

## 伊方発電所における緊急地震速報の導入事例

松崎伸一（四国電力株）

### § 1. 原子炉の安全停止機能

原子力発電所の安全上重要なことは、「発生する放射性物質を確実に管理し、いかなる場合もこれを閉じ込め、発電所周辺の環境・人々に影響を及ぼさない」ことである。その安全対策とは、簡単に言えば、核分裂を「止める」、燃料を「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」を確実にを行い、万一の事故の場合でも、放射性物質の環境への異常な放出を防ぐことである。

このうち、「止める」機能については、原子炉の圧力が急速に高まるなど原子炉を緊急に停止する必要がある場合には、制御棒を一度に入れて（伊方発電所の場合2～3秒で）原子炉を即座に停止させるシステムであり、自動検知する異常のひとつに地震時の加速度がある。

今回の福島第一発電所における事故は、制御棒が自動挿入され、「止める」機能は確保されたものの、津波により全ての電源が喪失し、原子炉や使用済燃料ピットの海水による冷却ができなくなり「冷やす」機能が喪失したものである。さらに、水素爆発による原子炉建屋の破損および原子炉格納容器の一部破損により、「閉じ込める」機能も喪失した。

### § 2. 地震による原子炉自動停止

地震によって原子炉が自動停止した事例を表1にまとめる。表にはタービントリップに起因する停止や、中性子束高異常に起因するものも含まれる。初めて「地震加速度大」により停止したのは、2003年5月26日宮城県沖の地震の女川であり、これを含めて、過去5回（地震）、自動停止している。なお2007年能登半島地震（志賀）と2011年4月7日宮城県沖の地震（女川）も、自動停止するレベルではあったが、原子炉は停止中であった。

### § 3. 制御用地震計と緊急地震速報

～伊方発電所の事例より～

#### 3.1 伊方発電所の概要

伊方発電所は、四国の西北端から九州に向かって細長く伸びた佐田岬半島の瀬戸内海側の付け根に位置する。1977年に1号機が運転を開始した加圧水型軽水炉（PWR）であり、出力は1号機56.6万kw、2号機56.6万kw、3号機89万kwである。

敷地およびその近傍の地盤は、主に三波川変成岩類の塩基性片岩からなる。原子炉建屋基礎部の岩盤の弾性波速度は、P波が約5.3km/s、S波が約2.6km/sである。

#### 3.2 伊方発電所における観測記録

伊方発電所において最も大きな加速度を記録したのは、2001年芸予地震である。地表地震計で86gal、原子炉建屋基礎上端で64galを観測した（水平）。

一般的に、固い地盤ではやわらかい地盤に比べて最大加速度が小さい傾向があるといわれている。図1では発電所と周辺30km圏内のK-NET・KiK-netの記録を比較した。横軸を地盤条件（AVS30）、縦軸を最大加速度とし、3つの地震について示している。Vsが2.6km/sの伊方発電所の記録は、Vs300～500m/s程度の周辺の記録よりも、半分から1/3程度の値になっていることを確認できる。

#### 3.3 伊方発電所における制御用地震計

原子力発電所の制御用（自動停止用）地震計は、一般的に原子炉建屋基礎版（最地下階）および上部階に設置される。伊方発電所では、基礎版上で1号機：140gal、2号機：180gal、3号機：190galである。国内事例をみると基礎版上で120～280galとなっており、150gal前後が多いようである。設定値の考え方は、「原子炉を確実に停止する」との基本的な考え方にに基づき、設計震度に安全余裕を考慮して設定している。具体的に伊方発電所では、弾性設計用地震動の0.7～0.9倍としている。全国のプラントについては、本来は基礎版上でのS1応答値と対比すべきものであるが、単純にS1との比をとってみると、平均的に7割程度、S2に対しては4割程度の値となっている。

#### 3.4 伊方発電所における緊急地震速報導入事例

伊方発電所では2007年度に緊急地震速報を導入した。速報を受信すると、発電所内に設置している受信端末に警報が表示されるとともに、推定震度が3以上の場合には、作業員の避難を促す構内信号を発信するシステムとしている。さらに火力発電所においては、薬品や油等の構外流出防止のための排水遮断弁を自動閉止するようにしている。

表1 地震による原子炉自動停止事例

年月日	震源	M <sub>J</sub>	深さ	自動停止プラント	事象
1983年7月2日	福島県沖	5.8	54	福島第一3・6号	地震発生に伴う「タービン振動大」の信号によりタービンが自動停止し、原子炉も自動停止
1985年11月27日	若狭湾	5.2	11	大飯1号	地震に伴いタービン油圧系の水銀スイッチの誤動作によりタービントリップし、原子炉も自動停止
1987年4月23日	福島県沖	6.5	47	福島第一1・3・5号	地震に伴い燃料集合体の間隔が変化して「中性子束高高」の信号が発生し、原子炉が自動停止
1993年11月27日	宮城県北部	5.8	112	女川1号	地震に伴い炉心内のボイド（蒸気泡）の状態が変化し中性子束が増加したため「中性子束高高」の信号が発信し、原子炉が自動停止。原子炉建屋地下2Fで121gal
2003年5月26日	宮城県沖	7.1	72	女川3号	地震加速度大信号により原子炉自動停止。 1・2号は定検中
2004年11月4日	中越地震の余震	5.2	18	柏崎刈羽7号	タービントリップにより原子炉自動停止。
2005年8月16日	宮城県沖	7.2	42	女川1・2・3号	地震加速度大信号により原子炉自動停止。観測された保安確認用地震動は最大で251.2gal。
2007年3月25日	能登半島	6.9	11	なし	志賀1・2号は定検中
2007年7月16日	中越沖地震	6.8	17	柏崎刈羽2・3・4・7号	地震加速度大信号により原子炉自動停止。 柏崎刈羽1・5・6号定検中、2号定検起動中
2009年8月11日	駿河湾	6.5	23	浜岡4・5号	地震加速度大信号により原子炉自動停止。 浜岡3号は定検中
2011年3月11日	太平洋沖地震	9.0	24	福島第一1・2・3号 福島第二1・2・3・4号 女川1・2・3号 東海第二	地震加速度大信号により原子炉自動停止。 福島第一4・5・6号は定検中 女川2号は定検起動中
2011年4月7日	宮城県沖	7.1	66	なし	女川1・2・3号は停止中

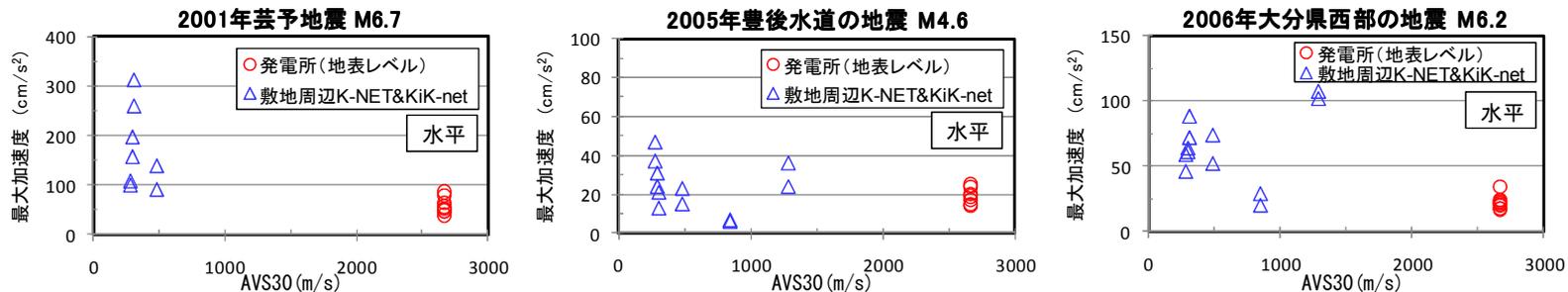


図1 伊方発電所および周辺における観測値の比較

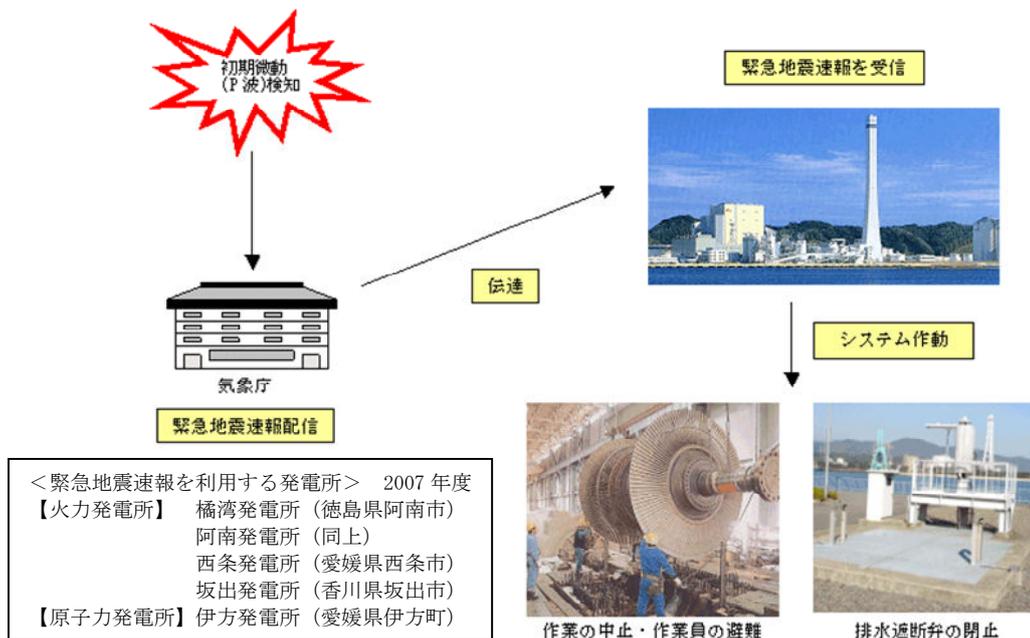


図2 四国電力の火力・原子力発電所における緊急地震速報の導入事例