

液体燃料タンクを対象とする総合的な地震被害予測・警報システムの構築

東京大学大学院	学生会員	○南條 孝文
東京大学生産技術研究所	正会員	目黒 公郎
鹿島建設(株)	正会員	大保 直人
鹿島建設(株)	正会員	天野 玲子

1. はじめに

2003年9月に発生した十勝沖地震により、苫小牧市にある出光興産（株）北海道製油所で原油タンクおよびナフサタンクで火災が発生した¹⁾。火災の主たる原因は、貯蔵液の液面揺動（スロッシング）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。このような液面揺動による被害が発生するのは、主に浮屋根式タンクであるが、これらの占める割合は全国にある容量500kl以上の石油タンク約13,200基の約3割であり、かつ容量1,000kl以上の大型のものが多²⁾。また十勝沖地震では、タンクヤードにおける顕著な被害は液面揺動を原因とする火災のみであったが、タンクヤードの立地条件（湾岸地域、埋立地など）を考えると、大地震発生時には、地盤の液状化あるいは津波による被害が発生する可能性が高い。大地震時に発生する「地震動被害」、「液状化被害」、「長周期振動・スロッシング被害」、「津波被害」をそれぞれ単独の被害として、予測・評価するシステムの構築は行われているが、これら全ての被害を対象とする総合的なシステムの構築はなされていない。そこで、本研究では、「地震動被害予測・対策・復旧支援」、「地盤液状化被害予測・対策・復旧支援」、「長周期振動およびスロッシング被害予測・対策・復旧支援」、「津波被害予測・対策・復旧支援」を統合化したシステムの開発³⁾を行い、被害軽減に活用することを目的とする（図1）。

2. システムフロー

本研究で構築するシステムの基本フローを図2に示す。本システムでは、気象庁から緊急地震速報（リアルタイム地震情報）が配信されると、その情報と事前にデータベース化したサイト情報を基に、対象とするタンクヤードで予測される速度応答スペクトルを評価する。次に、緊急地震速報と得られた速度応答スペクトルから、地震動被害、地盤液状化被害、長周期振動およびスロッシング被害、津波被害を予測（1次予測）し、PC画面上に各タンクにおける予測情報を表示する。また、サイトで観測された地震動記録を用いた被害予測（2次予測）結果をフィードバックすることによって予測精度の向上を図っている。また、これらと同時に、事前登録された携帯電話・PCに地震情報・被害予測を配信するシステムとした。

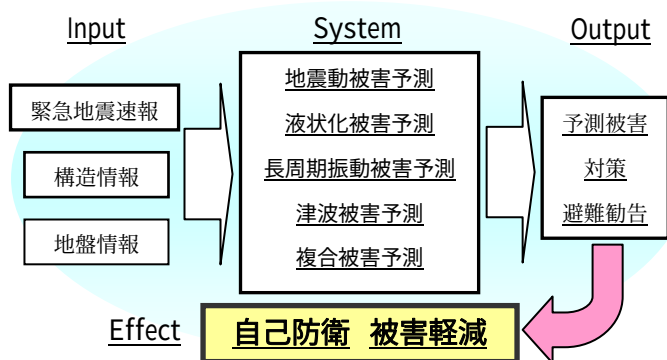


図1 システムイメージ

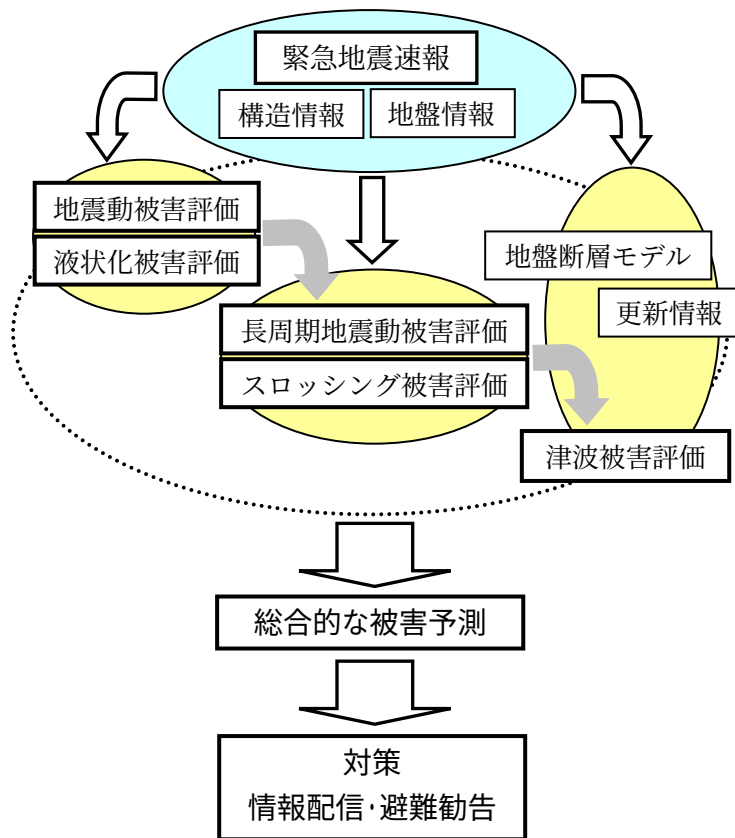


図2 システムフロー

キーワード 予測・警報システム、石油タンク、スロッシング、液状化、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

3. 被害予測システム概要

3.1 地震動・液状化被害評価システム

緊急地震速報と対象地域の地盤情報、サイトで観測される地震動記録を用いて、タンク、配管・周辺設備等の地震動による被害を予測する。また液状化の発生予測とそれによって発生する被害をリアルタイム評価する。さらに、それらの結果に応じた対策・応急処置を提示する。

3.2 長周期振動（スロッシング）被害評価システム

緊急地震速報を用いて高層・長大構造物やタンクで予測される速度応答スペクトルを評価する。そして構造物の固有周期やタンクの液面高の情報から求まる振動周期とスロッシング周期を評価し、地震波が到達する前に被害評価を行う。危険性がある場合には、その情報を配信するとともに避難勧告を発令する。

3.3 津波被害評価システム

事前に様々な地震断層モデルを用いて評価した津波被害のデータベースと、緊急地震速報から得られる震源位置とマグニチュードの情報を比較することで、発生する津波の規模と到達時刻を直ちに評価する。この時、海洋性の大規模地震の震源は即座に決定できない可能性があるため、更新情報を監視し、随時、再評価・予測する機能を備える。

3.4 複合被害評価システム

3.1～3.3 で評価対象としている被害は、それぞれ発生する時間にずれがあり、その特性も規模も異なる。また、震源位置・規模によっては、被害が複合的に発生する可能性があるため、複合災害による被害の可能性と程度を予測する。最終的な予測結果は、PC 画面上に表示するとともに、携帯電話・PC 等の携帯端末に情報配信する。

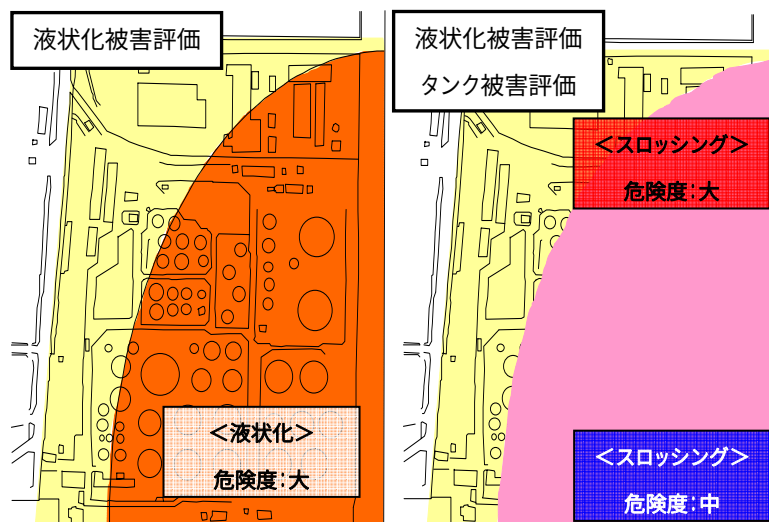


図3 被害危険度予測マップ

4. 予測結果の出力

最終的な予測結果は被害危険度予測マップ（図3）ならびにシステム画面（図4）に出力する。出力はそれぞれの評価システムの予測結果、任意の複数の評価システムの予測結果を併せて出力することができる。またマップ上では危険度を色分けして表示することにより、より視覚的に理解できるものとする。これらにより、どんな被害が、どんな規模で発生するか、瞬時に判断できる。

5. おわりに

本システムでは「地震動被害」、「液状化被害」、「長周期振動・スロッシング被害」、「津波被害」、また「複合被害」を評価の対象としたが、予測結果の精度を向上させるために、「複合被害」の発生フロー・相互関係をより明確にする必要がある。また実運用を目指してシステムの信頼性・安定性などを検討する必要がある。さらに実運用を行い、システムによってもたらされる実質的な効果を検証する必要がある。

参考文献

- 1) 出光興産（株）：北海道製油所火災について
<http://www.idemitsu.co.jp/index2.html>
- 2) 毎日新聞：備える大地震
<http://www.mainichi-msn.co.jp/shakai/jiken/bousa/i/jishin/archive/news/20040324ddlk23070002000c.html>
- 3) 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回国土セイフティネットシンポジウム－緊急地震速報の実用化に向けて－，pp.39-41，2005



図4 システム表示画面