T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題	地域・管路情報の統合による下水道圧送管の劣化損傷リスク評価システムの開発
著者	石田大晟, 千々和伸浩, 藤井学, 藤澤健一, 倉田知一
出典	第60回下水道研究発表会講演集, N-7-5-2
発行日	2023, 8

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

地域・管路情報の統合による下水道圧送管の劣化損傷リスク評価システムの開発

東京工業大学　○石田大晟・千々和伸浩・藤井学
日本ジッコウ（株）　藤澤健一・倉田知一

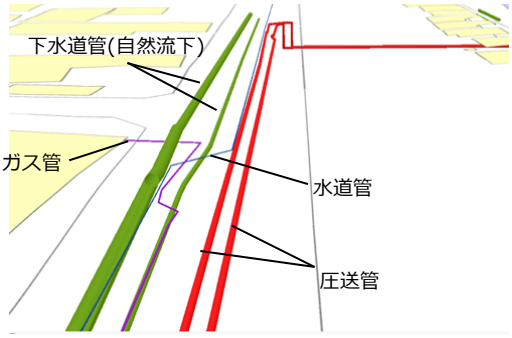
１．はじめに

圧送管は下水道管路施設の中でも主に重要路線に用いられる一方で、点検の実施が難しいという課題を抱える。そこで、圧送管に対し優先的に点検すべき区間を絞り込み、効率的な点検調査・修繕の実施を支援する目的で、ある自治体（以降 A 市と称する）の圧送管を対象として、圧送管の劣化損傷発生リスクを評価し点検の優先度を判定するシステムを構築した。本システムは、公的機関等から無償で入手できる種々の地域情報と、既往の知見とを GIS ソフト上で統合することで圧送管の劣化損傷リスクを評価するものである。このシステムによって、管内の硫酸腐食発生リスクだけでなく、管外面の劣化、地震時の損傷リスクといった様々な項目を考慮に入れたリスク評価を、データの収集に係る負担を減らして行うことが可能となった。本稿では、A 市に対するリスク評価過程と評価結果について説明する。

２．GISデータの構築（埋設管モデルの作成）

A市の圧送管については、平面図における管路の位置情報がデータベース化されている。しかし、データベース上で管路の埋設位置を3次元的に把握することはできない。また、下水道以外の複数の事業者の管路を同時に確認することも不可能である。

そこで、リスク評価を行うために、まず、各事業者から入手した管路の平面図と埋設深さのデータを基に、圧送管と、圧送管に近接して走るガス管・水道管などの他管の埋設管の3次元モデルをGISソフト上に作成した。その結果、**図−１**のように、これらの管路の埋設状況をGISソフトの3次元空間上において確認できるようになった。なお、今回はデータの入手や、モデル作成に要する時間の制約から、圧送管以外の他管については一部路線の周辺のみモデル化を行った。



図−１　圧送管と周辺埋設管の３次元モデル

３．劣化損傷要因に対する検討

A市の下水道事業関係者へのヒアリング結果を踏まえ、圧送管の劣化損傷リスクの導出にあたって、**表−１**に示す劣化損傷要因を検討することとした。そして、**表−１**のそれぞれの要因に対して、２．で作成した圧送管の3次元モデルと公的機関等から入手できる地域情報を組み合わせ、その発生が想定される区間（あるいは劣化損傷に与える影響が大きいと想定される区間）を抽出する方法を検討した。以下では、これらの中から例として「地下水による外面腐食」「地震による損傷」を取り上げて説明する。

表−１　検討した劣化損傷要因

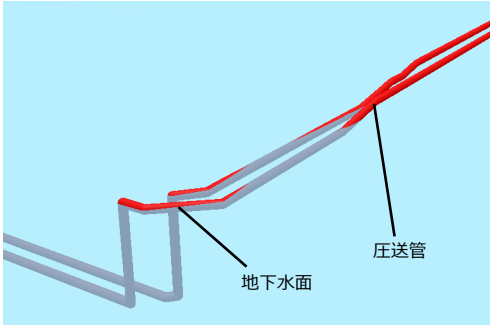
・経過年数	・腐食性土壌による外面腐食
・管種	・地下水による外面腐食
・管内面の硫酸腐食	・地震による損傷
・上部の交通荷重	・土砂災害による損傷

(1) 地下水による外面腐食

塩分濃度の高い地下水と接する金属管は、塩化物イオンが地下水中に溶け込んでいるため、腐食電流が流れやすくなる。そのため、管外面の腐食が速く進行するといわれている。この事実を踏まえて、２．で作成

した圧送管の 3 次元モデルと地域情報を基に、地下水による外面腐食の影響が大きい区間を簡易的に抽出する方法を以下のように考え、A 市の圧送管に対して適用した。

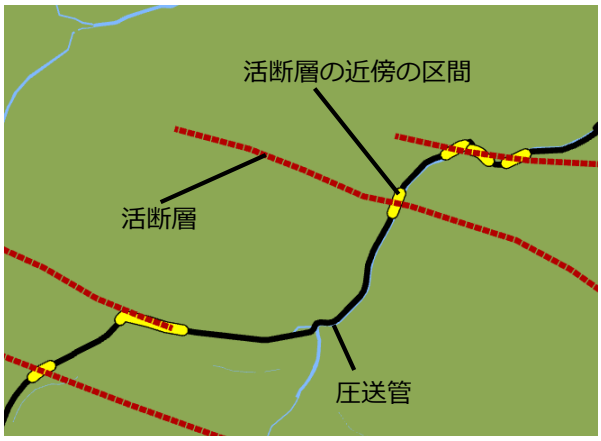
まず、国土交通省の「人工地形及び自然地形分類図」を利用して、圧送管のうち、金属製であり、かつ地下水に塩分が多く含まれる可能性のある地形分類（埋立地、海岸低地、砂州・砂丘、浜）を通過する区間を抽出する。次に、抽出した区間における地下水面の 3 次元データを作成する。これは、地域情報として入手可能なボーリング調査記録を利用し、GIS ソフト上でボーリング調査地点の坑内水位のデータを内挿することで作成した。そして、**図−２**のように、金属製で上述の地形分類を通過する圧送管のモデルと地下水面データを GIS ソフト上で重ね合わせる。この結果、管が地下水面よりも深い位置に位置する区間を、地下水による外面腐食の影響が大きい区間と判定できる。



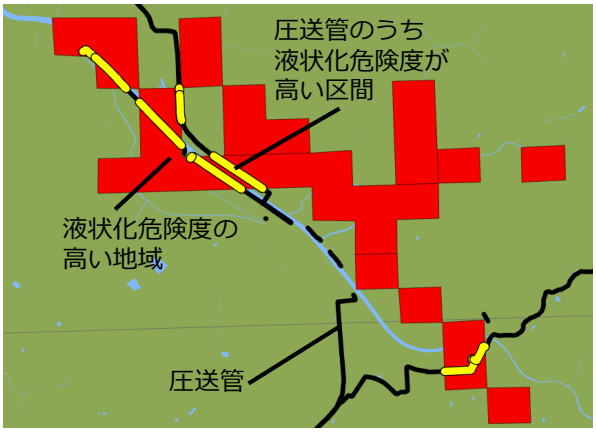
図−２　圧送管と地下水位データを重ね合わせた様子

(2) 地震による損傷

地震と関連のある地域情報として、活断層の推定位置を示した「活断層図」や、地震により液状化の発生する可能性の高い地域を示した「液状化危険度マップ」が公開されている。管路のうち活断層の近傍では、活断層において地震が発生した際に、断層がずれることで管路が大きく変形し、圧送管が損傷・破断する可能性が高い。また、液状化の発生によっても、損傷や土砂流入といった被害が生じうる。よって、圧送管3次元モデルとこれらの地域情報をGISソフトの平面図上で重ね合わせることで、地震による損傷の発生する可能性の高い区間を抽出することができる。A市に対して、圧送管の平面図と活断層図・液状化危険度マップを重ね合わせた結果の一部を**図−３・図−４**にそれぞれ示す。



図−３　圧送管と活断層図の重ね合わせ結果



図−４　圧送管と液状化危険度マップの重ね合わせ結果

４．劣化損傷リスクの評価

次いで、圧送管の劣化損傷リスクを以下のような方法で検討した。

まず、リスクの評価項目として、３．で考えた劣化損傷要因に加え、損傷による影響の大きさをはかる項目を**表−２**に示すように設定し、これらの組み合わせによって劣化損傷リスクを評価することとした。

次に、これらの組み合わせ方について考える。A市においては、敷設以降圧送管の点検調査が一度も行われていないことから、実際のところ各劣化損傷要因がどの程度圧送管に影響を与えるのか明らかでない。よって、評価項目の組み合わせ方を一意に定めることは困難である。そのため、本研究では、**表−２**のように異なる観点から評価項目を簡易的に組み合わせた3通りのリスク評価例を提案することとした。

ここでは、そのうちのパターン１について詳しく説明する。これは、損傷の起こりやすさをはかる項目を組み合わせたリスク評価方法であり、圧送管のうち劣化が疑われる区間を優先的に診断する目的でリスク評価を行い、優先度を判定する際に適する手法といえる。パターン１では、経過年数・管種・(管内面の)硫酸腐食・管外面の劣化の4つの評価項目に対して、**表−３**のように点数づけを行った。なお、**表−３**の硫酸腐食の評価における「硫酸腐食危険推定箇所」の導出は、国土交通省のガイドライン[1)]に準じて行った。そして、4項目に対する点数の合計によって、劣化損傷リスクを点数として導出した。その結果、**図−５**のように劣化損傷リスクの高低、すなわち点検優先度の高低を多段階で評価することができた。

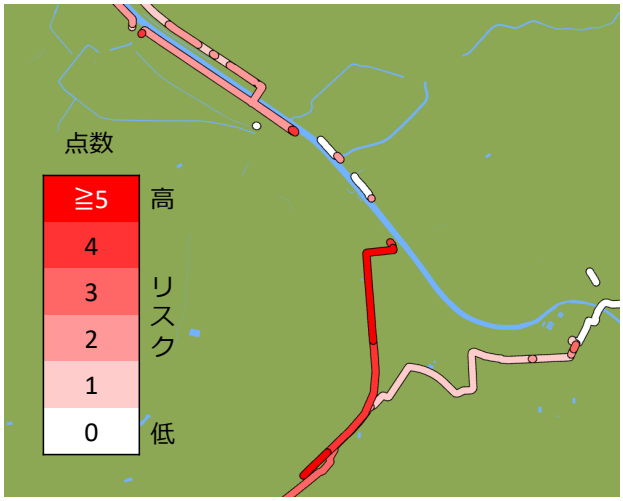
表−３　パターン１におけるリスクの点数づけの方法

評価項目	点数づけ (該当しない区間の点数は0点)
①経過年数	30-50年:1点　50年以上:2点
②管種	鋼管(SP管)の区間: 2点
③硫酸腐食	硫酸腐食危険推定箇所: 2点
④管外面の劣化	以下のいずれかに該当する区間: 1点 ・上部の交通荷重の影響が大きい ・腐食性土壌による外面腐食の進行可能性が高い ・地下水による外面腐食の進行可能性が高い

表−２　設定したリスク評価項目と組み合わせ方法

		パターン1 (損傷の起こりやすさを重視)	パターン2 (損傷時の影響の大きさを重視)	パターン3 (地震発生時の損傷リスクに着目)
劣化損傷要因 (損傷の起こりやすさをはかる項目)	経過年数	○	○	○
	管種	○	○	○
	管内面の硫酸腐食	○	○	○
	上部の交通荷重	○		
	腐食性土壌による外面腐食	○		
	地下水による外面腐食	○		
	地震による損傷			○
損傷時の影響をはかる項目	管路の重要度		○	
	上部道路の重要度		○	
	緊急輸送路下			○

○：評価において考慮する項目



図−５　A 市におけるリスク評価結果

５．まとめと今後の課題

本研究では、圧送管の３次元モデルを作成し、これと損傷に関わる種々の地域情報とを GIS ソフト上に統合することで、圧送管の点検の優先度を判定する新たなシステムを開発した。そして、A 市の下水道圧送管について、本手法に従ってリスク(点検優先度)の高低を分類できることを確認できた。

今後は、管路の点検による検証、他自治体への本システムの適用などを通じて、損傷リスクの評価の点数づけのプロセスの改善をはかることが課題である。

なお、本研究で用いたシステム構築手法については、研究室 HP を通じて公開する予定である。

参考文献：

1) 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：下水道圧送管路における硫酸腐食箇所の効率的な調査技術導入ガイドライン(案), 2018

問合わせ先：東京工業大学　環境・社会理工学院　土木・環境工学系　千々和研究室
〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1-M1-1　緑が丘１号館 510 号室
ＴＥＬ：03-5734-3767　　E-mail：ishida.t.am@m.titech.ac.jp