

目 次

第1章	はじめに	4頁
第2章	本件原子力発電所の安全性	4頁
第1	本件原子力発電所の安全確保対策の概要	4頁
第2	事故防止対策(多重防護の考え方に基づく設計等)	5頁
(1)	異常の発生を未然に防止するための対策(異常発生防止対策)	7頁
ア	自己制御性を有する原子炉の採用	7頁
イ	余裕のある安全設計	8頁
ウ	原子炉出力, 1次冷却材圧力等の監視, 制御	8頁
エ	誤動作や誤操作による影響を防止する設計	9頁
(2)	異常の拡大及び事故への発展を防止するための対策(異常拡大防止対策)	9頁
ア	異常の早期検知が可能な設計	10頁
イ	原子炉を安全に「止める」設計	10頁
ウ	原子炉停止後の冷却手段の確保	11頁
(3)	周辺環境への放射性物質の異常な放出を防止する対策(放射性物質異常放出防止対策)	13頁
ア	原子炉を「冷やす」設計	13頁
イ	放射性物質を「閉じ込める」設計	14頁
ウ	工学的安全施設が機能する具体的場面(LOCA)	15頁
(4)	安全性維持・向上のための継続的活動	17頁
(5)	小括	18頁
第3章	福島第一原子力発電所の事故を踏まえた安全対策の強化	18頁
第1	福島事故の発生	18頁
第2	安全対策の強化	19頁
1	地震・津波に対する対策の見直し・強化	19頁

2	事故防止対策の強化	21頁
	(1)火災防護対策の強化	21頁
	(2)地震での機器破損による浸水の防止	21頁
	(3)電源への対策	21頁
3	炉心の著しい損傷を防止する対策	22頁
4	原子炉格納容器の破損を防止する対策	23頁
5	まとめ	25頁
第4章	おわりに	26頁

第1章 はじめに

被告九州電力は、本件原子力発電所における安全性について平成24年5月17日付「答弁書」第6章で述べた。被告は、本件原子力発電所について、地震や津波等の自然力に対する対策や、設計基準事故（原子炉施設の破損、故障等に起因して放射性物質を環境へ放出するおそれのある事態）の発生を防止するための対策、放射性物質のもつ危険性を顕在化させないための様々な安全確保対策を講じており、本件原子力発電所の安全性は確保されている。したがって、本件原子力発電所において、放射性物質の大量放出等が生じて原告らの人格権等を侵害することは考えられない。

また、被告は、従来からさらに安全性を向上させる観点から、設備面はもちろんのこと、実施体制、手順書類、教育等の運用面も含めて、アクシデントマネジメント策の整備を自主的に行ってきたところであるが、さらに、福島第一原子力発電所事故を契機として、被告は、念には念を入れて、地震、津波等に対する基準を厳格化したほか、火災防護対策の強化・徹底、機器破損による浸水の防止対策を講じるなど、事故防止対策を強化し、更に、恒設及び可搬式の設備（電源設備、注水設備等）を新たに配備するなど、炉心の著しい損傷を防止する対策、原子炉格納容器の破損を防止する対策を講じ、放射性物質の危険性を顕在化させないためのより一層の安全性向上対策を充実させている。

本書面では、第2章において、本件原子力発電所における安全性について改めて述べるとともに、第3章において、被告が福島第一原子力発電所の事故を踏まえて実施した安全対策の強化について述べる。

第2章 本件原子力発電所の安全性

第1 本件原子力発電所の安全確保対策の概要

被告は、本件原子力発電所の安全性を確保し、放射性物質のもつ危険性を顕在化させないようにするため、本件原子力発電所に係る地盤、地震、津波

等の自然的立地条件を十分に把握した上で、その特性を踏まえた設計及び建設を行っており、建設以降も随時、最新の知見等に基づいた評価・検討を行い、安全性が十分確保されていることを確認するなどしている(自然的立地条件に係る安全確保対策)。

また、本件原子力発電所の運転に伴って不可避免的に放出される極めて微量の放射性物質をできるだけ少量に抑えるため、平常運転時の被ばく低減対策を講じるとともに(平常運転時の被ばく低減対策)、事故により放射性物質が周辺環境に異常放出されることを防止するために、多重防護の考え方に基づいた設計を行う等の安全確保対策を講じている(事故防止対策)。そして、こうした安全確保対策においては、本件原子力発電所の原子炉等の安全性を確保するために重要な役割を果たす「安全上重要な設備」について、地震、津波等による共通要因故障(共通要因による安全機能の一斉喪失)を防止した上で、信頼性確保のために、多重性又は多様性及び独立性を考慮した設計としている。

以上のような安全確保対策により、本件原子力発電所の安全性は確保されており、本件原子力発電所において、放射性物質の大量放出等が生じて原告らの人格権等が侵害されることは考えられない。

以下、「事故防止対策(多重防護の考え方に基づく設計等)」について述べる。

第2 事故防止対策(多重防護の考え方に基づく設計等)

原子力発電所の安全確保は、放射性物質のもつ危険性を顕在化させないこと、すなわち、人々に放射線による悪影響を及ぼさないことを基本としている。そのため、被告は、原子力発電所について、基本的に放射性物質を閉じ込める構造とした上で、「人は誤り、機器は故障する」ことを前提に、①異常の発生を未然に防止する(異常発生防止)、②異常の拡大及び事故への発展を防止する(異常拡大防止)、③周辺環境への放射性物質の異常な放出を防止

する(放射性物質異常放出防止), という3つの段階での対策を講ずる「多重防護」の考え方を取り入れた設計を行っている(図1)。この3つの段階での対策は, それらの対策を合わせることで初めて安全確保が図られるというものではない。それぞれの段階の対策は, 後続の段階の対策に期待せず, 当該段階で確実に異常の発生を防止し, 確実に異常の拡大を防止し, 又は周辺環境への放射性物質の異常な放出を確実に防止するのに十分な対策を講じるというものである。

万一の異常, 事故の発生を想定しても, 上記②の段階においては, 原子炉を確実に「止める」ことが, 上記③の段階に至っても, 原子炉を「冷やす」こと及び放射性物質を「閉じ込める」ことが, それぞれできるように各種の設備を設けている。また, 仮にその一部が故障しても安全機能を果たすことができるように独立した設備を複数設けるなどして(多重性, 多様性, 独立性), 信頼性を高めている。

加えて, 被告は, こうした多重防護の考え方に基づく設計を実効性あるものとするため, 定期的な点検, 検査, 取替え等の実施や運転員・保守員に対する教育・訓練の実施等, 安全性を維持, 向上するための継続的な活動に取り組んでいる。

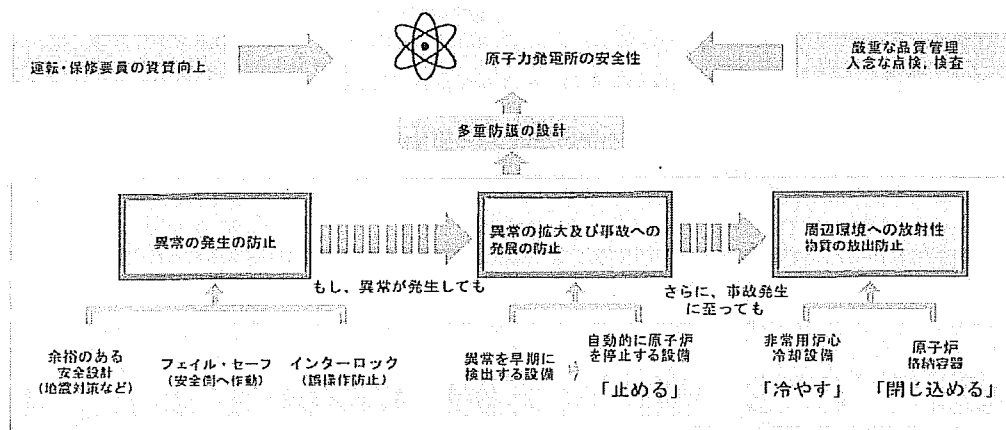


図1 多重防護の考え方に基づく設計等

(1) 異常の発生を未然に防止するための対策(異常発生防止対策)

原子力発電所が事故を起こさないようにするためには、事故の原因となるような異常の発生を極力未然に防止することが重要である。このため、本件原子力発電所においては、「自己制御性を有する原子炉の採用」、「余裕のある安全設計」、「原子炉出力、1次冷却材圧力等の監視、制御」、「誤動作や誤操作による影響を防止する設計」等の対策を講じている。

ア 自己制御性を有する原子炉の採用

本件原子力発電所の原子炉は、制御棒及びほう素により、核分裂連鎖反応を安定的な状態に制御できるのであるが、この制御によらず、何らかの原因で核分裂反応が増加した場合に、これを自動的に抑制するという性質を有している。この性質のことを原子炉の自己制御性又は固有の安全性という(図2)。

具体的には、燃料の大部分は核分裂しにくい性質を有するウラン238が占めているが、このウラン238は、その温度が上昇すると中性子を吸収しやすくなるという性質を有している。そのため、何らかの原因で核分裂が増加すると、燃料の温度が上昇し、ウラン238に吸収される中性子の割合が高くなり、その分、ウラン235に吸収される中性子の数が減少するため、核分裂の増加が抑制される。これを燃料のドップラー効果という。

また、本件原子力発電所のように、減速材として水を用いる軽水炉では、核分裂の増加による燃料の温度上昇等により、減速材である水の温度も上昇するため、体積が膨張して水の密度が低下する。その結果、水の減速材としての働き(中性子の減速効果)が低下するため、ウラン235に吸収される中性子の数が減少し、核分裂の増加が抑制される。これを減速材の温度効果(密度効果)という。

このように、本件原子力発電所の原子炉は、本質的に固有の安全性を

備えているのである。

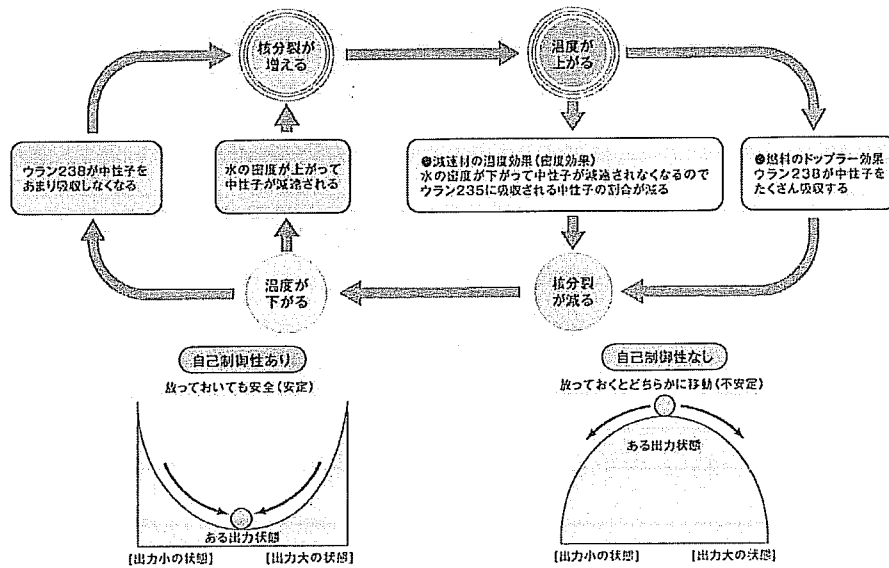


図 2 軽水炉の自己制御性

イ 余裕のある安全設計

被告は、本件原子力発電所について、運転中の各設備に加わる力や温度等に対して、各設備が十分耐えられるような余裕のある設計を行っている。

例えば、本件原子力発電所の原子炉容器について、通常運転圧力(約15.4MPa[gage])に対し、十分余裕のある最高使用圧力(17.16MPa[gage])とし、後述の加圧器圧力制御設備とあいまって、損傷しないような設計としている。

ウ 原子炉出力、1次冷却材圧力等の監視、制御

原子炉の安定した運転を維持するためには、原子炉出力、1次冷却材圧力等を安定的に制御することが重要である。

そこで被告は、本件原子力発電所において、制御棒制御設備、加圧器圧力制御設備等からなる原子炉制御設備を設けている。

原子炉出力は、制御棒が炉心から引き抜かれた状態で安定しているが、タービン出力に合わせて原子炉出力も調整する必要があることから、タービン出力が変化した場合には、制御棒制御設備により制御棒が自動で炉心に挿入されあるいは引き抜かれることで、原子炉出力は安定的に制御される。また、1次冷却材の圧力は、加圧器圧力制御設備により、あらかじめ設定した圧力に維持されるよう自動的に制御される。

さらに、原子炉出力、1次冷却材圧力等を制御する原子炉制御設備等の計測装置及び制御装置を中央制御室の制御盤に配置し、運転員が常時これらを集中的に監視、制御している。

エ 誤動作や誤操作による影響を防止する設計

本件原子力発電所においては、誤動作や誤操作による影響を防止するため、フェイル・セーフ・システムやインターロック・システムを採用している。

フェイル・セーフ・システムとは、異常動作が起こっても常に安全側に作動する設計のことである。例えば、制御棒を保持している制御棒駆動装置の電源が何らかの原因で喪失した場合にも、電源喪失により制御棒駆動装置による保持力が失われることで、自重により制御棒が炉心に落下し、原子炉を自動停止する仕組みとなっている。

インターロック・システムとは、誤操作による影響を防止するため、ある条件が揃わなければ、操作しようとしても動かないような設計のことである。例えば、運転員が誤って制御棒を引き抜こうとしても、所定の手順を踏まなければ制御棒の引き抜きができないようにしている。

(2) 異常の拡大及び事故への発展を防止するための対策(異常拡大防止対策)

上記(1)の異常の発生を未然に防止するための対策(異常発生防止対策)により、運転中に異常が発生することはほとんどない。しかし、仮に

異常が発生してもそれが拡大しないようにすることも重要である。そこで、「異常の早期検知が可能な設計」，「原子炉を安全に『止める』設計」や「原子炉停止後の冷却手段の確保」等の対策を講じている。

ア 異常の早期検知が可能な設計

配管等から漏えいが生じた場合等には、これらの異常が小規模なうちに検出できるように、各機器の水位、圧力、温度、配管内の水の流量、原子力発電所内各ポイントの放射線レベル等を連続的に監視する設備を備えている。例えば、1次冷却設備の各機器をつなぐ配管から漏えいが生じた場合には、1次冷却材圧力の低下や原子炉格納容器内の放射線レベルの上昇等の漏えいの兆候を検出し、あらかじめ設定された警報が発信される設計としている。

イ 原子炉を安全に「止める」設計

例えば原子炉の圧力が何らかの原因で異常に上昇する等、緊急を要する異常が検知された場合、「原子炉トリップ信号」を発信し、急速に制御棒を挿入して、原子炉を自動的にすみやかに停止させる(これを「原子炉トリップ」という)設備(原子炉保護設備)を設置している。

また、他の独立した系である「化学体積制御設備」から、ほう酸水を1次冷却設備(原子炉)に注入することにより、原子炉内の核分裂反応を抑制し、原子炉を安全に停止できる設計としている(図3)。

なお、制御棒駆動装置の電源が何らかの原因で喪失した場合でも、自重により制御棒が炉心に落下し、原子炉を停止する仕組みになっている(フェイル・セーフ・システム)ことは前述のとおりである。

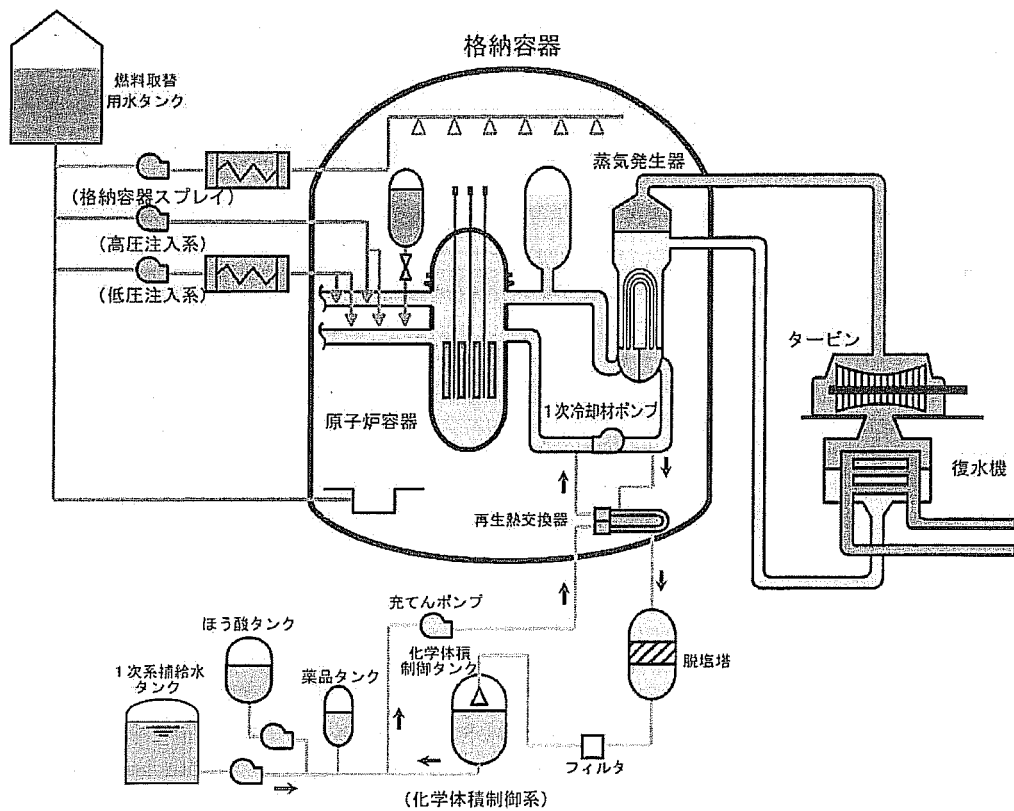


図3 化学体積制御設備（概略図）

ウ 原子炉停止後の冷却手段の確保

原子炉を安全に止めた後も、燃料集合体に内包する放射性物質の発熱が継続するため、原子炉の残留熱を確実に除去すること、すなわち原子炉停止後の冷却手段の確保も重要である。

通常、原子炉を止めた後は、2次冷却設備の主給水ポンプで蒸気発生器への給水を継続することにより、蒸気発生器で1次冷却材の熱を2次冷却材へ伝えて原子炉の残留熱を除去するが、故障等により通常使用する設備を使用できない場合に備え、他にも残留熱を除去できる手段を確保するための設備を設けている。

例えば、主給水ポンプの故障等により蒸気発生器への通常の給水機能を失った場合には、別の水源から蒸気発生器に水を送る補助給水設備により、蒸気発生器への給水を維持する。補助給水設備には、電動機によ

り駆動する電動補助給水ポンプと、動力源として電力を必要とせず蒸気タービンにより駆動するタービン動補助給水ポンプとがあり、本件原子力発電所の各号機に、前者は2台、後者は1台ずつ設置されている。電動補助給水ポンプの電動機は、外部電源が失われた場合でも、非常用ディーゼル発電機により電源供給を受ける。タービン動補助給水ポンプは、動力源として電力を必要とせず、主蒸気管から分岐した蒸気で駆動することから、外部電源及び非常用ディーゼル発電機からの電源が失われた場合にも運転が可能である(図4)。

また、原子炉停止後の残留熱除去のために、余剰な蒸気を逃がす(1次冷却材で除去した原子炉の残留熱を蒸気発生器で2次冷却材へ伝え、蒸気として大気へ逃がす)必要が生じた場合には、大気に蒸気を直接放出する主蒸気逃がし弁を手動で開ける等の操作ができ、仮に主蒸気逃がし弁が動作不能となった場合にも、主蒸気安全弁により大気に蒸気を直接放出する設計としている。

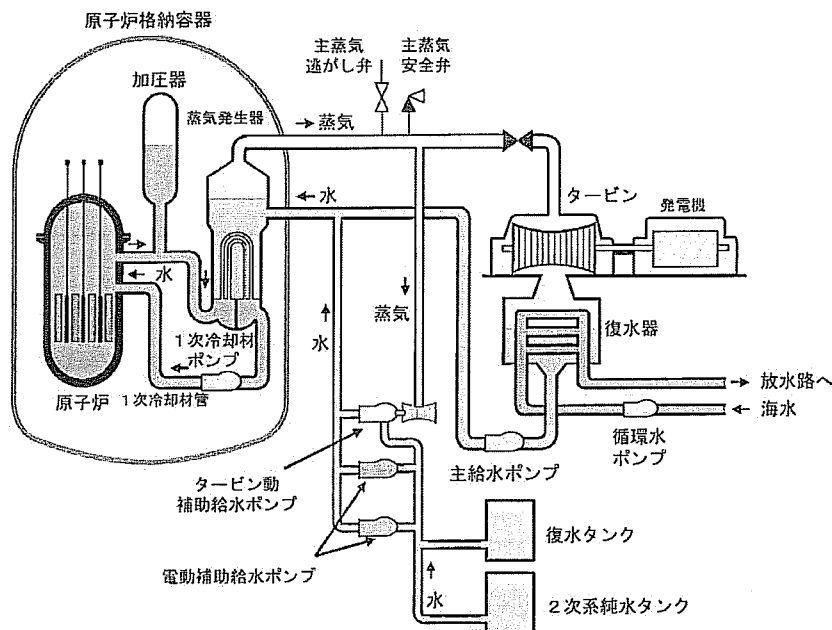


図4 全交流電源喪失時の原子炉の冷却
(タービン動補助給水ポンプを用いた給水)

(3) 周辺環境への放射性物質の異常な放出を防止する対策(放射性物質異常放出防止対策)

上記(1)の異常発生防止対策及び(2)の異常拡大防止対策により、事故の発生を防いでいるが、それでも万一、事故発生に至った場合においても、炉心の著しい損傷や周辺環境への放射性物質の異常な放出を防止することが重要である。そのため、「原子炉を『冷やす』設計」、「放射性物質を『閉じ込める』設計」等の対策を講じている。

ア 原子炉を「冷やす」設計

原子炉を「冷やす」設計では、工学的安全施設としてECCSを設け、万一、1次冷却材管が破断するなどして、1次冷却材が喪失する事故(LOCA)が発生したとしても、原子炉を冷却し続け、炉心の著しい損傷を防止することができる設計としている(図5)。

ECCSは、蓄圧注入系、高圧注入系及び低圧注入系をそれぞれ複数の系統設けており、多重性及び独立性を有した信頼性の高い設計としている。

高圧注入系及び低圧注入系の電動ポンプは、1台で十分な能力を有するものを2台それぞれ分離して設置し、さらにポンプの電動機は各々独立した系統に接続している。加えて、外部電源が喪失した場合でも、2台の独立した非常用ディーゼル発電機により電力が供給される。また、高圧注入系及び低圧注入系は、1次冷却材圧力や加圧器水位の低下等が検知された場合、運転員の操作を待たずに、工学的安全施設作動設備からの信号により自動的に作動する仕組みとなっている。

蓄圧注入系は、1次冷却材の圧力が低下すると、蓄圧タンク内に封入された窒素ガスの圧力によって自動的にほう酸水が注入される仕組みとなっており、外部電源等の駆動源を必要としない。

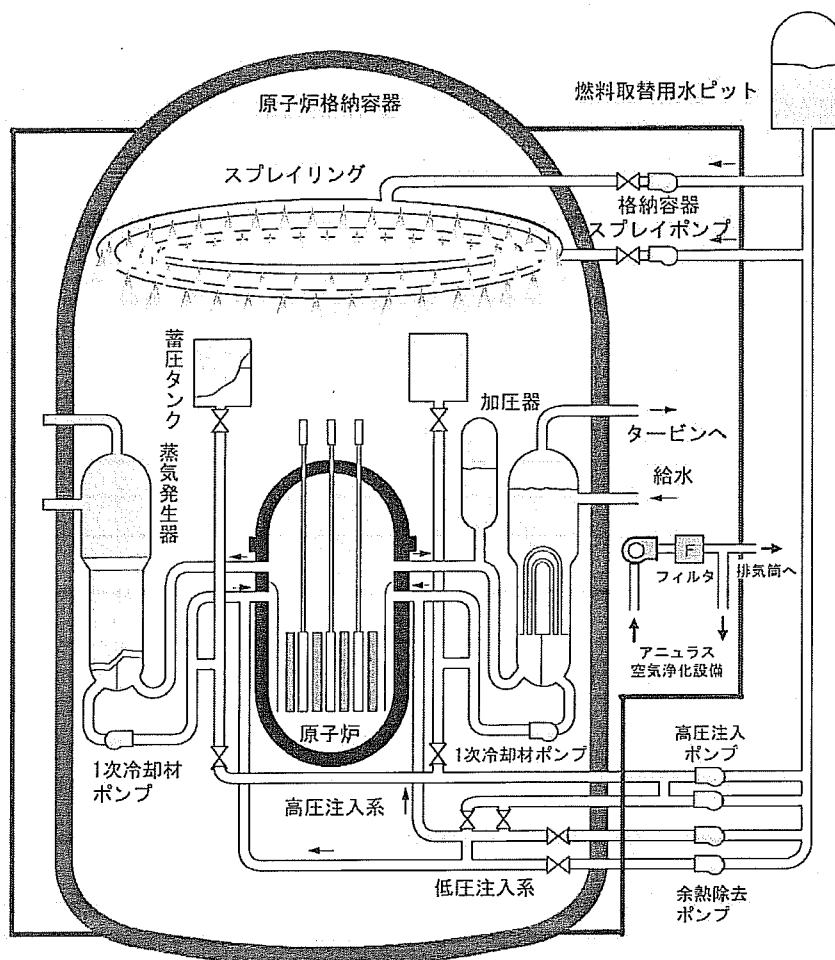


図5 ECCS及び原子炉格納容器スプレイ設備（玄海4号機の例）

イ 放射性物質を「閉じ込める」設計

本件原子力発電所では、放射性物質を確実に閉じ込めるため、5重の防壁を設けている。

第1の防壁はペレットである。ペレットは高温で焼き固めたセラミックであるため、化学的に非常に安定しており、核分裂生成物の大部分を閉じ込めることができる。

第2の防壁は燃料被覆管である。気体状の放射性物質は一部がペレット外に出るが、ペレットは燃料被覆管に密封されており、この気体状の放

放射性物質は燃料被覆管内に閉じ込められる。

第3の防壁は原子炉容器である。燃料集合体は原子炉容器内に収納されている。放射性物質が燃料被覆管から1次冷却材中に漏れ出したとしても、鋼製の原子炉容器等が防壁となり、放射性物質は原子炉容器内に閉じ込められる。

第4の防壁は原子炉格納容器の鋼板、第5の防壁は原子炉格納容器の外側の厚いコンクリートで作られた構造物である。原子炉格納容器は耐圧性能を有しており、仮に放射性物質が1次冷却設備から原子炉格納容器内に漏れ出した場合でも、放射性物質は原子炉格納容器内に閉じ込められる。

原子炉格納容器においては、万一、1次冷却材管が破断するなどして、原子炉格納容器内に、放射性物質を含む1次冷却材が高温、高圧の蒸気となって放出され、原子炉格納容器内の圧力が上昇する事象が発生したとしても、原子炉格納容器スプレイ設備で水を噴霧することにより、蒸気を凝縮させて原子炉格納容器内の圧力を下げ、その健全性を保つことにより、原子炉格納容器内に放射性物質を閉じ込め、周辺環境への放射性物質の異常な放出を防止する設計としている(図5)。

本件原子力発電所では、このような5重の防壁により、放射性物質を確実に「閉じ込める」ことで、周辺環境への放射性物質の異常な放出を防止しているのである。

ウ 工学的安全施設が機能する具体的場面(LOCA)

放射性物質が周辺環境へ異常に放出されるおそれのある事象の1つとして、LOCAが想定される。ここでは、LOCAを例にとって、本件原子力発電所の工学的安全施設による原子炉を「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」機能について具体的に説明する。

本件原子力発電所において、万一LOCAが発生した場合、異常の検知に

より原子炉トリップ信号が発信されて直ちに制御棒が挿入され、原子炉がすみやかに自動停止するとともに、工学的安全施設が次のように作動し、炉心の著しい損傷や周辺環境への放射性物質の異常な放出を防止する。

まず、1次冷却材圧力や加圧器水位の低下が検知されると、自動的にECCSの高圧注入系及び低圧注入系が作動し、原子炉容器内にほう酸水が注入される。さらに、1次冷却材圧力の低下に伴い、蓄圧注入系が作動し、蓄圧タンク内のほう酸水も原子炉容器内に注入される。原子炉内の圧力が高い場合は高圧注入系が有効に働き、原子炉内の圧力が低下すると、蓄圧注入系や低圧注入系が機能する。

注入により、高圧注入系及び低圧注入系のほう酸水の水源である燃料取替用水が減少すると、水源を格納容器再循環サンプに切り替え、継続的に原子炉容器内にほう酸水が注入される。

また、LOCA時に放出された高温、高圧の蒸気により、原子炉格納容器内の圧力が上昇すると、原子炉格納容器スプレイ設備が自動的に作動し水を噴霧することで、蒸気を凝縮させて、原子炉格納容器内の圧力上昇が抑制される。

あわせて、ECCS及び原子炉格納容器スプレイ設備が作動する際には、自動的にアニュラス空気浄化設備が起動する。これにより、原子炉格納容器からアニュラス部に漏えいした放射性物質についても外部への放出が抑制される。

このように、本件原子力発電所においては、万一LOCAが発生した場合であっても、工学的安全施設が作動し、炉心の著しい損傷には至らず、周辺環境への放射性物質の異常な放出が確実に防止されるようになっているのである。

(4) 安全性維持・向上のための継続的活動

ア 被告は、上記(1)ないし(3)で述べた、多重防護の考え方に基づく設計を実効性あるものとするために、安全性を維持・向上するための活動を継続して展開している。その具体的な内容について、以下の代表的な例で説明する。

イ 原子力発電所の設備を安全な状態に維持し、トラブルの未然防止や安全運転を図るために、定期的に点検、検査、取替え等を実施している。

これらの点検、検査、取替え等については、原子力発電所のそれぞれの設備・機器に対して、他プラントを含む運転実績、設置環境、劣化・故障形態等をもとに方法、時期等を定めた計画に基づいて実施している。

ウ 本件原子力発電所の運営に携わる運転員・保守員の資質の維持・向上について、継続的な教育・訓練を実施している。日常業務を通じた実務訓練に加えて、運転員は、シミュレータを用いた本番さながらの訓練を繰り返し実施することで、通常の運転操作や故障の際の対応等を定期的に確認・体験するようにしており、また、保守員は、発電所の実機と同様の設備・機器を備え付けた研修施設にて、保守・点検作業などの訓練を行うようにしている。

エ 原子力発電所の運営にあたっては、運転段階において遵守すべき措置を定めて、これに従った発電所運営を行っている。具体的には、品質保証、放射線管理、保守管理、非常時の措置、保安教育等の遵守事項を定めた上で、これを遵守した運営を行っている。

オ 原子力発電所の安全を達成・維持・向上させるため、社団法人日本電気協会が策定した『原子力発電所における安全のための品質保証規程(JEAC4111)』に基づき、発電所における保安活動に係る品質マネジメントシステムを確立し、原子力発電所の安全に関わる全ての活動において、業務の計画に基づき業務を実施し、評価し、改善する、いわゆる「PDCA」活動による品質保証活動を行っている。

(5) 小括

以上のように、被告は、上記(1)異常発生防止対策、(2)異常拡大防止対策及び(3)放射性物質異常放出防止対策という3つの段階での対策を講ずる多重防護の考え方に基づく設計を行っており、さらに、(4)で述べた、定期的な点検、検査、取替え等の実施等の安全性維持・向上のための継続的活動により、その実効性を確認している。

これらにより、本件原子力発電所において、そもそも、1次冷却材管の破断等によるLOCA等の事故が生じることはまず考えられないうえ、万一、そのような事故が生じた場合であっても、炉心の著しい損傷には至らず、周辺環境への放射性物質の異常な放出は確実に防止されるようになっている。

このように、事故防止対策(多重防護の考え方に基づく設計等)により、放射性物質のもつ危険性が顕在化することはなく、本件原子力発電所の安全性は確保されているのである。

第3章 福島第一原子力発電所の事故を踏まえた安全対策の強化

第1 福島事故の発生

東北地方太平洋沖地震により、福島第一原子力発電所1～3号機においては、全ての制御棒が挿入され、運転中の原子炉は緊急停止した。しかし、同発電所への送電設備等が損傷したため、外部電源が失われ、①その後襲来した津波により、外部電源喪失後に作動していた非常用ディーゼル発電機も停止したため、交流電源を供給する全ての設備の機能を喪失した。また、同じく津波により、原子炉の熱を海に逃がすための海水ポンプが破損した。さらに、②原子炉の冷却に係わる注水、減圧等に必要な直流電源を含む全ての電源が喪失した結果、炉心の著しい損傷に至り、③放射性物質を放出する事態になったと考えられている。

第2 安全対策の強化

福島原発事故における教訓は、地震や津波などの共通要因により安全機能が一斉に喪失し、さらに、その後の炉心の著しい損傷への進展を食い止めることができなかつたことであり、被告はこれを踏まえた対策を行っている。

前述のとおり、被告の安全確保対策により本件原子力発電所の安全性は確保されており、被告としては、従来からさらに安全性を向上させる観点から、設備面はもちろんのこと、実施体制、手順書類、教育等の運用面も含めて、アクシデントマネジメント策の整備を自主的に行ってきたところであるが、福島第一原子力発電所事故を契機として、さらに、被告は、共通要因による安全機能の一斉喪失を防止する観点から、自然現象の想定と対策を大幅に引き上げ、地震、津波等に対する基準を強化したほか、自然現象以外の共通要因による安全機能の一斉喪失を防止するため、火災防護対策の強化・徹底、機器破損による浸水の防止対策を講じるなど、事故防止対策を大幅に強化している。また、運転時の異常な過渡変化や設計基準事故に対して本件原子力発電所の安全性を確保するために設けられた、高い信頼性を有する設備等がその安全機能を喪失するような事態をもあえて想定して、恒設及び可搬式の設備（電源設備、注水設備等）を新たに配備するなど、そのような場合に事象の進展、拡大を防ぎ、かかる状況においてもなお、炉心の著しい損傷や原子炉格納容器の破損を防止できるようにするための対策を講じ、より一層の安全性向上対策を充実させている。

以下に、被告が、玄海3号機、4号機について、福島第一原子力発電所事故を契機として講じた対策について、その一部を概略的に説明する。

1 地震・津波に対する対策の見直し・強化

被告は、福島第一原子力発電所の事故による教訓等を踏まえ、下記のような地震・津波に対する基準の見直しを行っている。

具体的には、地震については、新たな知見（地震調査研究推進本部における評価等）を踏まえても、安全上重要な原子炉施設は、基準地震動に対し、安全であることを改めて確認している。

また、津波に関しては、発電所に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下、基準津波という。）を策定し、この基準津波に対して、本件発電所の安全性に影響のない事を確認している。

さらに、被告は、福島第一原子力発電所において、想定外の津波により海水ポンプ等の機能が喪失したことを踏まえ、安全上重要な機器が設置されているエリアの建屋入口扉、搬入口の浸水防止措置等の対策を実施している。被告の実施した主な対策について、以下に示す。

表 1 津波対策の主な内容

対策項目	内 容
防水対策	安全上重要な機器が設置されているエリアの扉を防水効果の高い水密扉に取替え
浸水防止対策	安全上重要な機器が設置されている建屋につながる扉、配管の貫通部、ケーブルトレイの貫通部等の隙間にシール施工を実施
海水ポンプエリアの防水対策	原子炉等の冷却に使用する海水を汲み上げる海水ポンプがあるエリアの周囲に津波の防護壁を設置

2 事故防止対策の強化

被告は、福島第一原子力発電所の事故による教訓等を踏まえ、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故に対して、安全性を確保するために設けられた設備等がその安全機能を喪失しないよう、より一層の安全性・信頼性の向上を目指した、下記の対策を行っている。

(1) 火災防護対策の強化

火災により、原子炉施設の安全性を損なうことのないよう、安全機能を有する設備のケーブルは難燃性ケーブルを用いていることを確認するなど「火災の発生を防止」する対策を行うとともに、安全上重要な設備に対し、異なる種類の火災感知器を追設する等の「火災の感知及び消火」のための対策を実施した。更に、「火災の影響軽減対策」として、火災防護対象機器及びケーブルに対して離隔、隔壁等による分離を行うことで延焼防止を図るなど、火災防護対策の強化をおこなった。

(2) 地震での機器破損による浸水の防止

地震による機器破損が生じた場合に、建屋内部の容器や配管の破損により漏れ出る水や蒸気により、安全上重要な機器が浸水しないよう、安全上重要な機器の配管貫通部のシール補強等の浸水防止対策を実施した。

(3) 電源への対策

原子炉を安全に停止するための設備に連続して給電するため、非常用ディーゼル発電機を7日間連続運転できるよう、燃料油貯蔵タンクを増設した。

なお、発電所へ連系する送電線より発電所に電力供給を行うことと

なった場合、1つの変電所が機能喪失した場合でも、別の変電所から電力供給が可能であることを確認した。

3 炉心の著しい損傷を防止する対策

(1) 被告は、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故に対して原子炉の安全性を損なうことがないように設計することが求められる設備等がその安全機能を喪失した場合に、炉心の著しい損傷に至る可能性があるものとして、「ECCS注水機能喪失」等の事象を想定し、そのような場合に炉心の著しい損傷に至ることを防止するための対策を講じている。

(2) 「ECCS注水機能喪失」を例にとって説明すると、同事象は、原子炉の出力運転中に、1次冷却材管等の配管が破断するなどしてLOCAが発生した場合に、多重性を持たせているECCSの高圧注入系が何らかの原因で2系列とも機能喪失する事象を想定するものである。この場合、原子炉は自動停止する(原子炉トリップ)が、1次冷却材が流出し、高圧注入系が作動しないことで、炉心の冷却能力が低下する。

このような状況に対処するため、蒸気発生器を通じた除熱(蒸気発生器で1次冷却材の熱を2次冷却材に伝えて原子炉の残留熱を除去する)に加えて、低圧注入系又は恒設代替低圧注入ポンプにより炉心へ冷却水を注入する手段を確保している。かかる手段により炉心を冷却することで、炉心の著しい損傷を防止することができるのである(図6)。

なお、LOCAの発生により、1次冷却材が高温、高圧の蒸気となって原子炉格納容器内に放出されるが、原子炉格納容器スプレイ設備により水を噴霧することで蒸気を凝縮させて、原子炉格納容器内の圧力上昇が抑制され、原子炉格納容器の健全性は維持される。

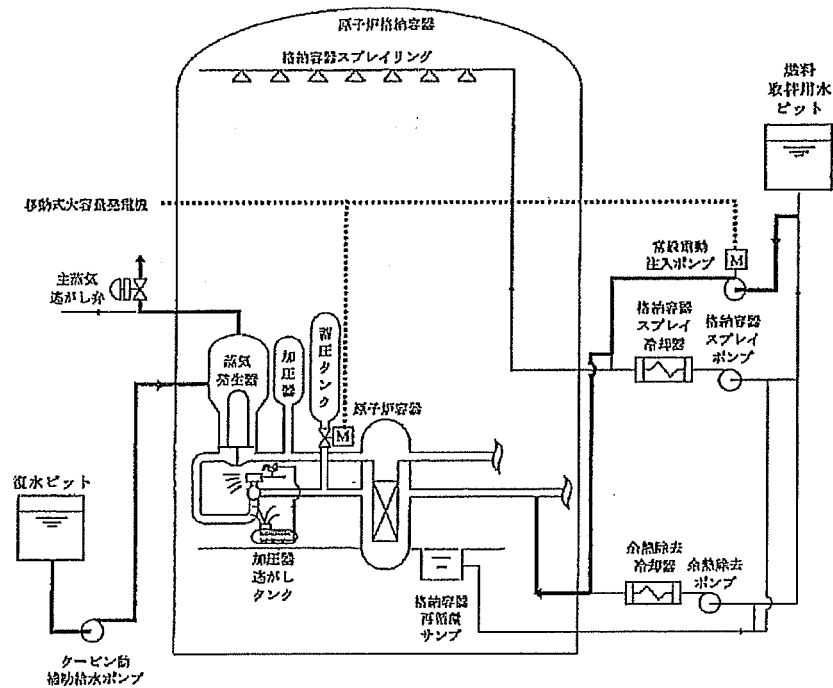


図6 炉心の著しい損傷を防止する対策の概要図

4 原子炉格納容器の破損を防止する対策

- (1) さらに被告は、あえて、炉心の著しい損傷が生じるに至った場合のことをも考え、かかる場合に、原子炉格納容器が破損し、発電所外へ放射線物質が異常な水準で放出される可能性があるものとして、「原子炉格納容器過圧破損」等の事象を想定し、そのような場合に原子炉格納容器が破損することを防止する対策を講じている。
- (2) 「原子炉格納容器過圧破損」の防止を例にとって説明すると、同事象は、原子炉の出力運転中に、1次冷却材管等の大規模な破断が発生した場合に、ECCS及び原子炉格納容器スプレイ設備がその機能を喪失することを想定するものである。この場合、原子炉格納容器内に発生した蒸気等による原子炉格納容器内の圧力上昇を抑制するため、以下のような対策を講じている。
- (3) まず、従来から、淡水タンクの水を、消火ポンプを用いて原子炉格

納容器スプレイ配管に送水できるルートを設置している。また、上記、第2項3(2)で述べた恒設代替低圧注入ポンプ及び可搬式代替低圧注入ポンプは、1次冷却材減少時の原子炉への直接注水という前述の用途に加えて、原子炉格納容器スプレイ配管を通じてスプレイリングから原子炉格納容器内に注水（水を噴霧）し、原子炉格納容器内を冷却するために使用することも可能であるようにしている。

さらに、自然対流冷却による原子炉格納容器内の除熱を可能とする格納容器再循環ユニットや、海水ポンプの代替となるディーゼル駆動式の大容量ポンプを配備しており、これら設備によって原子炉格納容器内の温度や圧力を低下させることが可能である(図7)。

これらの対策により、大規模なLOCAに際して、ECCSや原子炉格納容器スプレイ設備が機能喪失した場合であっても、原子炉格納容器の過圧破損を防止することができるのである。

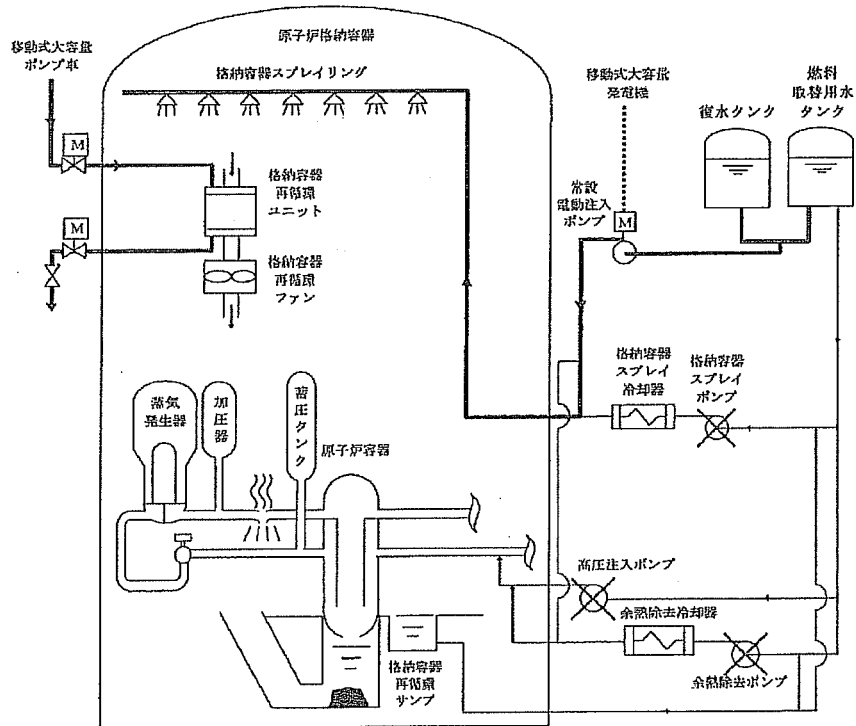


図7 原子炉格納容器の破損を防止する対策の概要図

5 まとめ

前述した炉心の著しい損傷を防止する対策及び原子炉格納容器の破損を防止する対策について、被告は、単に必要な設備や資機材を配備するだけではなく、運用面においても、役割分担や要員配置等の体制を整備し、手順を確立しているのはもちろんのこと、実際に設備や資機材を配置して、電源ケーブルを電源盤につなぎ込みしての給電や、ホースを接続して各種ポンプを用いた給水等を行う訓練を夜間、休日を含めて繰り返し実施し、対策の実効性を高めている。

これらの対策を整備することにより、本件原子力発電所の安全性は、より一層向上しているのである。

第4章 おわりに

以上のように、本件原子力発電所においては、従来の事故防止対策(多重防護の考え方に基づく設計等)に加え、福島第一原子力発電所の事故を踏まえた、事故防止対策の強化、及び高い安全性を有する設備等がその安全機能を喪失するような事態を想定した安全対策を実施している。

被告は、平成25年7月12日、上記の対策を実施した本件原子力発電所3,4号機が新規制基準に適合していることを確認する審査を受けるため、原子力規制委員会へ原子炉設置変更許可申請、工事計画認可申請、保安規定変更認可申請を行い、現在、原子力規制委員会の確認を受けているところである。

以 上