

給水システムの合理的維持管理のための水道配管データベースの構築

長崎大学工学部 正〇杉本 知史 F 棚橋 由彦 正 蔭 宇静
長崎大学大学院 学 上田 静 日之出水道機器(株) 正 中島 歩

1. はじめに

長崎市は斜面が多く存在する独特の地形を有しており、十分に貯水することが、他都市と比べ比較的困難であるため、水道水の漏水・流出の防止は重要な課題と位置付けられている。一方、水道管の維持管理の面では、紙資料による水道管情報の蓄積と経験に基づいた漏水調査がなされており、今後早急に人的あるいは経済的な面でより効率的な管理が求められている。そこで本研究は、情報の一元管理ならびに効率的作業の補完を目的とし、旧来の紙資料データに基づいた GIS による水道管情報のデータベース作成を行った。また、将来的に漏水の可能性が高い地区を推定する上で必要となり得る情報について、水道管の劣化要因を土質の観点から調査を行い、データベースに取り入れることで、漏水予測も見据えた総合管理システムの構築の可能性を検討した。

2. 長崎市における水道管の維持管理の現状

長崎市における水道管の維持管理では、主に経年管（埋設後 40 年を経過した管）を中心に行っている。高度成長期に埋設された水道管は、交換時期を迎えており、定常的に漏水が発生しているため、交換すべき水道管を最適な時期に交換する必要に迫られている。その際使用されている水道配管のデータは、ほとんど紙面で管理されているため、より効率的な作業を行うために、情報のデータベース化が必要とされている。

漏水の要因は現段階では不確定なものがあり、交換すべき管の選択とその交換時期を的確かつ合理的に決定する維持管理手法は、確立されていないのが現状である。長崎市内で平成 16 年度に発生した漏水件数は 1073 件、漏水量は約 144 万 m^3 に及んでいる。現在、調査ブロックごとに聴音による漏水調査が実施されているが、漏水音を聞き分けるためには多くの経験を必要とするため、将来的によりシステムティックな漏水個所の推定に関する手法の確立が望まれている。また水道管の劣化は、経年のみならず、周辺の土質条件や地下水環境にも依存すると言われているが、明確な要因分析はなされていないのが現状である。そこで本研究では、GIS（地理情報システム）を利用した長崎市滑石地区を対象とした水道配管のデータベースの構築に取り組み、さらに本データベース内での水道管の劣化による漏水予測を念頭においた、土質に関する要因分析を行った。

3. GIS による維持管理のためのデータベースの構築

本論の水道管維持管理データベースには、長崎市が発行している「長崎市 2500 分の 1 DM (Digital Mapping) 地形図」を用いている。この地図のデータは、すべてベクターデータである。本地図に基づいて各種の属性データを入力することにより、データベースを作成している。基本データとしては、管路延長、送水圧、経年、材質、口径、グループ名といった水道管の情報が含まれる。

また、一度漏水したブロックでは、数年内に再度漏水が発生する可能性が高い傾向にある。これは経年数や周辺環境が類似した水道管が存在するためである。現在長崎市では、ブロックごとの単位距離漏水量による危険度判定を実施しているが、給水管の漏水件数が多発していることから、将来的に発生件数による危険度判定が有用である。データベース中には、(発見件数) / (距離) から算出した、単位距離漏水件数をその数に応じて、図-1 のようにブロックごとに色別で表示した。この表示を参考に漏水調査において、早期に調査すべきブロックの推定が可能である。

4. 本データベースの基本機能

検索項目は、データベース作成時に入力した基本データとなる。「属性検索」という機能を用いて、水道管の基本データを閲覧することができる。そのほか、図-2 のように基本情報から検索条件式を作成し検索を行うことが可能である。例えば、経年が 40 年以上の水道管といった条件での検索も可能である。

土質試験試料採取を行った調査ブロックにおいては詳細情報をリンクさせている。調査ブロックデータと試料採取時の情報をハ

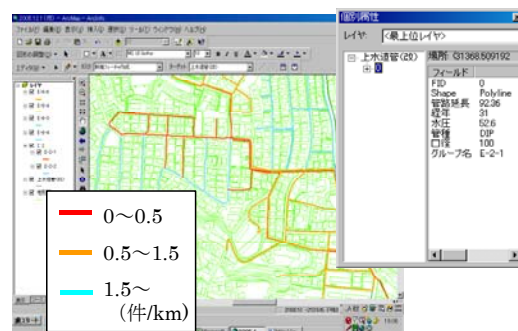


図-1 GIS を用いた漏水件数と個別属性の表示

キーワード 水道管／データベース／漏水予測／土質試験

連絡先 〒852-8521 長崎市文教町 1-14 長崎大学工学部社会開発工学科

イパーリンクにより、図-3 のようにリンクさせ、掘削した土中の状態や以前の漏水の状況、施行完了時の状態といった写真情報を把握できるようにした。詳細情報を蓄積し、さらに次に述べる土質と水道管劣化との関係性を明らかにしていくことができれば、本データベースの有用性はさらに高まる。

5. 漏水要因の分析を目的とした土質試験

5.1 土質の観点から見た劣化予測

水道管の維持管理の面では、管の劣化による漏水の問題が大半を占める。漏水の原因の多くは、主に水道管外部の腐食によることが分かっており、管の外部を取り巻く環境、すなわち周辺土質が劣化に大きく関与していることが予想されることから、代表的な土質試験を行い、その基本的性質の特徴を調べた。対象は市内各地で採取したの 9 箇所全 11 試料であり、物理的試験と化学的試験を実施した。竹の久保・滑石両地区は、漏水箇所の試料である。

5.2 試験結果の考察

含水比試験の結果を図-4 に示す。泉上部地区と小ヶ倉地区は、在来土ではなく工事の際に砕石土や改良土に埋め替えている箇所であり、そうしたケースでは含水比が低くなる傾向が明らかとなった。密度試験による土粒子密度 ρ_s は全体的に $2.6\sim 2.7\text{g/cm}^3$ 程度とごく一般的な値を示し、大きなばらつきは見られなかった。pH 試験ならびに電気伝導率試験の結果を図-5 に示す。pH 値は全体にアルカリ性を示したが、一部の地区の試料において有意な差が表れた。一方、直接的に水道管の腐食の原因となりうる塩分濃度測定試験を実施したが、いずれも塩分は検出されなかった。

次に、粒度試験により得られた 20%通過百分率 D_{20} と含水比 w との関係を図-6 に示す。泉地区下部、片淵地区、滑石地区の試料では、シルト分が 45%を超える結果を得た。実際に腐食により漏水を起こした水道管の存在が確認された滑石地区の試料に注目すると、この試料の粒度は「分級された細粒土の多い土」であり、 $D_{20}=0.0018\text{mm}$ であった。Creager の表¹⁾から、透水係数 $k=3.0\times 10^{-6}\text{cm/s}$ とかなり小さい値を示すことが分かり、このことは水の保水性の高さを示している。細粒分を多く含み、かつ含水比の高い泉地区下部、片淵地区、桶屋町地区の土質は、滑石地区に比較的類似した土質であると言える。滑石地区のみの結果から全てを断定できないが、保水性の高い土では雨水の浸透により pH が不安定となりやすく、水の存在による細菌の活動が盛んとなったりすることから、腐食が起こりやすい環境であるものと推測される。

6. おわりに

本研究では、長崎市滑石地区を対象とした GIS によるデータベース構築を行い、水道管情報の検索及び資料閲覧が可能なツールを開発した。今後は、土質情報の収集とそのデータベース化により、GIS 上で土質試験結果を踏まえた水道管劣化の要因分析を行い、漏水予測に関する付加価値を高めたシステムの構築を目指す。

【参考文献】1)「掘削のポイント」土質工学会編, 1975.



図-2 属性検索の例

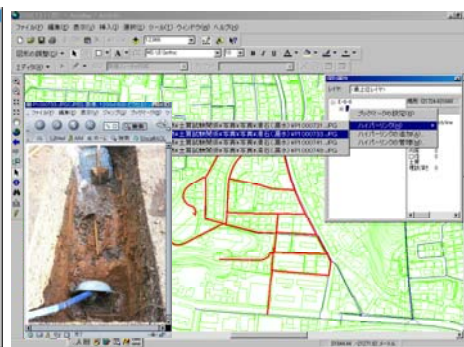


図-3 ハイパーリンクの表示例

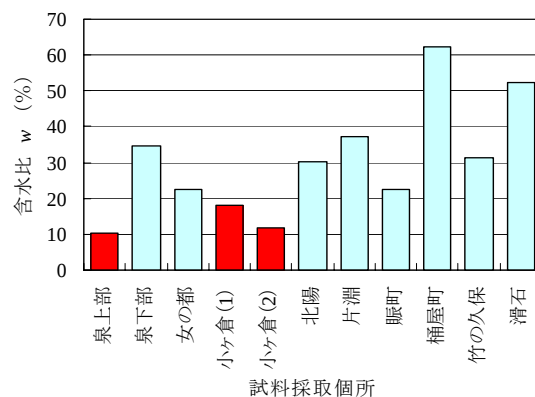


図-4 各試料の含水比

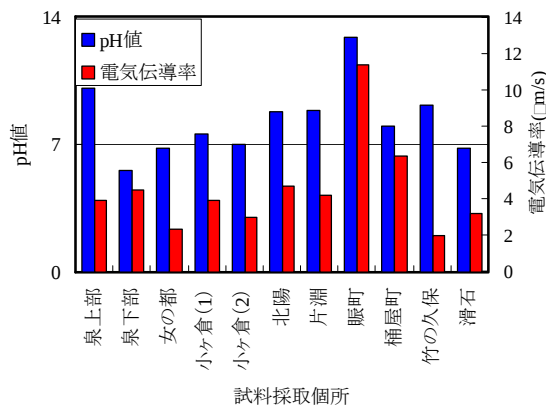


図-5 各試料の pH と電気伝導率

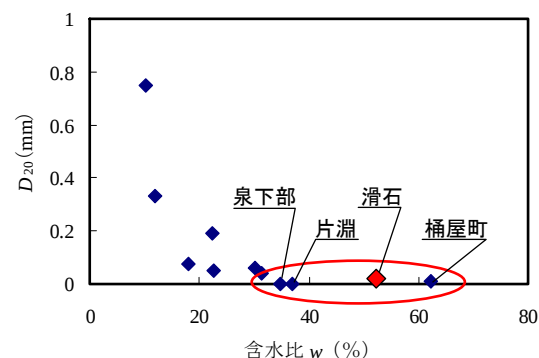


図-6 D_{20} と含水比との関係