

本資料のうち、枠囲みの内容は、営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

| | |
|------------------|------------|
| 東海第二発電所 工事計画審査資料 | |
| 資料番号 | 工認-230 改5 |
| 提出年月日 | 平成30年7月19日 |

V-5-1 計算機プログラム（解析コード）の概要
・MSC NASTRAN

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 |
| 2.2 MSC NASTRAN Ver. 2016. 1. 1 | 5 |
| 2.3 MSC NASTRAN Ver. 2013. 1. 1, Ver. 2013, Ver. 2012. 2. 0, Ver. 2008. 0. 4, Ver. 2008. 0. 0, Ver. 2006r1, Ver. 2005 | 7 |
| 2.4 MSC NASTRAN Ver. 2008r1 | 9 |

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 |
|-----------------|--|------------|
| V-2-2-35 | 緊急用海水ポンプピットの耐震性についての計算書 | 2018. 0. 1 |
| V-3-別添3-2-1-2-2 | 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））の強度計算書 | 2018. 0. 1 |
| V-2-2-3 | 原子炉建屋の基礎の耐震性についての計算書 | 2016. 1. 1 |
| V-2-4-2-1 | 使用済燃料プールの耐震性についての計算書 | 2016. 1. 1 |
| V-2-9-2-2 | 原子炉格納容器底部コンクリートマットの耐震性についての計算書 | 2016. 1. 1 |
| V-2-9-3-4 | 原子炉建屋基礎盤の耐震性についての計算書 | 2016. 1. 1 |
| V-2-2-11 | 緊急時対策所建屋の耐震性についての計算書 | 2016. 1. 1 |
| V-2-2-19 | 格納容器圧力逃がし装置格納槽の耐震性についての計算書 | 2016. 1. 1 |
| V-2-2-15-2 | 主排気筒の基礎の耐震性についての計算書 | 2013. 1. 1 |
| V-1-2-1 | 原子炉本体の基礎に関する説明書 | 2013 |
| V-2-2-9 | 屋外二重管の耐震性についての計算書 | 2013 |
| V-2-3-4-4-9 | 高圧及び低圧炉心スプレイ配管（原子炉圧力容器内部）の耐震性についての計算書 | 2013 |
| V-2-3-4-4-10 | 差圧検出・ほう酸水注入管（原子炉圧力容器内部）の耐震性についての計算書 | 2013 |
| V-2-3-4-4-11 | 中性子計測案内管の耐震性についての計算書 | 2013 |
| V-2-9-4-1 | ダイヤフラム・フロアの耐震性についての計算書 | 2013 |
| V-3-3-2-2 | 差圧検出・ほう酸水注入管（ティーより N10 ノズルまでの外管）の応力計算書 | 2013 |
| V-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 | 2012. 2. 0 |
| V-3-別添 1-1-8 | ディーゼル発電機吸気口の強度計算書 | 2012. 2. 0 |
| V-3-別添 1-2-1-3 | 架構の強度計算書 | 2012. 2. 0 |
| V-3-別添 2-1-5 | ディーゼル発電機吸気口の強度計算書 | 2012. 2. 0 |
| V-2-2-5 | 使用済燃料乾式貯蔵建屋の耐震性についての計算書 | 2008r1 |
| V-2-11-2-14 | 使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋の耐震性についての計算書 | 2008r1 |
| V-3-別添 2-1-7 | 建屋の強度計算書 | 2008r1 |

| 使用添付書類 | | バージョン |
|-------------|-------------------------|-------|
| V-2-9-2-9 | 配管貫通部の耐震性についての計算書 | 2005 |
| V-2-9-2-10 | 電気配線貫通部の耐震性についての計算書 | 2005 |
| V-2-9-4-2 | ベント管の耐震性についての計算書 | 2005 |
| V-2-9-4-3-1 | 格納容器スプレイヘッドの耐震性についての計算書 | 2005 |

2 解析コードの概要

2.2 MSC NASTRAN Ver. 2016. 1. 1

| | |
|---|--|
| 項目 \ コード名 | MSC NASTRAN |
| 使用目的 | 3次元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（一般商用リリース） |
| 使用したバージョン | 2016. 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，土木など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>MSC NASTRANは，原子炉建屋の使用済燃料プール，基礎盤及び原子炉格納容器底部コンクリートマット緊急時対策所建屋，格納容器圧力逃がし装置格納槽の応力解析に使用している。</p> <p>【検証(Verification)】</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，本コードを用いた3次元有限要素法による応力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されている。 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されている。 |

| | |
|--|--|
| <p>検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)</p> | <p>【妥当性確認(Validation)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ [] 工事計画認可申請書の [] [] において、原子炉格納容器、原子炉格納施設の基礎、燃料取扱室上屋の3次元有限要素法による応力解析に使用された実績がある。 ・ 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も確認されている。 ・ 本工事計画において使用するバージョンは、他プラントの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おこなわれていない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応力解析の使用目的に対し、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。 |
|--|--|

2.3 MSC NASTRAN Ver. 2013. 1. 1, Ver. 2013, Ver. 2012. 2. 0, Ver. 2008. 0. 4, Ver. 2008. 0. 0, Ver. 2006r1, Ver. 2005

| 項目 | コード名 | MSC NASTRAN |
|-----------|--|---|
| 使用目的 | Ver. 2013 . 1. 1 | 3次元有限要素法(シェルモデル)による固有値解析及び応力解析 |
| | Ver. 2013 | 2次元有限要素法(はりモデル及びシェルモデル)による地震応答解析 はりモデルによる固有値解析及び地震応答解析 3次元有限要素法(シェルモデル及びはりモデル)による応力解析 |
| | Ver. 2012 . 2. 0 | 3次元有限要素法(シェルモデル及びはりモデル)による固有値解析及び応力解析 |
| | Ver. 2008 . 0. 4 | はりモデルによる固有値解析及び応力解析 |
| | Ver. 2008 . 0. 0 | はりモデルによる固有値解析及び応力解析 |
| | Ver. 2006 r1 | はりモデルによる固有値解析及び地震応答解析 3次元有限要素法(ソリッド要素)による応力計算 |
| | Ver. 2005 | はりモデルによる固有値解析, 地震応答解析及び応力解析 3次元有限要素法(シェルモデル)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, Ver. 2013, Ver. 2012. 2. 0, Ver. 2008. 0. 4, Ver. 2008. 0. 0, Ver. 2006r1, Ver. 2005 | |
| 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, 土木など様々な分野の構造解析に使用されている。</p> | |

| | |
|--|--|
| <p>検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)</p> | <p>【検証 (Verification)】</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出来る体系について、本解析コード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> <ul style="list-style-type: none"> ・ 本解析コードは、航空宇宙、自動車、造船、機械、土木及び建築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。 ・ 検証の体系と今回の工事認可申請で使用する体系が同等であることから、検証結果を持って、解析機能の妥当性も確認できる。 ・ 今回の工事認可申請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.2008r1

| | |
|---|---|
| 項目 | コード名 MSC NASTRAN |
| 使用目的 | 3次元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（一般商用リリース） |
| 使用したバージョン | Ver. 2008r1 |
| 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、土木など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>MSC NASTRAN Ver. 2008r1は、使用済燃料乾式貯蔵建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋の3次元有限要素法による静的応力解析及び動的応力解析に使用している。</p> <p>【検証(Verification)】</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、本コードを用いた3次元有限要素法による応力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されている。 ・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されている。 <p>【妥当性確認(Validation)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 工事計画認可申請書の において、原子炉格納容器、原子炉格納施設の基礎、燃料取扱室上屋の3次元有限要素法による応力解析に使用された実績がある。 ・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も確認されている。 ・本工事計画において使用するバージョンは、他プラントの既工事計画において使用されているものと同じで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応力解析の使用目的に対し、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。 |