

**伊方発電所3号機
新規制基準への適合性確認申請における
原子力安全専門部会の重点審議事項について
（自然現象に対する考慮（森林火災））**

**平成25年11月19日
四国電力株式会社**

目次

1. 新規制基準およびその適合状況(森林火災)
2. 外部火災に対する防護対象と影響評価の考え方
3. 外部火災影響評価の概要
4. 森林火災影響評価(評価の流れ)
5. FARSITE森林解析
6. FARSITEの解析結果を用いた防護対象設備の評価
7. 外部火災時の二次的影響の評価(ばい煙等)
8. 影響評価(まとめ)

【参考資料】

1. 森林火災に係る国の審査状況
2. 国の審査会合における指摘事項およびその回答

1. 新規制基準およびその適合状況(森林火災)

伊方3号機発電用原子炉設置変更許可申請書(平成25年7月)

添付書類八「変更後における発電用原子炉施設の安全設計に関する説明書

1.5.7.7「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備に関する規則」に対する適合(抜粋)

| | 新規制基準の項目※1 | 適合状況 |
|---|---|---|
| 1 | 安全施設は、想定される自然現象(地震及び津波を除く。次項において同じ。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。 | 安全施設は、設計基準において想定される自然現象(地震及び津波を除く。)が発生した場合においても安全機能を損なわないよう設計する。また、重要安全施設は、大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故が発生した場合に生ずる応力を適切に考慮して設計する。 |
| 2 | 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。 | <p>想定される自然現象としては、地震、津波の他、敷地の自然環境に基づき、洪水、風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、高潮、落雷、地すべり、火山の影響、生物学的事象及び森林火災を想定する。</p> <p>(7)森林火災</p> <p>森林火災は、地形、植生等の敷地周辺の状況及び起こり得る最悪の気象条件を考慮したうえで森林火災を想定し、発電所敷地内における火災規模、延焼状況を確認する。</p> <p>森林と安全施設が接近している場所において、森林火災が安全施設に延焼しない距離(防火帯幅)を確保するとともに、森林火災に伴う周辺に与える熱影響を安全側に考慮しても、安全施設の安全機能に影響が及ばないよう設計する。</p> <p>また、消火設備の設置等により、安全施設の安全機能を損なうおそれがない設計とする。</p> |

※1：「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第六条(外部からの衝撃による損傷の防止)

2. 外部火災に対する防護対象と影響評価の考え方

(8月29日 第15回審査会合資料抜粋)

▶ 外部火災に対する防護対象の考え方

- ✓ 発電所施設に対して外部火災の影響を受けた場合において、原子炉の安全性を確保するため、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されているクラス1,2,3機器を防護対象とする。
- ✓ 重大事故等対処設備は、外部火災により損傷を受けた場合、炉心損傷防止等の原子炉の安全性にかかる対策に大きな影響を与えるおそれがあることから、機能喪失しないよう当該設備を外部火災の熱影響が及ばない場所に移動または防火帯幅の確保、外部火災に対する消火活動を行うことにより熱影響を受けないよう配慮する。

▶ 各設備の防護対策の考え方

安全施設に係る外部火災の防護の考え方は以下の通りである。

| 防護対象 | 防護の考え方 | 今回の評価 |
|-----------------|--|--|
| クラス1、クラス2 設備 | 消火活動による防護はもちろんのこと、原子炉の安全機能確保の観点から、高い信頼性を要求される設備であり、外部火災に対して機能を喪失しないよう、離隔ならびに建屋により防護する。 | 外部火災の消火活動による防護手段を期待しない条件のもと、熱影響評価等を実施する。 |
| クラス3設備 | 屋内に設置されている機器については、建屋により防護することとし、屋外機器については、消火活動により防護する。 | 外部火災に対して、左記の考え方により防護していくため、個別設備の影響評価は行わない。 |

3. 外部火災影響評価の概要

(8月29日 第15回審査会合資料抜粋)

- 考慮すべき外部火災として、森林火災、近隣の産業施設の火災・爆発及び航空機墜落による火災について、影響評価を実施した。
具体的な評価内容等については、以下の通りである。

| 火災種別 | 考慮すべき火災 | 評価内容 | 評価項目 | |
|---------------|---------------------------------|--|--|---------------|
| 森林火災 | 発電所敷地外10km以内に発火点を設定した発電所に迫る森林火災 | <ul style="list-style-type: none"> ・森林火災シミュレーション解析コード(FARSITE)を用いた森林火災評価 ・森林火災評価に基づく防護対象設備の熱影響評価 | <ul style="list-style-type: none"> ・防火帯幅評価 ・熱影響評価 ・危険距離評価 | 二次的影響(ばい煙等)評価 |
| 近隣の産業施設の火災・爆発 | 発電所敷地外10km以内の石油コンビナート等の火災・爆発 | ・発電所敷地外の石油コンビナート等について発電所との距離、地形等を考慮した影響評価 | ・影響評価 | 同上 |
| | 発電所敷地内の危険物貯蔵施設の火災 | ・発電所敷地内の危険物貯蔵施設火災による熱影響評価 | ・熱影響評価 | |
| 航空機墜落による火災 | 敷地への航空機墜落時の火災 | ・墜落を想定する航空機に相当する火災を想定した防護対象設備の熱影響評価 | ・熱影響評価 | 同上 |

4. 森林火災影響評価(評価の流れ)

(8月29日 第15回審査会合資料抜粋)

➤ 森林火災による防護対象設備への熱影響評価については、森林火災シミュレーション解析コード：FARSITEを活用し、以下の手順により評価を実施した。

| 評価手順 | | 実施事項 |
|------|---------------------------------------|---|
| 1 | FARSITE 入力条件検討 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 発電所周辺10km以内の森林火災に至る発火点の選定 → 発火点を3号機原子炉施設から南側約1km離れた道路沿いに想定 ・ 森林火災の発生件数を考慮した気象条件の選定 → 愛媛県の森林火災の発生件数が多い2～5月の気象条件のうち、最も保守的な条件 (気温が高く、湿度が低い、風速も大きい) を用いた ・ 発電所周辺の森林状況を踏まえた樹種の設定 → 航空写真、現地調査で特定した樹種を入力 |
| 2 | FARSITE 森林火災解析 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 森林火災の大きさ(火線強度、火炎輻射強度、火炎長等)の算出 ・ 発電所敷地内への延焼時間の算出 |
| 3 | FARSITEの解析 結果を用いた防 護対象設備の評 価 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 延焼を防止するための防火帯設定 (防火帯として必要な幅は、火線強度より算出) ・ 防護対象設備を内包している建屋に対する熱影響評価 ・ 防護対象を内包している建屋外壁に対する危険距離算出 <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ・ 森林火災時の延焼拡大時間を考慮した消火活動の成立性評価 |

5. FARSITE森林解析

(8月29日 第15回審査会合資料抜粋)

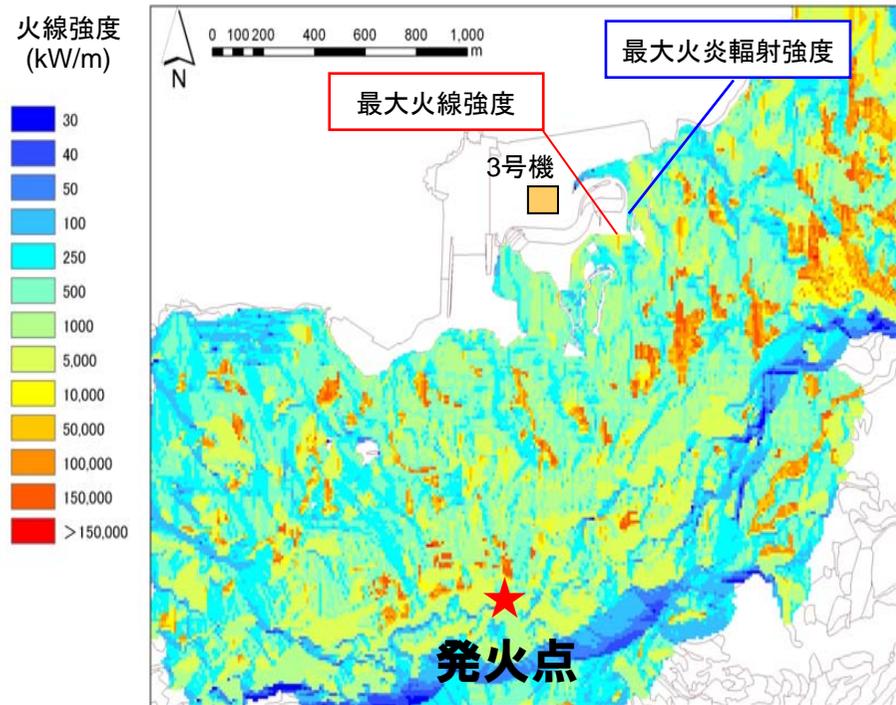


図 火炎規模

| 項目 | 解説 | 値 |
|----------|------------------------------------|-----------------------|
| 最大火線強度 | 火線最前線の最大火線強度 (防火帯幅算出に用いる) | 18,593kW/m |
| 最大火炎輻射強度 | 火線最前線の最大火炎輻射強度 (防護対象設備の熱評価に用いる) | 984 kW/m ² |

火線強度[kW/m]: 火線前線から単位時間に放出される熱量

火炎輻射強度[kW/m²]: 火炎からの輻射発散度

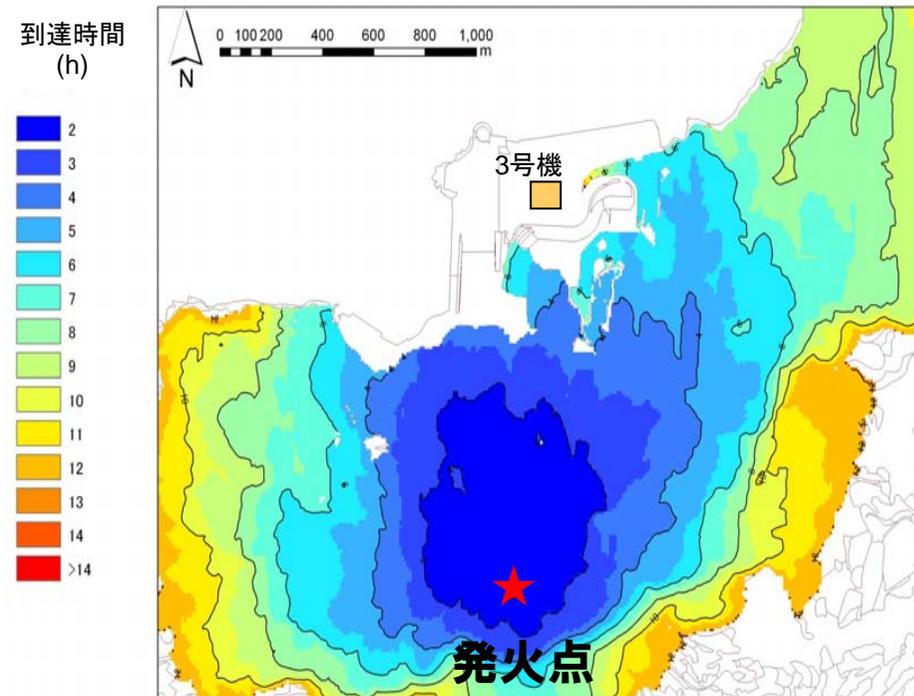


図 火災進展時間

| 項目 | 解説 | 値 |
|----------------|------------------------|-------|
| 到達時間 (火線強度) | 火線最前線の最大火線強度に火災が到達した時間 | 約5時間後 |
| 敷地内全焼時間 | 発電所敷地内全焼時間 | 約9時間 |

6. FARSITEの解析結果を用いた防護対象設備の評価 1/2

(8月29日 第15回審査会合資料抜粋)

防火帯幅評価

風上に樹木が有る場合の火線強度と最小防火帯幅の関係
(火炎の防火帯突破確率1%)

最大火線強度: 18,593kW/m

| | | | | | | | | | | |
|-------------|-----|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 火線強度 (kW/m) | 500 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 10000 | 15000 | 20000 | 25000 |
| 防火帯幅 (m) | 16 | 16.4 | 17.4 | 18.3 | 19.3 | 20.2 | 24.9 | 29.7 | 34.4 | 39.1 |

出展: 原子力発電所の外部火災影響評価ガイド

伊方発電所の防火帯幅: 35m

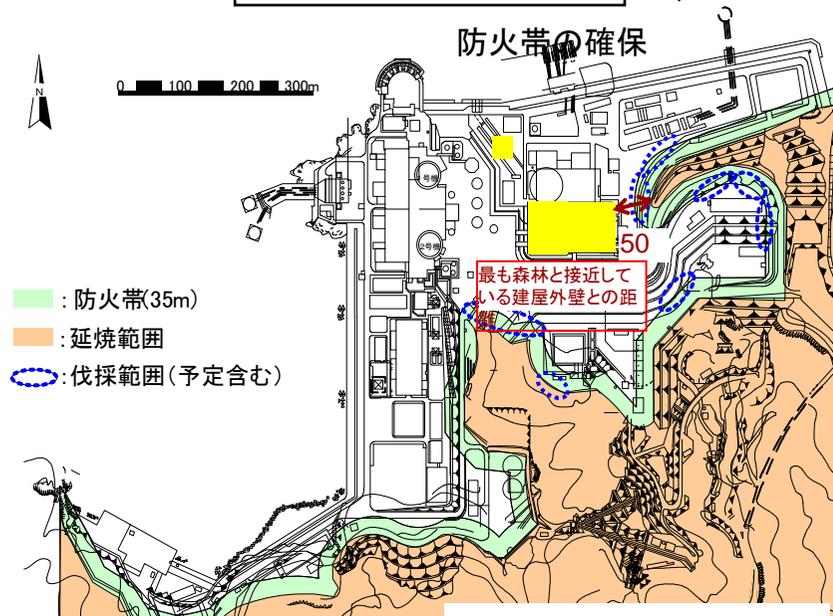
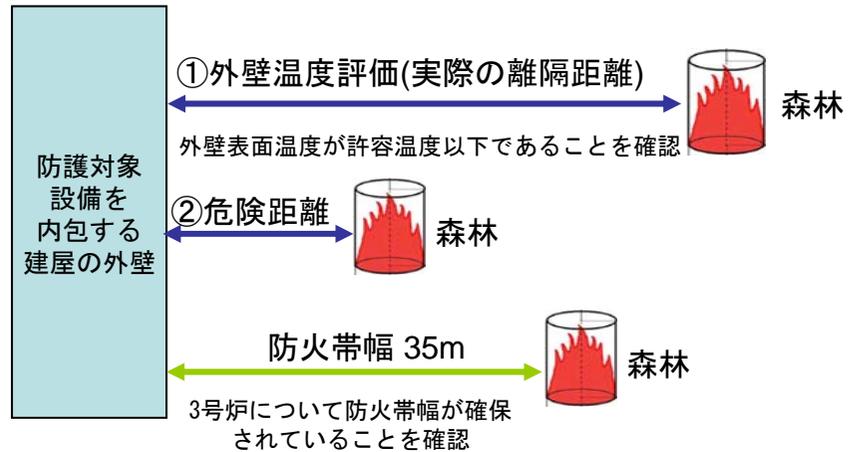


図 防火帯

防護対象設備の熱影響評価



◆外壁評価

| | 内容 | 評価距離 | 評価結果 |
|---|-------------------------------------|------|-------------------------------------|
| ① | 最も森林と接近している建屋の外壁 | 50 m | 外壁表面温度: 約96°C (コンクリート許容温度 200°C) |
| ② | 危険距離 (外壁表面温度が許容温度200°Cを超えない最短距離) | 約22m | 危険距離22m以上の防火帯(35m)を設定 |

6. FARSITEの解析結果を用いた防護対象設備の評価 2/2

(8月29日 第15回審査会合資料抜粋)

【消火活動における配置計画】

| 火点 | 防護対象 |
|----|---------|
| 1 | 原子炉補助建屋 |
| 2 | 同上 |
| 3 | 屋外開閉所 |
| 4 | 軽油タンク |

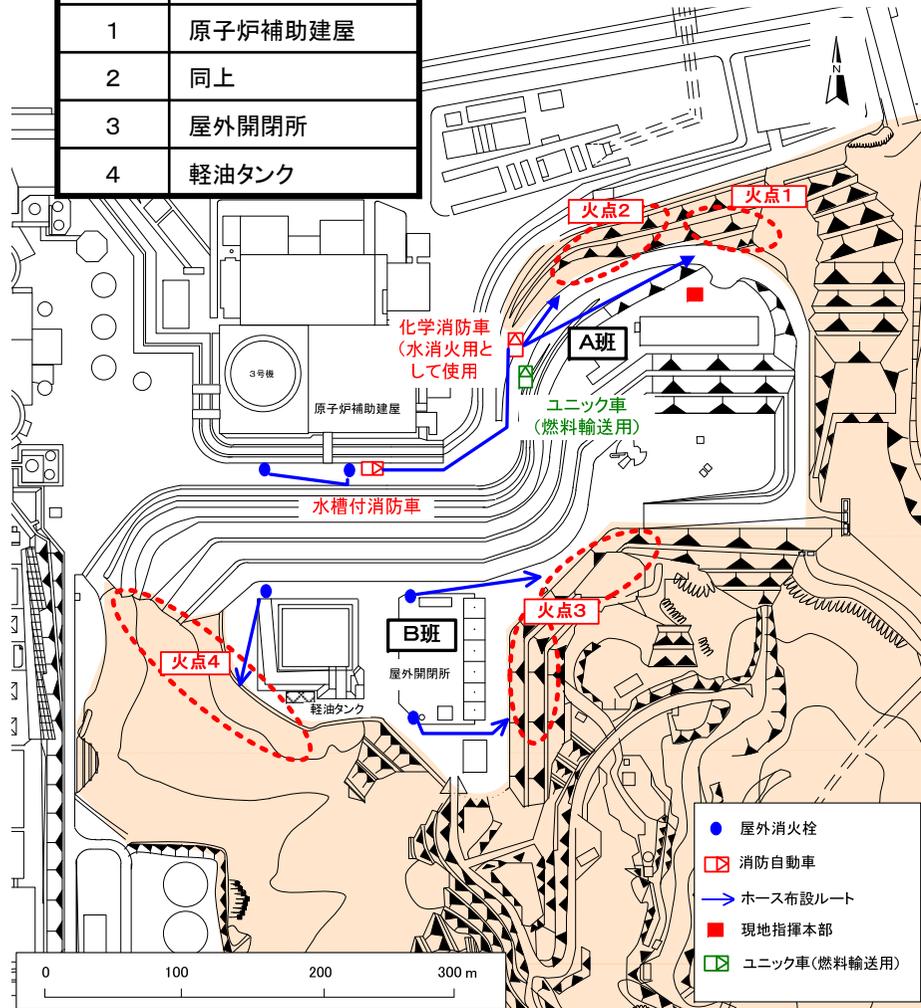
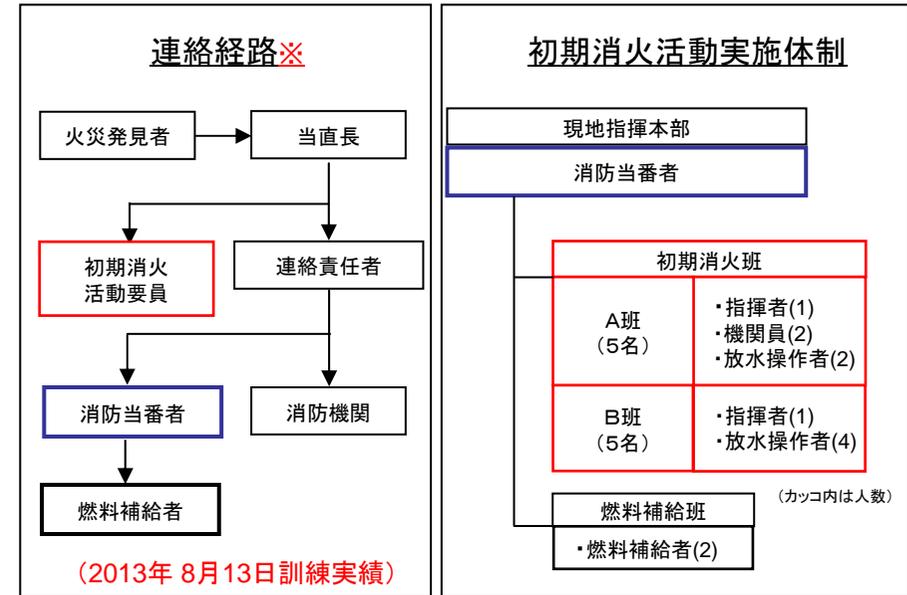


図 消火活動配置計画



<火災の到達時間 (2.5時間) に対する成立性>

参集連絡～消火活動までの経過時間 (2013年 8月13日訓練実績)

| 手順の項目 | 手順の内容 | 森林火災発生後の経過時間 (時間) | | |
|-------------|----------------|-------------------|-----|-----------|
| | | 1 | 1.5 | 2 |
| 1. 火災延焼確認 | 消防当番者へ火災延焼中の連絡 | ■ | | |
| | 消防当番者および各要員 集合 | ■ | | |
| 2. 現地指揮本部設置 | 現地指揮本部設置 | | ■ | |
| | 消火活動場所まで移動 | | ■ | |
| 3. 消火活動準備 | 放水準備 | | ■ | |
| | 燃料補給準備 | | ■ | |
| | | | | ▽消火活動準備完了 |
| 4. 消火活動開始 | 放水 | | | ▽放水開始 |
| | 燃料補給 | | | ■ |

※消防当番者への連絡を森林火災発生後1時間として想定

7. 外部火災時の二次的影響の評価(ばい煙等)

(8月29日 第15回審査会合資料抜粋)

- ▶ 森林火災において発生するばい煙等に対して、影響が想定される機器、施設について評価を実施し、機器及び居住性に影響を及ぼさないことを確認した。

| 分類 | | 対象設備 | 評価結果 |
|----------------------------|-----------------|--------------|--|
| 機 器 へ の 影 響 | 外気を直接設備内に取り込む機器 | 非常用ディーゼル発電機関 | <ul style="list-style-type: none"> ・当該施設の運転時において、ばい煙を機関内に吸い込むおそれがあるが、シリンダまでの通気経路の間隙よりばい煙の粒径が小さいため、通気経路が閉塞することなく、運転に影響はない。 ・取り込まれたばい煙はシリンダ/ピストンの硬度より軟らかいと考えられることから、機関内の摩耗は発生しないことから、機能への影響はない。 |
| | 外気を取り込む空調設備 | 換気空調設備 | <ul style="list-style-type: none"> ・外気取り入れ運転を行っている換気空調設備は、外気取入口に設置された平型フィルタにより、一定以上の粒径のばい煙を捕集するとともに、外気取入ダンパを閉止又は空調系停止や循環運転により、建屋内へのばい煙の侵入を阻止することが可能である。 ・室内の空気を機器内の取り込む安全保護系計装盤、制御用空気圧縮機を設置している空調設備には、平型フィルタに加えて粗フィルタが設置され、更に細かい粒子を捕集することが可能であり、ばい煙に対して高い防護性能を有している。 |
| | 屋外設置機器 | 海水ポンプモータ | <ul style="list-style-type: none"> ・電動機本体はばい煙が侵入しない密閉構造であるとともに、電動機の空気冷却器冷却管径は、ばい煙の粒径より大きいため冷却管は閉塞しないことから、機能への影響はない。 |
| | | 主蒸気逃がし弁等 | <ul style="list-style-type: none"> ・建屋外部に開口部を有する主蒸気逃がし弁等は、動作時の吹出力が十分大きいため、ばい煙侵入による機能への影響はない。 |
| 居住性への影響 | | 中央制御室、緊急時対策所 | <ul style="list-style-type: none"> ・外気取入ダンパを閉止し閉回路循環運転により、酸素濃度及び炭酸ガス濃度を考慮しても長時間室内へのばい煙侵入を阻止することが可能である。 |

8. 影響評価(まとめ)

森林火災について、安全施設に影響を及ぼさないことを確認

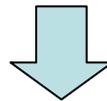
評価内容

発電所周辺において森林火災が発生した場合の影響評価

【評価方法】

- 1) 原子炉施設外の10km以内に発火点と想定
(発火点を3号機原子炉施設から南側約1km離れた道路沿いに想定)
- 2) 森林火災の延焼状況を、米国の森林火災解析コード(FARSITE)を使用して、森林火災評価を実施
- 3) 発電所までの到達時間、防火帯幅、危険距離、建屋の外壁温度評価

(二次的影響) ばい煙、有毒ガスについての影響確認



評価結果

- 防護対象設備を収納する原子炉建屋・原子炉補助建屋に与える熱影響は、外壁表面で許容温度(200℃)を下回り、影響がないことを確認
- 森林火災評価結果に基づき、防護対象への延焼防止対策として、建物等との干渉を考慮のうえ、防火帯(幅35m)を設定する。
- ばい煙等による影響を防止できることを確認

【参考資料】

1. 森林火災に係る国の審査状況

○7月8日の申請以降、原子力規制委員会にて、森林火災影響評価についてはこれまで2回の審査会合が開催され、10月3日に指摘事項の回答を実施した結果、大きなコメントは残っていない。

審査会合の開催実績および審査内容

| 審査会合開催日 | | 主な審査内容 |
|-------------|------|---|
| 平成25年 8月29日 | 第15回 | 重大事故等対策の有効性評価に係る成立性確認 設計基準事象（外部火災影響評価） |
| 平成25年10月 3日 | 第28回 | 審査会合における指摘事項の回答（外部火災影響評価） |

2. 国の審査会合における指摘事項およびその回答 1/2

(10月3日第28回審査会合抜粋)

1. 指摘事項

- 火災発生時の消防当番者等への連絡経路について整理して説明すること。

[平成25年8月29日 第15回審査会合]

2. 回答

- 火災発生時の連絡経路については、初期消火要員に対しては参集に余裕を持たせる観点から当直長からの連絡とし、消防当番者への連絡は、消防機関への連絡状況の情報連携も含めて、連絡責任者から行うこととしていた。
- 今回、初動からの指揮命令系統の明確化を図る観点から、初期消火活動体制の指揮命令系統と整合をとるよう連絡経路を変更する。

2. 国の審査会合における指摘事項およびその回答 2/2

(10月3日第28回審査会合抜粋)

火災発生時の連絡経路について、初期消火要員に対しては、参集に余裕を持たせる観点から当直長から連絡し、一方、消防当番者への連絡は、消防機関への連絡状況の情報連携も含め連絡責任者から行うこととしていた。
 今回、初動時からの指揮命令系統の明確化を図る観点から、初期消火活動体制の指揮命令系統と整合をとるよう連絡経路を変更する。

