

福島第一原子力発電所廃止処置における地盤工学的技術の活用 廃炉地盤工学創設の必要性

原子力発電所 廃止処置 地盤工学

早稲田大学 国際 ○後藤 茂 国際 小峯秀雄

関東学院大学 国際 東畑郁生 千葉工業大学 国際 鈴木誠

電力中央研究所 国際 渡邊保貴 日揮 国際 高尾肇

パシフィックコンサルタンツ 国際 斉藤泰久 国際 菱岡宗介 黒崎ひろみ

1.はじめに

2011年3月11日の東日本大震災に伴う津波により福島第一原子力発電所は未曾有の被害を受け、周辺領域に放射線汚染を引き起こしただけでなく、原子炉自体も核燃料の融解等により損傷を生じた。この事故原子力発電所は再生や修理が不能の状態になっており、廃止処置されることが決定しているものの、放射性汚染物の拡散防止や溶融した核燃料デブリの取り出しおよび原子炉の解体等を含むデコミッションングにおいて解決しなければならない技術的課題が山積している。これらの技術課題の解決は国民生活の安全確保や環境汚染の防止などの面から重要だけでなく、日本技術の威信回復のためにもきわめて重要である。

一方、放射性汚染水の増加防止のための地下水遮断対策や放射線汚染された瓦礫や樹木の仮置き処理にも見られるように、地盤工学的技術は事故原子力発電所の処理で重要な役割を果たしており、これからの廃止処置過程でも大いに活用できるものが数多くあると考えられる。しかし、地盤工学的技術を原子力発電所廃止処置で活用していくためには、原子力工学と地盤工学の双方に渡る知識が必要であるが、原子力工学の領域での地盤工学に関する認知度は高くなく、また地盤工学の領域での原子力発電関連の知識は十分とはいえない。

今回、地盤工学会を主体とした提案が福島第一原子力発電所の廃止処置を対象とした文科省「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。この提案では福島第一原子力発電所廃止処置への地盤工学的技術の活用と人材育成を目的として「廃炉地盤工学」の創設を目指している。廃炉地盤工学とは原子力関係者と地盤工学関係者が協働できる技術領域の形成を目指しており、原子力も地盤工学もわかる人材の育成のための基盤となることが期待されている。本論文では廃炉地盤工学の概念を説明する。

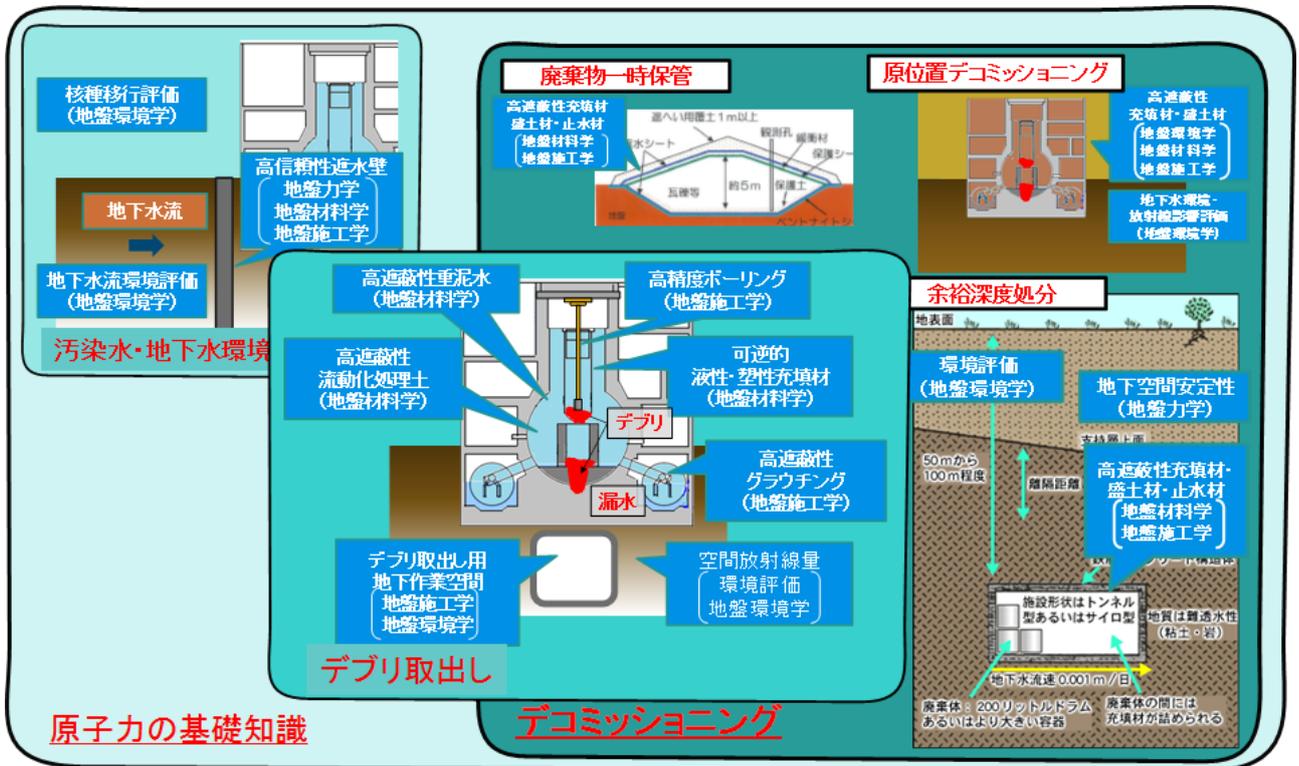


図1 廃炉地盤工学の構成のイメージ

表 1 廃炉地盤工学で位置付けされる技術例（技術マップ）

	(A)汚染水・地下水環境	(B)デブリ取出し	(C)処置・処分・デコミッションング
①地盤力学	<ul style="list-style-type: none"> 汚染水貯留施設の安定性評価技術 遮水壁設置地盤の地震時震動特性評価技術 	<ul style="list-style-type: none"> 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技術 	<ul style="list-style-type: none"> デコミッションングの段階に沿った地盤・建屋系の安定性評価技術
②地盤環境学	<ul style="list-style-type: none"> 地下水・核種拡散シミュレーションを活用した原子力建屋周囲の時間的変化に対応した評価技術 広域水循環を評価できる解析プログラム群(GET FLOWS) 	<ul style="list-style-type: none"> 上記地下基地の空間放射線量の環境評価技術 	<ul style="list-style-type: none"> デコミッション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技術 余裕深度処分対応の地下水環境評価技術
③地盤材料学	<ul style="list-style-type: none"> 汚染水貯留プールに適用可能な高性能止水材料の開発 遮水壁の信頼性を高める高性能遮水壁材料の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 空間放射線量を低減する高遮蔽性超重泥水の開発 デブリ視認可能な可視性重泥水の開発 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 デブリ一時的封じ込め対応可能な可逆的液性・塑性(高遮蔽性)充填材の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 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 余裕深度処分に対応した廃棄物空間充填材料の開発 原位置デコミッションングに対応できる格納容器用高遮蔽性充填材料の開発 原位置デコミッションングで建屋全体を覆う高遮蔽性盛土材料の開発
④地盤施工学	<ul style="list-style-type: none"> 電気比抵抗計測を活用した凍土遮水壁のモニタリング技術 地下水の流入を止める信頼性の高い遮水壁の構築工法 輻輳する地下埋設物に対応できる遮水壁構築工法 汚染水プールに敷設する自己診断機能付き遮水幕工法 	<ul style="list-style-type: none"> デブリ取出しのための高精度ボーリング工法 上記地下基地の構築工法 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 	<ul style="list-style-type: none"> キャピラリーバリアを利用した信頼性の高い瓦礫・伐採材の保管施設構築工法 海面処分場の建設工法 余裕深度施設の構築工法 原位置デコミッションングでの格納容器用高遮蔽性充填工法 同上での建屋全体の中詰めベントナイトを併用した鋼製外殻による封じ込め工法

2.廃炉地盤工学とは

廃炉地盤工学の趣意：廃炉地盤工学とは「原子力発電所廃止処置の過程」毎に活用が期待できる地盤工学的技術を「学問単元」を軸として整理することにより、廃止処置過程での地盤工学的技術の位置付けや要求性能等を明確にしようとするものであり、更には技術の高度化や新技術の創出を促進することが期待できるものである。人材教育においては学問単元を明確にして実際の技術を位置付けることにより、実効的な教育の基盤になることを期待している。ここで言う廃止処置の過程とは(A)原子力発電所建屋周辺の汚染水・地下水環境の制御、(B)デブリの取出し、(C)処理・処分及びデコミッションングであり、学問単元とは①地盤力学、②地盤環境学、③地盤材料学、④地盤施工学である。各学問単元の詳細は紙面の都合で述べないが、地盤施工学とは通常言われる「工法の実施方法である施工」のみを指すのではなく、作業環境と工法の特徴を考慮して最適の工法の選択を行う、所謂、「施工計画の策定」をできる能力の養成を目指す。

廃炉地盤工学の対象：廃炉地盤工学では廃止処置の行われる原子力発電所を対象とするが、当面は2011年東北地方太平洋沖地震に起因する事故を受けた福島第一原子力発電所を対象とする。個別の研究対象としては原子力建屋などの施設及び周辺環境も対象とし、また、廃止処置で発生する建設廃棄物を含む各種放射線汚染物も対象とする。

地盤系技術の評価軸：廃炉地盤工学で検討する地盤工学的技術の高度化の評価軸は①空間放射線量の低減性能、②放射能汚染物質の拡散防止性能、(③廃止処置に関連する他分野技術の活用容易化のための補助、)などである。但し、一般的な評価軸である品質安定性や取り扱い(施工)の容易性なども考慮する必要がある。

廃炉地盤工学で位置付ける技術例：図1に廃炉地盤工学の概念図を示す。地下水・汚染水の制御、デブリの取出し(補助)、デコミッションング等で地盤工学的技術が活用される可能性は高い。表1は廃炉過程で活用が期待できる地盤系技術を廃炉段階と学問単元とのもとに位置付けた技術マップである。現時点では具体的内容が明確でなく要望のみのも記載されているが、具体的な内容の備わったもの(赤字で記入)に置き換えていくため検討を進める予定である。

参考文献 1)H. Komine et, al(2015): Environmental geotechnics and education initiatives for recovery from the Fukushima I Nuclear Power Plant accident, The 15th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 2)小峯他(2015)：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、第50回地盤工学研究発表会, pp.2353-2354、3)小峯他(2015): 福島第一原子力発電所の廃止措置に向けた技術者育成における放射線遮蔽実験の有用性、土木学会第70回年次学術講演会、pp.71-72