

VI-5 導水路トンネルの実態調査結果について

東北電力株式会社 正 員 ○ 斎藤 裕
東北電力株式会社 正 員 阿部 壽

1. はじめに

当社の所有する211 個所の水力発電所のうち195 個所が導水路を有し、全長640Km におよぶ。一方、導水路の事故で発電所が停止した回数は過去10年間平均で1.0 回／年であり、最近2 年間は、全く発生していない。しかし、より一層の設備利用率の向上を図るため、調査・改修の合理化を図る必要があり、健全度評価診断手法の確立に努めている。ここでは、その基礎資料として取り纏めた導水路実態調査データの分析結果に基づき導水路トンネルの実態を把握し、調査法の改善を行ったので以下報告するものである。

2. 分析内容

当社では、毎年約30個所の発電所について導水路の実態調査を実施している。本分析は既にデータの整理されている139 個所の発電所について無圧式導水路トンネルの巻立コンクリートの巻厚、圧縮強度（一軸圧縮試験およびシュミットロックハンマーによる）、中性化の深さおよび巻立コンクリート背後の空隙の4 項目について統計処理を行ったものである。

3. 分析結果

(1) 巻立コンクリートの巻厚

施工厚の設計厚に対する比率の平均は図-1 に示す通りアーチ0.71、側壁1.03、敷0.79であり、予想より良い結果となっている。アーチの比率と発電所の運用年の間には図-2 の通り相関は見られず、この傾向は側壁および敷でも同様である。施工法が進歩し、年毎に巻厚も設計厚が確保されてきていると思われるが、その傾向は見られない。施工厚の分布は図-3 の通りバラツキが大きく、応力検討等を行う場合、平均値で代表させることは難しいと言える。

(2) 一軸圧縮強度

一軸圧縮強度は図-4 の通りかなり大きな値を示しているが、バラツキは大きく、応力検討等を行う場合個々の場所で測定する必要がある。また、側壁の強度と経年の間には図-5 の通り相関は見られず、この傾向はアーチおよび敷でも同様である。したがって、クラック等が発生している個所を除いて、20～30年という範囲では、構造物は古くなくても十分強度を持っているとともに、測定をたびたび実施する必要のないことを示している。

(3) シュミットロックハンマーによる圧縮強度

非破壊で経費が安いことから、シュミットロックハンマーによる圧縮強度測定を実施していたが、ほぼ同一個所で

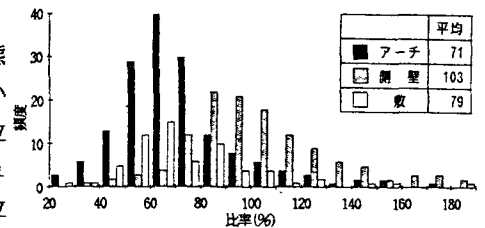


図-1 施工厚の設計厚に対する比率（各発電所の平均値で分析）

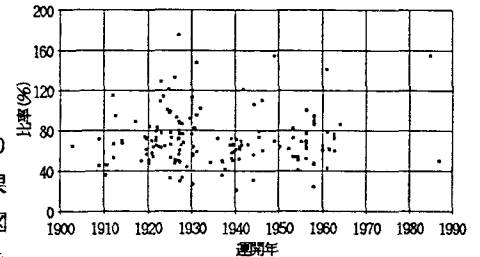


図-2 施工厚の設計厚に対する比率と発電所運用年（アーチ）（各発電所の平均値で分析）

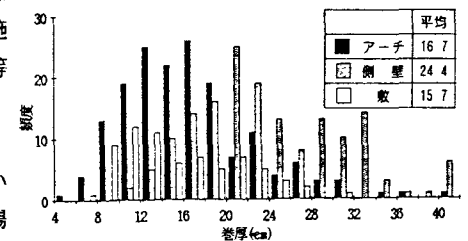


図-3 施工厚の頻度（各発電所の平均値で分析）

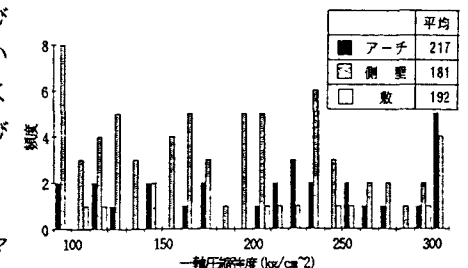


図-4 一軸圧縮強度の頻度（各発電所の平均値で分析）

測定した一軸圧縮試験データの間には図-6 の通り相関は見られなかった。したがって、圧縮強度は一軸圧縮試験により測定すべきである。

(4) 中性化の深さ

中性化の深さの分布は図-7 の通り巻厚のバラツキに比べると無視できるほど小さく、通常は測定しなくても問題はないと言える。側壁の中性化の深さと経年の間には図-8 の通り相関は見られず、この傾向はアーチおよび敷でも同様である。したがって酸性河川等を除けば、経年により酸性化が進むことはないと言えるので、何度も測定することはない。

(5) 巻立コンクリート背後の空隙

空隙の存在率は図-9 に示す通りアーチで71.4%、側壁で、22.9%、敷で、21.2%に及んでいる。深さの平均は、アーチ16.5cm、側壁2.6cm、敷3.1cmであり、アーチを除いてほぼ良好な施工が行われたことを示している。空隙については、地山の岩盤が良い場合は、50~60年経過しても落石が全くみられない所も多く、安全性に対する影響は地山の条件で大きく左右されることを示しており、地山の地質を調査し、対応策を変えていく必要がある。アーチ部の空隙の深さと発電所の運開年の間には図-10に示す通り相関は見られず、この傾向は、側壁および敷でも同様である。

4. おわりに

今回の分析により、調査・改修の改善および健全度評価診断手法へ反映すべき点を集約すると次ぎの通りである。

①クラック等がない一般のコンクリートでは、経年による強度の低下は無視できる。②中性化については、深さ、経年による変化は無視できる。③圧縮強度は、一軸圧縮試験で測定すべきである。④アーチの空隙の存在率は71.4%であることから、今後は地山の地質をよく調査する必要がある、その地質に応じた対策をとるべきである。

現在、これらのデータを基に力学的検討等を加えた健全度評価診断手法を作成中であり、次回に成果を報告したい。

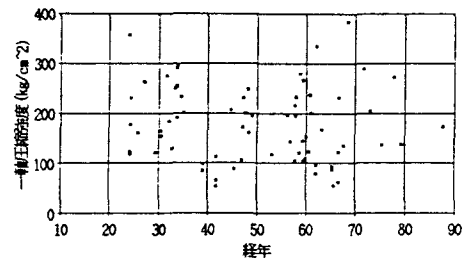


図-5 一軸圧縮強度と経年(側壁)(各発電所の平均値で分析)

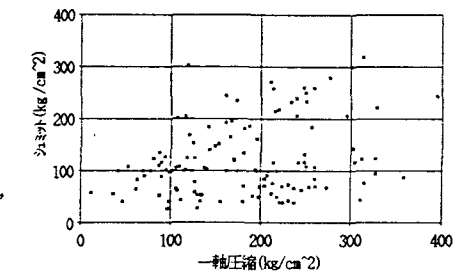


図-6 一軸圧縮とシュミットロクハンマーによる圧縮強度

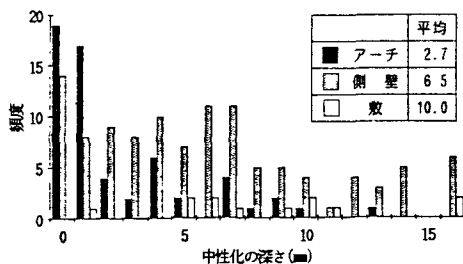


図-7 中性化の深さの頻度(各発電所の平均値で分析)

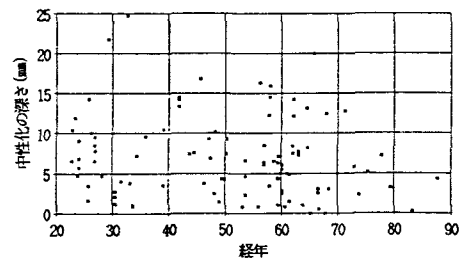


図-8 中性化の深さと経年(側壁)(各発電所の平均値で分析)

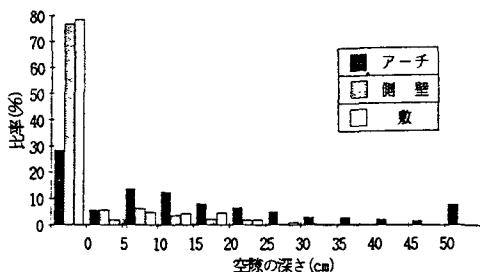


図-9 空隙の深さの比率

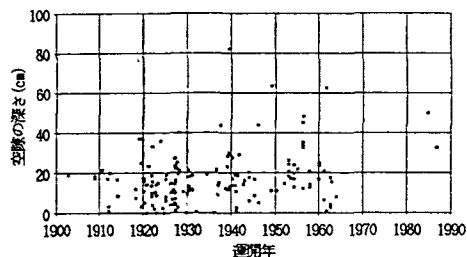


図-10 空隙の深さと発電所の運開年(アーチ)(各発電所の平均値で分析)