

島根原子力発電所2号機
竜巻に対する防護
(審査会合における指摘事項の回答)

平成27年4月
中国電力株式会社

1. 竜巻に対する防護(H27.2.3)の指摘事項

審査会合における指摘事項に対して回答

■竜巻防護施設の設定

- ✓ ノンクラスの施設については、竜巻防護施設とすべきものはないのか説明すること。
- ✓ 防護対象の抽出において、倒壊等により防護対象に影響を与えうる設備の抽出が漏れなく行われているか説明すること。
- ✓ 竜巻防護施設の抽出に関し、クラス3施設については抽出フローからは代替性や修復性により除かれているが、その代替性や修復性をどのように確認しているのか説明すること。
- ✓ 防潮堤については、竜巻による影響の有無及び影響がある場合は修復までの間に津波による被害を受ける可能性の有無について説明すること。

1. 竜巻に対する防護(H27.2.3)の指摘事項

■基準竜巻・設計竜巻の設定

- ✓ 竜巻影響評価ガイドにおいては、竜巻検討地域の設定に際し、国内においてサイトと類似した地域を検討に加えることを意図しているが、この考え方への適合性について説明すること。
- ✓ 竜巻の発生要因として、台風との関連を考慮し説明すること。
- ✓ 竜巻検討地域の設定やその地域での竜巻の検討において、突風関連指数の使用目的及びその活用方法について説明すること。
- ✓ 突風関連指数を用いて特定規模の竜巻の発生の可能性を評価する妥当性を説明すること。また、米国での竜巻発生に基づく経験式であるEHIを我が国の竜巻発生評価への適用の妥当性を説明すること。なお、国内の限られたデータと米国文献のグラフで示されている誤差範囲を踏まえ、EHIとFスケールを関連付ける妥当性について説明すること。
- ✓ 突風関連指数の不確かさを踏まえてSReH及びCAPE指数の閾値設定の妥当性を説明すること。
- ✓ 気象庁での突風関連指数の適用状況を詳細に説明すること。
- ✓ ①VB1とVB2の設定については、過去発生した竜巻の統計処理の妥当性について説明すること。②昨今の気象変動を踏まえて将来に発生することが想定される竜巻への考慮について説明すること。
- ✓ (竜巻)竜巻影響評価に関し、基準竜巻設定の信頼性(考慮している地域等)や、飛来物への防護策に関する妥当性等を説明すること。
- ✓ 竜巻ハザード曲線の算定に用いる51.5年の擬似データにF3の発生を仮定した評価結果を示すこと。

2. 主な指摘事項への回答(その1)

(指摘事項) 竜巻防護施設の抽出に関し、クラス3施設については抽出フローからは代替性や修復性により除かれているが、その代替性や修復性をどのように確認しているのか説明すること。

(回答) 表1に示すとおり、補修等を実施するとともに、保安規定の運転上の制限に従い、プラント停止等の対応を行うことにより、プラントの安全性は維持できることを確認。

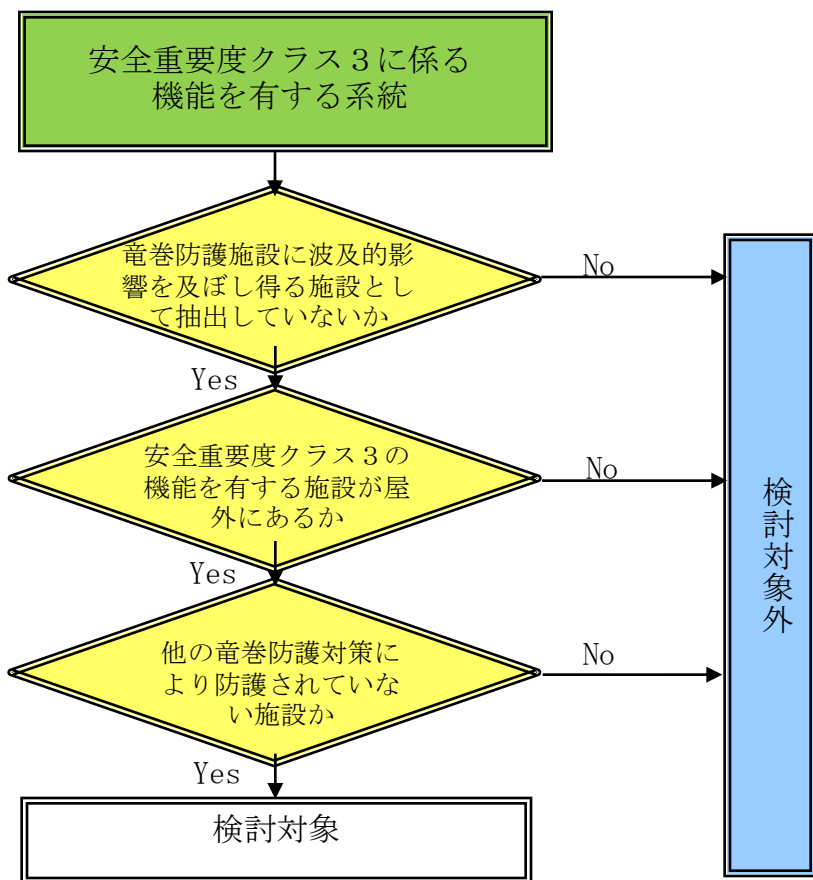


表1 屋外の安全重要度クラス3施設損傷時の対応

系統	主な施設名称	対応 【 】はDB施設以外を用いた対応
窒素ガス制御系	窒素ガス制御系液体窒素貯蔵タンク、窒素ガス制御系液体窒素蒸発装置、窒素ガス制御系サージタンク	必要によりプラントを停止し、補修を実施
所内電気設備系	主変圧器、所内変圧器、起動変圧器、送電線、開閉所	必要によりプラントを停止し、補修を実施 【外部電源が受電できない場合はガスタービン発電機車、高圧発電機車で代替可能】
循環水系	循環水ポンプ用電動機、弁駆動部	必要な循環水量が確保できない場合はプラントを停止し、補修を実施
復水輸送系 液体廃棄物処理系	補助復水貯蔵タンク、トラス水受入タンク	天板が損傷した場合は補修を実施 (側面は遮蔽壁により防護されている)

図1. 代替性・修復性を考慮すべき屋外の安全重要度クラス3施設の抽出フロー

2. 主な指摘事項への回答(その2)

(指摘事項) 竜巻ハザード曲線の算定に用いる51.5年の擬似データにF3の発生を仮定した評価結果を示すこと。

(回答) 日本海側での観測事例はないF3竜巻の発生を仮定した場合のハザード算定結果への影響、竜巻ハザードに関わる不確実さがハザード算定結果へ及ぼす影響を検討。ハザード推定結果を図1に示す。年超過確率 10^{-5} に相当する風速は、基本ケースの60.8m/sから64.9m/sに増加。

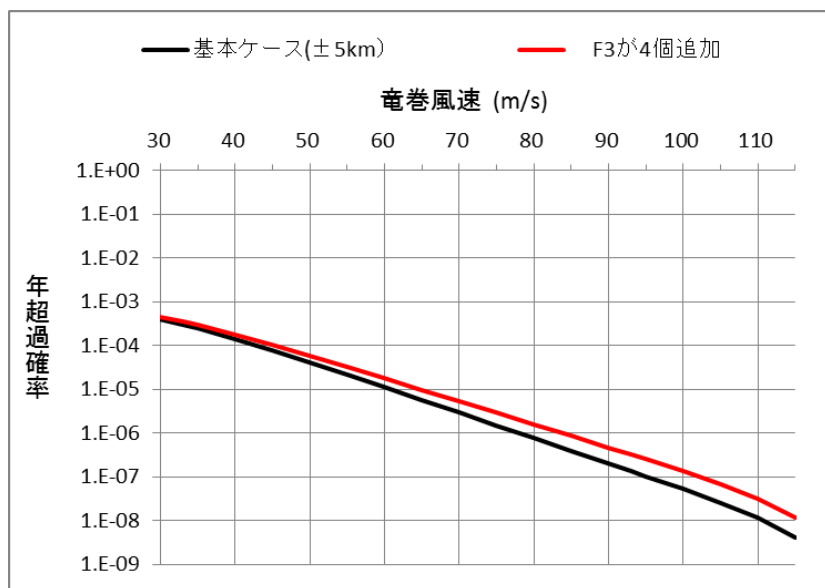


図1 F3竜巻を仮定した場合と基本ケースのハザードの推定結果比較

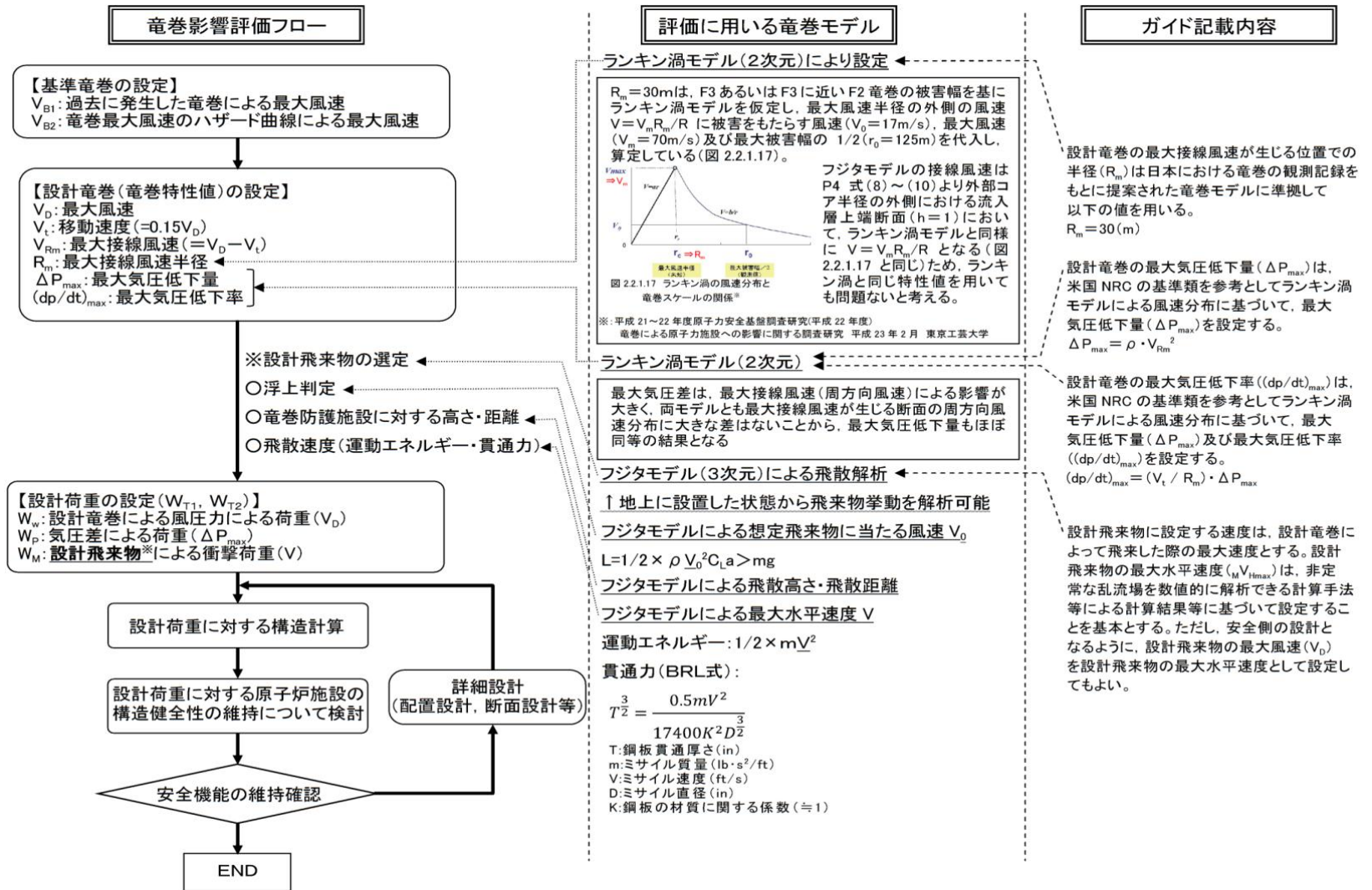
基本ケースとF3を仮定した場合のハザード結果の比較

検討ケース	1E-04	1E-05	1E-06	1E-07
基本ケース	43.0m/s	60.8	78.0	95.3
F3仮定	45.4m/s	64.9	83.8	102.3

フジタモデルの適用について

1. 竜巻影響評価の流れ

■ 竜巻影響評価は、以下のフローのとおり、今後竜巻影響評価へ移っていくが、影響評価に用いる竜巻モデルについて、竜巻影響評価ガイドに記載されていないフジタモデルを採用したいと考え、フジタモデルの適用性について審査を受けた。

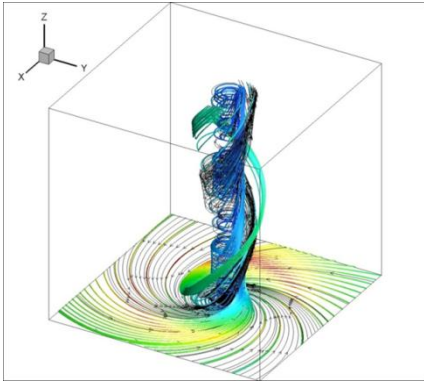


2. フジタモデルについて

フジタモデルの概要

フジタモデルは、米国NRCの要請により藤田哲也シカゴ大学名誉教授が考案した竜巻風速場の工学モデルである。

フジタモデルは、竜巻動画の写真図化分析及び竜巻の地上痕跡、被災状況調査に基づいて考案されたものであり、図1に示すとおり、フジタモデルによって表現された風速場は竜巻の映像を分析して得られた風速ベクトルを良く模擬している。

モデル名	概要	風況イメージ
フジタモデル	<ul style="list-style-type: none"> ・ランキン渦モデルと同様に代数式で風速場が表現されるが、やや複雑になる。 ・半径方向に3つの領域(内部コア, 外部コア, 最外領域)に分割して風速場をモデル化する。 ・周方向風速V_θはランキン渦モデルと同様であるが、高さ依存性がある。 ・上昇流(V_z)は外部コアのみに存在する。 ・地面付近で竜巻中心に向かう強い流れ(V_r)がある。 	

モデル名	メリット	問題点
フジタモデル	<ul style="list-style-type: none"> ・実観測に基づいて考案されたモデルであり、実際に近い風速場構造を表現している。 ・比較的簡易な代数式により風速場を表現できる ・地上に設置した状態から飛来物の挙動を解析できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ランキン渦モデルと比較して、解析プログラムが複雑になる。(近年における計算機能力の向上及び評価ツールの高度化により問題点は解決されている。)

3. フジタモデルによる解析と実被害との比較

2006年11月7日に北海道網走支庁佐呂間町に発生した竜巻(以下、「佐呂間竜巻」と呼ぶ。)により、4tトラックが約40 m移動したことが報告されている。

このケースについて、フジタモデル・ランキン渦モデルを使用して再現解析を実施・比較した。

別紙ー3 表2 佐呂間竜巻での4tトラックの飛散計算結果(ケース2)

風速場 モデル	初期配置	計算結果		
		飛散 距離[m]	飛散 高さ[m]	飛散速度[m/s]
フジタモデル	地上	35.5	2.3	22.2
ランキン渦モデル	地上40 m	70.5	0.0	22.1



別紙ー3 図3 被災した4tトラック