

性能規定における耐震重要度分類の必要性

2004年5月10日

今野孝昭

原子炉施設の地震時の炉心状態の健全性(止める、冷やす)および放射線防護の健全性(閉じ込める)を確保するための耐震性能を規定した場合は、下記の理由から安全機能の重要度分類があれば十分であり、耐震重要度分類があることは混乱を招くので廃止した方がよい。

- ・ 性能規定により原子炉施設の耐震性能を規定する場合、原子炉施設の安全機能の地震時に維持すべき性能を多重防護の考え方により規定することになる。
- ・ 安全機能の地震時に維持すべき性能は、炉心状態の健全性および放射線防護の健全性を多重防護の考え方を踏まえて確保するための性能である。
- ・ 炉心状態の健全性および放射線防護の健全性は、多重防護の考え方により想定される地震時の異常事象終息シナリオを解析評価することにより確認される。
- ・ 地震時の異常事象終息シナリオの解析評価に必要なイベントツリー、フォールトツリーは安全機能の重要度分類に基づいて作成される。
- ・ 即ち、多重防護の考え方により想定される地震時の異常事象終息シナリオを地震力の大きさを変化させた場合に対して解析評価することにより地震力の大きさに応じた炉心状態の健全性および放射線防護の健全性が確認され、耐震重要度分類がなくても耐震性能の確認に支障はない。
- ・ また、S2地震動に対しては機能維持要求であり、構造強度要求の規定である耐震重要度分類は存在意義が薄い。

耐震重要度分類の短所

- ・ 耐震重要度分類は安全機能の健全性を保障するものとしての構造強度の健全性を耐震重要度の高いものほど大きな地震力に耐えるように規定しようとするものであるが、構造強度の健全性が安全機能の健全性を保障しているかどうかは、直接的にはわからない。
- ・ 安全機能を有する施設の構造は安全機能の特性に応じた構造特性を有しており耐震重要度分類が同じでもその構造強度がすべて同じになることは実際にはあり得ない。
- ・ それ故、耐震重要度分類を何段階かで規定した場合、地震力が大きくなるに従い耐震重要度の低い施設の安全機能はすべて喪失したものとして安全性を考えなければならず、過度の保守性を要求することになる。

シナリオ	1. 原子炉建屋	2. 燃料建屋	3. 圧入建屋	4. 炉心建屋	5. 廃止炉心建屋(注1)	6. 廃止炉心建屋(注2)	7. 廃止炉心建屋(注3)	8. 廃止炉心建屋(注4)	9. 炉心建屋
シナリオA (注1) 地震発生後	炉心建屋	燃料建屋	圧入建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋
シナリオB (注2) 地震発生後	炉心建屋	燃料建屋	圧入建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋

図3.1 S2地震発生後の事故終息シナリオのイベントツリー図 (BWR)

BWR S2 地震後の終息シナリオ

シナリオ	1. 原子炉建屋	2. 燃料建屋	3. 圧入建屋	4. 炉心建屋	5. 廃止炉心建屋(注1)	6. 廃止炉心建屋(注2)	7. 廃止炉心建屋(注3)	8. 廃止炉心建屋(注4)	9. 炉心建屋
シナリオA (注1) 地震発生後	炉心建屋	燃料建屋	圧入建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋
シナリオB (注2) 地震発生後	炉心建屋	燃料建屋	圧入建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋

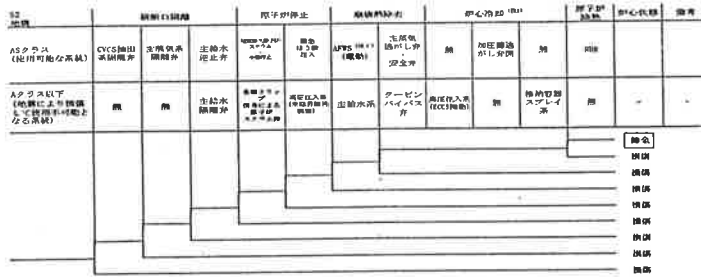
図3.2 S1地震発生後の事故終息シナリオのイベントツリー図 (BWR)

BWR S1 地震後の終息シナリオ

シナリオ	1. 原子炉建屋	2. 燃料建屋	3. 圧入建屋	4. 炉心建屋	5. 廃止炉心建屋(注1)	6. 廃止炉心建屋(注2)	7. 廃止炉心建屋(注3)	8. 廃止炉心建屋(注4)	9. 炉心建屋
シナリオA (注1) 地震発生後	炉心建屋	燃料建屋	圧入建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋
シナリオB (注2) 地震発生後	炉心建屋	燃料建屋	圧入建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋	炉心建屋

図3.3 S3地震発生後の事故終息シナリオのイベントツリー図 (BWR)

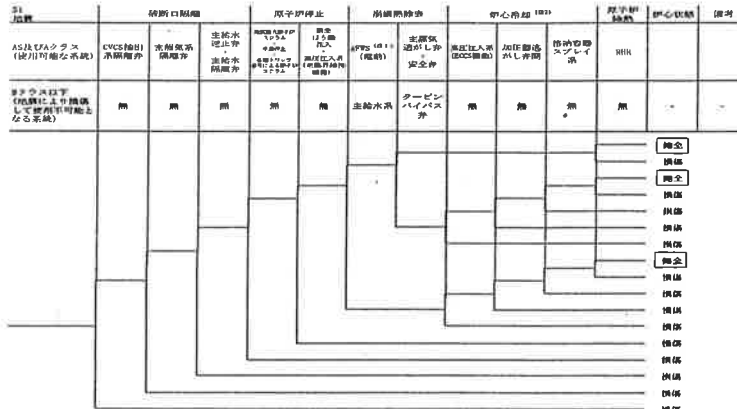
BWR SB 地震後の終息シナリオ



(注1) 水筒は、復水ビッドのみ。電線は、非常用DG。
 (注2) 減圧注入系及び格納容器スプレイ系 (サンプ水冷却のために必要) は、Aクラスであるため、AFPS及び加圧器がし弁・安全弁による崩壊熱除去に失敗した場合には、炉心保護となる。

図3.1 S2地震発生後の事故終息シナリオのイベントツリー図 (PWR)

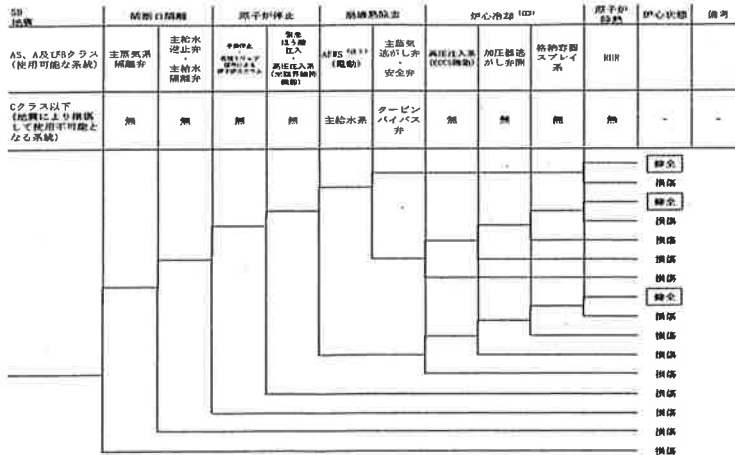
PWR S2 地震後の終息シナリオ



(注1) 水筒は、復水ビッドのみ。電線は、非常用DG。
 (注2) 「フィールドアンドブリー」運転による崩壊熱除去機能。格納容器スプレイ系はサンプ水冷却のために必要。電線は、非常用DG。

図3.2 S1地震発生後の事故終息シナリオのイベントツリー図 (PWR)

PWR S1 地震後の終息シナリオ



(注1) 水筒は、復水ビッドのみ。電線は、非常用DG。
 (注2) フィールドアンドブリー」運転による崩壊熱除去機能。格納容器スプレイ系はサンプ水冷却のために必要。電線は、非常用DG。

図3.3 SB地震発生後の事故終息シナリオのイベントツリー図 (PWR)

PWR SB 地震後の終息シナリオ

安全重要度分類		耐震重要度分類		施設例	
機能	分類	機能別分類	クラス		
原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	PS-1	原子炉冷却材圧力バウンダリ	As/A	RPV	
過剰反応度の印加防止機能					制御棒カップリング
炉心形状の維持機能				炉心支持構造物	
原子炉の緊急停止機能	MS-1	原子炉緊急停止のため急激に負の反応度を付加するための設備及び原子炉の停止状態を維持する設備（以下、①と記載）		制御棒	
未臨界維持機能				制御棒, SLC	
原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能				逃がし安全弁（安全弁機能）	
工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能				中性子束地震加速度	
原子炉停止後の除熱機能				RHR	
炉心冷却機能				RHR	
放射性物質の閉じ込め機能				PCV	
放射線の遮へい及び放出低減機能				原子炉建屋	
安全上特に重要な関連機能			非常用DG等の補助設備	非常用D/G	
原子炉冷却材を内蔵する機能 （原子炉冷却材圧力バウンダリから除外されている計装等の小口径のもの及びバウンダリに直接接続されていないものは除く）	PS-2	原子炉冷却材圧力バウンダリに直接 ^{（接続）} されていて、一次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵し得る設備	B	主蒸気系	
原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって放射性物質を貯蔵する機能				放射性廃棄物処理系	
燃料を安全に取り扱う機能				燃料交換器	
安全弁及び逃し弁の吹き止り機能	MS-2	①	S2機能維持	逃がし安全弁	
燃料プール水の補給機能		耐震Aクラス その他の設備	A	燃料プール水補給	
放射性物質放出の防止機能		②	B	オフガス系隔離弁	
事故時のプラント状態把握機能		①	As/A	原子炉圧力	
正常状態の緩和機能			As	加圧器逃し弁手動	
制御室外からの安全停止機能			As	制御室外停止装置	
原子炉冷却材保持機能(PS-1, 2外)	PS-3	放射性物質内蔵設備(As~B以外)③	C	資料採取系配管	
原子炉冷却材の循環機能		炉反応度制御設備(As~B以外)		原子炉再循環ポンプ	
放射性物質の貯蔵機能		②③	B/C	液体廃棄物処理系	
電源供給機能（非常用を除く）		放射線安全に関係しない設備	C	主タービン	
プラント計測・制御機能（安全保護機能を除く）				・炉反応度制御設備(As~B以外)	原子炉制御系計装
プラント運転補助機能				・放射線安全に関係しない設備	補助ボイラ
FPの原子炉冷却材中への放散防止機能			-		
原子炉冷却材中の浄化機能		-			
原子炉圧力の上昇の緩和機能	MS-3	放射線安全に関係しない設備	C	逃がし安全弁	
出力上昇の抑制機能		炉反応度制御設備(As~B以外)		原子炉再循環制御	
原子炉冷却材の補給機能				制御棒駆動水圧系	
緊急対策上重要なもの		放射線安全に関係しない設備		緊急時対策所	