

研究概要書：下水道管渠の適正な管理手法に関する研究

研究代表者名：下水道研究部 下水道研究室長 藤生和也
 技術政策課題：(3) 住宅・社会資本のストックマネジメント
 関係研究部：下水道研究部
 研究期間（予定）：平成18年度～平成20年度
 総研究費（予定）：約129百万円

1. 研究の概要

本研究では、清掃補修頻度、TVカメラ調査頻度、下水濃度など、改築修繕時期に影響を及ぼす可能性のあるデータ項目をリストアップし、事故等に係る改築修繕実績データとの関連性を検討しつつ広域的な統計データを解析処理し、評価指標を抽出する。

また、下水道研究室で行った調査結果から、下水道原因の道路陥没事故の約半数が管渠の破損によるものであり、道路陥没事故等や老朽化で改築修繕した管渠の近傍管渠など、損傷・老朽化の進んだ管渠の強度を破壊試験により実測し、損傷・老朽化の程度を客観数値化する。これら調査を全国的に抽出した箇所で行い、公共団体の持つ改築修繕実績データなどと照らし合わせて総合的に解析処理し、評価指標を抽出する。

評価指標の値に応じ、今後どの程度どのような維持管理を行えば、より効果的予防的な維持管理となり、施設の延命化や維持管理費の低減に繋がるかを推定する手法を開発するものである。

表 道路陥没原因調査結果

陥没事故原因（下水道起因分）			
その他	継ぎ手ズレ	クラック	破 損
17.9%	23.2%	12.5%	46.4%

F市調査結果(H17下水道研究室調べ)

2. 研究の背景

国土交通技術会議の提言では、「国土交通省が直面する8つの課題」として「急激に増加する老朽化ストック」への対処が取り上げられ、これに関連する施策として、本省下水道部では「アセットマネジメント導入のためのガイドライン」策定を検討している。また、最近、小泉総理を議長とする総合科学技術会議が決定した方針では、「社会基盤を適切に維持・管理・再生する技術」の研究開発を促進すべきことが記されている。

そのような中、下水道管渠のストックは今や膨大な量となっており、平成14年度末の総延長は約36万kmにも達し、今後もさらに増加する状況にある。他方、平成14年度に全国の公共団体を対象に行ったアンケート調査結果によると、下水道管渠の損傷に起因して全国で年間約3,000件の道路陥没事故が発生し、道路交通や市民生活に支障を及ぼしている。

そこで、下水道管渠を社会資本として適正に機能させ及び他に支障を及ぼさないよう保持するため、総合的かつ実証的な観点から改築修繕・維持管理する手法の開発が必要となっている。

また、現在全国で年間約1,300億円が下水道管渠維持管理費に使われているが、下水道管渠ストックが増大する中で、維持管理の効率化及び新設・改築設計方法へのフィードバックの必要性が強くなっている。

現在下水道管渠の維持管理は、予算上の制約もあり、必ずしも十分な点検・管理が行われているとは言えない状況にあり、その結果として道路陥没事故が後を絶たないと考えられる。如何に効率的な維持管理を行うかについては個々の公共団体の中だけでの検討では限界があり、全国的な規模での調査検討が必要である。

そこで、国が全国レベルの調査検討を行い、効率的な維持管理の評価手法を確立することにより、限られた予算でも必要な点検・調査を選定・実施でき、各公共団体が容易に効果的、予防的な維持管理を行うことが可能となれば、アセットマネジメントにおいても管渠寿命を延ばす材料として活用でき、国庫補助金を受けて建設された下水道管渠を長持ちさせ、陥没事故を防ぎ、もって国民福祉の増進を図ることができる。

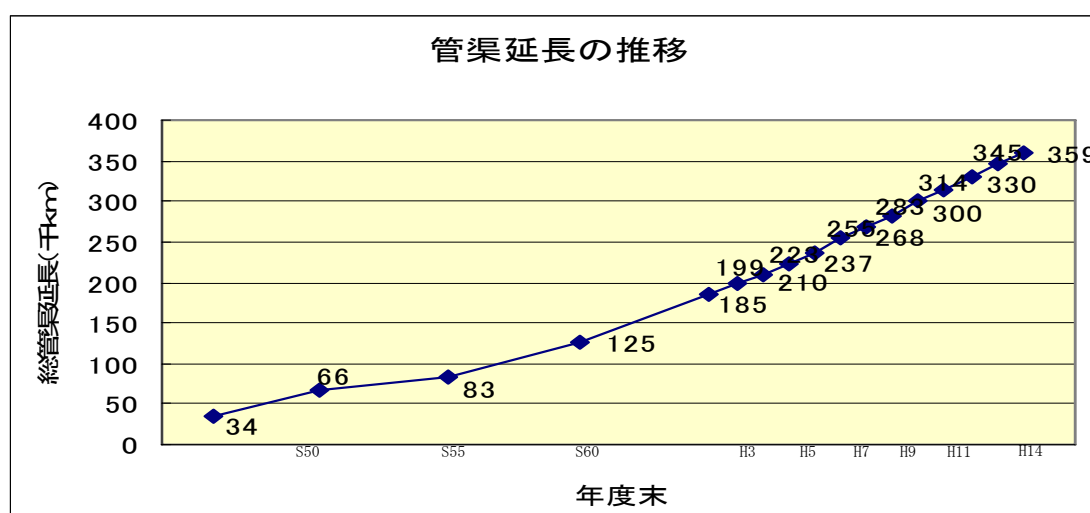


図 総管きょ延長の推移

3. 研究の成果目標

下水道管渠については、供用開始後の経過年数等に応じて点検・調査が行われ、点検・調査結果の緊急度の順に予算の範囲内で改築修繕が行われているのが実態である。しかしながら、点検・調査すべき箇所を合理的、効率的に選定する方法も、道路陥没に至るような老朽化・損傷度合を高い確度で判定する方法もなく、道路陥没事故などの不具合が発生してから後追いで管渠の改築修繕をする場合が非常に多い。

そこで、維持管理評価手法を用い、下水道管渠について老朽化・損傷度合を点検・調査すべき箇所の合理的、効率的選定手法及び老朽化・損傷の進行を遅くする維持管理の仕方を見出す方法を開発する。

また、全国的にこの手法の実践を促し、下水道管渠の適正な維持管理・改築修繕を確保し、施設の延命化や維持管理費の低減、さらに効率的な設計や施工方法の検討に役立つ、同時に道路陥没事故などの防止を図る。

4. 研究の成果の活用方針

本研究の成果は、開発した手法を利用しやすいマニュアルとして整理し、全国に周知し、普及を図る。また、道路陥没事故や道路通行止めを伴う改築修繕等の削減により道路交通や市民生活への支障を軽減するとともに、他の社会資本全へ維持管理評価手法を活用していく先鞭となることが期待できる。

5. 研究内容

現在のところ、下水道管渠について点検・調査すべき箇所を合理的、効率的に選定する手法も、道路陥没に至るような老朽化・損傷度を高い確度で判定する手法も、合理的にコスト・エフェクティブな維持管理水準を導き出す手法も存在しない。そこで、本研究では、ベンチマーキング手法を用いてこれら手法を開発し、下水道管渠の管理向上と道路陥没事故等による道路交通や市民生活への支障低減を図る。

また、改築修繕や道路陥没事故による道路交通への影響量を評価し、その低減効果を明確にすると共に、維持管理評価手法を用いた下水道管渠の設計、施工における改善方法についても研究する。

ベンチマーキング手法は、一般には組織・団体間を比較し、最も効率的と思われる組織・団体を抽出することにより、合理的な業務施行方法を見出すものである。

ベンチマーキング手法の特徴は、改革・改善活動を進める上での“あるべき姿”として、ある分野で最高水準の業績を上げている組織・団体の業務プロセスをベストプラクティスとして設定することと、“現状”やあるべき“目標”を数値化し、改善の進ちょく状況や効果を継続的に計測・把握することにある。現状と目標を比較するために用いる数値化した指標は「ベンチマーク」と呼ばれる。ベンチマークの適切な設定がベンチマーキング手法の最重要ポイントとなる。

本研究では、下水道管渠維持管理におけるベンチマーキング手法の適用方法について評価指標の抽出及びその評価方法の研究を行うものである。また、評価指標として重要と思われるテレビカメラ調査結果について、管渠強度との関係を管渠破壊試験で明らかにする。

テレビカメラ調査は、人が入れない小口径管内において、遠隔操作の自走式テレビカメラにより管渠の亀裂や腐食の状況を画像として記録し、目視で観察することにより、老朽化の判断を行い、改築修繕の緊急度を判定するものである。あくまでも目視判定で行うため、経験や主観的判断に頼らざるを得ず、また、道路陥没につながる管渠強度劣化を数値で測定できない。そこで、このテレビカメラ調査結果と管渠の当該時点の強度との関係を明らかにするとともに、土砂流入のメカニズムや管渠周辺地質と道路陥没との関係を解明することにより、維持管理評価手法の精度をさらに向上させることができる。

6. 年度計画

- (1) ストックの維持管理水準を評価する手法に関する事例調査（平成18年度）

ストックの維持管理水準を評価する手法としてベンチマーキング手法の適用が考えられる。ベンチマーキング手法は、経営や業務・ビジネスプロセスの非効率な部分を改善するため、他分野における優良事例（ベストプラクティス）を探し出して分析し、それを指標（ベンチマーク）に自社の活動を測定・評価して、変革を進める経営改善手法として広く活用されている。

国内においては、近年、国・地方自治体において行政事務評価の導入が進んでいる。特に地方自治体では、行政運営の効率化、説明責任の遂行等を目的として、事務・事業レベルの業績評価システムの導入・検討がなされており、ベンチマーキング手法が用いられている事例もある。下水道事業におけるベンチマーキング手法の利用は、米国などでもまだ研究が進んでいない状況である。

そこで、下水道事業分野外のベンチマーキング手法について幅広く調査を行い、その手法の分野ごとの特徴を整理し、下水道事業（管渠の維持管理）における適用について検討を行う。

（２）道路陥没事故の事例調査（平成１８年度）

平成１４年度に全国の公共団体を対象に行ったアンケート調査結果によると、下水道管渠の損傷に起因して全国で年間約３，０００件の道路陥没事故が発生し、道路交通や市民生活に支障を及ぼしている。しかしながら、その原因が下水道管渠のどのような現象によるものかはわかっていない。

そこで、道路陥没事故全体の発生量とその原因を調査すると同時に、道路管理者から下水道以外を原因とする陥没事故も含めた情報を収集し、下水道管渠維持管理との因果関係を整理する上で、道路陥没事故の原因となった下水道管渠の損傷の内容について調査を行い、なぜ道路陥没事故が発生するまで十分な維持管理がなされなかったか、設計、施工はどのように行われた箇所なのかについて調査検討する。



（３）下水道維持管理実態調査（平成１８年度～１９年度）

全国の公共団体の中から、道路陥没事故発生割合（管渠延長に対する事故発生割合）の特徴的な箇所を抽出し、維持管理の実態調査を行う。

調査の内容は、評価指標になりうる項目を中心にを行い、現状行っている維持管理の方法やその種別、情報管理方法やその費用、維持管理の判断基準や考え方、さらに、管渠の布設状況やその環境など維持管理に関係すると思われる項目についてアンケートを中心として資料の収集を行い、整理・解析を行う。

また、詳細については、現地ヒヤリング調査を行い、維持管理上の課題やその解決方法など幅広く情報の収集を行う。

（４）破壊試験調査、土質試験調査、土砂流入試験調査（平成１８年度～１９年度）

テレビカメラ調査は、あくまでも目視判定で行うものであり、経験や主観的判断に頼らざるを得ないことから、テレビカメラ調査を主体とした管渠の老朽化判断には限界が

ある。

道路陥没事故原因の大半が下水道管の破損によるものであるとの調査結果もあることから、下水道管渠の当該時点強度を把握することが道路陥没事故を防止する上で重要な要素の一つとなっているものと思われる。

そこでテレビカメラ調査結果と管渠の当該時点強度との関係を明らかにすることにより、この調査をより客観的に指標として用いることが可能となり、維持管理評価手法に用いる評価指標の精度をさらに向上させることを目的に調査を行う。

破壊試験に用いるサンプルは公共団体の協力を得て、取り替えを予定している管渠を対象として行う。調査対象管渠についてはテレビカメラ調査による判定結果等の情報収集を行い、破壊検査の結果と併せて整理・解析を行う。解析にあたっては、実映像と判定根拠を整理した上で、破壊強度から見た判定方法の課題についても整理する。

また、周辺地盤の土質の違いによる管渠破損、地下水位、埋め戻し土の状況等と道路陥没事故との因果関係を調べるため、管渠破損、道路陥没管渠周辺の土質試験、管路破損部の模型を用いた土砂流入試験を行い、土質の違いによる維持管理手法や、設計・施工方法について検討を行うとともに、現状テレビカメラ調査は、その費用及び調査時間に多くを費やしていることが維持管理費増加の一つの要因になっていることから、効率的なテレビカメラ調査手法についても検討を行う。

さらに、テレビカメラ調査に変わる調査方法として、弾性波などによる非破壊検査による診断結果との相関についても検討する。破壊試験の方法は、通常二次製品の強度検査に使用されている一軸圧縮試験に加え、埋設管における土圧の状況を考慮し、二軸圧縮による破壊検査手法も検討する。

現状のテレビカメラ調査の方法（東京都の例）

判定分類 A：重度。機能低下、異常が著しい。

B：中度。機能低下、異常が少ない。

C：軽度。機能低下、異常がほとんど無い。

判定基準（抜粋）

項目		ランク			
		A	B	C	
スパン全体で評価	1) 管の腐食	鉄筋露出状態	骨材露出状態	表面が荒れた状態	
	2) 上下方向のたるみ	700mm 未満	内径以上	内径の 1/2 以上	内径の 1/2 未満
		700～1650mm	内径の 1/2 以上	内径の 1/4 以上	内径の 1/4 未満
	1650～3000mm	内径の 1/4 以上	内径の 1/8 以上	内径の 1/8 未満	
管一本毎評価	3) 管の破損	鉄筋コンクリート管	欠落 軸方向クラック幅 5mm 以上	軸方向クラック 幅 2mm 以上	軸方向クラック 幅 2mm 未満
		陶 管	欠落 軸方向クラック幅 5mm 以上	軸方向クラック 管長の 1/2 未満	—
	4) 管のクラック	鉄筋コンクリート管	円周方向クラック 幅 5mm 以上	円周方向クラック 幅 2mm 以上	円周方向クラック 幅 2mm 未満
		陶 管	円周方向クラック 長さが円周の 2/3 以上	円周方向クラック 長さが円周の 2/3 未満	—

(5) 評価指標抽出（平成19年度）

下水道管理の実態調査の結果を基に、どの評価指標がどのような項目と関係があるのか統計的な手法により整理を行い、評価指標を抽出する。

また、各評価指標において、多変量解析等の解析により財政面や事故防止の観点から項目毎の寄与度を評価し、それぞれの重要度を決定する。この重要度により重み付けを行った上で事業の評価を行う。なお、この際改築修繕や道路陥没に伴う交通障害（外部不経済）の経済評価についても考慮する。

評価指標の例としては以下の項目等が考えられる。

（米国デンバー市における事例）

- ・ 処理区内人口
 - ・ 管路延長
 - ・ 人口 1000 人あたりの下水道作業員数
 - ・ 人口 1000 人あたりのポンプ場人員
 - ・ 人口 1000 人あたりの管路維持人員
 - ・ 管路 1 k mあたりの下水収集系統予算額
 - ・ 管路 1 k mあたりの予防的維持管理予算額
 - ・ ポンプ場 1 箇所あたりの年間ポンプ場予算額
 - ・ ポンプ場 1 箇所あたりの予防的維持管理予算額
 - ・ 下水道予算に占める予防的維持管理費用の割合
 - ・ 管路 1 k mあたりの幹線閉塞
 - ・ 管路 1 k mあたりのオーバーフロー
 - ・ 管路 1 k mあたりの悪臭に関する苦情件数
 - ・ 毎年の清掃割合
 - ・ 毎年のテレビカメラ調査の割合
 - ・ 利用者 1000 人あたりの悪臭に関する苦情件数
 - ・ 利用者 1000 人あたりの下水の停滞・オーバーフローに関する苦情件数
- など。

(7) ケーススタディーの実施（平成19年度～20年度）

抽出した評価指標を基に、数カ所の公共団体において維持管理評価手法を用いた検討を行い、検証を行うと共に、マニュアル化に必要な項目の抽出や、課題の整理、作業要領の作成などの検討を行う。

また、この手法を用いた具体的な効果について評価を行い、適用性を検討する。

(8) 総合的維持管理方法の検討（平成20年度）

構築された維持管理評価手法や道路陥没のメカニズム解明を行った結果等を用いて管渠の維持管理方法について総合的に検討すると共に、設計、施工における改善方法についても検討を行う。

(9) マニュアル作成（平成20年度）

本研究の最終成果として、本省と調整の上マニュアルとして取りまとめ、本省から全国に周知し、普及を図ることが適当である。作成するマニュアルは、利用者の使いやすさを

考慮し、データの種類、収集方法、分析方法など具体的な作業内容を分かりやすく解説すると共に、ケーススタディーを用いた具体的なアウトプットについても示すものとする。また、複雑な分析方法やデータ量も極力簡素化し、検討に際して財政的にも時間的にも効率的なものになるよう工夫する。

「下水道管渠の適正な管理手法に関する研究」研究マップ

分野・対象	目標達成に必要なアプローチ一覧	現状分析・現象の把握			対策技術開発			政策化	
		現状把握	現象分析	将来予測	基礎原理の開発	実用化	改良	経済的分析	マニュアル化
下水道管渠のストックマネジメント	管渠の破損対策	■	■	↔	■	■	■	■	■
	腐食防止対策	■	■	▨	▨	▨	↔	■	■
	管渠の老朽化調査方法	■	↔	■	■	■	↔	↔	↔
	維持管理の適正化	↔	■	■	■	■	△	↔	↔

- かなり研究が進んでいる研究領域
 - いづらか研究が進んでいる研究領域
 - ほとんど研究が進んでいない研究領域
 - 国総研で過去に取り組んできた研究領域
- ↔ 主的研究

↔ 補助的研究