

# R C工業化工法における部材管理システムの開発

福田 一成 汐川 孝  
 浜田 耕史 脇坂 達也

## 概要

現場業務の省力化や質の向上を図るために、PCa部材や組立鉄筋部材などの躯体部材の発注から搬入、建方まで統合的に計画・管理する部材管理システムを開発し、建築現場への適用を行った。その間、本システムを運用し搬入・建方管理業務の支援や作業実績データの収集を行った。その結果、1) 搬入・建方計画をCAD画面上で行うことで、データ作成、入力迅速に行え管理業務の省力化が図れた、2) 工事事務所内のCAD画面上で作業の進捗状況を把握でき、作業計画に迅速に反映できた、3) 各部材ごとに実績データを自動収集し、活用することで状況に応じた質の高い工事管理が行えた、などの効果が確認できた。本報告では、開発システムの概要と現場への適用について述べる。

### 1. はじめに

現在、建築現場においては作業の省力化や工期短縮、品質の向上を図るためにプレハブ化・ユニット化された資材を使った工業化工法の導入が積極的に進められている。しかし、これら工業化工法は、資材の発注から搬入・揚重・建方計画の適否、ストックヤードの管理などが、作業工程に大きく影響を及ぼす。そのため、計画的な指示や管理が必要かつ重要な業務の一つになってきている。そこで、管理業務の省力化と精度の向上を目的として、資材の発注から建方まで統合的な計画・管理を支援するための資材総合管理システムの開発を目指した。

資材総合管理システムはFig. 1に示すようにPCa部材や組立鉄筋部材など躯体工事の部材を対象とした部材管理システムと、仕上・内装工事の資材を対象とした資材管理システム（開発中）の二つのシステムから構成される。

本報告では、この中で部材管理システムの開発と現場への適用について述べる。

### 2. システムの開発目的

建築工事の大規模化・高層化に伴い、建築生産現場で取り扱う建築資材は大量かつ多種にわたっている。工業化工法においては、現場での建方や組立計画に合わせて部材製作や現場搬入の時期を決めて行くことが必要となる。

そこで、限られた工期のなかで複雑化する現場管理業務の効率化を支援するため、以下のようなことを目的として部材管理システムの開発を行った。

- 1) 複雑化する現場管理業務の省力化・効率化
- 2) 搬入や建方などの作業計画や実績情報の統合的な活用
- 3) 計画変更に対する迅速な対応

### 3. システムの概要

#### 3.1 システムの構成

本報告における部材管理システムは、PCa部材や組立鉄筋部材などの躯体部材を対象としたもので、Fig. 2に示すように、部材情報データベースと五つのサブシステムから構成される。

部材管理システムの機能構成、Fig. 3に示す。また、各サブシステム(以下SS)の主な機能は以下のとおりである。

(1) 部材計画SS ここでは、部材管理システムを運用するために必要となる部材単位のデータベースを構築する。躯体データは、施工図CADの3次元建物モデルデータを変換して利用する。CAD画面上に表示された対象となる建物の躯体に対し、部材の割付や部材属性情報の定義など各種計画を行う。(Fig. 4) これらの計画は階

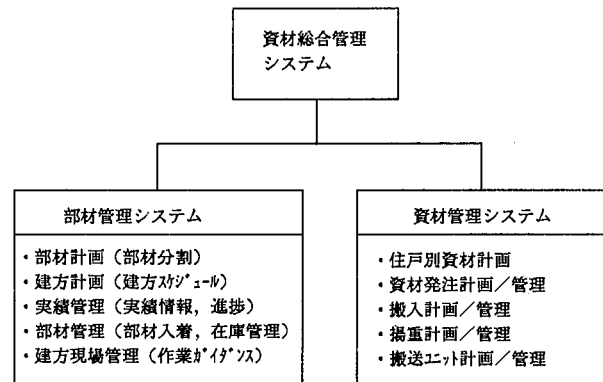


Fig. 1 資材総合管理システム  
 Material Management System

単位で行う。計画された部材情報は自動的にデータベースに登録される。

(2) 建方計画SS 工業化工法において質の高い管理を行うには、部材ごとの詳細な建方計画が必要になる。ここでは、部材の建方に関連する計画を行う。CAD画面上で選択した部材に対し、搬入や建方の予定日、作業順序の計画を行う。また、任意の作業日における各部材の搬入や建方の計画内容がCAD画面上で確認できる。CAD画面上で搬入予定日、建方予定日、ストックヤードなど7項目について登録や更新ができる。さらに、各作業日での建方部材名や作業順序などをまとめた揚重の作業指示書を出力をする。

(3) 部材管理SS 建方作業を遅滞なく行うには、建方工程に合わせた部材の搬入管理が重要になる。ここでは、部材の入着・未入着の確認や、ストックヤードの状況の管理を行う。実績収集を簡素化するために、識別用のバーコードラベルおよびバーコードハンディターミナル(以下BHT)を用いる。部材に添付するバーコードラベルのほか、搬入指示書、日次搬入予定表、ストックヤード部材一覧表の出力を行う。

搬入指示書およびバーコードラベルは、各部材を製作する協力業者に送付される。協力業者は、バーコードラベルを添付した部材を現場に搬入する。搬入時にBHTで部材の種類、搬入日などの確認や実績データの収集を行う。

(4) 建方現場管理SS 部材の取付け順序が決まっているRC工業化工法は、部材の種類・建方順序の確認を

行い、施工することが要求される。そこで、玉掛け作業員による揚重部材の確認作業が必要となるが、これには迅速性や簡便さが求められる。ここでは、建方作業時の荷揚げ場所においてBHTにより部材の計画情報(建方順序、取付位置など)の確認や、建方作業の実績情報(開始時刻、作業時間など)の収集を行う。実績データは、無線によりリアルタイムでデータベースに転送を行い、自動収集する。また、建方作業指示書の出力を行う。

(5) 実績管理SS 作業工程の検討は、部材の搬入・建方の進捗状況を確認しながら行っている。ここでは、部材管理SSと建方現場管理SSにおいてBHTより収集された搬入および建方実績情報を2次元および3次元のグラフィック画面で表示する。作業が完了した部材については、色を変えて表示する。特に、建方作業の実績情報はBHTより無線で送信されるため、進捗状況をリアルタイムで表示できる。また、実績情報から実績管理票、出来高管理票の出力を行う。

これにより、現場工事事務所内のモニター上で作業の進捗状況が監視でき、工程管理業務へ迅速に反映できる。

### 3.2 機器

3.2.1 機器構成 このシステムは、Fig. 5に示すように、EWS、パソコン、BHTおよびバーコードプリンターとページプリンターから構成されている。これらの機器は、イーサネットによる現場事務所内LANを構成している。

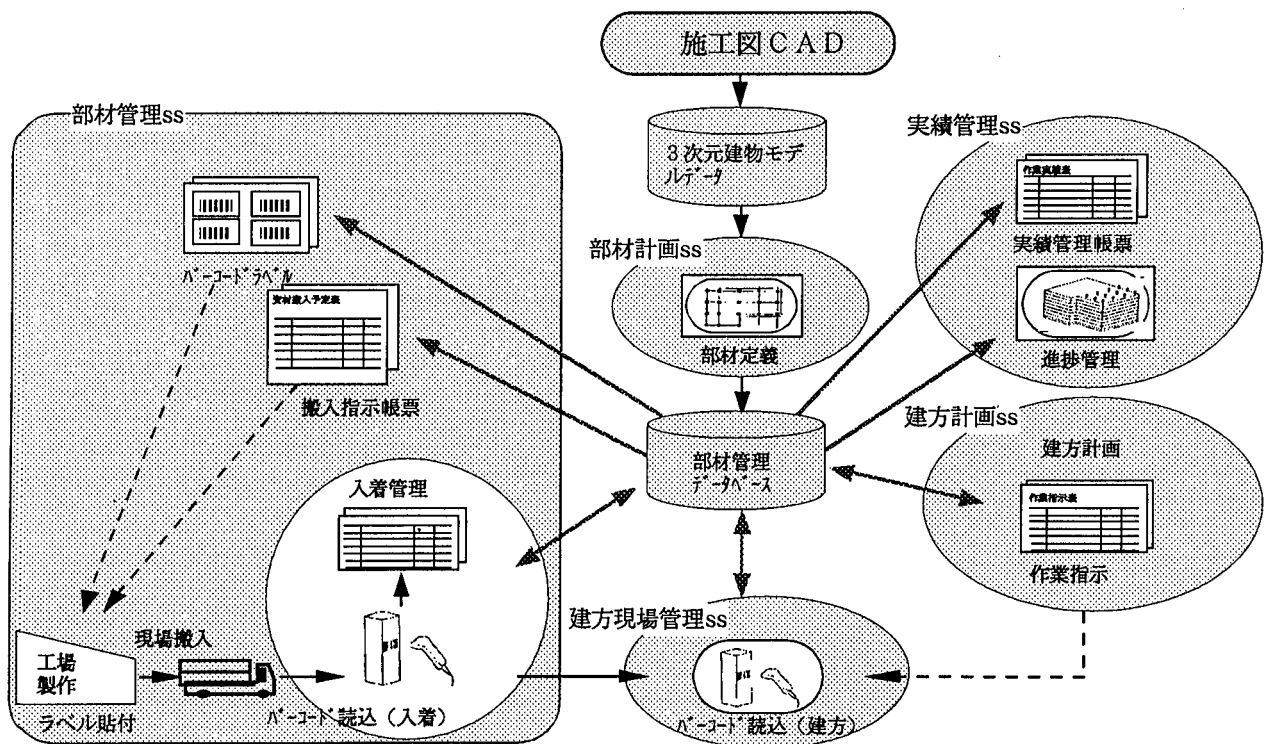


Fig. 2 システム概要図  
Profile of the System

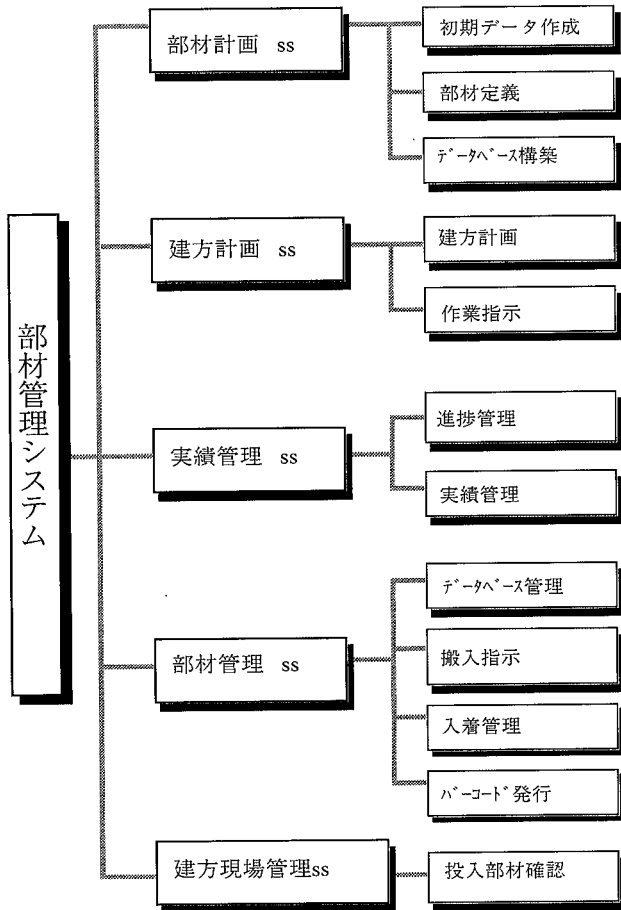


Fig. 3 機能構成  
Structure of Function

3.2.2 無線BHTの利用 実績データをリアルタイムに収集するため、無線機能を備えたBHTを用いた。システムの開発に先立ち、実際の現場において通信テストを行った。通信テストでは、クレーンなどの重機の稼働時や見通しの効かない場所での送受信を行い、実使用に対する有効性を確認した。

BHT内蔵プログラムは、何らかの通信障害が発生した場合にも対応できる。データ送信が正常に完了しなかった場合、次のデータを送信するときにそのデータを再度送信するようにした。また、BHT内に1日分の実績情報を蓄積できるため、中継器・事務所間のケーブルが断線した場合などでも、有線により収集データをデータベースに登録できる。

### 3.3 システムの特徴

部材管理システムは、現場管理業務の省力化・効率化を目指したものであり、以下のような特徴がある。

(1) 部材情報の一元管理 リレーショナル型のデータベースシステムを利用することにより、部材情報データベースを構築し、各部材ごとに部材寸法、部材取扱業者、搬入・建方作業予定日などの属性情報を一元的に管理できる。

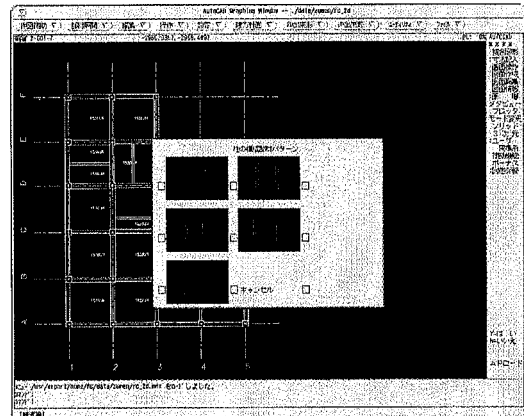


Fig. 4 部材定義  
Material Definition

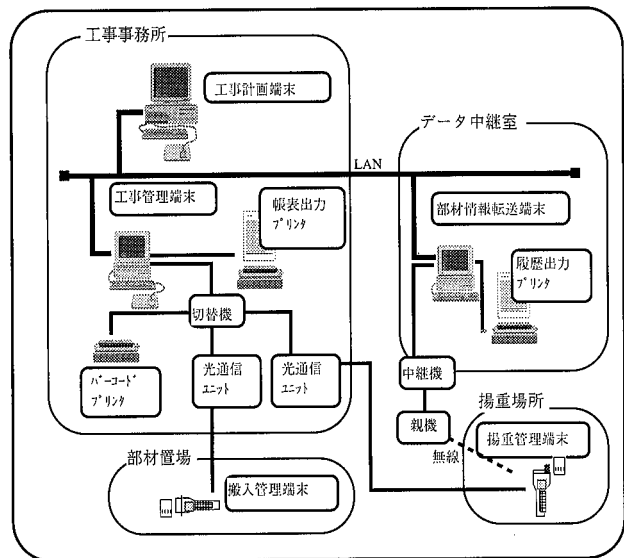


Fig. 5 機器構成  
Structure of Equipment

(2) 計画管理業務の支援 汎用CADシステムを用いて、CAD上の部材図形と部材情報データベースをリンクした。これにより、CADをインターフェースとした部材情報の入力および検索が可能となり、建築現場における管理業務(搬入計画や建方計画など)を省力化することができる。

(3) 実績情報収集の合理化 各部材ごとに識別用のバーコードラベルの発行し、部材に貼付する。これを搬入・建方作業時にBHTで読取ることにより、データベースに登録された各部材の属性情報の確認と搬入・揚重・建方作業実績情報を自動的に収集できる。

(4) 実績情報の視覚化 コンピュータの画面上に、建方や搬入の完了した部材を3次元CADで表示できる。また、建方作業の進捗状況は2次元CAD上で、リアルタイム表示できる。これにより、作業の進捗状況を容易に確認できる。

(5) 初期データ入力作業の軽減 施工図CADの3次元建物モデルデータを、本システムに取込み利用することで、プロジェクト開始時におけるデータ入力作業が軽減される。

#### 4. システムの適用

##### 4.1 適用現場の概要

対象となった建物は、複数棟の集合住宅からなる建築工事現場の1棟であり、2階より上部にPCa部材や組立鉄筋部材を用いた工業化工法を採用している。基本的な部位の構法は以下のとおりである。

柱：組立鉄筋                      小梁：PCa  
 大梁（桁行）：PCa                床：ハーフPCa  
 大梁（梁間）：組立鉄筋        壁：PCa

またFig. 6に示すように、現場事務所と対象建物が離れており、現場内での移動に時間を要した。そのため、現場管理業務を省力化・効率化するための支援システムが望まれていた。このため、本システムの適用対象となった。適用現場の工事概要をTable 1に示す。

##### 4.2 現場適用

適用にあたっては、事前の各種定義・計画管理データの作成、運用日における機器の操作・管理などの作業が必要になる。今回は、建方担当の職員(1人)、搬入・建方場所でのそれぞれ担当の作業員(各1人)が日常業務の一部として本システムの運用を行った。

(1) 導入時作業 本システムの導入時の作業として、システムの操作方法の教育と初期データの入力を行った。まず、本システム担当の現場職員に対しシステムの概要および機器の操作説明を行い、以後、初期データの入力作業を行った。

初期データの入力作業では、CAD画面上で部材の定義データの作成や搬入・建方計画の作成を行った。今回、対象建物は基準階の繰り返しであったため、1フロア分のデータを入力後、階コピー機能を用いて各フロアのデータを作成した。

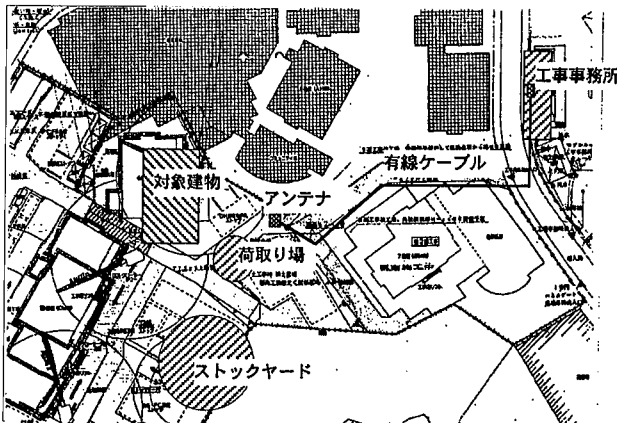


Fig. 6 配置図  
Plot Plan

これら操作方法の教育と初期データの作成に必要な日数は、3日間程度であった。

また、担当作業員に対するBHTの操作説明は1時間程度の本システムのガイダンスの中で行った。

(2) 日常的作業 日常的な作業としては、搬入・建方作業日の前日に本システムの担当職員(当社職員)は、建方作業指示書や搬入予定表を出力する。この時、作業計画の変更がある場合はその変更をした後、帳票類の発行を行う。また、翌日の作業で必要となる搬入計画や建方計画のデータをBHTに転送する。

搬入・建方作業日は、作業開始前に指示帳票とBHTを担当作業員(協力会社作業員)に渡す。搬入・建方作業が行われているあいだ担当作業員は、部材のバーコードをBHTで読み取ることによって、部材の情報(予定日、建方順序など)の確認し、実績データを収集する。(Photo 1)

建方実績については、作業エリアで収集されたデータが無線によりリアルタイムで工事事務所のデータベースに転送され、自動的に登録される。

搬入実績については、作業終了後にBHTを回収してデータをデータベースに登録する。搬入・建方作業の終了後、実績管理表や3次元の搬入・建方実績図を出力する。(Fig. 7), (Fig. 8)

システム運用時の担当職員の1日当たりの作業量は、30分から1時間程度であった。担当職員の作業の様子をPhoto 2に示す。

(3) その他の作業 その他非日常的作業として、任意の期間における部材搬入指示を協力会社に対し行った。搬入指示書と共にバーコードラベルを出力し、協力会社に送付する。また、データベースのバックアップを定期的に行った。

##### 4.3 実績データの活用

建方作業終了後に工事実績表などの帳票類と共に3次元の出来型図を出力し、躯体工事の進捗管理記録として活用した。

また、建方実績データを1フロア分の工程の終了ごとにフロア別や部位別に集計することで、作業時間を要する部材の把握や、平均的な建方作業時間の算出などを行うこと

Table 1 工事概要  
Project Outline

項目	概要
工事場所	大阪府高槻市上土室
工期	平成6年6月～平成7年8月
システム稼働	平成6年10月～平成7年5月
建物用途	集合住宅
敷地面積	9241.8 m <sup>2</sup>
構造規模	R C造
	地下1階, 地上14階, 塔屋1階
	最高高さ 40.34m
	建築面積 685.47 m <sup>2</sup>
	延床面積 7833.79 m <sup>2</sup>



Photo 1 バーコードラベル読込み  
Bar-Code Label Information Read into Computer



Photo 2 データ入力作業  
Data Input Operation

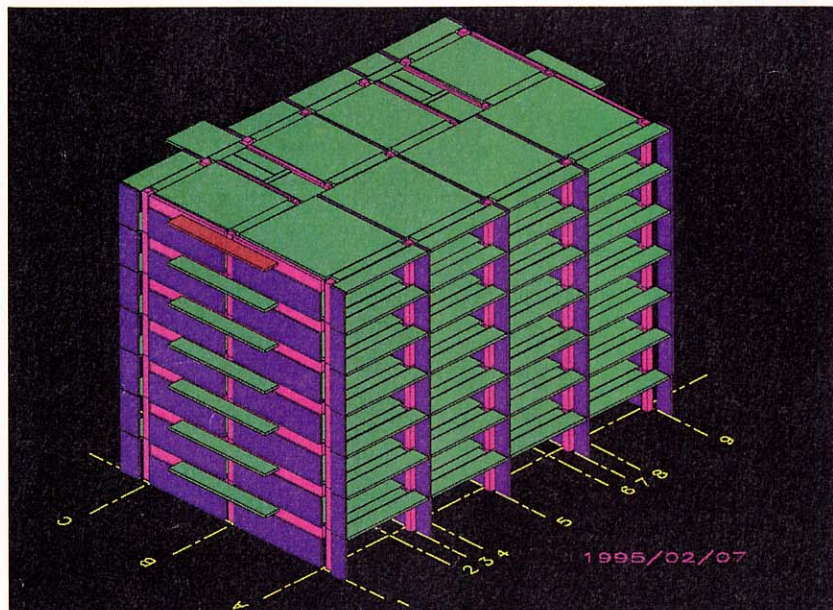


Fig. 7 3次元建方実績図  
3D-Erection Actual Data

工事実績表											
1994年11月日	現在	部材名称	層名	部材番号	部材取付位置	部材ID	種別	取入日	建方日	建方時間(分)	
1	PC壁	2	02:SW-S-8	9	通A-1~A	通01 02W01201	1	1994年10月28日	1994年11月日	13:37	45
2	PC壁	2	02:SW-N-9	9	通C~C-2	通01 02W01301	1	1994年10月28日	1994年11月日	15:41	31
3	PC壁	2	02:SW-N-1	1	通C~C-2	通01 02W01401	1	1994年10月28日	1994年11月日	10:40	64
4	PC壁	2	02:SW-N-4	3-1	通C~C-2	通01 02W01501	1	1994年10月28日	1994年11月2日	11:38	25
5	PC壁	2	02:W-1-AB	1	通A~B	通01 02W00101	1	1994年10月28日	1994年10月31日	15:06	80
6	PC壁	2	02:W-1-BC	1	通B~C	通01 02W00201	1	1994年10月28日	1994年10月31日	13:57	89
7	PC壁	2	02:W-8-AB	9	通A~B	通01 02W00301	1	1994年10月28日	1994年11月1日	00:48	73
8	PC壁	2	02:W-8-BC	9	通B~C	通01 02W00401	1	1994年10月28日	1994年11月1日	15:31	40
9	PC壁	2	02:W-7-AB	6-1	通A~B	通01 02W00501	1	1994年10月28日	1994年10月29日	10:45	16
10	PC壁	2	02:SW-N-5	5	通C~C-2	通01 02W01801	1	1994年10月28日	1994年11月2日	13:50	24
11	PC壁	2	02:W-5-AB	5	通A~B	通01 02W00801	1	1994年10月26日	1994年10月29日	10:31	10
12	PC壁	2	02:SW-N-6	8	通C~C-2	通01 02W01701	1	1994年10月28日	1994年11月2日	14:14	37
13	PC壁	2	02:W-9-AB	2-1	通A~B	通01 02W00701	1	1994年10月28日	1994年10月29日	10:41	4
14	PC壁	2	02:SW-S-3	2-1	通A-1~A	通01 02W00801	1	1994年10月28日	1994年11月2日	09:17	34
15	PC壁	2	02:SW-S-5	5	通A-1~A	通01 02W00901	1	1994年10月28日	1994年11月2日	09:51	24
16	PC壁	2	02:SW-S-7	6-1	通A-1~A	通01 02W01001	1	1994年10月28日	1994年11月2日	10:15	23
17	PC壁	2	02:SW-S-1	1	通A-1~A	通01 02W01101	1	1994年10月28日	1994年11月1日	10:01	39
18	PC壁	2	02:W-2-BC	1-2	通B~C	通01 02W02101	1	1994年10月26日	1994年10月28日	13:11	16
19	PC壁	2	02:W-4-BC	3-1	通B~C	通01 02W02201	1	1994年10月28日	1994年10月28日	13:27	14
20	PC壁	2	02:W-4-BC	6-1	通B~C	通01 02W02301	1	1994年10月28日	1994年11月2日	14:51	16

Fig. 8 実績管理表  
Actual Management List

PCa壁建方時間ヒストグラム

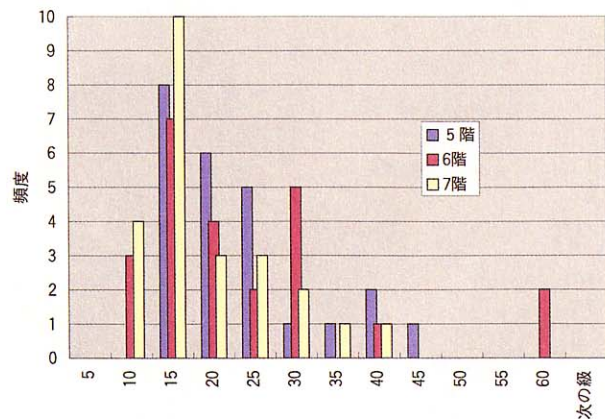


Fig. 9 実績データの活用  
Use of Actual Data

ができ、より正確な建方作業時間の予測や作業方法の改善に活用できた。

さらに、Fig. 9のようにフロア別、部材別に建方時間のヒストグラムを作成することで、揚重・建方作業の習熟の確認なども行えた。

## 5. システムの適用結果

### 5.1 効果

現場管理業務の省力化・効率化を図るために、本システムを開発し、実現場に適用した。その結果、以下のような効果を確認できた。

(1) データ入力 of 省力化 本システムでは、CAD画面上で搬入および建方の計画管理をすることで、計画管理データの作成・入力の簡素化を図った。そのため、建方担当職員の日常管理業務に負担なく運用できた。

(2) 実績データ収集の省力化および迅速な活用

個々の部材ごとに自動的に実績データが記録されるため、データをフィードバックして活用することで、状況に応じた質の高い管理ができた。例えば、建方時間を要した部材を迅速に把握し、その原因を改善することで、次のフロアの作業計画に反映できた。

また、新たに開発された工法などについての作業調査(生産性の把握・工法の評価など)を行う場合、データ収集(作業測定)や分析に多大な労力を必要とする。これについても、記録された実績データを利用することで作業の簡素化が図れた。

(3) 工事事務所内での作業状況の把握 工事の進捗状況などの情報は、担当職員が直接確認を行った時点や、現場打合せでの情報に限られていた。しかし、このシステムでは作業の進捗状況がCAD画面上で実現できるため工事事務所内でリアルタイムの作業進捗状況を把握でき、作業計画の変更などが生じた場合、迅速に対応できた。さらに、電子情報として記録されるため、任意の時点での進捗状況などの確認が容易であった。

### 5.2 今後の課題

実務適用を踏まえて、現場からの要望などを含めて、いくつか課題が明らかになった。そのうち主なものを次に示す。

(1) 部材IDの統合 本システムの現場への適用の決定が、既に一部PCa部材の製作開始後だったので、部材識別用のコード(部材番号)として、本システムが発行するバーコードと、協力業者が用いるものと2種類存在することになった。そのため、バーコードラベルの貼付作業時の番号確認に手間が掛かった。事前に協力業者と打合

せを行い、部材識別コードの統合化を行う必要がある。

(2) 実績情報の効率的な運用 実績情報は、データベースの実績情報を他のソフトに取込み分析を行った。この取込み操作が複雑なため、分析作業に手間が掛かった。今後は、本システム内で分析ができるように機能追加を行う。

(3) 適用対象範囲の拡大 本システムが対象としているのは、工業化工法における躯体部材であるが、今後は仮設材など躯体以外の資材を対象として扱えるようにする必要がある。また、搬入および建方が管理対象になっているが、協力業者の部材製造段階(製造管理)まで範囲を広げ同様に管理する。

(4) 自動化施工システムとの統合 本システムは、CADシステムにより部材の形状や位置などを把握しているため、部材寸法や部材重心の位置座標などのデータを持っている。これらの情報を機械化された施工システムへ送信し、運転制御に役立てることにより、運転の自動化率を上げることが可能である。また、BHTだけではなく、施工システムの運転データからより詳細な実績情報の自動収集が可能になる。

## 6. おわりに

開発した部材管理システムを実現場に適用して、システムの有効性の確認ができた一方で、機能の拡大、運用方法の工夫、実績データの有効な活用などの課題も明らかになった。今後、これらの課題を解決していくことで、より一層実用に適した汎用性の高いシステムに改良していく必要がある。

最後に、本システムの開発は、情報システムセンターと技術研究所の協力の下に行った。また、本システムの現場適用にあたっては阪急土室工事事務所、本店建築工務部に多大なる協力、ご指導を頂いた。ここに関係各位に深く感謝を表す次第である。

### 参考文献

- 1) 西田, 他: 資材搬入管理及び建方計画管理システムの開発(その1), 第11回建築生産と管理技術シンポジウム, (1995)
- 2) 西田, 他: 現場資材管理システムの開発(その1)システムの概要, 日本建築学会大会学術講演梗概集, (1995)
- 3) 福田, 他: 現場資材管理システムの開発(その2)実工事への適用, 日本建築学会大会学術講演梗概集, (1995)