

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	補足 400-6 改 3
提出年月日	平成 30 年 9 月 28 日

建物・構築物の地震応答解析についての補足説明資料

補足-400-6 【地震応答解析における原子炉建屋の

重大事故等時の高温による影響】

平成 30 年 9 月

日本原子力発電株式会社

## 目次

1. 概要.....	
2. 原子炉建屋の構造概要.....	
3. 重大事故等時の温度による影響について.....	
3.1 検討方針.....	
4. 機器・配管系の評価に与える影響.....	1
5. まとめ.....	68

#### 4. 機器・配管系の評価に与える影響

重大事故等時の高温による影響に対して設備の評価に与える影響確認を行う。影響確認は、原子炉建屋の地震応答解析結果を適用する設備と建屋－機器連成解析結果を適用して評価を行う設備に対して行う。

##### 4.1 原子炉建屋の地震応答解析結果による影響

原子炉建屋の地震応答解析結果の応答を用いて耐震評価を実施する設備について影響検討を行う。影響検討は、今回工認モデルによる床応答スペクトルと剛性低下考慮モデルによる床応答スペクトルとの比較により行う。また比較に用いる今回工認モデルの床応答スペクトルは、周期軸方向に10%拡幅する。

図4-1に床応答スペクトルの比較を示す。図4-1に示すとおり一部周期帯で剛性低下考慮モデルの応答が今回工認モデルの応答を上回ることが確認された。原子炉建屋に設置される設備については、今回工認モデルの床応答スペクトルに設計上の配慮から震度を1.5倍又は材料物性のばらつきを考慮した応答を適用し耐震計算を実施していることから、剛性低下考慮モデルの応答が今回工認モデルの応答を僅かに上回ったとしても問題ないとする。

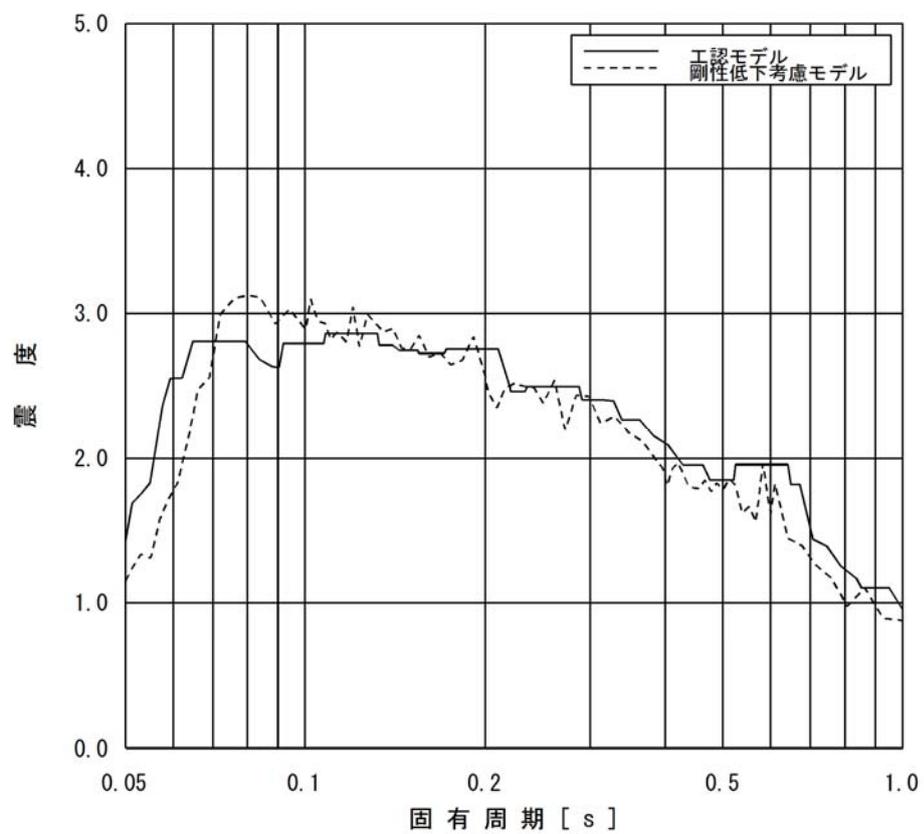
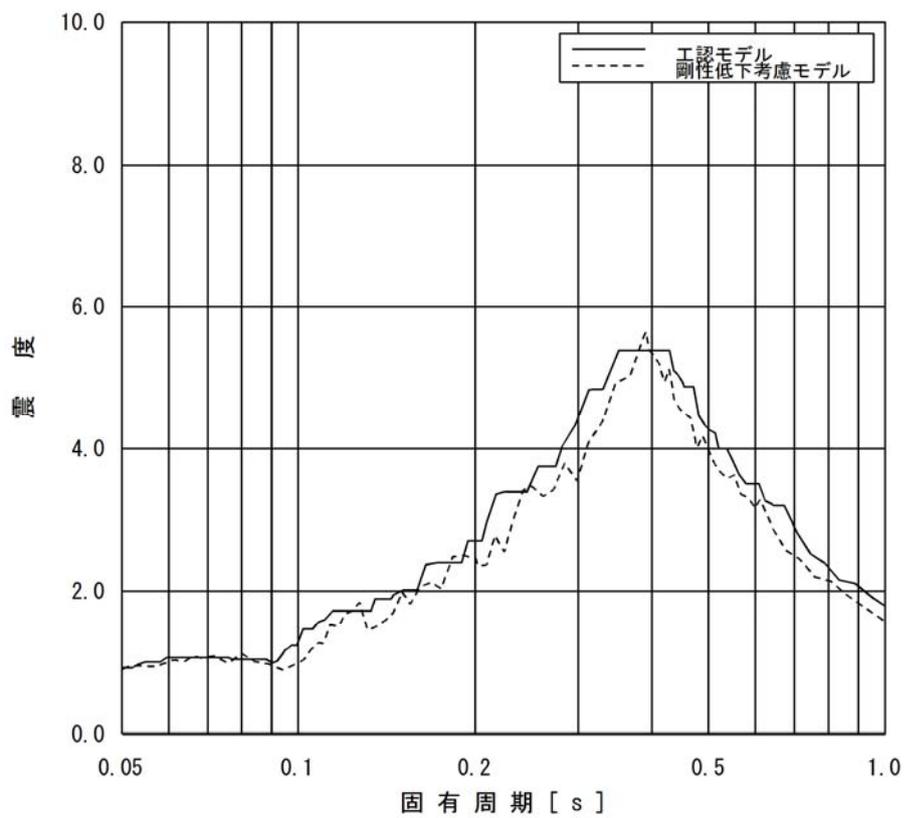


図 4-1 (1) 原子炉建屋床応答スペクトルの比較  
(EL. 46.5m, 減衰 1.0%, 上: 水平, 下: 鉛直)

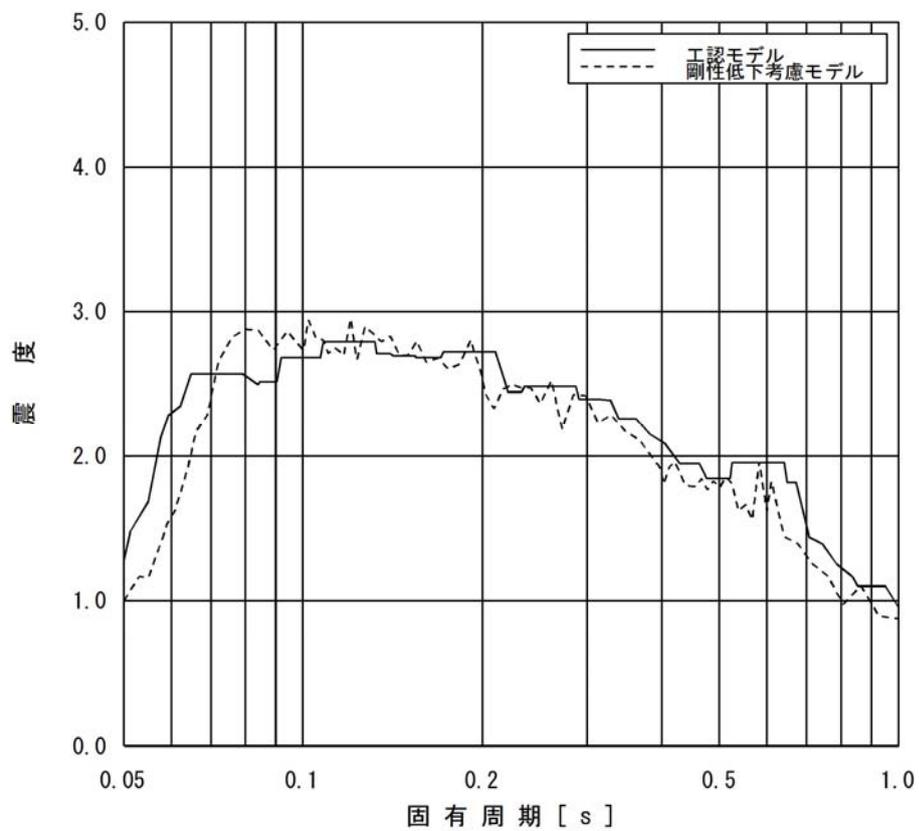
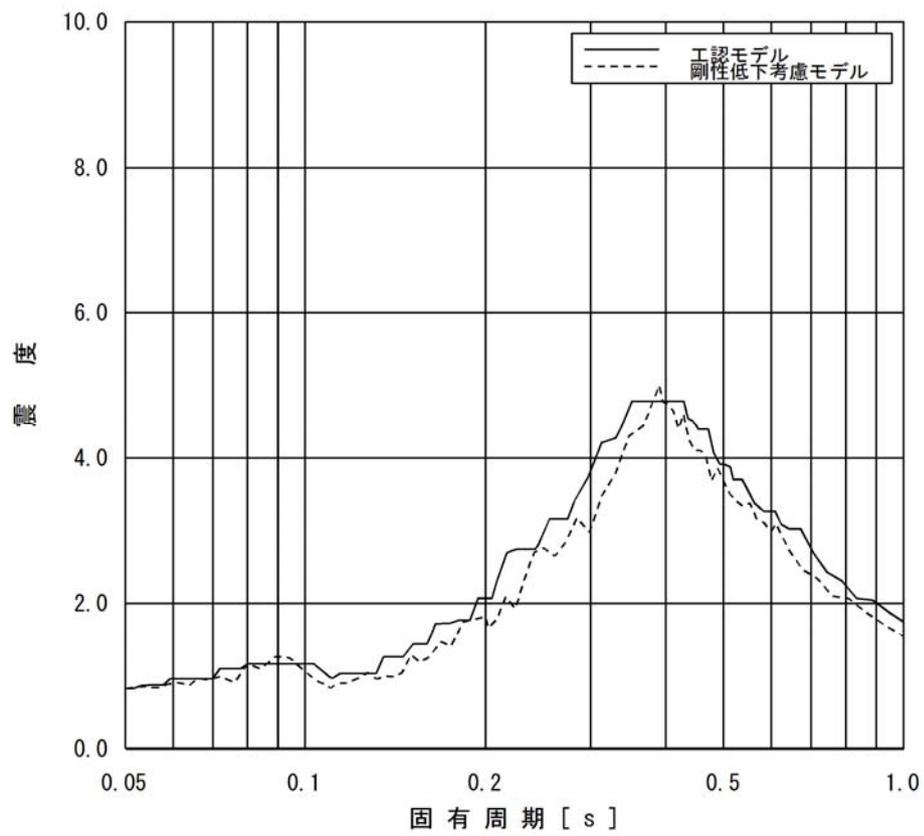


図 4-1 (2) 原子炉建屋床応答スペクトルの比較  
(EL. 38.8m, 減衰 1.0%, 上: 水平, 下: 鉛直)

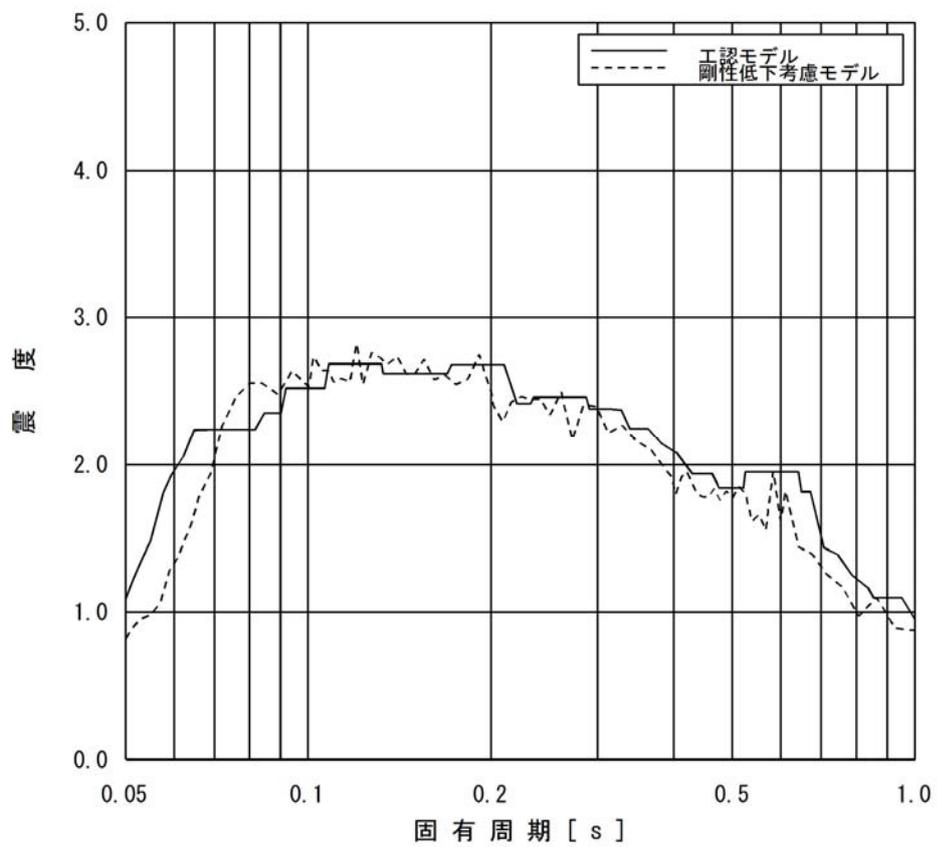
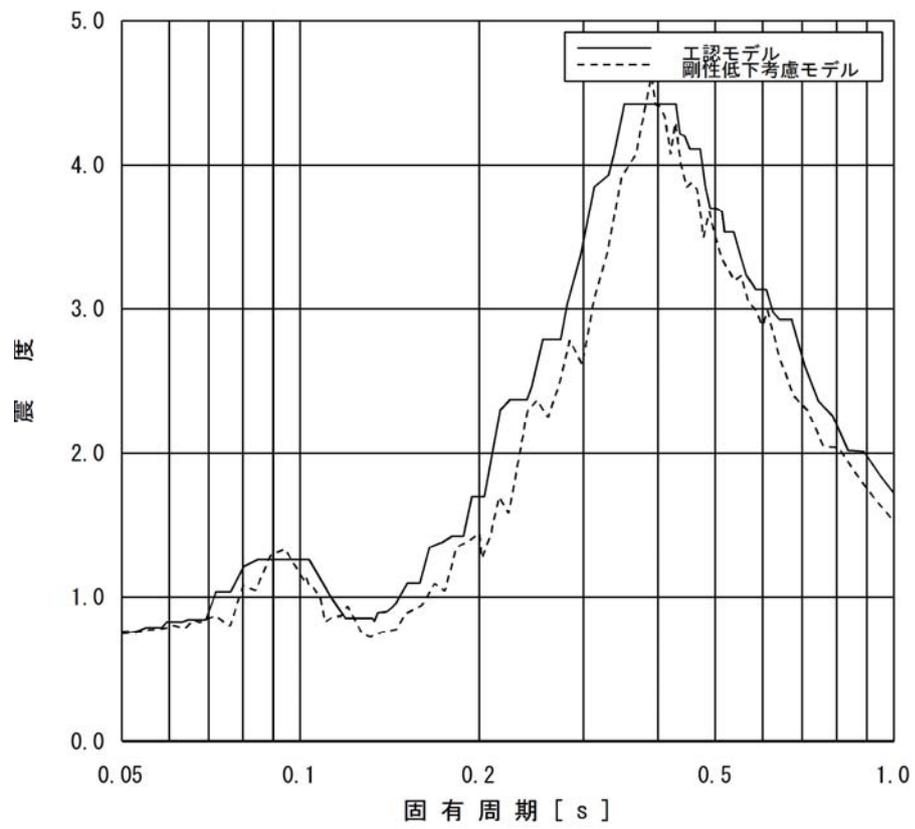


図 4-1 (3) 原子炉建屋床応答スペクトルの比較  
(EL. 34.7m, 減衰 1.0%, 上: 水平, 下: 鉛直)

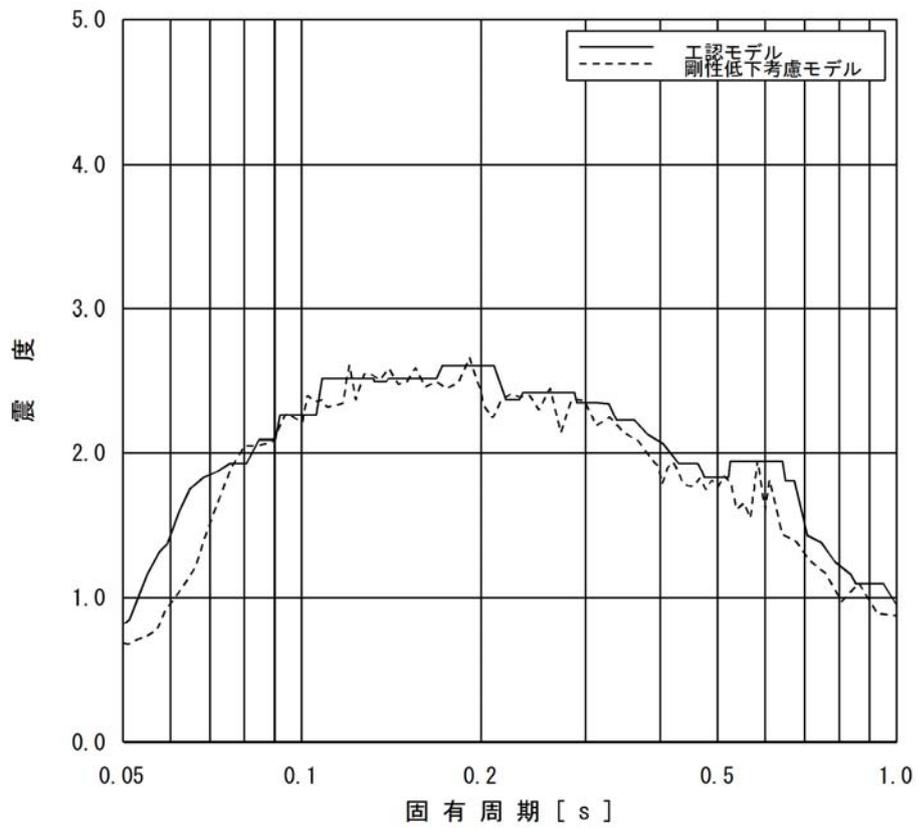
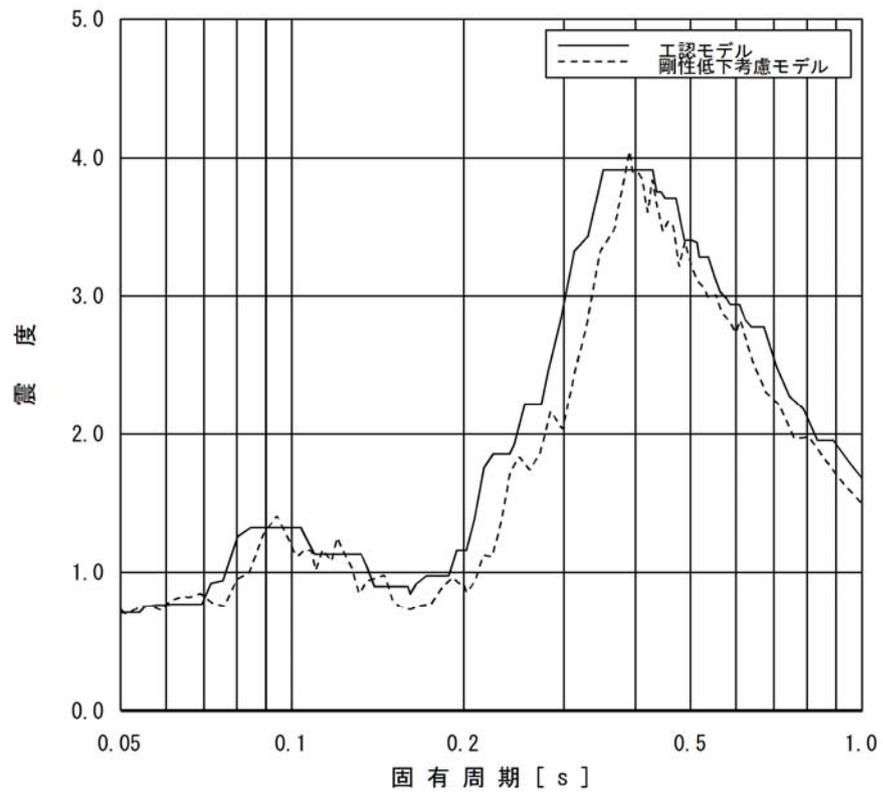


図 4-1 (4) 原子炉建屋床応答スペクトルの比較  
(EL. 29.0m, 減衰 1.0%, 上: 水平, 下: 鉛直)

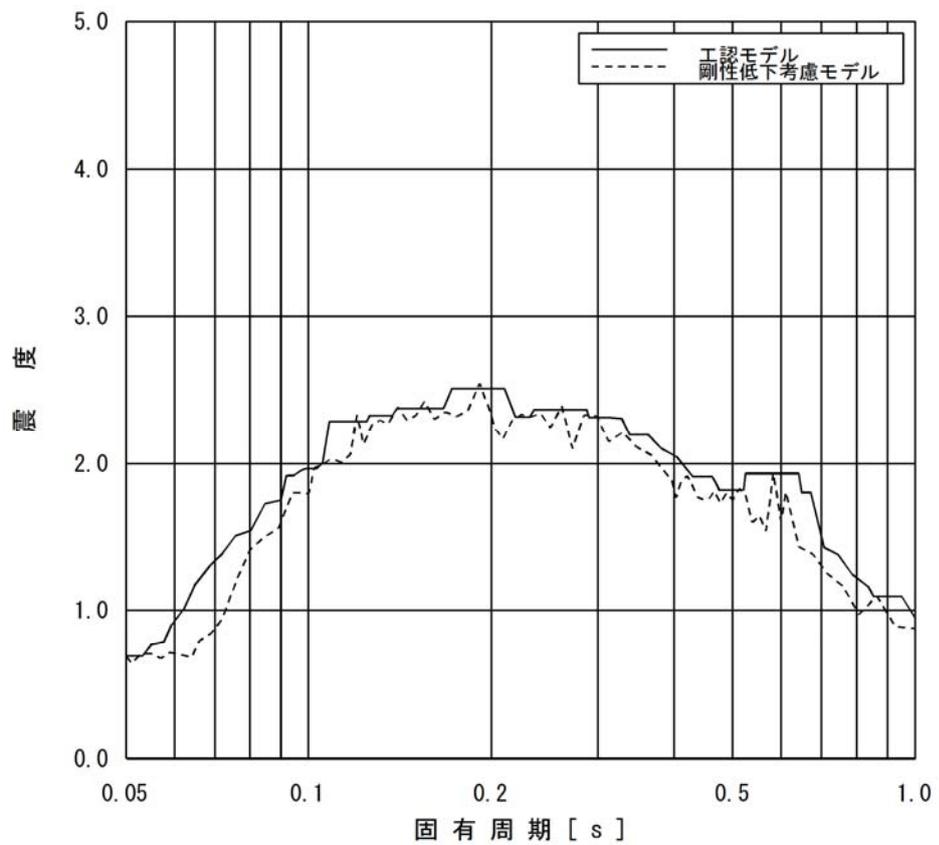
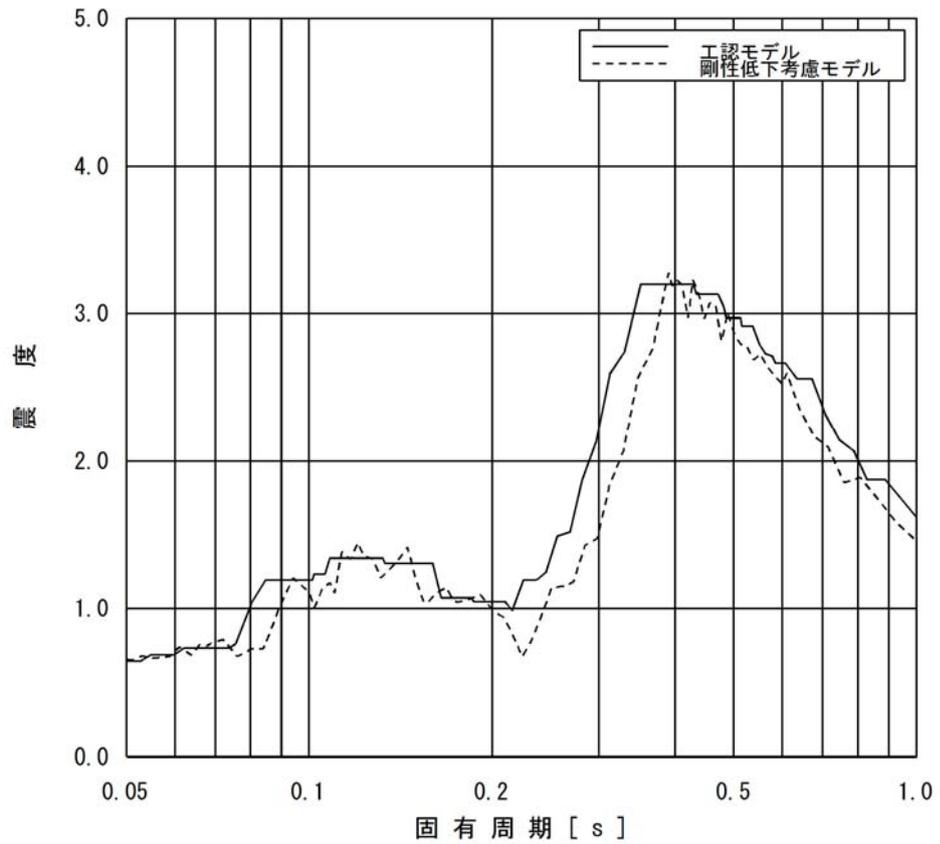


図 4-1 (5) 原子炉建屋床応答スペクトルの比較  
(EL. 20.3m, 減衰 1.0%, 上: 水平, 下: 鉛直)

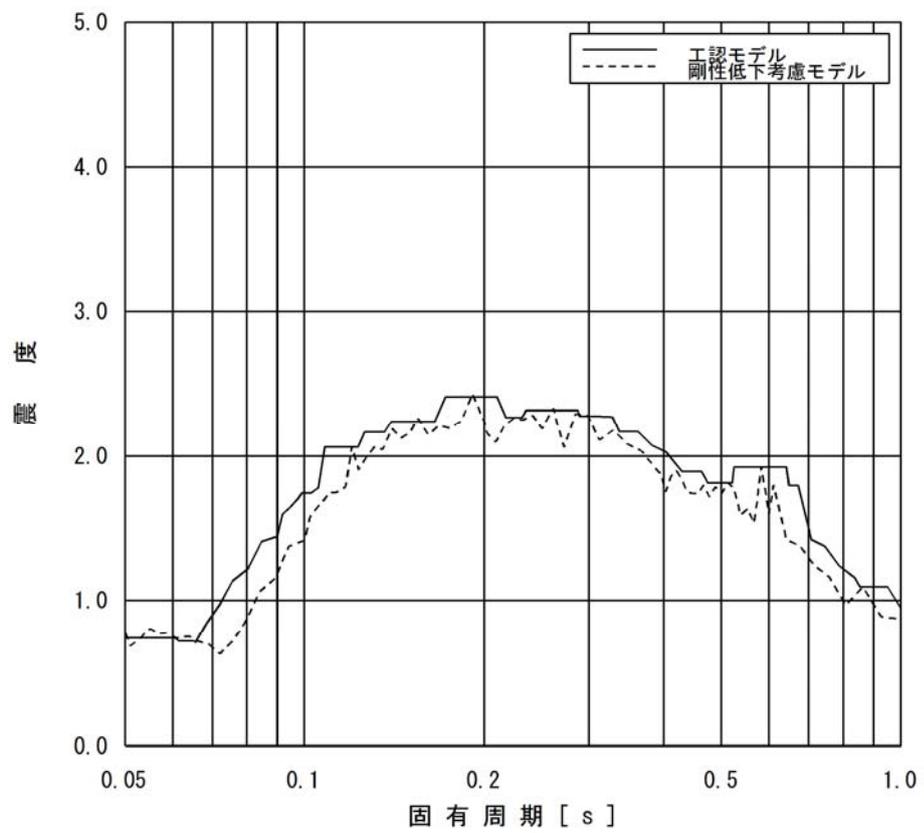
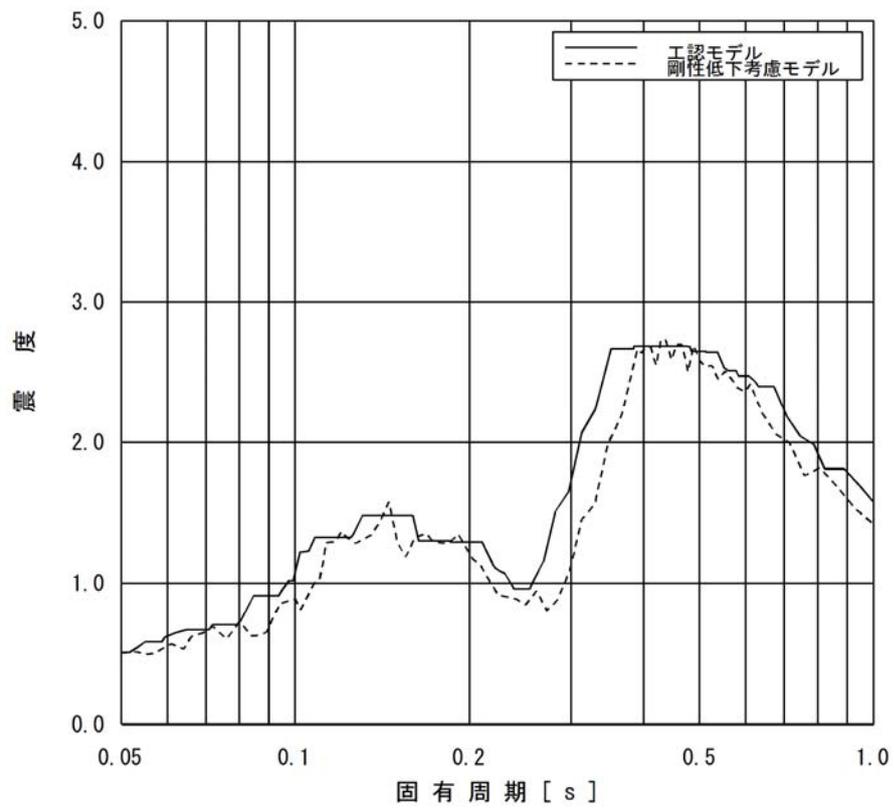


図4-1 (6) 原子炉建屋床応答スペクトルの比較  
(EL. 14.0m, 減衰 1.0%, 上: 水平, 下: 鉛直)

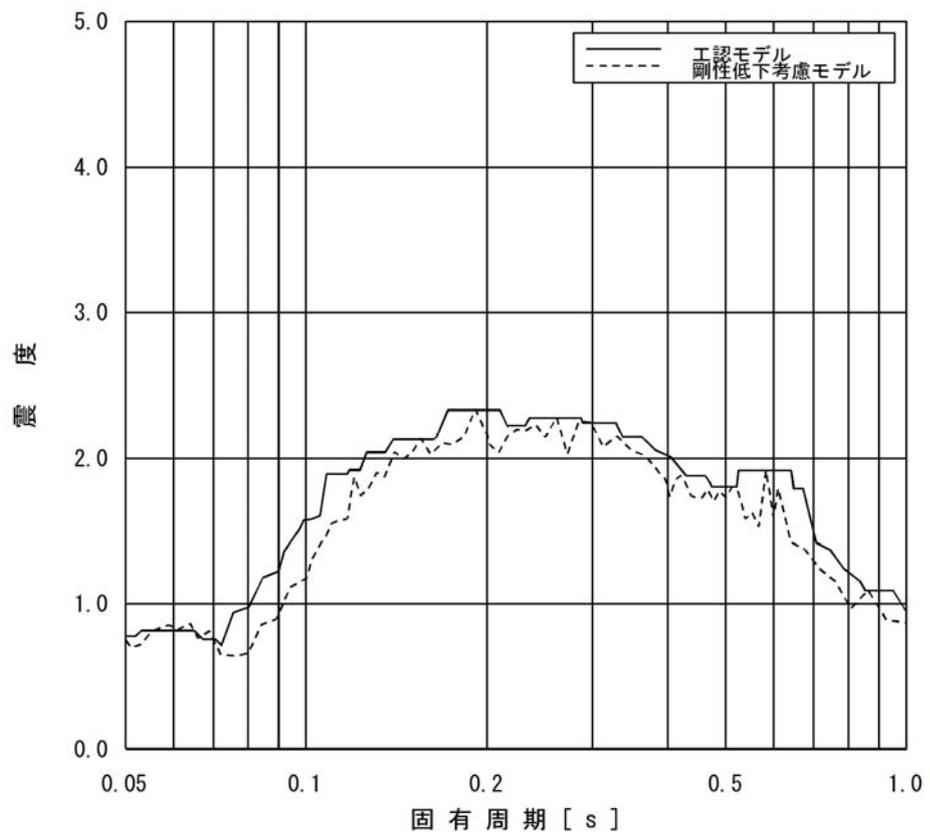
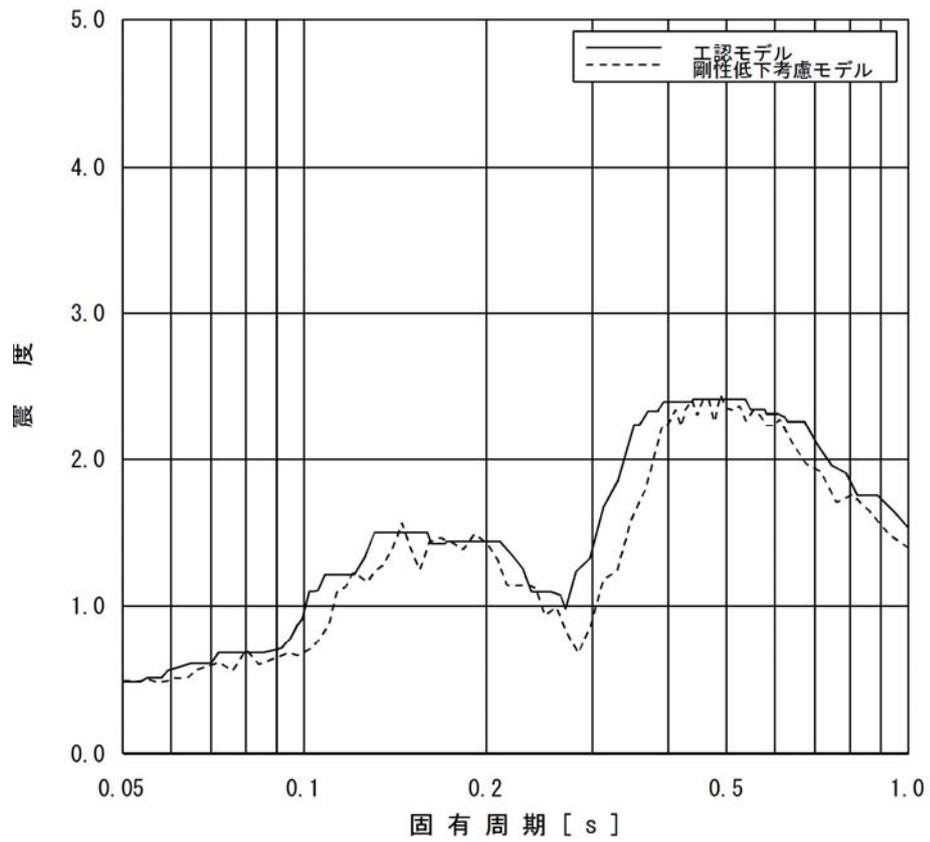


図 4-1 (7) 原子炉建屋床応答スペクトルの比較  
(EL. 8. 2m, 減衰 1.0%, 上 : 水平, 下 : 鉛直)

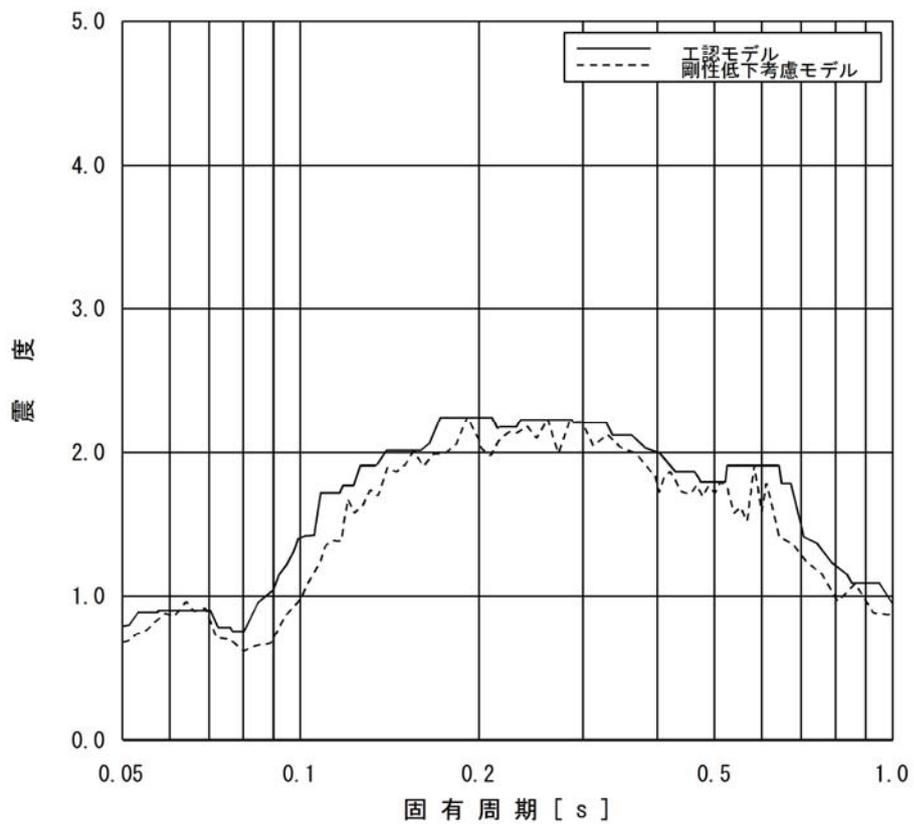
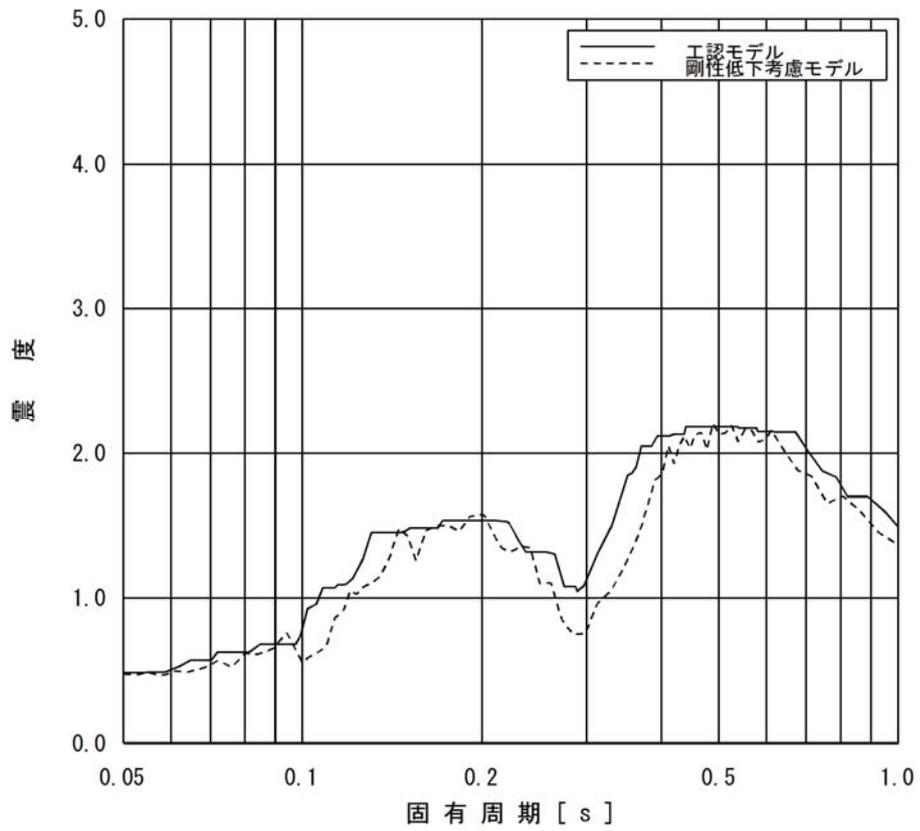


図 4-1 (8) 原子炉建屋床応答スペクトルの比較  
(EL. 2.0m, 減衰 1.0%, 上: 水平, 下: 鉛直)

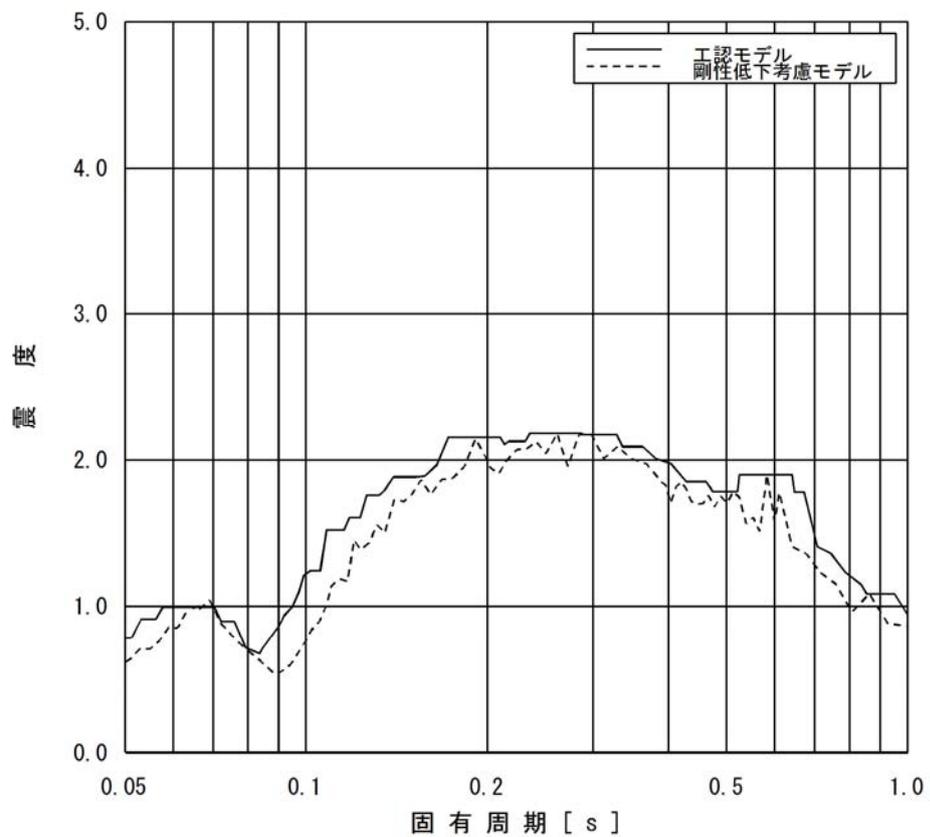
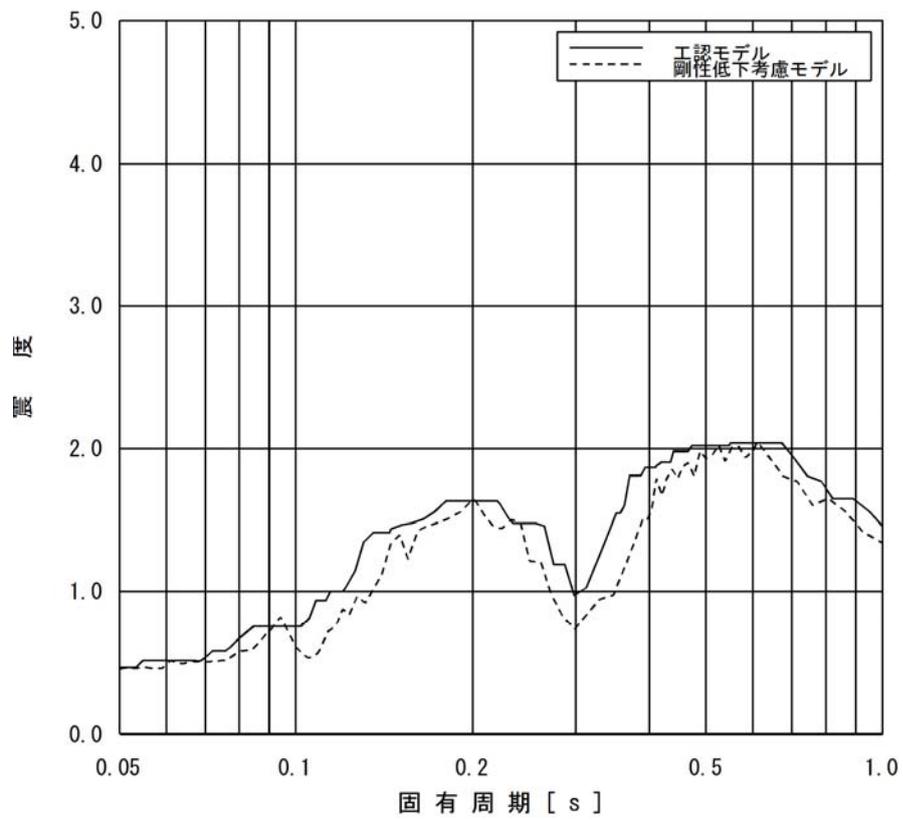


図 4-1 (8) 原子炉建屋床応答スペクトルの比較  
(EL. -4.0m, 減衰 1.0%, 上 : 水平, 下 : 鉛直)

#### 4.2 建屋－機器連成解析結果による影響

建屋－機器連成解析結果の応答を用いて耐震評価を実施する設備について影響検討を行う。影響検討は、今回工認に適用する建屋－機器連成解析モデル（以下「今回工認連成モデル」という。）の応答と重大事故等時の環境影響を考慮した建屋－機器連成解析モデル（以下「SA時環境考慮モデル」という。）の応答を比較することにより行う。SA時環境考慮モデルに適用する原子炉建屋部分のモデル化は剛性低下考慮モデルとする。

##### (1) SA時環境考慮モデルのモデル化

重大事故等時においては、原子炉格納容器内は高温状態となる。先述したとおり、コンクリート部材については、高温状態を経験すると通常運転状態に戻ったとしても、一度低下した剛性は元に戻ることはない。このため建屋－機器連成解析モデルにてコンクリート部材としてモデル化している原子炉本体の基礎、ダイヤフラム・フロアについては、原子炉建屋壁面と同様の剛性低下を見込んだ。表4-1にSA時環境考慮モデルに用いたコンクリート部材の諸元を示す。有効性評価において、原子炉格納容器平均温度が最も高くなる雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温、代替冷却系を使用できない場合）による165℃に対して、剛性低下率に適用する温度は保守的な設定として200℃とし、剛性低下率は原子炉建屋の剛性低下考慮モデルと同様に「構造材料の耐火性ガイドブック（2017年 日本建築学会）」による提案値である200℃の剛性残存比0.68とする。

また、基準地震動 $S_s$ と組み合わせる原子炉格納容器の環境条件として、重大事故発生後の $2 \times 10^{-1}$ 年後の原子炉格納容器内の状態を包含して設定した値として、表4-2の値を適用した。

原子炉圧力容器の水位、燃料状態等の炉内環境は、重大事故等時により変化する。重大事故等時の原子炉圧力容器のモデル化においては、耐震評価では重心位置が高いほうが地震時の応答が大きくなる傾向があることから、SA環境考慮モデルにおける炉内水位及び燃料状態としては、燃料破損や冷却材喪失等の状態を考慮せず今回工認連成モデルの諸元を適用して解析を実施する。本条件を含めて、原子炉圧力容器、原子炉格納容器等の鋼製材料についてのSA環境考慮モデルの諸元設定方法について、表4-3に示す。

SA時環境考慮モデルにおける固有値解析結果を表4-4に、振動モード図を図4-3～図4-5に示す。

表4-1 SA時環境考慮モデルに用いたコンクリート部材の諸元

	検討に用いた コンクリート温度	剛性低下率*1
原子炉本体の基礎	200℃	0.68
ダイヤフラム・フロア	200℃	0.68

\* 1 図4-2を参照

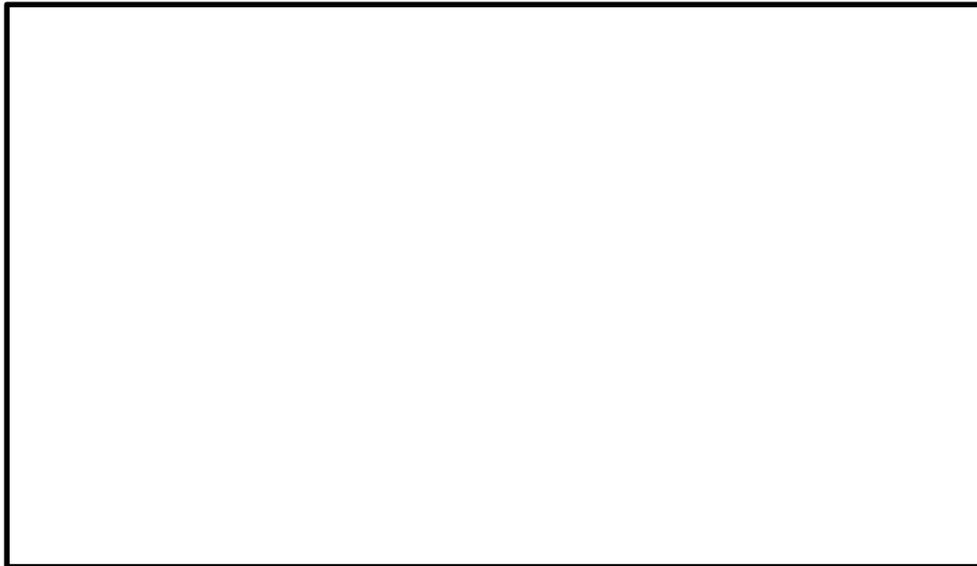


図4-2 コンクリートのヤング係数残存比

表4-2 SA時環境考慮モデルに適用する解析条件

項目		通常運転時	SA時環境考慮モデル	SA時環境考慮モデル設定の考え方
原子炉格納容器鋼板部温度(°C)	ドライウエル部	66		2×10 <sup>-1</sup> 年(70日)後の原子炉格納容器圧力約92MPa(gage)及び壁面温度約135°C並びにサプレッション・プール水位9.391mを包含させた値。*1
	サプレッション・チェンバ部	32		
サプレッション・プール水位(m)		7.22 (EL+3.22)		

\*1 各項目が厳しくなる条件として雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損)(代替循環冷却系を使用できない場合)による。

表4-3 SA時環境考慮モデルに用いた鋼製施設の諸元設定方法

施設名称	項目	SA時環境考慮モデル化方法	SA時環境考慮モデル設定の考え方
原子炉压力容器	炉内環境(水位, 燃料状態)	今回工認連成モデルを適用	重心位置が高く地震応答が大きくなる今回工認連成モデルを適用する。
	温度	150°C	2×10 <sup>-1</sup> 年(70日)後の原子炉格納容器壁面温度約135°Cをもとに各施設同一条件として設定した値。
原子炉格納容器	温度	150°C	
スタビライザ	温度	150°C	
シアラグ	温度	150°C	

表 4-4 固有周期結果 (Ss-D1)

次数	NS 方向		EW 方向		鉛直方向	
	固有周期[s]	刺激係数	固有周期[s]	刺激係数	固有周期[s]	刺激係数
1	0.417	1.936	0.419	1.962	0.400	2.608
2	0.206	-1.204	0.206	-1.266	0.279	-1.688
3	0.197	-0.392	0.196	-0.462	0.093	0.137
4	0.142	-0.633	0.139	-0.704	0.082	-0.006
5	0.118	0.709	0.118	0.875	0.063	-0.159
6	0.108	0.158	0.110	-0.223	0.057	0.116
7	0.091	-0.387	0.092	-0.327		
8	0.085	-0.760	0.084	-0.498		
9	0.083	0.555	0.083	0.364		
10	0.076	-0.154	0.076	-0.154		
11	0.065	-0.143	0.066	-0.138		
12	0.059	-0.078	0.059	-0.085		
13	0.054	-0.017	0.053	0.008		
14	0.050	-0.052	0.050	-0.045		

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉压力容器
- 5 原子炉压力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 ( s ) ; 0.417      刺激係数      ; 1.936

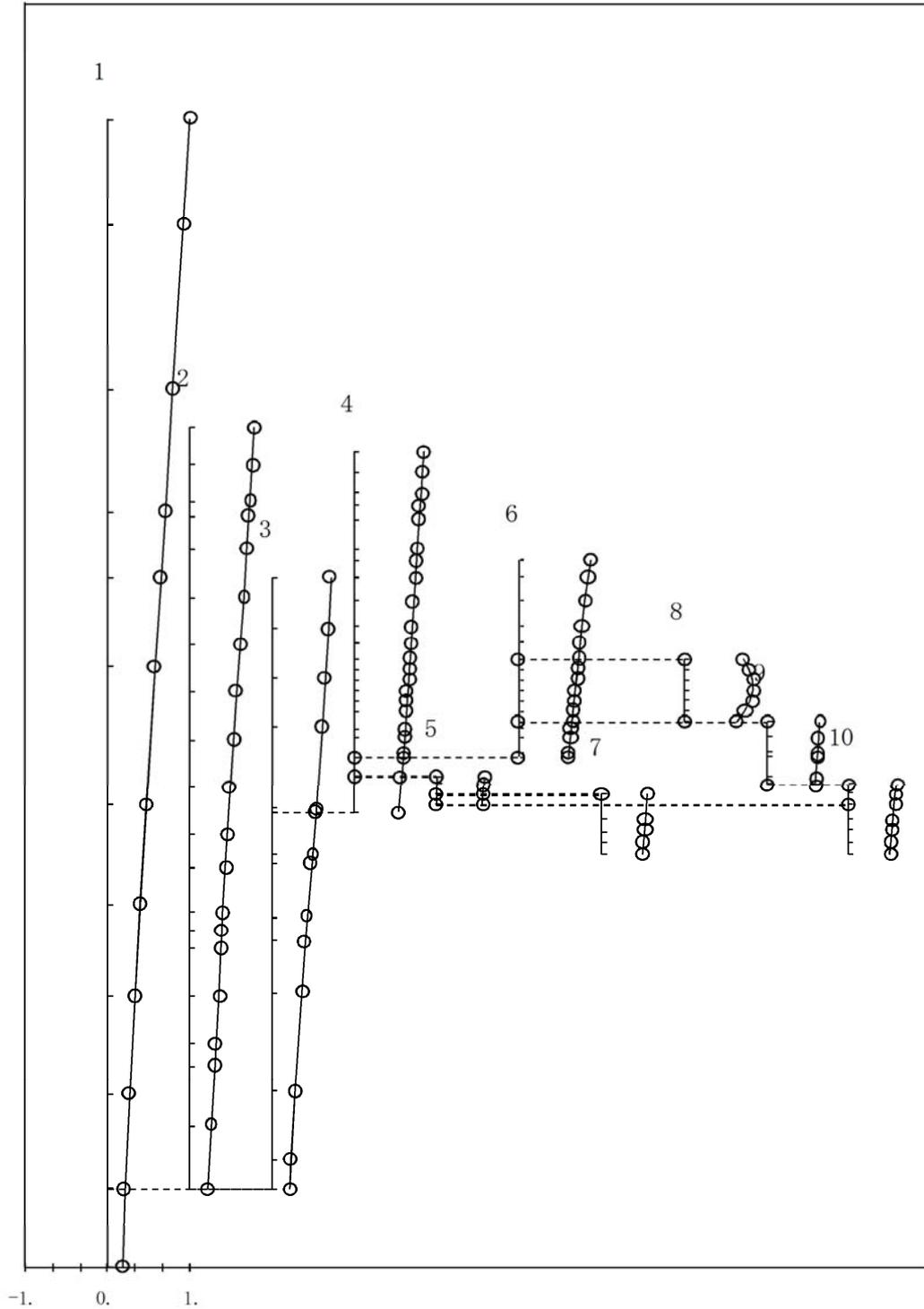


図4-3(1) 第1次振動モード (NS方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉压力容器
- 5 原子炉压力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 ( s ) ; 0.206    刺激係数            ; -1.204

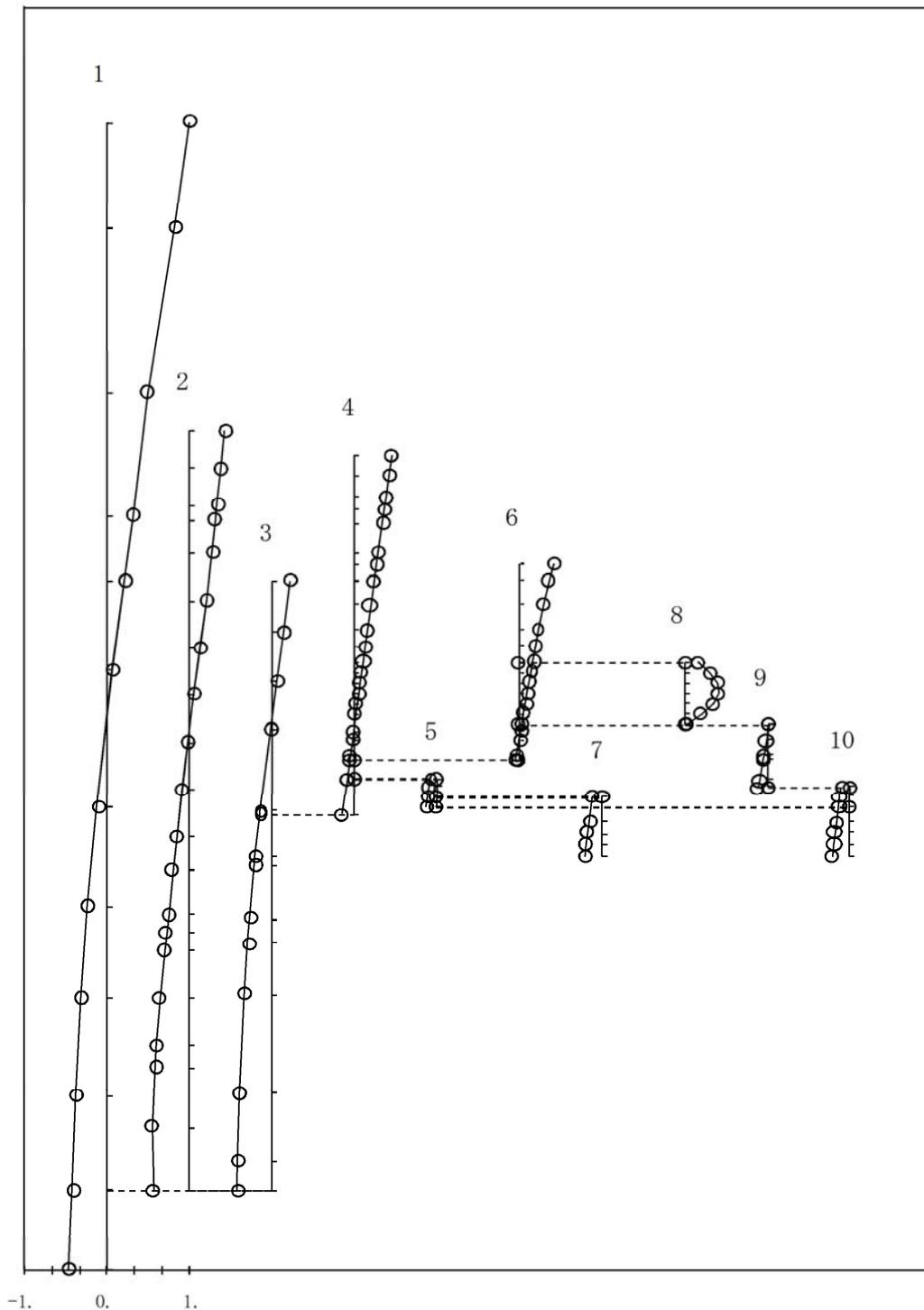


図4-3(2) 第2次振動モード (NS方向、Ss-D1)

- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| 1 原子炉建屋           | 6 気水分離器及びシュラウド      |
| 2 原子炉格納容器         | 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎 | 8 燃料集合体             |
| 4 原子炉圧力容器         | 9 制御棒案内管            |
| 5 原子炉圧力容器(下端)     | 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 (s) ; 0.197    刺激係数    ; -0.392

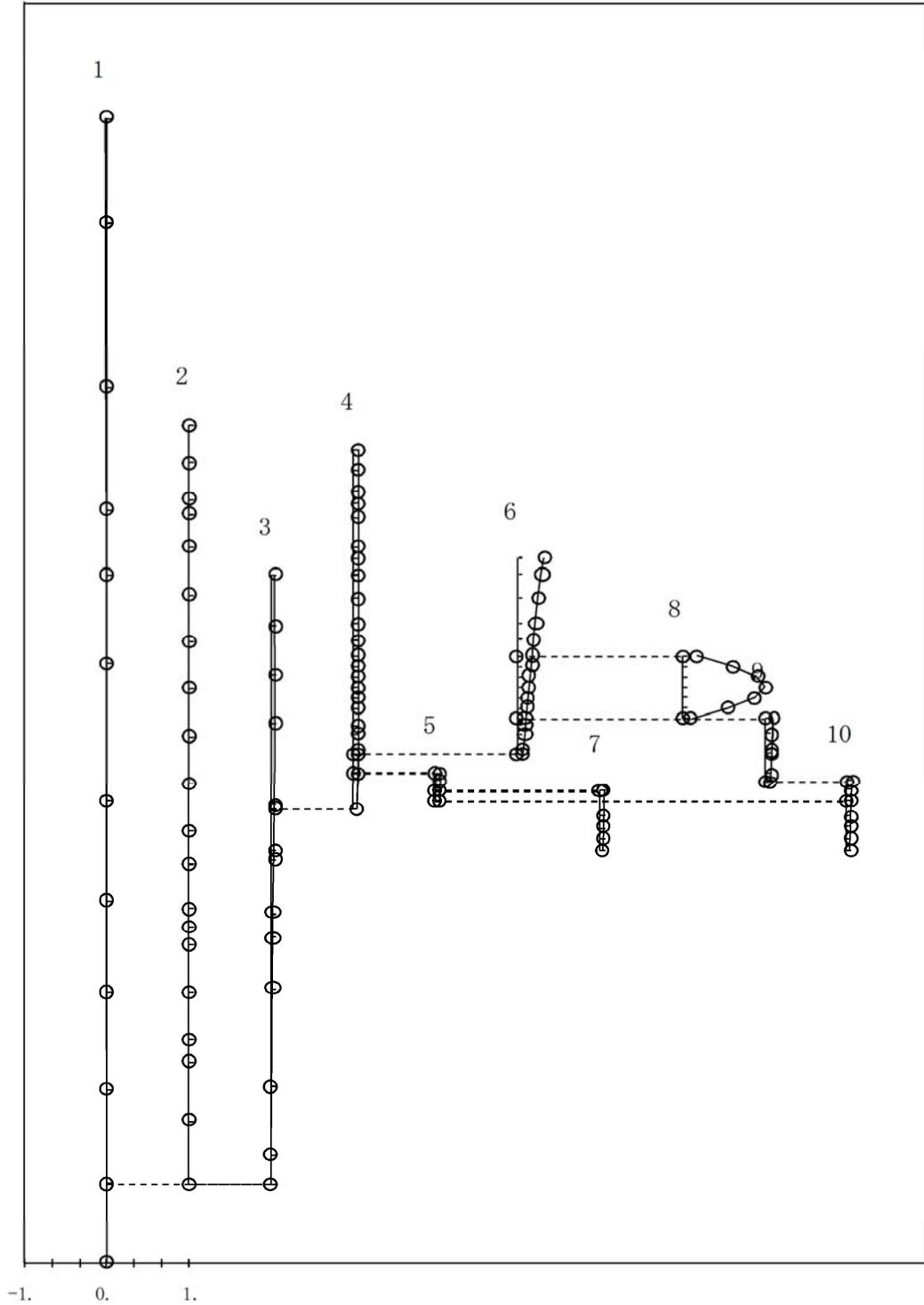


図4-3(3) 第3次振動モード (NS方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉圧力容器
- 5 原子炉圧力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 (s) ; 0.142    刺激係数    ; -0.633

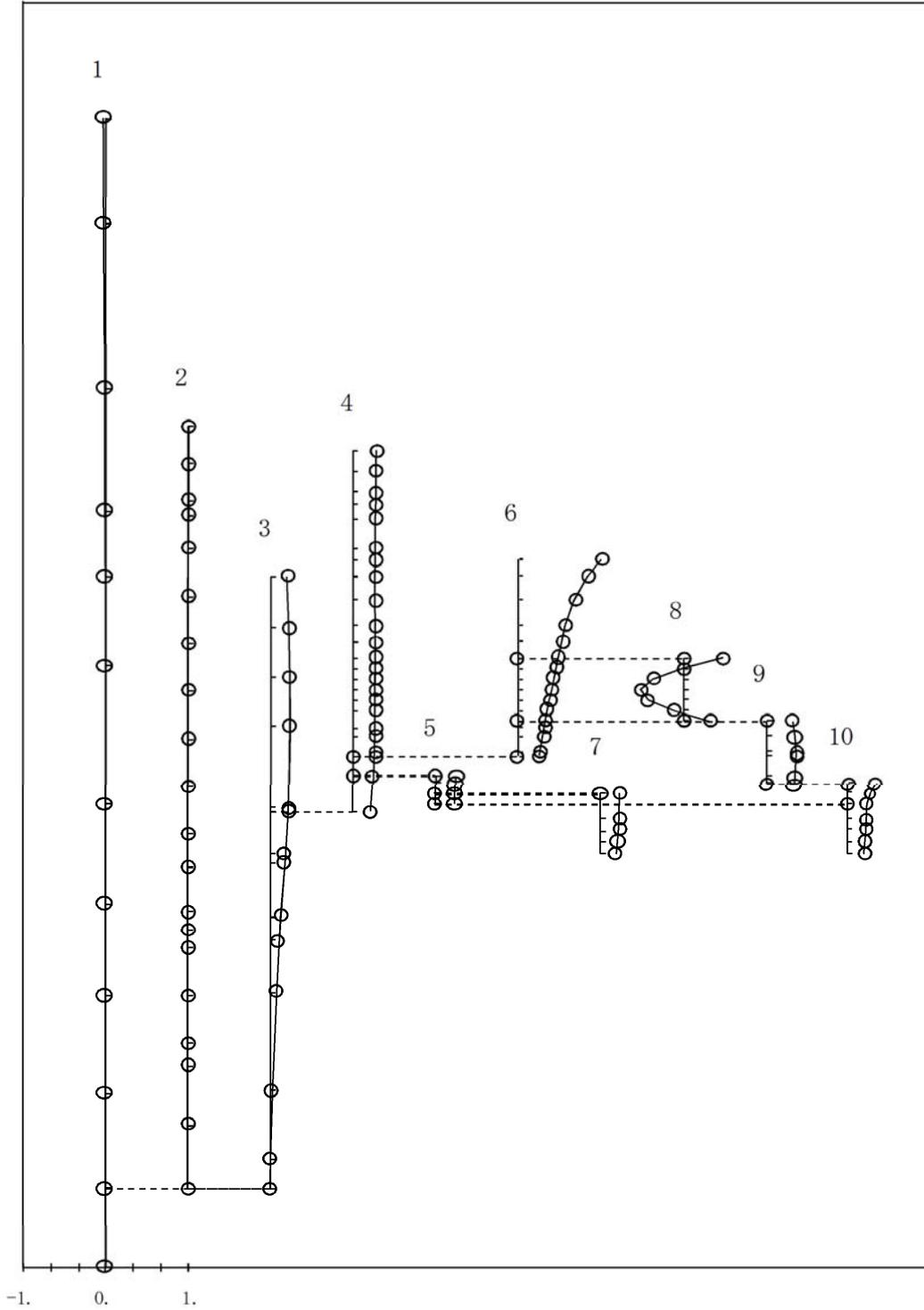


図4-3(4) 第4次振動モード (NS方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉圧力容器
- 5 原子炉圧力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 (s) ; 0.118    刺激係数            ; 0.709

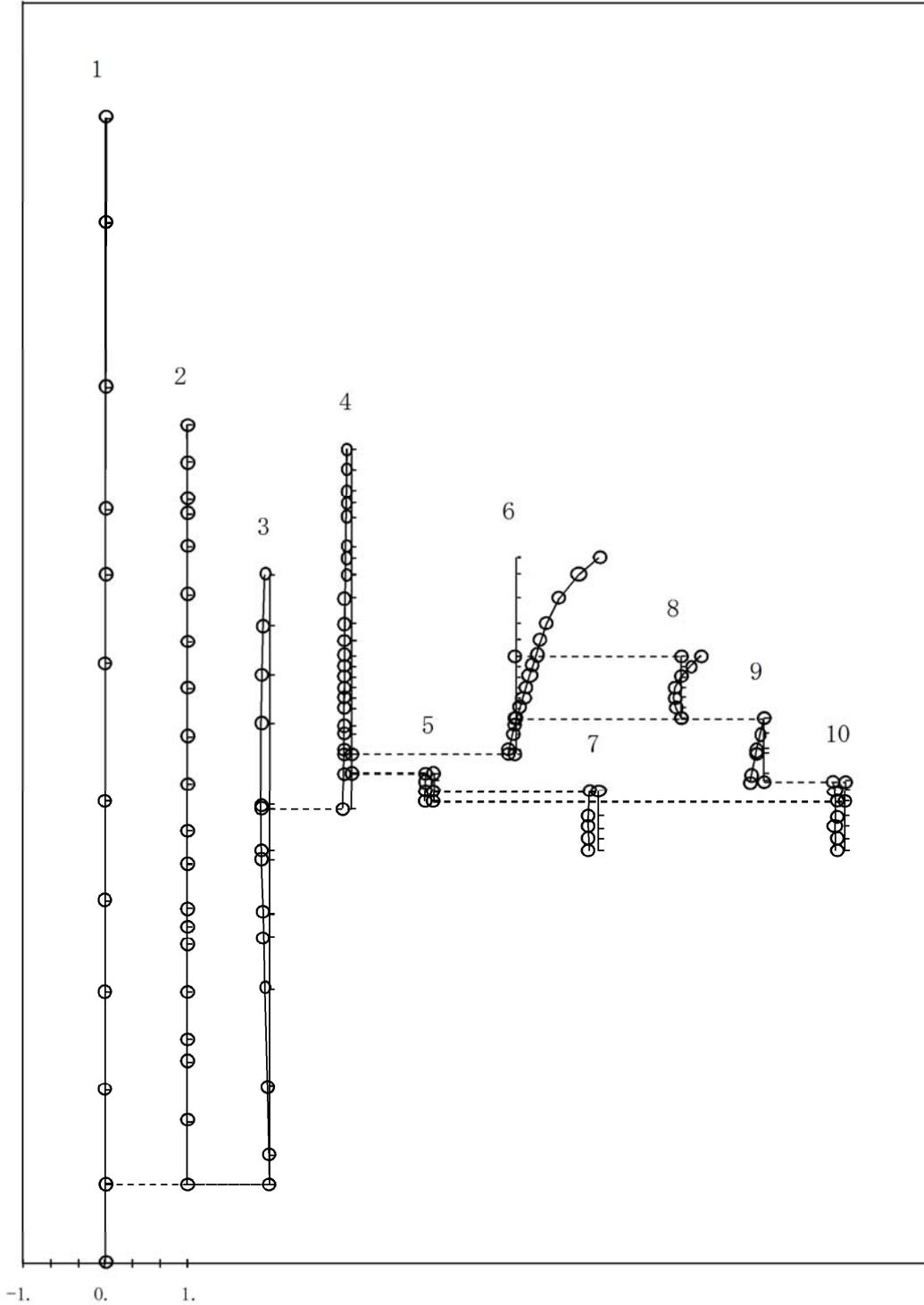


図4-3(5) 第5次振動モード (NS方向、Ss-D1)

- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| 1 原子炉建屋           | 6 気水分離器及びシュラウド      |
| 2 原子炉格納容器         | 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎 | 8 燃料集合体             |
| 4 原子炉压力容器         | 9 制御棒案内管            |
| 5 原子炉压力容器(下端)     | 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 (s) ; 0.108    刺激係数            ; 0.158

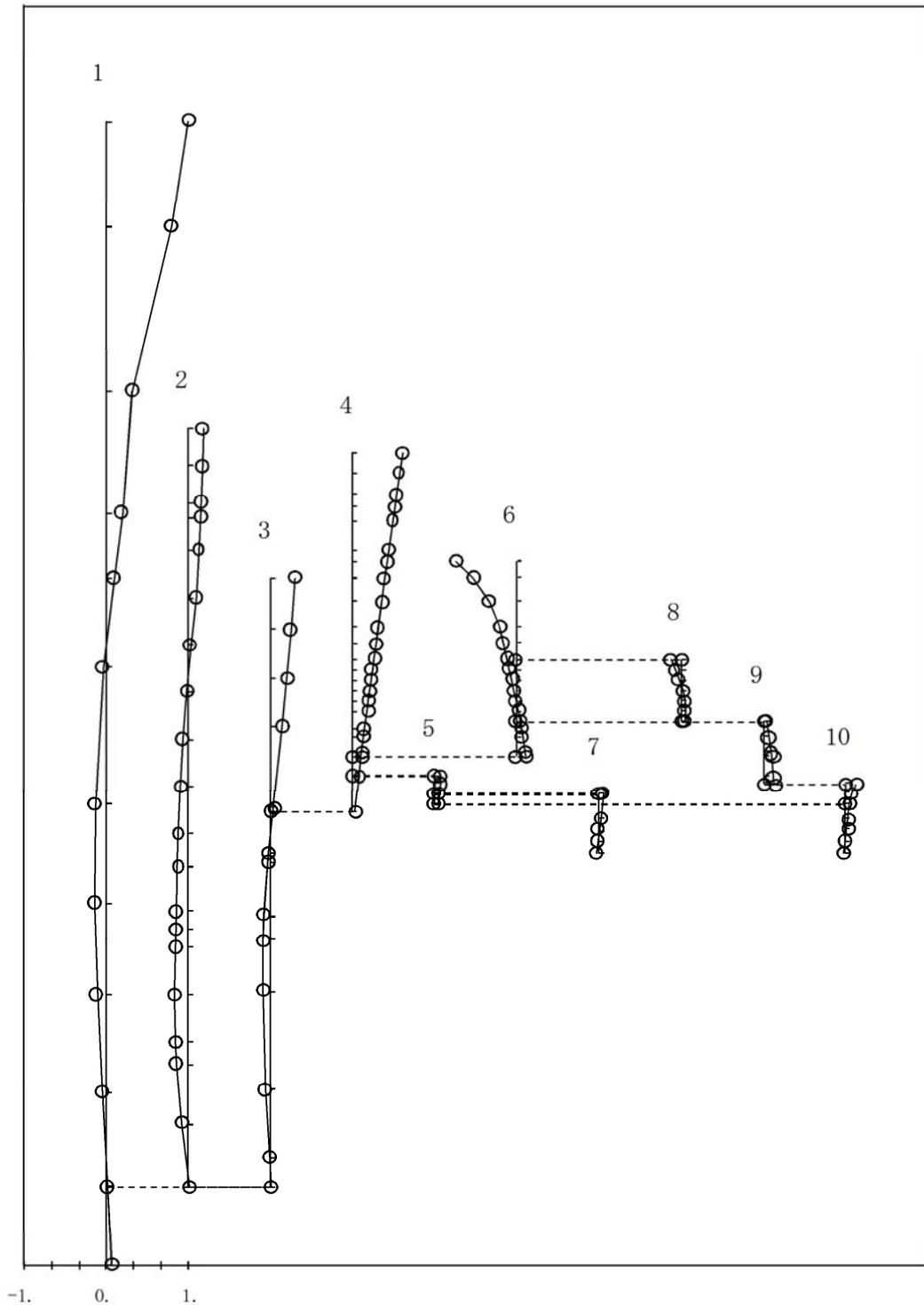


図4-3(6) 第6次振動モード (NS方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉压力容器
- 5 原子炉压力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 (s) ; 0.091    刺激係数            ; -0.387

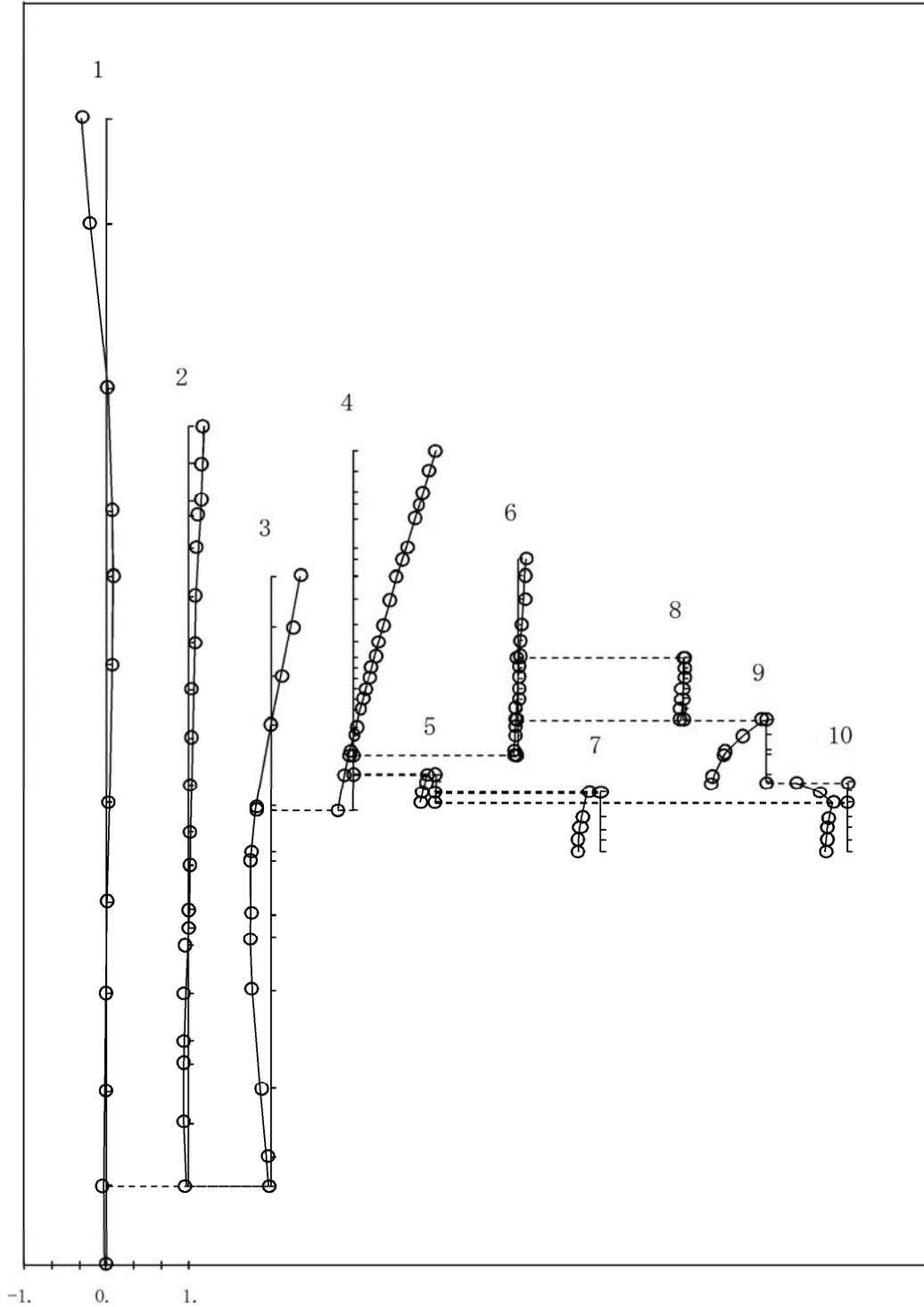


図4-3(7) 第7次振動モード (NS方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉压力容器
- 5 原子炉压力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 (s) ; 0.085    刺激係数            ; -0.760

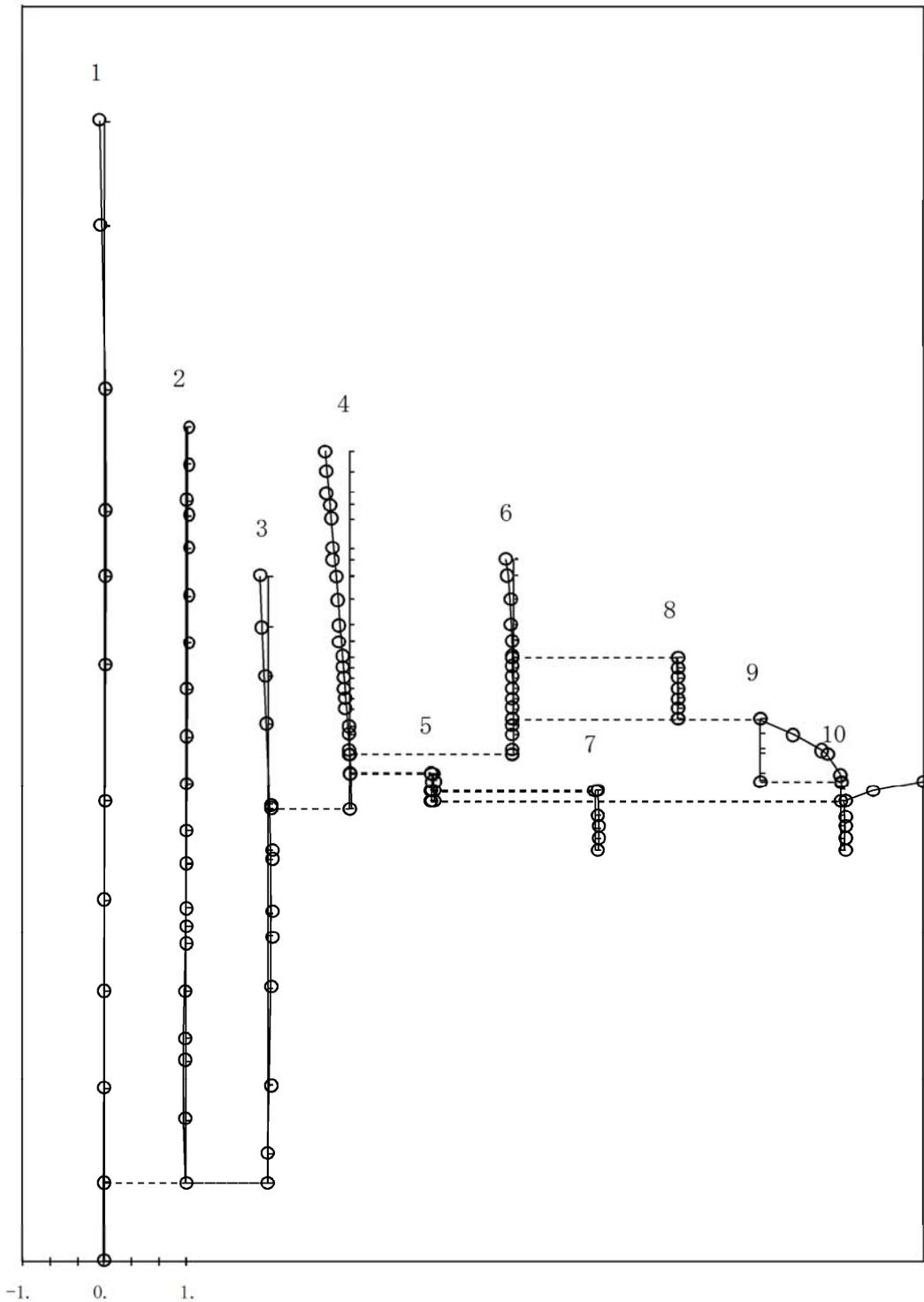


図4-3(8) 第 8次振動モード (NS方向、Ss-D1)

- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| 1 原子炉建屋           | 6 気水分離器及びビュラウド      |
| 2 原子炉格納容器         | 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎 | 8 燃料集合体             |
| 4 原子炉压力容器         | 9 制御棒案内管            |
| 5 原子炉压力容器(下端)     | 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 (s) ; 0.083    刺激係数            ; 0.555

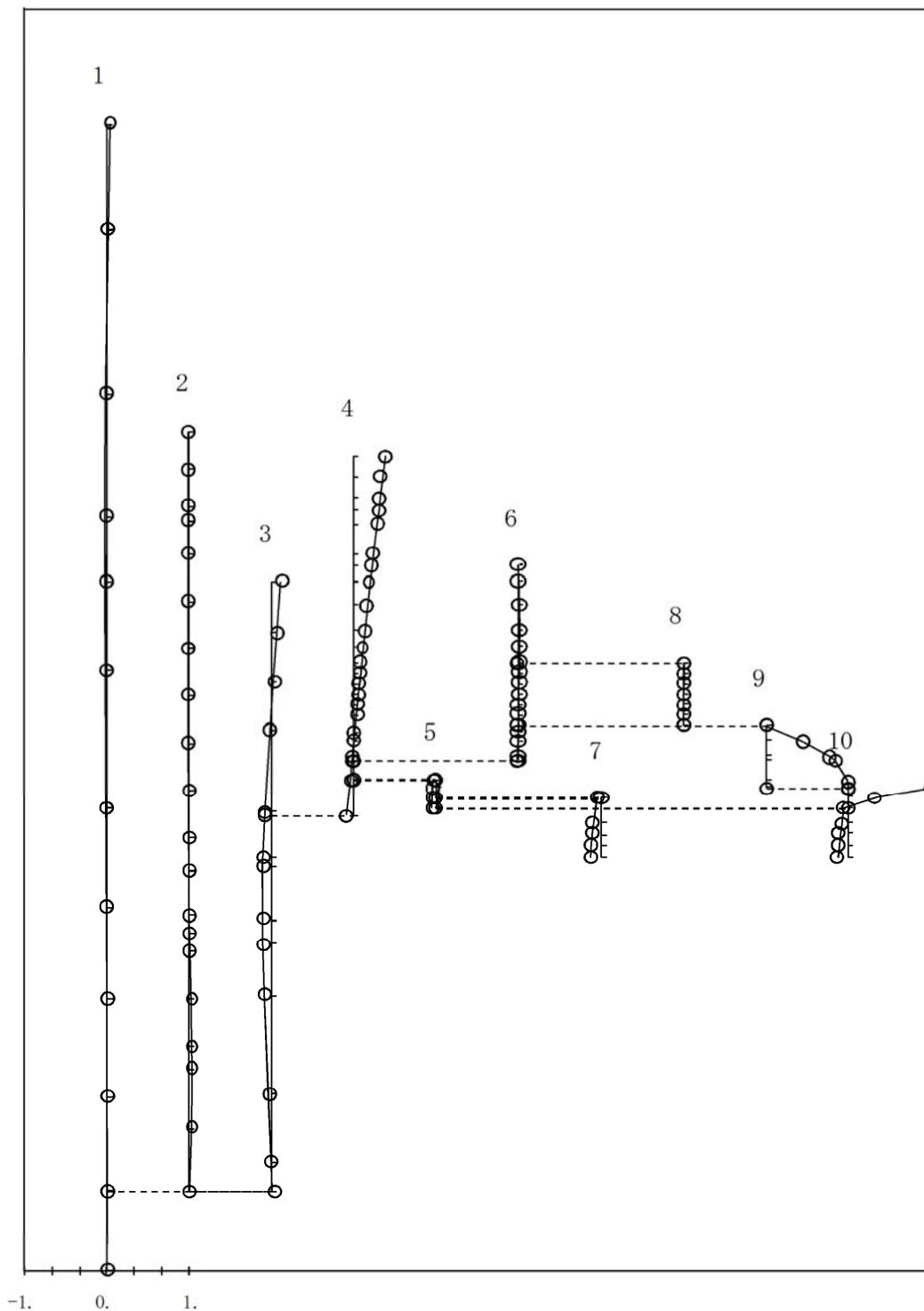


図4-3(9) 第9次振動モード (NS方向、Ss-D1)

- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| 1 原子炉建屋           | 6 気水分離器及びビュラウド      |
| 2 原子炉格納容器         | 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎 | 8 燃料集合体             |
| 4 原子炉压力容器         | 9 制御棒案内管            |
| 5 原子炉压力容器(下端)     | 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 ( s ) ; 0.076    刺激係数    ; -0.154

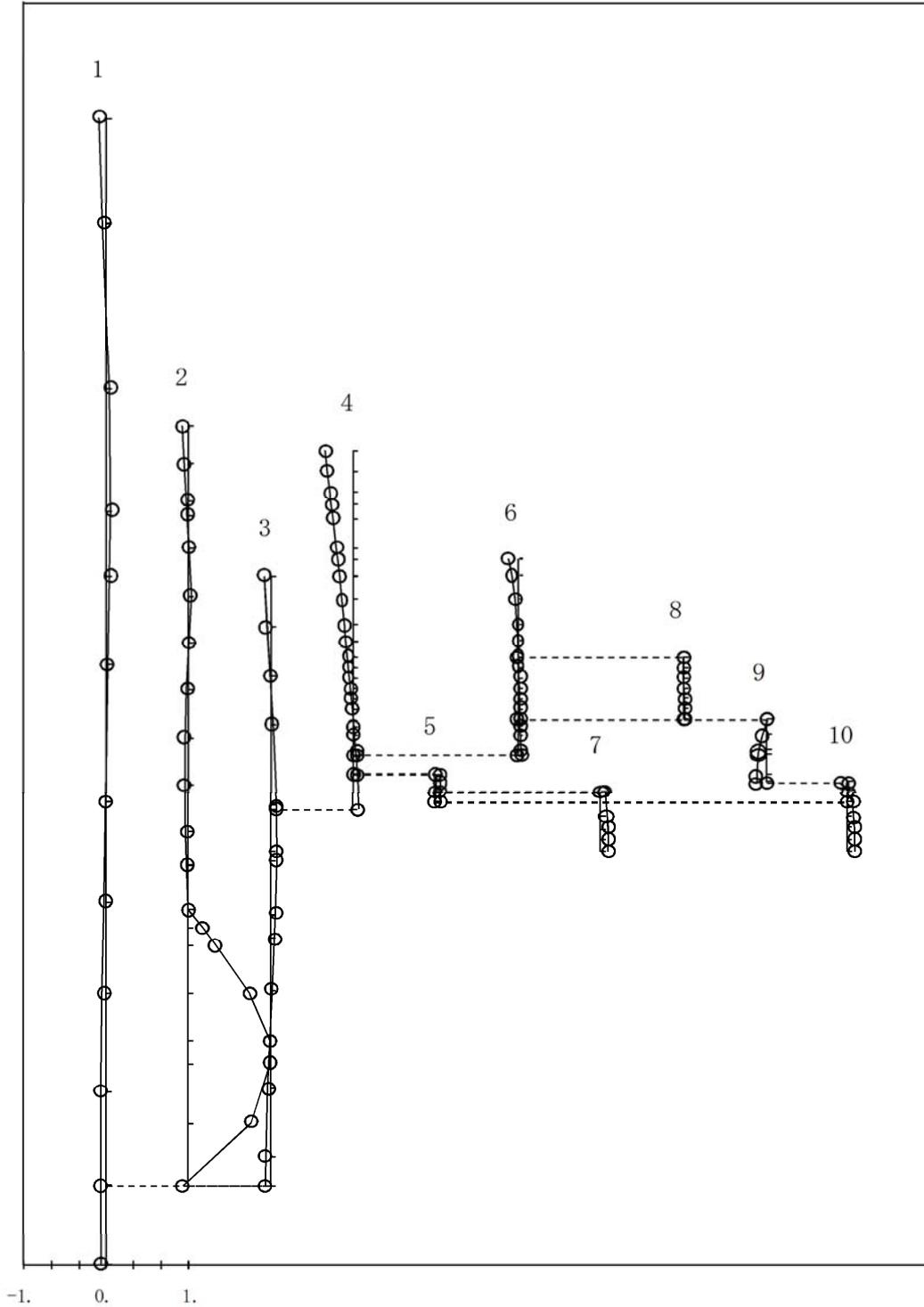


図4-3(10) 第 10次振動モード (NS方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉圧力容器
- 5 原子炉圧力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 (s) ; 0.065    刺激係数    ; -0.143

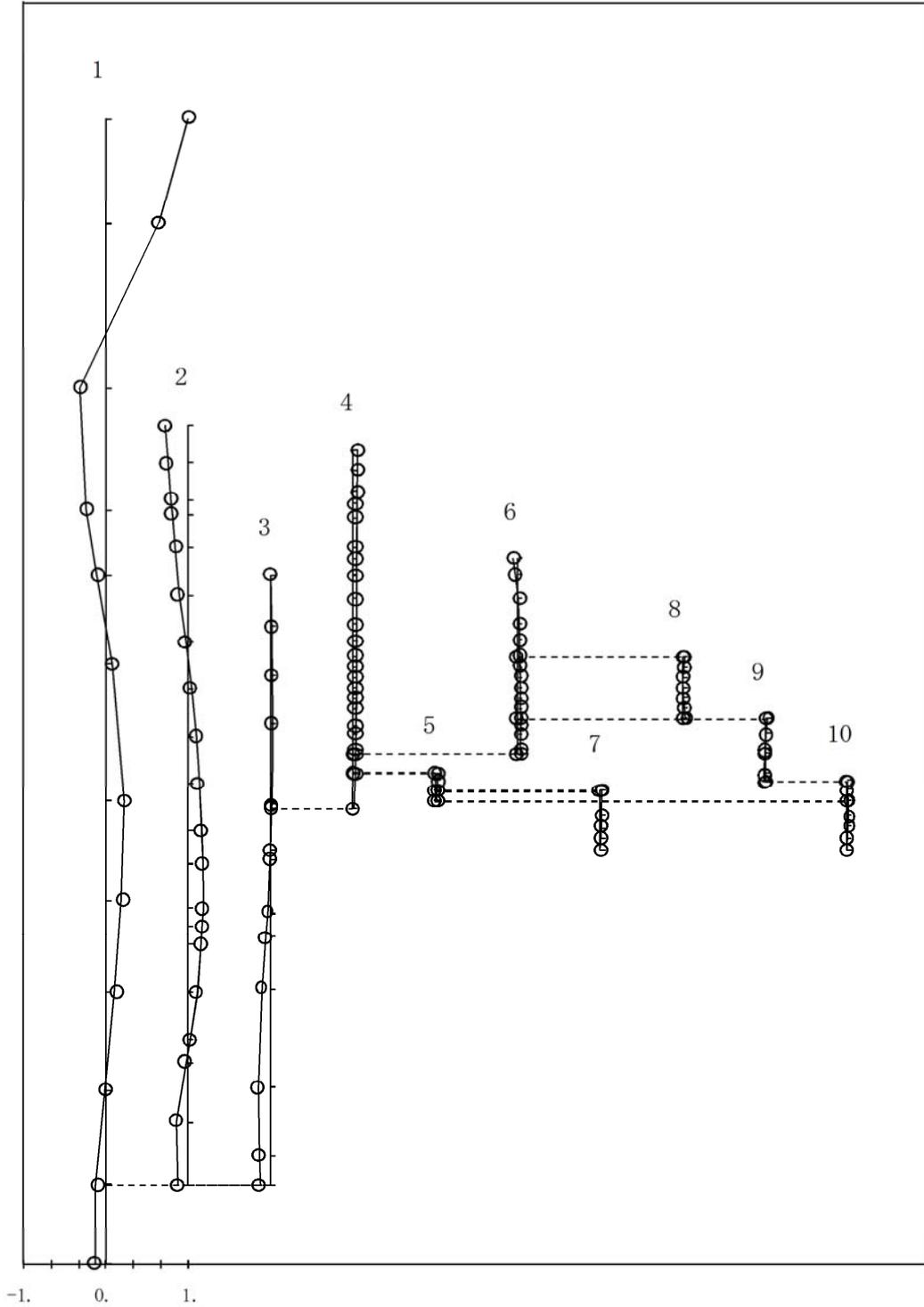


図4-3(11) 第 11次振動モード (NS方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉压力容器
- 5 原子炉压力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 (s) ; 0.059      刺激係数      ; -0.078

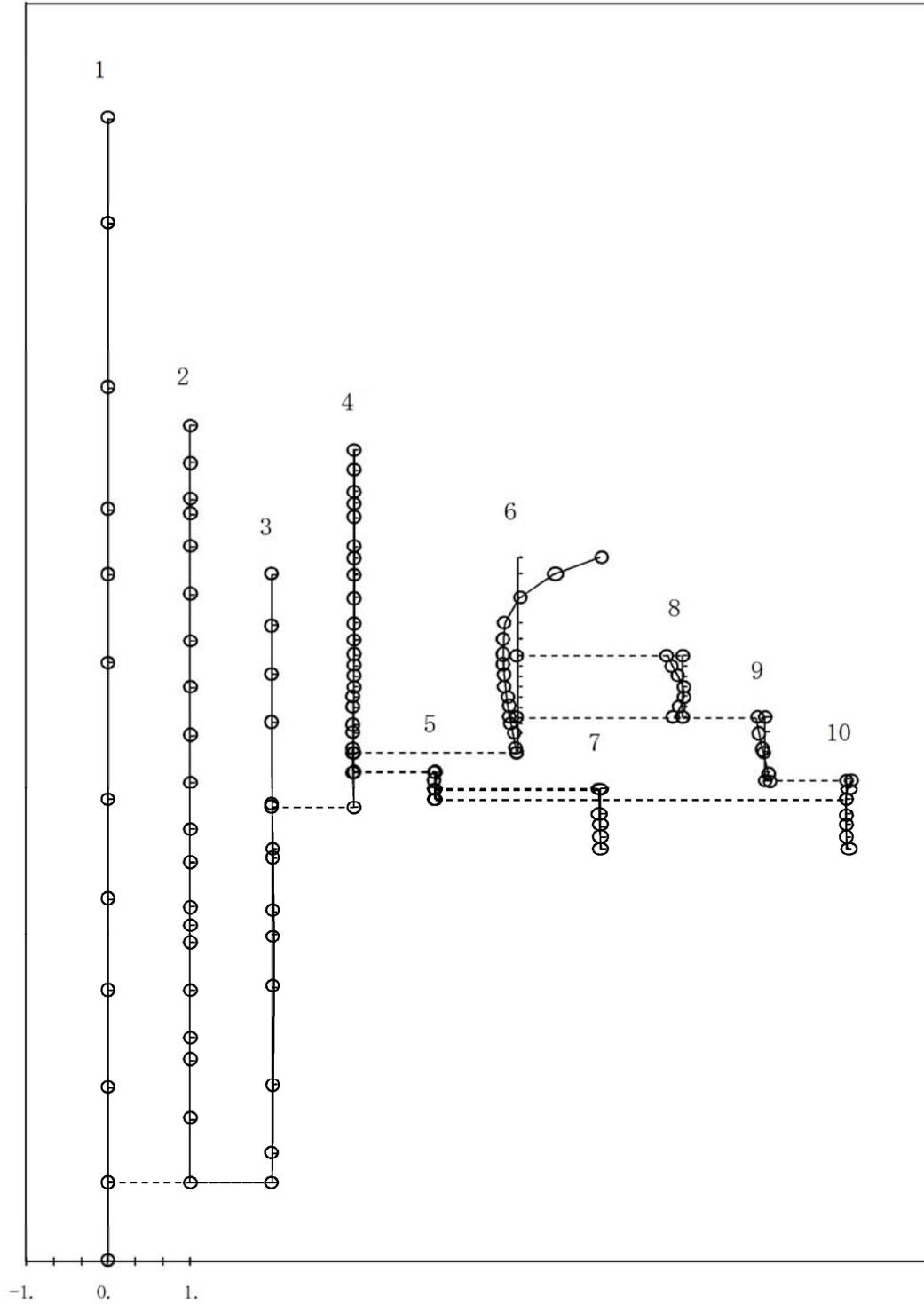


図4-3(12) 第 12次振動モード (NS方向、Ss-D1)

- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| 1 原子炉建屋           | 6 気水分離器及びびシュラウド     |
| 2 原子炉格納容器         | 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎 | 8 燃料集合体             |
| 4 原子炉压力容器         | 9 制御棒案内管            |
| 5 原子炉压力容器(下端)     | 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 (s) ; 0.054      刺激係数      ; -0.017

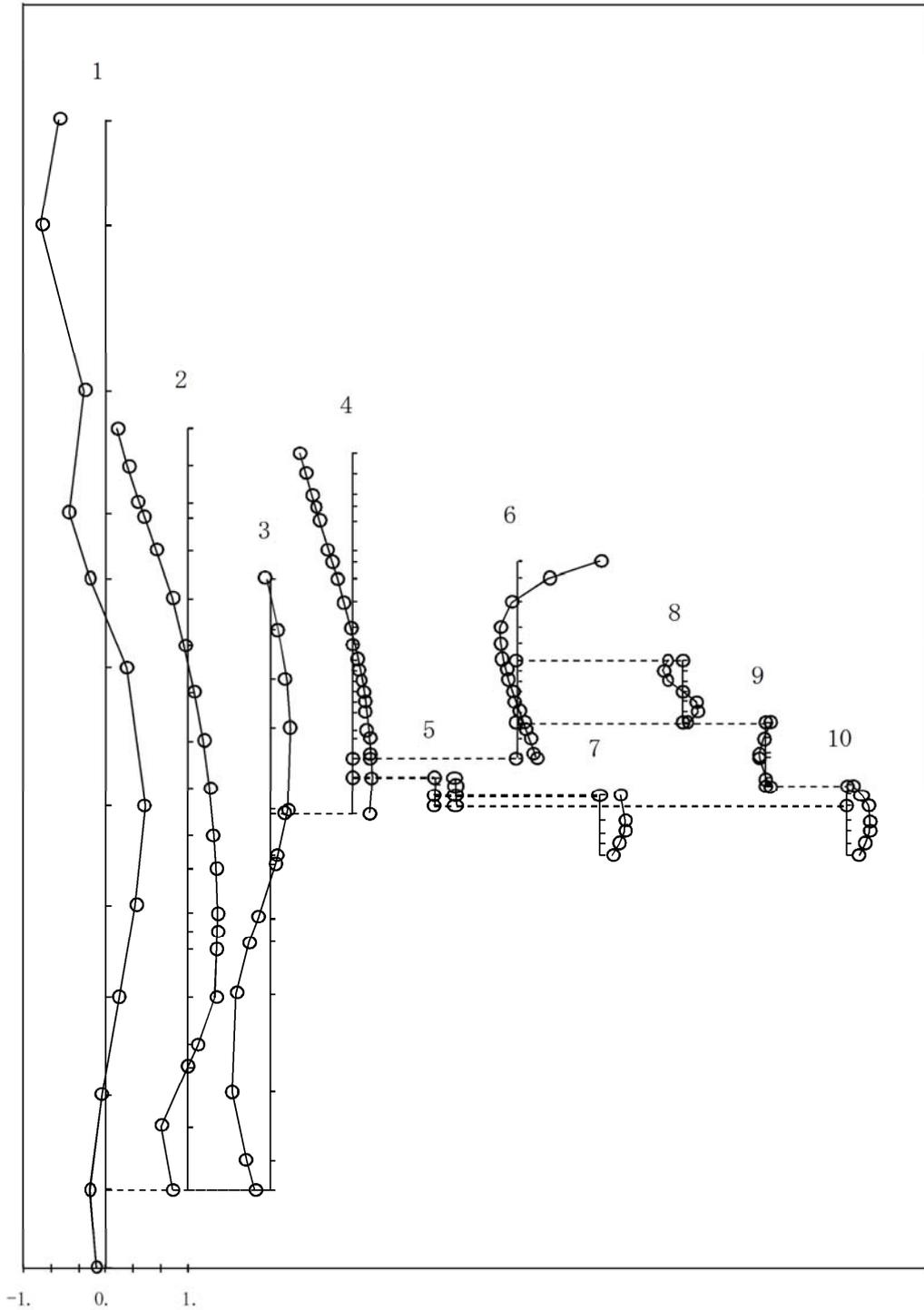


図4-3(13) 第 13次振動モード (NS方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉压力容器
- 5 原子炉压力容器(下端)

- 6 気水分離器及びびシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 (s) ; 0.050    刺激係数    ; -0.052

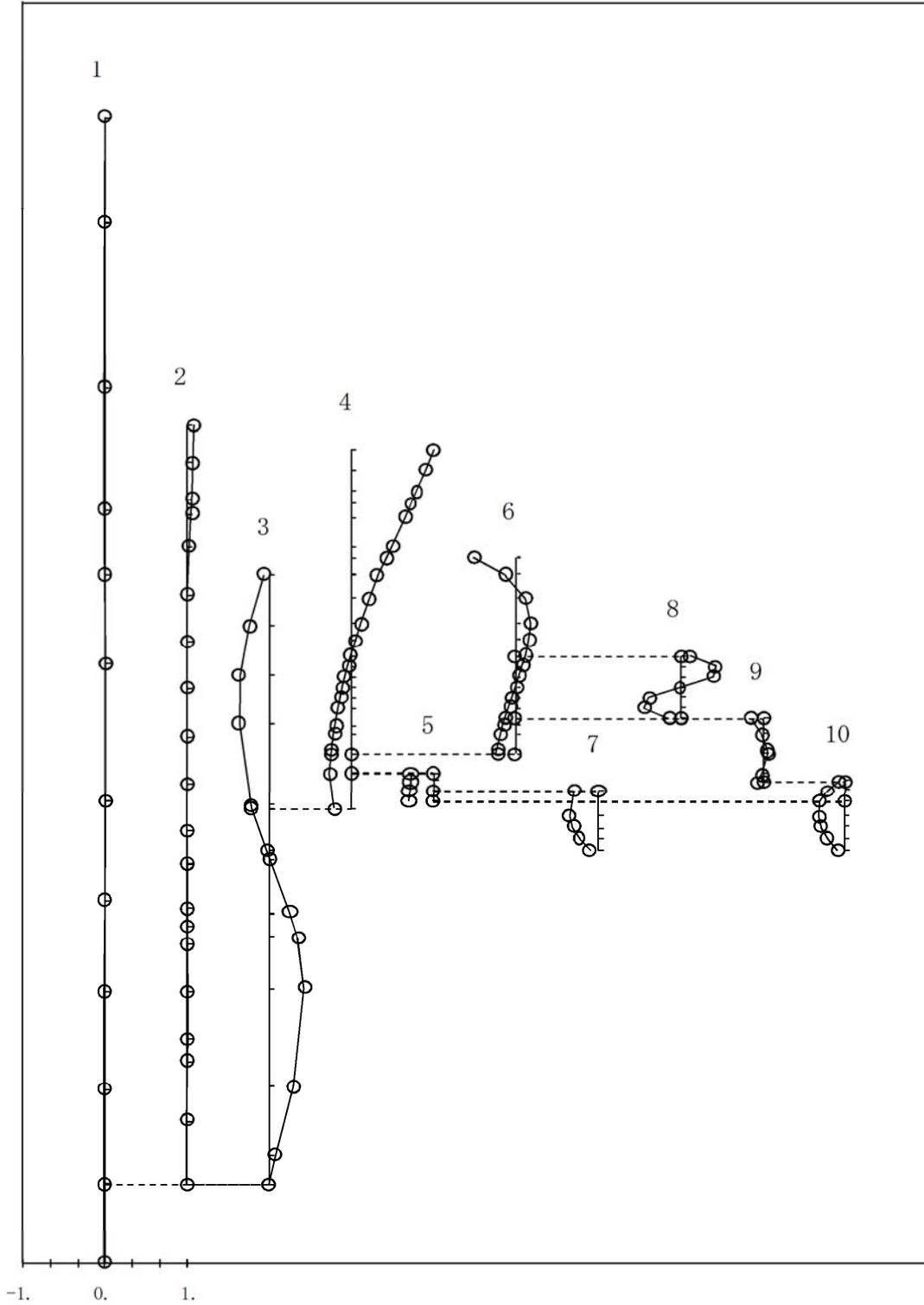


図4-3(14) 第 14次振動モード (NS方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉压力容器
- 5 原子炉压力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 (s) ; 0.419      刺激係数                      ; 1.962

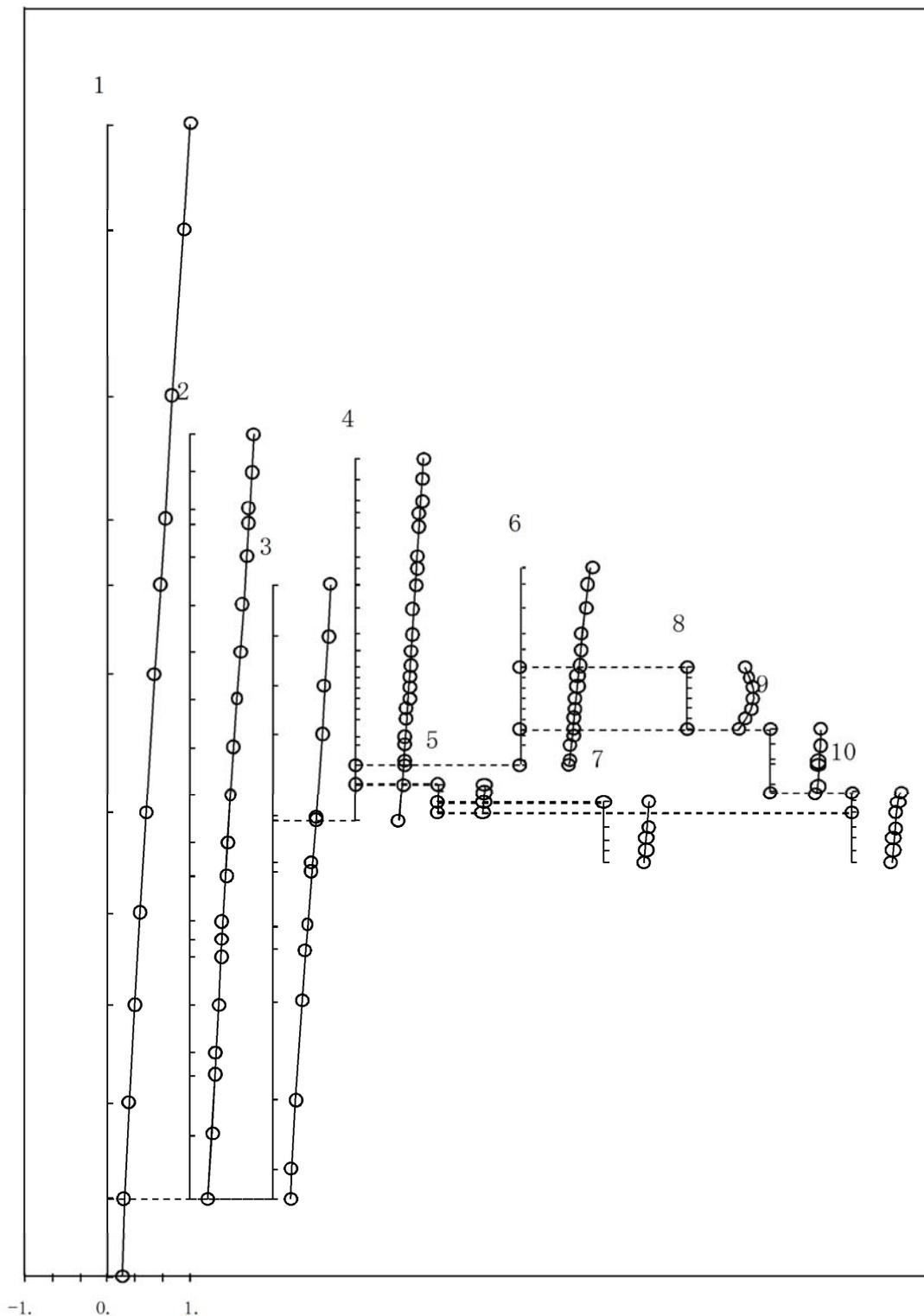


図4-4(1) 第1次振動モード (EW方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉圧力容器
- 5 原子炉圧力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 ( s ) ; 0.206    刺激係数            ; -1.266

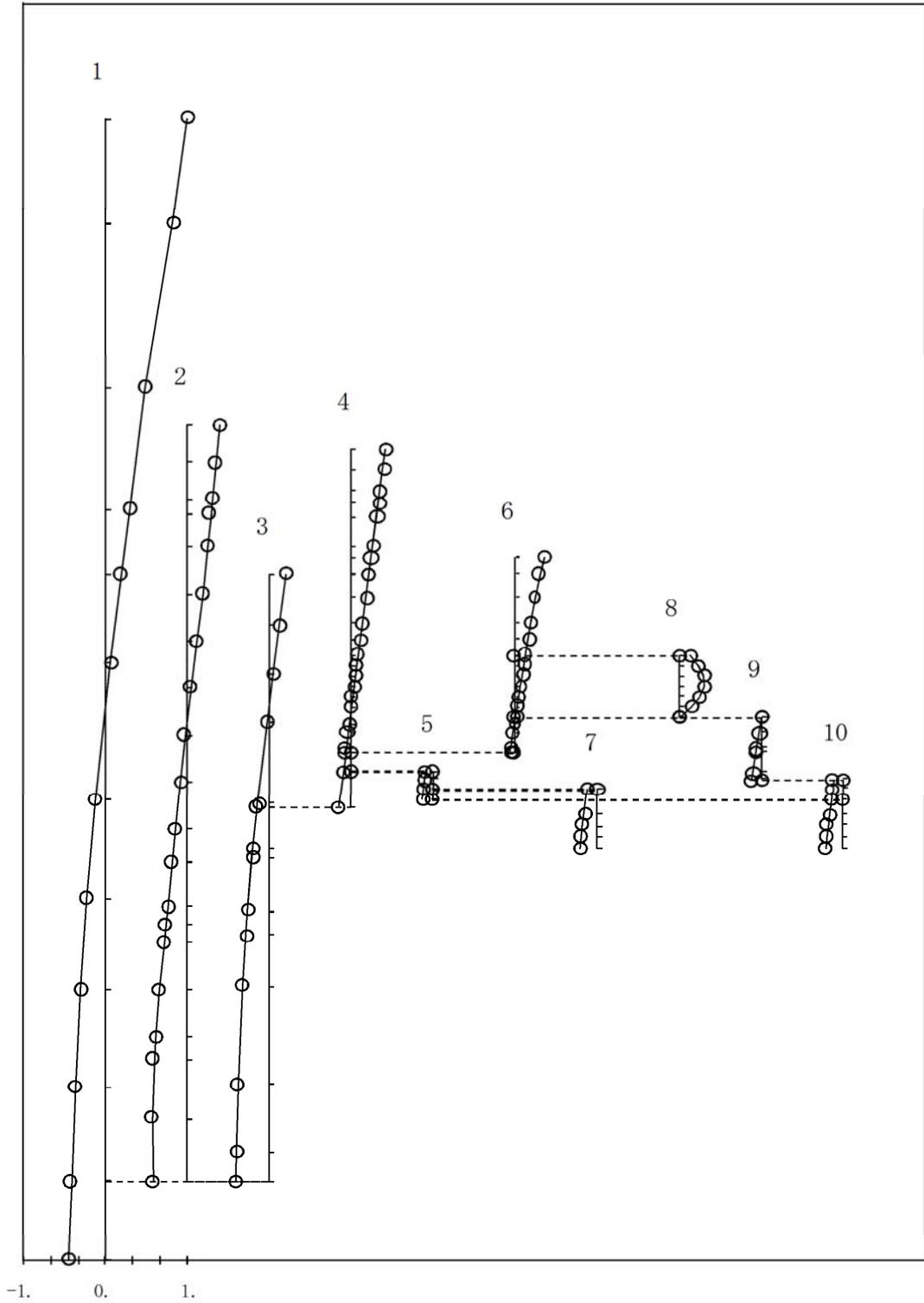


図4-4(2) 第2次振動モード (EW方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉压力容器
- 5 原子炉压力容器(下端)

- 6 気水分離器及びびシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 ( s ) ; 0.196    刺激係数            ; -0.462

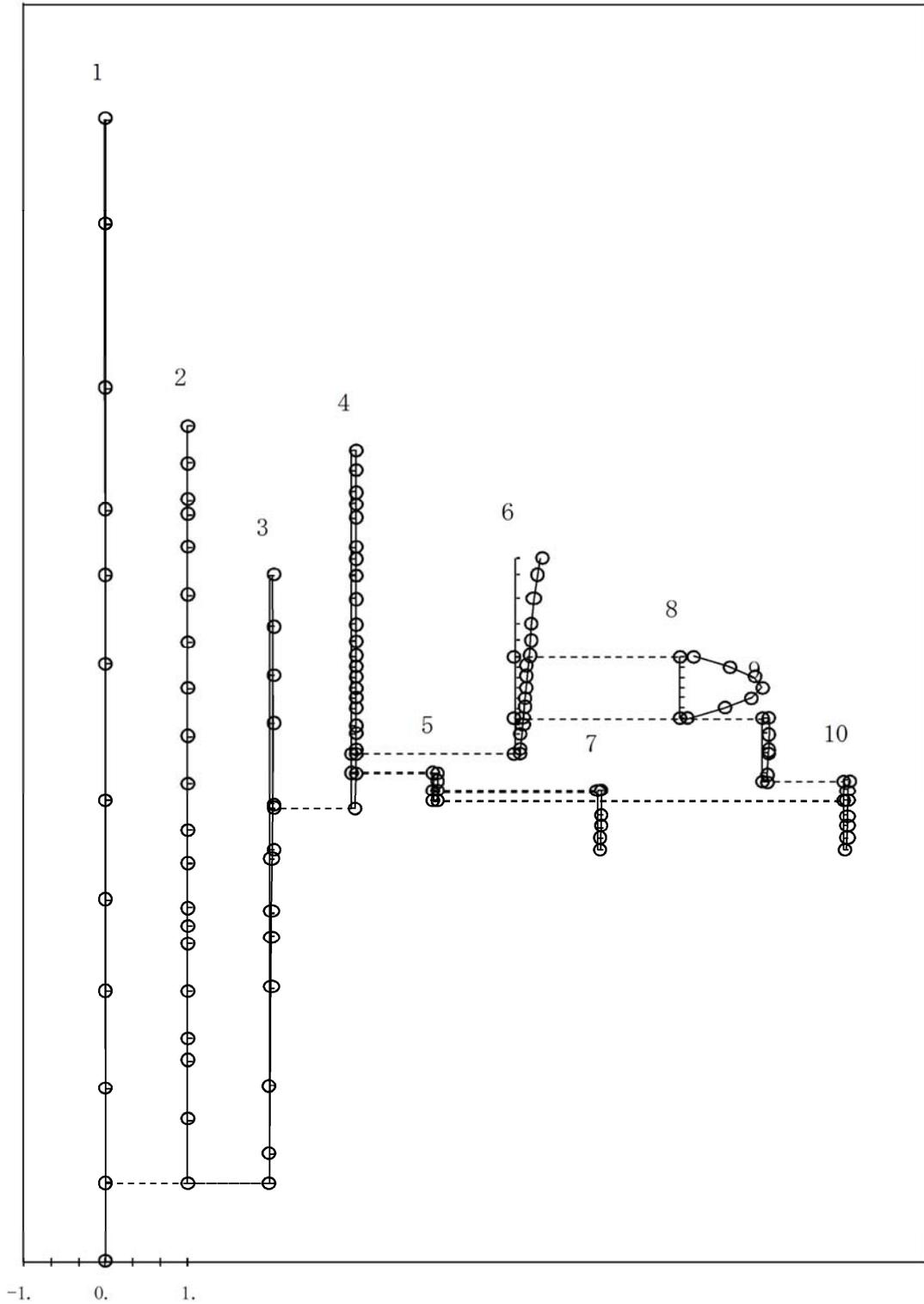


図4-4(3) 第3次振動モード (EW方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉压力容器
- 5 原子炉压力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 ( s ) ; 0.139      刺激係数                      ; -0.704

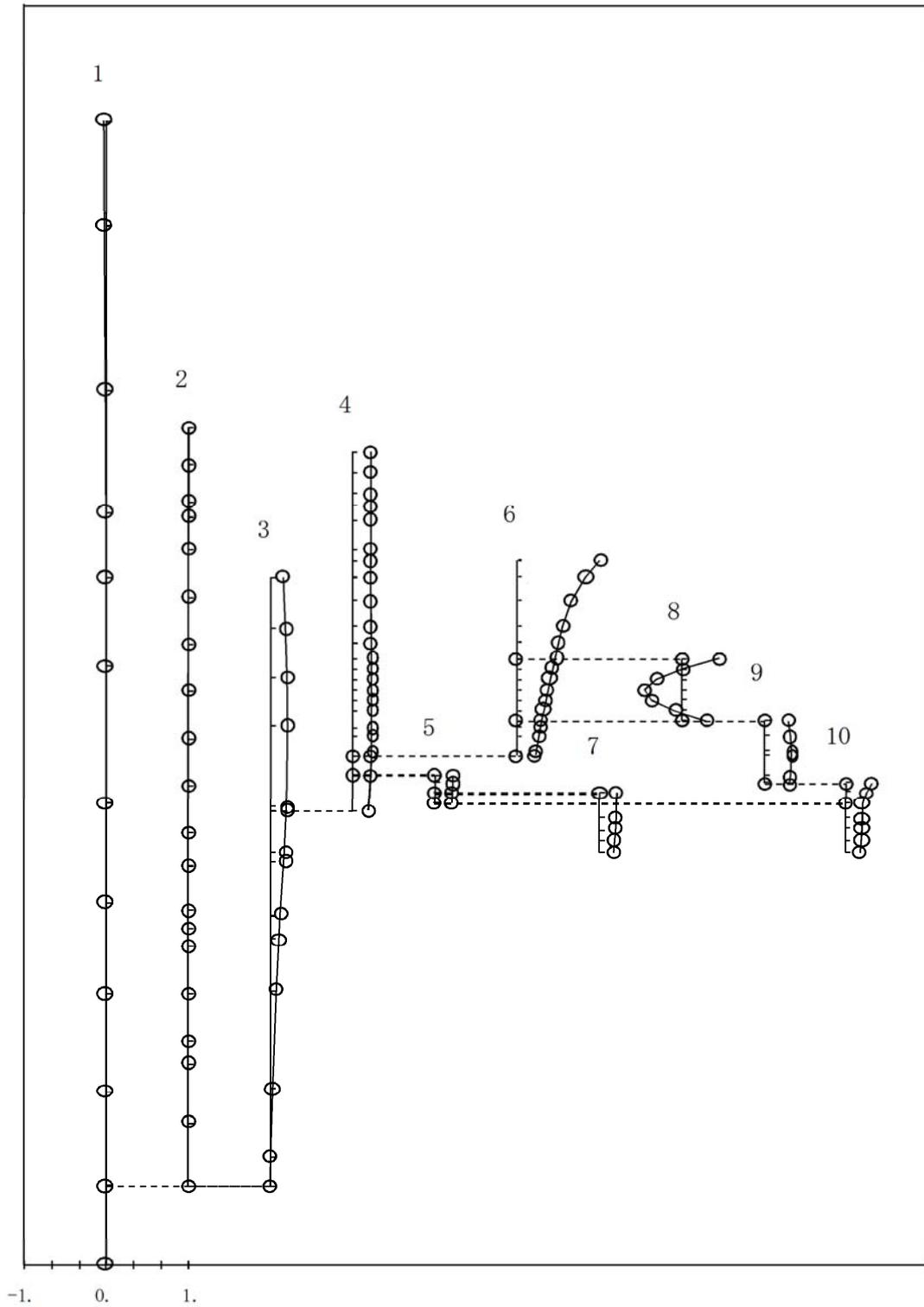


図4-4(4) 第4次振動モード (EW方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉压力容器
- 5 原子炉压力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 ( s ) ; 0.118    刺激係数            ; 0.875

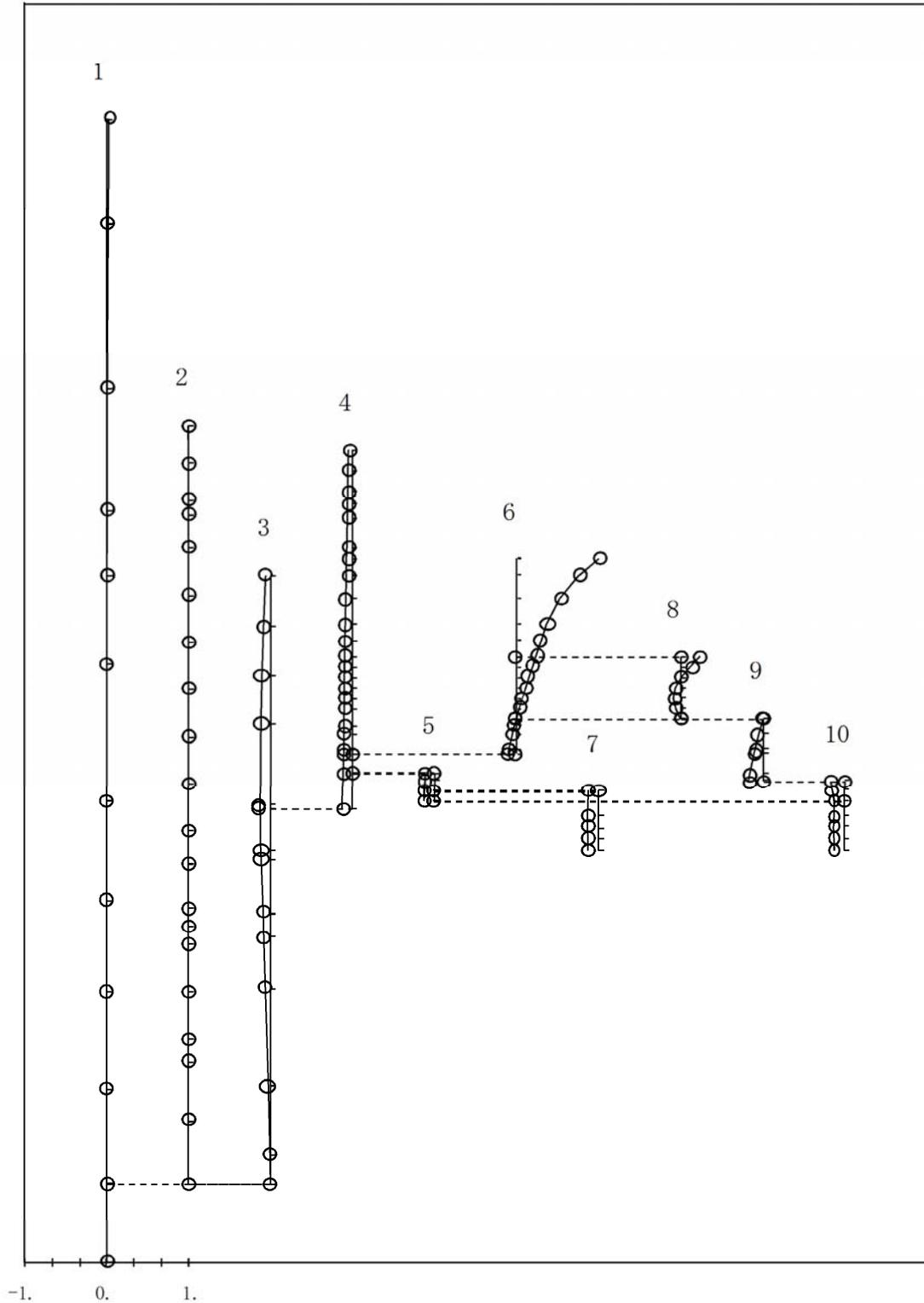


図4-4(5) 第5次振動モード (EW方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉圧力容器
- 5 原子炉圧力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 ( s ) ; 0.110    刺激係数            ; -0.223

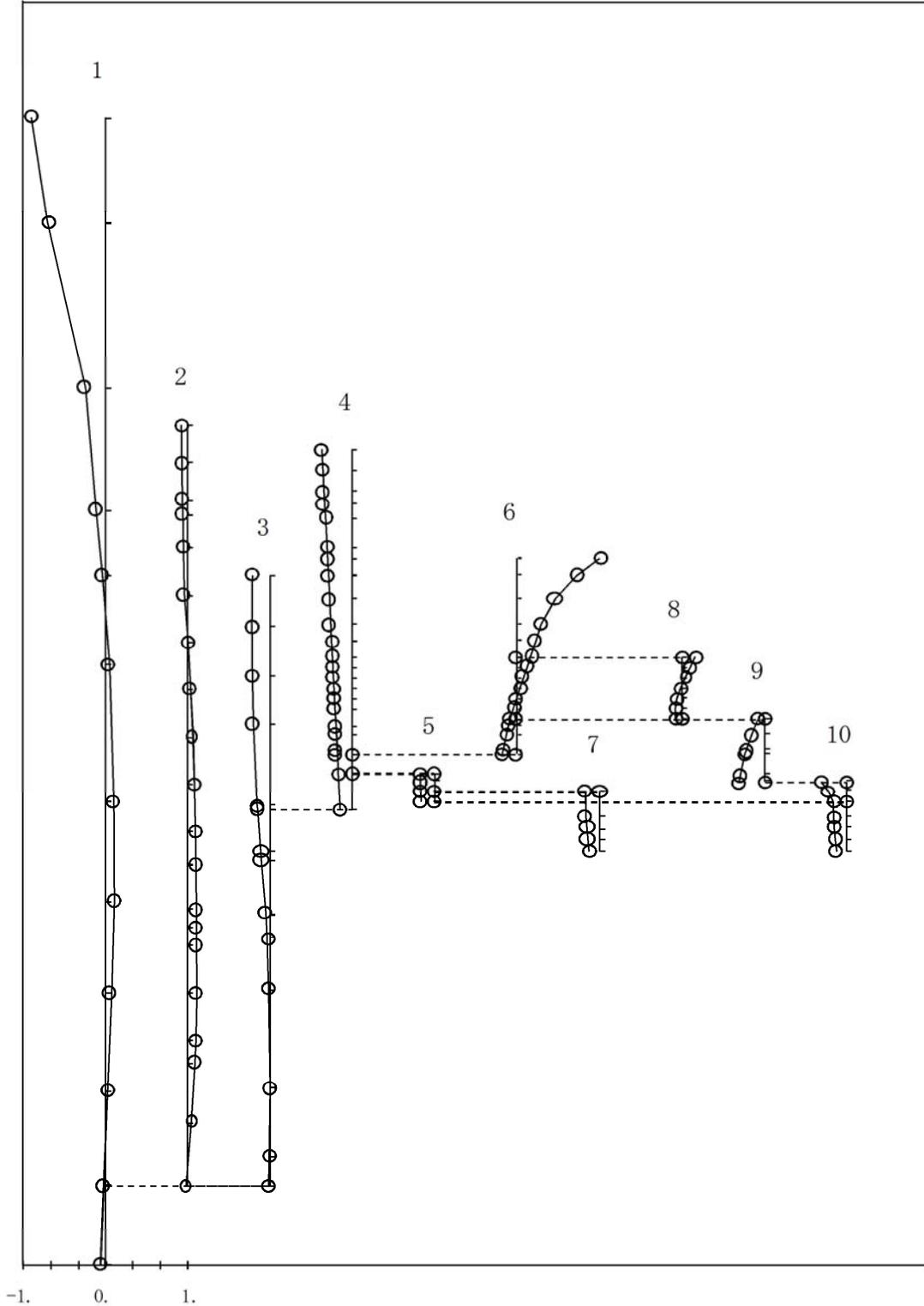


図4-4(6) 第6次振動モード (EW方向、Ss-D1)

- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| 1 原子炉建屋           | 6 気水分離器及びビュラウド      |
| 2 原子炉格納容器         | 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎 | 8 燃料集合体             |
| 4 原子炉圧力容器         | 9 制御棒案内管            |
| 5 原子炉圧力容器(下端)     | 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 ( s ) ; 0.092    刺激係数            ; -0.327

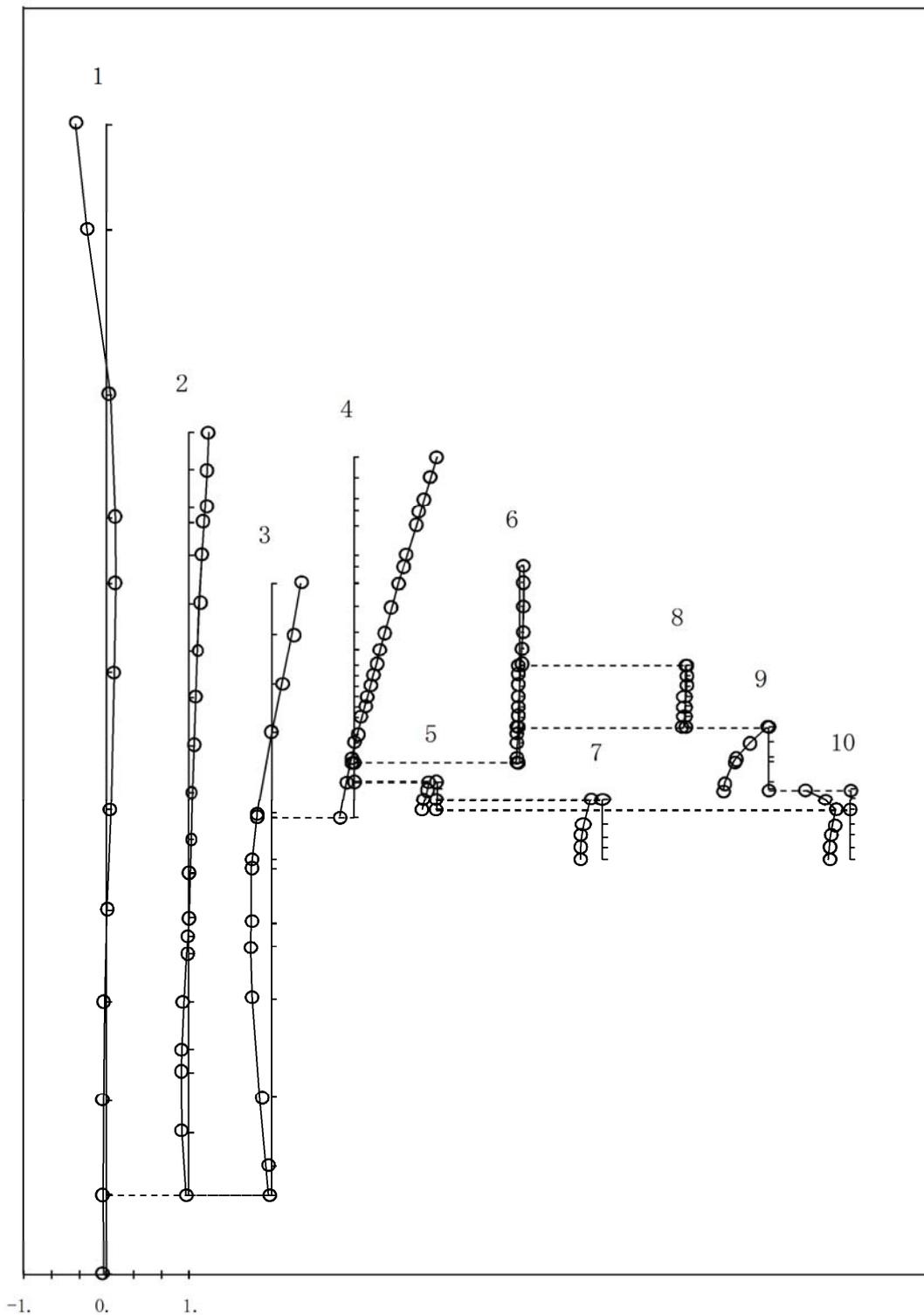


図4-4(7) 第7次振動モード (EW方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉圧力容器
- 5 原子炉圧力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 ( s ) ; 0.084    刺激係数            ; -0.498

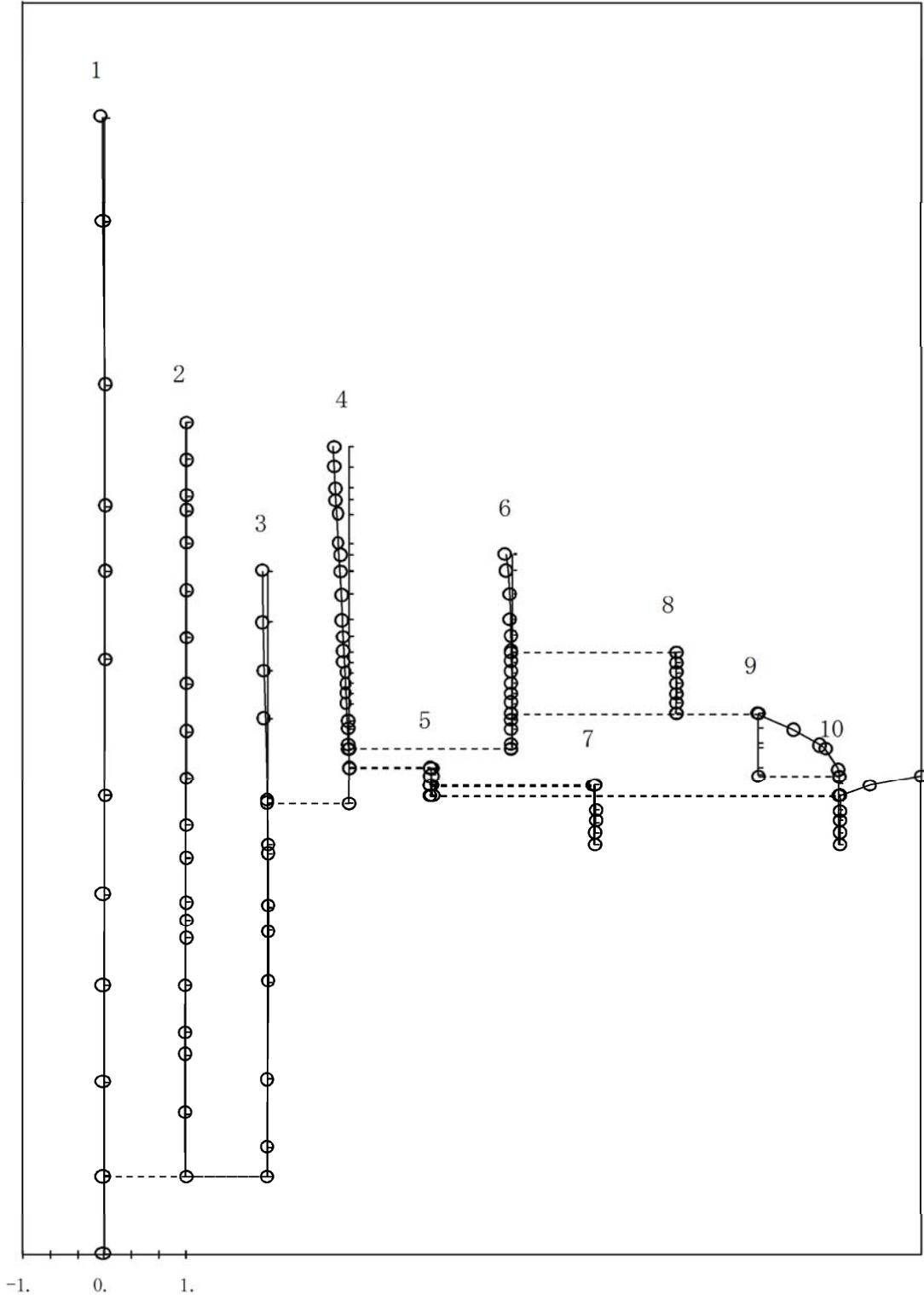


図4-4(8) 第 8次振動モード (EW方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉圧力容器
- 5 原子炉圧力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 ( s ) ; 0.083      刺激係数                      ; 0.364

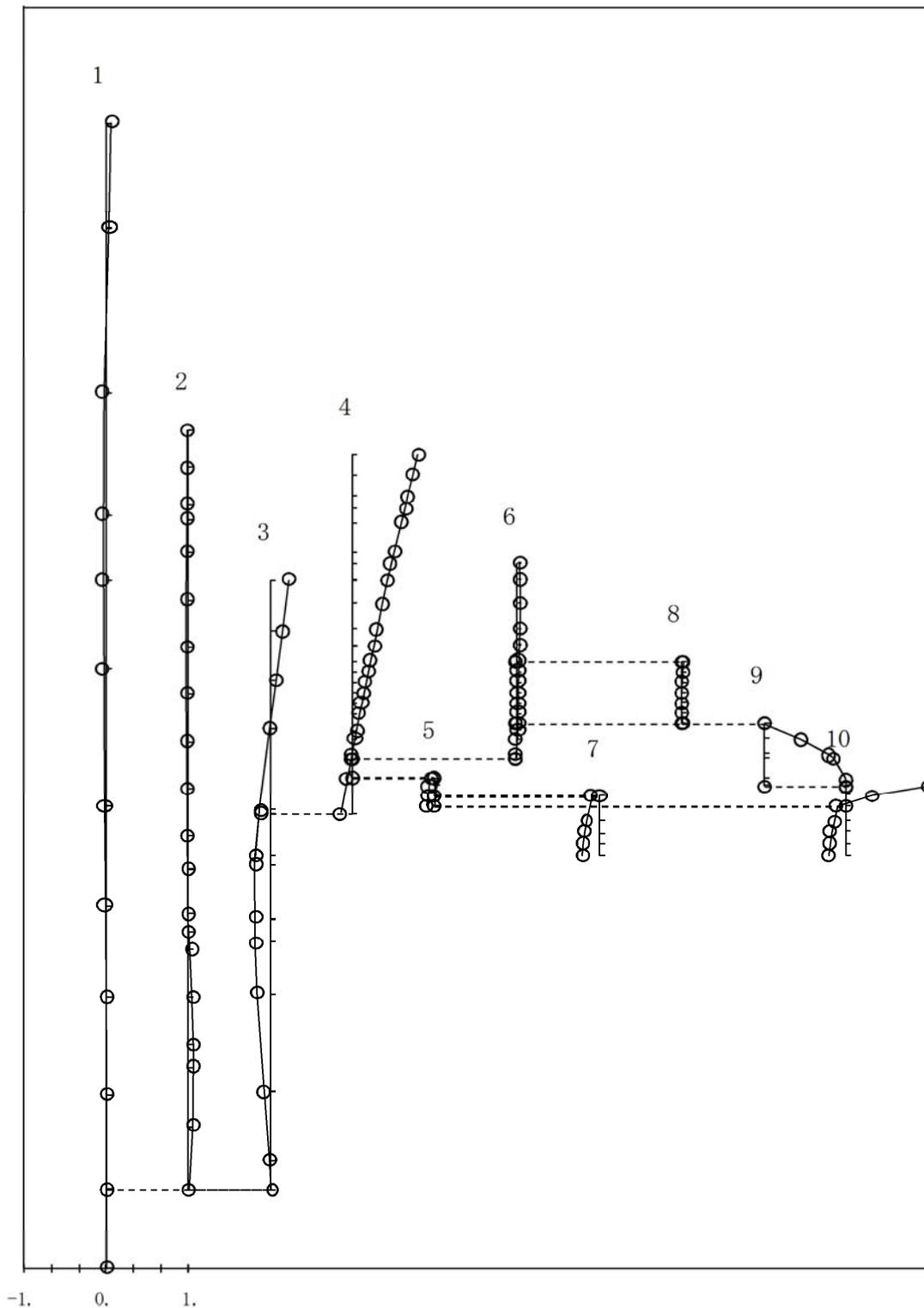


図4-4(9) 第9次振動モード (EW方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉压力容器
- 5 原子炉压力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 (s) ; 0.076    刺激係数            ; -0.154

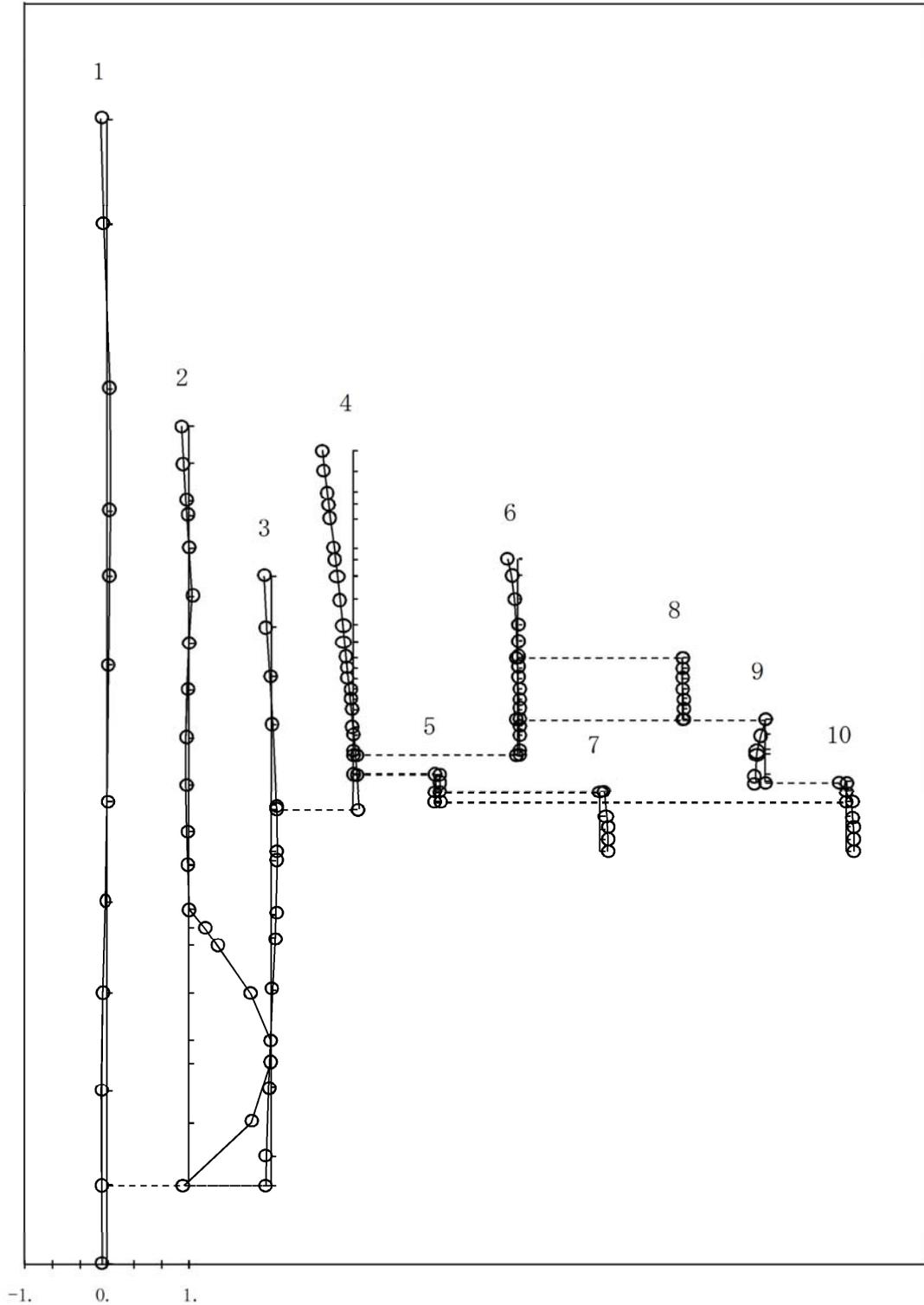


図4-4(10) 第 10次振動モード (EW方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉圧力容器
- 5 原子炉圧力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 ( s ) ; 0.066      刺激係数                      ; -0.138

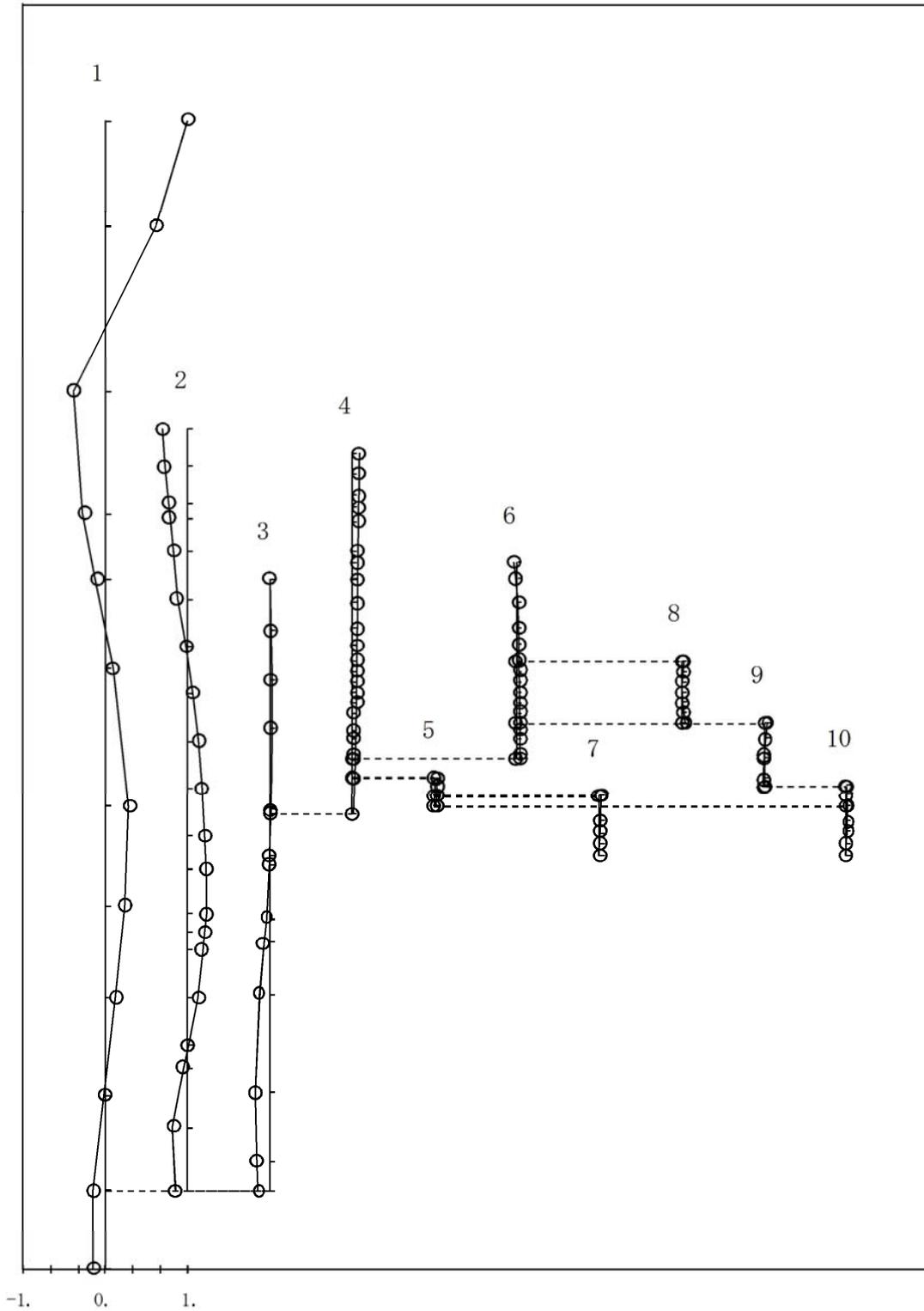


図4-4(11) 第 11次振動モード (EW方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉圧力容器
- 5 原子炉圧力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 ( s ) ; 0.059      刺激係数                      ; -0.085

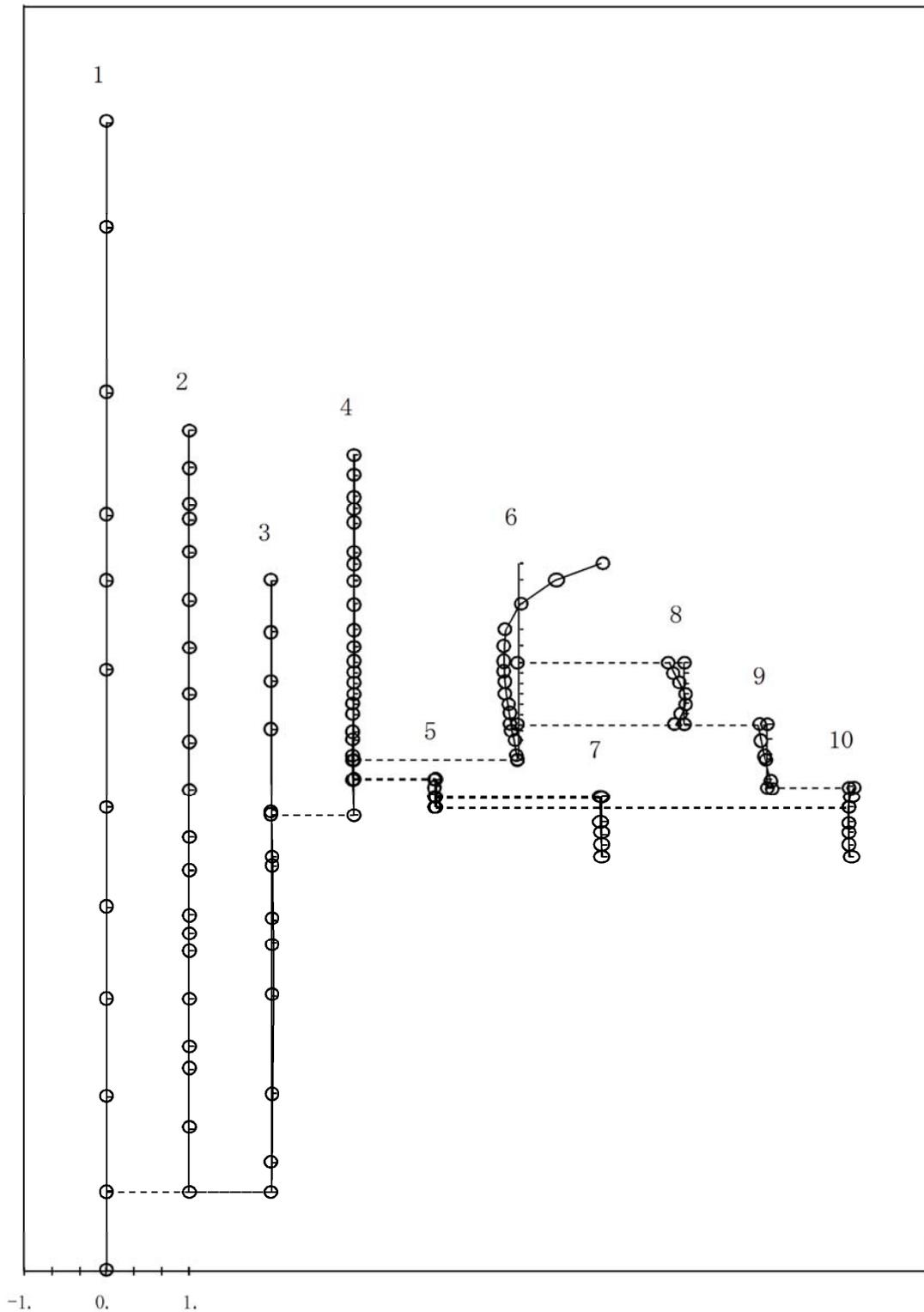


図4-4(12) 第 12次振動モード (EW方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉圧力容器
- 5 原子炉圧力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 ( s ) ; 0.053    刺激係数            ; 0.008

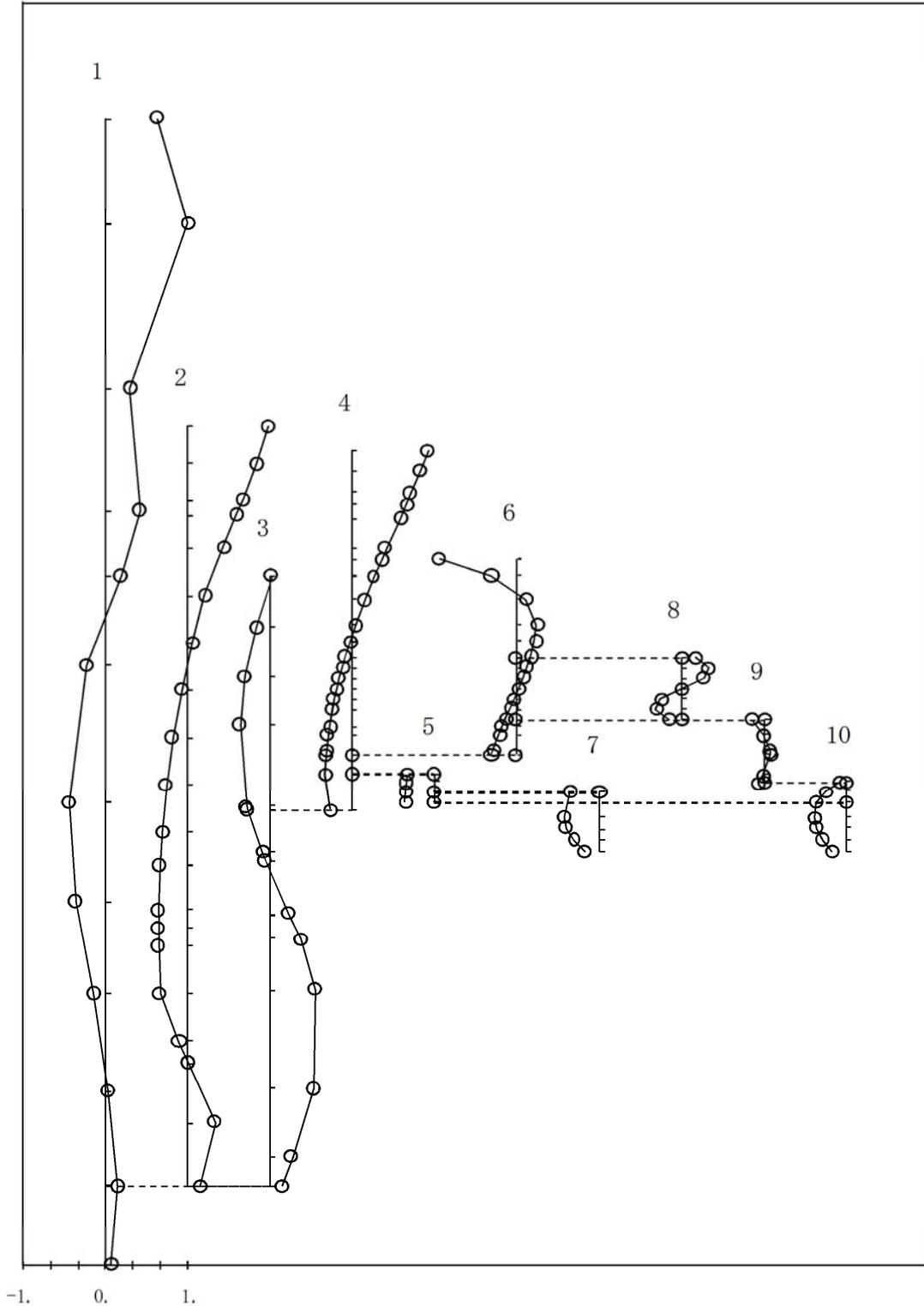


図4-4(13) 第 13次振動モード (EW方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋
- 2 原子炉格納容器
- 3 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 4 原子炉圧力容器
- 5 原子炉圧力容器(下端)

- 6 気水分離器及びシュラウド
- 7 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 8 燃料集合体
- 9 制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 (s) ; 0.050    刺激係数            ; -0.045

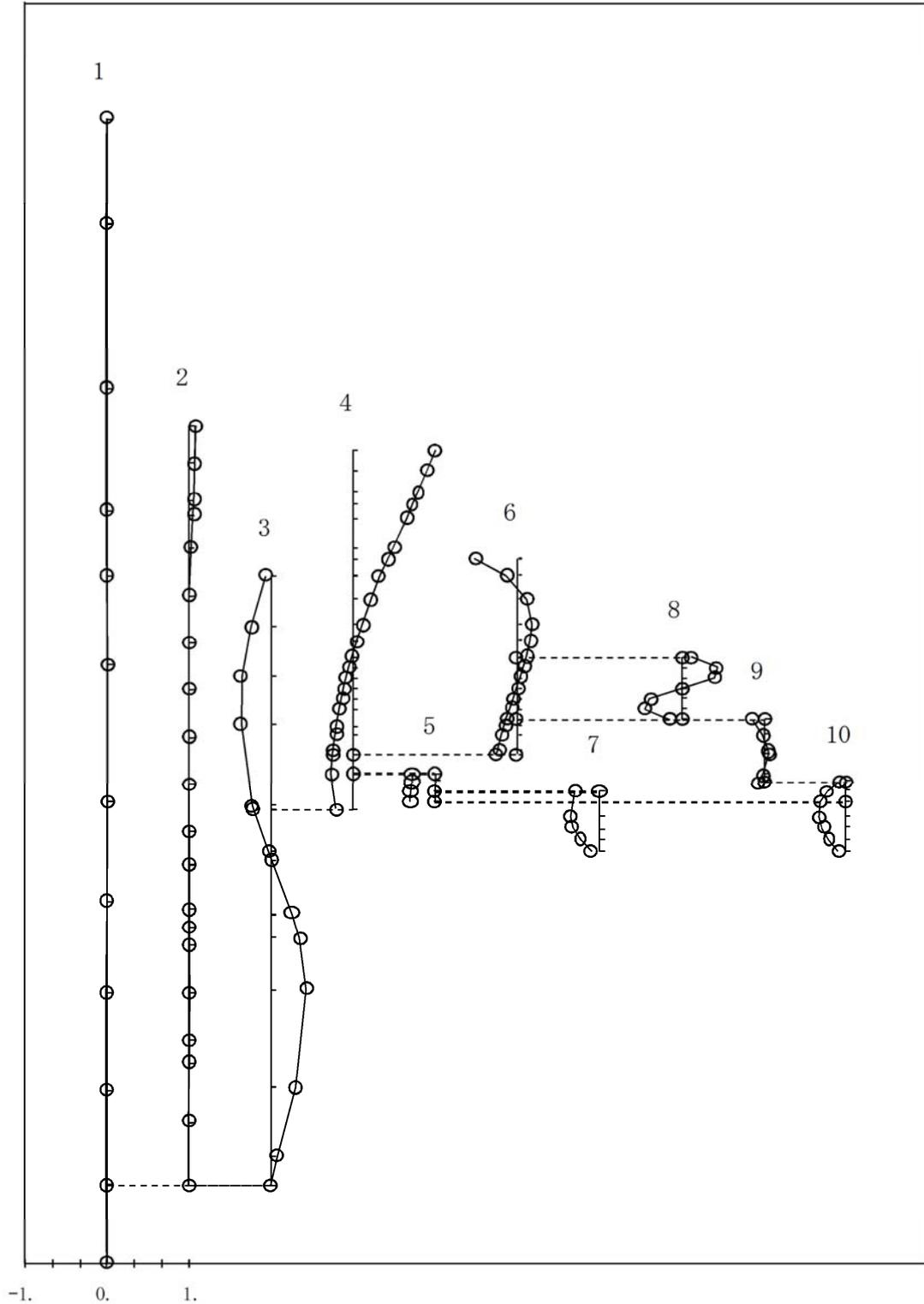


図4-4(14) 第 14次振動モード (EW方向、Ss-D1)

- |                   |                                  |
|-------------------|----------------------------------|
| 1 原子炉建屋屋根トラス      | 6 原子炉压力容器                        |
| 2 原子炉建屋           | 7 気水分離器及びびシュラウド                  |
| 3 原子炉格納容器         | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)               |
| 4 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎 | 9 燃料集合体、制御棒案内管及び制御棒駆動機構ハウジング(内側) |
| 5 原子炉压力容器(下端)     |                                  |

固有周期 (s) ; 0.400    刺激係数            ; 2.608

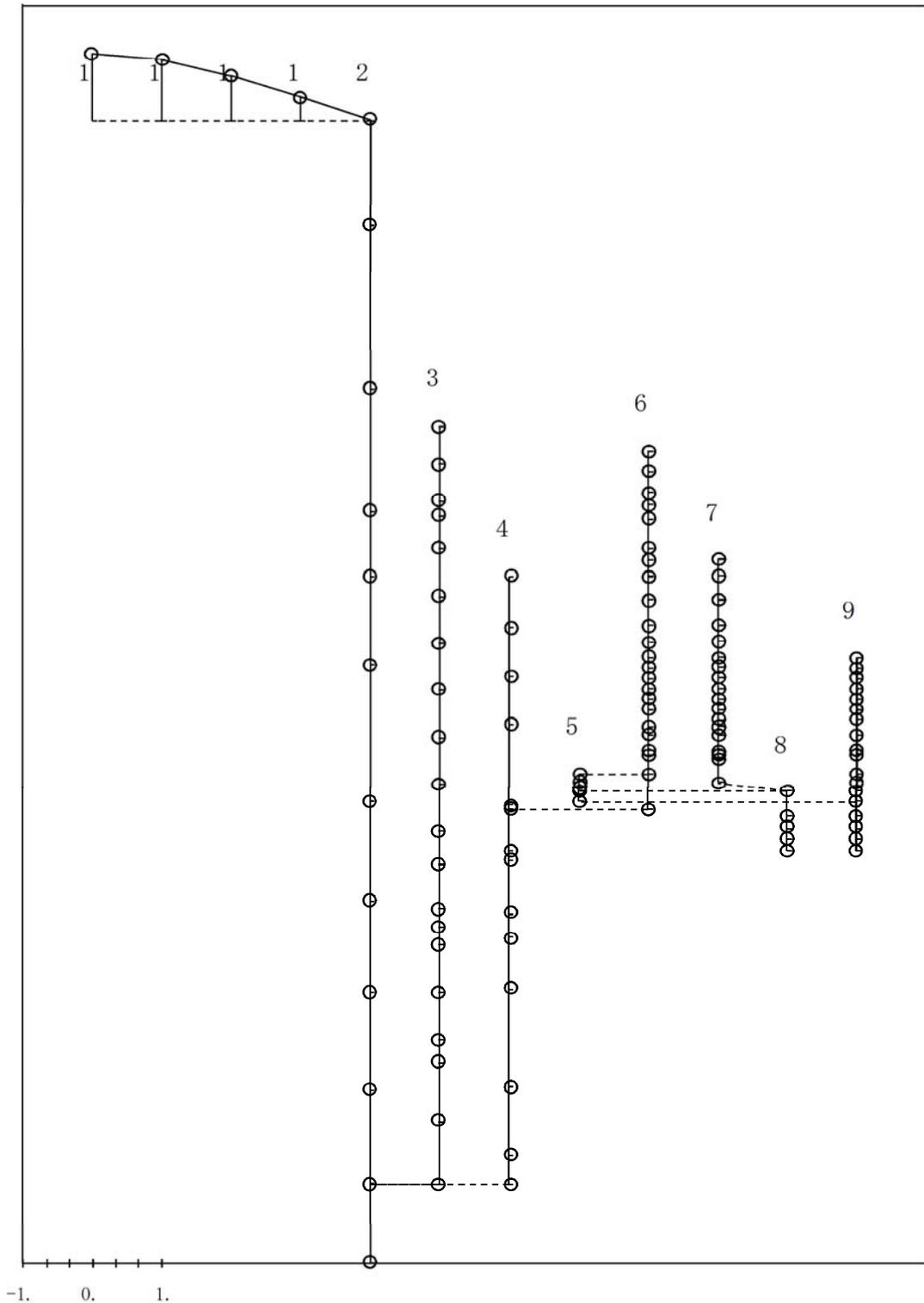


図4-5(1) 第1次振動モード (鉛直方向、Ss-D1)

- |                   |                                  |
|-------------------|----------------------------------|
| 1 原子炉建屋屋根トラス      | 6 原子炉圧力容器                        |
| 2 原子炉建屋           | 7 気水分離器及びシュラウド                   |
| 3 原子炉格納容器         | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)               |
| 4 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎 | 9 燃料集合体、制御棒案内管及び制御棒駆動機構ハウジング(内側) |
| 5 原子炉圧力容器(下端)     |                                  |

固有周期 (s) ; 0.279    刺激係数    ; -1.688

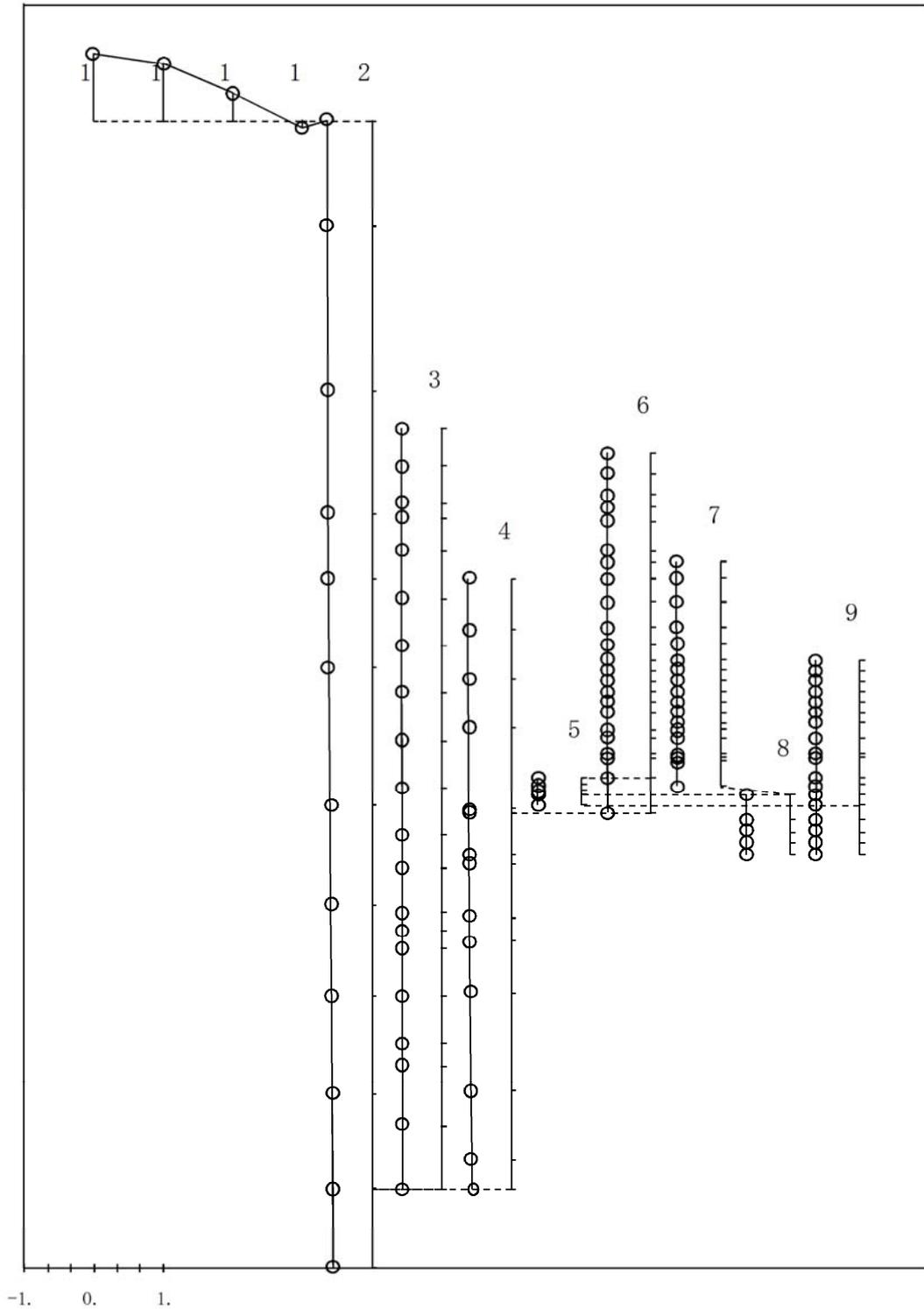


図4-5(2)    第2次振動モード (鉛直方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋屋根トラス
- 2 原子炉建屋
- 3 原子炉格納容器
- 4 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 5 原子炉圧力容器(下端)

- 6 原子炉圧力容器
- 7 気水分離器及びシュラウド
- 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 9 燃料集合体、制御棒案内管及び制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 ( s ) ; 0.093    刺激係数            ; 0.137

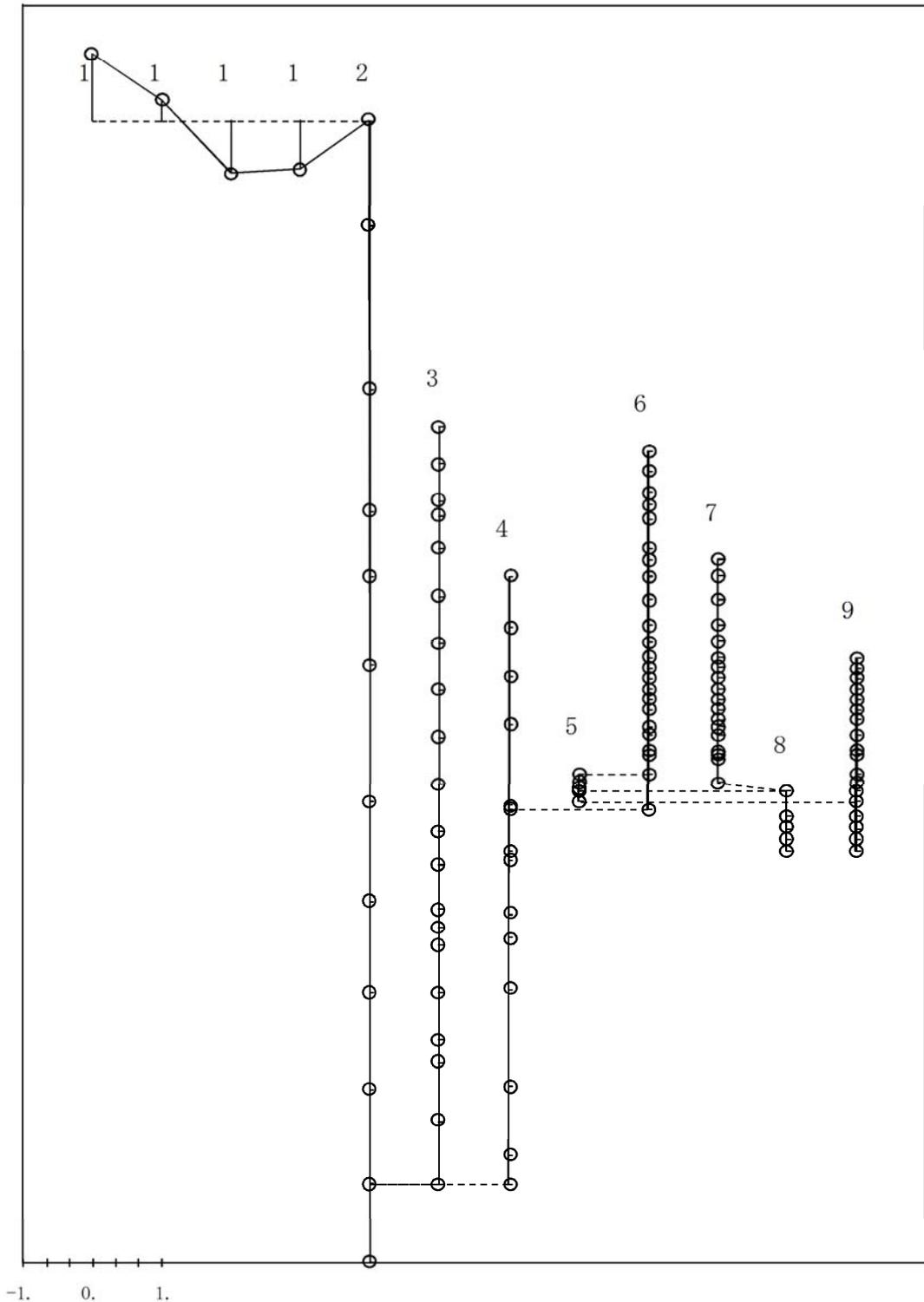


図4-5(3)    第 3次振動モード (鉛直方向、Ss-D1)

- 1 原子炉建屋屋根トラス
- 2 原子炉建屋
- 3 原子炉格納容器
- 4 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎
- 5 原子炉圧力容器(下端)

- 6 原子炉圧力容器
- 7 気水分離器及びシュラウド
- 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 9 燃料集合体、制御棒案内管及び制御棒駆動機構ハウジング(内側)

固有周期 ( s ) ; 0.082    刺激係数    ; -0.006

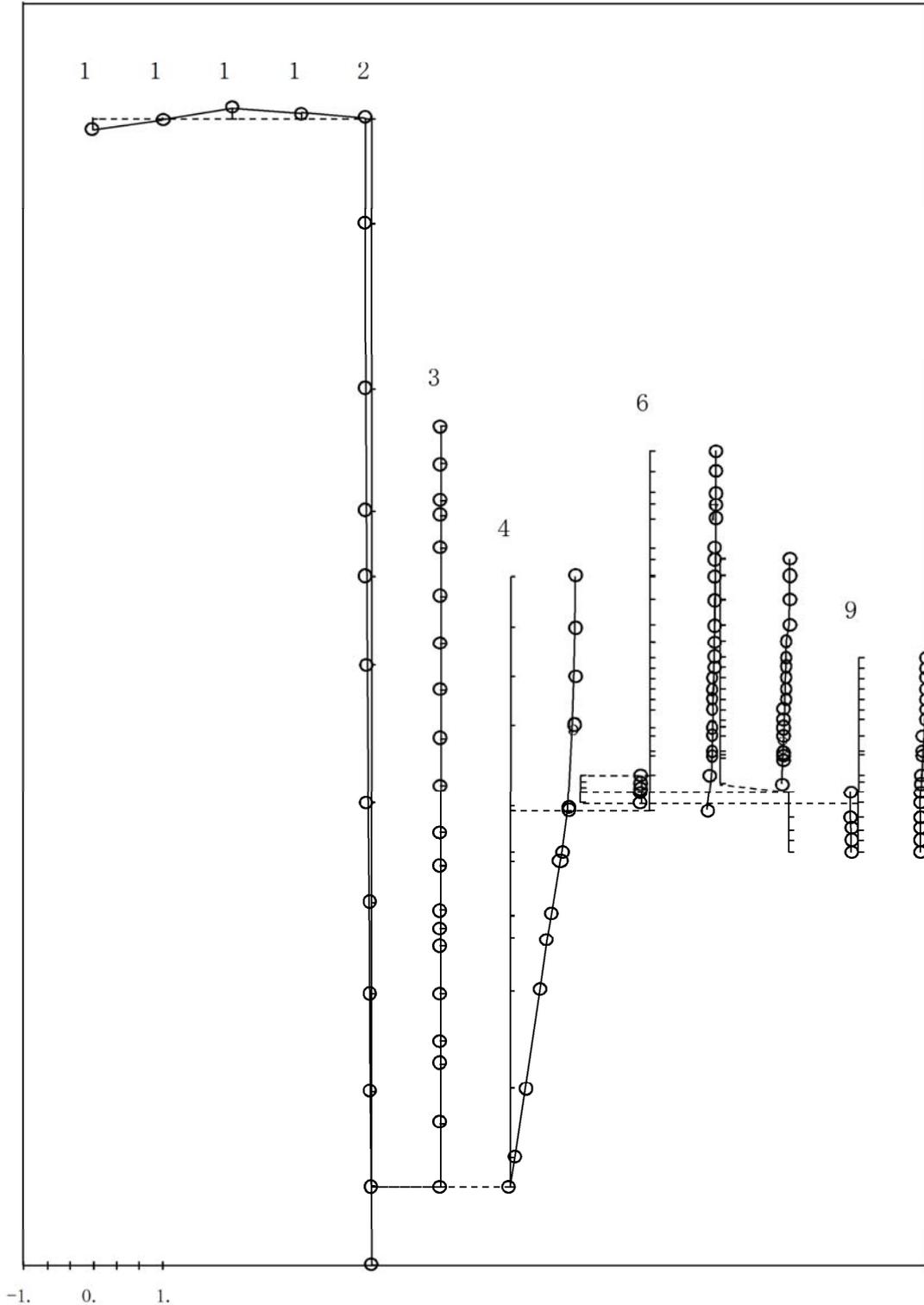


図4-5(4)    第 4次振動モード    (鉛直方向、Ss-D1)

- |                   |                                  |
|-------------------|----------------------------------|
| 1 原子炉建屋屋根トラス      | 6 原子炉圧力容器                        |
| 2 原子炉建屋           | 7 気水分離器及びビシュラウド                  |
| 3 原子炉格納容器         | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)               |
| 4 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎 | 9 燃料集合体、制御棒案内管及び制御棒駆動機構ハウジング(内側) |
| 5 原子炉圧力容器(下端)     |                                  |

固有周期 (s) ; 0.063    刺激係数            ; -0.159

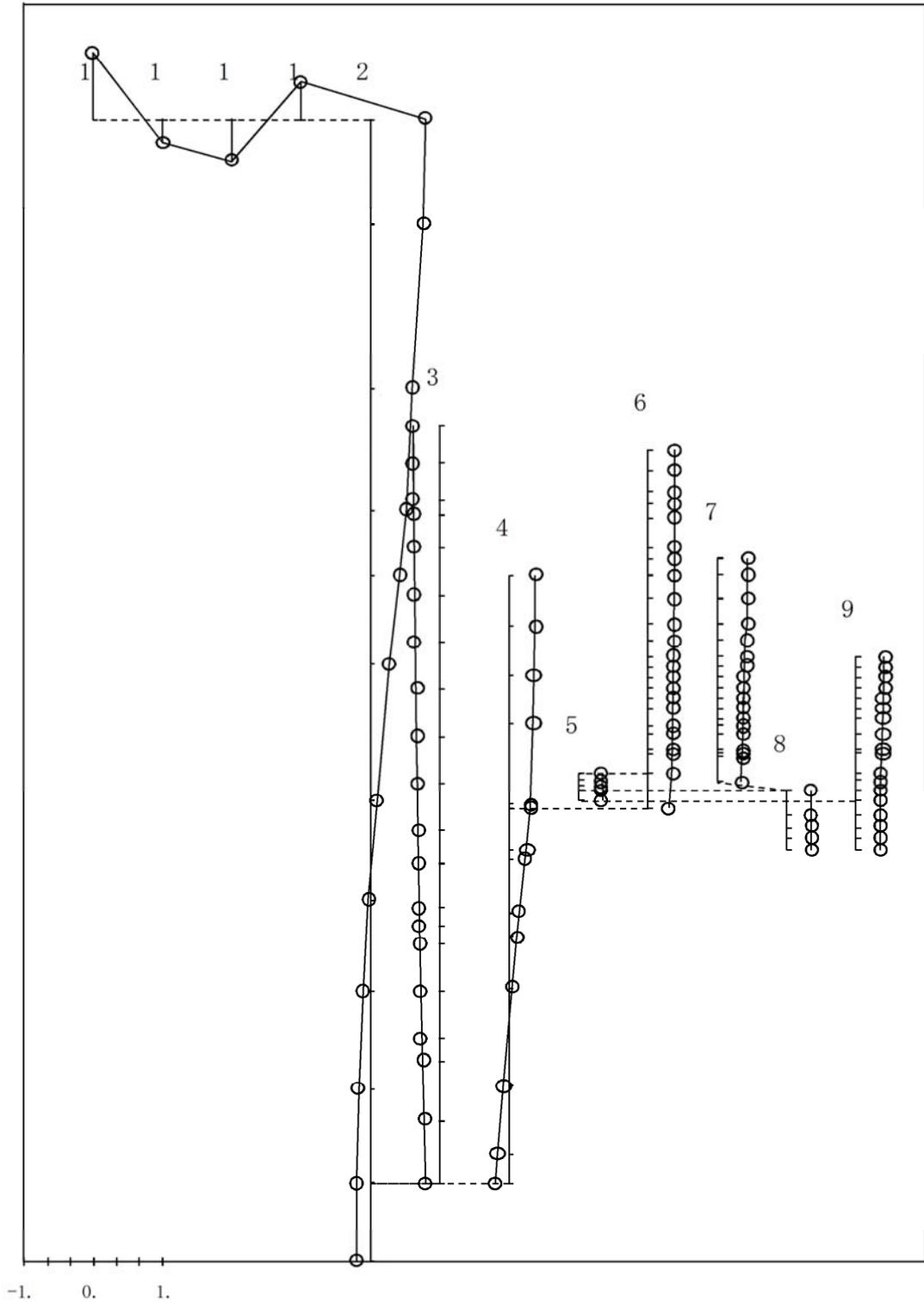


図4-5(5)    第5次振動モード (鉛直方向、Ss-D1)

- |                   |                                  |
|-------------------|----------------------------------|
| 1 原子炉建屋屋根トラス      | 6 原子炉圧力容器                        |
| 2 原子炉建屋           | 7 気水分離器及びシュラウド                   |
| 3 原子炉格納容器         | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)               |
| 4 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎 | 9 燃料集合体、制御棒案内管及び制御棒駆動機構ハウジング(内側) |
| 5 原子炉圧力容器(下端)     |                                  |

固有周期 (s) ; 0.057    刺激係数            ; 0.116

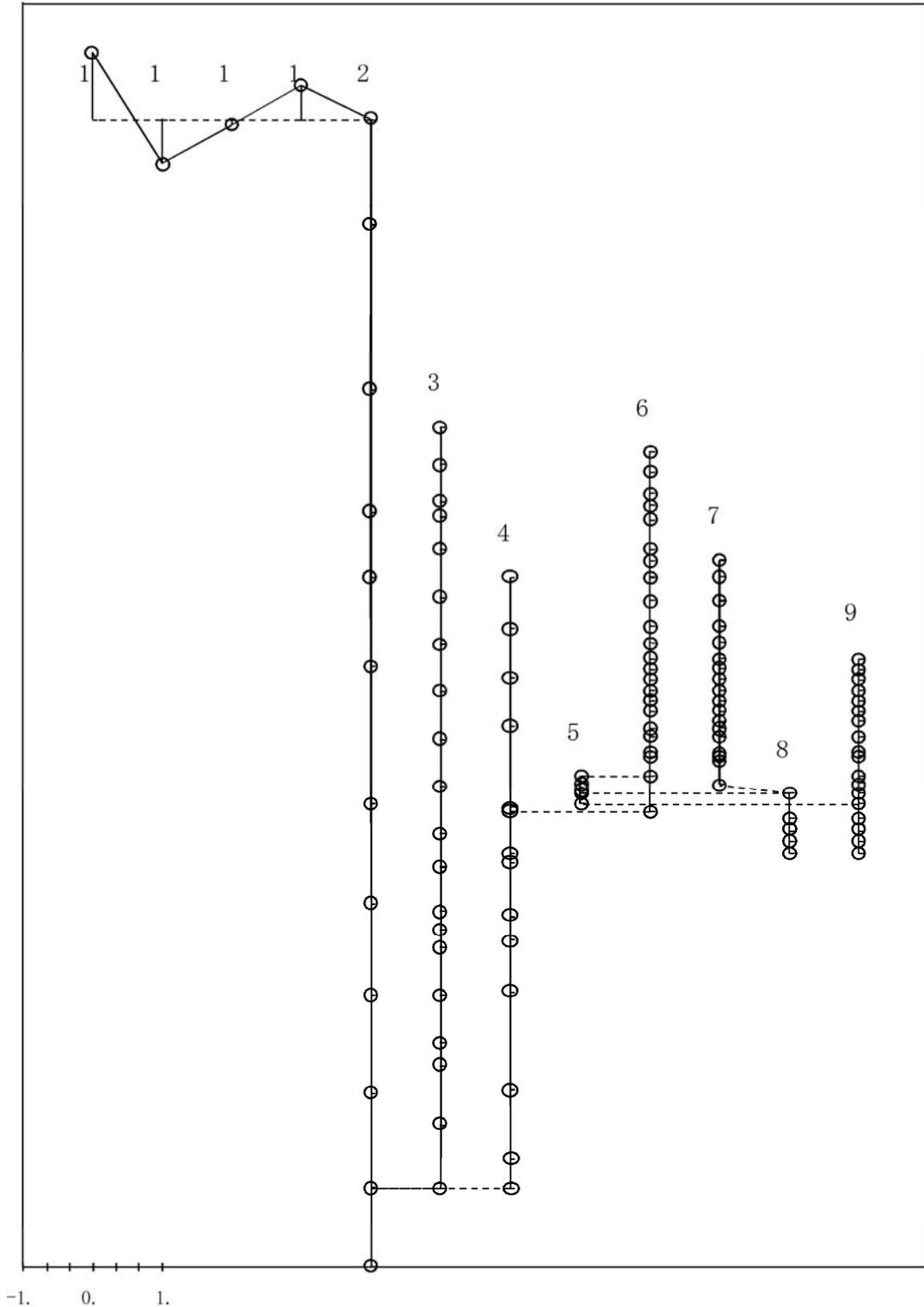


図4-5(6)    第 6次振動モード    (鉛直方向、Ss-D1)

(2) 地震応答解析結果を踏まえた影響検討対象設備の抽出

a. 地震応答解析結果

SA 時環境考慮モデルを用いた基準地震動  $S_s-D1$  による地震応答結果として、今回工認連成モデルの地震応答解析結果と比較して表 4-9 に示す。

SA 時環境考慮モデルによる地震応答解析結果において今回工認連成モデルよりも応答増加が顕著になった部位として原子炉格納容器（サプレッション・チェンバ部）、下部シアラグが挙げられる。この理由としては、サプレッション・プール水位が今回工認連成モデルに比べて SA 時環境考慮モデルでは約 2 倍となったため、応答増加に至ったものと考えられる。

b. 影響検討対象設備の抽出

建屋—機器連成解析結果から得られる応答については、基本ケースから得られる応答に 1 対して 1.5 倍している。1.5 倍した今回工認連成モデルの応答に対して SA 時環境考慮モデルの応答が 1.0 倍以上となる応答を用いて耐震評価を実施する設備について影響検討を行う（表 4-9 参照）。1.5 倍の地震力を適用した設備において、応答比率が 1.0 倍以上となる対象設備を表 4-7 に示す。

また、耐震評価において 1.5 倍した応答を適用せずに材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果を適用した設備については、SA 時環境考慮モデルによる応答が、今回工認連成モデルによる材料物性のばらつきを考慮した応答よりも大きくなる設備について影響検討を行う（表 4-10 参照）。材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果を適用した設備において、SA 時環境考慮モデルの地震力が耐震計算に用いた地震力を超える設備について表 4-4 に示す。

表 4-7 応答比率が 1.0 倍以上となる対象設備（1.5 倍の地震力適用設備）

	建屋—機器連成解析結果			評価対象設備
	評価荷重	構造物, 標高等	応答比率	
①	せん断力	原子炉格納容器 EL. 3.787m~EL. -0.013m	1.03	原子炉格納容器
②	ばね反力	下部シアラグ K10	1.26	下部シアラグ

表 4-8 応答比率が 1.0 倍以上となる対象設備（ばらつきケースの地震力適用設備）

	建屋-機器連成解析結果			評価対象設備
	評価荷重	構造物, 標高等	応答比率	
③	せん断力	原子炉格納容器 EL. 5. 141~EL. 3. 787	1. 19	サプレッション・チェンバアクセスハッチ
④	ばね反力	PCVスタビライザ K6	1. 03	・原子炉格納容器スタビライザ ・上部シアラグ及びスタビライザ
⑤	ばね反力	PRVスタビライザ K4	1. 03	原子炉圧力容器スタビライザ

表 4-9(1) SA 時環境考慮モデル応答と今回工認連成モデル応答 (1.5 倍) との比較

構造物	質点番号	標高 EL (m)	せん断力 (kN)		
			SA 時環境考慮モデル (①)	今回工認連成モデル (②)	比率 ①/②
原子炉格納容器	14	44.173	—	—	—
	15	41.765	150	197	0.76
	16	39.431	503	666	0.76
	17	38.522	1630	2090	0.78
	18	36.431	1730	2220	0.78
	19	33.431	1900	2460	0.77
	20	30.431	9200	11600	0.79
	21	27.432	9380	11900	0.79
	22	24.422	9620	12300	0.78
	23	21.420	10100	12900	0.78
	24	18.420	10500	13400	0.78
	25	16.319	10800	14000	0.77
	26	13.523	11400	14700	0.78
	27	12.344	7520	15300	0.49
	28	11.191	7680	15800	0.49
	29	8.164	7760	16000	0.49
	30	5.141	9830	16400	0.60
	31	3.787	14800	16900	0.88
	32	-0.013	17800	17300	1.03
	211	-4.000	30500	34000	0.90
	及びしゃデヘスタ壁ル	34	34.643	—	—
35		31.432	6330	7550	0.84
36		28.308	4350	5010	0.87
37		25.212	2350	2410	0.98
38		20.061	1100	1400	0.79
39		19.856	4890	7470	0.65
40		17.142	9340	14300	0.65
41		16.624	9650	14700	0.66
42		13.198	15200	22100	0.69
43		11.671	7100	13200	0.54
44		8.395	9620	16200	0.59
45		2.189	13000	20100	0.65
46		-2.167	16300	25000	0.65
211		-4.000	17900	27400	0.65

表 4-9(2) SA 時環境考慮モデル応答と今回工認連成モデル応答 (1.5 倍) との比較

構造物	質点番号	標高 EL (m)	せん断力 (kN)		
			SA 時環境考慮モデル (①)	今回工認連成モデル (②)	比率 ①/②
原子炉圧力容器	48	42.628	—	—	—
	49	41.322	134	144.0	0.93
	50	40.015	428	459	0.93
	51	39.215	908	976	0.93
	52	38.301	833	982	0.85
	53	36.421	1400	1540	0.91
	54	35.723	2270	2460	0.92
	55	34.656	2520	2740	0.92
	56	33.132	5110	6350	0.80
	57	31.535	4690	5720	0.82
	58	30.560	4240	5100	0.83
	59	29.503	4200	4920	0.85
	60	28.845	4130	4740	0.87
	61	28.188	4050	4760	0.85
	62	27.531	3960	4840	0.82
	63	26.874	3850	4880	0.79
	64	26.217	3730	4890	0.76
	65	25.147	3520	4820	0.73
	66	24.596	3310	4710	0.70
	67	23.632	3130	4600	0.68
	68	23.378	3030	4480	0.68
	69	22.095	3450	5100	0.68
	70	19.856	4420	6770	0.65
	71	22.095	—	—	—
72	21.587	1180	1590	0.74	
73	20.979	959	1310	0.73	
74	20.292	531	744	0.71	
及び気水分離器	75	35.723	—	—	—
	76	34.656	245	358	0.68
	77	33.132	978	1480	0.66
	78	31.535	1400	2120	0.66
	79	30.560	1640	2450	0.67
	80	29.503	2190	3350	0.65
	81	28.845	3860	5830	0.66
	82	28.188	4060	6160	0.66
	83	27.531	4230	6450	0.66
	84	26.874	4390	6700	0.66
	85	26.217	4520	6900	0.66
	86	25.559	4670	7140	0.65
	87	25.147	6000	9010	0.67
	88	24.596	6060	9120	0.66
	89	23.632	6100	9180	0.66
	90	23.378	6090	9180	0.66

表 4-9(3) SA 時環境考慮モデル応答と今回工認連成モデル応答 (1.5 倍) との比較

構造物	質点番号	標高 EL (m)	せん断力 (kN)		
			SA 時環境考慮モデル (①)	今回工認連成モデル (②)	比率 ①/②
燃料 集合体	96	29.503	—	—	—
	97	28.845	1000	1580	0.63
	98	28.188	750	1070	0.70
	99	27.531	300	395	0.76
	100	26.874	255	352	0.72
	101	26.217	742	1060	0.70
	102	25.559	1030	1630	0.63
制御 棒 案内 管	103	25.559	—	—	—
	104	24.596	160	227	0.70
	105	23.632	58.0	84.8	0.68
	106	23.378	8.04	12.00	0.67
	107	22.095	82.1	117.0	0.70
	108	21.587	206	294	0.70
制御 棒 駆動 機構 (内側)	109	21.587	—	—	—
	110	20.979	437	619	0.71
	111	20.292	476	671	0.71
	112	19.344	63.2	83.1	0.76
	113	18.610	16.7	24.5	0.68
	114	17.876	18.8	20.8	0.90
	115	17.142	53.3	64.0	0.83
制御 棒 駆動 機構 (外側)	91	20.979	—	—	—
	92	19.344	59.3	74.4	0.80
	93	18.610	11.6	16.3	0.71
	94	17.876	24.7	28.6	0.86
	95	17.142	59.5	72.3	0.82

表 4-9(4) SA 時環境考慮モデル応答と今回工認連成モデル応答 (1.5 倍) との比較

構造物	標高 EL (m)	モーメント (kN・m)		
		SA 時環境考慮モデル (①)	今回工認連成モデル (②)	比率 ①/②
原子炉格納容器	44.173	42.8	50.2	0.85
	41.765	525	645.0	0.81
	39.431	1840	2350.0	0.78
	38.522	3360	4280.0	0.79
	36.431	7070	9030.0	0.78
	33.431	13000	16700.0	0.78
	30.431	40200	51100.0	0.79
	27.432	68300	86800.0	0.79
	24.422	97300	124000.0	0.78
	21.420	128000	163000.0	0.79
	18.420	159000	203000.0	0.78
	16.319	182000	233000.0	0.78
	13.523	214000	274000.0	0.78
	12.344	216000	290000.0	0.74
	11.191	219000	307000.0	0.71
	8.164	229000	355000.0	0.65
	5.141	258000	404000.0	0.64
	3.787	277000	426000.0	0.65
-0.013	348000	506000.0	0.69	
-4.000	444000	615000.0	0.72	
及びしゃデヘスタ壁ル	34.643	67.1	81.0	0.83
	31.432	20400	24300.0	0.84
	28.308	33800	39700.0	0.85
	25.212	40300	46300.0	0.87
	20.061	43600	48200.0	0.90
	19.856	47700	56700.0	0.84
	17.142	39500	46600.0	0.85
	16.624	39300	50500.0	0.78
	13.198	54900	101000.0	0.54
	11.671	64500	120000.0	0.54
	8.395	90600	169000.0	0.54
	2.189	162000	289000.0	0.56
	-2.167	227000	388000.0	0.59
-4.000	256000	432000.0	0.59	

表 4-9(5) SA 時環境考慮モデル応答と今回工認連成モデル応答 (1.5 倍) との比較

構造物	標高 EL (m)	モーメント (kN・m)		
		S A 時環境考慮モデル (①)	今回工認連成モデル (②)	比率 ①/②
原子炉圧力容器	42.628	—	—	—
	41.322	175	188	0.93
	40.015	734	788	0.93
	39.215	1460	1570	0.93
	38.301	2220	2390	0.93
	36.421	4850	5260	0.92
	35.723	6430	6950	0.93
	34.656	9120	9860	0.92
	33.132	4220	5010	0.84
	31.535	10800	11800	0.92
	30.560	14700	16400	0.90
	29.503	18800	21100	0.89
	28.845	21400	24000	0.89
	28.188	23900	26800	0.89
	27.531	26300	29500	0.89
	26.874	28700	32100	0.89
	26.217	31100	34700	0.90
	25.147	34800	38500	0.90
	24.596	36600	41100	0.89
	23.632	39500	45500	0.87
	23.378	40300	46600	0.86
	22.095	18300	21200	0.86
19.856	20300	30600	0.66	
22.095	1050	1390	0.76	
21.587	451	588	0.77	
20.979	212	307	0.69	
20.292	577	812	0.71	
及び気水分離器 ウロド	35.723	—	—	—
	34.656	261	382	0.68
	33.132	1750	2630	0.67
	31.535	3980	6000	0.66
	30.560	5570	8390	0.66
	29.503	7880	12000	0.66
	28.845	10400	15800	0.66
	28.188	13100	19800	0.66
	27.531	15900	24100	0.66
	26.874	18800	28500	0.66
	26.217	21700	33000	0.66
	25.559	24800	37700	0.66
	25.147	27300	41400	0.66
	24.596	30600	46400	0.66
23.632	36500	55100	0.66	
23.378	38000	57500	0.66	

表 4-9(6) SA 時環境考慮モデル応答と今回工認連成モデル応答 (1.5 倍) との比較

構造物	標高 EL (m)	モーメント (kN・m)		
		SA 時環境考慮モデル (①)	今回工認連成モデル (②)	比率 ①/②
燃料 集合体	29.503	—	—	—
	28.845	659	1040	0.63
	28.188	1130	1740	0.65
	27.531	1330	2000	0.67
	26.874	1160	1770	0.66
	26.217	678	1070	0.63
	25.559	—	—	—
制御 棒 案内管	25.559	—	—	—
	24.596	154	218	0.71
	23.632	210	298	0.70
	23.378	210	298	0.70
	22.095	105	150.0	0.70
	21.587	—	—	—
制御 棒 駆動 機構 (内側)	21.587	—	—	—
	20.979	266	376	0.71
	20.292	592	837	0.71
	19.344	40.7	44.9	0.91
	18.610	52.9	62.2	0.85
	17.876	39.1	47.0	0.83
	17.142	—	—	—
制御 棒 駆動 機構 (外側)	20.979	43.6	59.7	0.73
	19.344	53.3	62.5	0.85
	18.610	61.8	74.1	0.83
	17.876	43.7	53.1	0.82
	17.142	—	—	—

表 4-9(7) SA 時環境考慮モデル応答と今回工認連成モデル応答 (1.5 倍) との比較

構造物	標高 EL (m)	軸力 (kN)		
		S A 時環境考慮モデル (①)	今回工認連成モデル (②)	比率 ①/②
原子炉格納容器	44.173	—	—	—
	41.765	84.9	124	0.68
	39.431	298	436	0.68
	38.522	605	886	0.68
	36.431	671	983	0.68
	33.431	794	1170	0.68
	30.431	1020	1500	0.68
	27.432	1180	1740	0.68
	24.422	1400	2070	0.68
	21.420	1830	2710	0.68
	18.420	2220	3300	0.67
	16.319	2600	3860	0.67
	13.523	3140	4680	0.67
	12.344	3350	4980	0.67
	11.191	3690	5500	0.67
	8.164	3900	5810	0.67
	5.141	4180	6230	0.67
	3.787	4500	6700	0.67
	-0.013	4780	7120	0.67
	-4.000	5140	7650	0.67
しゃへい壁及びペデスタル	34.643	—	—	—
	31.432	713	1220	0.58
	28.308	2140	3630	0.59
	25.212	3750	6390	0.59
	20.061	4950	8450	0.59
	19.856	8550	14800	0.58
	17.142	17900	30900	0.58
	16.624	17900	30900	0.58
	13.198	21800	38000	0.57
	11.671	24000	42100	0.57
	8.395	25900	45500	0.57
	2.189	28400	49600	0.57
	-2.167	31200	54000	0.58
	-4.000	32600	56100	0.58

表 4-9(8) SA 時環境考慮モデル応答と今回工認連成モデル応答 (1.5 倍) との比較

構造物	標高 EL (m)	軸力 (kN)		
		S A 時環境考慮モデル (①)	今回工認連成モデル (②)	比率 ①/②
原子炉圧力容器	42.628	—	—	—
	41.322	62.5	107	0.58
	40.015	232	397	0.58
	39.215	572	978	0.58
	38.301	823	1410	0.58
	36.421	1190	2030	0.59
	35.723	1510	2590	0.58
	34.656	1980	3380	0.59
	33.132	2220	3790	0.59
	31.535	2500	4280	0.58
	30.560	2710	4640	0.58
	29.503	2870	4910	0.58
	28.845	3010	5150	0.58
	28.188	3110	5320	0.58
	27.531	3210	5510	0.58
	26.874	3330	5700	0.58
	26.217	3430	5870	0.58
	25.147	3560	6100	0.58
	24.596	3720	6380	0.58
	23.632	3870	6640	0.58
	23.378	4170	7160	0.58
	22.095	4480	7700	0.58
	19.856	9090	15800	0.58
	22.095	—	—	—
21.587	4310	7580	0.57	
21.245	4310	7580	0.57	
20.979	4310	7580	0.57	
20.292	2370	4100	0.58	
気水分離器及びシユラウド	35.723	—	—	—
	34.656	27.8	49.6	0.56
	33.132	172	306	0.56
	31.535	284	507	0.56
	30.560	468	835	0.56
	29.503	781	1400	0.56
	28.845	871	1560	0.56
	28.188	895	1610	0.56
	27.531	918	1650	0.56
	26.874	942	1690	0.56
	26.217	966	1730	0.56
	25.559	989	1780	0.56
	25.147	1150	2070	0.56
	24.596	1280	2290	0.56
	23.632	1310	2340	0.56
	23.378	1350	2420	0.56
	23.109	1370	2460	0.56
21.546	1400	2510	0.56	

表 4-9(9) SA 時環境考慮モデル応答と今回工認連成モデル応答 (1.5 倍) との比較

構造物	標高 EL (m)	軸力 (kN)		
		S A 時環境考慮モデル (①)	今回工認連成モデル (②)	比率 ①/②
燃料 集 合 体	29.503	—	—	—
	28.845	108	186	0.58
	28.188	324	556	0.58
	27.531	540	927	0.58
	26.874	755	1300	0.58
	26.217	969	1670	0.58
	25.559	1190	2040	0.58
制 御 棒 案 内 管	25.559	—	—	—
	24.596	1420	2440	0.58
	23.632	1450	2500	0.58
	23.378	1470	2530	0.58
	22.095	1490	2570	0.58
	21.587	1520	2620	0.58
制 御 棒 駆 動 機 構 ( 内 側 )	21.587	—	—	—
	20.979	1550	2680	0.58
	20.292	1740	3010	0.58
	19.344	264	460	0.57
	18.610	242	420	0.58
	17.876	222	386	0.58
	17.142	153	266	0.58
制 御 棒 駆 動 機 構 ( 外 側 )	20.979	—	—	—
	19.344	281	489	0.57
	18.610	250	434	0.58
	17.876	230	400	0.58
	17.142	123	214	0.57
		—	—	—

表 4-9(10) SA 時環境考慮モデル応答と今回工認連成モデル応答 (1.5 倍) との比較

構造物	記号	ばね反力 (kN)		
		SA 時環境考慮モデル (①)	今回工認連成モデル (②)	比率 ①/②
ドライウェル 上部シアラグ	K <sub>9</sub>	9360	11800	0.79
ドライウェル 下部シアラグ	K <sub>10</sub>	20700	16400	1.26
PCV スタビライザ	K <sub>6</sub>	15200	18000	0.84
RPV スタビライザ	K <sub>4</sub>	7980	9260	0.86
CRDハウジング レストレントビーム	K <sub>3</sub>	319	403	0.79
ダイヤフラムフロア	K <sub>7</sub>	12000	14000	0.86

表 4-10(1) SA 時環境考慮モデル応答と今回工認連成モデル応答（ばらつきケース）との比較

構造物	質点番号	標高 EL (m)	せん断力 (kN)			
			S A 時環境考慮モデル/今回 工認連成モデル (基本ケー ス) (①)	今回工認連成モデル (ばらつ きケース) / 今回工認連成モ デル (基本ケース) (②)	比率 (①/②)	適用設備
原子炉格納容器	14	44.173	—	—	—	
	15	41.765	1.15	1.29	0.89	
	16	39.431	1.13	1.22	0.93	
	17	38.522	1.17	1.14	1.04	
	18	36.431	1.17	1.13	1.04	
	19	33.431	1.16	1.13	1.03	
	20	30.431	1.19	1.18	1.01	
	21	27.432	1.18	1.18	1.01	
	22	24.422	1.18	1.17	1.02	
	23	21.420	1.18	1.17	1.02	
	24	18.420	1.18	1.17	1.01	
	25	16.319	1.16	1.17	1.00	
	26	13.523	1.16	1.16	1.00	
	27	12.344	0.74	1.10	0.68	
	28	11.191	0.73	1.09	0.67	
	29	8.164	0.73	1.10	0.66	
	30	5.141	0.89	1.10	0.82	
	31	3.787	1.31	1.10	1.19	サブプレッショ ン・チェンバア クセスハッチ
	32	-0.013	1.55	1.11	1.40	
	211	-4.000	1.34	1.12	1.20	
	原子炉遮蔽及び 原子炉本体の基礎	34	34.643	—	—	—
35		31.432	1.26	1.26	1.01	
36		28.308	1.30	1.26	1.04	
37		25.212	1.46	1.25	1.17	
38		20.061	1.18	1.41	0.84	
39		19.856	0.98	1.13	0.87	
40		17.142	0.98	1.09	0.90	
41		16.624	0.99	1.09	0.91	
42		13.198	1.03	1.12	0.93	
43		11.671	0.81	1.05	0.77	
44		8.395	0.89	1.04	0.86	
45		2.189	0.97	1.04	0.94	
46		-2.167	0.98	1.04	0.94	
211		-4.000	0.98	1.05	0.94	

表 4-10(2) SA 時環境考慮モデル応答と今回工認連成モデル応答（ばらつきケース）との比較

構造物	記号	ばね反力(kN)			適用設備
		SA時環境考慮モデル/今回工認連成モデル（基本ケース） (①)	今回工認連成モデル（ばらつきケース）/今回工認連成モデル（基本ケース） (②)	比率 (①/②)	
ドライウエル 上部シアラグ	K <sub>9</sub>	1.19	1.28	0.94	
ドライウエル 下部シアラグ	K <sub>10</sub>	1.90	1.23	1.55	
PCV スタビライザ	K <sub>6</sub>	1.27	1.24	1.03	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉格納容器スタビライザ</li> <li>・上部シアラグ及びスタビライザ</li> </ul>
RPV スタビライザ	K <sub>4</sub>	1.29	1.26	1.03	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉圧力容器スタビライザ</li> </ul>
CRDハウジング レストレントビーム	K <sub>3</sub>	1.19	1.28	0.93	
ダイヤフラムフロア	K <sub>7</sub>	1.29	1.34	0.97	

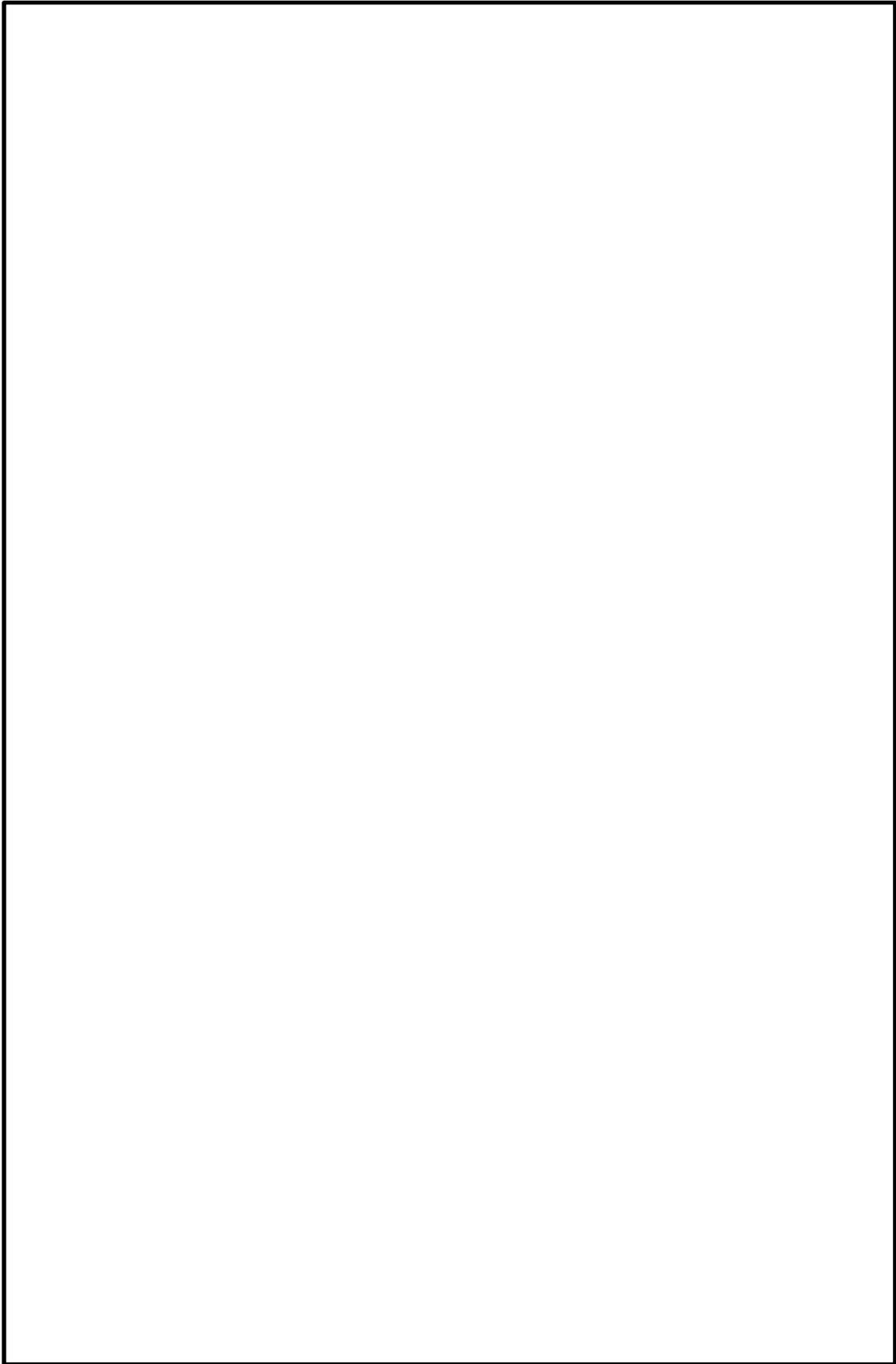


図 4-4(1) 大型機器、構造物の地震応答解析モデル（水平方向）

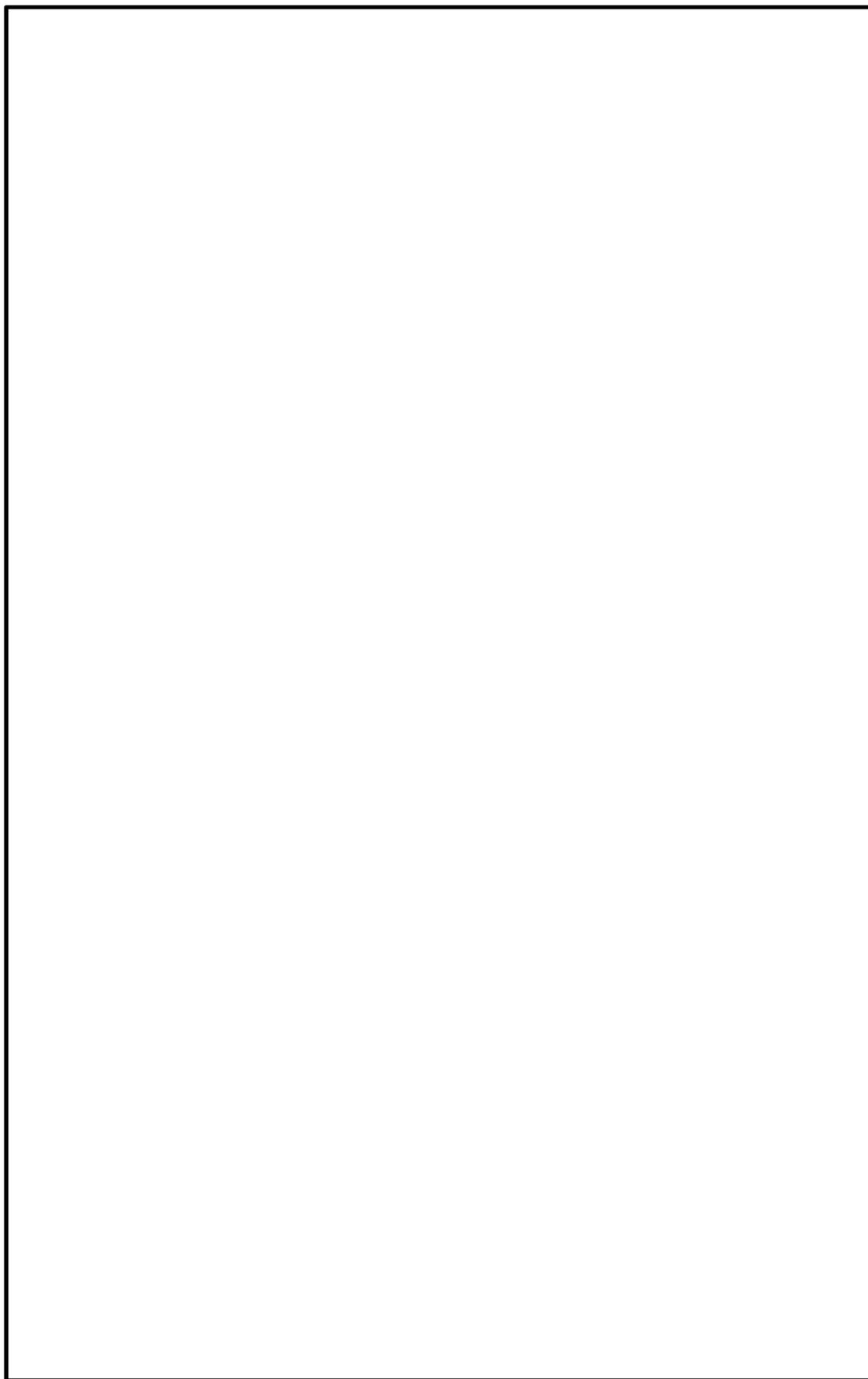


図 4-4(2) 大型機器、構造物の地震応答解析モデル（鉛直方向）

### (3) 影響検討結果

(2)項で抽出した各設備に対して、SA時環境による影響検討を実施する。影響検討は、今回工認連成モデルによる応答を用いた耐震評価結果における裕度（以下「Ssの耐震裕度」という。）がSA時環境考慮モデルによる応答の増分（以下「SA時環境による増分」という。）に収まっていることを確認する。ただし疲労評価を実施している設備については、耐震計算書と同様の手法を適用し影響検討を実施する。

#### ① 原子炉格納容器

応答比率が1.0倍を超えた地震力を適用し評価する部位において、現状の耐震評価で裕度が最小となる部位を選定し影響検討を実施した。影響検討は、基準地震動Ssの評価結果による耐震裕度が、SA時環境による荷重の増分に収まっていることにより確認する。表4-9に示すとおり基準地震動Ssによる耐震裕度がSA時環境による荷重の増分を上回っていることを確認した。

表 4-9 原子炉格納容器の SA 時影響評価結果

評価部位		応力分類	Ss の耐震裕度	SA 時環境による増分	評価結果
P5	円筒部 (中央部)	一次一般膜 応力強さ	1.11	1.03	○

#### ② 下部シアラグ

応答比率が1.0倍を超えた地震力を適用し評価する部位において、現状の耐震評価で裕度が最小となる部位を設定し影響検討を実施した。影響検討は、SA時環境考慮モデルを用いた地震応答解析結果を用いて、工事計画の耐震計算と同様の手法を適用して実施した。表4-10に示すとおり、発生値は許容応力以下であることを確認した。

表 4-10 下部シアラグの SA 時影響評価結果

評価部位		応力分類	発生値	許容値	評価結果
P5	シアプレート	組合せ応力	278 MPa	278 MPa	○

③ サプレッション・チェンバアクセスハッチ

応答比率が 1.0 倍を超えた地震力を適用し評価する部位において、現状の耐震評価で裕度が最小となる部位を選定し影響検討を実施した。影響検討は、SA 時環境考慮モデルを用いた地震応答解析結果を用いて、工事計画の耐震計算と同様の手法を適用して実施した。表 4-11 の示すとおり、発生値は許容値以下であることを確認した。

表 4-11 サプレッション・チェンバアクセスハッチの SA 時影響評価結果

評価部位		応力分類	発生値	許容値	評価結果
P2-3	サプレッション・チェンバ円筒胴と補強板との結合部	一次＋二次応力強さ	668 MPa	393 MPa	×*
		疲労評価	0.428	1	○

\* 一次＋二次応力評価結果が許容値を超えたため、疲労評価を行った。

④ 原子炉格納容器スタビライザ，上部シアラグ及びスタビライザ

応答比率が 1.0 倍を超えた地震力を適用し評価する部位において、現状の耐震評価で裕度が最小となる部位を選定し影響検討を実施した。影響検討は、基準地震動 S<sub>s</sub> の評価結果による耐震裕度が、SA 時環境による荷重の増分に収まっていることにより確認する。表 4-12 及び表 4-13 に示すとおり基準地震動 S<sub>s</sub> による耐震裕度が SA 時環境による荷重の増分を上回っていることを確認した。

表 4-12 原子炉格納容器スタビライザの SA 時影響評価結果

評価部位		応力分類	S <sub>s</sub> の耐震裕度	SA 時環境による増分	評価結果
P4	フランジボルト	引張	1.04	1.03	○

表 4-13 上部シアラグ及びスタビライザの SA 時影響評価結果

評価部位		応力分類	S <sub>s</sub> の耐震裕度	SA 時環境による増分	評価結果
P5	シアプレート	組合せ	1.06	1.03	○

⑤ 原子炉圧力容器スタビライザ

応答比率が 1.0 倍を超えた地震力を適用し評価する部位において、現状の耐震評価で裕度が最小となる部位を選定し影響検討を実施した。影響検討は、基準地震動  $S_s$  の評価結果による耐震裕度が、SA 時環境による荷重の増分に収まっていることにより確認する。表 4-14 に示すとおり基準地震動  $S_s$  による耐震裕度が SA 時環境による荷重の増分を上回っていることを確認した。

表 4-14 上部シアラグ及びスタビライザの SA 時影響評価結果

評価部位		応力分類	$S_s$ の耐震裕度	SA 時環境による増分	評価結果
P1	ロッド	引張り	1.07	1.03	○

## 5. まとめ

重大事故等における熱の影響を考慮し、「剛性低下考慮モデル」を用いて、基準地震動 $S_{s-D1}$ に対する地震応答解析を実施し、「今回工認モデル」を用いた結果と比較した。

その結果、「剛性低下考慮モデル」の固有周期は、コンクリートの剛性を低減させた影響により「今回工認モデル」の結果に比べてわずかに大きくなるものの、ほぼ同程度となることを確認し、最大応答値及び最大接地圧については、「今回工認モデル」の結果と概ね整合することを確認した。さらに、「原子炉建屋の地震応答解析による評価」に与える影響についても確認を行った。確認結果の概要を以下に示す。

### (a) 「原子炉建屋の地震応答解析による評価」に与える影響

資料V-2-2-2「原子炉建屋の耐震性についての計算書」及び資料V-2-9-1-13「原子炉建屋基礎盤の耐震性についての計算書」に記載の、原子炉建屋に生じる最大せん断ひずみ及び最大接地圧（地盤物性のばらつきを考慮した基準地震動 $S_{s-D1} \sim S_{s-31}$ に対する包絡値）に、基準地震動 $S_{s-D1}$ に対する「剛性低下考慮モデル」と「今回工認モデル」の応答比（「剛性低下考慮モデル」／「今回工認モデル」）の最大値を乗じた値が許容限界を超えないことを確認した。また、床応答スペクトルがほぼ同程度となることを確認し、基準地震動 $S_{s-31}$ （地盤物性+ $\sigma$ 考慮）に対する水平方向の応答比が基準地震動 $S_{s-D1}$ と同等であることならびに最大せん断ひずみが許容限界を超えないことを確認した。

### (b) 「機器・配管系の評価」に与える影響

原子炉建屋の地震応答解析結果の応答を用いて耐震評価を実施する設備について、今回工認モデルによる床応答スペクトルと剛性低下考慮モデルによる床応答スペクトルとを比較することにより影響検討を行った。一部周期帯で剛性低下考慮モデルの応答が今回工認モデルの応答を上回ることが確認されたが、原子炉建屋に設置される設備については、今回工認モデルの床応答スペクトルに設計上の配慮から震度を1.5倍又は材料物性のばらつきを考慮した応答を適用し耐震計算を実施していることから、剛性低下考慮モデルの応答が今回工認モデルの応答を僅かに上回ったとしても問題ない

原子炉格納容器等の建屋機器連成解析の地震荷重を適用して評価する設備については、SA環境時の地震力が耐震計算に適用した地震力が超える設備を抽出し影響検討を行った。影響検討として、地震応答解析結果の応答増分を考慮しても耐震健全性に影響を与えないことを確認した。

