

黒川第一発電所 1号水圧鉄管の健全性診断について

九州電力株式会社 大分支店技術部日田土木保修所 正会員 ○山崎大二郎
九州電力株式会社 熊本支店技術部土木建築グループ 山形 恵也
九州電力株式会社 熊本支店技術部熊本地区土木グループ 濱 平 清 隆

1. はじめに

当社は139箇所の水力発電所を保有している。そのうち約9割が運転開始後45年以上を経過していることから、発電所を取巻く諸環境の変化を踏まえた上で、設備の高経年化への対応を進めている。水圧鉄管についても、約5割が設置後40年以上を経過し高経年化が進んでいることから、設備の状況に応じた健全性診断が必要である。

黒川第一発電所1号水圧鉄管は、昭和28年に設置(経年57年)された高経年設備であることに加え、写真-1に示すように周囲に鉄道、国道及び家屋が存在する第三者被害のリスクを抱えた設備である。しかし、当水圧鉄管は、写真-2に示すとおり外面腐食が進行しており、その規模は他地点と比べても非常に大きいことから、従来の診断手法だけでは確実な評価が難しいことが明らかとなった。

このため、設備状況に応じた診断を行うために、図-1に示す考え方で、外面腐食部を考慮した手法を考案し、合理的な診断を実施した結果、現時点では安全であることを確認した。今後は、本手法によるデータを蓄積し、より合理的な手法に改善すると共に、他設備へ展開して行きたいと考えている。

本稿では、外面腐食部に対する構造力学的診断の考え方と診断結果について報告する。

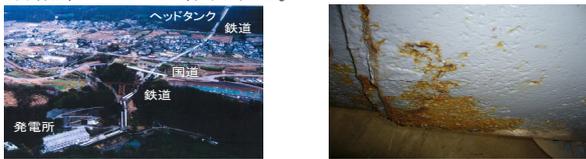


写真-1 周辺状況



写真-2 外面腐食状況

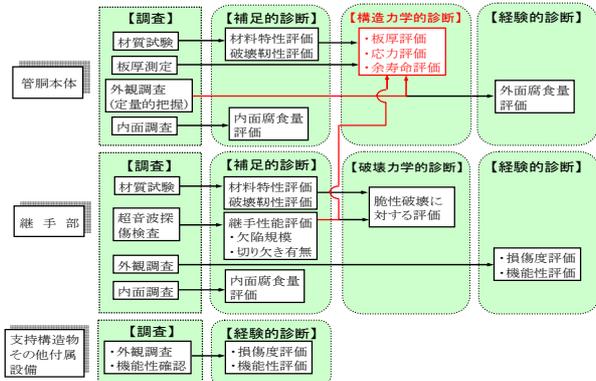


図-1 健全性診断の考え方

2. 構造力学的診断手法

(1) 外面腐食部を考慮した診断

従来は、板厚測定による平均厚及び最小厚における許容応力値との照査を実施していた。この場合、板厚測定は図-2のとおり、測定が可能な外面の健全部で測定することから、設置当初からの板厚の減少は、水圧鉄管内面の腐食、又は磨耗を評価することとなる。

一方、水圧鉄管外面部については、外観調査のみで腐食状況を確認し、定性的に評価を行っていた。

しかし、当設備では前項で述べたように、外面の腐食規模が大きいことから、外面腐食部に対し、図-3の流れで診断を実施した。

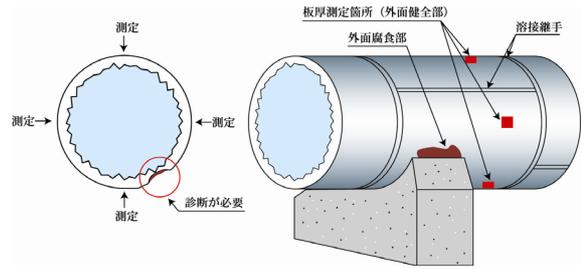


図-2 水圧鉄管模式図(コンクリートサドル式)

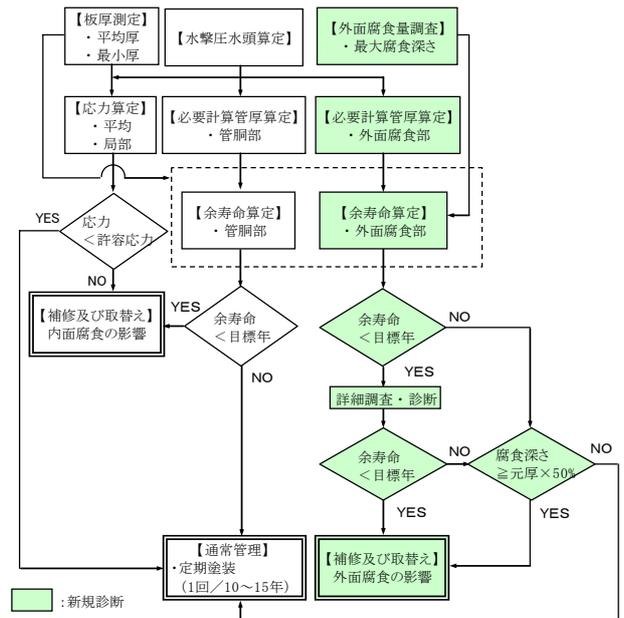


図-3 外面腐食部を考慮した診断の流れ

キーワード: 水圧鉄管、健全性診断、外面腐食部

連絡先: 大分県日田市天瀬町女子畑 707-2

九州電力(株) 大分支店 技術部 日田土木保修所 0973-57-3615

外面腐食部の余寿命は、現地で測定した最大腐食深さを基に、式(1)により算定した。

$$L = \frac{t'}{yc} \quad t' = t - (tc + to) \quad (1)$$

ここに、L:余寿命、t:管平均厚、tc:腐食深さ、to:必要計算管厚、t':残存余裕厚、yc:年間腐食量を表す。

次に、算定した余寿命を設備毎に設定する目標延命年数未満か否かで、補修・取替えを検討するのか、それとも、通常管理で、特に補修を必要としないものかに区分した。

また、最小管厚の関係から余裕厚が大きい部分の評価については、外面腐食が元厚に対して50%以上進行した場合に補修及び取替えの対象とした。

(2) 溶接継手効率の考え方

溶接の継手効率は、通常、水門鉄管技術基準を基に決定しているが、当設備の場合、建設記録等のデータが十分でないことから独自による継手効率の設定が必要となった。

このため、過去に実施した超音波探傷検査結果を基に、溶接部の検査総面積に対する、健全な溶接部が占める割合を継手効率として採用することとした。また、応力及び必要計算管厚の算定は、継手効率採用の有無によって、余寿命等に与える影響が大きいため、採用の考え方を表-1 のとおり整理し、式(2)を用いて算定した。

表-1 溶接継手効率採用の考え方

項目	採用の判断	考え方
管胴部	溶接部含む (採用)	管胴全体の検討のため
管胴局部	溶接部含まない (採用しない)	測定範囲のみの検討のため
外面腐食部	溶接部含まない (採用しない)	腐食範囲のみの検討のため
外面局部腐食部	溶接部含まない (採用しない)	腐食範囲のみの検討のため

$$to = \frac{D \cdot H}{2 \sigma_s \cdot \phi} \quad to' = \frac{D \cdot H}{2 \sigma_s} \quad to'' = \frac{\left[\frac{3 \sigma'}{(\sigma_s' - 1)} \right]}{2} \quad (2)$$

ここに、to:管平均必要計算管厚、to':母材部平均必要計算管厚、to'':母材部局部必要計算管厚、H:水撃圧、D:内径、φ:継手効率、σs:平均許容応力、σs':局部許容応力、t:管平均厚を表す。

3. 診断結果

前記の診断により、板厚及び余寿命を評価した結果、板厚については、全てにおいて必要計算管厚を上回っていることから、安全性に問題ないことを確認した。

余寿命評価については、発電機更新など大規模な設備更新を30年後と設定(基準年)し、基準年に満たない鉄管部を補修及び取替えの対象とした。その結果、管胴部(管全体)と外面の局部腐食部の余寿命は、全ての鉄管部が基準年以上を満たしていることを確認した。

図-4に板厚評価結果、図-5に余寿命評価結果を示す。

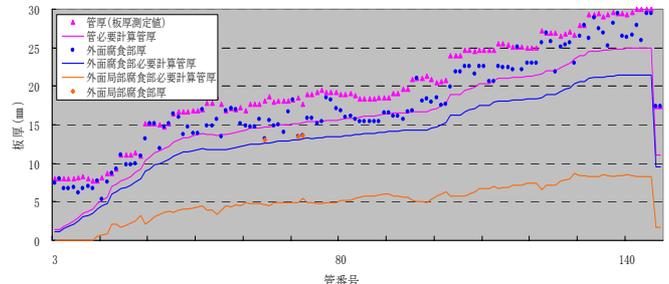


図-4 板厚評価結果

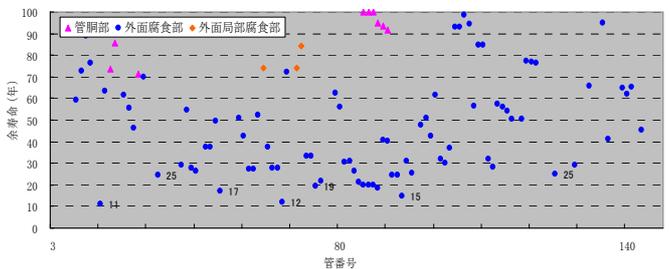


図-5 余寿命評価結果

外面腐食部(平均腐食)については、補修及び取替えの対象鉄管部が30箇所存在する。また、その位置は水平部でコンクリート支台との接触部に集中している。

この原因は、構造などの影響によるもので、①支台がコンクリートサドル式のため、接触部の隙間に雨水が浸入して乾燥しにくいこと ②水圧鉄管と管路数とのクリアランスが狭小で雨水の乾きが悪く、湿潤状態が解消されないこと ③クリアランスが狭小で塗装工事の施工困難化による塗装品質の低下と考察しており、設備状態に応じて順次改善に取り組む。

4. おわりに

今回、外面腐食部を考慮した診断手法を取り入れたこと、溶接継手効率の採用の考え方を見直したことにより、設備状況に応じた合理的な評価を実施し、適切な対応策を計画することが可能となった。

今後は、評価結果を基に巡視・点検や計測監視を確実にを行い、適切な設備保全を実施すると共に、データを蓄積し、より合理的な評価に取り組んでいく。

なお、今回紹介した診断手法が、今後の水圧鉄管における健全性評価の一助になれば幸いである。

参考文献 旧通商産業省 資源エネルギー庁 鋼構造物の診断マニュアル(案)

別途掲載書 水門鉄管協会No.235(2008)