

平成23年(ヨ)第21号

玄海原子力発電所2号機3号機再稼動差止め仮処分命令申立事件

債権者 味志陽子、外89名

債務者 九州電力株式会社

## 主張書面(10)

2014年11月25日

佐賀地方裁判所 御中

債権者ら訴訟代理人

弁護士 冠木克彦



弁護士 武村二三夫

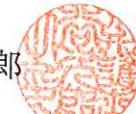


弁護士 大橋さゆり



弁護士冠木克彦復代理人

弁護士 谷次郎



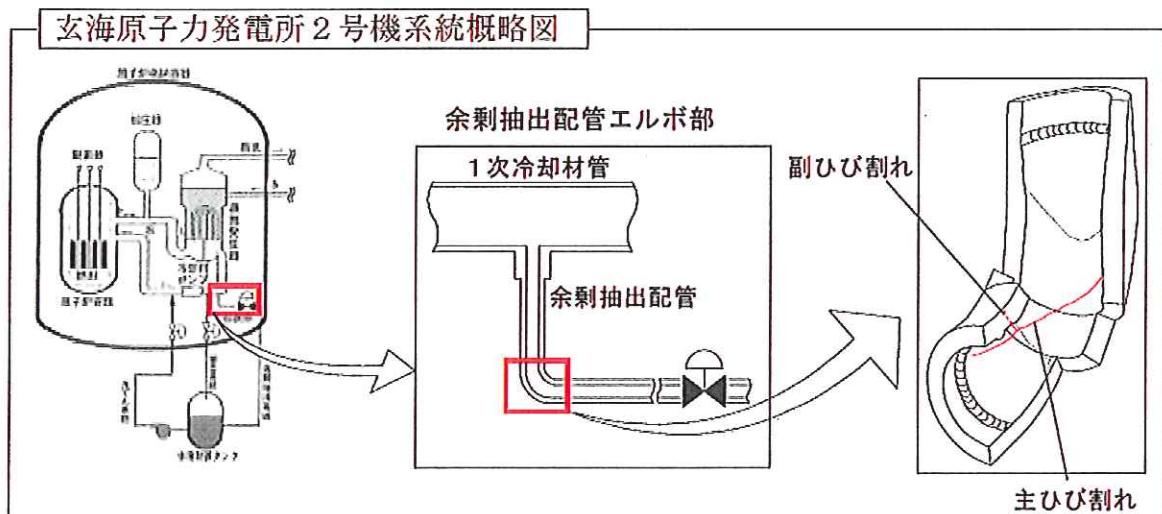
## 目次

第1	玄海2号機の余剰抽出配管のひび割れの確認	2
第2	ひび割れによる地震時の配管破断	3
第3	地震により余剰抽出配管が破断した場合の事故の様相	4
第4	補助給水系配管の検査	6
第5	燃料溶融以後の機序	8
第6	結論	11

## 記

### 第1 玄海2号機の余剰抽出配管のひび割れの確認

1 2007年2月16日の九州電力及び原子力安全保安院の発表によれば、玄海2号機の余剰抽出配管に技術基準の計算必要厚さを大きく割り込むような深いひび割れが入っている（甲28の1）。余剰抽出配管は内径約4.3cmの小口径配管で、下図で示されているように1次冷却材管に接続されており弁はひび割れより下流にある（甲28の2、参考資料）。もし、地震等でひび割れが拡大し破断に至れば、1次冷却材が流出する事故、すなわち小（破断）LOCA（Loss of Coolant Accsident）となる。



2007.2.16 原子力安全保安院 ニュースリリース

2 玄海2号機で発生した余剰抽出配管のひび割れの問題が深刻であるのは、これまで主張してきたように、技術基準を割込む深い傷が発生しても長期にわたって発見されなかつたことであり、したがって、たまたま発見された本件のひび割れについて、取りかえによって改修したとしても、他の、定期検査の対象となっていない中小配管において、同程度の技術基準を割込む深い傷が存在している可能性がある。

債務者において、この可能性を否定する立証はなされていないし、他の原発、例えば、関西電力大飯3号機では原子炉容器出口管台溶接部における深い傷が発見されたという事実（甲36）からも、一般的に配管やプラントの板厚の傷の管

理は杜撰であることが示されており、本件玄海2号機において隠された配管における「傷」がありうることは否定しがたい。

3 玄海2号機の安全性を検討するについて、現に発見された余剰抽出配管のひび割れが存在するところに地震が襲った場合にいかなる危険が発生するかを検討する。

## 第2 ひび割れによる地震時の配管破断

### 1 ひび割れ先端に応力が集中

日常生活でも経験するように、何か物を引き裂こうとする場合、わずかな切れ目でも入ると難なく裂けることがわかる。

このように、ひび割れがあるとひび割れ先端に応力が集中する効果が生じる。

下図は、脆性破壊であるが応力集中によって巨大な船が小さな波でも真っ二つに割れたという事実を示している（甲37、2～3頁）。債務者

者は、準備書面5の3頁において、「本件原子力発電所周辺で発生することが予測される地震・津波に対しても十分な安全性を確保している。すな

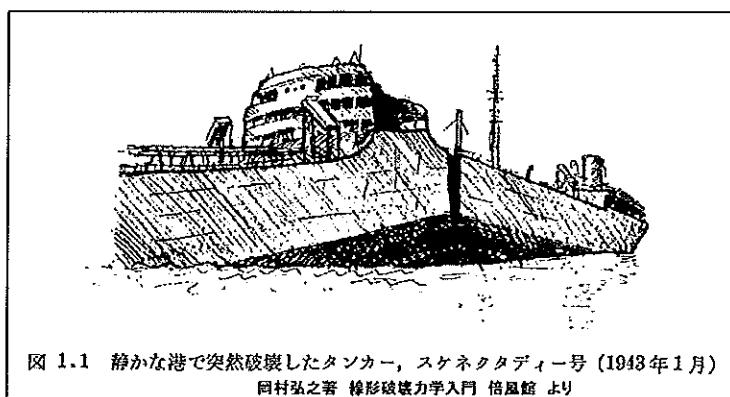


図1.1 静かな港で突然破壊したタンカー、スケネクタディー号（1943年1月）  
岡村弘之著 構造破壊力学入門 倍風館より

わち、債務者は、基準地震動規模の地震動によって配管を含む各設備に加わる応力を算出し、配管を含む各設備がその応力に耐えることができるこことを確認している」と述べている。実際には、配管の耐震解析では主給水管を除いて劣化は想定されず新品同然として扱われている。実際にひび割れがある場合にその影響がどうなるかが問題になる。

### 2 技術基準を割込む「ひび割れ」があれば耐震安全性は保証されない。

余剰抽出配管は内径4.3cmの小口径配管である。2011年12月14日の玄海2号機に関する総合評価・添付資料5-1-6(2/15)によれば、「1次冷却材圧力バウンダリ接続小口径配管」に関する耐震裕度評価結果では、評価値

が 7.8 MPa に対して許容値が 3.39 MPa なので裕度（許容値／評価値）は 4.34 あるとされている（甲 38、2 頁）。この評価値は基準地震動による最大加速度が 540 ガルの場合なので、現在九州電力が想定している 620 ガルの場合は（甲 39、263 頁）、それに応じて評価値をある程度高めることになり、それだけ裕度が下がることになる。

今回起きたひび割れの場合、ひび割れの深さは約 8.1 mm で、配管残厚が約 1.5 mm となり、技術基準で定める計算必要厚さ約 4.5 mm を大きく割り込んでいた（甲 28 の 1）。このような場合、ひび割れ先端に応力集中が起こり、先端応力は「応力集中係数」 $\alpha = 1 + 2\sqrt{(a/\rho)}$  倍に拡大される（ただし、a は傷の深さ、 $\rho$  は傷先端の曲率半径[およそ先端傷幅の半分]）（甲 40、7 頁）。 $\rho$  は限りなく小さい場合を考えることができ、こうして「負荷引張応力  $\sigma$  一定のもとでいったん欠陥先端にき裂が生じれば、き裂先端では常に式(1.11)が満足され、次々に原子面の分離が生じることになる。このようにしてき裂がその寸法を増加し続ければ、結局は固体全体は 2 つに分離してしまう」ことになる（甲 40、8 頁）。この危険性は「応力拡大係数」によって考察されている。

主給水配管では技術基準までのき裂を仮定して耐震安全性を確かめている。それ以上に深いき裂が生じた場合は、耐震安全性が保証されないと考えるべきである。計算必要厚さの 1/3 しかない厚さでは、基準地震動規模の地震動であっても応力集中によって配管は破断に至る危険性があったことは明らかである。

### 第3 地震により余剰抽出配管が破断した場合の事故の様相

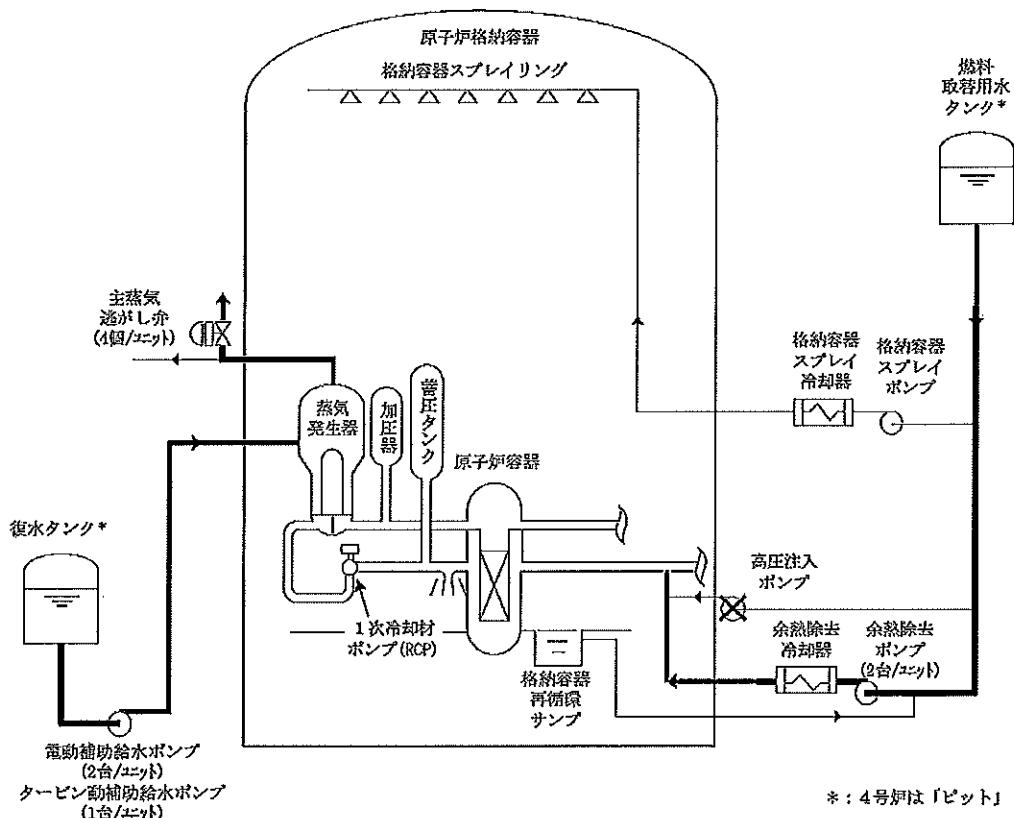
#### 1 はじめに

余剰抽出配管は 1 次冷却材配管に接続されており、弁はひび割れより下流側にあるので、この小口径配管が破断すると 1 次冷却材流出事故（小（破断）LOC A）となる。このような場合は、九州電力が新規制基準適合性審査のために 2013 年 8 月 29 日に原子力規制委員会に提出した資料 1-1 の資料-8 にシナリオが記載されているので、これに沿って検討する（甲 35）。この解析では 1 次冷却材管の低温側に口径 10 cm や 5 cm 等の孔が開いた場合が想定されている。

この想定は、口径の違いを除けば余剰抽出配管からの流出と基本的に変わりはない。

その事故経過は8-3頁に書かれており、その途中に「補助給水ポンプ自動起動・補助給水流量確立の確認」があることが注目される。他にも蒸気発生器伝熱管破損事故や余熱除去系からの漏えい事故など、小（破断）LOCA類似の事故では必ず2次側の補助給水系統が働くことになっている。この事故シナリオでは、制御棒は下りており、タービンも自動トリップして主給水系統-蒸気発生器による原子炉の冷却は停止している。そのため、補助給水系統からの水を蒸気発生器を通して主蒸気逃し弁から大気中に蒸気として放出するという経路を働かせて原子炉を冷却するのである（次図）。

## 2. 重大事故等対策概要図（短期対策）



第1図 重大事故等対策概要図（短期対策）

2013年8月29日新規制基準適合性審査会合 資料1-1、資料-8、8-4頁

## 2 炉心溶融に至る可能性

補助給水には、電動補助給水が2系統とタービン動補助給水が1系統存在して

いる。今は地震が来た場合を想定しているので、もし地震動によってこれら系統の配管が破損すれば、補助給水一蒸気発生器による1次冷却材・原子炉の冷却ができないので、小（破断）LOCA事故は収束するとは限らず、崩壊熱によって炉心溶融に至る可能性がきわめて高くなる。

この点、債権者は2011年10月21日付主張書面の第3で債務者に対し求釈明を行っている。それに対する債務者の2012年1月11日付準備書面2の2頁では、地震によりこれら補助給水系統が働かなければ「原子炉を冷却する手段は他ないことになる」と答えている。

それゆえ、カギは補助給水系統の配管が地震動によって破断する可能性があるかどうかにあり、それはまた、探傷検査が的確に行われているかどうかにかかっている。

#### 第4 補助給水系配管の検査

##### 1 補助給水系統の配管の劣化状態

###### (1) 債権者の求釈明

補助給水系統の配管の劣化状態については、債権者は2011年10月21日付の主張書面第3の5頁で債務者に対する求釈明を次のように行っている。

「これら配管の劣化状態はどうなっているか、調査結果を示すこと。検査はどの部位を何年ごとに行っていて、直近の検査はいつで、その結果はどうだったかを示されたい。これら配管について、劣化を考慮した場合の耐震解析結果を示されたい」。

###### (2) 債務者の釈明

この求釈明に対する債務者の回答は、準備書面2の7～8頁でなされている。その趣旨は以下のようである。

- ①配管減肉は水や蒸気が流れることにより発生するが、当該配管はそのような対象ではないため、「配管減肉管理の対象からは除外することができる」。
- ②しかしながら、「検査が求められていない補助給水設備配管についても配管減肉管理を実施しており」、「余寿命を考慮した適切な次回検査時期を定め、

定期検査毎に計画的に配管肉厚測定を実施しており・・・」。

③補助給水系は主給水系ではないため、経年劣化を考慮した耐震解析は行っていない。

### (3) 問題点

これらの回答に対し次の点が指摘できる。

- ① 水や蒸気が常時流れるのではない配管は、基本的に検査対象からはずしている。しかし、余剰抽出配管に生じたひび割れは、まさに水や蒸気が常時流れなくとも著しい劣化が起こることを如実に示した。
- ② 余寿命による管理は傷・減肉等の正確な把握なしには成り立たない。傷の深さがゼロだと判断すれば、余寿命は無限大になる。その判断に基づいた検査計画では検査がされることになってしまふ。そのため、おそらく一定期間後には検査をすることになっていると思われるが、そのような期間は明らかにされていない。
- ③ 耐震判断で劣化を考慮していない以上、実際に劣化がある配管では、耐震余裕は解析結果より低いものになる。

## 2 地震動による配管破断の危険性

このような問題を指摘する以前に、債務者は債権者の求釈明にまったく答えていないことを指摘しておきたい。例えば検査がどのように行われているかについて、どの程度の頻度で検査が行われているか、直近の検査結果などについて具体的に尋ねているが、それにはまったく答えていない。

債務者は、準備書面5の第2においても、かなり系統的に配管の管理について述べているが、それはやはり抽象的な方針的な内容にとどまっていて、これでは検査の実態は把握できない。もしこのような管理方針が真に有効であるなら、余剰抽出配管の大きなひび割れは生じなかつたであろう。また、余剰抽出配管のひび割れ発生を踏まえた「対策」が準備書面5の6頁に書かれているが、検査制度をどう改めたかの記述が何もない。

一般に配管等に対し、以前は新品同然であることが要求されていたが、2000年代になってから劣化も許されるようになっている。蒸気発生器伝熱管の検査

などは以前は毎回の定期検査で全数検査することが要求されていたが、その要求がいまは大幅に緩和されている。このような緩和された検査の実態がどのようなものか、ぜひ具体的に明らかにされる必要がある。

補助給水系配管の具体的な検査の実態が明らかにされ、配管の減肉や傷が確実に把握できるという保証が示されないかぎり、地震動によって配管が破断する危険性があると判断されるべきである。

## 第5 燃料溶融以後の機序

### 1 燃料溶融による原子炉容器及び原子炉格納容器の破損

燃料溶融がおきると原子炉容器の下部に溶融燃料がたまり、原子炉容器の底を破損し、さらに外側の原子炉格納容器のコンクリート製底部を破損するおそれがある。原子炉格納容器が破損すれば大量の放射性物質が原子炉施設外に流出することになる。

設置許可基準規則 37 条 2 項は、重大事故(燃料の著しい損傷)が起きた場合、原子炉格納容器の破損防止を求める。「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」では【要求事項】として「発電用原子炉設置者において、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器の破損を防止するため、溶融し、原子炉格納容器の下部に落下した炉心を冷却するために必要な手順などが適切に整備されているか、または整備される方針が適切に示されていること」とし、この解釈は、「溶融炉心の原子炉格納容器下部への落下を遅延または防止するため、原子炉(圧力)容器へ注水する手順等を整備すること」としている。すなわち設置許可基準規則 37 条 2 項は、溶融炉心が、まず原子炉(圧力)容器を破損し、さらにその外側にある原子炉格納容器を破損することになるおそれがあることから、原子炉格納容器の破損を防止するため、まず原子炉(圧力)容器の冷却を求めているのである。

同規則 55 条は、「発電用原子炉施設には、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損…に至った場合において工場等外への放射性物質の拡散を抑制するた

めに必要な設備を設けなければならない」としている。これは炉心溶融から原子炉格納容器破損に至った場合、放射性物質が施設外に拡散することを想定しているからである。

しかし、実際に債務者が想定している対策は、炉心溶融が始まると炉心に注入していた冷却水を、原子炉容器の下にある原子炉格納容器下部キャビティに水を溜めるように切り替え、炉心は溶けるに任せている。炉心溶融は燃料の著しい損傷であり、重大事故である。すなわち債務者の想定している対策は、重大事故の場合、原子炉（圧力）容器内の炉心の冷却によって原子炉格納容器の破損防止を求める設置許可基準規則37条2項に違反している。これでは炉心溶融の際原子炉格納容器の破損防止ができるかどうかははだ心許ないといわねばならない。

原子炉格納容器が破損した場合の債務者の対策は、格納容器からは気体状の放射性物質しか放出されないと勝手に決め込み、それを放水砲で撃ち落とし、その汚染水が海洋に流出するのを防ぐためにシルトフェンスを張ることしかない。しかし、福島第一原子力発電所では、現に溶融炉心を冷却するために原子炉圧力容器内に注入している1日400トンもの冷却水に溶融炉心の放射性物質が溶け込んで汚染水となり、そのすべてが格納容器の外部に流出しているという事実がある。その流出ルートはいまだ把握されていないが、格納容器を貫く配管等が地震によって破損したからに違いない。このような重大な事故の実態、流出の原因が把握されないまま、そのようなことはあり得ないとして事故シナリオが立てられているのである。福島事故の実態を把握することが絶対的に優先されるべきである。

福島事故の実態からみても、ひとたび炉心溶融が起これば、放射性物質が格納容器からさまざまなルートで外部に出て、広範な汚染を引き起こす危険性が極めて高いと考えるべきである。

## 2 水素の爆轟

燃料被覆管のジルコニウムは900度以上になると水の酸素を奪って酸化し、残った水素が水素ガスとなる。この発熱反応によりますます酸化が進む（正のフィードバック）。この水素ガスは加圧器逃し弁やLOCAの場合は破断口から原子炉格

納容器内に放出される。

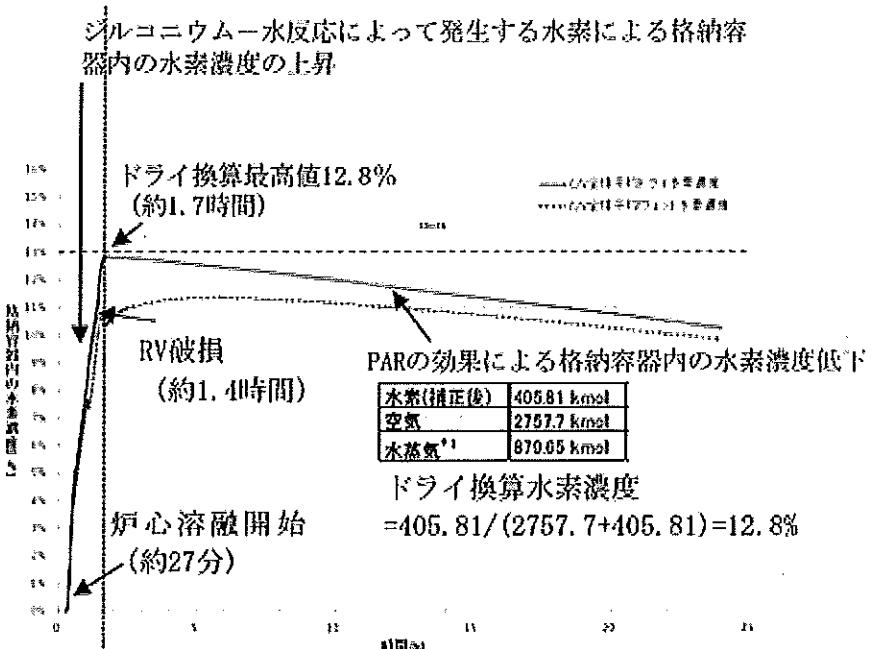
溶融燃料が原子炉容器を破損してさらに落下し(メルトスルー)、原子炉格納容器内の下部キャビティに落ちる。すると原子炉容器内にあった水素が原子炉格納容器内に放出される。また原子炉格納容器内に存在する水蒸気の放射線分解によっても水素が発生する。

原子炉格納容器内の水素濃度がドライ換算(水蒸気を無視した場合)で体積比4%を超えると水素爆発(爆燃)が発生しうる。これが13%を超えると水素の爆轟が発生しうる。この水素の爆轟による衝撃波によって原子炉格納容器が破損する恐れがある。設置許可基準規則第37条2項の解釈の2-3(f)では、「原子炉格納容器が破損する可能性がある水素の爆轟を防止すること」が求められている。文字通りこれは水素の爆轟により原子炉格納容器が破損する可能性を前提とするものである。同規則同条同項の解釈2-4では「上記2-3(f)の「原子炉格納容器が破損する可能性がある水素の爆轟を阻止すること」とは、以下の要件を満たすこと。

「(a)原子炉格納容器内の水素濃度がドライ条件に換算して13vol%(vol%とは体積比による百分比)以下または酸素濃度が5vol%以下であること」

としている。

ところが、債務者自身の評価(甲41、17-8頁)によれば、水素濃度は問題の13%にほぼ達することになっている(右図)。この計算に用いられたMAAPコードには不確定性が



第6図 C/V内の全体平均水素濃度の推移(GOTHIC)<sup>\*2</sup>  
2013年10月10日 新規制基準適合性に係る審査会合、資料1-1、17-8  
頁より

あることが知られているので、そのような不確定性を考慮に入れれば、水素濃度は13%に達して水素爆発が起り、格納容器が破損する可能性があると考えるべきである。

## 第6 結論

玄海2号機の余剰抽出配管に技術基準を大きく割り込むほどに深く、かつ長いひび割れが生じ、それが長年検出されずに放置され、「念のため」の検査によって偶然に発見されたという事実がある。この事実は検査制度のあり方に重大な疑問を呈しているが、検査制度自体が改善されたということは示されていない。

同様の配管の劣化が、補助給水系配管などにも起こっている可能性が高いが、検査の頻度や実態に対する求釈明には何も具体的な回答が示されていない。たとえば、配管の探傷検査は最低どれだけの時間間隔で行われているか、その時間間隔はどのように決められているか、探傷機器の精度はどれほどか等が具体的に示されるべきである。要するに、配管は劣化していないという保証が具体的に示されるべきである。そうでない限り、配管には劣化があると安全側に考えるべきである。

また、耐震解析では、配管は新品同然であると仮定して耐震余裕が確かめられているに過ぎない。劣化によるひび割れが生じていれば応力集中によって耐震余裕がなくなっている可能性がある。

このような状況で、地震により、余剰抽出配管などにおいて小（破断）LOC Aが起これば、その地震により補助給水系統の配管の破断も生じる可能性があり、その場合補助給水系統を用いた原子炉の冷却が不可能になり、炉心溶融が起こる蓋然性がある。

炉心溶融によりメルトスルーによって溶融炉心は原子炉（圧力）容器の底を突き抜け、原子炉格納容器の下部キャビティ内に落下し、さらに放射性物質は汚染水等の状態でさまざまなルートから格納容器外に放出されることになりかねない。その場合、債権者らを含む住民が重大な被害を被ることは避けられないである。