

原子力施設の耐震安全性に係る新たな科学的・技術的知見の
継続的な収集及び評価への反映等のための取組に基づく報告について

平成 21 年 5 月 8 日付け「原子力施設の耐震安全性に係る新たな科学的・技術的知見の継続的な収集及び評価への反映等のための取組について」（平成 21・04・13 原院第 3 号）（以下、「NISA 文書」という。）の指示に基づき、平成 21 年度の取組状況について以下のとおり報告します。

1. 耐震安全性に係る新知見の収集について

(1) 情報の収集期間及び収集対象

平成 21 年度（平成 21 年 4 月 1 日～平成 22 年 3 月 31 日）における、国の機関等の報告、学協会等の大会報告・論文、雑誌等の刊行物、海外情報等（以下、「情報」という。）について、収集対象とした。

(添付 1)

(2) 情報の整理方法

収集した情報から、原子力施設の耐震安全性に関連する可能性のある情報（以下、「検討対象情報」という。）を抽出し、添付 2「原子力施設の耐震性に関する知見の整理フロー」に従い整理した。

(添付 2)

2. NISA 文書の指示に基づく耐震安全性に係る新知見について

(1) 情報の分類

a. 共通情報と個別情報

検討対象情報として選定した情報を、原子力事業者に共通する情報（以下、「共通情報」という。）及び、各サイト・各地域固有の情報（以下、「個別情報」という。）に分類した。

b. スクリーニングによる分類

検討対象情報として選定した情報を、原子力施設への適用範囲・適用条件、耐震安全性評価への反映の要否等の観点から、以下のとおり分類した。

なお、NISA 文書の報告対象は「反映が必要な新知見情報」であるが、「新知見関連情報」及び「参考情報」についても報告する。

① 反映が必要な新知見情報

客観的な根拠・関連するデータ等の蓄積された新たな知見を含み、国内の原子力施設での諸条件を考慮して、適用範囲・適用条件が合致し、耐震安全性評価及び耐震裕度の評価への反映が必要な情報（現状評価の見直しの必要性があ

るもの)であり、NISA 文書の指示に基づき報告する必要があると判断した情報。

② 新知見関連情報

客観的な根拠・関連するデータ等の蓄積された新たな知見を含むものの、耐震安全性評価の再評価が必要ない情報（現状評価の見直しの必要がないもの）。

③ 参考情報

今後の研究動向等によっては、耐震安全性に対する信頼性や耐震裕度向上につながりうる情報について、参考として報告する情報。

④ 検討不要

基礎的な研究等のため、反映が必要な新知見情報、新知見関連情報及び参考情報には分類されない情報。

検討不要に分類される情報については報告対象外であるが、事業者によるプレス対応を行ったもの等については、本報告に含める。

(2) 情報の整理

a. 共通情報

共通情報に関して、原子力事業者間で検討・整理した結果は、表1のとおり。

表1 各分野における報告情報数（共通情報）

分 野	反映が必要な 新知見情報	新知見 関連情報	参考情報
活断層	0	0	3
地盤	0	0	1
地震・地震動	0	1	5
建物・構築物	0	0	7
機器・配管系	0	0	1 1
土木構造物	0	0	2
津波	0	0	5
合 計	0	1	3 4

(添付3, 4)

b. 個別情報

個別情報に関して、検討・整理した結果は、表2のとおり。

表2 各地点に関する情報数

発電所名	反映が必要な 新知見情報	新知見 関連情報	参考情報
柏崎刈羽原子力発電所	0	0	6
福島第一原子力発電所	0	0	1*
福島第二原子力発電所	0	0	
東通原子力発電所建設計 画（申請中）	0	0	3*

※表示件数は、福島地点及び東通地点に係る情報1件を含む。

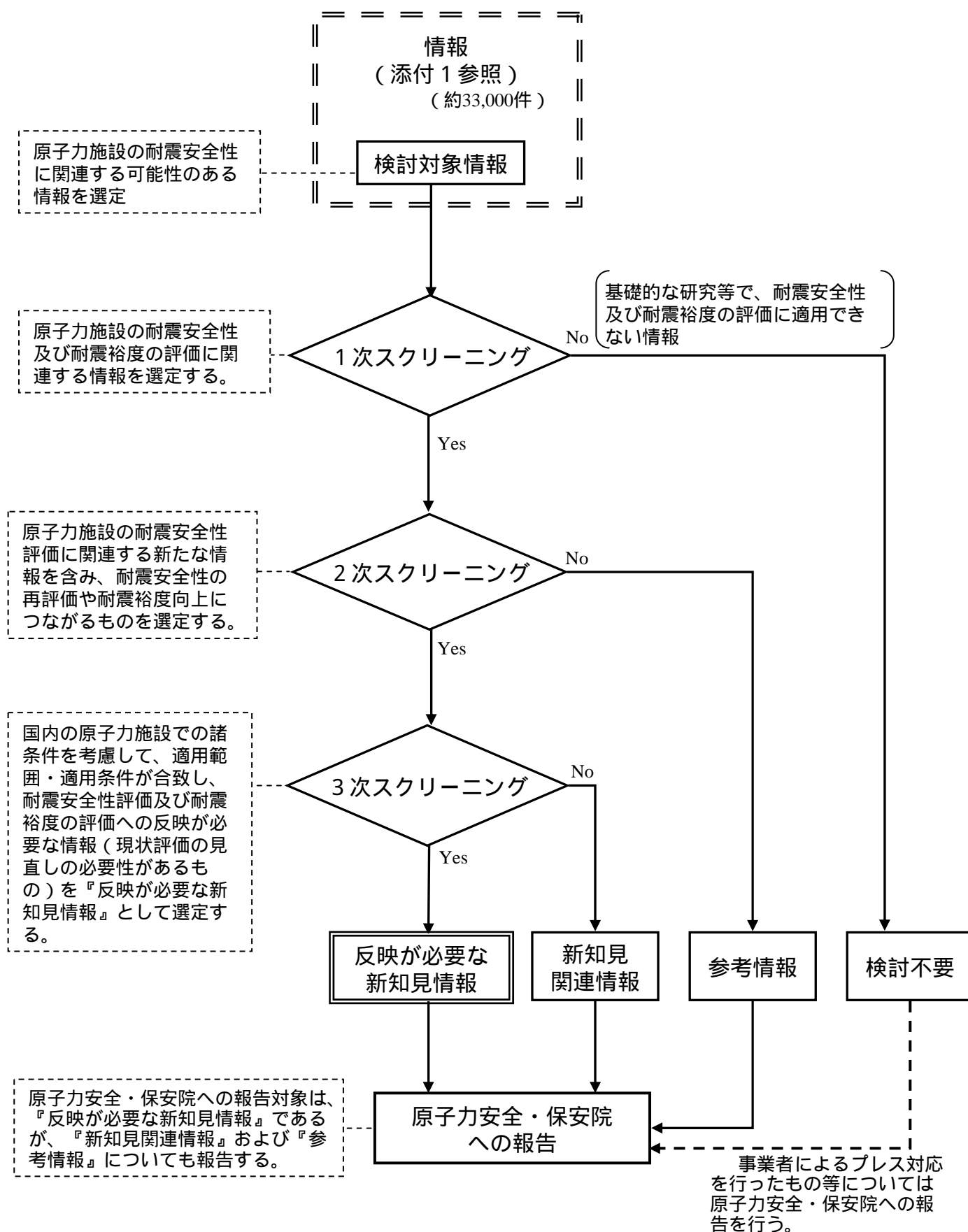
(添付5)

なお、表1及び表2に整理されている情報以外で、当社がプレス等により原子力発電所の耐震安全性への影響を説明する必要が生じた情報はなかった。

- 添付1 耐震安全性に係る情報の主な収集対象について
- 添付2 原子力施設の耐震性に関する知見の整理フロー
- 添付3 新知見関連情報一覧（共通情報）
- 添付4 参考情報一覧（共通情報）
- 添付5 参考情報一覧（個別情報）

耐震安全性に係る情報の主な収集対象について

- ① 国の機関等の報告
- ・地震調査研究推進本部
 - ・中央防災会議
 - ・地震予知連絡会
 - ・原子力安全基盤機構
 - ・産業技術総合研究所
 - ・海上保安庁 他
- ② 学協会等の大会報告・論文
- ・日本機械学会
 - ・日本建築学会
 - ・日本地震学会
 - ・日本地震工学会
 - ・日本原子力学会
 - ・日本活断層学会
 - ・日本堆積学会
 - ・日本学術会議
 - ・日本第四紀学会
 - ・日本海洋学会
 - ・日本船舶海洋工学会
 - ・日本自然災害学会
 - ・日本計算工学会
 - ・日本混相流学会
 - ・日本地すべり学会
 - ・日本応用地質学会
 - ・地盤工学会
 - ・土木学会
 - ・日本コンクリート工学協会
 - ・日本地球惑星科学連合
 - ・歴史地震研究会
 - ・米国地震学会
 - ・米国地震工学会
 - ・日本原子力技術協会
 - ・日本電気協会 他
- ③ 雑誌等の刊行物
- ・地震研究所彙報
 - ・月刊地球
 - ・科学 他
- ④ 海外情報等
- ・IAEA
 - ・NRC
 - ・ASME
 - ・AGU
(American Geophysical Union)
 - ・SSA
(Seismological Society of America)
 - ・USGS
(United States Geological Survey)
 - ・The Geological Society, UK
 - ・IUGG
(International Union of Geodesy and Geophysics) 他
- ⑤ その他
- ・電力中央研究所 他



原子力施設の耐震性に関する知見の整理フロー

新知見関連情報一覧（共通情報）

分野	著者名	表題	文献誌名	要旨	備考
地震・地震動	地震調査研究推進本部 地震調査委員会	全国地震動予測地図		平成17年3月に「全国を概観した地震動予測地図」報告書を公表し、平成17年以降も、新しいデータに基づき毎年「全国を概観した地震動予測地図」を更新してきた。 これと並行して、近年の調査研究の進捗により得られた新しい知見とデータの積み上げに基づいて、地震動予測手法の改良、地下構造モデルの改良、主要活断層帯の震源断層モデルの構築等の検討を行い、今回、これらの検討結果を新たな評価に反映し、「全国地震動予測地図」として公表した。	

参考情報一覧 (共通情報)

分野	著者名	表題	文献誌名	要旨	備考
活断層	近藤久雄	古地震からみた北ア ナトリア断層系の挙 動と連動型巨大地震	月刊地球	トランスフォーム型プレート境界断層で生じる多重セグメント大地震の規模は多様であり、セグメント毎に繰り返し様式が異なっている。また、1668年巨大地震においては幅約11kmに及ぶステップオーバーを乗り越えて破壊が進展したとみられる。連動破壊範囲の予測には、セグメント毎の繰り返し様式を明らかにすることが重要である。	
活断層	川村賢二	氷床コアから探る第 四紀後期の地球シス テム変動	第四紀研究	ドームふじ氷床コアから、気泡の酸素濃度が現地の夏期日射量を記録していることを用いて、過去34万年にわたる年代決定の精度を2千年程度へと飛躍的に高めることに成功した。これにより南極の気候変動について検討した。	
活断層	公文富士夫, 田原敬治	中部山岳地域の湖沼 堆積物の有機炭素含 有率を指標とした過 去16万年間の気候変 動復元	地質学雑誌	野尻湖底堆積物などの有機炭素含有率を指標として過去16万年間の中部山岳地域における気候変動を復元した。	
地盤	吉田 望, 大矢陽介, 澤田純男, 中村 晋	海溝型長継続時間地 震動に対する簡易液 状化判定法の適用性	日本地震工学会 論文集	既往の液状化簡易判定法は、海溝型地震の繰り返し載荷の影響を小さく評価しすぎ、危険側の評価となることがわかった。長周期、長継続時間の海溝型地震に対する繰り返し回数補正係数を提案した。それは、液状化強度を既往の半分程度に設定することであり、この結果、内陸地殻内地震と同程度の精度で判定することができることがわかった。	
地震・地震動	Bruce E. Shaw	Constant Stress Drop from Small to Great Earthquakes in Magnitude-Area Scaling	Bulletin of the Seismological Society of America	応力降下量を一定とし、断層幅-地震発生層の厚さの関係を導入した中規模-大規模地震に対するマグニチュード-断層面積のスケールリング則を提案している。	
地震・地震動	佐藤智美	日本のスラブ内地震 とプレート境界地震 の水平・上下動の距 離減衰式	日本建築学会 構造系論文集	太平洋プレートとフィリピン海プレートのスラブ内地震、プレート境界地震の3成分の地震動強さの距離減衰式を構築した。 M_w 、断層最短距離および震源深さDをパラメータとし、種々のサイト特性が考慮されている。これまで、 $M_j7.0$ 以上の規模の大きい海溝型地震を含むデータセットで、日本のスラブ内地震とプレート境界地震を区別した上下動の距離減衰式が作成された例がなかったことから、本研究の距離減衰式は、上下動も考慮した重要構造物の耐震安全性評価のための入力地震動や、半経験的手法や理論的手法に基づく強震動予測波形の検証用として有用である。	
地震・地震動	壇 一男, 具 典淑, 武藤真菜美	地表の短い活断層か ら想定される地中の 震源断層のモデル化 と強震動の試算	日本建築学会 構造系論文集	短い活断層から想定される地震による強震動を予測するために、既往の研究をふまえて地震規模を想定した。この与条件のもと、断層の長さや幅などの巨視的断層パラメータおよびアスペリティの面積や応力降下量などの微視的パラメータを設定する手順を構築した。手順に従って横ずれ断層と逆断層の断層パラメータを算定し、強震動の試算を行った。試算結果は告示スペクトルを2~4倍ほど上回る場合もあり、今後、短い活断層による地震が建築構造物に与える影響を耐震設計で考慮するときの基礎的な資料を提示した。	

参考情報一覧 (共通情報)

分野	著者名	表題	文献誌名	要旨	備考
地震・地震動	Takahiro Maeda and Tsutomu Sasatani	Strong ground motions from an Mj 6.1 inland crustal earthquake in Hokkaido, Japan: the 2004 Rumoi earthquake	Earth, Planets and Space	2004年留萌地震 (M _j 6.1) は内陸地殻内地震で震源近傍のK-NETの観測点で1,127Galの大きな最大加速度を観測した。これはスペクトル分析するとサイト特性の影響ではないことが分かった。さらに、震源モデルから経験的グリーン関数法でシミュレーションした結果、通常の地殻内地震として説明でき、アスペリティから観測点が近かったことと震源のディレクティビティ効果によるものであることが分かった。また、H/Vスペクトル比の時間的な変化をみると本震後20秒間だけは非線形性を示し、その後は線形に戻っており、サイト応答特性の振幅依存が見られた。	
地震・地震動	Julian J. Bommer, Peter J. Stafford, and John E. Alarcón	Empirical Equations for the Prediction of the Significant, Bracketed, and Uniform Duration of Earthquake Ground Motion	Bulletin of the Seismological Society of America	NGAプロジェクトで収集されたデータベースを用いて強震動継続時間の予測に対する近似式を構築した。近似式を用いた予測結果はMw4.8-7.9までの震源距離が100km以内の観測記録と調和的であった。	
建物・構築物	吉田洋之, 時松孝次, 貫井 泰, 土方勝一郎	地盤の3次元非線形地震応答解析に与える間隙水の減衰効果	日本建築学会 構造系論文集	水平2方向と鉛直方向の連成を考慮した地盤の非線形地震応答解析法を検討した。また、中越沖地震での鉛直アレイ観測強震記録に対する土柱モデルを用いた3方向同時入力のシミュレーション解析を行い、妥当性検証の結果を示した。地盤鉛直動についての現行の解析評価は応答を過大評価するため「間隙水の減衰などの他の減衰機構が必要」とし、地下水位以下の地盤について土骨格のせん断変形による履歴減衰に加えて、間隙水に10%程度の質量比例型減衰を考慮したところ、鉛直動の観測記録、水平動の加速度時刻歴波形、最大ひずみも分析結果と合致する結果が得られた。	
建物・構築物	奥谷哲也, 石川智美, 川里健, 秋元理仁, 藤森健史, 今塚善勝, 圓幸史朗	大型遠心模型による基礎浮上りに関する研究 その3~5	日本建築学会 大会2009	実現象を把握するため実機に近い接地圧状態を模擬できる遠心載荷装置を用いて基礎の3面が埋込まれた非対称埋込み基礎について実験を行い、3面埋込み建屋の硬質岩盤における基礎埋込み効果と基礎浮上り現象に関して、建屋配置条件によって3面埋込みとなる場合でも4面埋込みと同程度の埋込み効果を有している、などの知見が得られた。	
建物・構築物	櫻井真人, 松井智哉, 倉本洋	複数開口を有するRC造耐震壁の非線形FEM解析	日本建築学会 構造系論文集	複数の開口を有するRC造耐震壁の非線形FEM解析を実施し、履歴特性および各部変形性状を実験結果と比較することでモデル化の妥当性を検証するとともに、応力伝達メカニズムを検討した。開口の配置により形成されるストラットの角度および幅が異なるため、袖壁付き柱、壁板および独立柱の負担せん断力に差が生じ、終局せん断耐力に影響を及ぼす。	
建物・構築物	松岡良智, 江崎文也, 小野正行	RC無開口耐震壁の履歴性状に及ぼす載荷速度の影響	日本建築学会 構造系論文集	耐震壁の水平せん断耐力や破壊性状に及ぼす載荷速度の影響を実験により検討した。曲げ破壊先行試験体は載荷速度が速くなくても破壊性状が変化しなかったが、せん断破壊先行試験体は載荷速度が速くなると曲げ破壊モードを示した。側柱主筋と壁板のひずみ速度は載荷速度に比例して大きくなり水平せん断耐力が上昇した、などの知見が得られた。	
建物・構築物	小柳貴之, 土屋義正, 赤瀬竜也, 菅原長, 美原義徳, 吉田伸一, 小林智弘	原子炉建屋基礎スラブの合理的応力評価方法に関する解析的検討 その1~2	日本建築学会 大会2009	基礎スラブに生じる曲げモーメント及び面外せん断力に対して、コンクリートひび割れや鉄筋降伏による応力再配分を踏まえた平均化応力の範囲を基礎スラブ厚さ程度と設定する合理的応力評価方法を提案している。	

参考情報一覧 (共通情報)

分野	著者名	表題	文献誌名	要旨	備考
建物・構築物	小島功, 貫井泰, 今村晃, 寺山武志, 岡本修平, 熊谷仁志, 藪内耕一, 藪内彰夫	原子力発電所建屋基礎スラブの終局せん断耐力に関する研究 その1~4	日本建築学会 大会2009	原子力施設の基礎スラブに関する実験研究報告である。基礎スラブの終局せん断耐力は、主筋比やせん断補強筋比の増加に伴って上昇し、せん断スパン比が小さくなると上昇する傾向があるとしている。RC-N 規準式は、実験結果の下限を示しており、現状の設計方法は終局せん断耐力を安全側に評価している。	
建物・構築物	貫井泰, 神地正紀, 今村晃, 寺山武志, 金子洋文, 大宮幸男, 鈴木琢也	原子力発電所建屋の終局耐力に関する検討 その3~4	日本建築学会 大会2009	原子力発電所の鉄骨トラスの合理的な安全性評価のため、個材の終局時期の推定を座屈時の局部集中歪みを考慮して行う手法を提案しており、本報では、許容局部集中歪を7%とする手法を提案し、実機を想定した地震応答解析を実施することで、提案手法が詳細法に比べやや安全側であることを確認した。	
機器・配管系	佐藤靖彦	原子炉本体基礎の弾塑性評価手法による変形挙動評価	日本機械学会 Dynamics and Design Conference 2009 原子力機器の耐震性評価と安全技術Workshop資料集	原子炉本体基礎に弾塑性変形モデルを適用することで、地震による建屋の変形が大きく、建屋がその弾塑性特性に応じて剛性低下する状況下においても、原子炉本体基礎とその支持部評価の適正化を果たす手法を構築した。	
機器・配管系	鈴木謙一	JNESにおけるプラント耐震裕度研究 (3) 立形ポンプの損傷メカニズムに着目した機能限界評価	日本原子力学会 2009年秋の大会	立形ポンプにおいて、スラスト軸受がすべり軸受タイプで下向き荷重のみを支持する場合、ポンプ停止中に鉛直方向の過大な地震力が作用するとポンプの回転系が浮上/落下してスラスト軸受等が損傷する可能性があるため、機能喪失メカニズムに着目し、スラスト軸受試験とポンプの地震応答解析を行って、鉛直方向の機能限界を評価した。従来は回転系に浮き上がりが生じる加速度(1G)を保守的に評価上の機能限界としているが、代表的な立形ポンプの試算結果では機能維持加速度が1.5Gおよび1.3Gとなった。	
機器・配管系	Toru Iijima, Kenichi Suzuki, Tomokazu Higuchi, and Yuji Sato	The Ultimate Strength of Cylindrical Liquid Storage Tanks Under Earthquakes- Seismic Capacity Test of Tanks Used in BWR Plants-	ASME PVP2009	円筒形液体貯蔵タンクのスケールモデルを用いた振動試験結果に基づき地震時のタンクの破損モード、終局耐力、損傷時の加速度レベルを明らかにした。振動試験では、タンクにEFB(象脚座屈)とせん断座屈が確認され、終局状態では、側壁に生じたせん断座屈によるクラックから貯蔵水の漏えいが生じた。また、地震耐力と動的な応答低減効果が試験結果より評価され、加えて、FEM解析と動的な応答低減係数を用いた薄肉円筒形タンクの地震耐力評価法が提案されている。	
機器・配管系	日高慎士郎, 高松直丘, 川内英史, 郡安憲三	原子炉建屋天井クレーンの耐震安全性評価に関する検討	日本原子力学会 2009年秋の大会	地震時における原子力発電所の原子炉建屋クレーンが落下に至る損傷モードを抽出し、その損傷モードを評価するための地震応答解析法の検討を行った。さらにガーダ及びトロリの浮上りにより落下に至る損傷モードに着目し、損傷に至る入力限界加速度の試算を行った。その結果、新潟県中越沖地震での観測記録の3~4倍の入力でも浮き上がり量はトロリストッパの設計高さを超えず、落下しないことを確認した。	

参考情報一覧 (共通情報)

分野	著者名	表題	文献誌名	要旨	備考
機器・配管系	稲垣政勝, 鈴木謙一, 福西史郎	動的上下動に対する クレーン類の耐震安 全評価に関する研究 —動的水平・上下動 を用いたクレーンの 実機モデル振動台試 験の概要—	日本原子力学会 2009年秋の 大会	JNES(独立行政法人原子力安全基盤機構)では、建屋上方にあって応答増幅の影響を受けやすいクレーン類を対象に、特に動的上下動に着目し、耐力や非線形応答挙動を把握して耐震安全評価手法を整備すること、また落下防止対策の有効性を確認することを目的として、動的上下動耐震試験(クレーン類)を実施している。 このうち、本研究では、平成19年新潟県中越沖地震での観測波等の動的水平・上下動を用いて、E-ディフェンスの振動台で実施した原子炉建屋天井クレーン実機モデルの加振試験結果として、以下の点について報告されている。 ・トロリ、ガーダの車輪が浮上る場合でも、脱輪防止装置により落下防止対策が有効に機能した。 ・シミュレーション解析により、ガーダ及びトロリのすべり/浮上り/衝突の非線形応答挙動を考慮する耐震安全性評価手法を整備した。	
機器・配管系	Kenichi Suzuki, Masakatsu Inagaki, Shirou Fukunishi, Tadashi Iijima, & Takashi Matsumoto	Seismic Capacity Test of Overhead Crane under Horizontal and Vertical Excitation - Element Model Test Results on Nonlinear Response Behavior-	SMiRT-2009	JNES(独立行政法人原子力安全基盤機構)では動的上下動耐震試験(クレーン類)を実施している。 このうち、本研究では、全体試験の前に実施した要素試験(トロリ及びガーダの浮上りならびに滑り挙動、吊荷ロープ長の影響、レールと車輪の反発係数)について報告している。 また、非線形解析モデルで振動試験のシミュレーション解析を行い、試験で測定した最大上向き変位との誤差は最大20%であった。このモデル化手法は引き続き計画中の1/2.5スケール試験で検証予定である。	
機器・配管系	高橋宏治, 安藤柱, 浦部吉雄	局部減肉を有するエ ルボ配管の低サイク ル疲労挙動および耐 震裕度評価	日本機械学会 年次大会	局部減肉を有するエルボ配管の内圧条件下における低サイクル疲労挙動を明らかにすることを目的とし、局部減肉を有するエルボ試験体に、内圧有りあるいは無しの場合で、変位制御で両振りの繰返し面内曲げ荷重を負荷した。その結果、減肉が背部および腹部に存在しても、き裂発生挙動、疲労寿命に大きな影響を与えず、減肉が存在しない脇部において、疲労き裂が発生した。さらに、減肉エルボ配管の耐震裕度評価を行い、本試験で行った範囲では、減肉エルボ配管は十分に高い耐震裕度を有することを確認した。	
機器・配管系	中村いずみ	配管の耐震安全性と 高経年化	日本機械学会 Dynamics and Design Conference 2009 原子力機器の耐 震性評価と安全 技術Workshop資 料集	配管系では高経年化に伴い減肉やき裂の発生が想定されており、これらが耐震安全性に与える影響を把握することが必要である。これまでの研究事例から、減肉の存在は振動特性に影響を与えるが、き裂の存在は殆ど振動特性に影響しないこと、実験で確認された配管系の破損形態は主にエルボ部分での低サイクル疲労破壊であること、詳細解析モデルにより損傷箇所の予測とある程度の精度での寿命評価が可能であることについて紹介するとともに、実験結果から、配管系が振動応答により損傷する際に劣化部が与える影響を整理している。	
機器・配管系	大谷章仁, 佐藤祐二, 中村いずみ, 高橋宏治, 高田一	減肉配管の3次元加 振実験と耐震設計裕 度に関する考察	日本機械学会 機械力学, 計測 制御部門講演会	減肉を有する配管系の振動特性と損傷モードに対する減肉効果の影響確認のため、健全および減肉配管について、3軸振動台による加振を実施した。 加振試験では配管系のエルボにおいて損傷が発生したが、損傷までには設計で許容されるレベルを超えた条件を繰り返し負荷する必要があった。設計における評価と加振実験結果を比較・分析することにより、現行の原子力プラント配管系の耐震設計における裕度の検討を実施した。	

参考情報一覧 (共通情報)

分野	著者名	表題	文献誌名	要旨	備考
機器・配管系	Eiji Shirai, Tetsuya Zaitso, Kazutoyo Ikeda, Toshiaki Yoshii, Masami Kondo, Yoshihisa Fujiwara, Satoshi Shinma	Evaluation Method of U-Bolt Energy Absorption	ASME PVP2009	JEAC4601で、エネルギー吸収を利用した設計手法が新たに認められた。このため、Uボルトを有する配管系の地震応答を低減するために、エネルギー吸収効果を利用した設計手法に着目し、Uボルトに支持された単純な配管モデルの静的、動的な試験を実施した。これらの試験で求めた荷重-変位関係と疲労曲線から、Uボルトのエネルギー吸収を考慮した評価手法を検討した。	
機器・配管系	Hiro Kobayashi and Yoshio Urabe	STUDY ON STRAIN RATE EFFECT ON DYNAMIC STRAIN AGING AND SAFETY MARGIN OF PIPE ELBOW AT SEISMIC EVENT	ASME PVP2009	1994年、ASME Section IIIにおいて、NB-3656(b)項とNC/ND-3655(b)項にある、地震荷重等による配管の発生応力の制限に係る評価式で、 $B2' = (2/3)*B2$ を使用する改定が行われた。これに対してNRCは、高温では動的ひずみ時効の影響により、 $B2' = (3/4)*B2$ としたほうが適切と主張している。 本論文は、炭素鋼配管エルボ部について、高ひずみ、高温条件下で、動的ひずみ時効の破損に対する影響をFEM解析により検討し、ひずみ速度の影響は無視できること、また規格上の許容応力に対する荷重に対して1.5倍以上の安全余裕があることを確認し、ASME Section IIIの改定に対する技術的な根拠と正当性を示したものである。	
土木構造物	小林央治, 渡辺健, 二羽淳一郎	RCはりの斜め圧縮破壊 耐力評価に関する 研究	コンクリート工 学協会年次論文 集	鉄筋コンクリート (RC) はりの斜め圧縮破壊耐力を評価するため、コンクリートの圧縮強度、せん断補強鉄筋比、せん断スパン有効高さ比、ならびにスターラップ間隔をパラメータとしたRCはりを17体製作し、載荷実験を行った。実験結果よりこれまでに提案されている斜め圧縮破壊するRCはりの耐力算定式では、耐力を適切に評価するのが困難であることを確認した。特に、斜め圧縮破壊耐力の影響因子を検討した結果、超高強度域においてもコンクリートの圧縮強度の影響を強く受けることが明らかになった。また、高強度コンクリートに対する斜め圧縮破壊は、せん断補強鉄筋比ではなく、スターラップ間隔も寄与する可能性を示唆している。	
土木構造物	松尾豊史, 松村卓郎, 玉田潤一郎	鉄筋腐食が生じた鉄 筋コンクリート製 ボックスカルバートの 耐荷性能に関する 実証研究	土木学会論文集	載荷実験結果に基づいて、不静定構造であるRCボックスカルバートでは、腐食箇所には損傷が生じていても、荷重が再分配されるため、局所的な材料劣化が耐荷性能に及ぼす影響が小さい。また、塩害環境下の一般的な劣化進行過程における劣化程度と耐荷性能の関係を対応付けて整理し、(a) 劣化期に至らない範囲では曲げ耐力はほとんど低下しないが、せん断耐力は潜伏期に比べて最小で約85%になること、(b) 耐荷力よりも変形性能の低下割合が大きく、変形性能は腐食ひび割れが発生する加速期以降に劣化の進行にしたがって低下する傾向があることを示した。	
津波	笠原健治, 藤間功司, 嶋原良典	砕波形態を考慮した 津波の砕波減衰モデル	土木学会論文集	実務的な津波数値計算における砕波減衰モデルの適用性を広げるため、Plunging砕波と砕波段波の再現には β (砕波減衰項における渦動粘性係数に係る定数) を0.50及び0.35とするのが望ましく、砕波形態が判断できない場合には $\beta=0.37$ を用いるのが適当であることを示した。	
津波	藤井直樹, 池野正明, 榊山勉, 松山昌史, 高尾誠, 向原健	津波による港湾内の 流況と地形変化に関 する実験およびその 数値計算	土木学会論文集	港湾を設置した大型平面水槽を用いた津波による流況と地形変化に関する実験より検証データを取得するとともに、港湾における流況・地形変化特性を把握した。池野ら(2009)の地形変化モデルにおける係数を同定した。	
津波	池野正明, 吉井匠, 松山昌史, 藤井直樹	津波実験に基づく浮 遊砂巻上量の算定と 巻上量式の提案	土木学会論文集	津波砂移動実験から海底砂の巻上量を算定した。粒径の違いを考慮した新しい浮遊砂巻上量式を提案し、既往の巻上量式よりも地形変化量の再現性が向上することを示した。	

参考情報一覧 (共通情報)

分野	著者名	表題	文献誌名	要旨	備考
津波	橋本貴之, 越村俊一, 小林英一	津波による大型船舶 の漂流挙動解析—イ ンドネシア, バンダ アチェにおける事例 —	土木学会論文集	座礁挙動や局所的かつ複雑な津波の流れ場における浮体挙動を表現することができるモデルを開発し, インドネシア, バンダアチェにおけるインド洋津波時の漂流船舶の実例を再現することで妥当性評価を行った。	
津波	ファウジアフマド, 嶋原良典, 藤間功司, 水谷法美	陸上構造物に作用す る津波波力の推定手 法に関する考察	土木学会論文集	構造物に作用する津波波圧の時空間的な変化と津波波力の対応を水理実験により調べ, 実験結果から各種津波波力推定式の妥当性を検証した。	

分野	地点	著者名	表題	文献誌名	要旨	備考
活断層	柏崎	No, T., Takahashi, N., Kodaira, S., Obana, K., Kaneda, Y.	Characteristics of deformation structure around the 2007 Niigata-ken Chuetsu-oki earthquake detected by multi-channel seismic reflection imaging	Earth, Planets and Space	反射法地震探査の結果、米山-小木隆起帯の東側地域が最も変形した地域であり、顕著な褶曲あるいは断層による褶曲が認められる。米山-小木隆起帯と上越海丘の間にも褶曲は認められるが、やや規模は小さい。上越海丘西側には顕著な変形は見られない。	
活断層	柏崎	渡辺満久, 中田高, 鈴木康弘	佐渡海盆東縁断層と2007年中越沖地震	平成19年(2007年)新潟県中越沖地震2周年記念シンポジウム・日本活断層学会2009年度秋季大会講演予稿集	新潟県中越沖地震の震源域周辺の音波探査の結果、佐渡海盆の東縁に位置する佐渡海盆東縁断層Aと、その派生断層である佐渡海盆東縁断層Bが認定された。佐渡海盆東縁断層Aは、長さ50km程度であると考えられる。	佐渡海盆東縁部に活断層の可能性を指摘する情報であるが、原子力安全保安院及び原子力安全委員会による審査 ^{※1,2} 、新潟県技術委員会 ^{※3} において、佐渡海盆東縁部に耐震設計上考慮すべき活断層が認められないと判断されている。なお、知見拡充に向けた取り組みとして、当該付近を含む柏崎地域の地形及び地質構造の形成過程について、引き続き検討を行っている。 ^{※4}
活断層	柏崎	佐藤比呂志, 阿部進, 高橋明久, 加藤直子, 岩崎貴哉, 石山達也, 斉藤秀雄, 白石和也, 稲葉充, 深澤光	2008年三条-弥彦沖測線地殻構造探査の成果	日本地質学会第116年学術大会講演要旨	角田-弥彦断層群は、40°～50°西傾斜の逆断層であり、リフト期の正断層が逆断層として反転したものである。また、越後平野東縁断層帯は、主要部分は伏在し、40°東に傾斜した断層面を示し、リフト期の正断層の反転に起因する可能性が大きい。	
活断層	柏崎	立石雅昭	柏崎刈羽原子力発電所敷地周辺の地質調査結果について	第20回地震、地質・地盤に関する小委員会(新潟県)	東京電力(株)の北2測線沿いで、阿多鳥浜テフラ等の標高が西山丘陵と柏崎平野とで20m程度異なり、これは、原子力発電所敷地近傍で断層の可能性を示唆する落差である。また、刈羽村山崎での2箇所のコア掘削の結果、周辺地域での西山層の高度分布と約50mの落差があり、海面低下期の浸食谷としては異常に深い。これらの形成過程の解明が求められる。	当社の活断層評価結果については、原子力安全保安院及び原子力安全委員会による審査 ^{※1,2} 、新潟県技術委員会 ^{※3} において、妥当と判断されている。なお、知見拡充に向けた取り組みとして、当該付近を含む柏崎地域の地形及び地質構造の形成過程について、引き続き検討を行っている。 ^{※4}
活断層	東通	渡辺満久	海成段丘面の形成と六ヶ所断層(六ヶ所撓曲)	平成19年(2007年)新潟県中越沖地震2周年記念シンポジウム・日本活断層学会2009年度秋季大会講演予稿集	六ヶ所撓曲の新たな露頭を発見し、MIS5eとMIS5cまたは5aに形成された2つの段丘面が確認された。段丘面は海側に傾いており、変位の累積が認められる。	
活断層	東通	公文富士夫, 市川博, 上林彰仁, 桑原里枝	北西太平洋, 下北半島沖の海底コア試料の過去57万年間の有機炭素含有量(TOC)変動	日本地球惑星科学連合2009年大会	下北半島沖で採取されたコアの分析により、過去57万年にわたる気候変動、有機炭素含有量の変動を分析した。これにより海洋酸素同位体比曲線に類似した変動が見られ、下北沖と周辺海域における寒流と暖流の変遷、水温変化による生物生産量の変動を検討した。	

分野	地点	著者名	表題	文献誌名	要旨	備考
地震・地震動	柏崎	木村美帆, 浅野公之, 岩田知孝	鉛直地震計アレイデータを用いた強震動と弱震動の地盤震動特性の比較 — 柏崎刈羽原子力発電所構内における2007年新潟県中越沖地震とその前後の地震記録を対象として—	地震 第2輯	強震時と弱震時の地盤震動特性の違いを調べることを目的として、柏崎刈羽原子力発電所構内に設置された鉛直地震計アレイ（KSH, KK1, KK5）の、地表記録と地中記録のスペクトル比を求め、2007年新潟県中越沖地震の本震時と本震前・本震後におけるS波速度と Q_s 値を、遺伝的アルゴリズム（GA）により推定した。その結果、地表付近では、本震前より余震時のS波速度が、10%程度低下していることが分かった。なお、本震時の検討についてはKSH（サービスホール）のみである。	
津波	柏崎	根本信, 高瀬嗣郎, 長谷部大輔, 横田崇	日本海におけるアスペリティを考慮した津波波源モデルの検討	土木学会論文集B2(海岸工学)	日本海東縁部を対象とし、アスペリティを考慮した想定地震の津波波源モデルについて検討を行った。既往の3地震に対してインバージョン解析を実施し、断層すべりの不均質特性を把握し、アスペリティを考慮した合理的な津波波源モデルの構築方法を提案した。	
津波	福島東通	原口強, 石辺岳男	津波堆積物・隆起イベント層から推定される三陸沖中部の巨大地震モデル	月刊地球	三陸海岸の津波堆積物調査から、最大2mの隆起を伴う津波イベントが500~700年間隔で起こったことが分かった。これらは、三陸沖中部を震源とするプレート間地震で生じた可能性がある。	

- ※1 「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地・敷地周辺の地質・地質構造、基準地震動 S_s 及び地震随件事象の評価並びに基準地震動 S_s に対する7号機の耐震安全性の評価に係る報告書」（原子力安全・保安院, 平成21年1月）参照。
- ※2 「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所敷地・敷地周辺の地質・地質構造、基準地震動 S_s 及び地震随件事象の評価並びに基準地震動 S_s に対する7号機の耐震安全性の評価に係る報告書」に対する見解について（原子力安全委員会, 平成21年2月18日）参照。
- ※3 「小委員会で整理した論点に関する技術委員会の見解」（新潟県原子力発電所の安全管理に関する技術委員会, 平成21年4月7日）参照。
- ※4 知見拡充に向けた取り組みの状況については、当社柏崎刈羽原子力発電所ホームページ (<http://www.tepco.co.jp/nu/kk-np/chuetsu/chiken-j.html>) にて報告。