

6章 今後の課題と耐震対策の基本的考え方への提言

6.1 施設の耐震化

平成19年3月25日(日)に能登半島地震が発生して間もない7月16日(月)に、ほぼ同程度の地震規模をもつ新潟県中越沖地震が発生した。両地震を比較すると、水道施設の損傷は、管路被害において、新潟県中越沖地震の方が甚大であったと言える。

特に被害が大きかった柏崎市においては、平野部で広範囲に液状化現象が見られ、主要な大口径の送配水管が損傷し、多くの断水被害が生じた。

平成16年に発生した新潟県中越地震では中山間部の水道施設に多くの被害があったが、能登半島地震、新潟県中越沖地震においては、地域・地形等による地盤条件と管路の被害状況が密接に関係している点が大きな特徴と言える。

被害の基礎的データを詳細に分析するとともに、この地域の地盤条件の履歴と現状の形状等の違いを精査し、その被害実績との関連性を検証することが重要である。

6.1.1 管路被害からみた地震対策

今回、主な管路被害は柏崎市で発生したが、その被害発生箇所は、主に液状化が発生した砂丘や低地・谷底平野、旧河川部の砂丘後背地、及び段丘などの盛土部の悪い地盤で起こっていた。

これらは、国土地理院の地形分類図と古地図を重ね合わせて、被害箇所をプロットしてみると、その影響がはっきり判別できる。柏崎市は砂丘地盤や谷底平野、旧河川の後背地等が多く存在し、また、主要な配水管がそれらに埋設されていたことも、管路被害を大きくした主要な原因である。

すなわち、日本海沿岸に見られる砂丘の後背地で液状化の現象が顕著に現れた災害と言える。従って、類似の条件にある市町村においては、今回の地盤条件と管路被害の関連について今後の耐震化対策に生かす必要があると考える。

管種別にみると、硬質塩化ビニル管、石綿セメント管、鋼管(ねじ継手)ダクタイル鉄管(A形、K形)の被害が生じており、二層ポリエチレン管も少数ながら被害が生じていた。

全体的な被害率は、これまで経験した地震被害と比して特に大きいとは判定できないが、液状化発生等の悪い地盤において、基幹管路として埋設されていたダクタイル鋳鉄管(K形)の大口径管(～φ800)に多くの損傷が発生したことから、同一路線で複数損傷が発生したことが、断水被害の拡

大につながった。一方、ダクタイトの耐震継手管の被害は今回も無かったことから、耐震継手型以外のダクタイト鉄管を主要管路として布設するにあたっては、地盤条件等を十分考慮して管の種別を選択すべき点が重要である。

また、ダクタイトの耐震継手管に比べると布設延長距離は短いものの、ポリエチレン管の融着継手及び溶接継手には被害は無かった。

管路の耐震化にあたっては、平成 20 年 3 月に公布された水道施設の耐震化に関する省令改正を受けて、各事業者が地域の実態に合わせた耐震化計画を策定する必要がある。

6.1.2 施設被害からみた地震対策

今回の地震による水道施設の被害は、水管橋被害を別にすると比較的軽微であったといえる。その原因は、周期等の地震動特性や地域的な地盤状況などによるものと考えられる。

主な被害は、

- ① 昭和 13 年に建設された水道専用のアースダムの天端にクラックが発生した。機能的には問題はなかったが、その耐震性について現行の耐震指針での再照査が必要である。
- ② 導水路の複線化（3 ルート）によって、損傷を受けなかった 1 ルートで当座の応急給水量を確保できたことは、主要路線の二重化や主要管路の耐震化の重要性を示している。
- ③ 柏崎市では、主要配水池には緊急遮断弁を設置しており、下流管路に多くの損傷が発生したにもかかわらず、必要な応急給水量が確保できたとともに、上流から水を張って漏水を確認しながらの応急復旧作業にも大きな効果があった。厚生労働省においても、水道施設を構造的に耐震化するとともに、主要な配水池や浄水池には緊急遮断弁を設置するよう指導している。しかし、その方法については、不要な断水や消防用水の不足をきたさないよう、慎重な検討が必要である。
- ④ 柏崎市の赤坂山浄水場では、構造物との取り合い配管で小規模な被害があったが、本体の浄水場には被害がなかった。当浄水場は耐震診断を行っており、その結果にもとづいて耐震補強工事を実施している。耐震診断の想定地震による被害予測と今回の地震動による実際の被害との比較を検証する必要がある。
- ⑤ 水管橋の主な被害は、柏崎市のφ600mm で橋台部において支承の損傷と伸縮管の抜け出しが発生した。また、地盤の液状化による影響も見られ、本復旧までにかかなりの時間を要すると予想されたため、仮設

の配管で給水を行っていた。この水管橋は昭和 62 年に設置されており、当時の指針による地震動レベルや耐震性能について調査するとともに、現在の耐震基準と比較しながら、被害分析と今後の補強方法の検討を行うことが重要である。

- ⑥ 浄水場で停電が発生し、非常用発電機で対応したことが報告されており、非常用発電機の有用性や、日頃の点検・維持管理の重要性も明らかになった。

6.2 初動体制，応急給水，応急復旧及び他事業体からの支援体制

6.2.1 初動体制，応急給水，応急復旧

(1) 初動体制と情報管理

地震が発生した 7 月 16 日（月）は休日であったが、いずれの事業体も、地震発生（午前 10 時 13 分）から 30 分以内には災害対策本部を立ち上げ、迅速に被災状況に関する情報収集を開始している。

柏崎市においては全市の断水が確認されたため、同日 14 時には自衛隊に給水応援を要請、19 時には日本水道協会新潟県支部長都市である新潟市に全面応援を要請している。

一方、他事業体からの応援隊受け入れ後、管路図面の不足により、応援隊からの要請に対して的確な情報伝達ができなかったことが報告されている。管路情報がマッピングシステムによりデータ化されている状況であっても、災害時を想定し、常に紙ベースの管路図面を複数部備えておく必要がある。

(2) 応急給水

発災と同時に全戸が断水した柏崎市では、赤坂山浄水場の配水池に設置された緊急遮断弁（6 池中 4 池に設置）が全て作動し、同浄水場の総配水池容量 $25,428\text{m}^3$ のうち、約 $10,000\text{m}^3$ を応急給水用に確保することができている。しかし、他の事業体による応急給水体制が速やかに発動し、給水車が被災地に向かっていたにも関わらず、交通渋滞等により現地への到着が遅れ、発災当日の夕方までに給水活動ができた給水車はわずかであった。より迅速な給水応援体制の検討が望まれる。

応急給水にあたっては、キャンバス水槽を避難所等の施設に多数設置したことにより、応急給水活動が効率的に行えたということである。今回の柏崎市のように大規模な断水が発生した場合には、このように機動的な給水用具の使用が非常に有効な手段であると言える。

給水車に関しては、キャンバス水槽や医療施設等の受水槽への給水が行

える加圧ポンプを装備したものが有効であった。また、一部の給水車にはカーナビゲーションが装備されており、被災事業者による案内がなくても応援隊が目的地を把握し、移動することができ、効率的に作業が行えた。

大規模な災害時には、他都市からの応援が不可欠であることから、今後、受け入れ側では、給水場所等を指示するための地図情報の整理、支援事業者側では、実践的で効率的な支援ができる給水車の装備の充実等が必要と考える。

(3) 応急復旧

柏崎市においては、当初、大口径管材の調達に手間取ったことが報告されている。業界の協力もあり、その他の管材の手配は総じてうまくいったようであるが、特に、使用頻度の低い大口径管材の備蓄状況については、業界・事業者が一体となった情報共有が望まれるところである。

3章に記載したとおり、地震発生から2日後の7月18日（水）に、厚生労働省、日本水道協会、名古屋市、新潟市、柏崎市の5者による「復旧対策会議」が柏崎市において開催され、復旧完了目標を7月25日（水）に設定することが決定された（続いて刈羽村でも目標を同日に設定）。これにより、その後の復旧応援要請の規模が明確化され、その後の復旧計画がスムーズに進行した。関東地方支部への復旧応援要請は、同会議での復旧完了目標設定を受けての動きであり、中部地方支部のみでは、ここまで早く決断できなかつた可能性がある。

発災直後から3日目に目標を示すまでの間は、発災の混乱で被災事業者が応援要請を決定するまでに時間がかかったため、水道の復旧見込みについて社会的関心が大きくなったが、目標日を一般に公表することにより、被災者の心理的負担を大きく軽減することができたものと考えられる。復旧目標を公表することの重要性が改めて明らかになった。

柏崎市の応急復旧では、配水区域をブロック化して作業が進められたが、管路の被害規模から見て、これまでの復旧経験と比較しても、非常に短期間で復旧が完了したと言える。

今回の地震の教訓を踏まえ、柏崎市においては今後、配水ブロックシステムの導入を検討していくとのことであるが、大規模地震等の被害による影響を最小限に抑えるため、平常時の効率的な水運用を図るとともに、緊急時にも最小限の安定給水が可能な配水システムを構築することが肝要である。

6.2.2 他事業体からの支援体制

全国の水道事業体で地震等による大規模な被害が発生した場合の、水道事業体及び日本水道協会による支援体制等については、阪神・淡路大震災の教訓を受け、日本水道協会が平成 8 年に作成した「地震等緊急時対応に関する報告書」に定められている。

今回の地震では、柏崎市が特に大きな被害を受け、新潟県支部長都市である新潟市、中部地方支部長都市である名古屋市をはじめ、多数の水道事業体からの応援を受けている。応援要請の流れは、前述の報告書のフローに基づき、初期段階では新潟県支部、中部地方支部内の水道事業体で対応し、7 月 18 日（水）に開催された「復旧対策会議」での通水完了目標（7 月 25 日（水））の決定を受け、中部地方支部より日本水道協会本部に応援要請があり、協会本部からの要請に応じて関東地方支部が応援に加わった。

柏崎市での復旧作業は、3 章に記載したとおり、市域を 6 エリア（9 ブロック）に分け、中央エリアを関東地方支部が、その他の 5 エリアを中部地方支部が担当する形で進められ、地震発生から約 2 週間で復旧が完了している。作業にあたっては、平成 16 年 10 月に発生した新潟県中越地震による被害と復旧を経験している新潟市水道局（新潟県支部長都市）による的確な状況判断が、早期復旧に大きく貢献したと思われる。

今後の課題としては、大規模な断水が発生した柏崎市での応急給水の初期段階において、応援の給水車の台数が不足したことが挙げられる。発災当日の夕方までに給水活動を開始できた給水車はわずかであった。

前述のとおり、発災後、他の事業体による応急給水体制が速やかに発動し、多数の給水車が被災地に向かっていた。それにも関わらず、このような事態が生じたのは、交通渋滞等による現地への到着の遅れが主な原因であった。今後、各水道事業体においては地震対策マニュアル等の作成状況の点検を進めるとともに、日本水道協会の県支部・地方支部ブロックを超えた、より迅速かつ合理的な応急給水体制の検討が必要であると考ええる。

併せて、より効果的な復旧応援体制を確立するため、日本水道協会や近隣の水道事業体の協力のもと、被害情報の収集体制をより強化し、県支部・地方支部・日本水道協会の間での一層緊密な情報連絡体制を構築することが望まれる。さらに、今回大きな被害を受けた刈羽村のような、簡易水道等の小規模水道に対する応援体制のあり方についても、行政部門や他団体との連携を含め、検討・整理していく必要がある。