

東海第二発電所	工事計画審査資料
資料番号	補足-440-1 改 11
提出年月日	平成 30 年 7 月 20 日

工事計画に係る補足説明資料

補足-440-1 【竜巻への配慮が必要な施設の強度に関する説明書  
の全般の補足説明】

平成 30 年 7 月

日本原子力発電株式会社

## 補足説明資料目次

### I. はじめに

1. 強度計算の方針に関する補足説明資料
  - 1.1 風力係数について
  - 1.2 強度計算時の施設の代表性について
  - 1.3 換気空調設備の竜巻の影響を考慮する施設について
  - 1.4 構造強度評価における評価対象部位の選定について
  
2. 竜巻より防護すべき施設を内包する施設の強度計算に関する補足説明資料
  - 2.1 鉄筋コンクリート部材の裏面剥離評価方法について
  - 2.2 コンクリートの裏面剥離に対する設備対策の評価手法について
  - 2.3 原子炉建屋大物搬入口扉の貫通評価について
  - 2.4 ブローアウトパネル開口部から侵入する風に対する対応方針について
  - 2.5 原子炉建屋外側ブローアウトパネルの飛び出し挙動について
  - 2.6 使用済燃料乾式貯蔵建屋の使用済燃料乾式貯蔵容器冷却性能について
  - 2.7 使用済燃料乾式貯蔵建屋壁面への車両の衝突影響について
  - 2.8 飛来物として設定する車両の設定について
  - 2.9 鉄筋コンクリートの衝突解析モデルにおける破断限界の設定について
  - 2.10 原子炉建屋原子炉棟屋根スラブ変形評価の許容値の設定について
  - 2.11 車両衝突時における使用済燃料乾式貯蔵建屋内壁ライナの挙動について
  - 2.12 原子炉建屋原子炉棟屋根スラブの貫通及び裏面剥離評価について
  
3. 海水ストレーナの強度計算に関する補足説明資料
  - 3.1 海水ストレーナの評価対象部位について
  
4. 屋外の重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算に関する補足説明資料
  - 4.1 固縛装置の設計における保守性について
  - 4.2 固縛装置の設計における設備の代表性について
  - 4.3 屋外の重大事故等対処設備の収納ラックに対する固縛対応について
  
5. 主排気筒の強度計算に関する補足説明資料
  - 5.1 竜巻飛来物による構造欠損の想定箇所について
  
6. ディーゼル発電機吸気口の強度計算に関する補足説明資料
  - 6.1 ディーゼル発電機吸気口の局部ばね定数及び局部応力の算出について

7. 防護対策施設の強度計算に関する補足説明資料
  - 7.1 シャックルの許容限界について
  - 7.2 飛来物のオフセット衝突の影響について
  - 7.3 金網の設計裕度の考え方
  - 7.4 ワイヤロープの変形を考慮したネットシステムのたわみについて
  - 7.5 ワイヤロープの初期張力について
  - 7.6 補助金網の影響について
  - 7.7 防護対策施設の設計の考え方について
  
8. 排気管，放出管及びベント管の強度計算に関する補足説明資料
  - 8.1 ディーゼル発電機排気管の許容応力について

: 今回ご説明分

## I. はじめに

### 1. 概要

本補足説明資料は、以下の説明書についての内容を補足するものである。  
本補足説明資料と添付書類との関連を表-1に示す。

- ・ V-3-別添 1 竜巻への配慮が必要な施設の強度に関する説明書

表-1 補足説明資料と添付資料との関連 (1/5)

工事計画添付書類に係わる補足説明資料 (竜巻)	該当添付資料
1. 強度計算の方針に関する補足説明資料	
1.1 風力係数について	V-3-別添 1-1-2 「残留熱除去系海水系ポンプの強度計算書」 V-3-別添 1-1-3 「残留熱除去系海水系ストレナの強度計算書」 V-3-別添 1-1-4 「主排気筒の強度計算書」 V-3-別添 1-1-5 「換気空調設備の強度計算書」 V-3-別添 1-1-6 「ディーゼル発電機海水ポンプの強度計算書」 V-3-別添 1-1-7 「ディーゼル発電機海水ストレナの強度計算書」 V-3-別添 1-1-8 「ディーゼル発電機吸気口の強度計算書」 V-3-別添 1-1-9 「配管および弁の強度計算書」 V-3-別添 1-1-10-2 「消音器の強度計算書」 V-3-別添 1-1-10-3 「排気管、放出管およびベント管の強度計算書」
1.2 強度計算時の施設の代表性について	V-3-別添 1-1-2 「残留熱除去系海水系ポンプの強度計算書」 V-3-別添 1-1-3 「残留熱除去系海水系ストレナの強度計算書」 V-3-別添 1-1-5 「換気空調設備の強度計算書」 V-3-別添 1-1-6 「ディーゼル発電機用海水ポンプの強度計算書」 V-3-別添 1-1-7 「ディーゼル発電機用海水ストレナの強度計算書」 V-3-別添 1-1-8 「ディーゼル発電機吸気口の強度計算書」 V-3-別添 1-1-9 「配管及び弁の強度計算書」 V-3-別添 1-1-10-3 「排気管、放出管及びベント管の強度計算書」
1.3 換気空調設備の竜巻の影響を考慮する施設について	V-3-別添 1-1-5 「換気空調設備の強度計算書」

表-1 補足説明資料と添付資料との関連 (2/5)

工事計画添付書類に係わる補足説明資料 (竜巻)	該当添付資料
1.4 構造強度評価における評価対象部位の選定について	V-3-別添 1-1-2 「残留熱除去系海水系ポンプの強度計算書」 V-3-別添 1-1-3 「残留熱除去系海水系ストレーナの強度計算書」 V-3-別添 1-1-4 「主排気筒の強度計算書」 V-3-別添 1-1-5 「換気空調設備の強度計算書」 V-3-別添 1-1-6 「ディーゼル発電機海水ポンプの強度計算書」 V-3-別添 1-1-7 「ディーゼル発電機海水ストレーナの強度計算書」 V-3-別添 1-1-8 「ディーゼル発電機吸気口の強度計算書」 V-3-別添 1-1-9 「配管および弁の強度計算書」 V-3-別添 1-1-10-2 「消音器の強度計算書」 V-3-別添 1-1-10-3 「排気管、放出管およびベント管の強度計算書」
2. 竜巻より防護すべき施設を内包する施設の強度計算に関する補足説明資料	
2.1 鉄筋コンクリート部材の裏面剥離評価方法について	
2.2 コンクリートの裏面剥離に対する設備対策の評価手法について	
2.3 原子炉建屋大物搬入口扉の貫通評価について	V-3-別添 1-1-1 「竜巻より防護すべき施設を内包する施設の強度計算書」
2.4 ブローアウトパネル開口部から侵入する風に対する対応方針について	
2.5 原子炉建屋外側ブローアウトパネルの飛び出し挙動について	

表-1 補足説明資料と添付資料との関連 (3/5)

工事計画添付書類に係わる補足説明資料 (竜巻)	該当添付資料
2.6 使用済燃料乾式貯蔵建屋の使用済燃料乾式貯蔵容器冷却性能について	V-3-別添 1-1-1 「竜巻より防護すべき施設を内包する施設の強度計算書」
2.7 使用済燃料乾式貯蔵建屋壁面への車両の衝突影響について	
2.8 飛来物として設定する車両の設定について	
2.9 鉄筋コンクリートの衝突解析モデルにおける破断限界の設定について	
2.10 原子炉建屋原子炉棟屋根スラブ変形評価の許容値の設定について	
2.11 車両衝突時における使用済燃料乾式貯蔵建屋内壁ライナの挙動について	
2.12 原子炉建屋原子炉棟屋根スラブの貫通及び裏面剥離評価について	

表-1 補足説明資料と添付資料との関連 (4/5)

工事計画添付書類に係わる補足説明資料 (竜巻)	該当添付資料
3. 海水ストレーナの強度計算に関する補足説明資料	
3.1 海水ストレーナの評価対象部位について	V-3-別添 1-1-3 「残留熱除去系海水系ストレーナの強度計算書」 V-3-別添 1-1-7 「ディーゼル発電機海水ストレーナの強度計算書」
4. 屋外の重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算に関する補足説明資料	
4.1 固縛装置の設計における保守性について	V-3-別添 1-3 「屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算の方針」 V-3-別添 1-3-1 「屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算書」
4.2 固縛装置の設計における設備の代表性について	
4.3 屋外の重大事故等対処設備の収納ラックに対する固縛対応について	
5. 主排気筒の強度計算に関する補足説明資料	
5.1 竜巻飛来物による構造欠損の想定箇所について	V-3-別添 1-1-4 「主排気筒の強度計算書」
6. ディーゼル発電機吸気口の強度計算に関する補足説明資料	
6.1 ディーゼル発電機吸気口の局部ばね定数及び局部応力の算出について	V-3-別添 1-1-8 「ディーゼル発電機吸気口の強度計算書」



表-1 補足説明資料と添付資料との関連 (5/5)

工事計画添付書類に係わる補足説明資料 (竜巻)	該当添付資料
7. 防護対策施設の強度計算に関する補足説明資料	
7.1 シャックルの許容限界について	V-3-別添 1-2-1-1 「防護ネットの強度計算書」 V-3-別添 1-2-1-2 「防護鋼板の強度計算書」 V-3-別添 1-2-1-3 「架構の強度計算書」
7.2 飛来物のオフセット衝突の影響について	
7.3 金網の設計裕度の考え方	
7.4 ワイヤロープの変形を考慮したネットシステムのたわみについて	
7.5 ワイヤロープの初期張力について	
7.6 補助金網の影響について	
7.7 防護対策施設の設計の考え方について	
8. 排気管, 放出管及びベント管の強度計算に関する補足説明資料	
8.1 ディーゼル発電機排気管の許容応力について	V-3-別添 1-1-10-3 「排気管, 放出管及びベント管の強度計算書」

## 2.8 飛来物として設定する車両の設定について

## 1. 想定する車両の仕様

当社の管理が及ばない隣接事業所からの飛来物として設定した「車両（トラック）」については、その影響を過度な保守性を排し合理的に設定する方針のもと、フジタモデルを用いて飛散速度及び飛距離を評価している。

仮にランキン渦モデルを用いて上記の車両を解析した場合でも、飛距離が大きくなるものの飛散速度は同等であり、想定車両の衝突による被衝突物への影響の度合いについては、両モデルの間に差は認められない。

表 1 想定する車両モデル

項目		東海第二	備考
車両の寸法、重量		3.6m×2.5m×8.6m 5,000kg	種々の車種の解析結果のうち、使用済燃料乾式貯蔵建屋排気口への到達有無を考慮。
飛散速度	水平	52	下記解析手法に基づく。 ※：鉛直方向の有意な衝突箇所は無いと判断
	鉛直	—※	
飛距離		約 186m	
浮上高さ		約 17.5m	初期位置からの浮上がり分
風速場モデル		フジタモデル	
初期高さ		0m	現実的にも車両は地表にあると判断し設定。
ランキン渦モデルによる飛散解析結果		①初期高さ 40m ・水平速度：52m/s ・飛距離：325m ②初期高さ 0m ・水平速度：52m/s ・飛距離：290m	上記車両の場合、飛散速度については、フジタモデルとランキン渦モデルの間に差は認められない。

## 2. 衝突解析に用いる車両モデルについて

使用済燃料乾式貯蔵建屋壁面への衝突解析には、図 1 に示す FEMモデルを用いる。

本モデルは、車両は、車両剛性を衝突面の接点数で除した剛性を持つバネを、衝突面の接点ごとに配分した剛体としてモデル化した。また、建屋の柱間のスパンと車両（トラック相当）の長さが上回り、横向き時には柱で衝突荷重を支えることになるため、壁面のみで負荷を受けるよう、車両は正面衝突するモデルとした。また、衝突面の寸法については、正面衝突を想定することから、具体的な衝突想定箇所となるキャビンの寸法を踏まえ設定した。

車両モデルの諸元を表 2 に示す。

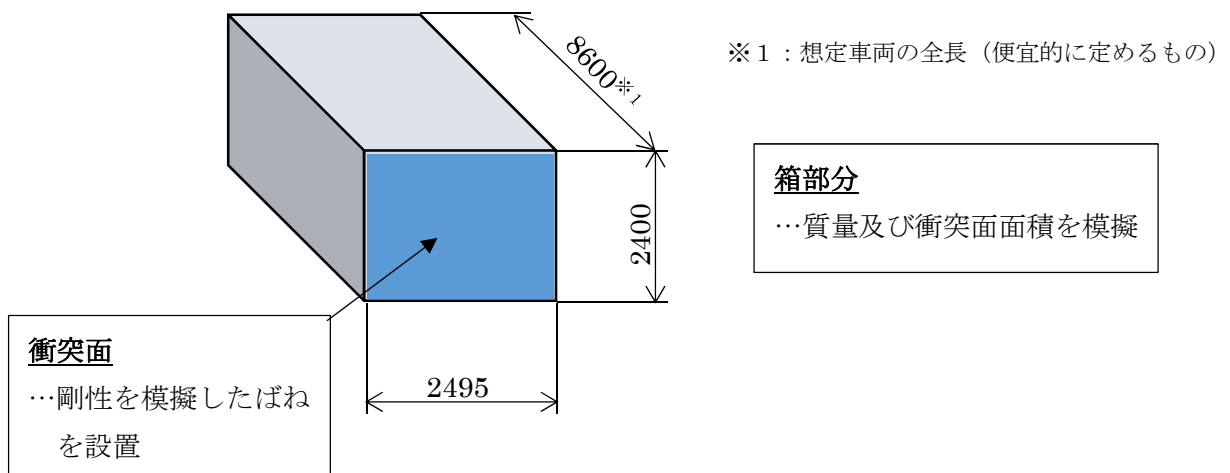
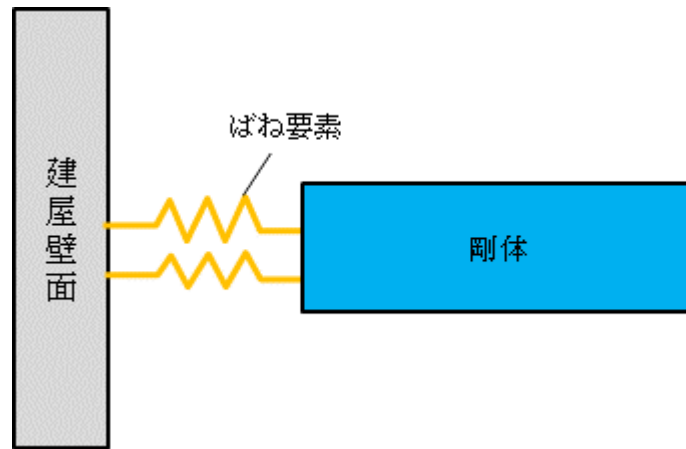


図1 車両の解析モデル

表1 車両モデル諸元

寸法 <sup>※1</sup> (m)	衝突面寸法 <sup>※2</sup> (m)	質量 (kg)	剛性 <sup>※3</sup> (N/m)
3.6×2.5×8.6	幅 2.495 高さ 2.400	5000	2.94×10 <sup>6</sup>

※1：簡易式評価に用いた寸法

※2：車両諸元のモデルとなったトラック（8tクラス）のキャビン前面寸法をもとに設定

※3：自動車の衝突安全（名古屋大学出版会）を参照し、以下のとおり算出。

$$588 \text{ (N/m/kg)} \times 5,000 \text{ (kg)} = 2.94 \times 10^6 \text{ (N/m)}$$

### 3. ばね剛性の設定の影響について

柔飛来物である車両の変形能力を考慮し設定するばね要素の剛性については、トラックのキャビンの剛性の値を文献から参照できなかったため、乗用車のデータに基づく値を採用していることから、その影響について考察した。

解析に際しての事前検討として、ばねによるエネルギー吸収分の解析結果への影響を試算した結果、解析上必要な最小長さ (260 mm) について、ばねのみでは車両の運動エネルギーを吸収しきれず、剛体部分が壁面に接触する結果となった。

この際、車両の運動エネルギーについては、図2に示すとおり、剛体部分の接触後に壁面 (RC+ライナ) により吸収される分が殆どであり、ばねにより吸収される分は極僅かであることが分かった。

上記の結果を踏まえると、仮にトラックのばね剛性が採用した文献値と差があるとしても、ばね長さを短く (=エネルギー吸収能力を極力低く) し、剛体部の衝突の影響が支配的となる様に設定することで、ライナの評価におけるばねの影響が有意とならないように出来ると判断した。

この考えに基づき、解析におけるばね長さは、解析の安定性確保の観点による最小値 (260 mm) で設定した。

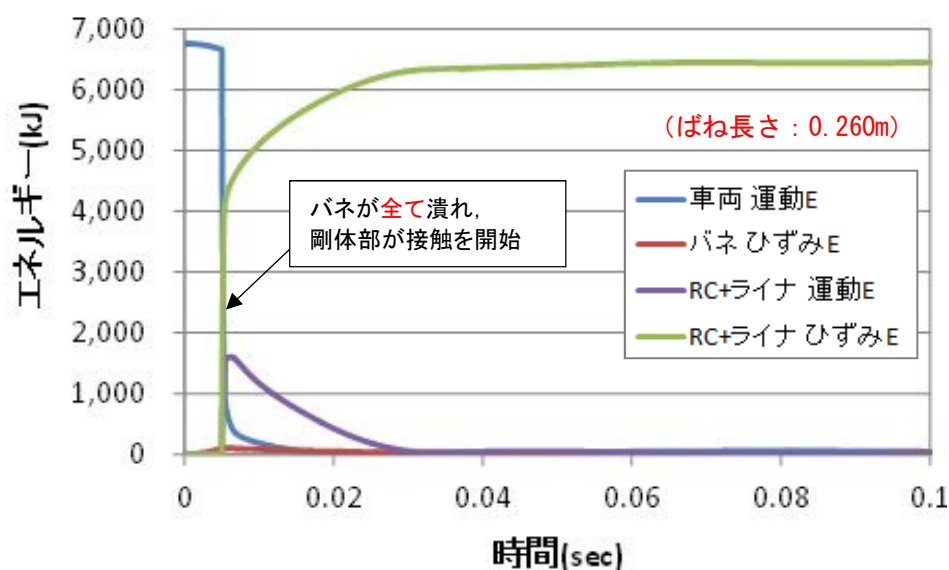


図2 衝突時のエネルギー収支

以上