

平成 22 年 7 月 28 日
京都大学原子炉実験所

京都大学原子炉実験所研究用原子炉 (KUR)
「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う
耐震安全性評価結果報告書の概要

1. はじめに

平成 18 年 12 月 21 日付けで文部科学省より、改訂された「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(以下「新耐震指針」という。)に照らした耐震安全性の評価を実施するよう求める文書が出され、京都大学は、平成 19 年 7 月 2 日付けで文部科学省に「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う既設試験研究用原子炉施設の耐震安全性の評価に係る実施計画書の報告について」(以下「実施計画書」という。)を報告した(平成 20 年 2 月 18 日一部補正)。その後、実施計画書に従った耐震安全性評価を行い、平成 21 年 6 月 30 日付けで文部科学省に「京都大学原子炉実験所研究用原子炉(KUR)の「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果中間報告書」(以下、「中間報告書」という。)を提出した。その後、文部科学省における審議の結果を踏まえ、平成 22 年 7 月 28 日付けで文部科学省に「京都大学原子炉実験所研究用原子炉(KUR)の「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書」(以下、「最終報告」と言う。)を提出した。

地質調査結果、基準地震動 S_s の策定結果、評価対象施設及び設備・機器の評価結果など、耐震安全性評価に関する最終報告の概要は以下のとおりです。

【最終報告のポイント】

中間報告書に対する審議の結果を踏まえ、敷地に最も影響を与える活断層(中央構造線断層帯)による地震の震源モデル(基本モデル及び不確かさを考慮したモデル)を修正しました。

上記震源モデルの修正に伴って、基準地震動 S_s を策定し直しました。

解放基盤表面で策定された基準地震動 S_s に基づき、洪積地盤での地震波伝播特性を考慮して建屋基礎盤位置での入力地震動を評価しました。評価に当たっては、等価線形解析に加え、時刻歴非線形解析も併用しました。

入力地震動に基づき、原子炉建屋や安全上重要な機能を有する全ての評価対象設備・機器(Sクラス相当と想定)の耐震解析を実施し、耐震安全性が確保されていることを確認しました。

地震随件事象についても評価し、耐震安全上問題がないことを確認しました。

2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価の流れ

新耐震指針に照らした耐震安全性評価の流れは図 1 のとおりです。ここでは、「新潟県中越沖地震を踏まえた耐震安全性評価に反映すべき事項」(平成 19 年 12 月 27 日、原子力安全・保安院)も参考にした安全性評価も行いました。

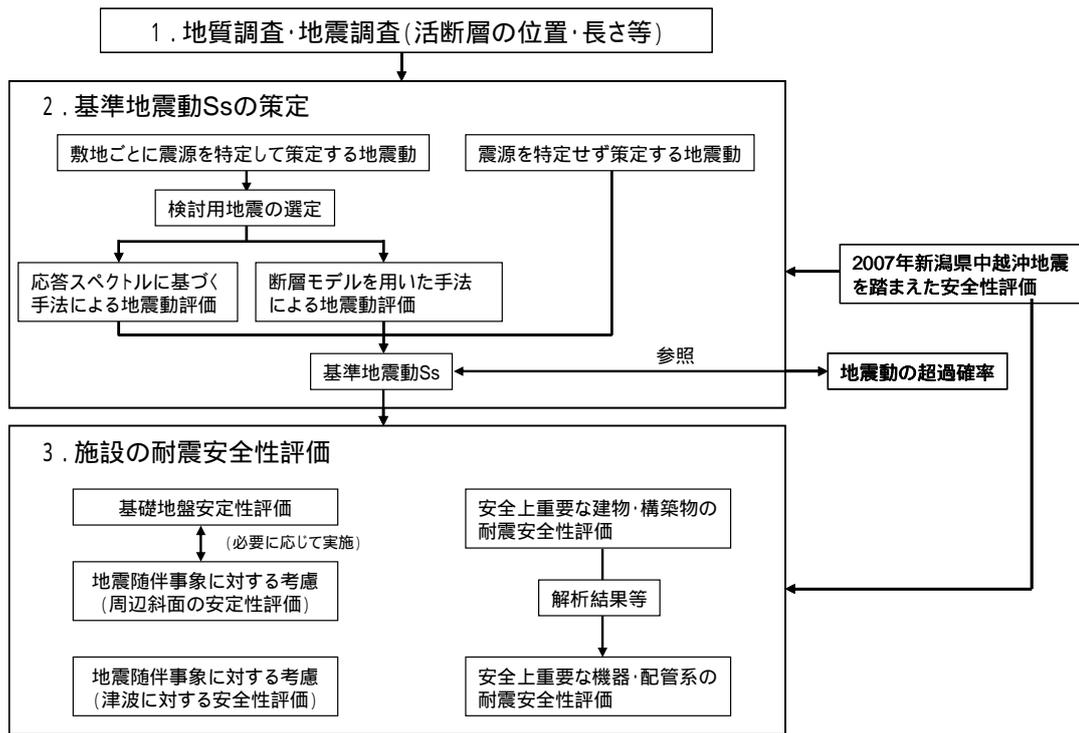


図 1 耐震安全性評価の流れ

3. 耐震安全性評価（最終報告）の概要

(1) 地質調査・地震調査結果の概要

敷地は大阪平野南部に位置し、大阪平野周縁や直下に存在する活断層については、多機関による数多くの調査が実施され、関連する文献が豊富にあります。また、大都市圏（大阪市）が存在するため、地震防災を目的とした地震動予測や被害予測に供するための活断層の調査及び評価が地震調査研究推進本部、中央防災会議及び大阪府等によって実施されています。従って、それらを参照して活断層を評価することは、新耐震指針に照らしても技術的に整合するものと考えられ、また文部科学省からの「「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う既設試験研究用原子炉施設の耐震安全性の評価の実施について」（平成 18 年 12 月 21 日）における既設炉の耐震性の確認における考え方に照らしても妥当であると考えました。その結果等を以下に示します。

敷地を中心とする半径 30km の範囲内の陸域には、主要な断層帯として生駒断層帯、上町断層帯、中央構造線断層帯があり、海域には大阪湾断層帯があります（図 2、表 1）。なお、中間報告書に対する審議を踏まえ、敷地への影響が最も大きい中央構造線断層帯の震源モデル(基本モデル及び不確かさを考慮したモデル)を修正しました。具体的には基本モデルの断層傾斜角を地震調査研究推進本部のモデル⁽³⁾を参考に北西傾斜 43 度としました。

敷地近傍（敷地から半径 5km 程度の範囲内）には新耐震指針に従って認定される活断層は存在しないことを確認しました。

敷地内（原子炉建屋ごく近傍）における地盤調査結果から、解放基盤表面を-181m の基盤岩（花崗岩）位置としました。（図 3）

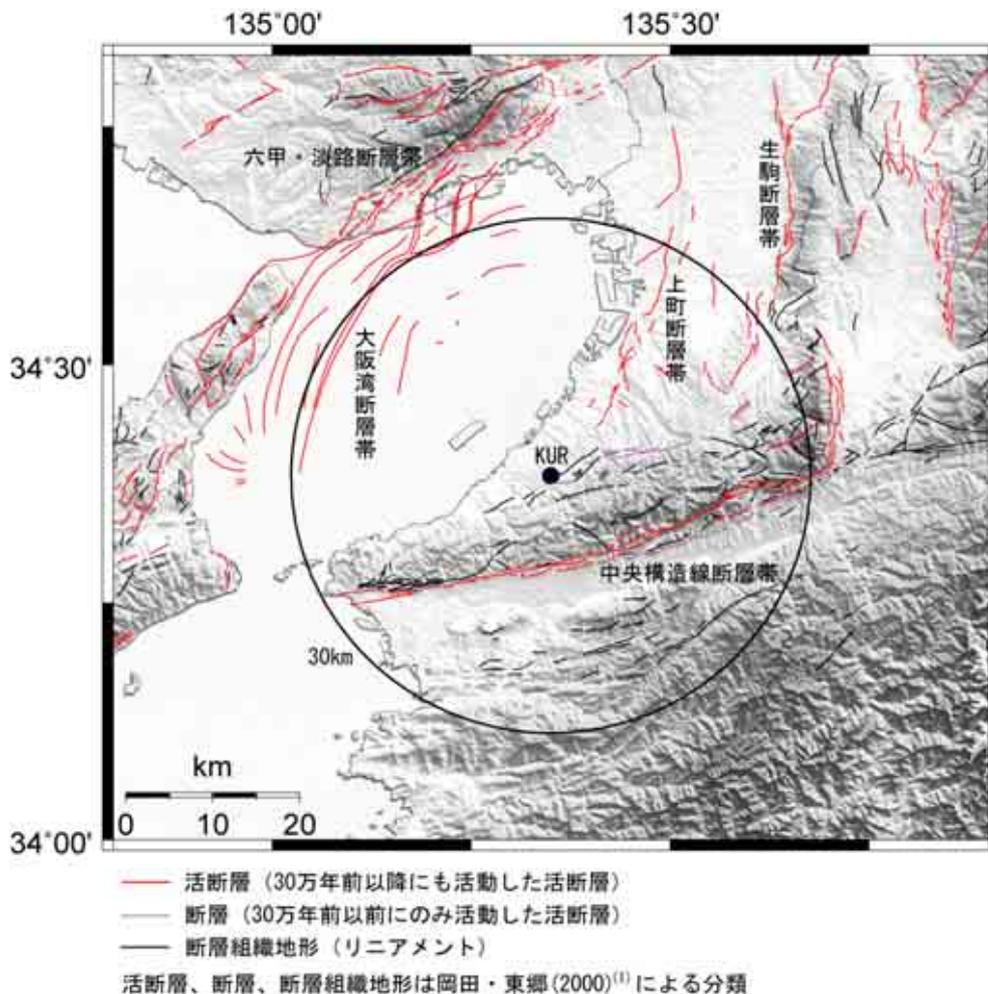


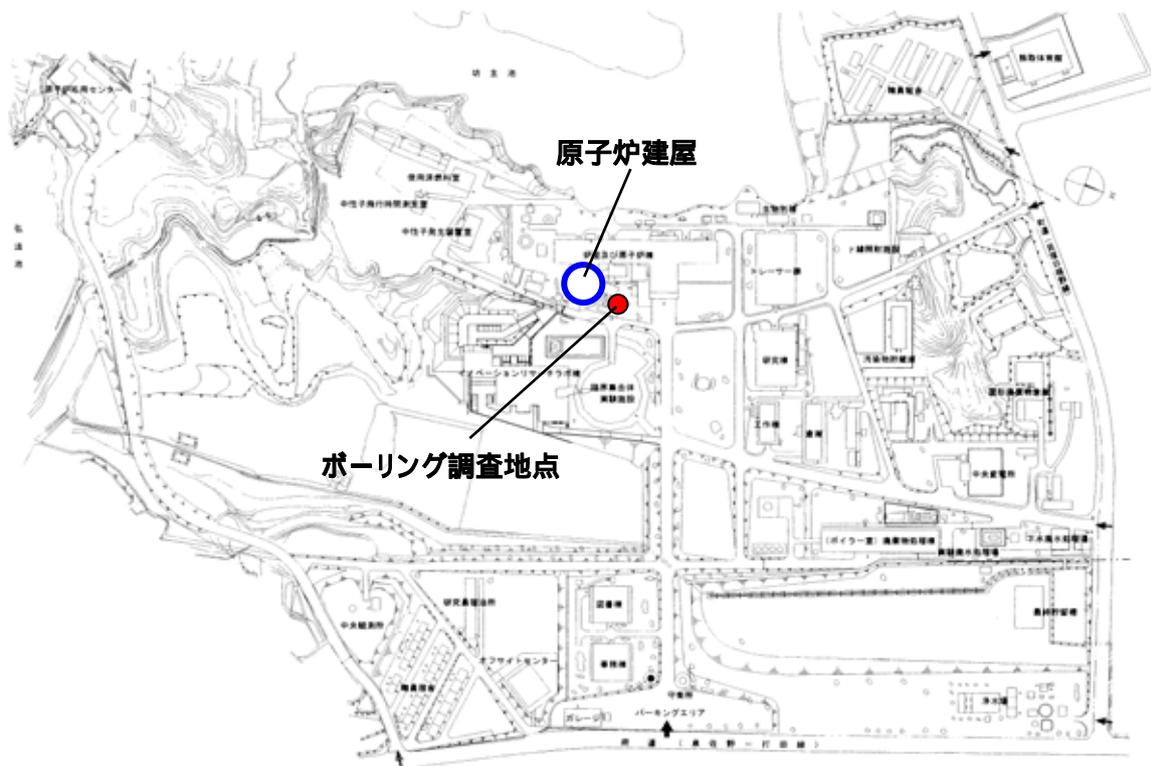
図2 敷地を中心とした半径30kmの範囲内に存在する活断層帯
 (陸域は岡田・東郷(2000)⁽¹⁾，海域は横倉・他(1998)⁽²⁾による)

表1 敷地周辺の主な活断層の諸元

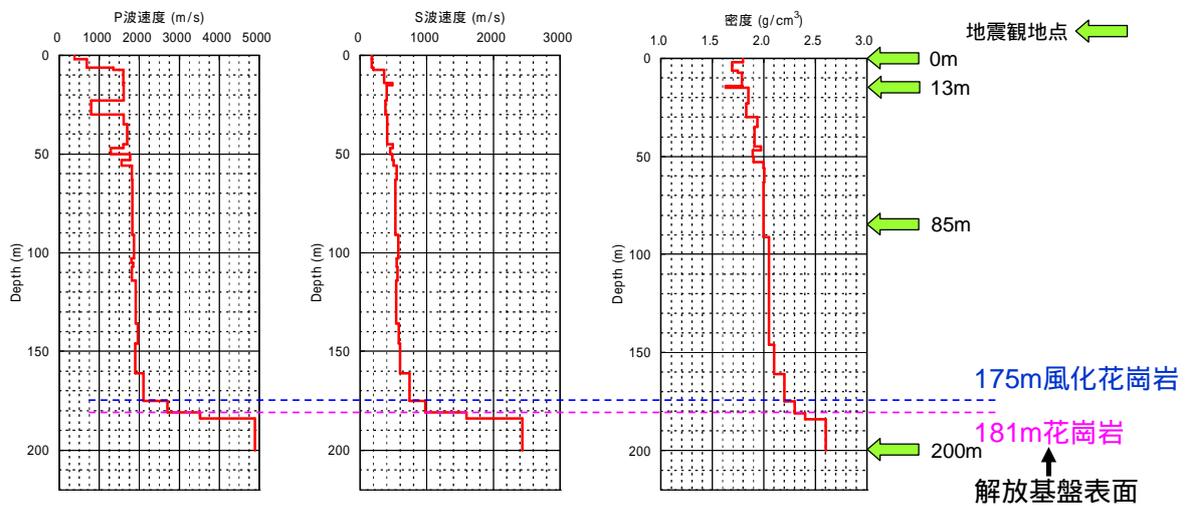
検討用地震	断層長さ	マグニチュード ¹
中央構造線断層帯	60km ²	7.8
上町断層帯	46km	7.6
生駒断層帯	42km	7.5
大阪湾断層帯	42km	7.5

1 松田(1975)⁽⁴⁾により断層長さから算出

2 地震調査研究推進本部による断層モデル⁽³⁾を参考に、断層の傾斜角を43度とし、金剛断層と五条谷断層は断層面を共有するため五条谷断層、根来断層、磯ノ浦断層の断層長さを中央構造線断層帯とする



(a) 敷地内ボーリング調査位置



(b) PS 検層結果

図3 敷地内におけるボーリング調査位置及びPS 検層結果

(2) 基準地震動 S_s の策定

敷地への影響を考慮した「検討用地震」の選定

検討用地震としては、以下の3つのタイプの地震を考慮しています。なお、内陸地殻内地震としては、想定される地震の規模と敷地からの距離に基づき、敷地への影響を考慮して選定しました。

- ・ 内陸地殻内地震 : 中央構造線断層帯 (金剛山地東縁 - 和泉山脈南縁)
: 上町断層帯
- ・ プレート間地震 : 想定南海地震(M8.4)、想定東南海地震(M8.1)、想定東南海・南海地震の連動(M8.5)、(すべて地震調査研究推進本部による想定地震⁽⁵⁾である)
- ・ 海洋プレート内地震 : 沈み込んだ海洋プレート (スラブ) 内地震及び沈み込む海洋プレート内地震 (M7.4) (地震調査研究推進本部⁽⁶⁾に基づいた 2004 年東海道沖の地震と同規模の想定地震)

震源を特定して策定する地震動

- ・ 応答スペクトルに基づく地震動評価

検討用地震に対する Noda et al.(2002)⁽⁷⁾に基づく応答スペクトルを図 4 に示します。図から中央構造線断層帯 (M7.8) による地震動が最も大きくなり、基準地震動 Ss-1 として設定しました。なお、Ss-1 の応答スペクトルは、震源モデルの不確かさを考慮して評価しました。また、中央構造線断層帯は、震源が敷地に近く、その破壊過程が地震動に大きな影響を与えられられることから、次に示す断層モデルを用いた手法による評価結果を重視しました。

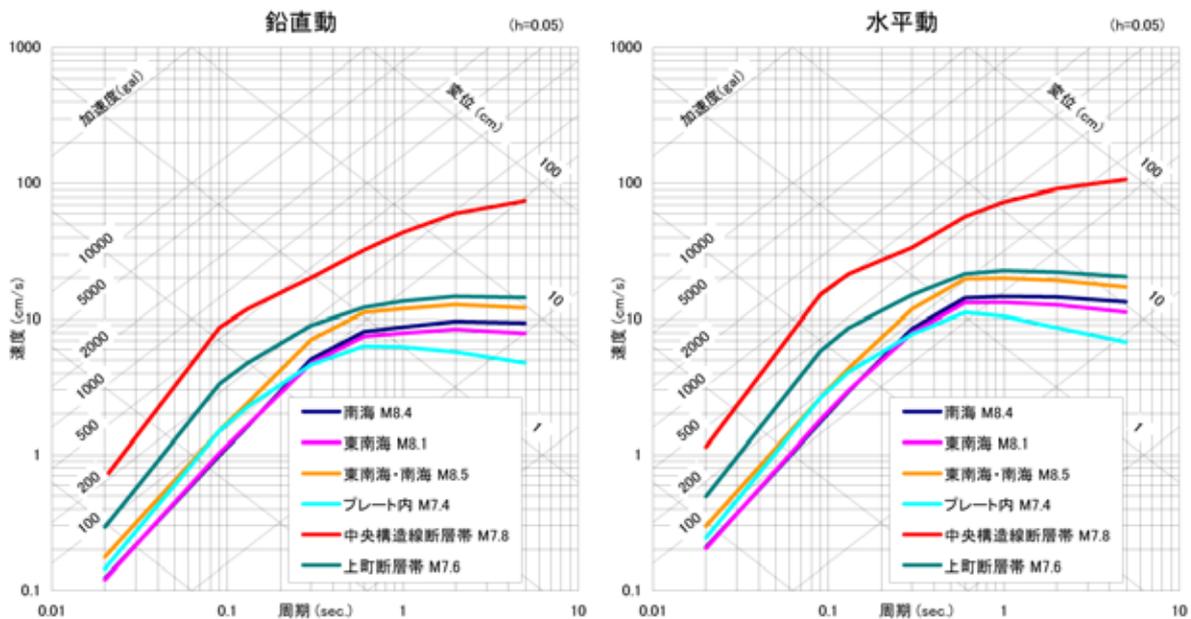


図 4 解放基盤表面における検討用地震の応答スペクトル

- ・ 断層モデルに基づく地震動評価

地震動評価は、短周期成分を統計的グリーン関数法により、長周期成分を理論的手法 (3 次元差分法) により計算するハイブリッド法を用いました。大阪堆積盆地の 3 次元地下構造モデルは文献⁽⁸⁾を参考に構築し、特に重要な大阪南部域のモデルの妥当性は敷地及び敷地近傍における微動探査などによって検証⁽⁹⁾しました。敷地への影響が大きい中央構造線断層帯や上町断層帯による地震動評価においては、アスペリティ (震源断層面上で地震動強く放出する場所) の位置を敷地に近づける等、表 2 及び図 5 に示すように震源断層モデルの不確かさについても考慮しました。また、破壊開始点は敷地への影響が最も

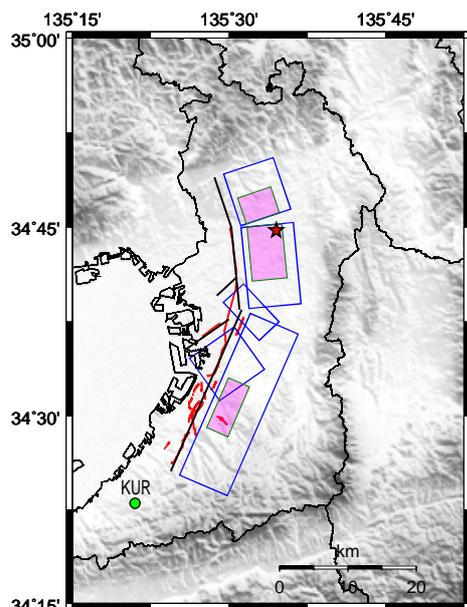
大きくなると考えられる場所に設定しました。図 6 から、敷地への影響が大きい中央構造線断層帯 ケース 3 による地震動を基準地震動 Ss-2、中央構造線断層帯 ケース 4 による地震動を基準地震動 Ss-3 として設定しました。

表 2 震源の不確かさの検討

中央構造線断層帯の震源の不確かさの考え方			
モデル名	傾斜角	アスペリティ	応力降下量
ケース 1 (基本モデル1)	43°	推本モデル ¹ と同様のアスペリティ配置	レシビ ²
ケース 2 (基本モデル2)	43°	推本モデル ¹ と同様のアスペリティ配置	レシビ ²
ケース 3 (アスペリティ位置の不確かさを考慮したモデル)	43°	敷地の近くに大きいアスペリティを配置	レシビ ²
ケース 4 (応力降下量の不確かさを考慮したモデル)	43°	推本モデル ¹ と同様のアスペリティ配置	レシビ ² × 1.5 倍
上町断層帯の震源の不確かさの考え方			
モデル名	傾斜角	アスペリティ	応力降下量
ケース 1 (基本モデル)	65°	北側セグメントに大きいアスペリティを配置	レシビ ²
ケース 2 (アスペリティ位置の不確かさを考慮したモデル)	65°	南側セグメントに大きいアスペリティを配置	レシビ ²
ケース 3 (応力降下量の不確かさを考慮したモデル)	65°	北側セグメントに大きいアスペリティを配置	レシビ ² × 1.5 倍

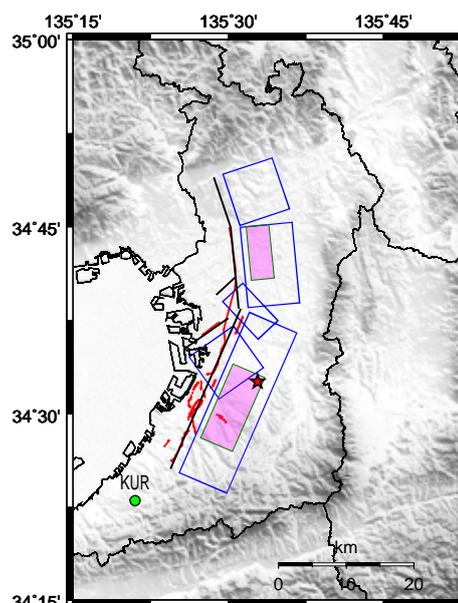
■ 不確かさを考慮したパラメータ

- 1 地震調査研究推進本部の強震動評価⁽³⁾のモデル
- 2 強震動予測レシビ⁽¹⁰⁾



■ 背景領域 ■ アスペリティ — 断層モデルの地表トレース
★ 破壊開始点

(a) 上町断層帯 (ケース 1,3)



■ 背景領域 ■ アスペリティ — 断層モデルの地表トレース
★ 破壊開始点

(b) 上町断層帯 (ケース 2)

図 5 断層モデルのアスペリティ及び破壊開始点の位置