

HTTR（高温工学試験研究炉）の
標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴う
原子炉設置変更許可申請の補正について

令和 5 年 8 月 29 日

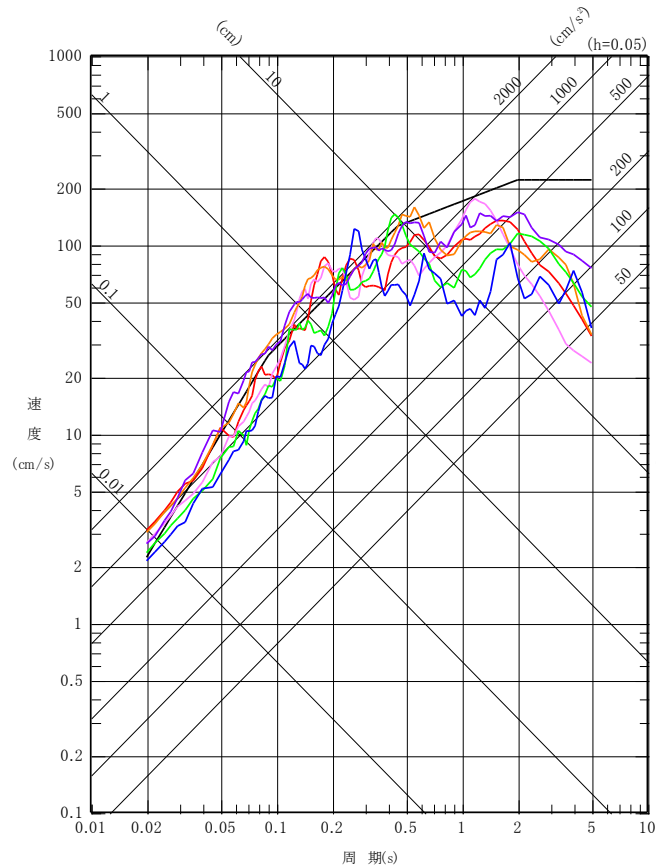
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
大洗研究所 高温ガス炉研究開発センター
高温工学試験研究炉部

- 2021年4月21日に、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等の一部改正（以下、「改正規則等」という）により、「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。
- 上記を踏まえ、評価した標準応答スペクトルを考慮した地震動がHTTRにおける既許可の基準地震動（Ss-D）を一部の周期帯で上回ることから、標準応答スペクトルを考慮した地震動を基準地震動Ss-6として新たに追加する変更申請を2021年11月15日に行った。
- その後、基準地震動Ss-6の策定過程や結果については、第440回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合（2022年5月13日）にて基準地震動Ss-6が概ね了承され、地盤の安定性評価や新知見対応（津波評価、火山影響評価）については、第457回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合（2022年8月26日）にて概ね了承された。
- これらの結果を受け、2023年7月11日に原子炉設置変更許可申請の補正を行った。また、添付書類八に新たに追加する弾性設計用地震動Sd-6についても、Ss-6の補正に伴って変更する。なお、補正にあたっては、基準地震動Ss-6の追加に伴う耐震補強工事が発生しないことを確認するとともに、技術者数や保安管理体制等の最新情報への更新や記載の適正化を実施した。
- 本資料は、基準地震動Ss-6の追加に伴うHTTRの耐震設計方針の変更がないことを示すものである。

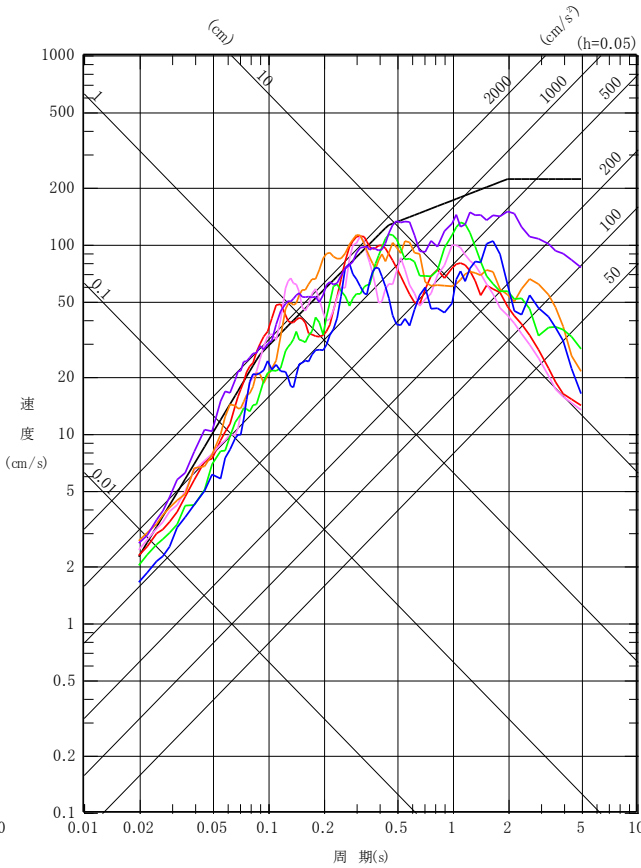
HTTRにおける基準地震動の応答スペクトル

- 基準地震動Ss（基準地震動Ss-D、Ss-1～Ss-6）の応答スペクトルを示す。

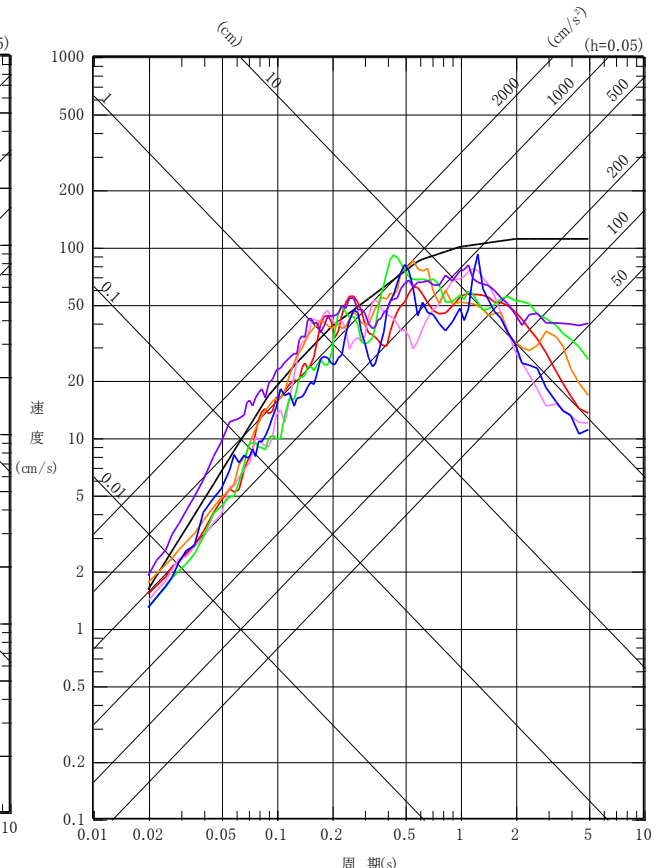
- Ss-D 応答スペクトル手法による基準地震動
- Ss-1 F3断層～F4断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点1）
- Ss-2 F3断層～F4断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点2）
- Ss-3 F3断層～F4断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点3）
- Ss-4 F3断層～F4断層による地震（断層傾斜角の不確かさ，破壊開始点3）
- Ss-5 2011年東北地方太平洋沖型地震（SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳）
- Ss-6 標準応答スペクトルを考慮した地震動



NS成分



EW成分



UD成分

HTTRにおける基準地震動の加速度時刻歴波形

- 基準地震動 S_s^* の最大加速度の一覧を示す。

基準地震動		最大加速度 (cm/s ²)		
		NS成分	EW成分	UD成分
S_s -D	応答スペクトル手法による基準地震動			
S_s -1	F3断層～F4断層による地震 (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点1)			
S_s -2	F3断層～F4断層による地震 (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点2)			
S_s -3	F3断層～F4断層による地震 (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3)			
S_s -4	F3断層～F4断層による地震 (断層傾斜角の不確かさ, 破壊開始点3)			
S_s -5	2011年東北地方太平洋沖型地震 (SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)			
S_s -6	標準応答スペクトルを考慮した地震動			

※表中のグラフは各基準地震動 S_s の加速度時刻歴波形 (縦軸: 加速度[cm/s²], 横軸: 時間[s])

- 既許可における耐震設計については、基準地震動 S_s の策定、基準地震動 S_s による基礎地盤の安定性、原子炉建家入力地震動の評価に加え、基準地震動 S_s 等に対する耐震設計方針を記載している。
- 耐震設計方針の記載は、基準地震動 S_s -6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「基準地震動による地震力に対して安全機能が保持できる設計とする」「弾性設計用地震動による地震力は、Sクラスの施設に適用する」という耐震設計方針に変更はない。既許可の本文及び添付書類八に記載している耐震設計方針（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）を参考資料1に示す。
- 基準地震動 S_s -6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認可申請書（以下、「設工認」という）にて耐震安全性に係る評価結果を示す。なお、既に設工認の耐震評価を行い、補強等の工事が不要であることを確認している（参考資料2参照）。

- 本文：試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則の改訂に伴う、「最高燃焼度」に係る記載位置の変更（規則の並びとの整合）
- 添付書類五：技術者数等の情報を最新に更新
- 添付書類八：設計の詳細に当たる内容の記載削除（2022年10月31日に認可を受けたHTTRに関する設工認〔2次ヘリウム循環機回転数制御装置の更新〕に係る審査内容への対応（1次系、2次系ともに対応）

変更前			変更後		
第 4.3.3 表 1次ヘリウム循環機の設備仕様			第 4.3.3 表 1次ヘリウム循環機の設備仕様		
	中間熱交換器用	1次加圧水冷却器用		中間熱交換器用	1次加圧水冷却器用
形 式	たて型遠心式 動圧ガス軸受型	たて型遠心式 動圧ガス軸受型	形 式	たて型遠心式 動圧ガス軸受型	たて型遠心式 動圧ガス軸受型
台 数	1	3	台 数	1	3
流 量(最大)	約 15 t/h/台	約 15 t/h/台	流 量(最大)	約 15 t/h/台	約 15 t/h/台
昇 圧(最大)	約 79.4 kPa(約 0.81 kg/cm ²)	約 107.9 kPa(約 1.1 kg/cm ²)	昇 圧(最大)	約 79.4 kPa(約 0.81 kg/cm ²)	約 107.9 kPa(約 1.1 kg/cm ²)
最高使用圧力	4.7 MPa[gage](48 kg/cm ² g)	4.7 MPa[gage](48 kg/cm ² g)	最高使用圧力	4.7 MPa[gage](48 kg/cm ² g)	4.7 MPa[gage](48 kg/cm ² g)
最高使用温度	430 °C	430 °C	最高使用温度	430 °C	430 °C
材 料			材 料		
ケーシング	低合金鋼	低合金鋼	ケーシング	低合金鋼	低合金鋼
主 軸	低合金鋼	低合金鋼	主 軸	低合金鋼	低合金鋼
電 動 機			電 動 機		
形 式	かご型誘導電動機	かご型誘導電動機	形 式	かご型誘導電動機	かご型誘導電動機
出 力	約 190 kW	約 260 kW	出 力	約 190 kW	約 260 kW
回 転 数(可変)	約 3,000~12,000 rpm	約 3,000~12,000 rpm	回 転 数(可変)	約 3,000~12,000 rpm	約 3,000~12,000 rpm
周波数変換器の形式	サイリスタインバータ	サイリスタインバータ			
フィルタ			フィルタ		
形 式	焼結金属型	焼結金属型	形 式	焼結金属型	焼結金属型
材 料	オーステナイト系 ステンレス鋼	オーステナイト系 ステンレス鋼	材 料	オーステナイト系 ステンレス鋼	オーステナイト系 ステンレス鋼

- 添付書類十一：品質管理に必要な体制を、最新の保安規定に合わせて更新

原子炉設置変更許可申請書の本文及び添付書類八における耐震設計方針の記載

- ・ Sクラスの施設は、基準地震動による地震力に対して安全機能が保持できる設計とする。また、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力におおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられる設計とする。なお、基準地震動及び弾性設計用地震動による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。
- ・ Bクラス施設のうち、共振のおそれのある施設については、弾性設計用地震動に2分の1を乗じた地震力によりその影響についての検討を行う。
- ・ 耐震重要施設が、耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設の波及的影響によって、その安全機能を損なわない設計とする。
- ・ 耐震重要施設については、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが適切な地震動、即ち添付書類六「5. 地震」に示す基準地震動による地震力に対して、安全機能が損なわれることがないように設計する。

基準地震動Ss-6の追加に伴う耐震安全性評価結果の概要

・許可段階における後段規制の成立性確認の観点から、基準地震動Ss-6の追加に伴う耐震安全性評価を既認可の設工認（原規規発第2104086号）と同じ計算方法で評価した結果の概要を以下に示す。なお、Ss-6による計算結果は、既認可における設工認の評価結果と比較し、大きくなる箇所、小さくなる箇所、ほぼ変わらない箇所と部位により様々であるが、ここでは計算値が大きくなる箇所の代表例を示す。

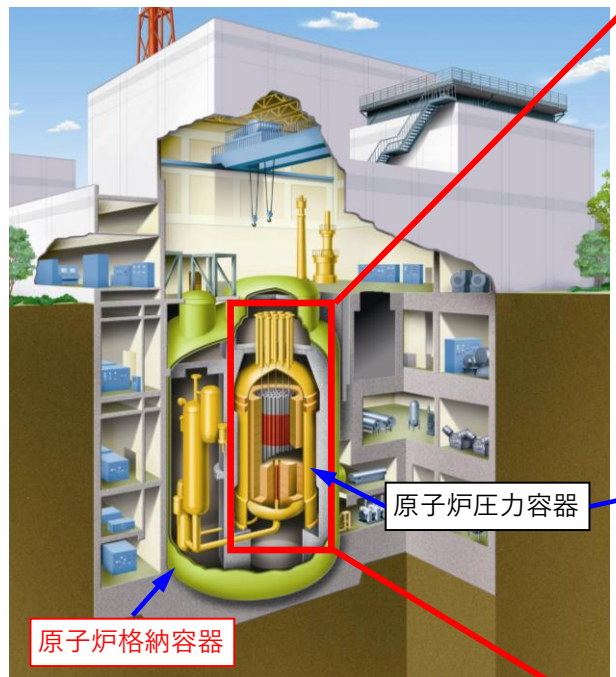
【Ss-6の追加により発生応力が大きくなる設備】

⇒Ss-6の特徴である鉛直方向の短周期側（0.05秒前後）の地震力の増加の影響を受けている設備（例：事故時ガンマ線エリアモニタ（固有周期0.044秒）についても、許容値を満足していることを確認した。

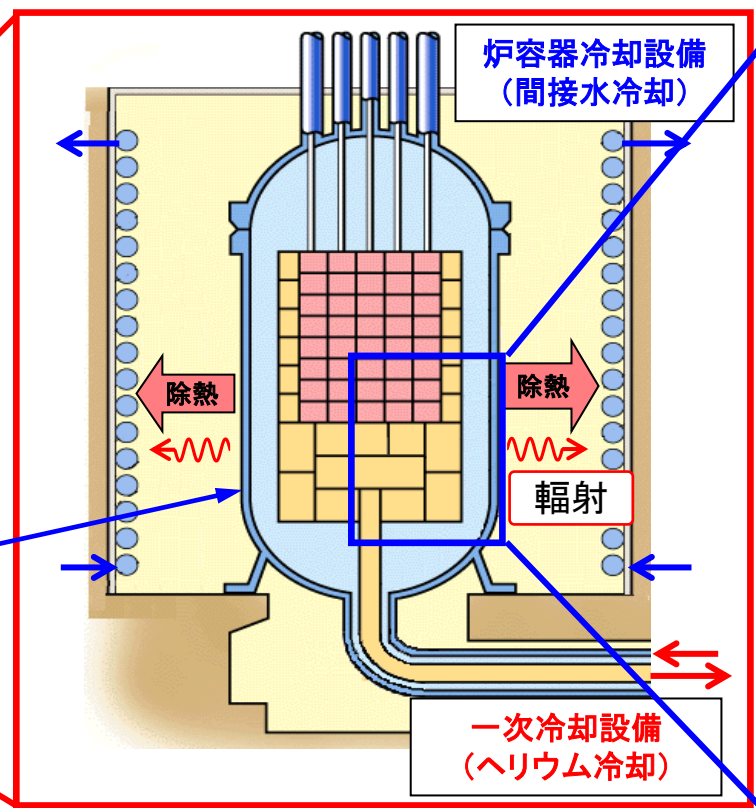
設備名称	耐震分類	発生応力(MPa)		増加率	許容値 (MPa)	裕度 (許容値/発生値)
		既認可	Ss-6			
炉内構造物：高温プレナムブロック キー結合用ブロック(周辺ブロック):キーの純せん断	Bクラス	0.5	0.7	40%	7.8	11.14
炉内構造物：拘束バンド(下2段)引張材(アタッチメント)		118	181	53%	365	2.02
事故時ガンマ線エリアモニタ検出器（原子炉格納容器内）	Sクラス	5	6	20%	152	25.33
炉容器冷却設備 側部パネル主管入口管台(N-4)	Bクラス	8	26	225%	378	14.54
原子炉格納容器 貫通部配管P118その2(CV外)		49	90	84%	232	2.58

【耐震裕度が少ない設備（既認可において裕度が小さい設備を含む）】

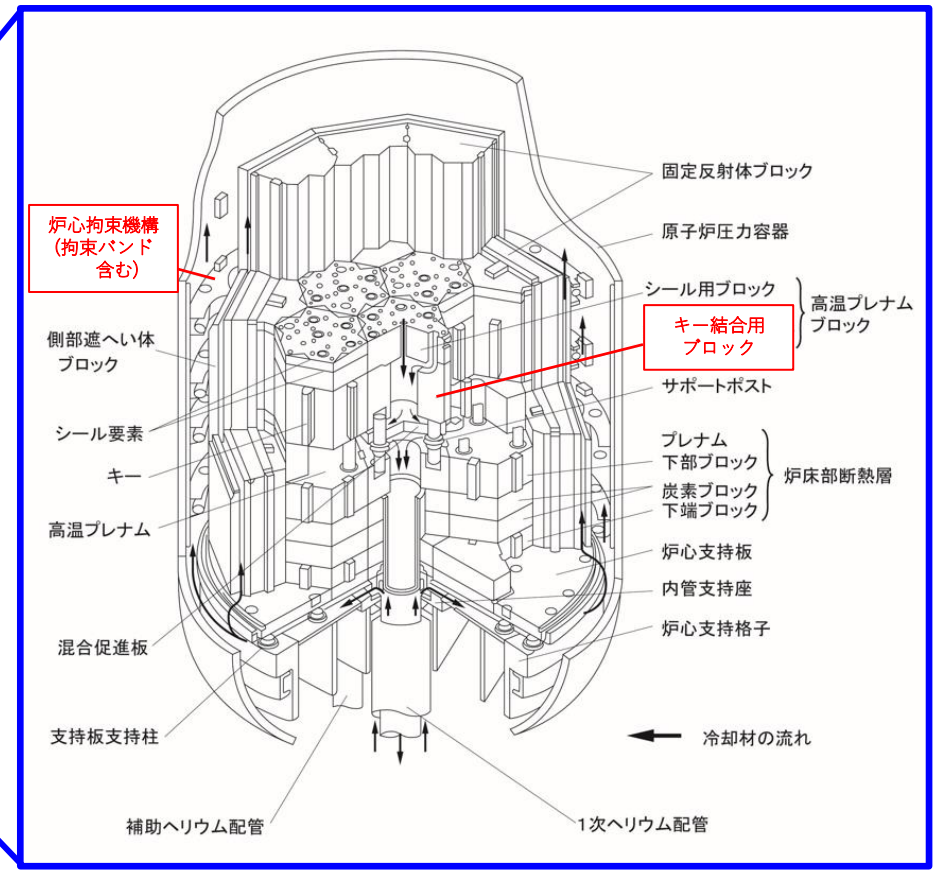
設備名称	耐震分類	発生応力(MPa)		増加率	許容値 (MPa)	裕度 (許容値/発生値)
		既認可	Ss-6			
炉内構造物：高温プレナムブロック キー結合用ブロック(周辺ブロック)：膜+曲げ+ピーク	Bクラス	3.0	3.4	13%	3.5	1.03
1次ヘリウム配管（単管）原子炉压力容器安全弁配管 ティー	Sクラス	98	101	3%	102	1.01



HTTR鳥瞰図



原子炉圧力容器周辺の原子炉冷却系統 (概略)



炉内構造物の概略