

資料 3 - 2

泊発電所 3 号炉審査資料	
資料番号	DB04-9 r. 3. 10
提出年月日	令和5年7月31日

泊発電所 3 号炉

設置許可基準規則等への適合状況について  
(設計基準対象施設等)  
比較表

第4条 地震による損傷の防止

令和 5 年 7 月  
北海道電力株式会社

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p><b>1. 説明概要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>屋外重要土木構造物等において、せん断補強工法の1つである後施工せん断補強工法（セラミックキャップバー（CCb）工法）を採用していることから、これまでの先行審査における実績として適用性が確認されている範囲を整理した上で、現時点での泊3号炉への適用性の見通しを説明する。また、詳細設計段階で適用範囲外となる構造物に対してCCb工法を用いる場合の適用性確認方針について説明する。</li> </ul> <p><b>2. 泊3号炉への適用性の見通しについて</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CCb工法については女川2号炉において審査実績があることから、女川2号炉の審査実績にて適用性が確認されている範囲を整理し、現時点における泊3号炉への適用性について確認する。</li> <li>建設技術審査証明報告書に記載されている適用範囲及び女川2号炉において適用性が確認された適用範囲を整理した結果、泊3号炉でCCb工法を適用した構造物の部材諸元等は、今回整理した適用性が確認されている範囲内であり、現時点でCCb工法の適用性に問題ないことを確認した。（4条-別紙7-10, 11p参照）</li> </ul> <p><b>3. 詳細設計段階で適用範囲外となる構造物に対してCCb工法を用いる場合の適用性確認方針について</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>今後、詳細設計段階においてCCb工法を適用する構造物が追加となる場合は、今回整理した適用範囲に収まっているかを確認し、適用範囲外となる場合には女川2号炉を参考に、数値解析又は実験等によりCCbによるせん断補強効果が期待できることを確認する方針とする。</li> </ul>			

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版） 後施工せん断補強筋による耐震補強について	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版） 後施工せん断補強筋による耐震補強	泊発電所3号炉 後施工せん断補強筋による耐震補強について	相違理由
<p>目次</p> <p>1. 概要</p> <p>2. Ccb工法について</p> <p>2.1 Ccb工法を適用した部位</p> <p>2.2 Ccb工法の概要</p> <p>3. 建設技術審査証明報告書の概要</p> <p>3.1 Ccb工法の建設技術審査証明報告書の位置付け</p> <p>3.2 建設技術審査証明報告書におけるCcb工法の適用範囲</p> <p>3.3 建設技術審査証明報告書におけるCcb工法の設計方法</p> <p>3.3.1 後施工によるせん断耐力の評価方法</p> <p>3.3.2 使用材料・強度</p> <p>3.3.3 構造部材の評価</p> <p>3.3.4 構造細目</p> <p>3.4 建設技術審査証明報告書における施工性の確認</p> <p>3.4.1 施工の確実性</p> <p>3.4.2 施工の容易性</p> <p>3.4.3 施工手順の設定</p> <p>4. 女川2号炉におけるCcb工法の適用性の確認</p> <p>4.1 適用性確認フロー</p> <p>4.2 耐震評価に基づく補強仕様の設定</p> <p>4.3 ①適用性確認項目の抽出</p> <p>4.4 ②建設技術審査証明報告書の適用範囲の確認</p> <p>4.5 ③建設技術審査証明報告書の適用範囲外の項目に対するせん断補強効果の確認</p> <p>4.5.1 せん断補強効果の確認内容</p> <p>4.5.2 せん断補強効果の確認</p> <p>4.6 ④Ccbの施工精度に影響を与える項目の確認</p> <p>4.6.1 削孔方法</p> <p>4.6.2 削孔角度</p> <p>4.6.3 削孔位置</p> <p>4.6.4 グラウトの充填性</p> <p>4.7 ⑤施工実績・研究事例等の確認</p> <p>4.7.1 施工性実績の整理</p> <p>4.7.2 過去の地震の経験事例</p> <p>4.7.3 レベル2地震動を対象とした設計事例</p> <p>4.7.4 後施工せん断補強工法の比較</p> <p>4.7.5 後施工せん断補強に関する研究事例</p> <p>4.8 女川2号炉におけるCcb工法の保守性と設計上の制限の整理</p> <p>4.8.1 Ccb工法の保守性</p> <p>4.8.2 女川2号炉においてCcbにより耐震補強を行うにあたっての保守性</p>	<p>目次</p> <p>1. 概要</p> <p>2. PHb工法について</p> <p>2.1 PHb工法の使用部位</p> <p>2.2 PHb工法の概要</p> <p>3. 建設技術審査証明報告書の概要</p> <p>3.1 PHb工法の建設技術審査証明報告書の位置付け</p> <p>3.2 建設技術審査証明報告書におけるPHb工法の適用範囲</p> <p>3.3 建設技術審査証明報告書におけるPHb工法の設計方法</p> <p>3.4 建設技術審査証明報告書における施工性の確認</p> <p>4. 島根原子力発電所2号炉におけるPHbの適用性確認</p> <p>4.1 方針</p> <p>4.2 耐震評価に基づく補強仕様の設定</p> <p>4.3 適用性確認項目の抽出</p> <p>4.4 建設技術審査証明報告書の適用範囲の確認</p> <p>4.5 せん断補強効果の確認</p> <p>4.6 施工実績・研究事例等の確認</p> <p>4.7 PHbの施工上の確認</p> <p>4.8 PHbの適用性確認結果</p>	<p>目次</p> <p>1. 概要</p> <p>2. Ccb工法について</p> <p>2.1 Ccb工法の適用部位</p> <p>2.2 Ccb工法の概要</p> <p>3. 泊3号炉におけるCcb工法の適用性の確認</p> <p>3.1 適用性確認方法</p> <p>3.2 適用範囲の確認</p> <p>3.2.1 女川2号炉におけるCcb工法の適用性確認結果</p> <p>3.2.2 泊3号炉における適用範囲の確認</p> <p>3.3 泊3号炉におけるCcb工法の設計上の制限</p>	<p>島根2号炉におけるせん断補強工法はPHb工法であり、泊3号炉の補強工法（Ccb工法）とは異なることから、同じ補強工法である女川2号炉との差異について記載する</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>目次の差異理由については、本文の差異理由欄に記載</p>

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>4.8.3 女川2号炉においてCCbにより耐震補強を行うにあたっての設計上の制限</p> <p>4.8.4 有効係数<math>\beta_{db}</math>の保守性</p> <p>4.8.5 CCb工法によるせん断補強の設計検討フロー</p> <p>4.9 CCbの適用性確認結果</p> <p>5. 女川2号炉におけるCCb工法の適用性確認のまとめ</p>		<p>3.3.1 耐震補強を行うにあたっての設計上の制限</p> <p>3.3.2 CCb工法によるせん断補強の設計検討フロー</p> <p>4. 泊3号炉におけるCCb工法の適用性確認のまとめ</p>	
<p>添付資料1 建設技術審査証明書</p> <p>添付資料2 女川2号炉における部材諸元他の適用性の検討</p> <p>添付資料3 女川2号炉におけるひび割れに対する定着機能保持の検討</p> <p>添付資料4 女川2号炉におけるコンクリートの健全性の検討</p> <p>添付資料5 ディープビーム的な破壊に対するCCb工法の適用性の検討</p> <p>添付資料6 面内荷重と面外荷重が作用する部材へのCCb工法の適用性の検討</p>	<p>添付資料</p> <p>(添付資料1) 建設技術審査証明書</p> <p>(添付資料2) 解析によるせん断補強効果の確認について</p> <p>(添付資料3) 「施工管理要領書(案) (取水槽耐震補強工事(ポストヘッドパー工法))」</p> <p>(添付資料4) 建設技術審査証明書の実験条件を超えるせん断スパン比に対するPHbの適用性について</p>	<p>添付資料1 女川2号炉における建設技術審査証明書適用範囲外の項目に対するせん断補強効果の確認内容</p> <p>添付資料2 泊3号炉におけるコンクリートの健全性の検討</p>	<p>添付資料1は、泊3号炉特有の資料のため、比較表は作成しない</p>
		<p>参考資料1 建設技術審査証明報告書の概要</p> <p>参考資料2 CCbの施工精度に影響を与える項目の確認</p> <p>参考資料3 施工実績・研究事例</p>	<p>参考資料1～3は、泊3号炉におけるCCb工法の適用性確認に直接関係するものではないため、比較表は作成しない</p>



実線・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>1. 概要</p> <p>女川2号炉の屋外重要土木構造物等<sup>注</sup>には、<u>基準地震動<math>S_s</math>の大加速度化に伴い、せん断破壊に対して耐震補強工事が必要となる既設鉄筋コンクリート構造物がある。</u></p> <p>せん断破壊に対する補強工法としては、部材のせん断耐力を向上させる後施工せん断補強工法の他に、増厚工法や地盤改良工法等があるが、<u>女川2号炉の屋外重要土木構造物等</u>については、部材の耐力を直接向上させる合理的な補強工法で、後施工せん断補強工法の一つである、セラミックキャップバー（以下「CCb」という。）工法を採用している。（第1-1表、第1-2表参照）</p> <p>CCb工法は、第1-1図に示すとおり、既設の鉄筋コンクリート構造物に後施工によりせん断補強を行う工法の一つであり、部材を削孔後、その孔内にCCbを挿入し、グラウト充てんにて固定し、せん断耐力を向上させるものである。</p> <p>CCbにより耐震補強を行った構造物の一覧を第1-2表、耐震補強箇所及び補強概要を第1-2図～第1-8図に示す。</p> <p>本資料は、本補強工法が開発された際の実験の範囲と女川2号炉で用いる部材厚や破壊形態に差異があること等から、CCb工法を採用する目的、効果及び女川2号炉への適用性について説明するものである。</p> <p>※：「屋外重要土木構造物」、「常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備」、「常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く）」の<u>何れ</u>かに該当するか、又は兼務する構造物を「屋外重要土木構造物等」とする。</p>	<p>1. 概要</p> <p>取水槽については、せん断耐力の向上を目的に耐震補強を行う。取水槽は地中構造物であり、片側からしか施工できない制限を有することから、後施工プレート定着型せん断補強鉄筋（Post-Head-bar）（以下「PHb」という）工法を採用する。</p> <p>本資料は、島根原子力発電所2号炉取水槽特有の各種条件に対して、PHb工法が適用性を有するか確認するものである。</p>	<p>1. 概要</p> <p>泊3号炉の屋外重要土木構造物等<sup>注</sup>には、<u>基準地震動の大加速度化に伴い、せん断破壊に対して耐震補強工事が必要となる既設鉄筋コンクリート構造物がある。</u></p> <p>せん断破壊に対する補強工法としては、部材のせん断耐力を向上させる後施工せん断補強工法の他に、増厚工法や地盤改良工法等があるが、<u>泊3号炉の屋外重要土木構造物等</u>については、部材の耐力を直接向上させる合理的な補強工法で、後施工せん断補強工法の一つである、セラミックキャップバー（以下「CCb」という。）工法を採用している。（第1-1表、第1-2表参照）</p> <p>CCb工法は、第1-1図に示すとおり、既設の鉄筋コンクリート構造物に後施工によりせん断補強を行う工法の一つであり、部材を削孔後、その孔内にCCbを挿入し、グラウト充てんにて固定し、せん断耐力を向上させるものである。</p> <p>CCbにより耐震補強を行った構造物の一覧を第1-2表、耐震補強箇所及び補強概要を第1-2図及び第1-3図に示す。</p> <p>本資料は、本補強工法が開発された際の実験の範囲と泊3号炉で用いる部材厚や破壊形態に差異があること等から、CCb工法を採用する目的、効果及び泊3号炉への適用性について説明するものである。</p> <p>（注）：「屋外重要土木構造物」、「常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備」、「常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く）」の<u>いずれ</u>かに該当するか、又は兼務する構造物を「屋外重要土木構造物等」とする。</p>	

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																																											
<p>女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)</p> <p>第1-1表 主なせん断補強工法</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>従来工法(既設工)</th> <th>増設工法</th> <th>地盤改良工法</th> <th>免振工せん断補強工法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート打設時の鉄筋位置に、せん断補強筋を主筋または軸力筋にフックを付けて配置させる工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にコンクリートを打ち出すことで、断面を増強する工法。</li> <li>新材の幅により、せん断補強に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にセメントミルク等を噴射し、地盤改良を構築する工法。</li> <li>地盤改良を行うことにより、地震時荷重(土圧)が伝達される。せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物も併し、その内面にせん断補強筋を差し込みながら新材で固定する工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table> <p>第1-2表 CCbにより耐震補強を行った構造物<sup>(注1)</sup></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>構造物名称</th> <th>部材</th> <th>部材厚(mm)</th> <th>CCb径</th> <th>せん断スパン比<sup>(注2)</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>取水塔(熱源部)</td> <td>隔壁</td> <td>1,200</td> <td>D16, D22</td> <td>5.61</td> </tr> <tr> <td>原子炉機器冷却海水配管ダクト</td> <td>隔壁</td> <td>1,200</td> <td>D25</td> <td>6.02</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">軽油タンク室</td> <td>底版</td> <td>1,500</td> <td>D25</td> <td rowspan="3">第1-7回参照</td> </tr> <tr> <td>側壁</td> <td>1,200</td> <td>D22</td> </tr> <tr> <td>隔壁</td> <td>1,000</td> <td>D16</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">復水貯蔵タンク基礎</td> <td rowspan="2">遮蔵壁</td> <td>地上部</td> <td>500</td> <td>D13</td> <td rowspan="6">第1-8回参照</td> </tr> <tr> <td>地中部</td> <td>1,000</td> <td>D16, D25</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">バルブ室</td> <td>頂版</td> <td>800</td> <td>D16</td> </tr> <tr> <td>側壁</td> <td>1,000</td> <td>D19</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">連絡トレンチ</td> <td>頂版</td> <td>600</td> <td>D16</td> </tr> <tr> <td>側壁</td> <td>800</td> <td>D16</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1: 今後の評価により、CCbにより耐震補強を行う構造物は増える可能性がある。      ※2: せん断スパン比: a/d (a: 支間長, d: 有効高さ)</p> <p>第1-1図 CCb工法の概要図<sup>(注)</sup></p> <p>※: セラミックキャップバー(CCb)工法研究会HPより引用。一部修正・加筆。</p>	従来工法(既設工)	増設工法	地盤改良工法	免振工せん断補強工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート打設時の鉄筋位置に、せん断補強筋を主筋または軸力筋にフックを付けて配置させる工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にコンクリートを打ち出すことで、断面を増強する工法。</li> <li>新材の幅により、せん断補強に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にセメントミルク等を噴射し、地盤改良を構築する工法。</li> <li>地盤改良を行うことにより、地震時荷重(土圧)が伝達される。せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物も併し、その内面にせん断補強筋を差し込みながら新材で固定する工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	構造物名称	部材	部材厚(mm)	CCb径	せん断スパン比 <sup>(注2)</sup>	取水塔(熱源部)	隔壁	1,200	D16, D22	5.61	原子炉機器冷却海水配管ダクト	隔壁	1,200	D25	6.02	軽油タンク室	底版	1,500	D25	第1-7回参照	側壁	1,200	D22	隔壁	1,000	D16	復水貯蔵タンク基礎	遮蔵壁	地上部	500	D13	第1-8回参照	地中部	1,000	D16, D25	バルブ室	頂版	800	D16	側壁	1,000	D19	連絡トレンチ	頂版	600	D16	側壁	800	D16	<p>島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)</p> <p>第1-1表 主なせん断補強工法</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>従来工法(既設工)</th> <th>増設工法</th> <th>地盤改良工法</th> <th>免振工せん断補強工法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート打設時の鉄筋位置に、せん断補強筋を主筋又は軸力筋にフックを付けて配置させる工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にコンクリートを打ち出すことで、断面を増強する工法。</li> <li>鉄筋の幅により、せん断補強に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にセメントミルク等を噴射し、地盤改良を構築する工法。</li> <li>地盤改良を行うことにより、地震時荷重(土圧)が伝達される。せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物も併し、その内面にせん断補強筋を差し込みながら新材で固定する工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table> <p>第1-2表 CCbにより耐震補強を行った構造物<sup>(注1)</sup></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>構造物名称<sup>(注2)</sup></th> <th>部材</th> <th>部材厚(mm)</th> <th>CCb径</th> <th>せん断スパン比<sup>(注3)</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">取水ビットスクリーン室</td> <td>頂版</td> <td>1,000</td> <td>D22</td> <td>4.38</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">側壁</td> <td>2,000</td> <td>D22</td> <td>3.07</td> </tr> <tr> <td>1,200</td> <td>D22</td> <td>5.32</td> </tr> <tr> <td>隔壁</td> <td>1,500</td> <td>D22</td> <td>4.17</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注1): 今後の評価により、CCbにより耐震補強を行う構造物は増える可能性がある。      (注2): <u>トラッシュビットもCCbにより耐震補強を行っているが、撤去予定のため除外している。</u>      (注3): せん断スパン比: a/d (a: 支間長, d: 有効高さ)</p> <p>第1-1図 CCb工法の概要図<sup>(注)</sup></p> <p>(注): セラミックキャップバー(CCb)工法研究会HPより引用。一部修正・加筆。</p>	従来工法(既設工)	増設工法	地盤改良工法	免振工せん断補強工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート打設時の鉄筋位置に、せん断補強筋を主筋又は軸力筋にフックを付けて配置させる工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にコンクリートを打ち出すことで、断面を増強する工法。</li> <li>鉄筋の幅により、せん断補強に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にセメントミルク等を噴射し、地盤改良を構築する工法。</li> <li>地盤改良を行うことにより、地震時荷重(土圧)が伝達される。せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物も併し、その内面にせん断補強筋を差し込みながら新材で固定する工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	構造物名称 <sup>(注2)</sup>	部材	部材厚(mm)	CCb径	せん断スパン比 <sup>(注3)</sup>	取水ビットスクリーン室	頂版	1,000	D22	4.38	側壁	2,000	D22	3.07	1,200	D22	5.32	隔壁	1,500	D22	4.17	<p>泊発電所3号炉</p> <p>第1-1表 主なせん断補強工法</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>従来工法(既設工)</th> <th>増設工法</th> <th>地盤改良工法</th> <th>免振工せん断補強工法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート打設時の鉄筋位置に、せん断補強筋を主筋又は軸力筋にフックを付けて配置させる工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にコンクリートを打ち出すことで、断面を増強する工法。</li> <li>鉄筋の幅により、せん断補強に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にセメントミルク等を噴射し、地盤改良を構築する工法。</li> <li>地盤改良を行うことにより、地震時荷重(土圧)が伝達される。せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物も併し、その内面にせん断補強筋を差し込みながら新材で固定する工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table> <p>第1-2表 CCbにより耐震補強を行った構造物<sup>(注1)</sup></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>構造物名称<sup>(注2)</sup></th> <th>部材</th> <th>部材厚(mm)</th> <th>CCb径</th> <th>せん断スパン比<sup>(注3)</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">取水ビットスクリーン室</td> <td>頂版</td> <td>1,000</td> <td>D22</td> <td>4.38</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">側壁</td> <td>2,000</td> <td>D22</td> <td>3.07</td> </tr> <tr> <td>1,200</td> <td>D22</td> <td>5.32</td> </tr> <tr> <td>隔壁</td> <td>1,500</td> <td>D22</td> <td>4.17</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注1): 今後の評価により、CCbにより耐震補強を行う構造物は増える可能性がある。      (注2): <u>トラッシュビットもCCbにより耐震補強を行っているが、撤去予定のため除外している。</u>      (注3): せん断スパン比: a/d (a: 支間長, d: 有効高さ)</p> <p>第1-1図 CCb工法の概要図<sup>(注)</sup></p> <p>(注): セラミックキャップバー(CCb)工法研究会HPより引用。一部修正・加筆。</p>	従来工法(既設工)	増設工法	地盤改良工法	免振工せん断補強工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート打設時の鉄筋位置に、せん断補強筋を主筋又は軸力筋にフックを付けて配置させる工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にコンクリートを打ち出すことで、断面を増強する工法。</li> <li>鉄筋の幅により、せん断補強に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にセメントミルク等を噴射し、地盤改良を構築する工法。</li> <li>地盤改良を行うことにより、地震時荷重(土圧)が伝達される。せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物も併し、その内面にせん断補強筋を差し込みながら新材で固定する工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	構造物名称 <sup>(注2)</sup>	部材	部材厚(mm)	CCb径	せん断スパン比 <sup>(注3)</sup>	取水ビットスクリーン室	頂版	1,000	D22	4.38	側壁	2,000	D22	3.07	1,200	D22	5.32	隔壁	1,500	D22	4.17	<p>相違理由</p> <p>・対象施設の相違          泊3号炉のCCbにより耐震補強を行った構造物を記載している</p>
従来工法(既設工)	増設工法	地盤改良工法	免振工せん断補強工法																																																																																																																																											
<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート打設時の鉄筋位置に、せん断補強筋を主筋または軸力筋にフックを付けて配置させる工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にコンクリートを打ち出すことで、断面を増強する工法。</li> <li>新材の幅により、せん断補強に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にセメントミルク等を噴射し、地盤改良を構築する工法。</li> <li>地盤改良を行うことにより、地震時荷重(土圧)が伝達される。せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物も併し、その内面にせん断補強筋を差し込みながら新材で固定する工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>																																																																																																																																											
<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>																																																																																																																																											
構造物名称	部材	部材厚(mm)	CCb径	せん断スパン比 <sup>(注2)</sup>																																																																																																																																										
取水塔(熱源部)	隔壁	1,200	D16, D22	5.61																																																																																																																																										
原子炉機器冷却海水配管ダクト	隔壁	1,200	D25	6.02																																																																																																																																										
軽油タンク室	底版	1,500	D25	第1-7回参照																																																																																																																																										
	側壁	1,200	D22																																																																																																																																											
	隔壁	1,000	D16																																																																																																																																											
復水貯蔵タンク基礎	遮蔵壁	地上部	500	D13	第1-8回参照																																																																																																																																									
		地中部	1,000	D16, D25																																																																																																																																										
	バルブ室	頂版	800	D16																																																																																																																																										
		側壁	1,000	D19																																																																																																																																										
	連絡トレンチ	頂版	600	D16																																																																																																																																										
		側壁	800	D16																																																																																																																																										
従来工法(既設工)	増設工法	地盤改良工法	免振工せん断補強工法																																																																																																																																											
<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート打設時の鉄筋位置に、せん断補強筋を主筋又は軸力筋にフックを付けて配置させる工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にコンクリートを打ち出すことで、断面を増強する工法。</li> <li>鉄筋の幅により、せん断補強に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にセメントミルク等を噴射し、地盤改良を構築する工法。</li> <li>地盤改良を行うことにより、地震時荷重(土圧)が伝達される。せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物も併し、その内面にせん断補強筋を差し込みながら新材で固定する工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>																																																																																																																																											
<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>																																																																																																																																											
構造物名称 <sup>(注2)</sup>	部材	部材厚(mm)	CCb径	せん断スパン比 <sup>(注3)</sup>																																																																																																																																										
取水ビットスクリーン室	頂版	1,000	D22	4.38																																																																																																																																										
	側壁	2,000	D22	3.07																																																																																																																																										
		1,200	D22	5.32																																																																																																																																										
	隔壁	1,500	D22	4.17																																																																																																																																										
従来工法(既設工)	増設工法	地盤改良工法	免振工せん断補強工法																																																																																																																																											
<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート打設時の鉄筋位置に、せん断補強筋を主筋又は軸力筋にフックを付けて配置させる工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にコンクリートを打ち出すことで、断面を増強する工法。</li> <li>鉄筋の幅により、せん断補強に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物周辺にセメントミルク等を噴射し、地盤改良を構築する工法。</li> <li>地盤改良を行うことにより、地震時荷重(土圧)が伝達される。せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設コンクリート構造物も併し、その内面にせん断補強筋を差し込みながら新材で固定する工法。</li> <li>せん断補強筋を配置することで、せん断破壊に対する安全率向上に寄与する。</li> </ul>																																																																																																																																											
<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊3号炉は、多数の施工実績がある。</li> </ul>																																																																																																																																											
構造物名称 <sup>(注2)</sup>	部材	部材厚(mm)	CCb径	せん断スパン比 <sup>(注3)</sup>																																																																																																																																										
取水ビットスクリーン室	頂版	1,000	D22	4.38																																																																																																																																										
	側壁	2,000	D22	3.07																																																																																																																																										
		1,200	D22	5.32																																																																																																																																										
	隔壁	1,500	D22	4.17																																																																																																																																										

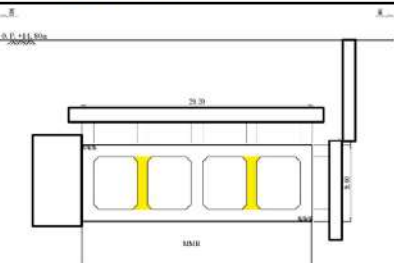
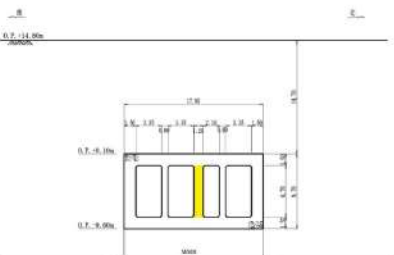
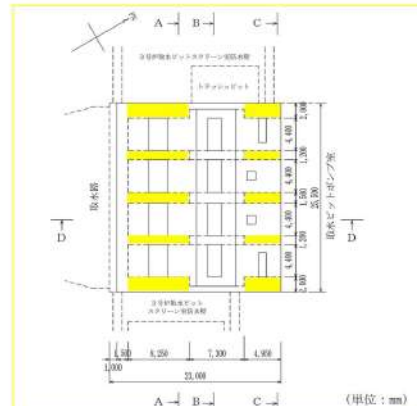
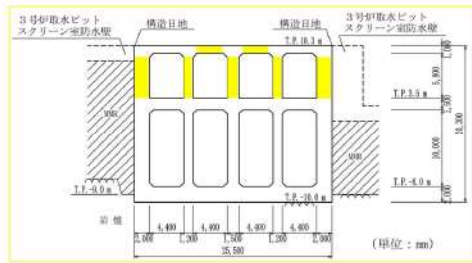
実線・・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>※：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ O.P. は女川原子力発電所工事用基準面であり、東京湾平均海面（T.P.）-0.74m。</li> <li>・ 2011年東北地方太平洋沖地震に伴い、牡鹿半島全体が約1m沈降したことが認識されており、女川原子力発電所の敷地も同様におおよそ1m沈降したことを確認している。現在は隆起傾向にある。</li> <li>・ 本資料における標高は、2011年東北地方太平洋沖地震前の値で表記している。</li> </ul> <p>第1-2図 Ccbにより耐震補強を行った構造物（配置図）</p>		 <p>第1-2図 Ccbにより耐震補強を行った構造物（配置図）</p> <p>■ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p>	<p>・ 対象施設の相違                  泊3号炉のCcbにより耐震補強を行った構造物を記載している</p>

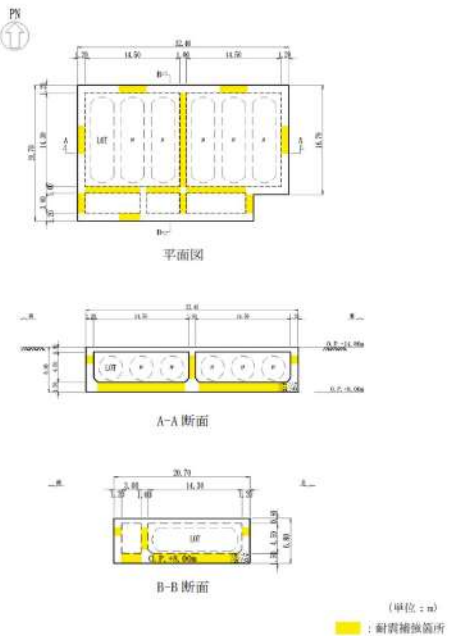
実線・・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

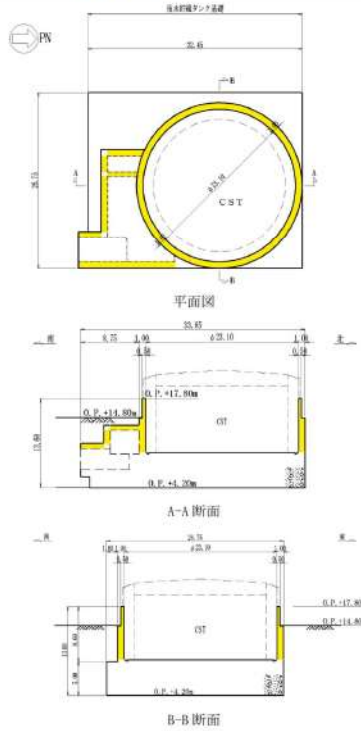
女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>(単位:m)</p> <p>■:耐震補強箇所</p> <p><b>第1-3図 CCbにより耐震補強を行った構造物</b>  <b>(取水路(漸拡部))</b></p>  <p>(単位:m)</p> <p>■:耐震補強箇所</p> <p><b>第1-4図 CCbにより耐震補強を行った構造物</b>  <b>(原子炉機器冷却海水配管ダクト)</b></p>		 <p>(単位:mm)</p> <p>■:耐震補強箇所</p> <p>平面図</p>  <p>(単位:mm)</p> <p>A-A断面</p> <p>■:耐震補強箇所</p> <p><b>第1-3図 CCbにより耐震補強を行った構造物</b>  <b>(取水ビットスクリーン室)</b></p>	<p>・対象施設の相違                  泊3号炉のCCbにより耐震補強を行った構造物を記載している</p>



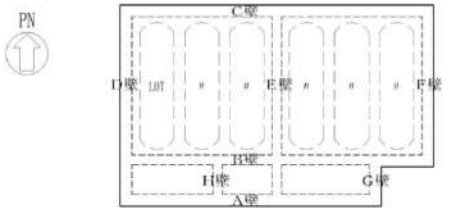
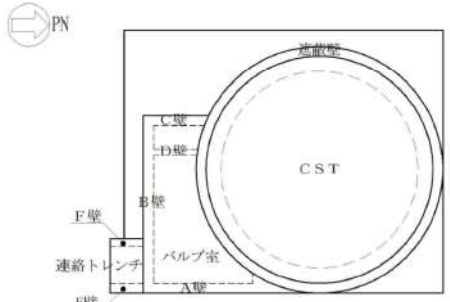
第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>第1-5図 Ccbにより耐震補強を行った構造物(軽油タンク室)</p>			<p>相違理由</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>対象施設の相違</li> <li>泊3号炉のCcbにより耐震補強を行った構造物を記載している</li> </ul>

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>第1-6図 Ccbにより耐震補強を行った構造物  <u>(復水貯蔵タンク基礎)</u></p>			<p>相違理由</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>対象施設の相違</li> <li>泊3号炉のCCbにより耐震補強を行った構造物を記載している</li> </ul>

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）


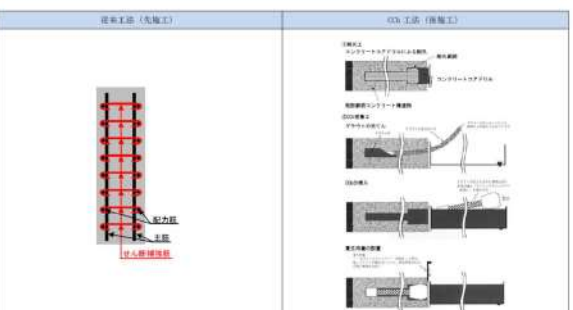
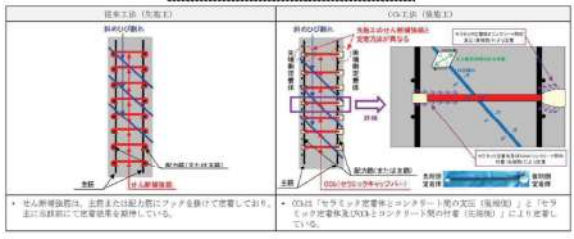
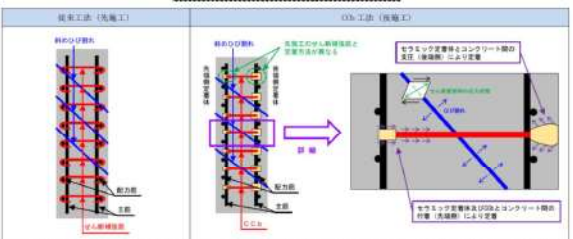
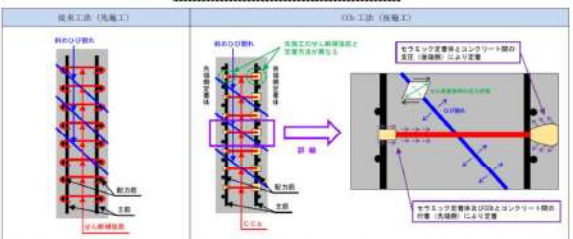
女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）		島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）		泊発電所3号炉		相違理由																																																																						
						・対象施設の相違 泊3号炉のCCbにより耐震補強を行った構造物を記載している																																																																						
相違箇所	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">東西方向・水平方向</th> <th colspan="3">南北方向・鉛直方向</th> </tr> <tr> <th>支間長 a (m)</th> <th>有効高さ d (m)</th> <th>せん断 スパン比 a/d</th> <th>支間長 a (m)</th> <th>有効高さ d (m)</th> <th>せん断 スパン比 a/d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>基礎</td> <td>3.10~14.50</td> <td>4.30</td> <td>3.92~11.15</td> <td>3.00~14.30</td> <td>4.30</td> <td>2.31~11.00</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">側壁</td> <td>A壁（南壁）</td> <td>6.40</td> <td>1.00</td> <td>6.40</td> <td>4.30</td> <td>1.50</td> </tr> <tr> <td>C壁（北壁）</td> <td>14.30</td> <td>1.00</td> <td>14.30</td> <td>4.30</td> <td>4.30</td> </tr> <tr> <td>D壁（西壁）</td> <td>3.00~14.30</td> <td>1.00</td> <td>3.00~14.30</td> <td>4.30</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>F壁（東壁）</td> <td>14.30</td> <td>1.00</td> <td>14.30</td> <td>4.30</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>G壁（東壁）</td> <td>3.00</td> <td>1.00</td> <td>3.00</td> <td>4.30</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">端壁</td> <td>D壁（中壁）</td> <td>3.10~8.10</td> <td>0.85</td> <td>6.00~10.71</td> <td>4.30</td> <td>0.85</td> </tr> <tr> <td>E壁（中壁）</td> <td>3.00~14.30</td> <td>0.85</td> <td>3.53~10.82</td> <td>4.30</td> <td>0.85</td> </tr> </tbody> </table>			東西方向・水平方向			南北方向・鉛直方向			支間長 a (m)	有効高さ d (m)	せん断 スパン比 a/d	支間長 a (m)	有効高さ d (m)	せん断 スパン比 a/d	基礎	3.10~14.50	4.30	3.92~11.15	3.00~14.30	4.30	2.31~11.00	側壁	A壁（南壁）	6.40	1.00	6.40	4.30	1.50	C壁（北壁）	14.30	1.00	14.30	4.30	4.30	D壁（西壁）	3.00~14.30	1.00	3.00~14.30	4.30	1.00	F壁（東壁）	14.30	1.00	14.30	4.30	1.00	G壁（東壁）	3.00	1.00	3.00	4.30	1.00	端壁	D壁（中壁）	3.10~8.10	0.85	6.00~10.71	4.30	0.85	E壁（中壁）	3.00~14.30	0.85	3.53~10.82	4.30	0.85										
		東西方向・水平方向			南北方向・鉛直方向																																																																							
		支間長 a (m)	有効高さ d (m)	せん断 スパン比 a/d	支間長 a (m)	有効高さ d (m)	せん断 スパン比 a/d																																																																					
	基礎	3.10~14.50	4.30	3.92~11.15	3.00~14.30	4.30	2.31~11.00																																																																					
	側壁	A壁（南壁）	6.40	1.00	6.40	4.30	1.50																																																																					
		C壁（北壁）	14.30	1.00	14.30	4.30	4.30																																																																					
		D壁（西壁）	3.00~14.30	1.00	3.00~14.30	4.30	1.00																																																																					
		F壁（東壁）	14.30	1.00	14.30	4.30	1.00																																																																					
		G壁（東壁）	3.00	1.00	3.00	4.30	1.00																																																																					
	端壁	D壁（中壁）	3.10~8.10	0.85	6.00~10.71	4.30	0.85																																																																					
E壁（中壁）		3.00~14.30	0.85	3.53~10.82	4.30	0.85																																																																						
<p>第1-7図 Ccbにより耐震補強を行った構造物 (せん断スパン比：軽油タンク室)</p>																																																																												
																																																																												
相違箇所	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">東西方向・水平方向</th> <th colspan="3">南北方向・鉛直方向</th> </tr> <tr> <th>支間長 a (m)</th> <th>有効高さ d (m)</th> <th>せん断 スパン比 a/d</th> <th>支間長 a (m)</th> <th>有効高さ d (m)</th> <th>せん断 スパン比 a/d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">基礎壁</td> <td>壁上部</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>3.18</td> <td>0.40</td> <td>7.72</td> </tr> <tr> <td>壁中部</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>4.15~5.60</td> <td>0.90</td> <td>3.04~6.22</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">バルブ室</td> <td>南壁</td> <td>1.00~12.00</td> <td>0.60</td> <td>1.47~19.43</td> <td>4.23~10.49</td> <td>0.60</td> </tr> <tr> <td>A壁（東壁）</td> <td>10.30</td> <td>0.80</td> <td>11.40</td> <td>3.63</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>D壁（南壁）</td> <td>2.00~11.00</td> <td>0.80</td> <td>2.72~14.81</td> <td>1.95~3.63</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>C壁（西壁）</td> <td>3.10</td> <td>0.80</td> <td>3.80</td> <td>3.63</td> <td>0.98</td> </tr> <tr> <td>D壁（中壁）</td> <td>4.23</td> <td>0.48</td> <td>8.43</td> <td>3.63</td> <td>0.48</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">連絡トレイ</td> <td>南壁</td> <td>3.70</td> <td>0.60</td> <td>3.44</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>東壁（西壁）</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>3.15</td> <td>0.60</td> </tr> </tbody> </table>			東西方向・水平方向			南北方向・鉛直方向			支間長 a (m)	有効高さ d (m)	せん断 スパン比 a/d	支間長 a (m)	有効高さ d (m)	せん断 スパン比 a/d	基礎壁	壁上部	—	—	3.18	0.40	7.72	壁中部	—	—	4.15~5.60	0.90	3.04~6.22	バルブ室	南壁	1.00~12.00	0.60	1.47~19.43	4.23~10.49	0.60	A壁（東壁）	10.30	0.80	11.40	3.63	0.90	D壁（南壁）	2.00~11.00	0.80	2.72~14.81	1.95~3.63	0.90	C壁（西壁）	3.10	0.80	3.80	3.63	0.98	D壁（中壁）	4.23	0.48	8.43	3.63	0.48	連絡トレイ	南壁	3.70	0.60	3.44	—	—	東壁（西壁）	—	—	—	3.15	0.60				
		東西方向・水平方向			南北方向・鉛直方向																																																																							
		支間長 a (m)	有効高さ d (m)	せん断 スパン比 a/d	支間長 a (m)	有効高さ d (m)	せん断 スパン比 a/d																																																																					
	基礎壁	壁上部	—	—	3.18	0.40	7.72																																																																					
		壁中部	—	—	4.15~5.60	0.90	3.04~6.22																																																																					
	バルブ室	南壁	1.00~12.00	0.60	1.47~19.43	4.23~10.49	0.60																																																																					
		A壁（東壁）	10.30	0.80	11.40	3.63	0.90																																																																					
		D壁（南壁）	2.00~11.00	0.80	2.72~14.81	1.95~3.63	0.90																																																																					
		C壁（西壁）	3.10	0.80	3.80	3.63	0.98																																																																					
		D壁（中壁）	4.23	0.48	8.43	3.63	0.48																																																																					
連絡トレイ	南壁	3.70	0.60	3.44	—	—																																																																						
	東壁（西壁）	—	—	—	3.15	0.60																																																																						
<p>第1-8図 Ccbにより耐震補強を行った構造物 (せん断スパン比：復水貯蔵タンク基礎)</p>																																																																												

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>2. Ccb工法について</p> <p>2.1 Ccb工法を適用した部位</p> <p>女川2号炉の屋外重要土木構造物等においては、基準地震動発生時に屋外重要土木構造物等としての機能(設計基準対象施設のうち耐震Sクラス施設の間接支持機能、重大事故等対処施設の間接支持機能、非常時における海水の通水機能、貯水機能及び止水機能)を維持するために、耐震安全性を確保する必要がある。そのため、屋外重要土木構造物等の一部の部材においては、せん断に対する安全性を確保するために、Ccb工法を適用し、せん断耐力の向上を図っている。</p> <p>Ccb工法を適用した部材は、第1-2表及び第1-2図～第1-6図に示すとおり、各構造物の隔壁、側壁、底板等である。</p> <p>2.2 Ccb工法の概要</p> <p>Ccb工法は、既設の鉄筋コンクリート構造物に後施工によりせん断補強を行う工法の一つであり、Ccbを既設の鉄筋コンクリート構造物の部材に挿入・一体化させて、せん断耐力を向上させるものである。Ccbは第2-2-1図に示すように、せん断補強筋の両端に耐腐食性に優れたセラミック製の定着体を取り付けた構造となっており、海水を通水する取水路(漸拡部)のような構造物に適した材料である。</p> <p>Ccb工法の具体的な施工方法は、第2-2-1表に示すように、既設の鉄筋コンクリート構造物の表面からドリルで削孔を行い、その孔内にせん断補強材であるCcbを差し込み、充てん材で固定することにより構造躯体と一体化を図っており、従来工法(先施工)とは施工方法が異なる。</p> <p>また、Ccb工法は第2-2-2表に示すように、「セラミック定着体とコンクリート間の支圧(後端側)」と「セラミック定着体及びCcbとコンクリート間の付着(先端側)」により定着しており、フックを掛けて定着する従来工法(先施工)とは定着機構が異なる。そのため、Ccb工法では設計・照査において、通常の従来工法(先施工)であるせん断補強筋によるせん断耐力に有効性を示す係数(<math>\beta_{sw}</math>)を乗じることにより、せん断補強効果を評価している。</p> <div data-bbox="107 1173 672 1372"> </div> <p>第2-2-1図 Ccbの詳細図※</p> <p>※:セラミックキャップバー(Ccb)工法研究会及び鹿島建設HPより引用。一部修正・加筆</p>	<p>2. Phb工法について</p> <p>2.1 Phb工法の使用部位</p> <p>取水槽において、基準地震動発生時に屋外重要土木構造物としての機能(耐震安全上重要な機器・配管系の間接支持機能、若しくは非常時における海水の通水機能)を維持するためにせん断耐力を確保する必要がある。せん断耐力を向上させるためには躯体のせん断補強を実施する必要があり、部材増し厚等のせん断補強が困難な部材に対して「後施工」によるせん断補強鉄筋を追加するPhb工法を用いる。Phb工法は、取水槽スクリーン室の隔壁のせん断補強に用いる。</p> <p>2.2 Phb工法の概要</p> <p>1980年以前の土木学会コンクリート標準示方書に従って設計した構造物はせん断補強鉄筋量が相当に少なく設計されていることから、現在の耐震設計法において部材のせん断耐力が不足することが想定される。そのような供用中の鉄筋コンクリート構造物にせん断補強を行うための工法がPhb工法である。既存構造物の表面からドリルで削孔を行い、その孔内にプレート定着型せん断補強鉄筋を差し込み、充てん材で固定することにより、構造躯体と一体化をはかり、部材のせん断耐力を向上させる。(第13-2-1図参照)。</p> <div data-bbox="795 1141 1176 1404"> </div> <p>第13-2-1図 Phb工法の模式図</p>	<p>2. Ccb工法について</p> <p>2.1 Ccb工法の適用部位</p> <p>泊3号炉の屋外重要土木構造物等においては、基準地震動発生時に屋外重要土木構造物等としての機能(設計基準対象施設のうち耐震Sクラス施設の間接支持機能、重大事故等対処施設の間接支持機能、非常時における海水の通水機能、貯水機能及び止水機能)を維持するために、耐震安全性を確保する必要がある。そのため、屋外重要土木構造物等の一部の部材においては、せん断に対する安全性を確保するために、Ccb工法を適用し、せん断耐力の向上を図っている。</p> <p>Ccb工法を適用した部材は、第1-2表並びに第1-2図及び第1-3図に示すとおり、取水ビットスクリーン室の隔壁、側壁、頂版である。</p> <p>2.2 Ccb工法の概要</p> <p>Ccb工法は、既設の鉄筋コンクリート構造物に後施工によりせん断補強を行う工法の一つであり、Ccbを既設の鉄筋コンクリート構造物の部材に挿入・一体化させて、せん断耐力を向上させるものである。Ccbは第2-1図に示すように、せん断補強筋の両端に耐腐食性に優れたセラミック製の定着体を取り付けた構造となっている。</p> <p>Ccb工法の具体的な施工方法は、第2-1表に示すように、既設の鉄筋コンクリート構造物の表面からドリルで削孔を行い、その孔内にせん断補強材であるCcbを差し込み、充てん材で固定することにより構造躯体と一体化を図っており、従来工法(先施工)とは施工方法が異なる。</p> <p>また、Ccb工法は第2-2表に示すように、「セラミック定着体とコンクリート間の支圧(後端側)」と「セラミック定着体及びCcbとコンクリート間の付着(先端側)」により定着しており、フックを掛けて定着する従来工法(先施工)とは定着機構が異なる。そのため、Ccb工法では設計・照査において、通常の従来工法(先施工)であるせん断補強筋によるせん断耐力に有効性を示す係数(<math>\beta_{sw}</math>)を乗じることにより、せん断補強効果を評価している。</p> <div data-bbox="1310 1157 1848 1388"> </div> <p>第2-1図 Ccbの詳細図(注)</p> <p>(注):セラミックキャップバー(Ccb)工法研究会及び鹿島建設HPより引用。一部修正・加筆</p>	



第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>第2-1表 施工方法の違い</p>  <p>※コンクリート打設前の状態は別紙7、せん断補強筋の位置などは配力前にフックを掛けて設置している。 ※多数の施工現場があり、コンクリート打設中にせん断補強筋を設置するという操作性の高い施工方法である。</p>	<p>島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)</p>	<p>第2-1表 施工方法の違い</p>  <p>※コンクリート打設前の状態は別紙7、せん断補強筋を主筋又は配力筋にフックを掛けて設置している。 ※多数の施工現場があり、コンクリート打設前にせん断補強筋を設置するという操作性の高い施工方法である。</p>	<p>相違理由</p>
<p>第2-2表 定着機構の違い</p>  <p>※せん断補強筋は、主筋または配力筋にフックを掛けて設置しており、正に当該筋にて定着機構を確保している。</p>	<p>3. 建設技術審査証明報告書の概要 3.1 Phb工法の建設技術審査証明報告書の位置付け</p> <p>取水槽のせん断補強が必要な各構造部材に設置予定のPhbについては、『建設技術審査証明報告書 技術名称 後施工プレート定着型せん断補強鉄筋「Post-Head-bar」<sup>1)</sup>』(以下「建設技術審査証明報告書」という)に適用範囲及び設計方法が示されている。</p> <p>本工法は、高度な技術を有する第三者機関である一般財団法人土木研究センター(以下「PWRC」<sup>※1</sup>という)により、試験データを用いて、Phbが受け持つせん断耐力の算定方法において、Phbの規格降伏強度を使用して求めた値に対し、適用部材の軸方向鉄筋間隔及びPhbの埋込側の必要定着長から評価される有効係数の上限値は0.9としている。なお、建設技術審査証明報告書では、片側からしか補強施工できない部材について、Phbを設置する手順を設定し、この工事に必要な施工要素(補強設計に基づくPhbの配置、Phb配置位置での削孔方法、削孔内へのPhbの固定方法、Phb設置後の仕上げ等の施工性)を確認しており、それぞれの要素に対しての施工性に関しても審査対象となっている。</p>	<p>第2-2表 定着機構の違い</p>  <p>※せん断補強筋は、主筋又は配力筋にフックを掛けて設置しており、正に当該筋にて定着機構を確保している。</p>	<p>相違理由</p>
<p>3. 建設技術審査証明報告書の概要 3.1 Ccb工法の建設技術審査証明報告書の位置付け</p> <p>女川2号炉のせん断補強が必要な各構造部材に配置したCcb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)」』(以下「建設技術審査証明報告書」という)に適用範囲及び設計方法が示されている。</p> <p>本工法は、添付資料1「建設技術審査証明書」のとおり、高度な技術を有する第三者機関である一般財団法人土木研究センター(以下「PWRC」<sup>※</sup>という)により審査証明を受けており、試験データを用いて、Ccbが受け持つせん断耐力の算定方法において、Ccbの規格降伏強度を使用して求めた値に対し、適用部材の軸方向鉄筋間隔及びCcbの埋込側の必要定着長から評価される有効係数を乗じたものとして評価できることが確認された。なお、建設技術審査証明報告書では、片側からしか補強の施工ができない部材について、Ccbを設置する手順を設定し、この工事に必要な施工要素(補強設計に基づくCcbの配置、Ccb配置位置での削孔方法、削孔内へのCcbの固定方法、Ccb設置後の仕上げ等の施工性)を確認</p>	<p>3. 建設技術審査証明報告書の概要 3.1 Phb工法の建設技術審査証明報告書の位置付け</p> <p>取水槽のせん断補強が必要な各構造部材に設置予定のPhbについては、『建設技術審査証明報告書 技術名称 後施工プレート定着型せん断補強鉄筋「Post-Head-bar」<sup>1)</sup>』(以下「建設技術審査証明報告書」という)に適用範囲及び設計方法が示されている。</p> <p>本工法は、高度な技術を有する第三者機関である一般財団法人土木研究センター(以下「PWRC」<sup>※1</sup>という)により、試験データを用いて、Phbが受け持つせん断耐力の算定方法において、Phbの規格降伏強度を使用して求めた値に対し、適用部材の軸方向鉄筋間隔及びPhbの埋込側の必要定着長から評価される有効係数の上限値は0.9としている。なお、建設技術審査証明報告書では、片側からしか補強施工できない部材について、Phbを設置する手順を設定し、この工事に必要な施工要素(補強設計に基づくPhbの配置、Phb配置位置での削孔方法、削孔内へのPhbの固定方法、Phb設置後の仕上げ等の施工性)を確認しており、それぞれの要素に対しての施工性に関しても審査対象となっている。</p>	<p>第2-2表 定着機構の違い</p>  <p>※せん断補強筋は、主筋又は配力筋にフックを掛けて設置しており、正に当該筋にて定着機構を確保している。</p>	<p>・資料構成の相違 泊3号炉では、建設技術審査証明報告書の概要を参考資料1に記載している</p>

第4条 地震による損傷の防止 (別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>しており、それぞれの要素に対して施工上の考慮を示すなど、施工性についても審査対象となっている。</p> <p>また、建設技術審査証明報告書では、設計・施工マニュアルが添付され、材料及び施工に関する事項が示されている。</p> <p>※:PWRCは、国土交通大臣認可の公益法人として国土建設技術の発展向上に寄与することを目的に設立された公益法人組織であり、土木に関して、河川、道路、土質・地盤、施工、橋梁等、幅広い分野にまたがる研究開発と調査研究の受託、さらに開発された技術の普及及び技術支援に取り組んでいる。PWRCでは、建設技術審査証明事業を行っており、当該審査証明技術について学識経験者及び当センターの専門技術者による審査証明委員会を設け、開発の趣旨、開発目標及び技術内容、既存の技術との対比、実績等について審査を行っており、高度な技術を有し、十分な信頼性を有した第三者機関である。</p> <p>3.2 建設技術審査証明報告書におけるCCb工法の適用範囲</p> <p>本工法では、地震時の変形量が限定される地中構造物など、背面に地盤等があり部材の片側からしか施工できない制限を有する既設コンクリート構造物に対しても、後施工によるせん断補強の目的で用いることができる。CCbが受け持つせん断耐力は鉄筋の材質(SD295A, SD295B, SD345)、径(D13~D32)毎に定め、その値は、先施工のせん断補強鉄筋にCCbのせん断耐力の向上への有効性を示す係数<math>\beta_{cc}</math>を考慮することにより評価が可能である。</p> <p>CCbは、主に地震時の応答変位量が限定される地中構造物であって、片側から施工する既設コンクリート構造物に対し、後施工によるせん断補強の目的で用いる。</p> <p>また、両側から施工が可能な既設コンクリート構造物であり、じん性確保を目的としない場合、後施工によるせん断補強の目的で用いる。</p> <p>3.3 建設技術審査証明報告書におけるCCb工法の設計方法</p> <p>3.3.1 後施工によるせん断耐力の評価方法</p> <p>本工法では実験により性能を確かめることで、設計方法等を設定しており、その概要を以下にまとめた。</p> <p>3.3.1.1 実験方法</p> <p>本工法を用いた設計でCCbのせん断耐力への寄与分を確認するために、梁試験体の交番載荷試験(せん断破壊モード試験体)を実施することにより、CCbを用いて補強することによるせん断耐力の</p>	<p>また、建設技術審査証明報告書では、「設計・施工マニュアル」が添付され、材料及び施工に関する事項が示されている。</p> <p>※1 PWRCは、国土交通大臣認可の公益法人として国土建設技術の発展向上に寄与することを目的に設立された公益法人組織であり、土木に関して、河川、道路、土質・地盤、施工、橋梁等、幅広い分野にまたがる研究開発と調査研究の受託、さらに開発された技術の普及及び技術支援に取り組んでいる。PWRCは、建設技術審査証明事業を行っており、当該審査証明技術について学識経験者及び当センターの専門技術者による「審査証明委員会」を設け、開発の趣旨、開発目標及び技術内容、既存の技術との対比、実績等について審査を行っており、高度な技術を有し、十分な信頼性を有した第三者機関である。</p> <p>【参考文献】</p> <p>1) 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 土木系材料・製品・技術、道路保全技術(建技審証第0522号) 後施工プレート定着型せん断補強鉄筋「Post-Header」</p> <p>3.2 建設技術審査証明報告書におけるPHb工法の適用範囲</p> <p>本工法は、地震時の変形量が限定される地中構造物など、背面に地盤等があり片側からしか施工できない制限を有する既設コンクリート構造物に対しても、後施工によるせん断補強の目的で用いることができる。審査証明において、PHbが受け持つせん断耐力は、鉄筋の材質(SD295, SD345, SD390)、径(D13~32)ごとに定め、その値は、先施工によるせん断補強鉄筋のせん断耐力の最大0.9倍で評価可能としている。また、せき、水門、橋台や橋脚等の既設の半地下及び地上構造物に適用する場合には、地中構造物の場合と同様にせん断補強の目的で用いるものとし、現状で曲げ破壊モードにある構造物の変形性能に寄与する補強後のせん断補強鉄筋量の上限を定めて求めた部材の骨格曲線の範囲内にあることが必要となる。</p> <p>3.3 建設技術審査証明報告書におけるPHb工法の設計方法</p> <p>(1) 後施工によるせん断耐力</p> <p>本工法では実験により性能を確かめることで、設計方法等を設定しており、その概要を次にまとめた。</p> <p>a. 実験方法</p> <p>本工法を用いた設計でPHbのせん断耐力への寄与分を確認するために、梁試験体の正負交番繰返し静的加力試験(せん断破壊モード試験体)を実施することによりPHbを用いて補強することに</p>		



第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

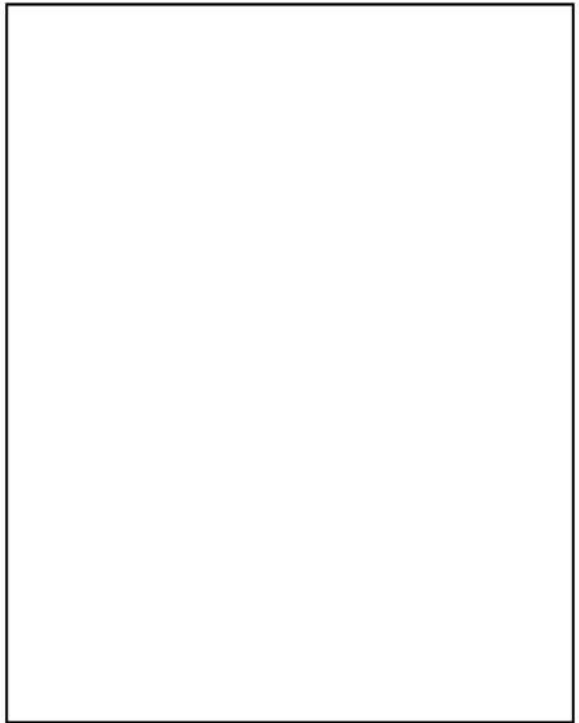
女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由																																																								
<p>向上の確認が行われている（第3.3-1図参照）。</p> <p>試験に用いられた試験体の諸元一覧を第3.3-1表に、せん断耐力向上性能試験体の種類と補強方法を第3.3-2図に、せん断耐力向上性能試験の加力要領を第3.3-3図に示す。</p> <div data-bbox="152 300 622 874" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>3.1.2 「セラミックキャップ（CCb）」後施工によるせん断耐力</p> <p>梁試験体の正負交番繰返し静的加力試験（せん断破壊モード試験体）を実施することにより、「セラミックキャップ（CCb）」を用いた後施工補強のせん断耐力の向上効果を確認する。梁試験体は、せん断補強鉄筋にD22を用いたものが3体（シリーズ1）、せん断補強鉄筋にD29を用いたものが2体（シリーズ2）、およびせん断補強鉄筋D16を用いたものが10体（シリーズ3、4）である。</p> <p>シリーズ1は、825×685mmの断面を有するRC梁部材において、せん断スパンにせん断補強鉄筋のない試験体（No.1-1）、通常のせん断補強鉄筋を配置した試験体（No.1-2）および「セラミックキャップ（CCb）」を後施工してせん断補強を行った試験体（No.1-3）の3体である。なお、No.1-3試験体の「セラミックキャップ（CCb）」の埋込み深さは、閉孔の先端が補強面と反対側のコンクリート表面から50mmとなる650mmである。</p> <p>シリーズ2は、825×800mmの断面を有するRC梁部材において、そのせん断スパンに通常のせん断補強鉄筋を配置した試験体（No.2-1）および「セラミックキャップ（CCb）」を後施工してせん断補強を行った試験体（No.2-2）の2体である。なお、No.2-2試験体の「セラミックキャップ（CCb）」の埋込み深さは、閉孔の先端が補強面と反対側のコンクリート表面から50mmとなる750mmである。</p> <p>シリーズ3、4は、600×900×4500mmの断面を有するRC梁部材において、せん断スパンにせん断補強鉄筋のない試験体（No.3-1）、通常のせん断補強鉄筋を配置した試験体（No.3-2）および「セラミックキャップ（CCb）」を後施工してせん断補強を行った試験体（No.3-3～3-6、4-1～4-4）の10体である。このうち、No.3-3～3-6試験体は、「セラミックキャップ（CCb）」の埋込み位置が異なる。すなわち、埋込み側の先端位置は、主鉄筋の中心位置、主鉄筋の手前、または配力鉄筋の手前である。No.3-4とNo.3-5については、ばらつきを確認するため同条件の試験体である。No.4-1～4-3試験体は両端に先端型定着体を用いた両端先端型、No.4-4試験体は両端に後端型定着体を用いた両端後端型であり、定着体は両端とも、コンクリート表面に一致している。なお、No.4-1とNo.4-2については、ばらつきを確認するため同条件の試験体である。</p> <p>各ケースの試験体の種類を表II-3.2～3.5に、試験体図を図II-3.6～3.8に示す。また、載荷位置を図II-3.9に示す。載荷は、規格強度に基づいた各試験体のせん断耐力の計算値に達するまでは、段階的に荷重制御により加力を行い、以後は、その時点の加力点荷重を基準とする同一荷重における繰返し回数1回の振幅漸増型の変位制御による交番加力を行った。</p> </div> <p>第3.3-1図 実験方法 （建設技術審査証明報告書より抜粋）</p> <p>第3.3-1表 各ケースの試験体の諸元 （建設技術審査証明報告書より抜粋）（1/2）</p> <table border="1" data-bbox="161 1045 613 1244"> <caption>表II-3.2 各ケースの試験体の諸元（シリーズ1）</caption> <thead> <tr> <th></th> <th>No.1-1</th> <th>No.1-2</th> <th>No.1-3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>断面寸法 <math>b \times h</math></td> <td></td> <td>825×685 mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>せん断スパン長 <math>a</math></td> <td></td> <td>1,640 mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>せん断スパン比 <math>a/d</math></td> <td></td> <td>2.78</td> <td></td> </tr> <tr> <td>実験時のコンクリート圧縮強度 <math>f_c</math></td> <td>32N/mm<sup>2</sup></td> <td>33N/mm<sup>2</sup></td> <td>34 N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>帯鉄筋・補強鉄筋の材質、および形状</td> <td>-</td> <td>SD345 D22 両端フック</td> <td>SD345 D22 セラミックキャップバー（CCb）</td> </tr> <tr> <td>せん断補強鉄筋比 <math>\rho_w</math></td> <td>0</td> <td></td> <td>0.29%</td> </tr> <tr> <td>試験の目的</td> <td>コンクリート負担分比の評価</td> <td colspan="2">後施工せん断補強鉄筋による有効率 <math>\beta_{eff}</math> の評価</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="161 1268 613 1465"> <caption>表II-3.3 各ケースの試験体の諸元（シリーズ2）</caption> <thead> <tr> <th></th> <th>No.2-1</th> <th>No.2-2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>断面寸法 <math>b \times h</math></td> <td></td> <td>825×800 mm</td> </tr> <tr> <td>せん断スパン長 <math>a</math></td> <td></td> <td>1,960 mm</td> </tr> <tr> <td>せん断スパン比 <math>a/d</math></td> <td></td> <td>2.78</td> </tr> <tr> <td>実験時のコンクリート圧縮強度 <math>f_c</math></td> <td>37N/mm<sup>2</sup></td> <td>38N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>帯鉄筋・補強鉄筋の材質、および形状</td> <td>SD345 D29 両端フック</td> <td>SD345 D29 セラミックキャップバー（CCb）</td> </tr> <tr> <td>せん断補強鉄筋比 <math>\rho_w</math></td> <td></td> <td>0.48%</td> </tr> <tr> <td>試験の目的</td> <td colspan="2">後施工せん断補強鉄筋による有効率 <math>\beta_{eff}</math> の評価</td> </tr> </tbody> </table>		No.1-1	No.1-2	No.1-3	断面寸法 $b \times h$		825×685 mm		せん断スパン長 $a$		1,640 mm		せん断スパン比 $a/d$		2.78		実験時のコンクリート圧縮強度 $f_c$	32N/mm <sup>2</sup>	33N/mm <sup>2</sup>	34 N/mm <sup>2</sup>	帯鉄筋・補強鉄筋の材質、および形状	-	SD345 D22 両端フック	SD345 D22 セラミックキャップバー（CCb）	せん断補強鉄筋比 $\rho_w$	0		0.29%	試験の目的	コンクリート負担分比の評価	後施工せん断補強鉄筋による有効率 $\beta_{eff}$ の評価			No.2-1	No.2-2	断面寸法 $b \times h$		825×800 mm	せん断スパン長 $a$		1,960 mm	せん断スパン比 $a/d$		2.78	実験時のコンクリート圧縮強度 $f_c$	37N/mm <sup>2</sup>	38N/mm <sup>2</sup>	帯鉄筋・補強鉄筋の材質、および形状	SD345 D29 両端フック	SD345 D29 セラミックキャップバー（CCb）	せん断補強鉄筋比 $\rho_w$		0.48%	試験の目的	後施工せん断補強鉄筋による有効率 $\beta_{eff}$ の評価		<p>よるせん断耐力の向上の確認が行われている。</p> <p>試験に用いられた試験体の諸元一覧を第13-3-1表に示す。</p> <p>シリーズ1では、せん断補強筋のない梁試験体（CASE 1）及び異なる量のPHbによりせん断補強を行った梁試験体（CASE 2、3）に対して正負交番繰返し加力試験を行った。</p> <p>シリーズ2では、シリーズ1のCASE 2と同じ補強条件の試験体（CASE 4）、CASE 4のPHb先端の埋込み深さを埋込側の主鉄筋前面から5mm手前に留めた試験体（CASE 5）、CASE 5のPHbの鉄筋量を1.5倍（3列補強）とした試験体（CASE 6）に対して、各々交番繰返し加力試験を行った。</p> <p>シリーズ3では、PHbを配置しない梁試験体1体（CASE 3-1）、太径（D29・SD345）のPHbを設置した梁試験体2体（CASE 3-2、CASE 3-3）、せん断スパン比が小さい梁試験体1体（CASE 3-4）、及びPHbを千鳥配置した試験体（CASE 3-5）に対して正負交番繰返し加力試験を行った。</p> <p>シリーズ4では、高強度（D25・SD390）のPHbを設置した梁試験体（CASE 4-1）に対して、正負交番繰返し加力試験を行った。シリーズ3と4では、PHbの径及び強度以外の配筋条件は同じである。</p> <p>試験体及び補強方法を第13-3-1図に、加力要領を第13-3-2図に示す。</p> <p>第13-3-1表 各ケースの試験体の諸元 （建設技術審査証明報告書より抜粋）</p> <div data-bbox="748 837 1220 1268" style="border: 1px solid black; height: 270px; width: 211px;"></div>		
	No.1-1	No.1-2	No.1-3																																																								
断面寸法 $b \times h$		825×685 mm																																																									
せん断スパン長 $a$		1,640 mm																																																									
せん断スパン比 $a/d$		2.78																																																									
実験時のコンクリート圧縮強度 $f_c$	32N/mm <sup>2</sup>	33N/mm <sup>2</sup>	34 N/mm <sup>2</sup>																																																								
帯鉄筋・補強鉄筋の材質、および形状	-	SD345 D22 両端フック	SD345 D22 セラミックキャップバー（CCb）																																																								
せん断補強鉄筋比 $\rho_w$	0		0.29%																																																								
試験の目的	コンクリート負担分比の評価	後施工せん断補強鉄筋による有効率 $\beta_{eff}$ の評価																																																									
	No.2-1	No.2-2																																																									
断面寸法 $b \times h$		825×800 mm																																																									
せん断スパン長 $a$		1,960 mm																																																									
せん断スパン比 $a/d$		2.78																																																									
実験時のコンクリート圧縮強度 $f_c$	37N/mm <sup>2</sup>	38N/mm <sup>2</sup>																																																									
帯鉄筋・補強鉄筋の材質、および形状	SD345 D29 両端フック	SD345 D29 セラミックキャップバー（CCb）																																																									
せん断補強鉄筋比 $\rho_w$		0.48%																																																									
試験の目的	後施工せん断補強鉄筋による有効率 $\beta_{eff}$ の評価																																																										

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版) 第3.3-1表 各ケースの試験体の諸元 (建設技術審査証明報告書より抜粋) (2/2)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版) 第13-3-1図 せん断耐力向上性能試験体の種類と補強方法 (建設技術審査証明報告書より抜粋)	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																								
<p>表 II-3-4 各ケースの試験体の諸元 (シリーズ3)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>No.3-1</th> <th>No.3-2</th> <th>No.3-3</th> <th>No.3-4</th> <th>No.3-5</th> <th>No.3-6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>断面寸法 <math>b \times h</math></td> <td colspan="6">600×500 mm</td> </tr> <tr> <td>せん断スパン長 <math>a</math></td> <td colspan="6">1.190m</td> </tr> <tr> <td>せん断スパン比 <math>a/d</math></td> <td colspan="6">2.78</td> </tr> <tr> <td>実験時のコンクリート圧縮強度 <math>f_c</math> [N/mm<sup>2</sup>]</td> <td>41.2</td> <td>40.6</td> <td>42.4</td> <td>42.6</td> <td>42.9</td> <td>42.6</td> </tr> <tr> <td>鉄筋・補強筋の材質、および形状</td> <td colspan="2">SD345 D16</td> <td colspan="4">SD345 D16</td> </tr> <tr> <td>せん断補強筋比 <math>\rho_w</math></td> <td colspan="6">0.33%</td> </tr> <tr> <td>セラミックキャップバー(CCb)の埋込み側立端位置</td> <td colspan="2">—</td> <td colspan="2">主鉄筋の直前</td> <td colspan="2">配力筋の直前</td> </tr> <tr> <td>定着体の組合せ</td> <td colspan="2">—</td> <td colspan="2">—</td> <td colspan="2">標準型</td> </tr> <tr> <td>試験の目的</td> <td colspan="2">試験体諸元の妥当性検討</td> <td colspan="4">後施工せん断補強筋による有効率 <math>\beta_w</math> の評価</td> </tr> </tbody> </table> <p>表 II-3-5 各ケースの試験体の諸元 (シリーズ4)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>No.4-1</th> <th>No.4-2</th> <th>No.4-3</th> <th>No.4-4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>断面寸法 <math>b \times h</math></td> <td colspan="4">600×500 mm</td> </tr> <tr> <td>せん断スパン長 <math>a</math></td> <td colspan="4">1.190m</td> </tr> <tr> <td>せん断スパン比 <math>a/d</math></td> <td colspan="4">2.78</td> </tr> <tr> <td>実験時のコンクリート圧縮強度 <math>f_c</math> [N/mm<sup>2</sup>]</td> <td>34.0</td> <td>34.3</td> <td>35.5</td> <td>33.9</td> </tr> <tr> <td>鉄筋・補強筋の材質、および形状</td> <td colspan="4">SD345 D16 セラミックキャップバー (CCb)</td> </tr> <tr> <td>せん断補強筋比 <math>\rho_w</math></td> <td colspan="4">0.33%</td> </tr> <tr> <td>セラミックキャップバー(CCb)の埋込み側立端位置</td> <td colspan="2">主鉄筋の直前から 5mm 手前</td> <td colspan="2">配力筋の直前から 5mm 手前</td> </tr> <tr> <td>定着体の組合せ</td> <td colspan="2">—</td> <td colspan="2">標準型</td> </tr> <tr> <td>試験の目的</td> <td colspan="4">後施工せん断補強筋による有効率 <math>\beta_w</math> の評価</td> </tr> </tbody> </table> <p>図 II-3-6 試験体図 (シリーズ1)</p> <p>図 II-3-7 試験体図 (シリーズ2)</p>		No.3-1	No.3-2	No.3-3	No.3-4	No.3-5	No.3-6	断面寸法 $b \times h$	600×500 mm						せん断スパン長 $a$	1.190m						せん断スパン比 $a/d$	2.78						実験時のコンクリート圧縮強度 $f_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	41.2	40.6	42.4	42.6	42.9	42.6	鉄筋・補強筋の材質、および形状	SD345 D16		SD345 D16				せん断補強筋比 $\rho_w$	0.33%						セラミックキャップバー(CCb)の埋込み側立端位置	—		主鉄筋の直前		配力筋の直前		定着体の組合せ	—		—		標準型		試験の目的	試験体諸元の妥当性検討		後施工せん断補強筋による有効率 $\beta_w$ の評価					No.4-1	No.4-2	No.4-3	No.4-4	断面寸法 $b \times h$	600×500 mm				せん断スパン長 $a$	1.190m				せん断スパン比 $a/d$	2.78				実験時のコンクリート圧縮強度 $f_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	34.0	34.3	35.5	33.9	鉄筋・補強筋の材質、および形状	SD345 D16 セラミックキャップバー (CCb)				せん断補強筋比 $\rho_w$	0.33%				セラミックキャップバー(CCb)の埋込み側立端位置	主鉄筋の直前から 5mm 手前		配力筋の直前から 5mm 手前		定着体の組合せ	—		標準型		試験の目的	後施工せん断補強筋による有効率 $\beta_w$ の評価				<p>第13-3-1図 せん断耐力向上性能試験体の種類と補強方法                      (建設技術審査証明報告書より抜粋)</p>	泊発電所3号炉	相違理由
	No.3-1	No.3-2	No.3-3	No.3-4	No.3-5	No.3-6																																																																																																																					
断面寸法 $b \times h$	600×500 mm																																																																																																																										
せん断スパン長 $a$	1.190m																																																																																																																										
せん断スパン比 $a/d$	2.78																																																																																																																										
実験時のコンクリート圧縮強度 $f_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	41.2	40.6	42.4	42.6	42.9	42.6																																																																																																																					
鉄筋・補強筋の材質、および形状	SD345 D16		SD345 D16																																																																																																																								
せん断補強筋比 $\rho_w$	0.33%																																																																																																																										
セラミックキャップバー(CCb)の埋込み側立端位置	—		主鉄筋の直前		配力筋の直前																																																																																																																						
定着体の組合せ	—		—		標準型																																																																																																																						
試験の目的	試験体諸元の妥当性検討		後施工せん断補強筋による有効率 $\beta_w$ の評価																																																																																																																								
	No.4-1	No.4-2	No.4-3	No.4-4																																																																																																																							
断面寸法 $b \times h$	600×500 mm																																																																																																																										
せん断スパン長 $a$	1.190m																																																																																																																										
せん断スパン比 $a/d$	2.78																																																																																																																										
実験時のコンクリート圧縮強度 $f_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	34.0	34.3	35.5	33.9																																																																																																																							
鉄筋・補強筋の材質、および形状	SD345 D16 セラミックキャップバー (CCb)																																																																																																																										
せん断補強筋比 $\rho_w$	0.33%																																																																																																																										
セラミックキャップバー(CCb)の埋込み側立端位置	主鉄筋の直前から 5mm 手前		配力筋の直前から 5mm 手前																																																																																																																								
定着体の組合せ	—		標準型																																																																																																																								
試験の目的	後施工せん断補強筋による有効率 $\beta_w$ の評価																																																																																																																										
<p>第3.3-2図 せん断耐力向上性能試験体の種類と補強方法                      (建設技術審査証明報告書より抜粋) (1/2)</p>																																																																																																																											



実線・・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>No.3-1試験体は、試験区間のせん断補強筋がないものである。          No.3-4~3-6試験体、No.4-1~4-4試験体のせん断補強筋配置位置は、No.3-3試験体と同様である</p> <p>図II-3.8 試験体図(シリーズ3,4)</p> <p>第3.3-2図 せん断耐力向上性能試験体の種類と補強方法          (建設技術審査証明報告書より抜粋) (2/2)</p>  <p>図-4.1 載荷装置(シリーズ1)</p> <p>第3.3-3図 せん断耐力向上性能試験の加力要領          (建設技術審査証明報告書より抜粋) (1/2)</p>	 <p>第13-3-2図 せん断耐力向上性能試験の加力要領          (建設技術審査証明報告書より抜粋)</p>		

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>図-4.2 載荷装置（シリーズ2）</p> <p>図-4.3 載荷装置（シリーズ3、4）</p> <p><u>第3.3-3図 せん断耐力向上性能試験の加力要領</u>              （建設技術審査証明報告書より抜粋）（2/2）</p> <p>3.3.1.2 実験結果</p> <p><u>3.3.1.1の実験結果を、第3.3-4図及び第3.3-2表に示す。</u></p>	<p>b. 実験結果</p> <p>a. の試験結果を第13-3-2表に示す。PHbの有効係数は、PHbを通常のせん断補強鉄筋とみなして求められるせん断耐力<math>V_b</math>に対してPHbが分担できるせん断耐力の比率である。有効係数の算定において、コンクリートの分担するせん断耐力<math>V_c</math>はコンクリート標準示方書（安全係数1.0）に基づく場合と、実験での斜めひび割れ発生時のせん断力を用いた場合について算定した。CASE 2については、載荷装置の制御が不十分で大変位時に偏荷重が作用した実験条件上の理由により、検討ケースから除外した。これは、本来は2点の載荷点に均等に荷重がかかることで実験せん断耐力を（左右の合計荷重）/2より算出していたが、CASE 2については、左右で作用荷重が異なっていたため、他の実験データと比較することが不適切と判断したことによる。</p>		

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>本実験では、セラミックキャップバー(CCb)工法によるせん断耐力の向上効果を確認するために、せん断破壊する梁試験体に対する交番載荷実験を行った。その結果、以下のようなことが明らかとなった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>セラミックキャップバー(CCb)で後施工せん断補強した梁試験体の最大せん断耐力は、同量の両端フック型のせん断補強鉄筋であらかじめせん断補強した梁試験体のそれと、概ね等しい値であった。</li> <li>梁の交番載荷実験時におけるセラミックキャップバー(CCb)のひずみ挙動は、両端フック型のせん断補強鉄筋と同様であり、せん断ひび割れを架橋する複数のセラミックキャップバー(CCb)が規格降伏強度相当以上のせん断力を負担していることを確認した。</li> <li>セラミックキャップバー(CCb)の埋込み位置の先端を主鉄筋の表面から5mm手前および配筋の表面から9mm手前に配置した試験体においても、せん断ひび割れを架橋する複数のセラミックキャップバー(CCb)が規格降伏強度相当以上のせん断力を負担していることを確認した。</li> <li>定着体の組合せのうち、両端に先端型定着体を装着した試験体、および両端に後埋型定着体を装着した試験体のいずれにおいても、せん断ひび割れを架橋する複数のセラミックキャップバー(CCb)が規格降伏強度相当以上のせん断力を負担していることを確認した。</li> <li>せん断補強鋼材として、D16、D22およびD29のセラミックキャップバー(CCb)を用いた場合、いずれの試験ケースにおいても同様のメカニズムでせん断補強鉄筋として機能していることが確認された。</li> <li>両端フック型のせん断補強鉄筋のせん断耐力負担分に対する、セラミックキャップバー(CCb)のせん断耐力負担分の比で表される有効率<math>\beta_{cc}</math>は、いずれの鉄筋径においても計算値以上であった。</li> <li>セラミックキャップバー(CCb)の埋込み位置の先端および定着体の組合せを検討したいずれの試験ケースにおいても、通常のせん断補強鉄筋と見なした場合のせん断耐力負担分に対する、セラミックキャップバー(CCb)のせん断耐力負担分の比</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>第3.3-4図 実験結果</b> (建設技術審査証明報告書より抜粋) (1/2)</p> <p>で表される有効率<math>\beta_{cc}</math>は計算値以上であった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>実験におけるセラミックキャップバー(CCb)のせん断補強効果に対する有効率<math>\beta_{cc}</math>は、式(5)または式(9)~(12)による算出値よりも大きかった。また、複数のセラミックキャップバー(CCb)が通常のせん断補強鉄筋と同様にせん断ひび割れを架橋し、せん断耐力を負担できている。このことから、セラミックキャップバー(CCb)によるせん断補強効果を、トラス理論に基づいて通常のせん断補強鉄筋により負担されるせん断耐力に式(5)または式(9)~(12)による有効率<math>\beta_{cc}</math>を乗じて評価することは、安全側であることが分かる。</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>第3.3-4図 実験結果</b> (建設技術審査証明報告書より抜粋) (2/2)</p> <p>※第3.3-4図に示す式(5)は3.3.1.3に、式(9)~(12)は3.3.1.4に詳細を示す。</p>	<p style="text-align: center;">第13-3-2表 実験結果の一覧 (建設技術審査証明報告書より抜粋)</p> <div style="border: 1px solid black; height: 400px; width: 100%;"></div>		

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版) 第3.3-2表 実験結果の一覧 (建設技術審査証明報告書より抜粋)(1/2)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版) c. Phbのせん断補強の考え方	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																			
<p>表-8.1 実験結果の一覧(シリーズ1)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>No.1-1</th> <th>No.1-2</th> <th>No.1-3</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>せん断補強鉄筋の種類・形状</td> <td>せん断補強鉄筋なし</td> <td>SD345 D22 両端フック</td> <td>SD345 D22 セラミック定着体</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">せん断耐力の実験値</td> <td>V</td> <td>454 kN</td> <td>1,045 kN</td> <td>1,050 kN</td> <td rowspan="3">実験における正側破壊時の載荷重として、実験時のコンクリート強度に基づく計算値。</td> </tr> <tr> <td>V<sub>u</sub></td> <td>454 kN</td> <td>401 kN</td> <td>403 kN</td> </tr> <tr> <td>V<sub>c</sub></td> <td>0 kN</td> <td>644 kN</td> <td>647 kN</td> <td>V<sub>u</sub>=V<sub>c</sub>として</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">せん断耐力の計算値</td> <td>V<sub>cal</sub></td> <td>396 kN</td> <td>898 kN</td> <td>837 kN</td> <td rowspan="3">計算値は、コンクリート標準示方書[設計編]に基づき、安全係数を1.0として算出した値。</td> </tr> <tr> <td>V<sub>cal</sub></td> <td>396 kN</td> <td>401 kN</td> <td>403 kN</td> </tr> <tr> <td>V<sub>cal</sub></td> <td>0 kN</td> <td>497 kN</td> <td>437 kN</td> <td>No.1-3は示方書によるV<sub>c</sub>に有効率β=0.88を乗じた値。</td> </tr> <tr> <td>せん断補強鉄筋の有効率 β<sub>av</sub></td> <td></td> <td></td> <td>647/644=1.00</td> <td>No.1-2試験体とNo.1-3試験体の比較による値。</td> </tr> </tbody> </table> <p>表-8.2 実験結果の一覧(シリーズ2)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>No.2-1</th> <th>No.2-2</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>せん断補強鉄筋の種類・形状</td> <td>SD345D29 両端フック</td> <td>SD345D29 セラミック定着体</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="6">せん断耐力の実験値</td> <td rowspan="3">正側</td> <td>V</td> <td>1597kN</td> <td>1598kN</td> <td rowspan="3">実験における正側破壊時の載荷重として、実験時のコンクリート強度に基づく計算値</td> </tr> <tr> <td>V<sub>u</sub></td> <td>429kN</td> <td>434kN</td> </tr> <tr> <td>V<sub>c</sub></td> <td>1168kN</td> <td>1164kN</td> <td>V<sub>u</sub>=V<sub>c</sub>として</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">負側</td> <td>V</td> <td>1577kN</td> <td>1498kN</td> <td rowspan="3">実験における正側破壊時の載荷重として、実験時のコンクリート強度に基づく計算値</td> </tr> <tr> <td>V<sub>u</sub></td> <td>429kN</td> <td>434kN</td> </tr> <tr> <td>V<sub>c</sub></td> <td>1148kN</td> <td>1064kN</td> <td>V<sub>u</sub>=V<sub>c</sub>として</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">せん断耐力の計算値</td> <td>V<sub>cal</sub></td> <td>1372kN</td> <td>1303kN</td> <td rowspan="3">計算値は、コンクリート標準示方書[設計編]に基づき、安全係数を1.0として算出した値</td> </tr> <tr> <td>V<sub>cal</sub></td> <td>429kN</td> <td>434kN</td> </tr> <tr> <td>V<sub>cal</sub></td> <td>943kN</td> <td>829kN</td> <td>No.2-2は示方書によるV<sub>c</sub>に有効率β=0.88を乗じた値</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">せん断補強鉄筋の有効率 β<sub>av</sub></td> <td>正側</td> <td>1164/1168=1.00</td> <td rowspan="2">No.2-1試験体とNo.2-2試験体の比較による値</td> </tr> <tr> <td>負側</td> <td>1064/1148=0.93</td> </tr> </tbody> </table>		No.1-1	No.1-2	No.1-3	備考	せん断補強鉄筋の種類・形状	せん断補強鉄筋なし	SD345 D22 両端フック	SD345 D22 セラミック定着体		せん断耐力の実験値	V	454 kN	1,045 kN	1,050 kN	実験における正側破壊時の載荷重として、実験時のコンクリート強度に基づく計算値。	V <sub>u</sub>	454 kN	401 kN	403 kN	V <sub>c</sub>	0 kN	644 kN	647 kN	V <sub>u</sub> =V <sub>c</sub> として	せん断耐力の計算値	V <sub>cal</sub>	396 kN	898 kN	837 kN	計算値は、コンクリート標準示方書[設計編]に基づき、安全係数を1.0として算出した値。	V <sub>cal</sub>	396 kN	401 kN	403 kN	V <sub>cal</sub>	0 kN	497 kN	437 kN	No.1-3は示方書によるV <sub>c</sub> に有効率β=0.88を乗じた値。	せん断補強鉄筋の有効率 β <sub>av</sub>			647/644=1.00	No.1-2試験体とNo.1-3試験体の比較による値。		No.2-1	No.2-2	備考	せん断補強鉄筋の種類・形状	SD345D29 両端フック	SD345D29 セラミック定着体		せん断耐力の実験値	正側	V	1597kN	1598kN	実験における正側破壊時の載荷重として、実験時のコンクリート強度に基づく計算値	V <sub>u</sub>	429kN	434kN	V <sub>c</sub>	1168kN	1164kN	V <sub>u</sub> =V <sub>c</sub> として	負側	V	1577kN	1498kN	実験における正側破壊時の載荷重として、実験時のコンクリート強度に基づく計算値	V <sub>u</sub>	429kN	434kN	V <sub>c</sub>	1148kN	1064kN	V <sub>u</sub> =V <sub>c</sub> として	せん断耐力の計算値	V <sub>cal</sub>	1372kN	1303kN	計算値は、コンクリート標準示方書[設計編]に基づき、安全係数を1.0として算出した値	V <sub>cal</sub>	429kN	434kN	V <sub>cal</sub>	943kN	829kN	No.2-2は示方書によるV <sub>c</sub> に有効率β=0.88を乗じた値	せん断補強鉄筋の有効率 β <sub>av</sub>	正側	1164/1168=1.00	No.2-1試験体とNo.2-2試験体の比較による値	負側	1064/1148=0.93	 <p>第13-3-3図 斜めひび割れ内の破断したせん断補強鉄筋応力(建設技術審査証明報告書より抜粋)</p>																					
	No.1-1	No.1-2	No.1-3	備考																																																																																																																		
せん断補強鉄筋の種類・形状	せん断補強鉄筋なし	SD345 D22 両端フック	SD345 D22 セラミック定着体																																																																																																																			
せん断耐力の実験値	V	454 kN	1,045 kN	1,050 kN	実験における正側破壊時の載荷重として、実験時のコンクリート強度に基づく計算値。																																																																																																																	
	V <sub>u</sub>	454 kN	401 kN	403 kN																																																																																																																		
	V <sub>c</sub>	0 kN	644 kN	647 kN		V <sub>u</sub> =V <sub>c</sub> として																																																																																																																
せん断耐力の計算値	V <sub>cal</sub>	396 kN	898 kN	837 kN	計算値は、コンクリート標準示方書[設計編]に基づき、安全係数を1.0として算出した値。																																																																																																																	
	V <sub>cal</sub>	396 kN	401 kN	403 kN																																																																																																																		
	V <sub>cal</sub>	0 kN	497 kN	437 kN		No.1-3は示方書によるV <sub>c</sub> に有効率β=0.88を乗じた値。																																																																																																																
せん断補強鉄筋の有効率 β <sub>av</sub>			647/644=1.00	No.1-2試験体とNo.1-3試験体の比較による値。																																																																																																																		
	No.2-1	No.2-2	備考																																																																																																																			
せん断補強鉄筋の種類・形状	SD345D29 両端フック	SD345D29 セラミック定着体																																																																																																																				
せん断耐力の実験値	正側	V	1597kN	1598kN	実験における正側破壊時の載荷重として、実験時のコンクリート強度に基づく計算値																																																																																																																	
		V <sub>u</sub>	429kN	434kN																																																																																																																		
		V <sub>c</sub>	1168kN	1164kN		V <sub>u</sub> =V <sub>c</sub> として																																																																																																																
	負側	V	1577kN	1498kN	実験における正側破壊時の載荷重として、実験時のコンクリート強度に基づく計算値																																																																																																																	
		V <sub>u</sub>	429kN	434kN																																																																																																																		
		V <sub>c</sub>	1148kN	1064kN		V <sub>u</sub> =V <sub>c</sub> として																																																																																																																
せん断耐力の計算値	V <sub>cal</sub>	1372kN	1303kN	計算値は、コンクリート標準示方書[設計編]に基づき、安全係数を1.0として算出した値																																																																																																																		
	V <sub>cal</sub>	429kN	434kN																																																																																																																			
	V <sub>cal</sub>	943kN	829kN		No.2-2は示方書によるV <sub>c</sub> に有効率β=0.88を乗じた値																																																																																																																	
せん断補強鉄筋の有効率 β <sub>av</sub>	正側	1164/1168=1.00	No.2-1試験体とNo.2-2試験体の比較による値																																																																																																																			
	負側	1064/1148=0.93																																																																																																																				
<p>第3.3-2表 実験結果の一覧 (建設技術審査証明報告書より抜粋)(2/2)</p> <p>表-8.4 実験結果の一覧(シリーズ3.4)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">試験ケース</th> <th rowspan="2">試験体の構造形式</th> <th colspan="2">試験中の最大せん断耐力(M)</th> <th colspan="2">設計によるせん断耐力(M)</th> <th colspan="2">「セラミックチップ」(SCC)が使用された場合のせん断耐力(M)</th> <th colspan="2">せん断補強鉄筋の有効率β<sub>av</sub>(%)</th> <th rowspan="2">有効率の設計値β<sub>av</sub></th> </tr> <tr> <th>正側</th> <th>負側</th> <th>正側</th> <th>負側</th> <th>正側</th> <th>負側</th> <th>正側</th> <th>負側</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Na-3-1</td> <td>標準型</td> <td>583</td> <td>499</td> <td>542</td> <td>313</td> <td>389</td> <td>310</td> <td>146</td> <td>137</td> <td>643</td> <td>0.69</td> </tr> <tr> <td>Na-3-2</td> <td>標準型</td> <td>513</td> <td>270</td> <td>542</td> <td>274</td> <td>289</td> <td>281</td> <td>214</td> <td>200</td> <td>129</td> <td>1.02</td> </tr> <tr> <td>Na-3-3</td> <td>標準型</td> <td>583</td> <td>555</td> <td>542</td> <td>274</td> <td>389</td> <td>277</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>985</td> <td>0.84</td> </tr> <tr> <td>Na-3-4</td> <td>標準型</td> <td>602</td> <td>359</td> <td>542</td> <td>274</td> <td>389</td> <td>283</td> <td>277</td> <td>224</td> <td>697</td> <td>0.89</td> </tr> <tr> <td>Na-3-5</td> <td>高層床型</td> <td>526</td> <td>307</td> <td>525</td> <td>218</td> <td>390</td> <td>297</td> <td>200</td> <td>132</td> <td>697</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Na-3-6</td> <td>高層床型</td> <td>526</td> <td>337</td> <td>525</td> <td>218</td> <td>390</td> <td>294</td> <td>299</td> <td>200</td> <td>107</td> <td>1.01</td> </tr> <tr> <td>Na-3-7</td> <td>高層床型</td> <td>526</td> <td>349</td> <td>524</td> <td>218</td> <td>381</td> <td>305</td> <td>212</td> <td>130</td> <td>109</td> <td>1.06</td> </tr> <tr> <td>Na-3-8</td> <td>高層床型</td> <td>507</td> <td>328</td> <td>525</td> <td>218</td> <td>390</td> <td>321</td> <td>133</td> <td>133</td> <td>121</td> <td>1.06</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 下線は正側受荷載重で最初にせん断破断したところを示す ※2 斜側はせん断破断をしない場合、その載荷重方向での最大載荷重を示す</p>	試験ケース	試験体の構造形式	試験中の最大せん断耐力(M)		設計によるせん断耐力(M)		「セラミックチップ」(SCC)が使用された場合のせん断耐力(M)		せん断補強鉄筋の有効率β <sub>av</sub> (%)		有効率の設計値β <sub>av</sub>	正側	負側	正側	負側	正側	負側	正側	負側	Na-3-1	標準型	583	499	542	313	389	310	146	137	643	0.69	Na-3-2	標準型	513	270	542	274	289	281	214	200	129	1.02	Na-3-3	標準型	583	555	542	274	389	277	200	200	985	0.84	Na-3-4	標準型	602	359	542	274	389	283	277	224	697	0.89	Na-3-5	高層床型	526	307	525	218	390	297	200	132	697	1.00	Na-3-6	高層床型	526	337	525	218	390	294	299	200	107	1.01	Na-3-7	高層床型	526	349	524	218	381	305	212	130	109	1.06	Na-3-8	高層床型	507	328	525	218	390	321	133	133	121	1.06	 <p>第13-3-4図 斜めひび割れ内の後施工せん断補強鉄筋応力(建設技術審査証明報告書より抜粋)</p>		
試験ケース			試験体の構造形式	試験中の最大せん断耐力(M)		設計によるせん断耐力(M)		「セラミックチップ」(SCC)が使用された場合のせん断耐力(M)		せん断補強鉄筋の有効率β <sub>av</sub> (%)		有効率の設計値β <sub>av</sub>																																																																																																										
	正側	負側		正側	負側	正側	負側	正側	負側																																																																																																													
Na-3-1	標準型	583	499	542	313	389	310	146	137	643	0.69																																																																																																											
Na-3-2	標準型	513	270	542	274	289	281	214	200	129	1.02																																																																																																											
Na-3-3	標準型	583	555	542	274	389	277	200	200	985	0.84																																																																																																											
Na-3-4	標準型	602	359	542	274	389	283	277	224	697	0.89																																																																																																											
Na-3-5	高層床型	526	307	525	218	390	297	200	132	697	1.00																																																																																																											
Na-3-6	高層床型	526	337	525	218	390	294	299	200	107	1.01																																																																																																											
Na-3-7	高層床型	526	349	524	218	381	305	212	130	109	1.06																																																																																																											
Na-3-8	高層床型	507	328	525	218	390	321	133	133	121	1.06																																																																																																											



女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>3.3.1.3 Ccbのせん断補強の考え方</p> <p><u>CCbのせん断補強の考え方を第3.3-5図に示す。</u></p> <div data-bbox="159 204 616 853"> <p>(5)「セラミックキャップバー(CCb)」のせん断補強効果の考え方</p> <p>「セラミックキャップバー(CCb)」は通常の方法でせん断補強せず、既設構造物を後からせん断補強するために、土木学会コンクリート標準示方書【設計編】のせん断補強方式におけるせん断補強鉄筋が負担するせん断力<math>V_a</math>を全て見込むことは困難であると考えられる。そこで「セラミックキャップバー(CCb)」によるせん断補強効果を、アルカリ骨材反応を受けて破断したせん断補強鉄筋のせん断耐力評価と同一方法(参考文献:土木学会アルカリ骨材反応対策小委員会報告書,2005.5)により検討した。</p> <p>せん断補強鉄筋が破断した場合は、せん断ひび割れ箇所から破断箇所までの付着長さが短くなることにより、せん断ひび割れを契機とする箇所でせん断補強鉄筋が全強度を発揮できなくなり、せん断補強効果が低下すると考えられる。この効果を以下のように考慮し、定着不良が生じた場合のせん断耐力をトラス理論により評価する。</p> <p>せん断ひび割れを契機とするせん断補強鉄筋を考えたとき、せん断ひび割れが破断位置にある場合は、そのせん断補強鉄筋はせん断力を負担することができず、一方、破断位置から定着長さ<math>l_d</math>以上離れた位置にせん断ひび割れがあるせん断補強鉄筋では、付着により十分な定着性能が確保されていると判断され、降伏強度相当のせん断力を負担することができる。また、破断位置から定着長さ<math>l_d</math>以下の範囲にせん断ひび割れがあるせん断補強鉄筋は、ある程度のせん断力を負担できるが定着性能が低下しているため、降伏強度相当より小さなせん断力のみが負担できるとした。その場合について、せん断ひび割れからのせん断補強鉄筋の定着長さにしたがって負担できるせん断力を線形で仮定したが、図Ⅱ-4.33に示す概念図である。この仮定によれば、平均化した破断した鉄筋の負担応力の低下率<math>\eta</math>は次式で表すことができる。</p> <math display="block">\eta = (d-d')(d) \quad \text{if } (d-d') \leq 2l_d \quad \text{.....(1)}</math> <math display="block">\eta = 1 - l_d(d-d') \quad \text{if } (d-d') &gt; 2l_d \quad \text{.....(2)}</math> <p>一部のせん断補強鉄筋のみが破断している場合には、その取断割合<math>\alpha</math>を考慮すると、破断したせん断補強鉄筋を含む有効せん断補強鉄筋割合<math>\beta</math>は式(3)となる。</p> <math display="block">\beta = \eta\alpha + (1-\alpha) \quad \text{.....(3)}</math> <p>図Ⅱ-4.33 斜めひび割れ内の破断したせん断補強鉄筋耐力</p> </div> <p>第3.3-5図 Ccbのせん断補強の考え方 (建設技術審査証明報告書より抜粋) (1/2)</p> <div data-bbox="159 954 616 1412"> <p>すなわち、全てのせん断補強鉄筋が有効であるとして、トラス理論に基づきコンクリート標準示方書で算出したせん断補強鉄筋が負担するせん断力<math>V_a</math>に、有効せん断補強鉄筋割合<math>\beta</math>を乗じることにより、定着が不良であるものを含むせん断補強鉄筋のせん断耐力負担分を評価することができる。</p> <p>以上の考え方に「セラミックキャップバー(CCb)」の定着性能を適用することにより、「セラミックキャップバー(CCb)」工法のせん断補強効果を評価することができる。「セラミックキャップバー(CCb)」の定着性能については、引抜き試験により以下について明らかとなっている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>先端型定着体は、「セラミックキャップバー(CCb)」の規格降伏強度相当以上の定着力を確保するための必要定着長は、定着体の先端から<math>5D</math>(<math>D</math>:鉄筋の直径)である。</li> <li>後端型定着体は、単体で「セラミックキャップバー(CCb)」の規格引張強度相当以上の定着力を発揮できる。</li> </ul> <p>「セラミックキャップバー(CCb)」の定着長しが<math>5D</math>であること、「セラミックキャップバー(CCb)」工法の適用部材における主筋間隔が<math>2d</math>以上であるとすると、「セラミックキャップバー(CCb)」の応力低下率<math>\eta</math>の算出では、式(2)を基本とすることができる。また、後端型定着体においては、せん断補強鉄筋の材端までせん断力に対して有効に作用できることから、式(2)の第2項の<math>l_d</math>は<math>0</math>に置き、係数<math>1/2</math>が乗じられる(式(4))。さらに、式(3)において破断している鉄筋はないことから<math>\alpha=1</math>とすると、「セラミックキャップバー(CCb)」のせん断補強の有効率<math>\beta_{eff}</math>は、式(5)により算出できる。</p> <math display="block">\eta = 1 - \frac{l_d}{2(d-d')} \quad \text{.....(4)}</math> <math display="block">\beta_{eff} = \eta = 1 - \frac{l_d}{2(d-d')} \quad \text{.....(5)}</math> </div> <p>第3.3-5図 Ccbのせん断補強の考え方 (建設技術審査証明報告書より抜粋) (2/2)</p>	<p>島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)</p> <div data-bbox="757 167 1209 391"> <p>第13-3-5図 PHbと寸切り鉄筋の有効係数の比較</p> </div> <p>d. 実験結果に基づくPHbによるせん断補強効果の評価</p> <div data-bbox="757 494 1209 646"> <p>第13-3-3表 PHbの有効係数の比較 (建設技術審査証明報告書より抜粋)</p> </div>	<p>泊発電所3号炉</p>	<p>相違理由</p>

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>3.3.1.4 実験結果に基づくCCbによるせん断補強効果の評価</p> <p>実験結果に基づくCCbによるせん断補強効果の評価について、第3.3-6図に示す。</p> <div data-bbox="168 255 616 454" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(6) 実験結果に基づく「セラミックキャップバー(CCb)」によるせん断補強効果の評価</p> <p>1) 「セラミックキャップバー(CCb)」によるせん断補強効果の評価</p> <p>上記の考え方の適用性を検討するために、「セラミックキャップバー(CCb)」によるせん断耐力の有効率<math>\beta_{ee}</math>をシリーズ1の実験結果に基づいて評価する。</p> <p>「セラミックキャップバー(CCb)」によって負担されるせん断耐力<math>V_{CCb}</math>は、式(6)に示すように、梁の交番載荷実験によって求められたせん断耐力<math>V_{exp,1}</math>から、コンクリートのみより受け持つせん断耐力<math>V_a</math>を差し引いて求められる。また、せん断補強鉄筋によって負担されるせん断耐力<math>V_c</math>は、式(7)に示すように、梁の交番載荷実験によって求められたせん断耐力<math>V_{exp,2}</math>から、コンクリートのみより受け持つせん断耐力<math>V_a</math>を差し引いて求められる。</p> </div> <p>第3.3-6図 実験結果に基づくCCbによるせん断補強効果の評価 (建設技術審査証明報告書より抜粋) (1/9)</p> <div data-bbox="168 550 616 1204" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>「セラミックキャップバー(CCb)」によるせん断耐力の有効率は、前述のように有効率<math>\beta_{ee}</math>により評価される。有効率<math>\beta_{ee}</math>は、「セラミックキャップバー(CCb)」を通常のせん断補強鉄筋と見なした場合のせん断耐力負担分に対する有効率である。すなわち、本実験においては、No.1-2試験体におけるせん断補強鉄筋が負担するせん断耐力<math>V_c</math>と、No.1-3試験体の「セラミックキャップバー(CCb)」が負担するせん断耐力<math>V_{CCb}</math>との比として式(8)のように評価することができる。</p> <math display="block">V_{CCb} = V_{exp,1} - V_{calc,1} \dots \dots \dots (6)</math> <math display="block">V_c = V_{exp,2} - V_{calc,2} \dots \dots \dots (7)</math> <math display="block">\beta_{ee} = V_{CCb} / V_c \dots \dots \dots (8)</math> <p>ここで、</p> <p><math>V_{CCb}</math>: 「セラミックキャップバー(CCb)」による負担されるせん断耐力  <math>V_{exp,1}</math>: 実験で得られたNo.1-2試験体のせん断耐力  <math>V_{calc,1}</math>: 実験で得られたNo.1-3試験体のせん断耐力  <math>V_{calc,2}</math>: せん断補強鉄筋を用いない場合のNo.1-2試験体のせん断耐力の計算値  <math>V_{calc,3}</math>: せん断補強鉄筋を用いない場合のNo.1-3試験体のせん断耐力の計算値  <math>V_a</math>: 通常のせん断補強鉄筋に負担されるせん断耐力の計算値  <math>\beta_{ee}</math>: 「セラミックキャップバー(CCb)」のせん断耐力の補強効果を示す有効率</p> <p>表II-4.1に各試験体の実験結果、および土木学会コンクリート標準示方書「設計編」に基づいて算出した設計計算値を示す。なお、No.1-2、1-3試験体のコンクリート負担分<math>V_a</math>は、実験時のコンクリート強度を用いて土木学会コンクリート標準示方書「設計編」に基づいて算出した。また、表中の計算値は、土木学会コンクリート標準示方書「設計編」に基づいて算出したものであり、No.1-3試験体のせん断耐力については、有効率<math>\beta_{ee}</math>を式(8)により以下のように算出し、No.1-2試験体のせん断補強鉄筋が負担するせん断耐力の計算値に乘じている。</p> <math display="block">d-d' = 485\text{mm}, l_p = 110\text{mm} (5D, D = 22\text{mm}) \text{より}</math> <math display="block">\beta_{ee} = 1 - 1/2 \cdot 1; \beta(d-d') = 1 - 1/2 \cdot (110/485) = 0.88</math> <p>表II-4.1より、各試験体の実験結果に基づいて算出される「セラミックキャップバー(CCb)」の有効率<math>\beta_{ee}</math>が、コンクリート負担分を計算値に基づいた場合で1.00であり、式(8)による有効率0.88以上であることが分かる。また、各試験体の設計計算値と実験結果との比較においても、全ての試験体の実験結果は設計計算値よりも大きくなっている。</p> <p>次に、図II-4.34に最大せん断耐力経路時におけるせん断補強鉄筋に作用する引張力の分布について、比較したものを示す。なお、図II-4.34におけるせん断補強鉄筋の引張力</p> </div> <p>第3.3-6図 実験結果に基づくCCbによるせん断補強効果の評価 (建設技術審査証明報告書より抜粋) (2/9)</p>	<div data-bbox="761 151 1198 566" style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <p>第13-3-6図 圧縮鉄筋と引張鉄筋との間隔と有効係数の関係 (建設技術審査証明報告書より抜粋)</p>		

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由																																											
<p>は、せん断補強鉄筋のひずみゲージの測定値を材料試験による応力-ひずみ関係に基づいて引張応力に換算し、断面積を乗じた値である。図Ⅱ-4.34より、「セラミックキャップバー(CCb)」で後施工補強したNo.1-3試験体においても、通常のせん断補強を行ったNo.1-2試験体と同様に、1つのひび割れに対して複数の「セラミックキャップバー(CCb)」が規格外引張強度以上の引張力を負担していることが確認できる。</p> <p>表Ⅱ-4.1 実験結果の一覧(シリーズ1)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>No.1-1</th> <th>No.1-2</th> <th>No.1-3</th> <th>備 考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>補強鉄筋の種類・形状</td> <td>せん断補強SD345 D22 鉄筋なし</td> <td>SD345 D22 両端フック</td> <td>SD345 D22 セラミック定着体</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">せん断耐力の実験値</td> <td><math>V_c</math></td> <td>464 kN</td> <td>1,045 kN</td> <td>1,030 kN</td> <td rowspan="3">実験における正側破壊時の載荷位置として 実験時のコンクリート強度に基づく計算値 <math>V_c=V_{cr}</math> 取として</td> </tr> <tr> <td><math>V_{cr}</math></td> <td>464 kN</td> <td>401 kN</td> <td>403 kN</td> </tr> <tr> <td><math>V_{cal}</math></td> <td>0 kN</td> <td>644 kN</td> <td>647 kN</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">せん断耐力の計算値</td> <td><math>V_{cr}</math></td> <td>396 kN</td> <td>899 kN</td> <td>837 kN</td> <td rowspan="3">計算値は、コンクリート標準示方書【設計編】に基づき、安全係数を1.0として算出した値 No.1-3は示方書による<math>V_c</math>に有係数<math>\beta=0.88</math>を乗じた値</td> </tr> <tr> <td><math>V_{cal}</math></td> <td>396 kN</td> <td>401 kN</td> <td>403 kN</td> </tr> <tr> <td><math>V_{cr}</math></td> <td>0 kN</td> <td>497 kN</td> <td>437 kN</td> </tr> <tr> <td>せん断補強鉄筋の有効率 <math>\beta_{eff}</math></td> <td></td> <td></td> <td>647 / 644=1.00</td> <td>No.1-2試験体とNo.1-3試験体の比較による値</td> </tr> </tbody> </table> <p>図Ⅱ-4.34 せん断補強鉄筋に作用する引張力の比較(シリーズ1)</p> <p>また、シリーズ2のD29の「セラミックキャップバー(CCb)」においても、セラミック定着体および両端へ光てんされたグラウトによって、両端フックを有するせん断補強鉄筋</p>		No.1-1	No.1-2	No.1-3	備 考	補強鉄筋の種類・形状	せん断補強SD345 D22 鉄筋なし	SD345 D22 両端フック	SD345 D22 セラミック定着体		せん断耐力の実験値	$V_c$	464 kN	1,045 kN	1,030 kN	実験における正側破壊時の載荷位置として 実験時のコンクリート強度に基づく計算値 $V_c=V_{cr}$ 取として	$V_{cr}$	464 kN	401 kN	403 kN	$V_{cal}$	0 kN	644 kN	647 kN	せん断耐力の計算値	$V_{cr}$	396 kN	899 kN	837 kN	計算値は、コンクリート標準示方書【設計編】に基づき、安全係数を1.0として算出した値 No.1-3は示方書による $V_c$ に有係数 $\beta=0.88$ を乗じた値	$V_{cal}$	396 kN	401 kN	403 kN	$V_{cr}$	0 kN	497 kN	437 kN	せん断補強鉄筋の有効率 $\beta_{eff}$			647 / 644=1.00	No.1-2試験体とNo.1-3試験体の比較による値			
	No.1-1	No.1-2	No.1-3	備 考																																										
補強鉄筋の種類・形状	せん断補強SD345 D22 鉄筋なし	SD345 D22 両端フック	SD345 D22 セラミック定着体																																											
せん断耐力の実験値	$V_c$	464 kN	1,045 kN	1,030 kN	実験における正側破壊時の載荷位置として 実験時のコンクリート強度に基づく計算値 $V_c=V_{cr}$ 取として																																									
	$V_{cr}$	464 kN	401 kN	403 kN																																										
	$V_{cal}$	0 kN	644 kN	647 kN																																										
せん断耐力の計算値	$V_{cr}$	396 kN	899 kN	837 kN	計算値は、コンクリート標準示方書【設計編】に基づき、安全係数を1.0として算出した値 No.1-3は示方書による $V_c$ に有係数 $\beta=0.88$ を乗じた値																																									
	$V_{cal}$	396 kN	401 kN	403 kN																																										
	$V_{cr}$	0 kN	497 kN	437 kN																																										
せん断補強鉄筋の有効率 $\beta_{eff}$			647 / 644=1.00	No.1-2試験体とNo.1-3試験体の比較による値																																										
<p>第3.3-6図 実験結果に基づくCCbによるせん断補強効果の評価                      (建設技術審査証明報告書より抜粋) (3/9)</p>																																														

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由																																																													
<p>と同様なメカニズムでせん断補強効果として機能することが確認された。そこで、シリーズ1と同様に「セラミックキャップバー(CCb)」によるせん断耐力の有効率を実験に基づいて評価する。</p> <p>表Ⅱ-4.2に各試験体の実験結果、および土木学会コンクリート標準示方書「設計編」に基づいて算出した設計計算値を示す。載荷方向正側と負側でせん断耐力が若干異なるものの、「セラミックキャップバー(CCb)」による補強効果が小さい方である負側の有効率は0.93であった。これに対し、No.2-2の試験体の縁元から式(3)に基づいて以下の様に算出される有効率の設計計算値は0.88(<math>d-d' = 610\text{mm}</math>, <math>l_y = 145\text{mm}</math>(GD, <math>D = 29\text{mm}</math>))である。つまり、D29のセラミックキャップバー(CCb)を用いた場合でも、式(3)から算出される有効率以上のせん断補強効果が期待できることが確認された。</p> <p>次に、図Ⅱ-4.35に最大せん断耐力経時におけるせん断補強鉄筋に作用する引張力の分布について、比較したものを示す。同図より、「セラミックキャップバー(CCb)」で後施工補強したNo.2-2試験体においても、通常のせん断補強を行ったNo.2-1試験体と同様に、1つの斜めひび割れに対して複数本の「セラミックキャップバー(CCb)」が規格降伏強度以上の引張力を負担していることが確認できる。</p> <p>表Ⅱ-4.2 実験結果の一覧(シリーズ2)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">補強鉄筋の種類・形状</th> <th colspan="2">No.2-1</th> <th colspan="2">No.2-2</th> <th rowspan="2">備考</th> </tr> <tr> <th>SD345D29 両端フック</th> <th>SD345D29 セラミック定着体</th> <th>SD345D29 両端フック</th> <th>SD345D29 セラミック定着体</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">せん断耐力の実験値</td> <td rowspan="3">正側</td> <td>V<sub>1</sub></td> <td>1597kN</td> <td>1598kN</td> <td>実験における正側載荷時の載荷荷重として</td> </tr> <tr> <td>V<sub>2</sub></td> <td>429kN</td> <td>434kN</td> <td>実験時のコンクリート強度に基づく計算値</td> </tr> <tr> <td>V<sub>3</sub></td> <td>1168kN</td> <td>1164kN</td> <td>V<sub>1</sub>=V<sub>2</sub>として</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">負側</td> <td>V<sub>1</sub></td> <td>1577kN</td> <td>1498kN</td> <td>実験における正側載荷時の載荷荷重として</td> </tr> <tr> <td>V<sub>2</sub></td> <td>429kN</td> <td>434kN</td> <td>実験時のコンクリート強度に基づく計算値</td> </tr> <tr> <td>V<sub>3</sub></td> <td>1148kN</td> <td>1064kN</td> <td>V<sub>1</sub>=V<sub>2</sub>として</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">せん断耐力の計算値</td> <td>V<sub>cal</sub></td> <td>1372kN</td> <td>1263kN</td> <td>計算値は、コンクリート標準示方書「設計編」に基づき、安全係数を1.0として算出した値</td> </tr> <tr> <td>V<sub>cal</sub></td> <td>429kN</td> <td>434kN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>V<sub>cal</sub></td> <td>949kN</td> <td>829kN</td> <td>No.2-2は示方書によるV<sub>1</sub>に有効率<math>\alpha = 0.88</math>を乗じた値</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">せん断補強鉄筋の有効率 <math>\alpha_{we}</math></td> <td>正側</td> <td></td> <td>1164/1168=1.00</td> <td></td> <td>No.2-1試験体とNo.2-2試験体の比較による値</td> </tr> <tr> <td>負側</td> <td></td> <td>1064/1148=0.93</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	補強鉄筋の種類・形状	No.2-1		No.2-2		備考	SD345D29 両端フック	SD345D29 セラミック定着体	SD345D29 両端フック	SD345D29 セラミック定着体	せん断耐力の実験値	正側	V <sub>1</sub>	1597kN	1598kN	実験における正側載荷時の載荷荷重として	V <sub>2</sub>	429kN	434kN	実験時のコンクリート強度に基づく計算値	V <sub>3</sub>	1168kN	1164kN	V <sub>1</sub> =V <sub>2</sub> として	負側	V <sub>1</sub>	1577kN	1498kN	実験における正側載荷時の載荷荷重として	V <sub>2</sub>	429kN	434kN	実験時のコンクリート強度に基づく計算値	V <sub>3</sub>	1148kN	1064kN	V <sub>1</sub> =V <sub>2</sub> として	せん断耐力の計算値	V <sub>cal</sub>	1372kN	1263kN	計算値は、コンクリート標準示方書「設計編」に基づき、安全係数を1.0として算出した値	V <sub>cal</sub>	429kN	434kN		V <sub>cal</sub>	949kN	829kN	No.2-2は示方書によるV <sub>1</sub> に有効率 $\alpha = 0.88$ を乗じた値	せん断補強鉄筋の有効率 $\alpha_{we}$	正側		1164/1168=1.00		No.2-1試験体とNo.2-2試験体の比較による値	負側		1064/1148=0.93					
補強鉄筋の種類・形状		No.2-1		No.2-2			備考																																																									
	SD345D29 両端フック	SD345D29 セラミック定着体	SD345D29 両端フック	SD345D29 セラミック定着体																																																												
せん断耐力の実験値	正側	V <sub>1</sub>	1597kN	1598kN	実験における正側載荷時の載荷荷重として																																																											
		V <sub>2</sub>	429kN	434kN	実験時のコンクリート強度に基づく計算値																																																											
		V <sub>3</sub>	1168kN	1164kN	V <sub>1</sub> =V <sub>2</sub> として																																																											
	負側	V <sub>1</sub>	1577kN	1498kN	実験における正側載荷時の載荷荷重として																																																											
		V <sub>2</sub>	429kN	434kN	実験時のコンクリート強度に基づく計算値																																																											
		V <sub>3</sub>	1148kN	1064kN	V <sub>1</sub> =V <sub>2</sub> として																																																											
せん断耐力の計算値	V <sub>cal</sub>	1372kN	1263kN	計算値は、コンクリート標準示方書「設計編」に基づき、安全係数を1.0として算出した値																																																												
	V <sub>cal</sub>	429kN	434kN																																																													
	V <sub>cal</sub>	949kN	829kN	No.2-2は示方書によるV <sub>1</sub> に有効率 $\alpha = 0.88$ を乗じた値																																																												
せん断補強鉄筋の有効率 $\alpha_{we}$	正側		1164/1168=1.00		No.2-1試験体とNo.2-2試験体の比較による値																																																											
	負側		1064/1148=0.93																																																													

第3.3-6図 実験結果に基づくCCbによるせん断補強効果の評価  
 (建設技術審査証明報告書より抜粋) (4/9)



第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="159 151 611 702"> <p>図II-4.35 せん断補強筋に作用する引張力の比較(シリーズ2)</p> <p>以上より、「セラミックキャップバー (CCb)」で後施工補強された RC 部材のせん断補強効果を、トラス理論に基づいて算出した「セラミックキャップバー (CCb)」を通常のせん断補強筋筋と見なして求められるせん断耐力負担分に、式(6)による有効率<math>\beta_{se}</math>を乗じて算出することは、設計上、安全側となること分かる。</p> <p>ii) 「セラミックキャップバー (CCb)」の埋込み位置および定着体の組合せによるせん断補強効果の評価                  「セラミックキャップバー (CCb)」によるせん断耐力の有効率<math>\beta_{se}</math>に対して、「セラミックキャップバー (CCb)」の埋込み位置の先端および定着体の組合せが及ぼす影響をシリーズ3、4の実験結果に基づいて評価する。                  前述の結果より、式(6)による有効率<math>\beta_{se}</math>を乗じて「セラミックキャップバー (CCb)」で後施工補強された RC 部材のせん断補強効果を評価できる。シリーズ3、4における実験結果より、斜めひび割れ発生状況およびせん断補強筋のせん断耐力負担はシリーズ1、2とほぼ同様であることが確認されている。つまり、埋込み位置の先端が主鉄筋の圆心より手前となる「セラミックキャップバー (CCb)」や、定着体の組合せが標準型、埋端先端型、両端先端型である「セラミックキャップバー (CCb)」のせん断耐力負担分を、シリーズ1、2と同様の手法で評価できると考えられる。                  ここで、各種条件に応じた「セラミックキャップバー (CCb)」の有効率算定における概念図を図II-4.36に示す。検討ケースは、表II-4.3に示すとおりである。</p> </div>			
<p>第3.3-6図 実験結果に基づくCCbによるせん断補強効果の評価                  (建設技術審査証明報告書より抜粋) (5/9)</p>			

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="159 151 613 821"> <p>図3-3-6 実験結果に基づくCCbによるせん断補強効果の評価              (建設技術審査証明報告書より抜粋) (6/9)</p> </div>			

実線・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>で評価できる。ただし、差込部の定着体は、コンクリートの表面に定着されていることを考慮して、図II-4-36(d)に示すような有効率を算出することとする。</p> <p>両端ともに両端型定着体を設置した「セラミックキャップバー（CCb）」では、両側で標準フックと同等の定着性能が期待できる。そのため、その補強効果も両端フックのせん断補強鉄筋と同様となり、有効率（<math>\beta_{\text{end}}</math>）は1.0であると考えられる。</p> <p>図II-4-36を参考に式(9)を拡張すると、それぞれのせん断補強有効率は式(9)~(12)と表すことができる。なお、両端先端型を用いて、かつ埋込み位置が埋込側の主鉄筋の圆心よりも手前となる場合は、式(10)に対して式(9)の算出方法を組み合わせること式(12)により有効率（<math>\beta_{\text{end}}</math>）を評価することができる。</p> $\beta_{\text{end}} = \eta = 1 - \frac{(\bar{y} + 2r)}{2(d - d')} \quad (9)$ $\beta_{\text{end}} = \eta = 1 - \frac{l}{2(d - d')} \frac{\bar{y} - d'}{2(d - d')} \quad (10)$ $\beta_{\text{end}} = \eta = 1 \quad (11)$ $\beta_{\text{end}} = \eta = 1 - \frac{(\bar{y} + 2r)}{2(d - d')} \frac{\bar{y} - d'}{2(d - d')} \quad (12)$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\beta_{\text{end}}</math>：標準型の「セラミックキャップバー（CCb）」を用いて、その埋込み位置の先端が埋込側の主鉄筋の圆心よりも手前である場合のせん断耐力の向上への有効性を示す係数</li> <li><math>\beta_{\text{end}}</math>：両端先端型の「セラミックキャップバー（CCb）」を用いた場合のせん断耐力の向上への有効性を示す係数</li> <li><math>\beta_{\text{end}}</math>：両端後端型の「セラミックキャップバー（CCb）」を用いた場合のせん断耐力の向上への有効性を示す係数</li> <li><math>\beta_{\text{end}}</math>：両端先端型の「セラミックキャップバー（CCb）」を用いて、その埋込み位置の先端が埋込側の主鉄筋の圆心よりも手前である場合のせん断耐力の向上への有効性を示す係数</li> <li><math>\eta</math>：差込部の部材表面から圧縮鋼材圆心までの距離</li> <li><math>\bar{y}</math>：埋込側の主鉄筋の圆心から「セラミックキャップバー（CCb）」の先端までの距離</li> </ul> <p>上記の考え方の適用性を検討するために、「セラミックキャップバー（CCb）」によるせん断耐力の有効率<math>\beta_{\text{end}}</math>をシリーズ3、4の実験結果に基づいて評価する。  「セラミックキャップバー（CCb）」によって負担されるせん断耐力<math>V_{\text{CCb}}</math>は、式(13)に示</p>			

第3.3-6図 実験結果に基づくCCbによるせん断補強効果の評価  
 （建設技術審査証明報告書より抜粋）（7/9）

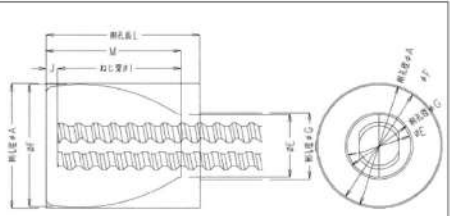
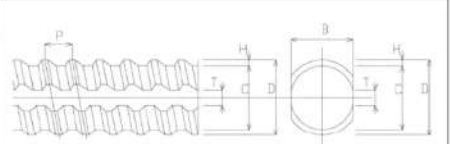

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																														
<p>すように、梁の交番載荷実験によって求められたせん断耐力 <math>V_{exp}</math> から、コンクリートのみにより受け持つせん断耐力 <math>V_d</math> を差し引いて求められる。また、せん断補強鉄筋によって負担されるせん断耐力 <math>V_s</math> は、式(14)に示すように、「セラミックキャップバー(CCb)」を通常のせん断補強鉄筋と見なすことで求めることができる。つまり、「セラミックキャップバー(CCb)」の鉄筋配置が伏まれば、土木学会コンクリート標準示方書【設計編】のせん断耐力式と同様に求められる。なお、安全係数は1.0とした。</p> <p>「セラミックキャップバー(CCb)」によるせん断耐力の有効性は、前述のように有効率 <math>\beta_{cc}</math> により評価される。有効率 <math>\beta_{cc}</math> は、「セラミックキャップバー(CCb)」を通常のせん断補強鉄筋と見なした場合のせん断耐力負担分に対する有効率である。すなわち、各試験体建元を基に通常のせん断補強鉄筋と仮定して算出されるせん断耐力 <math>V_s</math> と、その試験体の「セラミックキャップバー(CCb)」が負担するせん断耐力 <math>V_{cc}</math> との比として式(15)のように評価することができる。</p> $V_{cc} = V_{exp} - V_d \quad (13)$ $V_s = [A_{se} f_{sc} \cot \alpha_{se} (\cos \alpha_{se} / \sin \alpha_{se})^2 \gamma_s] \quad (14)$ $\beta_{cc} = V_{cc} / V_s \quad (15)$ <p>ここで、  <math>V_{cc}</math>: 「セラミックキャップバー(CCb)」による負担されるせん断耐力  <math>V_{exp}</math>: 実験で得られたせん断耐力  <math>V_d</math>: せん断補強鉄筋を用いない場合のせん断耐力の計算値  <math>V_s</math>: 「セラミックキャップバー(CCb)」を通常のせん断補強鉄筋とみなして求められるせん断耐力の計算値  <math>A_{se}</math>: 単位長さあたりの区間 <math>s_{se}</math> におけるセラミックキャップバー(CCb)の総断面積  <math>f_{sc}</math>: 「セラミックキャップバー(CCb)」の降伏強度で400N/mm<sup>2</sup>以下とする  <math>\alpha_{se}</math>: 「セラミックキャップバー(CCb)」が部材軸となる角度  <math>\gamma_s</math>: 圧縮応力の合力の作用位置から引張鋼材重心までの距離で、一般に <math>\geq 1.5</math> としてよい  <math>\gamma_b</math>: ここでは、1.0  <math>\beta_{cc}</math>: 「セラミックキャップバー(CCb)」のせん断耐力の補強効果を示す有効率</p> <p>表Ⅱ-4-4にシリーズ3、4における実験結果の一覧を示す。有効率 <math>\beta_{cc}</math> は、正倒載荷時および負倒載荷時についてそれぞれ算出した。また、梁の正負交番載荷実験において、最初にせん断破壊した載荷方向におけるせん断耐力を表中に下線で示す。実験から得られた最初にせん断破壊した側の有効率 <math>\beta_{cc}</math> は、式(16)で算出される有効率 <math>\beta_{cc}</math> よりも、いず</p>																																																																																																																																	
<p>第3.3-6図 実験結果に基づくCCbによるせん断補強効果の評価 (建設技術審査証明報告書より抜粋) (8/9)</p>																																																																																																																																	
<p>この試験ケースにおいても大きな値であることが分かる。つまり、「セラミックキャップバー(CCb)」の埋込み位置の先端および定着体の組合せが異なる場合においても、式(16)から算出される有効率 <math>\beta_{cc}</math> 以上のせん断補強効果が期待できることが確認された。</p> <p>以上より、鉄筋の埋込み位置の先端および定着体の組合せが異なる場合においても、「セラミックキャップバー(CCb)」で後施工補強されたBC部材のせん断補強効果を、トラス理論に基づいて算出した「セラミックキャップバー(CCb)」を通常のせん断補強鉄筋と見なして求められるせん断耐力負担分に、式(16)による有効率 <math>\beta_{cc}</math> を乗じて算出することは、設計上、安全額とすることが分かる。</p> <p>表Ⅱ-4.4 実験結果の一覧(シリーズ3、4)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">試験ケース</th> <th colspan="2">「セラミックキャップバー(CCb)」の埋め方</th> <th colspan="2">実験での最大せん断耐力(N)</th> <th colspan="2">算出されるせん断耐力(N)</th> <th colspan="2">「セラミックキャップバー(CCb)」の埋め方によるせん断耐力(N)</th> <th colspan="2">せん断補強鉄筋の有効率 <math>\beta_{cc}</math> (%)</th> <th rowspan="2">有効率の算出値</th> </tr> <tr> <th>正面</th> <th>背面</th> <th><math>V_{exp}</math></th> <th><math>V_{d}</math></th> <th><math>V_s</math></th> <th><math>V_{cc}</math></th> <th>正面</th> <th>背面</th> <th>正面</th> <th>背面</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N3-3-1</td> <td>標準型</td> <td>主筋の先端</td> <td>362</td> <td>499</td> <td>342</td> <td>133</td> <td>209</td> <td>217</td> <td>248</td> <td>1.02</td> <td>0.85</td> <td>0.89</td> </tr> <tr> <td>N3-3-2</td> <td>標準型</td> <td>主筋の先端</td> <td>515</td> <td>1,137</td> <td>542</td> <td>214</td> <td>293</td> <td>311</td> <td>318</td> <td>0.88</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>N3-3-3</td> <td>標準型</td> <td>主筋の先端</td> <td>511</td> <td>1,031</td> <td>542</td> <td>214</td> <td>293</td> <td>317</td> <td>298</td> <td>0.88</td> <td>0.92</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td>N3-3-4</td> <td>標準型</td> <td>主筋の先端</td> <td>422</td> <td>529</td> <td>542</td> <td>214</td> <td>293</td> <td>192</td> <td>172</td> <td>0.88</td> <td>0.69</td> <td>0.79</td> </tr> <tr> <td>N3-4-1</td> <td>後施工型</td> <td>主筋の先端</td> <td>322</td> <td>429</td> <td>325</td> <td>233</td> <td>290</td> <td>197</td> <td>202</td> <td>1.02</td> <td>0.89</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>N3-4-2</td> <td>後施工型</td> <td>主筋の先端</td> <td>322</td> <td>429</td> <td>325</td> <td>233</td> <td>290</td> <td>204</td> <td>209</td> <td>1.02</td> <td>1.01</td> <td>1.01</td> </tr> <tr> <td>N3-4-3</td> <td>後施工型</td> <td>主筋の先端</td> <td>322</td> <td>429</td> <td>325</td> <td>233</td> <td>290</td> <td>205</td> <td>210</td> <td>1.02</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>N3-4-4</td> <td>後施工型</td> <td>主筋の先端</td> <td>322</td> <td>429</td> <td>325</td> <td>233</td> <td>290</td> <td>205</td> <td>210</td> <td>1.02</td> <td>1.01</td> <td>1.01</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1) 下線は正負交番載荷で最初にせん断破壊したところ          注2) 斜線はせん断補強をしていない場合、その載荷方向での最大耐力を示す</p>				試験ケース	「セラミックキャップバー(CCb)」の埋め方		実験での最大せん断耐力(N)		算出されるせん断耐力(N)		「セラミックキャップバー(CCb)」の埋め方によるせん断耐力(N)		せん断補強鉄筋の有効率 $\beta_{cc}$ (%)		有効率の算出値	正面	背面	$V_{exp}$	$V_{d}$	$V_s$	$V_{cc}$	正面	背面	正面	背面	N3-3-1	標準型	主筋の先端	362	499	342	133	209	217	248	1.02	0.85	0.89	N3-3-2	標準型	主筋の先端	515	1,137	542	214	293	311	318	0.88	1.00	1.00	N3-3-3	標準型	主筋の先端	511	1,031	542	214	293	317	298	0.88	0.92	0.93	N3-3-4	標準型	主筋の先端	422	529	542	214	293	192	172	0.88	0.69	0.79	N3-4-1	後施工型	主筋の先端	322	429	325	233	290	197	202	1.02	0.89	1.00	N3-4-2	後施工型	主筋の先端	322	429	325	233	290	204	209	1.02	1.01	1.01	N3-4-3	後施工型	主筋の先端	322	429	325	233	290	205	210	1.02	1.00	1.00	N3-4-4	後施工型	主筋の先端	322	429	325	233	290	205	210	1.02	1.01	1.01
試験ケース	「セラミックキャップバー(CCb)」の埋め方		実験での最大せん断耐力(N)		算出されるせん断耐力(N)		「セラミックキャップバー(CCb)」の埋め方によるせん断耐力(N)		せん断補強鉄筋の有効率 $\beta_{cc}$ (%)		有効率の算出値																																																																																																																						
	正面	背面	$V_{exp}$	$V_{d}$	$V_s$	$V_{cc}$	正面	背面	正面	背面																																																																																																																							
N3-3-1	標準型	主筋の先端	362	499	342	133	209	217	248	1.02	0.85	0.89																																																																																																																					
N3-3-2	標準型	主筋の先端	515	1,137	542	214	293	311	318	0.88	1.00	1.00																																																																																																																					
N3-3-3	標準型	主筋の先端	511	1,031	542	214	293	317	298	0.88	0.92	0.93																																																																																																																					
N3-3-4	標準型	主筋の先端	422	529	542	214	293	192	172	0.88	0.69	0.79																																																																																																																					
N3-4-1	後施工型	主筋の先端	322	429	325	233	290	197	202	1.02	0.89	1.00																																																																																																																					
N3-4-2	後施工型	主筋の先端	322	429	325	233	290	204	209	1.02	1.01	1.01																																																																																																																					
N3-4-3	後施工型	主筋の先端	322	429	325	233	290	205	210	1.02	1.00	1.00																																																																																																																					
N3-4-4	後施工型	主筋の先端	322	429	325	233	290	205	210	1.02	1.01	1.01																																																																																																																					
<p>第3.3-6図 実験結果に基づくCCbによるせん断補強効果の評価 (建設技術審査証明報告書より抜粋) (9/9)</p>																																																																																																																																	



第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由																																																																						
<p><b>3.3.2 使用材料・強度</b></p> <p>実験を元にした本設計法では、第3.3-7図に示すとおり使用材料を定めている。今回の設計でも、これらに適合する使用材料・強度を用いる。</p> <div data-bbox="163 295 611 475" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(1) セラミックキャップ(OCb)工法は、使用の目的に対してせん断耐力が不足する部材のせん断補強および地震時のじん性が不足する部材のじん性確保などの目的に使用する。</p> <p>(2) セラミックキャップ(OCb)工法の適用範囲は、以下の条件に該当するものとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・主に地震時の応答変位量が限定される地中構造物であって、片側から施工する既設コンクリート構造物に対し、後施工によるせん断補強の目的で用いる。</li> <li>・両側からの施工が可能な既設のコンクリート構造物であり、じん性確保を目的としない場合、後施工によるせん断補強の目的で用いる。</li> </ul> </div> <p style="text-align: center;"><b>第3.3-7図 使用材料・強度</b> (建設技術審査証明報告書より抜粋) (1/6)</p> <div data-bbox="163 582 611 646" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>セラミックキャップ(OCb)は、D32、D29、D25、D22、D19、D16、D13のねじ筋鉄柱の両端に高純度アルミナ系セラミック製のキャップを設けて定着体をなす構造とする。先端型・後端型の定着体の例、およびねじ筋鉄柱の寸法を図-2.1~2.3に示す。</p> </div> <div data-bbox="190 670 582 790" style="text-align: center;"> </div> <table border="1" data-bbox="212 813 560 1125" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">呼び名</th> <th colspan="2">耐孔寸法</th> </tr> <tr> <th>耐孔径φG mm</th> <th>継手仕様時 耐孔径φG mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>D13</td><td>30.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>D16</td><td>30.0</td><td>34.0</td></tr> <tr><td>D19</td><td>34.0</td><td>36.0</td></tr> <tr><td>D22</td><td>36.0</td><td>40.0</td></tr> <tr><td>D25</td><td>46.0</td><td>46.0</td></tr> <tr><td>D29</td><td>50.0</td><td>50.0</td></tr> <tr><td>D32</td><td>55.0</td><td>55.0</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="212 973 560 1125" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">呼び名</th> <th colspan="4">定着体の寸法</th> </tr> <tr> <th>φN mm</th> <th>φ mm</th> <th>ねじ深さK mm</th> <th>U mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>D13</td><td>25.0</td><td>36.0</td><td>30.0</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>D16</td><td>27.0</td><td>46.0</td><td>40.0</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>D19</td><td>30.0</td><td>46.0</td><td>40.0</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>D22</td><td>33.0</td><td>46.0</td><td>40.0</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>D25</td><td>42.0</td><td>52.0</td><td>48.0</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>D29</td><td>45.0</td><td>59.0</td><td>53.0</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>D32</td><td>50.0</td><td>64.0</td><td>58.0</td><td>6.0</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; font-size: small;">【先端型定着体(DX)】</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">図-2.1 セラミック定着体、ねじ筋鉄柱の例(その1)</p> <p style="text-align: center;"><b>第3.3-7図 使用材料・強度</b> (建設技術審査証明報告書より抜粋) (2/6)</p>	呼び名	耐孔寸法		耐孔径φG mm	継手仕様時 耐孔径φG mm	D13	30.0	30.0	D16	30.0	34.0	D19	34.0	36.0	D22	36.0	40.0	D25	46.0	46.0	D29	50.0	50.0	D32	55.0	55.0	呼び名	定着体の寸法				φN mm	φ mm	ねじ深さK mm	U mm	D13	25.0	36.0	30.0	6.0	D16	27.0	46.0	40.0	6.0	D19	30.0	46.0	40.0	6.0	D22	33.0	46.0	40.0	6.0	D25	42.0	52.0	48.0	6.0	D29	45.0	59.0	53.0	6.0	D32	50.0	64.0	58.0	6.0	<p>(2) 使用材料・許容応力度・強度</p> <p>実験を元にした本設計法では、第13-3-7~9図に示すとおり使用材料を定めている。今回の設計でも、これらに適合する使用材料・許容応力度・強度を用いて設計する。</p> <div data-bbox="748 319 1220 478" style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div> <p style="text-align: center;"><b>第13-3-7図 使用材料・許容応力度・強度</b> (建設技術審査証明報告書より抜粋)</p> <div data-bbox="748 582 1220 1204" style="border: 1px solid black; height: 390px; width: 100%;"></div> <p style="text-align: center;"><b>第13-3-8図 使用材料・許容応力度・強度</b> (建設技術審査証明報告書より抜粋)</p>		
呼び名		耐孔寸法																																																																							
	耐孔径φG mm	継手仕様時 耐孔径φG mm																																																																							
D13	30.0	30.0																																																																							
D16	30.0	34.0																																																																							
D19	34.0	36.0																																																																							
D22	36.0	40.0																																																																							
D25	46.0	46.0																																																																							
D29	50.0	50.0																																																																							
D32	55.0	55.0																																																																							
呼び名	定着体の寸法																																																																								
	φN mm	φ mm	ねじ深さK mm	U mm																																																																					
D13	25.0	36.0	30.0	6.0																																																																					
D16	27.0	46.0	40.0	6.0																																																																					
D19	30.0	46.0	40.0	6.0																																																																					
D22	33.0	46.0	40.0	6.0																																																																					
D25	42.0	52.0	48.0	6.0																																																																					
D29	45.0	59.0	53.0	6.0																																																																					
D32	50.0	64.0	58.0	6.0																																																																					

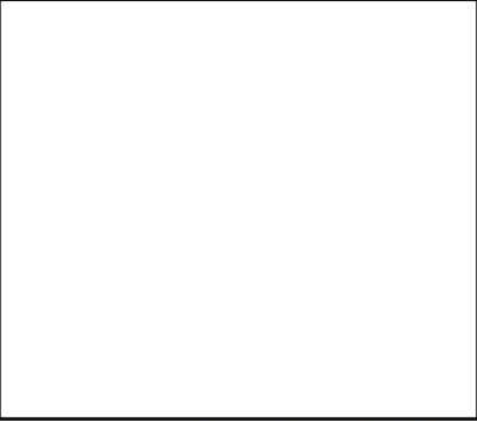
女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																																																																																	
 <table border="1" data-bbox="190 391 582 678"> <thead> <tr> <th colspan="3">剛孔寸法</th> </tr> <tr> <th>呼び名</th> <th>剛孔径φA mm</th> <th>剛孔径φG mm</th> <th>剛孔長L mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>D13</td><td>60.0</td><td>30.0</td><td>80.0</td></tr> <tr><td>D16</td><td>60.0</td><td>30.0</td><td>80.0</td></tr> <tr><td>D19</td><td>65.0</td><td>34.0</td><td>80.0</td></tr> <tr><td>D22</td><td>65.0</td><td>36.0</td><td>80.0</td></tr> <tr><td>D25</td><td>70.0</td><td>46.0</td><td>80.0</td></tr> <tr><td>D29</td><td>75.0</td><td>50.0</td><td>80.0</td></tr> <tr><td>D32</td><td>75.0</td><td>55.0</td><td>80.0</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="190 534 582 678"> <thead> <tr> <th colspan="5">定着体の寸法</th> </tr> <tr> <th>呼び名</th> <th>φF mm</th> <th>φE mm</th> <th>M mm</th> <th>ねじ深さ mm</th> <th>J mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>D13</td><td>53.5</td><td>22.0</td><td>70.0</td><td>64.0</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>D16</td><td>55.5</td><td>25.0</td><td>70.0</td><td>64.0</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>D19</td><td>58.5</td><td>29.0</td><td>70.0</td><td>64.0</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>D22</td><td>62.5</td><td>32.0</td><td>70.0</td><td>64.0</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>D25</td><td>65.5</td><td>35.0</td><td>70.0</td><td>64.0</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>D29</td><td>69.5</td><td>39.0</td><td>70.0</td><td>64.0</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>D32</td><td>72.5</td><td>42.0</td><td>70.0</td><td>64.0</td><td>6.0</td></tr> </tbody> </table> <p data-bbox="324 683 436 702">【後述型定着体 (D0)】</p> <p data-bbox="235 721 526 742">図-2.2 セラミック定着体、ねじ筋鉄筋の例（その2）</p> <p data-bbox="257 778 504 805">第3.3-7図 使用材料・強度</p> <p data-bbox="190 810 593 837">（建設技術審査証明報告書より抜粋）（3/6）</p>  <table border="1" data-bbox="168 1037 616 1220"> <thead> <tr> <th rowspan="2">呼び名</th> <th colspan="3">公称寸法</th> <th colspan="2">外形</th> <th colspan="2">基幹部寸法</th> <th colspan="2">筋の寸法mm</th> <th rowspan="2">筋のすきまの和 T×2 mm</th> </tr> <tr> <th>直径 mm</th> <th>断面積 cm<sup>2</sup></th> <th>単位重量 kg/m</th> <th>φD mm</th> <th>B mm</th> <th>C mm</th> <th>ピッチ P</th> <th>高さ H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>D13</td><td>12.7</td><td>1.287</td><td>0.996</td><td>14.0</td><td>11.6</td><td>12.0</td><td>7.0</td><td>1.00</td><td>8.2</td></tr> <tr><td>D16</td><td>15.9</td><td>1.986</td><td>1.56</td><td>18.0</td><td>14.7</td><td>15.2</td><td>8.0</td><td>1.40</td><td>7.5</td></tr> <tr><td>D19</td><td>19.1</td><td>2.865</td><td>2.25</td><td>21.5</td><td>17.5</td><td>16.0</td><td>8.0</td><td>1.75</td><td>8.4</td></tr> <tr><td>D22</td><td>22.2</td><td>3.871</td><td>3.04</td><td>24.8</td><td>20.5</td><td>21.0</td><td>9.0</td><td>1.90</td><td>9.2</td></tr> <tr><td>D25</td><td>25.4</td><td>5.067</td><td>3.98</td><td>29.2</td><td>23.6</td><td>24.2</td><td>10.0</td><td>2.00</td><td>10.8</td></tr> <tr><td>D29</td><td>28.6</td><td>6.424</td><td>5.04</td><td>32.1</td><td>26.6</td><td>27.2</td><td>12.0</td><td>2.45</td><td>11.4</td></tr> <tr><td>D32</td><td>31.8</td><td>7.942</td><td>6.23</td><td>35.7</td><td>29.8</td><td>30.4</td><td>13.0</td><td>2.65</td><td>12.0</td></tr> </tbody> </table> <p data-bbox="347 1220 436 1236">【ねじ筋鉄筋】</p> <p data-bbox="235 1236 526 1257">図-2.3 セラミック定着体、ねじ筋鉄筋の例（その3）</p> <p data-bbox="257 1276 504 1300">第3.3-7図 使用材料・強度</p> <p data-bbox="190 1305 593 1332">（建設技術審査証明報告書より抜粋）（4/6）</p> <p data-bbox="100 1364 683 1476">セラミック定着体は、JIS R 1600に示すファインセラミックスに分類されるセラミックにて製作されており、顆粒物性においてアルミナ純度96%以上のアルミナ材で、焼成体物性において300N/mm<sup>2</sup>以上の曲げ強度（JIS R 1601）を製造会社が保証するもの</p>	剛孔寸法			呼び名	剛孔径φA mm	剛孔径φG mm	剛孔長L mm	D13	60.0	30.0	80.0	D16	60.0	30.0	80.0	D19	65.0	34.0	80.0	D22	65.0	36.0	80.0	D25	70.0	46.0	80.0	D29	75.0	50.0	80.0	D32	75.0	55.0	80.0	定着体の寸法					呼び名	φF mm	φE mm	M mm	ねじ深さ mm	J mm	D13	53.5	22.0	70.0	64.0	6.0	D16	55.5	25.0	70.0	64.0	6.0	D19	58.5	29.0	70.0	64.0	6.0	D22	62.5	32.0	70.0	64.0	6.0	D25	65.5	35.0	70.0	64.0	6.0	D29	69.5	39.0	70.0	64.0	6.0	D32	72.5	42.0	70.0	64.0	6.0	呼び名	公称寸法			外形		基幹部寸法		筋の寸法mm		筋のすきまの和 T×2 mm	直径 mm	断面積 cm <sup>2</sup>	単位重量 kg/m	φD mm	B mm	C mm	ピッチ P	高さ H	D13	12.7	1.287	0.996	14.0	11.6	12.0	7.0	1.00	8.2	D16	15.9	1.986	1.56	18.0	14.7	15.2	8.0	1.40	7.5	D19	19.1	2.865	2.25	21.5	17.5	16.0	8.0	1.75	8.4	D22	22.2	3.871	3.04	24.8	20.5	21.0	9.0	1.90	9.2	D25	25.4	5.067	3.98	29.2	23.6	24.2	10.0	2.00	10.8	D29	28.6	6.424	5.04	32.1	26.6	27.2	12.0	2.45	11.4	D32	31.8	7.942	6.23	35.7	29.8	30.4	13.0	2.65	12.0	 <p data-bbox="795 311 1176 375">第13-3-9図 使用材料・許容応力度・強度 （建設技術審査証明報告書より抜粋）</p>		
剛孔寸法																																																																																																																																																																																				
呼び名	剛孔径φA mm	剛孔径φG mm	剛孔長L mm																																																																																																																																																																																	
D13	60.0	30.0	80.0																																																																																																																																																																																	
D16	60.0	30.0	80.0																																																																																																																																																																																	
D19	65.0	34.0	80.0																																																																																																																																																																																	
D22	65.0	36.0	80.0																																																																																																																																																																																	
D25	70.0	46.0	80.0																																																																																																																																																																																	
D29	75.0	50.0	80.0																																																																																																																																																																																	
D32	75.0	55.0	80.0																																																																																																																																																																																	
定着体の寸法																																																																																																																																																																																				
呼び名	φF mm	φE mm	M mm	ねじ深さ mm	J mm																																																																																																																																																																															
D13	53.5	22.0	70.0	64.0	6.0																																																																																																																																																																															
D16	55.5	25.0	70.0	64.0	6.0																																																																																																																																																																															
D19	58.5	29.0	70.0	64.0	6.0																																																																																																																																																																															
D22	62.5	32.0	70.0	64.0	6.0																																																																																																																																																																															
D25	65.5	35.0	70.0	64.0	6.0																																																																																																																																																																															
D29	69.5	39.0	70.0	64.0	6.0																																																																																																																																																																															
D32	72.5	42.0	70.0	64.0	6.0																																																																																																																																																																															
呼び名	公称寸法			外形		基幹部寸法		筋の寸法mm		筋のすきまの和 T×2 mm																																																																																																																																																																										
	直径 mm	断面積 cm <sup>2</sup>	単位重量 kg/m	φD mm	B mm	C mm	ピッチ P	高さ H																																																																																																																																																																												
D13	12.7	1.287	0.996	14.0	11.6	12.0	7.0	1.00	8.2																																																																																																																																																																											
D16	15.9	1.986	1.56	18.0	14.7	15.2	8.0	1.40	7.5																																																																																																																																																																											
D19	19.1	2.865	2.25	21.5	17.5	16.0	8.0	1.75	8.4																																																																																																																																																																											
D22	22.2	3.871	3.04	24.8	20.5	21.0	9.0	1.90	9.2																																																																																																																																																																											
D25	25.4	5.067	3.98	29.2	23.6	24.2	10.0	2.00	10.8																																																																																																																																																																											
D29	28.6	6.424	5.04	32.1	26.6	27.2	12.0	2.45	11.4																																																																																																																																																																											
D32	31.8	7.942	6.23	35.7	29.8	30.4	13.0	2.65	12.0																																																																																																																																																																											

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）


女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																												
<p>を用いることを原則としている。</p> <p><u>セラミック定着体の寸法、ねじ筋強度及び密度については、以下のとおり品質管理基準を定めている。</u></p> <table border="1" data-bbox="163 264 613 823"> <caption>解説表-3-4 セラミック定着体の品質管理基準</caption> <thead> <tr> <th>管理項目</th> <th>管理内容</th> <th>規格値</th> <th>管理頻度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>最終径</td> <td>ノギスによる計測</td> <td>(D13~D25) 先端型：設計値±0.8mm以内 後端型：設計値±1.0mm以内 (D29, D32) 先端型：設計値±1.0mm以内 後端型：設計値±1.0mm以内</td> <td>1検成ロット (最大2,000体)ごとに10体。</td> </tr> <tr> <td>全高</td> <td>ノギスによる計測</td> <td>(D13~D25) 先端型：設計値±1.0mm以内 後端型：設計値±1.0mm以内 (D29, D32) 先端型：設計値±1.0mm以内 後端型：設計値±1.2mm以内</td> <td>1検成ロット (最大2,000体)ごとに10体。</td> </tr> <tr> <td>ねじ筋長さ</td> <td>測定器具による計測</td> <td>(D13~D25) 先端型：設計値±1.0mm以内 後端型：設計値±1.0mm以内 (D29, D32) 先端型：設計値±1.0mm以内 後端型：設計値±1.0mm以内</td> <td>1検成ロット (最大2,000体)ごとに10体。</td> </tr> <tr> <td>ねじ筋強度</td> <td>ねじ筋強度試験</td> <td>母材となるねじ筋鉄筋の規格降伏強度相当以上。</td> <td>1検成ロット (最大2,000体)ごとに3体。</td> </tr> <tr> <td>密度</td> <td>密度試験</td> <td>・製造者から発行される材料証明書との差が±0.05g/cm<sup>3</sup>以内 ・各試験値が平均値の±1.5%以内 ・各試験値が3.75g/cm<sup>3</sup>以上。</td> <td>1検成ロット (最大2,000体)ごとに10体。</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>第3.3-7図 使用材料・強度</u> (建設技術審査証明報告書より抜粋) (5/6)</p> <table border="1" data-bbox="163 932 613 1091"> <tr> <td>(1) セラミックキャップバー (CCb)</td> </tr> <tr> <td>セラミックキャップバー (CCb) を構成するねじ筋鉄筋は、JIS G 8112に準拠したネジテツコン（東京製鋼株式会社製ねじ筋鉄筋）で、種類はSD295A、SD295B、SD345とし、呼び名はD32、D29、D25、D22、D19、D16、D13とする。特性筋力および<math>f_{yk}</math>はJIS G 8112の下限値としてよい。また、限界状態の検討に用いる異形鉄筋の断面積は、JIS G 8112による各呼び名の公称断面積としてよい。</td> </tr> <tr> <td>(2) 充填材</td> </tr> <tr> <td>充填材は補強する構造体コンクリートと同様な性能であるとする。</td> </tr> </table> <p><u>第3.3-7図 使用材料・強度</u> (建設技術審査証明報告書より抜粋) (6/6)</p> <p>3.3.3 構造部材の評価</p> <p>3.3.1で示した基本的考え方にに基づき、第3.3-8図で示すコンクリート標準示方書「設計編」（土木学会，2012）（以下「コンクリート標準示方書2012」という。）の考え方を準用した設計式を用いてせん断耐力を定めている。</p>	管理項目	管理内容	規格値	管理頻度	最終径	ノギスによる計測	(D13~D25) 先端型：設計値±0.8mm以内 後端型：設計値±1.0mm以内 (D29, D32) 先端型：設計値±1.0mm以内 後端型：設計値±1.0mm以内	1検成ロット (最大2,000体)ごとに10体。	全高	ノギスによる計測	(D13~D25) 先端型：設計値±1.0mm以内 後端型：設計値±1.0mm以内 (D29, D32) 先端型：設計値±1.0mm以内 後端型：設計値±1.2mm以内	1検成ロット (最大2,000体)ごとに10体。	ねじ筋長さ	測定器具による計測	(D13~D25) 先端型：設計値±1.0mm以内 後端型：設計値±1.0mm以内 (D29, D32) 先端型：設計値±1.0mm以内 後端型：設計値±1.0mm以内	1検成ロット (最大2,000体)ごとに10体。	ねじ筋強度	ねじ筋強度試験	母材となるねじ筋鉄筋の規格降伏強度相当以上。	1検成ロット (最大2,000体)ごとに3体。	密度	密度試験	・製造者から発行される材料証明書との差が±0.05g/cm <sup>3</sup> 以内 ・各試験値が平均値の±1.5%以内 ・各試験値が3.75g/cm <sup>3</sup> 以上。	1検成ロット (最大2,000体)ごとに10体。	(1) セラミックキャップバー (CCb)	セラミックキャップバー (CCb) を構成するねじ筋鉄筋は、JIS G 8112に準拠したネジテツコン（東京製鋼株式会社製ねじ筋鉄筋）で、種類はSD295A、SD295B、SD345とし、呼び名はD32、D29、D25、D22、D19、D16、D13とする。特性筋力および $f_{yk}$ はJIS G 8112の下限値としてよい。また、限界状態の検討に用いる異形鉄筋の断面積は、JIS G 8112による各呼び名の公称断面積としてよい。	(2) 充填材	充填材は補強する構造体コンクリートと同様な性能であるとする。	<p>島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）</p>	<p>泊発電所3号炉</p>	<p>相違理由</p>
管理項目	管理内容	規格値	管理頻度																												
最終径	ノギスによる計測	(D13~D25) 先端型：設計値±0.8mm以内 後端型：設計値±1.0mm以内 (D29, D32) 先端型：設計値±1.0mm以内 後端型：設計値±1.0mm以内	1検成ロット (最大2,000体)ごとに10体。																												
全高	ノギスによる計測	(D13~D25) 先端型：設計値±1.0mm以内 後端型：設計値±1.0mm以内 (D29, D32) 先端型：設計値±1.0mm以内 後端型：設計値±1.2mm以内	1検成ロット (最大2,000体)ごとに10体。																												
ねじ筋長さ	測定器具による計測	(D13~D25) 先端型：設計値±1.0mm以内 後端型：設計値±1.0mm以内 (D29, D32) 先端型：設計値±1.0mm以内 後端型：設計値±1.0mm以内	1検成ロット (最大2,000体)ごとに10体。																												
ねじ筋強度	ねじ筋強度試験	母材となるねじ筋鉄筋の規格降伏強度相当以上。	1検成ロット (最大2,000体)ごとに3体。																												
密度	密度試験	・製造者から発行される材料証明書との差が±0.05g/cm <sup>3</sup> 以内 ・各試験値が平均値の±1.5%以内 ・各試験値が3.75g/cm <sup>3</sup> 以上。	1検成ロット (最大2,000体)ごとに10体。																												
(1) セラミックキャップバー (CCb)																															
セラミックキャップバー (CCb) を構成するねじ筋鉄筋は、JIS G 8112に準拠したネジテツコン（東京製鋼株式会社製ねじ筋鉄筋）で、種類はSD295A、SD295B、SD345とし、呼び名はD32、D29、D25、D22、D19、D16、D13とする。特性筋力および $f_{yk}$ はJIS G 8112の下限値としてよい。また、限界状態の検討に用いる異形鉄筋の断面積は、JIS G 8112による各呼び名の公称断面積としてよい。																															
(2) 充填材																															
充填材は補強する構造体コンクリートと同様な性能であるとする。																															
	<p>(3) 構造部材の評価</p> <p>(1)で示した基本的考え方にに基づき、第13-3-10図で示す、コンクリート標準示方書の考え方を準用した設計式を用いてせん断耐力を定めている。</p>																														



第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>セラミックキャップバー(CCb)により補強された壁部材のせん断耐力が作用するせん断力より大きいことを確認することにより、補強後の構造物の安全性の照査を行う。</p> <p>セラミックキャップバー(CCb)により補強された壁部材の単位長さ当たりのせん断耐力<math>V_{ppst}</math>は、式(1)と式(2)によりセラミックキャップバー(CCb)のせん断耐力への寄与を考慮し、2012年制定コンクリート標準示方書〔設計編:標準〕3編 2.4.3.2に準じて、以下のように求めてよい。</p> $V_{ppst} = V_{sd} + V_{sd} + V_{CCb} \dots (1)$ $V_{CCb} = \beta_{sw} \cdot V_{end} = \beta_{sw} \cdot f_{wp} \{ \sin \alpha_{sw} + \cos \alpha_{sw} \} S_{sw} / \gamma_b \dots (2)$ $\beta_{sw} = \eta - 1 - \frac{l_j}{25s_w} \dots (3)$ $\beta_{sw} = \eta - 1 - \frac{l_j}{25s_w} \left( \frac{l_j - d}{2l_j} \right)^2 \dots (4)$ $\beta_{sw} = \eta - 1 \dots (5)$ <p>ここに、<math>V_{sd}</math>:せん断補強鋼材を用いない壁部材の単位幅当たりのせん断耐力  <math>V_{sd}</math>: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当たりのせん断耐力  <math>V_{CCb}</math>: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当たりのせん断耐力  <math>V_{end}</math>:セラミックキャップバー(CCb)を通常のスターアップとみなして求められる壁部材の単位幅当たりのせん断耐力  <math>\beta_{sw}</math>: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  <math>\beta_{swsd}</math>:標準型のセラミックキャップバー(CCb)を用いた場合のせん断耐力の向上への有効性を示す係数  <math>\beta_{swsl}</math>:両端先端型のセラミックキャップバー(CCb)を用いた場合のせん断耐力の向上への有効性を示す係数  <math>\beta_{swsl}</math>:両端後端型のセラミックキャップバー(CCb)を用いた場合のせん断耐力の向上への有効性を示す係数  <math>A_{sw}</math>:単位長さあたりの区間<math>S_{sw}</math>におけるセラミックキャップバー(CCb)の総断面積  <math>f_{wp}</math>:セラミックキャップバー(CCb)の設計張拉強度で400N/mm以下とする</p> <p><b>第3.3-8図 せん断に対する安全照査</b>          (建設技術審査証明報告書より抜粋) (1/2)</p> <p><math>\alpha_{sw}</math>:セラミックキャップバー(CCb)が部材軸となす角度  <math>S_{sw}</math>:セラミックキャップバー(CCb)の配置間隔  <math>l_j</math>:主筋応力の合力の作用位置から引張鋼材重心までの距離で一般に<math>d \leq 1.15</math>としてよい  <math>\gamma_b</math>:部材係数(一般に1.10としてよい)  <math>l_j</math>:セラミックキャップバー(CCb)の先端型定着体の定着長(<math>d</math>)としてよい  <math>S_w</math>:補強対象部材の三層鉄筋と引張鉄筋の間隔</p> <p><b>第3.3-8図 せん断に対する安全照査</b>          (建設技術審査証明報告書より抜粋) (2/2)</p>	 <p>第13-3-10図 使用材料・許容応力度・強度          (建設技術審査証明報告書より抜粋)</p>		
<p>3.3.4 構造細目  <u>本設計方法では、想定外の破壊形式をとらないように、第3.3-9図に示す構造細目を定めている。</u></p>	<p>(4) 構造細目          本設計方法では、想定外の破壊形式をとらないように、第13-3-11図で示す構造細目を定めている。</p>		

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(1) セラミックキャップバー（CCb）によって補強された部材では、補強前に配置されていたせん断補強鉄筋とセラミックキャップバー（CCb）を加えせん断補強鉄筋の断面積率が0.15%以上になるように、セラミックキャップバー（CCb）を配置する。</p> <p>(2) セラミックキャップバー（CCb）を配置する最大の間隔は、補強前に配置されていたせん断補強鉄筋の位置も含めて、部材の有効高さの1/2でかつ300mm以下としなければならない。また、計算上でセラミックキャップバー（CCb）による補強を必要とする区間の外側の有効高さに等しい区間にも、これと同量のセラミックキャップバー（CCb）を配置しなければならない。</p> <p>(3) 蓋込側のセラミック定着体は、蓋込側のコンクリート表面に配置することを標準とする。</p> <p>(4) 埋込側の先端は、主鉄筋の中心まで配置することを原則とする。ただし、蓋孔の先端から埋込側の表面まで厚さは50mm以上とする。</p> <p><b>第3.3-9図 構造細目</b> (建設技術審査証明報告書より抜粋)</p> <p>3.4 建設技術審査証明報告書における施工性の確認</p> <p>3.4.1 施工の確実性 建設技術審査証明報告書において確認されている、CCbの施工の確実性について、第3.4-1図に示す。</p> <p>背面に地盤などがあり、片側からしか施工できないRC部材に対して、補強後の縦割孔内にエア抜き用ホースを埋設せずにせん断補強できることが確認された。両側からの施工が可能な既設鉄筋コンクリート部材に対し、両端に後端型定着体を設置する場合、片方のセラミック定着体をグラウト中で接合することで、施工が確実に進められることが確認された。</p> <p><b>第3.4-1図 施工の確実性</b> (建設技術審査証明報告書より抜粋)</p> <p>3.4.2 施工の容易性 建設技術審査証明報告書において確認されている、CCbの施工の容易性について、第3.4-2図に示す。</p> <p>狭い空間や複雑な部位において、大型機材を用いずに容易に施工でき、安定した品質を確保できることが確認された。 挿入する「セラミックキャップバー（CCb）」の長さを確保できないような狭い空間での施工においても、カブラーによる機械式挿入を用いて、安定した品質の作業を容易に施工できることが確認された。</p> <p><b>第3.4-2図 施工の容易性</b> (建設技術審査証明報告書より抜粋)</p> <p>3.4.3 施工手順の設定 建設技術審査証明報告書において設定されている、CCbの施工手順について第3.4-3図に示す。</p>	<p><b>第13-3-11図 構造細目</b> (建設技術審査証明報告書より抜粋)</p> <p>3.4 建設技術審査証明報告書における施工性の確認 建設技術審査証明報告書では、施工性に関して、片側からしか補強施工できない部材に対してもせん断補強できることを、試験施工等に基づき確認している。確認に当たっては、第13-3-12図に示すとおりPHbを設置する手順を設定し、この工事に必要な施工要素に対して施工性を確認している。各施工要素に対する施工性の確認内容について、概要を下記に示す。</p>  <p><b>第13-3-12図 PHbの施工手順</b></p> <p>(1) 補強設計に基づくPHbの配置 PHbを差し込むためには、補強対象部材の手前側に設置されている主鉄筋・配力鉄筋を避けた場所に削孔位置を定める必要がある。たとえば、電磁波レーダ法を使用すれば、部材手前側の配筋の探査は容易であるので、当該主鉄筋、配力鉄筋を避けての削孔位置の決定が可能である。</p> <p>(2) PHb配置位置での削孔方法 削孔はPHbドリルなどにより行う。PHbドリルによる削孔は以下</p>		

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>片側からしか補強施工できない部材について、鉛直下向きに「セラミックキャップバー(CCb)」を差し込む手順、および横向きあるいは鉛直上向きに「セラミックキャップバー(CCb)」を差し込む手順を設定し、この工事に必要な施工要素を確認した。</p> <p>横向きあるいは鉛直下向き、上向きに「セラミックキャップバー(CCb)」を差し込む場合(先充てん後挿入)、および鉛直上向きに「セラミックキャップバー(CCb)」を差し込む場合(先挿入後充てん)の各々の工法における施工手順を図Ⅱ-4.44に、設置方法の例を図Ⅱ-4.45~図Ⅱ-4.54に示す。</p> <p>両側からの施工が可能な部材に対する設置方法の例を図Ⅱ-4.55~図Ⅱ-4.57に示す。さらに、カプラーによる機械式継手を使用し、接続しながら、「セラミックキャップバー(CCb)」を差し込む場合の設置方法の例を図Ⅱ-4.58、59に示す。</p> <p><b>第3.4-3 図 Ccbの施工手順の設定</b> (建設技術審査証明報告書より抜粋)(1/14)</p> <p><b>図Ⅱ-4.44 「セラミックキャップバー(CCb)」工法の施工手順</b></p> <p><b>第3.4-3 図 Ccbの施工手順の設定</b> (建設技術審査証明報告書より抜粋)(2/14)</p>	<p>のような特徴がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・切孔ではないので、鉄筋を切断することがない(鉄筋に当たった時点で停止可能)。</li> <li>・ロッドの向きと貫入深さが作業中にわかるので、削孔方向と削孔深さの精度が確保できる。</li> <li>・削孔内部が凸凹のある仕上がりとなる。高圧空気で清掃すれば遺物の付着もない。</li> <li>・コンプレッサによる空気圧で駆動するので、削孔部・制御部が軽量小型であり、人力による取り扱いが容易。駆動源であるコンプレッサは比較的大きいが、100m程度以上離れた位置に設置できる。</li> <li>・ロッド長を短くすれば、さらに狭い空間で施工可能である。</li> <li>・削孔速度が速い。</li> <li>・削孔に水を使用しない。</li> <li>・削孔屑を回収することができる。</li> <li>・削孔反力が小さいので、架台などの支保が軽微。</li> <li>・細径及び拡幅削孔に対応した削孔ビットにより削孔が容易である。</li> </ul> <p>したがって、駆動源が入らない狭い空間で、水が流せないような環境においても、最小の作業員数で、比較的軽微な仮設により(あるいは仮設なしでも)効率の良い削孔が可能である。そして、既設の鉄筋を切断することなく制度の良い位置・方向に、所定の深さに削孔が可能で、かつ削孔内を凸凹で清浄に仕上げられる。すなわち、施工性とPHbを定着固定する性能の双方の観点からPHbドリル削孔は適した方法であると確認された。</p> <p>(3) 削孔内へのPHbの固定方法</p> <p>先充てん後挿入の場合、削孔内に先に充てん材を充てんした後PHbを差し込むだけで、PHbの固定を完了する。削孔内面は、モルタル充てん直前に湿潤状態にするかあるいはドライアウト防止剤を散布し、充てん材が吸湿されないようにする。先充てん後挿入用の充てん材は、PHbモルタルを標準とするが、下向きの場合にはPHbグラウトを使用してもよい。</p> <p>PHbモルタルの可塑性によって、削孔内からモルタルがたれないので、この方法によって容易にPHbの削孔内への固定が可能であることを確認した。充てん材がPHbモルタルであれば、削孔内に設置したPHbの先端定着部までグラウトが密実に充てんされ、PHbとコンクリート躯体が、一体となっていることを確認した。</p> <p>PHbモルタルはプレミックス材料であり、施工現場では、所定量の水を混ぜてハンドミキサーで混合するだけで所定の性質のものが使用できる。所要のモルタル量も少量で、手押しのポンプで充てん可能であるので、最小限の設備と人員でのPHbの設置が可能である。</p> <p>(4) PHb設置後の仕上げ等施工性</p> <p>先充てん後挿入については、充てん材をバッカー等で抑えて養</p>		



実線・・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>1) 部材厚さの確認 鉄筋位置の確認</p> <p>2) レッグハンマー、コンクリートコアドリルによる削孔、拡張削孔 → 削孔、拡張削孔の作業手順は、異なる</p> <p>3) コアドリル、鉄筋位置の確認 → 削孔、拡張削孔の作業手順は、異なる</p> <p>図 3.4-3 レッグハンマー、コンクリートコアドリルによる削孔の施工手順</p> <p>第 3.4-3 図 CCB の施工手順の設定          (建設技術審査証明報告書より抜粋) (3/14)</p>	<p>生した後に、断面修復によって削孔部分の充てん復旧を行う。          断面修復材もプレミックス品であり、施工現場において必要な量を即時に練り混ぜて作ることができる。施工も左官仕上げによるので容易である。断面修復の専用材料であるので、品質の信頼性は高い。</p>	<p>泊発電所3号炉</p>	<p>相違理由</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>図II-4.46 靱子ビットを用いたレッグハンマーによる削孔の施工手順</p> <p>図II-4.47 先充てん後挿入法(下向き)の施工手順</p> <p>第3.4-3 図 Ccbの施工手順の設定          (建設技術審査証明報告書より抜粋)(4/14)</p>			

実線・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>第3.4-3図 CCBの施工手順の設定          (建設技術審査証明報告書より抜粋)(5/14)</p>			


実線・・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>3) グラウト貯留槽の取付</p> <p>4) 縦筋孔上及びグラウト貯留槽へのグラウトの充填</p> <p>図Ⅱ-4-49 先充てん法挿入法(横向き)の施工手順(その2)</p> <p><b>第3.4-3 図 CcBの施工手順の設定</b>              (建設技術審査証明報告書より抜粋)(6/14)</p>			



第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

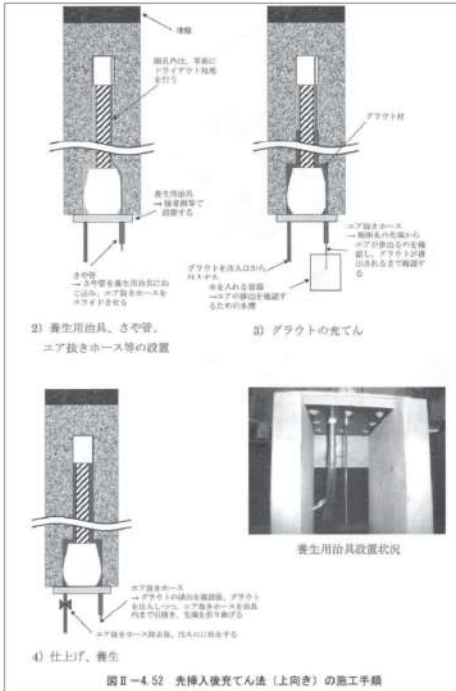
女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>図II-4.50 先充てん後挿入法(横向き)の施工手順(その3)</p> <p>第3.4-3 図 Ccbの施工手順の設定          (建設技術審査証明報告書より抜粋)(7/14)</p>			

実線・・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>養生用の設置後、ドラフト貯留槽内のドラフトを封鎖する      封鎖したドラフトは、DPアップ時に、圧力継ぎ目部に集まる</p> <p>7) ドラフト貯留槽内のドラフトの封鎖</p> <p>ドラフトの硬化後、養生用蓋      により取具を脱着する</p> <p>「セパミックキャップバー      (CCb)」の挿入直後</p> <p>養生用蓋、消具の取型</p> <p>8) ドラフト貯留槽内の取去と仕上げ</p> <p>図2-4.51 先充てん後挿入法(横向き)の施工手順(その4)</p> <p><u>第3.4-3 図 Cbの施工手順の設定</u>          (建設技術審査証明報告書より抜粋)(8/14)</p>			

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>2) 養生用具、さや管、エア抜きホース等の設置</p> <p>3) ドラウトの光てん</p> <p>4) 仕上げ、養生</p> <p>図II-4-52 先挿入後充てん法(上向き)の施工手順</p> <p><b>第3.4-3 図 Ccbの施工手順の設定</b>          (建設技術審査証明報告書より抜粋)(9/14)</p>			

実線・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>1) 取外(手順は下向き施工と同様)</p>  <p>2) グラウルの充てん</p>  <p>3) 「セラミックキャップラー (CCb)」設置例</p> <p>図II-4.53 先充てん後挿入法(上向き)の施工手順(その1)</p> <p><u>第3.4-3 図 CCBの施工手順の設定</u>              (建設技術審査証明報告書より抜粋)(10/14)</p>			



女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>4) 仕上げ</p> <p>図Ⅱ-4-54 先充てん後挿入法(向上き)の施工手順(その2)</p> <p>図Ⅱ-4-55 後充てん後挿入法(両端後挿入型)の施工手順(その1)</p> <p>1) 一方からレッドハンマー、コアドリルによる挿孔、拡縮挿孔(挿孔、拡縮挿孔の作業手順は、順不同である)</p> <p>2) 他方からコアドリルによる拡縮挿孔(挿孔中心を合わせる)</p> <p>第3.4-3 図 CCbの施工手順の設定          (建設技術審査証明報告書より抜粋)(11/14)</p>			

実線・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>図3.4-3 CcBの施工手順の設定          （建設技術審査証明報告書より抜粋）（12/14）</p>			

実線・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>図II-4-57 先充てん後挿入法(両端後張型)の施工手順(その3)</p> <p>図II-4-58 先充てん後挿入法(機械式継手仕様)の施工手順(その1)</p> <p>第3.4-3図 CCbの施工手順の設定              (建設技術審査証明報告書より抜粋)(13/14)</p>			

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>図3-4-3 先立てん後挿入法（機械式勝手仕様）の施工手順（その2）</p>			
<p><b>第3.4-3図 Ccbの施工手順の設定</b> (建設技術審査証明報告書より抜粋) (14/14)</p>			
<p>4. 女川2号炉におけるCcb工法の適用性の確認</p> <p>4.1 適用性確認フロー</p> <p>Ccb工法は、建設技術審査証明報告書により後施工せん断補強方法としての有効性が証明されており、これまでに数多くの施工実績がある。</p> <p>Ccb工法を女川2号炉の屋外重要土木構造物等に適用するにあたり、建設技術審査証明報告書、美浜3号炉で工認実績のあるPHb工法、施工実績及び研究事例等から適用範囲を整理し、女川2号炉の屋外重要土木構造物等の構造形式・部材諸元、使用環境等が適用範囲に該当することを第4.1-1図に示すフローにて確認する。</p> <p>① 適用性確認項目の抽出</p> <p>後施工によるせん断補強において、せん断補強効果に影響を与えらるる項目及び美浜3号炉で工認実績のあるPHb工法</p>	<p>4. 島根原子力発電所2号炉におけるPHbの適用性確認</p> <p>4.1 方針</p> <p>PHb工法は建設技術審査証明報告書により後施工せん断補強方法としての有効性が証明されており、また、これまでに数多くの施工実績がある。PHb工法を島根原子力発電所2号炉の取水槽に適用するに当たり、建設技術審査証明報告書の適用範囲やせん断補強効果等についての確認を行い、島根原子力発電所2号炉の構造形式・諸元、地盤条件、使用環境、補強内容等が適用範囲に該当することを確認する。適用性の確認は、先行サイトとの類似点及び相違点を整理したうえで行う。確認フローを第13-4-1図に示す。</p> <p>①適用性確認項目の抽出</p> <p>後施工によるせん断補強において、せん断補強効果に影響を与えらるる項目を抽出する。その際、建設技術審査証明報</p>	<p>3. 泊3号炉におけるCcb工法の適用性の確認</p> <p>3.1 適用性確認方法</p> <p>Ccb工法は、一般財団法人土木研究センターの『建設技術審査証明報告書（土木系材料・製品・技術、道路保全技術） 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）」、建技審証第0811号、有効期限：2024年2月2日』（以下「建設技術審査証明報告書」という。）により後施工せん断補強方法としての有効性が証明されており、これまでに数多くの施工実績がある。</p> <p>Ccb工法を泊3号炉の屋外重要土木構造物等に適用するにあたり、女川2号炉における適用性確認結果及び適用実績から適用範囲を整理し、泊3号炉の屋外重要土木構造物等へのCcb工法の適用性について確認する。</p> <p>3.2 適用範囲の確認</p> <p>3.2.1 女川2号炉におけるCcb工法の適用性確認結果</p> <p>女川2号炉では、建設技術審査証明報告書に記載されている適用範囲及び各種実験等から適用性確認項目を抽出し、抽出した項</p>	<p>・検討方針の相違</p> <p>泊3号炉では、女川2号炉における適用性確認の結果及び適用実績を踏まえたCcb工法の適用範囲を整理し、泊3号炉における適用性を確認している</p>



実線・設計方針又は設備構成等の相違  
波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																
<p>との差異を抽出する。</p> <p>その際、建設技術審査証明報告書に記載されている審査証明の範囲及び各種実験等から適用性確認項目を抽出する。</p> <p>② 建設技術審査証明報告書の適用範囲の確認</p> <p>女川2号炉の屋外重要土木構造物等に採用した補強仕様がCCb工法の建設技術審査証明報告書において規定されている適用範囲内に収まっているか確認する。</p> <p>③ ②以外の項目に対するせん断補強効果の確認</p> <p>①で挙げた適用性確認項目のうち②で確認できていない項目について、適用性の確認を実施する。適用性確認の際は、せん断補強効果が期待できるかという点について検討する。</p> <p>④ CCbの施工精度に影響を与える項目の確認</p> <p>CCbの施工を行う際に、施工精度に影響を与える項目がないか確認を行う。施工精度に影響を与える項目（施工上考慮すべき項目）がある場合は、施工上又は設計上どのように考慮するかを決定したうえで、必要により再設計を実施するか適宜判断を行う。</p> <p>⑤ 施工実績・研究事例等の確認</p> <p>後施工せん断補強筋に関する施工実績・研究事例について、要旨、着目すべき事項を整理し、CCb工法への反映事項を確認する。</p>	<p>告書に記載されている審査証明の範囲及び各種実験等から適用性確認項目を抽出する。</p> <p>②建設技術審査証明報告書の適用範囲に収まっているか</p> <p>島根原子力発電所2号炉の構造物に採用する補強仕様がPHb工法の建設技術審査証明報告書において規定されている適用範囲に収まっているかの確認をする。収まっていない場合は適用範囲内に収まる補強仕様になるように再設計を実施する。</p> <p>③補強仕様に対して②以外の項目においてもせん断補強効果を期待できるか</p> <p>①で挙げた適用性確認項目のうち②で確認できていない項目について、適用性の確認を実施する。適用性確認の際は、せん断補強効果が期待できるかという点について検討を実施する。</p> <p>④後施工せん断補強鉄筋に関する施工実績・研究事例について、目的、試験体諸元等を整理し、島根原子力発電所2号炉への適用において考慮・反映すべき事項を検討する。</p> <p>⑤PHbの施工において考慮すべき項目はあるか</p> <p>島根原子力発電所2号炉の屋外重要土木構造物に対してPHb工法の施工をする際に、考慮しておくべき事項がないか確認を行う。ある場合は施工上または設計上どのように考慮するかを決定したうえで考慮方法によっては再設計を実施するか適宜判断を行う。</p>	<p>目に対して、女川2号炉で採用した補強仕様が建設技術審査証明報告書の適用範囲に収まっているかを確認しており、適用範囲外となった項目については、数値解析や実験等を実施し、せん断補強効果が期待できることを確認している。女川2号炉における建設技術審査証明報告書の適用範囲の確認結果を第3-1表に、適用範囲外の項目に対するせん断補強効果の確認内容については添付資料1に示す。</p> <p>上記を踏まえた、建設技術審査証明報告書に記載されている適用範囲及び女川2号炉において適用性が確認されたCCb工法の適用範囲を整理した結果を第3-2表に示す。</p> <p>なお、本資料で示す女川2号炉における確認内容等の記載については、会合資料等に基づき弊社の責任において独自に解釈・整理したものである。</p> <p>第3-1表 女川2号炉における建設技術審査証明報告書の適用範囲確認結果（1/2）</p> <table border="1" data-bbox="1283 614 1881 965"> <thead> <tr> <th>適用性確認項目</th> <th>建設技術審査証明報告書の適用範囲</th> <th>女川2号炉における適用状況</th> <th>適用範囲確認結果</th> <th>補強効果確認方法</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>使用目的</td> <td>必要受圧力が規定される地中埋設物であって、壁体の建設技術コンクリート部材に対して床面工によるせん断補強を目的とする。</td> <td>左記のとおり</td> <td>○</td> <td>—</td> <td></td> </tr> <tr> <td>構造形式</td> <td>組立床版などの重要地下構造物、高層部、歩道及び上下水道埋設管などの地下埋設物等。</td> <td>左記のとおり</td> <td>○</td> <td>—</td> <td></td> </tr> <tr> <td>構造種別</td> <td>せん断補強係数比 最大配筋率 設計厚</td> <td>0.15以上 200~800mm 200~4,700mm</td> <td>○ ○ ×</td> <td>— — ×</td> <td></td> </tr> <tr> <td>部材種別</td> <td>せん断係数比 主筋径比 縦筋形状</td> <td>2.78（構造設計仕様値） 1.00~1.48% 直中筋直条</td> <td>○ ○ ×</td> <td>— — ×</td> <td>設計資料1.2.(1)(2)参照</td> </tr> <tr> <td>継手方法</td> <td>せん断補強筋</td> <td>013~017 0101A, 0101B, 0101C</td> <td>○</td> <td>—</td> <td></td> </tr> <tr> <td>使用材料</td> <td>セメント接着体 接着材</td> <td>指定の材料、製造工場で製作し、指定の範囲で供給。外観、おと感検査、断面について検査を行う。</td> <td>○</td> <td>—</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>せん断補強筋の定数表</td> <td>構造コンクリートと同様な性能</td> <td>○</td> <td>—</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>注1：女川2号炉に採られる取組については、会合資料等に基づき弊社の責任において独自に解釈・整理したものである。</p> <p>第3-1表 女川2号炉における建設技術審査証明報告書の適用範囲確認結果（2/2）</p> <table border="1" data-bbox="1283 1077 1881 1428"> <thead> <tr> <th>適用性確認項目</th> <th>建設技術審査証明報告書の適用範囲</th> <th>女川2号炉における適用状況</th> <th>適用範囲確認結果</th> <th>補強効果確認方法</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>せん断係数比及び配筋率の確認</td> <td>建設技術審査証明報告書の適用範囲と女川2号炉においてCCbを適用した構造物の諸元が異なることから、適用範囲外の項目として補強効果の確認を実施。</td> <td></td> <td>×</td> <td>数値解析により確認</td> <td>設計資料1.2.(3)参照</td> </tr> <tr> <td>①に類似した定数機能の検討</td> <td>建設技術審査証明報告書の適用範囲と女川2号炉においてCCbを適用した構造物では、発生するひび割れ性能が異なる可能性があること。試験体性能が異なるひび割れが生じても定数機能が保持されていることを確認する必要があることから、適用範囲外の項目として補強効果の確認を実施。</td> <td></td> <td>×</td> <td>建設技術審査証明報告書の適用範囲の適用の検討により確認</td> <td>設計資料1.2.(4)参照</td> </tr> <tr> <td>実用率</td> <td>実用率（1%を定数範囲）</td> <td>実用率（1%）に十分余裕をもって使用</td> <td>○</td> <td>—</td> <td></td> </tr> <tr> <td>使用環境</td> <td>腐蝕等の影響を受ける構造環境下における下水道施設等の施工実績がある。</td> <td>下水道施設下</td> <td>○</td> <td>—</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CCbを適用した部材のコンクリートの健全性</td> <td>CCbを適用した部材のコンクリートの健全性を、補強効果に影響を及ぼす状態がないことを確認する必要があることから、適用範囲外の項目として補強効果の確認を実施。</td> <td></td> <td>×</td> <td>ひび割れ検査の施設及び圧縮強度試験により確認</td> <td>設計資料1.2.(5)参照</td> </tr> <tr> <td>アイビービームの縦筋に対するCCb工法の適用性</td> <td>アイビービームを対象とした実験は行っていない。</td> <td>せん断係数比及び配筋率から、アイビービーム的な構造となる可能性がある部材と適用している。</td> <td>×</td> <td>構造解析により確認</td> <td>設計資料1.2.(6)参照</td> </tr> <tr> <td>屋内重要土木構造物に採用する部材へのCCb工法の適用性</td> <td>屋内重要土木構造物に採用する部材への適用性未確認。</td> <td>屋内重要土木構造物が採用する部材に適用している。</td> <td>×</td> <td>数値解析により確認</td> <td>設計資料1.2.(7)参照</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1：女川2号炉に採られる取組については、会合資料等に基づき弊社の責任において独自に解釈・整理したものである。</p>	適用性確認項目	建設技術審査証明報告書の適用範囲	女川2号炉における適用状況	適用範囲確認結果	補強効果確認方法	備考	使用目的	必要受圧力が規定される地中埋設物であって、壁体の建設技術コンクリート部材に対して床面工によるせん断補強を目的とする。	左記のとおり	○	—		構造形式	組立床版などの重要地下構造物、高層部、歩道及び上下水道埋設管などの地下埋設物等。	左記のとおり	○	—		構造種別	せん断補強係数比 最大配筋率 設計厚	0.15以上 200~800mm 200~4,700mm	○ ○ ×	— — ×		部材種別	せん断係数比 主筋径比 縦筋形状	2.78（構造設計仕様値） 1.00~1.48% 直中筋直条	○ ○ ×	— — ×	設計資料1.2.(1)(2)参照	継手方法	せん断補強筋	013~017 0101A, 0101B, 0101C	○	—		使用材料	セメント接着体 接着材	指定の材料、製造工場で製作し、指定の範囲で供給。外観、おと感検査、断面について検査を行う。	○	—			せん断補強筋の定数表	構造コンクリートと同様な性能	○	—		適用性確認項目	建設技術審査証明報告書の適用範囲	女川2号炉における適用状況	適用範囲確認結果	補強効果確認方法	備考	せん断係数比及び配筋率の確認	建設技術審査証明報告書の適用範囲と女川2号炉においてCCbを適用した構造物の諸元が異なることから、適用範囲外の項目として補強効果の確認を実施。		×	数値解析により確認	設計資料1.2.(3)参照	①に類似した定数機能の検討	建設技術審査証明報告書の適用範囲と女川2号炉においてCCbを適用した構造物では、発生するひび割れ性能が異なる可能性があること。試験体性能が異なるひび割れが生じても定数機能が保持されていることを確認する必要があることから、適用範囲外の項目として補強効果の確認を実施。		×	建設技術審査証明報告書の適用範囲の適用の検討により確認	設計資料1.2.(4)参照	実用率	実用率（1%を定数範囲）	実用率（1%）に十分余裕をもって使用	○	—		使用環境	腐蝕等の影響を受ける構造環境下における下水道施設等の施工実績がある。	下水道施設下	○	—		CCbを適用した部材のコンクリートの健全性	CCbを適用した部材のコンクリートの健全性を、補強効果に影響を及ぼす状態がないことを確認する必要があることから、適用範囲外の項目として補強効果の確認を実施。		×	ひび割れ検査の施設及び圧縮強度試験により確認	設計資料1.2.(5)参照	アイビービームの縦筋に対するCCb工法の適用性	アイビービームを対象とした実験は行っていない。	せん断係数比及び配筋率から、アイビービーム的な構造となる可能性がある部材と適用している。	×	構造解析により確認	設計資料1.2.(6)参照	屋内重要土木構造物に採用する部材へのCCb工法の適用性	屋内重要土木構造物に採用する部材への適用性未確認。	屋内重要土木構造物が採用する部材に適用している。	×	数値解析により確認	設計資料1.2.(7)参照	<p>相違理由</p>
適用性確認項目	建設技術審査証明報告書の適用範囲	女川2号炉における適用状況	適用範囲確認結果	補強効果確認方法	備考																																																																																														
使用目的	必要受圧力が規定される地中埋設物であって、壁体の建設技術コンクリート部材に対して床面工によるせん断補強を目的とする。	左記のとおり	○	—																																																																																															
構造形式	組立床版などの重要地下構造物、高層部、歩道及び上下水道埋設管などの地下埋設物等。	左記のとおり	○	—																																																																																															
構造種別	せん断補強係数比 最大配筋率 設計厚	0.15以上 200~800mm 200~4,700mm	○ ○ ×	— — ×																																																																																															
部材種別	せん断係数比 主筋径比 縦筋形状	2.78（構造設計仕様値） 1.00~1.48% 直中筋直条	○ ○ ×	— — ×	設計資料1.2.(1)(2)参照																																																																																														
継手方法	せん断補強筋	013~017 0101A, 0101B, 0101C	○	—																																																																																															
使用材料	セメント接着体 接着材	指定の材料、製造工場で製作し、指定の範囲で供給。外観、おと感検査、断面について検査を行う。	○	—																																																																																															
	せん断補強筋の定数表	構造コンクリートと同様な性能	○	—																																																																																															
適用性確認項目	建設技術審査証明報告書の適用範囲	女川2号炉における適用状況	適用範囲確認結果	補強効果確認方法	備考																																																																																														
せん断係数比及び配筋率の確認	建設技術審査証明報告書の適用範囲と女川2号炉においてCCbを適用した構造物の諸元が異なることから、適用範囲外の項目として補強効果の確認を実施。		×	数値解析により確認	設計資料1.2.(3)参照																																																																																														
①に類似した定数機能の検討	建設技術審査証明報告書の適用範囲と女川2号炉においてCCbを適用した構造物では、発生するひび割れ性能が異なる可能性があること。試験体性能が異なるひび割れが生じても定数機能が保持されていることを確認する必要があることから、適用範囲外の項目として補強効果の確認を実施。		×	建設技術審査証明報告書の適用範囲の適用の検討により確認	設計資料1.2.(4)参照																																																																																														
実用率	実用率（1%を定数範囲）	実用率（1%）に十分余裕をもって使用	○	—																																																																																															
使用環境	腐蝕等の影響を受ける構造環境下における下水道施設等の施工実績がある。	下水道施設下	○	—																																																																																															
CCbを適用した部材のコンクリートの健全性	CCbを適用した部材のコンクリートの健全性を、補強効果に影響を及ぼす状態がないことを確認する必要があることから、適用範囲外の項目として補強効果の確認を実施。		×	ひび割れ検査の施設及び圧縮強度試験により確認	設計資料1.2.(5)参照																																																																																														
アイビービームの縦筋に対するCCb工法の適用性	アイビービームを対象とした実験は行っていない。	せん断係数比及び配筋率から、アイビービーム的な構造となる可能性がある部材と適用している。	×	構造解析により確認	設計資料1.2.(6)参照																																																																																														
屋内重要土木構造物に採用する部材へのCCb工法の適用性	屋内重要土木構造物に採用する部材への適用性未確認。	屋内重要土木構造物が採用する部材に適用している。	×	数値解析により確認	設計資料1.2.(7)参照																																																																																														

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																																									
<p>第4.1-1図 Ccb工法の適用性確認フロー</p>	<p>第13-4-1図 確認フロー図</p>	<p>第3-2表 建設技術審査証明報告書及び女川2号炉における適用性確認結果を踏まえたCCb工法の適用範囲</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>適用性確認項目</th> <th>適用範囲</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>使用目的</td> <td>地中構造物の既設鉄筋コンクリート部材に対する後施工せん断補強</td> </tr> <tr> <td>構造形式</td> <td>原子力施設などの重要地下構造物等</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">構造細目</td> <td>せん断補強鉄筋比</td> <td>0.15%以上</td> </tr> <tr> <td>最大配置間隔</td> <td>補強部材の有効高さの1/2以下</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">部材諸元</td> <td>部材厚</td> <td>500～4,700mm</td> </tr> <tr> <td>せん断スパン比</td> <td>0.83～49.61</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">載荷方法</td> <td>主鉄筋比</td> <td>0.054～1.974%</td> </tr> <tr> <td>荷重形態</td> <td>集中荷重系及び分布荷重系</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">使用材料</td> <td>せん断補強筋</td> <td>D13～D32 SD295A, SD295B, SD345</td> </tr> <tr> <td>セラムック定着体</td> <td>指定の材料、製造工程で製作され、指定の頻度で検査されたもの</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>充てん材</td> <td>躯体コンクリート以上の強度</td> </tr> <tr> <td>せん断補強筋の定着長</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>変形量</td> <td>層間変形角1%に十分な余裕をもって使用</td> </tr> <tr> <td>使用環境</td> <td>腐食環境下、海水環境下等</td> </tr> <tr> <td>ディープビームへの適用</td> <td>適用可</td> </tr> <tr> <td>面内荷重と面外荷重が同時に作用する部材への適用</td> <td>適用可</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>建設技術審査証明報告書の実験にて確認していない部材においても、せん断ひび割れ抑制効果が発揮されることを確認</li> <li>定着体部やその周囲にひび割れが発生した状態においても定着機能が保持されることを確認</li> <li>CCbを適用した部材のコンクリートの健全性を別途確認</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table> <p>(注)：女川2号炉に係わる記載については、会合資料等に基づき弊社の責任において親自に解釈・整理したものを示す。</p>	適用性確認項目	適用範囲	使用目的	地中構造物の既設鉄筋コンクリート部材に対する後施工せん断補強	構造形式	原子力施設などの重要地下構造物等	構造細目	せん断補強鉄筋比	0.15%以上	最大配置間隔	補強部材の有効高さの1/2以下	部材諸元	部材厚	500～4,700mm	せん断スパン比	0.83～49.61	載荷方法	主鉄筋比	0.054～1.974%	荷重形態	集中荷重系及び分布荷重系	使用材料	せん断補強筋	D13～D32 SD295A, SD295B, SD345	セラムック定着体	指定の材料、製造工程で製作され、指定の頻度で検査されたもの	その他	充てん材	躯体コンクリート以上の強度	せん断補強筋の定着長	SD	変形量	層間変形角1%に十分な余裕をもって使用	使用環境	腐食環境下、海水環境下等	ディープビームへの適用	適用可	面内荷重と面外荷重が同時に作用する部材への適用	適用可	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設技術審査証明報告書の実験にて確認していない部材においても、せん断ひび割れ抑制効果が発揮されることを確認</li> <li>定着体部やその周囲にひび割れが発生した状態においても定着機能が保持されることを確認</li> <li>CCbを適用した部材のコンクリートの健全性を別途確認</li> </ul>	
適用性確認項目	適用範囲																																											
使用目的	地中構造物の既設鉄筋コンクリート部材に対する後施工せん断補強																																											
構造形式	原子力施設などの重要地下構造物等																																											
構造細目	せん断補強鉄筋比	0.15%以上																																										
	最大配置間隔	補強部材の有効高さの1/2以下																																										
部材諸元	部材厚	500～4,700mm																																										
	せん断スパン比	0.83～49.61																																										
載荷方法	主鉄筋比	0.054～1.974%																																										
	荷重形態	集中荷重系及び分布荷重系																																										
使用材料	せん断補強筋	D13～D32 SD295A, SD295B, SD345																																										
	セラムック定着体	指定の材料、製造工程で製作され、指定の頻度で検査されたもの																																										
その他	充てん材	躯体コンクリート以上の強度																																										
せん断補強筋の定着長	SD																																											
変形量	層間変形角1%に十分な余裕をもって使用																																											
使用環境	腐食環境下、海水環境下等																																											
ディープビームへの適用	適用可																																											
面内荷重と面外荷重が同時に作用する部材への適用	適用可																																											
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設技術審査証明報告書の実験にて確認していない部材においても、せん断ひび割れ抑制効果が発揮されることを確認</li> <li>定着体部やその周囲にひび割れが発生した状態においても定着機能が保持されることを確認</li> <li>CCbを適用した部材のコンクリートの健全性を別途確認</li> </ul>																																											
<p>4.2 耐震評価に基づく補強仕様の設定</p> <p>耐震安全性評価を実施し、せん断に対する安全性を確保するように設定した結果の一例として、取水路（漸拡部）での補強仕様<sup>※</sup>を第4.2-1図に示す。</p> <p>第4.2-1図 取水路（漸拡部）の補強仕様</p> <p>※：補強仕様については、今後変更となる可能性がある。</p> <p>4.3 ①適用性確認項目の抽出</p> <p>CCb工法の特徴、女川2号炉固有の条件及び美浜3号炉における確認項目等の観点から、適用性を確認するために必要な項目を抽出する。以下に項目と確認内容を示す。</p>	<p>4.2 耐震評価に基づく補強仕様の設定</p> <p>耐震安全性評価を実施し、各部材において不足するせん断耐力を満足するように設定した結果、第13-4-2図のような補強仕様となった。</p> <p>第13-4-2図 補強仕様</p> <p>4.3 適用性確認項目の抽出</p> <p>PHb工法の特徴及び島根原子力発電所2号炉固有の条件等の観点から、適用性を確認するために必要な検討項目を抽出する。以下に確認項目を挙げる。</p>	<p>3.2.2 泊3号炉における適用範囲の確認</p> <p>泊3号炉におけるCCbにより耐震補強を行った構造物における適用性確認結果を第3-3表に示す。</p> <p>泊3号炉においてCCbによる耐震補強を行った構造物は、第3-2表に示す適用範囲に収まっていることから、泊3号炉におけるCCb工法の適用性について問題ないことを確認した。</p> <p>ただし、第3-1表に示す適用性確認項目のうちCCbを適用した部材のコンクリートの健全性については、サイトごとに状況異なることから、ひび割れ状況の確認及び非破壊試験により確認する。詳細は添付資料2「泊3号炉におけるコンクリートの健全性の確認」に示す。</p>																																										



第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																											
<p><b>I. 使用目的</b> 建設技術審査証明報告書に明記されている目的に該当しているか。</p> <p><b>II. 構造形式</b> 建設技術審査証明報告書で想定している構造形式に該当しているか。</p> <p><b>III. 構造細目</b> 建設技術審査証明報告書で規定している構造細目に該当しているか。</p> <p><b>IV. 部材諸元</b> 建設技術審査証明報告書の実験で適用性が確認された部材あるいは実績のある部材厚か。 せん断スパン比、主鉄筋比、コンクリート設計基準強度について、建設技術審査証明報告書の実験で適用性が確認された範囲内であるか、又は範囲内でなくともせん断補強効果が期待できるか。</p> <p><b>V. 載荷方法</b> 建設技術審査証明報告書の実験適用性が確認された範囲内であること、又は範囲内でなくともせん断補強効果が期待できるか。</p> <p><b>VI. 使用材料（せん断補強筋）</b> 建設技術審査証明報告書で規定されている材料か。 せん断補強筋は、JIS G 3112に準拠した熱間圧延異形棒鋼ネジテツコン（東京鐵鋼株式会社製）で、鉄筋の種類はSD295A、SD295B、SD345とし、呼び名はD32、D29、D25、D22、D19、D16、D13とする。</p> <p><b>VII. 使用材料（セラミック製定着体）</b> 建設技術審査証明報告書で規定されている材料か。</p> <p><b>VIII. 使用材料（充てん材）</b> 建設技術審査証明報告書で規定されている材料か。</p> <p><b>IX. せん断補強鉄筋の定着長</b> 建設技術審査証明報告書で設定している定着長を考慮して設計しているか。</p> <p><b>X. せん断ひび割れ抑制効果の確認</b> 建設技術審査証明報告書の実験にて確認していない諸元において、せん断ひび割れ抑制効果を確認できるか。</p>	<p>a. 使用目的 適用の前提として、審査証明の範囲として明記されている目的に該当している必要がある。</p> <p>b. 構造形式 適用の前提として、審査証明において想定している構造形式に該当している必要がある。</p> <p>c. 構造細目 Phb工法では、想定外の破壊形式をとらない様に審査証明において規定している構造細目に該当している必要がある。</p> <p>d. 部材諸元 部材厚については、建設技術審査証明報告書内の実験で適用性が確認された部材あるいは実績のある部材厚であることを確認する。 せん断スパン比、主鉄筋比、コンクリート設計基準強度については、応力伝達の観点から建設技術審査証明報告書内の実験で適用性が確認された範囲内であること、又は、範囲内でなくともせん断補強効果が期待できるかを確認する。</p> <p>e. 使用材料（せん断補強鉄筋） Phbに使用する鉄筋の種類・径に応じて必要な定着長が設定されているため、島根原子力発電所2号炉の土木構造物の補強では適用性が確認された補強鉄筋を用いる必要がある。</p> <p>f. 使用材料（プレート） 審査証明において確認されている材料を用いる必要がある。</p> <p>g. 使用材料（充てん材） 応力伝達の観点から、構造体コンクリートと同等である必要がある。</p> <p>h. 使用材料（断面修復材） 応力伝達の観点から、構造体コンクリートと同等である必要がある。</p> <p>i. 載荷方法 応力伝達の観点から、建設技術審査証明報告書内の実験で適用性が確認された範囲内であること、又は、範囲内でなくともせん断補強効果が期待できるかを確認する。</p> <p>j. せん断補強筋の定着長 適用の前提として審査証明において設定している定着長を考慮して設計している必要がある。</p> <p>k. せん断ひび割れ抑制効果 材料非線形解析を実施して、特異なひび割れが発生していないか確認する。</p>	<p>第3-3表 泊3号炉におけるCCbにより耐震補強を行った構造物における適用性確認結果</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">適用性確認項目</th> <th rowspan="2">適用範囲</th> <th colspan="4">泊3号炉取水ビッドスクリーン室</th> <th rowspan="2">泊3号炉適用性確認結果</th> </tr> <tr> <th>頂板</th> <th>側壁</th> <th colspan="2">隔壁</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>使用目的</td> <td>地中構造物の既設鉄筋コンクリート部材に対する後施工せん断補強</td> <td colspan="4">左記のとおり</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>構造形式</td> <td>原子力施設などの重要地下構造物等</td> <td colspan="4">左記のとおり</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">構造細目</td> <td>せん断補強鉄筋比</td> <td>0.15%以上</td> <td>0.22</td> <td>0.22</td> <td>0.22</td> <td>0.22</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>最大配筋間隔 (mm) (R)</td> <td>補強部材の有効高さの1/2以下</td> <td>300 (890)</td> <td>300 (1,890)</td> <td>300 (1,090)</td> <td>300 (1,390)</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">部材諸元</td> <td>部材厚 (mm)</td> <td>500~4,700</td> <td>1,000</td> <td>2,000</td> <td>1,200</td> <td>1,500</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>せん断スパン比</td> <td>0.83~49.61</td> <td>4.38</td> <td>3.07</td> <td>5.32</td> <td>4.17</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>主鉄筋比 (%)</td> <td>0.054~1.974</td> <td>0.59</td> <td>0.28</td> <td>0.70</td> <td>0.55</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>載荷方法</td> <td>荷重形態</td> <td>集中荷重系及び分布荷重系</td> <td>分布荷重</td> <td>分布荷重</td> <td>集中荷重</td> <td>集中荷重</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">使用材料</td> <td>せん断補強筋</td> <td>D13~D32 SD295A, SD295B, SD345</td> <td colspan="3">D16~D32 SD345</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>セラミック定着体</td> <td>所定の材料、製造工程で製作され、所定の強度で検査されたもの</td> <td colspan="3">左記のとおり</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>充てん材</td> <td>躯体コンクリート以上の強度</td> <td colspan="3">躯体コンクリート以上の強度</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>せん断補強筋の定着長</td> <td>5D</td> <td colspan="3">5D</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>変形量</td> <td>層間変形角1%に十分な余裕をもって使用</td> <td colspan="3">層間変形角1%に十分な余裕をもって使用</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>使用環境</td> <td>腐食環境下、海水環境下等</td> <td colspan="3">海水環境下</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注：カッコ内の数値は部材の有効高さを示す。)</p>	適用性確認項目	適用範囲	泊3号炉取水ビッドスクリーン室				泊3号炉適用性確認結果	頂板	側壁	隔壁		使用目的	地中構造物の既設鉄筋コンクリート部材に対する後施工せん断補強	左記のとおり				○	構造形式	原子力施設などの重要地下構造物等	左記のとおり				○	構造細目	せん断補強鉄筋比	0.15%以上	0.22	0.22	0.22	0.22	○	最大配筋間隔 (mm) (R)	補強部材の有効高さの1/2以下	300 (890)	300 (1,890)	300 (1,090)	300 (1,390)	○	部材諸元	部材厚 (mm)	500~4,700	1,000	2,000	1,200	1,500	○	せん断スパン比	0.83~49.61	4.38	3.07	5.32	4.17	○	主鉄筋比 (%)	0.054~1.974	0.59	0.28	0.70	0.55	○	載荷方法	荷重形態	集中荷重系及び分布荷重系	分布荷重	分布荷重	集中荷重	集中荷重	○	使用材料	せん断補強筋	D13~D32 SD295A, SD295B, SD345	D16~D32 SD345			○	セラミック定着体	所定の材料、製造工程で製作され、所定の強度で検査されたもの	左記のとおり			○	充てん材	躯体コンクリート以上の強度	躯体コンクリート以上の強度			○	せん断補強筋の定着長	5D	5D			○	変形量	層間変形角1%に十分な余裕をもって使用	層間変形角1%に十分な余裕をもって使用			○	使用環境	腐食環境下、海水環境下等	海水環境下			○	
適用性確認項目	適用範囲	泊3号炉取水ビッドスクリーン室				泊3号炉適用性確認結果																																																																																																								
		頂板	側壁	隔壁																																																																																																										
使用目的	地中構造物の既設鉄筋コンクリート部材に対する後施工せん断補強	左記のとおり				○																																																																																																								
構造形式	原子力施設などの重要地下構造物等	左記のとおり				○																																																																																																								
構造細目	せん断補強鉄筋比	0.15%以上	0.22	0.22	0.22	0.22	○																																																																																																							
	最大配筋間隔 (mm) (R)	補強部材の有効高さの1/2以下	300 (890)	300 (1,890)	300 (1,090)	300 (1,390)	○																																																																																																							
部材諸元	部材厚 (mm)	500~4,700	1,000	2,000	1,200	1,500	○																																																																																																							
	せん断スパン比	0.83~49.61	4.38	3.07	5.32	4.17	○																																																																																																							
	主鉄筋比 (%)	0.054~1.974	0.59	0.28	0.70	0.55	○																																																																																																							
載荷方法	荷重形態	集中荷重系及び分布荷重系	分布荷重	分布荷重	集中荷重	集中荷重	○																																																																																																							
使用材料	せん断補強筋	D13~D32 SD295A, SD295B, SD345	D16~D32 SD345			○																																																																																																								
	セラミック定着体	所定の材料、製造工程で製作され、所定の強度で検査されたもの	左記のとおり			○																																																																																																								
	充てん材	躯体コンクリート以上の強度	躯体コンクリート以上の強度			○																																																																																																								
せん断補強筋の定着長	5D	5D			○																																																																																																									
変形量	層間変形角1%に十分な余裕をもって使用	層間変形角1%に十分な余裕をもって使用			○																																																																																																									
使用環境	腐食環境下、海水環境下等	海水環境下			○																																																																																																									

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p><u>X I. ひび割れに対する定着機能の保持</u> CCb工法は、従来工法（先施工）とせん断補強筋の定着機構が異なることから、せん断補強筋としての機能を発揮するために、定着体部にひび割れが生じても、定着機能が保持されているか。</p> <p><u>X II. 変形量</u> 変形に伴うかぶりコンクリート部の剥落によって、CCbの定着体部の定着機能を阻害するおそれがあることから、建設技術審査証明報告書の実験の変形量を超えていないか。</p> <p><u>X III. 使用環境</u> 建設技術審査証明報告書で想定している使用環境において使用しているか。 また、女川2号炉では海水環境下にて使用していることから、海水環境下相当での実績があるか。</p> <p><u>X IV. CCbを適用した部材のコンクリートの健全性</u> CCbを適用した部材のコンクリートにCCbのせん断補強効果を阻害するひび割れがなく、構造物が健全であるか。</p> <p><u>X V. PHb工法（美浜3号炉）との差異</u> PHb工法及び美浜3号炉での適用実績と比較を行い、抽出された差異が建設技術審査証明報告書で規定された適用範囲に収まっているか。</p> <p><u>4.4 ②建設技術審査証明報告書の適用範囲の確認</u> CCb工法を適用するにあたり、4.3で抽出した項目について建設技術審査証明報告書から適用範囲を確認する。確認結果を以下に示す。</p> <p><u>(1) I. 使用目的</u> CCbにより耐震補強を行った構造物は地中構造物であり、既設コンクリート部材に対して後施工によるせん断補強の目的で用いていることから、建設技術審査証明報告書に合致している。（第4.4-1表参照）</p>	<p>1. 応力状態（損傷程度） PHbの構造の特徴として、両端の定着プレートが有効に機能する必要があるため、そのために構造物がおおむね弾性範囲であることを確認する。</p> <p>m. 変形量（横拘束効果の確認） PHbの適用範囲として「地震時の変形量が限定される地中構造物等」とされている。変形に関しては、変形に伴う曲げひび割れの影響が考えられるが、変形量に関する定量的な影響検討は行われていないため、変形量に対しては、適用確認実験の変形量を超えない必要があると考えられる。</p> <p>n. 使用環境 島根原子力発電所2号炉固有の使用環境として、取水槽は海水に接することが挙げられることから海水環境下での実績があることを確認する。</p> <p>4.4 建設技術審査証明報告書の適用範囲の確認 PHbの適用について、建設技術審査証明報告書に記載の、a. 使用目的、c. 構造細目、e～h. 使用材料及びj. せん断補強筋の定着長の確認結果を下記に示す。</p> <p>a. 使用目的 使用目的は、先行サイト（美浜3号炉及び東海第二）と同様、第13-4-1表に示すとおり、審査証明の範囲として明記されている目的に該当していることを確認した。</p>		



第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由												
<p>第4.4-1表 Ccb工法の適用範囲と使用状況 (建設技術審査証明報告書より抜粋)</p> <div data-bbox="224 199 571 343" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>4-2 審査証明の範囲</p> <p>主に地震時の応答変位量が限定される期中構造物であって、施工が片側からしか実施できない現状の既設鉄筋コンクリート部材に対し、鉄筋の埋込側に先端型定着体を、埋込側に後端型定着体を設置した標準型、または、鉄筋の両端に先端型定着体を設置した両端先端型の「セラミックキャップバー(CCb)」により、後施工によるせん断補強の目的で用いる。</p> <p>ただし、両側からの施工が可能な既設の構造物に対しては、変形性能の向上を目的としないことを前提として、鉄筋の両端に後端型定着体を設置した両端後端型の「セラミックキャップバー(CCb)」を後施工によるせん断補強の目的で用いることができる。</p> </div> <table border="1" data-bbox="168 351 616 678"> <thead> <tr> <th>建設技術審査証明報告書の適用範囲</th> <th>使用箇所及び状況</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>主に地震時の応答変位量が限定される期中構造物であって、施工が片側からしか実施できない現状の既設鉄筋コンクリート部材に対し、鉄筋の埋込側に先端型定着体を、埋込側に後端型定着体を設置した標準型又は鉄筋の両端に先端型定着体を設置した、両端先端型の「セラミックキャップバー(CCb)」により、後施工によるせん断補強の目的で用いる。</td> <td>期中構造物であり、片側からしか施工できない制限を有する既設コンクリート構造物に対して、後施工によるせん断補強の目的で用いる。</td> </tr> <tr> <td>ただし、両側からの施工が可能な既設の構造物に対しては、変形性能の向上を目的としないことを前提として、鉄筋の両端に後端型定着体を設置した両端後端型の「セラミックキャップバー(CCb)」を後施工によるせん断補強の目的で用いることができる。</td> <td>期中構造物に対して、変形性能の向上を目的としないことを前提として、後端型定着体を設置した両端後端型の「セラミックキャップバー(CCb)」を後施工によるせん断補強の目的で用いることができる。</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) II. 構造形式</p> <p>建設技術審査証明報告書に、「Ccb補強工法によれば、相次ぐ地震によりその耐震補強の必要性が高まっている原子力施設などの重要地下構造物、高速道路、鉄道及び上下水処理施設などの地下構造物、また、水門あるいは堰の門柱・堰住など、構造上、巻立て補強が適用できない構造物の耐震性能を改善することができる」と記載されていることから、女川2号炉の屋外重要土木構造物等にも適用可能である。</p> <p>(3) III. 構造細目</p> <p>建設技術審査証明報告書に、以下のとおり構造細目として記載されており、建設技術審査証明報告書と合致している。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① <u>せん断補強筋の断面積比<math>\geq 0.15\%</math>とする。</u></li> <li>② <u>補強前に配置されていたせん断補強筋を含めたCcbとの最大配置間隔<math>\leq</math>補強対象部材の有効高さの1/2かつ300mmとする。</u></li> <li>③ <u>Ccbの配置は第4.4-1図に示す標準配置によるものとする。</u></li> <li>④ <u>Ccbの埋込側の先端は、主鉄筋の中心まで配置することを原則とする。ただし、孔の先端から埋込側の表面までの厚さは50mm以上とする。</u></li> </ol> <p>②の最大配置間隔300mmは、収縮等によるひび割れの発生を防ぐための用心鉄筋としての配慮である。</p> <p>用心鉄筋としての配慮については棒部材の場合、スターラップが露出面(腹部)に配置されることから、「露出面の用心鉄筋」に</p>	建設技術審査証明報告書の適用範囲	使用箇所及び状況	主に地震時の応答変位量が限定される期中構造物であって、施工が片側からしか実施できない現状の既設鉄筋コンクリート部材に対し、鉄筋の埋込側に先端型定着体を、埋込側に後端型定着体を設置した標準型又は鉄筋の両端に先端型定着体を設置した、両端先端型の「セラミックキャップバー(CCb)」により、後施工によるせん断補強の目的で用いる。	期中構造物であり、片側からしか施工できない制限を有する既設コンクリート構造物に対して、後施工によるせん断補強の目的で用いる。	ただし、両側からの施工が可能な既設の構造物に対しては、変形性能の向上を目的としないことを前提として、鉄筋の両端に後端型定着体を設置した両端後端型の「セラミックキャップバー(CCb)」を後施工によるせん断補強の目的で用いることができる。	期中構造物に対して、変形性能の向上を目的としないことを前提として、後端型定着体を設置した両端後端型の「セラミックキャップバー(CCb)」を後施工によるせん断補強の目的で用いることができる。	<p>第13-4-1表 PHbの適用範囲と適用条件(使用目的)</p> <div data-bbox="750 167 1220 311" style="border: 1px solid black; height: 90px;"></div> <table border="1" data-bbox="750 319 1220 630"> <thead> <tr> <th>建設技術審査証明報告書の適用範囲</th> <th>使用箇所及び状況</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>期中構造物であり、片側からしか施工できない制限を有する既設コンクリート構造物に対して、後施工によるせん断補強の目的で用いる。</td> </tr> <tr> <td></td> <td>期中構造物に適用し、せん断補強の目的で用いる。(変形性能(じん性)の向上を目的として用いているわけではないため、左記に示す変形性能に劣化する補強後のせん断補強鉄筋量の上限値の規定については不問である。)</td> </tr> </tbody> </table> <p>c. 構造細目</p> <p>構造細目は、先行サイトと同様、第13-4-2表に示すとおり、審査証明において規定している構造細目に該当していることを確認した。</p> <p>第13-4-2表の構造細目②においては、収縮ひび割れに対する用心鉄筋としての配慮であることがコンクリート標準示方書に記載されているので、収縮が収束していると考えられる部材の補強ではこの規定(せん断スパン方向の最大間隔300mm以下)を外すことができる。</p> <p>なお、PHbの配置は第13-4-3図に示す標準配置によるものとする。</p>	建設技術審査証明報告書の適用範囲	使用箇所及び状況		期中構造物であり、片側からしか施工できない制限を有する既設コンクリート構造物に対して、後施工によるせん断補強の目的で用いる。		期中構造物に適用し、せん断補強の目的で用いる。(変形性能(じん性)の向上を目的として用いているわけではないため、左記に示す変形性能に劣化する補強後のせん断補強鉄筋量の上限値の規定については不問である。)		
建設技術審査証明報告書の適用範囲	使用箇所及び状況														
主に地震時の応答変位量が限定される期中構造物であって、施工が片側からしか実施できない現状の既設鉄筋コンクリート部材に対し、鉄筋の埋込側に先端型定着体を、埋込側に後端型定着体を設置した標準型又は鉄筋の両端に先端型定着体を設置した、両端先端型の「セラミックキャップバー(CCb)」により、後施工によるせん断補強の目的で用いる。	期中構造物であり、片側からしか施工できない制限を有する既設コンクリート構造物に対して、後施工によるせん断補強の目的で用いる。														
ただし、両側からの施工が可能な既設の構造物に対しては、変形性能の向上を目的としないことを前提として、鉄筋の両端に後端型定着体を設置した両端後端型の「セラミックキャップバー(CCb)」を後施工によるせん断補強の目的で用いることができる。	期中構造物に対して、変形性能の向上を目的としないことを前提として、後端型定着体を設置した両端後端型の「セラミックキャップバー(CCb)」を後施工によるせん断補強の目的で用いることができる。														
建設技術審査証明報告書の適用範囲	使用箇所及び状況														
	期中構造物であり、片側からしか施工できない制限を有する既設コンクリート構造物に対して、後施工によるせん断補強の目的で用いる。														
	期中構造物に適用し、せん断補強の目的で用いる。(変形性能(じん性)の向上を目的として用いているわけではないため、左記に示す変形性能に劣化する補強後のせん断補強鉄筋量の上限値の規定については不問である。)														

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由																				
<p>規定される「1m当たり500mm<sup>2</sup>以上の鉄筋を300mm以下の間隔で配置する」に準じて規定されたものである。一方、面的な広がりをもつボックスカルバートや箱型構造物の各部位に配置されるせん断補強鉄筋は、各部位の中間的な位置に配置され、「露出面の用心鉄筋」としての機能は不要であるため、「面部材ではせん断補強鋼材の配置間隔は、部材有効高さの1/2倍以下で配置すればよい」とされている(コンクリート標準示方書「設計編」(土木学会, 2017)(以下「コンクリート標準示方書2017」という。)) (第4.4-2図参照)。</p> <p>女川2号炉においてCCbにより耐震補強を行った構造物は建設後20年以上経過しており、収縮が収束していると考えられること。また、せん断補強鋼材が露出面に配置されていない面部材に対する耐震補強であることから、この規定(最大配置間隔300mm以下)は除外することができる。</p> <p>なお、CCbにより耐震補強を行った構造物に対する、せん断補強鉄筋比及び最大配置間隔の適用範囲及び整理結果を第4.4-2表及び第4.4-3表に「(4) IV. 部材諸元, V. 載荷方法」と併せて示す。</p> <div data-bbox="156 670 616 901" data-label="Image"> </div> <p>第4.4-1図 CCb標準配置 (建設技術審査証明報告書より抜粋)</p> <div data-bbox="156 1021 616 1236" data-label="Image"> </div> <p>第4.4-2図 露出面の用心鉄筋(棒部材・面部材)</p> <p>(4) IV. 部材諸元, V. 載荷方法                  構造細目、部材諸元及び載荷方法について、CCbにより耐震補強を行った構造物への適用範囲及び整理結果を第4.4-2表及び第4.4-3表に示す。</p> <p>第4.4-3表に示すとおり、部材諸元については、部材厚、せん断スパン比及び主鉄筋比が、建設技術審査証明報告書又は建設技術</p>	<p>第13-4-2表 Phbの適用範囲と適用条件 (構造細目)</p> <table border="1" data-bbox="750 175 1209 566"> <thead> <tr> <th>確認項目</th> <th>島根3号炉 (PHb工法)</th> <th>島根2号炉 (PHb工法)</th> <th>島根1号炉 (PHb工法)</th> <th>建設技術審査証明報告書の適用範囲</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>構造細目① (せん断補強筋の断面比)</td> <td>0.21~0.94%</td> <td>0.43%</td> <td>0.51%</td> <td>構造細目に配置されているスターアップとPost-Head-barを合わせたせん断補強筋の断面比が0.15%以上。</td> </tr> <tr> <td>構造細目② (PHb配置のせん断スパン方向の最大間隔)</td> <td>Post-Head-barを配置するせん断スパン方向の最大間隔は、部材有効高さの1/2倍以下で、かつ300mm以下。</td> <td>Post-Head-barを配置するせん断スパン方向の最大間隔は、部材有効高さの1/2倍以下で、かつ300mm以下。</td> <td>Post-Head-barを配置するせん断スパン方向の最大間隔は、部材有効高さの1/2倍以下で、かつ300mm以下。</td> <td>Post-Head-barを配置するせん断スパン方向の最大間隔は、部材有効高さの1/2倍以下で、かつ300mm以下。</td> </tr> <tr> <td>構造細目③ (埋込先端のかぶり)</td> <td>Post-Head-barの埋込先端は、軸方向鉄筋の位置まで配置することと原則とする。ただし、埋込先端のかぶりは、100mm+主筋径の1/2とし、50mm以上を確保している。</td> <td>Post-Head-barの埋込先端は、軸方向鉄筋の位置まで配置することと原則とする。ただし、埋込先端のかぶりは、75mm+主筋径の1/2とし、50mm以上を確保している。</td> <td>Post-Head-barの埋込先端は、軸方向鉄筋の位置まで配置することと原則とする。ただし、埋込先端のかぶりは、120mm+主筋径の1/2とし、50mm以上を確保している。</td> <td>Post-Head-barの埋込先端は、軸方向鉄筋の位置まで配置することと原則とする。ただし、埋込先端のかぶりは、必要ならを確保しつつ50mm以上とする。</td> </tr> </tbody> </table> <p>※サイトの情報に係る記載内容については、会社資料やHP等をもとに弊社の責任において独自に解釈したものである。</p> <div data-bbox="761 630 1198 1236" data-label="Image"> </div> <p>第13-4-3図 PHbの標準配置 (建設技術審査証明報告書より抜粋)</p>	確認項目	島根3号炉 (PHb工法)	島根2号炉 (PHb工法)	島根1号炉 (PHb工法)	建設技術審査証明報告書の適用範囲	構造細目① (せん断補強筋の断面比)	0.21~0.94%	0.43%	0.51%	構造細目に配置されているスターアップとPost-Head-barを合わせたせん断補強筋の断面比が0.15%以上。	構造細目② (PHb配置のせん断スパン方向の最大間隔)	Post-Head-barを配置するせん断スパン方向の最大間隔は、部材有効高さの1/2倍以下で、かつ300mm以下。	Post-Head-barを配置するせん断スパン方向の最大間隔は、部材有効高さの1/2倍以下で、かつ300mm以下。	Post-Head-barを配置するせん断スパン方向の最大間隔は、部材有効高さの1/2倍以下で、かつ300mm以下。	Post-Head-barを配置するせん断スパン方向の最大間隔は、部材有効高さの1/2倍以下で、かつ300mm以下。	構造細目③ (埋込先端のかぶり)	Post-Head-barの埋込先端は、軸方向鉄筋の位置まで配置することと原則とする。ただし、埋込先端のかぶりは、100mm+主筋径の1/2とし、50mm以上を確保している。	Post-Head-barの埋込先端は、軸方向鉄筋の位置まで配置することと原則とする。ただし、埋込先端のかぶりは、75mm+主筋径の1/2とし、50mm以上を確保している。	Post-Head-barの埋込先端は、軸方向鉄筋の位置まで配置することと原則とする。ただし、埋込先端のかぶりは、120mm+主筋径の1/2とし、50mm以上を確保している。	Post-Head-barの埋込先端は、軸方向鉄筋の位置まで配置することと原則とする。ただし、埋込先端のかぶりは、必要ならを確保しつつ50mm以上とする。		
確認項目	島根3号炉 (PHb工法)	島根2号炉 (PHb工法)	島根1号炉 (PHb工法)	建設技術審査証明報告書の適用範囲																			
構造細目① (せん断補強筋の断面比)	0.21~0.94%	0.43%	0.51%	構造細目に配置されているスターアップとPost-Head-barを合わせたせん断補強筋の断面比が0.15%以上。																			
構造細目② (PHb配置のせん断スパン方向の最大間隔)	Post-Head-barを配置するせん断スパン方向の最大間隔は、部材有効高さの1/2倍以下で、かつ300mm以下。	Post-Head-barを配置するせん断スパン方向の最大間隔は、部材有効高さの1/2倍以下で、かつ300mm以下。	Post-Head-barを配置するせん断スパン方向の最大間隔は、部材有効高さの1/2倍以下で、かつ300mm以下。	Post-Head-barを配置するせん断スパン方向の最大間隔は、部材有効高さの1/2倍以下で、かつ300mm以下。																			
構造細目③ (埋込先端のかぶり)	Post-Head-barの埋込先端は、軸方向鉄筋の位置まで配置することと原則とする。ただし、埋込先端のかぶりは、100mm+主筋径の1/2とし、50mm以上を確保している。	Post-Head-barの埋込先端は、軸方向鉄筋の位置まで配置することと原則とする。ただし、埋込先端のかぶりは、75mm+主筋径の1/2とし、50mm以上を確保している。	Post-Head-barの埋込先端は、軸方向鉄筋の位置まで配置することと原則とする。ただし、埋込先端のかぶりは、120mm+主筋径の1/2とし、50mm以上を確保している。	Post-Head-barの埋込先端は、軸方向鉄筋の位置まで配置することと原則とする。ただし、埋込先端のかぶりは、必要ならを確保しつつ50mm以上とする。																			

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																											
<p><u>審査証明報告書の実験から確認した範囲に合致していない。</u></p> <p><u>また、載荷方法については、集中荷重による正負交番載荷を行っているが、女川2号炉にてCCbにより耐震補強を行った構造物に作用する荷重は、実験より大きく、集中荷重及び分布荷重であるため合致していない。</u></p> <p><u>よって、部材諸元及び載荷方法については、フロー③建設技術審査証明報告書の適用範囲外の項目に対するせん断補強効果の確認として、4.5にて確認する。</u></p> <p style="text-align: center;"><b>第4.4-2表 適用範囲の整理</b></p> <table border="1" data-bbox="100 430 672 510"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th colspan="2">1. 構造部材</th> <th colspan="2">2. 部材諸元</th> <th colspan="2">3. 載荷方法</th> </tr> <tr> <th>せん断補強筋</th> <th>鉄筋配列</th> <th>径</th> <th>長さ</th> <th>位置</th> <th>速度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>構造部材</td> <td>せん断補強筋</td> <td>鉄筋配列</td> <td>径</td> <td>長さ</td> <td>位置</td> <td>速度</td> </tr> <tr> <td>部材諸元</td> <td>せん断補強筋</td> <td>鉄筋配列</td> <td>径</td> <td>長さ</td> <td>位置</td> <td>速度</td> </tr> <tr> <td>載荷方法</td> <td>せん断補強筋</td> <td>鉄筋配列</td> <td>径</td> <td>長さ</td> <td>位置</td> <td>速度</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>第4.4-3表 Ccbにより耐震補強を行った構造物への整理結果</b></p> <table border="1" data-bbox="100 574 672 845"> <thead> <tr> <th rowspan="2">構造物名称</th> <th rowspan="2">部材</th> <th colspan="2">1. 構造部材</th> <th colspan="2">2. 部材諸元</th> <th colspan="2">3. 載荷方法</th> </tr> <tr> <th>せん断補強筋</th> <th>鉄筋配列</th> <th>径</th> <th>長さ</th> <th>位置</th> <th>速度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">炉内筒</td> <td rowspan="2">鋼管</td> <td>せん断補強筋</td> <td>鉄筋配列</td> <td>径</td> <td>長さ</td> <td>位置</td> <td>速度</td> </tr> <tr> <td>鉄筋配列</td> <td>径</td> <td>長さ</td> <td>位置</td> <td>速度</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">鋼管</td> <td>せん断補強筋</td> <td>鉄筋配列</td> <td>径</td> <td>長さ</td> <td>位置</td> <td>速度</td> </tr> <tr> <td>鉄筋配列</td> <td>径</td> <td>長さ</td> <td>位置</td> <td>速度</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">炉内筒</td> <td rowspan="2">鋼管</td> <td>せん断補強筋</td> <td>鉄筋配列</td> <td>径</td> <td>長さ</td> <td>位置</td> <td>速度</td> </tr> <tr> <td>鉄筋配列</td> <td>径</td> <td>長さ</td> <td>位置</td> <td>速度</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">鋼管</td> <td>せん断補強筋</td> <td>鉄筋配列</td> <td>径</td> <td>長さ</td> <td>位置</td> <td>速度</td> </tr> <tr> <td>鉄筋配列</td> <td>径</td> <td>長さ</td> <td>位置</td> <td>速度</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">炉内筒</td> <td rowspan="2">鋼管</td> <td>せん断補強筋</td> <td>鉄筋配列</td> <td>径</td> <td>長さ</td> <td>位置</td> <td>速度</td> </tr> <tr> <td>鉄筋配列</td> <td>径</td> <td>長さ</td> <td>位置</td> <td>速度</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">鋼管</td> <td>せん断補強筋</td> <td>鉄筋配列</td> <td>径</td> <td>長さ</td> <td>位置</td> <td>速度</td> </tr> <tr> <td>鉄筋配列</td> <td>径</td> <td>長さ</td> <td>位置</td> <td>速度</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>(5) VI. ～VIII. 使用材料（せん断補強筋、セラミック製定着体、充てん材）</u></p> <p><u>建設技術審査証明報告書に記載されている使用材料と合致している。（第4.4-4表参照）</u></p> <p><u>使用材料のうち、セラミック製定着体及び充てん材は従来工法（先施工）とCCb工法の特微的な差異となることから、これらの材料の役割と要求性能について詳細に整理する。</u></p> <p><u>第4.4-5表に示すとおり、材料特性や要求性能に対する性能確認試験（定着性能試験・ねじ筋強度試験）により、弱部が生じないことや部材と一体となって挙動するといった要求性能が満たされていることが確認されており、CCb工法を採用するにあたり、その性能に悪影響を与える要因がないことを確認している。</u></p> <p><u>また、定着体であるセラミックキャップの損傷（割れや欠け）の要因となる傷がないことを確認している。さらに、施工箇所となる部材にはセラミックキャップの損傷となるような衝撃荷重が作用しないことから、定着体が破損する要因はない。</u></p>	項目	1. 構造部材		2. 部材諸元		3. 載荷方法		せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度	構造部材	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度	部材諸元	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度	載荷方法	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度	構造物名称	部材	1. 構造部材		2. 部材諸元		3. 載荷方法		せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度	炉内筒	鋼管	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度	鋼管	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度	炉内筒	鋼管	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度	鋼管	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度	炉内筒	鋼管	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度	鋼管	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度	<p>e～h. 使用材料及びj. せん断補強筋の定着長</p> <p>構造細目は、先行サイトと同様、第13-4-3表に示すとおり、審査証明に明記されている適用範囲に合致することを確認した。</p>		
項目		1. 構造部材		2. 部材諸元		3. 載荷方法																																																																																																																								
	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度																																																																																																																								
構造部材	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度																																																																																																																								
部材諸元	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度																																																																																																																								
載荷方法	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度																																																																																																																								
構造物名称	部材	1. 構造部材		2. 部材諸元		3. 載荷方法																																																																																																																								
		せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度																																																																																																																							
炉内筒	鋼管	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度																																																																																																																							
		鉄筋配列	径	長さ	位置	速度																																																																																																																								
	鋼管	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度																																																																																																																							
		鉄筋配列	径	長さ	位置	速度																																																																																																																								
炉内筒	鋼管	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度																																																																																																																							
		鉄筋配列	径	長さ	位置	速度																																																																																																																								
	鋼管	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度																																																																																																																							
		鉄筋配列	径	長さ	位置	速度																																																																																																																								
炉内筒	鋼管	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度																																																																																																																							
		鉄筋配列	径	長さ	位置	速度																																																																																																																								
	鋼管	せん断補強筋	鉄筋配列	径	長さ	位置	速度																																																																																																																							
		鉄筋配列	径	長さ	位置	速度																																																																																																																								



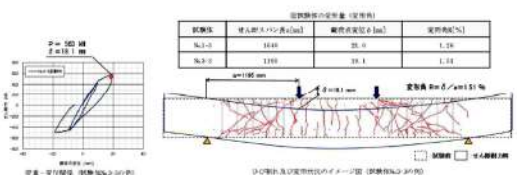




第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p><b>第4.4-5表 各使用材料の役割・要求性能・材料特性（3/3）</b></p>  <p><b>(6) IX. せん断補強筋の定着長</b> 建設技術審査証明報告書で設定されている定着長を考慮していることを確認している。</p> <p><b>(7) X. せん断ひび割れ抑制効果の確認</b> 建設技術審査証明報告書の実験と女川2号炉にてCCbにより耐震補強を行った構造物の各種諸元（部材厚、せん断スパン比、主鉄筋比、載荷方法）が異なっていることから、フロー③建設技術審査証明報告書の適用範囲外の項目に対するせん断補強効果の確認として、4.5にて確認する。</p> <p><b>(8) XI. ひび割れに対する定着機能の保持</b> 建設技術審査証明報告書の実験と女川2号炉にてCCbにより耐震補強を行った構造物では、発生するひび割れ性状が異なる可能性がある。 さらに、定着体部に実験と性状が異なるひび割れが生じても定着機能が保持されていることを確認する必要があることから、フロー③建設技術審査証明報告書の適用範囲外の項目に対するせん断補強効果の確認として、4.5にて確認する。</p> <p><b>(9) XII. 変形量</b> CCbにより耐震補強を行った構造物の変形量が建設技術審査証明報告書の実験の変形量を超えないことを確認している。 確認の一例として、添付資料2「女川2号炉における部材諸元他の適用性の検討」にて検討した取水路（漸拡部）の結果を示す。第4.4-3図に示すように、取水路（漸拡部）の層間変形角は最大でも0.29%（29/10,000）程度（基準地震動Ss-D2による照査結果（暫定値*））であり、梁試験体の変形量（1%を超える範囲まで確認）以下に収まっていることを確認している。 なお、女川2号炉では、かぶりコンクリートの剥落により、CCbの定着体部の定着機能を阻害するおそれがあるため、かぶりコン</p>			

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>クリートの剥落が発生する前の状態である圧縮緑コンクリートひずみ1.0%又は層間変形角1%（1/100）に、十分な余裕をもってCCb工法を使用する。</p> <p>※：工事計画認可段階で選定する解析手法等により、変更となる可能性がある。</p>  <p>第4.4-3図 梁試験体の変形量</p> <p>(10) X III. 使用環境 建設技術審査証明報告書に、「CCb補強法によれば、相次ぐ地震によりその耐震補強の必要性が高まっている原子力施設などの重要地下構造物、高速道路、鉄道及び上下水処理施設などの地下構造物、また、水門あるいは堰の門柱・堰柱など、構造上、巻立て補強が適用できない構造物の耐震性能を改善することができる」と記載されており、原子力施設などの重要地下構造物及び女川2号炉のような海水環境下よりも、より使用環境が厳しい下水処理施設を対象としていることから、女川2号炉の屋外重要土木構造物等にも適用可能である。</p> <p>また、4.7に記載のとおり、CCb工法については気中及び水中で数多くの施工実績があることが確認されており、硫酸等の影響を受ける腐食環境下にある下水道施設での施工実績もある。</p> <p>よって、海水中よりも厳しい環境下での施工実績が確認できているため、使用環境として問題がないことを確認している。</p> <p>(11) X IV. CCbを適用した部材のコンクリートの健全性 建設技術審査証明報告書の実験では、新規に供試体を作成しているが、女川2号炉にてCCbにより耐震補強を行った構造物については、東北地方太平洋沖地震（2011年3月11日）及び宮城県沖の地震（2011年4月7日）により、建設時の基準地震動を一部周期帯で超過する地震動を経験していることから、部材の健全性を確認する。</p> <p>CCb工法のせん断補強効果を発揮するためには、コンクリートがCCb工法のせん断補強効果に悪影響を及ぼす状態にないことを確認する必要があることから、フロー③建設技術審査証明報告書の適用範囲外の項目に対するせん断補強効果の確認として、4.5にて確認する。</p> <p>(12) X V. PHb工法（美浜3号炉）との差異 PHb工法とCCb工法の差異及び美浜3号炉と女川2号炉の適用性確認における差異を第4.4-6表に示す。</p>			

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

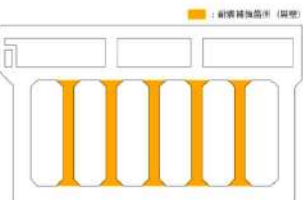
女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																												
<p>第4.4-6表に示すとおり、定着体の構造、対象部材、せん断耐力の設計法（<math>\beta_{se}</math>の設定）、検討対象構造物（構造諸元、荷重形態）及び定着体部の状況に差異があることが確認できる。</p> <p>これらのうち、定着体の構造及びせん断耐力の設計法（<math>\beta_{se}</math>の設定）については、PHb工法とCCb工法で差異があるものの、建設技術審査証明報告書に合致していることを確認している。</p> <p>しかしながら、対象部材、検討対象構造物（構造諸元、荷重形態）及び定着体部の状況については、建設技術審査証明報告書から確認できないことから、フロー③建設技術審査証明報告書の適用範囲外の項目に対するせん断補強効果の確認として、4.5にて確認する。</p>																															
<p>第4.4-6表 PHb工法（美浜3号炉）とCCb工法（女川2号炉）の差異（1/2）</p>																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>確認項目</th> <th>PHb工法 (美浜3号炉)</th> <th>CCb工法 (女川2号炉)</th> <th>差異の有無及び確認結果（備考）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>設計</td> <td>• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>• せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>異</td> </tr> <tr> <td>定着体部構造</td> <td>• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>異</td> </tr> <tr> <td>せん断耐力</td> <td>• せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>• せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>異</td> </tr> <tr> <td>対象部材</td> <td>• 対象部材は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>• 対象部材は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>異</td> </tr> <tr> <td>定着体部の状況</td> <td>• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>異</td> </tr> <tr> <td>定着体部の状況</td> <td>• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>異</td> </tr> </tbody> </table>				確認項目	PHb工法 (美浜3号炉)	CCb工法 (女川2号炉)	差異の有無及び確認結果（備考）	設計	• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異	定着体部構造	• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異	せん断耐力	• せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異	対象部材	• 対象部材は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• 対象部材は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異	定着体部の状況	• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異	定着体部の状況	• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異
確認項目	PHb工法 (美浜3号炉)	CCb工法 (女川2号炉)	差異の有無及び確認結果（備考）																												
設計	• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異																												
定着体部構造	• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異																												
せん断耐力	• せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異																												
対象部材	• 対象部材は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• 対象部材は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異																												
定着体部の状況	• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異																												
定着体部の状況	• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異																												
<p>4.4-6表 PHb工法（美浜3号炉）とCCb工法（女川2号炉）の差異（2/2）</p>																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>確認項目</th> <th>PHb工法 (美浜3号炉)</th> <th>CCb工法 (女川2号炉)</th> <th>差異の有無及び確認結果（備考）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>設計</td> <td>• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>異</td> </tr> <tr> <td>定着体部構造</td> <td>• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>異</td> </tr> <tr> <td>せん断耐力</td> <td>• せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>• せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>異</td> </tr> <tr> <td>対象部材</td> <td>• 対象部材は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>• 対象部材は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>異</td> </tr> <tr> <td>定着体部の状況</td> <td>• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。</td> <td>異</td> </tr> </tbody> </table>				確認項目	PHb工法 (美浜3号炉)	CCb工法 (女川2号炉)	差異の有無及び確認結果（備考）	設計	• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異	定着体部構造	• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異	せん断耐力	• せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異	対象部材	• 対象部材は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• 対象部材は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異	定着体部の状況	• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異				
確認項目	PHb工法 (美浜3号炉)	CCb工法 (女川2号炉)	差異の有無及び確認結果（備考）																												
設計	• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異																												
定着体部構造	• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• 定着体部は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異																												
せん断耐力	• せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異																												
対象部材	• 対象部材は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• 対象部材は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異																												
定着体部の状況	• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	• 定着体部の状況は、せん断耐力を確保するための構造設計を行う。 • せん断耐力を確保するための構造設計を行う。	異																												
<p>4.5 ③建設技術審査証明報告書の適用範囲外の項目に対するせん断補強効果の確認</p>	<p>4.5 せん断補強効果の確認</p>																														
<p>4.5.1 せん断補強効果の確認内容 4.3で抽出した適用性確認項目のうち、4.4の建設技術審査証明報告書の適用範囲から確認できなかった項目について、4.5.2以降</p>	<p>(1) せん断補強効果の確認内容 「4.3 適用性確認項目の抽出」で抽出した適用性確認項目のうち、建設技術審査証明報告書では確認できなかった項目について</p>																														



第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>において、数値解析による検証及び建設技術審査証明報告書の実験の確認等により、せん断補強効果が期待できることを確認する。<u>確認する項目を以下に示す。</u></p> <p>(1) 部材諸元 (2) 載荷方法 (3) せん断ひび割れ抑制効果の確認 (4) ひび割れに対する定着機能の保持 (5) Ccbを適用した部材のコンクリートの健全性 (6) PHb 工法（美浜3号炉）との差異</p> <p>4.5.2 せん断補強効果の確認</p> <p>-</p> <p>(1) 部材諸元、(2) 載荷方法、(3) せん断ひび割れ抑制効果の確認</p> <p>女川2号炉でCCbにより耐震補強を行った構造物の多くが、部材諸元（部材厚、せん断スパン比、主鉄筋比、コンクリート設計基準強度）や載荷方法が建設技術審査証明報告書に記載の実験と異なっているにもかかわらず、せん断ひび割れを抑制し、せん断補強効果を期待できるかを数値解析により確認する。</p> <p>数値解析の詳細については、添付資料2「女川2号炉における部材諸元他の適用性の検討」に示す。添付資料2に示すとおり、建設技術審査証明報告書の実験条件と異なる項目である(1)～(3)の項目においても、CCb工法が適用可能であること及びせん断ひび割れ抑制効果があることを確認した。併せて、終局荷重時においても特異なひび割れや変形が発生しないことを確認した。</p> <p>(4) ひび割れに対する定着機能の保持</p> <p>女川2号炉においてCCbにより耐震補強を行った構造物に発生する可能性があるひび割れ（曲げひび割れ、面内せん断力に伴う高角度の貫通ひび割れ及びディープビームに生じる45度を超える高角度のひび割れ）がCCbの定着体部やその周囲に生じても、定着機能が保持されることを確認する。</p>	<p>もせん断補強効果が期待できるかを確認する。以下に確認する項目を挙げる。PHb工法と先施工のせん断補強鉄筋とで大きく異なる部分は、PHb工法ではコンクリートに定着をとっていることである。したがって、コンクリート部分に関する項目が主となって、せん断補強効果に影響を及ぼすと考えられる。なお、以下に示す項目については、(2)以降において、解析的にせん断補強効果が得られていることを確認する。</p> <p>b. 構造形式 d. 部材諸元 i. 載荷方法 k. せん断ひび割れ抑制効果 l. 応力状態（損傷程度） m. 変形量 n. 使用環境</p> <p>(2) せん断補強効果の確認</p> <p>b. 構造形式</p> <p>建設技術審査証明報告書に構造形式の具体的な記載はないが、使用目的として、「地震時の変形用が限定される地中構造物など」という記載があることから地中に埋設されたボックスカルバート構造の構造物を想定していると考えられる。</p> <p>先行サイトにおいても同様の考察を行っており、島根2号炉取水槽は先行サイトと同様の構造形式であることから、島根2号炉取水槽はPHb工法が適用可能な構造形式であると考えられる。</p> <p>d. 部材諸元、i. 載荷方法、k. せん断ひび割れ抑制効果</p> <p>PHbによる補強効果については、建設技術審査証明報告書の各種実験にて検証している。建設技術審査証明報告書では、実験を上回る部材厚については、理論式により求められる有効係数<math>\beta_{\text{eff}}</math>を実験の部材厚で得られた値である0.9を上限として用いることで保守的な設計としている（第13-3-10図参照）。島根原子力発電所2号炉取水槽の部材厚は、実験で用いた部材と比べて大きいため、実験を上回る部材厚でも、PHbの補強効果が期待でき適用性を有することを解析により補足する。また、部材諸元のうち、部材厚以外にもせん断スパン比、主鉄筋比、コンクリート設計基準強度及び載荷方法が島根原子力発電所2号炉取水槽で建設技術審査証明報告書に記載の各種実験と異なっている。したがって、先行サイトと同様、せん断ひび割れ抑制効果の確認とともに、上記の項目についても島根原子力発電所2号炉の実際の構造物の設計荷重等と同じ条件でもせん断補強効果が期待できるかの確認を解析により補足する。</p> <p>解析の詳細については、添付資料2「解析によるせん断補強効果の確認について」に記載する。添付資料2「解析によるせん断補強効果の確認について」にて記載したとおり、実験条件と異なる項目においてもせん断補強効果を確認する。また、弾性挙動内</p>		



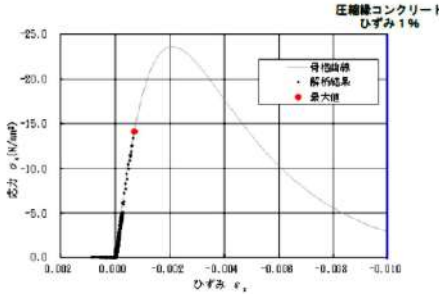
女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由																				
<p>詳細は、添付資料3「女川2号炉におけるひび割れに対する定着機能保持の検討」に示す。添付資料3に示すとおり、女川2号炉においてCCbにより耐震補強を行った構造物に発生する可能性があるひび割れが、CCbの定着体部やその周囲に実験と性状が異なるひび割れとして生じて、定着機能が保持されていることを建設技術審査証明報告書の実験との対比から確認した。</p> <p>なお、建設技術審査証明報告書の実験は、せん断耐力を確認するための実験であることから、曲げ降伏させないよう主鉄筋に高強度の鉄筋 (SD490) を使用しており、せん断破壊時における主鉄筋のひずみは、第4.5-1表に示すとおり、降伏ひずみ未満の2363<math>\mu</math>まで確認されている。これらを踏まえ、主鉄筋にSD345を用いている女川2号炉においてCCbにより耐震補強を行った構造物については、応答値として主鉄筋のひずみが降伏ひずみ (1725<math>\mu</math>) 未満又は応力が降伏強度 (345N/mm<sup>2</sup>) 未満であることを確認する。</p>	<p>においても特異なひび割れや変形が発生しないことを確認する。</p>																						
<p>泊との比較のために記載の順番を入れ替え</p> <p>確認例として、取水路 (漸拡部) の評価結果 (基準地震動S<sub>s</sub>-D<sub>2</sub>による照査結果 (暫定値)) を示す。取水路 (漸拡部) は、部材非線形解析 (M-<math>\phi</math>モデル) により評価していることから、M-<math>\phi</math>曲線の第2折れ点 (主鉄筋の降伏に相当) 以下であることを確認する。第4.5-1図に示すとおり、応答値をM-<math>\phi</math>曲線上にプロットするとM-<math>\phi</math>曲線の第1折点 (ひび割れ発生) 付近であり、主鉄筋は降伏していないためCCb工法が適用可能であることがわかる。</p>	<p>・部材厚</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>建設技術審査証明報告書 (実証試験)</th> <th>先行原子力発電所における審査実績 (美浜3号炉)</th> <th>先行原子力発電所における審査実績 (東海第二)</th> <th>島根2号炉取水槽のP1b適用部材<sup>※1</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>部材厚</td> <td>500mm</td> <td>2,000mm (海水ポンプ室底版)</td> <td>3,190mm (取水ピット中頂板) 1,500mm (左・右側壁) 1,200mm (取水ピット底版、隔壁) 1,000mm (上記以外の部材)</td> <td>1,200mm (取水槽スクリーン室隔壁)</td> </tr> <tr> <td>実験または解析により得られた有効係数<math>\beta_{exp}</math></td> <td>0.90</td> <td>0.92</td> <td>0.97</td> <td>0.96</td> </tr> <tr> <td>式<sup>※2</sup>により計算した有効係数<math>\beta_{cal}</math></td> <td>0.89</td> <td>0.90 (上限値)</td> <td>0.90 (上限値)</td> <td>0.90 (上限値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>【検証結果】                  ・島根2号炉取水槽 (スクリーン室) のP1b適用部材について、その部材厚は実証実験 (500mm) ~審査実績 (3,190mm) の範囲内に収まっている。                  ・添付資料2の3、②及び4、③に示す材料非線形解析を用いた検証解析により、スクリーン室隔壁に対するP1bによるせん断補強効果を確認した。</p> <p>以上より、島根2号炉取水槽 (スクリーン室) のP1b適用部材に対し、部材厚の観点について適用性を有すると判断した。</p> <p>注記 ① 建設技術審査証明報告書における実証試験結果より設定された以下の設計式  <math>\beta_{cal} = 1 - L/\sqrt{12 \cdot (d-d')}</math> (ただし、<math>\beta_{cal} \leq 0.9</math>)                  L: 後施工せん断補強筋の埋込側に必要な定着長                  d-d': 補強対象部材の圧縮-引張鉄筋の間隔 (d-d' <math>\geq 1</math>)                  ② 取水槽 (スクリーン室) の各部材配置を以下に示す。</p>	項目	建設技術審査証明報告書 (実証試験)	先行原子力発電所における審査実績 (美浜3号炉)	先行原子力発電所における審査実績 (東海第二)	島根2号炉取水槽のP1b適用部材 <sup>※1</sup>	部材厚	500mm	2,000mm (海水ポンプ室底版)	3,190mm (取水ピット中頂板) 1,500mm (左・右側壁) 1,200mm (取水ピット底版、隔壁) 1,000mm (上記以外の部材)	1,200mm (取水槽スクリーン室隔壁)	実験または解析により得られた有効係数 $\beta_{exp}$	0.90	0.92	0.97	0.96	式 <sup>※2</sup> により計算した有効係数 $\beta_{cal}$	0.89	0.90 (上限値)	0.90 (上限値)	0.90 (上限値)		
項目	建設技術審査証明報告書 (実証試験)	先行原子力発電所における審査実績 (美浜3号炉)	先行原子力発電所における審査実績 (東海第二)	島根2号炉取水槽のP1b適用部材 <sup>※1</sup>																			
部材厚	500mm	2,000mm (海水ポンプ室底版)	3,190mm (取水ピット中頂板) 1,500mm (左・右側壁) 1,200mm (取水ピット底版、隔壁) 1,000mm (上記以外の部材)	1,200mm (取水槽スクリーン室隔壁)																			
実験または解析により得られた有効係数 $\beta_{exp}$	0.90	0.92	0.97	0.96																			
式 <sup>※2</sup> により計算した有効係数 $\beta_{cal}$	0.89	0.90 (上限値)	0.90 (上限値)	0.90 (上限値)																			
<p>第4.5-1表 梁試験体に生じた鉄筋ひずみ</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th></th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鉄筋ひずみ</td> <td>2363<math>\mu</math><sup>※</sup></td> <td>降伏ひずみ: 2450<math>\mu</math> (SD490)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※: コンクリート引張応力を無視し、縦ひずみは断面の中立軸からの距離に比例するものとして算出した。</p>	項目		備考	鉄筋ひずみ	2363 $\mu$ <sup>※</sup>	降伏ひずみ: 2450 $\mu$ (SD490)	<p>・せん断スパン比<sup>※1</sup></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>建設技術審査証明報告書 (実証試験)</th> <th>先行原子力発電所における審査実績 (美浜3号炉)</th> <th>先行原子力発電所における審査実績 (東海第二)</th> <th>島根2号炉取水槽のP1b適用部材</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>せん断スパン比</td> <td>1.19~2.79</td> <td>1.92</td> <td>2.15</td> <td>11.40<sup>※2</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>【検証結果】                  ・島根2号炉取水槽 (スクリーン室) のP1b適用部材のせん断スパン比は、実証試験における試験体のせん断スパン比 (1.19~2.79) 及び先行原子力発電所の審査実績のせん断スパン比 (1.92~2.15) の範囲に収まっていないため、添付資料2の4、③に示す材料非線形解析を用いた検証解析により、せん断補強効果を確認した。</p> <p>以上より、島根2号炉取水槽 (スクリーン室) のP1b適用部材に対し、せん断スパン比の観点について適用性を有すると判断した。</p> <p>※1 せん断スパン比 = a/d (a: せん断スパン, d: 部材の有効高さ)                  ② 取水槽スクリーン室隔壁のせん断スパン a = 12.2a (隔壁の全長)、部材の有効高さ d = 1.07a から、せん断スパン比 = a/d = 11.40</p>	項目	建設技術審査証明報告書 (実証試験)	先行原子力発電所における審査実績 (美浜3号炉)	先行原子力発電所における審査実績 (東海第二)	島根2号炉取水槽のP1b適用部材	せん断スパン比	1.19~2.79	1.92	2.15	11.40 <sup>※2</sup>						
項目		備考																					
鉄筋ひずみ	2363 $\mu$ <sup>※</sup>	降伏ひずみ: 2450 $\mu$ (SD490)																					
項目	建設技術審査証明報告書 (実証試験)	先行原子力発電所における審査実績 (美浜3号炉)	先行原子力発電所における審査実績 (東海第二)	島根2号炉取水槽のP1b適用部材																			
せん断スパン比	1.19~2.79	1.92	2.15	11.40 <sup>※2</sup>																			

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由																				
<p>泊との比較のために記載の順番を入れ替え</p> <p>第4.5-1図 取水路(漸拡部)のM-φ曲線(暫定値<sup>2)</sup>)</p> <p>※: 工事計画認可段階で選定する解析手法等により、変更となる可能性がある。</p>	<p>・主鉄筋比</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>建設技術審査証 明報告書 (実証試験)</th> <th>先行原子力発電 所における審査 実績 (美浜3号炉)</th> <th>先行原子力発電 所における審査 実績 (東海第二)</th> <th>島根2号炉取水 槽のPHb適用部 材</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>主鉄筋比</td> <td>1.48</td> <td>0.47</td> <td>0.46</td> <td>0.88</td> </tr> </tbody> </table> <p>【検証結果】</p> <p>・島根2号炉取水槽(スクリーン室)のPHb適用部材の最大主鉄筋比は、先行原子力発電所における審査実績(0.47, 0.46)と比較して大きい。実証試験(1.48)と比較して主鉄筋比が十分に小さいため、PHbの定着性能に影響を及ぼすような付着剥離破壊は生じないと推察される。</p> <p>以上より、島根2号炉取水槽(スクリーン室)のPHb適用部材に対し、主鉄筋比の観点について適用性を有すると判断した。</p> <p>・コンクリート強度</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>建設技術審査証 明報告書 (実証試験)</th> <th>先行原子力発電所 における審査実績 (美浜3号炉)</th> <th>先行原子力発電所 における審査実績 (東海第二)</th> <th>島根2号炉取水 槽のPHb適用部材</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>コンクリート強度</td> <td>32.9~38.3 (圧縮強度)</td> <td>23.5 (設計基準強度)</td> <td>20.6 (設計基準強度)</td> <td>23.5 (設計基準強度)</td> </tr> </tbody> </table> <p>【検証結果】</p> <p>・島根2号炉取水槽(スクリーン室)におけるコンクリート設計基準強度は23.3N/mm<sup>2</sup>であり、先行原子力発電所における審査実績(20.6, 23.5)と同等の値となっている。</p> <p>・設計基準強度23.5N/mm<sup>2</sup>の鉄筋コンクリートに対するPHbのせん断補強効果については、添付資料2の4.③に示す材料非線形解析を用いた検証解析により、その有効性を確認した。</p> <p>以上より、島根2号炉取水槽(スクリーン室)のPHb適用部材に対し、コンクリート設計基準強度の観点について適用性を有すると判断した。</p>	項目	建設技術審査証 明報告書 (実証試験)	先行原子力発電 所における審査 実績 (美浜3号炉)	先行原子力発電 所における審査 実績 (東海第二)	島根2号炉取水 槽のPHb適用部 材	主鉄筋比	1.48	0.47	0.46	0.88	項目	建設技術審査証 明報告書 (実証試験)	先行原子力発電所 における審査実績 (美浜3号炉)	先行原子力発電所 における審査実績 (東海第二)	島根2号炉取水 槽のPHb適用部材	コンクリート強度	32.9~38.3 (圧縮強度)	23.5 (設計基準強度)	20.6 (設計基準強度)	23.5 (設計基準強度)	<p>泊発電所3号炉</p>	<p>相違理由</p>
項目	建設技術審査証 明報告書 (実証試験)	先行原子力発電 所における審査 実績 (美浜3号炉)	先行原子力発電 所における審査 実績 (東海第二)	島根2号炉取水 槽のPHb適用部 材																			
主鉄筋比	1.48	0.47	0.46	0.88																			
項目	建設技術審査証 明報告書 (実証試験)	先行原子力発電所 における審査実績 (美浜3号炉)	先行原子力発電所 における審査実績 (東海第二)	島根2号炉取水 槽のPHb適用部材																			
コンクリート強度	32.9~38.3 (圧縮強度)	23.5 (設計基準強度)	20.6 (設計基準強度)	23.5 (設計基準強度)																			
<p>(5) Ccbを適用した部材のコンクリートの健全性</p> <p>Ccb工法のせん断補強効果を発揮するためには、コンクリートが健全である必要があることから、ひび割れ状況及び圧縮強度試験によりコンクリートの健全性を確認する。</p> <p>詳細については、添付資料4「女川2号炉におけるコンクリートの健全性の検討」に示す。添付資料4に示すとおり、地震後(東北地方太平洋沖地震(2011年3月11日)及び宮城県沖の地震(2011年4月7日))のひび割れ状況及び構造物から採取したコンクリートコアの圧縮強度試験結果から、Ccbにより耐震補強を行った構造物の既設コンクリートの状態が、Ccbのせん断補強効果を発揮できる状況にあることを確認した。</p> <p>(6) PHb工法(美浜3号炉)との差異</p> <p>第4.4-6表に示すとおり、Ccb工法ではディーブビームを対象とした性能確認試験を行っていないこと、及び女川2号炉では面内荷重を面外荷重が同時に作用する部材も対象としていることから、これらの適用性について確認する。</p> <p>詳細については、添付資料5「ディーブビーム的な破壊に対するCcb工法の適用性の検討」及び添付資料6「面内荷重と面外荷重が作用する部材へのCcb工法の適用性の検討」に示す。</p> <p>添付資料5に示す、ディーブビーム的な破壊形態が想定される部材への適用性については、「応力の負担機構」、「設計における保守性」及び「ひび割れの影響」の観点から整理を行い、女川2号炉においてCcbを用いる部材については棒部材式を用いてせん断力に対する評価を行うことに加え、せん断耐力と設計せん断力に対する比(以下、照査値という。)を0.8程度に抑える設計上の配慮を行うこと、及びディーブビーム的な破壊形態において発生す</p>	<p>1. 応力状態(損傷状態)</p> <p>部材の応力状態について、鉄筋コンクリートが健全であることを主鉄筋の引張応力-引張ひずみ関係の骨格曲線と解析結果により確認する。第13-4-4図に、取水槽(スクリーン室)隔壁における評価結果のうち、PHb適用部材の照査値が最も厳しくなる基準地震動Ss-N1の損傷程度を示す。隔壁において、主鉄筋の引張応力の最大値は主鉄筋の降伏強度を下回ることから、コンクリートに顕著なひび割れは発生せず、健全であるといえる。なお、取水槽の圧縮縁コンクリートひずみは1%を大きく下回る0.07%程度であり、かぶりコンクリートに顕著なひび割れは発生せず、健全であることを確認した。また、添付資料2「解析によるせん断補強効果の確認について」で確認したとおり、材料非線形解析における弾性範囲内の挙動においても、在来工法である先施工のせん断補強と比べて得意なひび割れや変形は発生していないことを確認した。</p> <p>第13-4-4図 取水槽の損傷図(1/2)</p> <p>(主鉄筋の引張応力-引張ひずみ関係の骨格曲線と解析結果)</p>																						



第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>る可能性のある高角度のひび割れについても実験によりCCbの補強効果が発揮されることが確認されていることから問題ない。</p> <p>しかしながら、適用性確認に用いた数値解析には、解析の不確かさが含まれていることから、ディープビームを対象とした実験を行い、実験から得られたせん断耐力が棒部材式により算定されるせん断耐力よりも大きいことを確認すると共に、CCbを用いた場合のディープビーム式による評価の可能性について確認する。なお、実験結果については工事計画認可申請段階で示す。</p> <p>また、添付資料6に示す、面内荷重と面外荷重が作用する部材へのCCb工法の適用性については、「設計の考え方」及び「ひび割れの影響」の観点から整理を行い、面内荷重及び面外荷重に対する設計上の負担する荷重の観点及び面内荷重により発生するひび割れは、建設技術審査証明報告書の実験で同等のひび割れが生じて、せん断補強効果を確認していることが確認されていることから問題はない。なお、面内荷重と面外荷重が作用する部材へのCCb工法の適用性については、数値解析（静的材料非線形解析）を実施し適用性に問題がないことを確認することとし、解析及び評価結果は工事計画認可申請段階で示す。</p> <p>4.6 ④CCbの施工精度に影響を与える項目の確認</p> <p>CCb工法によるせん断補強においては、施工精度の低下により計画どおり施工できなかった場合、期待するせん断補強効果に影響を及ぼす可能性がある。そのため、施工精度に影響を与える項目を抽出し、施工精度の低下やせん断補強効果に大きな影響を与えないことを確認する。以下に、抽出した項目を示す。</p> <p>① 削孔方法 ② 削孔角度 ③ 削孔位置 ④ グラウトの充てん性</p> <p>4.6.1 削孔方法</p> <p>CCb挿入計画位置をドリルにより削孔するが、その削孔方法としてはレッグハンマードリル又はコンクリートコアドリルの使用が主となっている。コンクリートコアドリルは設置面に強固に固定でき、掘削方向と掘削深さを精度良く確保することが容易であることから、原子力発電所施設では主にコンクリートコアドリルでの削孔を採用している。</p> <p>また、削孔時に既存鉄筋の切断を回避するため、既存鉄筋干渉時にコンクリートコアドリルの回転を停止させる鉄筋センサーの使用を標準装備としている（第4.6-1図参照）。</p> <p>なお、削孔においては第4.6-1表のとおり、施工精度を確保するために管理基準を設けている。</p>	 <p>第13-4-4図 取水槽の損傷図 (2/2) (コンクリートの圧縮応力-圧縮ひずみ関係の骨格曲線と解析結果)</p> <p>m. 変形量</p> <p>変形量については、先行サイトと同様、取水槽の変形量が適用確認実験の変形量を超えないことを確認する。適用確認実験における層間変形角は0.4%程度以上であるが、取水槽においては最大でも層間変形角0.42%であり、適用確認実験の最小変形量程度であることを確認した。なお、適用実験における層間変形角は、実験において発生している変位量及びせん断スパン比から算出した。</p> <p>n. 使用環境</p> <p>島根原子力発電所2号炉の屋外重要土木構造物におけるPHb工法による耐震補強では、先行サイトと同様、気中及び水中の部材に対してPHb工法を適用する。PHbそのものはすべて構造物内に埋設され、かぶり部分によって腐食に対する抵抗性が確保される。また、「4.6 施工実績・研究事例等の確認」に記載のとおり、気中及び水中で数多くの施工実績があることが確認できている。</p>		<p>・資料構成の相違</p> <p>泊3号炉では、CCbの施工精度に影響を与える項目の確認を参考資料2で実施している</p>

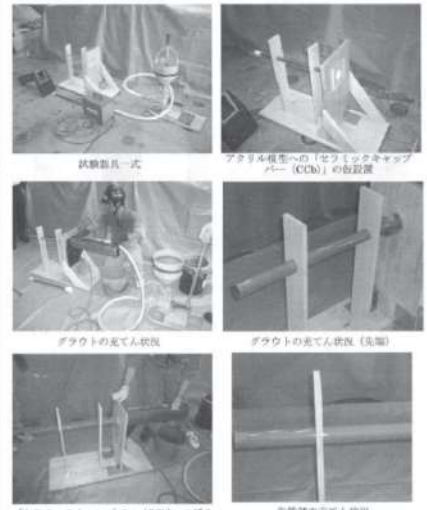
女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由											
<p><b>第4.6.1表 削孔に関する品質管理基準</b></p> <table border="1" data-bbox="103 175 672 359"> <thead> <tr> <th>管理項目</th> <th>管理内容</th> <th>規格値</th> <th>管理頻度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>一般部の削孔長</td> <td>メジャーによる計測</td> <td>0mm≦設計値≦20mm かつ、削孔先端から埋込面表面までの厚さ50mm以上</td> <td rowspan="2">全数</td> </tr> <tr> <td>一般部の削孔径 拡幅部の削孔長及び削孔径</td> <td>セラミックキャップバナー(CCb)による計測</td> <td>CCbが完全に挿入できること</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>4.6.2 削孔角度</b></p> <p>CCb 挿入計画位置をドリルにより削孔するが、削孔角度に誤差が生じた場合、CCbのせん断補強効果に影響が及ぶ可能性がある。そのためコンクリートコアドリルを専用架台に設置し、ドリルの鉛直方向、水平方向が削孔面に対して垂直となるよう水平器、金尺等で確認し削孔することにより、削孔角度のばらつきが生じる可能性を低減させる。</p> <p>また、「建設技術審査証明報告書 技術名称 あと施工型せん断補強用無機系モルタルカプセル及びせん断補強筋「RMA」（建技審証第1203号）」ではコンクリートコアドリル長尺削孔精度確認試験を実施している（第4.6-2図参照）。コンクリートコアドリル長尺削孔精度確認試験では、幅1200mm×高さ600mm×長さ1200mmのコンクリートブロック4体を削孔し、削孔位置のずれを確認している。コンクリートコアドリル長尺削孔精度の計測結果を、第4.6-2表に示す。女川2号炉のCCbにより耐震補強を行った構造物のうち、最大部材厚は1500mmである。削孔角度誤差を換算すると、長さ1200mm、2400mmは0.72°、長さ3600mmで0.66°となり、コアドリルによる長尺削孔は十分精度があることが示されている。</p> <div data-bbox="145 965 627 1141" style="border: 1px solid black; height: 110px; margin: 10px 0;"></div> <p style="text-align: center;">第4.6-1図 削孔状況</p> <div data-bbox="145 1220 627 1316" style="border: 1px solid black; height: 60px; margin: 10px 0;"></div> <p style="text-align: center;">第4.6-2図 試験概要図</p>	管理項目	管理内容	規格値	管理頻度	一般部の削孔長	メジャーによる計測	0mm≦設計値≦20mm かつ、削孔先端から埋込面表面までの厚さ50mm以上	全数	一般部の削孔径 拡幅部の削孔長及び削孔径	セラミックキャップバナー(CCb)による計測	CCbが完全に挿入できること			
管理項目	管理内容	規格値	管理頻度											
一般部の削孔長	メジャーによる計測	0mm≦設計値≦20mm かつ、削孔先端から埋込面表面までの厚さ50mm以上	全数											
一般部の削孔径 拡幅部の削孔長及び削孔径	セラミックキャップバナー(CCb)による計測	CCbが完全に挿入できること												



第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p data-bbox="114 140 663 164"><u>第4.6-2表 コンクリートコアドリル長尺削孔精度の計測結果</u></p> <div data-bbox="145 183 627 327" style="border: 1px solid black; height: 90px; width: 215px;"></div> <p data-bbox="91 373 239 397">4.6.3 削孔位置</p> <p data-bbox="91 400 680 716">CCb挿入計画位置をドリルにより削孔するが、部材内部に障害物があり計画位置で削孔できずCCbを計画どおり配置できない可能性がある。その場合は、付近を再削孔しCCbを挿入することで設計上必要な鉄筋量を確保する。再削孔しCCbを配置する際は、4.4に示す記載事項を満足するものとする。なお、第4.6-3図に示すせん断補強筋正面配置図及び部材断面配置図のとおり、再削孔する際は削孔計画位置（赤丸）から位置をずらし、せん断補強効果に影響のない位置に削孔することが可能である。再削孔の際、新たに別の鉄筋に干渉してしまう可能性があることから、孔を隣接させて削孔することが可能なコンクリートコアドリルを使用し、再削孔時の精度向上を図る。</p> <p data-bbox="91 719 680 775">以上より、削孔位置に変更が生じても必要鉄筋量を確保できるためせん断補強効果に影響を及ぼさない。</p> <div data-bbox="136 805 636 1034"> </div> <p data-bbox="114 1042 663 1098"><u>第4.6-3図 取水路（漸拡部）のせん断補強筋正面配置図及び部材断面配置図</u></p> <p data-bbox="91 1129 338 1153">4.6.4 グラウトの充てん性</p> <p data-bbox="91 1157 680 1297">グラウトの充てん性については、グラウト充てん性確認実験により、削孔内に設置したCCbの先端定着部までグラウトが密実に充てんされ、CCbとコンクリート躯体が一体となっていることを確認している。以下に、建設技術審査証明報告書に記載されているグラウト充てん性確認実験の内容を示す。</p> <p data-bbox="91 1300 680 1388">グラウト充てん性確認実験は、①先充てん工法（横向き）、②先充てん工法（下向き）、③先充てん工法（上向き）、④後充てん工法（上向き）にて実施されている（第4.6-4図参照）。</p> <p data-bbox="91 1391 680 1473">なお、グラウト充てんでは残留エアが施工品質に影響を与えることから、高流動グラウトを使用する横向き施工においては、残留エアの有無をかき出しにより確認しており、残留エアが無いこ</p>			

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>とを全数確認している。</p> <p>① 先充てん工法（横向き）</p> <p>先充てん工法（横向き）の場合、コンクリート躯体面に養生用器具を止水剤、接着剤等で設置し、グラウト野留棒を真空ポンプと吸盤で固定する。そして、グラウトポンプを用いて、野留孔の先端からエアを吐出するようにグラウトを充てんし、野留部分およびグラウト野留棒部分にグラウトを満たす。その状態で「セラミックキャップバー（CCb）」を挿入することにより、エア抜きホースを抜き取り、グラウトの充てんを行う。</p> <p>写真Ⅱ-4.9～写真Ⅱ-4.11に示すように、グラウトが充てんされた野留孔内に「セラミックキャップバー（CCb）」を密着なく挿入でき、エア抜きホースを抜き取り、グラウトの充てんを完了させる。写真Ⅱ-4.9～写真Ⅱ-4.11の先確定部までグラウトが充てんできることを、アクリル模型およびRC部材を用いた施工試験により確認した。また、実際の施工では、ほぼ水平となるように野留することが可能であるが、アクリル模型の先端を3°以上、上に傾けた状態でのグラウトの先充てん確認試験を実施し、孔内後端部の上部の角部にエアが残留した場合でも、エア抜き器具を用いて残留エアの有無の確認と除去が可能であることを確認している（写真Ⅱ-4.10）。</p> <p><u>第4.6-4図 グラウトの充てん性確認実験</u> <u>（建設技術審査証明報告書より抜粋）（1/10）</u></p> <p>グラウトはブレミックス材料であり、施工現場では、所定量の水を加えてハンドミキサーで練り混ぜただけで所定の性質のものを使用できるので、最小限の設備と人員での「セラミックキャップバー（CCb）」の横向きの設置が可能である。</p>  <p>試験器具一式 アクリル模型への「セラミックキャップバー（CCb）」の設置 グラウトの充てん状況 グラウトの充てん状況（先端） 「セラミックキャップバー（CCb）」の挿入 先端部の充てん状況 写真Ⅱ-4.9 アクリル模型によるグラウト充てん性確認実験（横向き）</p> <p><u>第4.6-4図 グラウトの充てん性確認実験</u> <u>（建設技術審査証明報告書より抜粋）（2/10）</u></p>			

実線・・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）


女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="165 178 613 762" data-label="Image"> <p>写真Ⅱ-4.10 アクリル模型によるグラウト充てん性確認実験（先端が上に積いた場合）</p> </div> <div data-bbox="179 778 600 833" data-label="Caption"> <p>第4.6-4図 グラウトの充てん性確認実験              （建設技術審査証明報告書より抜粋）（3/10）</p> </div>			

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="163 151 611 821"> <p>RC 部材への開孔</p> <p>グラウト貯留槽の設置</p> <p>「セラミックキャップバー（CCb）」の挿入</p> <p>グラウトの注入状況（鉄結晶） 「セラミックキャップバー（CCb）」挿入部を切断したもの</p> <p>グラウトの注入状況（全体） 「セラミックキャップバー（CCb）」の挿入部</p> <p>写真Ⅱ-4-11 RC 部材によるグラウト充てん性確認実験（横向き）</p> </div> <p data-bbox="197 837 600 893"><u>第4.6-4図 グラウトの充てん性確認実験</u> （建設技術審査証明報告書より抜粋）（4/10）</p>			




第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由														
<p>ハンチングの施工や、支障物が足場にあるために、グラウト貯留槽が使用できない箇所は、表Ⅱ-1.4に示す可塑性グラウトを用いて作業を行うことにより、グラウト貯留槽を用いた時と同様の充てん性能を有していることをアクリル模型の施工試験で確認している。</p> <p>グラウトポンプを用いて、前孔の先端からエアを吐出すようにグラウトを充てんする。その後に「セラミックキャップラー(CCb)」をゆっくり挿入することにより、エア抜きホースを設置することなく、「セラミックキャップラー(CCb)」の挿入およびその周囲へのグラウトの充てんを行う。</p> <p>グラウトは、セメントに所定の水を加えてハンドミキサーで練り混ぜ、その後所定の可塑性剤を添加して再度練り混ぜて使用する。</p>  <p>写真Ⅱ-4.12 アクリル模型による可塑性グラウト充てん確認試験(横向き)</p> <table border="1" data-bbox="201 718 571 837"> <caption>表Ⅱ-1.4 可塑性グラウトの性能</caption> <thead> <tr> <th>充填剤</th> <th>充填率(%)</th> <th>アープ(アーク)充填率(%)</th> <th>アープ(アーク)充填率(%)</th> <th>充填率(%)</th> <th>充填率(%)</th> <th>充填率(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MP-1</td> <td>0.18%~0.21%</td> <td>0.18%~0.21%</td> <td>0.18%~0.21%</td> <td>0.18%~0.21%</td> <td>0.18%~0.21%</td> <td>0.18%~0.21%</td> </tr> </tbody> </table> <p>注:充填率は現場計測値による結果である。</p> <p><u>第4.6-4図 グラウトの充てん性確認実験</u> (建設技術審査証明報告書より抜粋) (5/10)</p>	充填剤	充填率(%)	アープ(アーク)充填率(%)	アープ(アーク)充填率(%)	充填率(%)	充填率(%)	充填率(%)	MP-1	0.18%~0.21%	0.18%~0.21%	0.18%~0.21%	0.18%~0.21%	0.18%~0.21%	0.18%~0.21%			
充填剤	充填率(%)	アープ(アーク)充填率(%)	アープ(アーク)充填率(%)	充填率(%)	充填率(%)	充填率(%)											
MP-1	0.18%~0.21%	0.18%~0.21%	0.18%~0.21%	0.18%~0.21%	0.18%~0.21%	0.18%~0.21%											

実線・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																				
<p>② 先充てん工法（下向き）</p> <p>先充てん工法（下向き）の場合、筒孔内にグラウトを充てんし、「セラミックキャップパー（CCP）」を上方から押し込めただけで充填を完了する。筒孔内には、グラウトを充てんする前に摩耗状態にするか、あるいはドライアอร์ต防止剤を散布し、グラウトが吸戻されないようにする。</p> <p>写真Ⅱ-4-8 に示すように、グラウトが表Ⅱ-1.3 に示すものであれば、「セラミックキャップパー（CCP）」の先端定着部までグラウトが充てんすることを、アクリル模型を用いた施工試験により確認した。</p> <p>グラウトはブレミックス材料であり、施工現場では、所定量の水を加えてハンドミキサーで練り混ぜるだけで所定の性質のものを使用できる。</p> <table border="1" data-bbox="212 359 600 430"> <caption>表Ⅱ-1.3 グラウトの性能</caption> <thead> <tr> <th rowspan="2">充填率 (%)</th> <th rowspan="2">JIS規格 (JIS)</th> <th rowspan="2">ブリーディーシフト率 (%)</th> <th rowspan="2">流動粘度 (Pa・s)</th> <th colspan="4">圧縮強度 (N/mm<sup>2</sup>)</th> </tr> <tr> <th>1日</th> <th>3日</th> <th>7日</th> <th>28日</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30.0~35.0</td> <td>15~30</td> <td>0.0</td> <td>0.14~0.20</td> <td>22.2</td> <td>35.6</td> <td>55.0</td> <td>63.3</td> </tr> </tbody> </table> <p>圧縮強度は現場計測値による結果である。</p>  <p>試験器具（アクリル管等）</p> <p>グラウトの充てん</p> <p>圧縮部充てん</p> <p>写真Ⅱ-4-8 グラウト充てん性確認実験（下向き）</p> <p><u>第4.6-4図 グラウトの充てん性確認実験</u>          （建設技術審査証明報告書より抜粋）（6/10）</p>	充填率 (%)	JIS規格 (JIS)	ブリーディーシフト率 (%)	流動粘度 (Pa・s)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )				1日	3日	7日	28日	30.0~35.0	15~30	0.0	0.14~0.20	22.2	35.6	55.0	63.3			
充填率 (%)					JIS規格 (JIS)	ブリーディーシフト率 (%)	流動粘度 (Pa・s)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )															
	1日	3日	7日	28日																			
30.0~35.0	15~30	0.0	0.14~0.20	22.2	35.6	55.0	63.3																

実線・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>③ 先充てん工法(上向き)</p> <p>先充てん工法(上向き)の場合、可塑性グラウトを掘孔内にグラウトを充てんし、「セフミックキャップバー(CCB)」を下方から挿込むだけで配筋を完了する。</p> <p>写真II-4-14、写真II-4-15に示すように、可塑性グラウトであればグラウトで充てんされた掘孔内に、「セフミックキャップバー(CCB)」を挿入でき、エア抜きホースを接続すること無く、「セフミックキャップバー(CCB)」の先端定着部までグラウトが充てんでき、アタリ枠型封止及びRC部材を用いた施工試験、専用エアメードを用いた上向き充てん試験により確認した。</p> <p>グラウトは、セメントに所定の水を加えてハンドミキサーで練り混ぜ、その後所定の可塑性を併加して再度練り混ぜて使用できる。</p>  <p>写真II-4-14 先充てん工法用人工法グラウト充てん性確認実験(上向き)(その1)</p> <p>第4.6-4図 グラウトの充てん性確認実験              (建設技術審査証明報告書より抜粋) (7/10)</p>			

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="159 165 613 831"> <p>写真Ⅱ-4.15 充てん後挿入工法グラウト充てん性確認実験(上向き)(その2)</p> </div> <p><b>第4.6-4図 グラウトの充てん性確認実験</b> (建設技術審査証明報告書より抜粋) (8/10)</p> <p>④ 後充てん工法(上向き)</p> <p>後充てん工法(上向き)の場合、写真Ⅱ-4.13に示すように、「セラミックキャップバー(CCB)」の先端定着部にエア抜きホースを接続した養生用具を用意し、「セラミックキャップバー(CCB)」を挿入した部材に設置する。</p> <p>そして、高流動性のグラウトを下方から注入し、エア抜きホースから灌孔内の空気を排出して充てんする。この時、あらかじめ配置した「セラミックキャップバー(CCB)」が部材の中心部に配置されるように、差込側の定着体に対し、注入側側にスペーサ等を設置し位置を調整する。部材内面は、グラウトの注入前に乾燥状態にするか、あるいはドライアウト防止剤を散布し、グラウトが硬化しないようにする。グラウトの充てん状態は、グラウト注入時におけるエア抜きホースからの空気の排出と、グラウトの流失を確認することによって把握する。そして、グラウトの注入圧を保ったまま、エア抜きホースを養生用具の位置まで引き抜き、その口を閉じる。</p> <p>写真Ⅱ-4.13に示すように、上向き施工でも「セラミックキャップバー(CCB)」の先端までグラウトを充てんでき、エア抜きホースを残留することなく、「セラミックキャップバー(CCB)」設置できることを、アクリル模型を用いた施工試験により確認した。</p> <p>グラウトはプレミックス材料であり、施工現場では、所定量の水を加えてハンドミキサーで練り混ぜただけで所定の性質のものが使用できる。</p> <p><b>第4.6-4図 グラウトの充てん性確認実験</b> (建設技術審査証明報告書より抜粋) (9/10)</p>			



第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="159 165 611 743" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="181 751 600 802">第4.6-4図 グラウトの充てん性確認実験              （建設技術審査証明報告書より抜粋）（10/10）</p> <p data-bbox="91 836 680 919">4.6.1～4.6.4 に示すとおり、施工上の配慮により、せん断補強効果に大きな影響を及ぼすような施工精度の低下が生じる可能性は低いことが確認できる。</p> <p data-bbox="91 922 680 1005">しかし、現時点では後施工による施工精度に対して、施工実績に基づく十分な統計がとれていないため、施工精度の低下による影響が生じる可能性を否定することはできない。</p> <p data-bbox="91 1008 680 1123">以上を踏まえて、適切な施工管理を実施してもなお発生しうる施工精度の低下への設計上の配慮として、耐震評価上の裕度（例えば照査値を8割程度に抑える）を持たせた設計を行うこととする。</p> <p data-bbox="91 1158 418 1182">4.7 ⑤施工実績・研究事例等の確認</p> <p data-bbox="91 1185 680 1236">CCbの施工実績及び後施工せん断補強に関する研究事例を踏まえ、CCb工法及び施工への反映事項を確認する。</p> <p data-bbox="91 1272 300 1295">4.7.1 施工実績の整理</p> <p data-bbox="91 1299 680 1414">CCbの施工実績は、第4.7-1表に示すように2017年9月30日までに、道路・地下街、浄化センター、浄水場、水門、排水機場、排水路、発電所・プラントなど、施工中案件を含め174件の工事に適用され、37.6万本以上が施工されている。</p>	<p data-bbox="689 1158 996 1182">4.6 施工実績・研究事例等の確認</p> <p data-bbox="689 1272 878 1295">(1) 施工実績の整理</p> <p data-bbox="689 1299 1272 1414">PHbの施工実績としては、2018年4月1日までに、道路、浄化センター、ポンプ場、鉄道、浄水場、水門、配水路、発電所・プラントなど施工中案件を含めて711件の工事に適用され、119.2万本以上が施行されている（第13-4-4表参照）。</p>		<p data-bbox="1883 1158 2123 1270">・資料構成の相違              泊3号炉では、施工実績・研究事例等の確認を参考資料3で実施している</p>

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																																																		
<p>第4.7-1表 CCbの施工実績（2017年9月30日現在）</p> <table border="1" data-bbox="129 167 640 491"> <thead> <tr> <th>対象施設</th> <th>施工件数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>道路・地下街</td><td>道路橋他</td></tr> <tr><td>浄化センター</td><td>最終沈殿池、ポンプ室他</td></tr> <tr><td>浄水場</td><td>配水池他</td></tr> <tr><td>水門</td><td>防潮水門他</td></tr> <tr><td>排水機場</td><td>排水機場他</td></tr> <tr><td>排水路</td><td>地下排水路</td></tr> <tr><td>発電所・プラント</td><td>貯水池・水路他</td></tr> <tr><td>ダム</td><td>ダム</td></tr> <tr><td>空港</td><td>空港</td></tr> <tr><td>護岸</td><td>防潮堤他</td></tr> <tr><td>栈橋</td><td>栈橋</td></tr> </tbody> </table> <p>施工中案件を含む 合計：174件 376,000本以上</p> <p>CCbの施工実績を部材厚、鉄筋径及び使用環境毎に整理する。部材厚毎に整理した結果を第4.7-2表に、鉄筋径毎に整理した結果を第4.7-3表に、使用環境（気中又は水中）毎に整理した結果を第4.7-4表に示す。なお、カウントする際は、1件の工事のうち複数にまたがって該当する場合には、各項目でそれぞれカウントしている（例：同一工事内でD13、D16、D19の鉄筋を用いている場合はD13、D16、D19の全てにカウント）。</p> <p>第4.7-2表 CCbの施工実績（部材厚）（1/4）※</p> <table border="1" data-bbox="206 1129 566 1380"> <thead> <tr> <th>部材厚(mm)</th> <th>件数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>～500</td><td>78</td></tr> <tr><td>501～1000</td><td>126</td></tr> <tr><td>1001～1500</td><td>77</td></tr> <tr><td>1501～2000</td><td>39</td></tr> <tr><td>2001～3000</td><td>10</td></tr> <tr><td>3001～</td><td>7</td></tr> </tbody> </table>	対象施設	施工件数	道路・地下街	道路橋他	浄化センター	最終沈殿池、ポンプ室他	浄水場	配水池他	水門	防潮水門他	排水機場	排水機場他	排水路	地下排水路	発電所・プラント	貯水池・水路他	ダム	ダム	空港	空港	護岸	防潮堤他	栈橋	栈橋	部材厚(mm)	件数	～500	78	501～1000	126	1001～1500	77	1501～2000	39	2001～3000	10	3001～	7	<p>第13-4-4表 PHbの施工実績</p> <div data-bbox="752 180 1211 499" style="border: 1px solid black; height: 200px; width: 100%;"></div> <p>PHbの施工実績を部材厚、鉄筋径ごとに整理する。部材厚ごとに整理した結果を第13-4-5表に、鉄筋径ごとに整理した結果を第13-4-6表に、使用環境ごとに整理した表を第13-4-7表に示す。なお、カウントする際は、1件の工事のうち複数にまたがって該当する場合には、各項目でそれぞれカウントしている（例 同一工事内でD13～D22の鉄筋を用いている場合はD13、16、19、22のすべてにカウント）。水中における施工実績のうち、鹿島共同発電所の取水路においては、海水通水部における実績として挙げられる。今回島根原子力発電所2号炉の構造物に採用する項目についてハッチングしている。表に示すとおり、十分に実績のある範囲にあることが確認できる。</p> <p>また、島根原子力発電所2号炉建設時期以前に施工された構造物に対しての施工実績があることを確認している。先にも述べたとおり、後施工せん断補強鉄筋工法は、1980年以前の土木学会コンクリート標準示方書に従って設計された構造物に対してせん断補強を行うことを想定した工法である。</p> <p>なお、島根原子力発電所2号については高経年劣化技術評価を行い、健全性を確認している。</p> <p>第13-4-5 PHbの施工実績（部材厚）（1/2）</p> <table border="1" data-bbox="734 1129 1229 1326"> <thead> <tr> <th>部材厚 (mm)</th> <th>件数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>～500</td><td>249</td></tr> <tr><td>501～1000</td><td>504</td></tr> <tr style="background-color: yellow;"><td>1001～1500</td><td>352</td></tr> <tr><td>1501～2000</td><td>212</td></tr> <tr><td>2001～</td><td>170</td></tr> </tbody> </table>	部材厚 (mm)	件数	～500	249	501～1000	504	1001～1500	352	1501～2000	212	2001～	170		
対象施設	施工件数																																																				
道路・地下街	道路橋他																																																				
浄化センター	最終沈殿池、ポンプ室他																																																				
浄水場	配水池他																																																				
水門	防潮水門他																																																				
排水機場	排水機場他																																																				
排水路	地下排水路																																																				
発電所・プラント	貯水池・水路他																																																				
ダム	ダム																																																				
空港	空港																																																				
護岸	防潮堤他																																																				
栈橋	栈橋																																																				
部材厚(mm)	件数																																																				
～500	78																																																				
501～1000	126																																																				
1001～1500	77																																																				
1501～2000	39																																																				
2001～3000	10																																																				
3001～	7																																																				
部材厚 (mm)	件数																																																				
～500	249																																																				
501～1000	504																																																				
1001～1500	352																																																				
1501～2000	212																																																				
2001～	170																																																				

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由																															
<p>第4.7-2表 Ccbの施工実績(部材厚)※ (上記実績のうち横向き施工) (2/4)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>部材厚(mm)</th> <th>件数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>~500</td><td>53</td></tr> <tr><td>501~1000</td><td>87</td></tr> <tr><td>1001~1500</td><td>47</td></tr> <tr><td>1501~2000</td><td>17</td></tr> <tr><td>2001~3000</td><td>5</td></tr> <tr><td>3001~</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>	部材厚(mm)	件数	~500	53	501~1000	87	1001~1500	47	1501~2000	17	2001~3000	5	3001~	2	<p>第13-4-5 PHbの施工実績(部材厚) (上記実績のうち横向き施工) (2/2)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>部材厚(mm)</th> <th>件数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>~500</td><td>191</td></tr> <tr><td>501~1000</td><td>335</td></tr> <tr><td>1001~1500</td><td>197</td></tr> <tr><td>1501~2000</td><td>118</td></tr> <tr><td>2001~</td><td>118</td></tr> </tbody> </table>	部材厚(mm)	件数	~500	191	501~1000	335	1001~1500	197	1501~2000	118	2001~	118							
部材厚(mm)	件数																																	
~500	53																																	
501~1000	87																																	
1001~1500	47																																	
1501~2000	17																																	
2001~3000	5																																	
3001~	2																																	
部材厚(mm)	件数																																	
~500	191																																	
501~1000	335																																	
1001~1500	197																																	
1501~2000	118																																	
2001~	118																																	
<p>第4.7-2表 Ccbの施工実績(部材厚)※ (上記実績のうち下向き施工) (3/4)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>部材厚(mm)</th> <th>件数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>~500</td><td>35</td></tr> <tr><td>501~1000</td><td>61</td></tr> <tr><td>1001~1500</td><td>48</td></tr> <tr><td>1501~2000</td><td>29</td></tr> <tr><td>2001~3000</td><td>6</td></tr> <tr><td>3001~</td><td>5</td></tr> </tbody> </table>	部材厚(mm)	件数	~500	35	501~1000	61	1001~1500	48	1501~2000	29	2001~3000	6	3001~	5	<p>第13-4-6 PHbの施工実績(鉄筋の種類)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>補強鉄筋の種類</th> <th>件数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="7">SD345</td><td>D13</td><td>199</td></tr> <tr><td>D16</td><td>419</td></tr> <tr><td>D19</td><td>334</td></tr> <tr><td>D22</td><td>366</td></tr> <tr><td>D25</td><td>222</td></tr> <tr><td>D29</td><td>166</td></tr> <tr><td>D32</td><td>123</td></tr> </tbody> </table>	補強鉄筋の種類	件数	SD345	D13	199	D16	419	D19	334	D22	366	D25	222	D29	166	D32	123		
部材厚(mm)	件数																																	
~500	35																																	
501~1000	61																																	
1001~1500	48																																	
1501~2000	29																																	
2001~3000	6																																	
3001~	5																																	
補強鉄筋の種類	件数																																	
SD345	D13	199																																
	D16	419																																
	D19	334																																
	D22	366																																
	D25	222																																
	D29	166																																
	D32	123																																
<p>第4.7-2表 Ccbの施工実績(部材厚)※ (上記実績のうち上向き施工) (4/4)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>部材厚(mm)</th> <th>件数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>~500</td><td>6</td></tr> <tr><td>501~1000</td><td>22</td></tr> <tr><td>1001~1500</td><td>14</td></tr> <tr><td>1501~2000</td><td>0</td></tr> <tr><td>2001~3000</td><td>0</td></tr> <tr><td>3001~</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	部材厚(mm)	件数	~500	6	501~1000	22	1001~1500	14	1501~2000	0	2001~3000	0	3001~	0	<p>第13-4-7 PHbの施工実績(使用環境)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>施工場所</th> <th>件数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>気中</td><td>48</td></tr> <tr><td>水中</td><td>694</td></tr> </tbody> </table>	施工場所	件数	気中	48	水中	694													
部材厚(mm)	件数																																	
~500	6																																	
501~1000	22																																	
1001~1500	14																																	
1501~2000	0																																	
2001~3000	0																																	
3001~	0																																	
施工場所	件数																																	
気中	48																																	
水中	694																																	
<p>※:ハッチング箇所は、女川2号炉の屋外重要土木構造物等に採用している項目を示す。</p>																																		

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																						
<p>第4.7-3表 Ccbの施工実績（鉄筋の種類）*</p> <table border="1" data-bbox="206 167 564 450"> <thead> <tr> <th>補強鉄筋の種類</th> <th>件数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D13</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>D16</td> <td>71</td> </tr> <tr> <td>D19</td> <td>82</td> </tr> <tr> <td>D22</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>D25</td> <td>61</td> </tr> <tr> <td>D29</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>D32</td> <td>33</td> </tr> </tbody> </table> <p>※：ハッチング箇所は、女川2号炉の屋外重要土木構造物等に採用している項目を示す。</p> <p>第4.7-4表 Ccbの施工実績（使用環境）*</p> <table border="1" data-bbox="206 577 564 683"> <thead> <tr> <th>施工場所</th> <th>件数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>気中</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>水中</td> <td>162</td> </tr> </tbody> </table> <p>※：ハッチング箇所は、女川2号炉の屋外重要土木構造物等に採用している項目を示す。</p> <p>4.7.2 過去の地震の経験事例</p> <p><u>CCbにより耐震補強を行った構造物は、過去に多くの地震を受けている（第4.7-5表）。その中には、震度5強の地震を受けた事例もあり、CCb工法研究会に確認したところ、いずれの地点においても、現時点では被害・不具合が発生したという報告はない。</u></p> <p>第4.7-5表 震度4以上の地震を受けた構造物</p> <div data-bbox="129 989 645 1412" style="border: 1px solid black; height: 265px; width: 230px;"></div>	補強鉄筋の種類	件数	D13	42	D16	71	D19	82	D22	80	D25	61	D29	30	D32	33	施工場所	件数	気中	12	水中	162	<p>(2) 過去の地震の経験事例</p> <p>PHb施工実績のうち、東北地方太平洋沖地震及び熊本地震において、震度5強以上が観測された地域にある、地震発生前に施工された実績若しくは施工中であった実績を抽出した。</p> <p>東北地方太平洋沖地震及び熊本地震においてK-NETまたはKIK-NETで観測された加速度及びPHbを施工した箇所の位置関係を第13-4-5図及び第13-4-6図に示す。東北地方太平洋沖地震においては、最大震度6強、熊本地震においては、最大震度6弱の地震を受けた事例があることを確認した。PHb工法研究会に確認したところ、いずれの地点においても、現時点では、被害・不具合が発生したという報告はない。</p>		
補強鉄筋の種類	件数																								
D13	42																								
D16	71																								
D19	82																								
D22	80																								
D25	61																								
D29	30																								
D32	33																								
施工場所	件数																								
気中	12																								
水中	162																								

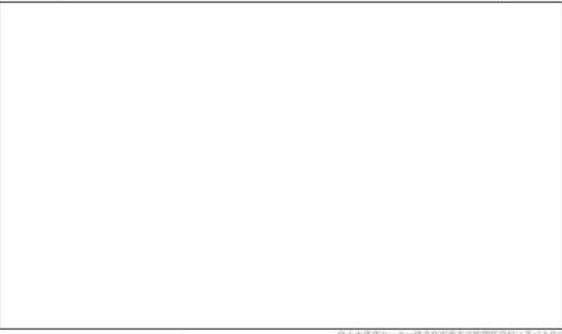



実線・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
	<div data-bbox="745 145 1214 826" style="border: 1px solid black; height: 427px; width: 209px; margin-bottom: 10px;"></div> <div data-bbox="705 833 1256 865" data-label="Caption"> <p>第13-4-5図 東北地方太平洋沖地震の強震域にある施工実績</p> </div> <div data-bbox="745 896 1214 1441" style="border: 1px solid black; height: 341px; width: 209px;"></div> <div data-bbox="766 1444 1196 1474" data-label="Caption"> <p>第13-4-6図 熊本地震の強震域にある施工実績</p> </div>		

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>4.7.3 レベル2地震動を対象とした設計事例</p> <p>広島空港直下を通る用倉トンネルにおいて、レベル2地震動を対象として耐震補強に鉄筋差込工法（後施工せん断補強鉄筋工法RMA工法）を適用したせん断補強事例が報告されている<sup>*</sup>。本事例においては、広島空港が大都市拠点空港として空港輸送上重要な空港に位置づけられたため、耐震性能照査を行った結果、せん断耐力が不足していることが判明したことによる。用倉トンネルは現場打ちのアーチカルバートの上に20m弱の盛土をおこなった構造物である。構造形式等の詳細については、4.7.5④に記載する。</p> <p>※：参考文献 後施工型せん断補強工法を活用した広島空港地下トンネル耐震補強工事について（岡崎大宜）</p> <p>4.7.4 後施工せん断補強工法の比較</p> <p>CCb工法以外にも土木研究センターにおいては、類似する後施工せん断補強工法の建設技術審査証明が実施されている。後施工せん断補強工法の比較結果を、第4.7-6表に示す。工法に差異はあるものの、コンクリート部分に付着を期待してせん断耐力の向上を期待する点は共通している。また、せん断耐力の算出方法については、工法により多少の差異は存在するものの、おおむねトラス理論を基にせん断耐力の算出を行っている。</p> <p>第4.7-6表 後施工せん断補強工法の比較（1/2）</p> 	<p>(3) レベル2地震動を対象とした設計事例</p> <p>広島空港直下を通る用倉トンネルにおいて、レベル2地震動を対象として耐震補強に鉄筋差込工法（後施工せん断補強鉄筋工法RMA工法）を適用したせん断補強事例が報告されている<sup>*</sup>。本事例においては、広島空港が大都市拠点空港として空港輸送上重要な空港に位置づけられたため、耐震性能照査を行った結果、せん断耐力が不足していることが判明したものである。用倉トンネルは現場打ちのアーチカルバートの上に20m弱の盛土をおこなった構造物である。構造形式等の詳細については、「(5) 後施工せん断補強鉄筋に関する研究事例」に記載する。</p> <p>※参考文献 岡崎大宜：後施工型せん断補強工法を活用した広島空港地下トンネル耐震補強工事について</p> <p>(4) 後施工せん断補強鉄筋工法の比較</p> <p>PHb工法以外にも土木研究センターにおいては、類似する後施工せん断補強鉄筋工法の建設技術審査証明が実施されている。後施工せん断補強鉄筋工法の比較結果を第13-4-8表に示す。工法に差異はあるものの、コンクリート部分に付着を期待してせん断耐力の向上を期待する点は共通している。また、せん断耐力の算出方法については、工法により多少の差異は存在するものの、おおむねトラス理論を基にせん断耐力の算出を行っている。</p> <p>第13-4-8表 後施工せん断補強鉄筋工法の比較（1/2）</p> 		

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p data-bbox="168 140 607 167"><u>第4.7-6表 後施工せん断補強工法の比較（2/2）</u></p> <div data-bbox="107 178 663 486" style="border: 1px solid black; height: 193px; width: 248px;"></div> <p data-bbox="436 486 663 502"><small>©土木研究センター 建設技術審査証明報告書資料-集-7-2-10</small></p> <p data-bbox="91 547 499 571">4.7.5 後施工せん断補強筋に関する研究事例</p> <p data-bbox="91 576 680 659"><u>後施工せん断補強工法に関する研究事例や施工実績に関する文献から着目すべき事項を整理し、女川2号炉におけるCCb工法への反映事項を確認する。</u></p> <p data-bbox="91 691 537 715">① <u>コンクリート構造物の後施工せん断補強技術</u></p> <p data-bbox="91 751 235 775">◆ <u>文献の要旨</u></p> <p data-bbox="91 780 680 863"><u>既存のコンクリート構造物の耐震補強技術のうち、カルバートや地下貯水槽の壁（地下壁構造）に用いられるせん断補強（後施工せん断補強）技術について述べられたものである。</u></p> <p data-bbox="91 895 275 919">◆ <u>着目すべき事項</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="91 924 680 979">・後施工せん断補強筋の定着性能の確認試験として、鉄筋の引抜き試験が例示されている。</li> <li data-bbox="91 984 680 1067">・標準フックのせん断補強筋（先施工）が負担できるせん断力に対する後施工せん断補強筋が負担できるせん断力の割合である有効係数を用いて評価する手法が例示されている。</li> <li data-bbox="91 1072 680 1128">・後施工せん断補強効果の確認試験として、梁試験体の正負交番荷重試験が例示されている。</li> <li data-bbox="91 1133 680 1216">・「マルチプルナット」、「セラミックキャップバー（CCb）」、「Post-Head-bar（PHb）」の建設技術審査証明報告書を参考文献としている。</li> </ul> <p data-bbox="91 1248 562 1272">◆ <u>女川2号炉におけるCCb工法への反映事項の確認</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="91 1276 680 1332">・後施工せん断補強技術が地下壁構造に対して効果的であることを確認した。</li> <li data-bbox="91 1337 680 1445">・CCb工法の建設技術審査証明報告書には、本文献と同様の引抜き試験、梁試験体の正負交番荷重試験が実施され、それら試験結果に基づいた有効係数による評価手法が明記されていることを確認した。</li> </ul>	<p data-bbox="739 140 1218 167"><u>第13-4-8表 後施工せん断補強鉄筋工法の比較（2/2）</u></p> <div data-bbox="703 178 1258 486" style="border: 1px solid black; height: 193px; width: 248px;"></div> <p data-bbox="1086 497 1258 513"><small>©土木研究センター 建設技術審査証明報告書資料-集-7-2-10</small></p> <p data-bbox="694 547 1093 571">(5) 後施工せん断補強鉄筋に関する研究事例</p> <p data-bbox="694 576 1272 659">後施工せん断補強鉄筋に関する施工実績・研究事例について、目的、試験体諸元等を整理し、島根原子力発電所2号炉への適用において考慮・反映すべき事項を検討する。</p> <p data-bbox="694 691 1193 715">①コンクリート構造物の後（あと）施工せん断補強技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="694 751 1272 863">・目的 挿入された鉄筋やグラウトが既存のコンクリートと一体化し、挿入鉄筋の定着長を考慮したせん断鉄筋の補強効果により、所要の地下壁構造のせん断耐力が得られることを確認する。</li> <li data-bbox="694 895 936 1007">・試験体諸元 部材厚：685mm せん断補強鉄筋径：D22 荷重条件：正負交番荷重</li> <li data-bbox="694 1072 1272 1216">・特記事項 実験により得られたせん断耐力は、有効係数を用いて算出される設計せん断耐力以上であることはもちろん、標準フック筋での補強に比べ、そんな色のないせん断補強効果が得られていることを示している。</li> <li data-bbox="694 1248 1272 1331">・影響確認 島根原子力発電所2号炉では試験例として記載されているPHb工法を採用している。</li> </ul>		



第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>② 耐震補強等に用いるあと施工型せん断補強技術（RMA工法）</p> <p>◆ 文献の要旨 既設の地中構造物を後施工によりせん断補強する工法としてRMA工法が報告されている。</p> <p>◆ 着目すべき事項 ・後施工せん断補強筋の性能確認実験として、引抜き試験による定着性能の確認、梁試験体の正負交番載荷によるせん断補強効果の確認を実施している。 ・後施工せん断補強において、せん断補強筋の定着長を考慮した有効係数によるせん断補強効果の評価手法が示されている。なお、この評価手法は参考文献として示されている「アルカリ骨材反応対策小委員会報告書」（土木学会、2005）に準じている。 ・RMA工法により補強が実施された構造物は、東日本大地震においても損傷がなかったことが報告されている。</p> <p>◆ 女川2号炉におけるCCb工法への反映事項の確認 ・本文の工法（RMA工法）と同様の性能確認試験をCCb工法でも実施していることを確認した。 ・本文の工法（RMA工法）とCCb工法とでは、定着方法の差異により定着長が異なるが、有効係数の算出方法は同様であり、CCb工法の建設技術審査証明報告書に示される有効係数の算出方法が一般的であることを確認した。 ・CCbにより耐震補強を行った構造物において、現時点で地震による被害・不具合が発生していないことを確認した。</p> <p>③ 論文 異形鉄筋の埋込みによるあと施工せん断補強効果に関するはりの載荷実験</p> <p>◆ 文献の要旨 既存のボックスカルバート等の連続壁に異形鉄筋を埋込みせん断補強を行う方法に対し、その有効性を確認するために梁供試体を用いたせん断試験が行われている。</p> <p>◆ 着目すべき事項 ・後施工せん断補強した供試体のせん断耐力を実験で確認した結果、先施工として算出したせん断耐力（設計値）とほぼ同等のせん断耐力が得られている（実験値/設計値=0.93~1.12）。 ・後施工によりせん断補強した供試体のせん断耐力は、先施工した供試体のせん断耐力と同等のせん断耐力を有している（後施工/先施工=0.85~1.07）。</p> <p>◆ 女川2号炉におけるCCb工法への反映事項の確認 ・先施工のせん断補強に対するCCb工法の有効係数は、建設技術証明報告書に記載されている梁の交番載荷試験により妥当性が確</p>	<p>②耐震補強等に用いるあと施工型せん断補強技術（RMA工法）</p> <p>・目的 RMA工法の概要及び性能確認実験、設計方法を示す。</p> <p>・試験体諸元 部材厚：600mm（せん断スパン比<math>a/d</math>=約2.25） せん断補強鉄筋径：D19（SD345） 荷重条件：正負交番載荷</p> <p>・特記事項 定着性能試験の結果、定着長が4D以上でSD345の規格降伏強度相当の定着力を確保できる。 宮城県沿岸地域で採用されたRMA工法による補強構造物は、東日本大地震においても損傷がなかった。</p> <p>・影響確認 PHbも同様の定着性能試験を実施し、定着長を設定している。</p> <p>③論文 異形鉄筋の埋込みによるあと施工せん断補強効果に関するはりの載荷実験</p> <p>・目的 既存構造物であるボックスカルバートやU型擁壁などの連続壁に対して、異形鉄筋を埋込むことでせん断補強部材とする方法を提案し、補強方法の有効性を確認することを目的として、はり供試体を用いたせん断実験を行った。</p> <p>・試験体諸元 部材厚：460mm（せん断スパン比<math>a/d</math>=約2.25） せん断補強鉄筋径：D10（SD295） 荷重条件：単調載荷</p> <p>・特記事項 実験結果より後施工は先施工と同等のせん断耐力を有することを確認した。</p>		



第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p><u>認められた有効係数としていることを確認した。</u></p> <p>④ 後施工型のせん断補強工法を活用した広島空港地下トンネル耐震補強工事について</p> <p>◆ 文献の要旨  <u>広島空港の滑走路及び誘導路直下の地下構造物（用倉トンネル）が、レベル2地震動に対する耐震性能照査においてせん断耐力が不足していることが確認された。用倉トンネル（アーチカルバート）に対し耐震補強工法の選定・検討を実施し、RMA工法による後施工せん断補強が行われている。</u></p> <p>◆ 着目すべき事項  <u>重要施設である空港滑走路及び誘導路直下の地下構造物（アーチカルバート）に対して、後施工型せん断補強工法（RMA工法）による耐震補強が実施されている。</u>  <u>アーチカルバートの補強には、増厚工法、後施工せん断補強工法（鉄筋差込工法）、接着工法、巻立て工法の中から、施工後においても現況の内空断面を確保でき、坑内からの施工も可能である後施工せん断補強工法が選定されている。</u>  <u>補強対象のアーチカルバートの部材厚は1600mmである。</u></p> <p>◆ 女川2号炉におけるCCb工法への反映事項の確認  <u>地下構造物の補強工法として、後施工せん断補強工法が効果的であることを確認した。</u>  <u>女川2号炉原子炉機器冷却海水配管ダクト及び取水路（漸拉部）の部材厚（隔壁：1200mm）相当の構造物に対して後施工せん断補強工法の施工実績があることを確認した。</u></p> <p>⑤ 地下駅舎RC壁のせん断力評価と耐震補強対策</p> <p>◆ 文献の要旨  <u>地中構造物の側壁隅角部を対象に載荷試験を行い、先施工せん断補強と後施工せん断補強との耐力比較及び後施工せん断補強筋の埋込長の違いによる耐力比較が行われている。</u></p> <p>◆ 着目すべき事項  <u>せん断補強筋のピッチ300mm以下の規定については、新設構造物を対象とした乾燥収縮等によるひび割れを防ぐためのものであることから考慮せず、有効高さの1/2としている。</u>  <u>先端を45度にカットした後施工によるせん断補強の場合、先施工の設計耐力に対して最低でも80%程度のせん断耐力が実験で</u></p>	<p>・影響確認                  島根原子力発電所2号炉のせん断補強においては、建設技術審査証明報告書にて規定されている有効係数（上限値0.9）を用いて低減したせん断耐力を算出し、保守的な設計をしている。</p> <p>④後施工型のせん断補強工法を活用した広島空港地下トンネル耐震補強工事について</p> <p>・目的、概要                  広島空港の基本施設直下を通る地下構造物（用倉トンネル）において、レベル2地震動に対してせん断耐力が不足していた。用倉トンネルはアーチカルバートの上に20m弱の盛土を行った構造物であるため、この盛土部分とアーチカルバートを対象に耐震対策が必要な範囲と耐震補強工法の選定・検討を行い、RMA工法で現地施工を行った。</p> <p>・構造体諸元                  構造形式：アーチカルバート                  補強対象部位：側壁                  部材厚：1600mm</p> <p>・特記事項                  重要施設に対して後施工型せん断補強工法（RMA工法）による耐震補強を実施した。</p> <p>・影響確認                  レベル2地震動を対象とした重要構造物かつ島根原子力発電所2号炉取水槽の鉛直部材厚さ（隔壁：1200mm）相当の構造物に対しての施工実績があることを確認した。</p> <p>⑤地下駅舎RC壁のせん断力評価と耐震補強対策</p> <p>・目的、概要                  地中構造物の側壁隅角部を対象に載荷試験を行い、せん断スパンが正載荷・負載荷で異なることを考慮したせん断耐力算定方法を提案した。また、前施工補強と後施工補強との耐力比較、並びに後施工せん断補強鉄筋の埋込長の違いによる耐力比較を行った。</p> <p>・試験体諸元                  部材厚：側壁460mm、底版800mm（せん断スパン比 正側<math>a/d</math>≈約2.25、負側<math>a/d</math>≈約3.25）                  せん断補強鉄筋径：D10（SD295）                  荷重条件：正負交番載荷</p>		

実線・設計方針又は設備構成等の相違  
波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p><u>得られている。</u></p> <p>◆ <u>女川2号炉におけるCCb工法への反映事項の確認</u>                      ・女川2号炉においてCCbにより耐震補強を行った構造物は建設後20年以上経過しており乾燥収縮は終了していることから、せん断補強筋のピッチ300mm以下の規定は除外した。                      ・先施工のせん断補強に対するCCb工法の有効係数は、建設技術審査証明報告書に記載される梁の交番載荷試験により妥当性が確認された有効係数としていることを確認した。</p> <p>⑥ <u>論文 せん断補強筋の定着不良がRCはりのせん断耐力に及ぼす影響</u></p> <p>◆ <u>文献の要旨</u>                      せん断補強筋の定着不良がRCはりのせん断抵抗機構に及ぼす影響を確認することを目的として、せん断補強筋の定着フック及び端部付近の付着を除去したはりを作製し、せん断耐力の低下と破壊モードを実験的に検証している。また、材料非線形解析における定着不良部のモデル化について検討されている。</p> <p>◆ <u>着目すべき事項</u>                      ・せん断補強筋の定着不良部から鉄筋径の10倍程度を鉄筋無効区間として要素内鉄筋比をゼロとすれば、2次元ひび割れ解析でせん断耐力を概略評価することが可能であることが示されている。</p> <p>◆ <u>女川2号炉におけるCCb工法への反映事項の確認</u>                      ・女川2号炉における解析によるせん断補強効果の確認について（添付資料2）において、CCbのモデル化に本解析手法を参考とし、実験結果と整合する鉄筋径の5倍を後施工せん断補強筋の無効区間とし検討を実施した。</p>	<p>・特記事項                      後施工によるせん断補強の場合、設計耐力に対して最低でも80%程度のせん断耐力が実験で得られた。</p> <p>・影響確認                      実験で用いた補強鉄筋は端部を45°にカットした直鉄筋であり、端部に定着プレートをも有するPHbよりもせん断耐力が小さくなる。PHbでは、実験により低減係数に相当する有効係数を設定し、せん断耐力を算定している。</p> <p>⑥論文 せん断補強筋の定着不良がRCはりのせん断耐力に及ぼす影響</p> <p>・目的、概要                      せん断補強筋の定着不良がRCはりのせん断抵抗機構に及ぼす影響を検討することを目的として、せん断補強筋の定着フック及び端部付近の付着を除去したはりを作製し、せん断耐力の低下と破壊モードを実験的に検証した。また、材料非線形解析における定着不良部のモデル化について検討した。</p> <p>・試験体諸元                      部材厚：350mm（せん断スパン比<math>a/d</math>約3.2）                      せん断補強鉄筋径：D6                      荷重条件：単調載荷</p> <p>・特記事項                      定着不良部から鋼材径の10倍程度を鋼材無効区間として要素内鉄筋比を等価に規定すれば、2次元ひび割れ解析でせん断耐力を概略評価することが可能である。</p> <p>・影響確認                      部材厚の検討において、PHbのモデル化に本解析手法を参考とした。</p>		
<p>⑦ <u>地下道におけるPHb（ポストヘッドバー）工法の採用と積雪寒冷地の施工について</u></p> <p>◆ <u>文献の要旨</u>                      既設地下道を耐震補強する目的で採用したPHb工法の実施内容及び積雪寒冷地での施工方法が報告されている。</p> <p>◆ <u>着目すべき事項</u>                      ・充てん材の温度と強度の関係を把握するための試験施工が実施されており、充てん材料が0℃以下の履歴を受けた場合、強度</p>	<p>⑦地下道におけるPHb（ポストヘッドバー）工法の採用と積雪寒冷地の施工について</p> <p>・目的、概要                      既設地下道を耐震補強する目的で採用したPHb工法の実施内容及び積雪寒冷地での施工方法について報告する。充填材の温度と強度の関係を把握するための試験施工を実施した。</p> <p>・試験体諸元                      350mm×350mm×650mm</p>		



実線・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p><u>発現が低下することが確認されている。</u></p> <p>◆ <u>女川2号炉におけるCCb工法への反映事項の確認</u>                  ・CCb工法においては充填材料が0℃以下とならないように、施工上の管理基準（5℃以上）を設けて適切な施工管理を実施した。</p> <p>⑧ <u>せん断補強鉄筋埋込工法（あと施工）による東京湾第二航路海底トンネルの側壁補強</u></p> <p>◆ <u>文献の要旨</u>                  東京都港湾局が後施工せん断補強工法における補強効果確認のために行った室内せん断実験の概要、その実験結果の設計への反映、実施工への適用及びその施工結果についての考察が報告されている。</p> <p>◆ <u>着目すべき事項</u>                  ・施工上予想される不具合を設計上考慮し、せん断耐力に対して低減係数0.75を乗じている。</p> <p>◆ <u>女川2号炉におけるCCb工法への反映事項の確認</u>                  ・CCb工法は第三者機関による審査証明が行われており、その中で施工の確実性についても審査対象となっていることから、本研究事例の低減係数をそのまま設計に適用する必要はない。なお、4.6にて施工精度の向上に向けた方策を記載している。</p> <p>⑨ <u>セラミック定着型せん断補強鉄筋（CCb工法）による既設地下コンクリート構造物の耐震補強</u>                  第57回 電力土木講習会テキスト 平成27年2月                  一般社団法人 電力土木技術協会</p> <p>◆ <u>文献の要旨</u>                  CCb工法の設計法および施工法の概要と、電力分野での実績を含む施行実績が紹介されている。</p> <p>◆ <u>着目すべき事項</u>                  ・CCb工法の施工実績は、下水道処理場のポンプ棟、分水槽、重力濃縮槽、汚泥処理槽、ポンプ室及び放流渠等が多い。                  ・CCb工法の定着体は、アンカーやインサートにも広く用いられて</p>	<p>・特記事項                  充填材料が0℃以下の履歴を受けた場合では、強度発現が低下することが確認された。</p> <p>・影響確認                  充填材料が0℃以下とならないように、施工上の管理基準（5℃以上）を設けて適切に施工する。</p> <p>⑧せん断補強鉄筋埋込工法（あと施工）による東京湾第二航路海底トンネルの側壁補強                  奥平幸男・岩下正美・小林亨・清宮理</p> <p>・目的、概要                  東京都港湾局が同工法における補強効果を確認するために行った室内せん断実験の概要と結果、設計条件と施工基準設定の考え方及び適用工事に関する施工結果について考察。</p> <p>・試験体諸元                  部材厚:460mm（せん断スパン比<math>a/d=2.25</math>）</p> <p>・特記事項                  施工上予想される不具合を設計上考慮し、せん断耐力に対して低減係数0.75を乗じる。</p> <p>・影響確認                  低減係数0.75は2002年の「③論文 異形鉄筋の埋込みによるあと施工せん断補強効果に関するはりの載荷実験」でも提案されているが、その後Phb工法等の後施工せん断補強工法について第三者機関による審査証明が行われており、その中では施工性についても審査対象となっており、本研究事例の低減係数をそのまま設計に適用する必要はないと考えられる。なお、後述の「4.7 Phbの施工上の確認」にて施工精度の向上に向けた方策を記載する。</p>		

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>いる高い耐食性を有する高純度アルミナ系セラミックス製であるため、塩害や硫酸などの影響を受ける厳しい環境（海水に接する発電所の取・放水路や腐食環境にある下水道施設）においても、耐久性を確保できる。</p> <p>◆ 女川2号炉におけるCCb工法への反映事項の確認</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・CCb工法が様々な施設で施工実績があることを確認した。</li> <li>・塩害や硫酸などの影響を受ける厳しい環境下においてもCCb工法が使用されていることを確認した。</li> </ul> <p>後施工せん断補強筋に関する施工実績及び各研究事例を踏まえて、設計及び施工へ反映している事項を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・硫酸等の影響を受ける腐食環境下である浄化センター（下水道処理施設）での実績もあり、女川2号炉で採用する環境よりも厳しい環境下での施工実績を確認した。</li> <li>・後施工せん断補強筋の性能確認実験として、定着性能の確認。梁試験体の正負交番載荷によるせん断補強効果の確認を実施しており、CCb工法においても同様の確認を行っている。</li> <li>・標準フックのせん断補強筋（先施工）が負担できるせん断力に対する、後施工せん断補強筋が負担できるせん断力の割合である有効係数を用いて評価する手法が例示されており、CCb工法においても同様の評価手法であることを確認した。</li> </ul>	<p>後施工せん断補強鉄筋に関する各研究事例を踏まえて、島根原子力発電所2号炉の設計、施工への反映事項を下記に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・建設技術審査証明報告書にて規定されている有効係数（上限値0.9）を用いて、PHbのせん断耐力を算定する。</li> <li>・充填材の施工管理基準（5℃以上）を設ける。</li> <li>・施工上予測される不具合の考慮については、施工精度の向上方策を講じるとともに、設計上の配慮についても検討する。</li> </ul> <p>4.7 PHbの施工上の確認</p> <p>PHb工法によるせん断補強に当たっては、既設鉄筋配置のずれ等施工のばらつきにより計画どおり施工できなかつた場合、期待するせん断補強効果に影響を及ぼす可能性がある。そこで施工上せん断補強効果に影響を及ぼす可能性がある施工のばらつきに関する項目を抽出し、適切な施工管理によりばらつきを生じさせない、若しくはせん断補強効果に大きな影響を及ぼさないことを確認する。</p> <p>(1) 削孔角度</p> <p>PHb挿入計画位置をドリルにより削孔するが、削孔角度に誤差が生じた場合、PHbのせん断補強効果に影響が及ぶ可能性がある。そこで施工用架台にドリルを設置し、ドリルの鉛直方向、水平方向が削孔面に対して垂直となるようスラントルール、金尺等で確認し削孔する。第13-4-7図に施工用架台に設置したPHbドリルと鉛直・水平の確認状況を示す。以上より、削孔時に施工用架台を使用することで削孔角度のばらつきは生じない。</p> <p>また、「建設技術審査証明報告書 技術名称 あと施工型せん断補強用無機系モルタルカプセル及びせん断補強筋「RMA」（建技審証 第1203号）」ではコンクリートコアドリル長尺削孔精度確認試験を実施している（第13-4-8 図）。コンクリートコアドリル長尺削孔精度確認試験では、幅1,200mm×高さ600mm×長さ</p>		



女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>1,200mmのコンクリートブロック4体を削孔し、削孔位置のずれを確認した。コンクリートコアドリル長尺削孔精度の計測結果を第13-4-9表に示す。ここで、削孔表面から試験体I裏まで1,200mmであり、島根原子力発電所2号炉取水槽の部材厚である隔壁1,200mmとなることから、第13-4-9表の試験体I裏の結果を参考にする。試験体I裏では削孔誤差は最大15mmとなり、削孔角度誤差を換算すると約0.7°となり、十分精度あることが示されている。</p> <p>さらに、論文「⑧せん断補強鉄筋埋込工法(あと施工)による東京湾第二航路海底トンネルの側壁補強」において、削孔角度誤差について記載されているが、そこではドリルによる削孔時に2方向より定規を添えて初期削孔を行い、途中2~3回確認することで施工用架台を使用せず誤差2°以内を確保している(第13-4-9図)。今回は施工用架台を使用し、より精度良く削孔することが可能である。</p> <div data-bbox="734 608 1229 831" style="border: 1px solid black; height: 140px; margin: 10px 0;"></div> <p style="text-align: center;">第13-4-7図 削孔準備工</p> <div data-bbox="734 900 1229 1002" style="border: 1px solid black; height: 64px; margin: 10px 0;"></div> <p style="text-align: center;">第13-4-8図 試験概要図</p> <p>第13-4-9表 コンクリートコアドリル長尺削孔精度の計測結果</p> <div data-bbox="745 1099 1223 1270" style="border: 1px solid black; height: 107px; margin: 10px 0;"></div>		

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
	<div data-bbox="862 143 1108 335" style="text-align: center;"> </div> <p data-bbox="817 343 1153 375" style="text-align: center;">第13-4-9図 レッグドリルによる削孔</p> <p data-bbox="694 399 817 422">(2) 削孔位置</p> <p data-bbox="694 430 1265 861">PHb挿入計画位置をドリルにより削孔するが、部材内部に障害物があり計画位置で削孔できずPHbを計画どおり配置できない可能性がある。その場合は、付近を再削孔しPHbを挿入することで設計上必要な補強鉄筋量を確保する。ただし、再削孔しPHbを配置する際は「4.4 建設技術審査証明報告書の適用範囲の確認」に示す建設技術審査証明報告書に記載の構造細目を満足するものとする。なお、第13-4-10図に示すせん断補強筋正面配置図及び部材断面配置図のとおり、再削孔する際は削孔計画位置（赤丸）から位置をずらし、せん断補強効果に影響のない位置に削孔することが可能である。なお、孔と鉄筋の干渉を避けて再削孔を行う際、削岩機ベースのPHbドリルでは孔をラップさせることができないため再削孔位置の選定が制限され、再削孔しても新たに別の鉄筋に干渉してしまう可能性がある。そこで、孔のラップが可能なPHb工法指定の特殊コアドリルを必要に応じて併用することとし、再削孔時の精度向上を図る。</p> <p data-bbox="694 869 1265 917">以上より、削孔位置にばらつきが生じても必要鉄筋量を確保するためせん断補強効果に影響を及ぼさない。</p> <div data-bbox="750 957 1209 1125" style="text-align: center;"> </div> <p data-bbox="705 1125 1254 1181" style="text-align: center;">第13-4-10図 取水槽のせん断補強筋正面配置図及び部材断面配置図</p> <p data-bbox="694 1212 817 1236">(3) 定着効果</p> <p data-bbox="694 1244 1265 1356">充填材の定着効果については、建設技術審査証明報告書にて充填確認試験を実施しており、削孔内に設置したPHbの先端定着部までグラウトが密実に充填され、PHbとコンクリート躯体が一体となっていることを確認している。</p> <p data-bbox="694 1388 1265 1468">(1)～(3)に示したとおり、施工上の配慮により、せん断補強効果に大きな影響を及ぼすような施工のばらつきは生じないと考えられる。しかし、現時点では後施工による施工のばらつきに対し</p>		

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																																											
<p>4.8 女川2号炉におけるCCb工法の保守性と設計上の制限の整理 女川2号炉において、CCbにより耐震補強を行うにあたっての保守性と設計上の制限について整理する。</p> <p>4.8.1 Ccb工法の保守性 設計においてCCbが負担するせん断耐力を算出する際に乗じる有効係数<math>\beta_{aw}</math>（CCbのせん断耐力の補強効果を示す有効係数）は、建設技術審査証明報告書において、第4.8-1表のとおり試験結果に対して保守的に小さい値を設定しており、せん断耐力を安全側に評価している。（詳細は、4.8.4に示す。）</p> <p>第4.8-1表 有効係数<math>\beta_{aw}</math>の保守性</p> <table border="1" data-bbox="100 821 672 1165"> <caption>表-8.4 実験結果の一覧（シリーズ3、4）</caption> <thead> <tr> <th rowspan="3">試験ケース</th> <th colspan="2">「セラミックキャップバー（CCb）」の仕様</th> <th colspan="2">実験での最大せん断耐力[N]</th> <th colspan="2">算定式によるせん断耐力[N] <math>V_{ca} = V_{ca} + V_{cb}</math></th> <th colspan="2">「セラミックキャップバー（CCb）」が負担するせん断耐力[N]</th> <th colspan="3">せん断補強筋の有効係数<math>\beta_{aw}</math> (<math>V_{ca}/V_{ca}</math>)</th> <th rowspan="3">有効率の設計値<math>\beta_{aw}</math></th> </tr> <tr> <th rowspan="2">定着体の長さ[m]</th> <th rowspan="2">先端位置</th> <th rowspan="2"><math>V_{ca}</math></th> <th rowspan="2"><math>V_{cb}</math></th> <th rowspan="2"><math>V_{ca}</math></th> <th rowspan="2"><math>V_{cb}</math></th> <th rowspan="2"><math>V_{ca}</math></th> <th rowspan="2"><math>V_{cb}</math></th> <th colspan="3">有効係数<math>\beta_{aw}</math></th> </tr> <tr> <th>正側</th> <th>負側</th> <th>平均</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No.3-3</td> <td>標準型</td> <td>主鉄筋位置</td> <td>561</td> <td>499</td> <td>542</td> <td>253</td> <td>289</td> <td>310</td> <td>246</td> <td>1.02</td> <td>0.65</td> <td>0.96</td> <td>0.89</td> </tr> <tr> <td>No.3-4</td> <td>標準型</td> <td>主鉄筋の直上 J/V20mm手前</td> <td>513</td> <td>570</td> <td>543</td> <td>254</td> <td>289</td> <td>281</td> <td>316</td> <td>0.90</td> <td>1.09</td> <td>1.00</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td>No.3-5</td> <td>標準型</td> <td>主鉄筋の直上 J/V20mm手前</td> <td>511</td> <td>508</td> <td>543</td> <td>254</td> <td>289</td> <td>277</td> <td>255</td> <td>0.96</td> <td>0.88</td> <td>0.92</td> <td>0.92</td> </tr> <tr> <td>No.3-6</td> <td>標準型</td> <td>配力鉄筋の直上 J/V20mm手前</td> <td>492</td> <td>529</td> <td>543</td> <td>254</td> <td>289</td> <td>243</td> <td>272</td> <td>0.88</td> <td>0.94</td> <td>0.89</td> <td>0.78</td> </tr> <tr> <td>No.4-1</td> <td>両端先端型</td> <td>主鉄筋の直上 J/V20mm手前</td> <td>533</td> <td>520</td> <td>525</td> <td>225</td> <td>290</td> <td>297</td> <td>285</td> <td>1.00</td> <td>0.89</td> <td>1.00</td> <td>0.82</td> </tr> <tr> <td>No.4-2</td> <td>両端先端型</td> <td>主鉄筋の直上 J/V20mm手前</td> <td>520</td> <td>520</td> <td>520</td> <td>226</td> <td>290</td> <td>294</td> <td>289</td> <td>0.98</td> <td>1.02</td> <td>1.01</td> <td>0.82</td> </tr> <tr> <td>No.4-3</td> <td>両端先端型</td> <td>配力鉄筋の直上 J/V20mm手前</td> <td>530</td> <td>546</td> <td>524</td> <td>224</td> <td>290</td> <td>300</td> <td>312</td> <td>1.00</td> <td>1.08</td> <td>1.06</td> <td>0.78</td> </tr> <tr> <td>No.4-4</td> <td>両端先端型</td> <td>—</td> <td>467</td> <td>505</td> <td>525</td> <td>226</td> <td>290</td> <td>426</td> <td>323</td> <td>1.47</td> <td>1.15</td> <td>1.21</td> <td>1.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 下線は正負交差載荷で最初にせん断破壊したことを示す ※2 斜体はせん断破壊をしていない場合、その載荷方向での最大荷重を示す</p>	試験ケース	「セラミックキャップバー（CCb）」の仕様		実験での最大せん断耐力[N]		算定式によるせん断耐力[N] $V_{ca} = V_{ca} + V_{cb}$		「セラミックキャップバー（CCb）」が負担するせん断耐力[N]		せん断補強筋の有効係数 $\beta_{aw}$ ( $V_{ca}/V_{ca}$ )			有効率の設計値 $\beta_{aw}$	定着体の長さ[m]	先端位置	$V_{ca}$	$V_{cb}$	$V_{ca}$	$V_{cb}$	$V_{ca}$	$V_{cb}$	有効係数 $\beta_{aw}$			正側	負側	平均	No.3-3	標準型	主鉄筋位置	561	499	542	253	289	310	246	1.02	0.65	0.96	0.89	No.3-4	標準型	主鉄筋の直上 J/V20mm手前	513	570	543	254	289	281	316	0.90	1.09	1.00	0.93	No.3-5	標準型	主鉄筋の直上 J/V20mm手前	511	508	543	254	289	277	255	0.96	0.88	0.92	0.92	No.3-6	標準型	配力鉄筋の直上 J/V20mm手前	492	529	543	254	289	243	272	0.88	0.94	0.89	0.78	No.4-1	両端先端型	主鉄筋の直上 J/V20mm手前	533	520	525	225	290	297	285	1.00	0.89	1.00	0.82	No.4-2	両端先端型	主鉄筋の直上 J/V20mm手前	520	520	520	226	290	294	289	0.98	1.02	1.01	0.82	No.4-3	両端先端型	配力鉄筋の直上 J/V20mm手前	530	546	524	224	290	300	312	1.00	1.08	1.06	0.78	No.4-4	両端先端型	—	467	505	525	226	290	426	323	1.47	1.15	1.21	1.00	<p>て施工実績に基づく十分な統計がとれていないため、施工のばらつきによる影響が生じる可能性を完全に否定することはできない。</p> <p>以上を踏まえて、適切な施工管理を実施してもなお発生しうる施工のばらつきに対する設計上の配慮として、耐震評価上の裕度（たとえば照査値を8割程度に抑える）を持たせた設計を行うこととする。</p> <p>その他施工上の留意点の確認等については、添付資料3「施工管理要領書（案）（取水槽耐震補強工事（ポストヘッドパー工法）」にて実施する。</p>	<p>3.3 泊3号炉におけるCCb工法の設計上の制限 泊3号炉において、CCbにより耐震補強を行うにあたっての設計上の制限について整理する。</p>	<p>・検討方針の相違 せん断耐力を算出する際に乗じる有効係数<math>\beta_{aw}</math>の保守性については、先行原子力発電所の審査で確認済のため、泊3号炉では省略している</p> <p>・検討方針の相違 泊3号炉では、CCb適用部材のせん断スパン比を算出した上で、「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」に準拠し、棒部材式又はディーブーム式によりせん断耐力を算出する</p>
試験ケース		「セラミックキャップバー（CCb）」の仕様		実験での最大せん断耐力[N]		算定式によるせん断耐力[N] $V_{ca} = V_{ca} + V_{cb}$		「セラミックキャップバー（CCb）」が負担するせん断耐力[N]		せん断補強筋の有効係数 $\beta_{aw}$ ( $V_{ca}/V_{ca}$ )												有効率の設計値 $\beta_{aw}$																																																																																																																								
		定着体の長さ[m]	先端位置	$V_{ca}$	$V_{cb}$	$V_{ca}$	$V_{cb}$	$V_{ca}$	$V_{cb}$	有効係数 $\beta_{aw}$																																																																																																																																				
	正側									負側	平均																																																																																																																																			
No.3-3	標準型	主鉄筋位置	561	499	542	253	289	310	246	1.02	0.65	0.96	0.89																																																																																																																																	
No.3-4	標準型	主鉄筋の直上 J/V20mm手前	513	570	543	254	289	281	316	0.90	1.09	1.00	0.93																																																																																																																																	
No.3-5	標準型	主鉄筋の直上 J/V20mm手前	511	508	543	254	289	277	255	0.96	0.88	0.92	0.92																																																																																																																																	
No.3-6	標準型	配力鉄筋の直上 J/V20mm手前	492	529	543	254	289	243	272	0.88	0.94	0.89	0.78																																																																																																																																	
No.4-1	両端先端型	主鉄筋の直上 J/V20mm手前	533	520	525	225	290	297	285	1.00	0.89	1.00	0.82																																																																																																																																	
No.4-2	両端先端型	主鉄筋の直上 J/V20mm手前	520	520	520	226	290	294	289	0.98	1.02	1.01	0.82																																																																																																																																	
No.4-3	両端先端型	配力鉄筋の直上 J/V20mm手前	530	546	524	224	290	300	312	1.00	1.08	1.06	0.78																																																																																																																																	
No.4-4	両端先端型	—	467	505	525	226	290	426	323	1.47	1.15	1.21	1.00																																																																																																																																	

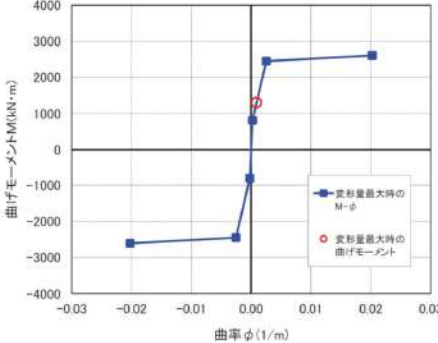
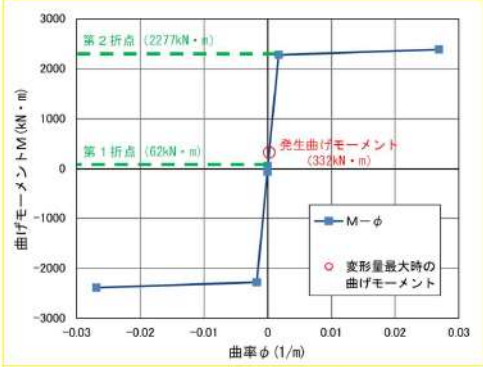


第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>4.8.3 女川2号炉においてCCbにより耐震補強を行うにあたっての設計上の制限</p> <p>建設技術審査証明報告書の梁試験では、主鉄筋ひずみが2363<math>\mu</math>(SD490)まで達した状態でのひび割れ状況においてもせん断耐力を保持していることが確認されているが、女川2号炉ではSD345の鉄筋を使用していることから、面内せん断力と面外力の合力による鉄筋のひずみが1725<math>\mu</math>以下(応力が降伏強度以下)、もしくは面内せん断力に対して、コンクリートのみで抵抗可能な部材を対象におおむね弾性範囲となる状況下でCCb工法を使用する。</p> <p>泊との比較のために記載の順番を入替え</p> <p>確認例として、取水路(漸拡部)の評価結果(基準地震動Ss-D2による照査結果(暫定値))を示す。取水路(漸拡部)は、部材非線形解析(M-<math>\phi</math>モデル)により評価していることから、M-<math>\phi</math>曲線の第2折れ点(主鉄筋の降伏に相当)以下であることを確認する。第4.5-1図に示すとおり、応答値をM-<math>\phi</math>曲線上にプロットするとM-<math>\phi</math>曲線の第1折点(ひび割れ発生)付近であり、主鉄筋は降伏していないためCCb工法が適用可能であることがわかる。</p> <p>建設技術審査証明報告書の梁試験では層間変形角が1%(1/100)を超えている範囲までせん断耐力が保持されていることが確認されているが、かぶりコンクリートの剥落によってCCbの定着機能を阻害するおそれがある。そのため、かぶりコンクリートの剥落が発生する前の状態である圧縮緑コンクリートひずみ1.0%又は層間変形角1%(1/100)に、十分な余裕をもってCCb工法を使用する。なお、当使用制限は一般に上記に示す鉄筋のひずみに対する制限により満足される。</p> <p>CCbの施工において、施工精度の低下が生じる可能性は低いながらも完全に否定できるものではないこと等から、設計上の配慮として耐震評価上の裕度(せん断破壊に対する照査値を0.8程度に抑える)を持たせた設計を行う。</p>		<p>3.3.1 耐震補強を行うにあたっての設計上の制限</p> <p>建設技術審査証明報告書の梁試験では、主鉄筋にSD490(降伏ひずみ2,450<math>\mu</math>)を使用しており、主鉄筋ひずみが2,363<math>\mu</math>まで達した状態でのひび割れ状況においてもせん断耐力を保持していることが確認されていることから、面内せん断力と面外力の合力により鉄筋に生じる応力が降伏強度以下(おおむね弾性範囲)となる状況下でCCb工法を使用する。</p> <p>確認例として、取水ビットスクリーン室の評価結果(基準地震動Ss3-4による照査結果(暫定値))を示す。取水ビットスクリーン室は、部材非線形解析(M-<math>\phi</math>モデル)により評価していることから、M-<math>\phi</math>曲線の第2折れ点(主鉄筋の降伏に相当)以下であることを確認する。第3-1図に示すとおり、応答値M-<math>\phi</math>曲線の第1折点(ひび割れ発生)付近であり、主鉄筋は降伏していないためCCb工法が適用可能であることがわかる。</p> <p>建設技術審査証明報告書の梁試験では層間変形角が1%(1/100)を超えている範囲までせん断耐力が保持されていることが確認されているが、かぶりコンクリートの剥落によってCCbの定着機能を阻害するおそれがある。そのため、かぶりコンクリートの剥落が発生する前の状態である層間変形角1%(1/100)に、十分な余裕をもってCCb工法を使用する。</p> <p>面内荷重と面外荷重が作用する部材については、女川2号炉の検討を参考に、面内せん断ひずみが750<math>\mu</math>までの範囲内においてCCb工法を使用する。</p> <p>参考資料2「CCbの施工精度に影響を与える項目の確認」に示すとおり、施工上の配慮により、せん断補強効果に大きな影響を及ぼすような施工精度の低下が生じる可能性は低いと考えられるが、施工精度の低下が生じる可能性は低いながらも完全に否定できるものではないこと等から、設計上の配慮として耐震評価上の裕度(せん断破壊に対する照査値を0.8程度に抑える)を持たせた設計を行う。</p>	<p>相違理由</p> <p>・検討方針の相違 泊3号炉の屋外重要土木構造物等について、圧縮緑コンクリートひずみによる評価は実施しない方針である</p> <p>・検討方針の相違 女川2号炉の工認段階での検討を踏まえ、女川2号炉と同様に面内せん断ひずみが750<math>\mu</math>までの範囲でCCb工法を適用する</p>



第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p data-bbox="107 167 667 199">泊との比較のために記載の順番を入れ替え</p>  <p data-bbox="145 574 616 598">第4.5-1図 取水路（漸拡部）のM-φ曲線（暫定値<sup>注</sup>）</p> <p data-bbox="100 606 672 662">※：工事計画認可段階で選定する解析手法等により、変更となる可能性がある。</p> <p data-bbox="100 694 347 718">4.8.4 有効係数<math>\beta_{aw}</math>の保守性</p> <p data-bbox="100 726 683 1061">設計においてCCbが負担するせん断耐力を算出する際に乗じる有効係数<math>\beta_{aw}</math>の保守性を、設計式と実験結果及び数値解析実験結果の比較により確認する。保守性は、設計式から得られる有効係数<math>\beta_{aw}</math>よりも実験値及び解析値から得られる<math>\beta_{aw}</math>の方が大きいことにより確認する。有効係数<math>\beta_{aw}</math>は、せん断耐力評価式で算定するせん断補強筋が負担するせん断耐力<math>V_{cchd}</math>に対するCCbが負担するせん断耐力<math>V_{ccb}</math>の比として定義される。なお、実験値及び解析値の有効係数<math>\beta_{aw}</math>は、設計式から得られるせん断補強筋が負担するせん断耐力<math>V_{cchd}</math>をベースに算出しており、実験及び解析のCCbが負担するせん断耐力<math>V_{ccb}</math>は、実験又は解析から得られたせん断耐力から設計式より算出したコンクリートが負担するせん断耐力<math>V_{cd}</math>を減じて算出する。</p> <p data-bbox="100 1069 683 1181">検討ケースは、添付資料2に示す数値解析実験結果のうち、比較データ（実験結果と解析結果）が充実しているステップ①の材料非線形解析にて対象としている試験体（No.3-3）とする。結果を第4.8-2表に示す。</p> <p data-bbox="100 1189 683 1268">第4.8-2表より、CCbが負担するせん断耐力<math>V_{cchd}</math>は、設計式、解析値、実験値の順に大きくなっており、設計式が保守的な評価になっていることが確認できる。</p> <p data-bbox="100 1276 683 1388">よって、設計式、実験値及び解析値から得られる有効係数<math>\beta_{aw}</math>の比較結果より、設計式から得られる<math>\beta_{aw}</math>よりも実験値及び解析値から得られる<math>\beta_{aw}</math>の方が大きく、設計式から得られる<math>\beta_{aw}</math>の保守性が確認された。</p>		 <p data-bbox="1299 574 1859 598">第3-1図 取水ビットスクリーン室のM-φ曲線（暫定値<sup>注</sup>）</p> <p data-bbox="1288 606 1870 662">（注）：詳細設計段階で選定する解析手法等により、変更となる可能性がある。</p>	<p data-bbox="1892 694 2139 893">・検討方針の相違 せん断耐力を算出する際に乗じる有効係数<math>\beta_{aw}</math>の保守性については、先行原子力発電所の審査で確認済のため、泊3号炉では省略している</p>

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)

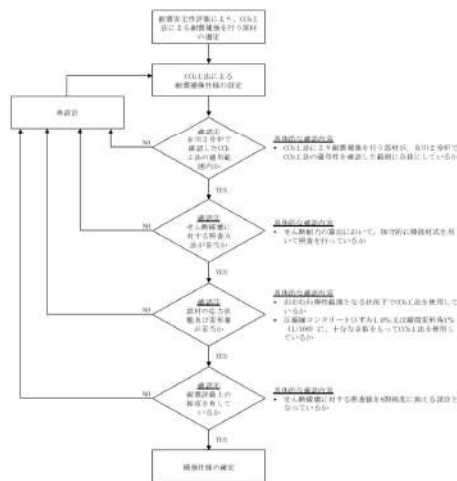
第4.8-2表 有効係数 $B_{DB}$ の比較検討結果

試験ケース	せん断耐力 $V_{DB}$										有効係数 $B_{DB}$	
	設計式(せん断耐力評価式)					実験値					設計式	実験値
	$V_{DB1}$	$V_{DB2}$	$V_{DB3}$	$V_{DB4}$	$V_{DB5}$	$V_{DB6}$	$V_{DB7}$	$V_{DB8}$	$V_{DB9}$	$V_{DB10}$		
地震1	542	333	299	—	—	—	—	—	—	—	0.99	1.02
地震2	519	—	297	383	233	316	339	233	237	—	—	—

ここに、  
 $V_{DB1}$  : 設計式(せん断耐力評価式)から得られるせん断耐力  
 $V_{DB2}$  : コンクリートが有するせん断耐力  
 $V_{DB3}$  : せん断補強筋が有するせん断耐力  
 $V_{DB4}$  : せん断補強筋が有するせん断耐力  
 $V_{DB5}$  : せん断補強筋が有するせん断耐力  
 $V_{DB6}$  : せん断補強筋が有するせん断耐力  
 $V_{DB7}$  : せん断補強筋が有するせん断耐力  
 $V_{DB8}$  : せん断補強筋が有するせん断耐力  
 $V_{DB9}$  : せん断補強筋が有するせん断耐力  
 $V_{DB10}$  : せん断補強筋が有するせん断耐力  
 $B_{DB}$  : 有効係数(設計式/実験値)  
 注: 有効係数 $B_{DB}$ の算出について  
 ・ 注1: 設計式より得られる有効係数(1)~(10)のうち、(1)~(10)のうち最も小さい値を採用する。  
 ・ 注2: 実験値より得られる有効係数(1)~(10)のうち、(1)~(10)のうち最も大きい値を採用する。  
 ・ 注3: 設計式より得られる有効係数(1)~(10)のうち、(1)~(10)のうち最も小さい値を採用する。  
 ・ 注4: 実験値より得られる有効係数(1)~(10)のうち、(1)~(10)のうち最も大きい値を採用する。  
 ・ 注5: 設計式より得られる有効係数(1)~(10)のうち、(1)~(10)のうち最も小さい値を採用する。  
 ・ 注6: 実験値より得られる有効係数(1)~(10)のうち、(1)~(10)のうち最も大きい値を採用する。  
 ・ 注7: 設計式より得られる有効係数(1)~(10)のうち、(1)~(10)のうち最も小さい値を採用する。  
 ・ 注8: 実験値より得られる有効係数(1)~(10)のうち、(1)~(10)のうち最も大きい値を採用する。  
 ・ 注9: 設計式より得られる有効係数(1)~(10)のうち、(1)~(10)のうち最も小さい値を採用する。  
 ・ 注10: 実験値より得られる有効係数(1)~(10)のうち、(1)~(10)のうち最も大きい値を採用する。

4.8.5 Ccb工法によるせん断補強の設計検討フロー

4.8.1~4.8.4に示す、女川2号炉においてCCbにより耐震補強を行うにあたっての保守性及び設計上の制限を考慮した設計検討フローを第4.8-1図に示す。



第4.8-1図 Ccb工法によるせん断補強の設計検討フロー

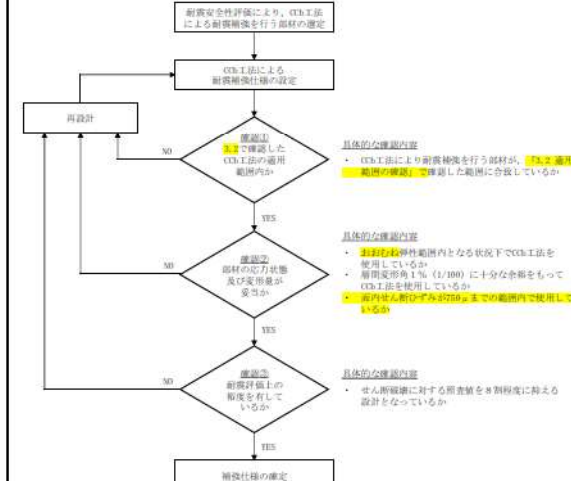
島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)

泊発電所3号炉

相違理由

3.3.2 Ccb工法によるせん断補強の設計検討フロー

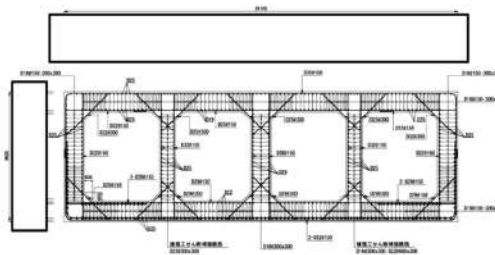

3.3.1に示す、泊3号炉においてCCbにより耐震補強を行うにあたっての設計上の制限を考慮した設計検討フローを第3-2図に示す。



第3-2図 Ccb工法によるせん断補強の設計検討フロー

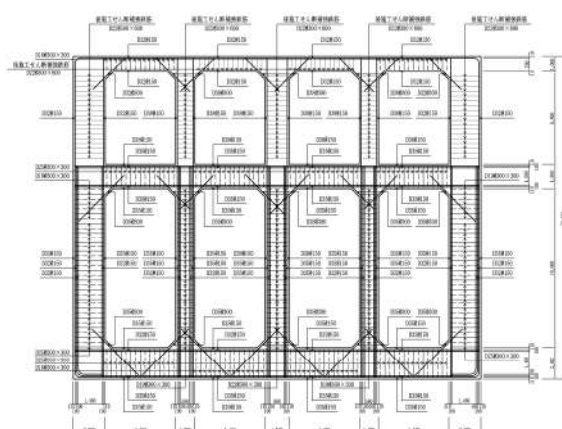
・ 検討方針の相違  
 泊3号炉では、CCb適用部材のせん断スパン比を算出した上で、「原子力発電所屋外重要土木建造物の耐震性能照査指針・マニュアル」に準拠し、棒部材式又はディーブビーム式によりせん断耐力を算出する

第4条 地震による損傷の防止(別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>4.9 Ccbの適用性確認結果</p> <p>4.2で設定した取水路(漸拡部)の補強仕様<sup>(注)</sup>について、4.1に従い女川2号炉屋外重要土木構造物等へのCcb工法の適用性を検討した結果、建設技術審査証明報告書に記載のとおり、せん断補強効果が期待できることを確認した(第4.9-1図参照)。</p>  <p>第4.9-1図 取水路(漸拡部)の補強仕様</p> <p>※:補強仕様については、今後変更となる可能性がある。</p> <p>5. 女川2号炉におけるCcb工法の適用性確認のまとめ</p> <p>女川2号炉の取水路(漸拡部)、原子炉機器冷却海水配管ダクト上、軽油タンク室及び復水貯蔵タンク基礎は、Ccb工法により耐震補強を行っており、その適用性について以下のとおり確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>建設技術審査証明報告書の実験を上回る部材厚においても、せん断ひび割れ抑制効果を確認できており、Ccb工法が適用できることを確認した。</li> <li>建設技術審査証明報告書の実験と実施工部材では部材諸元及び載荷方法(設計荷重)等が異なるが、女川2号炉でCcbにより耐震補強を行った構造物の部材諸元においても、せん断ひび割れ抑制効果を確認できており、Ccb工法が適用できることを確認した。</li> <li>Ccbにより耐震補強を行った構造物に発生する可能性があるひび割れ(曲げひび割れ、面内せん断力に伴う高角度の貫通ひび割れ及びディーブビームに生じる45度を超える高角度の斜めひび割れ)が、Ccbの定着体部やその周囲に生じても定着機能が保持され、所要のせん断補強効果が発揮できていることを確認した。</li> <li>女川2号炉でCcbにより耐震補強を行った構造物にCcbのせん断補強効果に影響を与えるひび割れはなく、圧縮強度においても設計基準強度以上であったことから、既設コンクリートの状態がCcbのせん断補強効果を発揮できる状況にあることを確認した。</li> <li>建設技術審査証明報告書に記載の梁試験体ではディーブビームを対象とした試験を実施していないが、ディーブビーム的な破</li> </ul>	<p>4.8 Phbの適用性確認結果</p> <p>「4.2 耐震評価に基づく補強仕様の設定」で設定した補強仕様が「4.1 方針」に沿って、Phbの島根原子力発電所2号炉の屋外重要土木構造物の耐震補強における適用性を検討した結果、Phbを採用し、建設技術審査証明報告書のとおりせん断補強効果を期待できることを確認した。決定した補強仕様を第13-4-11図に示す。</p>  <p>第13-4-11図 補強仕様</p> <p>添付資料</p> <p>(添付資料1)建設技術審査証明書</p> <p>(添付資料2)解析によるせん断補強効果の確認について</p> <p>(添付資料3)「施工管理要領書(案)(取水槽耐震補強工事(ポストヘッドパー工法))」</p> <p>(添付資料4)建設技術審査証明報告書の実験条件を超えるせん断スパン比に対するPhbの適用性について</p>	<p>4. 泊3号炉におけるCcb工法の適用性確認のまとめ</p> <p>泊3号炉の取水ビットスクリーン室はCcb工法により耐震補強を行っており、その適用性については、補強仕様<sup>(注)</sup>(第4-1図参照)が、先行サイトでの適用実績を踏まえて整理した適用範囲内に収まっていることにより確認した。</p>	<p>・資料構成の相違</p> <p>泊3号炉における適用性確認結果については、「3.2.2 泊3号炉における適用範囲の確認」及び「4. 泊3号炉におけるCcb工法の適用性確認のまとめ」に記載している</p> <p>・検討方針の相違</p> <p>泊3号炉では、女川2号炉における適用性確認の結果及び適用実績を踏まえてCcb工法の適用範囲を整理し、泊3号炉における適用性を確認した</p>



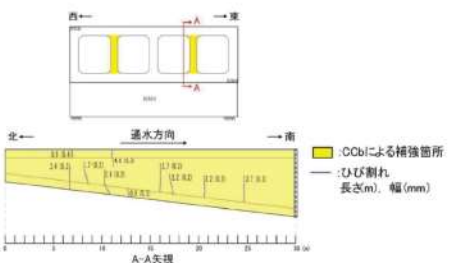
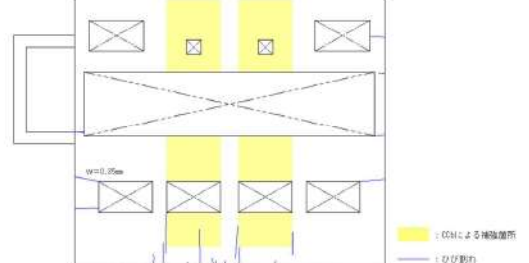
実線・設計方針又は設備構成等の相違  
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>壊となる部材に対しても、CCb工法が適用できることを確認した。</p> <p>・女川2号炉でCCbにより耐震補強を行った構造物には、面内荷重と面外荷重が同時に作用する部材があるが、当該部材に対してもCCb工法が適用できることを確認した。</p> <p>・なお、「ディーブーム的な破壊となる部材へのCCb工法の適用性」は、適用性確認に用いた材料非線形解析に不確かさを含んでいることを踏まえ、ディーブームを対象とした実験を行い、実験から得られたせん断耐力が棒部材式により算定されるせん断耐力よりも大きいことを確認すると共に、CCbを用いた場合のディーブーム式による評価の可能性について確認する。「面内荷重と面外荷重が同時に作用する部材へのCCb工法の適用性」については、数値解析(材料非線形解析)を行い適用性に問題がないことを確認する。実験結果及び解析結果は、工事計画認可段階にて示すこととする。</p> <p>・建設技術審査証明報告書の実験にて確認できている範囲を踏まえ、女川2号炉にてCCb工法を適用するにあたっての保守性を設定すると共に、設計上の制限を設定し適用することとした。</p>		<p>また、建設技術審査証明報告書の実験で確認できている範囲及び女川2号炉での適用実績を踏まえ、泊3号炉にてCCb工法を適用するにあたっての設計上の制限を設定し適用することとした。</p> <p>今後、詳細設計段階においてCCb工法による耐震補強を行う構造物が追加となる場合は、今回整理した適用範囲に収まっているかを確認し、適用範囲外となる場合には女川2号炉を参考に、数値解析又は実験等によりCCbによるせん断補強効果が期待できることを確認する。</p>  <p>第4-1図 取水ビットスクリーン室の補強仕様          (注)：補強仕様については、今後変更となる可能性がある。</p>	<p>・検討方針の相違              泊3号炉では、女川2号炉における適用実績も踏まえて設計上の制限を設定している</p> <p>・検討方針の相違              今後、CCb工法による耐震補強を行う構造物が追加となった場合の対応方針を記載している</p>



第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：添付資料2）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: center;">添付資料4</p> <p style="text-align: center;">女川2号炉におけるコンクリートの健全性の検討</p> <p>1. はじめに  <u>女川原子力発電所は、東北地方太平洋沖地震（2011年3月11日）及び宮城県沖の地震（2011年4月7日）により、建設時の基準地震動を一部周期帯で超過する地震動を経験していることを踏まえ、CCbを適用した部材のコンクリートにおいてCCbのせん断補強効果を阻害するひび割れがなく、構造物が健全であることを確認する。</u>  <u>また、CCbの施工箇所地震起因以外によるひび割れとして、乾燥収縮によるひび割れやコンクリートの劣化によるひび割れ（アルカリ骨材反応、凍結融解作用、中性化、塩害）等についても抽出し、CCbのせん断補強効果を阻害するひび割れがないことを確認する。</u>  <u>なお、健全性はコンクリートのひび割れ状況及び圧縮強度試験結果より判断する。</u></p> <p>2. ひび割れ状況の確認  <u>ひび割れ状況を地震起因によるひび割れと地震起因以外によるひび割れに着目し確認を行う。ひび割れの確認結果を、添付4-1表に示す。</u></p> <p>2.1 地震起因によるひび割れの確認  <u>添付4-1表に示すとおり、東北地方太平洋沖地震（2011年3月11日）及び宮城県沖の地震（2011年4月7日）以降に実施しているひび割れ調査（平成23年度に実施）により、地震の影響を否定できないひび割れについて、耐震性能に影響するひび割れ（評価基準値：ひび割れ幅1.0mm<sup>*</sup>）がないことを確認している。</u>  <u>※：Guidelines for Nuclear Plant Response to an Earthquake（EPRI NP-6695）に示すひび割れ幅約1.5mmを参考に安全側に1.0mmとして設定している。</u></p> <p>2.2 地震起因以外によるひび割れの確認</p> <p>CCbの施工箇所に生じている地震起因以外によるひび割れは添付4-1表のとおりであり、これらは主に乾燥収縮によるひび割れであることから、構造物の耐力に影響を与えるものではない。  <u>また、添付4-1表及び添付4-1図に示すとおり、ひび割れ幅は大多数が0.2mm程度であり一部0.5mm程度のひび割れが存在する箇所があるが、部材の一部に集中しているものではなく、数mに1本程度の頻度であり、社内基準に基づき補修することとしている。補修は、エポキシ樹脂の注入等を行うことで、さらなる劣化（鉄筋腐食</u></p>		<p style="text-align: center;">添付資料2</p> <p style="text-align: center;">泊3号炉におけるコンクリートの健全性の検討</p> <p>1. はじめに  <u>泊発電所のCCbによる耐震補強を行った構造物（取水ビットスクリーン室）において、CCbのせん断補強効果を阻害するひび割れがなく、構造物が健全であることを確認する。</u></p> <p><u>具体的には、CCbの施工箇所におけるひび割れ状況及びひび割れの要因（乾燥収縮によるひび割れやコンクリートの劣化によるひび割れ（アルカリ骨材反応、凍結融解作用、中性化、塩害）等）を整理し、CCbのせん断補強効果を阻害するひび割れがないことを確認する。</u>  <u>また、非破壊試験の結果から圧縮強度を推定し、CCbのせん断補強効果に悪影響を及ぼす状態にないことを確認する。</u></p> <p>2. ひび割れ状況の確認</p> <p><u>取水ビットスクリーン室のCCbを施工した部材（頂版・側壁・隔壁）におけるひび割れ状況の確認結果を添付2-1表に示す。また、ひび割れ状況の一例として、頂版のひび割れ図を添付2-1図に示す。</u>  <u>CCbの施工箇所周辺に生じているひび割れは、最大でも0.35mm程度であり、主に乾燥収縮によるひび割れであることから、構造物の耐力に影響を与えるものではない。</u></p>	<p>・ 検討方針の相違                  検討方針の相違による記載内容の相違</p> <p>・ 検討方針の相違                  検討方針の相違による記載内容の相違</p>

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由																													
<p>等)が起ることを防止しており、今後ひび割れがCCbの付着性能低下に影響を与えることはない。</p> <p>よって、地震起因以外によるひび割れにおいては、CCbのせん断補強効果に影響を与えるひび割れではないことを確認できた。</p> <p>なお、これらのひび割れについては、ただちに部材の耐力やCCbの付着性能に影響を与えるものではないことから、継続監視のもと計画的に補修を実施していく。</p> <p><b>添付4-1表 ひび割れ確認結果</b></p> <table border="1" data-bbox="129 399 645 598"> <thead> <tr> <th>CCbを適用した構造物</th> <th>地震の影響を否定できないひび割れの幅[mm]</th> <th>地震起因以外によるひび割れの幅[mm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>取水路(補強部)</td> <td>耐震性能に影響するひび割れなし</td> <td>0.2~0.5 (確認時期: H29.6, H29.8)</td> </tr> <tr> <td>原子炉機器冷却海水配管ダクト</td> <td>同上</td> <td>ひび割れなし (確認時期: H30.1)</td> </tr> <tr> <td>軽油タンク室</td> <td>同上</td> <td>0.1~0.4 (確認時期: H30.2)</td> </tr> <tr> <td>復水貯蔵タンク基礎</td> <td>同上</td> <td>0.2~0.4 (確認時期: H30.1)</td> </tr> </tbody> </table>  <p>添付4-1図 CCbによる補強箇所とひび割れ位置の関係</p>	CCbを適用した構造物	地震の影響を否定できないひび割れの幅[mm]	地震起因以外によるひび割れの幅[mm]	取水路(補強部)	耐震性能に影響するひび割れなし	0.2~0.5 (確認時期: H29.6, H29.8)	原子炉機器冷却海水配管ダクト	同上	ひび割れなし (確認時期: H30.1)	軽油タンク室	同上	0.1~0.4 (確認時期: H30.2)	復水貯蔵タンク基礎	同上	0.2~0.4 (確認時期: H30.1)		<p>よって、CCbのせん断補強効果に影響を与えるひび割れはない。</p> <p>なお、これらのひび割れについては、ただちに部材の耐力やCCbの付着性能に影響を与えるものではないことから、継続監視のもと社内基準に基づき計画的に補修を実施していく。</p> <p><b>添付2-1表 ひび割れ状況の確認結果</b></p> <table border="1" data-bbox="1388 399 1780 598"> <thead> <tr> <th>CCbを施工した部材</th> <th>ひび割れ幅</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>頂版</td> <td>~0.35mm</td> </tr> <tr> <td>左側壁</td> <td>0.3mm 未満</td> </tr> <tr> <td>左隔壁</td> <td>ひび割れなし</td> </tr> <tr> <td>中央隔壁</td> <td>0.3mm 未満</td> </tr> <tr> <td>右隔壁</td> <td>0.3mm 未満</td> </tr> <tr> <td>右側壁</td> <td>0.3mm 未満</td> </tr> </tbody> </table>  <p>添付2-1図 ひび割れ図 (取水ビットスクリーン室頂版)</p>	CCbを施工した部材	ひび割れ幅	頂版	~0.35mm	左側壁	0.3mm 未満	左隔壁	ひび割れなし	中央隔壁	0.3mm 未満	右隔壁	0.3mm 未満	右側壁	0.3mm 未満	<p>・ 検討結果の相違                  検討結果の相違による記載内容の相違</p>
CCbを適用した構造物	地震の影響を否定できないひび割れの幅[mm]	地震起因以外によるひび割れの幅[mm]																														
取水路(補強部)	耐震性能に影響するひび割れなし	0.2~0.5 (確認時期: H29.6, H29.8)																														
原子炉機器冷却海水配管ダクト	同上	ひび割れなし (確認時期: H30.1)																														
軽油タンク室	同上	0.1~0.4 (確認時期: H30.2)																														
復水貯蔵タンク基礎	同上	0.2~0.4 (確認時期: H30.1)																														
CCbを施工した部材	ひび割れ幅																															
頂版	~0.35mm																															
左側壁	0.3mm 未満																															
左隔壁	ひび割れなし																															
中央隔壁	0.3mm 未満																															
右隔壁	0.3mm 未満																															
右側壁	0.3mm 未満																															
<p>3. コンクリートの<b>圧縮強度試験</b>結果の確認</p> <p>添付4-2表にCCbにより耐震補強を行った構造物からコンクリートコアを採取し実施した圧縮強度試験の結果を示す。</p> <p>圧縮強度の最低値は、すべての構造物において設計基準強度(20.5N/mm<sup>2</sup>)以上であることを確認している。</p>		<p>3. コンクリートの<b>非破壊試験</b>結果の確認</p> <p>3.1 試験方法</p> <p>CCbにより耐震補強を行った構造物において実施した非破壊試験は、リバウンドハンマーにより反発度Rを測定する試験であり、IIS A 1155「コンクリートの反発度の測定方法」に基づき実施した。</p> <p>非破壊試験により測定された反発度から圧縮強度Fを推定し、劣化等による強度低下が発生していないことを確認する。圧縮強度の推定には、以下に示す日本材料学会の推定式を用いる。</p> <p>・ 圧縮強度の推定式 <math>F = -18.0 + 1.27 \times R</math> (N/mm<sup>2</sup>)</p> <p>3.2 試験結果</p> <p>非破壊試験結果及び圧縮強度の推定結果を添付2-2表に示す。推定した圧縮強度は、設計基準強度(24N/mm<sup>2</sup>)以上であることを確認している。</p>	<p>・ 検討方針の相違                  検討方針の相違による記載内容の相違</p> <p>・ 検討方針の相違                  検討方針の相違による記載内容の相違</p>																													



実線・・設計方針又は設備構成等の相違  
 破線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙7 後施工せん断補強筋による耐震補強について：添付資料2）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																																											
<p style="text-align: center;"><b>添付4-2表 圧縮強度試験結果</b></p> <table border="1" data-bbox="118 167 663 338"> <thead> <tr> <th>CCbを適用した構造物</th> <th>設計基準強度 [N/mm<sup>2</sup>]</th> <th>圧縮強度（最低値） [N/mm<sup>2</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>取水路（輸送部）</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">20.5</td> <td>45.4 <small>（確認試験：323号）</small></td> </tr> <tr> <td>原子炉機器冷却海水配管ダクト</td> <td>36.3 <small>（確認試験：309号）</small></td> </tr> <tr> <td>軽油タンク室</td> <td>43.0 <small>（確認試験：306号）</small></td> </tr> <tr> <td>復水貯蔵タンク基礎</td> <td>32.4 <small>（確認試験：309号）</small></td> </tr> </tbody> </table> <p>4. CCbを適用した部材のコンクリートの健全性確認結果                  コンクリートのひび割れ状況により、CCbにより耐震補強を行った構造物にCCbのせん断補強効果に影響を与えるひび割れがないことを確認した。                  また、<u>構造物から採取したコンクリートコアの圧縮強度が、設計基準強度（20.5N/mm<sup>2</sup>）以上であり、CCbのせん断補強効果に悪影響を及ぼす状態にないことを確認した。</u>                  以上より、<u>女川2号炉のCCbにより耐震補強を行った構造物の既設コンクリートの状態が、CCbのせん断補強効果を発揮できる状況にあることを確認できた。</u></p>	CCbを適用した構造物	設計基準強度 [N/mm <sup>2</sup> ]	圧縮強度（最低値） [N/mm <sup>2</sup> ]	取水路（輸送部）	20.5	45.4 <small>（確認試験：323号）</small>	原子炉機器冷却海水配管ダクト	36.3 <small>（確認試験：309号）</small>	軽油タンク室	43.0 <small>（確認試験：306号）</small>	復水貯蔵タンク基礎	32.4 <small>（確認試験：309号）</small>		<p style="text-align: center;"><b>添付2-2表 非破壊試験結果及び圧縮強度の推定結果</b></p> <table border="1" data-bbox="1339 167 1832 422"> <thead> <tr> <th>測定箇所</th> <th>反発度</th> <th>圧縮強度（推定値） [N/mm<sup>2</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="8">取水ピット スクリーン室</td> <td>左側壁</td> <td>48</td> <td>43.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">左側壁</td> <td>左側</td> <td>46</td> <td>40.4</td> </tr> <tr> <td>右側</td> <td>50</td> <td>45.5</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">中央隔壁</td> <td>左側</td> <td>48</td> <td>43.0</td> </tr> <tr> <td>右側</td> <td>50</td> <td>45.5</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">右側壁</td> <td>左側</td> <td>46</td> <td>40.4</td> </tr> <tr> <td>右側</td> <td>49</td> <td>44.2</td> </tr> <tr> <td>右側壁</td> <td>51</td> <td>46.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>4. CCbを適用した部材のコンクリートの健全性確認結果                  コンクリートのひび割れ状況により、CCbにより耐震補強を行った構造物にCCbのせん断補強効果に影響を与えるひび割れがないことを確認した。                  また、<u>非破壊試験による反発度から推定したコンクリートの圧縮強度が、設計基準強度（24N/mm<sup>2</sup>）以上であり、CCbのせん断補強効果に悪影響を及ぼす状態にないことを確認した。</u>                  以上より、<u>泊3号炉のCCbにより耐震補強を行った構造物の既設コンクリートの状態が、CCbのせん断補強効果を発揮できる状況にあることを確認できた。</u></p>	測定箇所	反発度	圧縮強度（推定値） [N/mm <sup>2</sup> ]	取水ピット スクリーン室	左側壁	48	43.0	左側壁	左側	46	40.4	右側	50	45.5	中央隔壁	左側	48	43.0	右側	50	45.5	右側壁	左側	46	40.4	右側	49	44.2	右側壁	51	46.8	<p>・ 検討結果の相違                  検討結果の相違による記載内容の相違</p> <p>・ 検討方針の相違                  検討方針の相違による記載内容の相違</p>
CCbを適用した構造物	設計基準強度 [N/mm <sup>2</sup> ]	圧縮強度（最低値） [N/mm <sup>2</sup> ]																																												
取水路（輸送部）	20.5	45.4 <small>（確認試験：323号）</small>																																												
原子炉機器冷却海水配管ダクト		36.3 <small>（確認試験：309号）</small>																																												
軽油タンク室		43.0 <small>（確認試験：306号）</small>																																												
復水貯蔵タンク基礎		32.4 <small>（確認試験：309号）</small>																																												
測定箇所	反発度	圧縮強度（推定値） [N/mm <sup>2</sup> ]																																												
取水ピット スクリーン室	左側壁	48	43.0																																											
	左側壁	左側	46	40.4																																										
		右側	50	45.5																																										
	中央隔壁	左側	48	43.0																																										
		右側	50	45.5																																										
	右側壁	左側	46	40.4																																										
		右側	49	44.2																																										
	右側壁	51	46.8																																											