下水道施設（主に処理場･ポンプ場）における
保全管理区分の見直しに関する提案

株式会社極東技工コンサルタント　藤井 啓一

下水道の機能維持のために、今後は機能性･安全性を絶対条件とした上で経済性を優先した対策が必要な情勢である。そのためには、現状の施設を長寿命化させることが絶対であり、適切なストックマネジメントを行っていない地方自治体は、経営の健全化を目指した、経済性を重視したコンサルティングが愁眉の課題である。一刻も早く、健全経営のできる下水道管理組織を構築したい想いから、ストックマネジメントを策定するための保全管理区分の見直しに関する提案を記す。

Key Words　：　状態監視保全、ストックマネジメント、保全管理区分

１.はじめに

平成 18 年に制定された住生活基本法において、「量の確保から質の向上へ」「フロー重視からストック活用へ」と、これまでの建設重視の政策からストック重視の政策へと国は大きく舵を切った。成熟社会すなわち生活の質の向上を目指す社会においては、スクラップアンドビルドは過去のものとなり、主要なテーマは、「環境負荷の低減」と「健全な経営から良質なストックの形成と持続」となる。両者は密接不可分の関係にあり、よいものを長期にわたって使用することで、資源の有効化、廃棄物や CO2 の削減ができ、地球環境に貢献するというのが基本コンセプトとなっている。フロー（量）からストック（質）へという流れは、維持保全、リニューアル、リユースといったストックマネジメントへのシフトを迫るものとなるが、この認識を怠るとコンサルティングする市場から取り残されることになってしまう。

ストックマネジメントは目標設定に基づき、点検調査計画、修繕･改築のシナリオ（計画）をリスク、コスト、性能発揮のバランスにおいて作成し、PDCA サイクルを行いながら目標に向かって向上させていくプロセスと解釈する。しかし、ストックマネジメントは領域が広く、また、個別事情が複雑に絡み合い、一般解となるモデルが無いのが実情である。一部の自治体は保全計画の区分で悩んでおり、大半の自治体にいたってはその施設の実情に沿った保全計画を検討できていない。本論文では、施設のパフォーマンス（性能発揮）をリスク、コストとのバランスにおいて、いかに効率的に高めるか、特にその方法論の一考察を提案する。

2.保全計画の種類と下水道施設での状態監視保全とするべき項目

まず、一般的な保全の目的分類と内容を以下に示す。

図-1 保全の目的分類

時間計画保全　：一定の期間や使用した経過時間を定めて行う保全で、定期保全と経時保全がある。

状態監視保全　：設備やシステムの状態を常時モニター(監視)して、事前に定められた基準に基づいて措置を講じる方法。

定期保全　：これまでの経験から時間的に一定の周期を定めて行う方法。

経時保全　：設備やシステムに対して規定された累積動作時間に達した場合に行う方法。

緊急保全　：重要な設備やシステムは予防保全の対策によって故障が発生しないように配慮しているものに対して、突発的に発生した故障の際に直ちに行う方法。

通常事後保全　：仮に故障をしても代替機が用意されている場合には、故障の際に代替運用を行い、その他は故障後に保全を行う方法。

一般的には、「使用性」「修復性」「安全性」という基本性能に対応した、「使用限界状態」「損傷限界状態」「安全限界状態」を目標の水準として定めていく必要がある。下水道の機能維持のためには使用限界状態時点での対策が必須となるので、保全管理区分の見直しについて具体的な事例と共に「使用限界状態」を把握し、「使用限界状態」をより長い期間にするための状態監視保全計画の考え方を紹介する。これにより、改築更新事業費を低減することが期待できる。状態監視保全を進めていくべき内容は下記の 4 項目とする。

①定期点検の活用

→【法定点検のある設備（No.4 へ)】

②建設時の特殊状況

→【土木構造物、建築構造物の躯体（No.5 へ)】

③コストが小さくても重要な施設（故障状況･頻度による状態把握可能）

→【重要度の高い空調、換気設備（No.6 へ)】

④故障解析による考え方

→【自家発電機設備（No.7 へ)】

上記の項目では、本来の必要となる施設機能を途切れることなく確保するための対策が行われていない。よって、No.4 より保全計画の考え方と理由を示す。

３.耐用年数とは

まず、状態監視保全を選定するにあたり、考え方の根幹となる耐用年数についての考え方を以下に示す。

種類	内容
法的耐用年数	固定資産の減価償却費算出のために定められた耐用年数
物理的耐用年数	構造や設備の物理的な劣化の面から決められる耐用年数
経済的耐用年数	継続して使用するために必要な修繕費や改修費が更新費用を上回る年数
機能的耐用年数	使用目的や社会的ニーズに対応できなくなり、機能的に陳腐化する年数

表-1 耐用年数の考え方

表-1 より、対象物の種類によって優先される判断基準が変わる。下水道施設では、改築するために補助金を交付できる場合の条件として経過している年数を設定しており、それを標準耐用年数と定めている場合がほとんどである。上記の種類で判別すると「物理的耐用年数」に該当し、下水道施設では物理的劣化による機能不全を防ぐことが必要と考えられている。

４.状態監視保全となる法定点検とは

実は多くの事象に対して法律により定期点検の実施が義務付けられている。その内容を以下に示す。

	点検･確認項目	関係法令		点検･確認項目	関係法令
1	**建築物の敷地及び構造の点検**	**建基法第 12 条 官公法第 12 条**	10	浄化槽の水質検査、 保守点検、清掃	浄化槽法第 7～11 条
2	**昇降機の点検**	**建基法第 12 条 人事院 10-4 第 32 条**	11	簡易専用水道の水槽の 清掃、検査	水道法第 34 条
3	**建築物の昇降機以外の建築設備の点検**	**建基法第 12 条 官公法第 12 条**	12	排水設備の清掃	建築物衛生法第 4 条
4	支障がない状態の確認	H17 国交省告示 第 551 号	13	清掃等及びねずみ等の 防除	建築物衛生法第 4 条 人事院 10-4 第 15 条

5	**消防用設備等の点検**	**消防法第 17 条**	14	空気環境の測定	建築物衛生法第 4 条 人事院 10-4 第 15 条
6	**危険物を取り扱う一般 取扱所等の点検**	**消防法第 14 条**	15	冷却塔、加湿装置等の 清掃等	建築物衛生法第 4 条 人事院 10-4 第 15 条
7	**事業用電気工作物の 保安規定による自主点検**	**電気事業法第 42 条**	16	給水設備の飲料水、雑用水の 遊離残留塩素等検査	建築物衛生法第 4 条
8	機械換気設備の点検	人事院 10-4 第 15 条	**17**	**ばい煙発生施設のばい煙量 又はばい煙濃度の測定**	**大気汚染防止法 第 16 条**
9	**ボイラーの性能検査、 定期点検**	**人事院 10-4 第 32 条**			

表-2 法定点検の項目

表-2 の太字部分(1,2,3,5,6,7,9,17)は下水道処理機能と安全面に直結する項目であり、法定点検とは、法律により定められた年に一度などの定期点検に加え、日常の保守点検を月に一度ほど行うことなどが該当する。つまり、これらは必然的に状態監視保全となる。

５.土木、建築構造物の考え方

下水道施設の場合、土木･建築構造物の躯体は、大半が RC 造（鉄筋コンクリート造）である。そこで重要となるのが材料の塩化物許容限界である。1974 年に海砂に含まれる塩化物の許容限界が設定されており、それ以前に建設された施設は内在塩化物による塩害が発生している可能性がある。躯体構造物の状態監視を行うにあたって、建設時のデータベース化は何よりも重要である。

また、橋梁･道路などの構造物は予防保全の観点から状態監視保全に取り組んでいるため、下水道施設の土木、建築構造物も状態監視保全をすることが必要と断定できる。A 自治体では、状態監視保全によって使用限界状態を把握すると延命化できる「躯体」「防水」「防食」を状態監視保全と策定した。

番号	施設名	大分類		中分類	小分類	竣工年度	管理区分	標準耐用年数	目標耐用年数	点検サイクル
1	沈砂池・ポンプ棟	管理棟		躯体	-	S45	状態	50	80	
				仕上げ	内装		事後	15	30	
					外装		事後	15	15	
					屋根仕上げ		事後	15	30	
					塗装		事後	10	20	
				防水	屋根防水		状態	10	20	
					水槽防水		状態	10	20	
				建具	サッシ		事後	18	30	
					ドア		事後	18	30	
					シャッタ		事後	18	30	
					オーバースライダ		事後	18	30	
					パーテーション		事後	18	40	
				建具（電気室）	サッシ(電気室)		状態	18	30	
					ドア(電気室)		状態	18	30	
					パーテーション(電気室)		状態	18	40	
				金属物	笠木		事後	18	30	
					手摺		事後	18	40	
					EXP.金物		事後	18	40	
					梯子		事後	18	50	
					タラップ		事後	18	50	
					ルーフドレン		事後	18	30	
					階段		事後	18	40	
		ポンプ場施設	除砂施設	躯体	-	S45	状態	50	80	
				付帯設備	内部防食		状態	10	15	
					手摺		事後	18	40	
					グレーチング		事後	18	27	
					簡易覆蓋		事後	18	27	

表-3　土木・建築構造物の保全区分

次に、定期点検以外の情報取得として、センシング技術を活用することが良い。小型化された安価な電子デバイスを用いて構造物にセンサを設置し、得られた情報を解析することで、要注意箇所を把握することができる。例えばある県の場合、県が発注する全てのコンクリート構造物に対して、施工情報を統一したデータフォームで記録している。具体的な取得データは、水分中の塩分濃度、ひび割れ幅、たわみ量などである。また、亀裂の伸びや部材厚の減少の把握、腐食環境の把握をするためにモニタリングを導入することも必要である。発電系のセンサが開発されているため、近年では無線でデータ取得もできるようになった。このデータを基に施設の異状をいち早く発見し、傷の浅いうちに補修することで施設全体を延命化させる。

状態監視保全の必要性は明確だが、今後は具体的にどのような形で点検、メンテナンスを行っていくかが重要である。特に腐食環境下にある躯体は、耐塩害性、耐凍害性、耐硫酸性のあるコンクリートを使用したり、地震時に挙動が大きくなることから、センサでのモニタリングを導入していく必要がある。

６．空調・換気設備の考え方

建築設備の中で保全計画の判断が難しいのが、空調・換気設備である。その理由は、重要度の高い空調設備は下水道処理の一端を担う電気室の温度上昇を防ぐために設置されているからである。ここでは、人間環境の快適性向上は無視して考えることとする。電気設備（各電気盤）の放熱からの温度上昇を抑えることで電気設備の運転環境を保持することができる。各電気盤は、全ての機械設備の制御を担うため、重要機器と位置づける。よって、その各電気盤の不具合を防ぐために必要な空調機器は重要設備となり、状態監視保全が必要となる。B 自治体では以下のように策定した。

番号	施設名	大分類	中分類	小分類	竣工年度	管理区分	標準耐用年数	目標耐用年数	点検サイクル
1	沈砂池・管理棟	管理棟	給排水・衛生・ガス設備	揚水ポンプ	S54	事後	15	20	
				電気温水器	地下S41	事後	15(6)	10	
				衛生器具		事後	15	30	
				給水管・水栓・排水管・ガス管		事後	15	30	
				受水槽・高架水槽		状態	15	30	
			空調・換気設備	ダクト		事後	15	30	
				チラーユニット		状態・事後	15	15	1回/5年
				膨張タンク		状態・事後	15	30	
				ファンコイル		状態・事後	15	20	
				熱交換器		状態・事後	15	20	
				エアコン(含パッケージエアコン)		状態・事後	15	20	
				冷却・循環ポンプ		状態・事後	15	20	
				クーリングタワー		状態・事後	15	15	
				ファン		事後	15	20	
			電気設備	電灯分電盤		事後	15	25	
				照明器具		事後	15	20	
				配線・配管類・配管器具		事後	15	30	
			消火災害防止設備	スプリンクラ(消火装置)		状態	8	30	1回/3年
				配線・配管類・配管器具		状態	15	20	

表-4　空調・換気設備の保全区分

空調設備の状態監視保全について、近年は個別のパッケージエアコンを採用していることが多く、実質的には耐用年数を越えたあたりから故障が発見され更新するケースがほとんどである。パッケージエアコン機械本体自体の長寿命化を計ることは物理的には難しい。よって故障の兆候をいち早く発見するための不使用時期の動作確認が重要となる。また、故障した場合でも、上記で述べたとおり温度上昇を防ぐことができれば問題にはならないため、電気室の各扉や各窓を一時的に開放して温度上昇を防ぐという応急処置も可能である（電気室の温度は 40 度以下を保たなければならないが、真夏でも外気温が 40 度を越えることはほとんど無いため。）が、前述の通り重要設備となるため、状態監視保全を行う。

7．自家発電機設備の考え方

電気設備（自家発電気設備）は信頼性を高める手法が求められる。この考え方は、電気設備に用いられる部品レベル、トータルシステムの面で進められており、広く用いられているのが「冗長化」である。「冗長化」とは、装置の二重化対策などを行って、システム全体の信頼性を高める手法である。また、故障率は使用した時間によって変化する。「初期故障期」を過ぎると標準耐用年数までの間は、故障率は一定値以下に収まるので、その期間を「偶発故障期」と呼ぶ。その後、装置や部品の劣化によって故障率が増加していく時期を「磨耗故障期」と呼ぶ。このバスタブ曲線（状態監視保全類似）の考え方を基に保全計画を考える。

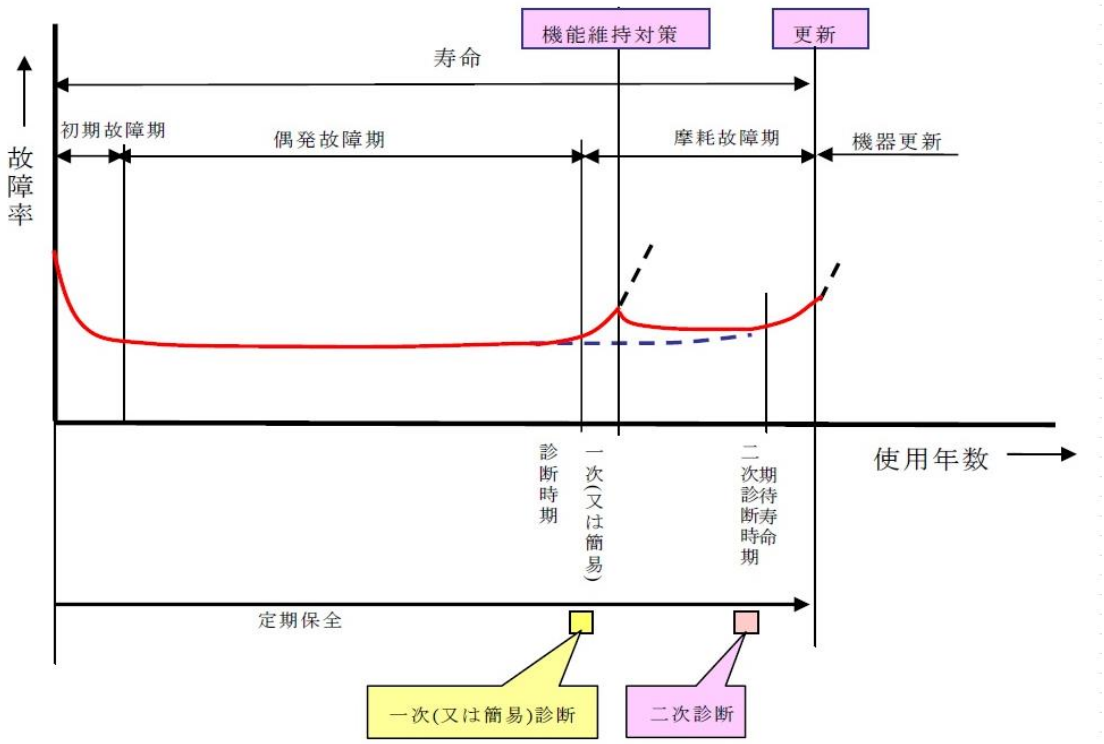

図-2 バスタブ曲線の考え方

健全度による状態表記は便法であり、一つの数字で表すことに限界がある。それを補う方法として、信頼性解析などの考え方も今後は取り入れていくべきである。

また、自家発電機設備は時間保全計画として考えられていたが、実際には建築基準法で2年以内の定期点検、電気事業法令では保安規定として日常点検を行うことを推奨しているため、状態監視保全を行う。C自治体では以下のように策定検討した。

機 器 名 称	形　式	仕様概要	管理保全区分	管理区分	
				重要度	処理区分 基幹
No.1非常用自家発電装置	同期発電機JEC-114-1979	出力:375kVA 、燃料消費率:190L/h	状態監視		－
放流切替ゲート非常用発電機	防音型エンジン発電機	発電容量:9.9kVA 、電圧:200V 、燃料:軽油	状態監視		－
No.1発電機盤〔G-HC-2〕	屋内自立形	発電電圧検出継電器 、過電流継電器 過電圧継電器、不足電圧継電器 地絡過電圧継電器、地絡方向継電器 逆電力継電器	状態監視		－
No.1自動始動盤〔G-HC-1〕	屋内自立形	地絡方向継電器	状態監視		－
発電機補機盤〔G-LC-1〕	屋内自立形	配線遮断器、補助継電器	状態監視		－
No.1給気ファン	給気ファン・給気消音器	給気用	状態監視		－
一次排気消音器		騒音ﾚﾍﾞﾙ＿消音器出口1mにて ： 55db(A)以下	状態監視		－
二次排気消音器		排気用	状態監視		－

表-5　自家発電機設備の保全区分

また、システムの安全技術として、「フォールト・トレラント(故障や誤動作が発生しても機能が正しく維持される手法)」や「フェール・ソフト(故障が発生した際に、機能を完全に喪失するのではなく、可能な範囲で機能が維持されるようにする手法)」も取り入れ、改築更新設計を行っていく必要がある。UPS（無停電電源装置）のバッテリーは、定期的な点検と交換が重要である。

８.コンサルタントの役割

今まで国がやってきた下水道施設の延命策は、安易に補助金を頼ることにより効率的な延命化への努力を足りなくさせてしまった。日本という国はずっと右肩上がりの時代が続いたため、ただ要望に応えていくことが公共のサービスだとされてきたが、少ない資源で必要なものをつくって運営できる環境をつくることこそが本当のマネジメントである。我々コンサルタントは、施設のドクターとして下水道施設の長寿命化を図る役割を期待されている。これからの日本に必要なこの考え方を全国に浸透させるために、我々コンサルタントがリーダーシップを発揮したい。