

本資料のうち枠囲みの内容は、他社の機密事項を含む可能性があるため公開できません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-他-F-01-0084_改1
提出年月日	2021年9月8日

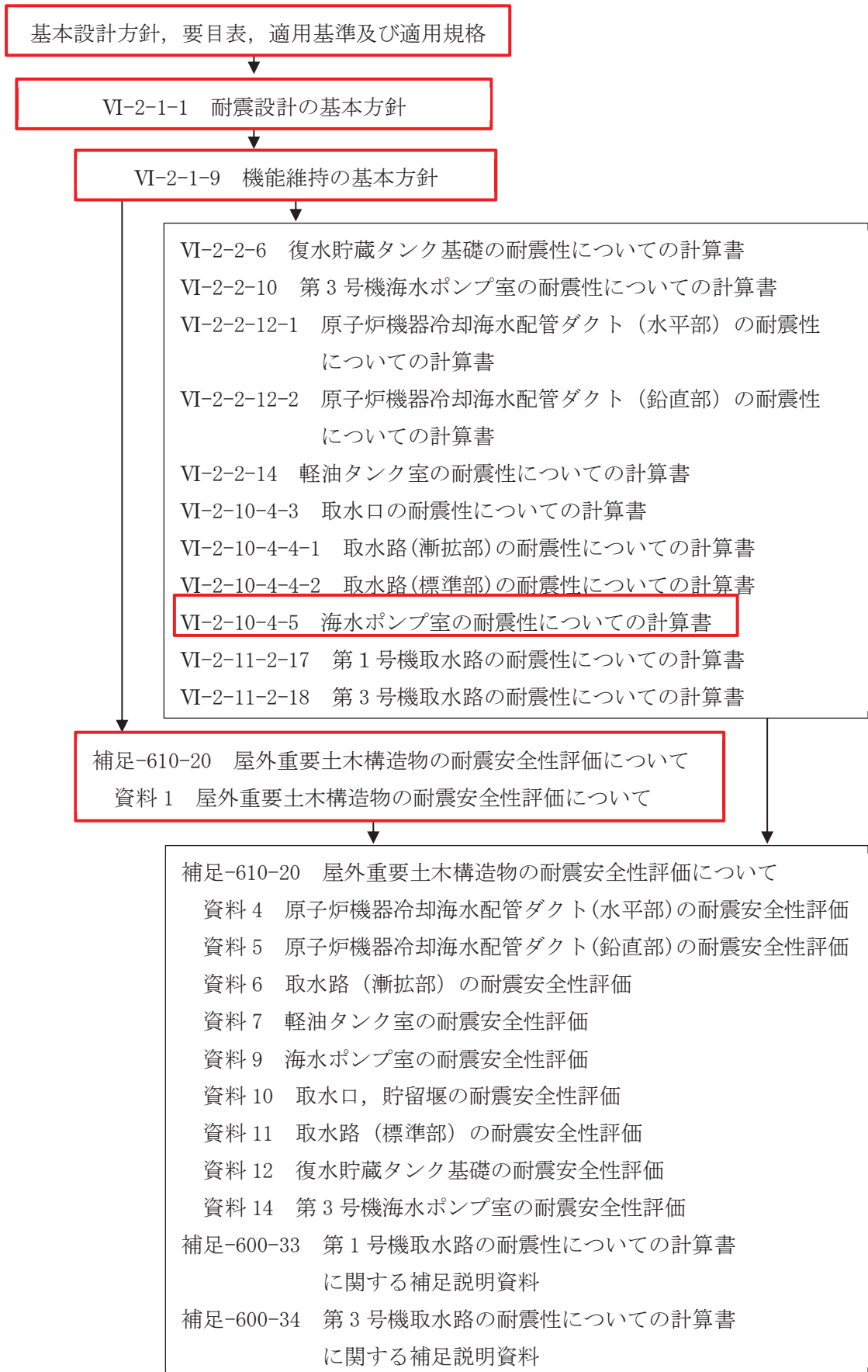
工認図書における Ccb 工法等の適用条件の記載方針

1. 概要

本資料は、後施工せん断補強筋工法である CC b 工法及びコンクリートの増し厚による耐震補強の重要性に鑑み、先行サイトの後施工せん断補強筋工法の記載を考慮し、上位図書である基本設計方針から、下位図書である各構造物の補足説明資料に至るまでの記載方法を整理するものである。

具体的には、先行サイトの後施工せん断補強筋工法の記載との比較表を作成し、整理を行う。また、構造物における添付書類の比較においては、部材の増し厚及び CC b 工法による耐震補強を実施している海水ポンプ室を代表とする。

上位図書における CC b 工法及び増し厚の記載については、適用条件に関する内容となることから、図 1-1 の図書の記載について整理を行う。



整理比較表作成図書

図1-1 CCb工法における整理対象図書

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）
 ■■■■：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	Ccb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p style="text-align: center;">(本文)</p> <p style="text-align: center;">II. 工事計画</p> <p style="text-align: center;">3. 原子炉冷却系統施設（蒸気タービンを除く。）</p> <p style="text-align: center;">11 原子炉冷却系統施設（蒸気タービンを除く。）の</p> <p style="text-align: center;">基本設計方針、適用基準及び適用規格</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	CCb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p>(2) 適用基準及び適用規格</p> <p>第1章 共通項目</p> <p>原子炉冷却系統施設に適用する共通項目の基準及び規格については、以下の基準及び規格並びに、火災防護設備、浸水防護施設の「(2) 適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p> <p>なお、以下に示す原子炉冷却系統施設に適用する共通項目の基準及び規格を適用する個別の施設区分については、「表 1. 施設共通の適用基準及び適用規格（該当施設）」に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一般財団法人土木研究センター 建設技術審査証明報告書 後施工セラミック定着型せん断補強鉄筋「セラミックキャップバー(CCb)」 ・鉄道総合技術研究所 平成13年3月 鉄道構造物等設計標準・同解説（開削トンネル） 	<p>設計方針の差異による（女川2号では、セラミックキャップバー工法を適用している。また、増厚部において鉄道構造物等設計標準・同解説（開削トンネル）に準拠し、既設部材と補強部材が負担するせん断力を足し合わせた許容限界を設定している。）</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）
 ■：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	Ccb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p style="text-align: center;">■ (本文) ■ II. 工事計画 ■ 8. その他発電用原子炉の附属施設</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機

女川原子力発電所第2号機

CCb 工法の適用条件に関連した差異の概要

8.7 非常用取水設備

8.7.1 取水設備（非常用の冷却用海水を確保する構築物に限る。）

			変更前	変更後
名称			-	海水ポンプ室*1
種類	-	鉄筋コンクリート取水槽		
容量		m ³		2971 以上 (4300*2) *3
主要寸法	たて	m		32.5*2
	横	m		77.0*2
	高さ	m		28.4*2
材料		-		鉄筋コンクリート
個数		-	1	

設備の相違

注記*1：本設備は既存の設備である。

*2：公称値を示す。

*3：引き波時に非常用海水ポンプの継続運転に必要な水量であり、貯留堰、取水口、取水路及び海水ポンプ室で確保する水量の合計値を示す。

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）
 ■：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	Ccb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p>VI-2-1-1 耐震設計の基本方針</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	Ccb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p>5. 機能維持の基本方針</p> <p>5.1 構造強度</p> <p>(4) 許容限界</p> <p>c. 土木構造物</p> <p>(a) 屋外重要土木構造物</p> <p>ロ. 基準地震動 S_s による地震力との組合せに対する許容限界</p> <p>構造部材の曲げについては、限界層間変形角、限界ひずみ、降伏曲げモーメント又は許容応力度、面外せん断についてはせん断耐力又は許容応力度、面内せん断については限界せん断ひずみを許容限界とする。なお、限界層間変形角、限界ひずみ、限界せん断ひずみ及びせん断耐力に対して妥当な安全余裕を持たせることとし、それぞれの安全余裕については、各施設の機能要求等を踏まえ設定する。</p> <p>10. 耐震計算の基本方針</p> <p>10.3 土木構造物（屋外重要土木構造物及びその他の土木構造物）</p> <p>土木構造物（屋外重要土木構造物及びその他の土木構造物）の評価は、「4. 設計用地震力」で示す設計用地震力による適切な応力解析に基づいた地震応力と、組み合わせるべき他の荷重による応力との組合せ応力が「5. 機能維持の基本方針」で示す許容限界内にあることを確認すること（解析による設計）により行う。</p> <p>屋外重要土木構造物については、構造物と地盤の相互作用を考慮できる連成系の地震応答解析手法とし、地盤及び構造物の地震時における非線形挙動の有無や程度に応じて、線形、等価線形、非線形解析のいずれかにて行う。また、評価に当たっては、材料物性のばらつきを適切に考慮する。躯体への耐震補強に当たっては、部材の増厚及び後施工せん断補強筋による耐震補強を実施する。部材の増厚については、運転上必要な通水断面を確保した範囲に適用し、耐震補強効果を反映する。後施工せん断補強筋については、その適用性及び設計の妥当性を確認の上、耐震補強効果を反映する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・時刻歴応答解析法 ・FEM等を用いた応力解析 <p>その他の土木構造物の評価手法は、J E A G 4 6 0 1に基づき実施することを基本とする。</p> <p>屋外重要土木構造物の具体的な評価手法については、添付書類「VI-2-2 耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性についての計算書」及び添付書類「VI-2-3～VI-2-10」の各申請設備の耐震性についての計算書に示す。また、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価については、添付書類「VI-2-12 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価」に示す。</p>	<p>設計方針の差異による（女川2号では、材料非線形解析等により算出した照査用ひずみに対し、コンクリートの圧縮ひずみ、主筋ひずみ及び圧縮縁コンクリートひずみを曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界として評価を行っている。また、3次元構造解析を行う構造物においては、面内せん断ひずみに対し、限界せん断ひずみを許容限界として評価を行っている。）</p> <p>表現の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）
 ■：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	Ccb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p>屋外重要土木構造物の評価においては、地下水位低下設備の機能を考慮した設計用地下水位を設定し評価を行う。</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）
 ■：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	Ccb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p>VI-2-1-9 機能維持の基本方針</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	Ccb 工法の適用条件に関連した差異の概要																									
	<p>3. 構造強度</p> <p>3.1 構造強度上の制限</p> <p>(3) 土木構造物 (設計基準対象施設)</p> <table border="1" data-bbox="857 352 1464 871"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th rowspan="2">荷重の組合せ</th> <th colspan="3">許容限界</th> </tr> <tr> <th>曲げ</th> <th>せん断</th> <th>基礎地盤の支持性能</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">土木構造物</td> <td>屋外重要土木構造物</td> <td>G + P + S s</td> <td>限界層間変形角^{*1}、限界ひずみ^{*1,*3}、降伏曲げモーメント[*]又は許容応力度とする。</td> <td>せん断耐力^{*1}、許容応力度又は限界せん断ひずみ^{*1,*2}とする。</td> <td>地盤の極限支持力に対して妥当な安全余裕を持たせる。</td> </tr> <tr> <td></td> <td>G + P + S c</td> <td>許容応力度とする。</td> <td>許容応力度とする。</td> <td>地盤の短期許容支持力とする。</td> </tr> <tr> <td>その他の土木構造物</td> <td>G + P + S c</td> <td>許容応力度とする。</td> <td>許容応力度とする。</td> <td>地盤の短期許容支持力とする。</td> </tr> </tbody> </table> <p>注記*1：各種安全係数を見込むことで、妥当な安全余裕を持たせる。</p> <p>*2：後施工によるせん断補強筋を考慮したせん断耐力及び増厚部によるせん断耐力を用いる場合は、その適用性及び設計の妥当性を確認の上、許容限界を設定する。</p> <p>*3：止水性の維持が要求される部位については、基準地震動 S s による地震力に伴い生じる荷重又は応力に対して、おおむね弾性状態に留まることを計算により確認する。</p> <p>〔記号の説明〕 G：固定荷重 P：積載荷重 S s：基準地震動 S s による地震力 S c：耐震 C クラスの施設に適用される静的地震力</p>			荷重の組合せ	許容限界			曲げ	せん断	基礎地盤の支持性能	土木構造物	屋外重要土木構造物	G + P + S s	限界層間変形角 ^{*1} 、限界ひずみ ^{*1,*3} 、降伏曲げモーメント [*] 又は許容応力度とする。	せん断耐力 ^{*1} 、許容応力度又は限界せん断ひずみ ^{*1,*2} とする。	地盤の極限支持力に対して妥当な安全余裕を持たせる。		G + P + S c	許容応力度とする。	許容応力度とする。	地盤の短期許容支持力とする。	その他の土木構造物	G + P + S c	許容応力度とする。	許容応力度とする。	地盤の短期許容支持力とする。	<p>表現の相違</p> <p>設計方針の差異による（女川2号では、材料非線形解析等により算出した照査用ひずみに対し、コンクリートの圧縮ひずみ、主筋ひずみ及び圧縮縁コンクリートひずみを曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界として評価を行っている。また、3次元構造解析を行う構造物においては、面内せん断ひずみに対し、限界せん断ひずみを許容限界として評価を行っている。）</p> <p>設計方針の差異による（女川2号では、増厚部において鉄道構造物等設計標準・同解説（開削トンネル）に準拠し、既設部材と補強部材が負担するせん断耐力を足し合わせた許容限界を設定している。）</p> <p>設計方針の差異による（女川2号では、S クラスの機器及び配管等の安全機能を損なうことがないよう止水機能を設定している。）</p>
					荷重の組合せ	許容限界																					
		曲げ	せん断	基礎地盤の支持性能																							
土木構造物	屋外重要土木構造物	G + P + S s	限界層間変形角 ^{*1} 、限界ひずみ ^{*1,*3} 、降伏曲げモーメント [*] 又は許容応力度とする。	せん断耐力 ^{*1} 、許容応力度又は限界せん断ひずみ ^{*1,*2} とする。	地盤の極限支持力に対して妥当な安全余裕を持たせる。																						
		G + P + S c	許容応力度とする。	許容応力度とする。	地盤の短期許容支持力とする。																						
	その他の土木構造物	G + P + S c	許容応力度とする。	許容応力度とする。	地盤の短期許容支持力とする。																						

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機

女川原子力発電所第2号機

Ccb 工法の適用条件に関連した差異の概要

(重大事故等対処施設)

設備分類 施設区分	*1 荷重の組合 せ	許容限界			
		曲げ	せん断	基礎地盤の 支持性能	
土木 構造物	①*2, ③, ④*2 ⑤, ⑥*2	G + P + S s	限界層間変形角 *3, 限界ひずみ *3, 降伏曲げモ ーメント又は許 容応力度とす る。	せん断耐力*3, *4, 許容応力 度又は限界せ ん断ひずみ*3 とする。	地盤の極限支 持力に対して *4 妥当な安全余 裕を持たせる。
	①	G + P + S c	許容応力度とす る。	許容応力度と する。	地盤の短期許 容支持力とす る。

注記*1：重大事故等対処施設の設備分類及び施設区分

- ①：常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がBクラス又はCクラスのもの）
- ②：①が設置される重大事故等対処施設
- ③：常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）
- ④：③が設置される重大事故等対処施設
- ⑤：常設重大事故緩和設備又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）
- ⑥：⑤が設置される重大事故等対処施設

*2：屋外重要土木構造物の機能を代替する重大事故等対処施設に適用する。

*3：各種安全係数を見込むことで、妥当な安全余裕を持たせる。

*4：後施工によるせん断補強筋を考慮したせん断耐力及び増厚部によるせん断耐力を用いる場合は、その適用性及び設計の妥当性を確認の上、許容限界を設定する。

表現の相違

設計方針の差異による（女川2号では、材料非線形解析等により算出した照査用ひずみに対し、コンクリートの圧縮ひずみ、主筋ひずみ及び圧縮縁コンクリートひずみを曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界として評価を行っている。また、3次元構造解析を行う構造物においては、面内せん断ひずみに対し、限界せん断ひずみを許容限界として評価を行っている。）

設計方針の差異による（女川2号では、増厚部において鉄道構造物等設計標準・同解説（開削トンネル）に準拠し、既設部材と補強部材が負担するせん断耐力を足し合わせた許容限界を設定している。）

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

■：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	Ccb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p>VI-2-2-8 海水ポンプ室の耐震性についての計算書</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	CCb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p>2.4 適用基準</p> <p>適用する規格，基準等を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土木学会 2002 年 コンクリート標準示方書[構造性能照査編] ・土木学会 2012 年 コンクリート標準示方書[設計編] ・土木学会 2017 年 コンクリート標準示方書[設計編] ・土木学会 2005 年 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル ・原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1-1987） ・日本道路協会 平成 14 年 3 月 道路橋示方書・同解説 I 共通編・IV 下部構造編 ・日本道路協会 平成 14 年 3 月 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編 ・一般財団法人土木研究センター 建設技術審査証明報告書 後施工セラミック定着型せん断補強鉄筋「セラミックキャップバー(CCb)」 ・鉄道総合技術研究所 平成 13 年 3 月 鉄道構造物等設計標準・同解説（開削トンネル） 	<p>設計方針の差異による（女川2号では，セラミックキャップバー工法を適用している。また，増厚部において鉄道構造物等設計標準・同解説（開削トンネル）に準拠し，既設部材と補強部材が負担するせん断力を足し合わせた許容限界を設定している。）</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	CCb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p>3.3 許容限界</p> <p>許容限界は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定する。</p> <p>3.3.1 構造部材の健全性に対する許容限界</p> <p>(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界</p> <p>構造強度を有することの確認における構造部材（鉄筋コンクリート）の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界は、原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（土木学会 原子力土木委員会，2005年6月）（以下「土木学会マニュアル」という。）に基づき、限界ひずみ（圧縮縁コンクリートひずみ 1.0%）とする。</p> <p>曲げ・軸力系の破壊に対する限界状態については、土木学会マニュアルではコンクリートの圧縮縁のかぶりが剥落しないこととされており、圧縮縁コンクリートひずみ 1.0%の状態は、かぶりコンクリートが剥落する前の状態であることが、屋外重要土木構造物を模したラーメン構造の破壊実験及び数値シミュレーション等の結果より確認されている。この状態を限界値とすることで構造全体としての安定性等が確保できるとして設定されたものである。</p> <p>各要求機能について、通水機能を有することの確認においては、部材が終局状態に至らないことを目標性能とすることから、限界ひずみ（圧縮縁コンクリートひずみ 1%）を許容限界とする。貯水機能及び止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認においては、コンクリート標準示方書に基づき、主筋ひずみ及びコンクリートの圧縮ひずみについて、部材降伏に相当するひずみ（主筋ひずみ 1725μ、コンクリート圧縮ひずみ 2000μ）とする。</p> <p>鉄筋コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界を表 3-3 に示す。</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機

女川原子力発電所第2号機

CCb 工法の適用条件に関連した差異の概要

表 3-3 海水ポンプ室の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

確認項目	許容限界	
構造強度を有すること	限界ひずみ	通水機能：圧縮縁コンクリート ひずみ：1.0% (10000 μ) 貯水機能及び止水機能： 主鉄筋(SD345)：1725 μ コンクリート：2000 μ
Sクラスの施設等を支持する機能を損なわないこと		支持機能：主鉄筋(SD345)：1725 μ コンクリート：2000 μ

(2) せん断破壊に対する許容限界

構造強度を有することの確認におけるせん断破壊に対する許容限界は、土木学会マニュアルに基づくせん断耐力とする。

せん断耐力は、土木学会マニュアルに基づき「a. 棒部材式」を適用することとし、ディープビームとなる部材についても、「a. 棒部材式」を用いることで安全側の評価となる。

CCb 工法を用いる構造部材については「b. CCb によりせん断補強された部材のせん断耐力式」を、増厚補強を行う構造部材については「c. 増厚部におけるせん断耐力式」を用いる。また、CCb 適用部材に対して増厚補強を行う場合については、「d. CCb 適用部材に対して増厚補強を行う場合におけるせん断耐力式」を用いる。せん断破壊に対する照査のフローを図 3-6 に示す。

増厚部におけるせん断耐力については、「鉄道構造物等設計標準・同解説（開削トンネル）（鉄道総合技術研究所、平成 13 年 3 月）」（以下「鉄道標準」という。）によることとする。

各要求機能に対する確認について、通水機能、貯水機能、止水機能、支持機能のいずれも、せん断破壊に対しては、終局状態に至らないことを目標性能とすることからせん断耐力を許容限界とする。

設計方針の差異による（CCb 工法の適用条件）

設計方針の差異による（女川 2 号では、コンクリートの増厚による耐震補強を実施する）

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）
 ■：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機

女川原子力発電所第2号機

Ccb 工法の適用条件に関連した差異の概要

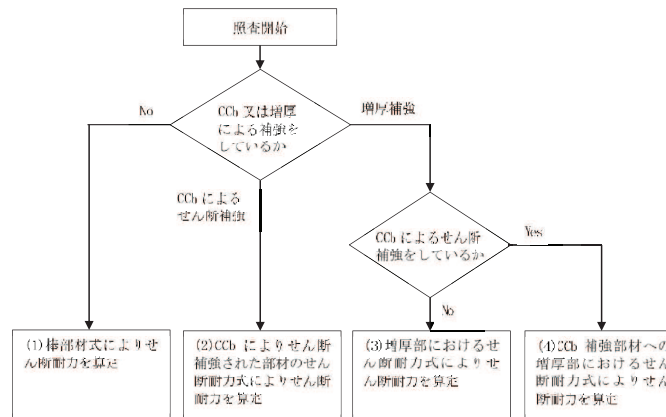


図 3-6 せん断破壊に対する耐力評価フロー

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	CCb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p>a. 棒部材式</p> $V_{y d} = V_{c d} + V_{s d}$ <p>ここで、$V_{y d}$：せん断耐力 $V_{c d}$：コンクリートが分担するせん断耐力 $V_{s d}$：せん断補強鉄筋が分担するせん断耐力</p> $V_{c d} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot \beta_a \cdot f_{v c d} \cdot b_w \cdot d / \gamma_{b c}$ $f_{v c d} = 0.20^3 \sqrt{f'_{c d}} \quad \text{ただし、} f_{v c d} > 0.72 \text{ (N/mm}^2\text{) となる場合は} \\ f_{v c d} = 0.72 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $\beta_d = \sqrt[4]{1/d} \quad (d \text{ [m]}) \quad \text{ただし、} \beta_d > 1.5 \text{ となる場合は} \beta_d = 1.5$ $\beta_p = \sqrt[3]{100 p_v} \quad \text{ただし、} \beta_p > 1.5 \text{ となる場合は} \beta_p = 1.5$ $\beta_n = 1 + M_0 / M_d \quad (N'_d \geq 0) \quad \text{ただし、} \beta_n > 2.0 \text{ となる場合は} \beta_n = 2.0$ $= 1 + 2 M_0 / M_d \quad (N'_d < 0) \quad \text{ただし、} \beta_n < 0 \text{ となる場合は} \beta_n = 0$ $\beta_a = 1$ <p>ここで、$f'_{c d}$：コンクリート圧縮強度の設計用値(N/mm²)で設計基準強度 $f'_{c k}$ を 材料係数 $\gamma_{m c}$ で除したもの</p> $p_v = \text{引張鉄筋比} \quad p_v = A_s / (b_w \cdot d)$ <p>A_s：引張側鋼材の断面積</p> <p>b_w：部材の有効幅</p> <p>d：部材の有効高さ</p> <p>N'_d：設計軸圧縮力</p> <p>M_d：設計曲げモーメント</p> <p>M_0：M_d に対する引張縁において、軸方向力によって発生する応力を打ち消すのに必要なモーメント（デコンプレッションモーメント）</p> $M_0 = N'_d \cdot D / 6$ <p>D：断面高さ</p>	<p>記載表現の差異により（女川2号では、a. で棒部材式によるせん断耐力式、b. でCCbによりせん断補強された部材のせん断耐力式を記載している。）</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	CCb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p> $V_{sd} = \left\{ A_w f_{wyd} (\sin \alpha + \cos \alpha) / s \right\} z / \gamma_{bs}$ </p> <p> ここで、A_w : 区間sにおけるせん断補強筋の総断面積 f_{wyd} : せん断補強筋の降伏強度の材料係数 γ_{ms} で除したもので、 400N/mm²以下とする。ただし、コンクリートの圧縮強度の特性値 f'_{ck} が60N/mm²以上の時は、800N/mm²以下としてよい。 α : せん断補強筋と部材軸のなす角度 s : せん断補強筋の配置間隔 z : 圧縮応力の合力の作用位置から引張鋼材図心までの距離で、 d/1.15とする。 γ_{bs} : 部材係数 γ_{ms} : 材料係数 </p> <p> b. CCb によりせん断補強された部材のせん断耐力式（棒部材式） 海水ポンプ室において後施工せん断補強（セラミックキャップバー（CCb））を配置した構造部材のせん断耐力については、「建設技術審査証明報告書 技術名称 後施工セラミック定着型せん断補強鉄筋「セラミックキャップバー（CCb）一般財団法人土木研究センター」」（以下、建設技術証明書という）に示されている以下の設計式により求める。 </p> <p> $V_{pyd} = V_{cd} + V_{sd} + V_{CCbd} \quad (1)$ </p> <p> $V_{CCbd} = \beta_{aw} \cdot V_{awd}$ $= \beta_{aw} \left\{ A_{aw} \cdot f_{awy d} (\sin \alpha_{aw} + \cos \alpha_{aw}) / S_{aw} \right\} z / \gamma_b \quad (2)$ </p> <p> $\beta_{aw} = \eta = 1 - \frac{1}{2S_{rb}} \quad (3)$ </p> <p> ただし、$\eta - d \leq 0$となる場合は$\eta - d = 0$とする。 </p> <p> ここに、 V_{cd} : せん断補強鋼材を用いない壁部材の単位幅あたりのせん断耐力 V_{sd} : 既存のせん断補強鋼材により受け持たれる壁部材の単位幅あたりのせん断耐力 V_{CCbd} : セラミックキャップバー（CCb）により受け持たれる壁部材の単位幅あたりのせん断耐力 </p>	<p>設計方針の差異による（女川2号では、CCb 工法を採用している）</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）
 ■：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	Ccb 工法の適用条件に関連した差異の概要

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	CCb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p>V_{awd}：セラミックキャップバー（CCb）を通常のスターラップと見なして求められる壁部材の単位幅あたりのせん断耐力</p> <p>β_{aw}：セラミックキャップバー（CCb）のせん断耐力の向上への有効性を示す係数</p> <p>A_{aw}：単位長さ当たりの区間 S_{aw} におけるセラミックキャップバー（CCb）の総断面積</p> <p>$f_{awy d}$：セラミックキャップバー（CCb）の設計降伏強度で $400\text{N}/\text{mm}^2$ 以下とする。</p> <p>α_{aw}：セラミックキャップバー（CCb）が部材軸となす角度</p> <p>S_{aw}：セラミックキャップバー（CCb）の配置間隔</p> <p>z：圧縮応力の合力の作用位置から引張鋼材図心までの距離で一般に $d/1.15$ としてよい。</p> <p>γ_b：部材係数（一般に 1.10 としてよい）</p> <p>l_y：セラミックキャップバー（CCb）の先端型定着耐の定着長（$5D$ としてよい）</p> <p>S_{rb}：補強対象部材の圧縮鉄筋と引張鉄筋の間隔</p> <p>d：補強対象部材の有効高さ</p> <p>d'：差し込み側の部材表面から圧縮鋼材図心までの距離</p> <p>セラミックキャップバー（CCb）が負担するせん断耐力は、先端型定着体の定着長が $5D$ であることから、通常のせん断鉄筋に比べ補強効率が低下することから、セラミックキャップバー（CCb）が負担するせん断耐力は同定着長と補強対象部材の主鉄筋間隔から算出される有効率 β_{aw} を通常のせん断補強鉄筋の負担分に乘じることでより考慮されている。図 3-7 に有効率算定における概念図を示す。</p>	<p>設計方針の差異による（女川2号では、3次元構造解析を行う構造物について棒部材式のみの適用としている。また、CCb工法は棒部材式の適用となる。）</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

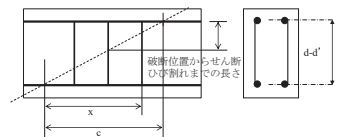
緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

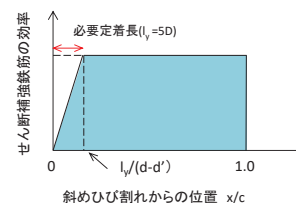
美浜原子力発電所第3号機

女川原子力発電所第2号機

Ccb 工法の適用条件に関連した差異の概要



(a) 斜めひび割れ内に定着不良が生じたせん断補強鉄筋



(b) 標準型

図3-7 セラミックキャップバー (Ccb) の有効率算定の概念図

c. 増厚部におけるせん断耐力式

増厚補強部において既設部材と補強部材を一体壁として考慮する場合におけるせん断補強鋼材が負担するせん断耐力 V_{wd} の算定の考え方を図3-8に示す。せん断耐力式は、既設部材と補強部材が負担するせん断耐力の足し合わせとして図3-8の(解8.4.3-3)により算定する。

設計方針の差異による（女川2号では、コンクリートの増厚による耐震補強を実施する）

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）
 ■：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機

女川原子力発電所第2号機

Ccb 工法の適用条件に関連した差異の概要

各々の壁に分離してせん断補強鋼材を配置する場合において、せん断補強鋼材により受け持たれる設計せん断耐力は、式（解 8.4.3-3）により算定してよい。

$h_1 > h_2$ の場合

$$V_{wd} = \left\{ \frac{A_{w1} \cdot f_{wyd} \cdot (\sin \theta_1 + \cos \theta_1) \cdot z_1}{s_1} + \frac{A_{w2} \cdot f_{wyd} \cdot (\sin \theta_2 + \cos \theta_2) \cdot z_2 \cdot \frac{h_2}{h_1}}{s_2} \right\} / \gamma_b$$

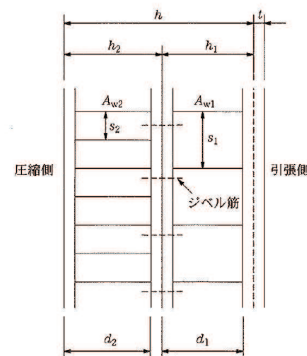
$h_1 = h_2$ の場合

$$V_{wd} = \left\{ \frac{A_{w1} \cdot f_{wyd} \cdot (\sin \theta_1 + \cos \theta_1) \cdot z_1}{s_1} + \frac{A_{w2} \cdot f_{wyd} \cdot (\sin \theta_2 + \cos \theta_2) \cdot z_2}{s_2} \right\} / \gamma_b$$

$h_1 < h_2$ の場合

$$V_{wd} = \left\{ \frac{A_{w1} \cdot f_{wyd} \cdot (\sin \theta_1 + \cos \theta_1) \cdot z_1}{s_1} + \frac{A_{w2} \cdot f_{wyd} \cdot (\sin \theta_2 + \cos \theta_2) \cdot z_2}{s_2} \right\} / \gamma_b \quad (\text{解 8.4.3-3})$$

ここに、 V_{wd} ：せん断補強鋼材により受け持たれる棒部材の設計せん断耐力



解説図 8.4.3-4 一体化におけるせん断補強鉄筋の配置（分離して配置した場合）

図 3-8 既設部材と補強部材を一体壁としたせん断耐力の考え方
 （鉄道標準より抜粋（一部加筆））

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	CCb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p>d. Ccb 適用部材に対して増厚補強を行う場合におけるせん断耐力式</p> <p>既設部材に Ccb 補強を行う一体壁のせん断耐力のうちせん断補強鋼材が負担する設計せん断耐力 V_{wd} は、図 5-61 の（解 8.4.3-3）式に有効率 β_{aw} を考慮する。例として、$h_1 > h_2$ の場合に β_{aw} を考慮したせん断耐力式を式（1）に示す。</p> <p>コンクリート負担分のせん断耐力 V_{cd} は、既設部材と補強部材との間にジベル鉄筋を配置し、既設部材と補強部材が一体として挙動するため、増厚を実施しない部材において参照している原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（2005年6月 土木学会 原子力土木委員会）に基づき算出する。</p> $V_{wd} = \left\{ \frac{A_{w1} f_{wyd} (\sin \theta_1 + \cos \theta_1) z_1}{s_1} \cdot \beta_{aw} + \frac{A_{w2} f_{wyd} (\sin \theta_2 + \cos \theta_2) z_2 \cdot \frac{h_2}{h_1}}{s_2} \right\} / \gamma_b \quad (1)$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> A_{wi} : 区間 s におけるせん断補強筋の総断面積 f_{wyd} : せん断補強筋の降伏強度を材料係数 γ_{ms} (1.0) で除したもので、400N/mm^2 以下とする。ただし、コンクリートの圧縮強度の特性値 f'_{ck} が 60N/mm^2 以上の時は、800N/mm^2 以下とする。 θ_i : せん断補強筋と部材軸のなす角度 s_i : せん断補強筋の配置間隔 z_i : 圧縮応力の合力の作用位置から引張鋼材図心までの距離で、$d/1.15$ とする。 γ_b : 部材係数 (=1.1) h_i : 部材厚 	<p>設計方針の差異による（女川2号では、CCb 適用部材に対してコンクリートの増厚による耐震補強を実施する）</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	CCb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p>(3) 壁部材の面内せん断に対する許容限界</p> <p>壁部材の面内せん断に対する許容限界は、限界せん断ひずみ 2000μ (2/1000) とする。限界せん断ひずみ 2000μ (2/1000) は、J E A G 4 6 0 1 -1987 において、耐震壁の終局耐力に相当する面内せん断ひずみ 4000μ (4/1000) に余裕を見込んだ許容限界かつ耐震壁の支持機能に対する許容限界として規定されている。</p>	<p>設計方針の差異による（女川2号では、3次元構造解析を行う構造物について面内せん断に対する評価を行っている）</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）
 ■：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	Ccb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p>補足-610-20 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）
 ■：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第 3 号機	女川原子力発電所第 2 号機	Ccb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p style="text-align: center;">目 次</p> <p>資料 1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について</p> <p>6. 許容限界</p> <p style="padding-left: 20px;">6.4 後施工せん断補強工法における許容限界</p> <p>屋外重要土木構造物の耐震安全性評価についての参考資料</p> <p>参考資料 6 後施工せん断補強工法の適用性</p> <p>資料 9 海水ポンプ室の耐震安全性評価</p>	<p>記載表現の差異による（女川 2 号では、設備共通となる内容について、資料 1 で説明を行っている）</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	Ccb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p>資料1 屋外重要土木建造物の耐震安全性評価について</p> <p>6. 許容限界</p> <p>6.4 後施工せん断補強工法における適用条件 後施工によるせん断補強鉄筋を考慮したせん断耐力を用いる場合は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、適用性を確認する。</p> <p>後施工せん断補強鉄筋の適用性については、『建設技術審査証明報告書 技術名称 後施工セラミック定着型せん断補強鉄筋「セラミックキャップバー(CCb)」に基づき、「参考資料6 後施工せん断補強工法の適用性」にて適用性の確認を行っている。具体的には、Ccb 工法の適用条件は以下の項目となることから、Ccb 工法を適用する部材について以下の確認を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Ccb 工法はおおむね弾性範囲となる状況下で使用することから、曲げ・軸力系の破壊に対しては、降伏曲げモーメント又はコンクリート及び鉄筋のひずみが、部材降伏に相当する限界ひずみ(コンクリートの圧縮ひずみ:2000μ、主筋ひずみ:1725μ)を下回ることを確認する。 ・設計上の保守的な配慮として、対象とする構造部材の主鉄筋の降伏以下の場合に Ccb 工法を適用することとし、せん断破壊に対する照査値は0.80程度とする。 ・Ccb 工法は面内せん断ひずみが750μまでの範囲内において使用することから、面内せん断ひずみが750μを下回ることを確認する。 <p>Ccb 工法を適用する構造物は、原子炉機器冷却海水配管ダクト(水平部、鉛直部)、取水路(漸拡部)、軽油タンク室、海水ポンプ室、取水口、貯留堰、取水路(標準部)、復水貯蔵タンク基礎、第3号機海水ポンプ室、第1号機取水路及び第3号機取水路となり、詳細は各建造物の補足説明資料である、以下の書類に評価方法を記載している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・補足-610-20 屋外重要土木建造物の耐震安全性評価について <ul style="list-style-type: none"> 資料4 原子炉機器冷却海水配管ダクト(水平部)の耐震安全性評価 資料5 原子炉機器冷却海水配管ダクト(鉛直部)の耐震安全性評価 資料6 取水路(漸拡部)の耐震安全性評価 資料7 軽油タンク室の耐震安全性評価 資料9 海水ポンプ室の耐震安全性評価 資料10 取水口、貯留堰の耐震安全性評価 資料11 取水路(標準部)の耐震安全性評価 	<p>記載表現の差異による(女川では、前段で構造部材のせん断に対する許容限界を説明している。)</p> <p>設計方針の差異による(女川では、Ccb 工法による制約条件が複数あることから、条件を記載している。また、適用する構造物も多いことから、設備共通の説明を行う資料1に対象建造物の記載をしている。海水ポンプ室及び第3号機海水ポンプ室において、コンクリートの増厚による耐震補強を実施していることから記載している。)</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）

緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

：前回提出時からの変更箇所

美浜原子力発電所第3号機	女川原子力発電所第2号機	CCb 工法の適用条件に関連した差異の概要
	<p>資料 12 復水貯蔵タンク基礎の耐震安全性評価</p> <p>資料 14 第3号機海水ポンプ室の耐震安全性評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・補足-600-33 第1号機取水路の耐震性についての計算書に関する補足説明資料 ・補足-600-34 第3号機取水路の耐震性についての計算書に関する補足説明資料 <p>また、海水ポンプ室及び第3号機海水ポンプ室については、CCb 適用部材に対してコンクリートの増厚による耐震補強を実施していることから、既設部材に CCb 補強によるせん断耐力向上の有効率である $\beta_{a,w}$ を考慮した上で、「鉄道構造物等設計標準・同解説（開削トンネル）（鉄道総合技術研究所，平成 13 年 3 月）」に基づき、既設部材と補強部材が負担するせん断耐力の足し合わせを行うことでせん断耐力の算定を行う。</p>	<p>（補足説明資料の評価式について、先行及び女川では添付書類と同程度の記載となることから省略）</p>