

マンホールふた調査データの活用

オリジナル設計株式会社 ○青柳 武浩
株式会社三水コンサルタント 村山 仁
中日本建設コンサルタント株式会社 中根 進
株式会社日水コン 山本 整

1. はじめに

「下水道用マンホールふたの計画的な維持管理と改築に関する技術マニュアル」(以下、技術マニュアル)の共同研究において貴重なデータを収集することができた。これらのデータを活用してマンホールふたの状態を明らかにし、今後生じるマンホールふたの不具合を推定できるよう数値化に努めた。これら調査データの解析結果を技術マニュアルに反映し、点検・調査や中長期改築計画などで活用できるようにした。

2. マンホールふたの調査データ

本共同研究での収集・調査によって、下記に示す2つのデータを得た。

- ① 本研究以前に日本グラウンドマンホール工業会が調査していた全国54地方公共団体の約12,000基の調査データ(以下、全国調査データという)
- ② 3都市の協力を受けて新たに調査した約1,700基のデータ(以下、フィールド調査データという)

3. 全国調査データ

3.1 設置環境別の健全率

全国調査データのマンホールふたについて、技術マニュアルで設定した評価基準に従い健全度を評価した。健全度の評価基準は表-1のとおりである。健全度ごとに経過年数とマンホールふたの数を整理し、残存率から経過年数に対する

表-1 健全度の評価基準

累積残存率を求め、累積残存率を健全率とした。
健全度1と評価されたマンホールふたを例にとると、累積残存率は次のように求められる。

健全度	健全度1 (Aランク相当)	健全度2 (B・Cランク相当)	健全度3 (Dランク相当)	健全度4 (Eランク相当)
状態	性能が発揮できていない、あるいは性能が停止している状態。	性能劣化が進行しているが、性能は保持できている状態。	性能上問題ないが、劣化の兆候が現れ始めた状態。	設置当初の状態、性能上問題なし。
緊急度	早急な対応が必要。(場合によっては緊急な対応が必要)	必ずしも直ぐではないが、計画的に対応が必要。	経過観察。(維持管理継続)	措置は不要。

- 1) 経過年数 t 年のマンホールふたの数 N_t と、経過年数 t 年のマンホールふたにおける健全度1の数 d_t から、区間残存確率 R_t を求める。ここで、区間 Δt は1年とする。

$$\text{区間残存確率 } R_t = 1 - \frac{\text{健全度1の数 } d_t}{\text{ふたの数 } N_t}$$

- 2) 区間残存確率 R_t から累積残存確率 R_{wt} を求める。

$$\text{累積残存確率 } R_{wt} = R_0 \times R_1 \times R_2 \times \dots \times R_{t-1} \times R_t$$

各経過年数における累積残存確率 R_w は信頼度と言われ、信頼度をワイブル分布で回帰して健全率曲線を求めた。車道、歩道、県道、市道などの設置環境を区分しない全てのマンホールふたの健全率曲線を図-1に示す。この健全率曲線は、ワイブル分布式のパラメータを明らかにしておけば容易に描ける。車道と歩道に分類したマンホールふたのパラメータを表-2に示す。ここで、経過年数は調査年度とマンホールふた製造年度の差としている。

表-2 の活用例として、点検・調査の頻度の目安を健全率曲線から設定する例を示す。図-1 の健全率曲線（マンホールふた全体）から健全度ごとに健全率を読み取り、経過年数と健全度の関係を図化し、これを健全度曲線とする（図-2）。この健全度曲線は、マンホールふたがたどると推定される健全度の変化を表している。例えば、25年程度経過したマンホールふたを点検・調査すると、健全度3のマンホールふたが全数の50%、健全度1のマンホールふたが全数の10%見つけられると予測できる。地方公共団体は、このような健全度曲線を点検・調査結果から作成することで、点検・調査頻度を設定可能となる。

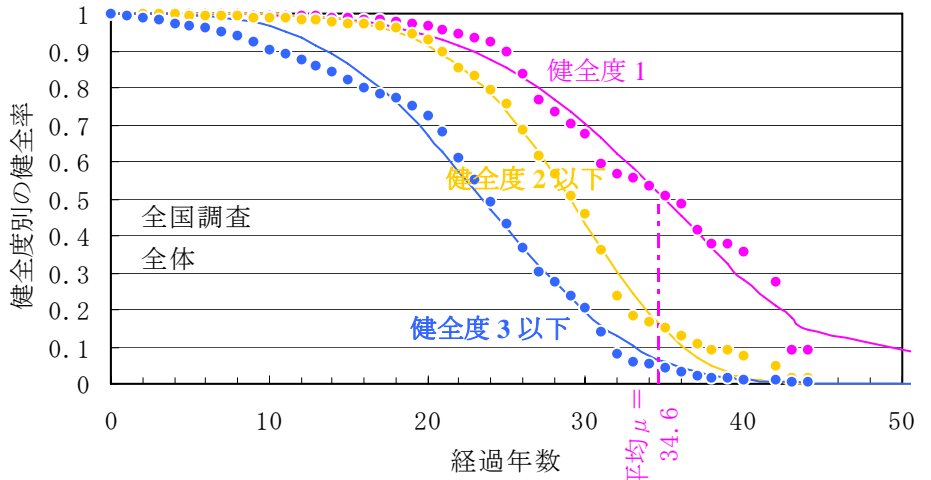


図-1 ワイブル分布による健全率曲線（設置環境の区分なし）

表-2 設置環境別の健全率曲線のパラメータと平均経過年数 μ

設置環境	全体			車道			歩道		
	健全度 1	1+2	1+2+3	健全度 1	1+2	1+2+3	健全度 1	1+2	1+2+3
m	4.40	5.47	3.50	4.48	5.83	3.47	4.81	4.76	3.15
η	38.0	31.0	26.0	37.0	30.3	25.6	45.7	40.6	32.6
平均 μ	34.6	28.6	23.4	33.8	28.1	23.0	41.8	37.2	29.2

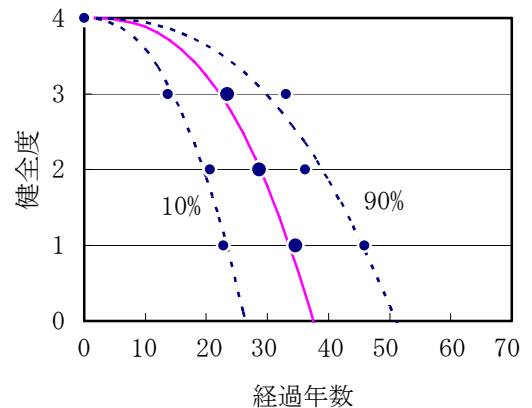


図-2 健全度曲線（全体）の例

3.2 劣化要因の発現

「破損」、「摩耗（模様深さ）」、「がたつき」のそれぞれの健全度が1となる発現時期を分析する。解析手法としては、破損、摩耗（模様深さ）、がたつきの複数個の劣化モードを持つ直列モデルとして扱う（図-3）。劣化要因別のワイブル分布による健全率曲線を図-4に示す。劣化の発現時期が最も早い要因はがたつきであり、次にふた表面の摩耗、破損の順となる。がたつきの発現時期が最も早いのは、巡視時または点検時に劣化の兆候として認識されやすいためと思われる。



図-3 ふたの健全度の要因モデル（直列）

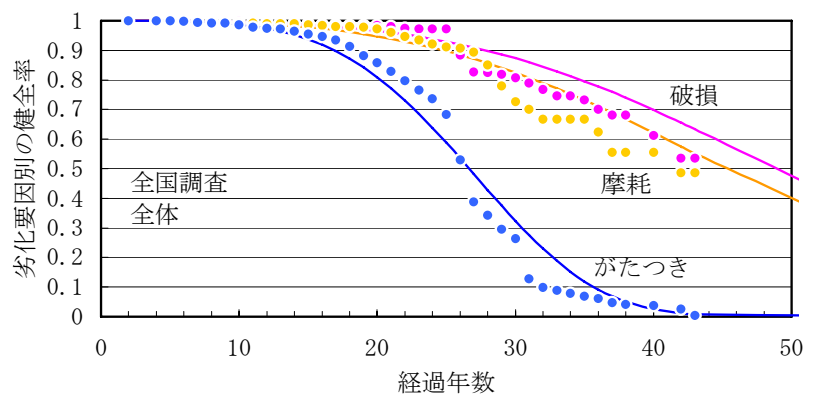


図-4 劣化要因別のワイブル分布による健全率曲線（全体）

4. フィールド調査データ

マンホールふたの裏面には製造年度が鋳出しされている。この鋳出し年度から調査年度までの差を経過年数として整理し、健全度を評価した。健全度を評価する際、健全度1のマンホールふたは、取替えられるものとして取り扱う。また供用開始年度と鋳出し年度に差があるふたについては、

この間（更新年数）に複数回更新している可能性があるが、1回だけ取替えられたものとして取り扱う（図-5）。この両者のデータを活用して、寿命と余寿命を推定する。

解析上、図-5の更新年数分を故障データ（×印）と言ひ、経過年数分を定時打切データ（○印）と言ひ。図-5に示す更新年数分のマンホールふたは、実際に取替えされており現存しないが、過去に存在していたものとして取り扱う。両者を考慮した区間残存率を図-6に示す方法で算定する。区間残存率から累積残存率を求め、この累積残存率をワイブル分布式で回帰した結果を図-7に示す。この図には平均余寿命を計算した結果も示してある。図-7の余寿命曲線より、一例として30年経過したマンホールふたの余寿命は、16.2年程度となる。

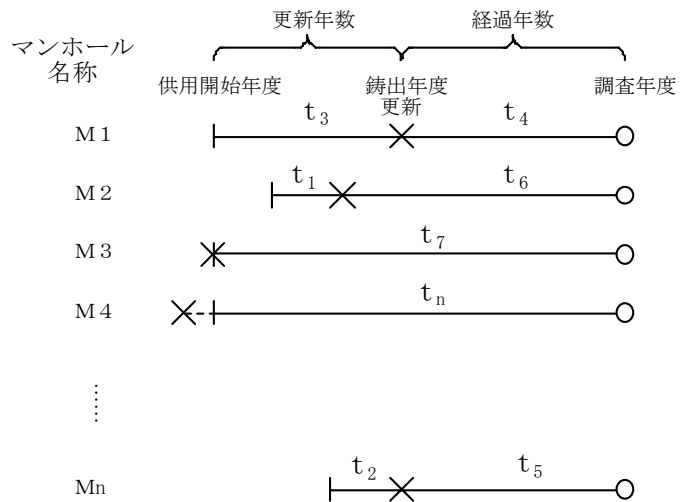


図-5 寿命推定のための調査データ

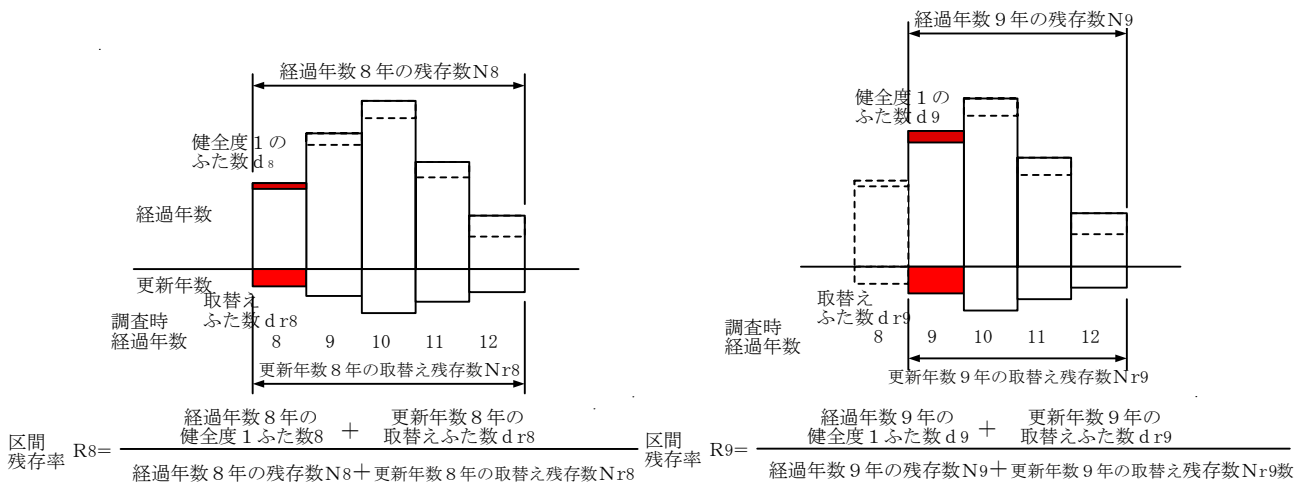


図-6 取替えマンホールふたと健全度1ふたを考慮した区間残存率の算定

5. まとめ

共同研究による技術マニュアルは、上記のデータを活用し、フィールド調査時に引き上げたマンホールふたの物性試験結果を加えて取りまとめられた。

最後になりましたが、現地フィールド調査にご協力いただいた3地方公共団体に感謝申し上げます。なお、下水道マンホールふたの調査・診断・更新に関する共同研究は、(財)下水道新技術推進機構、日本グラウンドマンホール工業会、次世代型グラウンドマンホール推進協会、オリジナル設計(株)、(株)三水コンサルタント、中日本建設コンサルタント(株)、(株)日水コンで実施したものです。

【問い合わせ先】オリジナル設計株式会社 新潟事務所 青柳 武浩

〒950-0901 新潟市中央区弁天 1-1-22 TEL : 025-244-0455 FAX : 025-244-0486

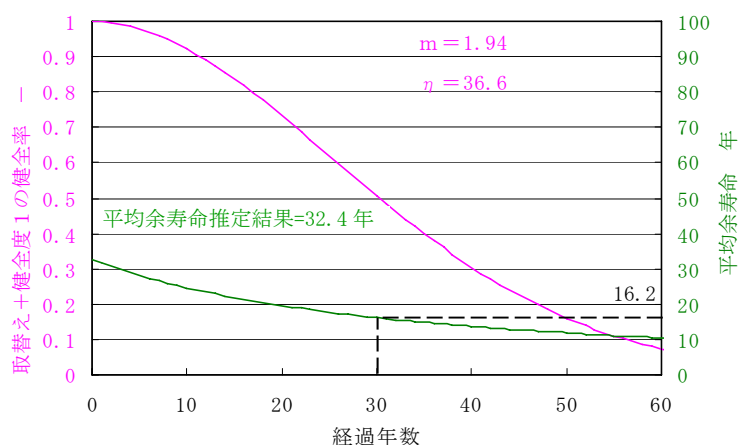


図-7 マンホールふたの調査値とワイブル分布回帰による平均余寿命