

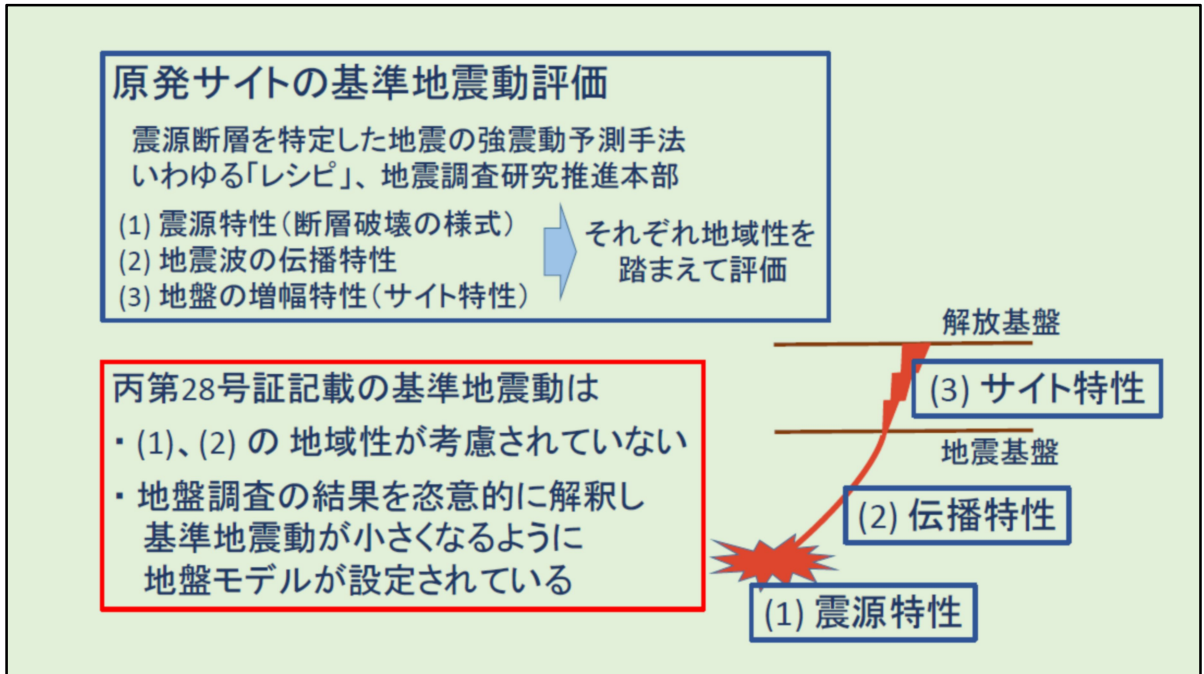
**基準地震動の策定における問題点
—地域性 および 地盤モデルについて—**

赤松 純平

No. 1

自己紹介：氏名、生年月日、年齢、住所

基準地震動の策定における問題点
—地域性 および 地盤モデルについて— 弁論



No.2

基準地震動： 将来起こり得ると想定される最大強度の地震動、これへの耐震安全策がとられていれば、まず問題はないとする

原発サイトの基準地震動評価

政府の地震調査研究推進本部が作成した、「震源断層を特定した地震の強震動予測手法」いわゆる「レシピ」

(1) 震源特性、(2) 地震波の伝播特性、そして(3) 地盤の増幅特性を、それぞれ地域性を踏まえて評価する

すなわち、地震時の地面の揺れを数値計算によって予測

あくまでも、机上のモデル計算 → モデルが地震現象を正しく反映しているか、モデルに使ういろいろの数値(パラメータ)が、現実に即したものであるか、厳密にチェックする必要がある。

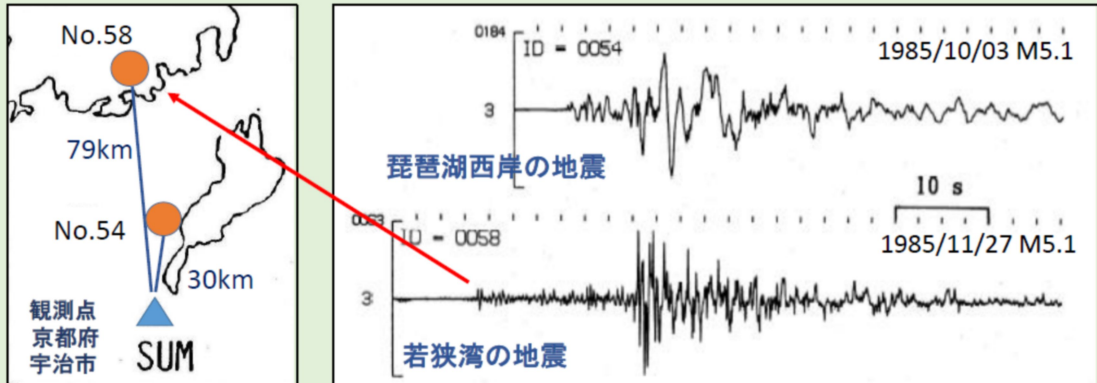
被告関西電力株式会社(以下、関電)は、

(1)と(2)については、平均像に基づいているが、考慮すべき特段の地域性はないと主張し、

(3)については、地盤調査の結果を踏まえていて、地域性を考慮していると主張している。

そうではないことを、提示されている丙第28号証の図、表に依拠して論証基準地震動が過小に評価されていることを明らかにする。

(1) 震源特性の地域性について



若狭湾の地震 1985/10/03 M5.1 敦賀で震度3(弱震) → 1号炉自動停止
同じマグニチュードの琵琶湖西岸の地震より、
震源距離が2倍以上と遠いにもかかわらず、
短周期成分が卓越 → 短周期レベルが高い

No.3

若狭湾地域の震源特性として、顕著な地域性のあることの事例
このことは、すでに甲第234号証に取り上げている、簡単に紹介

京都府宇治市で観測された2つの地震波形、一見して、上の波形より下の方が短周期で震動している

上: 琵琶湖西岸、下: 若狭湾 いずれもマグニチュード5.1

観測点から震源までの距離: 琵琶湖西岸の地震は30km、若狭湾のは79km、若狭湾のは2倍以上も遠い

地震の波は伝わる間に減衰。近くの地震はガタガタと、遠くの地震はゆさゆさと揺れる → 短周期の波ほど早く減衰。

震源距離の大きい若狭湾の地震は、このような減衰の影響を多く受けているにもかかわらず、ガタガタと短周期で震動。

実は、この若狭湾の地震は、敦賀、京都などで震度3の弱震でしたが、地震によって大飯原発1号炉が自動停止。

関電・福井原子力事務局長が福井県知事に宛てた「異常時連絡書」によれば、自動停止した原因として「本事象が発生したのは、地震の震源地が発電所に近く、云々」と言い、

その措置として「この程度の地震で作動するとは想定していなかったため、…所要の対策を講ずることとする」とある。

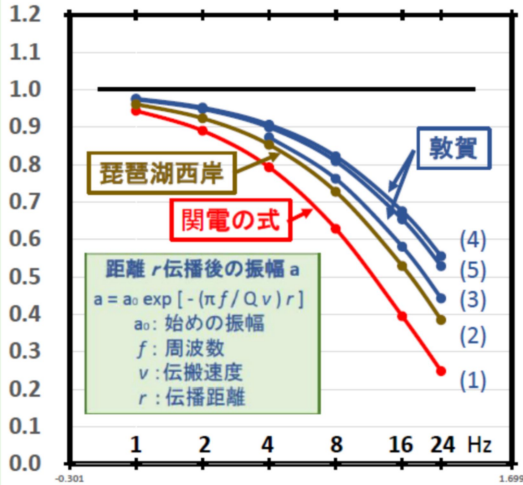
何か事が起れば、想定していなかった、想定外だと云って、事後に対策をとるというのでは、……間に合わない。

この地震の例は、若狭湾で発生する地震は、耐震工学上重要な短周期の地震動レベルが高いということが現実起こりうることを示す。

関電が主張する「考慮すべき特段の地域性はない」とは決して言えないことを指摘。

(2) 地震波の伝播特性 減衰定数 Q 値について

地震波が 10km 伝播した後の振幅



丙28号証: $Q = 50 f^{1.1}$ (赤色) (1)
 琵琶湖西岸(#1): $Q = 110 f^{0.69}$ ($f > 0.8\text{Hz}$) (茶色) (2)
 敦賀(#2): $Q = 136 f^{0.636}$ (4~24Hz, 局所地震) (3)
 $Q = 219 f^{0.485}$ (1~24Hz, 近い地震) (4)
 $Q = 193 f^{0.532}$ (1~24Hz, 平均) (5)

#1: 琵琶湖西岸帯の想定地震 平成16年6月、地震調査委員会
 #2: 地震動距離減衰式に関する検討(3) 平成4年3月
 財団法人 防災研究協会、日本原子力研究所

関電の(1)式を使うと
 減衰が大きい
 ↓
 基準地震動が
 小さく見積られる

No. 4

地震波の伝播特性について 地震波は伝わっていく間に減衰する、減衰量を Q 値で表す。

丙第28号証の表に、減衰定数 Q 値は、 $Q = 50 f^{1.1}$ [(1)式]と説明無く表示されている。

推本の地震調査委員会は、琵琶湖西岸断層帯による想定地震動予測を発表している、そこで採用されているQ値[(2式)]

若狭湾地域のQ値：敦賀原発敷地内でQ値を調査するための地震観測が実施された、それらの値[(3-5)]を引用

図：地震波が距離10km進んだ場合、始め1であった振幅がどれほど減衰しているかを、示したもの

横軸は周波数、周波数が高いほど減衰量は大きくなる

耐震工学上重要な10Hz付近では、赤色で示された関電式だと5~6割と大幅に減衰

しかし、青色で示された敦賀ので得られたQ値では7~8割しか減衰していない、

また、推本の値でも6~7割の減衰

関電は地震波の減衰量の大きいQ値を使って、基準地震動を小さく見積もっている

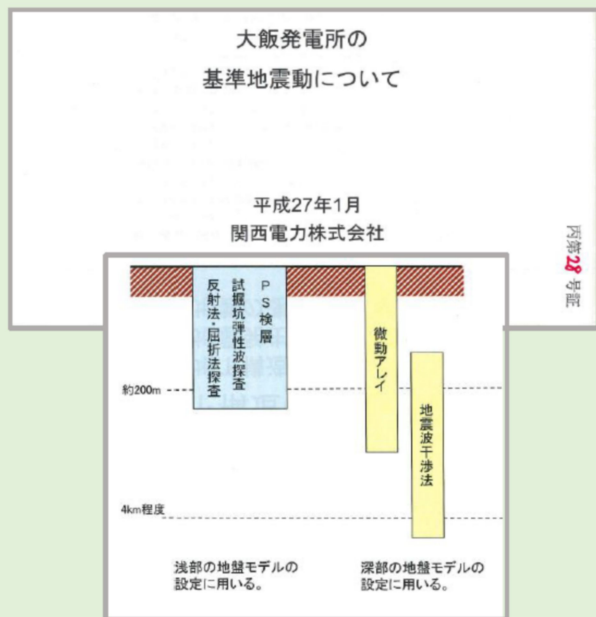
(3) 地盤の増幅特性 (サイト特性)について

地下構造調査

- ・ PS検層
- ・ 試掘坑弾性波探査
- ・ 反射法・屈折法探査
- ・ 微動アレイ
- ・ 地震波干渉法

事前調査は

- ・ PS検層の一部
- ・ 試掘坑弾性波探査



No.5

地盤の増幅特性について。

関電は、対象とする深さに対応して、PS検層、試掘坑弾性波探査、反射法・屈折法探査、微動アレイ、地震波干渉法などの調査を実施したと記載。

建設前の調査は、PS検層の一部と試掘坑弾性波探査だけです。

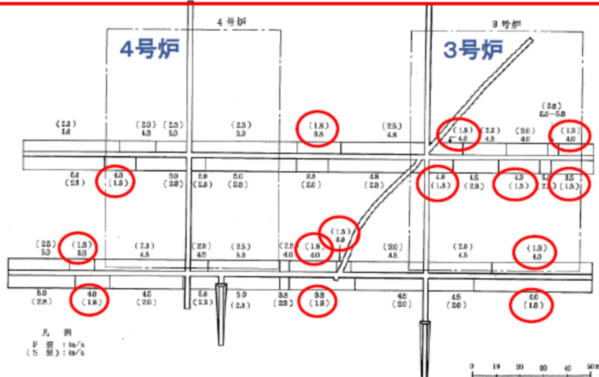
当時の地盤探査の技術は今からすると随分精度が低い、基準の見直しのために行った最近の新しい技術を取り入れた探査では、当初とは違った結果、事象が出ているが、関電はそれらを無視して、調査結果を恣意的に解釈。

2. 1 地下構造の調査(試掘坑弾性波探査)

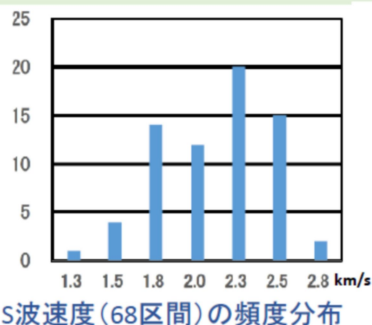
12

■敷地内での試掘坑弾性波探査より、解放基盤のS波速度を2.2km/sと評価した。

○印: 1.3, 1.5, 1.8km/s の位置 3号炉の位置する北東側で低速度



試掘坑内弾性波速度図(1) 本坑



・分布に2つのピーク

・低速度は3号炉側に多い

No.6

次に試掘坑弾性波探査の結果について検討

3号炉、4号炉直下の岩盤内に縦横にトンネルを掘削し、中に地震計をならべて、いろんな場所で発破をかけて地震波を記録し、伝播速度を推定
68の区間でのP波、S波の速度値を示し、S波は2.2km/sと評価

S波速度の大小は、地震波の増幅率の大小に直接関係、S波速度が大 → 増幅率の小さい堅固な岩盤。

右図はS波について68個の値の頻度分布図、分布は2.2km/sを中心とする単一のピークではなく、1.8km/s, 2.3km/sと2つのピーク

●アニメーション

このような分布が偶然なのか系統的なものなのかをみるために、1.3, 1.5, 1.8km/sの低い速度値の区間を丸囲みで示す。

丸印は図の右側、3号炉側に多い。

すなわち、南西方向から北東方向に速度が低下、その方向に1号炉、2号炉がある、その速度値は提示されていない。

S 波速度の場所による違い

全体 (68データ): (2.1 ± 0.3) km/s

3号炉近傍 (30): (2.0 ± 0.4) km/s

4号炉近傍 (38): (2.2 ± 0.3) km/s

関電は、2.2 km/s と評価しているが、
3号炉近傍で 2.2 km/s を使うことは
統計学上許されない

S 波速度の違いによる
地盤増幅率の違い

振幅 \propto (速度 \times 密度) の逆数

→ 速度が小さいほど
振幅は大きい

S波速度を大きく評価して、
基準地震動を1~3割小さく
見積もっている

No.7

場所による速度の違いを明確にするために、3号炉と4号炉の中間線で分け、それぞれの算術平均値を求めた。

68個の値全体、3号炉近傍、4号炉近傍について、それぞれ中央値と ± 1 標準偏差値。

3号炉近傍では中央値は2.0km/sであり、2.2km/sを使うことは統計的には許されない。

左の表には、敷地全体、3号炉近傍、4号炉近傍について、それぞれ中央値と ± 1 標準偏差値

標準偏差値: 中央値のまわりにバラバラと値が散らばるが、概ねこの中に収まるという範囲のこと。

中央値でみると、4号炉近傍に限れば、確かに関電の云うように2.2km/s、全体では2.1km/s、3号炉近傍では2.0km/s。

3号炉の基盤の速度として2.2km/sを使うことは統計的には誤り。

また、標準偏差値を考慮するなら、更に小さい値をも評価する必要あり。

(t検定、有意水準2%で棄却)

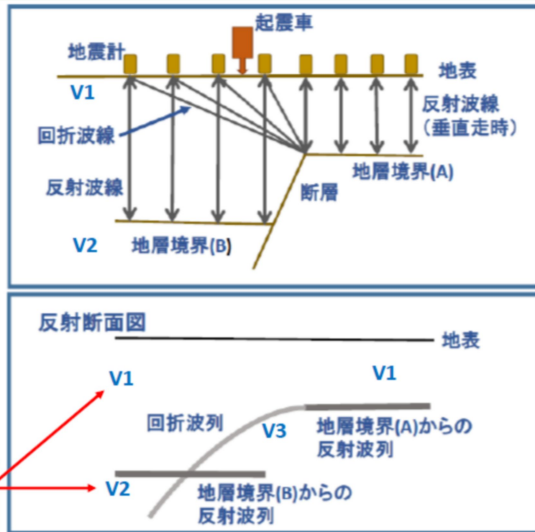
地震波の振幅は 速度と密度の積に反比例、速度が小さいほど振幅は増大。

2.2km/sを使う場合に比べ、密度を同じと仮定しても、3号炉近傍では増幅率は1~3割大き。

通例、速度が小さいと密度も小さいので、増幅率は更に大。

すなわち、関電は、岩盤の速度を大きく評価することによって、基準地震動を小さく策定している。

反射法地震探査 模式図



医療で用いられる
超音波エコー検査と同じ原理

構造境界が
水平・連続
↓
深さに対応して
水平で連続した
反射波列

不均質構造
↓
回折波列

データの解釈には
重力探査など他の
物理的な調査結果を
参照する

No.8

次に、反射法地震探査の結果について検討、ごく基本的な事項を模式図で説明。医療で用いられる超音波エコー検査と同じ原理の方法。

上の図、地下に階段状の段差構造がある場合の断面図、構造の水平な部分から反射して地表に戻る波の波線が描かれてる。段差構造の角の部分からは、回折波と呼ばれる波がいろんな方向に反射。

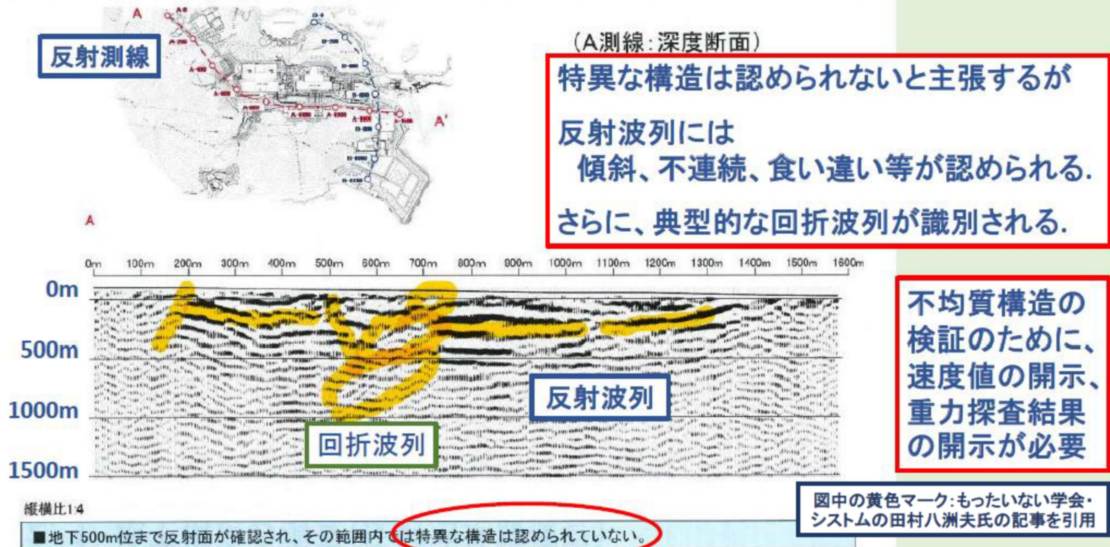
下の図が、反射断面図。

水平な反射面からは、深さの違いがあるだけで、水平で連続した反射波列が記録。しかし、段差構造の角から出た回折波は、双曲線状にカーブした回折波列として記録。

このようなデータの解釈には、重力探査など他の物理的な調査結果を参照。

2.1 地下構造の調査(反射法地震探査)

17



No.9

関電は、2測線で、反射法地震探査を行って、深度断面図を提示。ここではA側線の結果を引用。

測線の長さは1600m、深さ1500mまでの反射波の列が表示されている。

関電は、「地下500m位まで反射面が確認され」と記しているのに、反射層の速度値が明示されていない。

通例この種の解析では速度値が各層に対して記入されるが、この図にはない。

●アニメーション

黄色のマーカー: 図の反射波列には、傾斜、不連続、食い違い等がある、さらに、黄色のマーカーで丸囲み、典型的な回折波列が認められる。

関電は「特異な構造は認められない」と主張しているが、反射断面からは断層などの特異な構造の可能性が指摘される。

地盤調査結果の恣意的な解釈については、この他にも多くの事例を挙げることができるが、時間の制約があるので、それらは他の機会に譲るとして、意見書に詳しく記載したので、参照されたい。

(マーカーの書き込みは、田村八洲夫氏の私信による)

まとめ 丙28号証で提示された基準地震動は、

- (1) 震源特性 および 地震波の伝播特性について
地域性が考慮されておらず、過小評価される恐れがある。
- (2) 地盤の増幅特性(サイト特性)について
 - ・ 調査データの恣意的な解釈によった地盤モデルが構築されており、基準地震動が過小評価されている。
 - ・ 反射法地震探査結果の速度値や地盤の地震波減衰定数など、サイト特性評価のための基礎データが示されておらず、基準地震動の信憑性に欠ける。
 - ・ 反射法地震探査の結果、地下に不均質構造の存在が示唆される。重力探査結果等、構造の解釈に必要な資料の開示を求める。
- (3) レシピにおけるパラメータ設定値の不確定性、および地盤調査結果の不確定性を考慮していない。基準地震動の信憑性に欠ける。

No.10

以上の述べたことのまとめ、丙28号証で提示された基準地震動は、

- (1) 震源特性 および 地震波の伝播特性について、 地域性が考慮されておらず、 過小評価される恐れがある。
- (2) 地盤の増幅特性について、
 - ・ 調査データの恣意的な解釈によった地盤モデルが構築されており、基準地震動が過小評価されている。
 - ・ 反射法地震探査結果の速度値や地盤の地震波減衰定数など、サイト特性評価のための基礎データが提示されておらず、基準地震動の信憑性に欠ける。
 - ・ 反射法地震探査の結果、地下に不均質構造の存在が示唆される。重力探査結果等、構造の解釈に必要な資料の開示を求める。
- (4) レシピにおけるパラメータ設定値の不確定性、および地盤調査結果の不確定性を考慮していない。基準地震動の信憑性に欠ける。

最後に、裁判長には関電の科学技術、学問に対する不誠実な所作を厳正に審判されることを訴えます。 ご静聴、ありがとうございました