



「コンクリート構造診断士」とは、プレストレストコンクリート工学会により認定される技術者資格です。コンクリート構造診断士に期待される役割は、既設の鉄筋コンクリート構造物やプレストレストコンクリート構造物に対して、力学的・構造的な診断や評価を実施し、当該構造物の適切な補修・補強、あるいは維持管理の手法を提示することです。

このコーナーでは、こうしたコンクリート構造診断士の活動を紹介するため、資格登録更新時に提出される研修報告書のなかから、とくに一般の読者にも有益な情報を与えるとして選出された事例を掲載します。

運用開始後 40 年経過した PC 構造の 調圧水槽に関する健全性調査報告



株式会社日本ピーエス 顧問
原 幹 夫



写真 - 1 調圧水槽全容

1. はじめに

運用開始から 40 年経過した水力発電所調圧水槽の健全度評価の業務の調査計画の作成および計測業務の指導を行った。対象の調圧水槽は地下部分が鉄筋コンクリート構造、地上部分がプレストレストコンクリート（以下、PC と称す）構造であり、地上部構造高が 55 m と国内最大規模の水力発電所調圧水槽である。この調圧水槽は、標高 850 m と比較的高い山頂に立地し、冬季の最低気温は -20℃ に達するような過酷な環境下にあることから、健全度評価のため、大きくコンクリートそのものの健全度調査と PC 鋼材の健全度調査の 2 つの視点で計画した。本稿では、これらの調査結果のまとめについて報告する。

2. 調査内容

調圧水槽が運用中であることを考慮し、非破壊および微破壊にて調査を行った。また、調査用の足場は設けず、既設の昇降階段を利用して行うこととした。調査内容、調査フローを図 - 1 に示す。

調査は写真 - 1 に示す上部・中部・下部のそれぞれの調査箇所にて行った。

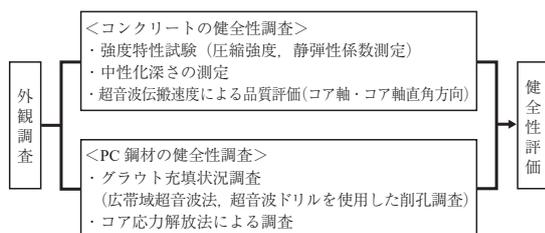


図 - 1 調査内容、調査フロー

3. 調査結果

3.1 外観調査

水槽外面にはコンクリート塗装を施してあるが、約 40 年が経過していることもあり、劣化（膜厚の減少）が進行していた。また、打継部周辺には水平方向のひび割れがみられたが、微細なものであり、本調圧水槽の耐久性に大きな影響をおよぼすものではないと判断できる状態であった。

3.2 強度特性試験

圧縮強度の平均値は 65.4 N/mm² であり、設計基準強度 (350 kg/cm²) を大きく上回った。また、静弾性係数については、平均で 3.57 × 10⁴ N/mm² であり、コンクリート標準示方書【設計編】に記載されている圧縮強度と静弾性係数の関係に整合した値となった。

3.3 超音波伝搬速度による品質評価

超音波は採取したコアに対し、透過法で測定を行い、得られた伝搬速度より品質の評価を行っている。評価については、ASTM にて提案されている評価基準に基づいて行うこととした。その結果、いずれの測定結果も『良』以上に

分類され、本調圧水槽の密実性は、40年経っても維持されていると考えられる。また、コア表面から深さ方向に20mm刻みで超音波伝搬速度の測定を行い、表面側と中心側の結果を比較することで、凍害の影響を確認した。その結果、ほとんどのコアで、中心側に比べ表面側の速度が数%程度遅い傾向がみられたことから、表面より深さ20~40mm程度までは、若干凍害の影響を受けている可能性があるものの、超音波伝搬速度が4000m/s以上であることから、現状では、凍害による劣化は少ないと推測される。

3.4 中性化試験結果

中性化深さは最大でも1mm程度であり、ほとんど中性化は認められなかった。コンクリート表面の塗装がなされていたことや、気温は低いものの山中で環境が良好であったため進行が小さかったことに加え、最小かぶり厚が100mmあることから、中性化の影響はないと推察される。

3.5 グラウト充填状況調査結果

円周方向では、各部位(上部、中部、下部)に対し、2本ずつ、計6本6箇所で広帯域超音波法によるグラウト充填調査を行い、すべての調査箇所で○判定(充填)となった。さらに、広帯域超音波法によるグラウト充填調査を行った6箇所のうち3箇所を削孔によるグラウト充填調査を行った結果、すべての箇所がグラウトが充填されていた。

鉛直方向では、4本のPC鋼棒に対し、上下2箇所ずつ計8箇所と同様の調査を行った。その結果、4本のうち1本は上、下とも○判定だったが、残りの3本は上、下どちらかで△判定(充填と充填不足の両特性が見られる状態)となった。さらに、広帯域超音波法によるグラウト充填調査を行った8箇所のうち5箇所を削孔調査によるグラウト充填調査を行った。その結果、5箇所のうち3箇所(4本のうち2本)で充填不足箇所がみられた。しかし、約40

年経過しているにもかかわらず、表面の点錆程度の腐食状況であったことから、早急に構造物の健全性に影響を与えるものではないと考えられる。

3.6 コア応力解放法による調査結果

円周方向および鉛直方向の応力推定を行うため、コア切込みによる残存プレストレス推定手法により有効プレストレスの推定を行った。本手法はプレストレスが1方向にのみ作用していることが適用条件となっているが、本調圧水槽では、円周方向および鉛直方向の2方向にプレストレスが作用している。そこで、グラウト充填率が100%であった円周方向において、プレストレスが設計値とおり作用していると仮定することにより、鉛直方向の残存プレストレスの推定を行った。

円周方向のプレストレスが設計値とおり作用しているとして推定した鉛直方向の有効プレストレスは2.51N/mm²であり、設計値(1.7N/mm²)より約0.8N/mm²大きい結果となった。ただし、この差については、本手法の計算誤差を考慮すれば妥当な範囲であると考えられ、推定結果の+傾向を定性的にとらえれば、緊張力の減少はないと推察される。

4. おわりに

コンクリートの健全性調査およびPC鋼材の健全性調査結果より、本調圧水槽は、約40年が経過した現在においても当初の性能が維持されていると推察される。

なお、今回の調査によってグラウトの充填不足箇所も確認されていることから、今後の日常点検、定期点検などにおいて新たな外観の変状などに注視していくことが必要である。

また、今回の調査では適用範囲が広い広帯域超音波法を採用したが、壁厚やかぶりによっては調査できない部分もあった。健全性評価の精度向上を目指すためにも、非破壊調査のさらなる適用範囲拡大を図っていきたいと考えている。

【2019年10月7日受付】



写真-2 調査状況 (a)広帯域超音波法・(b)削孔調査



新刊案内

コンクリート構造診断技術 コンクリート構造診断技術講習テキスト

2020年1月(CD-R版)

定価 7,700円(税込) / 送料 300円

公益社団法人 プレストレストコンクリート工学会