

施 工 管 理 に お け る コ ン ピ ュ ー タ の 導 入 事 例

—— 高架橋工事におけるNIPシステムの適用 ——

(株)鴻池組 正会員 西 野 久二郎
 " " 松 尾 俊 一
 " " 吉 村 篤 志
 " " O高 橋 堅 至

はじめに

本シンポジウムの“施工管理におけるコンピュータの導入事例 —— 日報をベースにした施工管理システム ——”(以下、これを前報告と称する)において述べたNIPシステムを新幹線高架橋工事に適用して施工管理を行つた実際例について報告する。

1. NIPシステムによる施工管理

対象工事の概要は図-1の如くであり、その一部を写真-1に示す。

当工事の計画工程表を図-2に示すが、これは工期、設計条件、施工条件のもとに機械・仮設材の転用及び労務各職種の動員数などを考慮してPERTシステム¹⁾によつて作成した当初計画である。

さて、当工事はその工事内容から、大きく杭打工事とRC構造物工事の2つのサブ工事に分けられるが、杭打工事は図-2からも明らかに工期の初期の1ヶ月余りで完了してしま

い、施工の進捗

状況も容易に把握

できるので、

当工事において

はRC構造物工

事にのみ注目し

てNIPシステム

を適用すること

にした。

前報告で述べ

たRC構造物工

事の場合の工程

進捗率の計算方

法により、大工

鉄筋工、嵩工、

土工の主要4職

種に注目して、

PERT計画工程

表上の各アクティ

ビティに対するこれら4職

種の見積工数をもとに、月

単位で工程進捗率を算出

しグラフ化したものが図-3

である。この工程進捗

グラフをみれば、5月には

当初計画

施工延長511m、高架ラーメンL=25m7連、L=35m6連
T桁 L=8~10m 14連
基礎杭RCφ350 L=5~9m 1486本、根掘46739m ²
基礎RC3136.4m ² 、躯体RC4121.2m ² 、T桁RC855.4m ²

図-1 工事概要

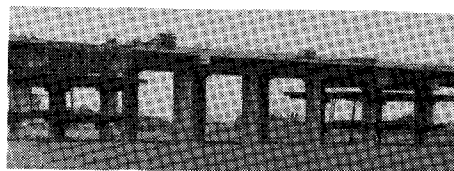


写真-1

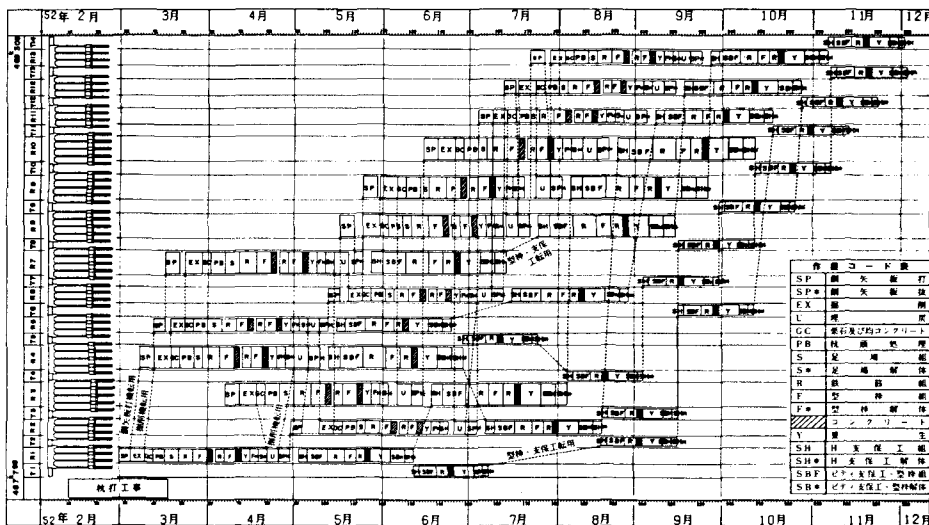


図-2 PERT工程表(当初計画)

種に注目して、PERT計画工程表上の各アクティビティに対するこれら4職種の見積工数をもとに、月単位で工程進捗率を算出しグラフ化したものが図-3である。この工程進捗グラフをみれば、5月には当初計画に比べ実績が相当遅れてきているのが分かる。これは、試験杭の打設後杭長が決定され本杭の打設に入つたが、施主側での再検討の結果、杭長の設計変更を余儀なくされ、RC構造物工事の工程にも大きな影響を及ぼしたためである。そこで5月15日時点で工程計画のRe-Planningを行つた。それ以後この更改工程計画

のもとに施工を進めたわけであるが、図-4にその更改計画工程表の一部を示しておく。図中の一点鎖線は7月末現在での実績工程進捗線であり、この時点の工程進捗率は図-3に示しているように、計画進捗率が50.8%、実績進捗率は47.2%で、その差3.6%だけ遅れていると言える。この遅れは9月に最大になっているが、これは生コンの単価改定協議中の出荷停止などに主に起因している。

なお、工程計画のRe-Planningを行うにあたっては、工事日報データのコンピュータ処理のアウトプットである実績工程表（一部を計画工程と対比させて図-5に示す。）、実績山積グラフ（図-6に主要4職種合計の計画と対比させて示す。）及び前報告で示した出面一覧表、工程分析表、原価分析表などを検討資料として活用したのであるが、これらの資料は現場の定例事務業務にも有効に利用し、工事の運営管理に活用することができた。

ここで前報告で提案したRC構造物工事の場合の工程進捗率の計算方法、すなわち、PERT計画工程表上の各アクティビティに対して見積られた各職種の所要人工数をもとに工程進捗率を計算する方法の妥当性を図-7によつて確認しておきたい。

図中のグラフ①は、図-6の4職種合計実績山積グラフをもとに、

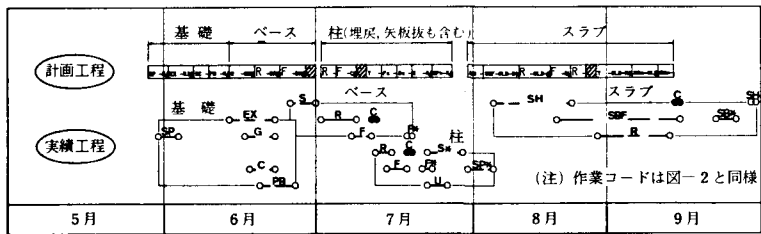


図-5 計画工程と実績工程（ラーメン161）

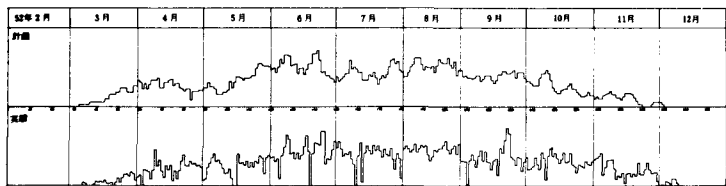


図-6 職種山積グラフ（計画、実績）

各月末時点における累積値を百分率表示（すなわち各月末時点までの主要4職種の実績投入人数の全工期にわたる実績投入人数に対するパーセンテージ）したもので、実績の人的エネルギー投入率を示すものである。なお、グラフ①は主要4職種分であるが、全職種分についてグラフ化してもまったく①に重なり、差異がなかった。一方、グラフ②は図-3で示した実績工程進

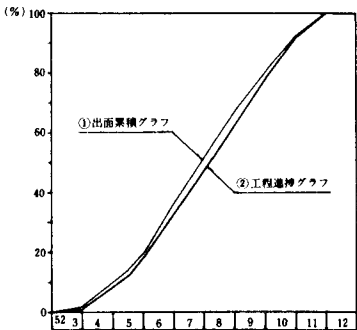


図-7 出面累積グラフと工程進捗グラフ（実績）

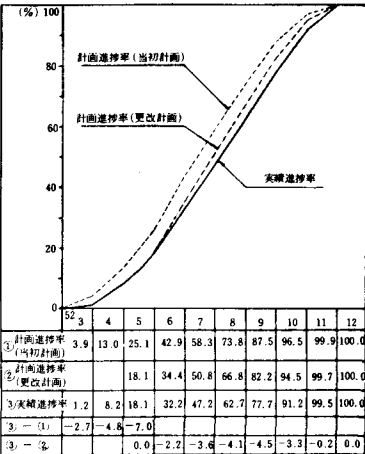


図-3 工程進捗グラフ

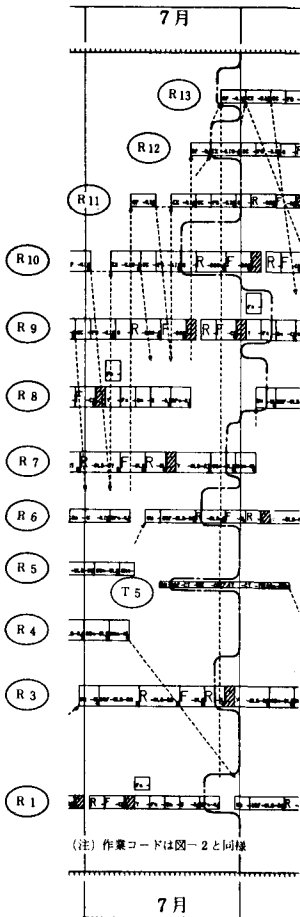


図-4 工程進捗線（7月末現在）

捗率である。

グラフ①と②はよく近似しており、工程の進捗の割合を人的エネルギーの投入量をもとに考える場合、工数見積値の設定が妥当であれば、前報告の(1)式で定義した工程進捗率は十分有効と言えよう。若干グラフ①が②より上まわっているのは、主に作業習熟の影響であろうと思われる。事実労務歩掛が工程の進捗とともに下がっていることは実績データからも裏づけられている。

2. 実績歩掛

図-8は高架ラーメンについて、ベース・柱とスラブの鉄筋組の実績歩掛を施工順にグラフ表示したものである。

使用鉄筋はD13～32(SD35)であり、鉄筋加工、運搬は含んでいない。ベース鉄筋と同時に柱鉄筋の大部分も組立てるので、ベースと柱はあわせて歩掛を算出した。

スラブの歩掛をみてみれば、着工時点は諸段取に手間がかかり、不慣れのせいもあつて歩掛は高くなつており、後半においては慣れ及び作業ヶ所の集約による集中作業化によつて下がつてきていると思われる。ベース・柱についてはあまり大きな歩掛の推移はみられない。

この図-8のデータをヒストグラム化したものが図-9である。

このような形で当工事の全作業について実績歩掛を整理し、とりまとめたのであるが、これらのデータを今後の工事の施工計画において生かしていきたい。

次に、図-10には4径間の各高架ラーメン築造に要した全労務出面を施工順にグラフ化している。3径間の場合も同様であつたが、工程の進捗とともに労務の所要人工数が下がつており、作業習熟による労務歩掛の低減が認められると言えよう。

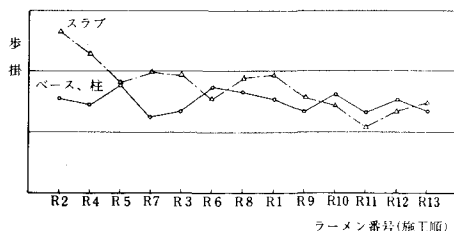


図-8 鉄筋組実績歩掛グラフ

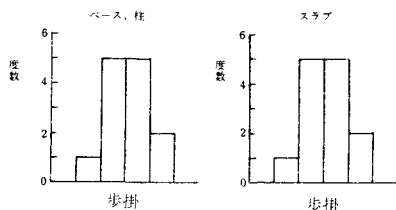


図-9 鉄筋組実績歩掛ヒストグラム

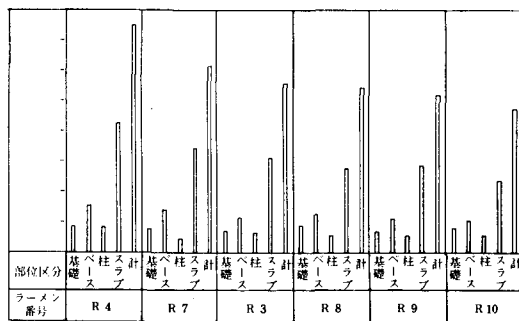


図-10 ラーメン別出面グラフ(施工順)

3. 作業並行の実態

一般に、計画工程表で先行作業、後続作業として直列にスケジューリングされた鉄筋組、型枠組の両作業が、実績工程においては並行して行われることがよくある。当工事の実績工程表(図-5参照)においても鉄筋組と型枠組の重なりがかなり目立つた。そこで、今後の施工計画、特に工程計画に生かしていくことを目的に、当工事の高架ラーメンの場合について、鉄筋組と型枠組がどの程度ラップして作業が行われたのか、その実態を分析してみることにする。

まず、ベースの鉄筋組と型枠組のラップについて言えば、3径間ラーメンでは7連のうち2連、4径間ラーメンでは6連のうち3連に対して1日のラップが見られた。図-11にその一例としてラーメン No.1(3径間)のベースの実績工程を示しておく。

同様に、柱については、3径間ラーメン7連のうち1連、4径間ラーメン6連のうち4連に対して1日のラップがあつた。たとえば、ラーメン No.3(4径間)の柱の実績工程は図-12の如くであつた。

次に、スラブにおいては、ヒタイ上の梁底型枠を組んだ後、スラブ鉄筋組と張出し部の型枠組には相当のラツプがみられ、型枠組は鉄筋組と並行して行われている。図-13にラーメンⅡ2(3径間)の場合のスラブ実績工程を示すが、型枠組は6日のうち6日とも鉄筋組にラツプしている。すなわち、この場合はラツプ率が100%になっていると言える。このようにして全ラーメンについて、スラブにおける張出し部型枠組のスラブ鉄筋組に対するラツプ率を算出し、ヒストグラムに表わせれば図-14に示すようになった。3径間の場合は50%から最大100%のラツプがあり、4径間では90%程度のラツプが標準的なようである。

以上、ベース、柱、スラブとも型枠組と鉄筋組のラツプ率は3径間よりも4径間の場合の方が高くなっているが、これは作業量が多い、すなわち作業スペースの広い方がラツプ作業が容易であるからだろうと思われる。

さて一般に、工程計画において工程をネットワーク表現しようとする場合、しばしばこのラツプ作業の取扱いが問題になるのであるが、次にこの問題について少し触れておきたい。2つの作業の順序関係をネットワーク表現すると図-15に示すように、①先行後続、②完全な並行、③一部並行の3つのパターンが考えられるが、③の場合はPERT計算上先行アクティビティを分割する必要があり、データ修正を行うにも面倒である。そこで図の④のようにマイナスの日数を持つアクティビティを導入すると、アクティビティを分割せずに、「一部並行」の表現が行え、すなわち、作業のラツプを簡単に表わすことができ、またラツプ日数の変更も容易である。

このようなマイナス日数を持つ架空のアクティビティをマイナスアクティビティと名づければ、このマイナスアクティビティを用いることによって、工期に余裕のある場合や突貫工事の場合など、それぞれの工期との関連において並行作業のラツプ率を適当に設定し、それぞれの工事に適した工程計画案を作成したり、あるいは逆に、各工事の工期的余裕度または突貫度なるものを評価したり、さらにまた各工程計画の柔軟性(フレキシビリティ)を検討するなど、種々の活用が考えられる。

おわりに

NIPシステムにより施工管理を行つた実際例は十数件あり、ここではその一端をとりまとめて報告した。当システムを今後とも各種工事において活用することによって、システム運用のノウハウを整理していくとともに、施工実績データの分析、蓄積を続けていきたい。

参考文献

- 1) 工程計画におけるコンピュータの導入事例(その1)、電算機利用に関するシンポジウム(1977)

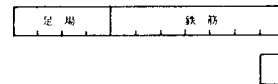


図-1-1 ラーメンⅡ1ベース実績工程



図-1-2 ラーメンⅡ3柱実績工程



図-1-3 ラーメンⅡ2スラブ実績工程

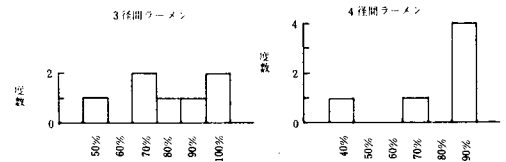
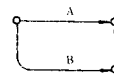
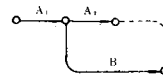


図-1-4 スラブ鉄筋、型枠組ラツプ率ヒストグラム

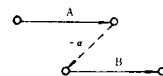
① 先行、後続



② 完全な並行



③ 一部並行



④ 一部並行
(マイナスアクティビティ)

図-1-5 2作業の順序関係