

## 自己評価報告書

平成23年 4月21日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2011

課題番号：20310108

研究課題名（和文） 長周期・長継続時間地震動による貯水槽スロッシングが配水システムに及ぼす被害予測

研究課題名（英文） Effects of Sloshing of Water in Receiving Water Tank on Water Distribution System during Long-period Long-duration Earthquake

研究代表者

宮島 昌克 (MIYAJIMA MASAKATSU)

金沢大学・環境デザイン学系・教授

研究者番号：70143881

研究分野：ライフライン地震工学

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学 ・ 自然災害科学

キーワード：長周期地震動，上水道，スロッシング，貯水槽，救命ライフライン

## 1. 研究計画の概要

本研究では、長周期・長継続時間地震動によって上水貯水槽の水がスロッシング現象を起こし、強制引水を開始する条件をまず明らかにし、つぎに、同時に多くの貯水槽が強制引水を行ったときに上水道システムに及ぼす影響を検討し、さらに、救命ライフラインといわれる消火、医療給水に及ぼす影響を検討することを目的とする。さらに、今世紀中ごろまでに発生すると危惧されている東南海・南海地震の想定地震波形を作成し、全国のどのような都市でどのような規模でこのような現象が発生するのかを明らかにすることが最終目的である。

## 2. 研究の進捗状況

(1) 水供給システムにおいて多地点で流量や水圧の経時変化を観測している、比較的大規模な水道事業者に対して、2007年能登半島地震、新潟県中越沖地震時の配水システムの異常挙動に関するアンケート調査を実施した。観測されている地震動記録も同時に収集し、卓越周期、継続時間と異常挙動の発生の有無などを検討した。

(2) 来るべき東南海・南海地震の想定断層モデルから地震波形を作成し、サイト特性を考慮して想定地震動波形を作成した。

(3) 速度応答スペクトルを用いて貯水槽の卓越周期との関係から液体のスロッシング高さを求めるハウスナー博士が提案した簡易式により、貯水槽で発生しうるスロッシングの高さについて検討した。このとき、対象となる地震動の速度応答スペクトルが必要となるので、対象となる地域の地盤デー

タを収集するとともに、観測地震波形も収集し、地震応答解析を実施した。

(4) ハウスナー博士が提案した簡易式には、南海、東南海地震の際に問題となると考えられている、地震動継続時間が非常に長くなる場合については十分には考慮されていないので、この点も考慮するために、VOF法を用いた3次元時刻歴スロッシング解析を行った。

(5) VOF法を用いた3次元時刻歴スロッシング解析の解析結果の精度を検証するために、水槽を用いたスロッシング振動実験も行い、相互のスロッシング高さを比較したところ、良い結果が得られた。そこで、これまでに配水システムの異常挙動が報告されている地震と、報告されていない地震の観測地震動波形を用いてVOF法を用いた3次元時刻歴スロッシング解析を行い、比較検討を行った。

## 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

研究開始時の計画に沿って研究が進展している。本研究で構築したVOF法を用いた3次元時刻歴スロッシング解析の精度の検証も順調に終了したので、時刻歴地震波形を用いたスロッシング解析が可能となり、精度の高いスロッシング予測を行うことができるので、配水システムの異常挙動の予測に威力を発揮するものと期待される。

## 4. 今後の研究の推進方策

本研究は、巨大地震発生時を想定して、長

周期・長継続時間地震動によって発生する配水システムの異常挙動のメカニズムを解明するとともに、それにより引き起こされる問題点を整理し、対策を検討するものである。研究開始時には、今世紀中ごろまでには発生すると懸念されている東南海・南海地震が想定されていた。しかし、2010年3月に東北地方太平洋沖地震という巨大地震が発生したので、この地震による長周期・長継続時間地震動記録の検証と、貯水槽のスロッシングによる配水システムの異常挙動の検討が急務である。当初の計画には含まれていないが、上記の検討を優先して行う予定である。しかし、できる限り当初の計画にしたがって、残された研究課題についても取り組んでいく。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 10 件)

- ① 村田幸一、水崎洋佑、宮島昌克：上水道配水システムの地震時異常挙動解明のための受水槽のスロッシング解析，第 13 回日本地震工学シンポジウム論文集，pp. 1752-1757，査読無，2010.
- ② 中井正人、宮島昌克：東南海・南海地震における浄水場のリスクに関する一考察（その 2），土木学会論文集 A [特] 地震工学論文集，Vol. 66, No. 1, pp. 310-316，査読有，2010.
- ③ Miyajima, M. and Murata, K.： Effects of Sloshing of Water in Receiving Water Tank on Water Distribution System during Earthquake, Proceedings of the Sixth Taiwan-US-Japan Workshop on Water System Seismic Practice, pp. 101-108，査読無，2009.
- ④ 中井正人、宮島昌克、遠田智生：地震動が砂ろ過プロセスに与える影響に関する一考察，安全問題研究論文集，土木学会，査読有，pp. 65-70，2009.
- ⑤ 中井正人、宮島昌克、遠田智生：地震動が上水処理プロセスに与える影響に関する実験的研究，相互連関を考慮したライフライン減災対策に関するシンポジウム論文集，査読無，pp. 34-39，2009.
- ⑥ 能島暢呂：脆弱性指数を用いたライフライン網の地震時脆弱性評価～上水道配水管網への適用～，地域安全学会論文集，Vol. 10，査読有，pp. 137-146，2008.

[学会発表] (計 3 件)

- ① 水崎洋佑、宮島昌克、村田幸一：VOF 法を用いた長周期地震動による受水槽のスロッシング解析，平成 21 年度土木学会中部支部研究発表会，金沢工業大学（石

川県），2010. 3. 1

- ② 谷津成輝、宮島昌克、中井正人：地震動が浄水処理プロセスに与える水質的影響に関する実験，平成 21 年度土木学会中部支部研究発表会，金沢工業大学（石川県），2010. 3. 1
- ③ 仙福太郎、宮島昌克：2008 年岩手・宮城内陸地震による長周期地震動が配水システムに及ぼした影響，第 27 回日本自然災害学会学術講演会，九州大学（福岡県），2008. 9. 26.