

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-22-0047_改0
提出年月日	2021年2月18日

VI-5-40 計算機プログラム（解析コード）の概要
・MSC 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	5
2.1 MSC NASTRAN ver. 2005r2, ver. 2008. 0. 0	5
2.2 MSC NASTRAN ver. 2012. 1. 0	7
2.3 MSC NASTRAN ver. 2013. 1. 1	8
2.4 MSC NASTRAN ver. 2018. 2. 1	10
2.5 MSC NASTRAN ver. 2019 Feature Pack 1	12

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）MSC 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-2-2-22	緊急用電気品建屋の耐震性についての計算書	ver. 2013. 1. 1
VI-2-2-24	緊急時対策建屋の耐震性についての計算書	ver. 2013. 1. 1
VI-2-3-4-2-3	制御棒駆動機構ハウジング支持金具の耐震性についての計算書	ver. 2018. 2. 1
VI-2-3-4-3-11	中性子束計測案内管の耐震性についての計算書	ver. 2018. 2. 1
VI-2-4-2-1	使用済燃料プール（キャスクピットを含む）（第1, 2号機共用）の耐震性についての計算書	ver. 2013. 1. 1
VI-2-4-2-2	使用済燃料貯蔵ラック（第1, 2号機共用）の耐震性についての計算書	ver. 2018. 2. 1
VI-2-4-2-3	制御棒・破損燃料貯蔵ラックの耐震性についての計算書	ver. 2018. 2. 1
VI-2-5-4-1-2	残留熱除去系ポンプの耐震性についての計算書	ver. 2012. 1. 0
VI-2-5-5-1-1	高圧炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書	ver. 2012. 1. 0
VI-2-5-5-2-1	低圧炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書	ver. 2018. 2. 1
VI-2-5-7-1-3	原子炉補機冷却海水ポンプの耐震性についての計算書	ver. 2012. 1. 0
VI-2-5-7-2-3	高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの耐震性についての計算書	ver. 2018. 2. 1
VI-2-6-5-1-1	起動領域モニタの耐震性についての計算書	ver. 2018. 2. 1
VI-2-6-5-1-2	出力領域モニタの耐震性についての計算書	ver. 2018. 2. 1
VI-2-6-7-2-2	衛星電話設備（屋外アンテナ）（中央制御室）の耐震性についての計算書	ver. 2008. 0. 0
VI-2-6-7-2-4	衛星電話設備（屋外アンテナ）（緊急時対策所）の耐震性についての計算書	ver. 2008. 0. 0
VI-2-6-7-3-2	無線連絡設備（屋外アンテナ）（中央制御室）の耐震性についての計算書	ver. 2008. 0. 0
VI-2-6-7-3-4	無線連絡設備（屋外アンテナ）（緊急時対策所）の耐震性についての計算書	ver. 2008. 0. 0
VI-2-6-7-7	統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナの耐震性についての計算書	ver. 2008. 0. 0
VI-2-6-7-8	統合原子力防災ネットワーク用通信機器収容架の耐震性についての計算書	ver. 2008. 0. 0

使用添付書類		バージョン
VI-2-8-3-3-1	管の耐震性についての計算書（中央制御室待避所加圧空気供給系）	ver. 2005r2
VI-2-9-2-1-2	サプレッションチェンバの耐震性についての計算書	ver. 2019 Feature Pack 1
VI-2-9-2-1-5	ボックスサポートの耐震性についての計算書	ver. 2019 Feature Pack 1
VI-2-9-4-1	ダウンカマの耐震性についての計算書	ver. 2019 Feature Pack 1
VI-2-9-4-2	ベント管の耐震性についての計算書	ver. 2019 Feature Pack 1
VI-2-9-4-4-1-5	原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の耐震性についての計算書	ver. 2018. 2. 1
VI-2-9-4-4-3-1	静的触媒式水素再結合装置の耐震性についての計算書	ver. 2018. 2. 1
VI-2-10-2-13-1	津波監視カメラの耐震性についての計算書	ver. 2008. 0. 0
VI-2-11-2-7	中央制御室天井照明の耐震性についての計算書	ver. 2013. 1. 1
VI-2-11-2-9	燃料交換機の耐震性についての計算書	ver. 2018. 2. 1
VI-2-11-2-13	制御棒貯蔵ラックの耐震性についての計算書	ver. 2018. 2. 1
VI-2-11-2-14	制御棒貯蔵ハンガの耐震性についての計算書	ver. 2018. 2. 1
VI-2-11-2-21	CRD 自動交換機の耐震性についての計算書	ver. 2018. 2. 1
VI-2-12-1	水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果	ver. 2013. 1. 1
VI-2-13-8	地下水位低下設備制御盤の耐震性についての計算書	ver. 2018. 2. 1
VI-2-13-9	地下水位低下設備電源盤の耐震性についての計算書	ver. 2018. 2. 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. 2005r2
VI-2-別添 1-7	消火配管の耐震性についての計算書	ver. 2005r2
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. 2012. 1. 0, ver. 2018. 2. 1
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. 2005r2
VI-2-別添 3-5	可搬型重大事故等対処設備のうちその他設備の耐震計算書	ver. 2008. 0. 0
VI-3-3-6-1-1-7	サプレッションチェンバの強度計算書	ver. 2019 Feature Pack 1
VI-3-3-6-2-2	ダウンカマの強度計算書	ver. 2019 Feature Pack 1

使用添付書類		バージョン
VI-3-3-6-2-3	ベントヘッドの強度計算書	ver. 2019 Feature Pack 1
VI-3-3-6-2-5	ベント管の強度計算書	ver. 2019 Feature Pack 1

2. 解析コードの概要

2.1 MSC NASTRAN ver. 2005r2, ver. 2008. 0. 0

項目	コード名	MSC NASTRAN
使用目的	ver. 2005r2	3次元有限要素法（はりモデル及びシェルモデル）による固有値解析，応力解析
	Ver. 2008. 0. 0	3次元有限要素法（はりモデル及びシェルモデル）による固有値解析，応力解析，地震応答解析
開発機関		MSC Software Corporation
開発時期		1971年（一般商業用リリース）
使用したバージョン		ver. 2005r2, ver. 2008. 0. 0
コードの概要		<p>MSC 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開発された，有限要素法による構造解析用の汎用計算機プログラムである。</p> <p>適用モデル（主にはり要素，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"> ・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次元有限要素法による応力解析，応答解析を行い，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。 ・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)】</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，航空宇宙，自動車，造船，機械，土木，建築等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，本工事計画で使用するはり要素及びシェル要素を用いた解析に本解析コードが適用できる

<p>検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)</p>	<p>ことを確認している。</p> <ul style="list-style-type: none">• 前述の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、解析結果と理論解の一致をもって、解析機能の妥当性も確認できる。• 本工事計画における用途及び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 MSC NASTRAN ver. 2012. 1.0

項目	コード名 MSC NASTRAN
使用目的	はり要素による固有値解析，地震応答解析
開発機関	MSC Software Corporation
開発時期	1971年（一般商業用リリース）
使用したバージョン	ver. 2012. 1.0
コードの概要	<p>MSC 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開発された，有限要素法による構造解析用の汎用計算機プログラムである。</p> <p>適用モデル（主にはり要素，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"> ・3 質点 3 軸はり要素モデルに対する固有値解析結果と理論解を比較して妥当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>【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，航空宇宙，自動車，造船，機械，土木，建築等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，本工事計画で使用するはり要素を用いた解析に本解析コードが適用できることを確認している。 ・本解析に本解析コードを使用することの妥当性は，前述の検証の中で確認している。 ・本工事計画における用途及び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。

2.3 MSC NASTRAN ver. 2013. 1. 1

項目	コード名 MSC NASTRAN
使用目的	有限要素法による応力解析
開発機関	MSC Software Corporation
開発時期	1971年（一般商業用リリース）
使用したバージョン	ver. 2013. 1. 1
コードの概要	<p>MSC 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開発された、有限要素法による構造解析用の汎用計算機プログラムである。</p> <p>適用モデル（主にはり要素、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"> ・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、シェル要素を用いた応力解析を対象として、シェル要素を用いた解析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)】</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、航空宇宙、自動車、造船、機械、土木、建築等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、本工事計画で使用する有限要素法（シェル要素）による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。 ・前述の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、解析結果と理論解の一致をもって、解析機能の妥当性も確認できる。

検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	・本工事計画における用途及び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。
---	--

2.4 MSC NASTRAN ver. 2018. 2. 1

項目	コード名 MSC NASTRAN
使用目的	3次元有限要素法（はりモデル，シェルモデル，ソリッドモデル，多質点モデル）による固有値解析，地震応答解析，応力解析
開発機関	MSC Software Corporation
開発時期	1971年（一般商業用リリース）
使用したバージョン	ver. 2018. 2. 1
コードの概要	<p>MSC 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開発された，有限要素法による構造解析用の汎用計算機プログラムである。</p> <p>適用モデル（主にはり要素，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"> ・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次元有限要素法による固有値解析，地震応答解析，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。 ・3質点3軸はり要素モデルに対する固有値解析結果と理論解を比較して妥当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>【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，航空宇宙，自動車，造船，機械，土木，建築等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，本工事計画で使用する3次元有限要素法（はりモデル，シェルモデル，ソリッドモデル，多質点モデル）を用いた解析に本解析コードが適用できることを確認し

検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	ている。 ・前述の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、解析結果と理論解の一致をもって、解析機能の妥当性も確認できる。 ・本工事計画における用途及び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。
---	--

2.5 MSC NASTRAN ver.2019 Feature Pack 1

項目	コード名 MSC NASTRAN
使用目的	3次元有限要素法（シェル要素，はり要素）による構造解析，応力算出
開発機関	MSC Software Corporation
開発時期	1971年（一般商業用リリース）
使用したバージョン	ver.2019 Feature Pack 1
コードの概要	<p>MSC 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開発された，有限要素法による構造解析用の汎用計算機プログラムである。</p> <p>適用モデル（主にはり要素，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，はり要素及びシェル要素を用いた解析結果と理論モデルによる理論解の比較を行い，解析解が理論解とおおむね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，航空宇宙，自動車，造船，機械，土木，建築等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，本工事計画で使用するはり要素及びシェル要素を用いた解析に本解析コードが適用できることを確認している。 ・本解析に本解析コードを使用することの妥当性は，前述の検証の中で確認している。 ・本工事計画における用途及び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。