

(2) 生産スケジューラの援用

最適化スケジューラは、製造工場の製造計画立案に使われていた生産スケジューラをベースに開発した。製造工場には、何千もの繰り返し作業があり、各作業時間のばらつきが小さいという特徴がある。自動化施工システムでは、自動化機械を使うため作業時間のばらつきが小さく、生産スケジューラの援用に適している。

ここでの最適化とは、ある与えられた定義域において、評価値が最も良くなる実行可能な解を見つけることである。最適化スケジューラは、施工計画の案が複数ある場合に、与条件の下での評価が最大となる計画案を求めるといって最適化問題を解いている。ここで、評価の指標としては施工作业時間やコスト、安全性などを用いる。最適化問題を解く手法としては、遺伝的アルゴリズムを採用している。遺伝的アルゴリズムは、生物の進化の過程を模倣した最適化手法である³⁾。

最適化スケジューラでは、図-3に示すように、工程の1つ1つの作業を遺伝子とみなし、作業を入れ替えて繰り返し工程を進化させ、最終的に最も優れた工程を導く。作業の入れ替えパターンは、作業の数が1,500の場合に約 10^{2057} パターン存在する。全てのパターンを検証するのは不可能であり、遺伝的アルゴリズムを用いて、評価値が最適となる作業の入れ替えのパターンを導き出す。



図-3 遺伝的アルゴリズムの適用例

3. 最適化スケジューラの適用例と考察

機械が約30台、作業数が約1,500で720分程度を目標とした工程表を基に最適化した結果を図-4に示す。横軸が遺伝的アルゴリズムにおける反復回数、縦軸が施工作业時間で、反復回数に対する施工作业時間の収束の過程を示している。ここで、反復回数とは、作業を入れ替えて工程を繰り返し進化させる際の繰り返し回数のことである。図から、この例では初期値778分が暫時減少し、反復回数20回程度で8%減の716分で安定し、以降、施工作业時間に変化がないことから、反復回数30回で十分な工程が得られたと判断できる。

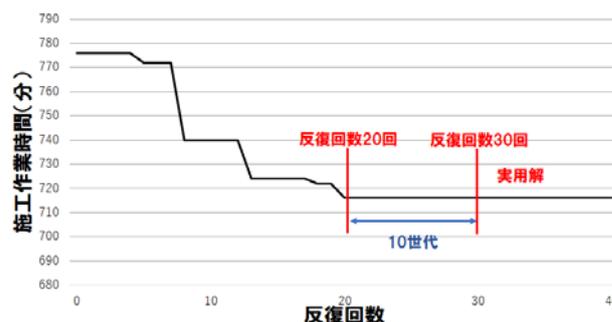


図-4 施工作业時間の収束の様子

本試行では、最適化前の初期計画と比べて、施工作业時間の8%の短縮が実現した。この差は、初期計画の段階では1パターンの工程しか評価していないのに対し、最適化の過程では、数万パターンもの工程を評価し、その中から評価値の最も良い工程を採用した結果である。

また、反復回数30回の計算時間は約30分であったので、所期の目標を達成したと言える。

4. まとめ

現場の工場化の実現のために必須となる効率的な機械運用に資する最適化スケジューラを使った計算により短時間で施工計画の生産性を向上できた。

最適化スケジューラは、単に時間最適の工程を作るだけでなく、使用機械の台数をパラメータとして、コスト最適で異なる工程も作り得る。将来的には、施工計画作成にコスト最適も導入する予定である。

参考文献

- 1) 田島大輔, 浜本研一, 黒沼出, 小熊正, 大塩真, 三浦悟: 建設機械の自動化による自動化施工システムの開発, 土木学会建設技術発表会 2017, pp.128-132.
- 2) 青木恒, 出石陽一, 高見聡, 松本孝矢: 自動化施工システムのロックフィルダム工事へ適用, 土木学会第74回年次学術講演会, VI344, 2019.
- 3) 三宮信夫, 玉置久, 喜多一, 岩本貴司: 遺伝的アルゴリズムと最適化, 朝倉書店出版, 1998.