

# 原子力発電所廃止措置のための地盤工学（廃炉地盤工学）の創出と人材育成

## Concept Creation and Human Resource Development in Geotechnical Engineering for Decommissioning of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

鈴木 誠 (すずき まこと)

千葉工業大学 教授

被災原子炉対策の支援技術の一つとして、地盤工学は地下水流動予測や各種地盤改良工法等の技術を通じて放射線汚染水対策に寄与しているのみならず、廃炉に至る今後の過程でも地下掘削技術や放射性廃棄物処分技術で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・技術者で原子力工学分野に精通している人材は少なく、廃止措置に貢献できる基本的技術を保有しているにもかかわらず、直接的な寄与ができていないのが実情である。このような背景から、地盤工学会では、早稲田大学・千葉工業大学とともに、2015年度に文部科学省「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業 廃止措置研究・人材育成等強化プログラム」に採択された『福島第一原子力発電所構内環境評価・デブリ取り出しから廃炉までを想定した地盤工学的新技術開発と人材育成プログラム』（2015年度～2019年度）を開始した。また、産官学の英知を結集するため、地盤工学会の日本全国に及ぶ広いネットワークを活用し、『福島第一原子力発電所廃止措置に向けた地盤工学的新技術と人材育成に関する検討委員会（以降：廃炉地盤工学委員会、東畑郁生委員長）』を設立した。

廃炉地盤工学委員会では、中長期ロードマップに示された廃炉シナリオに対して、必要技術の抽出や既存技術の適用性・応用等、地盤工学技術の位置づけを明確かつ具体化し、個別基盤研究の開発成果を踏まえた、より実効性の高いと考えられる廃炉シナリオの構築を目指している。また、これらの技術を体系化し、原子力分野の技術者と協働できる新しい地盤工学技術者の育成プログラム「廃炉地盤工学」を構築することも目指している。

本特別セッションでは、今後の廃炉過程に地盤工学観点から貢献しうる人材の育成と原子力技術者との協働を主眼において、廃炉地盤工学の包括する技術内容や教育方針・方法等について議論した。会場には50名以上の参加者が着席しており（写真-1参照）、バックエンド以外の研究者や実務者も半数ほど見受けられた。プログラムは、表-1に示すとおりであるが、あいにく廃炉地盤委員会の東畑郁生委員長と小峯秀雄先生は不在で、昨年度に比べて多少迫力が欠ける面もあった。

最初に、幹事長である後藤茂氏から、プロジェクトの概要として、廃炉地盤工学の目的の説明があった。

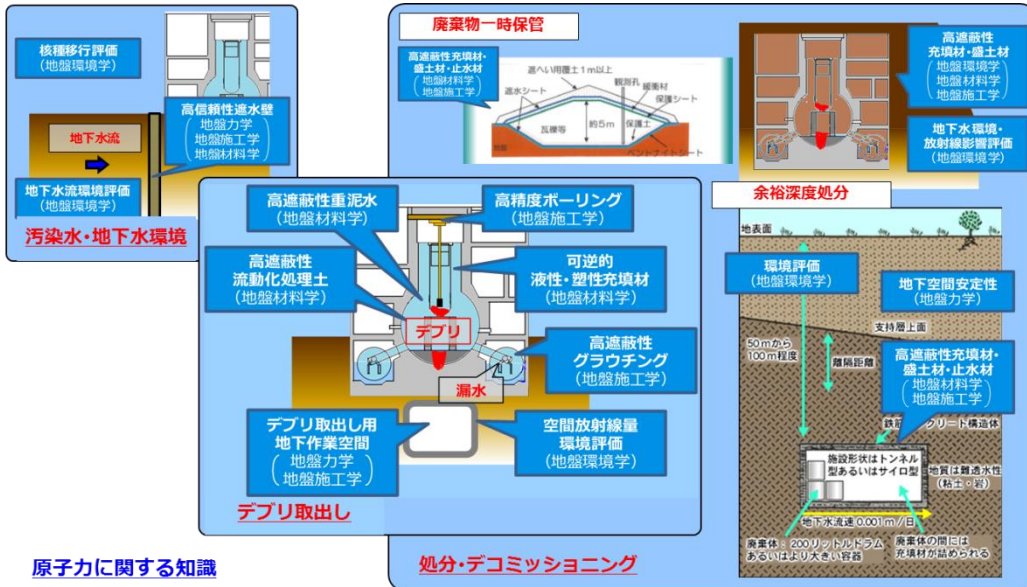
- ① 廃炉技術の明日を担う地盤関連技術者の教育内容を整備する。
- ② 廃炉に関連するプロセスや技術の要求性能を明確にすることにより、新技術を提案しやすくする。
- ③ 廃炉に貢献する地盤関連技術の位置づけを明確にすることにより、技術のアピールや相互関連をしやすくする。
- ④ 検討した廃炉関連の地盤技術は廃炉基盤研究プラットフォーム等を通じて廃炉事業者や官庁への展開を行う。



写真-1 本特別セッション会場

表-1 セッションプログラム

時間	内容	発表者
10:40～10:45	研究プロジェクトの概要説明	後藤 茂 (地盤工学会)
10:45～11:10	研究プロジェクトの現状報告 (カリキュラム構成、技術マップ、廃炉プラットフォームへの貢献)	後藤 茂 (地盤工学会) 菱岡宗介 (パシフィック コンサルタンツ)
11:10～11:20	早稲田大学における人材育成	吉川絵麻 (早稲田大学)
11:20～11:30	千葉工業大学における人材育成	鈴木 誠 (千葉工業大学)
11:30～12:05	フロアーディスカッション	会場出席者
12:05～12:10	総括及び今後の展望	鈴木 誠 (千葉工業大学)



原子力に関する知識

図-1 地盤工学技術の貢献

表-2 カリキュラム構成

	汚染水・地下水環境	デブリ取出し	デコミッショニング
地盤力学	<ul style="list-style-type: none"> <li>汚染水貯留施設の安定性評価</li> <li>遮水壁設置地盤の地震時安定性評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力建屋下部の放射線漏洩防止処置のための地下基地の安定性評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>デコミッショニングの段階に沿った地盤・建屋系の地震時安定性評価</li> </ul>
地盤環境学	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力建屋周囲の時間的変化に対応した地下水・核種拡散シミュレーション</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>上記地下基地の空間放射線量の環境評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>デコミッショニング段階に沿った建屋周囲の地下水環境・放射線環境予測と評価</li> <li>余裕深度処分対応の地下水環境評価</li> </ul>
地盤材料学	<ul style="list-style-type: none"> <li>汚染水貯留プールに適用可能な高性能止水材料の開発</li> <li>遮水壁の信頼性を高める高性能遮水壁材料の開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>空間放射線量を低減する高遮蔽性超重泥水の開発</li> <li>デブリ視認可能な可視性超重泥水の開発</li> <li>格納容器水漏れ箇所対応可能な高遮蔽性固化泥水の開発</li> <li>デブリ一時的封込め対応可能な可逆的液性・塑性（高遮蔽性）充填材の開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>瓦礫・伐採材保管に適した高遮蔽性覆土材料と止水材料の開発</li> <li>余裕深度処分に対応した廃棄物空間充填材の開発</li> <li>原位置デコミッショニングに対応できる格納容器用高遮蔽性充填材の開発</li> <li>原位置デコミッショニングで建屋全体を覆う高遮蔽性盛土材料の開発</li> </ul>
地盤施工学	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下水の流入を止める信頼性の高い遮水壁の構築工法</li> <li>輻射する地下構造物に対応できる遮水壁構築工法</li> <li>汚染水プールに敷設する自己診断機能付き遮水幕工法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>デブリ取出しのための高精度ボーリング工法</li> <li>上記地下基地の構築工法</li> <li>格納容器水漏れ箇所封鎖のための高遮蔽性グラウチング工法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>信頼性の高い瓦礫・伐採材の保管施設構築工法</li> <li>余裕深度施設の構築工法</li> <li>原位置デコミッショニングでの格納容器用高遮蔽性充填工法</li> <li>同上での建屋全体の鋼製外殻による封込め工法</li> </ul>

ここでは、地盤工学が廃炉に貢献できると考えられる分野が図-1のように、汚染水・地下水環境、デブリ取出し、処分・デコミッションの3分野に大別され、人材育成の観点から表-2に示す廃炉地盤工学のカリキュラム構成が示された。さらに、日本原子力研究開発機構(JAEA)と今回の人材育成公募採択者の共同運営による基礎・基盤研究の推進共同体として、廃炉基盤研究プラットフォームがあり、この組織を通じて地盤技術の展開を行うことを考えているとの説明があった。現在、地盤施工学WGで技術マップを作成し、廃炉基盤研究プラットフォームで展開を図っている。

次に、再委託先である早稲田大学と千葉工業大学から昨年度の研究報告があった。早稲田大学からは放射線遮蔽機能を有する超重泥水の開発状況、千葉工業大学からは室内土層を用いた透水性の把握精度の検証と今年度実施している現場実験の計画が説明された。

その後、座長より特別セッションにおける趣旨・意図・狙い等について説明が行われた後、フリーディスカ

ッションが開始された。多くの意見が述べられたが、紙面の都合もあり、ここですべてを紹介することはできないのでご容赦願いたい。

まず、「廃炉」という言葉は、普通はデコミッションまでを含めたものであり、一般の方は事故廃炉(1F)だけでなく、通常廃炉にも適用可能な技術に関して検討が進められているものと捉えられている。本プロジェクト

でも、通常廃炉にも適用可能な技術が何か分かった方がよいという意見があった。これに対し、事故時廃炉における放射性廃棄物は、通常廃炉の基準で処分可能かどうか未確定であるため、両者は切り離して考えるべきものであり、デコミッションにおいて両者は完全に同じものにはならず、技術的なものを検討していくべきかと考えているとの回答があった。

40年にわたって続く廃炉事業の中で、人材を創出し続けるという点で軸となりうるのが学会であると考える。委員会において複数

の若手技術者が将来的にやりたい研究について立ち話できるような関係が築かれつつあることから、このようなことを少しずつやっていくことが重要ではないかとの発言があった。また、廃炉事業は何も生み出さないプロジェクトであるが、環境保護などと同様に土木技術者としてやっていかなければならないものであり、本プロジェクトを通じて少しずつ広げていければいいのではという意見もあった。

人のつながりを作るということが、数年後～10年後に役立つ。デブリ取出しが40～50年後に完了しても、その後の福島をどうするかといった問題は残り、地盤工学分野の活躍が期待されている。特に原子力分野では地盤工学の地位があまり認識されておらず、「廃炉地盤工学」という言葉で世間に認知してもらえるようになることが重要であり、若い方々への理解につながるなどの発言があった。最後に、1F廃炉措置に対して地盤工学の貢献が期待されているので、それに応えるよう推進していきたいと総括された。

(原稿受理 2016.9.23)