

## 電力重要施設に適応した設計用地震動策定法の確立

### 背景

近年、電力重要施設の耐震設計用地震動策定の状況は大きく変化している。原子力では耐震設計審査指針の改訂と平成19年新潟県中越沖地震（M6.8）を踏まえた耐震安全性評価、火力では平成15年十勝沖地震（M8.0）を契機とした石油タンクのスロッシング対策、水力では国土交通省による大規模地震に対するダム耐震性能照査指針案の試行と地震ハザードへの対応が課題となっており、これらの検討のための地震動策定が必要となっている。しかしながら、電力施設によって求められる設計用地震動の周期帯域や地盤条件は異なることから、適用対象に応じた地震動評価法を確立する必要がある。

### 目的

電力重要施設における最近の設計用地震動策定の動向を踏まえ、当所がこれまで開発・蓄積してきた地震記録、震源特性及びサイト特性評価、確率論的な地震動評価に係る要素技術を導入した、適用対象施設に応じた設計用地震動策定手法を確立する（図1）。

### 主な成果

#### 1. 震源特性、サイト特性を考慮した決定論的な地震動評価

- (1) 広帯域地震動評価：震源過程の逆解析手法を改良し、従来は周期1秒以上だった対象周期を原子炉建屋等の設計上重要な周期0.2秒以上の広帯域にまで拡大した地震動評価法を構築した。これを新潟県中越沖地震に適用して柏崎刈羽原子力発電所で観測された地震波の再現性を調べ、手法の妥当性を確認した（図2）。
- (2) 広帯域地震動評価：地震動の増幅特性評価で重要となる地震基盤から解放基盤までの深部地盤について、微動アレイ観測によるS波速度構造モデル化手法及び減衰定数の周波数依存特性を同定する手法を提案し、その妥当性を実サイトのデータとの比較・分析や数値シミュレーション等により確認した。
- (3) 長周期地震動評価：原子力発電施設への免震構造導入に向けた試験・解析のため、十勝沖地震等を踏まえた長周期地震動特性に関する最近の知見を導入した、暫定的な入力地震動スペクトルを提案した。
- (4) 長周期地震動評価：関東平野を対象に当所が開発した3次元地震動解析コードにより数値計算を行い、不整形な地震基盤により長周期の表面波が励起あるいは増幅されること、石油タンク等のスロッシングに影響する周期数秒～十数秒の速度応答が地震基盤深さに依存すること、等を明らかにした（図3）。

#### 2. 地震発生の不確実さを考慮する確率論的地震ハザード評価に基づく地震動評価

国土交通省のダム耐震性能照査指針（案）における決定論的地震動策定の考え方に、当所で開発した、ハザードレベルに応じて想定地震の選定や応答スペクトルの策定を確率論的アプローチで行う地震動策定法の導入を提案した（図4）。

主担当者 地球工学研究所 地震工学領域 上席研究員 東 貞成

関連報告書 「電力重要施設の設計用地震動策定法」電力中央研究所報告：N04（2009年）  
「2007年新潟県中越沖地震の震源過程の解明と広帯域強震動評価」電力中央研究所報告：N08007（2008年）

対象施設	水力	原子力			火力
主な課題	ダム耐震性能照査指針案への対応	新耐震設計審査指針への対応			スロッシング対策
		確率論の導入	断層モデルに基づく地震動評価	免震構造	
当所の基盤技術	確率論的地震ハザード評価		広帯域地震動評価		長周期地震動評価と関連する実験・解析技術
	性能照査用地震動策定への確率論の導入	高い地震活動地域に対するハザード評価	広帯域の震源モデル化手法	深部地盤モデル化手法 (S波速度構造・下限値を有する周波数依存減衰定数モデル)	長周期構造物検討用スペクトル
					3次元深部地盤構造が地震動に及ぼす影響評価

図1 電力重要施設毎の課題と当所における地震動策定に係る基盤技術

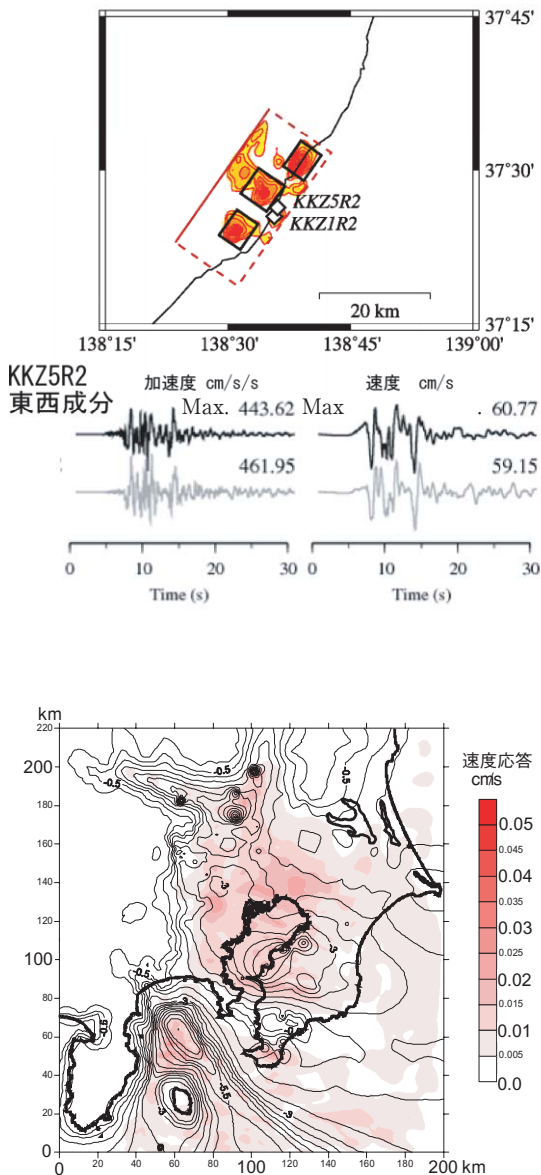


図3 関東平野における周期8秒の長周期帯域での速度応答分布の例（減衰1%の場合）

コンターは地震基盤の深さ分布（単位km）で、地震基盤の深い場所と応答が大きくなる場所が概ね一致している。

図2 平成19年新潟県中越沖地震の震源モデル（左図上）と東京電力柏崎刈羽原子力発電所5号機基礎版上（KKZ5R2）の観測記録と計算波形の比較（左図下）

震源モデルの赤い部分または黒い四角枠はすべりの大きな場所。波形は上段が観測記録、下段が計算波形で、左が加速度、右が速度波形。

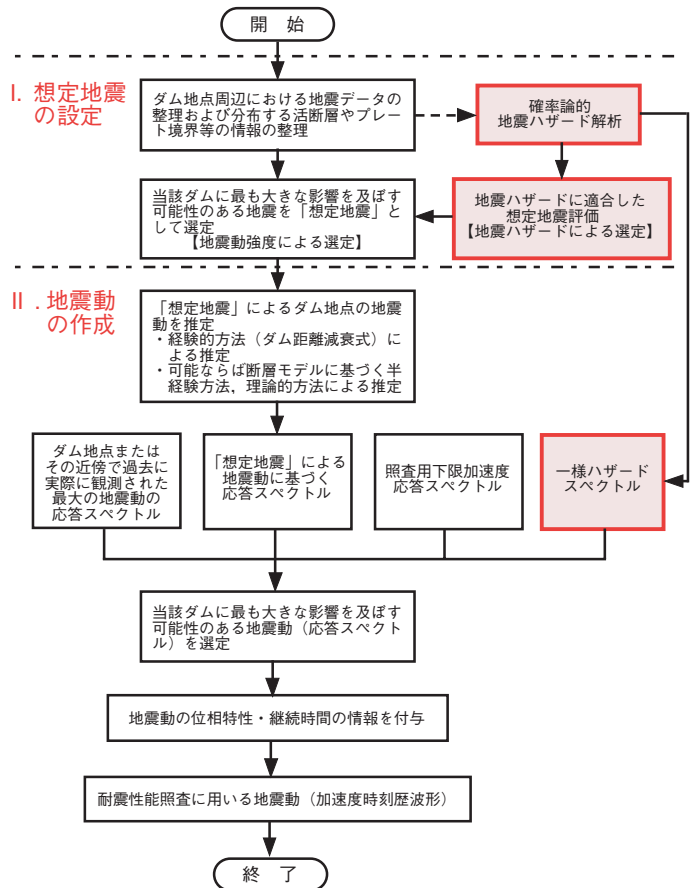


図4 国土交通省のダム耐震性能照査用地震動策定の考え方への確率論的地震動評価の導入例（赤枠）