

事故を起こした原子力発電所の廃止措置に向けた地盤工学的技術開発と 土木技術者育成の必要性

原子力発電所事故 廃止措置 環境地盤工学

早稲田大学 国際会員 ○小峯秀雄
地盤工学会 国際会員 東畑郁生
東京大学 国際会員 後藤 茂
千葉工業大学 国際会員 鈴木 誠
日揮株式会社 正会員 高尾 肇
電力中央研究所 国際会員 渡邊保貴

1. はじめに

現在、福島第一原子力発電所内での緊急課題である汚染水対策に大きく寄与しているのは、地盤工学分野で培われ発展してきた技術である。具体的には、地下水流動予測や凍結工、薬液注入、粘土系遮水技術、表層処理、地下水くみ上げ工が、それである。地盤工学では、常に、現場で使用することを前提とした技術開発を行っており、上記の実際の対応は、その前提に基づく技術開発の有効性に起因するものと考えられる。しかし現状は、我々、地盤工学・土木工学を専門とした技術者が主体的に係わっているとは言い難い。上記の地盤工学技術を使用する上では、その特長と弱点を理解しながら、適用することが肝要である。その意味では、地盤工学技術が適切に使われているか否かという点では、不十分な状況と言わざるを得ない。2014年5月、地盤工学会では「福島第一原子力発電所汚染水問題に関する会長特別懇談会」を設置し、今後の原子力発電所廃止措置に向けた人材の育成の必要性について強く主張してきた。第一著者は、本懇談会の座長であることから、地盤工学会が開始した原子力発電所廃止措置に向けた人材育成プロジェクトについて、その概要を紹介する。

2. 地盤工学の観点からの原子力発電所廃止措置に向けた人材育成プロジェクト

地盤工学は、前述のように、被災した福島第一原子力発電所構内において発生している汚染水の対策に寄与しているのみならず、廃止措置に至る今後の過程でも、作業環境の長期予測と対策、燃料デブリ取出しにおけるボーリング技術や地下掘削技術、放射性廃棄物処分の技術開発で培われた技術を活用した構内における事故由来の放射性廃棄物の仮置きや処分において、重要な役割を果たすことができる。一方、地盤工学・土木工学の専門家・技術者の多くは、一般公共事業への貢献を主な目的として技術開発を行っており、必ずしも原子力工学分野に詳しくないのも事実である。すなわち、地盤工学・土木工学の専門家・技術者の多くは、福島第一原子力発電所の燃料デブリ取出しから廃止措置に至るまで、貢献できる基本的技術を保有しているにもかかわらず、原子力工学分野の求めている事項を認識していないが故に、直接的な貢献ができていないのが実情と考えられる。

また、多くの土木工学系学科においては、一般公共事業への貢献を念頭に置いた技術者教育が展開されている。今後40年にもわたる福島第一原子力発電所の燃料デブリ取出しから廃止措置までの工事に寄与できる人材を育成するためには、従来型の地盤工学・土木技術者教育に加えて、原子力工学分野の知見・教育事項を取り入れた新しいカリキュラムの構築と実践が必要不可欠である。具体的には、20世紀に地盤工学・土木工学が大いに貢献してきた原子力発電所の建設技術に加え、原子力発電所の立地・建設から放射性廃棄物処分、廃止措置までを一貫して担うことのできる教育プログラムを構築することが必要である。これにより、現況改善の対策、燃料デブリ取出しから廃止措置までを地盤工学・土木工学の観点から貢献する技術産業を創出し、若者が将来の職業として魅力を感じる産業の育成を行い、東京電力福島第一廃炉推進カンパニー等への人材輩出および実効的な技術支援を行うことができる。

以上のような背景と実情を打開することを目指して、2014年6月現在、「東京電力(株)福島第一原子力発電所1~4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」(原子力災害対策本部 東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議 平成25年6月27日)を踏まえて、地盤・地下水調査、建設施工、モニタリング、処分技術の専門家としての観点から、地盤工学会では、福島第一原子力発電所からの燃料デブリ取出しから廃止措置までに求められる技術の開発において基礎となる基礎研究の選定と予備検討、研究体制の構築、また最終的な研究のゴールである人材育成に関するプログラムのプロトタイプ構築を進めている。

On the need for geotechnical engineering development and civil
engineering education for decommission of damaged nuclear
power plant

Hideo Komine Waseda University
Ikuro Towhata The Japanese Geotechnical Society
Shigeru Goto University of Tokyo
Makoto Suzuki Chiba Institute of Technology
Hajime Takao JGC Corporation
Yasutaka Watanabe CRIEPI

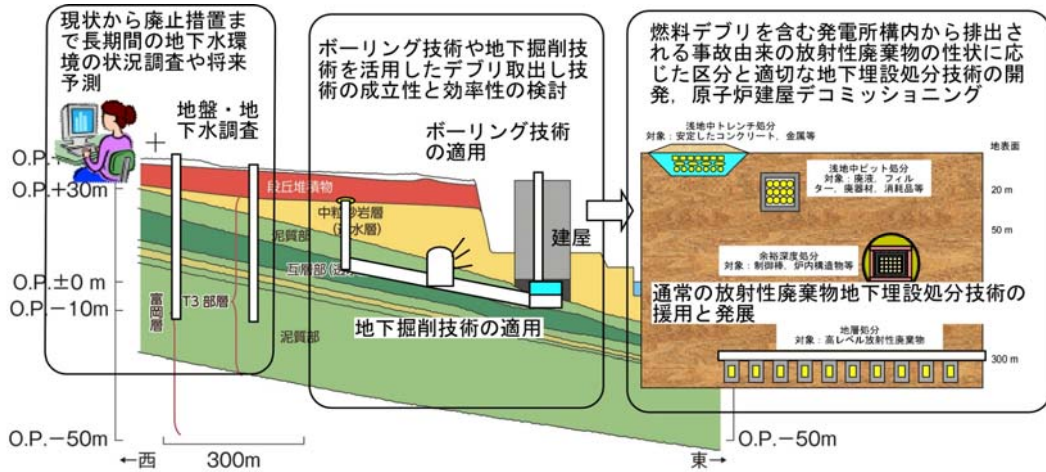


図1 福島第一原子力発電所の燃料デブリ取出しから廃止措置における地盤工学分野の個別基盤研究のイメージ (放射性廃棄物地下埋設処分に資する学術的知見・要素技術が活用できることを意図して示した概念である。)



図2 放射線遮蔽実験の様子

技術開発の基礎となる基盤研究としては、燃料デブリ取出しから廃止措置までの期間、作業空間の安全性確保を今後40年間、維持しなければならないことから、「①高度かつ緻密な地下水調査・地下水流動解析技術による広域な現況評価と将来予測」、地盤工学において多数の実績を有するボーリング技術を含む地下掘削技術を燃料デブリ取出し技術に応用する観点から「②遠隔操作によりトンネル掘削が可能なシールド・TBM(トンネル・ボーリング・マシン)技術を活用したデブリ取出し技術と高空間放射線量環境での作業改善のための地下基地建設技術の開発」、さらに燃料デブリ取出し後に引き続き実施される原子炉建屋の解体に伴い発生する放射性廃棄物の処分などを具体的に実施するための「③放射性廃棄物処分で開発してきた地盤工学技術を活用したデブリの処分方法と原子炉建屋デコミッションング技術の開発」を挙げた(図1参照)。

また原子力工学分野と地盤工学との融合教育の観点から、土質系遮水材料や重泥水等の放射線遮蔽性能についての予備的な実験的調査および「地盤工学の英知を結集した福島第一原子力発電所廃止措置技術」教育プログラムの試作を行うことを、具体的な目標としてプロジェクトを進めている。図2は、早稲田大学、西武建設、ホージュン、テルナイトおよびソイルアンドロックエンジニアリングの平成25年度共同研究で実施したベントナイト系重泥水のガンマ線と中性子線の遮蔽実験の様子である。重泥水等土質系材料の放射線遮蔽性能を確認すると共に、土質系材料の放射線遮蔽実験が、学部教育レベルの実験実習として実施できることを確認した。その成果は、2015年3月現在、取りまとめ中であり、今後、各種学会で学生が発表予定である。地盤工学分野の講義カリキュラムとしては、表1に示すようなものが考えられる。今まで、個々に教授されてきた基礎的な学術内容を原子力発電所の廃止措置というキーワードで連結した新しい学問体系として構築することを目指している。

3. まとめ

本論文では、事故を起こした福島第一原子力発電所の廃止措置に向けた地盤工学的技術開発と人材育成プログラムの必要性を述べた。このプロジェクトは緒についたばかりである。地盤工学会研究発表会等の定期的な学術発表会で、精力的に成果の発信を行うとともに、多くの学会と協同して、サマーセミナーや共催シンポジウムやワークショップを開催し、廃止措置に向けた新しい世代の人材育成を進めていく所存である。

参考文献

- 1) 小峯秀雄, 東畑郁生, 鈴木誠, 後藤茂, 高尾肇: 汚染水対策・デブリ取出しから廃炉までを想定した地盤工学的の新技術開発と人材育成の必要性, 第11回地盤工学会関東支部発表会 (CD-ROM) (2014)

表1 必要と思われる地盤工学の教育分野

分野	目的	学術内容
地盤力学	被災した原子炉建屋の力学的安定性評価	安定解析, 原位置調査
地盤環境工学	40年に亘る地下水環境, 地下環境の予測と調査, モニタリング	現地調査, モニタリング, 数値解析, 環境影響評価
地盤材料学	放射線遮蔽土質系材料, 燃料デブリ取出しのための地盤改良	新しい土質系材料, 放射線遮蔽重泥水・流動化処理土
地盤施工学	燃料デブリ取出しやデコミッションングのための建設技術	トンネル掘削, ボーリング技術, 遮水工技術, 充填技術, 処分技術, 土壌修復