



女川原子力発電所の状況について

平成29年2月21日

東北電力株式会社



1. 新たに発生した事象に対する報告

(1) 当社原子力発電所における雨水の浸入防止措置に係る調査結果について

(1) 当社原子力発電所における雨水の浸入防止措置に係る調査結果 について(1/3)

a. 経緯および調査内容

- 平成28年11月16日, 原子力規制委員会より, 「北陸電力株式会社志賀原子力発電所2号炉の原子炉建屋内に雨水が流入した事象に係る対応について(指示)」を受領した。
- 重要度の特に高い設備を設置する建屋等を対象に, 建屋内部への雨水の浸入を防ぐ措置の状況について調査※1を実施した。(調査対象箇所は740箇所)

※1 目視および図面確認により, 貫通部に適切な止水措置が施工されており, 止水機能に影響を及ぼすような変形・損傷・腐食などがないこと。

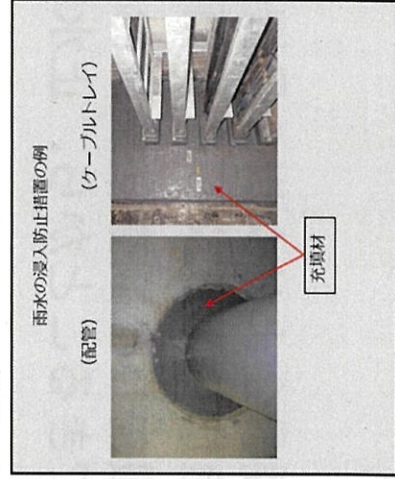
【参考】志賀原子力発電所2号機雨水流入事象の概要

- ・ 平成28年9月28日, 志賀原子力発電所2号機の原子炉建屋内に約6.6m³の雨水が流入
- ・ 常・非常用照明分電盤で一時, 漏電を示す警報が発生したものの。

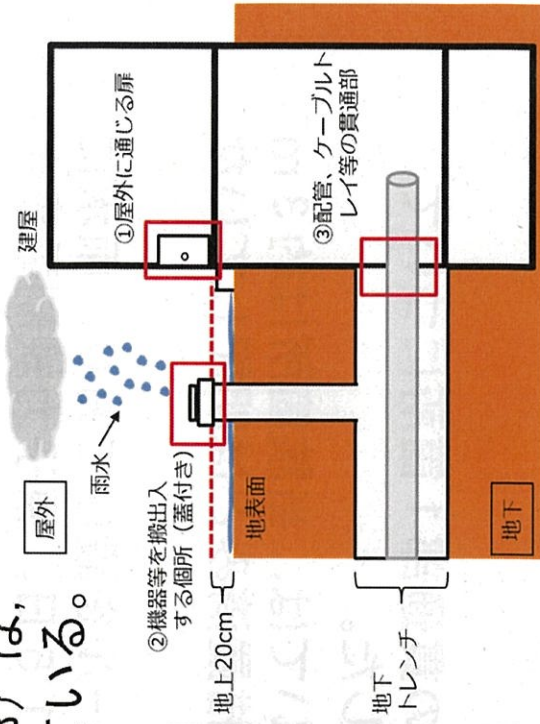
(1) 当社原子力発電所における雨水の浸入防止措置に係る調査結果 について (2 / 3)

b. 調査結果

- 地表面上の貫通部 (①「屋外に通じる扉」および②「機器等を搬出入する箇所 (蓋付き)」等は、以下のとおり、雨水の浸入防止を考慮した措置がなされている。
 - ・ 建屋 (1階床面高さ) は、地表面の基準高さ※¹ に対して20cm高く設定している。
 - ・ 機器等を搬出入する箇所は、基本的に地表面の基準高さに対して20cmより高く設定している。
 - ・ 地表面から20cmまでの範囲に設置されている貫通部については、充填材等の施工による措置がなされている。
- 地表面以下の貫通部 (③配管、ケーブルトレイ等の貫通部) は、以下のとおり、雨水の浸入防止を考慮した措置がなされている。
 - ・ 充填材等の施工による措置がなされている。



※ 1 女川：海拔14.8m



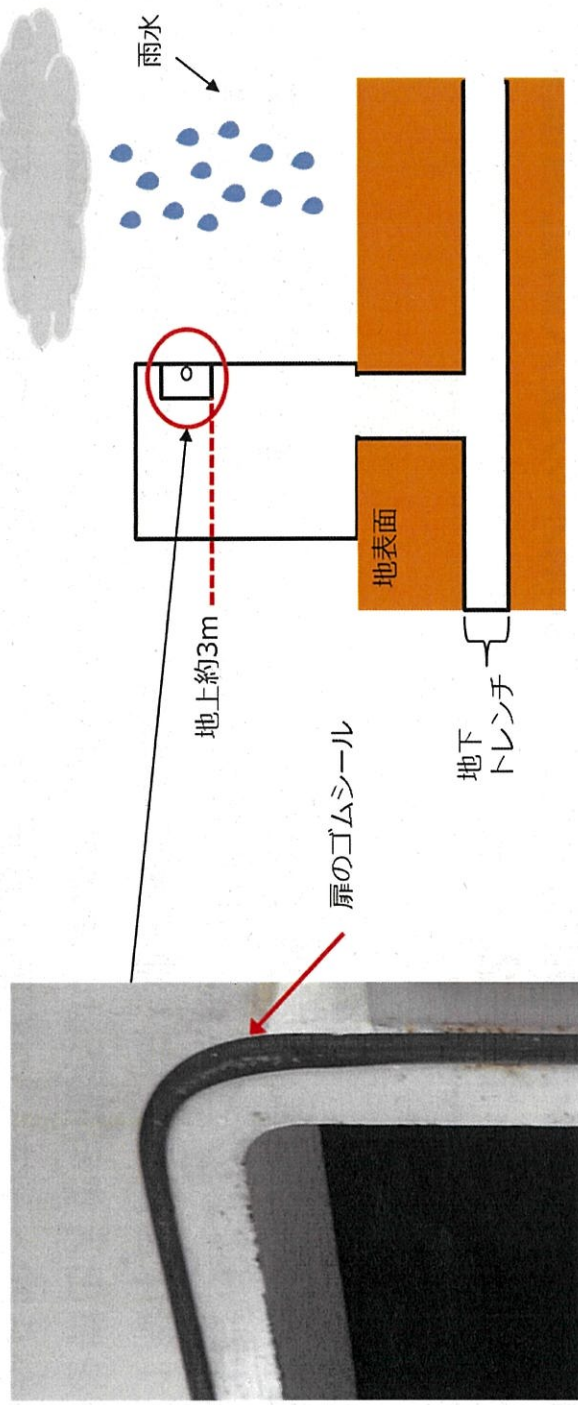
建屋等の貫通部からの建屋内部への雨水の浸入を防ぐ措置が適切に実施されていることを確認し、平成28年12月26日、原子力規制委員会に報告した。

(1) 当社原子力発電所における雨水の浸入防止措置に係る調査結果 について (3 / 3)

C. 追加指示

- ▶ 平成29年2月8日、原子力規制委員会より女川2号機の貫通部1箇所について、速やかに止水措置を実施するよう追加の指示文書を受領した。
- ▶ 昨年12月に原子力規制委員会へ報告した調査結果においては、当該箇所は約3mの高さにあり、雨水の浸入を防止できることから、止水措置済みとは明記していなかった。
- ▶ 追加の指示文書を受け、当該箇所は、建設時からゴムシールを設けており、雨水による浸水を防止する構造であることを、平成29年2月15日、原子力規制委員会へ報告した。

止水措置状況





2. 過去報告事象に対する追加報告

(1) 女川原子力発電所1号機における海水の漏えい について

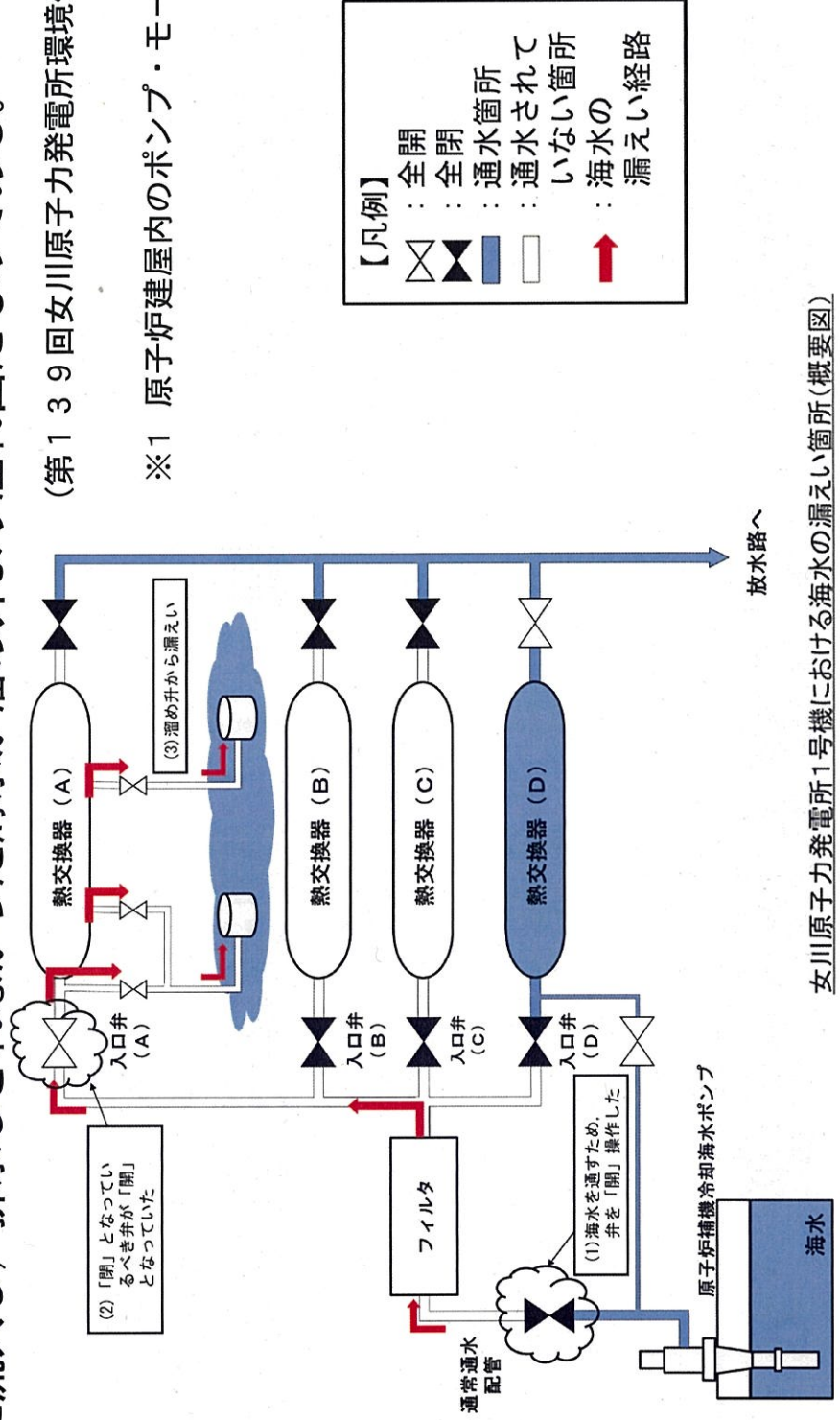
(1) 女川原子力発電所1号機における海水の漏えいについて (1/4)

a. 事象の概要

- 平成28年11月28日、女川原子力発電所1号機の原子炉建屋地下2階（管理区域：原子炉補機冷却水系※1熱交換器室）において、海水漏えい（約12.5m³）が発生した。
- 本漏えいは、原子炉補機冷却海水系の点検終了後に、熱交換器に接続する配管内に海水を通したところ、閉じているべき配管上の弁（入口弁（A））が開いた状態となったため、排水用の配管に流入し、排水しきれなかった海水が溜め升より溢れ出たものである。

（第139回女川原子力発電所環境保全監視協議会報告済み）

※1 原子炉建屋内のポンプ・モーター等を冷却する系統



女川原子力発電所1号機における海水の漏えい箇所(概要図)

(1) 女川原子力発電所 1 号機における海水の漏えいについて (2 / 4)

b. 原因

- 弁番号の聞き間違い, 相互確認の不足
【弁状態の確認は, 二人 1 組 (運転員①, 運転員②) で実施】
 - 運転員②は, 運転員①から入口弁の状態を報告を受けた際, 「D (デー)」を「A (エー)」と聞き間違えた。
 - 運転員②は, 運転員①から入口弁の状態を報告を受けた際, 自ら弁の状態を直接確認せずに, リストに記載した。

実際の 入口弁 開閉状態 (概要図参照)		運転員① の報告	運転員② による リスト上 の記載
A	全開	全開	全開
B	全閉	全閉	全閉
C	全閉	全閉	全閉
D	全閉	全閉	全開

現場確認の順番 ←

- 通水前における弁状態の確認手段が不明確
 - 通水前の弁状態の確認手段は 2 種類あり, どちらを用いるか明確に定めていなかった。
 - 今回用いた確認手段では, 通水時における適切な弁状態の確認ができなかった。

(1) 女川原子力発電所1号機における海水の漏えいについて (3/4)

C. 再発防止対策 (その1)

- アルファベットの読み方の変更
 - ・ 作業時には、航空無線等で用いられているアルファベットの読み方を使用。
(例：A=アルファ, B=ブラボ, C=チャーリー, D=デルタ・・・)

フォネティックコード

表記	読み	表記	読み
A	アルファ	H	ホテル
B	ブラボ	I	インディア
C	チャーリー	J	ジュリエット
D	デルタ	K	キロ
E	エコー	L	リマ
F	フォックスロット	M	マイク
G	ゴルフ	N	ノベンバー

表記	読み	表記	読み
O	オスカー	U	ユニフォーム
P	パパ	V	ビクター
Q	ケベック	W	ウィスキー
R	ロメオ	X	エックスレイ
S	シエラ	Y	ヤンキー
T	タンゴ	Z	ズールー

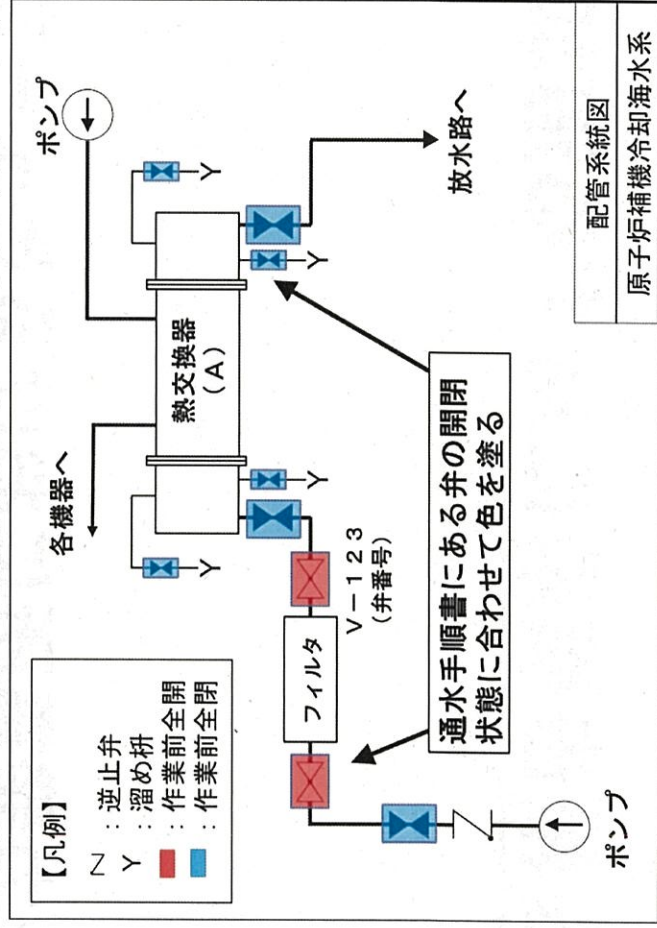
(1) 女川原子力発電所1号機における海水の漏えいについて (4/4)

C. 再発防止対策 (その2)

- 教育の実施
 - ・ ヒューマンエラー防止に向けた教育内容 (相互確認の重要性や指差呼称による確認方法等をまとめた教材を作成し共有) を充実させ、継続的に実施。
- 通水前における弁状態の確認手段の明確化
 - ・ 弁状態の確認時には、「通水手順書※1」と「配管系統図」に弁の開閉状態を示したものを現場に携行し、弁の開閉状態を確実に確認。

※1 通水作業の順序や、通水前に弁がどのような状態にあるべきかをまとめたもの。

配管系統図に弁の開閉状態を示したもの (イメージ)





2. 過去報告事象に対する追加報告

(2) 女川原子力発電所におけるヒューマンエラー低減
に向けたさらなる取り組みについて

(2) 女川原子力発電所におけるヒューマンエラー低減に向けたさらなる取り組みについて(1/4)

a. 経緯

- 平成28年7月8日、女川2号機において、安全対策工事中に原子炉建屋の地震計を誤って作動させ、原子炉が地震を感知して自動停止した際に鳴る警報を作動させる事象が発生した。
- 本事象について、平成28年7月22日、原子力規制庁女川原子力規制事務所から、女川原子力発電所における作業管理の改善に係る指導文書を受領した。

(第138回女川原子力発電所環境保全監視協議会報告済み)



当社は、女川2号機の警報発生事象について要因分析を行うとともに、平成27年9月に発生した女川1号機停電事象、至近に発生した他のヒューマンエラー事象等も含めて、共通する要因の分析と再発防止対策の検討を進め、平成29年1月20日、原子力規制庁女川原子力規制事務所に説明した。

(2) 女川原子力発電所におけるヒューマンエラー低減に向けたさらなる取り組みについて (2/4)

b. 共通要因分析

▶ ヒューマンエラーを未然に防ぐための「リスク想定」や「基本動作の徹底」が不十分であった。

共通要因	
組織	<p>[リスク想定・基本動作の徹底]</p> <ul style="list-style-type: none"> 基本動作の遵守に関する教育や作業上のリスクの問いかけ等に関する管理職の関与が不十分
	<p>[基本動作の徹底]</p> <ul style="list-style-type: none"> OJTに重きが置かれ、基本動作の重要性に関する教育内容や基本動作の実施状況を確認する仕組みが不十分
個人	<p>[リスク想定]</p> <ul style="list-style-type: none"> 作業の事前検討などにおいて、管理職が問いかけるなどの仕組みが不十分
	<p>[リスク想定・基本動作の徹底]</p> <ul style="list-style-type: none"> 緊張感の低下や慣れによる思い込みなど、作業上のリスクに対する意識や感度の低下 <p>[リスク想定]</p> <ul style="list-style-type: none"> 作業に対する理解不足により、作業前の事前検討が不十分 未経験の作業に対する管理職等のサポートが不十分

(2) 女川原子力発電所におけるヒューマンエラー低減に向けたさらなる取り組みについて (3/4)

C. 再発防止対策

▶ 「リスク想定」および「基本動作の徹底」による作業の進め方を再構築し，定着を図っていく。

(1) リスク想定と基本動作の徹底に関する基盤整備

[リスク想定・基本動作の徹底]

- 作業の各段階で，どのようなリスクがあるのかを想定する
- 安全処置※¹に関する理解促進のためのガイドを作成し，教育（1回/年）を実施
- 作業を確実に実施するための基本動作に関する教育（2回/年）を実施

(2) 作業の各段階におけるリスク想定の実施および基本動作の確認

作業計画時	[リスク想定の実施] ・管理職が自らの経験を踏まえたアドバイス等を実施
作業前	[管理職によるサポートの充実およびセルフチェックの実施] ・ヒューマンエラーによるリスク抽出のため，管理職は担当者に対し，問いかげや動機付けを実施 ・担当者自らが作業前に，もう一度立ち止まり，作業前のセルフチェック（リスク想定ドリル等の活用）を実施
作業中	[管理職による基本動作の実施状況の確認] ・管理職が担当者の基本動作の実施状況を直接確認および指導を実施
終了後	[気づき事項等のフィードバック] ・作業結果を振り返り，改善点を洗い出し，次回の作業に反映

『作業前のリスク想定，管理職のサポート状況』



『作業中の管理職の現場指導状況』



※¹ 作業を安全に実施するために，予め機器の電源を切るなどの必要な処置

(2) 女川原子力発電所におけるヒューマンエラー低減に向けたさらなる取り組みについて（4/4）

d. ヒューマンエラー低減に向けた強化期間の設定

➤ 「より、現場へ」をスローガンに、「リスク想定」および「基本動作の徹底」を発電所員に根付かせる活動を展開していく。なお、3月まで強化期間に設定している。

- ・ 発電所長を含めた幹部がパトロールを実施・指導
- ・ 業務の専門家による作業内容の観察・指導の実施

『発電所幹部による現場作業の確認状況』



e. その他

➤ 再発防止対策を取りまとめるにあたり、今回初めて外部機関（（一社）原子力安全推進協会※1）からその方針について指導・助言をいただいた。

※1 福島第一原子力発電所での事故を踏まえ、日本の原子力産業界における、世界最高水準の安全性を追求することを目的に、平成24年11月に設立された組織で、事業者の意向に影響されない独立した体制等を構築し、事業者に対して客観的に提言等を行い、安全性の達成に向けた取り組みを行っている。

- ・ 安全の維持・向上のため、発電所の運営は品質マネジメントシステムに基づき実施。
- ・ 今回策定した再発防止対策を着実に実施し、ヒューマンエラーの低減に努めるとともに、実施状況を定期的に確認し更なる改善に努めていく。

参考：女川2号機原子炉建屋のひび割れについて（1/5）

a. 経緯および報道内容

- 平成29年1月17日の審査会において、原子炉建屋の地震応答解析モデル策定の説明に際し、3.11地震等の状況について点検結果を合わせて説明した。
 - ・ 東北地方太平洋沖地震等を踏まえた原子炉建屋の地震応答解析結果
 - ・ 地震後の耐震壁のひび割れ点検結果
 - ・ 基準地震動 S_s に対する解析モデルの妥当性 等
- 審査会合後の報道内容は以下のとおり。（下線部には誤認あり）
 - ① 「1130ヶ所のひびが確認」
 - ② 「上部の剛性，7割減」，「強度は建設時の3割しかない」，「耐震強度7割低下」
 - ③ 「今後，建屋の耐震性を大幅に高める工事を進める方針」 等

参考：女川2号機原子炉建屋のひび割れについて（2/5）

b. 事実関係

- ① 地震後点検結果の概要（2号炉原子炉建屋）
 - 点検の結果，3階に比較的多くの微小なひび割れが認められた。
 - ひび割れは多数あるものの，構造上問題となる幅1mmを超えるものはなく，大半が0.3mm未満の微細なものである。（補修はほぼ実施済み）

地震により発生したことが否定できないひび割れ（耐震壁）

部位	ひび割れ箇所数			基準値
	W<0.3	0.3≤W<1.0	1.0≤W	
3階	699	35	0	※ 1.0mm
2階	139	15	0	
1階	37	7	0	
地下1階	82	12	0	
地下2階	76	7	0	
地下3階	13	8	0	
合計	1046	84	0	

W：ひび割れ幅 (mm)

合計 1130 箇所

幅1mmを超えるひびはない

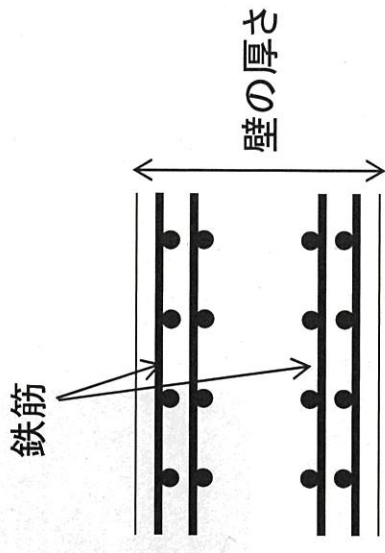
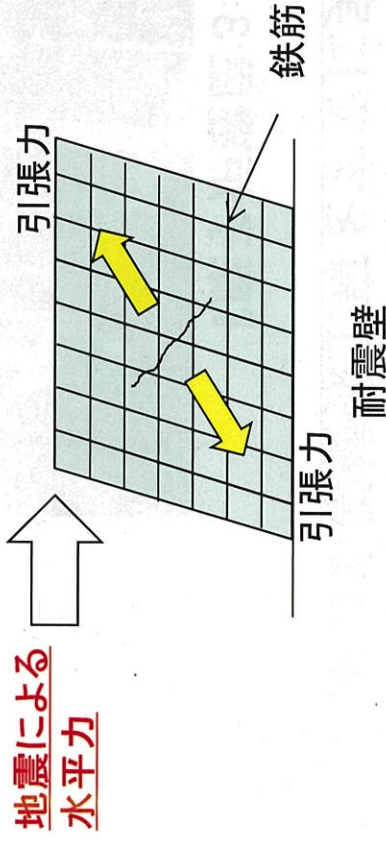
※ EPR1 NP-6695 Guidelines for Nuclear Plant Response to an Earthquakeにおける以下の記載等を参考に設定。

- ① 幅0.06インチ（約1.5mm）を超えて新しく地震によって生じたひび割れ，コンクリートの剥離，目視で確認できるフレイムの変形を重大な損傷とする。（0.06インチ以上のコンクリートひび割れは鉄筋の降伏を示している）
- ② コンクリート構造物のわずかなへアークラックのような微細なひび割れは重要な被害ではない。

参考：女川2号機原子炉建屋のひび割れについて（3/5）

② 低下しているのは耐震壁の力に対する変形の「しにくさ」の度合い（剛性）であり，強度は低下していない

- ひび割れが発生しても鉄筋が引張力を負担するため，鉄筋が健全であれば，地震に対する抵抗する力（強度）を失うことはない。



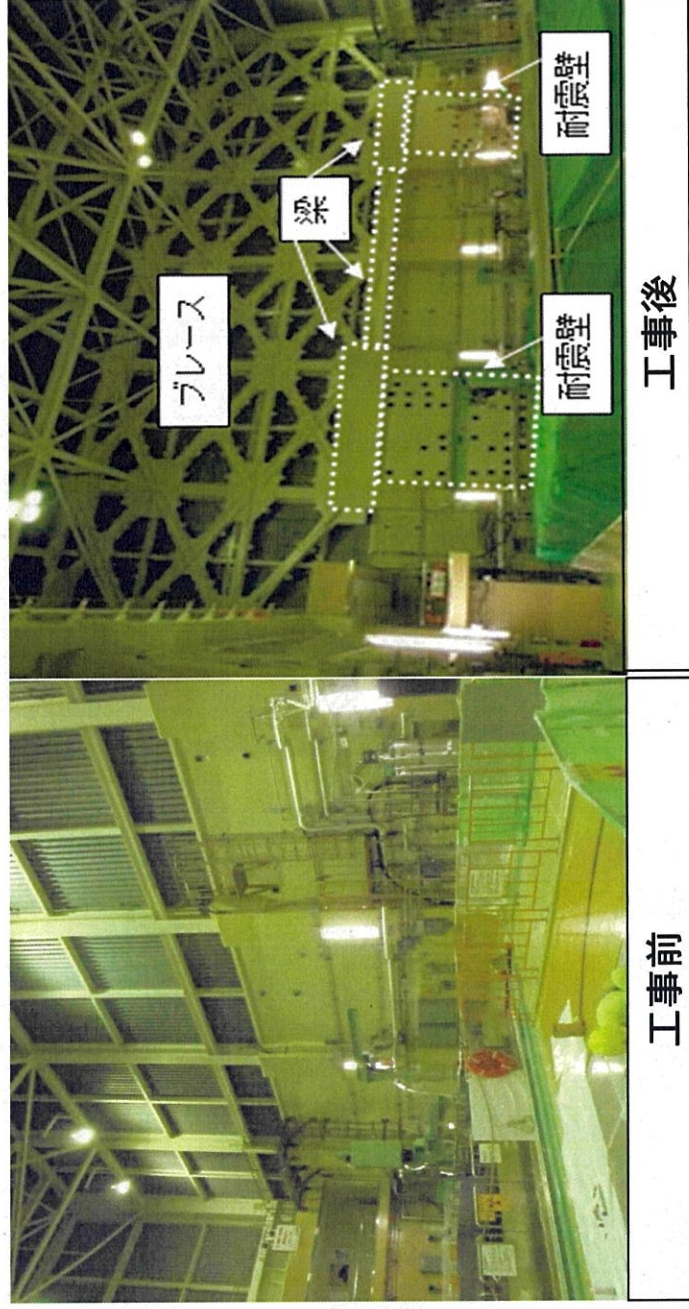
耐震壁の断面図

耐震壁の配筋例

参考：女川2号機原子炉建屋のひび割れについて（4/5）

- ③ 原子炉建屋において、基準地震動 S_s が大きくなってきていることを踏まえ、
3階の耐震補強工事をすでに実施済み

『原子炉建屋3階の耐震補強工事の状況』



- ・ 鉄骨ブレースの新設
- ・ 鉄筋コンクリート耐震壁（厚さ60cm）の増設
- ・ 鉄骨・鉄骨鉄筋コンクリート梁の新設
（ブレースと耐震壁間を地震力伝達のため緊結）

c. 今後の対応

- 3.11地震等により実施している地震応答解析，ひび割れ点検，耐震実験等による分析や評価結果を示しながら，地震後の耐震安全性に問題がないことの妥当性を審査会合において丁寧に説明していく。
- さらに基準地震動 S_s に対する耐震安全性について，耐震工事も踏まえた評価結果とその妥当性を丁寧に説明していく。

