

## 基準地震動 (Ss-1) は現行540ガルが約870ガルに跳ね上がる

2021年1月10日 美浜の会

大阪地裁における2020年12月4日判決は、大飯3・4号に対して地震動審査ガイドに従って地震規模のばらつき効果を考慮すべきであるとしているが、その結論はすべての原発や原子力施設に対して当てはまる。そのためここでは、九州電力川内原発の場合にどうなるかを考察する。

川内原発の基準地震動は Ss-1 と Ss-2 の2つであるが、Ss-2 は震源を特定せず策定する地震動であり、ガイドのばらつき条項とは関係ない。Ss-1 は応答スペクトル法に基づく場合である。他に断層モデルも検討されているが、すべて Ss-1 を下回る。それゆえ、焦点を Ss-1 に絞ることにする。

Ss-1 の評価では、地震規模はマグニチュード M に相当し、松田式を用いて求められている。それゆえ、松田式の基になったデータセットからばらつき（標準偏差）を求め、それが加速度にどう影響するかを調べればよい。その結果、現行540ガルが約870ガルに跳ね上がることになる。

以下、次の資料 A 及び資料 B、C に基づいて検討する。

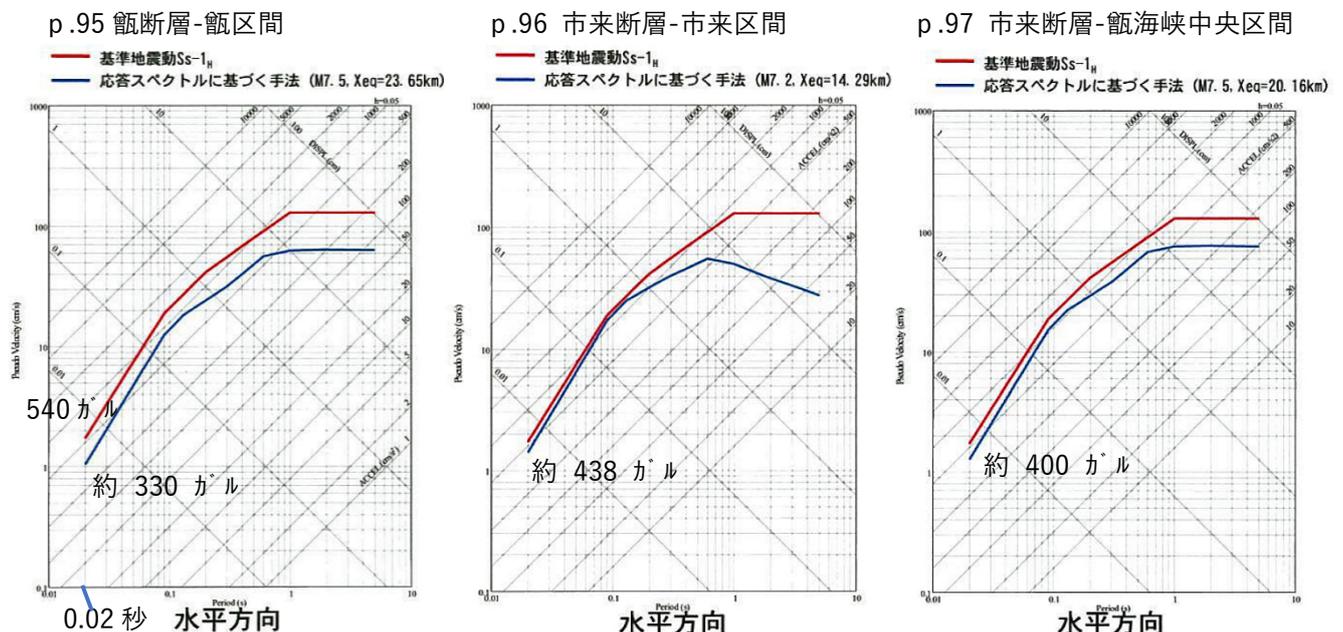
資料 A:2013年9月11日審査会合資料 2-1 「川内原子力発電所 基準地震動の策定について」(2/2)  
[000034475.pdf \(ndl.go.jp\)](http://000034475.pdf)

資料 B:関電 2014年5月16日審査会合資料 3-2 「高浜発電所・大飯発電所 地震動評価について (コメント回答)」 p.51 グラフ [000035765.pdf \(ndl.go.jp\)](http://000035765.pdf)

資料 C:松田時彦(1975) 「活断層から発生する地震の規模と周期について」 [\\_pdf \(jst.go.jp\)](http://_pdf)

### 1. 基準地震動 Ss-1 の基礎となる断層

基準地震動 Ss-1 の基礎となる断層として3断層があり、その場合の水平方向の各最大加速度は資料 A の 95~97 頁にあるグラフ(下図)から、周期 0.02 秒のときの値として読み取ることができる。マグニチュード M と等価震源距離 Xeq は各図の上部に書かれている (M が松田式によって計算されたことは資料 A の 77 頁参照)。これらの結果は次頁の表に集約している。



資料 A ページ	断層	M	Xeq(km)	加速度 $\alpha$ (ガル)
95	甌断層-甌区間	7.5	23.65	330
96	市来断層-市来区間	7.2	14.29	438
97	市来断層-甌海峡中央区間	7.5	20.16	400

注：加速度は上のグラフ（青線）の周期 0.02 秒の値を読みとったもの

## 2. 加速度 $\alpha$ のマグニチュード M 依存性

上記で求めた加速度  $\alpha$  の値を関電作成の下図（資料 B）に書き込んでみると、M7.5 の 2 点はちょうど M7.5 カーブの上に乗ることが分かる（下図の点 A と C）。それゆえ、川内原発の場合も関電と同じ計算方式を用いていると判断できる。

そこで、上記 3 つの場合のうち最大加速度をもたらす市来断層-市来区間の場合を選び、等価震源距離 Xeq=14.29 に対応する M7 と M7.5 の数値を読みとり、前表の M=7.2、 $\alpha=438$ （下図内の点 B に対応）を加えると下表のようになる。

ただし傾き  $k$  は、次のような考えに基づいている。応答スペクトル法では加速度  $\alpha$  は基本的に次の形の式になっている。

$$\alpha(M) = 10^{kM} f(Xeq) \quad (1)$$

ここで  $f(Xeq)$  は未知の関数であるとするが、 $\alpha(7)$  で割ると

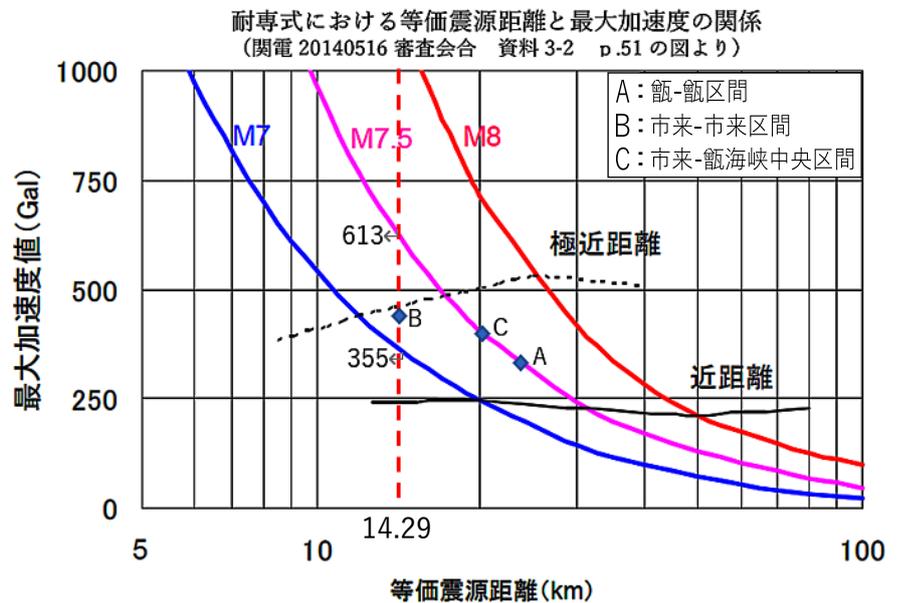
$$R = \alpha(M) / \alpha(7) = 10^{k(M-7)} \quad (2)$$

となって  $f(Xeq)$  は消える。

$$\log R = k(M-7) \quad (3)$$

となるので、横軸に  $M-7$ 、縦軸に  $\log R$  をとるグラフを考えると  $k$  は直線の傾きに相当する。

以下では、右表より  $k = 0.474$  を採用して、マグニチュード  $M$  のばらつき効果を検討する。



M	$\alpha(M)$	$R = \alpha(M) / \alpha(7)$	$\log R$	傾き $k$
7	355	1	0	
7.2	438	1.234	0.0912	0.456
7.5	613	1.727	0.237	0.474

## 3. マグニチュード M のばらつき効果

マグニチュード  $M$  が標準偏差  $\sigma$  だけ大きくなったとしよう。そのとき加速度は(1)式より

$$\alpha(M + \sigma) = 10^{k(M + \sigma)} f(Xeq) = 10^{k\sigma} 10^{kM} f(Xeq)$$

すなわち、

$$\alpha(M + \sigma) = 10^{k\sigma} \alpha(M) \text{-----(4)}$$

となる。松田式により求めた  $M$  の標準偏差として  $\sigma = 0.440$  を用いる(後の付記参照)。上記のように  $k=0.474$  のとき、 $10^{k\sigma} = 1.616$  となるので、市来—市来区間の加速度  $\alpha = 438$  ガルは  $438 \times 1.616 = 708$  ガルとなる。

現行最大加速度 540 ガルはこれら3つの断層の場合を包絡するように決められているので、これも同じ比率で高まるものと考えるべきである。すなわち、 $540 \times 1.616 = 873$  ガルとなる。

#### 4. 結論

現行で基準地震動 Ss-1 の評価に用いられている松田式によるマグニチュード(地震規模)のばらつきとして1標準偏差を考慮すると、現行加速度 540 ガルが約 870 ガルに跳ね上がる。このような場合は審査されていないので、川内原発1・2号炉を止めた状態で、審査のやり直しをするべきである。

#### ■付記：松田式に現れるマグニチュードMの標準偏差

川内原発の基準地震動 Ss-1 の評価では、各断層の長さ  $L$  から松田式

$$\log L = 0.6M - 2.9 \quad (A1)$$

によってマグニチュード  $M$  を計算している(資料 A, 77 頁)。この場合、マグニチュードが地震動審査ガイド 1.3.2.3(2)がいう地震規模を表すことになるので、その「ばらつき」が問題となる。

この松田式は松田(1975)(資料 C)の Fig1(a)において右図のように破線で表されている。ところがこの線は、2点(7, 20)と(8, 80)を決めて、その2点を通る直線として求めたものである。通常のようにすべてのデータ点から最小二乗法や平均操作によって導かれた線ではない。それゆえ、この式に関する標準偏差などは定義されないことになる。

このデータは松田(1975)の表1に集約されているが、Niigata 地震のデータだけは右図 ( $M=7.5$  のときの最上部にある縦並びの2つの黒点)と対応していない。そこで以下では、右図が示す数値を優先的に採用することにする。

経験式の形を松田式(A1)と同じにして

$$\log L = aM + b \quad (A2)$$

とし、係数  $a, b$  を下記の2つの方法で決める。

##### (A) 最小二乗法による場合

係数  $a, b$  を最小二乗法で決めると、 $a=0.415, b=-1.565$  となって、松田式(A1)の係数  $a=0.6, b=2.9$  と相当に違った結果になる。これでは松田式を扱っているとは言えないのでこの結果は考慮しない。

##### (B) 松田式(A1)と同じに $a=0.6$ に固定し、最小二乗法によって $b$ を決めると、 $b=-2.91$ となって有効数字内で松田式の $b=2.9$ と一致する。この場合のマグニチュード $M$ の標準偏差は $\sigma=0.440$ となる。

結局、(B)の場合に松田式が得られ、しかも通常のように標準偏差も求まるので、この場合を「ばらつき」考慮の基礎にとることができる。すなわち、マグニチュード  $M$  の標準偏差は  $\sigma=0.440$  である。

松田(1975)の Fig1(a)

