

## 7章 調査結果から得られた教訓

### 7.1 管路の被害調査結果から得られた教訓

熊本地震では、熊本地方を震源とする最大震度 7 の地震が短期間に 2 回続けて発生した。管路の耐震化にあたっては、想定を超える地震が発生した場合においても、被害の発生を最小限に抑制しうる管路の構築の重要性が再認識された。

この地震による管路被害の特徴と教訓を下記に列挙する。

#### (1) 管路被害からの教訓と課題

##### ①耐震化の促進による管路被害の抑制

熊本市の管路本体における平均被害率は、兵庫県南部地震時の神戸市と比べて一桁小さく、これは、東北地方太平洋沖地震の仙台市において見られた傾向と同じである。

熊本市では耐震性が低い老朽管路の更新や耐震化が積極的に進められた結果、管路全体の被害が抑制されたと考えられる。

老朽管の更新は耐震性の向上に寄与することが再認識された。

##### ②基幹管路の一層の耐震化

熊本市東区では、震度 6 強以上の強震に加え、地盤沈下等の地盤変状が確認され、沼山津町や画図町の基幹管路に被害が生じた。これらの基幹管路の被害は、水運用の支障となり、復旧が遅れる要因の一つとなった。

阿蘇市においては大規模な土砂崩れが複数箇所が発生し、病院や避難所に向かう重要管路が寸断された。

これらのことから、基幹管路や重要拠点給水管路の耐震化やバックアップの必要性が再認識された。

##### ③断層を横断する管路の被害

益城町、西原村、阿蘇市等において地表面に大きな断層変位が出現し、断層を横断する中小管路（ $\phi 100 \sim \phi 300$  程度）で継手の抜け出し等の被害が生じた。大口径管路には断層による被害が無かったものの、基幹管路では断層横断も想定して被害を抑制する対策を講じることの重要性が認識された。

また、本地震では都市圏活断層図等で公表されている断層位置に対して、数百 m 離れた位置に断層変位が生じていることが確認され、地表面における断層変位箇所を詳細に予測することの難しさが再認識された。

このことから、管路の断層対策は、想定されている断層位置と実際の断層出現位置が一致しないことも考慮し、被害を抑制する対策を講じておくことが重要である。

#### ④ 管路被害と地盤変状の関係

熊本市南部では、地下水脈に沿って帯状の地域で液状化が発生した。しかし、東北地方太平洋沖地震の浦安市等と比較すると地盤沈下や道路の亀裂は小さなものであり、過去の被災地における従来の液状化地盤での集中的な管路の被害は確認できなかった。

今後、液状化により発生した地盤変状が管路に及ぼした影響等について詳細な分析が必要と考えられる。

#### (2) 付属施設・設備の被害からの教訓と課題

付属設備被害は、その多くが空気弁で発生しており、その修繕報告から、フランジ部の漏水、空気弁内部の破損、本体腐食による漏水などの被害であったことが確認されている。これらは、取替や撤去による対応の他、約半数で補修弁を閉止する応急対応がとられた。また、バルブや消火栓のフランジ等からの漏水も散見された。

災害時においても導・送・配水管の機能を維持するためには、付属設備の機能維持が不可欠であり、付属設備を含む管路システム全体で耐震化の必要性が再認識された。

## 7.2 構造物及び設備の被害調査結果から得られた教訓

### (1) 水源の枯渇、水源の濁りによる被害

熊本地域は地下水が豊富であり、水道水源のほぼ全てが地下水であるが、地震により、水源の濁り、枯渇、水質異常（アルミニウム基準値超過）が発生した。

熊本市等では、水源井戸の濁りの早期解消及び生活用水を確保するため、濁りが発生している水源井戸からの取水を継続し、飲用不可であることを広報した上で給水した（摂取制限を伴う給水継続）。これは厚生労働省「水質異常時における摂取制限を伴う給水継続の考え方について、平成28年3月31日」の通達を準用したものであり、生活用水の確保という観点から考えるとやむを得ない対応であったと思われる。今後、地震等の災害時における摂取制限を伴う給水継続の判断の目安や住民への広報の手法などについて、整理する必要がある。

新潟県中越地震等の過去の地震においても、地下水の枯渇、水質異常等が発生する事例が報告されており、災害時においても給水を確保するためには、水源の複数化などについて検討することも必要である。

### (2) 断層による被害

西原村では、断層変位により配水池の傾斜、場内配管の破損等の被害が発生し、配水池の施設機能が停止した。

水道施設は、活断層が横断している場所に新設しないことが基本であり、やむを得ず活断層付近に構造物を建設する場合は、断層変位に対応できる可とう継手の設置等の適切な対策を講じる必要がある。

### (3) 地盤沈下による構造物被害

熊本市では36箇所の水源において、周辺地盤の沈下に伴う取水施設の建屋の傾斜、ケーシングパイプの損傷、ポンプ基礎の損傷、配管損傷等が発生した。周辺地盤の変状に起因して杭基礎に甚大な被害（基礎の沈下、基礎破損など）が発生し、建物の傾斜が発生したと推察されるが、現時点では原因が明確でないため、詳細な調査が必要と考えられる。

### (4) 水槽構造物の被害

各市町村の鉄筋コンクリート造及びプレストレスト・コンクリート造の水槽構造は、著しい地盤変状が発生した場所を除き、クラックの発生、らせん階段の転倒等の軽微な損傷であり、施設運用を停止するような被

害は発生しなかった。建設から 30 年以上経過した施設も多くあったが、現行の耐震基準の耐震性能を確保していたと推察される。

一方、熊本市では 2 カ所のステンレスタンク（パネル式）が破損し、施設機能が停止した。これらは震度 6 強程度の揺れがあったと推定される地域に設置されており、強い地震動により側壁等が破損したと推察される。タンクの溶接部等には亀裂が発生し、漏水を伴う被害が発生したが、部分的な損傷であり、補修により復旧した。これらの施設は、水道施設耐震工法指針・解説で定める鋼製構造物が保持すべき耐震性能を有していなかったと考えられる。

ステンレスタンク（パネル式）は、能登半島地震、東北地方太平洋沖地震等の過去の地震においても施設機能を停止するような被害が生じていることから、被害原因を解明するとともに、統一的な耐震設計法の確立に向けた検討が必要と考えられる。

### 7.3 応急活動に関する教訓

応急活動における今後の課題について、現地調査及びアンケート調査で回答があった主な内容を列挙する。

#### (1) 受入れ体制の整備

- ・ 応援事業体の宿泊場所、作業スペース(会議室)の確保やパソコン・プリンターの手配が困難であった。また、残土置き場や材料置き場の確保も難航した。
- ・ 工事箇所が多くガードマンの人員が不足するという事態が発生した。

#### (2) マニュアルについて

- ・ 震災発生直後、災害対策室における作業分担が手さぐり状態であり、災害対策マニュアルが活かされなかった。マニュアルが実用的でなく、実務に合っていなかったことで機能しなかったと思われる。
- ・ 災害時のマニュアルを作成していなかったため、初動対応時に混乱した。
- ・ 各職員の役割分担等の周知が出来ていなかった。

#### (3) 資機材の相違と確保

- ・ 漏水修理に使用する資機材(バルブキー、消火栓スタンド、配管材料等)に相違があり、確保が難航した。

#### (4) 情報収集における混乱

- ・ 住民から通報された漏水情報には重複が多く、漏水情報を元に修理に向かったが、現場では他業者が作業中、あるいは既に修理が完了していたケースが見られた。また、集計表に記載される住所に誤記が多く、集計作業や住民からの問合せに対応できないこともあった。さらに、修理困難な漏水箇所は仮設配管とした箇所が多々あったが、修繕した都市から受入れ都市への相談・報告がなく、引継ぎが上手くできていないケースもあった。

#### (5) 危険箇所での作業

- ・ 倒壊する恐れがある家屋の側で本管の漏水が発生したが、現場に近づけないため応急処置としてバルブ操作で漏水量を最小限に抑えるなど、対応に苦慮した。

#### (6) 人員の確保、職員の育成

- ・ 断水が本市全体に及んだため職員だけでは人員不足となり、避難者や車内生活者への十分な給水や災害用飲料水の配給ができなかった。
- ・ 中堅から若手の水道経験者が少なく、災害発生時に対応できる職員が少なかったことから職員の育成が必要である。

以上のように、今回の地震では、支援する側の体制構築のみならず、支援を受け入れる側の体制整備が極めて重要であることが明らかとなった。

また、小規模水道では配管図などの資料が整っていないこと、事業体の水道担当者や地元工事業者が少なく応急活動体制の構築が困難であったことなどがヒアリング時に課題として挙げられた。

今後は、指揮命令系統や情報連絡体制の確立、危険箇所における作業方法等を含めた修繕マニュアルなど各種マニュアルの整備、執務スペース・補修材料・補修器材・宿泊先・駐車場の確保など、応援活動が円滑に行えることを考慮した受援体制の整備が求められる。

また、施設配置図、配管図、給水拠点位置図などの基礎的な資料の整備に加え、支援・受援の訓練を相互に実施するなど、万一の発災時に実効性を発揮するための訓練・教育も必要である。