

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震 1.2Ss01 <u>R6</u>
提出年月日	令和4年5月17日

設工認に係る補足説明資料

燃料加工建屋の重大事故等対処施設に 関する耐震性評価結果に係る補足説明

- R 1 : 不確実性の考慮についての考え方を反映して記載を修正
- R 2 : 上記に加え、重大事故等対処における考え方として、基準地震動を超える地震において、対処に必要となる設備が機能を維持できる前提条件として設計を上回る地震動を設定しており、設計条件を超える規模の外部事象の指標として定めるものであることを記載。
- R 3 : 表現の見直し
- R 4 : 全面改訂
- R 5 : 成立性確認の考え方等を再整理した結果を反映
- R 6 : 全面改訂

目 次

1.	目的及び概要	1
1.1	目的	1
1.2	概要	1
2.	設工認記載の評価部位の選定	2
2.1	床スラブ	2
2.2	耐震壁以外の壁	25
3.	不確かさによる影響	27
3.1	不確かさによる影響評価結果	28

(参考1) 材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果

(参考2) 設計基準における説明項目の重大事故等対処施設に関する耐震評価における扱いについて

1. 目的及び概要

本資料は、MOX燃料加工施設に対する、第1回設工認申請（令和2年1月24日申請）のうち、以下に示す添付書類に示す燃料加工建屋の重大事故対処施設に関する耐震性評価結果を補足説明するものである。

- ・MOX燃料加工施設 添付書類「Ⅲ-6-2-1-1-1 燃料加工建屋の基準地震動を1.2倍した地震力に対する耐震性計算結果」

1.1 目的

本資料では、燃料加工建屋の重大事故対処施設に関する耐震性評価結果について、最も評価結果が厳しい部位における評価を選定し、設工認に記載していることを説明する。

また、燃料加工建屋における基準地震動 S_s を1.2倍した地震力による層の変形について、念のための評価として、設計基準にて考慮している不確かさを考慮した場合の影響を説明する。

1.2 概要

燃料加工建屋の基準地震動 S_s を1.2倍した地震力に対する耐震評価結果については、床スラブ及び耐震壁以外の壁のそれぞれのうち、最も検定比の大きい部位における評価結果を設工認に記載しているが、設工認に記載していない部位の評価結果をあわせて示すことにより、適切な部位の評価結果が設工認に記載されていることを示す。

また、基準地震動 S_s を1.2倍した地震力に対する耐震評価にあたっては、層の変形が終局状態に達しない設計とする方針としているが、評価にあたっては、重大事故等の対処をより確実にするために、許容限界を基準地震動 S_s に対するせん断ひずみ度と同様の値としていることから、設計基準にて考慮している不確かさについては考慮しないこととしているが、念のための評価として、これらの不確かさを考慮した場合においても、層の変形が終局状態に対して十分な余裕を有していることを示す。

2. 設工認記載の評価部位の選定

2.1 床スラブ

2.1.1 床スラブの振動特性の確認

床スラブの振動特性の確認にあたり，理論解に基づいて固有振動数を求める場合には，壁及び大ばりで囲まれた各位置の床スラブについて，壁で支持されている部分は固定境界，大ばりで支持されている部分は単純支持境界として理論解に基づいて固有振動数を求める。

FEM モデルにより固有振動数を求める場合には，床スラブと周辺部材を FEM モデルで詳細にモデル化して固有値解析を行うため，床スラブ，耐震壁以外の壁及び小ばりの形状及び厚さを踏まえてモデル化する。

確認結果について，燃料加工建屋の各階の床スラブの 1 次固有振動数を，各階において固有振動数が最低値となる位置とあわせて第 2.1.1-1 表及び第 2.1.1-1 図に示す。

第 2.1.1-1 表 床スラブの固有値解析結果（1次固有振動数）（1/14）

階	床スラブ番号	固有振動数 (Hz)
地上 2 階	1	67.60
	2	88.02
	3	67.83
	4	58.38
	5	288.25
	6	37.88
	7a	265.55
	7b	177.40
	8	86.60
	9	46.22
	10a	83.02
	10b	63.45
	11a	128.90
	11b	43.30
	12	22.31
	13	21.23
	14	23.96
	15	26.18
	16a	249.73
	16b	38.11
	17a	242.77
	17b	34.13
18	62.15	
19	30.75	
20a	64.77	
20b	94.82	
21	28.80	
22	26.82	

注記 * : FEM モデルによる評価を行った箇所を示す。

第 2.1.1-1 表 床スラブの固有値解析結果（1次固有振動数）（2/14）

階	床スラブ番号	固有振動数 (Hz)
地上 2 階	23	32.84
	24	34.47
	25	27.67
	26*	34.16
	27	<u>20.03</u>
	28	66.20
	29	24.18
	30	22.49
	31	28.51
	32	28.75
	33	33.67
	34	35.51
	35	33.51
	36	21.69
	37	27.93
	38	67.08
	39a	73.74
	39b	101.27
	40	24.07
	41	25.29
	42	26.67
	43	24.75
	44	24.59
	45a	36.47
	45b	285.59
	46a	50.17
	46b	104.14
	47	22.04
	48	54.99
	49a	70.52
	49b	96.82
50a	73.45	
50b	40.17	
51a	106.45	
51b	49.26	

注記 * : FEM モデルによる評価を行った箇所を示す。

第 2.1.1-1 表 床スラブの固有値解析結果（1次固有振動数）（3/14）

階	床スラブ番号	固有振動数 (Hz)
地上 2 階	52a	1234.40
	52b	26.09
	53a	113.17
	53b	46.09
	54	22.63
	55	21.76
	56a	105.44
	56b	34.85
	57a	48.97
	57b	64.01
	58a	139.40
	58b	30.50
	59a	39.11
	59b	66.32

注記 * : FEM モデルによる評価を行った箇所を示す。

第 2.1.1-1 表 床スラブの固有値解析結果（1次固有振動数）（4/14）

階	床スラブ番号	固有振動数 (Hz)
地上 1 階	1	197.37
	2	27.92
	3	77.89
	4	23.95
	5	24.40
	6	26.01
	7	97.82
	8	21.53
	9	59.95
	10	54.41
	11	24.21
	12	41.08
	13	27.34
	14	33.32
	15	33.01
	16	24.88
	17	26.98
	18	29.47
	19	65.01
	20	68.42
	21a	107.93
	21b	63.83
	22	29.03
	23	24.96
	24	36.53
	25	31.80
	26	25.90
	27*	35.71
	28	27.89
	29	50.87
	30	24.99
	31	24.47
	32	29.72
	33	30.22
34	31.04	

注記 * : FEM モデルによる評価を行った箇所を示す。

第 2.1.1-1 表 床スラブの固有値解析結果（1次固有振動数）（5/14）

階	床スラブ番号	固有振動数 (Hz)
地上 1 階	35	41.58
	36	32.50
	37	20.65
	38	28.13
	39	23.78
	40	20.97
	41a	106.12
	41b	62.85
	42	28.84
	43	26.43
	44	21.54
	45	<u>20.18</u>
	46	31.25
	47	23.71
	48	22.12
	49	38.28
	50	50.81
	51	76.75
	52a	91.34
	52b	54.57
	53a	85.56
	53b	39.93
	54a	36.98
	54b	86.35
	55a	93.38
	55b	39.69
	56a	28.32
	56b	91.30
	57	29.70
	58a	136.42
	58b	40.42
	59a	56.58
	59b	74.03
60a	153.17	
60b	34.04	

注記 * : FEM モデルによる評価を行った箇所を示す。

第 2.1.1-1 表 床スラブの固有値解析結果（1次固有振動数）（6/14）

階	床スラブ番号	固有振動数 (Hz)
地上 1 階	61a	43.94
	61b	80.05

注記 * : FEM モデルによる評価を行った箇所を示す。

第 2.1.1-1 表 床スラブの固有値解析結果（1次固有振動数）（7/14）

階	床スラブ番号	固有振動数 (Hz)
地下 1 階	1	206.83
	2	35.20
	3	46.42
	4	29.07
	5a	33.74
	5b	54.59
	6	26.54
	7	23.12
	8a	30.35
	8b	76.36
	9a	143.58
	9b	33.55
	10a	142.26
	10b	38.99
	11a	87.83
	11b	44.51
	12a	58.86
	12b	95.03
	13	26.18
	14	34.15
	15	195.43
	16	21.44
	17	39.57
	18	26.46
	19	21.72
	20a	109.59
	20b	46.19
	21	25.81
22	26.66	
23	22.61	
24	24.18	
25	32.83	
26	42.02	
27	42.99	
28	62.37	

注記 * : FEM モデルによる評価を行った箇所を示す。

第 2.1.1-1 表 床スラブの固有値解析結果（1次固有振動数）（8/14）

階	床スラブ番号	固有振動数 (Hz)
地下 1 階	29	25.47
	30	24.92
	31	33.43
	32	67.21
	33	43.16
	34	34.80
	35	24.09
	36	24.88
	37	30.10
	38	53.19
	39	26.10
	40a	110.10
	40b	46.16
	41	30.49
	42	43.94
	43	39.28
	44	27.97
	45	23.95
	46*	28.23
	47	28.19
	48	75.92
	49	26.58
	50	117.35
	51	199.39
	52	39.23
	53	28.06
	54	34.10
	55	28.24
	56	39.05
	57	24.41
	58	<u>20.75</u>
	59*	30.69
60	25.96	
61a	66.97	
61b	106.92	

注記 * : FEM モデルによる評価を行った箇所を示す。

第 2.1.1-1 表 床スラブの固有値解析結果（1次固有振動数）（9/14）

階	床スラブ番号	固有振動数 (Hz)
地下 1 階	62	22.53
	63	32.01
	64	23.70
	65	22.94
	66	22.25
	67	27.42
	68*	32.41
	69	22.55
	70	38.35
	71	25.83
	72a	109.68
	72b	46.83
	73a	33.58
	73b	152.11
	74a	34.92
	74b	219.10
	75a	35.13
	75b	222.39
	76a	36.13
	76b	215.82
	77a	38.63
	77b	228.93
	78a	34.02
	78b	214.61
	79a	37.20
	79b	233.41
	80a	345.52
	80b	28.82
81a	67.44	
81b	108.10	

注記 * : FEM モデルによる評価を行った箇所を示す。

第 2.1.1-1 表 床スラブの固有値解析結果（1次固有振動数）（10/14）

階	床スラブ番号	固有振動数 (Hz)
地下 2 階	1	565.87
	2	34.33
	3	34.34
	4	43.45
	5	39.48
	6	60.47
	7	34.57
	8	57.52
	9	40.09
	10	45.51
	11	38.99
	12	41.79
	13	38.62
	14	61.29
	15	35.62
	16	59.26
	17	37.26
	18	71.41
	19	<u>21.26</u>
	20	28.88
	21	31.33
	22	33.99
	23a	95.34
	23b	37.36
	24*	28.02
	25	23.93
	26	27.03
	27	40.86
	28	44.53
	29	29.70
	30	29.22
	31	36.96
	32	32.77
	33	40.59
34	24.18	

注記 * : FEM モデルによる評価を行った箇所を示す。

第 2.1.1-1 表 床スラブの固有値解析結果（1次固有振動数）（11/14）

階	床スラブ番号	固有振動数 (Hz)
地下 2 階	35	37.69
	36	34.33
	37	31.06
	38	47.36
	39	24.76
	40	24.28
	41	26.78
	42	25.56
	43	38.88
	44	25.60
	45	33.85
	46	24.43
	47a	77.52
	47b	95.70
	48	48.35
	49	29.82
	50	23.57
	51	30.62
	52	28.93
	53a	64.25
	53b	243.30
	54	25.03
	55	32.54
	56	24.28
	57a	77.50
	57b	95.73
	58	47.19
	59	30.02
	60	28.73
	61	32.83
	62	31.20
	63a	64.57
63b	243.50	
64	25.70	
65	32.99	

注記 * : FEM モデルによる評価を行った箇所を示す。

第 2.1.1-1 表 床スラブの固有値解析結果（1次固有振動数）（12/14）

階	床スラブ番号	固有振動数 (Hz)
地下 2 階	66	27.71
	67	27.71
	68	33.78
	69	24.13
	70	30.78
	71	32.11
	72	28.73
	73a	124.72
	73b	30.63
	74	24.59
	75	42.24
	76	42.37
	77	42.37
	78	42.64
	79	24.69
	80	23.60
	81	37.02
	82	23.65
	83a	37.99
	83b	309.13
	84a	35.80
	84b	292.29
	85a	36.49
	85b	297.46
	86a	22.58
	86b	118.36
	87a	21.69
	87b	117.74
	88a	23.82
	88b	129.25
	89a	23.82
	89b	129.25
90	167.32	
91	33.35	
92	23.90	

注記 * : FEM モデルによる評価を行った箇所を示す。

第 2.1.1-1 表 床スラブの固有値解析結果（1次固有振動数）（13/14）

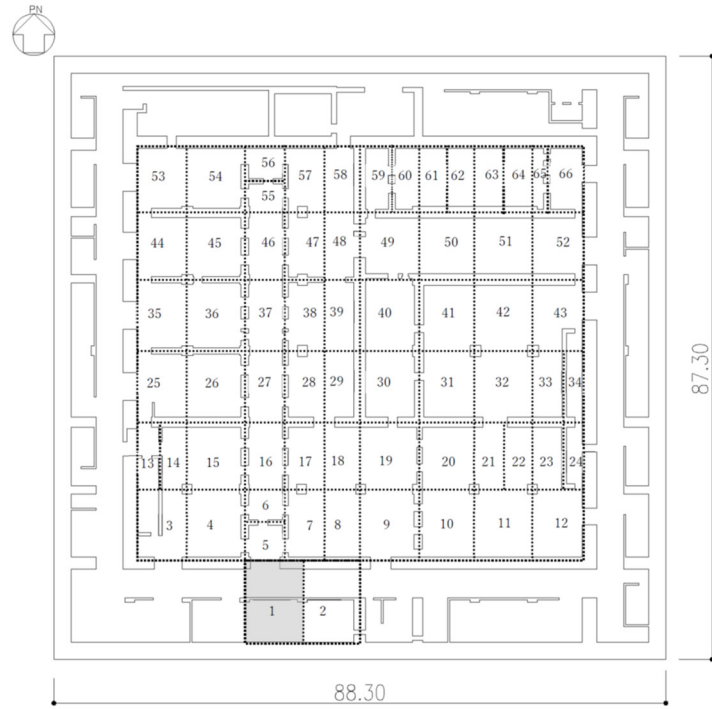
階	床スラブ番号	固有振動数 (Hz)
地下 3 階	1	<u>34.77</u>
	2	36.61
	3	38.39
	4	36.85
	5	86.29
	6	100.35
	7	60.62
	8	73.77
	9	36.52
	10	37.80
	11	34.78
	12	39.82
	13	161.50
	14	139.10
	15	38.77
	16	56.24
	17	61.53
	18	75.17
	19	36.14
	20	39.69
	21	163.57
	22	101.71
	23	98.91
	24	286.00
	25	41.19
	26	37.67
	27	55.23
	28	60.54
	29	92.03
	30	40.14
	31	39.75
	32	35.69
	33	92.26
	34	271.90
	35	39.78

注記 * : FEM モデルによる評価を行った箇所を示す。

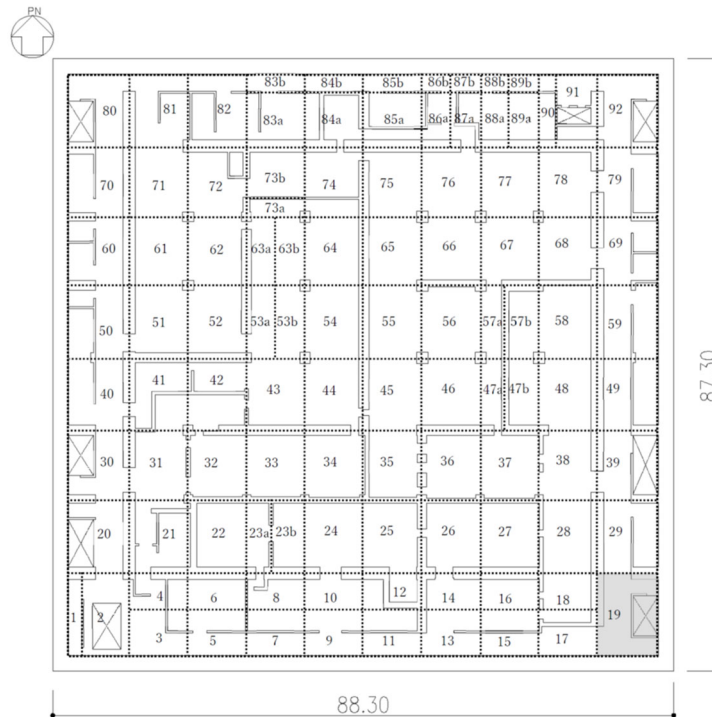
第 2.1.1-1 表 床スラブの固有値解析結果（1次固有振動数）（14/14）

階	床スラブ番号	固有振動数 (Hz)
地下 3 階	36	36.18
	37	54.85
	38	60.20
	39	91.42
	40	37.74
	41	39.89
	42	35.83
	43	55.03
	44	42.78
	45	39.39
	46	55.54
	47	60.85
	48	92.31
	49	43.74
	50	40.27
	51	40.27
	52	45.65
	53	42.98
	54	38.94
	55	111.19
	56	90.70
	57	61.34
	58	92.72
	59	114.22
	60	149.15
	61	139.12
	62	101.70
	63	139.12
	64	101.70
	65	746.81
	66	63.49

注記 * : FEM モデルによる評価を行った箇所を示す。



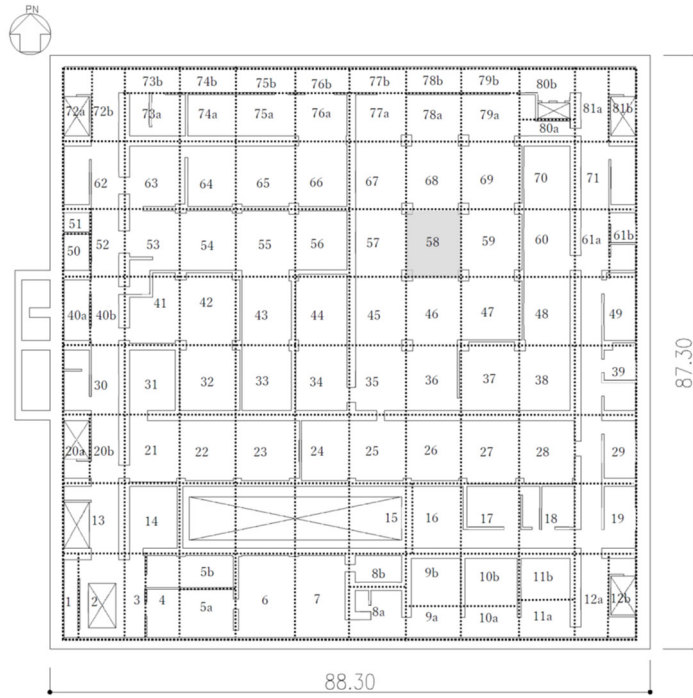
(a) 地下3階



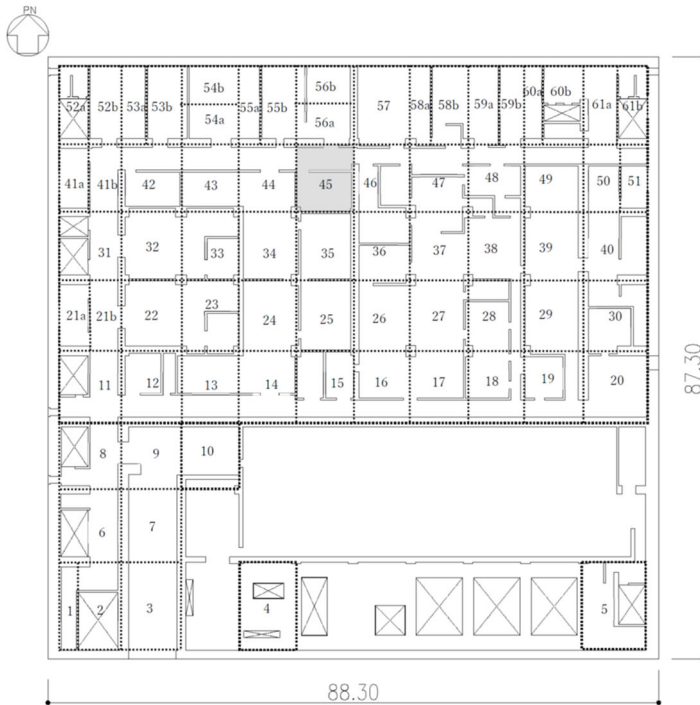
(b) 地下2階

- | | |
|---|-----------------|
| 1 | : 床スラブ番号 |
| | : 固有振動数が最低値となる床 |

第 2.1.1-1 図 床スラブの 1 次固有振動数算定位置一覧 (1/3)



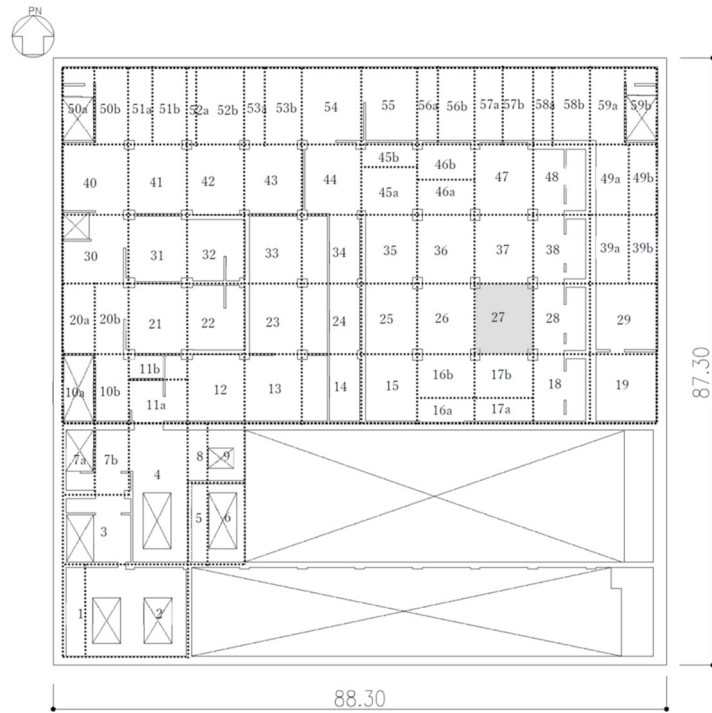
(c) 地下1階




(d) 地上1階

- | | |
|--|-----------------|
| 1 | : 床スラブ番号 |
| | : 固有振動数が最低値となる床 |

第 2.1.1-1 図 床スラブの 1 次固有振動数算定位置一覧 (2/3)



(e) 地上 2 階

1	: 床スラブ番号
	: 固有振動数が最低値となる床

第 2.1.1-1 図 床スラブの 1 次固有振動数算定位置一覧 (3/3)

2.1.2 床スラブの応力評価

床スラブの応力評価結果について、壁に囲まれた各位置の床スラブに対して行う。

各位置の床スラブにおける検定比を、各階のうち最も検定比が大きい位置とあわせて第 2.1.2-1 表及び第 2.1.2-1 図に示す。地下 3 階の床は、直下ピット階の束壁が各通り位置に格子状に存在するため、床の面内せん断力は小さく抑えられると考えられるため、評価対象は地上 1 階、地下 1 ～ 2 階とした。

第 2.1.2-1 表 評価結果の検定比一覧 (1/3)

部位		発生せん断力 τ (N/mm ²)	許容限界 τ_1 (N/mm ²)	検定比
階	床位置			
地上 1 階	1	0.34	1.70	0.20
	2	0.68	1.70	0.40
	3	0.68	1.70	0.40
	4	0.34	1.70	0.20
	5	0.68	1.70	0.40
	6	0.48	1.70	0.28
	7	0.68	1.70	0.40
	8	0.64	1.70	0.38
	9	0.64	1.70	0.38
	10	0.48	1.70	0.28
	11	0.52	1.70	0.31
	12	0.34	1.70	0.20
	13	0.37	1.70	0.22
	14	0.17	1.70	0.10
	15	0.20	1.70	0.12
	16	1.02	1.70	<u>0.60</u>
	17	0.68	1.70	0.40
	18	0.34	1.70	0.20
	19	0.20	1.70	0.12
	20	0.34	1.70	0.20
	21	0.51	1.70	0.30
	22	0.32	1.70	0.19
	23	0.20	1.70	0.12

注記 : 下線部は検定比が最大となる位置を示す。

第 2.1.2-1 表 評価結果の検定比一覧 (2/3)

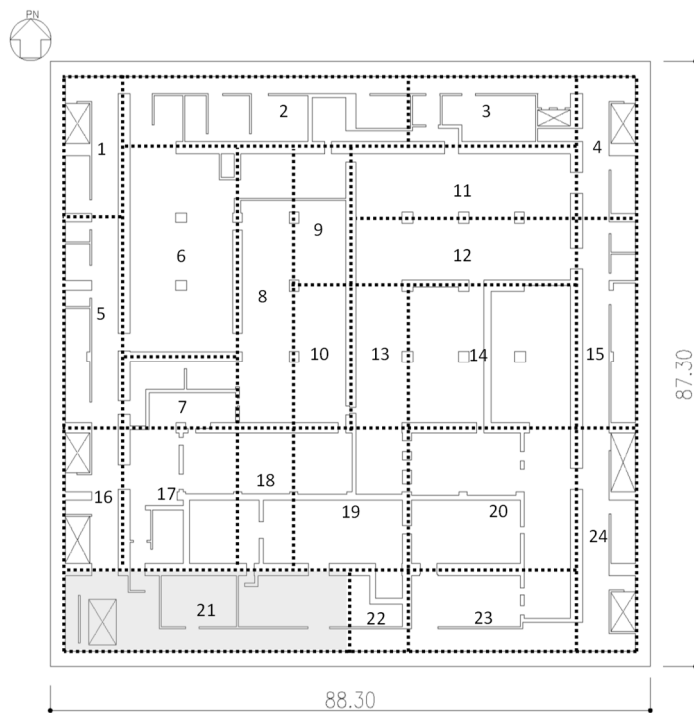
部位		発生せん断力 τ (N/mm ²)	許容限界 τ_1 (N/mm ²)	検定比
階	床位置			
地下 1 階	1	0.39	1.70	0.23
	2	0.40	1.70	0.24
	3	0.40	1.70	0.24
	4	0.80	1.70	<u>0.47</u>
	5	0.39	1.70	0.23
	6	0.55	1.70	0.33
	7	0.40	1.70	0.24
	8	0.40	1.70	0.24
	9	0.55	1.70	0.33
	10	0.60	1.70	0.36
	11	0.40	1.70	0.24
	12	0.55	1.70	0.33
	13	0.37	1.70	0.22
	14	0.37	1.70	0.22
	15	0.40	1.70	0.24
	16	0.20	1.70	0.12
	17	0.60	1.70	0.36
	18	0.60	1.70	0.36
	19	0.60	1.70	0.36
	20	0.64	1.70	0.38
	21	0.60	1.70	0.36
	22	0.60	1.70	0.36
	23	0.36	1.70	0.21
	24	0.20	1.70	0.12
	25	0.40	1.70	0.24
	26	0.40	1.70	0.24
	27	0.40	1.70	0.24

注記 : 下線部は検定比が最大となる位置を示す。

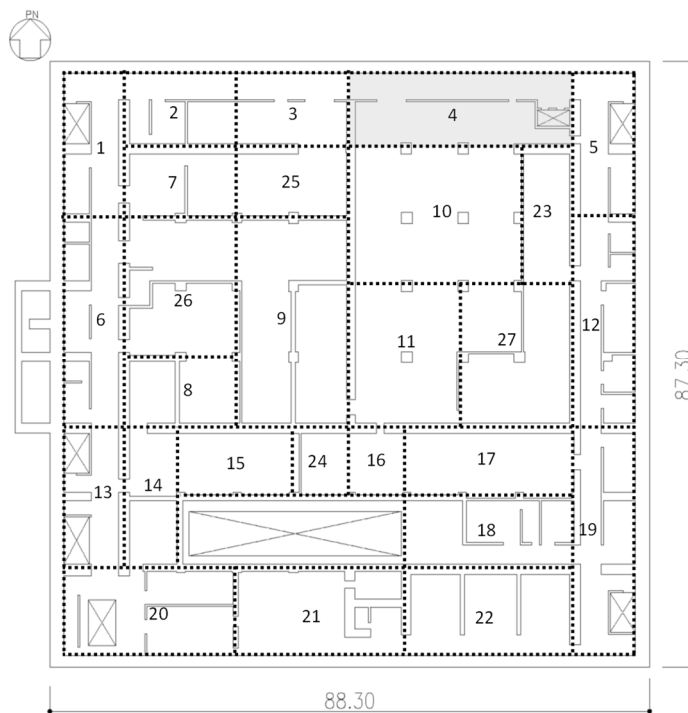
第 2.1.2-1 表 評価結果の検定比一覧 (3/3)

部位		発生せん断力 τ (N/mm ²)	許容限界 τ_1 (N/mm ²)	検定比
階	床位置			
地下 2 階	1	0.38	1.70	0.22
	2	0.81	1.70	0.48
	3	0.49	1.70	0.29
	4	0.38	1.70	0.22
	5	0.54	1.70	0.32
	6	0.53	1.70	0.31
	7	0.32	1.70	0.19
	8	0.71	1.70	0.42
	9	0.35	1.70	0.21
	10	0.36	1.70	0.22
	11	0.65	1.70	0.38
	12	0.65	1.70	0.38
	13	0.36	1.70	0.22
	14	0.49	1.70	0.29
	15	0.54	1.70	0.32
	16	0.36	1.70	0.21
	17	0.36	1.70	0.21
	18	0.36	1.70	0.21
	19	0.36	1.70	0.21
	20	0.49	1.70	0.29
	21	0.84	1.70	<u>0.49</u>
	22	0.23	1.70	0.13
	23	0.49	1.70	0.29
	24	0.58	1.70	0.35

注記 : 下線部は検定比が最大となる位置を示す。



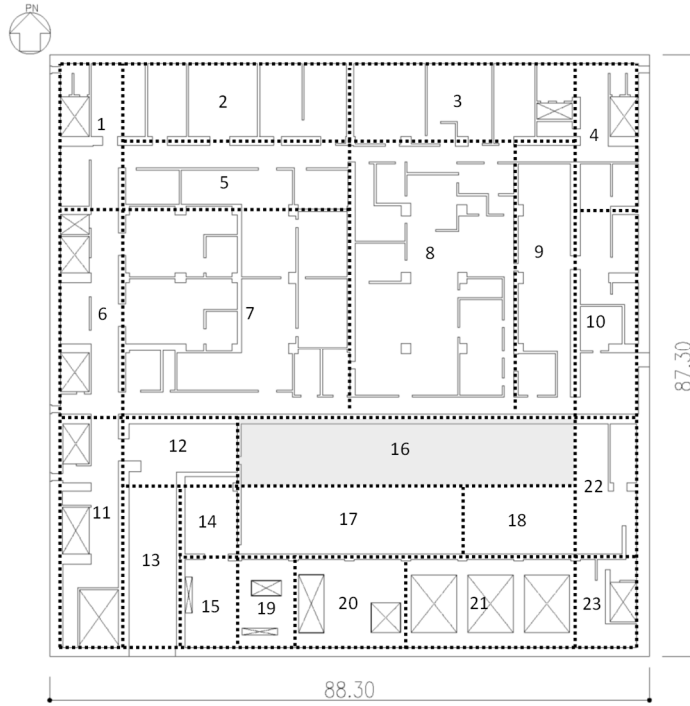
(a) 地下2階



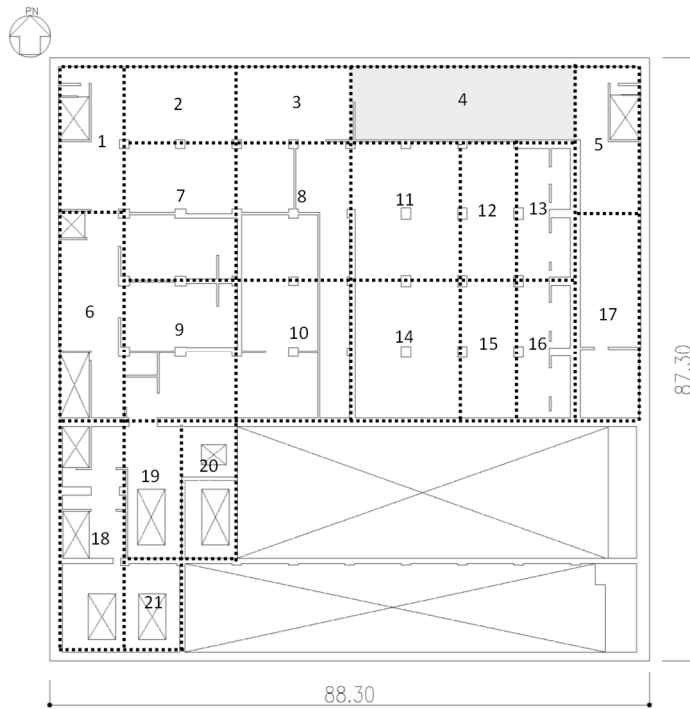
(b) 地下1階

■ : 検定比が最大となる床

第 2.1.2-1 図 床スラブの最大検定比となる位置 (1/2)



(c) 地上1階



(d) 地上2階

■ : 検定比が最大となる床

第 2.1.2-1 図 床スラブの最大検定比となる位置 (2/2)

2.2 耐震壁以外の壁

耐震壁以外の壁の応力評価については、燃料加工建屋の重大事故等対処に係る階（地上1階，地下1～3階）の各設備の支持部を取り付けるまたはアクセスルート及び操作場所を構成すると想定される壁について、壁の種別ごとの鉄筋量に応じて実施している。

結果について、燃料加工建屋の各位置の耐震壁以外の壁の検定比を、第2.2-1表に示す。

第2.2-1表 耐震壁以外の壁の検定比一覧(1/2)

階	部位		発生軸 ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉄筋径	許容限界 ($\times 10^{-1}$)	検定比
	壁 番号	壁種別				
地上1階	1	W30	1.843	D16	1.5	0.013
	2	W50	1.570	D22	1.5	0.011
	3	W60	1.895	D22	1.5	0.013
	4	W70	1.324	D29	1.5	0.009
	5	W120C	0.640	D38	1.5	0.005
	6	W140F	0.746	D38	1.5	0.005
	7	AW130A	1.651	D35	1.5	0.012
	8	AW140F	0.746	D38	1.5	0.005
	9	AW150A	1.920	D35	1.5	<u>0.013</u>

注記 * : 下線部は検定比が最大となる位置を示す。

第 2.2-1 表 耐震壁以外の壁の検定比一覧(2/2)

部位			発生軸 ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉄筋径	許容限界 ($\times 10^{-1}$)	検定比
階	壁 番号	壁種別				
地下 1 階	1	W30	1.933	D16	1.5	0.013
	2	W40	2.142	D16D19	1.5	<u>0.015</u>
	3	W60	1.990	D22	1.5	0.014
	4	W80	1.580	D29	1.5	0.011
	5	W120A	1.592	D35	1.5	0.011
	6	W140B	1.558	D38	1.5	0.011
	7	W150A	2.017	D35	1.5	0.014
地下 2 階	1	W30	2.125	D16	1.5	<u>0.015</u>
	2	W50	1.780	D22	1.5	0.012
	3	W60	2.193	D22	1.5	<u>0.015</u>
	4	W70	1.500	D29	1.5	0.010
	5	W80	1.714	D29	1.5	0.012
	6	W85	1.270	D29	1.5	0.013
	7	W90	1.560	D32	1.5	0.011
	8	W100	1.733	D32	1.5	0.012
	9	W150E	1.079	D35	1.5	0.008
地下 3 階	1	W30	2.343	D16	1.5	0.016
	2	W60	2.422	D22	1.5	<u>0.017</u>
	3	W70	1.622	D29	1.5	0.011
	4	W80	1.862	D29	1.5	0.013
	5	W100	1.885	D32	1.5	0.013

注記 * : 下線部は検定比が最大となる位置を示す。

3. 不確かさによる影響

設計基準において、耐震評価に影響を与える要因（以下、「不確かさ」という。）として考慮している項目として、以下の項目が挙げられる。

- ・ 材料物性のばらつき
- ・ 隣接建屋の影響
- ・ 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ
- ・ 一関東評価用地震動（鉛直）に対する影響

基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力に対する耐震評価にあたっては、層の変形が終局状態に達しない設計とする方針としているが、評価にあたっては、重大事故等の対処をより確実にするために、許容限界を基準地震動 S_s に対するものと同様の値としていることから、設計基準にて考慮している不確かさについては考慮しないこととしているが、念のための評価として、これらの不確かさを考慮した場合においても、層の変形が終局状態に対して十分な余裕を有していることを示す。

3.1 不確かさによる影響評価結果

3.1.1 材料物性のばらつき

材料物性のばらつきとして、設計基準における燃料加工建屋の耐震評価では、地盤物性のばらつきを考慮している。基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力に対して、念のための評価として、地盤物性のばらつきを考慮した場合の層の変形に与える影響を確認した。

設工認記載の評価結果と地盤物性のばらつきを考慮した場合の建屋の最大せん断ひずみ度を、第 3.1.1-1 表に比較して示す。また、「別紙 1 材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析」に、地盤物性のばらつきを考慮した場合の地震応答解析条件及び地震応答解析結果を示す。

燃料加工建屋の地震応答解析モデルは、各層の剛性として耐震壁のみに期待し、層の変形を大きく評価するモデルを用いているが、実際の建屋においては、耐震壁以外の壁が配置されていることから、評価にあたっては、より現実に近い建屋の挙動を評価する目的で、耐震壁に加えて耐震壁以外の壁の剛性を考慮したモデルを設定した。

剛性を考慮する耐震壁以外の壁は、最大せん断ひずみが地下 3 階（要素 [6]）において最も大きくなっていること、また、当該層は地下 3 階であり、耐震壁及び耐震壁以外の壁ともに、支持地盤と接する基礎スラブから直接立ち上がっていることから、地震力がスムーズに伝達され、層の変形を負担することが可能と判断し、地下 3 階（要素 [6]）の耐震壁以外の壁とした。

第 3.1.1-1 表に示す結果のとおり、地盤物性のばらつきを考慮した場合の最大せん断ひずみ度は、許容限界である 2.0×10^{-3} を下回る結果となった。

第 3.1.1-1 表 地盤物性のばらつきを考慮した最大せん断ひずみ度

方向	1.2 × S_s による 最大せん断ひずみ度		許容限界
	基本ケース	地盤物性のばらつき を考慮した結果	
N S 方向	0.658×10^{-3}	1.60×10^{-3}	2.0×10^{-3}
E W 方向	0.516×10^{-3}	1.06×10^{-3}	

注記 : 本表には、建屋全体で最大せん断ひずみ度が最大となる要素 [6] における結果を示す。

3.1.2 隣接建屋の影響

設計基準における燃料加工建屋の耐震評価では、隣接建屋の影響を評価している。影響評価に当たっては、FEMを用いた詳細検討として、実際の建屋配置状況に則して各建屋を配置する場合と各建屋を単独でモデル化する場合の地震応答解析を実施し両者の建屋応答の比較から得られる応答比率を算出していることから、この応答比率を考慮した場合の層の変形に与える影響を確認した。応答比率は、添付書類「Ⅲ-2-3-2 隣接建屋に関する影響評価結果」のうち「Ⅲ-2-3-2-1-1 建物」に記載のものを用いる。

設工認記載の評価結果に対して、隣接建屋を考慮した応答比率を乗じた最大せん断ひずみ度を、第3.1.2-1表に示す。

第3.1.2-1表に示す結果のとおり、隣接建屋を考慮した応答比率を乗じた建屋の最大せん断ひずみ度は、許容限界である 2.0×10^{-3} を下回る結果となった。

第3.1.2-1表 隣接建屋の影響を考慮した最大せん断ひずみ度

方向			
	① $1.2 \times S_s$ による 最大せん断ひずみ度 (設工認記載値)	②応答比率	③応答比率を乗じた 最大せん断ひずみ度 (①×②)
N S 方向	0.658×10^{-3}	1.040	0.695×10^{-3}
E W 方向	0.516×10^{-3}	1.040	0.544×10^{-3}

注記 *1: 有効数字3桁表記(4桁目を保守的に切り上げ)

*2: エネルギー一定則を考慮した値のため、単純に①×②の値とはならない

3.1.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ

層の変形に対しては、地震力の方向に対して、壁の面内方向の剛性によって荷重を負担し、壁については各方向から作用するせん断力を負担する部位が異なる。このことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せは層の変形に寄与しないことから、影響が想定される部位に該当しない。

3.1.4 一関東評価用地震動（鉛直）に対する影響

鉛直方向の地震力については、層の変形に対する寄与は水平方向の地震力に対して十分に小さいことから、影響評価は実施しない。

(参考1) 材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果

1. 概要

「3.1.1 材料物性のばらつき」に示したとおり、基準地震動を1.2倍した地震力に対して、地盤物性のばらつきを考慮した地震応答解析を実施し、最大せん断ひずみ度を算定していることから、その解析条件及び解析結果を示す。

2. 解析条件

2.1 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルについては、「Ⅲ-2-1-1-4 燃料加工建屋の重大事故対処施設に関する耐震性評価結果」の「3.5 地震応答解析結果」において、最大せん断ひずみが地下3階(要素⑥)において最も大きくなっていること、また、当該層は地下3階であり、耐震壁及び耐震壁以外の壁ともに、支持地盤と接する基礎スラブから直接立ち上がっていることから、地震力がスムーズに伝達され、層の変形を負担することが可能と判断し、要素⑥について、耐震壁に加えて耐震壁以外の壁の剛性を考慮したモデルを設定した。なお、剛性として考慮する耐震壁以外の壁は、補足説明資料「耐震建物11 地震応答計算書に関する地震応答解析における材料物性のばらつきに関する検討」の「参考資料 燃料加工建屋における建屋物性のばらつきによる建屋応答への影響に関する考察」に示す要素⑥の補助壁とする。第2.1-1表に耐震壁以外の壁の剛性を考慮したケースの諸元を示す。

入力地震動の算定に用いる地盤物性は、ひずみ依存特性を考慮した等価線形解析に基づく等価物性値を用いる。

第 2.1-1 表 耐震壁以外の壁の剛性を考慮したケースの
せん断断面積及び軸断面積

(NS 方向)

要素 番号	要素位置 T. M. S. L. (m)	せん断断面積 A_s (m ²)			
		①設工認	②補助壁	①+②	比率
1	77.50~70.20	133.3	0.0	133.3	1.00
2	70.20~62.80	362.5	0.0	362.5	1.00
3	62.80~56.80	474.4	0.0	474.4	1.00
4	56.80~50.30	640.5	0.0	640.5	1.00
5	50.30~43.20	749.8	0.0	749.8	1.00
6	43.20~35.00	876.1	98.8	974.9	1.11
7	35.00~34.23	2956.9	0.0	2956.9	1.00
8	34.23~31.53	7708.6	0.0	7708.6	1.00

(EW 方向)

要素 番号	要素位置 T. M. S. L. (m)	せん断断面積 A_s (m ²)			
		①設工認	②補助壁	①+②	比率
1	77.50~70.20	300.1	0.0	300.1	1.00
2	70.20~62.80	415.6	0.0	415.6	1.00
3	62.80~56.80	522.9	0.0	522.9	1.00
4	56.80~50.30	633.2	0.0	633.2	1.00
5	50.30~43.20	791.3	0.0	791.3	1.00
6	43.20~35.00	975.9	61.2	1037.1	1.06
7	35.00~34.23	3852.8	0.0	3852.8	1.00
8	34.23~31.53	7708.6	0.0	7708.6	1.00

2.2 解析条件

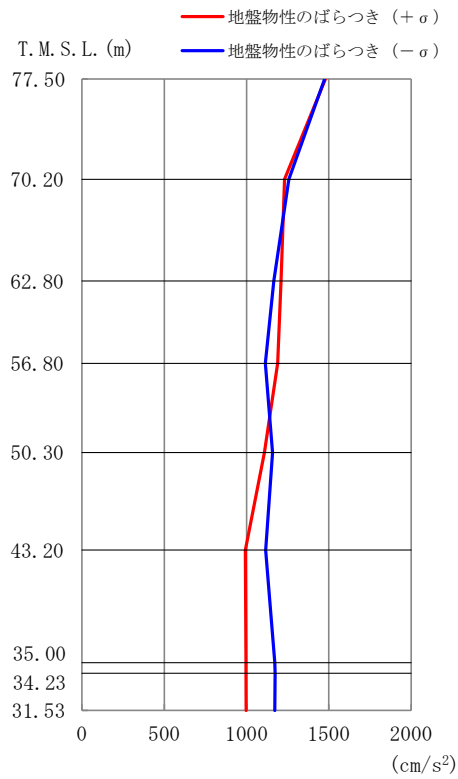
材料物性のばらつきについては、「Ⅲ-2-1-1-1-1-1 燃料加工建屋の地震応答計算書」の「3.6 材料物性のばらつき」に示す地盤物性のばらつきを考慮したケース（ $+\sigma$ ）及び地盤物性のばらつきを考慮したケース（ $-\sigma$ ）の地盤物性値を用いる。

地盤物性のばらつきを考慮した評価の対象とする地震動は、「Ⅲ-2-1-1-4 燃料加工建屋の重大事故対処施設に関する耐震性評価結果」の「3.5 地震応答解析結果」において、 $1.2 \times S_s - C_1$ による最大せん断ひずみ度が、建屋の全ての層において最も大きい値となっていることから、 $1.2 \times S_s - C_1$ とする。

建物・構築物の入力地震動の算定、解析方法及び解析条件については、「Ⅲ-2-1-1-4 燃料加工建屋の重大事故対処施設に関する耐震性評価結果」と同じ方法により実施する。 $1.2 \times S_s - C_1$ の地盤物性のばらつきを考慮したケース（ $-\sigma$ ）については、「Ⅲ-2-1-1-4 燃料加工建屋の重大事故対処施設に関する耐震性評価結果」の「3.4.1 誘発上下動を考慮する場合の基礎浮上り評価法」に示す誘発上下動を考慮した地震応答解析モデルを用いる。

2.3 地震応答解析結果

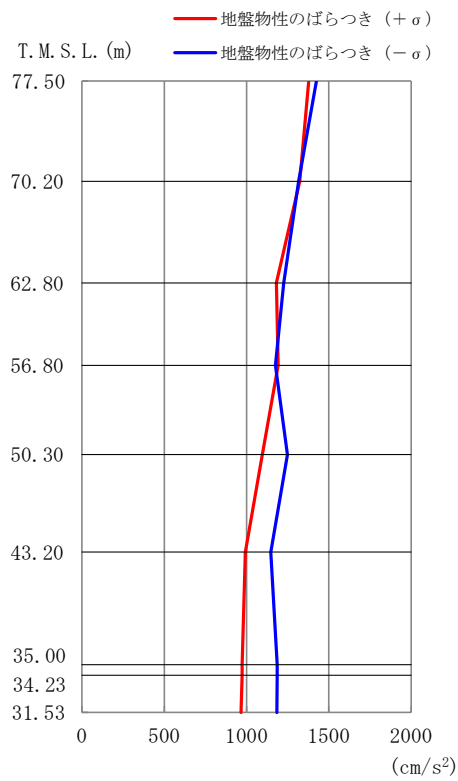
地盤物性のばらつきを考慮したケースについて、 $1.2 \times S_s$ による地震応答解析結果を第 2.3.-1 図～第 2.3-13 図及び第 2.3-1 表～第 2.3-13 表に示す。



第 2.3-1 図 最大応答加速度 (1.2 × S_s, NS 方向)

第 2.3-1 表 最大応答加速度一覧表 (1.2 × S_s, NS 方向)

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		設工認記載 の結果	地盤物性のばらつき	
			平均 + σ	平均 - σ
77.50	1	1496	1478	1474
70.20	2	1389	1231	1258
62.80	3	1230	1209	1165
56.80	4	1273	1190	1114
50.30	5	1301	1109	1158
43.20	6	1083	993	1116
35.00	7	969	997	1172
34.23	8	971	997	1174
31.53	9	960	998	1172



第 2.3-2 図 最大応答加速度 (1.2 × S_s, EW 方向)

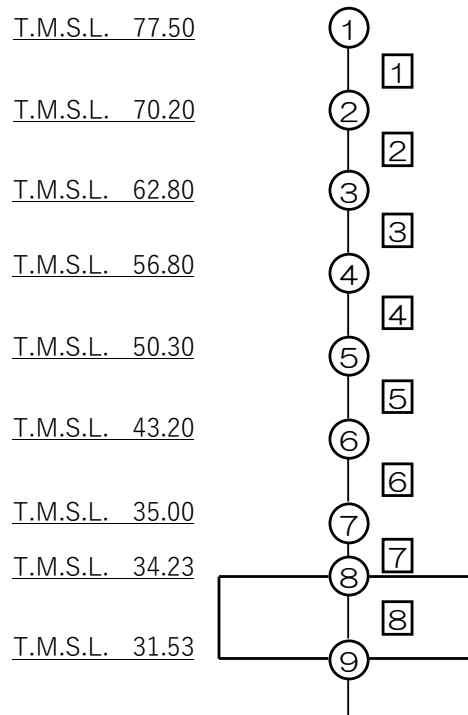
第 2.3-2 表 最大応答加速度一覧表 (1.2 × S_s, EW 方向)

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		設工認記載 の結果	地盤物性のばらつき	
			平均 + σ	平均 - σ
77.50	1	1466	1377	1424
70.20	2	1360	1322	1316
62.80	3	1237	1181	1227
56.80	4	1157	1193	1175
50.30	5	1243	1096	1249
43.20	6	1066	992	1147
35.00	7	1006	973	1187
34.23	8	1004	973	1186
31.53	9	982	967	1185

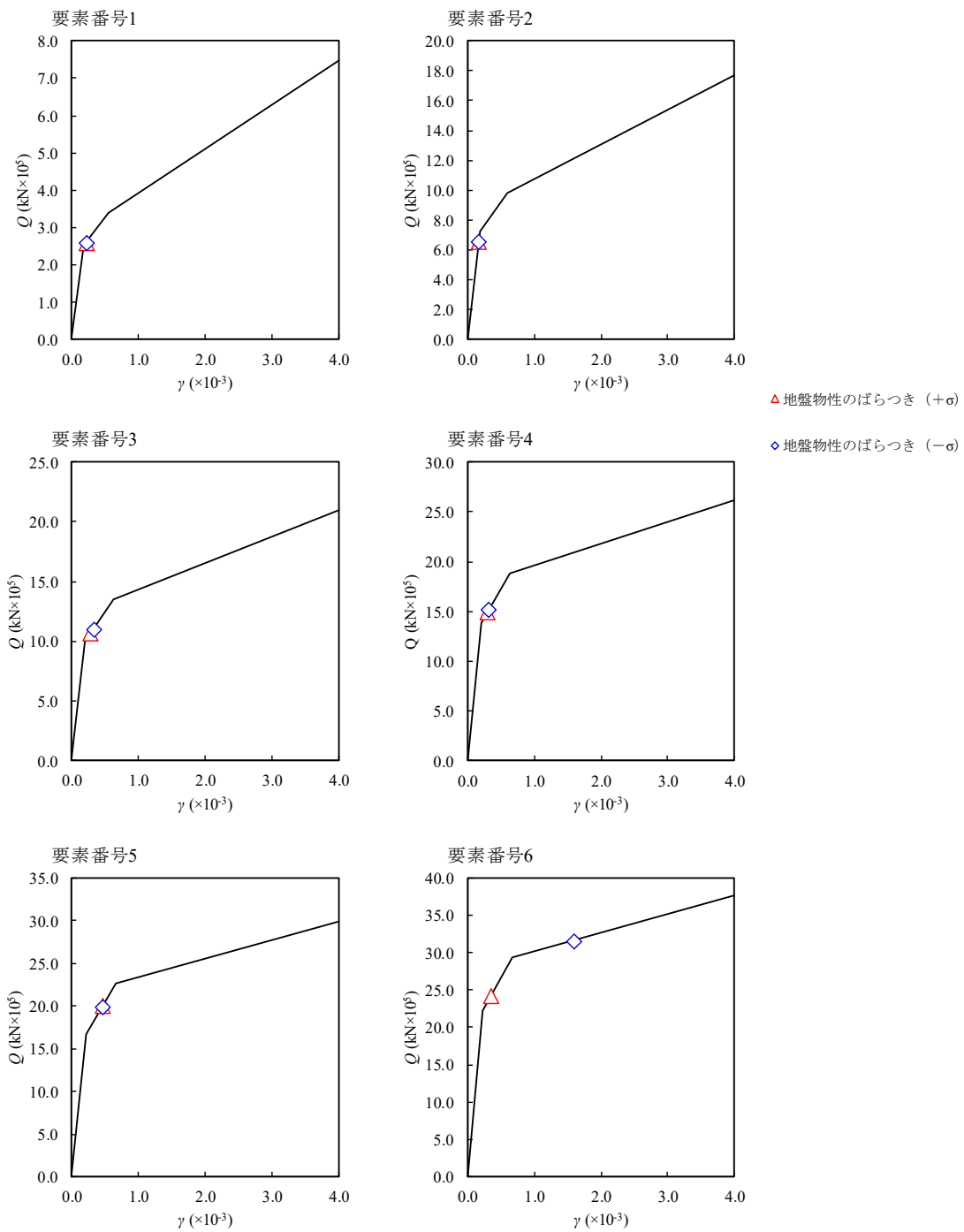
第 2.3-3 表 最大応答せん断ひずみ度 (1.2×S_s, NS 方向)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ度(×10 ⁻³)		
		設工認記載 の結果	地盤物性のばらつき	
			平均+σ	平均-σ
77.50	1	0.240	0.224	0.221
70.20				
62.80	2	0.193	0.178	0.179
50.30	3	0.424	0.283	0.323
35.00	4	0.430	0.311	0.328
34.23	5	0.550	0.468	0.463
34.23	6	0.658	0.361	1.60
34.23	7	0.0948	0.0866	0.112

(単位：m)



注記 *1: ○数字は質点番号を示す。
*2: □数字は要素番号を示す。

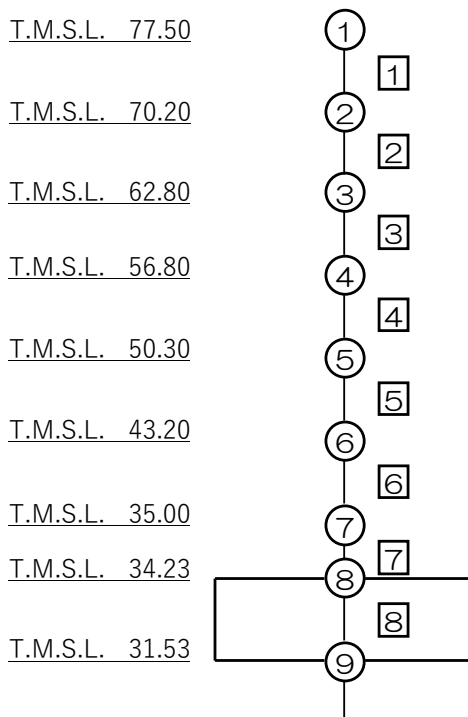


第 2.3-3 図 $\tau - \gamma$ 関係と最大応答値 ($1.2 \times S_s$, NS 方向)

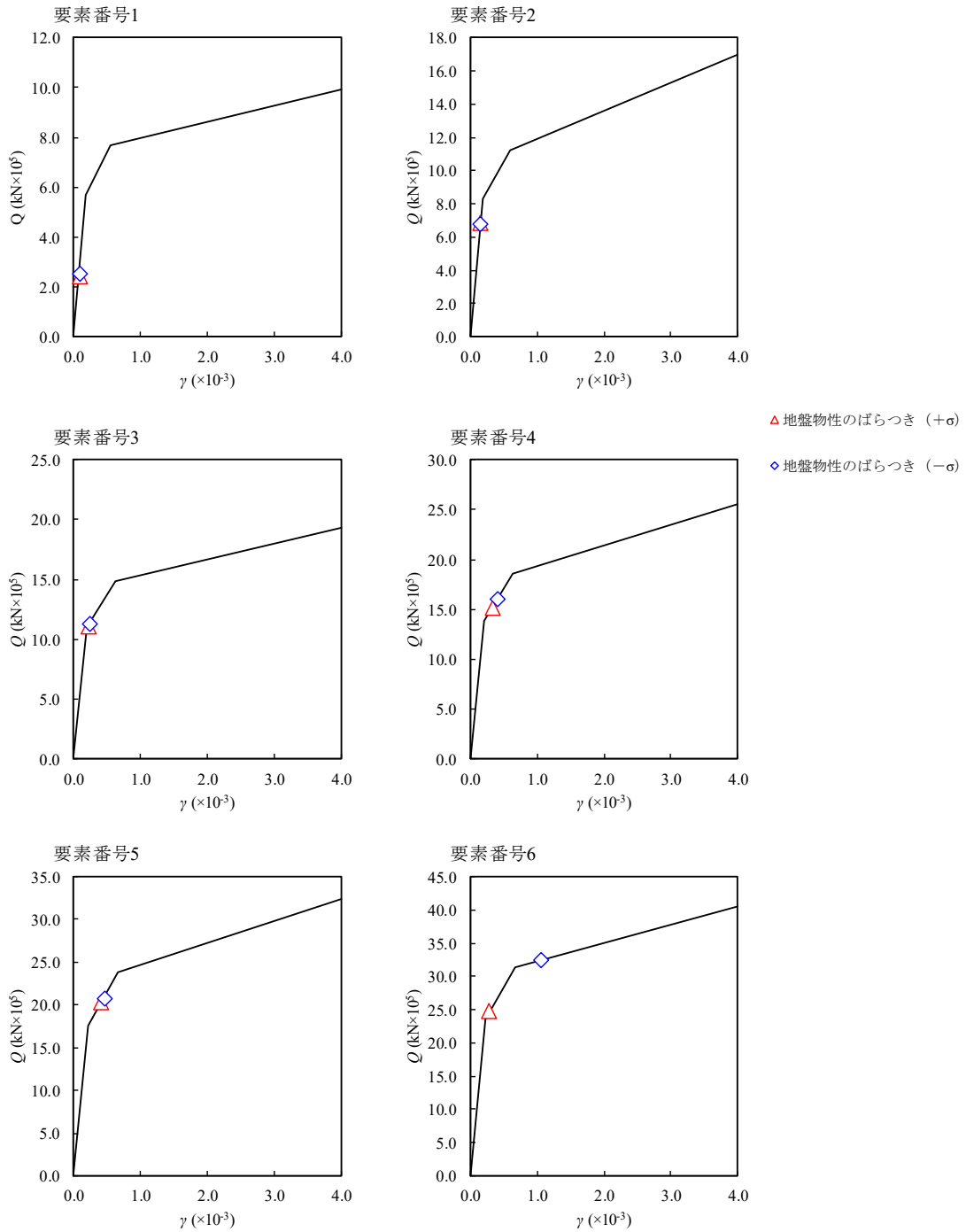
第 2.3-4 表 最大応答せん断ひずみ度 (1.2×S_s, EW 方向)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ度(×10 ⁻³)		
		設工認記載 の結果	地盤物性のばらつき	
			平均+σ	平均-σ
77.50	1	0.0855	0.0799	0.0832
70.20				
62.80	2	0.166	0.163	0.162
	56.80	3	0.259	0.215
50.30	4	0.449	0.342	0.422
	43.20	5	0.472	0.410
35.00	6	0.516	0.291	1.06
34.23				
34.23	7	0.0747	0.0681	0.0888

(単位：m)



注記 * 1: ○数字は質点番号を示す。
* 2: □数字は要素番号を示す。



第 2.3-4 図 $\tau - \gamma$ 関係と最大応答値 ($1.2 \times S_s$, EW 方向)

(参考2) 設計基準における説明項目の重大事故等対処施設に関する耐震評価における扱いについて

設計基準における基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対する地震応答解析及び耐震評価にあたっては、補足説明資料により追加説明を行っている。

燃料加工建屋の重大事故対処施設に関する耐震性評価にあたっては、その評価モデルや評価条件の部分については共通しており、追加説明内容は同一となることから、各説明項目について、燃料加工建屋の重大事故対処施設に関する耐震性評価における扱いを第1表に整理して示す。

第1表のうち、「耐震評価に影響を与える要因として考慮している項目」については、「3. 不確かさによる影響」において、基準地震動を1.2倍した地震力に対しての念のための評価として、これらの項目を考慮した場合における層のせん断変形に対する影響を確認している。

第1表 (1 / 2) 設計基準における説明項目の重大事故等対処施設に関する耐震評価における扱いの整理

分類	設計基準に係る耐震評価における補足説明資料		燃料加工建屋の重大事故対処施設に関する耐震評価における扱い	当該項目についての説明資料
	補足説明資料番号	項目		
耐震評価に影響を与える要因として考慮している項目	耐震建物 06	隣接建屋の影響に関する検討	不確かさの位置付けにあたるものの、念のための確認として本資料に評価結果を記載。評価方法については、設計基準と同じ。	本補足説明資料にて説明
	耐震建物 07	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する評価部位の抽出		
	耐震建物 11	地震応答解析における材料物性のばらつきに関する検討		
	耐震建物 12	地震応答計算書に関する一関東評価用地震動（鉛直）に対する影響評価について		
評価手法・評価項目に係る項目	耐震建物 01	耐震評価対象の網羅性、既設工認との手法の相違点の整理について	評価手法については設計基準と同じ手法を用いている。評価項目・評価部位については、建屋に求められる要件に基づき右記資料にて網羅的に整理。	Ⅲ-6-2-1-1-1 燃料加工建屋の基準地震動を1.2倍した地震力に対する耐震性計算結果
	耐震建物 21	燃料加工建屋に係る既認可からの変更点について	設計基準における評価と同じ手法を用いている。	左記補足説明資料を適用
	耐震建物 29	計算機プログラム(解析コード)の概要	設計基準における評価と同じ計算機プログラムを用いている。	左記補足説明資料を適用

第1表 (2 / 2) 設計基準における説明項目の重大事故等対処施設に関する耐震評価における扱いの整理

分類	設計基準に係る耐震評価における補足説明資料		燃料加工建屋の重大事故対処施設に関する耐震評価における扱い	当該項目についての説明資料
	補足説明資料番号	項目		
評価に用いる解析モデル又は物性値に係る項目	耐震地盤 01	地盤の支持性能について	設計基準と重大事故で同じ地盤に支持されている。	左記補足説明資料を適用
	耐震建物 08	地震応答解析における地盤モデル及び物性値の設定について		
	耐震建物 09	地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトンカーブの設定	設計基準と重大事故で同じ地震応答解析モデルを用いている。	左記補足説明資料を適用
	耐震建物 05	「建屋側面地盤ばね」及び「地盤のひずみ依存特性」の評価手法について		
	耐震建物 10	地震応答解析モデルに用いる鉄筋コンクリート造部の減衰定数に関する検討		
耐震評価条件及び結果整理に係るもの	耐震建物 15	応力解析モデル、境界条件及び拘束条件の考え方	FEM モデルを用いた応力評価の考え方であるが、重大事故等対処施設に係る評価における応力評価としてはFEM モデルを用いていないため説明事項無し。	—
	耐震建物 16	地震荷重の入力方法		—
	耐震建物 17	建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の適用性について	重大事故等対処施設に係る評価においては異なる方向の荷重を組み合わせた評価を実施していないことから、説明事項無し。	—
	耐震建物 18	応力解析における断面の評価部位の選定	個別の応力解析に係る内容であることから、個別に説明。	本補足説明資料にて説明
その他 (燃料加工建屋以外の施設の扱いに係る補足説明事項)	耐震建物 13	建物・構築物周辺の設計用地下水位の考え方	設計基準と重大事故等対処施設に係る評価で耐震設計上の地下水位及び地下水排水設備の扱いは同じ。	左記補足説明資料を適用
	耐震機電 03	下位クラス施設の波及的影響の検討について	MOX 燃料加工施設の重大事故等対処にあたり考慮が必要な波及的影響を及ぼすおそれのある設備の設計については、後次回で示す。	後次回申請にて説明する。
	耐震建物 20	洞道の設工認申請上の取扱いについて	燃料加工建屋の耐震性評価であることから、説明事項無し。	—