

＜大飯3・4号機のストレステスト評価における議論のポイントと考え方＞

	項目	議論のポイント	保安院の考え方
地震	格納容器の耐震裕度	格納容器について、どのように耐震裕度を確認したのか。	一次評価では炉心損傷前を対象としているため放射性物質の閉じ込め機能については確認していないが、格納容器の耐震壁及びドーム部が損傷することによる他の設備への波及的影響の有無を把握する観点から、関西電力は構造強度解析を実施しており、基準地震動に対して2倍の裕度があることを保安院は評価手法の妥当性を含めて審査で確認した。
	制御棒挿入性の評価	制御棒の挿入時間については、基準地震動の1.8倍を超える地震動における評価はなされていないのではないか。	過去にJNESが実施した起震機を利用した制御棒挿入試験により、設計に用いる地震動を大きく超えるような地震動（基準地震動の2倍を超える約1,560ガルの地震動）に対して制御棒が2.2秒程度で全挿入されることを確認済み。
	支持構造物を耐震評価の対象外とした理由	基礎ボルト等支持構造物を評価対象から除外しているが、これらに変形した場合、設備・機器の安全性が保てないのではないか。	評価対象から除外している支持構造物については、過去にJNES等が配管支持構造物等を対象に実施した実証試験や今回のストレステストにおいて関西電力が基礎ボルト等を対象に実施した解析等により、2倍以上の裕度があることを保安院は評価手法の妥当性を含めて審査で確認した。
	建屋の非線形性について	建屋の非線形性（建屋に入力する地震動と各階の機器への影響に比例関係が成り立たないこと）については考慮しなくて良いのか。	建屋の非線形性の有無については、ストレステスト意見聴取会における委員の指摘も踏まえ、関西電力が解析を実施し、大飯3／4号では建屋の非線形性がストレステスト評価に顕著な影響を及ぼさないことを保安院は評価手法の妥当性を含めて審査で確認した。
	許容値の考え方	今回のストレステストでは、設計上の許容値以上の値まで耐力があるとして裕度が評価されている。耐力が過大評価されているのではないか。	今回のストレステストでは、設計上の許容値が、物理的破断等が発生する最終的な耐力に比べて余裕をもって設定されている場合については、技術的に説明が可能な範囲において、設計上の許容値以上に耐力があるものとして裕度を評価しても良いこととしている。保安院では、このような考え方が適用されている場合、その適切性についてひとつひとつ審査で確認した。なお、こうした評価方法については、原子力安全委員会から指摘を受け、保安院が定めたストレステスト実施手法に記載している。
	建屋の許容値の信頼性について	原子炉建屋のひずみについて、耐震バックチェックにおける許容値より緩い値を用いて（より耐力があるものとして）評価しているが、信頼性が低いのではないか。	今回のストレステストでは、建屋の機能のうち、倒壊による安全上重要な設備への影響の防止や、支持機能の保持が可能と判断できる基準値が用いられている。大飯3／4号については基準地震動の1.8倍に対して当該基準値を満足することを関西電力が確認しており、保安院はこの結果について評価手法の妥当性を含めて審査で確認した。
	防護措置の成立性（空冷式非常用発電装置）	追加設置した空冷式非常用発電装置について、津波を避けて高台に置くことが必ずしも安全になるとは限らず、距離が遠くなることや高い位置にあることで、耐震性や地震による地盤の変形・破壊やその他の要因による機能喪失の可能性が相対的に増すことも考慮すべきである。	空冷式非常用発電装置の設置場所である原子炉建屋背面道路について、関西電力は、盤面に相当の強度を有しており支持性が確保されていることを確認し、また、当該道路の背後斜面については、解析により、基準地震動に対して2倍以上の余裕を有し安定性は確保されていると評価しており、保安院はこの結果について評価手法の妥当性を含めて確認した。
地割れによる機能喪失について	地割れによる原子炉建屋などの損傷や機能損失についてどのように評価するのか。	敷地内に断層がある場合、その最新の活動時期、震源として想定している活断層との構造的な連続性に関して、耐震バックチェックにおける最新の知見を踏まえて評価を実施していくこととしている。大飯発電所については、敷地付近に断層等があるが、既に保安院の審議会において専門家により活動性はないと評価されている。今後新たな知見が得られればそれらを考慮していく。	

	項目	議論のポイント	保安院の考え方
経年劣化事象	過去にひび割れが観測された部分の対応状況等	大飯3号機では、2008年に原子炉圧力容器一次冷却水出口の溶接部に深さ20ミリを超えるひび割れが観測され、74ミリ厚の配管を53ミリまで削って運転を再開した。この劣化箇所が現在どのような状態になっているか。また、類似箇所での健全性評価はどのようになされているか。	当該部位については、2009年度の定期検査において、研削した部位を溶接で埋め戻し、さらにその後、内面全周をより耐食性に優れたニッケル基合金で溶接する工事が完了している。また、当該部位との類似部位としては、高温となり、耐食性に劣る在来型のニッケル基合金を使用している「原子炉容器出口管台」「蒸気発生器入口管台」「加圧器管台」があるが、これらについては、ひび割れの発生を防止するための対策（材料の表面処理など）が完了している。
	現時点での管理状態の確認	保安院のストレステスト実施計画書には、「評価は、報告時点以前の任意の時点の施設と管理状態を対象に実施する」と記載されている。任意の時点で良いとした場合、例えば、建設時点の新品状態の安全裕度を評価するなど、事業者の都合が良い時点を採用されることも考えられるのではないかと。	ストレステストでは緊急安全対策実施後の状態を評価することとしている。大飯3/4号については、平成23年10月1日時点で評価され、その時点での経年変化も考慮されており、建設時点の新品状態での安全裕度の評価が実施されているわけではない。
	経年変化の影響	これまで経年劣化が認められていないため、経年劣化に関する評価は不要であるとする考えは、安全確保の観点からは不適当ではないかと。	関西電力においては、これまでの経年劣化に関する科学的知見や保全実績を踏まえ、劣化を考慮する必要がないものや、材質の変更などの対策をとったものは経年劣化の考慮対象外としている。そうした検討の結果、関西電力は、主給水配管の減肉事象（配管内面に腐食減肉が発生しており定期的な肉厚計測による管理のもとプラントを運転している）を抽出し、これを折り込んで評価している。こうした考え方は、保安院の審査書に記載されている。
津波	津波に対する評価（火災）	津波による影響について、海面に流出した石油に引火して漂流しているがれきが炎上して長時間にわたって火の海になり、原子炉建屋が火に包まれた場合の評価をすべきである。	大飯発電所については、津波の影響を受ける場所に燃料タンク等は設置されていない。
	津波に対する評価（浸水量評価）	津波による動水圧も考慮すべきと考えるが、例えば、ドアの剛性やシール性能を考慮した浸水量の評価はどのような計算をしたのか。	津波による動水圧については、関西電力からストレステストの報告書が提出された後に、保安院からの指摘を踏まえ、関西電力により再検討がなされたものである。再検討の結果、関西電力は止水性能を考慮せず動水圧を大きめに設定するなど保守的な条件を考慮し、一定の浸水があるものとして評価を行い、11.4mの津波に対して緊急安全対策で冷却に用いられるタービン動補助給水ポンプ等（建屋内に設置）が機能喪失しないことを確認しており、保安院はこの結果について評価手法の妥当性も含めて審査で確認した。
	津波に対する評価（浮遊物の衝突）	津波による影響について、波力だけでなく、大型船舶などの大きな浮遊物が津波で原子炉建屋に衝突した場合の評価をすべきである。	大飯3/4号の建屋は津波の遡上が想定される海岸線から約500m離れており、また、建屋の設置レベルが高さ10m程度と高く、想定した11.4mの津波高さに対して、浸水の深さが1m程度であることから浮遊物による影響は軽微であると考えられる。なお、浸水口付近に駐車場があることを踏まえ、漂流物への防護策を検討するよう保安院が指摘したところ、関西電力が浸水口手前に鋼製門扉を設置する予定であることを確認した。

	項目	議論のポイント	保安院の考え方
実現可能性	緊急対策時の指揮所について	通常の指揮所である緊急時対策所が使用不可となった場合、関西電力は代替場所として中央制御室の空きスペースで指揮を執るとしているが、十分な広さがあるか。	関西電力は指揮を執る代替場所として中央制御室会議室等を使用することとしている。同スペースは108㎡であることや、保安院による現地確認結果から、炉心損傷を防ぐ対策の指揮は可能であると考え。
	台風や大雪等の場合の作業時間	緊急時の作業時間について、台風や大雪の場合は作業時間が延びるのではないか。また、作業中に大きな余震が起きたらどうなるのか。	最も時間を要する作業は復水ピットへの海水給水のための準備（準備完了は事象発生から約11.5時間後）であるが、同ピットに存在する淡水が全てなくなり給水が必要になるまでの時間（約18.7時間）に対して余裕があり、台風や大雪等の過酷な天候や余震等による作業の一時中断等が発生する可能性を考慮しても、対応は可能であると考え。
全交流電源喪失	海水注入による悪影響について	海水は、冷却水としては有効であるが、腐食、流路閉塞、伝熱阻害などの影響が考えられる。特に蒸気発生器2次側に海水を注水する場合において、流路閉塞や伝熱阻害の影響が、評価に影響しないことを示してほしい。	海水注入開始後約17日程度は塩が析出しないと評価され、その間に濃度の高くなった塩水の排出など必要な対策を取ることが可能と考える。
	タービン動補助給水ポンプについて	全交流電源喪失発生後にバッテリーが枯渇した場合であってもタービン動補助給水ポンプは作動可能か。	バッテリーが枯渇し直流電源が失われても、既に動作しているタービン動補助給水ポンプを駆動する蒸気の止め弁は閉まらないことから、タービン動補助給水ポンプが止まることはない。
その他	共通要因故障等の影響評価	ヒューマンファクターや機器の故障による影響も踏まえ評価すべき。福島原発事故を踏まえ、過酷事象として、配管破断などの事故と地震の重畳について設計上考慮すべき。	ストレステストでは、現場職員の教育・訓練や人的配置も踏まえ、事業者のとした対策の実効性を評価している。配管破断と地震の重畳に関する評価の必要性については、プラントの特性に合わせて評価する必要がある。大飯3/4号については、基準地震動の1.8倍までは、評価に影響を与えるような配管破断が発生するとは認められない。
	評価値の意味	ストレステストは、地震と津波に対して「理想的な条件の下で最大どこまでもつか」ということを示したもので、一定の条件下で相対的にどこをより改善すべきかを示しているだけであるから、例えば1.8倍などという数値の絶対値そのものは意味がないと考えるがどうか。	ストレステストにおいては、複数号機が同時に被災し、かつ外部からの支援もないなど厳しい条件を仮定して評価を行っている。また、人的配置や訓練の状況にも着目して対策の実現可能性を評価しており、その結果である安全裕度の値は安全向上策等に対する評価値として意味を有すると考える。