

中国電力株式会社島根原子力発電所2号機の取水槽等の鉄筋工事に係る申告について

平成27年12月25日
原子力施設安全情報
申告調査委員会

1. 申告の内容

平成27年3月25日に原子力規制委員会原子力施設安全情報申告調査委員会事務局（以下「事務局」という。）は、原子力規制庁島根原子力規制事務所から連絡（電話）を受けた。

その内容は、申告者からの情報提供を受けた島根県から、国に今後の対応について依頼があったというものであった。

これを受けて、平成27年5月29日に事務局は申告者と面談を行い、その際に聴取した情報は、以下のとおり。

申告者

原子力発電所に係る工事を請負った会社の二次協力会社の社員で鉄筋工として従事した者。

工事の概要

昭和59年～60年（正確な月まで思い出せない）に行われた中国電力株式会社島根原子力発電所2号機の建設工事のうち以下の2つの工事

- ・取水槽の鉄筋工事
- ・タービン建物の鉄筋工事

注：当初、申告者の情報では、「原子炉周り」の工事との申告であったが、中国電力株式会社（以下「中国電力」という。）からの実績工事工程情報を基に調査した結果、タービン建物基礎スラブの鉄筋工事と推察できた。このため、申告者に対して当時の現場写真などを用いて再確認したところ、30年前の記憶であるためはつきりしないところもあるが、タービン建物の鉄筋工事であることを認識共有した。

情報提供の内容

取水槽周りの鉄筋工事には、鉄筋の接合方式として機械式継手方式を採用しており、定められた手順にある機械式継手を専用工具で締込む作業が行われないうまま、コンクリートが打設された可能性がある。また、タービン建物基礎スラブの鉄筋工事は、取水槽鉄筋工事とは違う別方式の機械式継手が用いられていたが、定められた手順にある機械式継手の圧着作業が行われないうまま、コンクリートが打設された可能性がある。

2. 本申告案件に関する法令上の規制について

発電用原子炉施設に係る規制については、当時（昭和59年～60年頃）の電気事業法（昭和39年法律第170号）第41条第1項において「電気事業の用に供する電気工作物の設置又は変更の工事であつて、通商産業省令で定めるものをしようとするときは、その工事の計画について通商産業大臣の認可を受けなければならない」と規定されており、認可基準の1つとして同条第3項第3号において「その電気工作物が第48条第1項の通商産業省令で定める技術基準に適合しないものでないこと」と定められている。この技術基準として、発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令（昭和40年通商産業省令第62号。以下「技術基準」という。）が定められている。

また、工事計画の認可等の具体的な手続、対象設備等については、電気事業法施行規則（昭和40年通商産業省令第51号）において定められている。

本申告案件の取水槽及びタービン建物基礎スラブは、上記の工事の計画の認可が必要な設備（以下「工事計画認可対象設備」という。）ではない。しかしながら、工事計画においては、工事計画認可対象設備を支持する構造物として、工事計画認可対象設備への影響を確認する観点から、認可申請書の添付書類として、耐震性についての計算書が提出され、本件に係る取水槽及びタービン建物基礎スラブについても確認している。

したがって、本申告案件に係る設備は、工事計画の認可において、技術基準の要求事項を満足することが確認されているため、手続き上の違法性はない。

一方、今回の申告のあった鉄筋工事が、定められた手順で適切に実施されていないとの情報提供であるため、耐震性を含む実質的な安全性が保たれているかを申告調査の中での確認し、技術基準に適合しているかを評価することとした。

3. 安全性に関する調査について

事務局は、中国電力に任意による報告を求めつつ、申告内容に係る事実関係の確認と安全性の評価の実施をしてきたところ。そのポイントは次のとおり。

1) 取水槽の鉄筋工事について

取水槽の鉄筋工事には、鉄筋の接合方式として機械式継手方式を採用しており、そのうち、申告者の作業した機械式継手は、ねじ節鉄筋継手トルク固定型である。定められた手順による作業が適切に行われていない作業とは、具体的には、手作業で鉄筋をねじ込んだ後に、機械式継手のナットを専用の締付機を用いて締付けを実施せず、コンクリートが打設されているのではないかとのことであった。

なお、専用の締付機による締付け作業には、ねじ節鉄筋継手の製造メーカーが開催する技術講習会を受講し、受講証を取得した技術者のみが行うこととなっていた。しかし、申告者はねじ節継手の技術講習を受講していないため、申告者は締付け作業には従事していない。

ねじ節鉄筋継手とは、鉄筋の節と周辺のカプラー（鉄筋と鉄筋をねじ込んで接続する筒状のもの）の機械的な噛み合いを利用して接合する方式であり、最初にカプラーに手作業で鉄筋をねじ込み、その後、締付機を用いて締付けを行う手順が製造メーカーの取扱説明書に記載されている。

取水槽の工事記録によれば、継手の締付けトルクの検査を抜き取りで行うこととしており、本申告案件の対象工事ではないものの、同時期に行われた同発電所のタービン建物工事において、同じ共同企業体が行ったねじ節鉄筋継手の締付けトルクの検査状況を写真撮影した現場の記録が残されている。

さらに、ねじ節鉄筋継手のカプラーとナットには、あらかじめマーキングが施されており、専用の締付機による締付けが行われているかを、目視で容易に判別できるように工夫されている。このため、ねじ節鉄筋継手が十分に締付けられていなかった可能性は高くないと考えられる。

一方、ねじ節鉄筋継手のナットを締付機を用いて締付けていない場合でも、鉄筋どうしを接合する機能に及ぼす影響は小さく、締付けの有無が鉄筋コンクリートの強度に及ぼす影響は小さいものと評価されている。

なお、万一、ねじ節鉄筋継手が継手として機能せず鉄筋間が接続されていない状況が発生した場合において、そのような状況での鉄筋の配置を技術的に評価すると、鉄筋コンクリートの強度は低下するものの、取水槽の設計上必要となる強度は確保されている。

2) タービン建物工事について

タービン建物基礎スラブの鉄筋工事は、ねじ節鉄筋継手とは異なった機械式継手を採用しており、そのうち、申告者が情報を提供した機械式継手は圧着継手絞り圧着型（スクイズジョイント工法）である。定められた手順による作業が適切に行われていないとする作業とは、具体的には、鉄筋をスリーブ（鉄筋と鉄筋を接続する金属の筒）に差込む作業をただけで、その後、スリーブを圧着処理せずにコンクリートが打設されているのではないかとのことであった。なお、申告者はこのスリーブの圧着処理作業には従事していない。

タービン建物の工事記録によれば、コンクリート打設前検査（配筋検査）時に、機械式継手の圧着処理について全数を検査することとしていた上、当該検査の現場状況を写真撮影した記録が残されている。

また、スリーブの圧着処理の有無については、圧着後のスリーブの端にスリーブ圧着痕が残ることから、圧着作業有無を目視により容易に確認判別可能である。このため、スリーブの圧着処理が行われずにコンクリート打設が行われた可能性は高くないと考えられる。

なお、万一、スリーブの圧着が行われておらず、鉄筋間が接続されていない状況が発生した場合において、そのような状況での鉄筋の配置を技術的に評価すると、鉄筋コンクリートの強度は低下するものの、タービン建物基礎スラブの設計上必要となる強度は確保されている。

4. 原子力規制庁としての評価

上記、「2. 本申告案件に関する法令上の規制について」のとおり、取水槽及びタービン建物の鉄筋工事に関し調査した結果、工事計画の認可の過程で、法令により要求される技術基準への適合性を満足することが確認されており、法令による手続き上の違法性は認められない。

また、中国電力に対する任意の調査を含む申告調査の結果、上記「3. 安全性に関する調査について」のとおり、取水槽及びタービン建物基礎スラブにおいて、鉄筋工事に係る申告内容のような事象があった可能性は否定できないが、申告内容のとおりであったとしても鉄筋コンクリートの強度への影響は、設計上必要な強度を下回ることはないと考えられ、実質的な安全性に問題は生じず、設計許容値内にあると判断できる。

5. 申告委員会としての結論

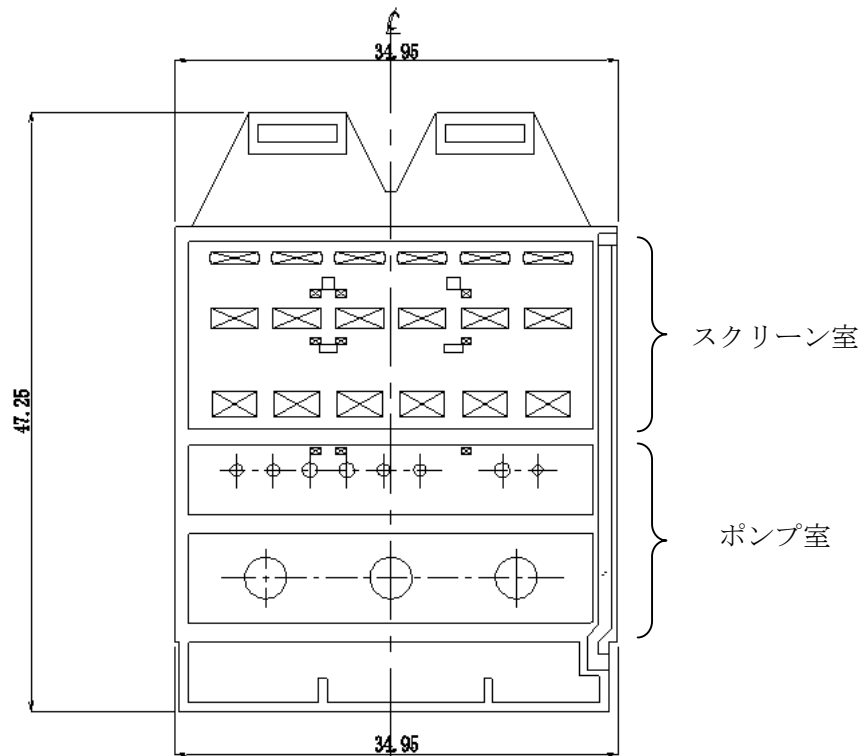
本件は、原子力施設の安全規制に関する法令において違法性はないと判断した。また、鉄筋工事作業に関する記録の確認などを通じた申告内容に係る事実関係の調査及び技術的な評価は妥当であり、仮に鉄筋工事に申告内容のような事象があったとしても、施設・設備の安全性には影響しないことを確認した。

以上

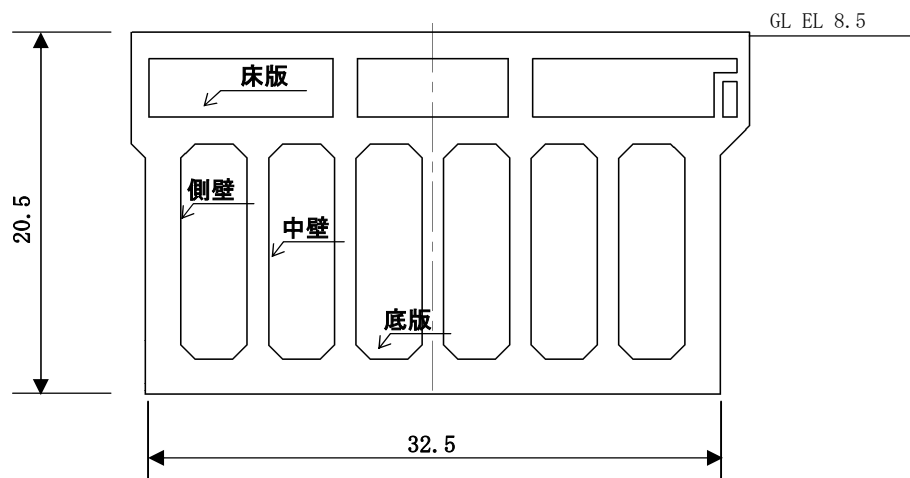
1. 取水槽工事について

取水槽は、昭和59～60年にかけて施工された鉄筋コンクリート造の構造物（長さ約47m、幅約35m、高さ約21m）である。

これは、申告者の従事していた期間と整合している。



平面図



断面図（スクリーン室）

図1 取水槽概要図

(1) 機械式継手について

鉄筋と鉄筋の接続部分は機械式継手で施工している。取水槽の機械式継手は、「ねじ節鉄筋継手トルク固定型（ネジコンロックナット継手）」（以下、「ねじ節継手」という）を用いている。この継手は2本の鉄筋を接続するカップラーとナットにより専用工具を用いて規定の力で固定するものである。

ねじ節継手は「島根原子力発電所2号機 建設記録」（中国電力）他によると、取水槽の底版、側壁・中壁、床版で使用しているが、申告者が従事した期間を考えると、指摘のあった部位は取水槽スクリーン室である。

また、日本コンクリート工学会会誌「コンクリート工学」（日本コンクリート工学会、2011）によると、『機械式継手は鉄筋を直接接合するのではなく、（中略）異形鉄筋の節と周辺のカップラーの機械的な噛み合いを利用して接合する工法です。ねじ方式の継手（中略）は、一方の鉄筋の軸方向力を異形鉄筋の節部のせん断と支圧によってカップラーに伝達し、カップラーから他方の鉄筋に伝達するというメカニズムです。』という記載がある。

したがって、ねじ節継手の軸方向力の伝達は、カップラーの挿入長さとともに噛み合った鉄筋の節の数に影響される。

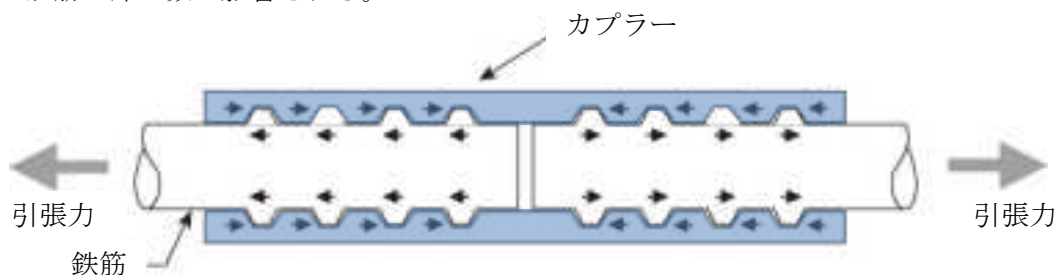


図2 機械式継手の原理

(2) 鉄筋の施工

ねじ節継手の施工は、鉄筋継手メーカーによる「設計・施工要領」に基づき実施しており、ナットの締付けは鉄筋継手メーカーが行う技術講習を受講した技術者が行うこととしている。また、締付けについては、「設計・施工要領」に基づき、鉄筋径に対応した締付機を用いるとしている。

なお、申告者は同技術講習を受講していないため、締付け作業を行うことはできない。

以下に、参考としてポンプ室の鉄筋組立状況を示す。

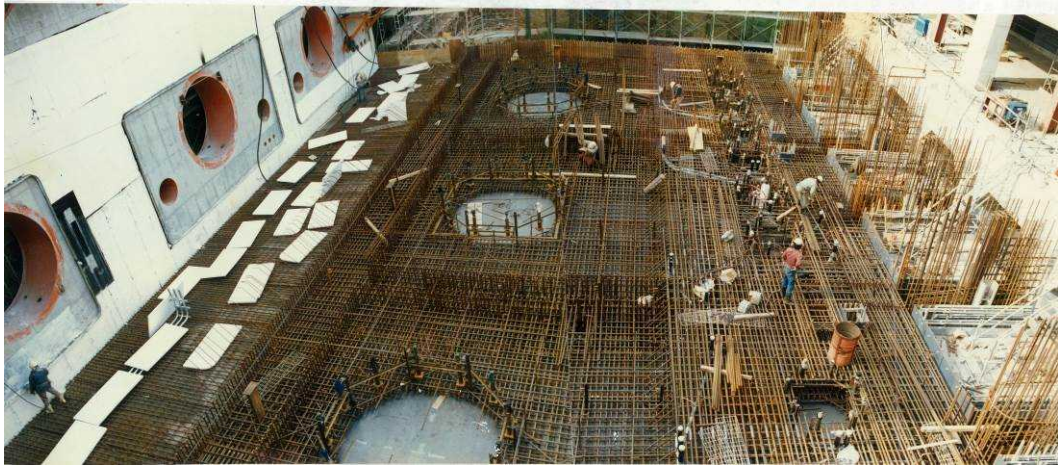


写真1 取水槽配筋状況

(3) 機械式継手の検査

取水槽の配筋検査は、「島根原子力（発）2号機本館建物関連土木工事 工事記録」（本館建物関連土木工事共同企業体）他によると、工区毎に工事の進捗に合わせて実施しており、請負者が鉄筋について鉄筋径は全数、ピッチは抜き取り検査を、ねじ節継手について継手位置は全数、トルクは抜き取り検査を実施し、さらに電力による抜き取り検査を実施している。なお、図3に示すように、鉄筋のカプラーへの挿入については、あらかじめ施した「挿入マーク」により必要な長さを確保していること、ナットの締付けについては、ナットとカプラーの「合わせマーク」のずれにより締付けていることが確認できるため、挿入・締付けの有無は明確に判別できる。

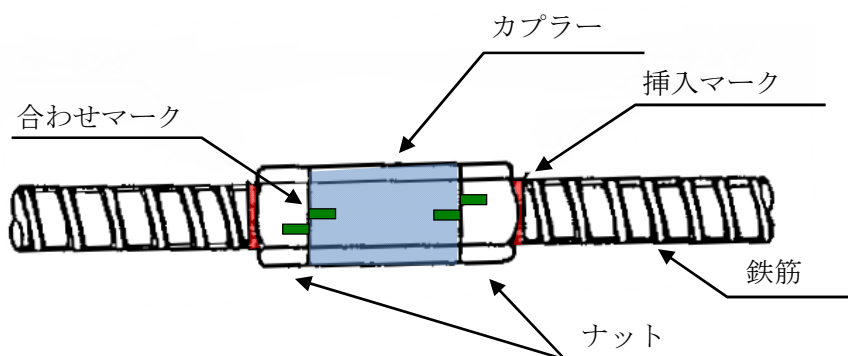


図3 挿入・合わせマーク

取水槽は工事計画書記載設備ではないため、使用前検査成績書（原子炉補機冷却系）には取水槽に関する検査記録はないが、「島根原子力（発）2号機本館建物関連土木工事 工事記録」（本館建物関連土木工事共同企業体）には、検査を実施したとの記載がある。ただし、その検査記録は、社内規定「文書保存期間表」（中国電力）に基づき、

保存期間（3年）の満了後、適切に処分している。

取水槽の配筋検査状況写真は残存していないため、以下に、参考として同時期に同じ「設計・施工要領」を用いて施工しているタービン建物における配筋検査状況を示す。



写真2 配筋検査状況

なお、万一、ねじ節継手が専用工具を用いての締付けを行っていない場合においても、カップラーとねじの隙間は2mm程度であり、ねじ節継手は周辺のコンクリートにより拘束されているため、継手の機能に影響を与えるものではない。

(4) 結論

以上のことから、検査記録は残存していないものの、工事記録によれば、ねじ節継手は適切に施工・検査を行っており、その機能は問題ないものとする。

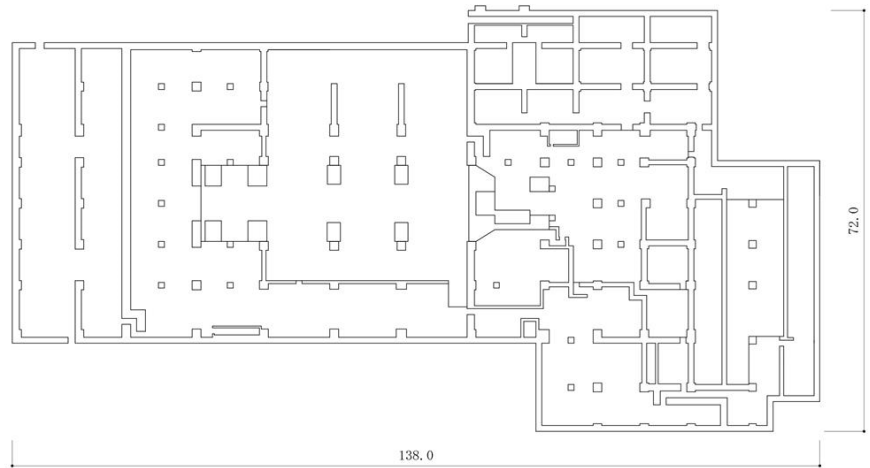
また、万一、ねじ節継手が専用工具を用いての締付けを行っていない場合においても、その機能に影響を与えるものではない。

なお、取水槽は、耐震設計上の重要度Cクラスであるが、安全上重要な設備（耐震設計上の重要度Asクラス設備）を間接支持しているため、余裕をみた耐震設計を行っている。

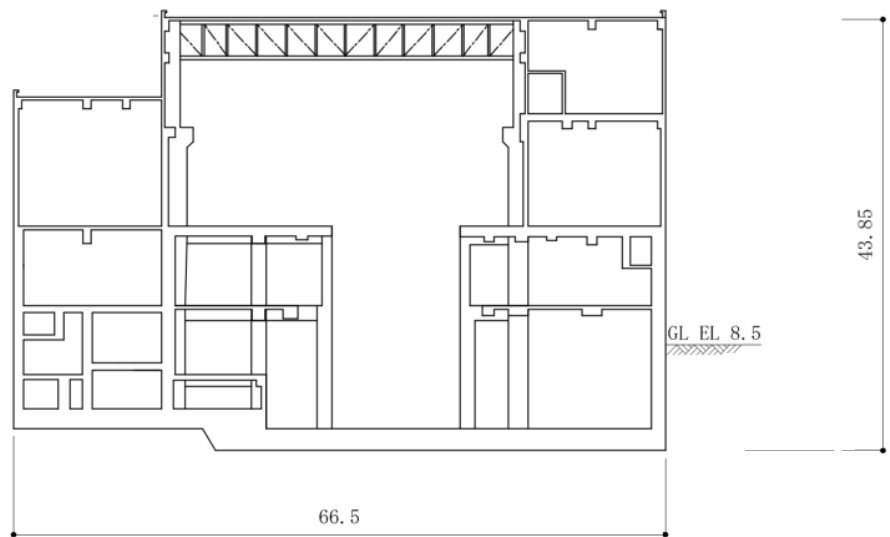
2. タービン建物（原子炉周り）の工事について

タービン建物は、昭和59～63年にかけて施工された鉄筋コンクリート造を主体とした構造物（長さ約138m、幅約72m、高さ約44m）である。

なお、申告者の情報では原子炉周りであったが、調査の進展に伴いタービン建物での作業であったと考えられ、これは、申告者の従事していた期間と整合している。



平面図



断面図

図4 タービン建物概要図

(1) 機械式継手について

タービン建物の機械式継手は、取水槽と同様に、主としてねじ節継手を用いているが、一部の機械式継手に「圧着継手絞り圧着型（スクイズジョイント工法）」（以下、「スクイズ継手」という）を用いている。この継手は鉄筋の接続部に筒状の「スリーブ」（さや）を差し込んだ後、スリーブの外側から専用の締付機で締付けて固定（圧着）するものである。

スクイズ継手は、「島根原子力発電所第2号機 建設記録」（中国電力）他によると、タービン建物ではタービン架台柱下部の基礎スラブおよびタービン架台壁で使用しているが、申告者が従事した期間から考えると指摘のあった部位は基礎スラブである。

また、スクイズ継手はスリーブを鉄筋に挿入し、絞り加工することで鉄筋の節の間にスリーブを食い込ませ鉄筋の接合を行うものであり、そのメカニズムはねじ節継手と同じである。

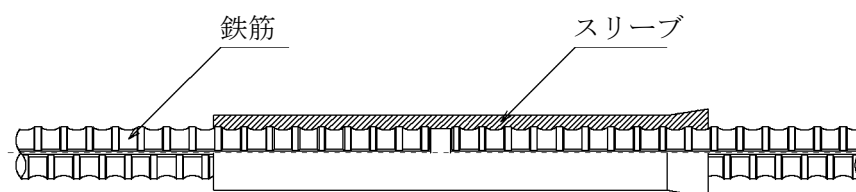


図5 スクイズ継手

(2) 鉄筋の施工

タービン建物基礎スラブの鉄筋の施工手順としては、まず、マンメイドロック（均しコンクリート）上にコンクリート製スペーサーを置き下端筋を配筋する。次に下端筋の上に鉄筋受架台を組み、その上に上端筋を配筋する。鉄筋は下端筋・上端筋共、直交方向に格子状に配筋され、2段もしくは3段に配筋している。

スクイズ継手は上端筋に採用しており、概ね1 m以上の間隔をとって千鳥配置で配置している。

スクイズ継手の施工は、鉄筋工が鉄筋を所定位置に配置した後、鉄筋継手メーカーが行う技術講習を受講した技術者が締付機（圧着機械）による締付け作業を行うこととしている。

なお、申告者は同技術講習を受講していないため、締付け作業を行うことはできない。

以下に、タービン建物基礎スラブ上端筋の組立状況を示す。

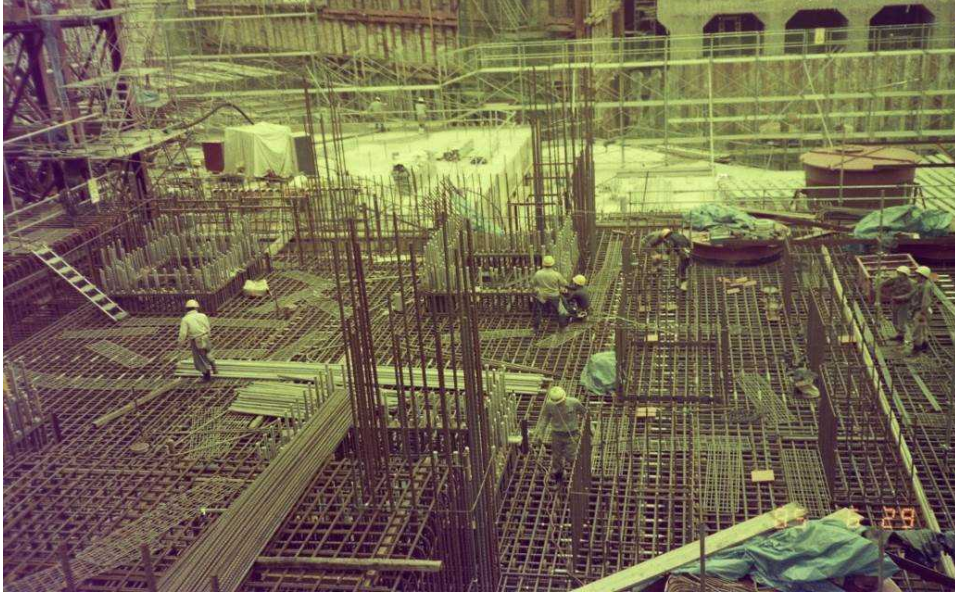


写真3 タービン建物基礎スラブ上端筋配筋状況

(3) 機械式継手の検査

タービン建物基礎スラブの配筋検査は、「島根原子力発電所第2号機 建設記録」(中国電力)他によると、工区毎に工事の進捗に合わせて実施しており、請負者が鉄筋について鉄筋径は全数、ピッチは抜き取り検査を、スクイズ継手については圧着径・圧着位置の全数検査を行い、さらに電力による抜き取り検査を実施している。なお、締付け後のスリーブには締付け跡が残るため、締付けの有無は明確に判別できる。

タービン建物基礎スラブの配筋検査状況を以下に示す。



写真4 配筋検査状況

タービン建物基礎スラブは工事計画書記載設備ではないため、使用前検査成績書（生体しゃへい装置）には基礎スラブに関する検査記録はないが、「島根原子力発電所第2号機 建設記録」（中国電力）他には、検査を実施したとの記載がある。ただし、その検査記録は、社内規定「文書保存期間表」（中国電力）に基づき、保存期間（3年）の満了後、一部を除き適切に処分している。

（4）結論

以上のことから、検査記録は残存していないものの、工事記録および配筋検査状況写真によれば、スクイズ継手は適切に施工・検査を行っており、その機能は問題ないものとする。

なお、タービン建物は、耐震設計上の重要度Bクラスであるが、安全上重要な設備（耐震設計上の重要度Asクラス、Aクラス設備）を間接支持しているため、その基礎スラブは余裕をみた耐震設計を行っている。

以 上