

No.

<p>タイトル： FILTERED VENTED CONTAINMENTS 「フィルタベント格納容器」</p>
<p>文献番号／年月日／著者： Nuclear Engineering Design 120(1990)93-103/1989.7/ R.O.SCHLUETER, R.P.SCHMITZ</p>
<p>分類： 国；(米国) フランス，西独，スウェーデン 型式；(BWR) [Mark-I, Mark-II, Mark-III] (PWR) [大型ドライ，アイスコンデンサ] 内容；格納容器ベント (設計) 運転，(効果) (コスト) その他 ( ) シビアアクシデント対策 アクシデントマネジメント その他 ( )</p>
<p>概要：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>このレポートには諸外国（スウェーデン，フランス，西独，米国）のフィルタベントシステム（FVCS）が紹介され、米国の代表プラントにFVCS設置を想定した場合のリスク評価及びコストベネフィットが議論されている。また、ベクテル社が提案するサンド/グラベルフィルタシステムに関連し、FVCSの開発アプローチやベント操作の戦略及びコストが含まれている。</li> <li>ここで紹介されているシステムは以下の4システムである。 <ol style="list-style-type: none"> <li>① スウェーデン：FILTRA（フィルタ材は砂利）</li> <li>② フランス：サンドベッドフィルタ（フィルタ材は砂）</li> <li>③ 西独：ベンチュリスクラバシステム（フィルタ材はプール水とステンレスファイバ）等</li> <li>④ 米国：サンド・グラベルフィルタ（フィルタ材は砂・砂利；添付図参照）</li> </ol> </li> <li>フィルタベントのリスクとベネフィット評価 <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 リスク評価とリスク低減対策 <p>FVCSの使用によるリスク低減効果を定量化するため多くの研究が試みられてきた。ここでは重要な研究であるRSS, IDCOR, Zion, Gazzilloら, Gonzalesらの研究について記述する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① RSSでは、格納容器破損に引き続く炉心損傷事故がリスクに対し主要な寄与をしていると考えられた。</li> <li>② IDCORでは、BWRに対してはフィルタなしのベントシステムがわずかにコスト効果的であり、また若干現実的な仮定を用いればフィルタなしのベントでさえコスト効果的ではない、PWRに対するフィルタベントはコスト効果的ではないと評価された。</li> <li>③ ZionのPSAによればFVCSはリスクを1/2低減するだけで、FVCSを追加してもリスク低減効果は小さいと結論された。</li> <li>④ Gazzilloらの研究では、PWRのドライ格納容器に対してFVCSによるリスク低減効果を評価し、TMLB' に対しリスクを1/30低減することを示した。一方、設置時のネガティブな面も検討された。</li> <li>⑤ Gonzalesらの研究では静的崩壊熱除去系（PCSRs），FVCS，水素燃焼制御の緩和対策を考慮してリスク低減効果を評価している。 PCSRsが最もリスク低減効果が大きく、次にFVCSで約1/20の低減効果があると計算された。</li> <li>⑥ Benjaminらの研究によれば、MARK-IのBWRプラントに対し、問題点に対する対策を行ったFVCSでは約1/40～1/400のリスク低減効果があると評価された。</li> <li>⑦ Harperらの研究によれば、MARK-IIIのBWRプラントに対し、あるベントオプションでは1/100のリスク低減効果があると評価された。</li> <li>⑧ スウェーデンのRingalsプラント（BWR，PWR）についてFVCSの評価がなされた。</li> </ol> <p>ただし、これらのリスク解析には多くの仮定があること及び不確定なモデルに大きく依存していることを銘記することを忠告している。</p> </li> </ol> </li> </ol>
<p>備考：</p>

### 3.2 フィルタベントのコストベネフィット評価

Benjaminらのシビアアクシデント時の防止対策及び緩和対策のコストベネフィット解析によれば、FVCSはBWRに対してコスト効果的であり、PWRに対して明らかにコスト効果的でないが、水素燃焼対策はPWRに対して効果的でありBWRには効果的でないことが指摘されている。

この評価で種々の安全系のベネフィットを特徴づける指標は以下のものである。

- 回避されるリスクの大きさ(プラント寿命にわたって回避されるマン・レムで表わす)
- 回避される事故時の全コスト(サイト内外の両方を含む)
- 回避されるサイト外へ影響するコスト(人体への影響、財産損害)

### 3.3 FVCS設置決定のための解析

FVCS設置を決定する際の要因として以下のことがあげられる。

- 個人死亡リスクや社会リスクの大きな低減
- 長期の土地汚染を考慮した場合の経済的影響
- FVCS設置のコスト
- 機能要求時の系統や運転員の性能評価
- 技術的でない考察や政治的な考察

## 4. ベントの方針

FVCSは種々の事故シナリオに対応できる裕度をもっている。可能なベント方針の一例を以下に示す。

- 炉心溶融がなく、炉心注水なしの場合の設計圧より低い圧力での低流量の圧力開放
- 部分的炉心溶融があり、メイクアップ系の一部の炉心注水がある場合の設計圧での低流量の圧力開放
- メイクアップなしでの炉心溶融時フィルタを介した設計圧以上での低流量の圧力開放
- ATWS時炉心溶融なしで、炉心メイクアップを行う場合のフィルタをバイパスした直接大気への高流量の圧力開放
- ATWS時一部が炉心溶融し、炉心メイクアップを行う場合のフィルタを介した高流量の圧力開放
- 炉心メイクアップなしで、炉心溶融を考慮した場合のフィルタを介した高流量の圧力開放

異なる圧力でのベントには種々の違った利害と得失があるが、FVCSはより高い圧力でより大きな流量で効果的に使えるだろう。

## 5. FVCSシステムに対する要求

FVCSシステムに対する設計クライテリアは以下の通りである。

- ATWSを想定してベント流量は300,000ft<sup>3</sup>/minとする。
- ベント操作は手動操作も有するパッシブな操作とする。
- 電源を必要としない操作とする。
- フィルタDF効率は99.9%とする。
- システムの手動操作中は作業員を防護する。
- 流量、圧力、FP放出をモニタリングする。
- 格納容器への凝縮水の戻りを考慮する。
- 高流量/低流量、バイパス状態に対し冗長性をもたせる。
- 格納容器バウンダリー以外は安全グレード、耐震性、IE系のクラスを適用しない。
- 作業員によりシステムは停止し、要求があれば再起動する。
- 運転中のシステムの状態を提供するため、適切なパラメータをモニタリングする。

備考：

- システムが事故後作動する時の腐食を最小にし、水素燃焼を回避するために、窒素置換を行う。
- 既存の格納容器パージ系を用いたものとする。
- 格納容器の I L R T テスト中でも格納容器から排気できる。
- 格納容器設計圧力で手動もしくは自動的に操作開始できる。

## 6. 結 論

米国の現行規制では、米国プラントにフィルタベントの設置は要求していないし、許可もしていない。

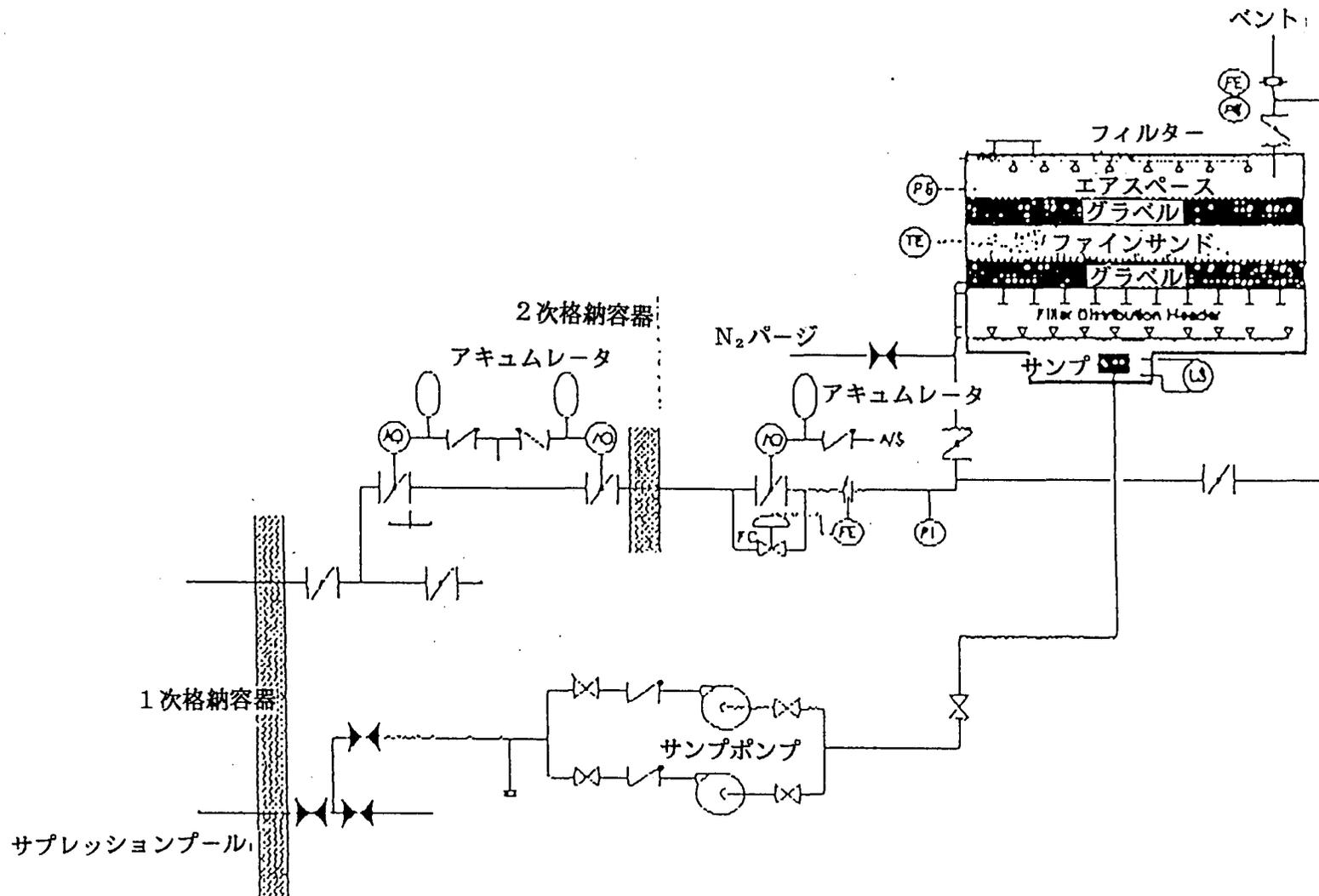
また、米国にフィルタベントを設置する場合のコストは、クライテリアにもよるが、\$10 million ~ \$30 million と考えられる。

多くのリスク評価及びコストベネフィット解析では、加圧による格納容器破損の事故シーケンスでのリスク低減効果は小さいことを示している。また、コスト解析は技術ベースでコストが正当化されないことを示している。さらに、F V C S の設置に伴い新たなリスクがある。

Q. 具体的な費用は？  
 A. 他はベントも追加の費用が  
 要。  
 Q. ベントは254と500と27  
 7000-2500と7000

Vent/filter scheme	Estimated cost
Swedish filter/vent design	\$30 million
French filter/vent design	\$5 million
German filter/vent design	\$8 million
Installation of a vent to atmosphere	\$2 to 4 million
Installation of a sand gravel filter/vent system design	\$20 to 30 million

備 考：



サンド/グラベルフィルタベントの概念設計