

# K05

## 多数基立地サイトにおける格納容器破損シナリオの リスク解析に関する研究

Study on Risk Analysis of Primary Containment Vessel Scenario in Multi-Unit Site

阪大院・工 ○ 嶋本 貴文 高田 孝 東大院・工 山口 彰

Takafumi Shimamoto Takashi Takata Akira Yamaguchi

本研究では、多数基立地サイトにおける個々のユニットのリスク評価手法として、アクシデントマネジメントを含むユニット間の相互作用並びに個々のユニット個別の時間進展を考慮した動的なイベントツリー評価方法を構築した。

**キーワード：**多数基立地サイト、連続マルコフ過程モンテカルロ法、動的イベントツリー、格納容器破損、シビアアクシデント

### 1. 緒言

マルチユニットは世界の8割以上を占めている[1]にもかかわらず、本来隣接ユニットの状態に応じてその対応も変化するため、単独のイベントツリー(ET)法を用いた評価では不十分である。そこで本研究では、ET法に連続マルコフ過程モンテカルロ(CMMC)法を用いることで動的に扱い、隣接ユニットの影響およびプラント固有の時間進展を同時に考慮する方法を構築した。

### 2. 評価方法

評価に用いるETは従来と同様であるが、隣接ユニットの影響によりイベントツリー分岐確率が変化するため、隣接ユニットの状態に応じた条件付き確率表を用いる。図1にET例を示す。ここで、2つ目以降のヘディング(図中赤)の分岐確率を評価するフォールトツリー解析に対し、特にシビアアクシデント対策の失敗確率について複数ユニットのメリット(予備品の流用、人的余裕等)およびデメリット(屋外作業不可、人的不足等)を隣接ユニットの状態に応じて変化させる。また、各ヘディングに対し図1に示すようにヘディング経過時間を設定することで、時間進展を評価する。

計算は、各タイムステップにおいてまずプラント状態をもとに各ヘディングの分岐確率を計算し(マルコフ過程)、ユニット毎にそれぞれの時間進展を踏まえたヘディングの成功・失敗をモンテカルロ法で計算する。全てのユニットの最終状態(図1中のシナリオ1-4)が決定すると、計算終了となり次のサンプル計算を実施する。なお、複数のタイムステップが1つのヘディングに及ぶ場合は、単位時間当たりの失敗確率を用いる。

### 3. マルチユニットの事象シーケンス評価

図1に示すETをもとに、隣接ユニットの影響が無い場合、隣接ユニットのメリットのみを各ヘディングに付加した場合(好影響)および隣接ユニットのデメリットを付加した場合(悪影響)について評価を行った。サンプル数は各ケース $10^6$ サンプルで、隣接ユニットの影響が無い場合の各ヘディングの失敗確率はそれぞれ0.10, 0.09, 0.51とした。評価結果を表1~3に示す。なお、表2, 3は表1に対する比率である。

表1に示すように、隣接ユニットの影響が無い場合では概ねユニットの状態はシナリオ1か2となる。隣接ユニットのメリットを考慮した場合、隣接ユニットの状態が良い(ヘディングの分岐に成功)場合は各ヘディングの失敗確率が下がるため、表2に示すように全体的によりよいプラント状態(シナリオ番号が若い)へと移行している。一方でデメリットを考慮した場合、表3に示すようにより状態の悪いシナリオへと移行しており、本手法により隣接ユニットの影響を考慮したリスク評価が可能な見通しを得た。なおシナリオ4への分岐は最初のヘディングで決まるため、隣接ユニットの影響はなく、またこの状態ではメリットが無いため表2に示すように表1と同じ結果(表2中の1.0)となっている。表3中の1.0についても同様である。

### 4. 結言

隣接ユニットの影響およびプラント個別の時間進展を考慮した動的なイベントツリー解析手法を、連続マルコフ過程モンテカルロ法を用い構築した。今後は、各シビアアクシデント対策のマルチユニット運用におけるメリット、デメリットを定量化した上で具体的なリスクへの影響を評価する予定である。

**参考文献** [1] S. Samaddar, et. al., PSAM12, 333, 2014

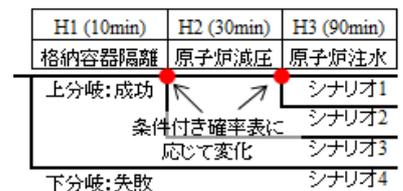


図1 ET例

表1 最終状態割合 (隣接ユニット影響無し)

影響無し		Unit2 シナリオ				合計	20-100%
		1	2	3	4		
Unit1 シナリオ	1	16.1%				40.1%	20-100% 10-20% 5-10% 0-5%
	2	16.8%	17.4%			41.8%	
	3	3.3%	3.4%	0.6%		8.1%	
	4	4.0%	4.2%	0.8%	1.0%	10.0%	

表2 隣接ユニット好影響

好影響のみ		Unit2 シナリオ				2-1-2-0.5-1-0-0.5
		1	2	3	4	
Unit1 シナリオ	1	3.2				2-1-2-0.5-1-0-0.5
	2	0.6	0.4			
	3	0.1	0.1	0.0		
	4	1.0	1.0	1.0	1.0	

表3 隣接ユニット悪影響

悪影響のみ		Unit2 シナリオ				2-1-2-0.5-1-0-0.5
		1	2	3	4	
Unit1 シナリオ	1	1.0				2-1-2-0.5-1-0-0.5
	2	0.7	1.5			
	3	0.5	1.4	1.8		
	4	0.4	1.2	2.8	1.0	