3D CAD モデルに基づく廃止措置エンジニアリング支援

Decommissioning Engineering Support based on 3D CAD Models

日立製作所	関　洋	Hiroshi SEKI	Non Member
日立 GE ﾆｭｰｸﾘｱ・ｴﾅｼﾞｰ	今村　光孝	Mitsutaka IMAMURA	Non Member
日立 GE ﾆｭｰｸﾘｱ・ｴﾅｼﾞｰ	北原　隆	Takashi KITAHARA	Non Member

Abstract

The estimation methods for waste quantity were developed based on three dimensional models for nuclear power plants toward the decommissioning projects. Based on a 3D CAD platform, spatial distribution of dose rate surrounding piping components and equipment is visualized and the number of containers required to store waste objects are counted. Due to functions of the mapping of radioactive inventory to 3D objects, automatic calculation of the dose rate and generation of waste container model, we confirmed the system can support decommissioning engineering systematically and effectively.

Keywords: 3D CAD, waste quantity, waste container, radioactive inventory, visualization of dose rate

１．はじめに

運転開始後、長期間を経過する原子力発電プラントの廃止措置が今後増加する。廃止措置では、放射性廃棄物を扱う上での安全性、効率性、及び、経済性（コスト低減）が課題である。これらを解決し、廃止措置の計画時の効率性、経済性を確認するため、3D CAD モデルを用いた廃止措置エンジニアリング支援技術を開発した[1]。

廃止措置エンジニアリングで検討すべき要素技術として、残留放射能（インベントリ）評価、除染、解体、遠隔操作、廃棄物処理・管理、及び、放射線安全（計測）がある[2]。これらの要素技術を基盤として、システム・エンジニアリングにより、廃止措置事業が適正に行われる必要がある。システム・エンジニアリングでは、要素技術の選択と組み合わせの最適化、計画・準備、及び、過去の経験（Lessons learned）に学ぶしくみが求められる。これら要素技術を結び付け、システム・エンジニアリングを適切に利用するために、廃止措置対象の原子力プラントの形状、機能（系統）のデータと、運転により蓄積された放射性物質による汚染による放射能量をデータベース化することが有効である。

連絡先:関　洋、〒319-1292 茨城県日立市大みか町七丁目２番１号、日立製作所　研究開発グループ、
E-mail: hiroshi.seki.mf@hitachi.com

２．廃棄物量見積システムの構築

２．廃炉シミュレータの構築と評価

2.1 システム構成

原子力プラントの 3D モデルと、評価済み放射能インベントリ・データを利用して、廃棄物量算出、機器・配管の切断計画、被曝線量を評価する機能を開発した。システム構成を Fig. 1 に示す。

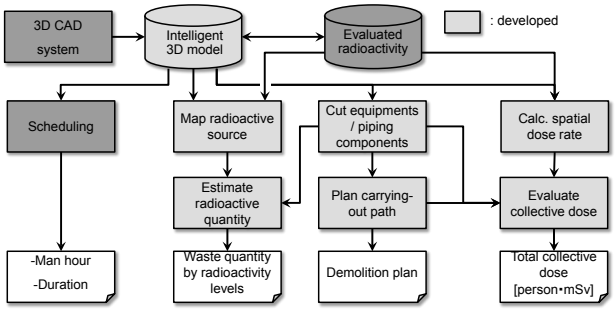

Fig. 1 System Configuration

原子力プラントの 3D モデルに含まれる機器・配管の内面に評価済みの放射能インベントリ・データを線源データとして自動的に割り当てる。三次元的な線源モデルから生成した入力データを用いて、放射線輸送計算コード Phits[3]により、空間線量率を計算する。システムは計算結果をもとに、作業空間の線量率分布を可視化する。また、機器・配管の 3D モデルを自動的に解体・切断し、

廃棄物収納容器に詰め込んだ状態を生成する。これにより、解体工事エリアごとに必要となる廃棄物収納容器の個数、放射能量、及び、重量を計算することができる。

2.2 評価結果

空間線量率の計算結果を基に、プラント 3D モデル上に透明ボクセルを配置し、作業現場の空間線量率の分布を可視化した(Fig. 2)。また、機器・配管の 3D モデルを指定した寸法で横方向、半割で自動切断し、容器に格納した状態を生成し(Fig. 3)、解体に必要な収納容器数を評価する機能を開発した。これにより、切断長と廃棄体の数の関係や、切断方法（半割あり／なし）、収納方法（放射能高の廃棄体を中央に詰める等）が、廃棄物収納容器の数に与える影響を評価可能とした。Fig.4 に一つの解体工事エリアの機器・配管切断長と廃棄体との関係、及び、必要とする廃棄物収納容器数の評価結果を示す。

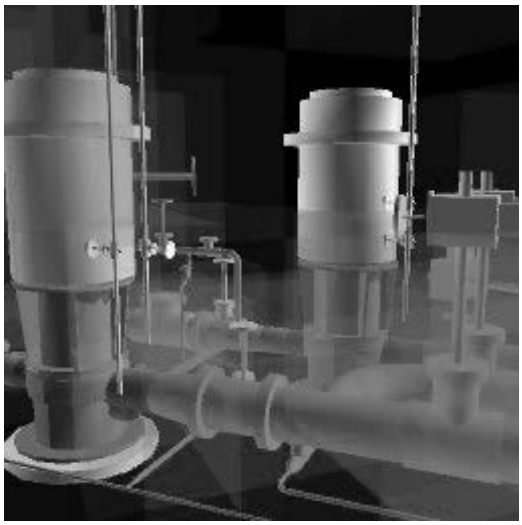

Fig. 2 Spatial distribution of dose rate around piping components and equipment.

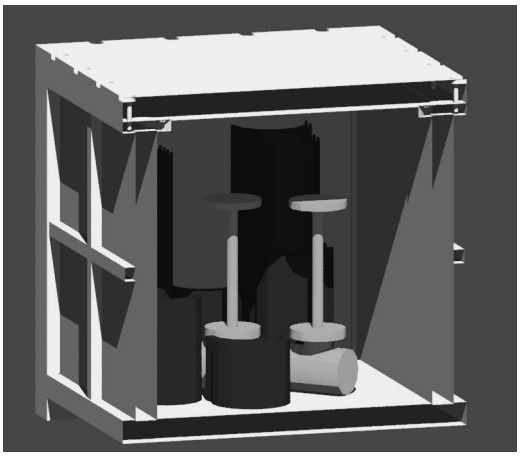

Fig. 3　Generated waste container model.

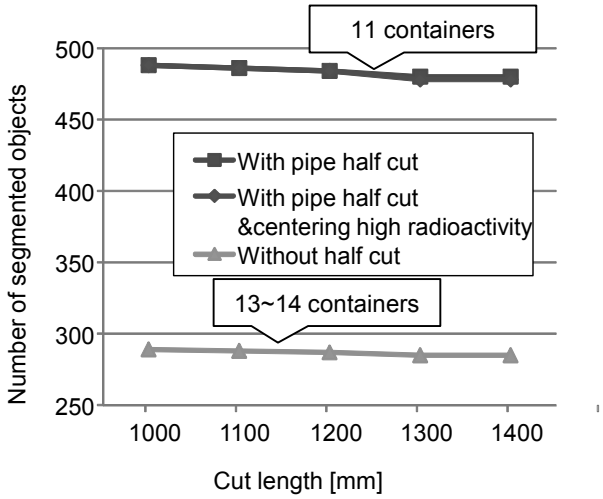

Fig. 4 Number of segmented objects.

3．まとめ

作業による被ばく線量を少なくするため、切断数を少なくする必要があるが、収納容器にすきまなく解体物を詰めるためには切断長を短くしたり、半割切断したりして、切断数を増やす必要がある。切断数を少なくすれば、必要な収納容器数が多くなり、廃棄体管理が課題となる可能性がある。このようなトレードオフの関係を作業員の被ばく量を合理的、かつ、適切に管理する観点から最適化する必要があり、開発したシステムを活用することによりエンジニアリング判断を支援できると考える。

参考文献

[1] 関洋，杉本洋平，榎本敦子，今村光孝，平重貴之，玉田　愼，長瀬　博: “廃止措置エンジニアリング技術の開発；(1) プラント 3D モデルに基づく大規模廃棄物量算出の自動化”, 原子力学会 2015 年秋の大会, G01 (2015).

[2] 石榑顕吉:”原子力発電所廃止措置　通常炉廃止措置に向けた我が国の蓄積と今後の展望”，21 世紀における原子力発電所廃止措置のあり方に関する調査検討委員会，第４回廃止技術セミナー，通常炉原子力発電所廃止措置　－　わが国の３０年の蓄積　－　，エネルギー総合研究所　講演会資料(2014).

[3] T. Sato, K. Niita, N. Matsuda, S. Hashimoto, Y. Iwamoto, S. Noda, T. Ogawa, H. Iwase, H. Nakashima, T. Fukahori, K. Okumura, T. Kai, S. Chiba, T. Furuta and L. Sihver, “Particle and Heavy Ion Transport Code System PHITS, Version 2.52”, J. Nucl. Sci. Technol. 50:9, 913-923 (2013).