

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-工-B-22-0032_改0
提出年月日	2021年2月25日

VI-5-25 計算機プログラム（解析コード）の概要

・NX NASTRAN

2021年2月

東北電力株式会社

目 次

1. はじめに.....	1
1.1 使用状況一覧.....	2
2. 解析コードの概要.....	4
2.1 NX NASTRAN ver. 5mp1.....	4
2.2 NX NASTRAN ver. 7.1.....	6

1. はじめに

本資料は、添付書類において使用した計算機プログラム（解析コード）NX NASTRANについて説明するものである。

本解析コードを使用した添付書類を示す使用状況一覧、解析コードの概要を以降に記載する。

1.1 使用状況一覧

使用添付書類		バージョン
VI-2-1-12-1	配管及び支持構造物の耐震計算について	ver. 5mp1
VI-2-4-2-5	使用済燃料プール水位/温度 (ヒートサーモ式) の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-5-7-1-6	管の耐震性についての計算書 (原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系)	ver. 5mp1
VI-2-5-7-2-5	管の耐震性についての計算書 (高圧炉心スプレイ補機冷却水系及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水系)	ver. 5mp1
VI-2-6-3-2-2	管の耐震性についての計算書 (制御棒駆動水圧系)	ver. 5mp1
VI-2-6-5-4-2-1	ドライウエル温度の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-6-5-4-2-3	サプレッションプール水温度の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-6-5-4-2-4	原子炉格納容器下部温度の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-6-5-4-4-1	格納容器内水素濃度 (D/W) の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-6-5-4-4-2	格納容器内水素濃度 (S/C) の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-6-5-8-2	原子炉格納容器下部水位の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-6-5-9-1	原子炉建屋内水素濃度の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-6-6-1-1	管の耐震性についての計算書 (高圧室素ガス供給系)	ver. 5mp1
VI-2-6-6-2-1	管の耐震性についての計算書 (代替高圧室素ガス供給系)	ver. 5mp1
VI-2-6-7-18	静的触媒式水素再結合装置動作監視装置の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-8-2-1-1-1	主蒸気管放射線モニタの耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-8-2-1-2-1	格納容器内雰囲気放射線モニタ (D/W) の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-8-2-1-2-2	格納容器内雰囲気放射線モニタ (S/C) の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-8-2-1-3-2	フィルタ装置出口放射線モニタの耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-8-2-1-3-3	燃料取替エリア放射線モニタの耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-8-2-2-1-1	使用済燃料プール上部空間放射線モニタ (低線量) の耐震性についての計算書	ver. 5mp1

使用添付書類		バージョン
VI-2-8-2-2-1-2	使用済燃料プール上部空間放射線モニタ（高線量）の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-8-3-2-2	管の耐震性についての計算書（緊急時対策所換気空調系）	ver. 5mp1
VI-2-8-3-4-1	管の耐震性についての計算書（緊急時対策所加圧空気供給系）	ver. 5mp1
VI-2-10-1-2-1-6	非常用ディーゼル発電設備 管の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-10-1-2-2-6	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 管の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-10-1-2-3-5	ガスタービン発電設備 管の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-10-1-2-4-2	緊急時対策所ディーゼル発電設備 管の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-10-2-13-2	取水ピット水位計の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-10-3-2	補機駆動用燃料設備 管の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-11-2-12	耐火隔壁の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-11-2-15	第1号機排気筒の耐震性についての計算書	ver. 7.1
VI-2-別添 1-4	ガスボンベ設備の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-別添 1-5	選択弁の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-別添 1-7	消火配管の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-別添 2-2	溢水源としない耐震 B, C クラス機器の耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-別添 2-5	タービン補機冷却海水系隔離システムの耐震性についての計算書	ver. 5mp1
VI-2-別添 3-4	可搬型重大事故等対処設備のうちボンベ設備の耐震計算書	ver. 5mp1
VI-3-3-4-1-2-1-4-2	管の応力計算書（制御棒駆動水圧系）	ver. 5mp1
VI-3-別添 3-2-11-1	取水ピット水位計の強度計算書	ver. 5mp1

2. 解析コードの概要

2.1 NX NASTRAN ver. 5mp1

項目	コード名 NX NASTRAN
使用目的	3次元有限要素法による固有値解析及び静的解析
開発機関	Siemens Product Lifecycle Management Software Inc.
開発時期	1971年 (The MacNeal-Schwendler Corporation) 2005年 (Siemens Product Lifecycle Management Software Inc.)
使用したバージョン	ver. 5mp1
コードの概要	<p>NX NASTRAN (以下「本解析コード」という。)は、航空機の機体強度解析を目的として The MacNeal-Schwendler Corporation により開発され、Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. に引き継がれた有限要素法による構造解析用の汎用プログラムであり、MSC NASTRAN と同じ機能を持つ。</p> <p>適用モデル (主にははり要素, シェル要素, ソリッド要素) に対して, 静的解析 (線形, 非線形), 動的解析 (過渡応答解析, 周波数応答解析), 固有値解析, 伝熱解析 (温度分布解析), 熱応力解析, 線形座屈解析等の機能を有している。</p> <p>数多くの研究機関や企業において, 航空宇宙, 自動車, 造船, 機械, 建築, 土木等様々な分野の構造解析に使用されている。</p>
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>【検証(Verification)】</p> <p>本解析コードの検証の内容は, 以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・材料力学及び構造力学分野における一般的知見により解を求めることができる体系について, 3次元有限要素法 (はり要素及びシェル要素) による固有値解析, 地震応答解析及び応力解析を行い, 解析解が理論モデルによる理論解と一致することを確認している。 ・東京理科大学川井教授の行った二層ラーメン構造の実験及び解析結果並びに別プログラム SOLVER による解析結果と本解析コードによる解析結果とが同等であることを確認している。 ・固有値解析で作成した二層ラーメン構造の解析モデルを使用して自重及び水平 1G を考慮した静的解析を行い, 計算された部材応力と支点反力について別プログラム SOLVER による解析結果と本解析コードによる解析結果とが同等であることを確認している。 ・本解析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。

<p>検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)</p>	<p>【妥当性確認(Validation)】</p> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本解析コードは、自動車、航空宇宙、防衛、工業製品、学術研究等の様々な分野において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、本工事計画で使用する3次元有限要素法（はり要素及びシェル要素）による固有値解析、地震応答解析及び応力解析に本解析コードが適用できることを確認している。 ・検証の体系と本工事計画で使用する体系が同等であることから、解析解と理論解の一致をもって、解析機能の妥当性を確認している。 ・東京理科大学川井教授の行った二層ラーメン構造の実験値と本解析コードによる解析結果とが同等であることを確認している（固有値解析）。 ・本工事計画で行う3次元有限要素法（はり要素及びシェル要素）による固有値解析及び応力解析の用途、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。
--	---

2.2 NX NASTRAN ver. 7.1

項目	コード名 NX NASTRAN
使用目的	3次元有限要素法（線形はり要素及び線形シェル要素）による静的解析
開発機関	Siemens Product Lifecycle Management Software Inc.
開発時期	1971年（The MacNeal-Schwendler Corporation） 2005年（Siemens Product Lifecycle Management Software Inc.）
使用したバージョン	ver. 7.1
コードの概要	<p>NX NASTRAN（以下「本解析コード」という。）は、航空機の機体強度解析を目的としてThe MacNeal-Schwendler Corporationにより開発され、Siemens Product Lifecycle Management Software Inc.に引き継がれた有限要素法による構造解析用の汎用プログラムであり、MSC NASTRANと同じ機能を持つ。</p> <p>適用モデル（主にははり要素、シェル要素、ソリッド要素）に対して、静的解析（線形、非線形）、動的解析（過渡応答解析、周波数応答解析）、固有値解析、伝熱解析（温度分布解析）、熱応力解析、線形座屈解析等の機能を有している。</p> <p>数多くの研究機関や企業において、航空宇宙、自動車、造船、機械、建築、土木等様々な分野の構造解析に使用されている。</p>
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>【検証(Verification)】 本解析コードの検証の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・構造力学分野における一般的知見により解を求めることができる体系について、線形はり要素及び線形シェル要素を用いた応力解析の結果と理論モデルによる理論解の比較を行い、解析解が理論解と一致することを確認している。 ・本解析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。 <p>【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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本解析コードは、自動車、航空宇宙、防衛、工業製品、学術研究等の様々な分野において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、本工事計画で使用する3次元有限要素法（線形はり要素及び線形シェル要素）による固有値解析、地震応答解析及び応力解析に本解析コードが適用できることを

<p>検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)</p>	<p>確認している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検証の体系と本工事計画で使用する体系が同等であることから、解析解と理論解の一致をもって、解析機能の妥当性を確認している。 ・本工事計画で行う3次元有限要素法（線形はり要素及び線形シェル要素）による固有値解析，地震応答解析及び応力解析の用途，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。 ・本工事計画において使用するバージョンは，既工事計画において使用されているものと異なるが，バージョンの変更において解析機能に影響のある変更が行われていないことを確認している。
--	---