

信頼性重視保全に基づく管渠内調査頻度の検討

国土交通省（前 国土技術政策総合研究所） 吉田 敏章
 国土技術政策総合研究所 ○深谷 渉
 さいたま市（前 国土技術政策総合研究所） 松宮 洋介

1. はじめに

我が国の管渠ストックは着実に蓄積され、都市における衛生の確保及び生活環境の改善等の効果を発現してきた。しかし、全国的に見ると、管渠内調査が総延長の1.2%/年程度で実施され¹⁾、改築は総延長の0.1%/年程度で実施されている²⁾。維持管理及び改築は十分になされておらず、管渠起因の道路陥没等の問題が顕在化している。

管渠が経過年数に応じてどれだけ劣化していくかについては、全国の管渠の改築延長及び診断データ等を用いて、管渠全体をマクロ的に捉え、改築を要する管渠の割合（健全率）を予測する式を構築し、改築事業量を予測する方法が開発されている³⁾。また、改築を要する管渠（スパン）を特定するためには管渠内調査が不可欠であるが、その優先度を管渠の不具合の可能性と影響度とを統合したリスク評価に基づき決定する方法が提示されている⁴⁾。しかしながら、具体的にどの程度の頻度で実施すべきかについては、定期的を実施するのが望ましいとされており、「供用開始後経過年0～30年では、潜行目視調査又はテレビカメラ調査は10年に1回」等の例が示されている⁵⁾に過ぎない。

管渠はその機能を発揮し続けなければならない、不具合に至ると、道路陥没や汚水の流出という重大な安全上又は環境上の影響が発生しうる。このような重大な影響を回避し、施設等が望まれる機能を発揮し続けるための維持管理方法の考え方が信頼性重視保全(RCM: Reliability-centered maintenance)として発展してきた。その中では、不具合の発生形態及び重要度等に応じた維持管理方法が提示されており、維持管理の頻度の具体的な決定方法も含まれる⁶⁾。

本稿では、信頼性重視保全に基づき、国総研の調査研究で得られた管渠の健全率等のデータを活用して、望ましい管渠内調査頻度について検討したので、報告する。

2. 検討方法

(1) P-F 間隔について（信頼性重視保全の考え方）

非常に多くの不具合が、突然発生するのではなく、時間をかけて進行するものである。一般的に、どのように不具合が起こり始め、最終的に不具合に至るかを示したものをP-F曲線といい、**図1**のとおり表わされる。不具合が起こり始めてから後、それを発見できる時点（点P）まで劣化し、もしも発見されず直されなければ、劣化が進行し、最終的に機能的な不具合（点F: functional failure）に至る。不具合が起こり始まっている、又は起ころうとしているかどうかを確認できる時点は、潜在的な不具合（potential failure）と言われる。不具合の状態を点Pと点Fとの間で発見し、必要な措置を講じることにより、機能的な不具合を回避できる。これを、状態に応じた保全（on-condition maintenance）という。点

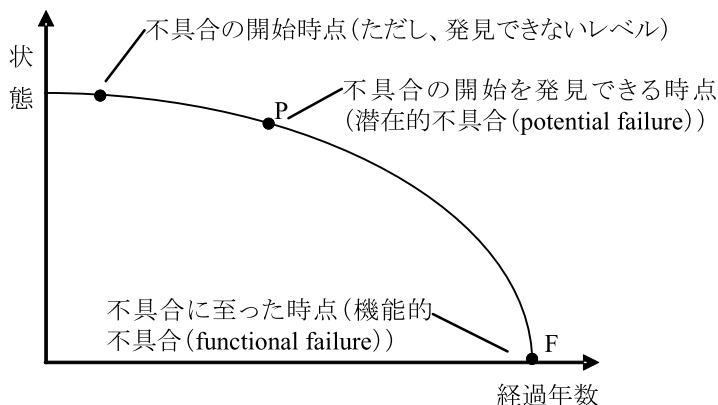


図1 P-F 曲線

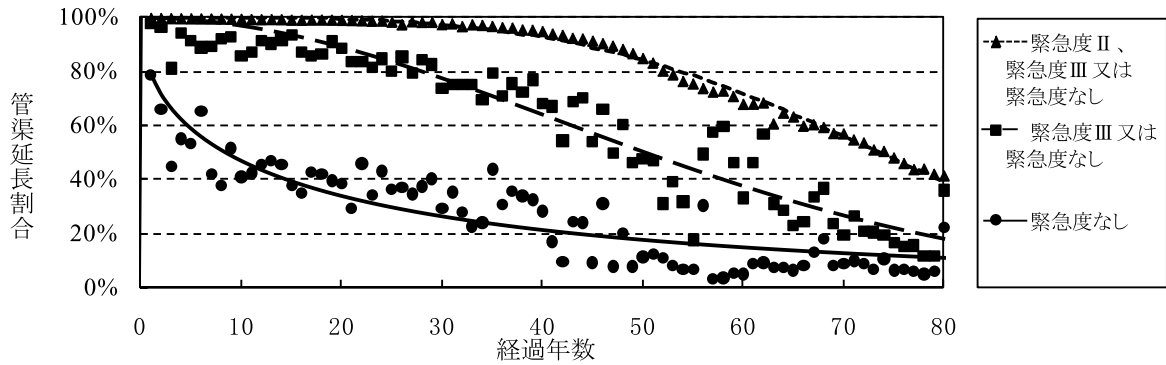


図2 経過年数に応じた緊急度ごとの管渠延長割合

Fに至る前に潜在的な不具合を発見するためには、点Pと点Fとの時間的間隔（P-F間隔）より短い期間で施設の調査がなされなければならない、P-F間隔の半分の頻度で行えば、実際は十分である場合が多い⁶⁾。

(2) 管渠のP-F間隔の設定

管渠を対象としたP-F曲線を考えるとき、既往の研究成果である健全率予測式と同様に、個々のスパンではなく管渠全体をマクロ的に捉えることが有効である。全国のデータを基に解析した国総研による調査では、緊急度Ⅰ、緊急度Ⅱ、緊急度Ⅲ、緊急度なし（表1⁷⁾）のそれぞれの管渠延長割合が経過年数に応じて分かっている。ここでは、公共下水道の管渠について、管種を分けずに取り扱い、ワイブル曲線をあてはめた結果（図2）を用いる。緊急度の定義等から判断して、緊急度Ⅲが点Pに相当し、緊急度Ⅰが点Fに相当すると考える。管渠全体をマクロ的に捉える場合は、緊急度Ⅰ、緊急度Ⅱ又は緊急度Ⅲの管渠延長割合、緊急度Ⅰの管渠延長割合がある一定値に達する状態をそれぞれ点P、点Fと考えることになる。その一定値として、管渠全体を平均的に捉えた50%を設定する（以下「通常管理（50%）」という。）だけでなく、幹線等の重要な管渠は高い安全度による管理が求められることから、危険率を5%、1%とし、それぞれ95%、99%を設定した（以下「重要管理（95%）」、「最重要管理（99%）」という。）。図3のとおり緊急度なし及び緊急度Ⅱに係る点も含めてプロットし、点を結ぶことによりP-F曲線を描き、P-F間隔を求めた。

表1 緊急度の判定

| 緊急度 | 緊急度の区分 | |
|------|--------|------------------------------|
| | 緊急度Ⅰ | 重度 |
| 緊急度Ⅱ | 中度 | 簡易な対応により必要な措置を5年未満まで延長できる場合。 |
| 緊急度Ⅲ | 軽度 | 簡易な対応により必要な措置を5年以上に延長できる場合。 |

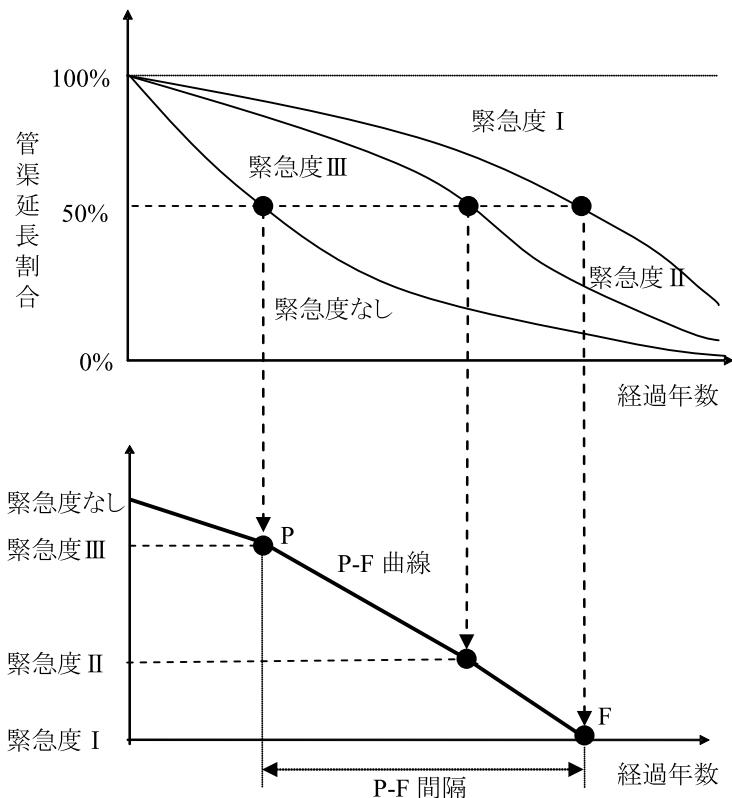


図3 管渠のP-F間隔の設定方法(通常管理(50%)の場合)

I -1-7 (3/3)

3. 検討結果

管渠のP-F曲線、P-F間隔はそれぞれ図4、表2のとおり求められた。望ましい管渠内調査の頻度は、P-F間隔の半分と考え、管渠の重要性を加味することにより、特に重要な公共下水道の管渠について10年（≒22年/2）、重要な公共下水道の管渠について15年（≒35年/2）、その他の公共下水道の管渠について30年（≒65年/2）と計算された。

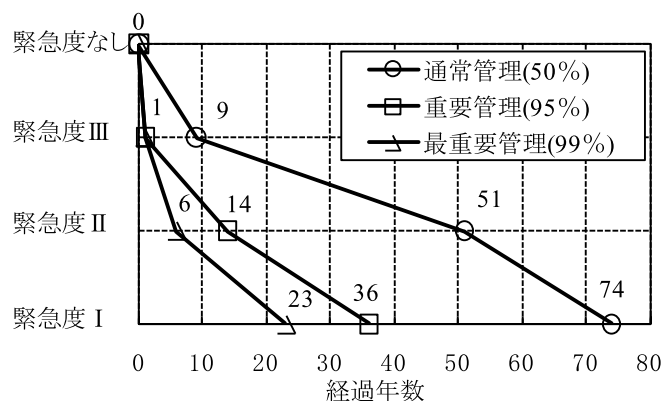


図4 管渠のP-F曲線

4. おわりに

管渠の緊急度ごとの管渠延長割合を活用し、P-F間隔の半分を望ましい管渠内調査頻度とすることで、特に重要な公共下水道の管渠は10年、重要な公共下水道の管渠は15年、その他の公共下水道の管渠は30年という結果が得られた。

表2 管渠のP-F間隔

| | 通常管理 (50%) | 重要管理 (95%) | 最重要管理 (99%) |
|-------|---------------|---------------|----------------|
| P-F間隔 | 65年 | 35年 | 22年 |

本検討では、管渠全体をマクロ的に捉え、管渠全体を平均的に考えた場合（通常管理）、危険率5%に対応する重要管理及び危険率1%に対応する最重要管理の3ケースを設定し、望ましい管渠内調査頻度を定量化した。既往資料では「供用開始後経過年0~30年では10年に1回」とされているが、これは特に重要な公共下水道の管渠の調査に近い値に相当すると考えられる。管渠管理の重要性の度合いを考慮し、既往の管渠内調査頻度のあり方について、再考していくべきものとする。なお、十分な供用年数に対するデータが存在しない流域下水道の場合及び不具合による安全上又は環境上の影響が比較的軽微でないと考えられる管渠の場合については、本検討の対象外であり、今後の課題である。

謝辞

本検討で用いた緊急度ごとの管渠延長割合は、多くの地方公共団体の関係者から提供いただいた管渠改築延長等のデータ及び管渠内調査の診断データから算出されている。データ提供の協力に対し感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 榊原隆、松宮洋介、深谷渉、福田康雄、西尾称英「下水道管渠におけるストックマネジメント導入に関する検討調査」、『国総研資料第543号 平成20年度下水道関係調査研究年次報告集』pp.1-6、国土交通省国土技術政策総合研究所、平成21年8月
- 2) 榊原隆、松宮洋介、深谷渉、福田康雄「全国事業量等に関するアセットマネジメント導入検討調査」、『国総研資料第463号 平成19年度下水道関係調査研究年次報告集』pp.15-18、国土交通省国土技術政策総合研究所、平成20年6月
- 3) 福田康雄、西尾称英、松宮洋介「下水道管きょの健全率を考慮した中長期改築事業量予測に関する調査」、『第44回下水道研究発表会講演集』pp.83-85、(社)日本下水道協会、平成21年6月
- 4) 西尾称英、福田康雄、松宮洋介「下水道管きょの不具合リスク評価に関する検討」、『第44回下水道研究発表会講演集』pp.110-112、(社)日本下水道協会、平成21年6月
- 5) (社)日本下水道協会『下水道維持管理指針 前編 —2003年版—』平成15年8月
- 6) Moubray, John "Reliability-centered maintenance" 2nd ed., 1997
- 7) (社)日本下水道協会『下水道管路施設の緊急点検実施マニュアル (案)』平成19年3月

他の執筆者 日本下水道事業団（前 国土技術政策総合研究所）福田 康雄

発表者の連絡先 国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室 深谷 渉
〒305-0804 茨城県つくば市旭1 電話 029-864-3343