The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	化学プラントの災害シミュレーションとそれに基づくリスク並びに信頼性評価に関する研究
Author(s)	倉敷, 哲生
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40205
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏　　名　倉敷哲生（くらしき てっせい）
博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）
学位記番号　第　13193　号
学位授与年月日　平成9年3月25日
学位授与の要件　学位規則第4条第1項該当
工学研究科生産加工工学専攻
学位論文名　**化学プラントの災害シミュレーションとそれに基づくリスク並びに信頼性評価に関する研究**

論文審査委員　（主査）
教授　座古　勝
教授　豊田　政男　教授　宮本　勇　教授　盛岡　通

論文内容の要旨

本論文は，化学プラントの信頼性を評価するため，プラント内の災害状況を時刻歴に評価し得る災害シミュレーション手法の開発及びリスク評価手法の構築を目的としたものであり，全6章より構成されている。

第1章では緒言であり，本研究の背景および研究目的について述べている。

第2章では，タンク内容物の貯蔵状態によるプラント災害の形態決定を行い，各災害に対応した実験等による爆風圧及びふく射熱の評価，ならびにタンク破壊判定により災害伝ぱ・拡大のシミュレーション化が可能であることを示している。また，災害進展のみならず，災害抑制策として一般に多く用いられているスプリンクラー消火効果をシミュレーションに組み込む方法も示している。

第3章では，構築した災害シミュレーションを用いて，防液堤によるふく射熱遮断効果及びスプリンクラーによる消火効果を考慮したタンク延焼解析を行っている。その結果，防液堤高さによる災害進展の遅延効果が評価できることを示している。また，プラント内に供給される消火総水量は有限であるため，効率の良い消火水量の配分方法が存在するものと考える。そこで，火災による受熱タンクのふく射熱量から崩壊推定時間を導出し，その時間を基にした最適配分方法を提案している。その結果，消火水量の配分には火災が発生した際の受熱状況だけではなく，それ以降の災害進展をも考慮することが効果的であることを示している。

第4章では，火災以外に重要な災害形態である爆発を取り上げ，爆発発生時の爆風圧が配管等の構造物に及ぼす影響を有限要素法を用いて検討している。さらに，連続的に爆発が発生した際には，瞬時に破壊しない配管においても複数回の爆風圧が作用することによる累積被害が問題となる。そこで，有限要素法により得られる配管接続点での応力及びManson－Coffin則，Miner則を用いて連続爆発による累積被害の評価手法を提案している。例解析により配管被害領域及び累積被害の時間変化を示し，高圧ガス保安協会の保安指針による被害領域との比較を行っている。安全裕度上，保安指針による結果は危険側となることから累積被害を考慮する必要性があることを示唆している。

第5章では，災害シミュレーションに基づく災害時の化学プラントの確率論的取り扱いを考慮したリスク評価手法を示している。すなわち，確率分布を有する風速・風向等の気象条件による火災からの受熱量変動時のタンク延焼確率を求め，それによりリスクを定量的に評価する手法である。適用例として実プラントを解析モデルとしている。実プラントでは多種多様のタンクが配置されるため，まずタンク群をユニットに区分し評価する手法を提案し，それに基づく各ユニットごとのリスク評価により，異なるユニットの安全性をリスクで比較，検討できることを示している。

第6章では，以上で得られた知見を総括し，本論文の結論としている。

論文審査の結果の要旨

爆発引火の潜在的危険性の高い大型タンクが密集している化学プラントでは，地震等の不慮の事故により災害が発生する恐れがあるため，起こり得る災害の影響を十分に評価し，それに対する保安策の効果やその選択について充分に評価する手法の確立が重要となる。すなわち，保安の立場から，化学プラント内で災害が発生した際の危険性，すなわちリスクを評価することが可能となれば，災害進展の低減策（防液堤，消火，タンク配置等）の効用や資金投入による安全性向上の効果等を定量的に把握することが可能となり，化学プラントの維持管理に貢献する。

本研究は，災害時における化学プラントの信頼性を評価するため，プラント内の災害状況を時刻歴に評価し得る災害シミュレーション手法を開発し，実プラントを対象に災害時のリスク評価手法を構築したものである。その成果の要約を次に示す。

(1) プラント災害による評価手法として，高圧ガス保安協会による防災指針が一般に使用されているが，人体に与える影響を念頭にしており，その影響範囲も障害物の無い空間で単一に行った実験結果を基に導出するものであるため，タンク間の延焼等の災害連鎖を考慮していないなど，プラント等に適用するには，その結果が危険側となり得る問題点がある。そこで，プラント災害について現在までに得られている実験及び理論による数式化を行うと共に，タンク内容物により流出時の状態を分類し，その流出後の火災や他の機器への災害伝ぱのシミュレーション化を可能にしている。

(2) 災害の拡大のみならず災害進展の抑制策として消火による効果が重要となるが，高圧ガス保安指針の評価手法ではこの消火効果が考慮されておらず，事象の複雑さからモデル化された例もない。そこで，スプリンクラー冷却による受熱タンク表面の熱上昇抑制を考慮した災害伝ぱ防止の評価手法を構築している。さらに，冷却水量の配分手法として，火災が発生した際の受熱状況だけではなく，それ以降の災害進展も考慮に入れた水量配分の最適化を提案している。

(3) 爆風圧が配管に及ぼす影響を評価し得るシステムを構築し，例解析を行っている。特に，複数回の爆風圧による累積被害の評価手法を提案し，高圧ガス保安協会の指針による被害領域との比較から，累積被害を考慮した提案手法を用いて配管危険領域の判定を行う必要性があることを示している。

(4) 開発した災害シミュレーションを用いて，風向や風速などの気象条件を確率分布とし，気象条件による火災からの受熱量変動時のリスクの定量的評価手法を構築している。また，提案手法を実プラントに適用した例解析より，プラントの安全性をリスクで比較，検討することが可能となったこと，スプリンクラー冷却による災害進展の抑制効果についても定量的把握が可能となったことを示している。

以上のように，本論文は，複雑な事象を伴うプラント災害を体系的に整理し，延焼や複数回の爆風圧による累積被害といった災害の連鎖危険性ならびに消火効果を評価するため，災害被害状況を時刻歴に表示し得る災害シミュレーションの構築を行ったものである。さらに，開発した災害シミュレーションを基に，気象条件などの入力を確率分布として取り扱うことにより，より現実的で実用性の高い化学プラントの信頼性評価を行う手法を提案したものであり，工学分野に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。