



不確かさで「ばらつき」がカバーされるのか？

国の説明のまやかしを暴く

昨年 12 月 4 日の大阪地裁判決は、審議判断の過程に過誤欠落があると判定した。「平均値としての地震規模をそのまま用いており、ばらつきの効果を上乘せする要否の検討なし」のゆえである。これに対し原子力規制委員会は 12 月 16 日の見解で、「審査では・・・式の基となった観測データのばらつきを反映して数値に上乘せする方法は用いていない」と開き直った。同時に「各種の不確かさを十分に反映した地震動評価を行っていることを確認している」と、不確かさの考慮でばらつきの効果をカバーできているかのような主張を重ねている。この 12 月 16 日見解に基づいて、翌 17 日に国は大阪高裁へ控訴し、同日に規制庁は福井県へ説明に出かけている。

今年 2 月 9 日に福井市で開かれた住民説明会では、住民からの質問 5 「経験式とその前提とされた観測データとの乖離が、貴職が考慮している不確かさで全てカバーできているという明白な根拠をお示してください」に対し、規制庁の小山田氏はとんでもないまやかしをもちだして聴衆を煙に巻いた。その説明は、国が 2 月 5 日に提出した控訴理由書 92～93 頁の下記と同様であった。

「地震モーメント M_0 と短周期レベル A とは、観測データの分析結果や理論的な観点からそれらの関係が提案されており（壇ほか式），その関係式に基づくと，短周期レベル A の値を 1.5 倍することは，その点だけを見れば，地震モーメント M_0 の値を 3.375 倍することと等価となる。したがって，本件で，短周期の地震動レベルを 1.5 倍しているのも，地震モーメント M_0 の値を 3.375 倍するのと等価ということができる。このように，相応に慎重な保守性の考慮が行われているものである」。 (下線は引用者)

現行で大飯原発の最大加速度 856 ガルを与えるケースは、確かに短周期レベル 1.5 倍ケースである。ゆえに上記の「その点だけを見れば」とのまやかしの呪文に立てば、短周期レベル A が 1.5 倍になれば壇ほか式 $A=cM_0^{1/3}$ により M_0 は逆に $1.5^3=3.375$ 倍になるはずである。

ところが他方、大飯原発の断層パラメータ表は、不確かさを考慮しない基本ケースと短周期レベル 1.5 倍の不確かさを考慮したケースで共通(同一)になっている。つまりまず断層面積 S が両ケースで同じなので、それから入倉・三宅式 $M_0=kS^2$ で計算される地震モーメント M_0 も同じ値になり、さらに M_0 から壇ほか式によって導かれる短周期レベル A も両ケースで同じ値になっている（ただしパラメータ表では、A は(参考)と書かれている）。これは一つの謎である。

そこで問題は次のように定式化されるであろう。

- (1) 短周期レベル 1.5 倍ケースの M_0 が基本ケース M_0 の $1.5^3=3.375$ 倍になるのは本当なのか。
- (2) 短周期レベル 1.5 倍ケースという不確かさを考慮すれば、 M_0 のばらつき効果分はカバーされるのか。

■短周期レベル 1.5 倍ケースで地震動のばらつきはカバーされない

短周期レベル 1.5 倍ケースを不確かさとして考慮するのは、2007 年 7 月 16 日の新潟県中越沖地震を教訓とした結果である。そのとき地震規模は従来程度であったのに、地震動の加速度は 1.5 倍以上となった。この評価は解析者（電力や研究機関等）によってかなり異なる面があるが、ここでは関電の 2014 年 9 月 5 日審査会合に出された資料 4-1「大飯発電所地震動評価について（コ

メント回答)」(000035930.pdf (ndl.go.jp)) の参考資料③に従って考察する。その資料 4-1 の 90 頁の注釈では、大飯原発には 92 頁に記述の A 法が適用されると書かれているので、その A 法のエッセンスを抜き出して以下で具体的に示そう (92 頁やその後では要素断層地震の重ね合わせ操作が説明されているが、ここでは結果が示す内容だけを抜き出す)。

その記述は、地震動の変位 (揺れの大きさ) $S(f)$ が周波数 f (周期の逆数) について短周期で $1/f^2$ の挙動を示すというモデルに基づいている。すなわち $S(f)=M_0/[1+(f/f_c)^2]$ であるが、この式は漸近的に

$$f \ll f_c \text{ (} f \text{ が } f_c \text{ よりずっと小さい長周期のとき) では } S(f) \sim M_0 \quad (1)$$

$$f \gg f_c \text{ (} f \text{ が } f_c \text{ よりずっと大きい短周期のとき) では } S(f) \sim M_0 f_c^2 / f^2 \quad (2)$$

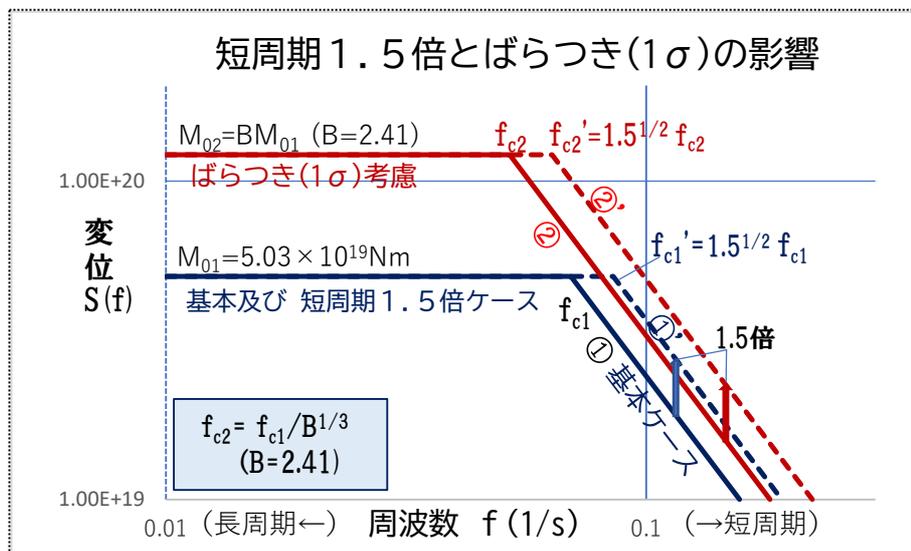
となる。ただし、 f_c はコーナー周波数であり、Brune の式

$$f_c = K(\Delta \sigma / M_0)^{1/3} \quad (K=4.9 \times 10^4 \beta, \beta \text{ は S 波速度}) \quad (3)$$

で決められている。大飯原発の FoA-FoB-熊川断層の基本ケース及び短周期レベル 1.5 倍ケースでは、 $M_0=M_{01}=5.03 \times 10^{19}(\text{Nm})$ 、 $\beta=3.6(\text{km/s})$ である。また、応力降下量 $\Delta \sigma$ として、関電はレシピの処方箋に従った一定値 $\Delta \sigma=3.1(\text{MPa})$ を用いている。

上記の 2 つの漸近形(1)式と(2)式を結び、上記関電資料 92 頁のグラフと同じ下図が得られる。周波数 f が小さい領域(長周期)で変位 $S(f)$ は一定値 M_0 であり、周波数大の領域(短周期)では $S(f)$ は $1/f^2$ で下がっている(両対数グラフでは傾き -2 の直線となっている)。地震動加速度に比例する短周期レベルは $A(f) = (2\pi f)^2 S(f)$ で与えられるので、短周期では(2)式より $A(f) = (2\pi f_c)^2 M_0$ となって一定値をとり、これが短周期における加速度レベル(Nm/s^2 単位)を表すことになる。

以下、右図の各グラフ線について順に見ていこう。まず基本ケース①と短周期レベル 1.5 倍ケース①'では、長周期レベルの M_0 は両者で同一値 M_{01} をとる。この点は上記関電資料 92 頁でも「大地震の M_0 は 1.0 倍にしたまま」と書かれているとおりで、断層面全体に対応する地震規模



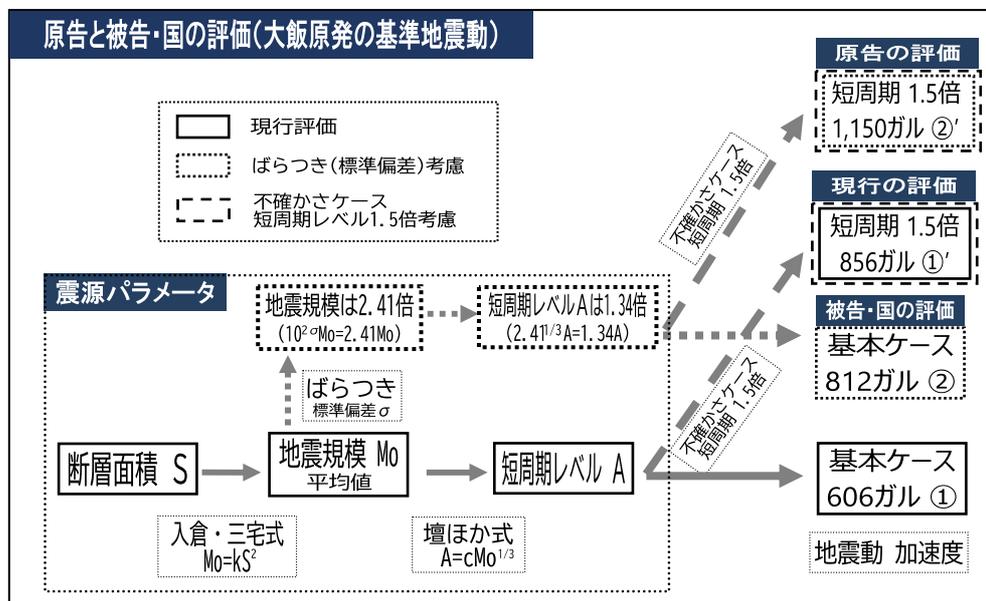
M_0 は中越沖地震の教訓に従って変えず、地震動の加速度が異常に大きい値になったことに目を向けている。グラフでは、 $M_0=M_{01}$ に固定したままコーナー周波数を $f_{c1}'=1.5^{1/2} f_{c1}$ にすることにより、短周期における加速度のレベルが点線①'が示すように 1.5 倍になっているのが見てとれる。地震規模 M_0 は規制庁説明のような $1.5^3=3.375$ 倍などにはなっていないことが確認できる。

次に、地震動審査ガイドに従ってばらつきの 1 標準偏差 ($\sigma=0.191$) を考慮する場合に移ろう。地震モーメント(地震規模)は $M_{02}=B M_{01}(B=10^{2\sigma}=2.41)$ となりグラフ②となる。このときコーナー周波数は(3)式より $f_{c2}=f_{c1}/B^{1/3}$ となり右側領域・短周期の加速度レベル $A_2=(2\pi f_{c2})^2 M_{02}$ は①が示す $A_1=(2\pi f_{c1})^2 M_{01}$ の $B/B^{2/3}=B^{1/3}$ 倍となって、事実上壇ほか式で計算したのと同じ結果になる (実は、壇ほか式は上記 f_c の Brune 式に基づいているので当然の結果である)。

さらに②の場合に短周期 1.5 倍ケースを考慮すると、点線②'のように加速度が 1.5 倍される。これらの手続きは下図のフローと同等であり、下図の一番右の箱内にある番号①などの加速度は前図の番号①などの短周期レベルと対応して比例関係にある。

以上の結果よりも、不確かさ短周期 1.5 倍ケースの考慮により、規制庁のいうような M_0 が $1.5^3=3.375$ 倍

にはならない。次に、ばらつきの効果はグラフ①を②に変えたが、短周期レベル 1.5 倍によって①が①'に変わる過程とは別で、その効果によってカバーされるようなものではないことも明らかである。



■国は審査過程で容認したレシピの処方箋を自ら踏みにじる

今年 2 月 3 日規制委員会資料 5 ([000341824.pdf \(nsr.go.jp\)](https://www.nsr.go.jp/000341824.pdf)) の別添資料では、ばらつきを考慮して M_0 を BM_0 ($B=2.41$) のように上乘せすると、断層面積 S に対するアスペリティ面積 S_a の比 (S_a/S) が大きくなるなどの矛盾をきたすと強調している。実際、資料 5 の 20 頁の表では、現行でもすでにアスペリティ面積比が 36.6% になっており、さらに 50% 上乘せ (すなわち M_0 が 1.5 倍) にすると面積比が 62.9% になるばかりか、背景領域 (アスペリティ以外の領域) のすべり量が負になることを示し、ばらつきの上乗せがいかに罪悪であることを強調している。

しかし従来関電は、アスペリティ面積比が 30% を超えると 22% に置き換え、同時に応力降下量 $\Delta \sigma$ は計算値 4.18MPa を 3.1MPa に抑えるというレシピの処方箋を適用していて、それが審査で認められてきたのである。 M_0 にばらつき分を上乘せした場合、レシピの(13)式で計算すれば、アスペリティ面積比がさらに大きい値になるのは確かであるが、現行と同様にレシピの処方箋を適用すれば、やはりアスペリティ面積比は 22%、応力降下量は 3.1MPa となって何も矛盾は生じない。また、短周期加速度レベルが低い値にとどまることもないことは上記のとおりである。規制庁の主張は、自らとってきた方針を都合に合わせて変質させ、レシピの処方箋を適用しない架空の場合の矛盾を強調することにより、事実上自らの審査判断を踏みにじているのである。

■国の説明のまやかしを暴き、ばらつきの効果を正當に評価させよう

国は地震規模のばらつきを考慮していないことを 12 月 16 日見解で公然と認めて開き直り、不確かさの考慮によってばらつきの効果をカバーできていると主張している。その線で、2 月 9 日には福井県の住民を煙に巻いたが、それは虚偽の説明であることを明らかにしてきた。今後控訴審や立地点において、国のまやかしを暴き、地震動審査ガイドの指示とおりに、地震動のばらつきを正當に評価させよう。