

参考資料編 I モデルフィールドにおける共通指標

目 次

1. 共通指標算定の概要	193
1.1. 共通指標算定の目的	193
1.2. 共通指標算定の対象とする管渠マネジメントシステム技術運用フロー	193
1.3. 共通指標算定の入力データ概要	197
1.4. 共通指標算定の出力データ概要	208
2. 共通指標の算定	210
2.1. 緊急度適合率の算定	210
2.2. 日進量向上率の算定	224
2.3. コスト効率の算定	236

1. 共通指標算定の概要

1.1. 共通指標算定の目的

本編 6 章に示す通り、管渠マネジメントシステム技術の調査性能は調査フィールド条件（布設年度、管種、堆積物の有無）に大きく影響を受ける。このため、現場条件に適した管渠マネジメントシステム技術の選定の目安が必要である。そこで、調査フィールドごとに管渠マネジメントシステム技術を導入した場合の効果を客観的に示すため、国土技術政策総合研究所が所有する管渠劣化データベース（以下、「管渠劣化 DB」）に基づき、27 種類のモデルフィールドを設定するとともに、モデルフィールドごとに各技術の緊急度適合率・日進量向上率・コスト効率の 3 つの共通指標について提示した。

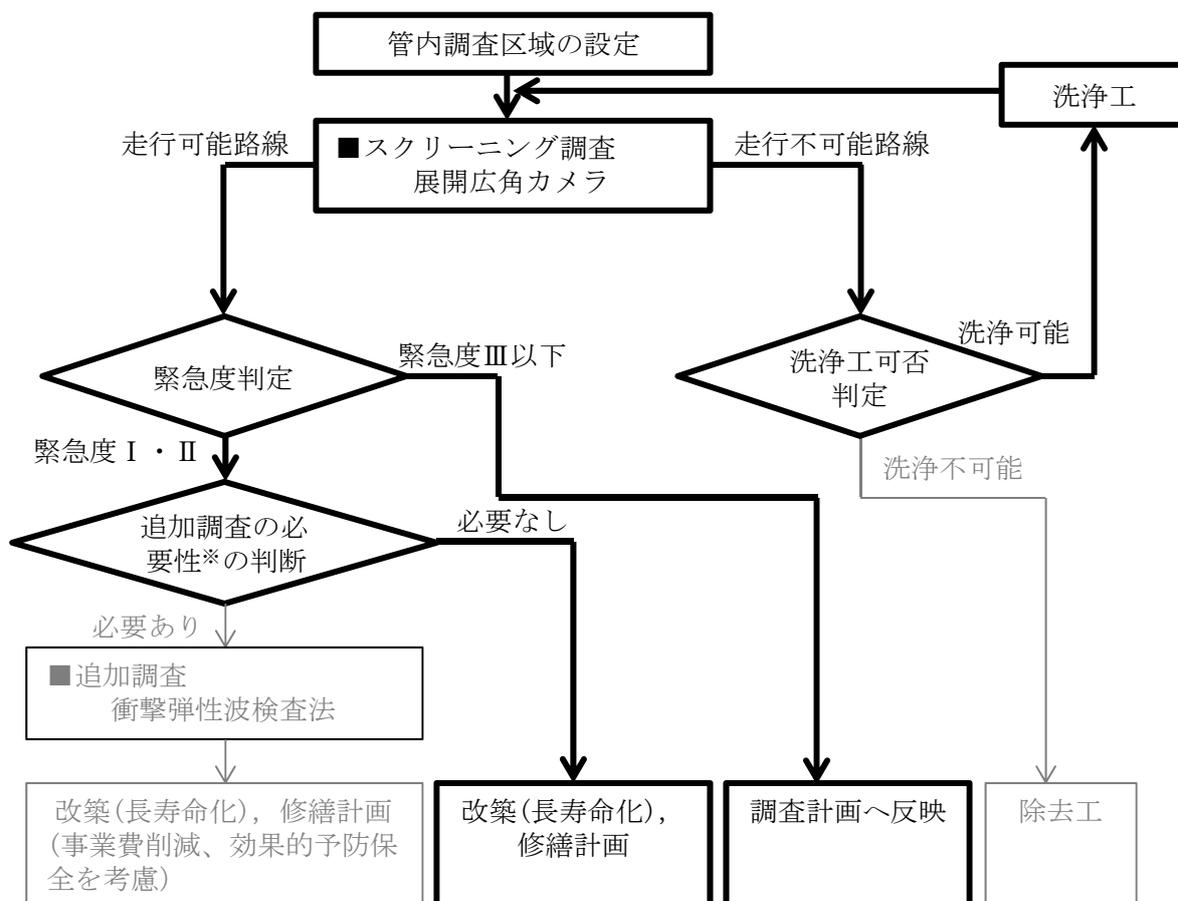
ここでは、各下水道事業者の実調査フィールドにおける各技術の導入効果についての検討手順や、機材メーカーが自己の技術の性能を評価し、また目標を設定するための共通指標の算定に必要な種々の入力データ（モデルフィールドの諸元と技術の諸元）及び共通指標の算定式についてより詳細に解説する。

1.2. 共通指標算定の対象とする管渠マネジメントシステム技術運用フロー

管渠マネジメントシステム技術は、スクリーニング調査と詳細調査の組み合わせで実施することを基本とし、共通指標はこの 1 サイクルを対象に算定する。しかし、管渠マネジメントシステム技術により調査フローが異なるため、各技術に応じた共通指標算定の対象となる調査フローを把握する必要がある。例えば、スクリーニング調査により緊急度判定が可能な技術に関しては、必ずしも詳細調査を必要としない。逆にスクリーニング調査のみで異常のランクまで正しく判定することができない場合は、スクリーニング調査を補完するための詳細調査まで含めて共通指標を算定しなければならない。このため共通指標の算定にあたっては、各技術の得失を見極めた上で共通指標算定の対象調査を設定することが重要である。参考として実証研究において用いた 3 つの技術の運用フローを示す。

(1) 展開広角カメラ（スクリーニング調査）による管渠マネジメントシステム技術

展開広角カメラ（スクリーニング調査）による管渠マネジメントシステムの運用フローを示す。実証の結果、展開広角カメラによるスクリーニング調査にて、一定の精度で緊急度判定が可能であることが明らかとなっている。このため図 1-1 に示した運用フローを基に、展開広角カメラによるスクリーニング調査結果から緊急度判定を行うこととした。すなわち、詳細調査は実施しないケースを想定し、共通指標を算定した。また、走行不可能路線については洗浄後にあらためてスクリーニング調査を実施することとした。



※改築（長寿命化），修繕計画を立てる際，更生工法の適用を視野に入れて事業費の削減・平準化を検討する場合および管の残存強度も考慮した効果的な予防保全を検討する場合に「必要」と判断する。

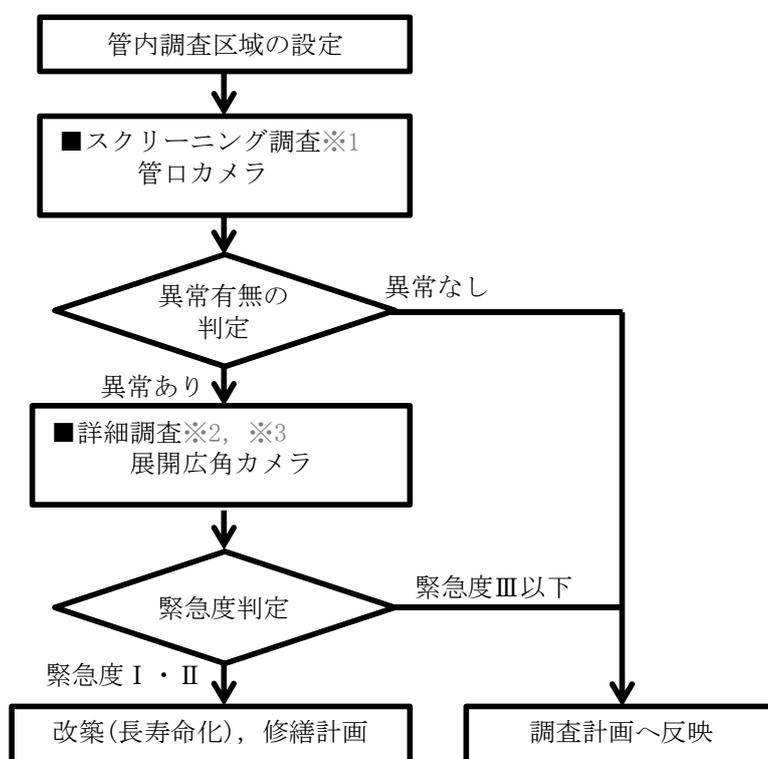
□：モデルフィールドにて実施した内容 →：モデルフィールドにおける流れ

図 1-1 展開広角カメラ（スクリーニング調査）による管渠マネジメントシステム
共通指標算定対象の運用フロー
(本編第 6 章より再掲)

(2) 管口カメラと展開広角カメラの組み合わせによる管渠マネジメントシステム技術

管口カメラ単体では緊急度判定は困難であるため、スクリーニング調査(管口カメラ)で調査優先箇所の判定を行い、優先度の高いスパンに限定して詳細調査(展開広角カメラ)を実施する図 1-2 に示した運用フローを基に、緊急度判定を行うこととし、共通指標を算定した。なお、管口カメラについては実証研究における視認可能範囲を考慮し、適用可能なスパン長を最長 30m としている。このため、モデルフィールドにおけるスパン延長 30m 以下のデータを用いて共通指標を算定した。

また、追加調査(電気伝導度計、傾斜計測調査、管路形状プロファイリング調査)は実施しないケースとして算定した。



※1：不明水発生エリアの絞り込みが必要な場合には、電気伝導度計を追加して実施することも可能

※2：管路勾配やたるみを詳細に調査する必要がある場合は、詳細調査として傾斜計測計と展開広角カメラを組み合わせる実施

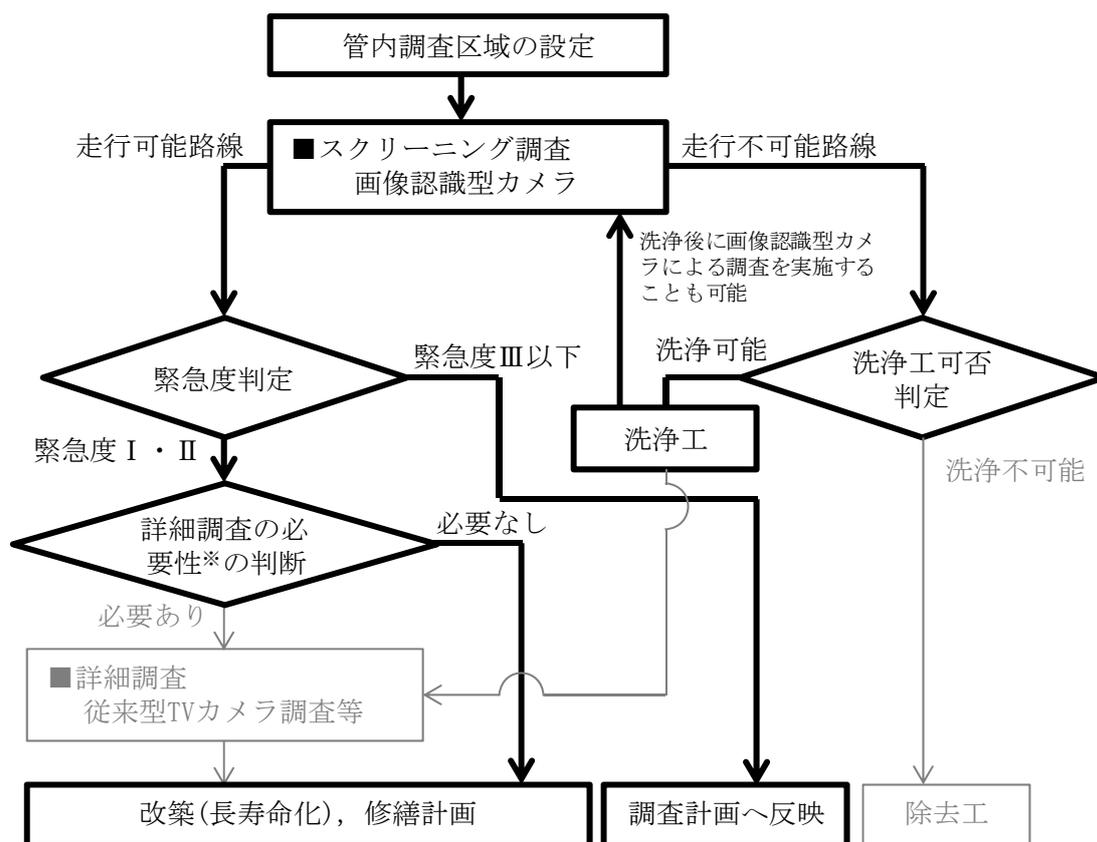
※3：管の形状(偏平・減肉)を正確に計測する必要がある場合は、詳細調査としてプロファイリング調査と従来型TVカメラ調査を組み合わせる実施

□：モデルフィールドにて実施した内容 →：モデルフィールドにおける流れ

図 1-2 管口カメラと展開広角カメラ(詳細調査)の組み合わせによる管渠マネジメントシステム共通指標算定対象の運用フロー
(本編第 6 章より再掲)

(3) 画像認識型カメラによる管渠マネジメントシステム技術

画像認識型カメラによるスクリーニング調査は、一定の精度で緊急度判定が可能であるため図 1-3 に示した運用フローを基に、画像認識型カメラによるスクリーニング調査結果から緊急度判定を行うこととした。すなわち、詳細調査は実施しないケースを想定し、共通指標を算定した。また、走行不可能路線については洗浄後にあらためてスクリーニング調査を実施することとした。



※管の表面に付着物が多い場合など画像認識型カメラ画像のみでは緊急度判定が困難な場合は「必要あり」と判断する。

□ : モデルフィールドにて実施した内容 → : モデルフィールドにおける流れ

図 1-3 画像認識型カメラによる管渠マネジメントシステム

共通指標算定対象の運用フロー

(本編第 6 章より再掲)

1.3. 共通指標算定の入力データ概要

共通指標の算定に必要な入力データには、モデルフィールドの諸元と管渠マネジメント技術の諸元がある。各諸元の詳細を以下に示す。

1.3.1 共通指標算定の入力データ（モデルフィールドの諸元）

(1) モデルフィールドの設定条件

本編 6 章に示す通り、国土技術政策総合研究所が所有する管渠劣化 DB を基に、調査フィールドの条件として以下の 3 つを選定し、 $3 \times 3 \times 3 = 27$ ケースのモデルフィールドを設定した。なお、本ガイドラインで用いた管渠劣化 DB の一部を国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室のホームページで公開している

(<http://www.nilim.go.jp/lab/ebg/index.htm>)。

これら 3 つの調査フィールドの条件は、共通指標の算定に与える影響が大きく、かつ下水道事業者が容易に把握できると考えられる管路情報という観点から選定した。

- 1) 布設年度（昭和 29 年以前・昭和 30 年～昭和 49 年・昭和 50 年～平成 4 年）
- 2) 管種（陶管・コンクリート管・塩ビ管）
- 3) 堆積物発生割合（堆積レベル小・中・大）

以下に各調査フィールドの条件項目および異常発生状況等の特徴を示す。

1) 布設年度

共通指標は、調査対象スパンの各緊急度の発生割合および 1 スパンあたりの異常箇所数等によって変動する。本ガイドラインでは、各緊急度の発生割合および 1 スパンあたりの異常箇所数をモデルフィールドに反映させるため、布設年度を調査フィールドの条件とした。また、管きよの規格に大きな変更があった昭和 29 年（塩ビ管 JIS 規格の制定）および昭和 50 年頃（陶管規格変更）を境に、布設年度を 3 つに分類した。以下、布設年度の分類別に各緊急度の発生割合および緊急度 I または II スパンの 1 スパンあたりの異常箇所数の傾向を示す。

- (a) 昭和 29 年以前：全体の約半分が緊急度 II であり、緊急度 I が 2%を占めている（ 1-4）。1 スパンあたりの異常発生箇所数が 14.4 箇所と最も多い（ 1-5）。
- (b) 昭和 30 年～昭和 49 年：緊急度 II が 1/4 程度であり、緊急度 I も 1%程度存在する（ 1-4）。1 スパンあたりの異常発生箇所数は 6.8 箇所程度である（ 1-5）。
- (c) 昭和 50 年～平成 4 年：緊急度 II が 9%程度であり（ 1-4），また緊急度 I または II スパンの 1 スパンあたりの異常発生箇所数は 3.1 か所と最も少ない（ 1-5）。

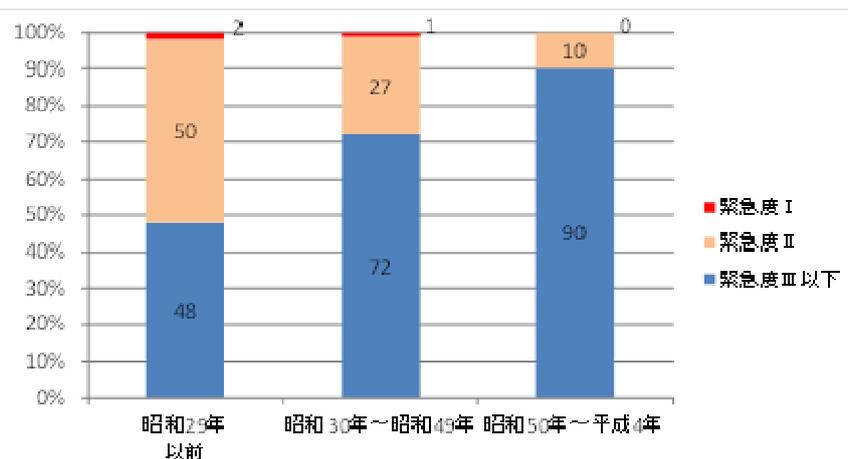


図 1-4 布設年度毎の緊急度の割合 (%) (管渠劣化 DB より)

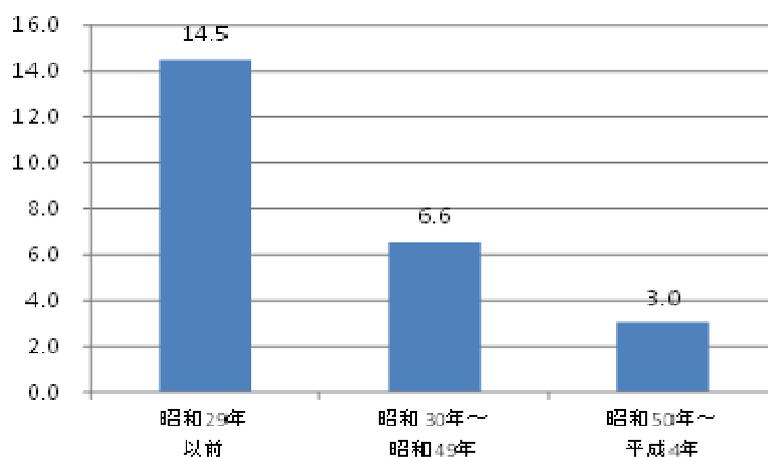


図 1-5 布設年度毎の 1 スパンあたりの異常箇所数 (管渠劣化 DB より)

2) 管種

布設年度と同様に、共通指標に影響のある各緊急度の発生割合、1 スパンあたりの異常箇所数をモデルフィールドに反映させるため、管種をモデルフィールドの条件とした。また、日本国内で一般的に採用されている、下記の 3 つの管種に分類した。以下、管種の分類別に各緊急度の発生割合および緊急度 I または II スパンの 1 スパンあたりの異常箇所数の傾向を示す。

(a) 陶管

緊急度 II が 19% を占めており、緊急度 I は 1% 未満である (図 1-6)。また 1 スパンあたりの異常発生箇所数が平均 10.8 箇所と最も多い (図 1-7)。その他の傾向として、管一本の長さ 0.66m～1m と他の管種より短いため、継手部分が多いこと、また、耐腐食性に富む一方、破損、クラックの発生件数も他の管と比較して多いことがあげられる。比較的古い管きょが多く、昭和 49 年以前に布設された管きょ (= 経過年数 40 年以上の管きょ) が全体の 8 割以上を占める。

(b) コンクリート管

緊急度Ⅱが14%を占めており、緊急度Ⅰは1%未満である（図 1-6）。また1スパンあたりの異常発生箇所数は平均4.8箇所程度である（図 1-7）。その他の傾向として、硫化水素等に起因する腐食の発生が見受けられる。昭和49年以前に布設された管きょ（＝経過年数40年以上の管きょ）が全体の7割以上を占める。

(c) 塩ビ管

緊急度Ⅱは5%程度にとどまり、緊急度Ⅰは1%未満である（図 1-6）。また1スパンあたりの異常発生箇所数は平均1.1箇所と最も少ない（図 1-7）。その他の傾向として耐腐食性が非常に高く、可とう性を有していることから外力によるクラック、破損が生じにくい。しかし、塩ビ管特有の異常である偏平や変形が確認されている。比較的新しい管きょが多く、昭和49年以前に布設された管きょ（＝経過年数40以上の管きょ）は全体の2割程度である。

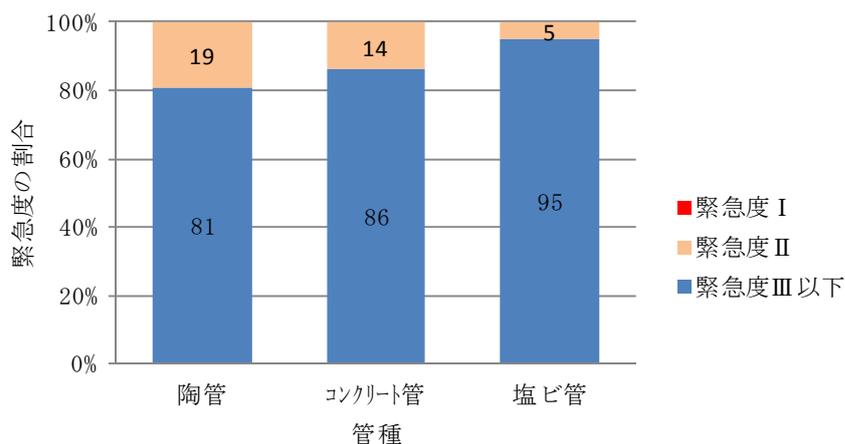


図 1-6 管種毎の緊急度の割合（%）（管渠劣化 DB より）

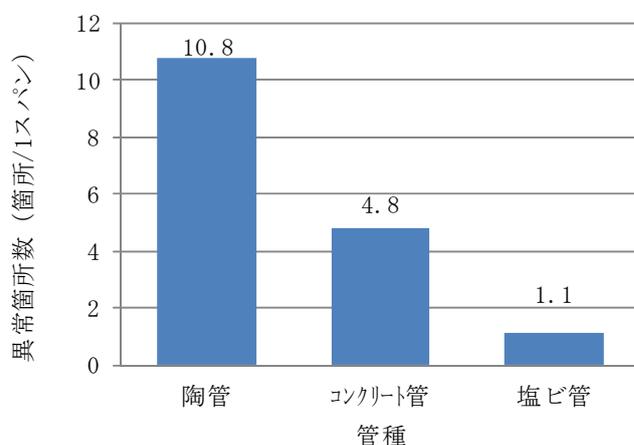


図 1-7 管種ごとの1スパンあたりの異常箇所数（管渠劣化 DB より）

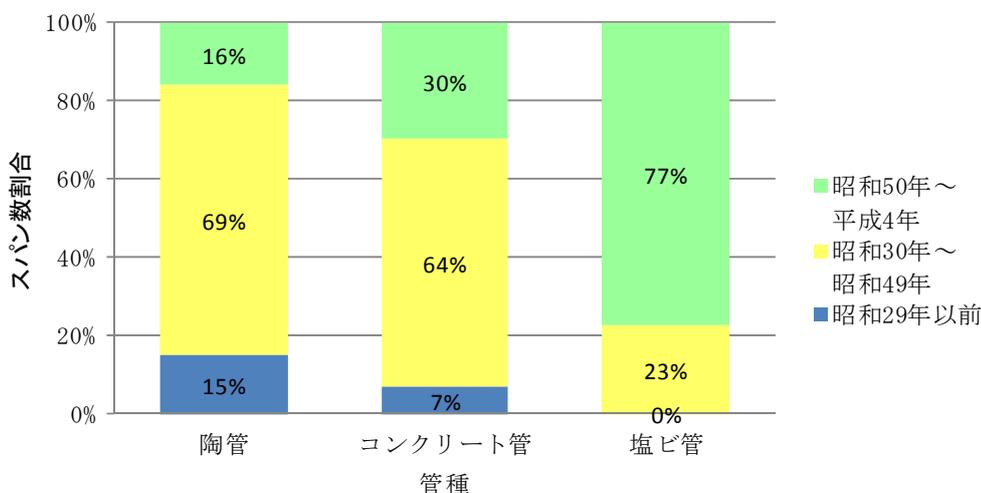


図 1-8 管種ごとの布設年度割合（管渠劣化 DB より）

3) 堆積物発生割合

堆積物は未洗浄で実施する走行型スクリーニング調査では走行不可能路線の要因となり、共通指標に影響を与えるため、堆積物発生割合をモデルフィールド条件の項目とした。なお、堆積物発生割合は、本実証研究フィールドを参考に以下の小・中・大の3分類とした。

- (a) 堆積物レベル 小：管内に管径の 20～30%程度の高さの堆積物が発生しているスパンがない状態として設定。すなわち、走行不可能路線が無い状態を想定している。
- (b) 堆積物レベル 中：管内に管径の 20～30%程度の高さの堆積物が発生しているスパン数が、調査対象全スパン数のうち 30%ある状態として設定。
- (c) 堆積物レベル 大：管内に管径の 20～30%程度の高さの堆積物が発生しているスパン数が、調査対象全スパン数のうち 60%ある状態として設定。

走行型スクリーニング調査技術がスパン内に発生した堆積物を乗り越えられるか否かは、調査機器の堆積物走破性能による。今回実証を行った走行型スクリーニング調査技術である展開広角カメラ及び画像認識型カメラの堆積物走破率は表 2-12 及び表 2-13 を参照されたい。なお、固定型スクリーニング調査である管口カメラは管口からの調査であるため、堆積物の影響を受けない。

各共通指標を算定するにあたり、調査フィールド条件項目である堆積物発生割合および実証研究結果をもとに整理したスクリーニング調査技術ごとの堆積物走破率

1. 共通指標算定の概要

に基づき、各スクリーニング調査技術の堆積レベル別の走行不可能路線割合を算出している。

上述した調査フィールド条件項目ごとの条件の組み合わせにより 27 ケースのモデルフィールドを設定した。表 1-1 に 27 ケースのモデルフィールド一覧を示す。

表 1-1 モデルフィールド一覧（全 27 通り）

モデル フィールド No.	調査フィールド条件項目								
	布設年度			管種			堆積物発生割合		
	昭和29年 以前	昭和30年 ～ 昭和49年	昭和50年 ～ 平成4年	陶管	コンクリート 管	塩ビ管	堆積レベル 小	堆積レベル 中	堆積レベル 大
1	○			○			○		
2	○				○		○		
3	○					○	○		
4		○		○			○		
5		○			○		○		
6		○				○	○		
7			○	○			○		
8			○		○		○		
9			○			○	○		
10	○			○				○	
11	○				○			○	
12	○					○		○	
13		○		○				○	
14		○			○			○	
15		○				○		○	
16			○	○				○	
17			○		○			○	
18			○			○		○	
19	○			○					○
20	○				○				○
21	○					○			○
22		○		○					○
23		○			○				○
24		○				○			○
25			○	○					○
26			○		○				○
27			○			○			○

(2) モデルフィールドのデータ

前述した通り、各技術の共通指標（緊急度適合率、日進量向上率、コスト効率）に影響を与えるモデルフィールドの条件として布設年度、管種、堆積物発生割合の3つを設定した。共通指標の算定には、これらの条件に基づく各モデルフィールドのケースにおける、スパンごとの各異常項目のランク別異常箇所数、管体本数ならびにスパン長が必要となる。

各異常項目のランク別異常箇所数、管体本数およびスパン長は、管渠劣化 DB を用いて下記の通り整理するものとする。

1) 各異常項目のランク別異常箇所数

緊急度判定を行うには、スパンごとの各異常項目のランク別異常箇所数が必要である。技術ごとに緊急度判定を行うにあたり、各技術の検出率・適合率から、技術ごとに検出および適合可能な異常箇所数の期待値を求めるために必要なデータである。

また、管口カメラのようなスクリーニング調査技術により詳細調査対象スパンを抽出する場合、モデルフィールドにおける詳細調査延長を算出するために必要なデータである。つまり、スパンごとの各異常項目のランク別異常箇所数により詳細調査対象スパンと判定される確率が異なるため、詳細調査延長を算出にあたり、この詳細調査対象スパンと判定される確率の差異を考慮する必要がある。

なお、管渠劣化 DB を用いて、各モデルフィールドのケースにおいて、スパンごとの各異常項目のランク別異常箇所数を整理する。

2) スパンごとの管体本数

「下水道管路施設の点検・調査マニュアル（案）」（(公社)日本下水道協会）に基づき不良発生率を算定するためには、スパンごとの管体本数が必要である。管渠劣化 DB を用いて、各モデルフィールドのケースにおいて、スパンごとの管体本数を整理する。

3) スパン長

実証研究では、スパン長により日進量に差異があることが明らかになったことから、スパン長は各技術の日進量の検証をするために、必要なデータである。管渠劣化 DB を用いて、各モデルフィールドのケースにおいて、スパンごとのスパン長を整理する。

1.3.2 共通指標算定の入力データ（管渠マネジメントシステム技術の諸元）

各共通指標の算定に必要な技術の諸元は、本編4章および5章で示した適合率(%), 検出率(%), 日進量(m/日), 調査コスト(円/m)ならびに堆積物走破率(%), 機材メーカーが各共通指標を算定するにあたっては、実証結果等をもとに、前述の諸元について事前に整理する必要がある。また、各諸元は1.2で示した共通指標算定の対象範囲内の管渠マネジメントシステム技術ごとに明らかにする必要がある。

なお、管渠マネジメントシステム技術の諸元が調査フィールド条件(布設年度, 管種, 堆積物発生割合)に大きく影響を受ける場合、条件ごとに分けて技術の諸元を示す必要がある。

ここで、共通指標を算定する上での、各技術の諸元(適合率(%), 検出率(%), 日進量(m/日), 調査コスト(円/m)ならびに堆積物走破率(%))の必要性を以下に示す。

(1) 検出率, 適合率 (%)

検出率および適合率の定義は本編第3章に示す通りである。

緊急度判定を行うにあたり、スパンごとに検出および適合可能な異常箇所数が必要である。そこで、モデルフィールドにおいて技術ごとに検出および適合可能な異常箇所数の期待値を求めるために必要なデータである。

また、管口カメラのようなスクリーニング調査技術により詳細調査対象スパンを抽出する場合、検出率および適合率により詳細調査対象スパンと判定される確率が異なる。つまり、詳細調査の対象路線を絞り込む精度に関わる管渠マネジメントシステム技術の諸元であるため、モデルフィールドにおいて詳細調査延長を算出するにあたり、必要なデータである。

(2) 日進量 (m/日)

日進量(m/日)の定義は本編第3章に示す通りである。

各技術の日進量向上率を検証するにあたり、必要なデータである。なお、日進量(m/日)は、走行可能な路線か否か、ならびにスパン長により異なることが実証研究により示された。これより、本ガイドラインでの共通指標の算定においては、走行不可能路線、走行可能路線ならびにスパン長ごとに区別した日進量を用いた。走行不可能路線、走行可能路線ならびにスパン長ごとに区別した日進量の算定方法は後述の〈参考:日進量(m/日)の算定例〉を参照されたい。

(3) 調査コスト (円/m)

調査コスト(円/m)の定義は本編第3章に示す通りである。

各技術のコスト効率を検証するにあたり、必要なデータである。なお、調査コスト(円/m)は、管渠マネジメントシステム技術ごとの作業編成に基づく調査機器の損料および

労務費等ならびに日進量に基づく管渠マネジメントシステム技術の諸元であるため、日進量と同様に走行不可能路線、走行可能路線ならびにスパン長の影響を考慮し、走行不可能路線、走行可能路線ならびにスパン長ごとに区別した調査コストを用いた。

(4) 堆積物走破率 (%)

堆積物走破率 (%) の詳細は本編第 4 章 § 22 および § 32 に示す通りである。

各技術のモデルフィールドにおける走行不可能路線および走行可能路線割合を考慮し、共通指標（日進量向上率・コスト効率）を検証するために必要なデータである。

前述の通り、管渠マネジメントシステム技術の日進量は走行不可能路線および走行可能路線により異なるため、調査対象全路線のうちの走行不可能路線割合が日進量向上率に影響することを考慮する必要がある。堆積物走破率は、走行不可能路線の割合を定める管渠マネジメントシステム技術の諸元となる。

<参考：日進量（m/日）の算定例>

管渠マネジメントシステム技術の日進量がスパン長，管種，管内の堆積物の有無等の現場条件により大きく影響を受ける場合，条件ごとに日進量を求める必要がある。なお，実証研究においては，スパン長ならびに管内の堆積の有無を考慮し，スパン長別走行不可能路線ならびに走行可能路線の日進量を算定した。

以下に，条件別日進量の算定例を示す。

(1) 走行型カメラによるスクリーニング調査

算定結果の例を表 1-2 に，算定の考え方を以下に示す。

①スパン長別航行可能路線日進量の算定

実証研究の調査対象路線をスパン長 0～20m, 20～40m, 40～70m の 3 つに区分し，また，本編 3 章で示す通り現地作業を移動，準備，計測，機材回収，片付けに分類し，スパン長区別に各作業に要する時間を整理した上で，日進量を算定した。移動，準備，片付けの所要時間はスパン長で変動しないため，実証研究ではこれらの作業に要する時間はスパン長によらず一定であるとした。一方，計測および機材回収の所要時間はスパン長で変動するため，スパン長ごとにこれらの作業に要する時間を定めた。

これより，スパン長別の 1 スパンあたりの各作業に要する時間の合計を求め，スパン長別日進量を定めた。なお，日進量を算定する際は，便宜上，スパン長 0～20m 区分のスパン長を 10m，スパン長 20～40m 区分のスパン長を 30m，スパン長 40～70m 区分のスパン長を 55m とした。

②走行不可能路線日進量の算定

走行不可能路線における調査は，以下の前提条件に基づき日進量を算定した。

・前提条件 1

調査中に堆積物を確認し走行不可能と判断する。一度撤収し，洗浄後に再調査すると仮定し，計測・機材撤収以外の作業時間（移動，準備，機材設置，片付け）を走行可能路線の場合の 2 倍とする。

・前提条件 2

最初の調査において，走行不可能と判断するまでにスパン長の半分を走行すると仮定する。再調査と合わせて，1 スパンを調査するために 1.5 スパン分，調査機器を走行させると考え，計測および機材回収時間を走行可能路線の場合の 1.5 倍とする。

・前提条件 3

洗浄は別工程と仮定し，洗浄に要する時間は計上しない。

表 1-2 走行型カメラの日進量の算定結果（例）

項目	走行可能路線			走行不可能路線		
	スパン長 0～20m	スパン長 20～40m	スパン長 40～70m	スパン長 0～20m	スパン長 20～40m	スパン長 40～70m
移動	5.0（分）	5.0（分）	5.0（分）	10.0（分）	10.0（分）	10.0（分）
準備	3.3（分）	3.3（分）	3.3（分）	6.6（分）	6.6（分）	6.6（分）
機材設置	2.0（分）	2.0（分）	2.0（分）	4.0（分）	4.0（分）	4.0（分）
計測	1.7（分）	5.0（分）	9.2（分）	2.6（分）	7.5（分）	13.8（分）
機材回収	1.4（分）	4.3（分）	7.9（分）	2.8（分）	8.6（分）	15.8（分）
片づけ	3.1（分）	3.1（分）	3.1（分）	6.2（分）	6.2（分）	6.2（分）
1 スパンあたり 所要時間合計	16.5（分）	22.7（分）	30.5（分）	32.2（分）	42.9（分）	56.4（分）
日進量	218(m/日)	476(m/日)	649(m/日)	112(m/日)	252(m/日)	351(m/日)

(2) 管口カメラによるスクリーニング調査

算定結果の例を表 1-2 に、算定の考え方を以下に示す。

① スパン長別航行可能路線日進量の算定

管口カメラについては、実証研究における視認可能範囲を考慮し、適用可能なスパン長を最長 30m としている。このため、実証研究の調査対象路線をスパン長 0～10m、10～20m、20～30m の 3 つに区分し、また、本編 3 章で示す通り現地作業を移動、準備、機材設置、計測、機材回収、片づけに分類し、スパン長区分別に各作業に要する時間を整理した上で、日進量を算定した。準備、機材回収、片づけの所要時間はスパン長で変動しないため、実証研究ではこれらの作業に要する時間はスパン長によらず一定であるとした。一方、計測および移動の所要時間はスパン長で変動するため、スパン長ごとにこれらの作業に要する時間を定めた。また、移動時間についても管口カメラの場合、徒歩での移動が基本であり車両への機器の出し入れの必要がないため、スパン長ごと移動時間を定めた。

これにより、スパン長別の 1 スパンあたりの各作業に要する時間の合計を求め、スパン長別日進量を定めた。なお、日進量を算定する際は、便宜上、スパン長 0～10m 区分のスパン長を 6m、スパン長 10～20m 区分のスパン長を 15m、スパン長 20～30m のスパン長 25m とした。また、走行型カメラ調査との比較のため、スパン長 10m、30m の日進量についても算定した。

② 走行不可能路線日進量の算定

管口カメラは走行型カメラと異なり、堆積物の有無による日進量への影響は無いもの

1. 共通指標算定の概要

として算定した。

表 1-3 管口カメラの日進量の算定結果（例）

項目	スパン長 0～10m	スパン長 10～20m	スパン長 20～30m	スパン長 10m	スパン長 30m
移動	0.5（分）	1.6（分）	2.9（分）	1.2（分）	3.5（分）
準備	2.3（分）	2.3（分）	2.3（分）	2.3（分）	2.3（分）
機材設置	0.2（分）	0.2（分）	0.2（分）	0.2（分）	0.2（分）
計測	1.2（分）	1.7（分）	1.9（分）	1.7（分）	1.9（分）
機材回収	0.08（分）	0.08（分）	0.08（分）	0.08（分）	0.08（分）
片づけ	1.0（分）	1.0（分）	1.0（分）	1.0（分）	1.0（分）
1 スパンあたり 所要時間合計	5.3（分）	6.9（分）	8.3（分）	6.4（分）	9.0（分）
日進量	407(m/日)	788(m/日)	1,087(m/日)	562(m/日)	1,201(m/日)

1.4. 共通指標算定の出カデータ概要

本ガイドラインで示す共通指標は以下の3つの指標とする。

(1) 緊急度適合率 (%) (本編第6章より再掲)

緊急度適合率とは、改築、修繕の判断に必要な調査精度を表す指標である。実際に発生した(=従来型TVカメラで確認された)緊急度Ⅰと緊急度Ⅱのスパン数に対し、管渠マネジメントシステム技術(スクリーニング調査+詳細調査)※による調査を完了した時点で緊急度ランクを「正しく判定することができた」スパン数の割合を表す。ここで「正しく判定した」とは、従来型TVカメラ調査により緊急度ⅠまたはⅡと判定したスパンに対して、管渠マネジメントシステム技術においても緊急度ⅠまたはⅡと判定したことを指す。

※スクリーニング調査により緊急度判定が可能であれば、詳細調査は必須としない。

「正しく判定した」スパンとは、従来型TVカメラ調査により緊急度ⅠまたはⅡと判定したスパンに対して、管渠マネジメントシステム技術においても緊急度ⅠまたはⅡと判定したスパン(A₁, A₂, A₃, A₄)を指す。「正しく判定できなかったスパン」には、従来型TVカメラで緊急度ⅠまたはⅡと判断されたスパンを管渠マネジメントシステム技術でⅢ以下と過小評価してしまったスパン(B₁, B₂)が含まれる。

スパン数		従来型TVカメラで調査した判定結果		
		緊急度Ⅰ	緊急度Ⅱ	緊急度Ⅲ以下
管渠マネジメントシステム技術で調査した判定結果	緊急度Ⅰ	A ₁	A ₃	C ₁
	緊急度Ⅱ	A ₂	A ₄	C ₂
	緊急度Ⅲ以下	B ₁	B ₂	C ₃

$$\text{緊急度適合率 (\%)} = (A_1 + A_2 + A_3 + A_4) / (A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + B_1 + B_2) \times 100$$

図 1-9 緊急度適合率の定義について

(2) 日進量向上率 (%)

管渠マネジメントシステム（スクリーニング調査＋詳細調査）の日進量向上率は全体の調査日数を概算するために必要な指標である。指標の算出にあたり、スクリーニング調査延長は調査対象の全スパンとし、詳細調査延長はそのうち各スクリーニング技術で抽出されたスパンを対象とする。ただし、スクリーニング調査により緊急度判定が可能であれば、詳細調査は必須としない。なお、調査日数とは現地調査作業日数を示し、報告書作成および管内洗浄日数は含まない。以下に、日進量向上率の算定方法を示す。

$$\text{日進量向上率 (\%)} = A/B \times 100$$

A：従来型 TV カメラによる調査日数

B：管渠マネジメントシステム技術による調査日数

(スクリーニング調査日数＋詳細調査日数)

(3) コスト効率 (%)

管渠マネジメントシステム（スクリーニング調査＋詳細調査）のコスト効率は全体の調査コストを概算するために必要な指標である。指標の算出にあたり、スクリーニング調査延長は調査対象の全スパンとし、詳細調査延長はそのうち各スクリーニング調査で抽出されたスパンを対象とする。ただし、スクリーニング調査により緊急度判定が可能であれば、詳細調査は必須としない。

なお、スクリーニング調査コストには現地調査、報告書作成および必要に応じて管内洗浄^{*}の費用を含む。また、詳細調査コストには現地調査、報告書作成および詳細調査対象全スパンに対する管内洗浄の費用を含む。コスト効率の算定方法を以下に示す。

※ 管内の堆積物により走行型カメラが走行不可能となり、スクリーニング調査を再度実施するために事前に洗浄を実施する場合

$$\text{コスト効率 (\%)} = A/B \times 100$$

A：従来型 TV カメラによるコスト

B：管渠マネジメントシステム技術によるコスト

(スクリーニング調査コスト＋詳細調査コスト)

2. 共通指標の算定

2.1. 緊急度適合率の算定

2.1.1 緊急度適合率の算定フロー

管渠マネジメントシステム技術の異常確認精度の指標である緊急度適合率は、調査フィールド条件および管渠マネジメントシステム技術の諸元に大きく影響を受けることを考慮し、必要となる入力データを明確にし、収集および整理をする必要がある。以下のステップを踏むことにより緊急度適合率を算定する。

STEP 1：緊急度適合率算定のための入力データの収集・整理

- (1) 調査フィールド条件のデータ収集・整理
- (2) 管渠マネジメントシステム技術の諸元のデータ収集・整理

STEP 2：緊急度適合率の算定

- (1) 各調査機器の緊急度適合率算定式に関する留意点の把握
- (2) 緊急度適合率の算定

2.1.2 緊急度適合率算定のための入力データの収集・整理

(1) 調査フィールド条件の設定

本参考資料「1. 共通指標算定の概要」で示した通り、調査フィールド条件（布設年度、管種）を基に、表 2-1 のように管渠劣化 DB から必要となるデータを抽出し、整理した。なお、表 2-1 は共通指標の算定式を解説する上で便宜上、管渠劣化 DB から 4 スパン程抜粋したデータである。

(2) 管渠マネジメントシステム技術の諸元の設定

本参考資料「1. 共通指標算定の概要」で示した通り、調査機器の異常確認精度を示す適合率および検出率は、緊急度適合率の算定にあたり必要である。

本ガイドラインにおいては、実証研究により求められた各調査機器の適合率および検出率を用いた。実証研究で実証された各調査機器の適合率・検出率を表 2-2、表 2-3、表 2-4 に示す。

表 2-1 入力データ (例) 布設年度：昭和 29 年以前，管種：陶管

スパン 番号	スパン 延長 (m)	管体 本数	布設年度	腐食 A	腐食 B	腐食 C	たるみ A	たるみ B	たるみ C	たるみ	破損 a	破損 b	破損 c	クラック a	クラック b	クラック c	継手 スレ a	継手 スレ b	継手 スレ c	浸入水 a	浸入水 b	浸入水 c	取付管 突出し a	取付管 突出し b	取付管 突出し c	取付管 突出し	樹木根 侵入 a	樹木根 侵入 b	樹木根 侵入 c	緊高度 判定	
1	10	12	昭和29年 以前	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	I
2	30	36	昭和29年 以前	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	II
3	55	46	昭和29年 以前	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	II
4	30	21	昭和29年 以前	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	III

表 2-2 スクリーニング調査検出率 (管口カメラ) 上表：陶管，下表：コンクリート管

陶管 検出率	スパン長	腐食 A	腐食 B	腐食 C	たるみ A	たるみ B	たるみ C	たるみ	破損 a	破損 b	破損 c	クラック a	クラック b	クラック c	クラック	継手 スレ a	継手 スレ b	継手 スレ c	浸入水 a	浸入水 b	浸入水 c	取付管 突出し a	取付管 突出し b	取付管 突出し c	取付管 突出し	樹木根 侵入 a	樹木根 侵入 b	樹木根 侵入 c			
		99%	99%	99%	99%	78%	0%	72%	0%	32%	0%	93%	51%	0%	92%	33%	16%	10%	17%	0%	99%	99%	45%	99%	99%	99%	99%	99%	99%		
検出率	30m	99%	99%	99%	99%	78%	0%	72%	0%	32%	0%	93%	51%	0%	92%	33%	16%	10%	17%	0%	99%	99%	45%	99%	99%	99%	99%	99%	99%		
	55m	99%	99%	99%	99%	78%	0%	52%	0%	14%	0%	89%	49%	0%	52%	11%	6%	6%	3%	0%	89%	89%	39%	89%	99%	99%	99%	99%	99%		
適用外																															
コンク リート管 検出率	スパン長	腐食 A	腐食 B	腐食 C	たるみ A	たるみ B	たるみ C	たるみ	破損 a	破損 b	破損 c	クラック a	クラック b	クラック c	クラック	継手 スレ a	継手 スレ b	継手 スレ c	浸入水 a	浸入水 b	浸入水 c	取付管 突出し a	取付管 突出し b	取付管 突出し c	取付管 突出し	樹木根 侵入 a	樹木根 侵入 b	樹木根 侵入 c			
		99%	99%	99%	99%	78%	0%	60%	0%	80%	60%	28%	67%	43%	75%	70%	10%	14%	10%	12%	85% <th>85% <th>85% <th>85% <th>73% <th>73% <th>73% </th></th></th></th></th></th>	85% <th>85% <th>85% <th>73% <th>73% <th>73% </th></th></th></th></th>	85% <th>85% <th>73% <th>73% <th>73% </th></th></th></th>	85% <th>73% <th>73% <th>73% </th></th></th>	73% <th>73% <th>73% </th></th>	73% <th>73% </th>	73%				
検出率	30m	99%	99%	99%	99%	78%	0%	31%	17%	20%	62%	46%	30%	44%	52%	5%	6%	4%	7%	79%	79%	24%	73%	66%	66%	66%	66%	66%			
	55m	99%	99%	99%	99%	78%	0%	0%	31%	17%	62%	46%	30%	44%	52%	5%	6%	4%	7%	79%	79%	24%	73%	66%	66%	66%	66%	66%			
適用外																															

- 注 1) 管口カメラによるスクリーニング調査は異常のランク判定は実施しないため，検出率のみを示す
- 注 2) 管種および管口からの距離による異常発生傾向が異なるため，管種ならびにスパン長別の検出率を示す
- 注 3) 100%は，計算の便宜上限りなく 100%に近いとし，99%としている
- 注 4) 管口カメラの特性を踏まえ，適用範囲は最大 30m としている

表 2-3 スクリーニング調査適合率・検出率（展開広角カメラ）

	腐食 A	腐食 B	腐食 C	たるみ A	たるみ B	たるみ C	破損 a	破損 b	破損 c	クラック a	クラック b	クラック c	継手ズレ a	継手ズレ b	継手ズレ c	浸入水 a	浸入水 b	浸入水 c
適合率	92%	71%	0%	99%	99%	63%	83%	72%	70%	69%	74%	56%	99%	80%	85%	0%	25%	92%
検出率	99%	99%	0%	99%	99%	63%	91%	86%	77%	93%	92%	65%	99%	99%	87%	75%	86%	93%

注 1) 展開広角カメラによるスクリーニング調査は異常項目および異常ランク判定は実施するため、適合率および検出率を示す
 注 2) 管種によらず、同等に異常を確認可能である
 注 3) 100%は、計算の便宜上限りなく 100%に近いとし、99%としている

表 2-4 スクリーニング調査適合率・検出率（画像認識型カメラ）

	腐食 A	腐食 B	腐食 C	たるみ A	たるみ B	たるみ C	破損 a	破損 b	破損 c	クラック a	クラック b	クラック c	継手ズレ a	継手ズレ b	継手ズレ c	浸入水 a	浸入水 b	浸入水 c
適合率	75%	75%	0%	99%	88%	0%	86%	87%	0%	94%	80%	0%	88%	88%	0%	70%	70%	0%
検出率	75%	75%	0%	99%	94%	0%	86%	87%	0%	94%	83%	0%	88%	88%	0%	75%	75%	0%

注 1) 画像認識型カメラによるスクリーニング調査は異常項目および異常ランク判定を実施するため、適合率および検出率を示す
 注 2) 陶管および塩ビ管は未実証
 注 3) 100%は、計算の便宜上限りなく 100%に近いとし、99%としている

※本編 4 章および 5 章で示す実証の結果においては、未確認事象については、計算の便宜上、下位のランクの値がある場合、その数値を代替とし、下位ランクの値がない場合は 0%とした。また、管口カメラにおいて陶管の破損 c およびクラック c について未確認事象であったため、コンクリート管の値を代入した。画像認識型カメラの未確認事象である継手ズレ a, b については、40~60mm の継手ズレの適合率・検出率が 88%であった事より当適合率・検出率を用いる事とした。

2.1.3 緊急度適合率の算定

緊急度適合率の算定は、下水道管路施設の点検・調査マニュアル（案）平成 25 年 6 月に記載のある緊急度判定基準に基づく。緊急度判定を行うにあたり、各スクリーニング調査（管口カメラ・展開広角カメラ・画像認識型カメラ）を核とした管渠マネジメントシステム技術の調査フローを考慮し、緊急度適合率を算定する必要がある。緊急度適合率の算定の際の留意点および算定式・算定例を以下に示す。

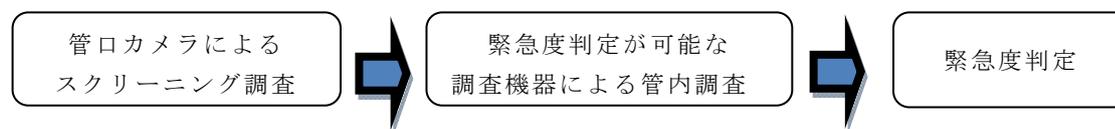
(1) 各調査機器の緊急度適合率算定式に関する留意点

実証研究では、3つのスクリーニング調査（管口カメラ・展開広角カメラ・画像認識型カメラ）を核とした管渠マネジメントシステム技術について実証を行った。これらのスクリーニング調査は異常確認精度の観点から以下の通り2つに分類される。

①管口カメラ：スクリーニング調査において緊急度判定を実施しない

本スクリーニング調査技術では異常のランク判定を行わないため、緊急度判定を実施しない。管口部からスパン内の異常有無の判定を実施し、緊急度判定を実施するための調査対象スパンを絞り込む技術である。そのため、スクリーニング調査後に、緊急度判定が可能な調査機器による調査を実施する事により緊急度判定を行うこととなる。

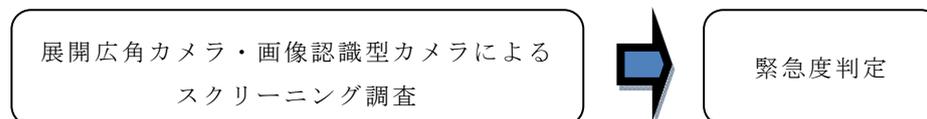
【調査フロー】



②展開広角カメラ・画像認識型カメラ：スクリーニング調査において緊急度判定を実施する

管内を走行する事によりスパン全体において管1本ごと異常項目・ランクを把握する。本スクリーニング調査技術では緊急度判定の実施が可能であり、詳細調査を必須としない。

【調査フロー】



上記の通り、スクリーニング調査技術の異常確認精度に応じて、管渠マネジメントシステム技術の調査フローが異なる。そのため、スクリーニング調査技術ごとに、緊急度適合率の算定式を定めている。これらを踏まえ、スクリーニング調査技術を選定する際には、各管渠マネジメントシステム技術の調査フローに応じた緊急度適合率の算定式が定められている事を考慮する。

以下の（２）において、各スクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム技術における緊急度適合率の算定式および算定例を示す。

（２）緊急度適合率の算定式および算定例

各スクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム技術における緊急度適合率の算定式および算定結果を示す。緊急度適合率の算定式は、同じ調査対象スパンを調査した場合に「従来型 TV カメラにより緊急度ⅠまたはⅡと判定したスパン数」（以下、「従来型 TV カメラによる緊急度Ⅰ、Ⅱのスパン数」と）と「スクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム技術により緊急度ⅠまたはⅡと正しく判定※したスパン数」（以下、「管渠マネジメントシステム技術による緊急度Ⅰ・Ⅱのスパン数」）の比較により構成される。

※正しく判定：従来型 TV カメラにより緊急度ⅠまたはⅡと判定したスパンに対して、スクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム技術においても緊急度ⅠまたはⅡと判定すること。

【緊急度適合率の算定式の概要】

$$\text{緊急度適合率} = 100 \times \frac{\text{管渠マネジメントシステム技術による緊急度Ⅰ・Ⅱのスパン数}}{\text{従来型 TV カメラによる緊急度Ⅰ・Ⅱのスパン数}} \quad \dots \text{（式 1）}$$

注）従来型 TV カメラによる緊急度Ⅰ・Ⅱのスパン数：

従来型 TV カメラの調査データである管渠劣化 DB における緊急度ⅠまたはⅡのスパン数とする。

スクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム技術ごとに「管渠マネジメントシステム技術により緊急度ⅠまたはⅡと判定されるスパン数」の算定式および「緊急度適合率の算定結果例」を以下に示す。

1) 管口カメラと展開広角カメラの組み合わせによる管渠マネジメントシステム技術

前述の通り、管口カメラによるスクリーニング調査は、スパン内の異常有無のみを判定することにより、緊急度判定を実施するための調査対象スパンを絞り込む技術である。つまり、異常項目・ランクによらず、本スクリーニング調査によりスパン内に 1 つ以上の異常が検出された場合は異常有と判定され、緊急度判定を実施するための調査対象スパンとする。そのため、緊急度適合率は、調査対象全スパンの緊急度ⅠおよびⅡの数に対し、スクリーニング調査により絞られた調査対象スパンの中に含まれる緊急度ⅠおよびⅡのスパン数の割合（以下、「スクリーニング調査による緊急度検出率」）に大きく影響を受ける、また、スクリーニング調査により絞ら

れた調査対象スパンの調査に用いる緊急度判定が可能な調査機器の緊急度適合率（以下、「緊急度判定が可能な調査機器による緊急度適合率」）にも影響を受けることとなる。

「管渠マネジメントシステム技術により緊急度ⅠまたはⅡと判定されるスパン数」の算定は、「スクリーニング調査による緊急度検出率」と「緊急度判定が可能な調査機器による緊急度適合率」により構成される。

【管渠マネジメントシステム技術により緊急度ⅠまたはⅡと判定されるスパン数の考え方】

「管渠マネジメントシステム技術により緊急度ⅠまたはⅡと判定されるスパン数」は、従来型 TV カメラにより緊急度ⅠまたはⅡと判定されるスパンのうち、スパンごとのスクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム技術により緊急度ⅠまたはⅡと判定する確率（以下、「1 スパンごとの緊急度適合率」）を足し合わせるにより求める。

管渠マネジメントシステム技術による緊急度Ⅰ・Ⅱのスパン数

$$= \sum \left(\begin{array}{c} \text{1 スパンごとの} \\ \text{緊急度適合率} \end{array} \right)$$

$$= \sum \left(\begin{array}{c} \text{スクリーニング調査による} \\ \text{緊急度検出率} \end{array} \times \begin{array}{c} \text{緊急度判定が可能な調査機器による} \\ \text{緊急度適合率} \end{array} \right)$$

… (式 2)

▶ 「スクリーニング調査による緊急度検出率」

スクリーニング調査による緊急度検出率は、緊急度ⅠおよびⅡのスパン内に異常項目・ランクによらず 1 つ以上の異常が検出される確率をいう。また、スクリーニング調査による緊急度検出率は、1 スパンごとに算定される。算定式は、以下の通りとする。

$$\begin{array}{c} \text{スクリーニング調査による} \\ \text{緊急度検出率} \end{array} = 1 - \begin{array}{c} \text{スパン内の異常を 1 つも} \\ \text{検出することが出来ない確率} \end{array} \dots \text{(式 3)}$$

ここに、「スパン内の異常を 1 つも検出することが出来ない確率」

$$= (1 - \text{腐食 A 検出率})^{\text{腐食 A 有無}^*} (1 - \text{腐食 B 検出率})^{\text{腐食 B 有無}^*} (1 - \text{腐食 C 検出率})^{\text{腐食 C 有無}^*}$$

$$\times (1 - \text{たるみ A 検出率})^{\text{たるみ A 有無}^*} (1 - \text{たるみ B 検出率})^{\text{たるみ B 有無}^*} (1 - \text{たるみ C 検出率})^{\text{たるみ C 有無}^*}$$

$$\times (1 - \text{破損 a 検出率})^{\text{破損 a 数}} (1 - \text{破損 b 検出率})^{\text{破損 b 数}} (1 - \text{破損 c 検出率})^{\text{破損 c 数}}$$

$$\times (1 - \text{クラック a 検出率})^{\text{クラック a 数}} (1 - \text{クラック b 検出率})^{\text{クラック b 数}} (1 - \text{クラック c 検出率})^{\text{クラック c 数}}$$

$$\times (1 - \text{継手スレ a 検出率})^{\text{継手スレ a 数}} (1 - \text{継手スレ b 検出率})^{\text{継手スレ b 数}} (1 - \text{継手スレ c 検出率})^{\text{継手スレ c 数}}$$

$$\times (1 - \text{浸入水 a 検出率})^{\text{浸入水 a 数}} (1 - \text{浸入水 b 検出率})^{\text{浸入水 b 数}} (1 - \text{浸入水 c 検出率})^{\text{浸入水 c 数}}$$

… (式 4)

※腐食 A, B, C およびたるみ A, B, C 有無：有の場合は 1, 無の場合は 0 を代入

▶ 「緊急度判定が可能な調査機器による緊急度適合率」

本管渠マネジメントシステム技術で用いた緊急度判定が可能な調査機器は、従来型 TV カメラ同等の精度を有しており、本管渠マネジメントシステム技術においては、「緊急度判定が可能な調査機器の緊急度適合率」を 1 として算定する。

「緊急度判定が可能な調査機器の緊急度適合率」の算定式の詳細は、次の「2) 展開広角カメラ（スクリーニング調査）・画像認識型カメラによる管渠マネジメントシステム技術」で示す。

【緊急度適合率の算定例】

表 2-1 調査フィールド条件の入力データ例および表 2-2 管渠マネジメントシステム技術の諸元（適合率・検出率）を用いて、管口カメラによるスクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム技術の緊急度適合率の算定結果を以下に示す。

表 2-1 の条件においては、従来型 TV カメラにより緊急度 I または II と判定されるスパンはスパン番号 1, スパン番号 2 およびスパン番号 3 の 3 スパンであるが、管口カメラの適用範囲を踏まえ、スパン延長 55m のスパン番号 3 は適用範囲外としている。

「緊急度適合率」

= (スパン番号 1 の「1 スパンごとの緊急度適合率」+スパン番号 2 の「1 スパンごとの緊急度適合率」+スパン番号 3 の「1 スパンごとの緊急度適合率」) / (従来型 TV カメラによる緊急度 I・II のスパン数)

= 100 × (1+1) / 2 = 100% (∵ 式 1, 式 2)

▶ スパン番号 1 における「1 スパンごとの緊急度適合率」の算定結果

=スクリーニング調査による緊急度検出率 × 緊急度判定が可能な調査機器の緊急度適合率
= 1 × 1 = 1 (∵ 式 2)

※ 「スクリーニング調査による緊急度検出率」

$$= \{1 - (1 - 0.99)^0 \times (1 - 0.99)^0 \times (1 - 0)^0 \times (1 - 0.99)^1 \times (1 - 0.78)^0 \times (1 - 0)^1 \times (1 - 0.72)^2 \times (1 - 0.32)^0 \times (1 - 0)^0 \times (1 - 0.93)^0 \times (1 - 0.51)^1 \times (1 - 0)^0 \times (1 - 0.92)^0 \times (1 - 0.33)^0 \times (1 - 0.16)^0 \times (1 - 0.10)^0 \times (1 - 0.17)^0 \times (1 - 0)^0 \times (1 - 0.99)^0 \times (1 - 0.99)^0 \times (1 - 0.45)^0 \times (1 - 0.99)^0 \times (1 - 0.38)^0 \times (1 - 0)^0\}$$

= 1 (∵ 式 3, 式 4)

▶ スパン番号 2 における「1 スパンごとの緊急度適合率」の算定結果

スパン番号 1 と同様に緊急度適合率を算定する。

1 × 1 = 1

2) 展開広角カメラ（スクリーニング調査）・画像認識型カメラによる管渠マネジメントシステム技術

前述の通り，展開広角カメラおよび画像認識型カメラによるスクリーニング調査では，管内を走行することによりスパン全体において管 1 本ごとの異常項目・ランクを把握する。本スクリーニング調査技術では緊急度判定の実施が可能であり，詳細調査を必須としない。そのため，本スクリーニング調査技術を緊急度判定が可能な調査機器として位置付け，本スクリーニング調査による緊急度適合率を「緊急度判定が可能な調査機器による緊急度適合率」として算定する。「管渠マネジメントシステム技術により緊急度ⅠまたはⅡと判定されるスパン数」の算定は，「緊急度判定が可能な調査機器による緊急度適合率」により構成される。

【管渠マネジメントシステム技術により緊急度ⅠまたはⅡと判定されるスパン数の考え方】

「管渠マネジメントシステム技術により緊急度ⅠまたはⅡと判定されるスパン数」は，従来型 TV カメラにより緊急度ⅠまたはⅡと判定されるスパンのうち，管渠マネジメントシステム技術により緊急度ⅠまたはⅡと判定する確率（以下，「1 スパンごとの緊急度適合率」）をスパンごとに足し合わせることで求めらる。

$$\begin{aligned}
 & \text{管渠マネジメントシステム技術による緊急度Ⅰ・Ⅱのスパン数} \\
 = & \sum \left(\text{1 スパンごとの緊急度適合率} \right) \\
 = & \sum \left(\text{緊急度判定が可能な調査機器による緊急度適合率} \right) \dots \text{(式 5)}
 \end{aligned}$$

以下の緊急度判定の考えに基づき算定式を設定する。

緊急度判定を行うためには，異常項目のスパン全体のランク判定（以下，「スパン判定」）を実施する必要がある。緊急度ⅠまたはⅡと判定されるパターンは以下の2つとする。（参照：下水道管路施設の点検・調査マニュアル（案）平成 25 年 6 月）。

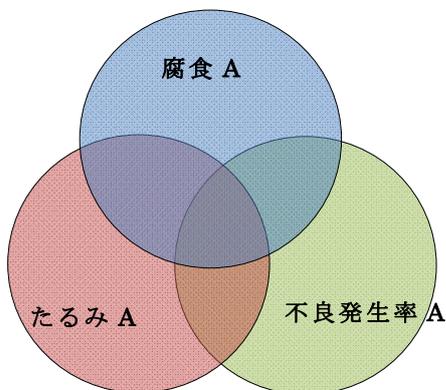
- ・スパン判定 A が 1 つ以上
- ・スパン判定 B が 2 つ以上

また，以下の 3 つの異常項目における「スパン判定の適合率」により構成される。

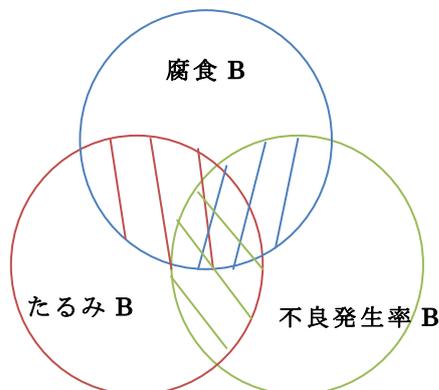
- ・腐食 A, B 適合率
- ・たるみ A, B 適合率
- ・不良発生率 A, B 適合率

注) 「スパン判定の適合率」に関しては，後述する。

<スパン判定 A が 1 つ以上>



<スパン判定 B が 2 つ以上>



スパン判定 A が 1 つ以上となるパターンは左図の塗部全体に含まれるスパンが対象となる。
また、スパン判定 B が 2 つ以上となるパターンは右図の斜線部に含まれるスパンが対象となる。

これより、管渠マネジメントシステム技術の諸元であるスクリーニング調査適合率を用いて、以下の算定式に基づき「緊急度判定が可能な調査機器による緊急度適合率」を求める。

➤ 「緊急度判定が可能な調査機器の緊急度適合率」

「緊急度判定が可能な調査機器による緊急度適合率」は、調査対象全スパンにおいて 1 スパンごとで算定される。

$$\begin{aligned}
 & \text{緊急度判定が可能な調査機器の緊急度適合率} \\
 = & \text{スパン判定 A が 1 つ以上適合する, またはスパン判定 B を 2 つ以上適合する確率} \\
 = & 1 - \left(\text{スパン判定 A が 1 つも適合しない確率} \times \text{スパン判定 B が 2 つ以上適合しない確率} \right)
 \end{aligned}$$

ここに,

$$\begin{aligned}
 & \text{「スパン判定 A が 1 つも適合しない確率」} \\
 = & (1 - \text{腐食 A 有無}^{*2} \times \text{腐食 A 適合率}^{*3}) \times (1 - \text{たるみ A 有無}^{*2} \times \text{たるみ A 適合率}^{*3}) \\
 & \quad \times (1 - \text{不良発生率 A 有無}^{*2} \times \text{不良発生率 A 適合率}^{*3}) \quad \}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{「スパン判定 B が 2 つ以上適合しない確率」} \\
 = & [1 - (\text{スパン判定適合率 B が 2 つ以上有無}^{*1}) \times \\
 & \quad \{ (\text{腐食 B 有無}^{*2} \times \text{たるみ B 有無}^{*2}) \times (\text{腐食 B 適合率}^{*3} \times \text{たるみ B 適合率}^{*3}) \\
 & \quad + (\text{腐食 B 有無}^{*2} \times \text{不良発生率 B 有無}^{*2}) \times (\text{腐食 B 適合率}^{*3} \times \text{不良発生率 B 適合率}^{*3}) \\
 & \quad + (\text{たるみ B 有無}^{*2} \times \text{不良発生率 B 有無}^{*2}) \times (\text{たるみ B 適合率}^{*3} \times \text{不良発生率 B 適合率}^{*3}) \}
 \end{aligned}$$

$$- (\text{腐食 B 有無}^{*2} + \text{たるみ B 有無}^{*2} + \text{不良発生率 B 有無}^{*2} - 1) \times (\text{腐食 B 有無}^{*2} \times \text{腐食 B 適合率}^{*3} \\ \times \text{たるみ B 有無}^{*2} \times \text{たるみ B 適合率}^{*3} + \text{不良発生率 B 有無}^{*2} \times \text{不良発生率 B 適合率}^{*3}) \}}] \\ \dots \text{ (式 6)}$$

※1 スパン判定 B の 2 つ以上有無 :

スパン判定 B が 2 つ以上ある場合は 1, 無い場合は 0 を代入

※2 腐食 A または B 有無, たるみ A または B 有無, 不良発生率 A または B 有無 :

スパン内に腐食 A または B, たるみ A または B, 不良発生率 A または B が有る場合は 1, 無い場合は 0 を代入

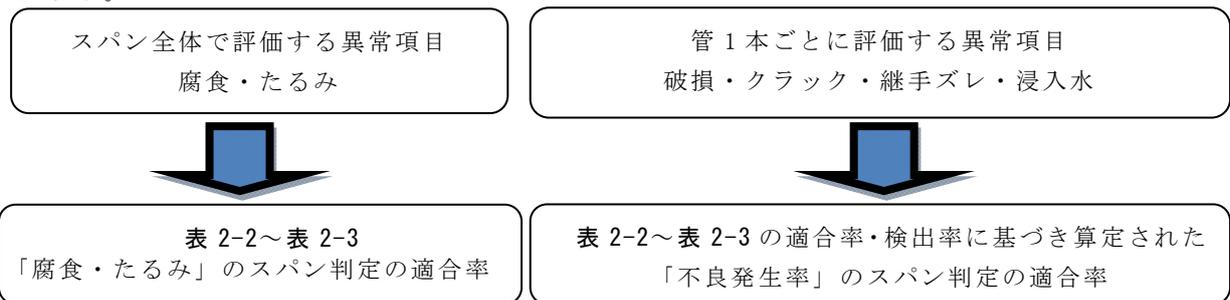
※3 腐食 A・B 適合率, たるみ A・B 適合率, 不良発生率 A・B 適合率

異常項目のスパン全体のランク判定の適合率を「スパン判定の適合率」とする。前述の通り, 「スパン判定の適合率」とは, 3 つの異常項目 (腐食・たるみ・不良発生率) のスパン判定の適合率のことを言う。

以下に, 注)「スパン判定の適合率」の考え方を示す。

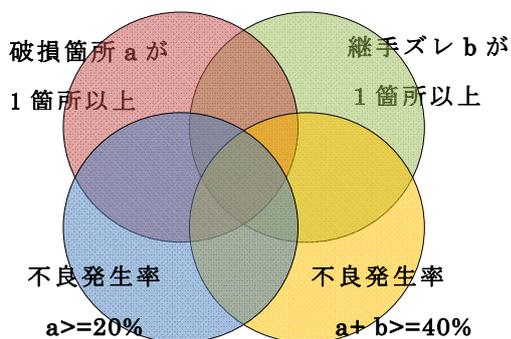
表 2-3～表 2-4 に示している管渠マネジメントシステム技術の諸元である適合率・検出率のうち, スパン全体で評価する異常項目「腐食・たるみ」に関しては, スパン全体のランク判定の適合率・検出率を示す。

一方, 管 1 本ごとに評価する異常項目「破損・クラック・継手ズレ・浸入水」に関しては, 異常箇所ごとのランク判定の適合率・検出率を示す。そのため, スパン判定の項目の 1 つである「不良発生率」の「スパン判定の適合率」は, 管 1 本ごとに評価する異常項目「破損・クラック・継手ズレ・浸入水」の適合率・検出率を用いて算定することとなる。

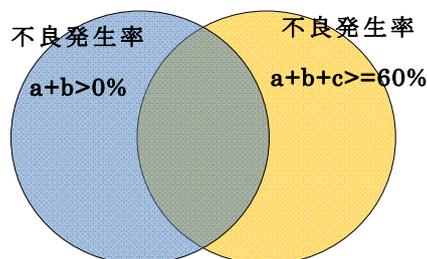


これより, 下水道管路施設の点検・調査マニュアル (案) 平成 25 年 6 月に記載のある「不良発生率」の考えに基づき, 「表 2-3～表 2-4 の適合率・検出率」および「調査フィールド条件の諸元であるスパンごとの各異常数」を用いて, 1 スパンごとの「不良発生率」の「スパン判定の適合率」(以下, 「不良発生率の適合率」) を算定する。不良発生率の考え方を以下に示す。

<不良発生率 A となるパターン>



<不良発生率 B となるパターン>



不良発生率 A となるパターンは左図の塗部全体に含まれるスパンが対象となる。
また、不良発生率 B となるパターンは右図の塗部全体に含まれるスパンが対象となる。

以上より、「不良発生率適合率」は下記の算定式より求まる。

◆ 「不良発生率 A 適合率」

=破損 a が 1 箇所以上適合する，または継手ズレ a が 1 箇所以上適合する，

または不良発生率 $a \geq 20\%$ である，または不良発生率 $a + b \geq 40\%$ である確率

$$\begin{aligned}
 &= 1 - \text{(破損 a が 1 箇所以上適合しない確率)} \times \text{(継手ズレ a が 1 箇所以上適合しない確率)} \\
 &\quad \times \text{(不良発生率 } a \geq 20\% \text{ でない確率)} \times \text{(不良発生率 } a + b \geq 40\% \text{ でない確率)} \\
 &= 1 - (1 - \text{破損 a 適合率})^{\text{破損 a 数}} \times (1 - \text{継手ズレ a 適合率})^{\text{継手ズレ a 数}} \\
 &\quad \times \left[1 - (h \geq 1 \text{ の有無}^{※3}) \times \sum_{n=1}^h \{ {}_h C_n (1 - a \text{ 適合率})^{(h-n)} \times a \text{ 適合率}^n \} \right] \\
 &\quad \times \left[1 - (i \geq m \text{ の有無}^{※4}) \times \sum_{n=m}^i \{ {}_i C_n (1 - a \cdot b \text{ 検出率})^{(i-n)} \times a \cdot b \text{ 検出率}^n \} \right] \cdots \text{(式 7)}
 \end{aligned}$$

※1 $h \geq 1$ の有無： $h \geq 1$ の場合は 1， $h < 1$ の場合は 0 を上記の算定式に代入する

※2 $i \geq m$ の有無： $i \geq m$ の場合は 1， $i < m$ の場合は 0 を上記の算定式に代入する

ここに，

a 適合率：各異常項目 a ランク適合率の加重平均

$$\begin{aligned}
 &= (\text{破損 a 適合率} \times \text{破損 a の数} + \text{クラック a 適合率} \times \text{クラック a の数} + \text{継手ズレ a 検出率} \\
 &\quad \times \text{継手ズレ a の数} + \text{浸入水 a 検出率} \times \text{浸入水 a の数}) / (\text{破損 a の数} + \text{クラック a の数} + \\
 &\quad \text{継手ズレ a の数} + \text{浸入水 a の数})
 \end{aligned}$$

a・b 検出率：各異常項目 a および b ランク検出率の加重平均

$$\begin{aligned}
 &= (\text{破損 a 検出率} \times \text{破損 a の数} + \text{破損 b 検出率} \times \text{破損 b の数} + \text{クラック a 検出率} \times \text{クラック a の数} \\
 &\quad + \text{クラック b 検出率} \times \text{クラック b の数} + \text{継手ズレ a 検出率} \times \text{継手ズレ a の数} + \text{継手ズレ b 検出率} \times \text{継手ズレ b の数} \\
 &\quad + \text{浸入水 a 検出率} \times \text{浸入水 a の数} + \text{浸入水 b 検出率} \times \text{浸入水 b の数}) / (\text{破損 a の数} + \text{破損 b の数} + \text{クラック a の数} + \text{クラック b の数} \\
 &\quad + \text{継手ズレ a の数} + \text{継手ズレ b の数} + \text{浸入水 a の数} + \text{浸入水 b の数})
 \end{aligned}$$

2. 共通指標の算定

h : a ランクの数 = 破損 a の数 + クラック a の数 + 継手ズレ a の数 + 浸入水 a の数

i : a ランクの数 + b ランクの数

= 破損 a の数 + 破損 b の数 + クラック a の数 + クラック b の数 + 継手ズレ a の数 + 継手ズレ b の数 + 浸入水 a の数 + 浸入水 b の数

k : スパン内の全管体本数

l : $k \times 20\%$ ※小数切り上げ

m : $k \times 40\%$ ※小数切り上げ

◆ 「不良発生率 B 適合率」

= 不良発生率 $a+b > 0\%$ である, または不良発生率 $a+b+c \geq 60\%$ である確率

$$= 1 - \left[\text{不良発生率 } a+b > 0\% \text{ でない確率} \right] \times \left[\text{不良発生率 } a+b+c \geq 60\% \text{ でない確率} \right]$$

$$= 1 - \left[1 - (i > 0 \text{ の有無}_{※1}) \times \sum_{n=1}^i \{ {}_1C_n (1 - a \cdot b \text{ 検出率})^{(i-n)} \times a \cdot b \text{ 検出率}^n \} \right] \\ \times \left[1 - (o \geq p \text{ の有無}_{※2}) \times \sum_{n=p}^o \{ {}_oC_n (1 - a \cdot b \cdot c \text{ 検出率})^{(o-n)} \times a \cdot b \cdot c \text{ 検出率}^n \} \right] \cdots \text{(式 8)}$$

※1 $i > 0$ の有無 : $i > 0$ の場合は 1, $i = 0$ の場合は 0 を上記の算定式に代入する

※2 $o \geq p$ の有無 : $o \geq p$ の場合は 1, $o < p$ の場合は 0 を上記の算定式に代入する

ここに,

$a \cdot b \cdot c$ 検出率 : 各異常項目 a, b, および c ランク検出率の加重平均

= (破損 a 検出率 × 破損 a の数 + 破損 b 検出率 × 破損 b の数 + 破損 c 検出率 × 破損 c の数 + クラック a 検出率 × クラック a の数 + クラック b 検出率 × クラック b の数 + クラック c 検出率 × クラック c の数 + 継手ズレ a 検出率 × 継手ズレ a の数 + 継手ズレ b 検出率 × 継手ズレ b の数 + 継手ズレ c 検出率 × 継手ズレ c の数 + 浸入水 a 検出率 × 浸入水 a の数 + 浸入水 b 検出率 × 浸入水 b の数 + 浸入水 c 検出率 × 浸入水 c の数) / (破損 a の数 + 破損 b の数 + 破損 c の数 + クラック a の数 + クラック b の数 + クラック c の数 + 継手ズレ a の数 + 継手ズレ b の数 + 継手ズレ c の数 + 浸入水 a の数 + 浸入水 b の数 + 浸入水 c の数)

o : a ランクの数 + b ランクの数 + c ランクの数

= (破損 a の数 + 破損 b の数 + 破損 c の数 + クラック a の数 + クラック b の数 + クラック c の数 + 継手ズレ a の数 + 継手ズレ b の数 + 継手ズレ c の数 + 浸入水 a の数 + 浸入水 b の数 + 浸入水 c の数)

p : $k \times 60\%$ ※小数切り上げ

【緊急度適合率の算定例】

表 2-1 調査フィールド条件の入力データ例および表 2-3 管渠マネジメントシステム技術の諸元を用いて、展開広角カメラ（スクリーニング調査）による管渠マネジメントシステム技術の緊急度適合率の算定結果例を以下に示す。画像認識型カメラによる管渠マネジメントシステム技術の緊急度適合率においても同様に算定可能である。

「緊急度適合率」

= (スパン番号 1 の「1 スパンごとの緊急度適合率」+スパン番号 3 の「1 スパンごとの緊急度適合率」+スパン番号 2 の「1 スパンごとの緊急度適合率」+スパン番号 3 の「1 スパンごとの緊急度適合率」) / (従来型 TV カメラによる緊急度 I・II のスパン数)
 =100×(1+1+8.3)/3=94% (∵ 式 1, 式 5)

▶ スパン番号 1 における「1 スパンごとの緊急度適合率」の算定結果

スパン番号 1 における「1 スパンごとの緊急度適合率」

=緊急度判定が可能な調査機器の緊急度適合率

=1-(1-0×0.92)×(1-1×0.99)×(1-1×0.97^{*1})×(1-0^{*2}) (∵ 式 6)

=1.0

※1 不良発生率 A の算定 (∵ 式 7)

=1-(1-0.83)²×(1-0.99)⁰×1_(注)×1_(注)=0.97

(注) h<1, i<5 より h>=1 の有無および i>=m の有無は 0 となる (∵ h=2, i=3, k=12, l=3, m=5)。よって、式 6 より 1 を代入。

※2 スパン判定適合率 B の 2 つ以上有無 (∵ 式 6)

本スパンの腐食 B およびたるみ B (∵ 表 2-1), ならびに不良発生率 B (∵ 当スパンは不良発生率 A) が無い。よって、式 6 より 0 を代入。

▶ スパン番号 2 における「1 スパンごとの緊急度適合率」の算定結果

スパン番号 2 における「1 スパンごとの緊急度適合率」

=緊急度判定が可能な調査機器の緊急度適合率

=1-(1-0×0.92)×(1-0×0.99)×(1-0^{*1})×{1-1^{*2}×(0.99×1.0^{*3})} (∵ 式 6)

=1.0

※1 不良発生率 A の算定 (∵ 式 7)

不良発生率 A (∵ 当スパンは不良発生率 B) が無い。よって、式 6 より 0 を代入。

※2 スパン判定適合率 B の 2 つ以上適合しない確率 (∵ 式 6)

本スパンはたるみ B (∵ 表 2-1) かつ不良発生率 B である。よって、式 6 より 1 を代入

※3 不良発生率 B の算定 (∵ 式 8)

本スパンは不良発生率 B である。よって、式 8 より算出

2. 共通指標の算定

▶ スパン番号3における「1スパンごとの緊急度適合率」の算定結果

スパン番号1, 2と同様に緊急度適合率を算定する。

スパン番号3における「1スパンごとの緊急度適合率」

=0.83 (∵ 式6)

注) 調査対象全スパン延長および詳細調査対象スパン延長は、便宜上、管渠劣化DBから4スパン程抜粋したデータを用いている。実際の共通指標は、管渠劣化DB上の約150,000スパンのデータを用いたモデルフィールドにおける調査フィールド条件で、上記同様に算定されている。

2.2. 日進量向上率の算定

2.2.1 日進量向上率の算定フロー

管渠マネジメントシステム技術の調査延長の進捗程度に関わる指標である日進量向上率は、調査フィールド条件および管渠マネジメントシステム技術の諸元の影響を受けることを考慮し、必要となる入力データを明確にし、収集および整理をする必要がある。以下のステップを踏む事により日進量向上率を算定する。

STEP1：日進量向上率算定のための入力データの収集・整理

- (1) 調査フィールド条件のデータ収集・整理
- (2) 管渠マネジメントシステム技術の諸元のデータ収集・整理

STEP2：日進量向上率の算定

- (1) 各調査機器の日進量に関する留意点の把握
- (2) 日進量向上率の算定

2.2.2 日進量向上率算定のための入力データの収集・整理

(1) 調査フィールド条件の設定

1) 各布設年度のスパン長別布設延長割合

布設年度によりスパン長の分布に傾向があるため、1.3.1 で設定した布設年度の条件に基づき、管渠劣化 DB の各布設年度のスパン長別布設延長割合を設定した。スパン長別布設延長割合は、スパン長は 0～20m・20～40m・40～70m の 3 つに分類し整理している。以降、これら 3 分類のスパン長を 10m・30m・55m として扱うこととする。

表 2-5 各布設年度のスパン長別布設延長割合

スパン長	昭和 29 年以前	昭和 30 年～昭和 49 年	昭和 50 年～平成 4 年
10 m	23%	33%	35%
30 m	44%	53%	51%
55 m	33%	14%	14%

2) 管種

前述の通り表 2-1 のように管渠劣化 DB から必要となるデータを抽出し、整理した。

3) 堆積物発生割合

本参考資料「1. 共通指標算定の概要」で示した通り、本実証研究のフィールド条件を参考に、堆積レベル大・中・小を設定した。

表 2-6 堆積物発生割合

	堆積レベル小	堆積レベル中	堆積レベル大
堆積物発生割合*	0%	30%	60%

※ 堆積物発生割合=100×(堆積物が発生しているスパン数/調査対象全スパン数)

注) 本モデルフィールドにおいては、堆積物深さの程度を管径の20~30%と仮定している

(2) 管渠マネジメントシステム技術の諸元の設定

本ガイドラインにおいては、日進向上率を算定するための入力データとして、実証研究により求められた各調査機器の日進量および堆積物走破率を用いる。実証研究で実証された各調査機器の日進量および堆積物走破率を以下に示す。

1) 各調査機器の日進量

- スクリーニング調査技術（管口カメラ）および詳細調査技術（展開広角カメラ）

表 2-7 スクリーニング調査日進量

スパン長	スクリーニング日進量
10m	560 (m/日)
30m	1,200 (m/日)
55m	管口カメラの適用範囲外

表 2-8 詳細調査日進量

詳細調査日進量
450 (m/日)

- スクリーニング調査技術（展開広角カメラ）

表 2-9 スクリーニング調査日進量

スパン長	走行可能路線日進量	走行不可能路線日進量
10 m	210 (m/日)	130 (m/日)
30 m	530 (m/日)	350 (m/日)
55 m	830 (m/日)	570 (m/日)

- ・スクリーニング調査技術（画像認識型カメラ）

表 2-10 スクリーニング調査日進量

スパン長	走行可能路線日進量	走行不可能路線日進量
10 m	220 (m/日)	140 (m/日)
30 m	480 (m/日)	340 (m/日)
55 m	650 (m/日)	490 (m/日)

- ・従来型 TV カメラ調査

表 2-11 従来型 TV カメラ調査日進量

管種	日進量
陶管	180 (m/日)
コンクリート管	300 (m/日)
塩ビ管	300 (m/日)

2) 各調査機器の堆積物走破率

- ・スクリーニング調査技術（管口カメラ）

管口カメラは管内を走行しないため、堆積物の影響を受けない。よって、堆積物走破率は示さない。

- ・スクリーニング調査技術（展開広角カメラ）

表 2-12 堆積物走破率（展開広角カメラ）

堆積物走破率
91 (%)

※堆積深さが管径 250mm の 20～30%の走破率

- ・スクリーニング調査技術（画像認識型カメラ）

表 2-13 堆積物走破率（画像認識型カメラ）

堆積物走破率
21 (%)

※堆積深さが管径 250mm の 20～30%の走破率

- ・従来型 TV カメラ

従来型 TV カメラは、標準として洗浄後に調査を実施するため堆積物の影響を受けない。よって、堆積物走破率は示さない。

2.2.3 日進量向上率の算定

各スクリーニング調査（管口カメラ・展開広角カメラ・画像認識型カメラ）を核とした管渠マネジメントシステム技術の調査フローを考慮し、日進量向上率を算定する必要がある。日進量向上率の算定の際の留意点および算定式・算定例を以下に示す。

(1) 各調査機器の日進量向上率算定式に関する留意点

前述の通り、管渠マネジメントシステム技術により調査フローが異なる。そのため、管渠マネジメントシステム技術ごとに日進量向上率算定の対象となる調査フローを把握する必要がある。以下に、実証研究で実施した各管渠マネジメントシステム技術の日進量向上率算定の対象となる調査を示す。

1) 管口カメラと展開広角カメラの組み合わせによる管渠マネジメントシステム技術

本管渠マネジメントシステム技術において、管口カメラによるスクリーニング調査では緊急度判定を実施しないため、緊急度判定を行うには緊急度判定が可能な調査機器による管渠内調査が必要となる。共通指標の対象は緊急度判定を実施する事を前提としているため、本管渠マネジメントシステムにおける、日進量向上率算定の対象は、管口カメラによるスクリーニング調査と展開広角カメラによる詳細調査のセットとなる。なお、管口カメラの特性を踏まえ、スパン延長 30m を超えるスパンは適用範囲外としている。

2) 展開広角カメラ（スクリーニング調査）・画像認識型カメラによる管渠マネジメントシステム技術

本管渠マネジメントシステム技術において、スクリーニング調査に用いる展開広角カメラおよび画像認識型カメラは、緊急度判定の実施が可能であり詳細調査を必須としない。よって、本管渠マネジメントシステムでは、展開広角カメラおよび画像認識型カメラを緊急度判定が可能な調査機器と位置づけ、日進量向上率算定の対象はスクリーニング調査のみとする。

上記の通り、スクリーニング調査技術ごとに、日進量向上率の算定対象を定めている。そのため、スクリーニング調査技術を選定する際には、各スクリーニング調査技術の調査フローに応じた日進量向上率の算定式が定められている事を考慮する事が重要である。以下の(2)において、各スクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム技術における日進量向上率の算定式および算定例を示す。

(2) 日進量向上率の算定式および算定例

本管渠マネジメントシステム技術の日進量向上率の算定式の概要を以下に示す。日進量向上率の算定式は、「従来型 TV カメラによる調査日数」と「スクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム技術による調査日数」(以下、『「管渠マネジメントシステム技術による調査日数」』) の比較により構成される。

【日進量向上率の算定式の概要】

$$\text{日進量向上率} = 100 \times \frac{\text{従来型 TV カメラによる調査日数}}{\text{管渠マネジメントシステム技術による調査日数}} \quad \dots \text{(式 9)}$$

注 1) 調査日数は、現地調査作業日数である（報告書作成および洗浄日数は含まない）

注 2) 従来型 TV カメラ調査による調査日数=調査対象全スパン延長÷従来型 TV カメラの日進量

スクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム技術ごとに「管渠マネジメントシステム技術による調査日数」の算定式および「日進量向上率の算定例」を以下に示す。

1) 管口カメラと展開広角カメラの組み合わせによる管渠マネジメントシステム技術

管口カメラによるスクリーニング調査は、スパン内に異常有無のみを判定することにより、緊急度判定を実施する詳細調査対象スパンを絞り込むことを目的としている。つまり、スクリーニング調査対象となるスパンは調査対象全スパンとし、詳細調査対象スパンはスクリーニング調査により調査対象全スパンから抽出されたスパン（以下、「詳細調査対象スパン」）とする。

【管渠マネジメントシステム技術による調査日数の考え方】

$$\text{管渠マネジメントシステム技術による調査日数} = \text{スクリーニング調査日数} + \text{詳細調査日数} \quad \dots \text{(式 10)}$$

➤ スクリーニング調査日数

$$\text{スクリーニング調査日数} = \frac{\text{調査対象全スパン延長}}{\text{スクリーニング調査日進量}^*} \quad \dots \text{(式 11)}$$

※スクリーニング調査日進量

布設年度ごとのスパン長別調査延長割合を考慮した、スパン長 10m, 30m の日進量の加重平均とする。
表 2-5 調査フィールドの条件（布設年度ごとスパン長別調査延長割合）および表 2-7 スパン長別スクリーニング調査日進量を基に布設年度ごとの日進量の加重平均を算出した。以下にスクリーニング調査日進量の算定式および算定例を示す。

◆ 「スクリーニング調査日進量」

=スパン長 10m の日進量×スパン長 10m の調査延長割合+スパン長 30m の日進量×スパン長 30m の調査延長割合 …… (式 12)

◆ スクリーニング調査日進量の算定例) 布設年度：昭和 29 年以前，調査機器：管口カメラ

「スクリーニング調査日進量」=560×23%+1200×44%/(23%+44%)=980m /日

調査フィールド条件の「布設年度：昭和 30 年～昭和 49 年・昭和 50 年～平成 4 年」に関しても同様に，「スクリーニング調査日進量」を算定する。

➤ 詳細調査日数

$$\boxed{\text{詳細調査日数}^{\ast}} = \boxed{\text{詳細調査対象スパン延長}} \div \boxed{\text{詳細調査日進量}} \dots (式 13)$$

※ 詳細調査対象スパン延長

詳細調査対象スパンはスクリーニング調査により調査対象全スパンから抽出されたスパンの事を言う。つまり，異常項目・ランクによらず，本スクリーニング調査によりスパン内に 1 つ以上の異常が検出されたスパンを詳細調査対象スパンとする。以下に「詳細調査対象スパン延長」の算定式および算定例を示す。

◆ 「詳細調査対象スパン延長」

=10m×スパン長 10m の詳細調査対象スパン数[※]+30m×スパン長 30m の詳細調査対象スパン数[※] …… (式 14)

※スパン長別(スパン長 10m・スパン長 30m)の詳細調査対象スパン数

スパンごとに詳細調査対象となる確率（以下，「1 スパンごとの詳細調査対象となる確率」）を算定し，それらをスパン長別に足し合わせる事により「スパン長別の詳細調査対象スパン数」を算定する。「1 スパンごとの詳細調査対象となる確率」の算定式は，前節の「スクリーニング調査による緊急度検出率」の考えに基づく。以下に「スパン長別の詳細調査対象スパン」の算定式および算定例を示す。

「スパン長別の詳細調査対象スパン数」の算定式

$$\begin{aligned} &= \Sigma (\text{スパン長別の 1 スパンごとの詳細調査対象となる確率}) \\ &= \Sigma [\{ 1 - (1 - \text{腐食 A 検出率})^{\text{腐食 A 有無}} (1 - \text{腐食 B 検出率})^{\text{腐食 B 有無}} (1 - \text{腐食 C 検出率})^{\text{腐食 C 有無}} \\ &\quad \times (1 - \text{たるみ A 検出率})^{\text{たるみ A 有無}} (1 - \text{たるみ B 検出率})^{\text{たるみ B 有無}} (1 - \text{たるみ C 検出率})^{\text{たるみ C 有無}} \\ &\quad \times (1 - \text{破損 a 検出率})^{\text{破損 a 数}} (1 - \text{破損 b 検出率})^{\text{破損 b 数}} (1 - \text{破損 c 検出率})^{\text{破損 c 数}} \\ &\quad \times (1 - \text{クラック a 検出率})^{\text{クラック a 数}} (1 - \text{クラック b 検出率})^{\text{クラック b 数}} (1 - \text{クラック c 検出率})^{\text{クラック c 数}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \times (1-\text{継手スレ a 検出率})^{\text{継手スレ a 数}} (1-\text{継手スレ b 検出率})^{\text{継手スレ b 数}} (1-\text{継手スレ c 検出率})^{\text{継手スレ c 数}} \\
 & \times (1-\text{浸入水 a 検出率})^{\text{浸入水 a 数}} (1-\text{浸入水 b 検出率})^{\text{浸入水 b 数}} (1-\text{浸入水 c 検出率})^{\text{浸入水 c 数}} \\
 & \times (1-\text{取付管突出し a 検出率})^{\text{取付管突出し a 数}} (1-\text{取付管突出し b 検出率})^{\text{取付管突出し b 数}} (1-\text{取付管突出し c 検出率})^{\text{取付管突出し c 数}} \\
 & \times (1-\text{樹木根侵入 a 検出率})^{\text{樹木根侵入 a 数}} (1-\text{樹木根侵入 b 検出率})^{\text{樹木根侵入 b 数}} (1-\text{樹木根侵入 c 検出率})^{\text{樹木根侵入 c 数}}] \quad \dots \text{ (式 15)}
 \end{aligned}$$

(スパン長別の「詳細調査対象スパン数」の算出例)

表 2-1 よりスパン番号 1 はスパン長 10m, スパン番号 2 はスパン長 30m, スパン番号 3 はスパン長 55m (適用範囲外), スパン番号 4 はスパン長 30m である。

・「スパン長 10m の詳細調査対象スパン数」

=Σ スパン長 10m の 1 スパンごとの詳細調査対象となる確率

=スパン番 1 の詳細調査対象となる確率

$$\begin{aligned}
 & = \{ (1-(1-0.99)^0) \times (1-0.99)^0 \times (1-0)^0 \times (1-0.99)^1 \times (1-0.78)^0 \times (1-0)^1 \times (1-0.72)^2 \times (1-0.32)^0 \times \\
 & \quad (1-0)^0 \times (1-0.93)^0 \times (1-0.51)^1 \times (1-0)^0 \times (1-0.92)^0 \times (1-0.33)^0 \times (1-0.16)^0 \times (1-0.10)^0 \times \\
 & \quad (1-0.17)^0 \times (1-0)^0 \times (1-0.99)^0 \times (1-0.99)^0 \times (1-0.45)^0 \times (1-0.99)^0 \times (1-0.38)^0 \times (1-0)^0 \}
 \end{aligned}$$

=1.0 (∵ 式 15)

・「スパン長 30m の詳細調査対象スパン数」

=Σ スパン長 30m の 1 スパンごとの詳細調査対象となる確率

=スパン番 2 の詳細調査対象となる確率 + スパン番号 4 の詳細調査対象となる確率

=0.92+0.98=1.90 (∵ 式 15)

◆ 詳細調査対象スパン延長の算定例)

調査フィールド条件：表 2-1, 調査機器：管口カメラ

$$\text{「詳細調査対象スパン延長」} = 10\text{m} \times 1.0 + 30 \text{ m} \times 1.90 = 67\text{m} \quad (\because \text{式 14})$$

【日進量向上率の算定例】

管渠マネジメントシステム技術による調査日数の考え方にに基づき、表 2-1 調査フィールド条件における日進量向上率を算定する。

日進量向上率

・調査フィールド条件：

布設年度：昭和 29 年以前，管種：陶管，堆積物発生割合：堆積レベル中

$$\begin{aligned} \text{「日進量向上率」} &= 100 \times \text{従来型 TV カメラによる調査日数}^{\ast 1} \\ &\quad \div \text{管渠マネジメントシステム技術による調査日数}^{\ast 2} \\ &= 100 \times 0.39 \div 0.22 = 177\% \quad (\because \text{式 9}) \end{aligned}$$

※1 「従来型 TV カメラによる調査日数」

= 調査対象全スパン延長 ÷ 従来型 TV カメラ調査日進量

= { Σ (スパン番号 1~4 のスパン長)} ÷ {陶管の従来型 TV カメラ調査日進量}

= (10m + 30m + 30m) ÷ 180m/日 = 0.39 日

※2 「管渠マネジメントシステム技術による調査日数」

= スクリーニング調査日数 + 詳細調査日数

= (調査対象全スパン延長 ÷ スクリーニング調査日進量)

+ (詳細調査対象スパン延長 ÷ 詳細調査日進量)

= (10m + 30m + 30m) ÷ 980m/日 + 67m ÷ 450m/日 = 0.22 日

(\because 式 11, 12, 13, 14)

注) 調査対象全スパン延長および詳細調査対象スパン延長は、便宜上、管渠劣化 DB から 4 スパン程抜粋したデータを用いている。実際の共通指標は、管渠劣化 DB 上の約 150,000 スパンのデータを用いたモデルフィールドにおける調査フィールド条件で、上記同様に算定されている。

2) 展開広角カメラ（スクリーニング調査）画像認識型カメラによる管渠マネジメントシステム技術

本管渠マネジメントシステム技術では、展開広角カメラ（スクリーニング調査）および画像認識型カメラを緊急度判定が可能な調査機器と位置づけ、日進量向上率算定の対象はスクリーニング調査のみとする。スクリーニング調査は、調査対象全スパンを対象とする。

【管渠マネジメントシステム技術による調査日数の考え方】

$$\text{管渠マネジメントシステム技術による調査日数} = \text{スクリーニング調査日数} \quad \dots \text{ (式 16)}$$

本管渠マネジメントシステム技術は、堆積物によりスパンの半ばで調査機器が走行不可能になり日進量の低下が想定される。調査対象全スパンに対して走行不可能および走行可能路線割合を設定する事により、堆積物の影響を考慮し、スクリーニング調査日数を算定する。

➤ 「スクリーニング調査日数」

$$\begin{aligned} \text{スクリーニング調査日数} &= \left(\text{調査対象全スパン延長} \times \text{走行不可能路線割合}^{\ast 1} \right) \div \text{走行不可能路線日進量}^{\ast 2} \\ &+ \left(\text{調査対象全スパン延長} \times \text{走行可能路線割合}^{\ast 1} \right) \div \text{走行可能路線日進量}^{\ast 2} \\ &\dots \text{ (式 17)} \end{aligned}$$

※1 走行不可能路線割合・走行可能路線割合

表 2-6 調査フィールド条件である「堆積物発生割合」および表 2-11 管渠マネジメントシステム技術の諸元である「堆積物走破率」により、調査対象全スパンに対する走行不可能路線割合・走行可能路線割合を設定する。

以下に「走行不可能路線割合・走行可能路線割合」の算定式および算定例を示す。

◆ 「走行不可能路線割合・走行可能路線割合」の算定式

$$\text{「走行不可能路線割合」} = \text{「堆積物発生割合」} \times \text{「100\% - 堆積物走破率」} \dots \text{ (式 18)}$$

$$\text{「走行可能路線割合」} = 100\% - \text{「走行不可能路線割合」} \quad \dots \text{ (式 19)}$$

◆ 「走行不可能路線割合・走行可能路線割合」の算定例)

堆積物発生割合：堆積レベル中

- 調査機器：展開広角カメラ

「走行不可能路線割合」=30%×9%=3% (∴ 式 18)

「走行可能路線割合」=100%-3%=97% (∴ 式 19)

- 調査機器：画像認識型カメラ

「走行不可能路線割合」=30%×79%=24% (∴ 式 18)

「走行可能路線割合」=100%-24%=76% (∴ 式 19)

調査フィールド条件の「堆積物発生割合：堆積レベル小・大」に関しても同様に，調査機器ごとに「走行不可能路線割合・走行可能路線割合」算定する。

※2 走行不可能路線日進量・走行可能路線日進量

布設年度ごとのスパン長別調査延長割合を考慮した，スパン長 10m, 30m, 55m の日進量の加重平均とする。

表 2-5 調査フィールドの条件（布設年度ごとスパン長別調査延長割合）および表 2-7 走行可能・走行不可能路線ごとのスパン長別スクリーニング調査日進量を基に，布設年度別に走行可能・走行不可能路線日進量の加重平均を算定した。算定式は式 12 を参照する。以下に「走行不可能路線日進量・走行可能路線日進量」の算定例を示す。

◆ 「走行不可能路線日進量・走行可能路線日進量」の算定例)

布設年度：昭和 29 年以前

- 調査機器：展開広角カメラ

「走行可能路線日進量」=210m/日×23%+530m/日×44%+830m/日×33%=555m/日

「走行不可能路線日進量」=130m/日×23%+350m/日×44%+570m/日×33%=458m/日

- 調査機器：画像認識型カメラ

「走行可能路線日進量」=220m/日×23%+480m/日×44%+650m/日×33%=476m/日

「走行不可能路線日進量」=140m/日×23%+340m/日×44%+490m/日×33%=396m/日

調査フィールド条件の「布設年度：昭和 30 年～昭和 49 年・昭和 50 年～平成 4 年」に関しても同様に，「スクリーニング調査日進量」算定する。

【日進量向上率の算定例】

管渠マネジメントシステム技術による調査日数の考え方にに基づき，表 2-1 調査フィールド条件における日進量向上率を算定する。

日進量向上率

・調査フィールド条件：

布設年度：昭和 29 年以前，管種：陶管，堆積物発生割合：堆積レベル中

◆ 調査機器：展開広角カメラ

$$\begin{aligned} \text{日進量向上率} &= 100 \times \text{従来型 TV カメラによる調査日数}^{*1} \\ &\quad \div \text{管渠マネジメントシステム技術による調査日数}^{*2} \\ &= 100 \times 0.69 \div 0.23 = 300\% \quad (\because \text{式 9}) \end{aligned}$$

※1 「従来型 TV カメラによる調査日数」

$$\begin{aligned} &= \text{調査対象全スパン延長} \div \text{従来型 TV カメラ調査日進量} \\ &= \{ \Sigma (\text{スパン番号 1} \sim \text{4 のスパン長}) \} \div \{ \text{陶管の従来型 TV カメラ調査日進量} \} \\ &= (10\text{m} + 30\text{m} + 55\text{m} + 30\text{m}) \div 180\text{m/日} = 0.69 \text{ 日} \end{aligned}$$

※2 「管渠マネジメントシステム技術による調査日数」

$$\begin{aligned} &= \text{スクリーニング調査日数} \\ &= (\text{調査対象全スパン延長} \times \text{走行不可能路線割合}^{*1}) \div \text{走行不可能路線日進量}^{*2} \\ &\quad + (\text{調査対象全スパン延長} \times \text{走行可能路線割合}^{*1}) \div \text{走行可能路線日進量}^{*2} \\ &= \{ (10\text{m} + 30\text{m} + 55\text{m} + 30\text{m}) \times 3\% \} \div 458\text{m/日} + \{ (10\text{m} + 30\text{m} + 55\text{m} + 30\text{m}) \times 97\% \} \div 555\text{m/日} \\ &= 0.23 \text{ 日} \quad (\because \text{式 17, 式 18, 式 19}) \end{aligned}$$

◆ 調査機器：画像認識型カメラ

$$\begin{aligned} \text{日進量向上率} &= 100 \times \text{従来型 TV カメラによる調査日数}^{*1} \\ &\quad \div \text{管渠マネジメントシステム技術による調査日数}^{*2} \\ &= 100 \times 0.69 \div 0.30 = 230\% \quad (\because \text{式 9}) \end{aligned}$$

※1 「従来型 TV カメラによる調査日数」

$$\begin{aligned} &= \text{調査対象全スパン延長} \div \text{従来型 TV カメラ調査日進量} \\ &= \{ \Sigma (\text{スパン番号 1} \sim \text{4 のスパン長}) \} \div \{ \text{陶管の従来型 TV カメラ調査日進量} \} \\ &= (10\text{m} + 30\text{m} + 55\text{m} + 30\text{m}) \div 180\text{m/日} = 0.69 \text{ 日} \end{aligned}$$

※2 「管渠マネジメントシステム技術による調査日数」

$$\begin{aligned} &= \text{スクリーニング調査日数} \\ &= (\text{調査対象全スパン延長} \times \text{走行不可能路線割合}^{*1}) \div \text{走行不可能路線日進量}^{*2} \\ &\quad + (\text{調査対象全スパン延長} \times \text{走行可能路線割合}^{*1}) \div \text{走行可能路線日進量}^{*2} \\ &= \{ (10\text{m} + 30\text{m} + 55\text{m} + 30\text{m}) \times 24\% \} \div 476\text{m/日} + \{ (10\text{m} + 30\text{m} + 55\text{m} + 30\text{m}) \times 76\% \} \div 396\text{m/日} \end{aligned}$$

2. 共通指標の算定

=0.30 日 (∵式 17, 式 18, 式 19)

注) 調査対象全スパン延長および詳細調査対象スパン延長は、便宜上、管渠劣化 DB から 4 スパン程抜粋したデータを用いている。実際の共通指標は、管渠劣化 DB 上の約 150,000 スパンのデータを用いたモデルフィールドにおける調査フィールド条件で、上記同様に算定されている。

2.3. コスト効率の算定

2.3.1 コスト効率の算定フロー

管渠マネジメントシステム技術のコスト指標であるコスト効率は、調査フィールド条件および管渠マネジメントシステム技術の諸元の影響を受けることを考慮し、必要となる入力データを明確にし、収集および整理をする必要がある。以下のステップを踏む事によりコスト効率を算定する。

STEP1：コスト効率算定のための入力データの収集・整理

- (1) 調査フィールド条件のデータ収集・整理
- (2) 管渠マネジメントシステム技術の諸元のデータ収集・整理

STEP2：コスト効率の算定

- (1) 各調査機器の日進量に関する留意点の把握
- (2) コスト効率の算定

2.3.2 コスト効率算定のための入力データの収集・整理

(1) 調査フィールド条件の設定

スパン内の堆積物有無は洗浄コストにも影響する。これを踏まえ、緊急度適合率および日進量向上率算定のためのモデルフィールドにおける調査フィールド条件を同様に用いる。

(2) 管渠マネジメントシステム技術の諸元の設定

本ガイドラインにおいては、コスト効率を算定するための入力データとして、実証研究により求められた各調査機器のコスト単価（現地調査コスト単価・報告書作成コスト単価）および堆積物走破率を用いる。

実証研究で実証された各調査機器のコスト単価および堆積物走破率を以下に示す。

なお、コスト算定に使用した単価は、東京地区の労務単価（平成25年度）、各共同研究体が設定する機械損料を用いた。

1) 各調査機器のコスト単価

- ・スクリーニング調査技術（管口カメラ）および詳細調査技術（展開広角カメラ）

表 2-14 スクリーニング調査コスト単価

スパン長	現地調査コスト単価
10m	210（円/m）
30m	100（円/m）
55m	管口カメラの適用範囲外

スパン長	報告書作成コスト単価
10m	340（円/m）
30m	110（円/m）
55m	管口カメラの適用範囲外

表 2-15 詳細調査コスト単価

現地調査コスト単価
413（円/m）

報告書作成コスト単価
242（円/m）

- ・スクリーニング調査技術（展開広角カメラ）

表 2-16 スクリーニング調査コスト単価

スパン長	走行可能路線 現地調査コスト単価	走行不可能路線 現地調査コスト単価
10m	780 (円/m)	1,270 (円/m)
30m	300 (円/m)	460 (円/m)
55m	190 (円/m)	280 (円/m)

スパン長	報告書作成コスト単価
10m	340 (円/m)
30m	300 (円/m)
55m	230 (円/m)

- ・スクリーニング調査技術（画像認識型カメラ）

表 2-17 スクリーニング調査コスト単価

スパン長	走行可能路線 現地調査コスト単価	走行不可能路線 現地調査コスト単価
10m	790 (円/m)	1,210 (円/m)
30m	360 (円/m)	510 (円/m)
55m	270 (円/m)	360 (円/m)

スパン長	報告書作成コスト単価
10m	160 (円/m)
30m	160 (円/m)
55m	160 (円/m)

・従来型 TV カメラ調査

表 2-18 従来型 TV カメラ調査コスト単価

管種	現地調査コスト単価
陶管	953 (円/m)
コンクリート管	571 (円/m)
塩ビ管	571 (円/m)

管種	報告書作成コスト単価
陶管	379 (円/m)
コンクリート管	227 (円/m)
塩ビ管	227 (円/m)

洗浄コスト単価
274 (円/m)

2) 各調査機器の堆積物走破率

表 2-12, 表 2-13 参照。

2.3.3 コスト効率の算定

管口カメラ・展開広角カメラ・画像認識型カメラによる管渠マネジメントシステム技術の調査フローを考慮し、コスト効率を算定する必要がある。コスト効率の算定の際の留意点および算定式・算定例を以下に示す。

(1) 各調査機器のコスト効率算定式に関する留意点

前述の通り、管渠マネジメントシステム技術により調査フローが異なる。そのため、管渠マネジメントシステム技術ごとにコスト効率算定の対象となる調査フローを把握する必要がある。以下に、実証研究で実施した各管渠マネジメントシステム技術のコスト効率算定の対象となる調査を示す。

1) 管口カメラと展開広角カメラの組み合わせによる管渠マネジメントシステム技術

前述の通り、日進量向上率算定の対象と同様に、コスト効率算定の対象はスクリーニング調査と詳細調査のセットとなる。洗浄コストは、詳細調査対象全スパンに対して、洗浄する事を想定して算定する。なお、管口カメラの特性を踏まえ、スパン延長 30m を超えるスパンは適用範囲外としている。

2) 展開広角カメラ（スクリーニング調査）による管渠マネジメントシステム技術または、画像認識型カメラによる管渠マネジメントシステム技術

前節 2.1, 2.2 と同様に、コスト効率算定の対象はスクリーニング調査のみとする。洗浄コストは、走行不可能路線に対して洗浄を実施することを想定対象を定めている。そのため、スクリーニング調査技術を選定する際には、各スクリーニング調査技術の調査フローに応じたコスト効率の算定式が定められている事を考慮する事が重要である。以下の (2) おいて、各スクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム技術におけるコスト効率の算定式および算定例を示す。

(2) コスト効率の算定式および算定例

本管渠マネジメントシステム技術のコスト効率の算定式の概要式を以下に示す。コスト効率の算定式は、「従来型 TV カメラによるコスト」と「スクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム技術によるコスト」(以下、『管渠マネジメントシステム技術によるコスト』) の比較により構成される。

【コスト効率の算定式の概要】

$$\text{コスト効率} = 100 \times \frac{\text{従来型 TV カメラによるコスト}}{\text{管渠マネジメントシステム技術によるコスト}} \quad \dots \text{ (式 20)}$$

注1) コストは、現地調査、報告書作成および洗浄コストを含む

注2) 従来型 TV カメラによるコスト

=調査対象全スパン延長 × (現地調査コスト単価 + 報告書作成コスト単価 + 洗浄コスト単価)

注3) 洗浄コスト単価は従来の積算基準を準用

「管渠マネジメントシステム技術によるコスト」の算定式および「コスト効率の算定例」を以下に示す。

1) 管口カメラと展開広角カメラの組み合わせによる管渠マネジメントシステム技術

【管渠マネジメントシステム技術によるコストの考え方】

$$\boxed{\text{管渠マネジメントシステム技術によるコスト}} = \boxed{\text{スクリーニング調査コスト}} + \boxed{\text{詳細調査コスト}} \dots (\text{式 21})$$

➤ スクリーニング調査コスト

$$\begin{aligned} \boxed{\text{スクリーニング調査コスト}} &= \boxed{\text{調査対象全スパン延長}} \times \boxed{\text{スクリーニング調査コスト単価※}} \\ &= \boxed{\text{調査対象全スパン延長}} \times \boxed{\text{現地調査コスト単価} + \text{報告書作成コスト単価}} \dots (\text{式 22}) \end{aligned}$$

※スクリーニング調査コスト単価

布設年度ごとのスパン長別調査延長割合を考慮した、スパン長 10m, 30m の現地調査コスト単価および報告書作成コスト単価の加重平均とする。表 2-5 調査フィールドの条件（布設年度ごとスパン長別調査延長割合）および表 2-13 スパン長別スクリーニング調査コスト単価を基に布設年度ごとのコスト加重平均を算定した。

◆ 「スクリーニング調査コスト単価」

$$\begin{aligned} &= \text{スパン長 10m の (現地調査コスト単価 + 報告書作成コスト単価)} \times \text{スパン長 10m の調査延長割合} \\ &+ \text{スパン長 30m の (現地調査コスト単価 + 報告書作成コスト単価)} \times \text{スパン長 30m の調査延長割合} \dots (\text{式 23}) \end{aligned}$$

◆ 「スクリーニング調査コスト単価」の算定例

布設年度：昭和 29 年以前，調査機器：管口カメラ

「スクリーニング調査コスト単価」

$$\begin{aligned} &= ((210 \text{ 円/m} + 340 \text{ 円/m}) \times 23\% + (100 \text{ 円/m} + 110 \text{ 円/m}) \times 44\%) / (23\% + 44\%) \\ &= 327 \text{ 円/m} \end{aligned}$$

調査フィールド条件の「布設年度：昭和 30 年～昭和 49 年・昭和 50 年～平成 4 年」に関しても同様に、「スクリーニング調査コスト単価」を算定する。

➤ 詳細調査コスト

$$\begin{aligned} \boxed{\text{詳細調査コスト}} &= \boxed{\text{詳細調査対象スパン延長※}} \times \boxed{\text{詳細調査コスト単価}} \\ &= \boxed{\text{詳細調査対象スパン延長※}} \times \boxed{\text{現地調査コスト単価} + \text{報告書作成コスト単価} + \text{洗浄コスト単価}} \dots (\text{式 24}) \end{aligned}$$

※詳細調査対象スパン延長

日進量向上率算定の際と同様に算出（∵ 式 14, 式 15）

【コスト効率の算定例】

前述の管渠マネジメントシステム技術によるコストの考え方にに基づき、表 2-13 管渠マネジメントシステム技術の諸元（コスト単価）を用いて表 2-1 調査フィールド条件におけるコスト効率を算定する。

コスト効率

・調査フィールド条件：

布設年度：昭和 29 年以前，管種：陶管，堆積物発生割合：堆積レベル中

$$\begin{aligned} \text{コスト効率} &= 100 \times \text{従来型 TV カメラによるコスト}^{*1} \\ &\quad \div \text{管渠マネジメントシステム技術によるコスト}^{*2} \\ &= 100 \times 112,420 \text{ 円} \div 85,133 \text{ 円} = 132\% \quad (\because \text{式 20}) \end{aligned}$$

※1「従来型 TV カメラによるコスト」

=調査対象全スパン延長×従来型 TV カメラ調査コスト単価

= $\{\sum (\text{スパン番号 1} \sim 4 \text{ のスパン長})\} \times (\text{現地調査コスト単価} + \text{報告書作成コスト単価} + \text{洗浄コスト単価})$

= $(10\text{m} + 30\text{m} + 30\text{m}) \times 1606 \text{ 円/m} = 112,420 \text{ 円}$

※2「管渠マネジメントシステム技術によるコスト」

=スクリーニング調査コスト+詳細調査コスト

=調査対象全スパン延長×スクリーニング調査コスト単価

+詳細調査対象スパン延長×(現地調査コスト単価+報告書作成コスト単価+洗浄コスト単価)

= $(10\text{m} + 30\text{m} + 30\text{m}) \times 327 \text{ 円/m} + 67\text{m} \times (413 \text{ 円/m} + 242 \text{ 円/m} + 274 \text{ 円/m}) = 85,133 \text{ 円}$

(\because 式 21, 式 22, 式 24)

注) 調査対象全スパン延長および詳細調査対象スパン延長は、便宜上、管渠劣化 DB から 4 スパン程抜粋したデータを用いている。実際の共通指標は、管渠劣化 DB 上の約 150,000 スパンのデータを用いたモデルフィールドにおける調査フィールド条件で、上記同様に算定されている。

2) 展開広角カメラおよび画像認識型カメラによる管渠マネジメントシステム技術

【管渠マネジメントシステム技術によるコストの考え方】

$$\boxed{\text{管渠マネジメントシステム技術によるコスト}} = \boxed{\text{スクリーニング調査コスト}} \dots (\text{式 25})$$

本管渠マネジメントシステム技術は、堆積物によりスパンの半ばで調査機器が走行不可能となり日進量が低下するため、また、走行不可能路線に対し洗浄を実施することからコストが上がるのが想定される。調査対象全スパンに対して走行不可能路線割合および走行可能路線割合を設定することにより、堆積物の影響を考慮し、スクリーニング

調査コストを算定する。

▶ スクリーニング調査コスト

$$\begin{aligned}
 \text{スクリーニング調査コスト} &= \text{走行不可能路線コスト} + \text{走行可能路線コスト} + \text{走行不可能路線洗浄コスト} \\
 &= (\text{調査対象全スパン延長} \times \text{走行不可能路線割合}^{※1}) \times \text{走行不可能路線コスト単価}^{※2} \\
 &+ (\text{調査対象全スパン延長} \times \text{走行可能路線割合}^{※1}) \times \text{走行可能路線コスト単価}^{※2} \\
 &+ (\text{調査対象全スパン延長} \times \text{走行不可能路線割合}^{※1}) \times \text{洗浄コスト単価}
 \end{aligned}$$

… (式 26)

※1 走行不可能路線割合・走行可能路線割合

日進量向上率算定の際と同様に設定 (∵ 式 18, 式 19)

※2 走行不可能路線コスト単価・走行可能路線コスト単価

布設年度ごとのスパン長別調査延長割合を考慮した、スパン長 10m, 30m, 55m のコストの加重平均とする。表 2-5 調査フィールドの条件 (布設年度ごとスパン長別調査延長割合) および表 2-16 走行可能・走行不可能路線ごとのスパン長別現地調査コスト単価および報告書作成コスト単価を基に、布設年度別に走行可能・走行不可能路線コスト単価の加重平均を算出した。算定式は式 2 3 を参照する。以下に「走行不可能路線コスト単価・走行可能路線コスト単価」の算定例を示す。

◆ 「走行不可能路線コスト単価・走行可能路線コスト単価」の算定例)

布設年度：昭和 29 年以前

- 調査機器：展開広角カメラ

$$\begin{aligned}
 \text{走行可能路線コスト単価} &= (780 \text{ 円/m} + 340 \text{ 円/m}) \times 23\% + (300 \text{ 円/m} + 300 \text{ 円/m}) \times 44\% \\
 &+ (190 \text{ 円/m} + 230 \text{ 円/m}) \times 33\% = 660 \text{ 円/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{走行不可能路線コスト単価} &= (1270 \text{ 円/m} + 340 \text{ 円/m}) \times 23\% + (460 \text{ 円/m} + 300 \text{ 円/m}) \times 44\% \\
 &+ (280 \text{ 円/m} + 230 \text{ 円/m}) \times 33\% = 873 \text{ 円/m}
 \end{aligned}$$

- 調査機器：画像認識型カメラ

$$\begin{aligned}
 \text{走行可能路線コスト単価} &= (790 \text{ 円/m} + 160 \text{ 円/m}) \times 23\% + (360 \text{ 円/m} + 160 \text{ 円/m}) \times 44\% \\
 &+ (270 \text{ 円/m} + 160 \text{ 円/m}) \times 33\% = 589 \text{ 円/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{走行不可能路線コスト単価} &= (1210 \text{ 円/m} + 160 \text{ 円/m}) \times 23\% + (510 \text{ 円/m} + 160 \text{ 円/m}) \times 44\% \\
 &+ (360 \text{ 円/m} + 160 \text{ 円/m}) \times 33\% = 782 \text{ 円/m}
 \end{aligned}$$

調査フィールド条件の「布設年度：昭和 30 年～昭和 49 年・昭和 50 年～平成 4 年」に関しても同様に、「走行不可能路線コスト単価・走行可能路線コスト単価」を算定する。

【コスト効率の算定例】

前述の通り管渠マネジメントシステム技術によるコストの考え方にに基づき，表 2-1 調査フィールド条件におけるコスト効率を算定する。

コスト効率

調査フィールド条件：

布設年度：昭和 29 年以前，管種：陶管，堆積物発生割合：堆積レベル中

◆ 調査機器：展開広角カメラ

$$\begin{aligned} \text{コスト効率} &= 100 \times \text{従来型 TV カメラによるコスト}^{*1} \\ &\quad \div \text{管渠マネジメントシステム技術によるコスト}^{*2} \\ &= 100 \times 200,750 \div 84,351 = 238\% \quad (\because \text{式 20}) \end{aligned}$$

※1 「従来型 TV カメラによるコスト」

= 調査対象全スパン延長 × 従来型 TV カメラ調査コスト

= { Σ (スパン番号 1~4 のスパン長)} × (現地調査コスト単価 + 報告書作成コスト単価 + 洗浄コスト単価)

$$= (10\text{m} + 30\text{m} + 55\text{m} + 30\text{m}) \times 1606 \text{ 円/m} = 200,750 \text{ 円}$$

※2 「管渠マネジメントシステム技術によるコスト」

= (調査対象全スパン延長 × 走行不可能路線割合^{*1}) × 走行不可能路線コスト単価

+ (調査対象全スパン延長 × 走行可能路線割合^{*1}) × 走行可能路線コスト単価

+ (調査対象全スパン延長 × 走行不可能路線割合^{*1}) × 洗浄コスト単価

$$= \{ (10\text{m} + 30\text{m} + 55\text{m} + 30\text{m}) \times 3\% \} \times 873 \text{ 円/m} + \{ (10\text{m} + 30\text{m} + 55\text{m} + 30\text{m}) \times 97\% \} \times 660 \text{ 円/m}$$

$$+ \{ (10\text{m} + 30\text{m} + 55\text{m} + 30\text{m}) \times 3\% \} \times 274 \text{ 円/m} = 84,351 \text{ 円} \quad (\because \text{式 25, 式 26})$$

◆ 調査機器：画像認識型カメラ

$$\begin{aligned} \text{コスト効率} &= 100 \times \text{従来型 TV カメラによるコスト} \\ &\quad \div \text{管渠マネジメントシステム技術によるコスト} \\ &= 100 \times 200,750 \div 87,639 = 229\% \quad (\because \text{式 20}) \end{aligned}$$

※1 「従来型 TV カメラによるコスト」

= 調査対象全スパン延長 × 従来型 TV カメラ調査コスト

= { Σ (スパン番号 1~4 のスパン長)} × (現地調査コスト単価 + 報告書作成コスト単価 + 洗浄コスト単価)

$$= (10\text{m} + 30\text{m} + 55\text{m} + 30\text{m}) \times 1,606 \text{ 円/m} = 200,750 \text{ 円}$$

※2 「管渠マネジメントシステム技術によるコスト」

= (調査対象全スパン延長 × 走行不可能路線割合^{*1}) × 走行不可能路線コスト単価

+ (調査対象全スパン延長 × 走行可能路線割合^{*1}) × 走行可能路線コスト単価

+ (調査対象全スパン延長 × 走行不可能路線割合^{*1}) × 洗浄コスト単価

$$= \{(10\text{m}+30\text{m}+55\text{m}+30\text{m}) \times 24\% \} \times 782 \text{ 円/m} + \{(10\text{m}+30\text{m}+55\text{m}+30\text{m}) \times 76\% \} \times 589 \text{ 円/m} \\ + \{(10\text{m}+30\text{m}+55\text{m}+30\text{m}) \times 24\% \} \times 274 \text{ 円/m} = 87,639 \text{ 円} (\because \text{式 25, 式 26})$$

注) 調査対象全スパン延長および詳細調査対象スパン延長は、便宜上、管渠劣化 DB から 4 スパン程抜粋したデータを用いている。実際の共通指標は、管渠劣化 DB 上の約 150,000 スパンのデータを用いたモデルフィールド条件で、上記同様に算定されている。

※なお、本ガイドラインで用いた管渠劣化 DB に基づくモデルフィールドおよび共通指標の計算ソフト (Microsoft Excel) を必要とされる場合は、国土交通省国土技術政策総合研究所下水道部下水道研究室にお問い合わせ頂きたい。

※実証研究で用いた各技術の共通指標算定結果の一覧は、本編 6 章表 6-4, 表 6-6, 表 6-8 を参照されたい。