

下水道管きよの長寿命化に向けた具体的解析手法〈第3回〉

一般社団法人 管路診断コンサルタント協会 技術委員 中 根 進

④ 対象施設の選定

「対象施設の選定」での評価項目は、『手引き』³⁾において表-2が示されている。これらの評価項目を使って具体的に「対象施設」を選定する手法の一例としてAHP手法¹⁴⁾を紹介する。

表-2の評価項目に対し、どのスパンを対象施設とするかを階層図で示すと図-29となる。

図-29を具体的に表すと、表-2の評価項目を

一対比較して、評価項目の重みを設定する。評価項目毎に代替案（対象施設の選定候補）間を一対比較して、代替案にも重みを付け、これらの重みをAHP演算して代替案を評価することである。

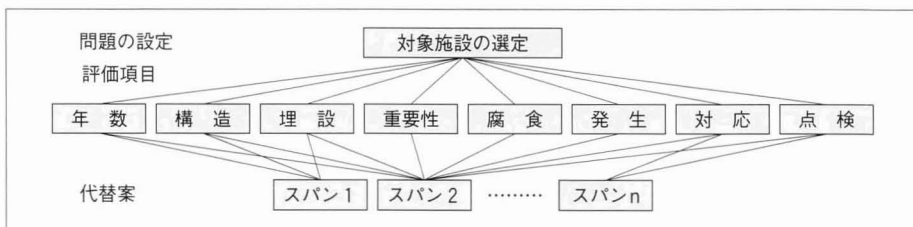
AHP手法を概説するため、解析上の仮想管路データを作成し、表-3に示す。表中の「発生」「対応」「点検」は、10年当たりのそれぞれの回数を想定した。

ある一人の評価者による評価項目の一対比較結果を図-30に示す。

表-2 対象施設選定の評価項目

評価項目	略記	内 容
管路の布設・供用開始年度	年 数	基本的機能の低下等
管路の構造	構 造	管種・管路の継手構造等
管路の埋設環境	埋 設	重車両の交通量の増加、土被りの変化等
管路の重要度	重要性	流下能力の規模、下水を排除する施設、布設されている道路の重要度等
腐食環境	腐 食	圧送管の吐き出し部、ビルビット、伏せ越し、段差・落差等
異常・苦情等の発生件数	発 生	機能の低下等
清掃対応件数等	対 応	機能の低下等
点検・調査履歴	点 検	過去の点検・調査で確認された異常等

図-29 対象施設選定の階層図



この評価者による一対比較の結果は、異常・苦情等の発生件数「発生」、実際に清掃などで対応した件数「対応」や点検調査履歴「点検」に重きを置いた評価になっている。

各評価項目に対する代替案（スパン）間の一対比較やAHP演算はここでは省略するが、演算で得られたスパン毎の評価値を高い順に並べて図-31に示す。

表-3 解析上の仮想管路データ

	年数	構造	埋設	重要性	腐食	発生	対応	点検
スパン1	25	推進	変化無	県道	小	0	0	3
スパン2	25	HP	変化無	県道	中	0.2	0	6
スパン3	20	HP	変化無	国道	小	0	0	4
スパン4	15	HP	変化無	県道	小	0	0.01	3
スパン5	10	VU	変化無	市道	大	1.2	0	0
スパン6	10	VU	変化有	市道	小	0.01	0	0

長寿命化支援制度は、計画期間が5カ年であるため、その期間で施工できる規模と工事費を考慮して対象施設とする。

なお、複数の評価者による一対比較を1つの案にまとめる方法は、文献¹⁴⁾に示されている。

5 維持管理データからの解析例

不明水量は、表-2の対象施設の評価項目にはないが、この不明水量も管きよの損傷が原因になっていると考えられる。

不明水量を把握するため、処理場、中継ポンプ場に設置されている流量計や気象観測装置（降雨量計）のデータを用いて解析する手法を示す。

図-30 評価項目の重要度

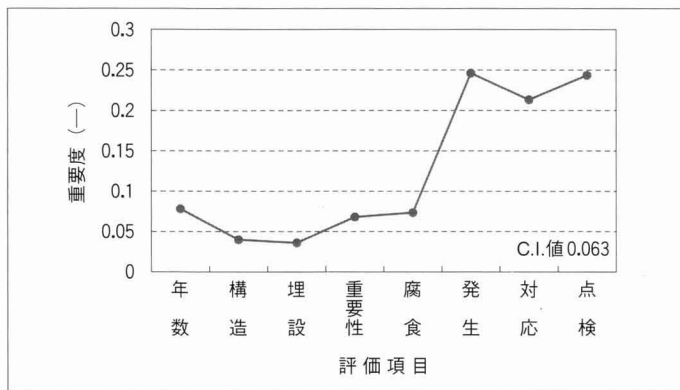
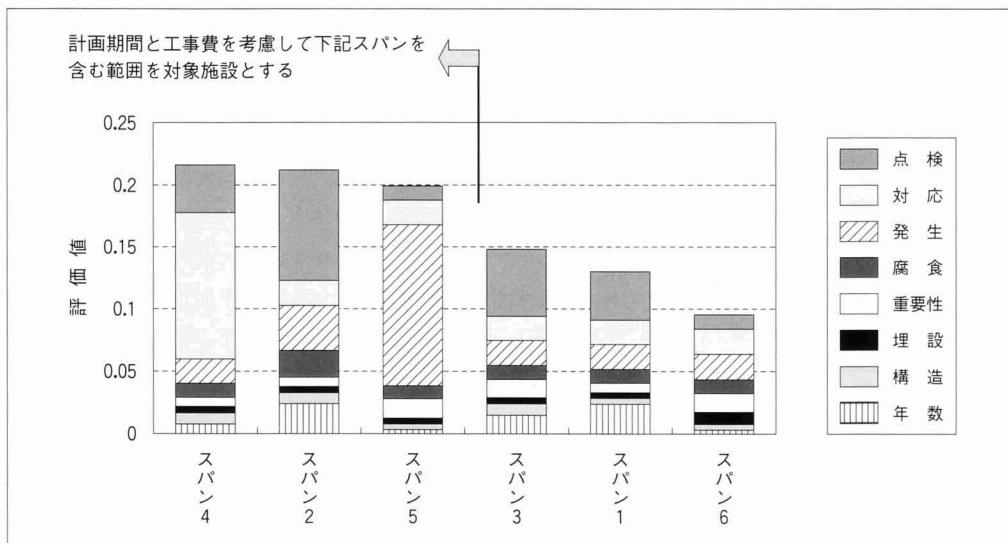


図-31 対象施設の優先順位



ニューラルネットワーク手法¹⁵⁾は、図-32に示すアルゴリズムを使って月、曜日などや降雨量を入力層に入れ、教師データを流入水量とし、入力データに対する出力（計算）値の流入水量 y_k と教師データの流入水量 y_k^* が一致するよう入力データに対応する線形係数をトライアルで求める。

このようにして再現した流入水量（出力値）に対し、入力データのうち降雨量をゼロとして再計算し、晴天時の流入量を推定し、雨天時の流入水量と晴天時推定流入水量の差から不明水量を算出するものである。解析結果の一例を図-33に示す。

処理場、中継ポンプ場を複数持つ自治体であれば、TVカメラ・目視調査に先立ち不明水量の解析

を行い、不明水量の多い区域、路線を対象施設選定の目安にすることもできる。

ここで紹介するニューラルネットワーク手法は、維持管理時にマンホールポンプの絶縁抵抗値が測定されていれば、これを教師データとして表-4の「出力」「極数」「経過年数」を入力データとして、絶縁抵抗の劣化を推定にも利用できる。マンホールポンプではないが、解析の一例を図-34に示す。

また、このニューラルネットワーク手法は、管路台帳のデータを入力し、教師データに管きよの劣化診断結果を入れて学習させることにより、下水道台帳データから劣化原因や劣化状態を予測す

図-32 ニューラルネットワークのアルゴリズム

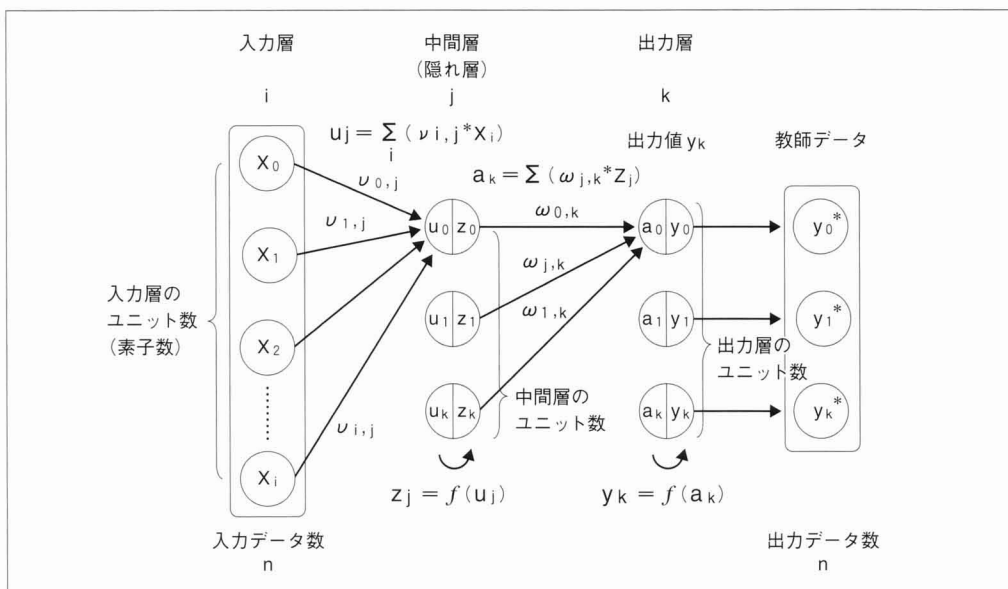


図-33 H市中継ポンプ場の解析結果

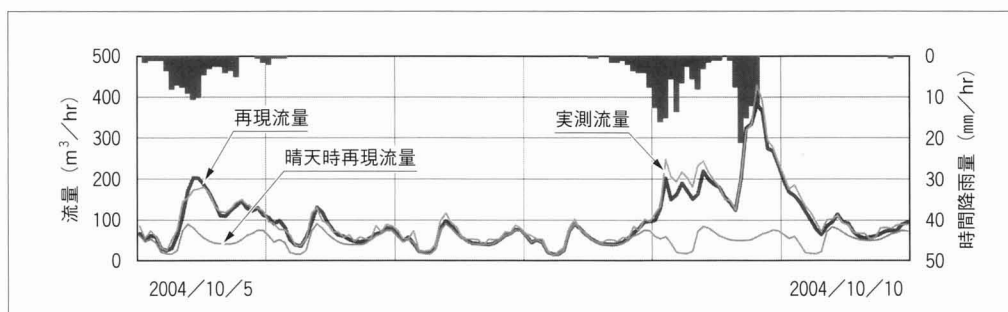


表-4 低圧電動機絶縁抵抗値例¹⁶⁾

出力 kW	極数 p	経過年数 年	絶縁抵抗値 MΩ
45	2	38	2
80	2	36	24
55	2	15	2,809
30	4	28	163
18.5	2	28	6,492
45	2	23	6,579
11	2	36	22,727
45	2	13	463
15	4	36	2,008
30	2	14	5,618
26	2	20	901
22	2	19	1,634
11	4	27	1,992
70	2	38	2,660
19	2	39	4,425
5.5	2	28	6,250
60	2	36	2,041
75	4	39	2,538
45	2	16	7,576
40	2	20	4,808

ることも可能である¹⁷⁾。

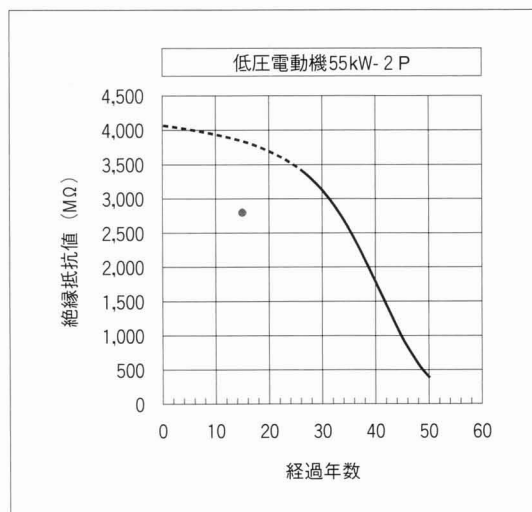
6 まとめ

本報告で使用した管きよの施設状態は、筆者らが業務で行ったTVカメラ・目視調査の診断結果と国土交通省のアンケート調査データによっているが、日常の管理情報データの集積があれば解析が可能である。

長寿命化計画のために初めて管きよを調査するというのではなく、以下の日常管理情報を記録に残すことが、予防保全的な管理をしている証拠ともなり、また、記録を解析することにより管きよの状態を定量化(可視化)できるので、最も重要なことと考える。

- 工事した記録
- 事故、故障、苦情の記録
- 点検した記録
- 修繕した記録
- 改築した記録

図-34 絶縁抵抗値解析推定例



- 調査・診断した記録 etc.

また、長寿命化計画のためには、下水道台帳を最新版更新型から履歴蓄積型に変更する必要がある。『手引き』³⁾の「第6章 情報システムの構築と活用」がこの主旨と考えられる。

しかしながら、維持管理記録や調査診断結果などのデータの蓄積が少ない場合も多いと思われるので、今後、確率的な手法、例えばベイズ推定などの手法を使い、データの更新とともに解析精度を上げるような手法を研究していく必要があると考える。

〈了〉

<参考文献>

- 14) わかりやすい意思決定論入門、木下栄蔵、近代科学社
- 15) ニューラルネットワークを用いた雨天時浸入水を含む流量の再現、中日本建設コンサルタント(株) 中根進、下水道協会誌論文集、2008年8月
- 16) 高圧電動機及び低圧電動機 予防保全のお奨め 下、三菱電機プラントエンジニアリング(株)
- 17) 下水管網に起因する道路陥没の位置推定と危険度及び原因の予測に関する手法の提案、松川務ほか、下水道協会誌論文集、2008年12月