

〈特集〉

仙台市水道における東日本大震災被災送・配水管路の考察と耐震化の取組み及び危機管理体制の見直しについて

高橋 修

仙台市水道局給水部計画課長 (〒982-8585 仙台市太白区南大野田29-1 E-mail: sui072210@city.sendai.jp)

概要

仙台市では2011年の東日本大震災によりライフラインに甚大な被害を受けた。上水道についても、発災後最大で約23万戸が断水する事態となり、市民生活に大きな影響を与えた。この経験を踏まえ今後の災害対策を更に強化するために、断水と施設被害の状況を検証し今後の管路耐震化の方針を検討するとともに、危機管理体制を見直した。本稿では東日本大震災における水道施設の被災及び断水の状況と、その後の検証や対策の見直しについて本市における取組みを紹介する。

キーワード：東日本大震災，災害対策，上水道，管路耐震化，危機管理

原稿受付 2013.12.2

EICA: 18(4) 5-8

1. はじめに

2011年に発生した東日本大震災では、国内観測史上最大のマグニチュード9.0を観測し東日本各地に地震と津波による甚大な被害をもたらした。仙台市においても、市内最大震度6強（仙台市宮城野区）を観測し沿岸部では高さ約7.2mの津波（仙台市宮城野区港）に見舞われ52km²もの範囲が浸水した¹⁾。また、丘陵地の造成宅地においては地滑り等の宅地被害が発生した。約5,000宅地の被害が確認され（2012年11月時点）、一部地域が災害警戒区域に指定され立ち入りが制限される事態となった。更に、市内全域で電気、通信、交通等のライフラインが遮断され都市機能が麻痺し、市民生活にも大きな支障をもたらした。上水道についても例外ではなく、発災後は最大断水戸数約23万戸、断水率にして約50%もの断水被害が発生する事態となった。

仙台市水道局では東日本大震災の経験を踏まえ、来るべき次の地震災害に備え施設の耐震化を進め危機管理体制の向上を図るため、震災時の被害を検証し新たな耐震化の方針を検討するとともに危機管理マニュアル等の見直しを行った。本稿では東日本大震災における水道施設の被災及び断水の状況と、その後の検証や対策の見直しについて本市における取組みを紹介する。

2. 水道施設の被災状況

仙台市では水源や浄水場が太平洋から遠く離れた西部丘陵地の標高が高い場所に位置しているため、津波

遡上による塩水障害や浄水施設への甚大な被害を受けることはなかった。また、地震により構造物にクラック等の被害が生じたものの、取水及び浄水処理に影響はなく発災後も浄水処理を継続することができた。

一方で、浄水場からの送水経路には甚大な被害を受けた。本市では、震災前より浄水場からの送水経路の二重化やループ化、連絡管の整備によって水運用機能の強化を行ってきた。しかし、管路の破損や空気弁等の管路付属設備からの漏水が基幹管路上の多くの箇所が発生し、4つの主要浄水場からの送水経路のうち2つの送水経路が使用不能となった。更に、市内の全配水量の約1/4を占める仙南・仙塩広域水道からの受水が停止したことにより、周到に用意していた水運用の想定を超えることとなった。これが発災後に断水人口が50万人にも上った直接的な原因である。発災から11日後の3月22日には自己浄水場から給水されるエリアがおおむね復旧した。同時に広域水道の破損した送水管の修繕が完了し受水が可能となった。広域水道受水エリアで、送水が停止していた管路への通水作業を終え、3月29日までに津波被災地域等を除く市内のほぼ全域で復旧するに至った。津波被災地域においては多くの需用家が避難したことや給水装置の多くが津波により流されたため、発災後に浸水区域全域で断水を行った。その後、通水要望のあった箇所から順次通水を行っている。

一方で、配水支管等の小口径管路における被害件数は震災前の想定被害件数を大きく下回る被害状況であった。本市では地域防災計画に定める3つの想定地震（長町利府断層による地震（直下型，M7.5，最大

震度7)、宮城県沖地震(単独型, M7.5, 最大震度6強)、宮城県沖地震(連動型, M8.0, 最大震度6強)について管路の被害予測を行っており, 市内全域の管路被害件数はそれぞれ1,000件から3,600件程度と予想されていた。しかし実際の被害件数は, 地震の規模こそ想定地震より大きかったものの, 配水管とその付属設備の被害の合計で400件程にとどまった。

被害の特徴は, 宅地被害の発生した地域では水道管路からの漏水も多数発生していることである。**Fig. 1**に給水ブロック毎の管路被害分布状況を示す。仙台市内の水道管の被害率は0.12件/kmであったが, 宅地被害エリアを含む給水ブロック内の被害率は0.5件/kmから1.8件/kmのものであったことが確認されている²⁾。特に道路形状が大きく変形するほど地盤変状の大きかった地域では, 水道管からの漏水が発生した場合に宅地被害を拡大する恐れがあったため, 配水管への通水は行わず区間断水を行い地上仮設配管による給水を長期に渡り実施した。

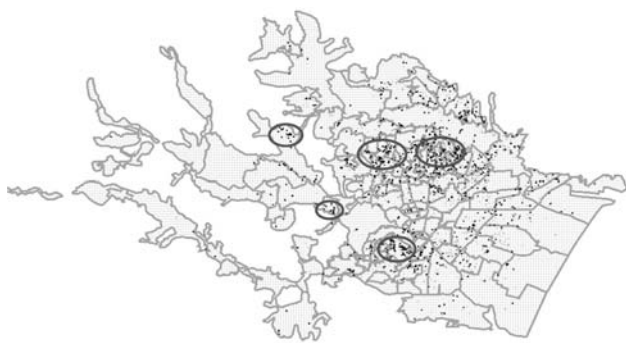


Fig. 1 給水ブロック毎の管路被害分布 ○は宅地被害多発箇所

3. 管路被害の検証と今後の管路耐震化

管路の被害は断水範囲の拡大及び期間の長期化に大きく影響したが, 注目すべき点は2点ある。1点は基幹管路上の付属設備の被害による浄水場からの送水機能の喪失, もう1点は宅地被害地域における管路被害である。これまで本市では, 1978年に発生した宮城県沖地震を契機に石綿管や老朽铸铁管等の耐震性に劣る管路から耐震性を有する管路に更新し管路の耐震化を行ってきたが, 東日本大震災における水道管被害の検証を行い, 今後の取組みの方向性を検討した。

3.1 基幹管路上の付属設備被害

まず, 基幹管路上の付属設備被害について述べたい。仙台市内に布設されている口径400mm以上の基幹管路では空気弁等の付属設備で41件の被害が発生している。うち39件が空気弁の破損であった(**Photo 1**)。基幹管路における管体破損や継手の抜けによる管路自

体の被害件数が6件であったことと比較すると, 空気弁の被害が基幹管路の機能喪失に及ぼした影響が大であることがわかる。これまでの管路耐震化の取組みによって, 2011年までには基幹管路の耐震化率が約70%まで向上していた。地震の規模を考慮すると管路自体の被害が6件に留まったということは, これまでの管路耐震化の取組みは一定の効果があったと考えられる。しかし, 付属設備に関しては地震発生時における挙動についての議論を行ったことはなく, 今回の被害についてはまさに想定外の被害であった。特に空気弁については本市のみならず宮城県企業局や千葉県水道局においても特徴的な被害が多数報告されている。その原因として日本水道協会は瞬間的な圧力上昇による内部構造の破壊を指摘し³⁾, 2013年に水道用急速空気弁に関する規格の改訂を行った。今後は衝撃圧に耐えうる材料及び構造の空気弁の登場が望まれる。



Photo 1 空気弁からの漏水の様子

現在, 本市においては既存の空気弁の点検等維持管理の体制を強化している。水道管路とは水を送る機能を担保してこそ意味をなすものである。管体の破損だろうと付属設備の破損だろうと, 水を送る機能が失われるならばその重大性は等しい。今後は管路自体の耐震化とともに, 付属設備の地震対策を講じなければならない。

3.2 造成宅地における管路被害

2点目の宅地被害地域における管路被害については, 1978年の宮城県沖地震の際にも被害の集中が報告されている⁴⁾。宅地被害が発生したのは1960年代から1970年代にかけて造成された谷埋め盛土の造成宅地で, 水道管路の被害も概ね同様の地域に多数分布している。そこで, 造成宅地における水道管路の被害を詳しく検証するために, 造成宅地地盤図と水道管路被害分布の重ね合わせを行った。造成宅地地盤図とは(株)復建技術コンサルタントが作成した仙台市内の造成宅地における切土と盛土の分布図である。カバーする範囲は仙台市の5行政区のうち泉区, 太白区, 宮城野区の

一部の造成宅地である。重ね合わせの結果、概ね切土盛土境界から盛土の部分に被害の大部分が集中していることがわかった (Photo 2)。これは1978年宮城県沖地震の際に報告されている造成宅地における水道管路被害分析結果⁵⁾と類似している。



Photo 2 造成宅地地盤図と水道管被災位置の重ね合わせ図

更に特筆すべきは、盛土部分に埋設されている管路のうち、これまで耐震性を有するとされていたK型継手ダクタイル鋳鉄管 (DIP-K) の被害が確認されたということである。市内全体を通して被害が多かったTS継手硬質塩化ビニル管 (VP-TS) の被害と比べると見落としてしまいそうな程少数の被害であるが、耐震性を有するものとされていたDIP-Kの被害は印象的なものであった。造成宅地地盤図の範囲のうち特に被害の顕著だった地区について管種及び切土盛土区分毎の被害の検証を行ったところ、切土部分に埋設されているVP-TSよりも盛土部分に埋設されたDIP-Kの方が多く被害を受けていたことも示唆されている⁶⁾。今年度、仙台市の復興事業の一環として仙台市内全域の造成宅地地盤図が作成・公開され、更に広範囲に管路被害の検証や対策の検討を行うことが可能となった。本市における造成宅地の災害対策の意識が向上している中で、水道事業においても更に地震に強い水道システムを構築するため、造成宅地における管路被害の検証及び管路耐震化計画の検討を進めていく所存である。

4. 危機管理体制の課題と対策

ここまで、東日本大震災における被害状況と今後の方向性について述べてきたが、震災以前には施設の耐震化以外にも被災後の被害縮小や応急給水のための様々な対策と併せて、職員一人一人が常に携帯する災害時対応マニュアルの作成や、非常時の危機管理体制の構築等も行っていった。しかし、都市機能そのものに支障を来す状況下で、地域防災計画の水道被害想定を大きく超えた事態に十分な対応はできなかった。当市の震災対応上の課題と対策について記したい。

東日本大震災後の検証では多くの課題が提起されたが、問題の根本は情報処理機能と指揮命令機能に集約されるものであった。情報処理機能面では、広範囲に及ぶ被害、電話などの輻輳で直接やりとりできない状況での伝言ゲーム、内外から求められる報告などで特に情報発信が十分に機能しなかった。また、情報が不足する状況下において、通常業務組織体制と危機管理体制の複数の指示命令システムが発生し、マニュアル上に記載のなかった事案への対応が遅れた。

初期対応時の情報処理に関する業務が停滞したことは、時間経過とともに様々な影響となって表れた。広報の遅れは市民からの大量の問い合わせを呼び、道路や下水道の不正確な被害情報によりせつかく通水したエリアを再度断水するなどの不要な作業も生じた。命令システムの混乱は承認・承諾に時間を要するようになり、意思決定の遅れを生んだ。

一方で、各現場で発揮された現場対応力とベテラン職員のリーダーシップは非常に有効に機能し、18日間で復旧する大きな力となった。漏水箇所の特定や通水作業が難しかった地域だけを担当した、組織横断的に集めたベテラン職員グループ (当時は特殊部隊と呼んでいた) の活躍。人脈を生かし、地域コミュニティとの連携体制を現場で構築し応急給水を行った事例、ガソリンスタンドの空になった地下タンクやタンク車を一時借用し、限りある自家発用燃料を有効に融通した浄水場の事例などが報告されている。

的確な判断と迅速な行動のためには確実な情報が一番重要であるが、非常時においては同時進行的に様々な事態が進行する中で通信環境は悪化し、遅れたタイミングで不確かな情報が飛び交うこととなるし、判断のために十分な情報収集を待っていればタイミングを逸することにもなる。従来から、危機対応では権限を集中し指揮命令システムを一本化することが重要といわれており、本市でもそうした想定で危機管理体制を構築していたが、種々雑多な情報が氾濫する状況下では判断と意思決定機能は十分に発揮できなかったと言わざるを得ない。状況が次から次へと変化する局面に迅速に対応することができ、不足する情報を補完しながら、短時間で様々な判断と意思決定をするためには機動力が必要である。今回の震災対応で現場での判断や行動が非常に有効だった点も踏まえ、なるべく現場に近いところに、できれば現場を指揮する人に、多くの権限移譲を行い、できるだけ短時間で意思決定ができる体制を作ることが重要だという結論になった。その上で、上部組織は現場からの要求や要望に真摯に答えるとともに、上位の職員でなければ判断できない事項を、現場活動をサポートする視点で決定することとした。

こうした反省を踏まえ危機管理体制の見直しを行ったが、新しい体制では指揮命令機能を分散し、情報の

収集・集約、指示、進捗管理等を現場に委ねるとともに、「水運用調整会議」「市民対応連絡会議」「部隊間協議」を設け現場間の連携を強めた。また調整と情報共有の機能を担う総合調整班と広報担当官を配置した⁷⁾。

言うまでもないが、危機管理体制を生かすも殺すも人次第である。当市は宮城県沖を震源とする大きな地震が、平均37年周期で発生している地域であり、職員は常に災害（特に地震）の事を念頭において日常業務を遂行している。今回発揮された現場の高い対応力はそうした下地があつてのものだと思う。

被災した水道事業体自らの組織力の限界をまざまざと思い知らされる中、自発的に自宅の屋外蛇口を開放していた市民や、自転車によるピストン輸送で地域に飲料水を運んでくれた若者もいた。今後は、平常時から地域との連携を深め、リスクコミュニケーションによる市民との協働による危機対応の枠組み作りに取り組みたいと考えている。

参考文献

- 1) 仙台市復興事業局震災復興室：東日本大震災仙台市震災記録誌～発災から1年間の活動記録～，p.57（2013）
- 2) 仙台市水道局：東日本大震災仙台市水道復旧の記録，p.29（2012）
- 3) 日本水道協会：平成23年（2011年）東日本大震災における管本体と管路付属設備の被害調査報告書，pp.109-126（2012）
- 4) 鈴木 繁：1978年宮城県沖地震による水道施設の被害とその教訓，水道協会雑誌，第542号，pp.66-103（1979）
- 5) 片山恒雄，増井由春，磯山龍二，甚内郁郎：1978年宮城県沖地震による都市供給施設の被害と復旧——上水道施設（その1）——，生産研究，第31巻，第5号，pp.25-32（1979）
- 6) 河村香苗，鈴木清一，西野雅夫：造成宅地の切土盛土特性を考慮した水道管路耐震化優先順位の検討，平成25年度全国会議（水道研究発表会）講演集，pp.670-671（2013）
- 7) 西野雅夫，日下貴史，川村澄志，境 潔：震災を踏まえた危機管理体制の再構築，平成25年度全国会議（水道研究発表会）講演集，pp.676-677（2013）