

【新知見関連情報】(原子力事業者に共通する情報)

	分野 <sup>※1</sup>	著者名	表題	文献誌名	要旨
1	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。

※1 分野:情報の内容によって、「活断層」「地盤」「地震・地震動」「建物・建築物」「機器・配管系」「土木構造物」「津波」の7分野に分類している。

【参考情報】(原子力事業者に共通する情報)

	分野	著者名	表題	文献誌名	要旨
1	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。
2	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。
3	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。
4	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。
5	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。
6	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。
7	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。

	分野	著者名	表題	文献誌名	要旨
8	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(Mj 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、通常の内陸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。
9	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。
10	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方向同時入力で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。
11	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。
12	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。
13	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っ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。
14	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。

	分野	著者名	表題	文献誌名	要旨
15	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。
16	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。
17	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。
18	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。
19	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。
20	機器・配管系	日高 慎一郎, 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。
21	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性評価に関する研究 動的な水平・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性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な水平・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する場合でも、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。

	分野	著者名	表題	文献誌名	要旨
22	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(トロリ及びガード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。
23	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。
24	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。
25	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。
26	機器・配管系	Eiji Shirai, Tetsuya Zaitu, 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。
27	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 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、 $B2 = (2/3) \cdot B2$ 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、 $B2 = (3/4) \cdot B2$ 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 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。

	分野	著者名	表題	文献誌名	要旨
28	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。
29	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ボックスカルパートでは, 腐食箇所にも損傷が生じて, 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。
30	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 (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 $\alpha=0.37$ を用いるのが適当であることを示した。
31	津波	藤井直樹, 池野正明, 神山勉, 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。
32	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。
33	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, バンダアチエにおける事例	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, バンダアチエ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。
34	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力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。

【参考情報】(当社発電所の個別情報)

	分野	著者名	表題	文献誌名	要旨
1	津波	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	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。