

VI-1 AIによるダム打設工程計画システム

— リフトスケジュールシステムの開発 —

三井建設㈱ 正会員 石川 晃 三井建設㈱ 正会員 長谷 芳春
三井建設㈱ 正会員 高田 知典

1. はじめに

コンピュータ利用技術は急速に進歩、普及を遂げ、中でもAI(人工知能)技術は各産業でエキスパートシステムを中心に研究、開発が進んでいる。建設分野においてもAI技術を利用した評価、診断、工法選定など種々のエキスパートシステムが開発されている。一方、施工現場においても施工条件の複雑化や熟練技術者の不足などにより、工程管理、工程計画段階の比重が増している。そこで、筆者らは熟練技術者の知識や既存のシステムを基にAI技術を利用し、コンクリートダムの打設計画を最適にかつ迅速に立案する。ダム打設工程計画(リフトスケジュール)システムを開発した。

2. システムの概要

コンクリートダムの施工計画の中心をなすリフトスケジュールは、施工法、仮設備能力、地形、気象条件などの種々の工事によって異なる諸制約条件が相互に関連している。よって、人手による計画作成は複雑な条件を加味し、シミュレーションを繰り返す必要があり、経験を要する作業である。また、本システムは複雑な推論機能の開発を目的とせず、現場のニーズに合った柔軟で使い易いシステムを目指し、現場の施工管理支援システムと位置付けている。コンクリートダム(マスコンクリート構造物にも適用)の打設順序のシミュレーションを行い、計画段階および、施工途中から工期終了までの計画のいずれにも適用可能としている。筆者らが、AIを利用したリフトスケジュールシステムの開発を試みた誘因として次があげられる。

- リフトスケジュールの手法が比較的明確な方法論である。
- リフトスケジュール自体が机上の論理である。
- 打設工程の知識ベース化が容易である。
- 推論過程がユーザに理解しやすい。
- 既に電算化されている技術であるので、知識が構築しやすい。

表-1にハード構成、図-1にシステム構成の概念を示す。

3. システムの特徴

従来のシステムと比較して、AI手法および、KEEの機能を活用し、次のような主な特徴を有する。

(1) シミュレーション機能

シミュレーションの手法は次の4種を選択可能としており、特に、従来のシステムでは対応されていない後向きスケジューリングを行うことができる。

- ダム形状を基に最も早く打設を完了する打設順を作成する。
- 特定ユニットの打設日を指定し、指定日に打設できるもっとも早い打設順を作成する。
- 年度末などの期間最終形状を指定し、その形状に打設を完了する打設順を作成する。
- 期間内打設ボリューム総数を与え、その打設量までの打設順を作成する。

表-1 システムハード構成

| | | |
|----------|------------|----------|
| 形態 | デスクトップ型 | |
| モデル | SUN-3/260C | |
| 主プロセッサ | MC68020 | |
| クロックサイクル | 25MHz | |
| 主メモリ容量 | 8MB ECC | |
| ディスプレイ | 形状 | 19"カラー |
| | 解像度 | 1152×900 |
| 磁気ディスク装置 | 141MB | |
| 磁気テープ装置 | 1/4"カートリッジ | |
| 言語 | LISP | |

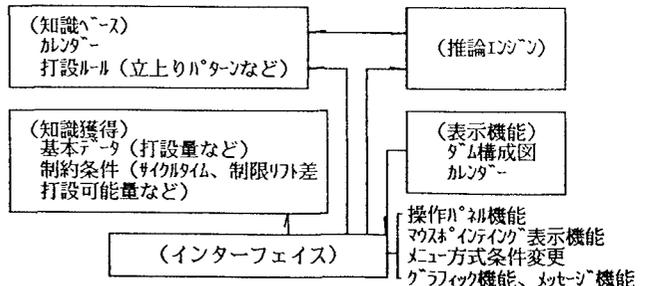


図-1 システム概念図

(2) オブジェクト指向 各打設リフトをフレームと呼ばれるオブジェクトとして表現しており、tree構造を形成している。打設量、サイクルタイム、制限リフト差などのダム打設条件と、ダム軸、岩着リフト、ハーフリフトの指定などのダム構成データがクラスサブクラス（親子）の関係を形成しているため、対話形式で打設ルールの変更が容易にできる。

(3) ルールシステム スケジューリングは、経験則を表現したIF～THEN～形式のルールによる前向き推論によって実行している。推論は、3段階に分かれそれぞれの段階で使用するルールは、ルールクラスとまとめており推論の効率化を図っている。

(4) グラフィックス機能 グラフィックスは、K E Eの機能であるActiveImargeとK E E picturesで構成され、マルチウィンドウの利用ができる。特にダム構成図でのズーム機能、リフトごとのオブジェクト表現は本機能を利用して行う。

4. システムの基本機能

●カレンダー機能 打設カレンダーを休日や打設不可能日を週末にまとめて自動的に作成し、かつ打設可能日を自由に設定できる。

●基本データ設定機能 サイクルタイム、バケット容量、標準打設時間など各種の条件設定を行う。

●ブロックおよびリフトデータ入力機能 ブロックおよびリフトデータ（優先順位、制約条件、立上りパターンなど）をマウスにより設定する（図-2参照）。

●スケジューリング機能 推論は、ブロック固有の情報から打設可能状態にあるリフトを求め（第1候補）、次にリフト間の関連からいくつかの候補を削除する（第2候補）。最後に、1日の許容打設量より打設リフトが決定される（第3候補）。図-3にスケジューリング結果の出力例を示す。

5. 今後の課題

システム機能の向上、より実用的なシステムへの改善のための課題を列挙する。

●打設機の選定、打設制約条件の評価、仮設材の最適転用計画などの周辺システムの整備

●多くの実施工への適用による知識の蓄積

●データ入力、図面化処理の高速化

●従来システムとのインターフェイス機能の充実

●汎用的な工程計画評価システムの検討

以上のような課題を踏まえ、建設技術、知識の蓄積、建設分野へのAI技術の適用を積極的に図って行きたいと考える。

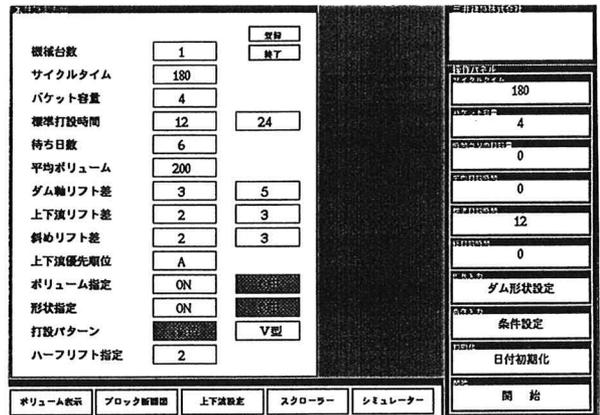


図-2 データ入力画面

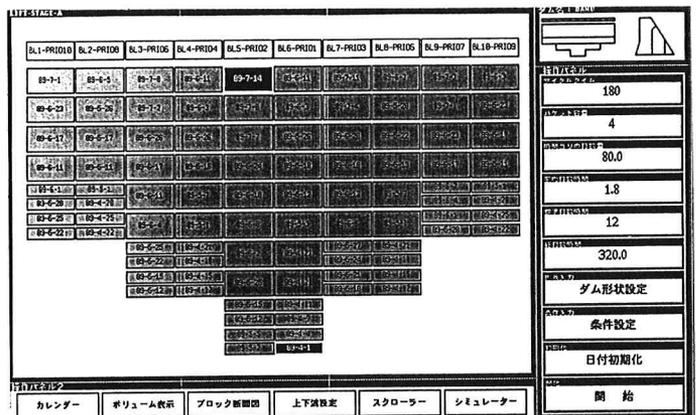


図-3 暦日順打設工程図