される。被告関西電力は、地盤構造モデルの減衰量を算定するうえで、新潟平野の土質地盤の知見を大飯の岩盤に流用し、散乱減衰の理論を展開しながら散乱減衰の基本である周波数依存性について考慮していないなど、不合理な評価をしている（甲422）。

土質地盤では岩盤よりも減衰が大きいですが、関電のモデルでは逆に、大飯岩盤の減衰が、実測された大阪平野の土質地盤の減衰より1.5倍も大きいのである（甲481）。これについても原告第69準備書面・第1（被告関西電力準備書面（22）への反論）や原告第60準備書面等で指摘している。

以上