

100年間管路を保たせる アセットマネジメント —ゼロブレイクダウン手法を 取り入れた計画の推進—



日本水工設計(株) 東京支社下水道二部 次長 牛原 正詞

1 はじめに

我が国における平成 21 年度末の下水道の処理人口普及率は約 74%と高くなっており、管渠の総布設延長も平成 20 年度末で約 42 万 5,870kmと莫大な資産を保有している。

管路施設は、これまでの下水道施設投資金額に占める割合が大きく、ますます更新需要が大きくなるなかで下水道経営を安定化させていくためには、安全性を確保しつつ、施設を長期にわたり運用することが重要となっている。しかしながら、ほとんど冗長性（バックアップ等）がない施設であることから、予防保全を図り、継続的に運転できる環境の整備が求められている。また、管路施設については、その特性上、日常の運転管理では見えない施設であり、劣化状況や進捗がよくわからないため、維持管理上の大きな問題ともなっている。

そのため、下水道管渠を長期間持たすために故障ゼロを目指す「ゼロブレイクダウン手法」の考え方を取り入れ、これまでに培ってきた技術を活用して、マネジメントを進める展開について述べる。

2 ゼロブレイクダウン手法を用いた維持管理手法について

2.1 主な維持管理手法の紹介

わが国では、下水道長寿命化支援制度が構築され、TV カメラ調査結果を用いた診断・改善計画および維持管理計画の構築が進められているが、米国における主要な維持管理手法としては、以下に示す 3 ケースが挙げられる。

- ① 信頼性管理（RCM）
- ② 総生産性管理（TPM）
- ③ 故障ゼロ管理（ゼロブレイクダウン手法）

米国で行われている維持管理手法として、多くの都市では①の信頼性管理（RCM）を採用していると言われている。この RCM（Reliability Centered Maintenance）は、「信頼性中心保全手法」であり、システムの各構成要素に対してさまざまな保全方式があるなかで、どの方式を適用すべきかを論理的に決定する手法であり、冗長性の少ない設備で成果をあげている。管路施設は、立地条件により資産の寿命は大きく変わる要素があるため、管渠の置かれている状況や維持管理に対する知識があれば、維持管理対象を重要な資産に絞って対策を検討する等、有効な手法であると考えられている。

また、②のTPM (Total Productive Maintenance) は、「全員参加の予防保全手法」であり、あらゆる部門にわたり、トップから第1線で働く従業員まで全員参加で全社的な設備管理を実施し、生産システム全体について“災害ゼロ・不良ゼロ・故障ゼロ”など、保全性と生産性の維持向上を図る手法である。

2.2 ゼロブレイクダウン手法を用いた維持管理手法

近年、前項で紹介した維持管理手法以外に注目されているのが、③の「ゼロブレイクダウン手法」である。この手法については、故障発生をゼロにするために、管路施設の状態把握だけでなく、それに至った外的要因を明らかにして、その要因を排除することにより、施設の寿命を延ばしていく管理手法であるが、これまでは処理施設での採用

が主であったことから、これを管路施設へ適用させる際の考え方について記載する。

この手法の考え方は、図-1に示すように、施設が壊れるまで使い続けるのではなく、劣化の進行を遅らせるため、外的要因を明らかにして施設に対する悪化要因を極力減らすとともに、一定以下の性能となった施設については改善を行い、故障ゼロを目指していくことが基本である。このゼロブレイクダウン手法を進めていくために必要となる戦略（考え方）を、表-1に示す。

また、この手法を展開するにあたっては、表-2に示すようなステップを実行しながら施設全体の安全度向上と長期間の運用を可能にしていくことが重要である。

管路施設を長期間使用し続けるためには、適切な維持管理を行うことが必要であるが、それを実現するためには、図-2に示したように、管路施設で発生する故障の原因となる外的要因を正確に把握することが重要である。

現在行われている診断技術は、TVカメラ調査が主流であるが、これで把握できることは、外的要因により影響を受けた管渠の姿を評価しているものであり、そこに至る原因の調査を行っているわけではない。そのため、TVカメラ調査結果から、対症療法的な対策の提案はできるが、管路施設そのものの寿命を延ばすものではないため、根本的な対策を実施するには、外的要因を把握し、

図-1 資産の劣化イメージ図

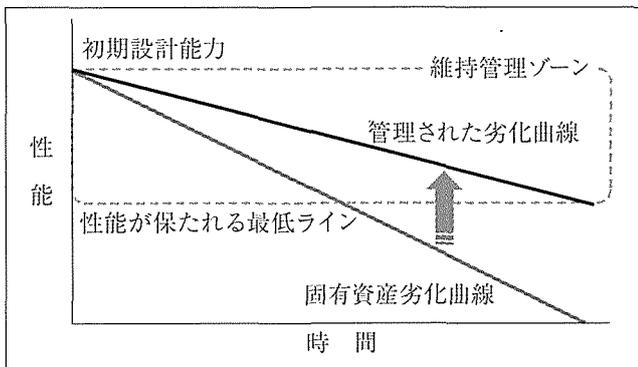


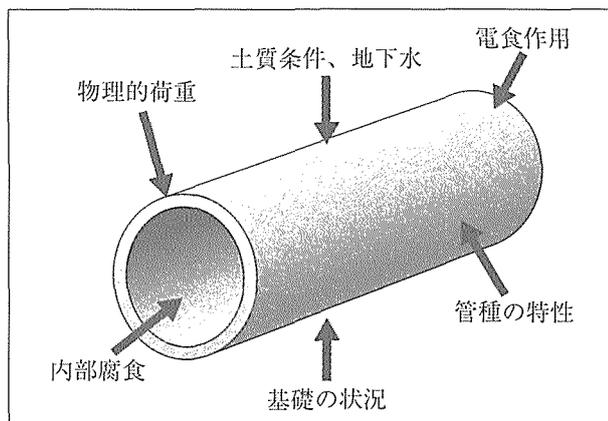
表-1 「ゼロブレイクダウン手法」の核心となる戦略

- 1) 性能が保たれる最低の施設状態を設定することで、機能上問題ある施設をなくす
- 2) 劣化した施設を改善する際には、最適な状態の施設に戻す
- 3) 劣化を加速する外的要因をなくすことで、劣化の進行を遅くする
- 4) 設計時に配慮が不足していた点を修正することで、施設を長寿命化させる
- 5) 運転管理・維持管理技術を改善することで、予期しない故障をなくす

表-2 「ゼロブレイクダウン手法」の戦略を展開するステップ

- 1) 故障を起こす期間のばらつきを減らす
- 2) 施設を長寿命化させる
- 3) 周期的に劣化状態を回復させる
- 4) 施設の状態から耐用年数を予測する

図-2 管路施設の故障原因となる外的要因



それに対する適切な処置を行う必要がある。

米国では、70年代からTVカメラ調査を実施しており、データが蓄積されることにより、ようやく活用段階に入ったと言われている。米国EPA (Environmental Protection Agency: 環境保護庁) では、TVカメラ調査を基に不具合が発生している箇所を把握するほか、土質条件および管渠に荷重がかかっている要因や場所等を把握し、これらの位置や構造の状況を解析するとともに、作業員からの意見を反映させることにより、今後不具合が起りそうな箇所の把握を可能としている。

施設の寿命を延ばすためには、一般的にメンテナンスに対して適正な投資を行うことにより達成可能と考えられる。しかしながら、平成20年度の全国での実施状況を見ると、目視調査およびTVカメラ調査が全管渠延長の3.1%、清掃については1.6%と、非常に少ない実施状況である。そのため、メンテナンスによって寿命がどの程度伸びているか、きちんと寄与しているかについて調査し、適切な作業を実施、そのうえで各種の定量評価技術等を活用した計画を立案して、アセットマネジメントを展開していくことが重要である。

3 管路施設のアセットマネジメントの展開について

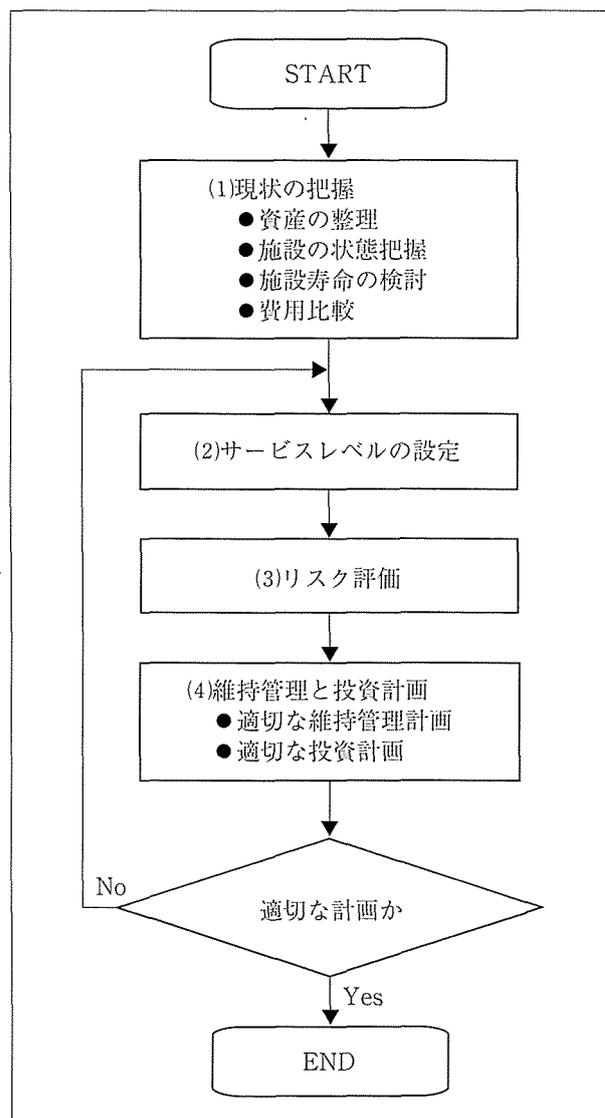
前章で紹介した手法を取り入れてアセットマネジメントを行うには、これまでに培われているさ

まざまな要素技術を駆使して、外部要因の把握と性能評価を行って、現状の評価を実施してから目標設定や対策を立案する必要がある。図-3に検討フローを示す。

(1) 現状の把握

- 資産の整理：下水道管渠台帳システムを活用し、資産の階層管理を行う。
- 施設の状態把握：従来から行われているTVカメラ調査のほか、衝撃弾性波技術（ピケスト^{*1)}：管体の強度が不足しているところを特定する）や流出解析モデル^{*2)}等を用いた流下状態等の調査（流速分布を把握することにより

図-3 検討フロー



堆積しやすい箇所を特定する)を行い、施設の正確な状態を把握する。

- 施設寿命の検討：診断結果や設置条件等を勘案した劣化曲線を作成し、施設の寿命を把握する。
- 費用比較：複数シナリオに基づいた対策案についてライフサイクルコストの比較を行う。

(2) サービスレベルの設定

サービスレベルには、外部のサービスレベル(法的基準など)、内部のサービスレベル(管渠能力、設計基準)などがある。特に、管渠能力や管渠内の物理的な状況を知ることは、寿命を考えるうえでの重要な指標となる。このことから、流出解析モデルによるシミュレーション、管内の硫化物の影響を評価する WATS モデル^{※3)}等(腐食対策必要箇所を選定する)を用いて、対策の検討および対策レベルの評価を行う。

(3) リスク評価

故障の可能性と故障が発生した際の被害程度を評価して定量化を図り、対策順位検討や維持管理計画策定の基礎資料とする。

(4) 維持管理と投資計画

適切な維持管理とリスク評価に基づく適切な投資計画を立案する。これは LCC の最小化と安全性の確保につながり、管渠の持続性を確保していくうえで重要である。

- 適切な維持管理計画：流出解析モデルや WATS モデル等の評価結果を用いて、清掃ポイントや維持管理ポイントを明らかにするとともに、安価で広域を調査できる手法について検討する。
- 適切な投資計画：いつ修繕し、いつ更生を行うかの判断は、将来投資を最小にしていくこと

につながり、中長期の戦略を立てていくうえで重要である。このためには、現状把握、リスク評価が大事なポイントとなる。

- ※1) ピケスト：管に軽い衝撃を与えることにより管を振動させ、計測された波形の周波数分布を解析することにより管体の劣化を定量的に判定する衝撃弾性波検査法のこと。
- ※2) 流出解析モデル：管渠内の任意地点における水量と水質を時系列的・定量的に解析するもので、浸水対策や合流改善対策で多く使用されている。
- ※3) WATS モデル：管路施設内の硫化水素ガスの濃度を予測し、腐食対策の対策必要箇所を定量的に評価するモデルである。施設内における好気・嫌気状態での有機物と硫黄化合物の変質に関するプロセスモデルで、物資収支と反応速度論を用いて構成される IWA 活性汚泥モデル (ASM) の考え方を適用している。

4 おわりに

近年、流出解析モデルや WATS モデル等、さまざまな定量評価技術を用いた対策提案が行われている。また、水道施設のアセットマネジメントでは、システム化も始まっている。現在、処理施設についてはアセットマネジメントを運用できる目処が立っているが、管路施設については、調査手法を含め、調整しなければならないことが多々ある。

そのため、今後管路施設の維持管理のあり方を整理するとともに、多くの人々が共通のレベルで対応できるシステム化についても進めていく必要があると考えている。

(参考文献)

- 下水道施設機能保全に関する調査 報告書、平成 16 年 3 月、(財)下水道新技術推進機構、(社)日本下水道施設業協会
- アセットマネジメントワークショップ資料、米国 EPA
- 下水道統計平成 20 年度版、(社)日本下水道協会