

福島第一原子力発電所 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う 耐震安全性評価結果 中間報告書（改訂版）の概要

1. はじめに

平成 18 年 9 月 20 日付けで原子力安全・保安院より、改訂された「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（以下「新耐震指針」という。）に照らした耐震安全性の評価を実施するよう指示文書が発出され、当社は、福島第一原子力発電所の耐震安全性評価を行ってきました。

また、平成 19 年 7 月に新潟県中越沖地震があり、電力会社等に対し、平成 19 年 7 月 20 日には経済産業大臣より新潟県中越沖地震から得られる知見を耐震安全性の評価に適切に反映し早期に評価を完了する旨の指示、ならびに平成 19 年 12 月 27 日には原子力安全・保安院より「新潟県中越沖地震を踏まえた耐震安全性評価に反映すべき事項（中間取りまとめ）について」の通知がありました。（その後、平成 20 年 9 月 4 日には原子力安全・保安院より「新潟県中越沖地震を踏まえた原子力発電所等の耐震安全性評価に反映すべき事項について」の通知がありました）

これらを踏まえ、平成 20 年 3 月 31 日、地質調査結果、基準地震動 S_s の策定結果、福島第一原子力発電所 5 号機および福島第二原子力発電所 4 号機における主要施設の評価結果など、耐震安全性評価に関する中間報告をとりまとめ、国に提出いたしました。

その後、福島第一原子力発電所 1 号機から 4 号機および 6 号機における主要施設について、策定された基準地震動に対する耐震安全性評価が進捗したことから、本日（平成 21 年 6 月 19 日）、福島第一原子力発電所の耐震安全性評価に関する中間報告書（改訂版）としてとりまとめ、国に提出いたしました。中間報告書（改訂版）の概要は以下のとおりです。

なお、基礎地盤の安定性および地震随件事象（津波に対する安全性、周辺斜面の安定性）については、現在解析・評価を行っているところであり、最終報告において結果を示す予定です。

【中間報告書（改訂版）のポイント】

当社が策定した基準地震動 S_s に基づき、福島第一原子力発電所全号機の原子炉建屋や安全上重要な機能を有する耐震 S クラスの主要な設備等の耐震解析を実施し、耐震安全性が確保されていることを確認いたしました。

なお、当社が昨年 3 月に提出した中間報告書において策定した基準地震動 S_s （最大加速度 600 ガル）については、これまでの国の審議会等での議論を踏まえても、変更ありません。

2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価の流れ

耐震安全性評価の検討に先立ち、新耐震指針に照らした各種地質調査を実施し、この調査結果を用いて、新耐震指針に照らして策定された基準地震動 S_s に対して、建物・構築物や機器・配管系の耐震安全性評価を順次実施しました。

なお、新耐震指針に照らした耐震安全性評価の流れは、別紙 - 1 のとおりであり、新潟県中越沖地震を踏まえた耐震安全性評価に反映すべき事項も踏まえ、評価を行いました。

3. 施設等の耐震安全性評価

3.1 安全上重要な建物・構築物の耐震安全性評価

福島第一原子力発電所各号機の原子炉建屋の耐震安全性の評価にあたっては、建屋全体の健全性を確認する観点から、地震応答解析の結果による耐震壁のせん断ひずみを評価しました。

建物・構築物の耐震安全性の評価は、基準地震動 S_s を用いた地震応答解析（時刻歴応答解析法）によることとし、建物・構築物や地盤の特性

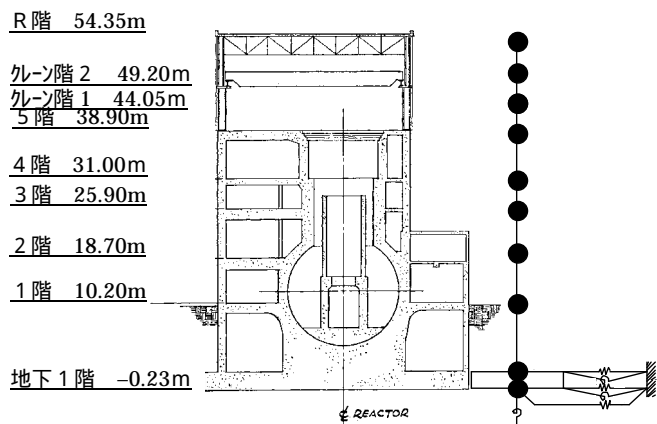


図 3-1 原子炉建屋（モデル図：1号機例示）

を適切に表現できるモデル（図 3-1）を設定した上で実施しました。

評価の結果、耐震壁の最大せん断ひずみは評価基準値 (2.0×10^{-3}) を満足しており、耐震安全性が確保されていることを確認しました。（図 3-2～11 表 3-1～10）

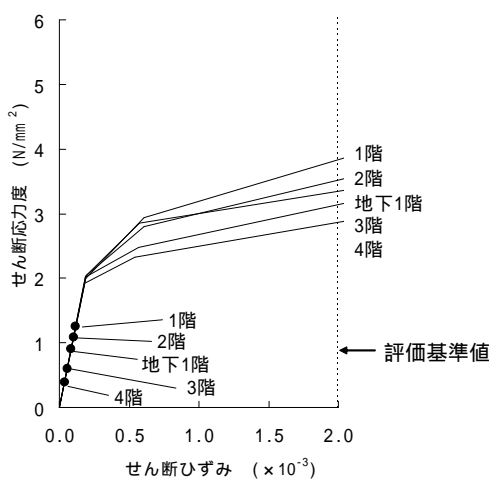


図 3-2 1号機 耐震壁のせん断ひずみ (Ss-1 南北方向)

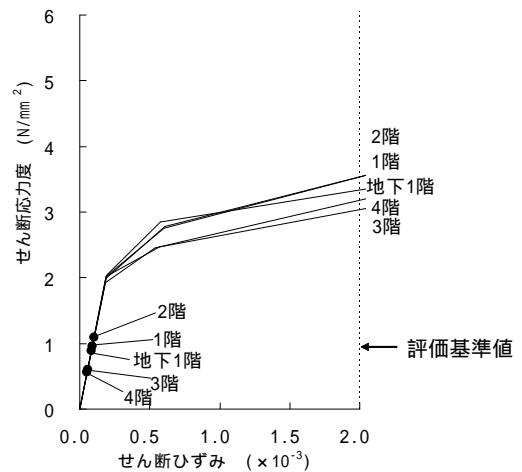


図 3-3 1号機 耐震壁のせん断ひずみ (Ss-1 東西方向)

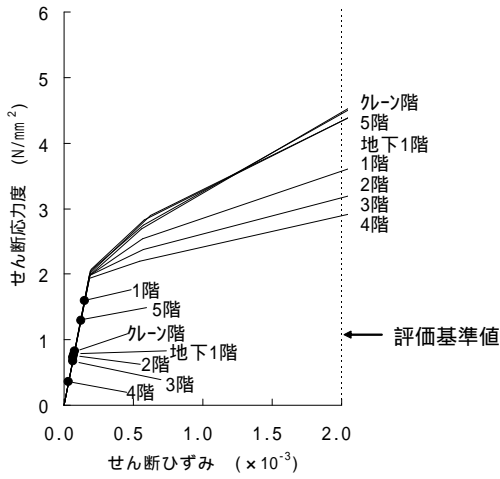


図 3-4 2号機 耐震壁のせん断ひずみ (Ss-2 南北方向)

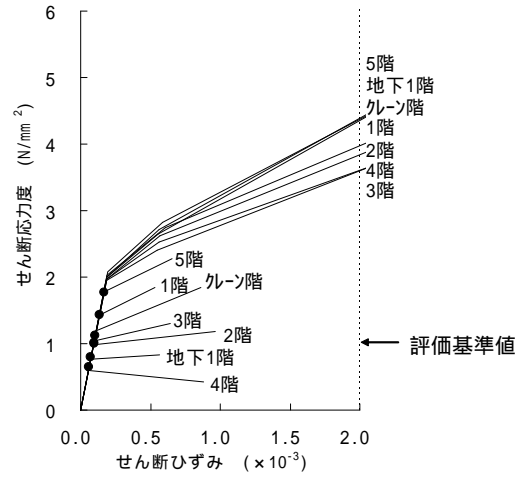


図 3-5 2号機 耐震壁のせん断ひずみ (Ss-1 東西方向)

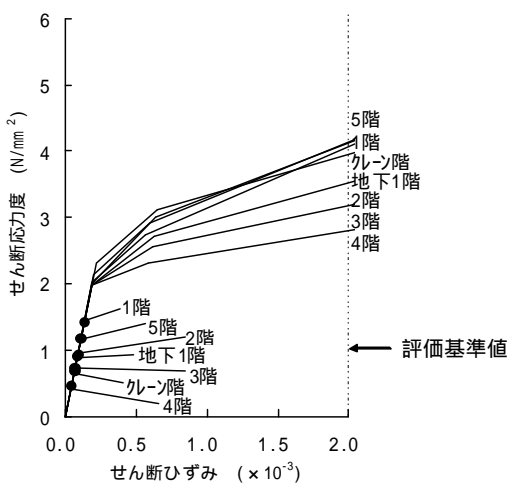


図 3-6 3号機 耐震壁のせん断ひずみ (Ss-2 南北方向)

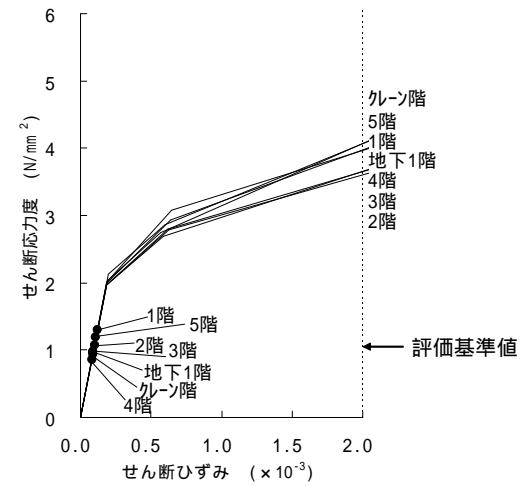


図 3-7 3号機 耐震壁のせん断ひずみ (Ss-2 東西方向)

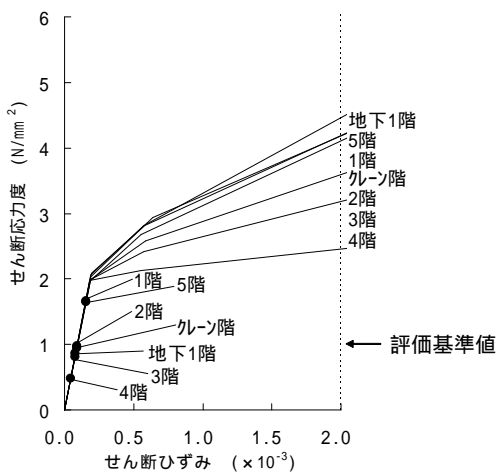


図 3-8 4号機 耐震壁のせん断ひずみ (Ss-1 南北方向)

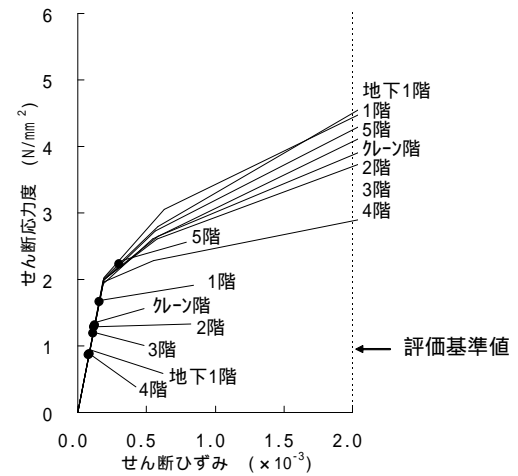


図 3-9 4号機 耐震壁のせん断ひずみ (Ss-1 東西方向)

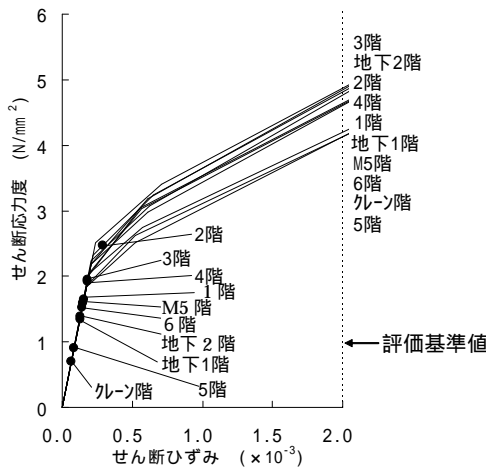


図 3-10 6号機 耐震壁のせん断ひずみ (Ss-1 南北方向)

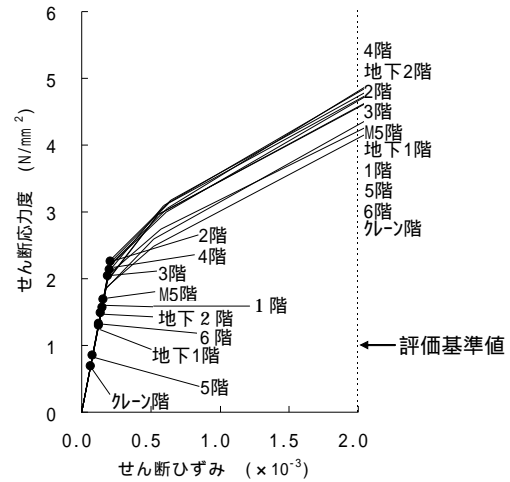


図 3-11 6号機 耐震壁のせん断ひずみ (Ss-1 東西方向)

表3-1 1号機耐震壁のせん断ひずみ一覧 (南北方向) ($\times 10^{-3}$)

階	Ss-1	Ss-2	Ss-3	評価基準値
4階	0.04	0.04	0.03	2.0 以下
3階	0.06	0.06	0.05	
2階	0.10	0.10	0.09	
1階	0.12	0.12	0.10	
地下1階	0.08	0.09	0.07	

*網掛け部は最大せん断ひずみ

表3-2 1号機耐震壁のせん断ひずみ一覧 (東西方向) ($\times 10^{-3}$)

階	Ss-1	Ss-2	Ss-3	評価基準値
4階	0.05	0.05	0.04	2.0 以下
3階	0.06	0.05	0.05	
2階	0.10	0.10	0.09	
1階	0.09	0.09	0.08	
地下1階	0.08	0.09	0.07	

*網掛け部は最大せん断ひずみ

表3-3 2号機耐震壁のせん断ひずみ一覧 (南北方向) ($\times 10^{-3}$)

階	Ss-1	Ss-2	Ss-3	評価基準値
クレーン階	0.09	0.08	0.06	2.0 以下
5階	0.14	0.12	0.11	
4階	0.04	0.03	0.03	
3階	0.06	0.06	0.06	
2階	0.07	0.07	0.06	
1階	0.14	0.15	0.13	
地下1階	0.07	0.07	0.06	

*網掛け部は最大せん断ひずみ

表3-4 2号機耐震壁のせん断ひずみ一覧 (東西方向) ($\times 10^{-3}$)

階	Ss-1	Ss-2	Ss-3	評価基準値
クレーン階	0.10	0.10	0.09	2.0 以下
5階	0.17	0.16	0.15	
4階	0.06	0.05	0.05	
3階	0.09	0.09	0.08	
2階	0.09	0.09	0.08	
1階	0.13	0.13	0.11	
地下1階	0.07	0.08	0.06	

*網掛け部は最大せん断ひずみ

表3-5 3号機耐震壁のせん断ひずみ一覧 (南北方向) ($\times 10^{-3}$)

階	Ss-1	Ss-2	Ss-3	評価基準値
クレーン階	0.07	0.06	0.06	2.0 以下
5階	0.12	0.11	0.10	
4階	0.04	0.04	0.04	
3階	0.06	0.07	0.06	
2階	0.08	0.09	0.08	
1階	0.13	0.13	0.12	
地下1階	0.08	0.08	0.07	

*網掛け部は最大せん断ひずみ

表3-6 3号機耐震壁のせん断ひずみ一覧 (東西方向) ($\times 10^{-3}$)

階	Ss-1	Ss-2	Ss-3	評価基準値
クレーン階	0.09	0.09	0.08	2.0 以下
5階	0.12	0.11	0.09	
4階	0.08	0.08	0.07	
3階	0.09	0.09	0.08	
2階	0.10	0.10	0.09	
1階	0.12	0.12	0.10	
地下1階	0.08	0.09	0.07	

*網掛け部は最大せん断ひずみ

表3-7 4号機耐震壁のせん断ひずみ一覧
(南北方向) ($\times 10^{-3}$)

階	Ss-1	Ss-2	Ss-3	評価基準値
クレーン階	0.10	0.09	0.08	2.0 以下
5階	0.17	0.15	0.14	
4階	0.05	0.05	0.04	
3階	0.08	0.08	0.07	
2階	0.09	0.09	0.08	
1階	0.15	0.16	0.13	
地下1階	0.08	0.08	0.07	

*網掛け部は最大せん断ひずみ

表3-8 4号機耐震壁のせん断ひずみ一覧
(東西方向) ($\times 10^{-3}$)

階	Ss-1	Ss-2	Ss-3	評価基準値
クレーン階	0.12	0.12	0.11	2.0 以下
5階	0.30	0.20	0.19	
4階	0.08	0.08	0.07	
3階	0.11	0.11	0.10	
2階	0.12	0.12	0.10	
1階	0.16	0.17	0.14	
地下1階	0.08	0.09	0.07	

*網掛け部は最大せん断ひずみ

表3-9 6号機耐震壁のせん断ひずみ一覧
(南北方向) ($\times 10^{-3}$)

階	Ss-1	Ss-2	Ss-3	評価基準値
クレーン階	0.07	0.07	0.06	2.0 以下
6階	0.14	0.13	0.12	
5階	0.09	0.08	0.07	
M5階	0.15	0.13	0.13	
4階	0.19	0.17	0.17	
3階	0.19	0.18	0.17	
2階	0.33	0.28	0.20	
1階	0.15	0.15	0.13	
地下1階	0.11	0.11	0.09	
地下2階	0.12	0.12	0.10	

*網掛け部は最大せん断ひずみ

表3-10 6号機耐震壁のせん断ひずみ一覧
(東西方向) ($\times 10^{-3}$)

階	Ss-1	Ss-2	Ss-3	評価基準値
クレーン階	0.06	0.06	0.05	2.0 以下
6階	0.12	0.12	0.11	
5階	0.08	0.07	0.07	
M5階	0.17	0.15	0.15	
4階	0.23	0.19	0.19	
3階	0.20	0.19	0.17	
2階	0.23	0.21	0.18	
1階	0.14	0.14	0.12	
地下1階	0.10	0.11	0.08	
地下2階	0.12	0.12	0.09	

*網掛け部は最大せん断ひずみ

3.2 安全上重要な機器・配管系の耐震安全性評価

評価は、以下に示す福島第一原子力発電所各号機の原子炉を「止める」「冷やす」放射性物質を「閉じ込める」といった安全上重要な機能を有する耐震Sクラスの主要な設備に対して実施しました。

炉心支持構造物	制御棒（挿入性）	残留熱除去系ポンプ	
残留熱除去系配管	原子炉压力容器	主蒸気系配管	原子炉格納容器

1号機の名称はそれぞれ原子炉停止時冷却系ポンプ、原子炉停止時冷却系配管

評価にあたっては、基準地震動 S_s による応答解析を行い、その結果求められた発生値（または応答加速度）を評価基準値と比較することによって構造強度評価、動的機能維持評価を行いました。

ここで評価基準値とは、構造強度評価の場合は材料毎に定められた許容応力等、動的機能維持評価の場合は試験で予め正常に作動することが確認された確認済相対変位等のことを言います。

評価の結果、発生値は評価基準値を満足しており、耐震安全性が確保されていることを確認しました。（表 3-11～20）

表 3-11 1号機 構造強度評価結果

区分	設備	評価部位	単位	発生値	評価基準値 (許容値)
止める	炉心支持構造物	シャフト・サポート	応力(MPa)	101	196
冷やす	原子炉停止時冷却系ポンプ	基礎ボルト	応力(MPa)	6	127
	原子炉停止時冷却系配管	配管	応力(MPa)	229	414
閉じ込める	原子炉压力容器	基礎ボルト	応力(MPa)	68	222
	主蒸気系配管	配管	応力(MPa)	287	374
	原子炉格納容器	ドライウェル	応力(MPa)	113	382

発生値は基準地震動 S_s - 1、2、3 によるもののうち最も厳しいものを記載

表 3-12 1号機 動的機能維持評価結果

区分	設備	単位	発生値	評価基準値 (許容値)
止める	制御棒（挿入性）	相対変位 (mm)	21.2	40.0

発生値は基準地震動 S_s - 1、2、3 によるもののうち最も厳しいものを記載

表 3-13 2号機 構造強度評価結果

区分	設備	評価部位	単位	発生値	評価基準値 (許容値)
止める	炉心支持構造物	シラウト・サポ-ト	応力(MPa)	34	209
冷やす	残留熱除去系ポンプ	基礎ボルト	応力(MPa)	55	185
	残留熱除去系配管	配管	応力(MPa)	101	315
閉じ 込める	原子炉圧力容器	基礎ボルト	応力(MPa)	27	222
	主蒸気系配管	配管	応力(MPa)	288	360
	原子炉格納容器	ドライウェル	応力(MPa)	139	255

発生値は基準地震動 Ss - 1、2、3 によるもののうち最も厳しいものを記載

表 3-14 2号機 動的機能維持評価結果

区分	設備	単位	発生値	評価基準値 (許容値)
止める	制御棒(挿入性)	相対変位(mm)	16.5	40.0

発生値は基準地震動 Ss - 1、2、3 によるもののうち最も厳しいものを記載

表 3-15 3号機 構造強度評価結果

区分	設備	評価部位	単位	発生値	評価基準値 (許容値)
止める	炉心支持構造物	シラウト・サポ-ト	応力(MPa)	33	208
冷やす	残留熱除去系ポンプ	基礎ボルト	応力(MPa)	42	185
	残留熱除去系配管	配管	応力(MPa)	267	363
閉じ 込める	原子炉圧力容器	基礎ボルト	応力(MPa)	36	222
	主蒸気系配管	配管	応力(MPa)	183	417
	原子炉格納容器	ドライウェル	応力(MPa)	199	255

発生値は基準地震動 Ss - 1、2、3 によるもののうち最も厳しいものを記載

表 3-16 3号機 動的機能維持評価結果

区分	設備	単位	発生値	評価基準値 (許容値)
止める	制御棒(挿入性)	相対変位(mm)	14.8	40.0

発生値は基準地震動 Ss - 1、2、3 によるもののうち最も厳しいものを記載

表 3-17 4号機 構造強度評価結果

区分	設備	評価部位	単位	発生値	評価基準値 (許容値)
止める	炉心支持構造物	シラウト・サポ-ト	応力(MPa)	106	203
冷やす	残留熱除去系ポンプ	基礎ボルト	応力(MPa)	73	156
	残留熱除去系配管	配管	応力(MPa)	137	335
閉じ 込める	原子炉圧力容器	基礎ボルト	応力(MPa)	70	237
	主蒸気系配管	配管	応力(MPa)	296	309
	原子炉格納容器	ドライウェル	応力(MPa)	150	382

発生値は基準地震動 Ss - 1、2、3 によるもののうち最も厳しいものを記載

表 3-18 4号機 動的機能維持評価結果

区分	設備	単位	発生値	評価基準値 (許容値)
止める	制御棒(挿入性)	相対変位(mm)	12.2	40.0

発生値は基準地震動 Ss - 1、2、3 によるもののうち最も厳しいものを記載

表 3-19 6号機 構造強度評価結果

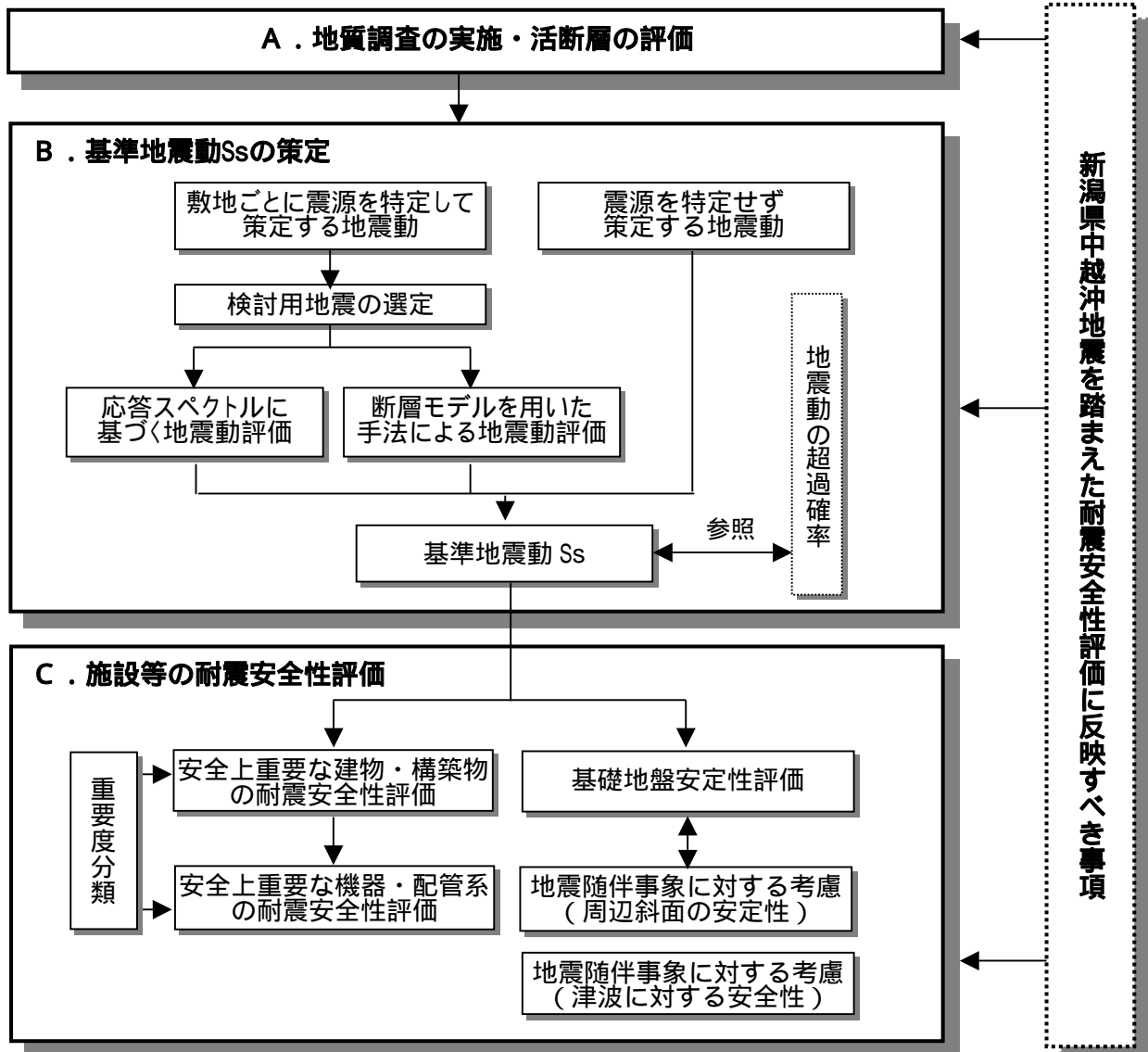
区分	設備	評価部位	単位	発生値	評価基準値 (許容値)
止める	炉心支持構造物	シラウト・サポ-ト	応力(MPa)	102	228
冷やす	残留熱除去系ポンプ	基礎ボルト	応力(MPa)	93	350
	残留熱除去系配管	配管	応力(MPa)	99	335
閉じ 込める	原子炉圧力容器	基礎ボルト	応力(MPa)	32	499
	主蒸気系配管	配管	応力(MPa)	245	375
	原子炉格納容器	ドライウェル	応力(MPa)	33	253

発生値は基準地震動 Ss - 1、2、3 によるもののうち最も厳しいものを記載

表 3-20 6号機 動的機能維持評価結果

区分	設備	単位	発生値	評価基準値 (許容値)
止める	制御棒(挿入性)	相対変位(mm)	16.9	40.0

発生値は基準地震動 Ss - 1、2、3 によるもののうち最も厳しいものを記載



【耐震安全性評価の流れ】