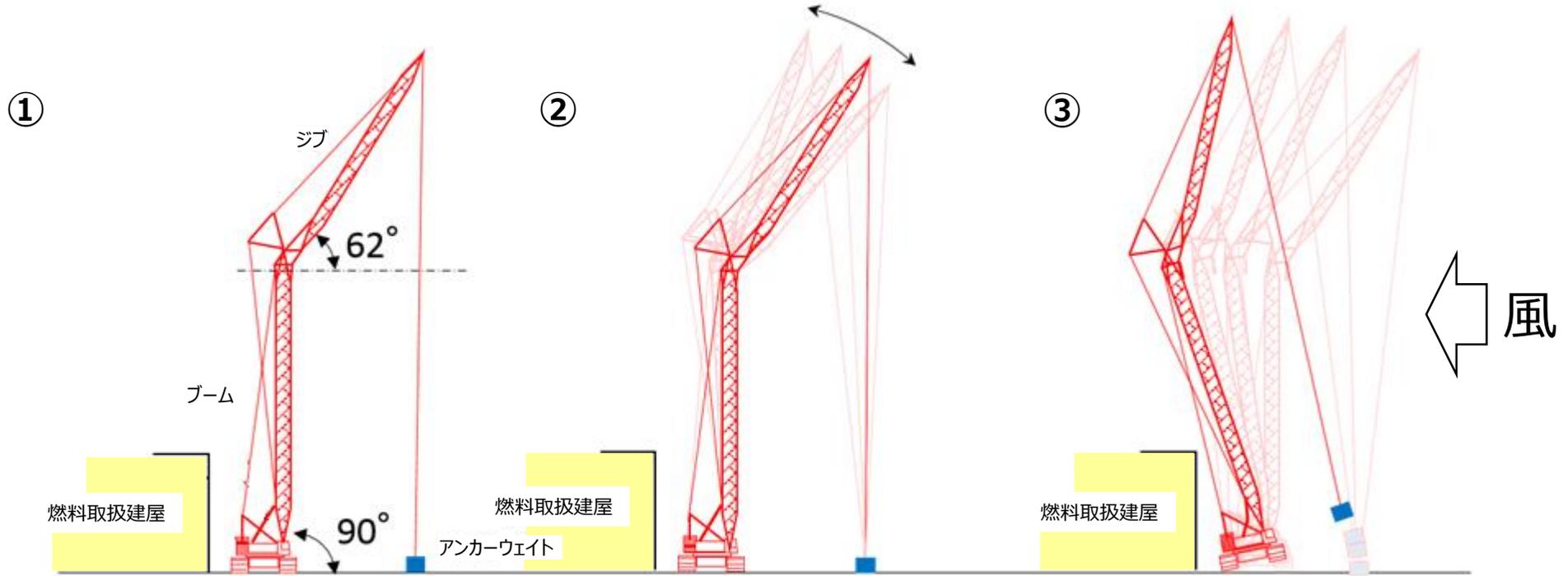


高浜発電所2号機クレーン倒壊の原因と対策 ならびに安全管理の徹底に向けた対応について

関西電力株式会社

平成29年3月8日

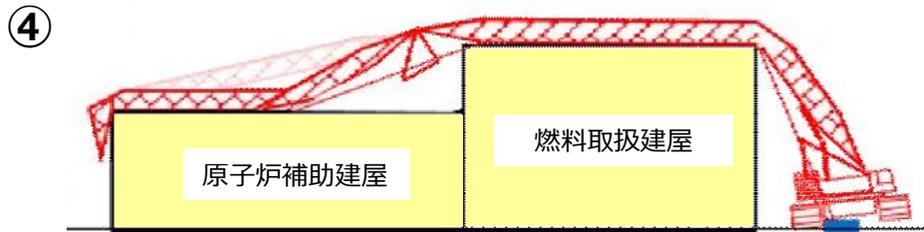
1-1. クレーン倒壊の状況



① クレーンには 5 t のアンカーウエイトを設置し、待機状態としていた。

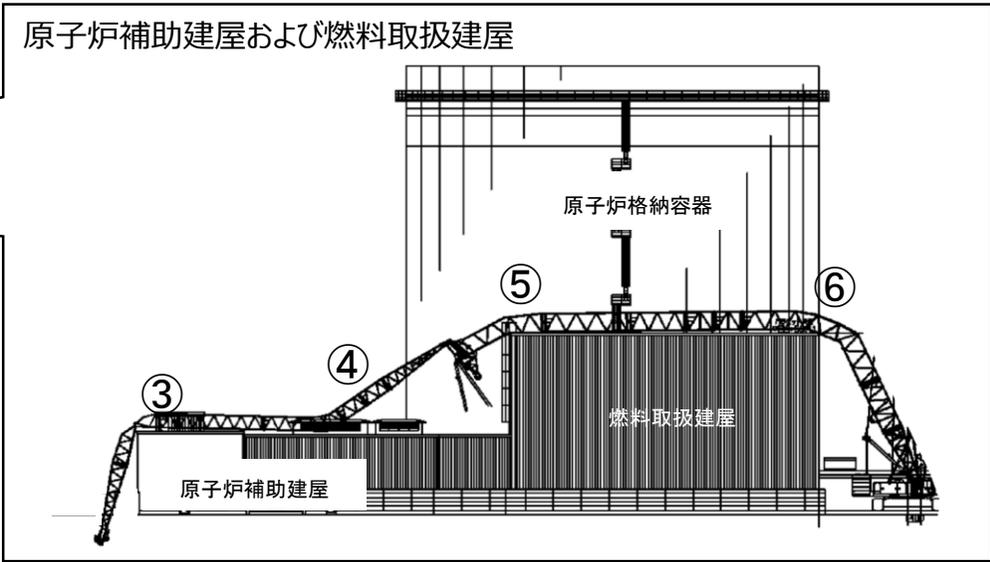
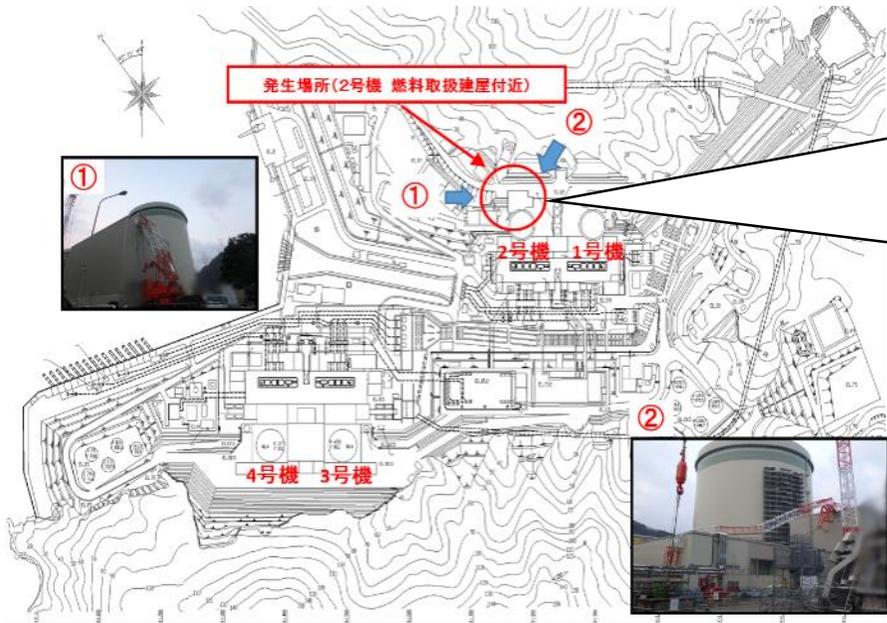
② 発電所構内の風が急に強まり、クレーンが前後に揺れ始めた。

③ クレーンに瞬間的に強風が吹きつけ、クレーン後方へ倒れ始めた。
(瞬間風速 40 m/秒以上と想定)



④ ブームが燃料取扱建屋に接触したため、ブームが折れ曲がり、燃料取扱建屋の屋上へ倒れた。
それに伴いジブもクレーン後方へ折れ曲がり、原子炉補助建屋の屋上に倒れた。

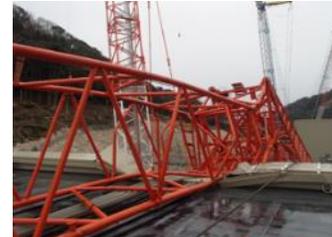
1-2. クレーン倒壊の状況と点検結果



③ (原子炉補助建屋 東側屋上屋根端部)
左：撤去前、右：撤去後

④ (原子炉補助建屋 屋上)
左：撤去前、右：撤去後

⑤ (燃料取扱建屋 東側屋上屋根端部)
左：撤去前に手前から撮影、右：撤去後に真上から撮影



⑥ (燃料取扱建屋 西側屋上屋根端部)
左：撤去前に手前から撮影、右：撤去後に真上から撮影



点検結果

平成29年1月26日から29日にかけて、原子炉補助建屋等を点検した結果、2号機燃料取扱建屋の屋根端部や原子炉補助建屋屋上の配管の保温材等に損傷が認められたが、両建屋や安全上重要な設備等（使用済燃料ピット、1次系純水タンク等）に異常がないことを確認した。

1-3. クレーン倒壊までの主な時系列および状況の整理 (1/2)

<倒壊前日までの状況>

日時	時刻	内容	当社	連絡	元請会社	状況
H28年 10月～ 12月	—	事前打合せ ～ 転倒検討書 作成 ～ 200 t クレーン設置	土木建築課は、元請会社に対して、作業計画書の提出およびクレーン転倒検討書の提出を依頼。 クレーンにはアンカウイト5tを設置し、瞬間風速約42m/sまで転倒の恐れがないことを確認。	→ ↙	最も厳しい風向で評価し、瞬間風速約42m/sまで問題ないことを確認し、当社へ報告。	<ul style="list-style-type: none"> 作業中におけるクレーン転倒防止対策および労働安全のリスクアセスメントの実施により安全に作業を進めることの確認を実施。 クレーン転倒検討書により瞬間風速約42m/sまで問題ないことの確認を実施。 <p><不足点></p> <ul style="list-style-type: none"> 瞬間風速42m/sの妥当性について、当社の検討が不足していた。 ⇒リスク感受性 元請会社の通例として、暴風警報が発令される等、最大瞬間風速30m/s以上の風が想定される場合はジブをたたみ、クレーンの転倒を防止する対策をとることを元請会社から当社に伝え、両社で共有していなかった。 (当社・元請会社) ⇒リスク情報の共有
H29年 1月19日	—	安全作業指示書	翌日の作業内容について確認。 作業終了後の風の影響対策について指摘できなかった。	⇔	クレーン作業中の留意事項についての記載していたが、作業終了後の風の影響対策については記載していなかった。	<p>労働安全およびクレーン作業中の留意事項についての、確認を実施。</p> <p><不足点></p> <p>作業終了後のクレーンの風による影響を議論していなかった。 (当社・元請会社) ⇒リスク感受性</p>

1-3. クレーン倒壊までの主な時系列および状況の整理 (2/2)

<倒壊当日の状況>

日時	時刻	内容	当社	連絡	元請会社	状況
1月20日	08:00	TBM ～ 作業中	作業中に土木建築課が適宜現場確認を実施。		天候により強風が吹く際の作業中断、風散養生の徹底を作業員に説明。	作業中の労働安全に係る注意事項、強風時の作業中断、風散養生についての議論を実施。 作業中はクレーンの風速計にて風速の確認を実施。 <不足点> 作業終了後の風対策については議論しなかった。 (元請会社) ⇒リスク感受性
	13:00	昼ミーティング (発電所課長以上のミーティング)	午前中に強風注意報が発令され、夜遅くまでに暴風警報に切り替わる可能性が高い予報が出ていたが、風について議論せず。		-	<不足点> 強風を想定したリスクを議論していなかった。 (当社) ⇒リスク感受性
	16:30	作業終了	-		作業終了時に風が弱いと感じ、いつもと同じ待機姿勢で片付けを実施。(平均風速：約7m/s)	
	16:42	福井県暴風警報発令	土木建築課は、この時点で暴風警報が発令されたことを認識しておらず。		暴風警報が発令されたことを認識しておらず。	地震、津波、竜巻などの気象情報はリアルタイムに入手し適切に対応。連絡体制については、作業計画書により確立。 <不足点> 暴風警報が発令した場合には自動的に通知を受ける仕組みになっておらず、警報の発令をリアルタイムに認識できなかった。(当社・元請会社) ⇒リスク情報の共有 クレーン作業者として、風の情報を的確に把握し、クレーンの待機姿勢を変えることができなかった。(元請会社) ⇒リスク感受性、リスク対策の実施
	17:30	報告	土木建築課は、作業完了報告を受けた。	←	作業の終了を当社に報告。	-
	18:00	福井県暴風警報の認知	土木建築課は、暴風警報が発令されたことを確認。 暴風警報の風速は平均20m/sと認識、クレーン待機状態では瞬間風速約42m/sまで大丈夫なため待機姿勢に問題ないと判断。		-	<不足点> 暴風警報を確認したが、瞬間風速約42m/sまで問題ないという評価結果に頼り、元請会社がクレーンの転倒を防止する対策をとっているかどうかを確認しなかった。(当社) ⇒リスク対策の確認
	21:49	事象発生	発電室員がクレーン倒壊を確認。		-	-

1-4. 対 策(1/2)

○再発防止策として、2月8日顛末報告に係る対策を具現化し、実施中。

	対策内容	対策の具現化
再発防止対策顛末2/8報告 (2/17補正)	<p>[工事計画段階]</p> <p>○自然環境による安全上重要な機器等への影響等、想定されるリスクを検討、元請会社に対して、適切な処置を計画するよう要求し、それを確認 <u>(リスク感受性の向上) (リスク対策の確認)</u></p>	<p>①工事毎のリスクに対する議論</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現在実施している設備変更管理検討会において、安全上重要な機器等への影響の観点から、所長、安全統括以下でリスクに関する議論を行う。 <p>【説明】これまで、実務者を中心に設備の変更による他機器への影響等のレビューを設備変更管理検討会で行ってきたが、今回、工事に用いる資機材による安全上重要な機器等への影響等についても発電所幹部以下にてレビュー</p> <p>②元請会社に適切な処置計画を要求・確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当社は、適切な処置を計画するよう調達文書に明記し、作業計画書として承認（請負工事一般仕様書の充実） ・元請会社は、安全確保措置について計画 <p>【説明】これまで、作業中断の基準や処置計画は、一般法令により包括的に要求していたが、今回、作業終了後の資機材の処置等を具体的に要求。</p>
	<p>[工事実施段階]</p> <p>○自然環境の情報を積極的に入手し、関係者と情報を共有 <u>(リスク情報の共有)</u></p>	<p>③自然環境情報の積極的な入手</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気象協会からFAX受領および共有(当社) ・携帯アプリ等によるタイムリーな情報入手(協力会社) <p>【説明】これまで、暴風、大雨、大雪等の気象情報については、TVやインターネットで情報収集していたが、今回タイムリーに情報を入手する手段を採用。</p> <p>④自然環境悪化時の体制強化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・暴風、大雨、大雪等の警報時、警戒準備体制を構築。元請会社へ伝達（一般防災業務所達の充実） <p>【説明】これまで、地震や津波、竜巻に対して警戒本部を設置することとしていたが、今回、暴風、大雨、大雪等の警報発令に対しても、警戒準備体制を設置。</p>

1-4. 対 策(2/2)

対策内容	対策の具現化
<p>再発防止対策顛末2/8報告 (2/17補正)</p> <p>[工事実施段階] ○現場において事前に定めた安全対策が適切に実施されていることを確認・指導 (リスク感受性の向上) (リスク対策の実施、確認)</p> <hr/> <p>○クレーン作業における安全対策 (リスク対策の実施)</p>	<p>⑤安全対策の確認・指導</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日々の安全作業指示書、現場確認、コミュニケーションによる確認 ・日々のミーティングにて気象情報の周知と現場リスクの議論 <p>【説明】これまで、日常から安全対策の確認やミーティングにて作業状況の共有を行っているが、今回、悪天候に対する安全対策の実施状況についても確認することや日々のミーティングにてリスク情報の共有や議論を実施。</p> <hr/> <p>⑥作業終了時の安全対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・クレーン作業終了時は、風速に関らずジブをたたむ <p>【説明】これまで、平均風速10m/sで作業を中断することとなっていたが、作業終了後のクレーンの安全対策について明確になっていなかったため、今回、協力会社に明確に要求し、当社確認の上で実施。</p>

- 事故を受けた発電所内における注意喚起等の状況 [\(リスク感受性の向上\)](#)
- ・発電所長からの訓示(美浜1/30,高浜1/26,大飯2/1)
 - ・安全衛生協議会(発電所における当社と協力会社所長クラスとの協議会)にて、事象内容および注意喚起を実施(美浜1/25,2/16,高浜1/25,2/8,大飯1/26,2/8)

原子力安全に対する第一義的責任は当社にあり、責任を持って対応していく

点検の視点

- ・リスク対策の実施・確認 → 安全上重要な機器等の近傍作業でリスクを検討し、対策を行っているか
- ・リスク感受性 → リスクの検討は十分か。さらに火災防護、労災防止の観点からも問題ないか
- ・リスク情報の共有 → 暴風や大雨等のリスクを的確に入手、共有しているか



全工事を対象に、

- 安全上重要な機器に対する安全確保、火災防護、労働災害防止の面で、安全管理が適切であることを現場確認するとともに、工事管理体制（情報入手伝達、指揮命令体制）についても確認。
- そのうち、安全上重要な機器近傍における作業については必要な安全措置が取られていることを計画も含めて確認するとともに、クレーンなどの工事用資機材について安全上重要な機器の近傍に関わらず設置基準等を遵守し、転倒・落下防止が検討されているかを確認。

点検方法

○3サイトで実施中の全工事を対象（約1,500件）

○確認の方法は以下のとおり

協力会社（作業責任者等）と協力して確認を実施

- ・計画段階：作業計画書、評価検討等についてチェックシートに基づき確認
- ・実施段階：現場で適切な処置がなされているか、計画通りであるかチェックシートに基づき確認

【具体的な確認の視点（例）】

安全上重要な機器に対する安全確保	火災防護	労働災害防止
<ul style="list-style-type: none"> ・安全確保に必要な措置 停止時の安全機能への影響回避 など ・クレーンや大型の架台等の設置基準遵守 ・工事用資機材の転倒・落下等の防止 他 	<ul style="list-style-type: none"> ・火気養生の実施 ・消火器の配置 ・見張り人による監視 他 現場の目線でチェック 	<ul style="list-style-type: none"> ・防保護具の配置 ・足場の適切な配置 他 現場の目線でチェック

○確認は、発電所の工事所管箇所のみならず、事業本部も含めダブルチェックを行い、確認、評価への第三者的な視点を確保。

【発電所】

- ・安全上重要な機器近傍の重要な作業の確認は、工事担当者の上位職（作業長、班長等）が同時に確認。
- ・更に、発電所管理職（課長まで）が工事担当者が行なった点検の確認項目と結果を確認。
- ・土木建築工事については、発電所幹部が土木建築工事の視点に加えて原子力安全の視点で確認。

【事業本部】

- ・管理職が発電所に赴き、発電所の点検結果について、発電所管理職または上位職とともに現場や記録を確認。

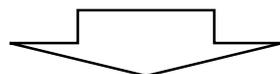
点検期間

・平成29年2月13日より準備作業を開始。現在、点検実績を踏まえた評価および資料の取りまとめを実施中

2-3. 安全管理の総点検の状況について（取りまとめ中）

○現在、点検実績を踏まえた評価および資料の取りまとめを実施中

	内容	件数	具体例	改善内容	
是正	現場のリスク低減対策が必要なもの	取りまとめ中	○規模が大きく、長期使用する仮設足場の風に対する耐性の向上が望ましい。	○資材落下防止用シートの仕様変更を検討	リスク対応の改善 土木建築工事の安全管理面の強化
			○2系統ある安全系空調ダクト点検用の足場について、撤去時の方法が定まっていなかった	○系統の機能に影響を与えないよう、足場を撤去する要領を検討	
改善	計画としてさらにリスクを考慮すべきもの		○クレーン吊荷が安全上重要な機器の上を通ることに対する評価が未実施	○吊荷が極力、重要設備の上を通らない方策について検討	リスク対応の改善
			○自然環境悪化の情報は、事前入手による現地対策はできているが、リアルタイムで入手し、対応する体制が未確立	○警報等を、携帯アプリ等でタイムリーに入手するよう改善	的確な情報入手



「リスク対応の改善」「土木建築工事の安全管理面の強化」「的確な情報入手」といった改善点が認められており、整理中。

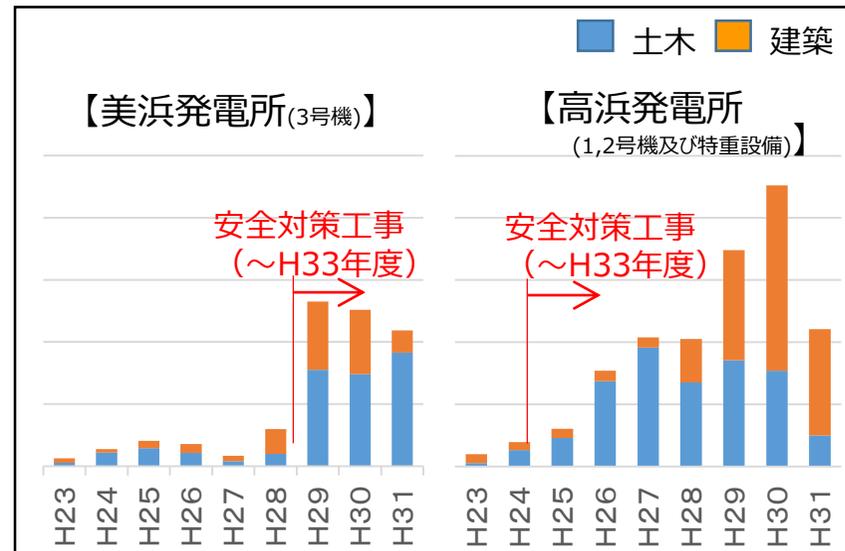
○総点検結果：内容（質）からの考察

- ・現場、計画段階ともリスク対応の改善
- ・工事の安全管理面の強化
- ・的確な情報入手

○総点検結果：件数（量）からの考察

取りまとめ中

最近の土木建築工事量



新規制基準適合のため、多くの工事を実施している。特に、土木建築に関する工事量（金額ベース）の推移は上のとおりであり、安全対策工事の本格化後は非常に多くの工事量が発生している。

問題意識

○リスク感受性に弱さがあるのではないか

○土木建築工事については安全管理面が弱いのではないかと。
 ・全般的かつ専門的な視点ならびにゼネコンへの適切な指導の観点で、改善の余地がある。

対策の方向性

リスク感受性の向上(例)

- ⑦ 日常からのリスクに対する議論
- ① 工事毎のリスクに対する議論

工事管理体制の強化(例)

以下について検討中

- ⑧ 発電所における土木建築工事管理体制の強化
- ⑨ 土木建築関係者に対する原子力教育の充実（プラントウォークダウン等）

連絡体制の強化
 (リスク情報の共有)

- ③ 自然環境情報の積極的な入手
- ④ 自然環境悪化時の体制強化

評価結果

➤ 保安規定違反「監視※」と判断 (規制委員会での審議は、3/1で終了)

※監視：違反1～3（品質マネジメントシステムに問題があり、安全に影響を及ぼすと判断される場合）以外の保安規定の不履行があった場合に判定

理由

○該当条文(高浜発電所 原子炉施設保安規定)

第3条 品質保証計画

7. 4. 2 調達要求事項

(1) 調達要求事項では、調達製品に関する要求事項を明確にし、次の事項のうち該当するものを含める。

a) 製品、手順、プロセスおよび設備の承認に関する要求事項

(該当理由)

強風等に対するクレーンジブの転倒防止策の要求が不十分であったことから、調達管理の不備などに抵触

【原因調査結果に対するNRAの評価】

現場管理工事に対する安全管理対策への意識が希薄であった点が見受けられる。

- ・ 待機中における風速変化等に対するクレーンジブの転倒対策の検討が必要であったにも関わらず、元請会社からの影響評価等を安心材料としていたこと
- ・ 管理すべき風速がクレーン設置箇所の中の部分で行うかを決めておらず、地上と高所での風速の差を考慮した管理値を設けていなかったこと
- ・ 関西電力と元請会社との責任や役割の明確化が図れなかったことで暴風警報を関西電力が察知しても生かせなかったこと

今後の取組み

- 当社は対策を確実に実施するとともに、リスク感受性の向上に努め、安全管理対策に万全を期す。
- NRAは当社対策の実施状況について、保安検査等にて確認する。