

# 下水道設備の実務的な老朽度診断技法

## 下水道設備老朽度診断その2（機械設備）

加藤俊明\*、渋谷 哲\*

石山勝己\*\*、川又 廣\*\*\*

\*東京下水道設備協会会員（三機工業株式会社）

\*\*東京下水道設備協会会員（月島機械株式会社）

\*\*\*東京下水道設備協会会員（三菱重工業株式会社高砂製作所）

### 概要

老朽化した下水処理機械設備の改良やリノベーション（再構築）を効果的に行うための設備老朽度診断その2（機械設備編）。ベテラン調査員を現場に派遣し、劣化が進むと現れる徴候を観察して物理的老朽度の調査を行い、ヒアリングによって機能的・社会的要因からも機械設備の老朽度を調査する。現地調査の結果を「チェックリスト」に入力すると、調査項目毎に定めた「重み」が乗じられ、老朽度や耐用年数の超過率・ここで新たに定めた「限界寿命」から算出した余寿命などが自動計算され表示される。これらの数値はポートフォリオ等に表わされ更新計画策定の為の実務的データとして提供される。

### キーワード

判定基準・現地調査・重み付け・データの移植・主機と補機・耐用年数・余寿命

#### 1. はじめに

この設備診断技法は下水処理設備を適正に管理・運用していくために、改良やリノベーション（再構築）をどのようにしていったら効果的かという、戦略的解決法のひとつとして開発されたものであるが、ここではその1（総論）に続き、機械設備についてさらに詳しく述べることにする。

これまでの設備診断は機器を分解して摩耗度等を測定し、データを積み上げただけのものが多かった。しかしこれら数字の羅列は計画策定には用をなさない。ここで述べる調査方法は、例えて言えば経験を積んだ医者が患者の顔色を見たり、心臓の鼓動音を聞いたり、問診をしたりしながら、この患者は投薬で済むのか、専門医にまわしたほうがよいのか、すぐにも手術が必要なのかを判断するのと似ている。

この設備診断技法は機械設備を物理的要因だけでなく、機能的要因・社会的要因・耐用年数超過率等から多面的に調査し、重要な計画決定の為の資料を、できるだけ実務的なデータとして提供することを目的として考案されたものである。

#### 2. 調査方針

この設備診断技法は、改良やリノベーション計画策定の為に、機械設備の老朽度状態を把握する為のものであるゆえ、機器を分解すること無く、ベテラン調査員の五感と経験を生かした調査方法をとることにした。また機械設備を①物理的要因 ②機能的要因 ③社会的要因 それに ④耐用年数 等の要因から総合的に調査し、さらに機械設備の余寿命を推定するなど実務面を重視することにした。全体構成およびフローは図-1のとおりである。

### 3. 機械設備の判定基準

処理場には沈砂池から焼却炉まで使用環境も大きく異なるいろいろな設備があり、また耐用年数もみな違う。しかし、老朽度によって順位付けするという調査目的から、劣化時の徴候に着目し、機種が違って同じ物差しで調査ができるよう、まず基本となる機械設備の判定基準を定めることにした。そして似たような機器は同じ基準で調査し、なおかつ機器の特徴をとらえた内容となるように注意しながら「現地調査票」を作成していくことにした。

#### (1) 物理的要因

機械設備老朽度診断をする際の物理的要因として劣化徴候として現れる次の項目を調べることにした。

1. 亀裂・破損・変形
2. 腐食・摩耗
3. 振動
4. 騒音・異音
5. 発熱・焼損
6. 故障・動作不良

これらの中からその設備に必要な項目を選択して、診断を行うことにした。一部を表-1に示す。

#### (2) 機能的要因

実際の機械設備は、補修や改良工事をされながら使用されている。だが、一見新しく見える設備でももとが古い設備は新機種と比較すると機能面で大きな差が出てくる。機能的要因として次の項目を調査することにした。表-2にその内容の一部を示す。

1. 処理性能
2. 操作性
3. 省資源・省力化
4. 信頼性

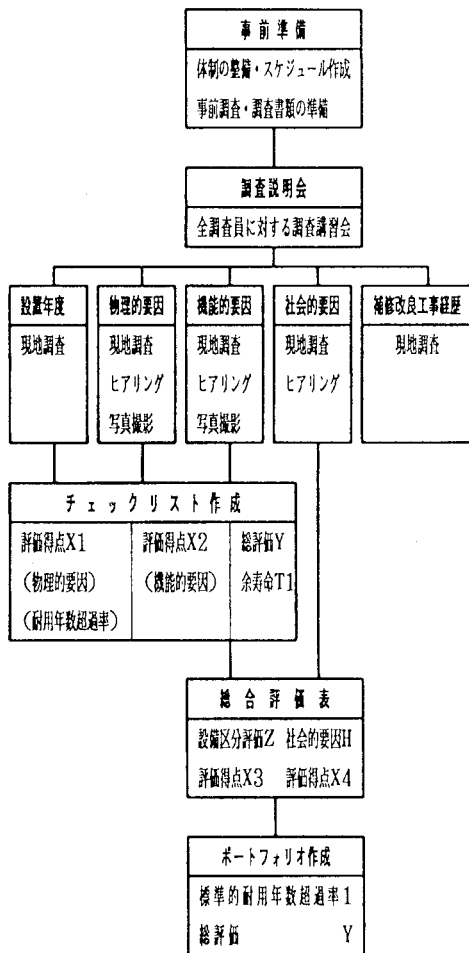


図-1 老朽度診断フローチャート

表-1 物理的要因判定基準の一部 (亀裂・破損・変形)

点数	判定	記事
0	正常	イ) 異常なし
1	ほぼ正常	イ) 比較的軽微な損傷で、運転操作や機能に直接影響を与えない。 ロ) 簡単な作業で修復が可能である。
2	対策を要す	イ) 継続運転は可能であるが、適切な時期に点検補修が必要。 ロ) 機能に影響が出る恐れがある。 ハ) 専門メーカーによる点検が必要。
3	至急対策を要す	イ) 亀裂・破損・変形が著しく、監視下での運転のみが可能。 ロ) 大幅な機能低下が見られる。 ハ) 応急処置や補修では機能回復が著しく困難。

表-2 機能的要因判定基準の一部 (処理性能)

点数	判定	記 事
0	正 常	処 理 量：計画時と現在とで設計条件にあまり差が無く、現在の設備で処理することができる。 (例) 流入水量 (汚泥発生量等) 処理性能：処理性能 (質) も問題なく処理できる。
2	対策を要す	処 理 量：能力が不足することがある。 処理性能：処理した物の質が落ちるときがある。

(3) 社会的要因

変化する社会情勢の中でどのような立場にあるのか、次の項目について調査することにした。

1. 法規等の変化
2. 労働環境の変化
3. 環境対策
4. 町づくりへの貢献
5. 整備関係
6. 災害対策
7. その他

一部の内容を表-3に示す。

表-3 社会的要因判定基準の一部 (法規等の変化)

点数	判定	記 事
0	正 常	法規の整合性 現在及び近い将来改正される関連法規や基準値を満たせる。
2	対策を要す	法規の整合性 現在の設備では満たすことができない。

(4) 耐用年数

法令、省令等による耐用年数には 標準的耐用年数、地方公営企業法、大蔵省令 などがあるが、本調査では補助金の対象となる「標準的耐用年数」がリノベーションを決定するには最も適していると判断してこれを採用し、その超過率を算出して評価点をつけることにした。

$$\text{超過率}1 = \frac{\text{稼働年数 (調査年度 - 設置年度)}}{\text{標準的耐用年数}}$$

判定基準を表-4に示す。

表-4 耐用年数の判定基準

点数	判定	記 事
0	正 常	超過率1： ~ 1.0未滿
1	ほぼ正常	超過率1：1.0以上 ~ 1.2未滿
2	対策を要す	超過率1：1.2以上 ~ 1.5未滿
3	至急対策を	超過率1：1.5以上

4. 現地調査

この設備診断技法の大きな特徴は、細部にこだわらずに老朽度を大局的に捕らえようとしていることである。検査器具は原則的に使用せず、調査員は懐中電灯にカメラ・現地調査票だけを持って現場にのぞむ。そしてベテラン調査員の経験と五感を活かして機械的な劣化を調査し、見えない所や、休止している設備の調査項目に関してはヒアリングを行って補完し、また機能的な面と社会的な面からも調査を



器でもそれが無ければシステムとして機能しないものもあり、サイズによっても価格は変わってくる。そのため厳密に価格に比例させる必要はなくめやすとしての判定とした。価格による重みは5段階評価とし、高価か安価かの判断基準はその設備の中での相対比較とすることにした。

### (2) 予備機等の有無

機械設備には多くの場合予備機があり、一台が故障しても切換えて運転を継続できる。また例えばコンベヤーが故障した時は、そこに一時的に溜めておくか人力で運べば済むこともある。そのような機器は重みを低くしてもよいと言える。また、下水処理設備は複数系列設けられていることが多く、他の系列に負荷をかければ代替え方法がなくともなんとか切り抜ける事もある。しかし、下水道は重要なライフラインであり、最大流入時にその機能を発揮することを求められる設備なので代替え方法の有無は単一系列内での判断とし、3段階評価とした。

### (3) 修理の難易度

下水処理施設はいったん稼働したら止めることができない。機器の中にはバイパスを設けるなどの大掛かりな手段を講じなければ修理のできないものもある。そのような機器が老朽化すると機場全体に大きな影響を与えるので重みを重くすることにし、5段階評価とした。

重み表の一部を表-6に示す。

表-6 重み表 (沈砂池設備)

機器名	価格	予備機等	修理	得点	重み	備考
阻水扉	5	3	5	13	1	得点:重み
ろ格機	5	3	3	11	1	13~11: 1
揚砂機機	5	3	3	11	1	10 8: 0.75
貯留設備	3	1	1	5	0.5	7 5: 0.5
搬送設備	1	1	2	4	0.25	4 3: 0.25

## 6. チェックリスト

現地調査された評価点と重要なコメントはチェックリストに入力される。評価点は重みを乗じて自動計算され、評価得点X1~X4および総評価点Yが表示される。それらはまた総合評価表に自動集計される。実際に使用されたチェックリストの一部を表-7に、総合評価表を表-8に示す。

## 7. 過去のデータの移植

一般的に機械設備は時間に比例して老朽化が進む。そこで、過去に設備老朽度診断を行った機場を再調査しなくても最近の調査結果と同じようにデータが使えるよう、データの移植方法を考案した。

既存の平成6~7年度のデータを設備別に分布状態を調査したところ、超過率1と評価点の間に直線的な関係が強く現れていることを見出し(図-2参照)、 $Y = aX + b$  (Y: 評価点、X: 超過率1、a: 係数、b: 定数) から過去のデータを修正して使用しても実用上なら問題のないことを確認した。設備ごとの係数(更新係数)を表-9に示す。しかし、「水処理機械設備」は頻繁に補修・改良工事が行われているために、時間と老朽度との間に相関関係は見られなかった。また、調査後数年内に補修・改良工事等が行われることが多いため、この方法の採用は調査年度から3年を限度とすることにした。

設備診断チェックリスト  
(沈砂池設備)

機場名:		○○ポンプ所										調査設備: 汚水系列										Dブロック	
調査日:		平成 8 年 11 月 5 日										調査員: 田中、小森、高岡、奈良、徳武											
主機形式:		沈砂かき揚げ機・バケットコレクタ (アンローダ式) ろ格機 : 機械かき上げチェーン式										主機仕様: 沈砂かき揚げ機・W2.1m×H6.5m×3.7kW ろ格機 : W1.95m×H6.1m×目幅25mm×2.2kW											
(判定)		正常: 0		ほぼ正常: 1		対策を要す: 2		至急対策を要す: 3		阻水扉		揚砂機		ろ格機		貯留設備		搬送設備		耐用年数判定表 (点数)		(点数)	
		0~1.0 未満: 0		~1.2 未満: 1		~1.5 未満: 2		1.5 以上: 3															
項目		重みG1		判定		評価		判定		評価		判定		評価		判定		評価		判定		評価	
耐用年数		1.00		2		2.00		2		2.00		2		2.00		2		2.00		2		2.00	
亀裂・破損・変形		1.00		0		0.00		1		1.00		3		3.00		0		0.00		2		2.00	
腐食・摩耗		1.00		2		2.00		2		2.00		2		2.00		2		2.00		2		2.00	
振動		0.85		0		0.00		0		0.00		0		0.00		0		0.00		0		0.00	
騒音・異音		0.85		2		1.70		0		0.00		0		0.00		0		0.00		2		1.70	
発熱・焼損		0.85		0		0.00		0		0.00		0		0.00		0		0.00		0		0.00	
故障・動作不良		0.85		0		0.00		2		1.70		1		0.85		2		1.70		0		0.00	
評価の平均				0.81		0.96		1.12		0.81		1.10											
重みG2		1.00		1.00		1.00		0.50		0.25										信頼度評価D1		評価得点X1	
重平均C		0.81 (C1)		0.96 (C2)		1.12 (C3)		0.41 (C4)		0.28 (C5)		(C6)		(C7)		(C8)				2.27		0.85	
物理的要因に関するコメント		<ul style="list-style-type: none"> <li>・阻水扉の操作室内に腐食がある。また、ユニット内から異音の発生がある。</li> <li>・揚砂機のチェーンローラ及びバケットシューが摩耗している。</li> <li>・ろ格機のレーキ、エプロン及びワイパに腐食や摩耗が進行している。また、スクリーン下部が変形、レーキの取り付けボルトの破損などがある。</li> <li>・搬送設備は腐食が進み、フライトコンベヤなどはヘッドガイドが変形を起こしている。ベルコンではワイパーが機能していない。</li> <li>・ホッパの油圧閉鎖装置でレーの誤動作がある。</li> </ul>																					
設置年 (西暦)		1974		1974		1977		1977		1974													
調査年 (西暦)		1996		1996		1996		1996		1996													
稼働年数		22		22		19		19		22													
標準的耐用年数		17		15		15		15		15													
地公企法耐用年数		30		17		17		17		17													
下水道局耐用年数(案)		—		20		20		—		—													
超過率 1		1.29		1.47		1.27		1.27		1.47													
超過率 2		0.73		1.29		1.12		1.12		1.29													
超過率 3		—		1.10		0.95		—		—													
項目		判定		判定の平均		重みG3		重平均F		重平均F		重平均F		重平均F		重平均F		重平均F		重平均F		重平均F	
処理性能		処理量		0																			
操作性		処理性能(質)		2		1.00		1.00		1.00 (F1)		1.00 (F1)		1.00 (F1)		1.00 (F1)		1.00 (F1)		1.00 (F1)		1.00 (F1)	
省資源		操作性		1																			
省力化		安全性		2																			
信頼性		点検整備		1																			
新技术		緊急時対応性		1		1.25		1.00		1.25 (F2)		1.25 (F2)		1.25 (F2)		1.25 (F2)		1.25 (F2)		1.25 (F2)		1.25 (F2)	
機能的要因に関するコメント		<ul style="list-style-type: none"> <li>・脱臭設備がなく、操作環境が悪い。</li> <li>・ジブクレーンの操作が難しく、また作業スペースが狭いために操作性が悪い。</li> <li>・設備の老朽化がすすんでいるために操作の信頼性に欠けている。</li> </ul>																					
総評価Y		$Y = \{1 - (1 - X_1/3)(1 - X_2/3)\} \times 3$ $T = (T_1 + T_2) - \text{NORMINV}(Y/3, T_1, T_2)$ <ul style="list-style-type: none"> <li>・T: 設備の下水道局耐用年数(案)</li> <li>・Td: 下水道局耐用年数(案)の標準偏差</li> <li>・NORMINV(確率, 平均, 標準偏差): 指定した平均と標準偏差に対する正規累積分布関数の逆関数の値を返す統計関数</li> <li>注) T1 &lt; 0 の時: T1 = 0 と表示</li> </ul>																					
耐用年数		平均 Tt		20 年		標準偏差 Td		5 年		耐用年数		耐用年数		耐用年数		耐用年数		耐用年数		耐用年数		耐用年数	
余寿命T1		1.3 年																					

表-7 チェックリスト (沈砂池設備)

総合評価表

機場名: ○○ポンプ所		調査日: 平成 8年 11 月 5 日									調査員: 西尾				
区分	設備名	物理X <sub>1</sub>			機能X <sub>2</sub>			総評価Y <sub>i</sub>			区分評価Z	備考			
		(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)					
沈砂池 ポンプ	沈砂池設備	1.77	1.58	1.57	1.54	1.54	1.54	2.40	2.31	2.30	2.40 (Z <sub>1</sub> )	区分評価Z = 区分毎の総評価Y <sub>i</sub> の最大値 平均評価D <sub>3</sub> = (Z <sub>1</sub> +Z <sub>2</sub> +...+Z <sub>n</sub> )÷n 評価得点X <sub>3</sub> = 平均評価D <sub>3</sub> ×重みW <sub>3</sub> (1),(2),(3): 同一設備内の系列(号機)区分を示す			
	汚水ポンプ設備	0.24	0.24	0.12	0.72	0.72	0.72	0.90	0.90	0.81					
	雨水ポンプ設備	1.13	0.91	0.91	0.93	0.93	0.93	1.71	1.56	1.56	1.71 (Z <sub>2</sub> )				
水処理	第一沈殿池機械設備														
	曝気槽散気設備														
	送風機設備														
	第二沈殿池機械設備														
汚泥	砂ろ過設備										(Z <sub>3</sub> )				
	濃縮設備(重力)														
	濃縮設備(遠心)														
	消化設備														
	脱水設備(真空)														
	脱水設備(BP)														
	脱水設備(遠心)														
	脱臭設備(1)														
	脱臭設備(2)														
	脱臭設備(3)										(Z <sub>4</sub> )				
焼却	焼却設備(流動)														
	焼却設備(多段)										(Z <sub>5</sub> )				
電気	受変電設備(特高)	0.51			0.69			1.09							
	受変電設備(高圧)	0.48			0.82			1.17							
	自家発電設備(D/E)	0.55	0.55		1.56	1.56		1.82	1.82						
	自家発電設備(G/T)														
	動力制御設備	1.18	1.18	0.82	1.14	1.14	0.86	1.87	1.87	1.45					
	無停電電源装置														
	監視制御設備	0.56			1.41			1.71							
	遠方監視制御装置									1.87 (Z <sub>6</sub> )					
		平均評価D <sub>3</sub>		重みW <sub>3</sub>		評価得点X <sub>3</sub>				1.99	1.00	1.99			
社会的要因	法規と法令との整合性	判定		判定の平均		重みG <sub>4</sub>		重平均H							
	労働環境	1	1	1.00	1.00	1.00	1.00 (H <sub>1</sub> )	重平均H = 判定の平均×重みG <sub>4</sub>							
	職場環境	1	1	1.00	1.00	1.00	1.00 (H <sub>2</sub> )	平均評価D <sub>4</sub> = (H <sub>1</sub> +H <sub>2</sub> +...+H <sub>n</sub> )÷n							
	勤務体制	2	1.50	1.00	1.50 (H <sub>3</sub> )	評価得点X <sub>4</sub> = 平均評価D <sub>4</sub> ×重みW <sub>4</sub>									
	環境対策	公害	1	1	1.00	1.00 (H <sub>4</sub> )									
		美観	1	1.00	1.00	1.00 (H <sub>5</sub> )									
	町づくり	施設利用	1	1	1.00	1.00 (H <sub>6</sub> )									
		リサイクル	2	1.67	0.85	1.42 (H <sub>7</sub> )									
		エネルギー	2	1.67	0.85	1.42 (H <sub>8</sub> )									
	整備関係	新旧の整合性	1	1	1.00	0.85 (H <sub>9</sub> )									
拡張・増設性		1	1.00	0.85	0.85 (H <sub>10</sub> )										
災害対策		1	1	1.00	0.50 (H <sub>6</sub> )										
災害対策	地震沈下	0	0.50	1.00	0.50 (H <sub>6</sub> )										
	その他	1	1	1.00	1.00 (H <sub>7</sub> )										
社会的要因に関するコメント										平均評価D <sub>4</sub>		重みW <sub>4</sub>		評価得点X <sub>4</sub>	
										1.04		0.85		0.89	
経済的要因	<ul style="list-style-type: none"> <li>整備が老朽化しており、運転管理に高い技術レベルが必要である。</li> <li>沈砂池の臭気が問題となっており、改善を計画中。</li> <li>建屋の劣化が著しく、一部鉄筋が露出腐食しており、耐震等の改修を計画中。</li> <li>更新に当たっては代替スペースの確保が必要となり、計画的な対応が必要である。</li> </ul>														
	<ul style="list-style-type: none"> <li>沈砂池機械は設置後20年以上経過しており、摩耗、腐食が阻水扉、揚砂機、ろ格機等全体的にみられる。</li> <li>ポンプ設備はポンプ本体に異常はみられないが、給水系統小配管、吐出弁に腐食が見られる。</li> <li>又、運転操作の自動化が進んでおらず手動運転となっている。一部の補修及び操作性の改善を検討する必要がある。</li> <li>電気設備は全体的に劣化が進んでおり、早急に更新計画を進める必要がある。</li> <li>又、盤内配線が密集し保守点検が困難となっている。</li> <li>劣化の最も進んでいるのはc/cで、扉バックインの劣化、盤内配線の黒ずみなどがある。</li> <li>リレーの動作不良の発生している箇所がある。中でも、補助リレーの劣化が著しく、接触抵抗が100Ω以上(基準値100Ω以下)となっており、かつ接点が腐食・摩耗し、接点の高さが低い状態である。又、コイル抵抗も基準値(1485Ω)の60~70%程度に下がってきている。</li> <li>監視盤も盤内器具の劣化がはげしく、切替スイッチの接点が変色し、機能障害をおこしている。</li> <li>各盤の使用部品も古く生産中止の部品が多くなってきている。</li> <li>設備全体の更新を計画する時期にきている。</li> </ul>														
	<ul style="list-style-type: none"> <li>沈砂池機械は設置後20年以上経過しており、摩耗、腐食が阻水扉、揚砂機、ろ格機等全体的にみられる。</li> <li>ポンプ設備はポンプ本体に異常はみられないが、給水系統小配管、吐出弁に腐食が見られる。</li> <li>又、運転操作の自動化が進んでおらず手動運転となっている。一部の補修及び操作性の改善を検討する必要がある。</li> <li>電気設備は全体的に劣化が進んでおり、早急に更新計画を進める必要がある。</li> <li>又、盤内配線が密集し保守点検が困難となっている。</li> <li>劣化の最も進んでいるのはc/cで、扉バックインの劣化、盤内配線の黒ずみなどがある。</li> <li>リレーの動作不良の発生している箇所がある。中でも、補助リレーの劣化が著しく、接触抵抗が100Ω以上(基準値100Ω以下)となっており、かつ接点が腐食・摩耗し、接点の高さが低い状態である。又、コイル抵抗も基準値(1485Ω)の60~70%程度に下がってきている。</li> <li>監視盤も盤内器具の劣化がはげしく、切替スイッチの接点が変色し、機能障害をおこしている。</li> <li>各盤の使用部品も古く生産中止の部品が多くなってきている。</li> <li>設備全体の更新を計画する時期にきている。</li> </ul>														
	<ul style="list-style-type: none"> <li>沈砂池機械は設置後20年以上経過しており、摩耗、腐食が阻水扉、揚砂機、ろ格機等全体的にみられる。</li> <li>ポンプ設備はポンプ本体に異常はみられないが、給水系統小配管、吐出弁に腐食が見られる。</li> <li>又、運転操作の自動化が進んでおらず手動運転となっている。一部の補修及び操作性の改善を検討する必要がある。</li> <li>電気設備は全体的に劣化が進んでおり、早急に更新計画を進める必要がある。</li> <li>又、盤内配線が密集し保守点検が困難となっている。</li> <li>劣化の最も進んでいるのはc/cで、扉バックインの劣化、盤内配線の黒ずみなどがある。</li> <li>リレーの動作不良の発生している箇所がある。中でも、補助リレーの劣化が著しく、接触抵抗が100Ω以上(基準値100Ω以下)となっており、かつ接点が腐食・摩耗し、接点の高さが低い状態である。又、コイル抵抗も基準値(1485Ω)の60~70%程度に下がってきている。</li> <li>監視盤も盤内器具の劣化がはげしく、切替スイッチの接点が変色し、機能障害をおこしている。</li> <li>各盤の使用部品も古く生産中止の部品が多くなってきている。</li> <li>設備全体の更新を計画する時期にきている。</li> </ul>														
	<ul style="list-style-type: none"> <li>沈砂池機械は設置後20年以上経過しており、摩耗、腐食が阻水扉、揚砂機、ろ格機等全体的にみられる。</li> <li>ポンプ設備はポンプ本体に異常はみられないが、給水系統小配管、吐出弁に腐食が見られる。</li> <li>又、運転操作の自動化が進んでおらず手動運転となっている。一部の補修及び操作性の改善を検討する必要がある。</li> <li>電気設備は全体的に劣化が進んでおり、早急に更新計画を進める必要がある。</li> <li>又、盤内配線が密集し保守点検が困難となっている。</li> <li>劣化の最も進んでいるのはc/cで、扉バックインの劣化、盤内配線の黒ずみなどがある。</li> <li>リレーの動作不良の発生している箇所がある。中でも、補助リレーの劣化が著しく、接触抵抗が100Ω以上(基準値100Ω以下)となっており、かつ接点が腐食・摩耗し、接点の高さが低い状態である。又、コイル抵抗も基準値(1485Ω)の60~70%程度に下がってきている。</li> <li>監視盤も盤内器具の劣化がはげしく、切替スイッチの接点が変色し、機能障害をおこしている。</li> <li>各盤の使用部品も古く生産中止の部品が多くなってきている。</li> <li>設備全体の更新を計画する時期にきている。</li> </ul>														
	<ul style="list-style-type: none"> <li>沈砂池機械は設置後20年以上経過しており、摩耗、腐食が阻水扉、揚砂機、ろ格機等全体的にみられる。</li> <li>ポンプ設備はポンプ本体に異常はみられないが、給水系統小配管、吐出弁に腐食が見られる。</li> <li>又、運転操作の自動化が進んでおらず手動運転となっている。一部の補修及び操作性の改善を検討する必要がある。</li> <li>電気設備は全体的に劣化が進んでおり、早急に更新計画を進める必要がある。</li> <li>又、盤内配線が密集し保守点検が困難となっている。</li> <li>劣化の最も進んでいるのはc/cで、扉バックインの劣化、盤内配線の黒ずみなどがある。</li> <li>リレーの動作不良の発生している箇所がある。中でも、補助リレーの劣化が著しく、接触抵抗が100Ω以上(基準値100Ω以下)となっており、かつ接点が腐食・摩耗し、接点の高さが低い状態である。又、コイル抵抗も基準値(1485Ω)の60~70%程度に下がってきている。</li> <li>監視盤も盤内器具の劣化がはげしく、切替スイッチの接点が変色し、機能障害をおこしている。</li> <li>各盤の使用部品も古く生産中止の部品が多くなってきている。</li> <li>設備全体の更新を計画する時期にきている。</li> </ul>														
	<ul style="list-style-type: none"> <li>沈砂池機械は設置後20年以上経過しており、摩耗、腐食が阻水扉、揚砂機、ろ格機等全体的にみられる。</li> <li>ポンプ設備はポンプ本体に異常はみられないが、給水系統小配管、吐出弁に腐食が見られる。</li> <li>又、運転操作の自動化が進んでおらず手動運転となっている。一部の補修及び操作性の改善を検討する必要がある。</li> <li>電気設備は全体的に劣化が進んでおり、早急に更新計画を進める必要がある。</li> <li>又、盤内配線が密集し保守点検が困難となっている。</li> <li>劣化の最も進んでいるのはc/cで、扉バックインの劣化、盤内配線の黒ずみなどがある。</li> <li>リレーの動作不良の発生している箇所がある。中でも、補助リレーの劣化が著しく、接触抵抗が100Ω以上(基準値100Ω以下)となっており、かつ接点が腐食・摩耗し、接点の高さが低い状態である。又、コイル抵抗も基準値(1485Ω)の60~70%程度に下がってきている。</li> <li>監視盤も盤内器具の劣化がはげしく、切替スイッチの接点が変色し、機能障害をおこしている。</li> <li>各盤の使用部品も古く生産中止の部品が多くなってきている。</li> <li>設備全体の更新を計画する時期にきている。</li> </ul>														
	<ul style="list-style-type: none"> <li>沈砂池機械は設置後20年以上経過しており、摩耗、腐食が阻水扉、揚砂機、ろ格機等全体的にみられる。</li> <li>ポンプ設備はポンプ本体に異常はみられないが、給水系統小配管、吐出弁に腐食が見られる。</li> <li>又、運転操作の自動化が進んでおらず手動運転となっている。一部の補修及び操作性の改善を検討する必要がある。</li> <li>電気設備は全体的に劣化が進んでおり、早急に更新計画を進める必要がある。</li> <li>又、盤内配線が密集し保守点検が困難となっている。</li> <li>劣化の最も進んでいるのはc/cで、扉バックインの劣化、盤内配線の黒ずみなどがある。</li> <li>リレーの動作不良の発生している箇所がある。中でも、補助リレーの劣化が著しく、接触抵抗が100Ω以上(基準値100Ω以下)となっており、かつ接点が腐食・摩耗し、接点の高さが低い状態である。又、コイル抵抗も基準値(1485Ω)の60~70%程度に下がってきている。</li> <li>監視盤も盤内器具の劣化がはげしく、切替スイッチの接点が変色し、機能障害をおこしている。</li> <li>各盤の使用部品も古く生産中止の部品が多くなってきている。</li> <li>設備全体の更新を計画する時期にきている。</li> </ul>														
	<ul style="list-style-type: none"> <li>沈砂池機械は設置後20年以上経過しており、摩耗、腐食が阻水扉、揚砂機、ろ格機等全体的にみられる。</li> <li>ポンプ設備はポンプ本体に異常はみられないが、給水系統小配管、吐出弁に腐食が見られる。</li> <li>又、運転操作の自動化が進んでおらず手動運転となっている。一部の補修及び操作性の改善を検討する必要がある。</li> <li>電気設備は全体的に劣化が進んでおり、早急に更新計画を進める必要がある。</li> <li>又、盤内配線が密集し保守点検が困難となっている。</li> <li>劣化の最も進んでいるのはc/cで、扉バックインの劣化、盤内配線の黒ずみなどがある。</li> <li>リレーの動作不良の発生している箇所がある。中でも、補助リレーの劣化が著しく、接触抵抗が100Ω以上(基準値100Ω以下)となっており、かつ接点が腐食・摩耗し、接点の高さが低い状態である。又、コイル抵抗も基準値(1485Ω)の60~70%程度に下がってきている。</li> <li>監視盤も盤内器具の劣化がはげしく、切替スイッチの接点が変色し、機能障害をおこしている。</li> <li>各盤の使用部品も古く生産中止の部品が多くなってきている。</li> <li>設備全体の更新を計画する時期にきている。</li> </ul>														

表-8 総合評価表

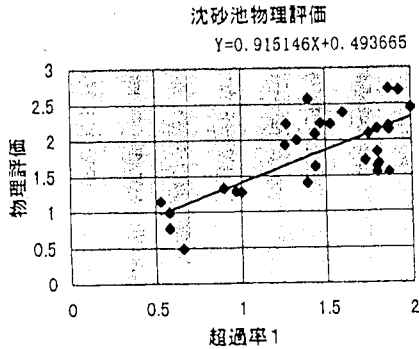


図-2 設備別評価分布図

表-9 更新係数

	物理的評価 X 1 に関わる係数 a 1	機能的評価 X 2 に関わる係数 a 2
沈砂池設備	0.92	0.21
雨水ポンプ設備	0.88	0.42
汚水ポンプ設備	0.85	0.40
脱水設備	1.13	0.88
污泥焼却設備	0.98	0.98
受変電設備	1.40	0.13
動力制御設備	1.11	0.52
監視制御設備	0.59	0.49

### 8. 下水処理設備の余寿命

耐用年数には標準的耐用年数や地方公営企業法による耐用年数などがあるが、我々は設備を納入している東京下水道設備協会会員を対象に調査をし、実際に納入された設備の使用年数（実績値）とメーカーとしての推奨値を調査した。この調査結果をもとに（1）実績値と推奨値が大きく異なる場合はデータの異常値を排除して数値を見直す。（2）実績値のないものは類似機器を参考にする。（3）似たような設備は数値を合わせる一との原則で実務的耐用年数（案）を定めることにした。まず得られたデータを正規分布であらわし、その平均値  $\mu$  を実務的耐用年数とし、標準偏差値  $\sigma$  を求め、老朽度診断その1で述べたように「 $\mu + 1\sigma$ 」を限界寿命とした。また  $3\sigma = 0.99\mu$  を考慮し、 $\sigma < 1/3\mu$  となるよう調整し、偏差値  $\sigma$  を定めていった。表-9に実務的耐用年数（案）の一部を示す。

表-9 実務的耐用年数（案） 単位：年

設備名	名称	標準的（耐）	地公企法	実務的 $\mu$ （偏差値 $\sigma$ ）
沈砂池設備	沈砂かき揚げ機	15	17	20（5）
	バケット	-	-	10（3）
	チェーンスプロケット	-	-	10（3）
	ろ格機	15	17	20（5）
	レーキ	-	-	10（3）
	チェーンスプロケット	-	-	10（3）

この時、老朽度診断その1で述べたように余寿命 T1 は次のように現すことができる。

$$T1 = (\mu + \sigma) - \text{NORMINV}(Y/3, \mu, \sigma)$$

NORMINV：正規累積分布関数の逆関数の値を返す統計関数 Y：チェックリス上の総評価  
余寿命 T1 は自動計算され、チェックリストに表記される。

### 9. おわりに

こうして得られたチェックリストの数値はポートフォリオなどに現され更新計画決定の為に提供されることになるがまだ未完成の部分も多い。緒賢のご指導・ご指摘をいただければ幸いです。