

3. 2. 計画データの管理

ここでは、本システムのデータの管理を行う。本システムでは、工事別に各代替案に共通なデータを「プロジェクト」フォルダに格納し、スケジュール計算実行プログラムで代替案別に作成された計算結果を「ケース」フォルダに格納する。

3. 3. カレンダー作成

ここでは打設工期および打設休止日等の設定を行う。休止日として、土曜休、長期休止日（正月休、盆休等）、クレーンの定期整備日等、予定される休止日のほか、気象条件による不確定な休止日を乱数で設定する。これらの休止日以外が打設可能日となる。休止日の設定状況は、月別に確認でき、個別の修正はマウスで容易に操作できる。

3. 4. 堤体形状作成

ここでは堤体の形状を水平方向にブロック数、鉛直方向に各ブロックのリフト数で設定する。また、各打設リフトの標高も設定する。

3. 5. 堤体データ入力

本システムでは、コンクリート数量、作業日数、打設能力等、各代替案に共通し、堤体の打設箇所（ブロック、リフトの位置）に依存するデータを堤体データと呼び、データ別に堤体形状を図化したワークシートに入力する。

データの入力作業には、初期値を堤体全面に一括設定する機能や、複数箇所に同一のデータを一度に入力する機能等を設け、効率化、省力化を図っている。また、データの複写、印刷等には、ワークシートの機能をそのまま利用できる。

3. 6. スケジュール計算実行

このプログラムは、図-2に示すように計算開始段階、計算実行段階、計算終了段階の3段階からなる。

(1) 計算開始段階

この段階では、計画の種類選択（初期計画、フォローアップ等）、打設工法の選択（レヤ工法、面状工法）など、計算実行前に必要な条件を設定する。

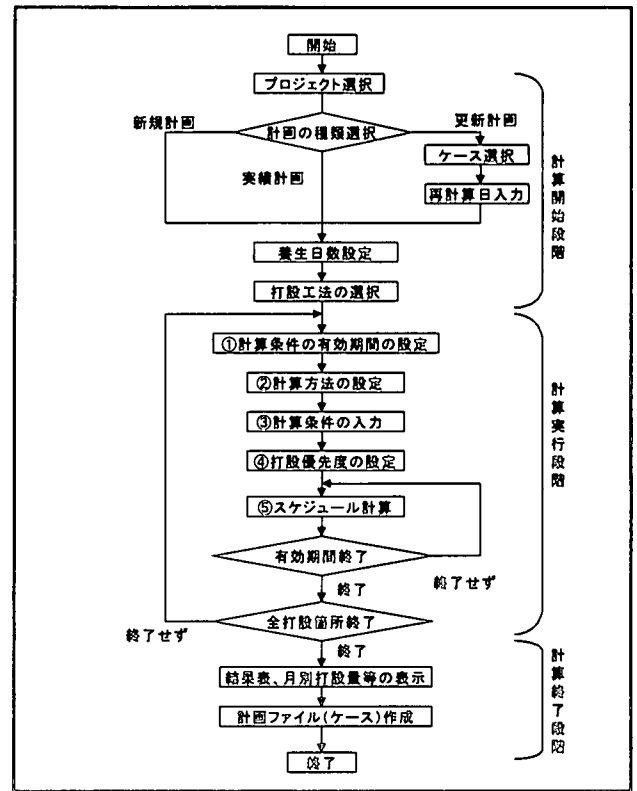


図-2 スケジュール計算フロー

(2) 計算実行段階

一般にリフトスケジュールの作成は、予定工期と技術上の制約条件を満足した上で、より適切な計画と判断されるまで、管理的な制約条件を変更しながら試行錯誤的に行われる。また、転流の前後や打設・運搬設備の変更等、工事途中で変更される条件も少なくない。本システムでは、これらの条件変更に、下記の①～⑤の手順で対応する。

①計算条件の有効期間の設定

工期途中での計算条件の変更に対応するために、下記の②～④の条件が有効となる期間を指定する。

②計算方法の設定

計画の目的に合わせ、計算方法を下記の4種類から選択する。

- ・標準計算：積算資料に準拠する方法で、気象条件による休止日は、打設作業のみ休止とし、打設以外の作業（型枠工、鉄筋工等）は行う。
- ・施工計算：現実的な施工に合わせ、気象条件による休止日の場合、全ての作業を休止する方法。
- ・作業計算：適切な型枠工と鉄筋工の作業班数を検討するために、これらの制限を考慮する方法

で、作業の優先度は下記の④に従う。

- ・**直接入力**：打設日と打設箇所を直接指定する方法。

③計算条件の入力

1日の稼働時間、1日あたりの打設ブロック数の上限値、型枠工、鉄筋工の作業班数等、比較的頻繁に変更される条件を入力する。

④打設優先度の設定

1日に打設できる箇所が複数存在する場合、打設箇所に優先順位が必要になるが、打設優先度は計画担当者の経験や現場条件により試行錯誤的に設定される場合が多い。本システムではこの作業を効率的に行うため、図-3に示すように、現場状況を考慮しながら、必要に応じた条件を選択し、選択した条件間にも優先順位を設定できる。

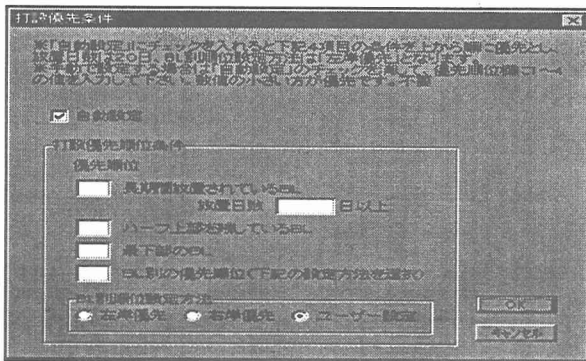


図-3 レヤ工法による打設優先度の設定画面

なお、③および④に関しては、打設工法により設定項目が若干異なる。

⑤スケジュール計算

②～④の設定後、スケジュール計算が開始される。パソコン画面上の堤体図に、打設箇所を月別に色分けして、打設日と打設数量を逐次表示することにより、立ち上がり形状を確認できる。

有効期間までのスケジュール計算を終了すれば、再度①で有効期間を決め、②～④を再設定できる。

(3) 計算終了段階

計算を終了した上記⑤の堤体図のほか、総打設日数、月平均打設量等、計画を総合的に評価する指標をまとめて出力した総括表や、月別の打設量の一覧表の内容を確認して、計算結果を評価した後、保存を必要とする場合は計画ファイル（ケース）名を入力する。

3. 7. 計算結果の表示・印刷

計算結果をもとに、堤体図（後出、図-7、8）、作業工程表（図-4）、月別打設量（図-5）を出力する。汎用表計算ソフトの印刷機能を利用することにより、用紙サイズ、印刷レイアウトの設定が容易である。

また、打設箇所と打設日のテキストデータをもとに、別のCG（コンピュータ・グラフィクス）システムを用いて、工程計画アニメーションを作成することにより、施工中の出来形を3次的に検証できる³⁾。図-6に表示例を示す。

図-4 作業工程表

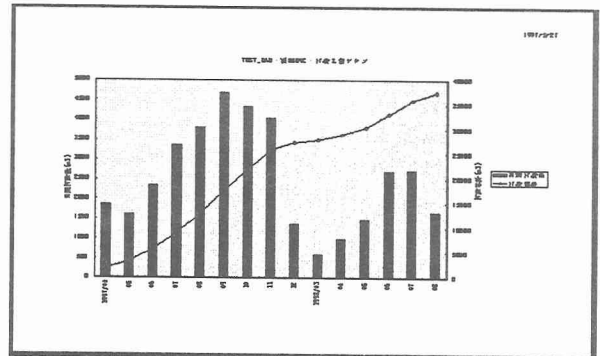


図-5 月別打設量



図-6 施工アニメーション画面例

4. 適用事例

本システムを打設工法別の予定工期の算定に適用し、実用性の確認を行った。対象としたダムは、堤高36m、ブロック数10、堤体積約42,000m³の規模である。

(1) レヤ工法による計画作成

レヤ工法では、堤体掘削箇所の作業順序および二次転流の位置を検討するために、各ブロックの打設開始条件や打設優先条件を設定して、計画を作成した。パソコン画面上で、各代替案の立ち上がり状況や計算結果を確認し、条件に修正を加えながら最適な計画を作成した。これらの作業を通して、以下に示す評価を得た。

- ・本システムが備えている条件は、計画担当者が想定する工程に対して、ほぼ忠実に対応した。
- ・パソコン画面上で、工期に影響する打設箇所が把握でき、重点を絞った条件変更に対応できた。
- ・計算時間が短く、条件修正後、直ちに計画を作成できるため、短時間で最適な計画が得られた。
- ・各ブロックの作業状況がわかるため、最適な工程に対して、必要な作業班数が算定できた。

(2) 拡張レヤ工法による計画作成

計画作成作業の評価は、上記のレヤ工法の評価と同様であるが、拡張レヤ工法ではそれらに加えて以下の評価を得た。

- ・拡張範囲の検討に対して、日最大打設時間で拡張範囲を設定する機能により、最適な拡張範囲が短時間に求められた。
- ・レヤ工法の堤体データの一部（隣接リフト差、打設範囲等）を変更するだけで、拡張レヤ用として使用でき、入力作業を大幅に省力化できた。

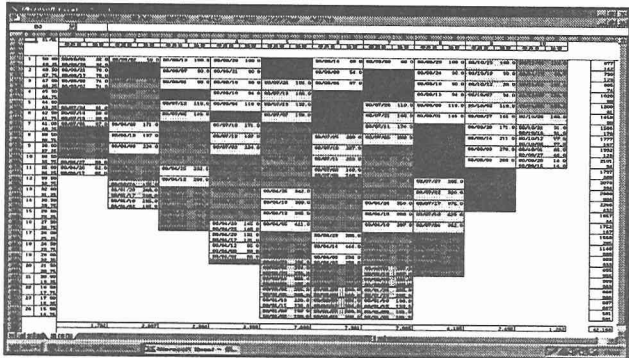
(3) 適用のまとめ

この適用の結果、本システムは、計画担当者が考慮する条件に対応できること、視覚的にデータの設定と計画の評価が行えること、計算時間が短く、代替案の作成が容易であることから、円滑に活用できる実用的なシステムであると考えられる。

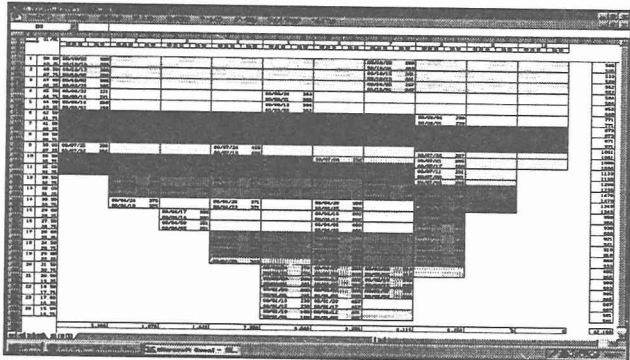
参考までに、表－1に工法別にシステムの所要時間を示すが、実際は堤体の規模やパソコンの性能・環境に依存する。また、図－7、8に打設工法別の計算結果例を示す。

表－1 打設工法別のシステム所要時間

比較項目	レヤ工法	面状工法
データ入力時間	約60分	約10分
計算時間(1ケース)	約5分	約5分



図－7 レヤ工法による計算結果例



図－8 拡張レヤ工法による計算結果例

5. おわりに

筆者らは実務的な観点から、本システムの開発を進めてきたが、今後は着工前の計画段階から工事終了までの一貫した適用を通して、本システムの機能を総合的に評価したいと考えている。

また、得られた計画を予定工期だけでなく、総合的に評価する手法の検討も今後の課題であると考えている。

【参考文献】

1) 折田利昭、村林篤：段階的ダムリフトスケジューリングシステムについて、土木計画学研究・論文集、No. 9、PP. 197～204、1991. 11
2) 平原秀樹、加藤正美、折田利昭、安井英二：ダムコンクリート打設計画における対話型システムの開発、土木学会第50回年次学術講演会、第IV部門、PP. 730～731、1995. 9
3) 福地良彦、小林一郎：施工管理へのCGアニメーションの適用、第21回土木情報システムシンポジウム論文集、PP. 75～82、1996. 11