

ビジュアル化を目指した コンクリート構造物の施工計画システム

(株)大林組 正会員 浜 嶋 鉦一郎
正会員 山 岡 禮 三
正会員 ○ 船 越 敦

1. はじめに

これまで、ダムやケーソンなどの工程計画プログラムにおいて、山崩し等の自動化あるいは対話処理による計画手法などが行われてきた。山崩しなどのグラフィック処理はなされたが、工事の進捗に合わせた出来高形状のイメージ図を作成することはなされていない。従来、具体的な形状のイメージを正確に表すことができないため、計画時に不自由を感じながら作業を行っていた。昨今のコンピュータ・グラフィックスの発達により、イメージを即座に表示することが可能となれば、計画時の判断が容易となると考えられる。

本システムは、コンクリート構造物の工程計画及び工事管理にイメージ処理を取り入れ、より確実に計画を実施し、計画の説明にも有効に活用できることを目指し、ビジュアル表示が可能な工程計画システムを開発した。現在、本システムは特定工事に対応した専用システムである。既に、本工事の工程計画の策定に利用され、さらに施工管理及び施工途中での計画変更にも活用でき、工事期間終了まで使用する予定である。特に、施工状況の具体的なイメージをコンピュータ・グラフィックスにより表し、工事計画や安全確認の予測と検証に役立てることを目指している。また、計画会議や見学者へのプレゼンテーションにも有効に活用している。

本論文では、システムの概要、ビジュアル化の状況や検討結果について紹介する。

2. システムの概要

2. 1 対象とするコンクリート構造物の形状

本システムは、図-1に示されるアンカレイジの施工を対象とし、形状データがプログラムされている。

2. 2 システムの構成

本システムの構成を図-2に示す。本システムは

パソコンを利用するシステムであり、工程計画を行うサブシステムと構造物の施工過程の形状を表示するサブシステムに分かれている。コンピュータ・グラフィックスによるアニメーションなどを作成する場合は、現場事務所から常設の支援センターへデータを送り、EWSのアニメーション制作システムを使用する。

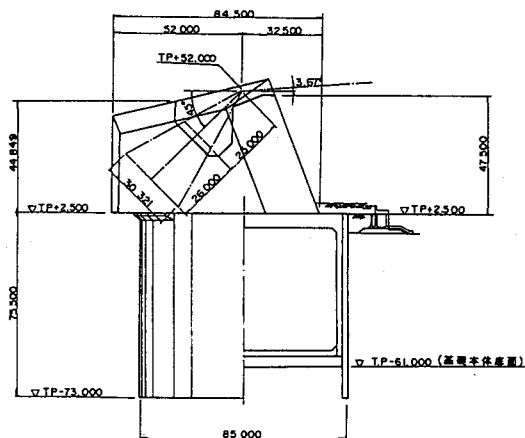


図-1 アンカレイジの形状

1. 工程計画サブシステム (パソコン)
 - (1) 計画データの入力
 - ・ アンカレイジ形状 ・ 施工サイクル
 - (2) 工程計算
 - ・ 工程表
 - ・ コンクリート打設日
 - (3) 計算結果のチェック
 - ・ クレーン時間
 - ・ 山積表
 - ・ 山積図
 - ・ 度数分布表
 - (4) バース図の表示
 - ・ バース表示
 - ・ 3次元データの出力
2. プレゼンテーションサブシステム (パソコン)
 - (1) データ入力
 - (2) 視点設定
 - (3) 表示
 - (4) プレゼンテーション用保存
3. CG制作システム(EWS)
 - (1) アニメーションの制作

図-2 システムの構成

3. コンクリート構造物の工程計画の方法

3. 1 計画作業の方法

構造物全体は、5つのコンクリートブロックの構成まで取り扱うことができる。それぞれのブロックは25のコンクリートのリフトまでの施工に細分化できる。これらが平行に施工されるなかで、クレーンや作業員を最少のグループで割り振ることができる計画案を試行錯誤により作成する方法である。

3. 2 工程の決定方法

(1) 施工サイクルデータ

各コンクリートのリフトは、(1)コンクリート打設工、(2)グリーンカット工、(3)コンクリート片付工、(4)クーリングパイプ工、(5)打設足場工、(6)PC型枠鉄骨組立工、(7)PC型枠組立工、(8)大版型枠組立工、(9)バラ組型枠組立工、(10)スロット型枠組立工、(11)鉄筋組立工、(12)配管・清掃・打設準備工などの各種工事により施工される。これらは、1日単位の工程計画を立てて、それぞれの工事に要する嵩、土工、大工、クレーンなどの職種人員も設定する。各コンクリートリフトは、固有の施工サイクルをもち、初期データを指定して、計画を開始する。

図-3は、施工サイクルデータの表示例である。

(2) 施工順序データ

各リフトの施工順序は予め決定し、データで指定する。

(3) 工程計算

工程計画は、各リフトの施工順序と各リフトの施工サイクルデータにより、順次施工サイクルデータを積み上げながら施工日を自動的に計算する。工程計画が進められるといくつもの施工サイクルの条件データが発生する。これは、データベースとしてすべて保存され、変更、消去など自由に取り扱うことができる。計算結果は、工程表と各リフトのコンクリート打設日を実稼働および西暦で表示する。図-4は打設日の西暦表示の例である。

(4) クレーンと職種別人工数の山積図

クレーンや職種別の人員制限を機械的に処理することを避け、計画者が結果を見て修正すべき工程を判断し、変更することとした。クレーンの使用時間の制限を入力し、制限量を超えている日を自動的に判断し、色を変えて見つけ易く表現している。図-5は数値で示した山積表の例であり、図-6は棒グ

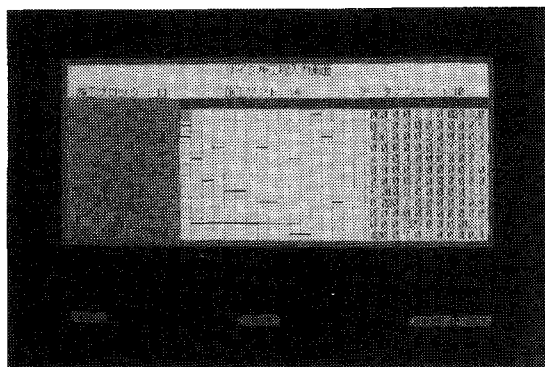


図-3 施工サイクルデータの表示例

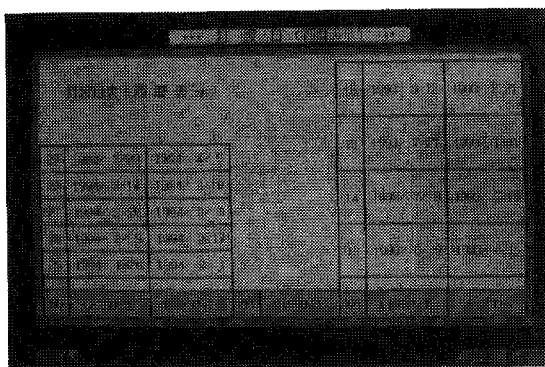


図-4 計算結果(コンクリート打設日)

ラフによる山積図の例である。

(5) 施工サイクルデータの変更

計画者は、不具合部分の情報を検討し、必要な施工サイクルを適切に変更し、(3)から(4)の計算を繰り返す。工事開始日から順次変更を繰り返し、最後まで制限をクリアする。

3. 3 本工程計画手法の特徴

(1) 工程計画は、計画情報の正確な情報の積み上げと不確実なあいまいな情報の組み込みという総合的な判断をもって行われる。これに対応できるように、本手法もマンマシンの役割分担を明確にしたシステムとした。

(2) 本手法は工程計画だけでなく、人員計画、クレーン計画に実施工に近い形で反映でき、施工中においても既施工情報を取り込み、より正確な工程計画が作成できる。

(3) システムの開発では、自動化の部分を軽減しているので開発時間が短く容易であった。特に、操作性が容易なシステムとすべく、チェック図の確認とデータ変更の操作が効率となるように配慮した。

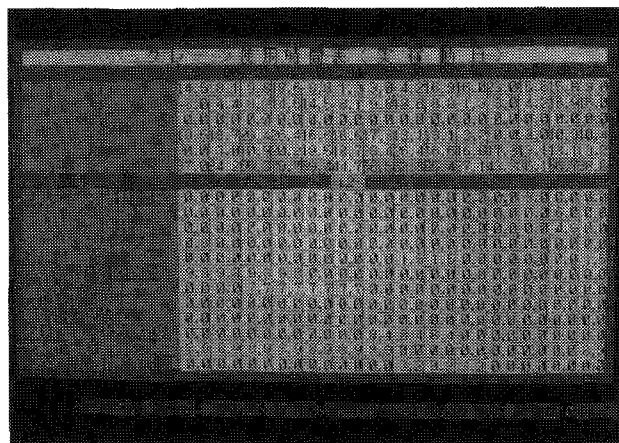


図-5 クレーン山積表

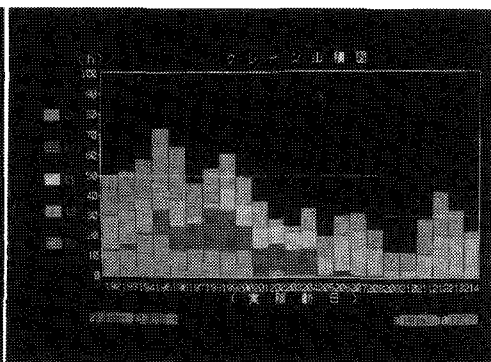


図-6 クレーン山積図

4. ビジュアル化による検討

工程計画は、進捗が数値で表現されるが、具体的にどのような形にできあがっているのかを想像することは、かなりあいまいである。形が具体的なイメージで表現されたら、工程計画にどのように貢献するであろうか。工事の進捗状況のイメージ認識により、施工経過をより具体的に把握できること、及び安全に施工するための危険予知に役立つことが考えられる。施工状況の3次元表示でどんな効果があるかあるいは安全管理のためにはどの程度のデータが必要になるかを検討した。

4. 1 3次元データの作成方法

工程計画では、各コンクリートリフトについて施工日の情報やそのリフトでの施工サイクルデータを持っている。本システムでは、具体的なアンカレイジに対してその形状データをプログラムに登録し、各リフトの3次元形状を自動的に発生できるようにした。したがって、施工日の指定により、そのときの形状を発生し、簡略なパースによる表示を行ったり、詳細な3次元データを外部に出力できる。

4. 2 工程計画システムの中での簡略な表示

工程計画システムの中では、コンクリートリフトの形状だけを対象として簡略な形状及び着色方法によるパースプログラムをもっている。これは、操作を簡単にするため、視点及び視線方向を固定し、ワンタッチで5方向から表示でき、それぞれのブロックの施工状況を立体的に表す。施工中のリフトには施工サイクルの詳細な工事が分かるようにアイコン

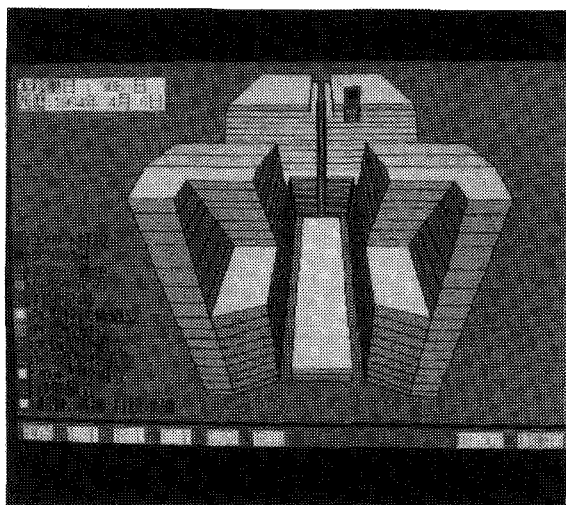


図-7 工程計画プログラムでのパース表示

で明示している。1方向でのパース表示時間は、3秒である。図-7は、表示例の一つである。

4. 3 コンピュータ・グラフィックスでの表示

3次元表示による実際的な陰影処理は、外部ファイルへ出力された3次元データを用いて、市販のCGソフトを用いる。工程計画システムから任意の時点の施工形状の3次元データを出力し、これを用いてパースを作成する。自動的に出力されるデータは、コンクリートリフトの外形、PCパネルの取付鉄骨の形状データおよびタワークレーン、クローラクレーン、タワー式クローラクレーン、コンクリートポンプ車、ミキサー車などの配置位置データである。現場の周辺データは、固定データであるので事前にCGデータとして用意されている。これに発生した

データを合成し、具体的なイメージを作成する。図-8、図-9は、表示例である。

4. 4 CGの安全管理への利用

当該工事のような大型構造物では、安全管理の検討には机上の計画だけでなく、実際のイメージに基づいた計画が必要となる。つまり、施工段階に応じた構造物形状や施工状況を具体的な形状により視覚的に確認、把握することにより、施工安全性の照差が可能となる。たとえば、以下のような場合の安全管理の判断材料に資することができる。

(1) クレーン操作の安全性：高いところからオペレータがクレーンを回転させるときに、運転席からアンカーフレームがどのように見えるかをシミュレーションすると実際の操作に役立つ。

(2) 安全設備の規模のチェック：各コンクリート打設ブロックの高低差の視覚的確認により手すりの高さや位置がどこにあるとよいかを判断する。

5. プレゼンテーションと施工管理

5. 1 工事のプレゼンテーション

当現場は、現場の概要説明のために、計測システムによる解析結果のグラフィックの表示を大型プロジェクターで説明するなど、理解が容易なプレゼンテーションを実施してきた。今回、アンカレイジや橋梁について、将来の形状を事前にリアルタイムで表示し、一般的に分かりやすい映像を作成し、説明に利用している。

5. 2 施工管理

実際に工事が進めば、施工サイクルの条件が実績となる。これらの実績を前提に将来のデータを変更すれば、随時に工程計画のやり直しが可能である。

6. おわりに

現場の施工計画に、ビジュアルな表現を取り入れて、計画の精度を高めることを目指した。工程計画システムと3次元データの発生機能を連結し、自動化によりビジュアル化を容易にした。さまざまなデータを追加し、より具体的なイメージの作成を検討している。施工計画でイメージが明確になり、判断が容易になった。今回の検討結果により以下のことが明らかになった。

(1) 具体的に構造物の形状を透視図により確認す

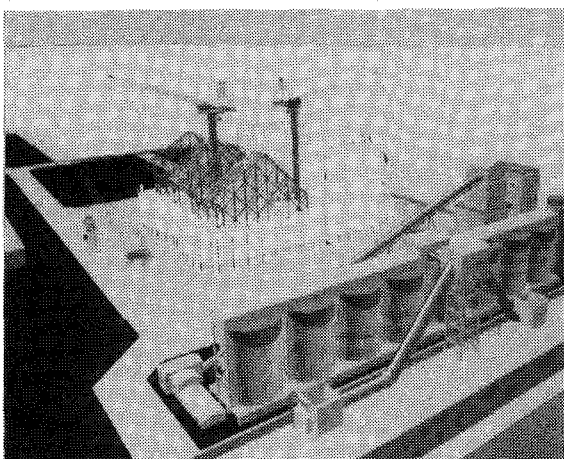


図-8 現場全体のCG表示

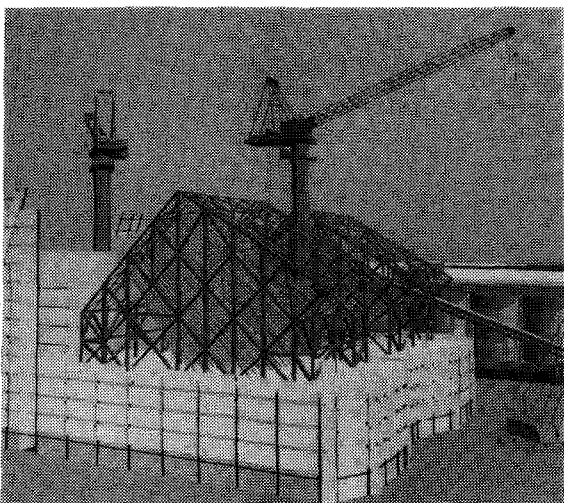


図-9 アンカレイジの施工状況

ることが、簡単にできるようになった。工事経験が無い担当者でも正確に形状を把握することができる。今回、特に施工計画の過程を工程計画により自動化することで、形状データのモデリング作業の効率化を図った。

(2) 実際のイメージのビジュアル表示は、状況の把握に有効であり、計画立案時に正確に判断できることを確認できた。また、施工段階に応じて、安全管理の判断材料としても有効と思われる。

(3) 施工現場においても、コンピュータ・グラフィックスは、施工計画やプレゼンテーションに有効活用できる。土木現場のイメージアップにも少なからず貢献できると思われる。