

1985年若狭湾沿岸で発生した地震(敦賀で震度3の弱震)による  
大飯原子力発電所1号機の自動停止について

赤松純平 2015.12.14

### 1. はじめに

昭和60年(1985年)11月27日の京都新聞夕刊は、「朝の京、震度3 北陸線など遅れ」の見出しで、若狭湾沿岸で9時2分頃に発生した地震により、京都、舞鶴、豊岡、奈良、敦賀で震度3の揺れを観測し、北陸線の特急が1時間程度遅れたことを報じている。さらに、「地震で? 大飯原発止まる 1号機タービン」として次の記事を載せている:「福井県原子力安全対策課に入った連絡によると、若狭湾を震源地とする二十七日朝の地震(敦賀震度3)で、福井県大飯郡大飯町の関西電力大飯原子力発電所1号機(加圧水型軽水炉、117.5万キロワット)のタービンが止まり、原子炉が自動停止した。同1号機は地震計が百六十ガル(地震加速度)を記録すると自動的に原子炉が停止する仕組みになっているが、今回の地震では同地震計は百六十ガルを越えておらず、地震以外の原因もありうるとして、同電力で調べている」。図1に縮小版のコピーを示した。この記事に関連して、本稿では、若狭湾付近で発生する地震の特徴を述べ、大飯原子力発電所(以下、大飯原発)の地震課題における問題点を指摘する。

### 2. 1985年若狭湾沿岸地震

京都大学防災研究所北陸微小地震観測所による震源情報では、この地震の震央は北緯35度37.2分東経135度44.3分、また深さは7km、マグニチュード(M)は5.1である。地震は大飯原発のおよそ12km北東で発生した。地震時に原発を自動停止させるよう設定された地震加速度160ガルは、当時の震度階級では震度5の強震(80~250ガル)に相当する。関西電力(以下、関電)は、敦賀での震度は3の弱震(8~25ガル)であり、止まるはずのない低レベルの地震動で停止したとして、地震以外の原因もありうるとしたのであろうか?

### 3. 若狭湾地域で起こる地震の特徴

この地震は、宇治市に設置されている京都大学防災研究所炭山地震観測室(SUM)に於いても観測されている。図2に水平動T成分の速度波形を示す(ID0058)。震央距離は79kmである。図2には、比較のため、琵琶湖西岸に発生した別の地震の波形も示してある(ID0054、1985年10月3日、20時57分、北緯35度11.1分東経135度52.0分、深さ5km、M5.1)。炭山からの震央距離は30kmである。これらの地震波形を比較すると、地震規模が同じであるにも拘わらず、若狭湾の地震が琵琶湖西岸の地震に比して高周波成分の卓越していることが一見してわかる。この違いを量的に吟味するために応答スペクトルを示した。図2の速度応答スペクトルで見ると、琵琶湖西岸の地震の卓越周波数は1.3Hzであるが、若狭湾の地震のそれは5~6Hzであり、その差異は顕著である。また、スペクトルの振幅値は、5Hz以上の高い周波数域で同程度か若狭湾の地震の方が大きい(加速度値は5

～15Gal、速度値は0.07～0.4cm/s)。地震波動は震源から遠いほど振幅が減衰(距離減衰)するから、震央距離が2.6倍も大きい若狭湾の地震は、琵琶湖西岸の地震に比して、震源域で高周波成分が6～9倍も大きかったことになる[注1]。このことから、若狭湾の地震の応力降下量が顕著に大きかったことが示唆される。このような地震時の応力降下量の地域性は、M5クラスの中地震の場合だけでなく、規模の大きい地震についても見られる。M7以上の大地震では、日本海周辺の地震の応力降下量が南海トラフ沿いの地震よりも平均して3倍程度大きいことが知られている[Kanamori, 1973]。すなわち、若狭湾地域で発生する大～中地震は、他地域の地震よりも高周波成分が大きいという特徴を有する。

#### 4. 地震に対する大飯原発システムの脆弱性

関電は、M5.1の当該地震時に、自動停止の設計閾値160ガルを越えていないにも拘わらず原子炉が自動停止したのは、他に原因がありうるとして調査している。調査内容の詳細は不明であるが、この地域に特徴的な高周波成分の卓越した、しかも震源近傍の地震動によって、機器・配管系、制御システム等、共振周波数の高い部材が、例えば部分共振などを惹起し、これによる部材の損傷やシステムの誤作動などがなかったのであろうか？敦賀で震度3の弱震は、大飯原発サイトではどのような震動[注2]であったのか？他にどのような原因があるにしろ、自動停止は地震によって誘発されたのであり、制御システムは素因としての脆弱性を内蔵していたのである。たかだかM5.1の地震で、システム設計以外の、いわば想定外の事象が起こるのは、たとえ暴走したのではなく停止したのであったにしても、大飯原発が地震に対して安全とは決して云えないことを物語っている。

#### 5. 基準地震動策定の問題点

関電は、平成27年5月21日付準備書面(3)の序において、原子力発電所の耐震安全性を確保ないし確認するための基準として「基準地震動」を策定するとしている[同書面9頁]。そして、基準地震動の策定では、「震源特性」、地震波の「伝播特性」及び「地盤の增幅特性(サイト特性)」を、地域性を踏まえて詳細に考慮する「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」評価を行う[同書面104-105頁]として、震源特性についても地域性を詳細に考慮していると主張している。ところが、具体的な数値計算で用いたハイブリッド合成法では、短周期側は要素断層に対応する地震動として、既往の地震観測記録を統計処理して作成した人工的な時刻歴波形を採用している[準備書面70頁、脚注129]。すなわち、震源特性として日本国内の平均的な観測波形を用いており、若狭湾地域の短周期(=高周波)成分が卓越するという地域性を踏まえて詳細に考慮したことにならない。文言で主張していることと実際に計算していることとは食い違っている。関電が計算して策定した基準地震動は、準備書面の序で述べられている「原子力発電所の耐震安全性を確保ないし確認するための基準」とはなり得ない。大飯原発は地震に対して安全とは決して云えないのである。

### 注 1 地震波動の距離減衰（簡単のため、無限媒質での定式化）

震源距離  $r$  における地震波の振幅  $x$  は、周波数を  $f$  として

$$x \propto r^{-a} \exp[-b(f)r]. \quad (1)$$

$r^{-a}$  は、波面の拡がりによる減衰項で、P、S 波では  $a = 1$ 、表面波では  $a = 0.5$  である。

$b(f)$  は媒質の吸収や散乱による減衰項であり、波動が 1 波長進む間の減衰量  $Q$  とは、

$$b(f) = \pi f / Q(f) v \quad (2)$$

の関係にある。ここに、 $v$  は波の伝播速度。近畿地方では 1 ~ 20Hz の S 波について

$$Q(f) = 110 \sqrt{f} \quad (3)$$

が求められている [Akamatsu, 1980]。

若狭湾の地震 :  $r = 79\text{km}$ 、琵琶湖西岸の地震 :  $r = 30\text{km}$ 、 $v = 3.6\text{km/s}$ 、炭山観測室で同じ振幅であったとすると、震源域での振幅比は、5Hz で 6.3、10Hz で 9.0 となる。

### 注 2 1985 年若狭湾沿岸地震時の大飯原発サイトでの地震動

震源から炭山観測室方向と大飯原発サイト方向と同じ強さの地震波が放射されたとすると、炭山の記録から距離減衰式を用いて原発サイトでの震動レベルが推測できる。原発サイトの震央距離は 12km、震源の深さは 7km であるので、震源距離  $r$  は 14km である。炭山観測室は  $r = 79\text{km}$ 。式(1)~(3)を用いて表 1 の値が得られる。原発サイトは震度 5 に相当する大きい加速度値であるが、周波数が高く、継続時間の短い「コツン」とした衝撃様の震動なので、人体には強く感じられないかも知れない。大飯原発のシステムが高周波の 160Gal を越える地震動を感じて自動停止したとしても不思議ではない。そうであるなら、基準地震動の策定において、若狭湾地域の地震の震源特性の評価が非常に重要になる。

なお、この方法では、気象庁敦賀観測所 ( $r = 47\text{km}$ ) での加速度値は、5 ~ 10Hz の周波数帯で 21 ~ 24Gal (炭山で減衰係数 5% の加速度応答値の場合) となり、気象庁発表の震度 3 の弱震 (8 ~ 25Gal) に相当する。この方法による推計は、それほど無理ではないと思われる。

表 1 炭山地震観測室の加速度値から推計した大飯原発サイトでの加速度値

周波数 (Hz)	距離による 減衰比	炭山記録の 加速度値 (Gal)	原発サイトの 加速度値 (Gal)
5	17.8	7.0	120
8	24.2	7.0	170
12	33.7	6.5	220

炭山の加速度値は、減衰係数 5% の加速度応答スペクトルの値 (図 2、左下の図)

### 参考文献

- Kanamori, H.: Mode of strain release associated with major earthquakes in Japan, Annual Review of Earth and Planetary Science, 1, 213-240, 1973.  
Akamatsu, J. : Attenuation Property of Seismic Waves and Source Characteristics of Small Earthquakes, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., 30, 3, 53-80, 1980.

# 朝の京、震度3 北陸線など遅れ

二十七日午前九時二分ごろ近畿を中心に北陸、中國地方の広い範囲で震度3(弱)一同一(弱)の地震があった。この影響で國鉄北陸線の特急電車が敦賀駅の手前まで停車せざるを得ない状況となつた。

震度3・八度の震源の深さは十キロメートルであった。この地域で、国鉄北陸線の(弱)一同一(弱)の地震があった。この影響で國鉄北陸線の特急電車が敦賀駅の手前まで停車せざるを得ない状況となつた。

出勤したばかりの網のオフィスで窓ガラスがガタガタと音を立てたり、机の上のものが落ちるなど、一瞬黙語の間で、後続の出発6分も南条駅でいずれも約二十五分停車して京都駅には約一時間遅れて京都駅には約一時間遅れて出た。

大阪管区気象台の観測では震度3は、日本海の若狭湾沿岸で、住居は北陸三五・六成、

来歴に影響はなかった。

## ご注意とお断わり

この写真・紙面コピーの版権は京都新聞社が所有しています。

新聞紙面は社会情勢・背景とともにあるもので、現代から見れば表現上、適切でないものがあることをあらかじめご了承願います。

展示・転載などご使用の場合は京都新聞社の承諾が必要です。必ず事前に申請の手続きをお願いします。上記に違反した場合は転載料の他違約料をいただきます。

尚、承諾後ご使用の際は必ず「京都新聞社提供」のクレジットを入れて下さい。

京都新聞社

TEL 075-256-0007(直通)

姫路  
震度1 屋敷、金沢、洲本、  
福井、福根、神戸、高松

地震で、大飯  
原発止まる

1号機タービン

福井県原子力安全対策課に  
入った連絡によると、若狭湾

を震源地とする二十七日朝の  
地震(震度5弱)で、福井

県大飯郡大飯町の関西電力大

飯原子力発電所1号機(加圧

水型軽水炉、一二七・五万キ

ワット)のタービンが止まり、原

子炉が自動停止した。

同一号機は地震計が百六十

ガル(地震加速度)を記録す

る回動的に原子炉が停止す

る仕組みになつてしるが、今

回の地震では同地盤は百六

十ガルを超えておりず、地震

以外の原因もあるといひことし  
て、回動力を調べてこむ。

図1 昭和60年(1985年)11月27日の京都新聞夕刊。

震度3の地震時に大飯原発が自動停止したことを報じている。

注:この新聞記事は、京都新聞社からの使用許可を未だ得ていないので、内部資料として扱って下さい。

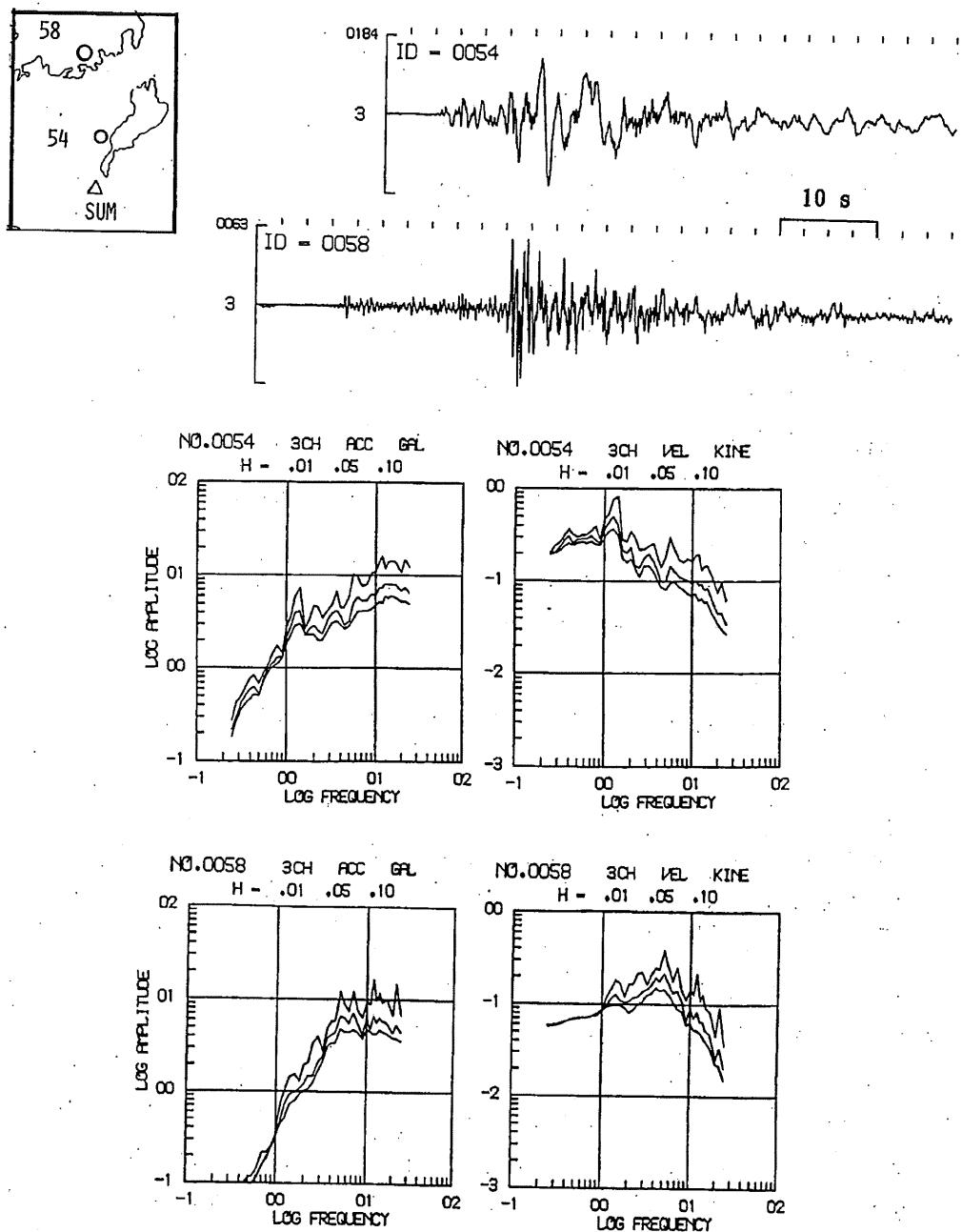


図 2 炭山地震観測室(SUM)で観測された若狭湾の地震(ID0058)と琵琶湖西岸の地震(ID0054)の速度波形および応答スペクトルの比較。波形は水平 T 成分。応答スペクトルは対数目盛表示、左：加速度、右：速度、それぞれ減衰係数 1, 5, 10% の場合を示す。若狭湾の地震は琵琶湖西岸の地震に比べ高周波成分が卓越している。

若狭湾の地震(ID58)：1985年11月27日、M5.1、 $r=79\text{km}$ 、 $\text{max} = 0.063\text{cm/s}$   
 琵琶湖西岸の地震(ID54)：1985年10月3日、M5.1、 $r=30\text{km}$ 、 $\text{max} = 0.184\text{cm/s}$