

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震建物 20 R1
提出年月日	令和 3 年 3 月 9 日

耐震設計の基本方針に関する補足説明資料

Ⅲ 耐震性に関する説明書

Ⅳ 耐震性に関する説明書

洞道の設工認申請上の取り扱いについて

目 次

1. 概要	1
2. 対象施設の設工認申請上の取り扱い	2
2.1 設工認申請対象洞道	2
2.2 洞道の設工認申請上の取り扱い	3
3. 洞道の要求機能と要求機能に対する耐震評価方針	5
3.1 洞道の要求機能	5
3.2 支持機能	5
3.3 遮蔽性	6
3.4 洞道の耐震安全性に関する整理	7

1. 概要

洞道については、要求機能として通常の土木構造物にはない遮蔽性が求められるものがあることから、既設工認では耐震クラスが設定された「建物・構築物」として整理する一方、施設の構造上の特徴を踏まえて土木構造物に準じた評価を行い認可を受けている。また、事業変更許可において、変更申請対象の全ての洞道は、原子力発電所耐震設計技術指針 4601-1987（（社）日本電気協会）（以下、「JEAG4601-1987」という。）に示されている「屋外重要土木構造物」の特徴である、「①重要度の高い機器を支持する構造物であること」、「②主として地中構造物であること」、「③長大な構造物であること」の全てに該当することから、「屋外重要土木構造物である洞道」と記載しているが、既設工認との整合の観点から「構築物（洞道）」とも示している。

本資料は、洞道の申請上の扱い、要求機能、要求機能に応じた耐震評価方針等について整理したものである。本資料の適用範囲は、再処理施設及びMOX燃料加工施設の添付書類「耐震性に関する説明書」とする。

2. 対象施設の設工認申請上の取り扱い

2.1 設工認申請対象洞道

設工認申請対象洞道の一覧を第 2.1-1 表に示す。

設工認申請対象洞道は、建屋間を連結する鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」及び「加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」における耐震重要度分類に基づく S クラス施設等を間接的に支持している。また、一部の洞道については遮蔽性の維持が求められており、それらの洞道については、耐震重要度分類に基づく S クラス施設、B クラス施設及び C クラス施設に分類されている。

第 2.1-1 表 設工認申請対象洞道一覧

施設区分	名称	耐震クラス			
		今回設工認		既設工認	
		洞道	内蔵設備	洞道	内蔵設備
再処理施設	分離建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋間洞道	S	S	A	As
	精製建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋間洞道	B	S	B	As
	高レベル廃液ガラス固化建屋/第1ガラス固化体貯蔵建屋間洞道	B	S	B	A
	分離建屋/精製建屋/ウラン脱硝建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/ 低レベル廃液処理建屋/低レベル廃棄物処理建屋/分析建屋間洞道	B	S	B	A
			B		B
	精製建屋/ウラン脱硝建屋間洞道	B	B	B	B
	前処理建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/ハル・エンドピース貯蔵建屋間洞道	B	B	B	B
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料輸送容器管理建屋（除染エリア）間洞道	B	B	B	B
	ウラン脱硝建屋/ウラン酸化物貯蔵建屋間洞道	B	B	B	B
	低レベル廃棄物処理建屋/第2低レベル廃棄物処理建屋間洞道	C	C	C	C
	低レベル廃棄物処理建屋/チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋間洞道	C	C	C	C
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔 A 基礎間洞道	—	S	—	As
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔 B 基礎間洞道	—	S	—	As
	前処理建屋/分離建屋/精製建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋/ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/制御建屋/非常用電源建屋/ 冷却水設備の安全冷却水系/主排気筒/主排気筒管理建屋間洞道	—	S	—	As
					A
MOX燃料加工施設	貯蔵容器搬送用洞道	B	B	B	B

2.2 洞道の設工認申請上の取り扱い

設工認申請対象洞道は、建屋間を連結する鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、Sクラス施設等の間接支持構造物である。

JEAG4601-1987においては、屋外重要土木構造物の特徴として、第2.2-1図に示すとおり、「①重要度の高い機器を支持する構造物であること。」、「②主として地中構造物であること。」及び「③長大な構造物であること。」という内容が示されており、これらの特徴は洞道にも共通する特徴である。

また、耐震設計に係る工認審査ガイド（以下、「工認審査ガイド」という。）においては、第2.2-2図に示すとおり、「土木構造物」は「規制基準における建物・構築物のうちの屋外重要土木構造物及びその他の土木構造物」と整理され、また、「屋外重要土木構造物」については、「耐震安全上重要な機器・配管系の間接支持機能、もしくは非常時における海水の通水機能を求められる土木構造物」とされている。洞道は工認審査ガイドにおける屋外重要土木構造物と同様に、「耐震安全上重要な機器・配管系の間接支持機能」の維持が求められる施設である。

以上のとおり、設工認申請対象洞道は、JEAG4601-1987及び工認審査ガイドにおける「屋外重要土木構造物」と共通する特徴を有する構造物であることから、設工認申請上の取り扱いとして「屋外重要土木構造物（洞道）」として整理する。

洞道の耐震評価に当たっては、工認審査ガイドにおける「5.土木構造物に関する事項」に適合することを基本とし、洞道に要求される機能に応じた追加検討が必要なものについては、別途検討することとする。洞道の要求機能及び要求機能に対する耐震評価方針について次章に示す。

4.4.2 考慮すべき事項

(1) 地震の影響

耐震設計に当たっては、対象とする構造物が

- ① 重要度の高い機器を支持する構造物であること。
- ② 主として地中構造物であること。
- ③ 長大な構造物であること。

を勘案し、一般に以下に示す地震の影響を考慮しなければならない。

第2.2-1図 JEAG4601-1987における屋外重要土木構造物に関する記述
(引用：JEAG4601-1987（抜粋・一部加筆）)

- ③ 本ガイドにおいて対象とする施設（以下「施設」という。）は、軽水型原子炉及びその附属施設とする。本ガイドにおいて施設は、建物・構築物、機器・配管系及び土木構造物並びに津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備から構成されるものとする。
- ④ 本ガイドにおいて「土木構造物」とは、規制基準における建物・構築物のうちの屋外重要土木構造物及びその他の土木構造物をいう。ここで、屋外重要土木構造物とは、耐震安全上重要な機器・配管系の間接支持機能、もしくは非常時における海水の通水機能を求められる土木構造物であり、非常用取水設備に関連する海水ポンプ基礎、海水管ダクト等を対象とする。その他の土木構造物としては、復水器冷却水取放水設備、タンク基礎、電気・機器・配管基礎等を対象とする。
- また、本ガイドにおいて「建物・構築物」とは、規制基準における建物・構築物のうち、本ガイドにおける「土木構造物」を除いたものをいう。

第 2.2-2 図 工認審査ガイドにおける土木構造物に関する記述
(引用：工認審査ガイド（抜粋・一部加筆）)

3. 洞道の要求機能と要求機能に対する耐震評価方針

3.1 洞道の要求機能

洞道は、Sクラス施設等の間接支持構造物であり、また、一部の洞道については遮蔽性の維持が要求されることを考慮し、その要求機能については、想定する地震動に対して次のように設定する。

①支持機能：Sクラス施設等の間接支持する機能を損なわないこと

②遮蔽性：遮蔽体の損傷により遮蔽性を損なわないこと

上記機能維持については、必ずしも同一の評価基準を満足することで確認できるものではないことから、以下のとおり、要求機能ごとに条件を整理し、基本となる評価内容及び要求機能を踏まえた追加検討内容について定める。

3.2 支持機能

支持機能については、洞道が間接支持する機器・配管系による耐荷性能を維持できることと同義であることから、構造物が終局状態に至らないことを目標性能とする。

目標性能を満足するかの確認に当たっては、被支持設備の耐震重要度等に応じた地震動に対して構造強度を有することを確認することとし、工認審査ガイドにおける「5. 土木構造物に関する事項」に準じた評価を実施する。後次回申請において耐震評価結果を示す洞道は、Sクラス施設の間接支持構造物であることから、耐震評価については工認審査ガイドにおける「5.6 基準地震動 S_s による地震力に対する耐震設計」に準じた評価を実施する。

したがって、目標性能に対応した許容限界として、曲げについては限界層間変形角または終局曲率、せん断についてはせん断耐力（限界層間変形角、終局曲率及びせん断耐力の許容限界に対しては妥当な安全余裕を持たせる）を設定する。

3.3 遮蔽性

遮蔽性については、遮蔽体の損傷により遮蔽性を損なうことがないよう、構造強度（遮蔽体の形状及び厚さ）を確保することにより維持できる設計とする方針であることから、構造物が終局状態に至らないことを目標性能とする。

目標性能を満足するかの確認に当たっては、洞道の耐震重要度に応じた地震動に対して構造強度を有することを確認することとする。後次回申請において耐震評価結果を示す洞道は、Sクラス施設に分類される洞道であることから、耐震評価については工認審査ガイドにおける「2.1 耐震設計の基本方針」のSクラス施設に係る確認事項に準じるものとする。

工認審査ガイドにおける「2.1 耐震設計の基本方針」において、Sクラス施設については「①基準地震動 S_s による地震力に対してその安全機能が保持できるよう設計していること」、「②弾性設計用地震動 S_d 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いておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えるよう設計していること」の2点が要求されている。

①に関しては、屋外重要土木構造物については「基準地震動 S_s による地震力に対する安全機能保持を確認することとし、5.6 を満足していること」とあることから、工認審査ガイドにおける「5.6 基準地震動 S_s による地震力に対する耐震設計」に準じた評価を実施する。

また、②に関しては、「建物・構築物については3.7、機器・配管系については4.7を満足していること」とあり、屋外重要土木構造物については示されていない。よって、洞道の弾性設計用地震動 S_d による地震力に対する評価については、工認審査ガイドにおける「3.7 弾性設計用地震動 S_d による地震力・静的地震力に対する耐震設計」に準じた評価を実施する。

したがって、目標性能に対応した許容限界として、基準地震動 S_s による地震力に対する耐震評価においては、曲げについては限界層間変形角または終局曲率、せん断についてはせん断耐力（限界層間変形角、終局曲率及びせん断耐力の許容限界に対しては妥当な安全余裕を持たせる）を設定する。構造物のせん断については、せん断破壊が脆性的な破壊形態を示すことから、せん断耐力に至るまでは部材を貫通するような顕著なひび割れは発生しないと判断し、終局状態に至らないことを目標性能とする。

また、弾性設計用地震動 S_d による地震力に対する耐震評価においては、目標性能に対応した許容限界として、許容応力度を設定する。

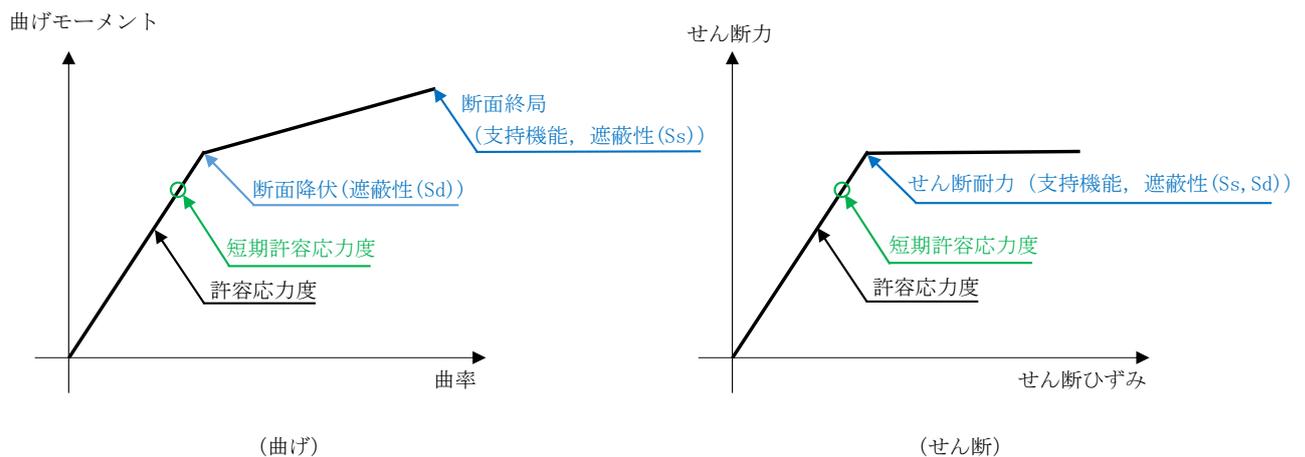
3.4 洞道の耐震安全性に関する整理

洞道の支持機能に対しての許容限界は、曲げ及びせん断ともに終局限界とする。また、遮蔽性に対しての許容限界は、基準地震動 S_s による地震力に対しては曲げ及びせん断ともに終局限界とし、弾性設計用地震動 S_d による地震力に対しては、曲げについては断面降伏、せん断については終局限界とする。

基準地震動 S_s による地震力に対する評価は、いずれの要求機能に対しても終局限界が統一的な許容限界として適用されることとなるが、この許容限界について各種安全係数を考慮することで、終局限界に対し妥当な安全余裕を考慮した設計を行う方針とする。

弾性設計用地震動 S_d による地震力に対する評価は許容応力度法による評価であり、短期許容応力度を許容限界とする場合は、発生応力度が許容限界以下であることを確認することで、終局状態に至らないことは自明であるため、目標性能を満足することができる。各要求機能と許容限界の関係の概念を第 3.4-1 図に示す。

洞道の要求機能及び目標性能の整理表を第 3.4-1 表に、洞道の要求機能一覧を第 3.4-2 表に示す。



第 3.4-1 図 各要求機能と許容限界の関係の概念

第 3.4-1 表 洞道の要求機能及び目標性能の整理表

		洞道に求められる機能	
		①支持機能	②遮蔽性
<u>要求機能</u>		<u>Sクラス施設等を間接支持する機能を損なわないこと</u>	<u>遮蔽体の損傷により遮蔽性を損なわないこと</u>
<u>目標性能</u>		<u>部材が終局状態に至らない</u>	<u>部材が終局状態に至らない</u>
	<u>設定理由</u>	<u>Sクラス施設等の支持機能は、構造強度の確保により維持できる設計とすることから、終局状態に至らないことを目標性能とする。</u>	<u>遮蔽性は、構造強度の確保により維持できる設計とすることから、構造物が終局状態に至らないことを目標性能とする。</u>
<u>限界状態</u>		<u>【基準地震動 Ss】 終局耐力を下回る</u>	<u>【基準地震動 Ss】 終局耐力を下回る 【弾性設計用地震動 Sd】 曲 げ：断面降伏に至らない せん断：終局耐力を下回る</u>
<u>主な 照査指標・ 許容限界</u>	<u>曲げ</u>	<u>【基準地震動 Ss】 層間変形角<限界層間変形角</u>	<u>【基準地震動 Ss】 層間変形角<限界層間変形角 【弾性設計用地震動 Sd】 発生応力度<許容応力度</u>
	<u>せん断</u>	<u>【基準地震動 Ss】 発生せん断力<せん断耐力</u>	<u>【基準地震動 Ss】 発生せん断力<せん断耐力 【弾性設計用地震動 Sd】 発生応力度<許容応力度</u>

第 3.4-2 表 洞道の要求機能一覧

施設区分	名称	耐震クラス		要求機能	
		洞道	内蔵設備	① 支持機能	② 遮蔽性
再処理施設	分離建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋間洞道	S	S	○	○
	精製建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋間洞道	B	S	○	○
	高レベル廃液ガラス固化建屋/第1ガラス固化体貯蔵建屋間洞道	B	S	○	○
	分離建屋/精製建屋/ウラン脱硝建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/ 低レベル廃液処理建屋/低レベル廃棄物処理建屋/分析建屋間洞道	B	S	○	○
			B		
	精製建屋/ウラン脱硝建屋間洞道	B	B	○	○
	前処理建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/ハル・エンドピース貯蔵建屋間洞道	B	B	○	○
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料輸送容器管理建屋（除染エリア）間洞道	B	B	○	○
	ウラン脱硝建屋/ウラン酸化物貯蔵建屋間洞道	B	B	○	○
	低レベル廃棄物処理建屋/第2低レベル廃棄物処理建屋間洞道	C	C	○	○
	低レベル廃棄物処理建屋/チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋間洞道	C	C	○	○
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔A基礎間洞道	=	S	○	=
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔B基礎間洞道	=	S	○	=
前処理建屋/分離建屋/精製建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋/ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/制御建屋/非常用電源建屋/ 冷却水設備の安全冷却水系/主排気筒/主排気筒管理建屋間洞道	=	S	○	=	
MOX燃料加工施設	貯蔵容器搬送用洞道	B	B	○	○