

整数計画法を用いた原子力プラントの点検工程自動作成手法の開発

Development of an automatic maintenance scheduling method for nuclear power plants using integer programming

*橋立 竜太¹, 矢田 浩基¹, 高屋 茂¹, 伊藤 真理², 鈴木 正昭³

¹JAEA, ²神戸大, ³中京大

安全性及び経済性に優れた次世代炉を開発するためには、保全を考慮した設計の実施が重要である。設計に起因する点検の実施条件には点検工程を長期化する可能性があるため、設計段階から点検工程を評価し、設計の妥当性を確認する必要がある。そこで、整数計画法を用いた点検工程自動作成手法の開発を進めている。

キーワード：点検工程，最適化，整数計画法，次世代炉

1. 緒言

設計に起因して、複数ループの並行点検が不可となる等、点検工程が長期化する可能性がある。それゆえ、設計段階から点検工程を評価し、プラント稼働率の目標値を達成可能か確認することが重要である。点検工程は、通常、熟練者により既存の点検工程を参考に作成される。一方、次世代炉の設計段階では、参考となる点検工程の情報がほとんどない。また、工程への設計依存性の確認や設計の進捗に伴う再評価のために、複数回の点検工程の評価が必要であり、熟練者がいない中で作業負荷が大きい。そこで、最適化手法の一つである整数計画法を用いて、点検工程を自動作成する手法の開発を進めている[1]。

2. 点検工程自動作成手法

プラント稼働率を評価するためには、点検期間の支配要因となるクリティカルパスを構成する可能性のある機器に着目することが重要である。評価対象期間は、長周期の点検も1回以上考慮可能な10年間と設定した。入力条件は、対象機器に対する点検項目、並びに各点検項目の所要期間、実施条件及び点検周期である。実施条件としては、クレーンや電源等の資源制約の他、例えば、ナトリウム冷却型高速炉のもんじゅでは点検期間中も炉心に燃料を有するため、設計上の制約から冷却系3ループの内、最低2ループを保持することが要求されており、このような設計に起因する制約を考慮する必要がある。目的関数は、プラント稼働率の最大化とした。これを整数計画問題としてモデル化する。但し、日単位での10年間分の点検工程の作成は、整数計画法で取扱うには問題の規模が大きく、求解が困難である。このため、まず、月単位で点検工程を作成した後、各月について日単位での点検工程を作成する2段階スケジューリングモデルを提案した[1]。

3. 例題評価

提案手法の妥当性を確認するため、例題として、もんじゅを参考に、主要23機器（冷却系3ループ構成）の入力条件を設定し、2段階スケジューリングモデルを作成した。数理計画ソルバーには、IBM ILOG CPLEX 20.1.0を用いた。例題評価の結果、月単位及び日単位いずれについても求解可能であり、既存の点検工程の情報や、熟練者の知見がなくても、プラント稼働率を最大化した点検工程が自動作成されることを確認した。

4. 結論

保全を考慮した設計の実施に向け、設計段階における点検工程の評価を支援する点検工程自動作成手法を開発した。今後、取扱可能な機器数の拡張等、提案手法の改良を進めていく。

参考文献 [1] 伊藤 他, 日本経営工学会 2021 年 秋季大会, C17 (2021).

*Ryuta Hashidate¹, Hiroki Yada¹, Shigeru Takaya¹, Mari Ito² and Masaaki Suzuki³

¹JAEA, ²Kobe Univ., ³Chukyo Univ.