

基盤技術課題

地球工学研究所

概要

地球工学研究所は、電力施設に係る土木技術、自然災害対策、原子燃料サイクルバックエンド事業支援に必要となる、地圏科学、地震工学、構造工学、流体科学ならびに地下エネルギー利用技術に関わる基盤的研究を推進している。

課題毎の
概要と
主な成果

地圏科学

電力施設の立地、建設、維持管理に関わる課題解決のため、断層活動性、火山噴火規模、地下構造物の安定性、地下水による物質移行に関する評価法を高度化する。

■岩盤内の断層破碎帯において、ヘリカルX線CTスキャナなどを用いて最新の断層面を求め、それに沿う鉱物の破壊の有無を電子顕微鏡などにより解析し、断層の活動性を評価するフローを電力会社と協力して確立した。

■主断層(横ずれ断層)の周辺に副断層が分布する状況を想定し、動力学的断層破壊解析に基づいた活断層周辺の副次的な断層の変位量解析を実施した。これにより、敷地周辺の主断層が地震により活動した時の敷地内での地表変位を評価できることを示した[N14007]。

地震工学

電力施設・設備における、地震を中心とした自然災害への対応・対策法を確立するとともに、コストを抑えた維持管理手法を構築する。

■変電機器の耐震設計における全国一律の地震力の妥当性を評価するため、今後100年で全国の変電所が見舞われる震度を分析した。その結果、約9割が震度6弱以下であり、設計レベルの目安となることを明らかにした。さらに、震度6弱の地震動レベルを近年の地震データに基づき統計分析し、震度6弱の加速度応答スペクトルの平均レベルと現行指針の動的設計地震力が同等レベルであることを示した。

■高レベル地震動を入力したセンタークランプ方式ブッシングの加振試験により、ブッシングの非線形応答、並びに継続的な漏油被害となるブッシング下端からのパッキンはみ出しの実データを取得するとともに、実験結果を良好に再現できるファイバーモデル*を用いた新たな解析手法を開発した[N14012]。

構造工学

鋼構造物・コンクリート構造物の安全性・信頼性の確保と寿命延伸に寄与するため、地震・風・雪等の自然外力や、塩害・凍害・温度変化等による経年変化を考慮した構造性能評価法を開発する。

■せん断破壊した鉄筋コンクリート部材の変形指標に基づく損傷評価法を構築するため、せん断裕度の小さい鉄筋コンクリート部材の静的載荷実験を実施し、部材の横膨張量とせん断破壊発生後の耐力低下との関係を明らかにした^[1] (図1)。これにより、部材の横膨張量の計測値を介して、実際の部材の損傷レベルを判定することができる。

■フライアッシュのコンクリート用途での利用を拡大するため、相組成(セメント硬化体を構成する物質の種類と割合)の概念を用いたセメント硬化体の特性評価に着目した研究の現状を分析した。この結果、相組成の概念は、強度をはじめ多くの特性評価に応用できる可能性があるが、フライアッシュの品質変動や配合条件の影響も含めて検討した例は少なく、今後の技術開発が望まれることを明らかにした[N14014]。

流体科学

原子力発電設備への火山噴火や施設内火災等の影響評価、ならびに水力・太陽光・風力等の電力設備の建設・運用・保守・自然災害軽減に役立てるため、これら設備に関わる水・大気等の流体の流れを評価する基盤技術を開発する。

■ 気流解析の流入側境界条件として必要となる非定常流速を適切に与える手法として、気象場に応じて変化し得る乱流長さスケール(乱流中の渦の大きさ)等の乱流性状をパラメータとして与えつつ流れの各種保存則を満足する手法を確立した。本手法は、複雑な実在気流の再現性向上等に寄与し、電力設備の耐風設計や降下火山灰影響評価等における非定常気流シミュレーションへの応用が可能である[N14011]。

■ 鉛直加熱壁近傍の自然対流境界層における層流状態および乱流状態での熱伝達特性、流れ特性を、近似式を介さずに再現するためのシミュレーション手法を構築し、熱流動場が静穏な状態から空間偏差の大きい状態へ変化する様子を可視化した。本手法を火災シミュレーションツールに適用することで、発電所設備の耐火性能設計に資する[N14013]。

地下エネルギー利用

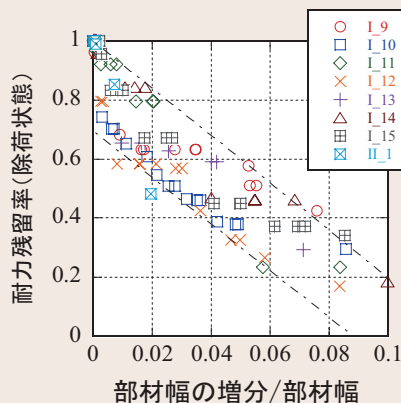
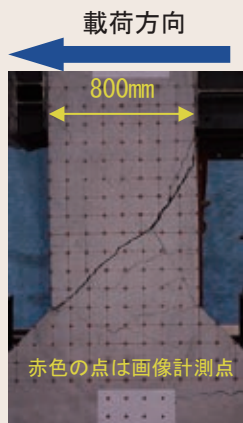
CO₂地中貯留、地熱発電、大規模電力貯蔵、国産天然ガス開発等、地下エネルギー開発や地下空間利用に関する国内外の動向を調査し、必要な地下調査・評価技術を開発する。

■ 電気事業としてのCCSへの対応の検討に資するため、CCSの国内外の技術・政策動向について調査した[N14005]。カナダでは2014年に世界で初めて石炭火力発電所においてCO₂の回収と貯留が商業ベースで開始された。これは国による発電所のCO₂排出基準の設定や、CO₂の石油増進回収への売却による利益が大きい。

■ 地熱発電の出力を安定させるための地熱増産システム(EGS)技術について、国内外の技術開発の現状を調査し、これらの汎用性を高めるため、①貯留層への人為的な注水による涵養、②貯留層の岩盤への亀裂造成による透水性改善、③人工的な貯留層の造成の3つに大別して課題をまとめた[N14017]。これらの課題解決により、EGS技術の汎用性向上に資する。

* 有限要素法における梁部材の非線形モデルの一種、2方向曲げや軸方向との連成を考慮することができる。

[1] 宮川・永田・松村, 土木学会論文集E2, Vol.70, No.4, pp.402-416 (2014).



凡例の「I_9~II_1」は試験体番号であり、配筋(鉄筋量)や軸力(上載荷重)が異なる8つの試験体のデータをそれぞれ示している。

図1 鉄筋コンクリート部材の横膨張(見かけの部材幅の増大)と耐力低下の関係

ひび割れの拡幅がもたらす見かけの部材幅の増大(の部材軸に沿った最大値)を画像計測によって取得した(左)。グラフは、試験体別にマーカーを分けており、1プロットが1損傷時点の画像に対応している。部材幅の増大が、耐力残存率と密に関連していることがわかる(右)。