

京都大学研究用原子炉(KUR)
標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴う
耐震設計方針について

令和5年2月20日

京都大学複合原子力科学研究所

はじめに

■2021年4月21日、設置許可基準規則^(※1)及び審査ガイド^(※2)の一部が改正され、「震源を特定せず策定する地震動」のうち、全国共通に考慮すべき地震動として、「標準応答スペクトル」に基づく地震動の評価が新たに規制に取り入れられた。

※1: 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

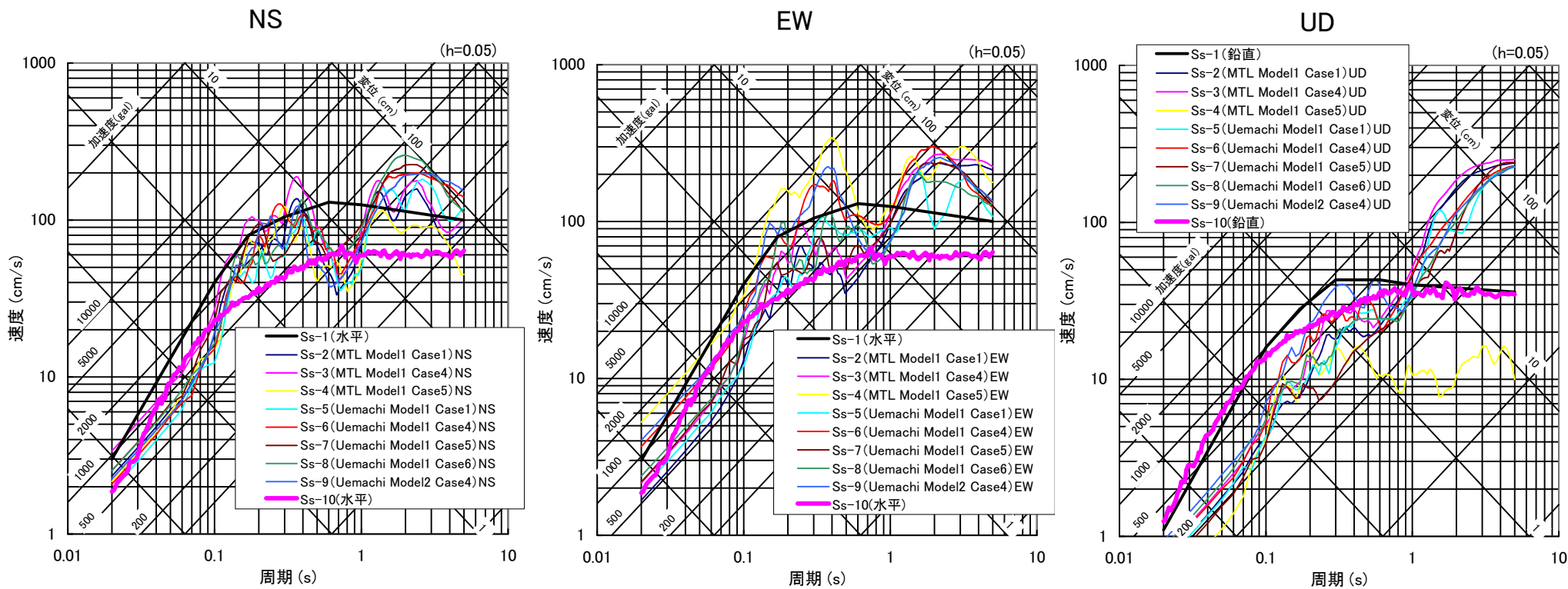
※2: 基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド

■上記を踏まえ、標準応答スペクトルと京都大学研究用原子炉(KUR)における基準地震動を比較した結果、鉛直成分の一部の周期帯で標準応答スペクトルが上回ったため、基準地震動S_s-10として追加し、令和3年12月14日に原子炉設置変更承認申請を行った。

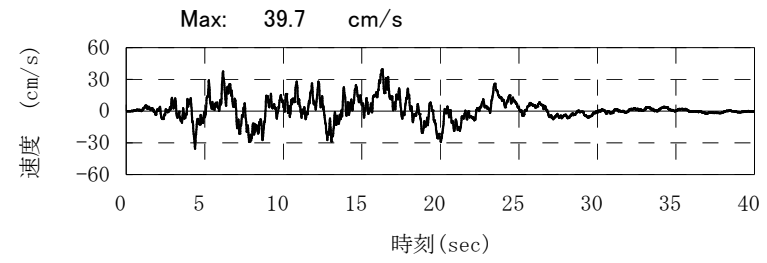
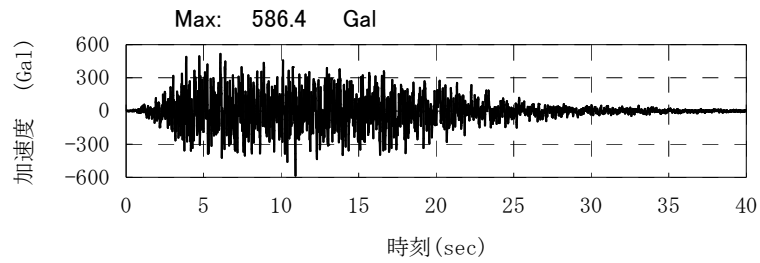
■その後、基準地震動S_s-10の策定過程や結果とともに、支持地盤の安定性や入力地震動に係る説明を行い、第452回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合(令和4年7月22日)にて概ね了承された。

■その結果を受け、令和5年2月13日に原子炉設置変更承認の補正申請を行った。

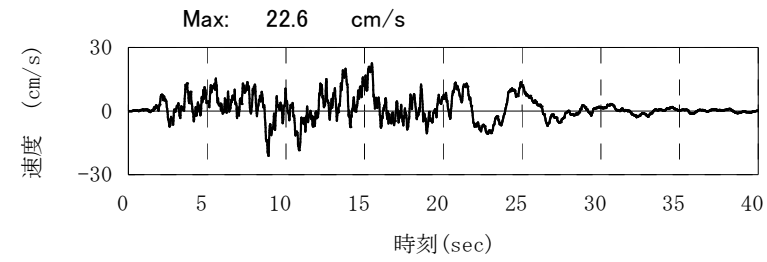
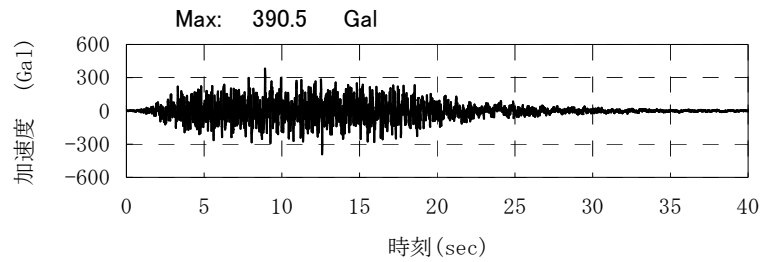
■本資料は、基準地震動S_s-10の追加に伴う研究用原子炉(KUR)の耐震設計方針に変更のないことを示すものである。



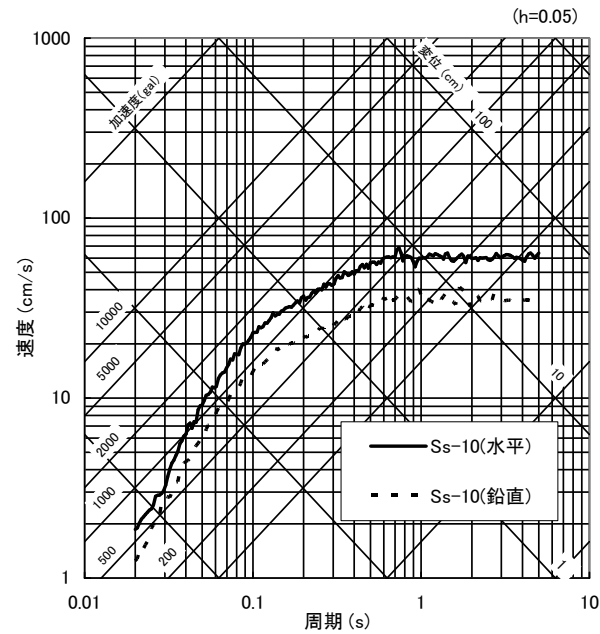
基準地震動 (Ss-1 ~ Ss-10) の応答スペクトル



水平動の加速度波形(左)と速度波形(右)



鉛直動の加速度波形(左)と速度波形(右)



応答スペクトル(減衰定数5%)

基準地震動Ss-10の時刻歴波形と応答スペクトル

基準地震動Ssの最大加速度

(cm/s²)

基準地震動				NS方向	EW方向	UD方向
震源を特定して策定する地震動	応答スペクトル法	Ss-1	模擬地震波	944		358
	断層モデルを用いた手法	Ss-2	中央構造線断層帯 (モデル1、ケース1)	729	520	215
		Ss-3	中央構造線断層帯 (モデル1、ケース4)	1053	672	252
		Ss-4	中央構造線断層帯 (モデル1、ケース5)	673	1644	133
		Ss-5	上町断層帯 (モデル1、ケース1)	767	756	194
		Ss-6	上町断層帯 (モデル1、ケース4)	709	1184	213
		Ss-7	上町断層帯 (モデル1、ケース5)	649	674	170
		Ss-8	上町断層帯 (モデル1、ケース6)	566	683	196
		Ss-9	上町断層帯 (モデル2、ケース4)	699	1260	293
震源を特定せず策定する地震動(標準応答スペクトルによる)	応答スペクトル法	Ss-10	模擬地震波	586		391

改正規則等への適合性を踏まえた耐震設計方針の検討とまとめ

■既承認申請書の基準地震動に係る記載を検討した結果、基準地震動 S_s-10 の策定、支持地盤の安定性及び原子炉建屋入力地震動評価に係る記載に加え、「震源を特定して策定する地震動」の対象活断層に係る新知見の記載以外については、基準地震動等に対する耐震設計方針の記載であることを確認した。

■上記基準地震動等に対する耐震設計方針の記載については、基準地震動 S_s-10 を追加した場合であっても、耐震Sクラスに対する耐震設計方針である「基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に基づく動的地震力によって設計する」という基本方針に変更はない。

なお、参考資料として既承認申請書の本文及び添付書類8における耐震設計方針(基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に係る記載等)を示す。

■基準地震動 S_s-10 の追加に伴うSクラス施設・設備への影響については、後段規制である設計及び工事の計画の申請書の中で耐震安全性についての評価結果として示す。

参考資料

申請書本文及び添付書類八における耐震設計方針に係る記載1

■ 耐震重要度分類のうち、Sクラスに分類される施設は、基準地震動 S_s による動的地震力に対して安全機能が保持できるようにするとともに、弾性設計用地震動 S_d による動的地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対してもおおむね弾性状態に留まる構造とする。また、Sクラス施設は、下位クラスの波及的影響により、安全機能を損なうことのないようにする。

■ 耐震重要度分類のうち、Bクラスに分類される施設は、静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる構造とする。また、共振のおそれのある施設については、共振による影響を検討する。

■ 動的地震力は、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d から算定することとし、Sクラスの施設に適用する。弾性設計用地震動 S_d は、基準地震動 S_s との応答スペクトルの比率の値が、目安として0.5を下回らないような値で設定する。また、Bクラスの施設のうち、共振のおそれのあるものについては、弾性設計用地震動に1/2を乗じたものに対して影響を検討する。基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組合せたものとして算定する。

参考資料

申請書本文及び添付書類八における耐震設計方針に係る記載2

■ 動的解析法

・建物・構築物

建物・構築物の動的解析は、スペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法を用いて応答を求めるものとする。動的解析に当たっては、建物・構築物の剛性はそれらの形状、構造特性等を考慮して評価し、分布質量系又は集中質点系に置換した解析モデルを設定する。なお、動的解析には、建物・構築物と地盤との相互作用を考慮するものとし、解析モデルの地盤のばね定数は、基礎版の平面形状、埋め込み効果、地盤の動的剛性等を考慮して定める。

・機器・配管系

機器・配管については、その形状を考慮して、分布質量系又は1質点系、多質点系モデル等に置換し、設計用床応答スペクトルを用いたスペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法等により応答を求める。

■ 荷重の組合せと許容限界

・Sクラスの建物・構築物

常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動 S_s による地震力との組合せに対して、当該建物・構築物が構造物全体としての変形能力(終局耐力時の変形)について十分な余裕を有し、建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有するものとする。また、常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力を組合せ、その結果発生する応力に対して、安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。