

緊急地震速報を利用したタンクヤードの 総合的な地震被害予測・警報システムの構築と導入効果の検証

東京大学大学院
東京大学生産技術研究所
鹿島建設(株)
鹿島建設(株)・東京大学生産技術研究所

学生会員 ○ 南條 孝文
正会員 目黒 公郎
正会員 大保 直人
正会員 天野 玲子

1. はじめに

十勝沖地震（2003、M8.0）により、出光興産株式会社・北海道製油所（苫小牧市）で原油タンクおよびナフサタンクで火災が発生した。火災の主因は、貯蔵液のスロッシング（液面揺動）によって発生した浮屋根の損傷・沈没により、液面が露出したことである。このようなスロッシングによる被害が発生するのは、主に浮屋根式タンクであり、その割合は全国の容量 500kl 以上の液体燃料タンク（約 13,200 基）の約 3 割を占め、かつ容量 1,000kl 以上の大型のことが多い。しかし、現状では、これらの液体燃料タンクの耐震対策の進行状況は思わしくない。地震学的に活動度の高い時期を迎えている我が国の現在の状況を考えると、迅速に地震防災対策を講ずる必要性があるとともに、施設の安全性の高い管理と運営が求められる。そこで筆者らの研究グループは、民間企業と公共機関の液体燃料タンクヤードの効果的な地震防災対策の切り札として、緊急地震速報を活用した総合的な地震被害予測・警報システムを開発した。また本システムの導入による効果を検証し、その有効性を示す。

2. システム概要

本システムは、緊急地震速報を用いることによって、対象地域に激しい揺れが到達する前に、大規模地震発生時に液体燃料タンクヤードでの予想される各種の被害

害をリアルタイムに予測・評価^{1) 2)}し、必要に応じてその被害を最小化するための緊急情報を配信するものである。対象とする被害は、「強震動による構造/施設被害」「地盤の液状化による構造/施設被害」「スロッシング被害」「津波被害」とこれらの「複合被害」である。なお本システムでは、緊急時(地震発生時)だけでなく、平常時(地震発生前)の活用性も重要視している（図 1）。平常時(地震発生前)においては、過去の地震記録や想定される適当なシナリオ地震を対象としたシミュレーションが可能である。この機能によって、各種の安全対策の効果を評価するとともに、安全管理者によるタンクヤードの脆弱性の把握、発害時の状況認識力(災害イメージネーション能力)の向上を図ることができる。また緊急時(地震発生時)においては、気象庁から緊急地震速報を受信すると同時に、その情報と事前にデータベース化しておいたサイト情報を利用して、タンクヤードでの地震動(最大加速度・速度、加速度・速度応答スペクトル)を予測し、緊急地震速報と予測される地震動から、前述の各被害の予測・評価を行い、その結果をタンクや施設別に PC 画面上に表示する（図 2）。これらの情報は事前登録した PC や携帯端末に配信し、さらに実測された到達地震動記録を用いた被害予測・評価結果をフィードバックすることによって、精度の向上を図る。

3. 導入効果の検証

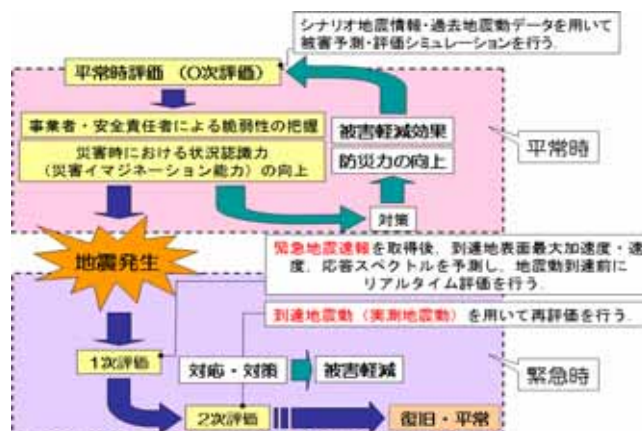


図1 本システムの活用フロー

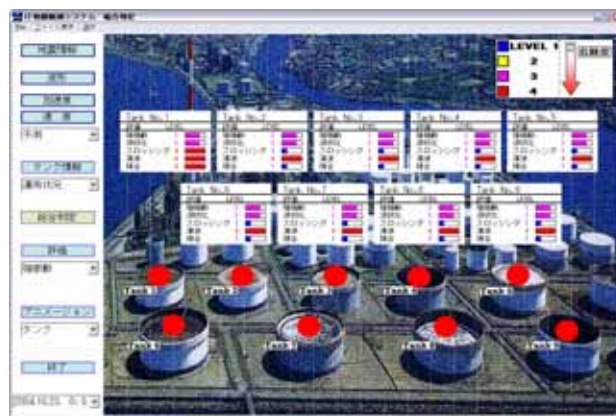


図2 システム表示画面（被害予測・評価結果）

キーワード 緊急地震速報, リアルタイム地震防災, 液体燃料タンクヤード, 液状化, スロッシング, 津波
〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 目黒研究室 Tel:03-5452-6436, FAX:03-5452-6438

神奈川県川崎市(北緯 35.51°, 東経 139.74°)を対象サイトとして、過去の地震記録³⁾やシナリオ地震情報を用いて、到達地震動とそれによる被害発生の可能性を予測し、本システム導入により期待される効果を検証した。指定サイトに到達する最大加速度・速度、応答スペクトルを予測するとともに、主要動到達までの時間、緊急地震速報受信からシステムによる予測・評価結果の表示に必要な時間を算出し、本システム導入によって提供可能な余裕時間の算出を行った。図3は、震度3以上の揺れをもたらすと考えられる地震に対する余裕時間別の累計割合と、各種の被害が発生した場合の余裕時間別の累計割合である。サイトに震度3～5程度の地震動を伴う地震では、通常安全管理者は、危険回避のために安全側の対応を迫られるが、緊急地震情報を事前に得ていれば、過度な対応をとらなくてよく、それによるマイナスを最小化できる。図3の(b)～(d)より、スロッシング被害や、津波被害をもたらすと考えられる地震では、本システムの導入によって、多くの余裕時間を生み出すことができ、その間に効率的に対策を講じることによる被害軽減を見込めると考えられる。

4. まとめ

タンクヤードで地震時に発生すると想定される複数の被害、即ち、強震動による構造/施設被害、地盤液状化による構造/施設被害、スロッシング被害、津波の被害とこれらによる複合被害を対象にした総合的な地震被害予測・警報システムを開発した。またあるサイト

を対象として、本システム導入により期待される効果の検証を行った。本システムの導入・利用により、平常時には、事業者・安全管理者がタンクヤードの脆弱箇所を把握し、ハード・ソフト両面での対策を講じるとともに災害時における状況認識力(災害イメージング能力)の向上を図り、タンクヤードにおける防災力の向上が可能になる。また緊急時(地震発生時)においては、緊急地震速報を用いてタンクヤードの被害をリアルタイムに評価し、主要動到達までの余裕時間を活用して対策を講じることにより、被害軽減を図ることができる。本研究では、予測・評価に多くの簡便式を用いたが、今後は十分に精度検証を行い、必要があればより精度の高い方法を取り入れ、予測・評価精度を向上させていきたい。また、提案システムのより効率的な運用には、対象サイトの地盤や地震動の特性、管理施設の特性を踏まえたシステムの調整が望ましい。

参考文献

- 1) 大保直人, 加藤健治: リアルタイム地震情報を用いたスロッシング評価システムの構築に向けて, 第4回国土セーフティネットシンポジウムー緊急地震速報の実用化に向けてー, pp.39-41, 2005
- 2) 大保直人, 加藤健治: リアルタイムスロッシング評価システム, 大型タンクのスロッシングに関する耐震・制震・免震等技術のミニシンポジウム 講演概要集, pp.15-18, 2005
- 3) (独)防災科学技術研究所: 高感度地震観測網(Hi-net), <http://www.hinet.bosai.go.jp>

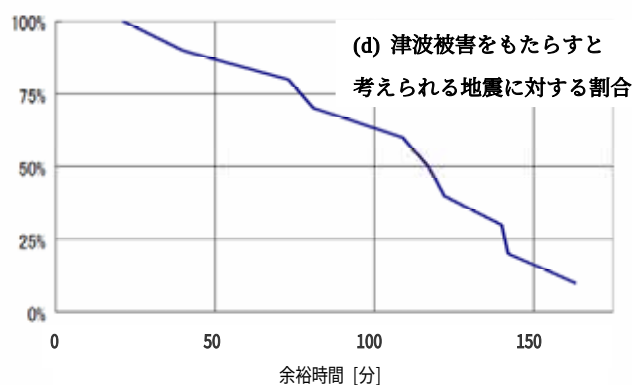
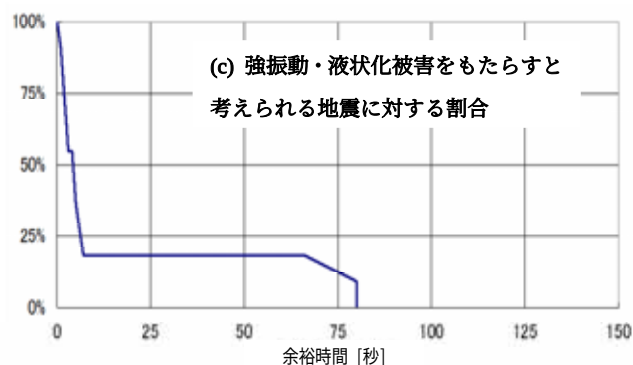
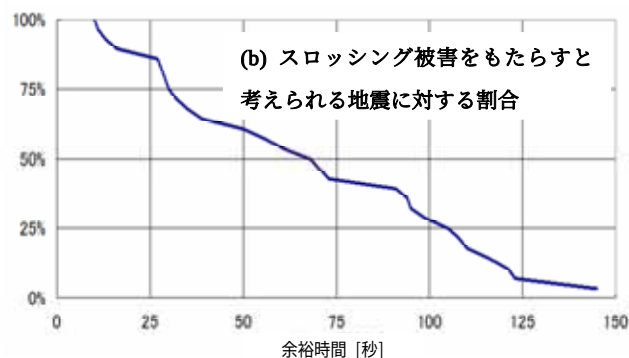
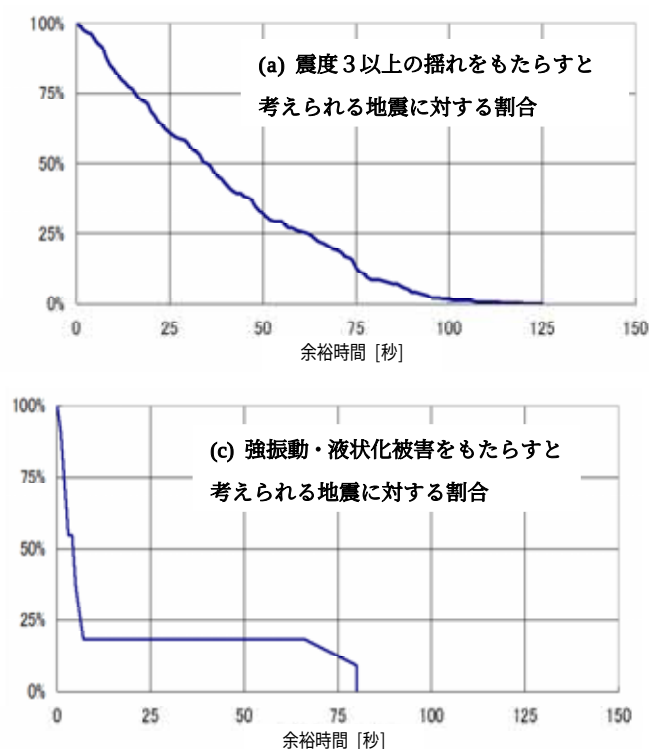


図3 種々の地震被害をもたらす地震が発生した場合の余裕時間別の累計割合