

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

早稲田大学 正会員 ○小峯秀雄, 学生会員 齋藤祐磨

西武建設 正会員 成島誠一, 正会員 新井靖典

(株) ホージュン 正会員 水野正之, 正会員 氏家伸介

ソイルアンドロックエンジニアリング(株) 正会員 吉村 貢 正会員 鈴木聡彦

元東京大学 正会員 後藤 茂

1. 目的

福島第一原子力発電所の事故収束と廃止措置は急務である。しかし、それに要する期間は、今後 40 年にもわたると想定され、この課題に精通した技術者を育成することが重要である。事故を起こした原子力発電所は、施設内で制御されているのではなく、一部は地盤と連結してしまっていることから、原子力工学や機械工学のみならず、土木工学においても技術者を育成することが求められている。本研究では、土木技術者にとって、従来のカリキュラムでは取り扱ってこなかった「放射線」に着目する。具体的には、土質系材料は放射線遮蔽機能があると言われているが、実際に、それを測定・評価した事例は少ない。そこで本研究では、各種土質材料の放射線遮蔽特性の測定を行い、限られた条件でのデータを取得しつつ、今後のデータベースの充実の方向性と土木系技術者育成における放射線遮蔽実験の有用性について論じる。

2. 放射性遮蔽実験の必要性

福島第一原子力発電所構内は、高い空間放射線環境にあり、多くの土木技術者が作業している。このような状況からも、今後の土木技術者は、放射線に関する基礎的な知識を持つことが求められる。また福島第一原子力発電所構内には、図 1 に示すような覆土式一時保管施設が建設されている¹⁾。これは構内から発生する瓦礫類が高い放射線を発生するので、それに対応する仮設の施設である。図 1 の上部に記されているように、遮蔽用の覆土が設けられているが、これら土質系材料の放射線遮蔽特性を把握しておくことは重要である。

一方、福島第一原子力発電所の廃止措置に関する中長期ロードマップによれば、図 2 に示すように、格納容器内を冠水しボーリング技術を援用し燃料デブリの取り出しを考えている²⁾。このときに、格納容器を重泥水で充填することにより、容器内の空間放射線量を軽減させることも可能と考えられ、そのような技術提案をする際

にも、粘土粒子と水の混合材料である重泥水の放射線遮蔽特性データが有効となる³⁾。以上のような土質系材料の放射線遮蔽特性の把握の必要性から、次章に述べる放射線遮蔽実験を実施した。

3. 放射性遮蔽実験の概要と各種土質系材料に関する実験データと今後の方向性

本研究で実施した放射性遮蔽実験の概要を図 3 に示す。おおよその実験手順は次の通りである。すなわち、①図 3 に示すように、放射線源、空の亚克力容器（内寸法：縦 300 mm×横 300 mm×厚さ 100 mm）および放射線サーベイメータを設置した。②亚克力容器側面中央に放射線源を設置し、線源の反対側側面中央に後述のサーベイメータを設置した。線源部とサーベイメータの検出部中心の距離が 150 mm になるように設置し

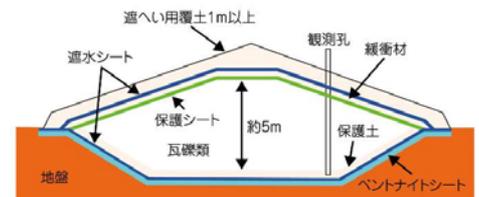


図 1 福島第一原子力発電所構内における覆土式一時保管施設の概要

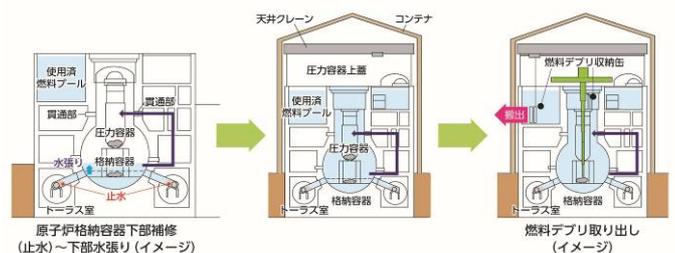


図 2 格納容器からの燃料デブリの取り出しイメージ

キーワード 原子力発電所事故, 放射線, 土質材料, 人材育成, 環境地盤工学

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学術院 社会環境工学科 TEL03-5286-2940

た. ③サーベイメータの測定値がほぼ安定したところで, 放射線透過量を読み取り記録した. ④その後, アクリル容器に, 後述の土質系材料を投入し, 同様の配置にて, サーベイメータにより放射線透過量を測定した.

ガンマ線の測定には, 日立アロカメディカル(株)製の TCS-172 を, 中性子線の測定には, 日立アロカメディカル(株)の TPS-451C を使用した. ガンマ線の線源に ^{137}Cs を, 中性子線の線源として ^{252}Cf を用いた. 実験を実施した時点ではそれぞれ, ガンマ線源が 2.07(MBq), 中性子線源が 0.46(MBq)であった.

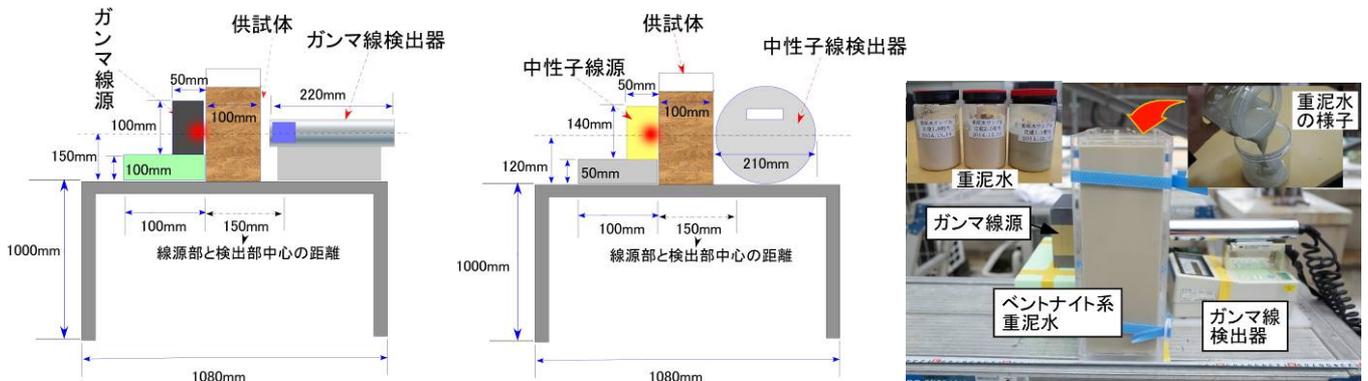


図3 放射線遮蔽実験の概念図(左図, 中央図)と重泥水のガンマ線遮蔽実験の様子(右図)

表1 今回取得した土質系材料の放射線遮蔽実験のデータ

土質分類	試料名	湿潤密度 (Mg/m ³)	含水比 (%)	乾燥密度 (Mg/m ³)	飽和度(%)	ガンマ線透過線量 (μSv/h)	中性子線透過線量 (μSv/h)
砂質土	東北珪砂5号	1.55	0.02	1.55	0.08	3.39	8.82
		1.42	5.57	1.42	17.4	3.36	8.44
		1.75	18.6	1.47	62.9	3.03	5.82
シルト質土	DL クレー	1.26	0.10	1.26	0.25	3.62	9.40
		1.05	9.48	0.96	14.4	3.79	9.01
		1.84	30.1	1.41	92.6	2.83	4.67
粘性土	クレーサンド	0.96	7.19	0.89	9.73	4.15	9.73
		1.26	16.3	1.09	30.6	3.64	7.50
		1.74	38.5	1.25	92.7	3.10	3.95

今回使用した土質系材料の諸元と放射線遮蔽実験の結果を表1に示す. この結果から一例として, ガンマ線透過線量と各種土質系材料の湿潤密度の関係を整理すると, 図4のようになる. この図より, ガンマ線の遮蔽性能に関しては, 土質分類による差異は小さく, 湿潤密度との良い相関があることが分かる. 表1のデータは, 図1に示す覆土の放射線遮蔽性能の検討する上で有用なデータになる. また, 土木系学生が廃止措置等へ従事する際の基礎的な学習項目として, 放射線遮蔽実験が有効と言える. 本論文の執筆段階では, 詳細な考察には至っていないが, 今後, より広範囲な実験条件での放射線遮蔽特性に関するデータを収集していく.

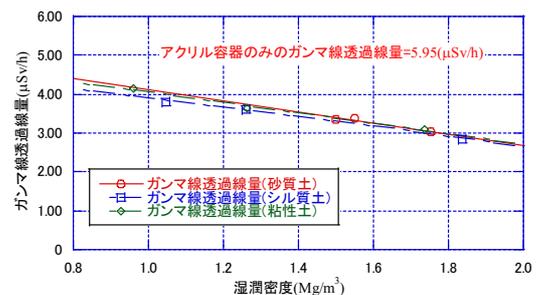


図4 各種土質材料のガンマ線透過線量と湿潤密度の関係

謝辞: 本研究の一部は, 文部科学省国家課題対応型研究開発推進事業「廃止措置等基盤研究・人材育成プログラム」の2014年度フェージビリティ研究として実施しました. 関係各位に感謝申し上げます.

参考文献

- 1) 東京電力株式会社: 福島第一原子力発電所 覆土式一時保管施設の増設について, <http://www.tepco.co.jp/news/2013/images/131211c.pdf>, 平成25年12月11日
- 2) 経済産業省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: 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, <http://www.meti.go.jp/press/2013/06/20130627002/20130627002-3.pdf>, 平成25年6月27日
- 3) 例えば, 齋藤祐磨, 小峯秀雄, 成島誠一, 新井靖典, 水野正之, 氏家伸介, 佐古田又規, 吉村貢, 鈴木聡彦, 井上恵介, 後藤茂: 福島第一原子力発電所の燃料デブリ取り出し・事故由来廃棄物を想定した重泥水・土質材料の放射線遮蔽効果の評価, 第11回環境地盤工学シンポジウム発表論文集, 2015.07.