東海第二発電所	工事計画審査資料		
資料番号	補足-440-1 改 16		
提出年月日	平成 30 年 9月25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 8 月 日本原子力発電株式会社

計算機プログラム (解析コード)の概要 ・Virtual Performance Solution

目次

1.	は	:じめに	. 3
2.	解	析コードの概要	. 3
3.	コ	ードの検証	. 4
	3.1	落下物とバネの衝突	. 5
	3.2	自動車のスポット溶接部の衝突時損傷評価	. 7

計算機プログラム (解析コード)の概要 ・Virtual Performance Solution

目次

1.	は	:じめに	. 3
2.	解	析コードの概要	. 3
3.	コ	ードの検証	. 4
	3.1	落下物とバネの衝突	. 5
	3.2	自動車のスポット溶接部の衝突時損傷評価	. 7

1. はじめに

本資料は,計算機プログラム(解析コード) Virtual Performance Solutionについて説明するものである。

2. 解析コードの概要

コード名 項目	Virtual Performance Solution		
使用目的	3 次元有限要素法による衝突解析(竜巻飛来物影響評価)		
開発機関	ESI Group		
開発時期	2002年		
使用したバージョン	2015		
コードの概要	Virtual Performance Solution(以下「VPS」という。)は,ESI Groupにより開発・公開された,衝突安全・機構応力・強度剛性・疲労耐久・振動音響など,多領域の解析ソフトを包括した構造解析用の汎用市販コードであり,衝撃・衝突現象を含めた,強い非線形性(幾何学的/材料/接触)を伴う現象についても,動的陽解法有限要素法を用いた高速・高精度な解析が可能である。		
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	VPS は、動的物性値の設定に用いるパラメータの保守性の確認において、竜巻飛来物に対する防護鋼板への衝突試験結果と比較するための、3次元有限要素法による衝突解析の計算値の算出に使用している。 【検証(Verification)】 今回の使用目的(衝突解析)を踏まえた、本解析コードの検証の内容は以下のとおりである。(詳細は3章に示す) ・下記の文献に示されている衝突事象について、VPSによる解析を実施し、解析結果が文献に記載された理論値と一致することを確認した。 > Ferdinand Beer 他、Vector Mechanics for Engineers: Dynamics、7th edition ・下記の文献において、衝突試験時の損傷状況とVPSによる解析結果が精度よく一致すると報告されていることを確認した。 > 翁長他、3 Dスポット溶接モデルの適用による衝突 C A E の精度向上 ・本コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。		

【妥当性確認 (Validation)】

本解析コードの妥当性確認の内容は,以下のとおりである。

- ・本解析コードは,国内外の宇宙航空,自動車,機械,建築,土木などの様々な分野における使用実績を有しており,妥当性は十分に確認されている。
- ・開発機関が提示するマニュアルにより,本解析コードの適正な用途 適用範囲を確認している。
- ・本工事計画で行う3次元有限要素法(はり要素,シェル要素,ソリッド要素)による動的解析(衝突解析)の用途,適用範囲が上述の妥当性確認範囲内にあることを確認している。
- ・本工事計画における構造に対し使用する要素,3次元有限要素法による衝突解析(竜巻飛来物影響評価)の使用目的に対し,使用用途及び使用方法に関する適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。

検証 (Verification)

及び 妥当性確認 (Validation)

3. コードの検証

文献に提示されている衝突及び変形事象をVPSにより解析し,結果が文献に記載された理論値等と一致することを確認した。検証の内容を以降に示す。

3.1 落下物とバネの衝突

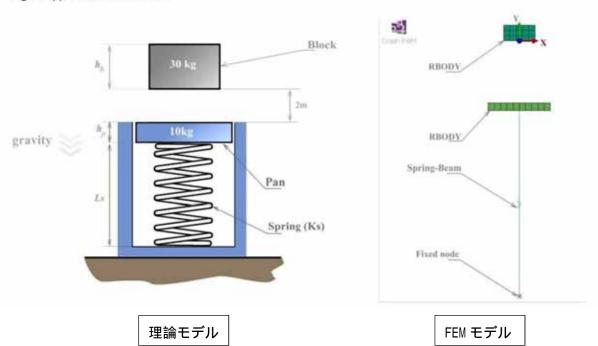
(比較対象の出典:Ferdinand Beer 他, Vector Mechanics for Engineers: Dynamics, 7th edition (McGraw-Hill Education))

ばねの先端の受け皿に,剛体の落下物が衝突した場合の受け皿の挙動を評価し,文献値とよく整合することを確認した。

Test Description

A 30kg block is dropped from a height of 2m onto the 10kg pan of a spring scale. Assuming the impact to be perfectly plastic we will determine the deflection of the pan.

Figure (i). Problem sketch.



Unit System: [mm, kg, ms]				
	Block	Pan	Spring	
	Young's modulus = 207 GPa	Young's modulus = 207 GPa	Ks= 20 kN	
Materials properties:	Poisson's ratio = 0.29	Poisson's ratio = 0.29		
properties.	Density = 60 kg/m ³	Density = 10 kg/m ³		
Geometric	$1 \times 1(m \times m)$	$2 \times 2(m \times m)$	I _ 6 m	
properties:	$h_b = 0.5 m$	$h_p = 0.25 \ m$	$L_s = 6 m$	
Loadings:	$g = 9.81m/s^2$	$g = 9.81m / s^2$		

Hypothesis and Modeling Notes

The pan and the block are assumed to be two rigid bodies. They are modeled using solid elements. Boundary conditions are applied to maintain the motion of the pan and the block in the Y-direction.

Since the impact is an inelastic one, a contact is defined between the pan and the block. Contact type 34, which is a non-symmetric node-to-segment contact, and separation stress (SEPSTR) option are used.

Results

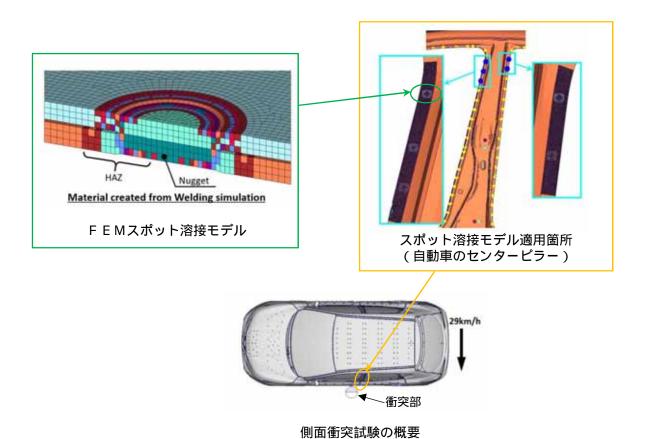
Outp	VPS	Reference	% Error		
Displacement of the pan	Case N°1	Y (m)	0.2304	0.225	2.40%

文献値(受け皿の変位)との比較

3.2 自動車のスポット溶接部の衝突時損傷

(出典: 翁長他, 3 Dスポット溶接モデルの適用による衝突 C A E の精度向上,自動車技術会 2016年秋季大会学術講演会予稿集,p806-p811)

自動車のスポット溶接部をモデル化し,衝突試験時の損傷状況とシミュレーション結果を比較した結果,損傷状況を精度よく再現出来たと報告されていることを確認した。



Match
Reference
Does not match
未適用箇所

側面衝突試験結果(破断状況比較)