

東海第二発電所 工事計画認可申請書
耐震計算書における固有周期の記載誤りについて

1. はじめに

東海第二発電所の工事計画認可申請書における耐震計算書の中で、構造健全性の判断結果には影響を与えないものの、固有周期の数値の一部に記載誤りが認められた。

2. 事象の概要

- ・メーカーにおいて、他事業者向け業務報告書の作成中に、「固有周期及び設計震度」及び「各モードに対する刺激係数」の表中に記載されている固有周期と固有周期の計算結果の整合性をチェックしたところ、打切り固有周期（0.05s）直後の最初の振動モード次数（以下、N次という。）の固有周期を記載すべき欄に、もう1つ高次（N+1次）の固有周期を誤って記載している場合があることが判明したため、東海第二発電所の耐震計算書における同表について確認したところ、同様の誤りが認められた。【添付資料1】
- ・調査の結果、上記の事象は、固有値計算を行うメインプログラムの出力から耐震計算書のフォーマットに記載する数値を抽出するサブプログラムが、ある特定の条件下では、N次の固有周期として、N+1次の固有周期を参照してしまう不具合に起因することが判明した。【添付資料2-1】
- ・耐震計算及び耐震計算書の作成に用いる一連のプログラムの構成を確認した結果、当該サブプログラムの機能は、耐震計算を行うプログラムの出力から数値を参照、抽出するのみであり、メインプログラムにおいては、記載誤りが認められたモデルにおいても、N次の固有周期は正しい値が出力されていることを確認した。したがって、当該サブプログラムの不具合は、耐震計算のプロセス自体に関与するものではなく、耐震計算の結果（構造健全性の判定）の妥当性に影響を及ぼすものではない。【添付資料2-1】【添付資料3】

3. 発生原因

メーカーにおける調査の結果、サブプログラムの不具合の原因は以下と推定された。

- ・サブプログラム作成者が、メインプログラムの特定部分の状況について誤解し、誤った指示を与えてしまった。【添付資料2-2】
- ・また、プログラム開発時の検証においては、1～N-1次の固有周期はメインプログラムの出力との比較検証を行ったが、N次の固有周期は耐震計算の結果や判定に影響を及ぼすものではない※ことから、検証していなかった。

※：0.05sの境界となる振動モード次数が明快になるよう、参考として記載しているもの

4. 是正措置

サブプログラムの不具合箇所について、正しい指示に修正するとともに、「3. 発生原因」を踏まえた以下の対応をとる。

- ・メーカー社内規準に、計算機プログラムの演算値の一部を抽出、表記する改修を行う際の注意事項を記載する。
- ・メーカーにおいては、許認可図書に記載する数値に対しては、評価に影響を及ぼす範囲以外であっても、検証方法を明確にし、チェックを確実に実施する。(出力表示機能に対するエビデンスとの整合性確認の徹底を、許認可解析業務実施部署に対する事例教育にて実施)
- ・当社においては、「3. 発生原因」に示すとおり、結果に影響を及ぼさない内容がプログラム開発時の検証から除かれていたことを踏まえ、今後のプログラム検証状況確認に際しては、「検証を省略、もしくは他に比べ確認内容を減らした項目の有無（ある場合は、その妥当性についても）」について新たな着眼点として確認することを、社内規程に反映する。
- ・当社より、他事業者を含む解析業務関係者へ本事例を周知し知見を共有することで、解析業務の品質向上に資する。

<添付資料>

1. 記載誤りを生じた資料について
- 2-1. メインプログラムによる固有周期の計算とサブプログラムによる結果の抽出フロー
- 2-2. メインプログラムの固有周期出力データ
3. サブプログラムの不具合に関する推定原因

以 上

記載誤りを生じた資料について

今回の不具合により、下記①及び②の工認資料に記載誤りを生じた。
次ページに、工認記載モデルの確認結果を示す。

①耐震計算書「固有周期及び設計震度」

【例】鳥 瞰 図 PLR-PD-2

耐震クラス		S					
適用する地震動等		S _d 及び静的震度			S _s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度		応答鉛直震度	応答水平震度		応答鉛直震度
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次	0.103						
2次	0.088						
3次	0.086						
4次	0.079						
5次	0.078						
6次	0.075						
7次	0.074						
8次	0.072						
15次	0.051						
16次	0.049						
動的震度							
静的震度							

0.049 0.050 が正

②耐震計算書「各モードに対応する刺激係数」

【例】鳥 瞰 図 PLR-PD-2

モード	固有周期 (s)	刺激係数		
		X方向	Y方向	Z方向
1次	0.103			
2次	0.088			
3次	0.086			
4次	0.079			
5次	0.078			
6次	0.075			
7次	0.074			
8次	0.072			
15次	0.051			
16次	0.049			

0.049 0.050 が正

工認記載モデルの確認結果

No.	モデル名	打切り固有周期直後の固有周期				耐震計算書	
		モード 次数	耐震計算書 記載値	正值	記載誤り 有無	目録番号	備考
1	FPC-11					V-2-4-3-1-1	
2	PLR-PD-1					V-2-5-2-1-1	
3	PLR-PD-2					V-2-5-2-1-1	
4	MS-A					V-2-5-3-1-2	
5	MS-B					V-2-5-3-1-2	
6	MS-C					V-2-5-3-1-2	
7	FDW-1, 2, 3, 4, 9					V-2-5-3-2-1	
8	FDW-5, 6, 7, 8, 11					V-2-5-3-2-1	
9	MSIV-10, 13, 14, 16, 19					V-2-5-3-3-1 (V-2-9-5-4-2)	※1
10	RHR-40, 41, 42, 89					V-2-5-4-1-4	
11	RHR-70					V-2-5-4-1-4	
12	AC-SGTS					V-2-5-4-2-1 V-2-9-5-2-1	
13	HPCS-1					V-2-5-5-1-3	
14	MUW-174-1					V-2-5-5-1-3	
15	LPCS-1					V-2-5-5-2-3	
16	LPCS-2, 3					V-2-5-5-2-3	
17	LPCS-R-1					V-2-5-5-2-3	
18	RCIC-24-2					V-2-5-6-1-3	
19	RCIC-19, 20, 29					V-2-5-6-1-3	
20	RCIC-R-33					V-2-5-6-1-3	
21	ESW-D					V-2-5-7-2-3	
22	CU-PD-9					V-2-5-8-1-1	
23	CU-06					V-2-5-8-1-1	
24	CRD-51, 52					V-2-6-3-2-2	
25	SLC-3, 4, 5					V-2-6-4-1-3	
26	IA-19					V-2-6-6-1-1 V-2-6-6-2-1	
27	IA-28					V-2-6-6-1-1 V-2-6-6-2-1	
28	ML-228-1					V-2-7-2-1-1 V-2-9-4-3-5-1	
29	RHR-34, 37, 38, 39, 50					V-2-9-4-3-2-1	
30	PED-PD-100A					V-2-9-4-3-5-2	
31	FRVS-7					V-2-9-5-1-1	
32	FC-2					V-2-9-5-3-1	
33	AC-1, 2, 3, 8					V-2-9-6-1-1	
34	AC-11					V-2-9-6-1-1	
35	RCIC-32					V-2-9-7-1-1	
36	LPCS-11, 12, 13					V-2-11-2-9	

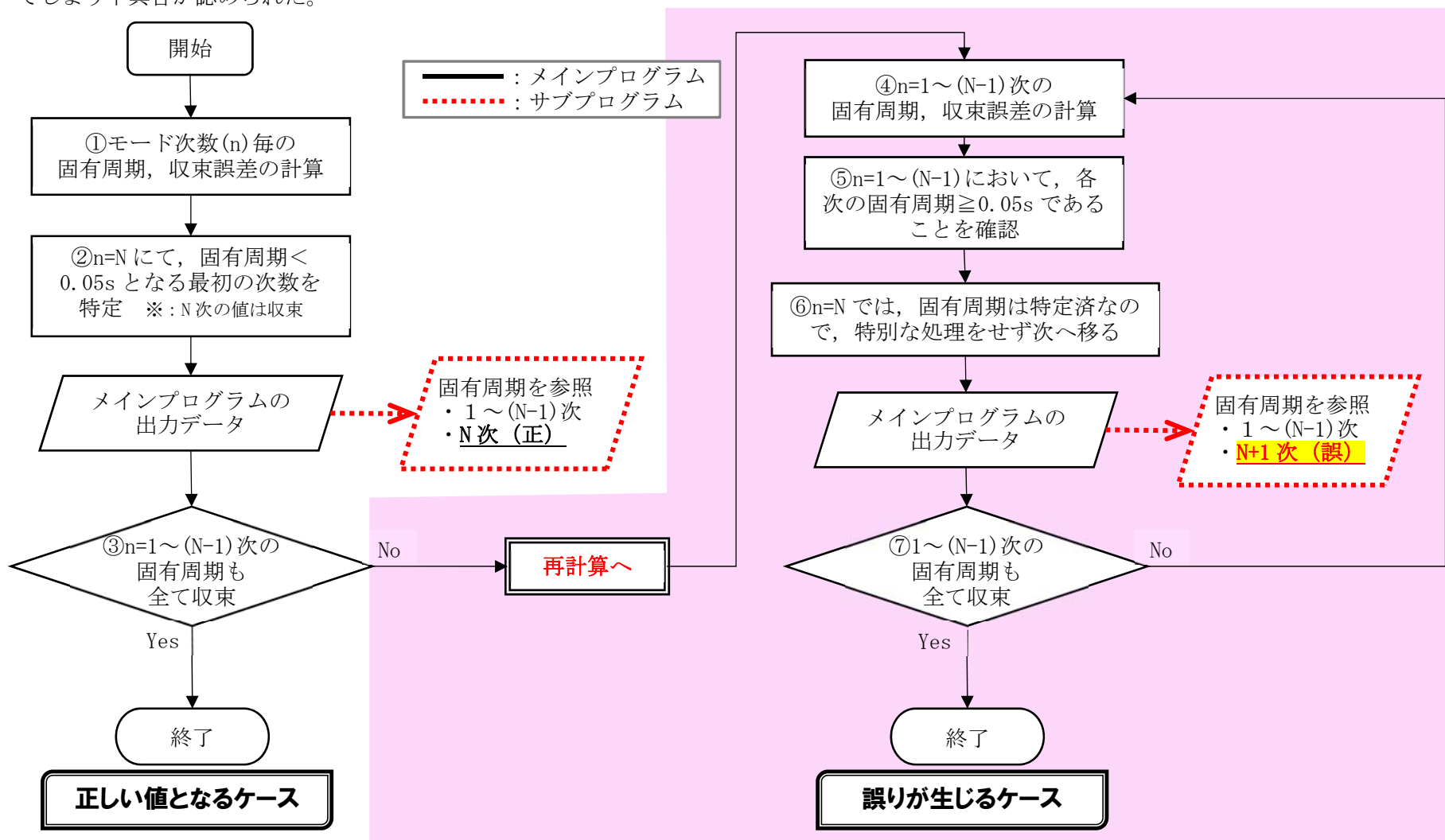
※1：V-2-9-5-4-2にV-2-5-3-3-1が呼び込まれている。

※2：“0.050”は「0.050未満」を示す（以下同様）

メインプログラムによる固有周期の計算とサブプログラムによる結果の抽出フロー

固有周期 $<0.05s$ となる最初の次数(N)が特定された際に、N次未満の固有周期も全て収束する場合は、サブプログラムは正しいN次の固有周期を抽出するが、N次未満の固有周期が収束せず再計算に移行するケースにおいては、N次の固有周期としてN+1次の値を誤って抽出してしまう不具合が認められた。

5



サブプログラムの不具合に関する推定原因

サブプログラムに不具合が生じた原因は、以下のとおりと推定される。

1. サブプログラムの作成時

- ・メインプログラムにおいて、添付資料 2-1 のフローのプロセス⑥を出る時のモード次数 n は N になっているが、プロセス⑥では特別な数値の処理を行わないことから、サブプログラム作成者は、プロセス⑥を出る時のモード次数は（プロセス⑤で判定を行う） $N-1$ のままであると勘違いした。
- ・このため、プロセス⑥の後でメインプログラムから N 次の固有周期を抽出するためのサブプログラムの指示として、「(メインプログラムの) $n+1$ 次の数値を参照」と設定した。（ $n=N-1$ と勘違いしているのので、 $n+1=N$ で適切と判断した）
- ・但し、実際は $n=N$ であることから、「 $n+1$ 次の数値を参照」の指示では、 $N+1$ 次の固有周期を参照してしまうことになってしまった。
- ・正しい値となるケースにおいては、プロセス②を出る時のモード次数は $n=N$ であり、プロセス⑥の様な紛らわしい処理も介在しないため、上記の様な誤解を生じることがなかった。

2. サブプログラムの検証時

- ・当該サブプログラムの検証時には、 N 次の数値については、耐震計算の結果に影響を及ぼすものではないことから、メインプログラムの出力値との比較検証を実施していなかった。

メインプログラムの固有周期出力データ

メインプログラムにおいては、N次の固有周期が正しく出力されていることを確認した。
以下に一例を示す。

【例】解析モデル：PLR-PD-2

モード 次数	固有周期(s)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

N=16 次の固有周期は、正しく
[] (s) と出力されている。