

(株) 鴻池組 正員 山田 哲司
 同 上 正員 田坂隆一郎
 同 上 正員 折田 利昭

1. はじめに コンクリートダム工においてウエイトの大きいコンクリート打設工事の工程管理は、工事を首尾よく進めていくうえで重要なポイントとなる。ところで、コンクリートダムにおいては、コンクリートの温度ひびわれおよび凍害に対する品質管理も同様に重要であり、これらを工程計画作成時に十分考慮しておく必要がある。このような観点から、筆者らは現場に設置したコンピュータを利用するコンクリートダム施工管理システムの開発を行うために、まずコンクリート打設工事を対象として取り上げることにした。本報では、小規模コンクリートダム工事を対象とした工程管理システムについて述べる。

2. システム化の方針 工程管理においては、合理的な工程計画の確立が先決的な要件である。筆者らは工程計画を総括、詳細、月間、週間および日々の5つのレベルに分類することがよいと考え、図-1の全体概略図に示すような方針に基づいてシステム化を図ることにした。

2.1 パソコンによる工程計画作成の範囲

上述の5つのレベルの工程計画において、総括工程は仮設工事をも含めた全体工事を扱うものと考えており、詳細工程（いわゆるリフトスケジュール）は全工期を対象とし、パソコンの処理能力等から扱うことが難しい。したがって、パソコンによる工程計画作成は、月間、週間と日々の3つのレベルを扱うことにする。

2.2 品質管理と連動した工程計画の作成 ダムコンクリートの品質に影響する工程上の作業としては、型枠脱型および打ち継ぎがあげられる。これらの時期は、示方書からは次のように理解される。

- i 型枠脱型の時期 - コンクリートの圧縮強度が50 kgf/cm²以上になった時期以降。
- ii 打ち継ぎ時期 - 旧コンクリートの硬化熱が降下し、ひびわれ発生に対して安全となった時期以降。

現場計測とFEM解析の結果に基づいて、型枠脱型と打ち継ぎ両時期の評価方法を検討し、以下に示すような算定式を導出した。³⁾

1) 型枠脱型の時期に関する算定式 積算温度($T \cdot T$)と圧縮強度の関係は図-2のようであり、型枠脱型に必要な材令D(日)を求める式は、平均気温 T (°C)を用いると次式のようにになる。

$$\text{外部コンクリート } D = 416 / 24 / T$$

$$\text{内部コンクリート } D = 751 / 24 / T$$

2) 打ち継ぎ時期に関する算定式 打ち継ぎに必要な材令D(日)は、平均気温 T (°C)と打設量 V (m³)によって定められると考え、現場計測データを用いてFEM解析を行った。いま、打設量338m³における材令と平均気温との関係を示すと図-3であり、回帰して算定式を求めると $D = 19.6 T^{-0.467}$ になる。さらに、種々の打設量について同様な方法で解析し、打設量の範囲に応じた式を求めた。

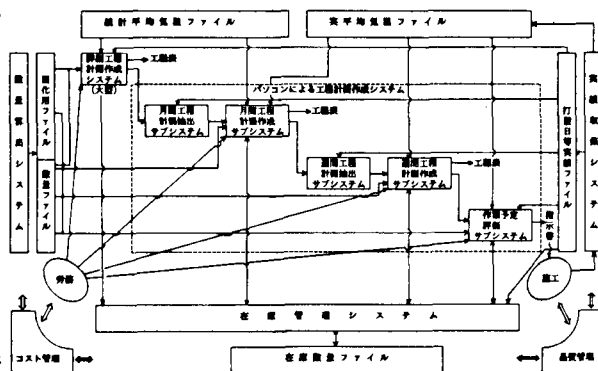


図-1 システムの全体概略図

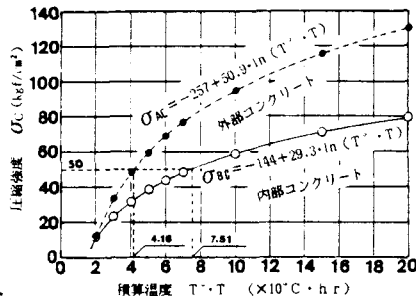


図-2 圧縮強度と積算温度の関係

上述の両時期を正確に評価することによりコンクリート品質の向上が図られると考えて、これらの算定式を工程管理システムの中に組み込むことにした。

2.3 工程計画作成用データの諸管理資料作成への活用 工事の施工管理のためには種々の日報が用いられている。さらに、工程管理上必要な日報（例えば、パッチャープラント日報等）についても、工程計画作成用データとして利用することが得策である。したがって、それらをパソコンで処理することは管理業務の省力化につながると考えられる。

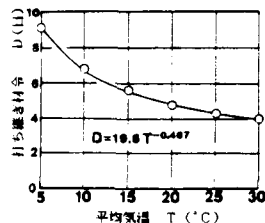


図-3 打ち継ぎ材合と平均気温の関係 (打設量338m)

3. 工程管理システムの概要 図-1に示したように詳細、月間、週間、日々など各レベルにおいて工程管理上の連携を図ること、現場技術者がパソコンを操作するのに容易であり、かつ利用し易いシステムであることが筆者らのシステム構築の基本的なねらいである。以下、各レベルの工程計画作成手順と修正処理の方法について述べることにする。

3.1 月間工程計画の作成

ここでの処理に先だって大型コンピュータで詳細工程計画を作成する。抽出し伝送された該当月の工程計画に対して実績および施工条件を考慮し、修正を施して月間工程計画を作成することになる。ここで、修正処理が容易となるように画

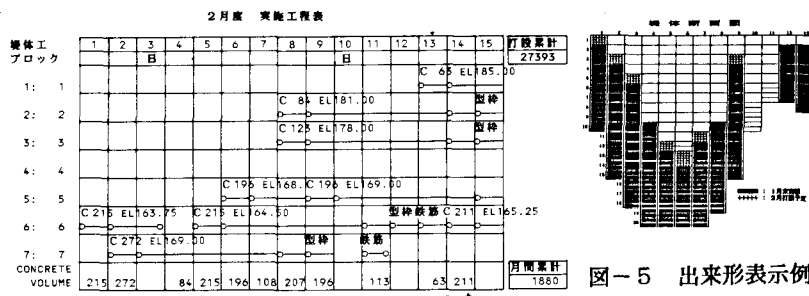


図-4 ネットワーク表示例

面上へのネットワーク表示（図-4）と出来形表示（図-5）のように視覚に訴える方法を採用し、出来形を見ながら工程計画を作成できるように工夫している。また、打設工程は図-6のような作業のサイクルとして行われており、ブロック、エレベーションとその打設予定日を入力することによって、簡単に一つの打設工程を修正できるようにしている。なお、ここで養生日数の算定に用いる平均気温は、対象とする期間が1ヶ月であることから、工事現場付近の統計資料における該当月の単純平均気温を用いることにしている。

3.2 週間工程計画の作成 当月工程計画において該当週を抽出し、前週の実績に従って更新する。その後、施工状態を考慮して修正する。この場合も技術者が修正処理だけを行えばよいように、3.1と同様な簡便化を図っている。週間の出力を示すと図-7であり、重要な管理項目であるコンクリート打設量も表示している。

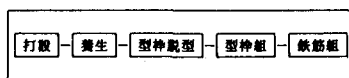


図-6 打設工程のサイクル図

3.3 作業予定の作成 日々のレベルの計画・管理は、当日の作業予定を決めることであり、型枠脱型ができるかあるいは打ち継ぎができるかを判定することになる。週間工程計画では前週の週平均気温を用いることにしたが、ここでは前日までの実平均気温を算定式に代入している。このように、工程計画の期間と精度と対応して正確な判定が行えるようにしている。

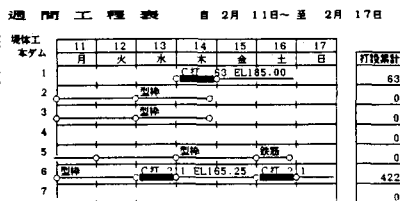


図-7 週間工程表（一部）の出力例

4. おわりに 工事管理の4要素のうち品質と工程を連動させた当システムについて、モデル現場における運用実験を行い、その有効性を実証した。今後、概略図に示した工事費用面すなわちコストとも連動させたシステムへと拡張を図っていくつもりである。

参考文献 1) 川崎, 田坂, 折田, “ネットワーク手法による工程計画・管理のシステム化”, 土木学会第33回年講
2) 土木学会, コンクリート標準示方書, 昭和55年度版
3) 折田, 田坂, 川上, “コンクリートダム施工管理システムの開発(1)”, 土木学会昭和60年度年講