

AMP307 水管理システム構造物(2023 年版)

プログラムの概要

この経年劣化管理プログラムは、原子炉プラント (NPPs) の非常用冷却水システムまたは洪水防止システムに関連する水管理システムに関わる構造物の供用期間中検査のガイダンスを提供する。これらのシステムは、堤防、ダム、斜面、運河及び関連施設、堤防、放水路、擁壁、冷却塔の取水口及び放水口構造などの様々な項目から構成される。水管理システム構造物のコンクリート部分は、耐荷重部品としても機能する。

経年劣化メカニズムへの悪影響 (環境) と、これらの構造物が容易に検査できないという事実の両方から、水そのものの影響に関して注意深く対処しなければならない。土工の時間挙動は特に重要であり、浸透、沈下浸食、土砂堆積、地盤変動、有害腐食の検出を目的とした専用の監視プログラムによって調査される。水管理システム構造物のコンクリート部分では、腐食、浸出、凍結、アルカリ骨材反応／アルカリシリカ反応など、いくつかの経年劣化メカニズムが存在する[1-4]。

水管理システム構造物の定期的な点検、モニタリング、維持管理プログラムは、経年劣化を適時に防止するまたは軽減する役割を果たすため、重要である。このプログラムは、定期点検、沈下測定、地下水位の記録、工学的データの集計、技術的評価に基づいている。冷却塔、擁壁、液中コンクリート構造物など、特定の構造物については、追加検査が必要な場合がある。

恒久的に水と接触しない構造物の部分 (ポンプハウスの乾部) については、AMP318 と AMP319 が適用され、水管理システム構造物であってもコンクリートの膨張反応が生じる場合には AMP312 が適用される。

水管理システム構造物には、立ち入ることができない部分もある。そのような部分には AMP324 が適用される。

ダムについては、その高さや容量によって、国の規制に基づいて追加検査が行われる場合がある。

評価と技術的根拠

1. 経年劣化の理解に基づく管理プログラムの適用範囲:

この経年劣化管理プログラムは、安全上重要な水管理システム (海や河川など) に関連する構造物に適用される。この AMP で考慮する水管理システム構造物には、堤防構造物、堤防、ダム及び関連施設、放水路及びその他の放流構造物、擁壁、ポンプステーションの液中部分、取水口及び放水口構造物、恒久的に満水となるトンネル又は坑道、貯水池、水路及び運河などが含まれるが、これらに限定されるものではない。冷却塔は、プラントの安全性を脅かす可能性がある場合、すなわち安全構造が崩壊した場合は直接的に、あるいは放出された水が他の建物や外部設備の浸水に有害な影響を及ぼす可能性がある場合は間接的に、対象範囲に含めることができる。プログラムの適用範囲には、水管理システム構造物に関連する構造用鋼材や構造用ボルト、堤防や水路斜面の安定に必要な鋼材や木杭、シート、金属製水門や水門、ゴミ棚などの雑鋼材も含まれる。この AMP と AMP318 及び AMP319 (コンクリート、鋼材と定着部) の適用範囲の相違は理解されなければならない、それは通常運転時の水の存在に基づいている。とはいえ、コンクリートの膨張反応については、どのような環境条件でも

AMP312 が適用される。本プログラムの適用範囲内の被覆構造物 (シラン含浸など) は、目視検査される。

対象範囲内の SSC における生物付着による流れの阻害は、AMP124 で管理される。

本プログラム適用範囲に含まれる構造物の塗装の劣化が、その構造物の安全機能に影響を及ぼす可能性がある場合、モニタリングプログラムが塗装のモニタリングと保全に対処する。

2. 経年劣化を最小化し管理するための予防措置:

これは状態監視プログラムである。このプログラムには予防措置も含まれる。経年劣化を防止するために、以下のようなアクションを実施することができる。

- 定着部に塗布する潤滑剤、及び／又は、シーラント
- タイロッドの腐食防止
- 土砂の堆積を抑制する (分水による) ための海や河川へのリップラップの設置
- 水の浸入を防ぐためのシーリング材
- 塩化物含有量の高い水が構造物に浸入するのを防ぐための含浸剤
- 腐食やコンクリートの経年劣化を防ぐための塗装
- 灌木の除去、または堤防上の植物成長の制限
- 堤防やアースダム上の埋没動物の除去
- 鉄筋やその他の鋼製部品の腐食を防止するための陽極防食システム[5-6]
- 構造物用ボルトの健全性を確保するための、ボルト材料、潤滑剤、適切な取り付けトルク力または高強度ボルトの引張亀裂の適切な選択[7-8]

3. 経年劣化の検出:

水管理システム構造物の経年劣化メカニズムには、強度低下、材料損失、結合の損失、亀裂、材料特性の変化、膨張、剥離、空隙率や透水性の増加などがある。例えばコンクリート構造物では、ボルト予圧の損失、鋼材の腐食、土構造物ではエラストマーシーラントのシール機能や形状損失などがある。

この AMP では、水管理システム構造物の検査は、この種の施設の調査、設計、建設、運用に携わる有資格者の指示の下で実施されることを規定している。目視検査は、主に水管理システム構造物の劣化を検出するために適用される。場合によっては、水管理システム構造物の挙動を測定するための機器が設置されている。利用可能な記録や設置された計器の測定値を確認し、劣化を示す異常な性能や障害を検出する。液中区域では、例えば鉄筋の腐食など目視以外の劣化を検出するため、目視検査を非破壊検査や破壊検査で補完することもある。

各構造物／経年劣化の組み合わせについて、モニタリングまたは検査されるパラメータは、構造物、構造物部品、または実際の製品に依存する。モニタリングまたは検査されるパラメータは、民間規格・基準[1-2,9-12]及びガイドライン[13,16]に適合したものであり、また業界やプラント特有の運転経験を考慮し、評価には季節変動も取り入れる。

アクセス不可能な区域の劣化の存在を示唆する、又は劣化を引き起こす可能性のある状況がアクセス可能な区域にある場合には、AMP324 を考慮すべきである。

非腐食性の原水及び地下水／土壌（例えば、いくつかの国では、 $\text{pH} > 5.5$ 、塩化物 $< 500\text{ppm}$ 、硫酸塩 $< 1500\text{ppm}$ ）を有するプラントについては、プログラムは以下を要求している。

- (a) アクセス不可能な区域の劣化の存在を示唆する、又は劣化を引き起こす可能性のある状況がアクセス可能な区域にある場合、許容性を評価する。
- (b) 何らかの理由で掘削された地下コンクリート露出部の代表サンプルの検査をする。液中コンクリート構造物は、干潮の期間中、または脱水されアクセス可能になったときに検査される。

腐食性環境原水（ $\text{pH} < 5.5$ 、塩化物 $> 500\text{ppm}$ 、硫酸塩 $> 1500\text{ppm}$ ）、または地下水／土壌、及び／又は、コンクリート構造部位が劣化しているプラントについては、長期運転期間中のコンクリートの経年劣化を管理するために、劣化の程度を考慮したプラント特有 AMP が実施される。検査周期は、検査される事象に応じて、土壌や構造物の状態に適合させる（例えば、土砂堆積では 1 年、全体検査では 5 年、特定の沈下測定や液中検査では最大 10 年）。

参考文献[1]では、地下水モニタリングに適した頻度として 5 年が示されている。しかし、季節変動はプラントごとに考慮される。すべての植物が地下水の化学的性質に季節変動を経験する可能性があり、サンプリングはその可能性のある変動を特定するために使用される。

典型的な水管理システム構造物のガイドラインとして使用できる、いくつかの関連例を以下に示す。各地域のプラント特有の条件と規制要件が、各検査プログラムの適用範囲を決定する。

- 擁壁：

大きな擁壁（コンクリートまたは鋼製）については、壁の頂部の動きを測定し、傾向分析を行う。

シートパイル擁壁の場合、代表的なサンプリングに基づいて、湿潤と乾燥が交互に繰り返される領域で鋼材の厚さ測定が実施されることがある。定着部タイロッドは、すべての場所において過度の腐食または他の劣化メカニズムの存在を確認するために、目視で検査することができる。

- 堤防とダム

土工の沈下量の測定は、土の動きを特徴付けることができる典型的な地点で実施することができる。土工の巨大構造物を検査し、あらゆる異常現象を地形測定で特徴付ける。このような構造物の動きは、軸方向変位、回転、内部変形に分解して分析することができる。斜面の安定性が検査される。また、浸食の危険性、波浪の防止、その他の現況機能など、必要に応じて斜面保護も検査される。

堤防やダムの浸みだしは目視で検出し、傾向分析が行われる。光ファイバーセンサーを使用すれば、地温の測定に基づいて漏水を検出できる。大規模な検出には、長い堤防をカバーするために赤外線カメラを使用することができる。

排水システムは、放流水が基材を運んでいないか、またシステムが設計通りに機能しているかをチェックするために検査される。

継ぎ目のシール材は、異常な動きや破損、漏えいの兆候を判断するため、検査される。

- 放水路、取水口または放流口のコンクリート工事、及びその他のコンクリート構造物

コンクリート表面は、亀裂、腐食、浸透、異常なたわみやずれを検出するために検査される。継ぎ目のシーリングが設計通りの機能を果たせるか検査する。通水部の機能をチェックする。液中コンクリート部分は、許容基準を超える劣化（特に鉄筋腐食に注意）を確認するため検査される。この検査は、NDTを使用するか、コンクリートの空隙や過度に腐食した鉄筋を検出するために鉄筋 (DT) を物理的に露出させ目視で行うことができる。

- 取水桙

土砂の堆積は、水が安全機能のために許容できる濁度でプラントネットワークに流入できるかをチェックするために測定される。このリスクに対処するため、沈殿物の測定頻度は1年間隔、または必要に応じてそれ以上の頻度とすることもある。

- 冷却塔

冷却塔の沈下は、定期的に測定することができる。シェル形状の歪みは、有害な移動が発生していないことを確認するためにチェックされる。写真測量測定は、理論形状または初期形状との比較を可能にする関連技術である。冷却塔は、コンクリートや鋼鉄の経年劣化を促進する湿度と熱サイクルの両方に曝されるため、これら2つの測定は、亀裂や腐食の検出によって補完される可能性もある。

- ボルトと定着部

このプログラムは、ボルト接合部の材料損失、ボルトとナットの緩み、その他の予圧損失を示す状態のモニタリングを要求するように規定されている。応力腐食割れ (SCC) の影響を受けやすい高強度構造用ボルト (実測降伏強度が 150ksi または 1,034MPa 以上) は、SCC の有無を監視する。その他の構造用ボルトや定着部ボルトは、材料損失、ナットの緩みや欠落、定着部ボルト周辺のコンクリートの亀裂を監視する。定着部ボルトのチェックの例と、検出すべき不適切な状態の兆候 (caveats) は、参考文献[15]に記載されている。これには、定着部ボルト、ナット、基礎プレート、下地グラウト (ある場合) の状態、必要なボルトトルク、周辺のコンクリートの状態などが含まれる。

- 共通の推奨事項

大洪水、地震、ハリケーン、竜巻、局地的な激しい降雨などの重大な自然現象が発生した直後に、さらに特別な検査を実施することが推奨される。

このプログラムの有資格者は、構造物に接触する水の代表的な場所からサンプリングされた原水と地下水の化学的性質を評価する。

沈下抑制のために脱水システムに依存している場合は、その後の長期間の運転期間中、脱水システムの継続的な機能を確認するために、さらなる評価を行うことが推奨される。

地下水の浸透またはコンクリートの貫通漏えいの兆候がある場合には、経年劣化の影響が評価される。これには、工学的評価、より頻繁な検査、コンクリートの pH レベルを含むコンクリート特性を検証するためコンクリート影響部の破壊試験が含まれる。漏水量が許せば、水中のミネラル、塩化物、硫酸塩、鉄分とともに、漏水 pH の分析が評価に含まれることもある。

4. 経年劣化のモニタリングと傾向分析:

水管理システム構造物は、測定されたパラメータと定期検査によって監視される。土砂の沈下、活性な亀裂の成長、腐食の程度など、事前の検査で著しい劣化が見られた箇所の変化は、

その変化がもはや起こっていないことが明らかになるまで、あるいは国の規制に準拠して是正措置が実施されるまで、傾向分析される。

構造物の種類に応じて、数多くのパラメータを監視することができる。以下にいくつかの例を挙げる。

土工の場合、これらのパラメータは以下の通りである。

- 沈下
- 斜面または埋め戻し傾斜
- 排水の流れ
- 地下水位

コンクリート構造物の場合

- 沈下
- 傾斜
- 鉄筋の腐食
- 亀裂部分

土留め鋼板の場合

- 鋼板の厚さ

取水柵の場合

- 土砂の厚さ

コンクリートダムの場合

- コンクリートのひずみ

5. 経年劣化の緩和:

本 AMP は状態監視プログラムであり、経年劣化の影響を緩和するための一般的な推奨は含んでいない。しかし、構造物や部品に許容基準を超える劣化が検出される場合、詳細なモニタリングと傾向分析、及び劣化の根本原因を緩和するための構造解析に基づいて、プラント特有の対策を特定することができる。堤防の気密性を容易に修復できない漏水に対する典型的な緩和措置は、土工事の安定性を維持または向上させることができる排水システムである (このような改造は、基材の浸食によるリスクを抑制するために、水管理土工事の専門技術者によって設計される)。

6. 許容基準:

構造物モニタリングプログラムでは、意図された機能が失われる前に是正措置が特定され、実施されることを確実にするために、各構造物／経年劣化に関して選択された許容基準に基づいて、資格を有する技術者が結果を評価することが求められている。

この基準は、各国の民間規格・基準、慣行、及び業界とプラント運転経験を考慮し該当する設計基準の規格に基づいて構築される。一般に、土構造物の場合、設計データがあればそれを

検討し、水管理構造物の地盤工学的側面を専門とする技術者が介入することが、許容基準を評価するために必要なステップである。例えば、地下水位が現在の水位より著しく上昇した場合（他の類似地点の同時刻の測定に基づく）、これはこの上昇要因を理解するためにさらなる調査が必要な警告基準である。同様に、排水システムにおける堤防の著しい漏水や浸食された基材がある場合、調査と是正措置が必要である。沈下測定結果は、不確実性を考慮した上で、地盤工学的予測と比較する必要がある。

例えば、ACI349.3R-18[1]の第 5 章に規定されている評価基準は、観察された経年劣化との妥当性を判断するための許容基準（定量的基準を含む）を提供し、さらなる評価のための基準を規定している。

ボルト・ナットの緩み、高強度ボルトの亀裂、パイルとシートの劣化は、工学的評価のために検査され、是正措置の対象となる。工学的評価は文書化され、RCSC 仕様書[12]、RCC-CW AFCEN-2019[11]、プラントの現状許認可基盤で参照されている規格、仕様書、基準に基づいている。欧州規格 EN 1504-9[14]は、許容基準を満たすことができない場合に必要となる状態評価の例である。

7. 是正措置:

この AMP は、検査の結果、正常な設計状態から著しい変化が生じていることを示す場合、その状態を評価することを推奨している。これには、損傷または異常状態の原因の技術的評価、構造物の挙動または動きの評価、及び是正措置または緩和措置の推奨が含まれる。

典型的な是正措置は次のようなものである:

- 一時的なものから確定的なものまで、適切な処置によって実施される堤防の漏水止め（許容基準以下）
- 障害となった排水システムの除去、または新しい排水システムの建設
- 沈下傾向が許容基準を超える場合における、土砂の注入
- 矢板の補強（厚さが過度に減少した場合）
- 様々な持続可能な技術によるコンクリートや鉄骨構造物の補強
- 堆積土砂の浚渫
- 腐食が進行した定着部の交換
- 塩化物によって劣化したコンクリートの交換
- 犠牲的または感電的カソード保護システムの設置

8. 運転経験のフィードバックと研究開発結果のフィードバック:

本 AMP は、業界全体の一般的経験に対応する。関連するプラント特有の運転経験は、AMP がプラントにとって適切であることを確証するために、プラントの AMP の開発において考慮される。プラント、業界全体の運転経験及び研究開発（R&D）結果を定期的に評価するためのフィードバックプロセスをプラントが実施し、必要に応じて、プラント AMP を修正するか、又は経年劣化管理の継続的な有効性を確保するための追加措置（例えば、プラント特有 AMP を新たに開発する）をとる。

外部での運転経験の適切な情報源は、原子炉プラントにおけるコンクリート構造物の経年劣化管理、IAEA 原子力シリーズ No.NP-T-3.5、2016[17]である。

米国では、NRC AMP XI.S7[4]及び RG 1.127[13]プログラムを通じて、多くの原子力プラントで水管理構造物の劣化が検出されており、場合によっては改善措置が必要となっている。NRC NUREG-1522[18]は、沿岸発電所の取水構造物やポンプハウスで深刻に劣化した鋼やコンクリート部品の事例と是正措置について記述している。NUREG に記述された他の劣化には、放水路ゲートからの顕著な漏えい、コンクリートの亀裂、プラントのダムと冷却水路の放水路橋梁座の腐食、別のプラントでのアウトフォール構造の顕著な差動沈下が含まれる。このような事態が発生しても、意図した機能が失われることはなかった。

ヨーロッパでは、海に面したプラントで重要な経験があり、例えば、矢板や放水路の経年劣化のために今回と同様の AMP を用いた是正措置が定期的に行われている。フランスでは、鉄筋腐食による冷却塔の早期倒壊が確認されている（強風の影響なし）。

スウェーデンでは、海水飛沫域（トンネル出入口、立坑）において、塩化物腐食に起因するコンクリートの過度の剥落や亀裂によるコンクリート損傷が多数観察されている[19]。飛沫帯では、鉄筋の腐食に起因する劣化の兆候を検出することは一般に容易である。液中域では、腐食の兆候を目視で検出することは困難である。海水液中区域では、鉄筋が完全に腐食し、コンクリート表面に亀裂や剥落の兆候が見られないケースもある[19]。過去 10~15 年にわたり、是正措置と補修が実施されてきた。

この AMP に関連する研究開発の適切な情報源は以下の通りである：

熱溶射犠牲亜鉛陽極によるコンクリート構造物のカソード保護、ENERGIFORSK 研究開発が報告された[20]。要約すると、研究開発プロジェクトで実施されたすべての調査により、熱溶射亜鉛によるコンクリート構造物のカソード防食は、亜鉛層がコンクリート表面に残っている限り、十分なカソード防食を有することが示された。

様々な水分と塩化物レベルにおけるコンクリート中の鋼材の腐食、ENERGIFORSK 研究開発が報告された[21]。同研究では、塩化物を含むモルタルで鋳造した鋼材の試料を、さまざまな水分条件に曝した。水分条件は、一定の相対湿度での静的条件と、相対湿度が 75%から 100%の間で変化する動的条件のいずれが設定された。腐食の開始を引き起こす最も低い塩化物濃度は、セメントの質量に対して 1%Cl であり、97%RH に暴露したサンプルについて測定された。97%RH より高い、あるいは低い湿度条件では、腐食速度が低かった。動的水分条件に曝した試料では、腐食を開始する最も低い塩化物濃度は、セメント質量に対して 0.6%Cl であった。これらの結果から、静的条件では、塩化物の閾値レベルはセメントの質量に対して 1%Cl より低く、動的条件では、さらに低い塩化物濃度でも腐食が始まることが示唆された。

原子炉プラントのコンクリート用撥水剤については、ENERGIFORSK の研究開発報告書[22]で議論されている。この報告書は、原子炉プラントの水路内に撥水剤の使用が有益な領域があるか、またその方法を使用することが可能かどうか明確にすることに答えるために設計された予備的研究を紹介している。この報告書では、処理を成功させるための重要な要素を列挙し、進行中の劣化メカニズムに関して構造物の状態を知ることの重要性も示している。加圧下での撥水处理機能の加速実験では、この方法が深さ 10m で塩化物バリアとして有効であることが示された。塩化物イオンの濃度は、処理されたサンプルでは著しく低く、道路環境などで通常見られるものと同等であり、70~80%以上減少していることがわかった。水路のコンクリート中の水分測定と、いくつかの水路の材料分析から、原子炉プラントの水路の一部は、排水時に乾燥させることが可能であり、その大部分は処理も可能であることが示された。水路の検査から、撥水处理によってコンクリート中の水分レベルを下げることは不可能であることがわかった。あ

るいは、水分が多すぎて撥水剤が浸透しにくい環境では、例えば吹付けコンクリートに疎水性添加剤を使用することもできる。

コンクリートに対する塩分の影響、化学的及び物理的影響については、ENERGIFORSK (旧 ELFORSK) の報告書[23]で議論されている。活性化、すなわちコンクリート中のどの成分が攻撃されるかは、純粋に化学的なものかもしれない。また、塩霜害や結晶成長など、純粋に物理的な場合もある。これら2つのタイプの活性化の存在に関して、この報告書で説明されている。

海洋構造物の劣化の主な原因は、海水からの塩化物イオンの浸入であり、これはやがて鉄筋腐食を引き起こす。国によっては、潮汐の変動が非常に小さく、その結果、海水飛沫域は基本的に高水分率状態が継続することもある(つまり、有意な乾燥期間がない)。これは酸素の浸入を抑制し、腐食リスクを低減する。液中構造物は通常、酸素レベルが低いため、鉄筋腐食のリスクは低い。しかし、コンクリートの品質が悪い場合(水セメント比が高い、抵抗率が低いなど)、水上と水中の鉄筋の間にマクロセルが生じることがある。水上の鉄筋材は大気中の酸素を受け取り、液中アノード鉄筋材の腐食プロセスを促進する。

海洋環境に近い場所にある冷却塔は、活性な海水を冷却に使用するため、劣化が発生する可能性がある。活性な水と活性な環境を区別するのは難しい場合もある。しかし、沿岸地域に位置する冷却塔は、シェルの外側(活性な水と接触していない)で深刻な劣化を示すことが多い。取水構造物や湖水や海水に曝される構造物は、主に海水の腐食性水による劣化を受ける[24]。

スウェーデンの海洋環境における橋脚のポテンシャルマッピングの結果は、測定された塩化物含有量と観測された半セルポテンシャルとの間に直線的な関係がある可能性を示している[25]。

9. 品質管理:

SSG-48[27]に沿って、IGALL 安全報告書の 4.9 項では、(a) 管理統制、(b) 安全分析報告書の補足、(c) パフォーマンス指標、(d) 確認(検証)プロセス、(e) データ収集と記録保持、これらの観点からこの属性に期待される内容に関する一般的な情報を提供している[28]。さらなるガイダンスは SSG61 の Paras 3.13.16-3.13.17 の安全解析報告書の補足[29]、GS-G-3.1 の確認プロセス(予防措置については Paras 6.76-6.77、是正措置については Paras 6.66-6.75)にあり[30]、SRS No.106 の第 2 章には経年劣化管理のためのデータ収集と記録保存に関するグッドプラクティスが記載されている[31]。

この AMP の有効性を評価するために、運用組織によってパフォーマンス指標が開発され使用されている。パフォーマンス指標は、定量的(客観的に測定できるもの)または定性的(特定の事前に決定された基準に照らして時間の経過に伴い変化するが、列挙は含まない測定)のいずれかである。

定性的指標 1

定義 検査プログラムの履行

説明: 実際に行われた検査とプログラムで要求されている検査の比率。

References

- [1] AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, Evaluation of Existing Nuclear Safety-Related Concrete Structures, ACI 349.3R-18, ACI, January 2018.
- [2] ACI. ACI Standard 201.1R-08, “Guide for Conducting a Visual Inspection of Concrete in Service.” Farmington Hills, Michigan: American Concrete Institute, 2008.
- [3] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, NUREG-1800 Rev 2, Standard Review Plan for Review of License Renewal Applications for Nuclear Power Plants, USNRC, 2010.
- [4] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, NUREG-1801Rev 2, Generic Aging Lessons Learned (GALL) Report, USNRC, 2010.
- [5] EUROPEAN STANDARD, EN 1504-2:2004, Products and systems for the protection and repair of concrete structures – Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity – Part 2: Surface protection systems for concrete, 2004.
- [6] EUROPEAN STANDARD, EN 1504-7:2006, Products and systems for the protection and repair of concrete structures – Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity – Part 7: Reinforcement corrosion protection, 2006.
- [7] ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, EPRI TR-104213, “Bolted Joint Maintenance & Application Guide.” Palo Alto, California, December, 1995.
- [8] ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, EPRI NP-5067, “Good Bolting Practices, A Reference Manual for Nuclear Power Plant Maintenance Personnel.” Volume 1: Large Bolt Manual, 1987; Volume 2: Small Bolts and Threaded Fasteners. Palo Alto, California: Electric Power Research Institute, 1990.
- [9] AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION, Specification for Steel Buildings, AISC, Chicago, Illinois, 2010.
- [10] AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS, SEI/ASCE 11-99, “Guideline for Structural Condition Assessment of Existing Buildings.” Reston, Virginia, 2000.
- [11] AFCEN, RCC-CW Rules for Design and Construction of PWR Nuclear Civil Works, 2019 Edition.
- [12] RESEARCH COUNCIL ON STRUCTURAL CONNECTIONS, Specification for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts, RCSC, 2004.
- [13] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, NRC Regulatory Guide 1.127, Inspection of Water-Control Structures Associated with Nuclear Power Plants, Revision 2, USNRC, February, 2016.
- [14] EUROPEAN STANDARD, EN 1504-9:2008, Products and systems for the protection and repair of concrete structures – Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity – Part 9: General principles for the use of products and systems, 2008.
- [15] Seismic Quality Utility Group, Generic Implementation Procedure (GIP) for Seismic Verification of Nuclear Plant Equipment, SQUG GIP-3A, USA, 2001.
- [16] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, NRC Regulatory Guide 1.160, Rev. 4, Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants, USNRC, August 2018.
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Ageing Management of Concrete Structures in Nuclear Power Plants, IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-3.5, 2016.

- [18] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, NUREG-1522, Assessment of In-service Conditions of Safety-Related Nuclear Plant Structures, USNRC, June 1995.
- [19] ENERGIFORSK, REPORT 2015:161, Reparationsmetoder för Kärnkraftsindustrin (repair methods for the Nuclear industry), ISBN 978-91-7673-161-1, 2015.
- [20] ENERGIFORSK, REPORT 2015:134, Katodiskt skydd av betongkonstruktioner, termiskt sprutade offeranoder av zink (Cathodic protection of concrete structures with thermally sprayed sacrificial zinc anodes), ISBN 978-91-7673-134-5, 2015.
- [21] ENERGIFORSK, REPORT 2015:133, Corrosion of steel in concrete at various moisture and chloride levels, ISBN 978-91-7673-133-8, 2015.
- [22] ENERGIFORSK, REPORT 2016:283, Vattenavvisande impregnering av betong i kärnkraftsmiljö (Water repellent agents for concrete in Nuclear Power Plants), ISBN 97891-7673-283-0, 2016.
- [23] ELFORSK, REPORT 12:29, Inverkan av salter på betong, kemisk och fysikalisk påverkan (The effect of salts on concrete, chemical and physical impact), 2011
- [24] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Energy Series No. NP-T-3.5, “Ageing Management of Concrete Structures in Nuclear Power Plants” Vienna, Austria, 2016.
- [25] INGVARSSON, H., Non-destructive Condition Assessment of Concrete, Monitoring of Large Structures and Assessment of their Safety, International Association for Bridge and Structural Engineering, Zurich (1987) 65–81.
- [26] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, 10 CFR Part 50, Appendix B, Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants, Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration, USNRC, Latest Edition.
- [27] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Ageing Management and Development of a Programme for Long Term Operation of Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards, Specific Safety Guide No. SSG-48, IAEA, Vienna, 2018.
- [28] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Ageing Management for Nuclear Power Plants: International Generic Ageing Lessons Learned (IGALL), IAEA Safety Reports Series No. 82 (Rev. 2), IAEA, Vienna, Preprint.
- [29] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Format and Contents of Safety Analysis Reports of NPPs, Specific Safety Guide, Safety Standards Series No. SSG-61, IAEA, Vienna, 2021.
- [30] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Application of Management System for Facilities and Activities, Safety Guide, Safety Standards Series No. GS-G3.1, IAEA, Vienna, 2006.
- [31] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Ageing Management and Long Term Operation of Nuclear Power Plants: Data Management, Scope Setting, Plant Programmes and Documentation, Safety Reports Series No.106, IAEA, Vienna, 2022.