

# 1. 社会資本等の維持管理効率化・高度化のための情報蓄積・利活用技術の開発

下水道研究室 室長 横田 敏宏  
主任研究官 深谷 渉  
研究官 宮本 豊尚  
交流研究員 竹内 大輔

## 1. はじめに

下水道管路の総延長 47 万 km のうち布設後 50 年を経過した老朽化管路は平成 27 年度末時点で約 1.3 万 km 存在しているが、10 年後には約 4 倍、20 年後には約 10 倍に増加すると見込まれる。下水道の老朽化等に起因する道路陥没は毎年約 3 千件発生しているが、老朽化の進行に伴い、陥没等の事故の増加や管路の改築更新等の財政負担の増大が懸念されている。また、少子高齢化等に伴う労働人口の減少により、建設業の従事者の減少も懸念されている。時間の経過とともに老朽化していく既存施設を、限られた人員、予算で、適切に管理し持続的に機能を確保していくためには、予防保全の考え方にに基づき、陥没等の事故が発生する前に管路調査により異常箇所を発見するとともに、調査等で得られた情報を適切に管理、運用し、維持管理の効率化に役立てていくことが重要である。このような観点から、各地方公共団体において管路の調査等を行っているところであるが、従来型の TV カメラ調査では日進量が短く、コストがかかることから年間の調査実績は総延長全体の約 1%に留まっているのが現状である。また、収集した管路情報についても活用が進んでおらず、下水道管路の維持管理の効率化が図れていないといった課題を抱えている。本研究は、下水道管路の効率的なストックマネジメントの推進に向け、管路情報の蓄積、利活用の観点から下記の項目を実施するものである。

- ① 下水道管路維持管理の省力化及び効率化に向けた先進的 IT 技術の導入に関する検討
- ② スtockマネジメントに資する下水道管路調査優先度判定システムの検討
- ③ 次世代型下水道管路台帳システム基本構想（案）の策定

平成 28 年度は、①に関して新型下水道管路調査機器に求められる要求水準の検討、②に関して平成 26 年度に構築した下水道管路調査優先度判定システムの更新、③に関して管路情報の蓄積・利活用に向けた下水道管路台帳に関する調査を行った。

## 2. 新型下水道管路調査機器に求められる要求水準の検討

### 2. 1 研究の概要

他のインフラ施設と同様に、下水道管路についても老朽化したストックが増大している。そのような中、管路に起因する事故を予防し、持続可能な下水道サービスを提供していくためには、より省力・低コストで調査点検が可能となる手法が求められている。従来の管内調査には自走式 TV カメラが用いられてきたが、日進量（1 日あたりの調査延長）が約 300m/日にとどまり、調査コストが高額であること等が課題として指摘されているところである。調査すべき管路の延長は今後増大する見込みであるが、全国の調査延長はコストや時間の課題から十分とはいえず、管路調査の高速化が求められている。国総研では、平成 26 年度より人孔内の曲り

と段差の通過による管路調査の高速化に関する検討を行ってきた。本稿では、平成 27 年度に検討を行った通過率<sup>2)</sup>の考え方が妥当か、実験結果をもとに報告するとともに、今後求められる新型調査機器の要求水準をケーススタディにより示す。

## 2. 2 通過率の考え方

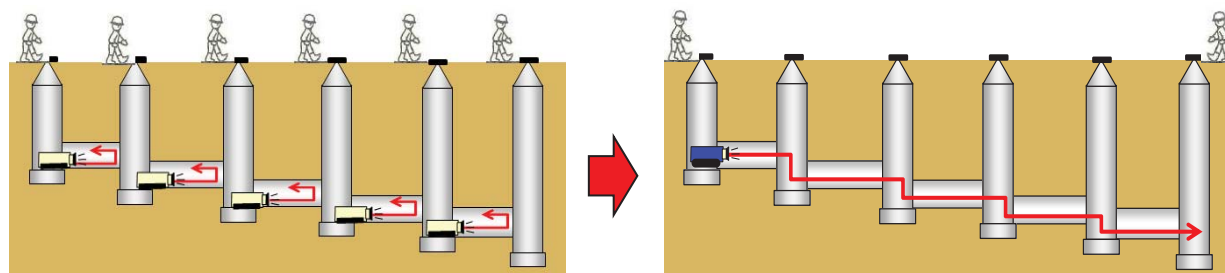
調査機器の走行性能を改良し、管口での段差やインバートの曲り部分といった走行困難箇所を克服できれば、複数スパンを連続して調査することが可能となり、機材設置、回収、片付け等の作業時間が短縮することによって日進量が向上する(図-1)。そこで、「人孔におけるインバートの曲りと人孔に取付く流入出管の管底高の差のみが複数スパンの調査の可否に影響」する単純化したモデルを仮定すると、人孔さえ通過できれば連続的に調査が可能であるといえる。そこで人孔を通過できるか否かを示す指標として、「通過率」を式-1 で定義する。

通過率( $p$ )=ある閾値以下のインバートの曲率及び流入出管の管底高差の発生確率・・・(式-1)

通過率を用いることにより、一度の調査機器の設置による通過可能なスパン数を推計することが可能であり、スパン延長も仮定すると、一度の調査機器設置による通過可能延長の期待値を求めることができる。

$$\text{一度の調査機器設置による通過可能延長の期待値} = L \times \left[ \sum_{k=1}^{n-1} \{k \cdot p^{(k-1)} \cdot (1-p)\} + n \cdot p^{(n-1)} \right] \quad \dots \text{(式-2)}$$

(ここに、 $p$ :通過率、 $n$ :通過可能スパン数の上限値 ( $n \geq 2$ を仮定)、 $L$ :スパンの平均延長)



【従来】マンホール毎に機器の付替え→日進量が伸びない 【将来】走行性能改良により複数スパンを調査可能→日進量向上

図-1 管路内調査機器の改良イメージ

## 2. 3 実験による通過率の算定と現地作業時間の測定

ここでは次項の机上検討で必要となる、実際の機器の現地作業時間及び段差・曲り発生時の通過率を実験により測定した。

### 2. 3. 1 実験に使用した機器の性能・諸元

曲りや段差を通過できる機器を用い、通過率の検証を行った。実験に用いたのは農業用暗渠管清掃洗浄用に開発された機器(以下、「農業用機器」という。)であり、先端部に LED ライトと CCD カメラを有し、首振り機能を持たせ、後方の噴射ノズルからの噴射力(水圧)により推進する機器である。農業用機器での調査は、ケーブルの巻き取り時(復路)に実施することとなる。表-1 にその他の諸元を示す。

表-1 使用機器の諸元

調査部 全長	23.5cm
重量	1.5kg
ケーブル長	230m
移動速度	20cm/s
調査可能管径(実績)	φ200mmまで



図-2 模擬管

### 2. 3. 2 曲り・段差の走行性能測定と通過率の算定

図-2 に示す模擬管を用い、曲り・段差の通過可否に関する実験を行った。φ150、250、400 の段差がない場合は曲り 90 度まで問題なく通過することができた。一方、段差については、

20cm までは 7~8 割で通過できたが、30cm を超えると通過率は 3 割程度まで低下した(図-3)。これは、農業用機器の全長(約 23cm)より短い段差を通過する時には、機器の先端を次の管口にひっかけ、噴射力で機器を持ち上げて通過する手法を採用したことが一因である。

また、既報<sup>2)</sup>で A 市の下水道管路台帳から通過率を計算している(表-2)。今回の実験結果では、曲り 90 度、段差 20cm を通過できることから、通過率は概ね 70%~75%程度になることが想定される。

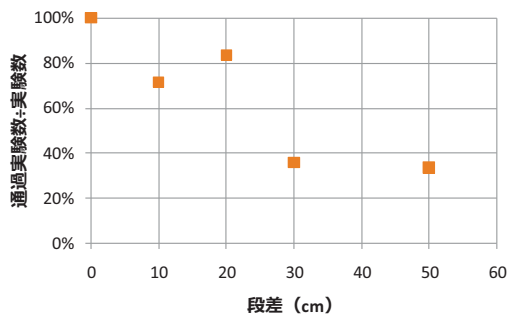


図-3 段差と模擬管を通過できた割合

表-2 A 市台帳から求めた通過率

流入出管の交角		25° 以下	48° 以下	83° 以下	112° 以下
インバートの曲率		2m以上	1m以上	0.5m以上	0.3m以上
流入 出管 の管 底高 差	2cm以内	33.5%	36.5%	39.0%	42.6%
	5cm以内	47.7%	52.1%	56.1%	62.5%
	10cm以内	53.4%	58.5%	63.4%	71.6%
	20cm以内	57.3%	62.8%	68.4%	78.0%
	50cm以内	62.9%	68.9%	75.3%	86.6%
	80cm以内	65.9%	72.3%	79.1%	91.1%
	1m以内	67.4%	73.9%	80.9%	93.3%
	2m以内	68.2%	74.8%	82.2%	95.4%

### 2. 3. 3 現地作業時間の測定

B 市の下水道管(5 スパン)を対象に実際に調査を実施し、移動・準備・機材設置・計測・機器回収・片付けの各時間を計測した。

### 2. 4 ケーススタディ

上述の結果を踏まえ、既報<sup>1)</sup>と同じフィールドを対象にケーススタディを実施した。フィールドの概要を表-3に示す。このフィールドに対し、既往 TV カメラ(CASE1)、展開広角カメラ(CASE2)及び曲り 90 度かつ段差 20cm を通過可能な農業用機器(CASE3)を想定してケーススタディを行った。また、CASE4 として、農業用機器を改良し、既往 TV カメラの概ね 5 倍の日進量を確保できる条件を検討した。計算条件と結果を表-4に示す。式-2 より  $n=7$ 、通過率 70% では 3 スパンの連続調査が可能であると試算されるが、ケーススタディでは平均して 2.3 スパンの連続調査が可能であり、概ね通過率の考えが適切であることが示された。

本ケーススタディにおいて、CASE1 では調査時間が約 4000 分であるが、CASE2 では約 2400 分と 6 割となっている。さらに、CASE3 では約 1100 分と 3 割まで減少しており、通過率 70~75%の機器で既存の約 3~4 倍程度の日進量までは達成する見込みが示された。また、既存の 5 倍の日進量を達成するためには段差 80cm をクリアするとともに、1 カ所当たりの段差通過時間を 2 分にする必要がある。なお、曲り 90 度かつ段差 80cm 程度の通過率は 85% 程度となる。

### 2. 5 まとめ

平成 26 年度からの一連の検討により、通過率を用いることで調査速度の向上に向けた条件設定が可能となった。本研究が、調査機器の開発促進の一助となれば幸いである。

表-3 フィールドの概要

処理区面積	13.54ha	
管路延長	2995.8m	
スパン数	122スパン	
平均スパン長	24.6m	
人孔内 段差	0~5cm以下(0~45°)	63箇所
	0~5cm以下(45°~90°)	4箇所
	5~10cm以下	9箇所
	10~20cm以下	11箇所
	20~30cm以下	5箇所
	30~50cm以下	8箇所
	50~100cm以下	11箇所
	100~150cm以下	2箇所
	150~200cm以下	6箇所
	200~250cm以下	1箇所
	250~300cm以下	0箇所
300cm~	2箇所	
計	122箇所	

表-4 ケーススタディの計算条件と結果

CASE:		1	2	3	4
		既存調査機器	展開広角カメラ	農業用機器 (既往)	農業用機器 (改良例)
調査方向		上流→下流	上流→下流	下流→上流	下流→上流
ケーブル		あり	あり	あり(230m)	あり(230m)
段差乗り越え機能		下り	不可能	不可能	可能
		上り	不可能	不可能	20cm
MH内曲がり対応		不可能	不可能	可能(自動)	可能
可能連続調査スパン数		1スパン	1スパン	ケーブル長範囲	ケーブル長範囲
1段取り 当り 作業時間	移動(分)	5.00	5.00	5.00	5.00
	準備(分)	6.80	6.80	6.80	6.80
	機材設置(分)	0.50	0.50	0.50	0.50
	機材回収(分)	0.45	0.45	0.40	0.40
	片づけ(分)	3.80	3.80	3.80	3.80
	計(分)	16.55	16.55	16.50	16.50
1m当り 通過速度	往路(分/m)	0.61	0.08	0.08	0.08
	復路(回収)(分/m)	0.04	0.04	0.08	0.08
MH1箇所 当り 通過速度	段差無し(0~5cm以下)-曲がり0~45°以下(分/箇所)	×	×	0.07	0.07
	段差無し(0~5cm以下)-曲がり45~90°以下(分/箇所)	×	×	0.13	0.13
	下り段差(分/箇所)	×	×	0.07	0.07
	上り段差5~10cm以下(分/箇所)	×	×	0.67	0.67
	上り段差10~20cm以下(分/箇所)	×	×	1.33	1.33
	上り段差20cm以上(分/箇所)	×	×	×	2.00
ケース スタディ 結果	段取り回数	122回	122回	34回	17回
	段取り時間(分)	2,019	2,019	571	287
	通過時間(分)	1,947	360	484	524
	合計作業時間(分)	3,966	2,379	1,054	811
	日進量 (※一日当たりの作業時間を6時間とする)	272	454	1,033	1,303
	対照系との比	1.0	1.7	3.8	4.8
備考		対照系			

### 3. 下水道管路調査優先度判定システムの更新

#### 3. 1 研究の概要

下水道管路は、地下に布設されているため、常時監視することが困難であり、すべての管路を同時に維持管理するには多くの労力及びコストが必要となる。しかし、下水道事業を実施している約 1500 にも及ぶ地方公共団体は、いずれも人員が減少して不足しているとともに、財政状況が厳しく十分な予算の確保が困難な状況にあるため、維持管理にあたっては、不具合のある管路を効率よく見つけ出し、不具合箇所に効果的な対策を講じていくことが求められている。本研究では、下水道管路の不具合箇所を効率よく見つけ出せるように、平成 26 年度にリスク評価に基づく下水道管路調査優先度判定システムのプロトタイプを構築しており、平成 28 年度は、中小規模の地方公共団体の活用を想定し、汎用性及び操作性の向上を目的としてシステムの更新を行った。

#### 3. 2 下水道管路調査優先度判定システムの概要

下水道管路調査優先度判定システムは、地方公共団体が保有する下水道管路台帳データベー

スや TV カメラ調査結果を基にリスク評価を行い、スパン毎の調査優先度をリスクマトリクスにより示すものである。リスクマトリクスは、横軸を「リスク被害の大きさ」とし、縦軸を「リスクの発生確率」としており、点検調査や改築修繕等の維持管理の優先順位は、事故等が発生したときの「リスク被害の大きさ」とその「リスクの発生確率」から、図-4に示すリスクマトリクスで表され、リスクが大きい施設から優先順位を設定していく。

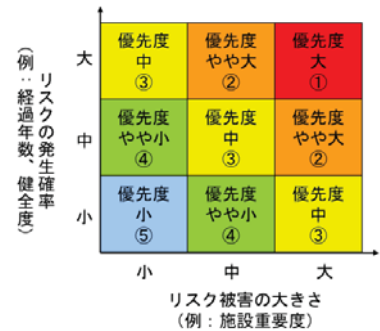


図-4 リスクマトリクス

### 3. 3 「リスク被害の大きさ」の算定

リスクマトリクスの横軸に該当する「リスク被害の大きさ」は、その考え方が各地方公共団体により異なることから、地方公共団体が独自に算定するものとした。算定には、階層化意志決定法（AHP法）を用いる方法<sup>3)</sup>があり、本システムではその手法を採用している。

### 3. 4 「リスクの発生確率」の算定

#### 3. 4. 1 算定フロー

「リスクの発生確率」の算定については、「要素の抽出」と「優先度の判定」の2つのプロセスから行った（図-5）。優先度判定を行うにあたって必要となる要素の抽出については、下水道管路が設置されたときに付与される固定的情報（例えば、施工年度、口径、管種、排除方式など）、外部データ（例えば、用途地域、地形情報など）及び地方公共団体が独自に有する要素から判定に用いる要素を選定することとなる。

本検討では、まず、コンクリート管と陶管に大別して検討を行った。分析に用いる要素の

選定については、地方公共団体毎の管路情報の管理・集約状況により、使用できる要素に差があると考えられるため、複数の分析方法を設定した。また、システムの構築にあたっては、偏在性が少ない中立的なデータとして期待できる、無作為抽出でTVカメラ調査を実施したC市の調査結果（コンクリート管：約6000スパン、陶管：約1000スパン）を用いた。

なお、塩ビ管は、剛性管と比べて新しい素材であり、劣化に関する知見が十分ではない。よって現時点では、塩化ビニル管は独自内容の算定フローで処理を行うこととし、具体的には、塩ビ管かつ管に悪影響を及ぼす可能性のある要素（例えば、軟弱地盤）であれば、リスクの発生確率を高く設定し、その要素が含まれない場合はリスクの発生確率を低く設定する処理を施すこととした。

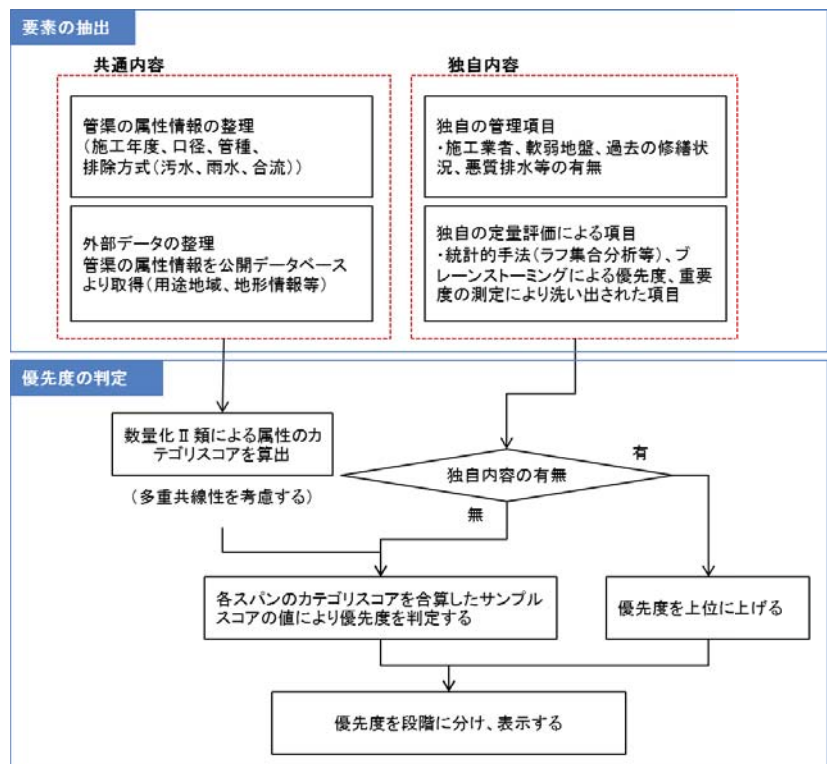


図-5 「リスクの発生確率」の算定

### 3. 4. 2 数量化Ⅱ類による優先度判定

優先度の判定手法には、プロトタイプの構築時と同じ手法である数量化Ⅱ類を採用し、要素を説明変数、優先度を目的変数として数量化Ⅱ類を適用し、得られたカテゴリスコアからサンプルスコアを算出し、優先度の判定を行った。説明変数の選定にあたっては、要素間に多重共線性が有る場合は数量化Ⅱ類の分析が上手くいかないため、要素間の相関分析を行い、「お互いの相関が強い」要素を省く作業を行った。例えば、「施工年度」と「調査時経過年数」は、強い相関が見られるが、今回は管路の変遷等の基準年度の比較も考えられるため、「施工年度」を採用した。次に、優先度に対し、相関の高い要素の抽出を目的に相関分析を行い、抽出した要素を説明変数として数量化Ⅱ類の実施を行った。なお、数量化Ⅱ類の実施については、表-5に示す分析方法1~4のそれぞれについて行い、カテゴリスコアの算出を行った。表-6及び表-7にコンクリート管及び陶管の各分析手法における説明変数とカテゴリスコアを示す。

表-5 分析方法

分析方法	内 容
1	「経過年数」を説明変数として、各スパンのサンプルスコアを算出
2	「施工年度」「管径」を説明変数として、各スパンのサンプルスコアを算出
3	優先度に対し、相関の高い6属性程度（相関係数 $\geq 0.1$ ）を説明変数として、各スパンのサンプルスコアを算出
4	分析方法3の説明変数に、外部データから「微地形区分」を追加し、各スパンのサンプルスコアを算出

表-6 コンクリート管の各分析手法におけるカテゴリスコア

説明変数	カテゴリー名	分析方法1	分析方法2	分析方法3	分析方法4
		カテゴリスコア			
施工年度	～1960年	-	0.887	0.975	0.954
	1960年 $\leq$ ～<1965年	-	0.485	0.583	0.55
	1965年 $\leq$ ～<1970年	-	1.019	1.04	1.074
	1970年 $\leq$ ～<1975年	-	0.443	0.432	0.471
	1975年 $\leq$ ～<1980年	-	-0.011	-0.051	-0.009
	1980年 $\leq$ ～<1985年	-	-0.095	-0.097	-0.133
	1985年 $\leq$ ～<1990年	-	-0.685	-0.667	-0.661
	1990年 $\leq$ ～<1995年	-	-0.911	-0.908	-0.972
	1995年 $\leq$ ～<2000年	-	-0.404	-0.449	-0.505
	2000年～	-	-1.157	-1.275	-1.257
排除方式	污水	-	-	-0.079	-0.072
	合流	-	-	-0.071	-0.273
	雨水	-	-	0.253	0.404
管径	150mm～250mm未満	-	0.742	0.794	0.921
	250mm～350mm未満	-	0.489	0.519	0.525
	350mm～450mm未満	-	0.354	0.275	0.223
	450mm～600mm未満	-	-0.655	-0.723	-0.755
	600mm～800mm未満	-	-0.86	-0.918	-0.96
	800mm～1000mm未満	-	-1.665	-1.729	-1.752
	1000mm～1200mm未満	-	-2.124	-2.158	-2.181
	1200mm～1500mm未満	-	-2.017	-2.024	-2.027
	1500mm～	-	-1.776	-1.803	-1.771
断面形状	円形	-	-	0.006	0.014
	矩形	-	-	-0.203	-0.461
	その他	-	-	-0.123	-0.268
幹線枝線区	枝線	-	-	0.012	0.015
	幹線	-	-	-0.102	-0.125
微地形区分	山地・丘陵	-	-	-	-0.246
	低地	-	-	-	0.217
	台地	-	-	-	0.285
経過年数	50年以上	0.537	-	-	-
	40年～50年未満	1.35	-	-	-
	20年～40年未満	-0.712	-	-	-
	20年未満	-1.65	-	-	-

表-7 陶管の各分析手法におけるカテゴリースコア

説明変数	カテゴリー名	分析方法1	分析方法2	分析方法3	分析方法4
		カテゴリースコア			
施工年度	～1960年	-	0.880	0.413	0.431
	1960年≤～<1970年	-	0.915	0.747	0.731
	1970年≤～<1980年	-	0.779	0.697	0.674
	1980年≤～<1990年	-	-0.939	-0.745	-0.716
	1990年～	-	-1.293	-1.061	-1.065
排除方式	汚水	-	-	-0.128	-0.120
	合流	-	-	0.241	0.226
10m 当り 取付管本数	0本	-	-	-0.456	-0.464
	1本	-	-	0.116	0.120
	2本	-	-	0.056	0.056
	3本以上	-	-	0.064	0.065
用途地域	住居系	-	-	-0.106	-0.093
	商業系	-	-	0.238	0.209
表層地盤平均 N 値	～20未満	-	-	0.054	0.189
	20～30未満	-	-	-0.002	0.042
	30～40未満	-	-	0.028	-0.007
	40～	-	-	-0.075	-0.310
微地形区分	山地・丘陵	-	-	-	-0.216
	低地	-	-	-	0.017
	台地	-	-	-	0.268
管径	～250mm未満	-	-0.180	-	-
	250mm～350mm未満	-	0.020	-	-
	350mm～	-	0.224	-	-
経過年数	50年以上	0.955	-	-	-
	40年～50年未満	0.848	-	-	-
	20年～40年未満	-1.143	-	-	-
	20年未満	-0.760	-	-	-

### 3. 4. 3 優先度判定結果の精度検証

システム構築に使用した C 市とその他の地方公共団体の D 市及び E 市の管路調査結果を用いて精度検証を実施した。精度検証については、優先度の高い「健全度 I・II」に該当するスパンの抽出状況に着目し、「健全度 I・II の抽出率 (%)」と「健全度 I・II の見落とし率 (%)」により確認を行った (表-8)。

表-8 精度の検証方法

健全度 I・II の抽出率 (%)	「健全度 I・II に該当するスパン」に対し、判定結果が優先度の高い「Y4、Y3」のカテゴリに属するスパンの割合
健全度 I・II の見落とし率 (%)	「健全度 I・II に該当するスパン」に対し、判定結果が優先度の低い「Y2、Y1」のカテゴリに属するスパンの割合

ここで、優先度判定結果の Y1～Y4 は、図-6 のように、サンプルスコア平均とサンプルスコア平均±標準誤差を閾値としてカテゴリー分けしたものである。

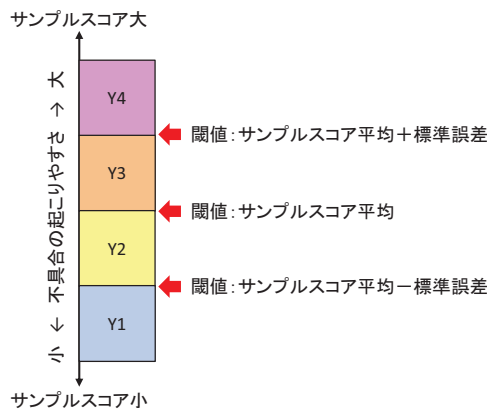


図-6 判定結果のカテゴリー分けイメージ図

各精度確認結果を表-9に示す。C市においては、コンクリート管の場合、分析方法1の健全度Ⅰ・Ⅱの抽出率(%)が最も低くなっているが、分析方法2~4においては約80%程度となっている。陶管については、分析方法1~4全てにおいて80%以上の抽出率となっている。しかしながら、健全度Ⅰ・Ⅱの見落とし率(%)が分析方法1~4において約10%~20%となっており、実用にあたっては配慮が必要な状況である。なお、コンクリート管の場合、分析方法1の健全度Ⅰ・Ⅱの抽出率(%)がD市では97.4%、E市では87.9%と高いが、分析方法2~4では約60%~70%であり、さらに、健全度Ⅰ・Ⅱの見落とし率(%)が約30%~40%と高くなっている。陶管の場合、分析方法1~4において、D市とE市ともに抽出率が高く、見落とし率も低く、精度が高い結果となった。分析方法1については、どの場合も高い精度となっているが、説明変数が「経過年数」のみのため、サンプルスコアが分散されず、判定結果も同様のカテゴリとなるためである。

表-9 精度確認結果

管種	自治体	評価項目	分析方法1	分析方法2	分析方法3	分析方法4
コンクリート管	C市	健全度Ⅰ・Ⅱの抽出率(%)	71.6	84.0	83.8	82.2
		健全度Ⅰ・Ⅱの見落とし率(%)	28.4	16.0	16.2	17.8
	D市	健全度Ⅰ・Ⅱの抽出率(%)	97.4	59.5	59.5	59.5
		健全度Ⅰ・Ⅱの見落とし率(%)	2.6	40.5	40.5	40.5
	E市	健全度Ⅰ・Ⅱの抽出率(%)	87.9	70.1	69.9	63.7
		健全度Ⅰ・Ⅱの見落とし率(%)	12.1	29.9	30.1	36.3
陶管	C市	健全度Ⅰ・Ⅱの抽出率(%)	84.1	90.2	90.2	81.7
		健全度Ⅰ・Ⅱの見落とし率(%)	15.9	9.8	9.8	18.3
	D市	健全度Ⅰ・Ⅱの抽出率(%)	97.4	97.8	96.6	96.6
		健全度Ⅰ・Ⅱの見落とし率(%)	2.6	2.2	3.4	3.4
	E市	健全度Ⅰ・Ⅱの抽出率(%)	96.2	99.7	99.7	98.7
		健全度Ⅰ・Ⅱの見落とし率(%)	3.8	0.3	0.3	1.3

### 3. 5 今後の課題

過年度に構築した下水道管路調査優先度システムの更新を行い、分析方法を4つ用意することで、地方公共団体が有する管路情報に応じて活用できるものとした。一方、精度検証により、コンクリート管の判定精度に課題が残る結果となった。判定精度の向上のため、今後も、数量化Ⅱ類に活用するデータの蓄積を図り、説明変数の追加等の見直しやそのカテゴリーの切り方等を検討していく。

## 4. 管路情報の蓄積・利活用に向けた下水道管路台帳に関する調査

### 4. 1 下水道管路台帳に関する現状

各地方公共団体において下水道管路台帳が整備されているが、点検調査履歴や改築修繕履歴等の維持管理情報等のデータベース化が遅れている。平成22年に策定された「下水道台帳管理システム標準仕様(案)・導入の手引き Ver.4」(日本下水道協会)<sup>4)</sup>(以下、「標準仕様(案)」という。)において、下水道台帳管理システムに登録する標準的な管路情報項目が示されているが、点検調査履歴や改築修繕履歴等の維持管理情報に関する項目は無く、維持管理情報の蓄積については、地方公共団体がそれぞれ判断しているところである。

しかしながら、持続可能な下水道サービスを実施していく上で、PDCAサイクルをベースにした計画的な維持管理を取り込むことが必要であることから、平成26年に策定された「下水



道維持管理指針総論編マネジメント編 2014 年版」(日本下水道協会)<sup>5)</sup>では、施設諸元情報、維持管理情報、周辺環境情報等を一元的に管理・蓄積するとともに、積極的に活用することが重要であるとしている。また、平成 27 年の下水道法改正を受け、今後、中小都市においても、下水道管路の適切な点検調査が行われ、計画的な維持管理に必要となる維持管理情報の取得が進むことが想定される。

このため、本研究では、管路情報の蓄積・利活用に向けた下水道管路台帳の整備に当たり、蓄積すべき維持管理情報について整理するとともに、維持管理情報の管理状況に関する地方公共団体へのアンケート調査を行った。また、下水道管路台帳との関連付けが有効な外部データベースについて調査した。

#### 4. 2 下水道管路台帳に関する先進都市への実態調査

下水道管路に関する情報については、表-10 のように、施設属性情報、周辺環境情報及び維持管理情報の 3 種類に大別できるが、標準仕様(案)では施設属性情報と周辺環境情報は示されているが、維持管理情報については記載がない。

地方公共団体へのアンケート調査を行うに当たり、今後蓄積すべき維持管理情報について国総研にて整理した結果を表-11 に示す。

表-10 下水道管路に関する情報の種類

必要情報区分		データ項目
固定的情報	施設属性情報	スパンの ID、管種、管きょ延長、管径、土被り、勾配、幹線枝線、取付管本数、排除方式 等
	周辺環境情報	地形図、用途地域図、土質柱状図、地盤分類図、液状化指数 等
履歴型情報	維持管理情報	点検結果、調査結果、清掃結果、道路陥没発生データ、浸水発生データ、修繕記録、苦情対応データ、その他維持管理データ 等

表-11 今後蓄積すべき維持管理情報

NO	情報	項目名称	内容(例)
1	陳情情報	陳情の内容	閉塞, 陥没, ガタツキ等
2		陳情発生年月日(発生年度)	20161001
3		該当箇所(住所等)	〇〇市〇〇
4		該当施設	マンホール、管きよ、柵、取付管等
5		該当施設(部位)	管口、マンホール蓋等
6		該当施設番号	マンホール、管きよ等の施設番号
7		陳情者情報	市民、道路管理者、他企業等(個人名含む)
8		原因	土砂の詰り等
9		処理方法	清掃, 調査, 緊急工事の実施等
10		対処状況	未対応, 対応済等
11		対処完了年月日	20161101
12	清掃情報	清掃実施有無	実施有無
13		清掃実施年月日(実施年度)	20161001
14		実施形態	定期、緊急
15		依頼元(緊急の場合)	市民、道路管理者、他企業等(個人名含む)
16		実施体制	直営、委託
17		委託名	〇〇業務委託等
18		委託業者名	〇〇株式会社等
19		清掃実施施設	マンホール、管きよ、柵、取付管等
20		清掃実施施設番号	管きよ番号等
21		土砂堆積の有無	有(30%)、無
22		清掃時発見した不具合の有無	有(マンホールステップの破損)、無
23		上記の対処有無	有(マンホールのステップの補修等)、無
24		対処完了年月日	20161101
25		点検情報	点検実施有無
26	点検実施年月日(実施年度)		20161001
27	実施形態		定期、緊急
28	依頼元(緊急の場合)		市民、道路管理者、他企業等(個人名含む)
29	実施体制		直営、委託
30	委託名		〇〇業務委託等
31	委託業者名		〇〇株式会社等
32	実施方法		目視、ミラー、管口カメラ等
33	点検施設		マンホール、管きよ、柵、取付管等
34	点検実施施設番号		マンホール、管きよ等の施設番号
35	点検実施箇所(部位)		管口、マンホール蓋等
36	点検項目(異常の状況)		管きよの破損、継手ズレ、沈下等
37	点検項目(腐食の状況)		腐食の程度(鉄筋露出)
38	対処状況		対応不要、未対応、対応済等
39	対処完了年月日	20161101	
40	調査情報	調査実施有無	実施有無
41		調査実施年月日(実施年度)	20161001
42		調査方法	潜行目視調査、TVカメラ調査、マンホール目視調査等
43		実施体制	直営、委託
44		委託名	〇〇業務委託等
45		委託業者名	〇〇株式会社等
46		調査実施施設	マンホール、管きよ、柵、取付管等
47		調査実施施設番号	マンホール、管きよ等の施設番号
48		調査実施施設(部位)	管口、本管、継手部、取付管部等
49		調査判定結果	A~C ランク
50		健全度判定結果	1~5
51		緊急度判定結果	I~Ⅲ、劣化なし
52		対応状況	対応不要、引継済等
53		対応完了年月日	20161101
54	修繕情報	修繕実施日	20161001
55		修繕実施施設	マンホール、管きよ、柵、取付管等
56		修繕実施施設番号	マンホール、管きよ等の施設番号
57		修繕内容	蓋交換、止水、内面補修等
58		修繕工法(大分類)	止水工法、内面補修工法等
59		修繕工法名	スナップロック工法、EPR 工法等
60	施工業者	〇〇株式会社等	
61	改築情報	改築実施年度	20161001
62		改築実施施設	マンホール、管きよ、柵、取付管等
63		改築実施施設番号	マンホール、管きよ等の施設番号
64		既設管種	陶管等
65		改築工法(大分類)	更生工法、布設替え工法等
66		布設替管種	硬質塩化ビニル等
67		更生工法	自立管、複合管
68		改築工法名	オールライナー工法、ダンビー工法等
69		更生材料	不飽和ポリエステル系、塩ビ系
70		施工業者	〇〇株式会社等

政令市や中核市等を中心とした 32 地方公共団体に対し、表-11 に示した維持管理情報の管理状況等についてアンケート調査を行った。

維持管理情報（陳情情報、清掃実績、点検実績、調査実績、修繕実績、改築実績）の管理状況を図-7 に示す。改築実績については、GIS で管理している割合が高く、それ以外の維持管理情報については、紙媒体で管理している割合が高い。また、調査実績、修繕実績及び改築実績については、回答のあった地方公共団体の内半数以上が GIS、GIS とリンクする維持管理システムで管理している。

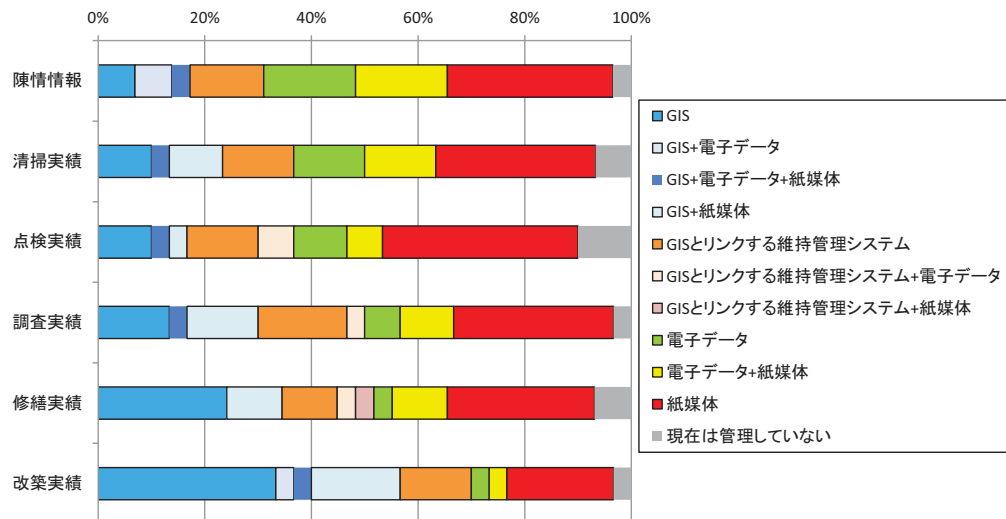


図-7 維持管理情報の管理状況

陳情情報における各項目の管理状況（図-8）では、どの項目も電子データまたは、紙媒体での管理が主となっている。「該当施設番号」については、「現在は管理していない」と回答した地方公共団体が 37%と割合が高くなっている。

清掃実績における各項目の管理状況（図-9）では、「清掃実施施設番号」、「土砂堆積率」、「清掃時発見した不具合の有無」及び「上記以外の対処有無」等の現地の位置、不具合状況等の現場情報について、「現在は管理されていない」という回答割合が高い傾向にある。

点検実績における各項目の管理状況（図-10）では、清掃実績と同様の傾向になっており「点検実施施設番号」及び「対処状況」等の現地の位置やその後の対応等の現場情報について、「現在は管理されていない」という回答割合が高い傾向にある。

調査実績における各項目の管理状況（図-11）では、清掃実績や点検実績と比較した場合、「現在は管理していない」という回答割合は低く、情報が蓄積されている。ただし、「対応状況」及び「対応完了年月日」等のその後の対応内容については、40%程度の地方公共団体が管理していない。

修繕実績における各項目の管理状況（図-12）では、「修繕実施施設番号」、「修繕工法（大分類）」及び「修繕工法名」について、「現在は管理されていない」という回答割合が高い傾向にある。

改築実績における各項目の管理状況（図-13）では、全体的に GIS 等のシステムによる管理が行われているが、「更生材料」及び「施工業者」について、「現在は管理していない」という

割合が高い結果となった。

以上より、維持管理情報の管理状況については、施設を特定するための施設番号を管理していない場合が多く、当該施設における情報の蓄積が困難であると言える。また、PDCAサイクルの回す上で必要と考えられる情報である、発見した不具合への対応状況、修繕工法名、更生材料についても蓄積されていない場合が多かった。

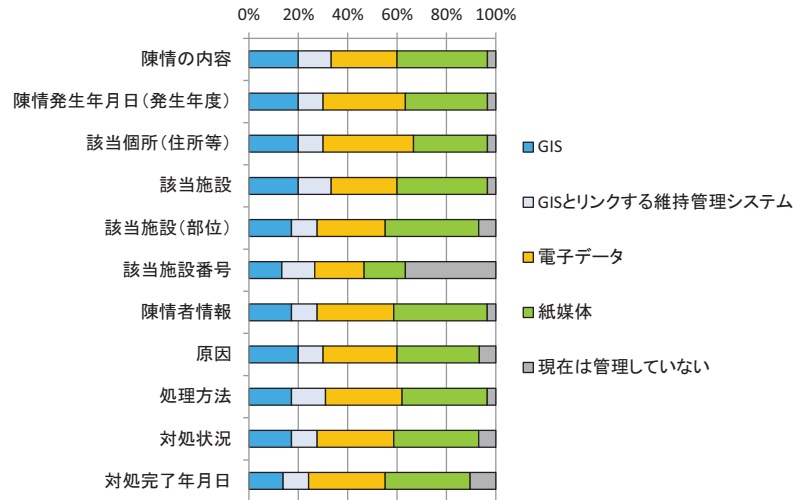


図-8 陳情情報における各項目の管理状況

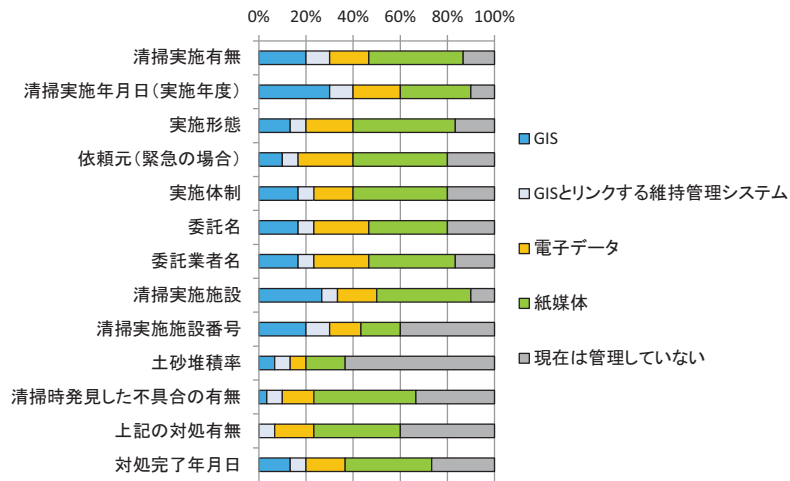


図-9 清掃実績における各項目の管理状況

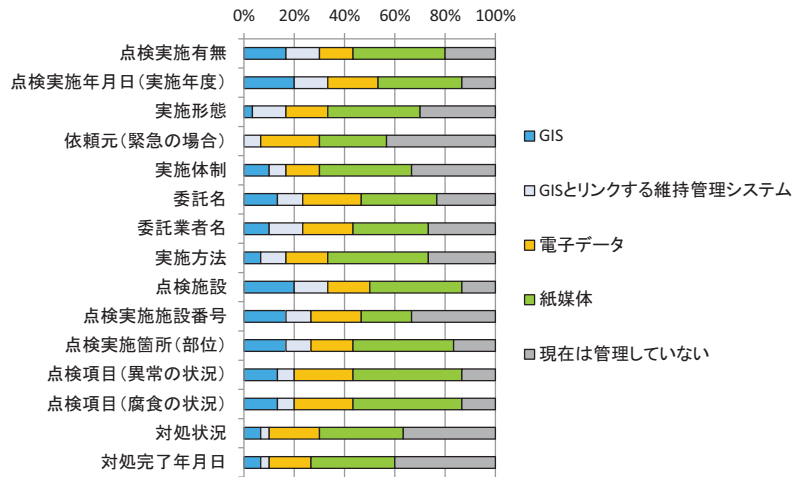


図-10 点検実績における各項目の管理状況

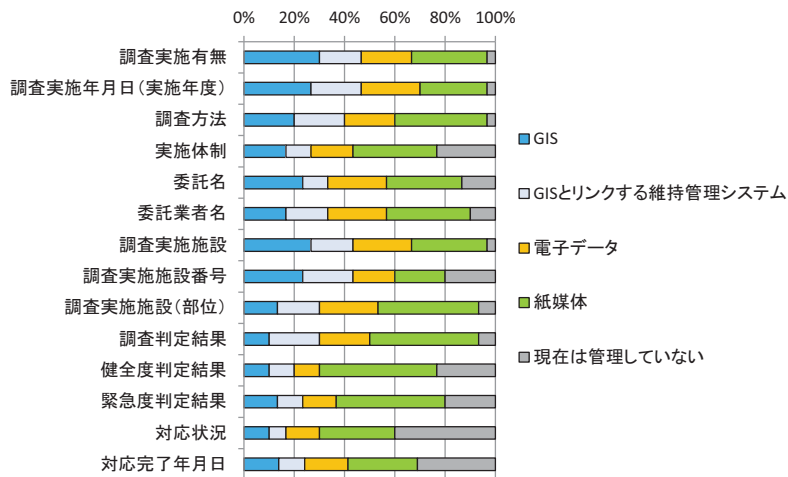


図-11 調査実績における各項目の管理状況

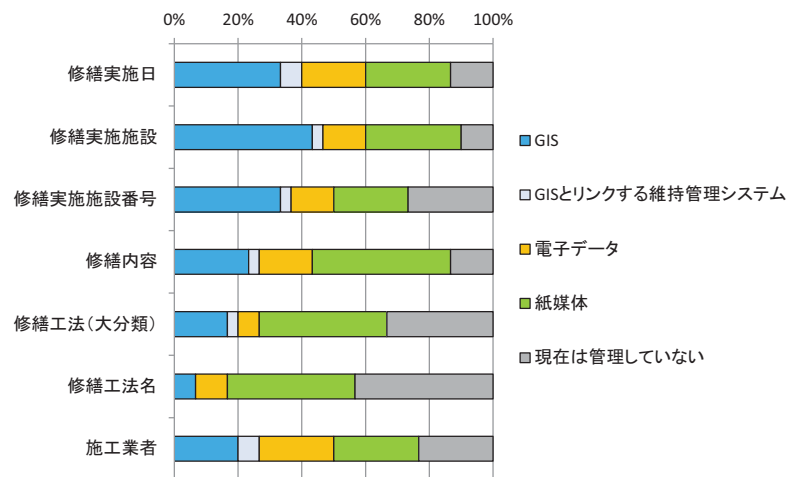


図-12 修繕実績における各項目の管理状況

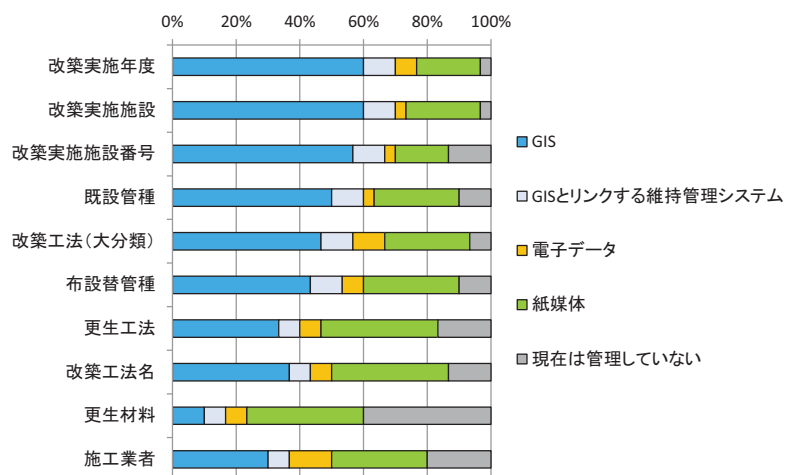


図-13 改築実績における各項目の管理状況

#### 4. 3 外部データベースに関する調査

下水道管路の不具合の発生については、地盤条件等の様々な要因が関係していると考えられている。下水道管路調査優先度判定システムにおいても、微地形区分や用途地域といった情報を採用しており、これらの情報を下水道管路台帳と容易に関連付けすることができれば、下水道管路調査優先度判定システムやその他統計分析を活用しやすくなる。今回、これらの情報を有する外部データベースを調査し、「国土数値情報」(国土交通省)<sup>6)</sup>、「地震ハザードステーション」(防災科学技術研究所)<sup>7)</sup>及び「治水地形分類図」(国土地理院)<sup>8)</sup>について、活用時の課題等を取りまとめた。

外部データベースについて取りまとめた結果を表-12に示す。

表-12 外部データベースの概要と活用時の課題

外部データベース	概要	
国土数値情報	概要： 国土形成計画、国土利用計画の策定等の国土政策の推進に資するため、地形、土地利用、公共施設などの国土に関する基礎的な情報をGISデータとして整備したもの	
	公表先： 国土交通省国土政策局	
	公開形式： シェープファイル	
	取得方法： URL ( <a href="http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/">http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/</a> ) からダウンロード	
	データ項目： 以下の項目を保有	
	範囲	用途地域として用途が指定された区域
	行政区域コード	用途地域がある市区町村の行政コード
	都道府県名	用途地域がある都道府県の名称
	市区町村名	用途地域がある市区町村の名称
	用途地域分類	用途地域分類コード
	用途地域名	用途地域の名称
建ぺい率	用途地域別の建ぺい率(%)。不明の時は'9999'とする	
容積率	用途地域別の容積率(%)。不明の時は'9999'とする	
総括図作成団体名	都市計画総括図の作成団体名	
総括図作成年	都市計画総括図の作成年(西暦)	
活用方法： 用途地域等エリア情報と、管路等の施設と関連付けが可能		

	<p>活用時の課題： 全地域が網羅されているわけではなく、政令市等限定的なエリアのみの活用が可能となっている</p>								
地震ハザードステーション	<p>概要： 地震防災に資することを目的に、日本全国の「地震ハザードの共通情報基盤」として活用されることを目指して作られたサービスであり、確率論的地震動予測地図の他全国の地盤情報（表層地盤、深部地盤）をダウンロードすることが可能</p> <p>公表先： 国立研究開発法人防災科学技術研究所</p> <p>公開形式： シェープファイル、CSV</p> <p>取得方法： URL (<a href="http://www.j-shis.bosai.go.jp/">http://www.j-shis.bosai.go.jp/</a>) からダウンロード</p> <p>データ項目： 以下の項目を保有</p> <table border="1"> <tr> <td>CODE</td> <td>250m メッシュコード(世界測地系)</td> </tr> <tr> <td>JCODE</td> <td>微地形分類コード</td> </tr> <tr> <td>AVS</td> <td>表層 30m の平均 S 波速度 (m/s)</td> </tr> <tr> <td>ARV</td> <td>工学的基盤 (Vs=400m/s) から地表に至る最大速度の増幅率</td> </tr> </table> <p>活用方法： 250m メッシュで作成された表層地盤の微地形区分情報（山地、山麓地、丘陵等、全 24 分類）と、管路等の施設と関連付けが可能</p> <p>活用時の課題： 特になし</p>	CODE	250m メッシュコード(世界測地系)	JCODE	微地形分類コード	AVS	表層 30m の平均 S 波速度 (m/s)	ARV	工学的基盤 (Vs=400m/s) から地表に至る最大速度の増幅率
CODE	250m メッシュコード(世界測地系)								
JCODE	微地形分類コード								
AVS	表層 30m の平均 S 波速度 (m/s)								
ARV	工学的基盤 (Vs=400m/s) から地表に至る最大速度の増幅率								
治水地形分類図	<p>概要： 治水対策を進めることを目的に、国が管理する河川の流域のうち主に平野部を対象として、扇状地、自然堤防、旧河道、後背湿地などの詳細な地形分類及び河川工作物等が盛り込まれた地図</p> <p>公表先： 国土地理院</p> <p>公開形式： PNG</p> <p>取得方法： URL (<a href="http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/fc_index.html">http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/fc_index.html</a>) からダウンロード</p> <p>活用方法： 浸水シミュレーションの検証等に活用可能 出力形式が PNG のため、GIS において背景図として活用することが可能</p> <p>活用時の課題： GIS データでない為、地形区分等のデータを直接管路に紐付けることは、困難であり GIS ソフトへの取り込みが必要</p>								

#### 4. 4 まとめ

下水道管路維持管理の PDCA サイクルを回す上で、人孔や管きよを特定する施設番号を活用し、維持管理情報を紐づける必要がある。また、施設番号に対する複数回の点検、調査及び修繕実績等についても、履歴情報として蓄積することが重要である。

なお、維持管理に関する管路情報について整理したところであるが、浸水対策、地震対策を進める上でも情報の蓄積・利活用は重要であるため、蓄積すべき情報項目について検討が必要である。

#### 5. まとめ

過年度からの研究により、下水道管路調査の高速化を目的とした、新型下水道管路調査機器に求められる人孔部における曲り・段差の走行性能について明らかにした。また、地方公共団体における効率的な管路調査を支援するため、机上スクリーニングに活用できる下水道管路調査優先度判定システムを構築した。今後、民間企業や地方公共団体等において、これらの研究成果が活用されることにより、管路調査の効率化が図られることを期待する。

また、次世代型下水道管路台帳システム基本構想については、ストックマネジメントのみならず、浸水対策、地震対策の観点を追加し、蓄積すべき管路情報をとりまとめる予定である。

## 参考文献

- 1)末久正樹ほか：管路内調査機器の走行性向上に関する基礎的検討、第 52 回下水道研究発表会講演集、PP.659-661、2015
- 2)宮本豊尚ほか：新型下水道管路調査機器に求められる要求水準の検討、第 53 回下水道研究発表会講演集、PP.719-722、2016
- 3)国土交通省水管理・国土保全局下水道部：下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン 2015 年版、平成 27 年 11 月
- 4)社団法人日本下水道協会：下水道台帳管理システム標準仕様(案)・導入の手引き Ver.4、203p、2010
- 5)公益社団法人日本下水道協会：下水道維持管理指針総論編マネジメント編 2014 年版、p.19、2014
- 6)国土交通省国土政策局：国土数値情報、<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>
- 7)国立研究開発法人防災科学技術研究所：地震ハザードステーション、<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>
- 8) 国土交通省国土地理院：治水地形分類図、[http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/fc\\_index.html](http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/fc_index.html)