

アセットマネジメントにおける水中ポンプ設備の劣化モデルに関する一考察

八千代エンジニアリング（株） 正会員 ○畔柳 耕一
 同上 篠原 利通
 同上 吉田 武司
 同上 正会員 岡田 稔規

1. はじめに

近年多発している集中豪雨において床上浸水などの被害の報告が散見されており、「堤内地の浸水」を防ぐためには内水排除施設に配置された水中ポンプを効率的に維持管理していく必要がある。効率的な維持管理を行うためには水中ポンプの耐用年数を把握することが重要である。現状では、水中ポンプの交換・補修はポンプメーカーが推奨する耐用年数をもとに点検によって管理されている場合がほとんどである。

本稿では、アセットマネジメントの観点から施設の長寿命化とコスト削減を考慮した点検頻度や時期を設定するための基礎資料とするために、自治体が管理する複数の排水施設を対象として、そこで得られた実測データに基づいた水中ポンプの劣化モデルの構築を試みたのでその概要について報告する。

2. 検討対象施設

S市が管理する46箇所の内水排除施設に配置された小規模水中ポンプ（排水量 $10\text{m}^3/\text{min}$ 以下）

3. 分析手法の検討

水中ポンプの使用にあたって、その絶縁性能は「電気設備技術基準第58条」において絶縁抵抗値を $0.2\text{M}\Omega$ 以上（対地電圧 $150\sim 300\text{V}$ 以下の場合）とすることが定められているため、健全度評価の指標は、絶縁抵抗値（ $\text{M}\Omega$ ）とした。また、測定データによる劣化過程の推定は、大きく線形回帰とマルコフ過程に分類されるが、本検討では実数値データである絶縁抵抗値に対する線形回帰を用いて行うものとした。

4. 絶縁抵抗値の特徴

絶縁抵抗値は、図1に示すような測定時の気温等によって大きな影響を受けることから、経年的な劣化傾向を詳細に把握することは難しいが、絶縁抵抗値の変動が大きい期間は、既に何らかの劣化（不具合）があると推定することが可能と考えられる。

5. 劣化モデルによる耐用年数の推計

(1) 劣化モデルの比較検討

劣化モデルに使用する絶縁抵抗値は、1年間で複数回（図1内1～3回目）のデータがあり、各測定結果にバラツキが生じていることから、どの測定時点のデータを使用するかが課題である。このため、以下の3つの測定値で劣化モデルを構築することとした。

ケース1：同年内の点検結果の最大値（A施設の場合3回目測定値、B施設の場合2回目測定値）

ケース2：同年内の点検結果の最小値（A施設の場合1回目測定値、B施設の場合1回目測定値）

ケース3：同年内の点検結果の平均値（A施設、B施設とも1～3回の平均測定値）

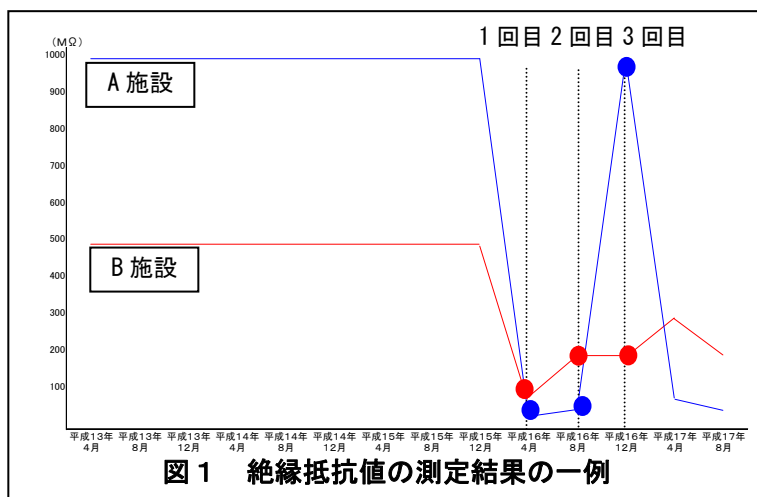


図1 絶縁抵抗値の測定結果の一例

キーワード：アセットマネジメント，水中ポンプ，耐用年数，維持管理，劣化モデル，絶縁抵抗値

連絡先：〒161-8575 東京都新宿区西落合 2-18-12 八千代エンジニアリング株式会社 マネジメント部 TEL 03-5906-0130

(2) 劣化モデルの構築と結果

- 構築時には条件として初期値 100MΩとした結果，指数回帰となった．結果を図2に示す．

$$y = k - a \cdot b^x$$

y：絶縁抵抗値 (MΩ)，X：供用年数

k：初期値 (100MΩ)，a，b：パラメータ

- 回帰式の妥当性は，有意性1%を確保できたが，その精度である決定係数は最大でも0.5788（ケース3）と高い精度までは得られなかった．
- 各ケースでの耐用年数は，表1に示すとおりケース1（最大値）で54年，ケース2（最小値）で19年，ケース3（平均値）で25年となった．

表1 各ケースでの推計耐用年数

劣化モデル	推計精度(決定係数と有意性)	推計耐用年数
ケース1	0.2484 (判定1%有意)	54年
ケース2	0.5266 (判定1%有意)	19年
ケース3	0.5788 (判定1%有意)	25年

6. まとめ

耐用年数の検証は，メーカー推奨の耐用年数や地方自治体が管理基準として公表している値などを参考に本劣化モデルから推計された値と比較した．なお，参考としたポンプの耐用年数は表2に示すとおりである．

表2 参考としたポンプの耐用年数

参考資料	耐用年数
S市メーカー推奨値	15年
S市の污水用ポンプ	17年
他都道府県の参考値	10年～20年（大阪府HP）
マンション用ポンプ	18年～24年（メーカーHP）

表2より，

- 耐用年数の各参考値にはバラツキがあるが概ね15年～20年程度と考えられる．
- 参考値と概ね適合しているケースは，ケース2の推計結果(19年)である．
- S市の污水用ポンプの耐用年数は17年であるが水質等使用環境が雨水用の水中ポンプに比べて厳しいことも考えられるため，本検討対象の雨水用ポンプの耐用年数はこれよりも長い可能性がある．
- 同規模排水能力の事例（他都道府県，マンション用）から，19年という値は正常範囲内と考えることもできる．

以上より，アセットマネジメントにおけるライフサイクルコストの検討などに用いる水中ポンプの耐用年数の推定は，決定係数が0.5266と決して高い値ではないが，これまでの管理実態との整合性を確保することがシステム上適当であることから，本検討においては劣化モデルとしてケース2が適当と判断し採用した．

水中ポンプの交換は，河川管理上，その破損（機能停止）前に行う必要があることから，実際に破損するまでの年数の把握が困難である．このため，今後ともデータの蓄積を行いながら劣化モデルの精度を向上させ，耐用年数の推定に対する信頼性を向上させてゆきたいと考えている．

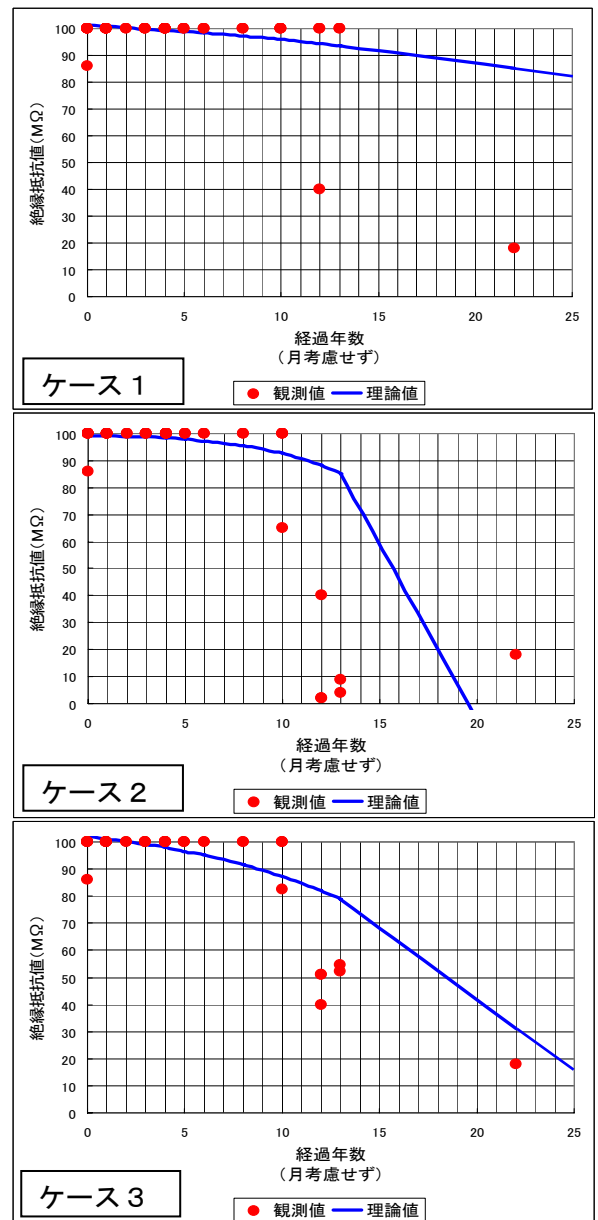


図2 各ケースの劣化モデル