

On-site Management Systemの開発方法に関する研究*

Study on Methodology of On-site Management System Development

春名 攻** , 池田 将明***

By Mamoru HARUNA , Masaaki IKEDA

In this paper the methodological study on system development for on-site management of construction project is discussed, and the activities by System Development Subcommittee which are belonged in the Committee of Construction Management of the Japan Society of Civil Engineers are introduced by one of the authors, M. Haruna as the chairman of this subcommittee. And some methodological proposals are stated by the authors utilizing system engineering method from various aspects such as the basic stance and viewpoints for system development. Then based on these proposals, the activities of the group reserch of the subcommittee are introduced. In the last part of this paper a example of the system development for on-site management are introduced.

1. はじめに

近年、建設工事を取り巻く環境は、オイルショック以前の高度成長期と比較して非常に厳しくなっている。これには、公共投資の抑制、若年労働者の減少、自然環境の保護、住宅環境の保全、工事の大規模化、工期の短期化等の様々な要因が影響していると考えられる。この結果、建設工事の施工は、著しく複雑化、多様化、厳密化した制約条件の中で進められることとなり、従来と比較して遂行が難しい状態となって来た。また、昭和40年代頃から汎用大型コンピュータを用いて始まった、オフィス内に

おける定型業務を対象としたOA化の波は、高性能で低廉なパーソナルコンピュータの出現により、従来コンピュータとは関係の薄かった建設現場事務所へも波及して来ている。

以上の背景を基に、建設現場事務所におけるマネジメント業務をエレクトロニクス機器を用いて改善（システム開発）しようとする要求が、近年次第に強くなって来ている。このようなシステムを、ここではオンサイトマネジメントシステムと呼ぶが、これはシステム工学的な概念や手法を取り入れ、近代化された経営システムに変革して行こうという意味から、従来の現場管理システムと云った用語とは区別して用いている。

本論文では、土木学会建設マネジメント委員会の中にあって、オンサイトマネジメントを中心としたシステム開発の方法論に関して研究を行っているシステム開発小委員会の研究内容を紹介するとともに、地下滞水池築造工事をモデルに実施したオンサイト

* キーワード 建設マネジメントシステム

** 正会員 工博 京都大学工学部助教授
〒606 京都市左京区吉田本町

(建設マネジメント委員会システム開発小委員会委員長)

***正会員 フジタ工業㈱土木本部工事統括部
〒151 東京都渋谷区千駄ヶ谷4-1-16
(同 システム開発小委員会幹事)

マネジメントシステム開発の研究事例について述べることにする。

2. Computer-aidedなシステムの開発戦略

どのような戦略的方法でシステム開発を実行していくかについては、既に本発表会を始め土木学会のいくつかの場で発表し、それに対する討論も行ってきた。(例えば文献1))ここで、簡単にその概要を取り纏めて示すと以下のようになる。

(1) システム化の発展段階

システム化の発展段階を図-1のように3つの段階に分けて考えることができる。また、このように分けた各段階における人間とコンピュータシステムの関わりを図-2のように捉え、開発するシステムの目標を明確にする基準として用いる。

(2) システム開発の戦略的対応

システム開発の目標基準として、図-3のように実施の期間を①短期的開発、②中期的開発、③長期的開発の3つに分けてシステム開発を捉える。これにより、開発予定のシステムがこのどれに当たるのか、また今後どのように展開して行くのかを検討することができる。

(3) システム開発の基本プロセス

システム開発の基本的なプロセスを図-4のように8つのStageに分けて捉え、各段階で評価しながら段階的に開発することを提案している。

3. システム開発小委員会における

研究活動の概要

(1) 小委員会の活動目的

システム開発小委員会は土木学会・建設マネジメント委員会に所属する小委員会である。この委員会は、図-5に示すように5小委員会と1分科会より構成されるが、当小委員会は他の4つの小委員会とは異なり、特定の目的を持ったシステムや方法論の研究を行うことを目指しているのではなく、建設マネジメント業務の円滑な遂行を目指したシステム開発に関する方法論的な研究や、他小委員会における研究活動の基礎部分にあたる基礎的あるいは理論的研究を行

うことを目的としている。すなわち、システム開発技術の確立を目指しての、科学的方法論に関する研究活動を中心とする共同開発や情報収集を目的としている。

また、本小委員会は、システム開発技術を目指した方法論的・基礎的研究を研究活動の中核に置いているため、実際のシステム開発をとおしての成果というより、開発プロセスの遂行における各種問題点の分析や、開発上の課題の発見とそれ等の達成方法を主テーマとして活動を行っている。従って、他の小委員会に重複して参加しているメンバーの意向や、他の小委員会の研究活動の動向を方法論的な立場から考察して、重要と考えられるテーマの設定を行うことが、小委員会独自の方法論的なテーマの発見や検討活動と共に重要な役割であると考えている。

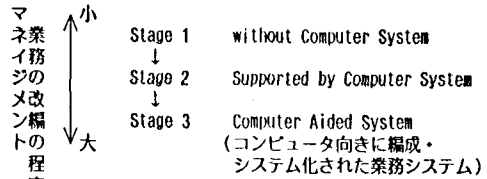


図-1 マネジメント業務改善の程度

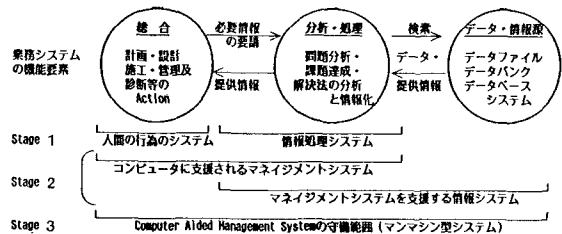


図-2 情報処理機器を導入したマネジメント

システム構成の基本概念

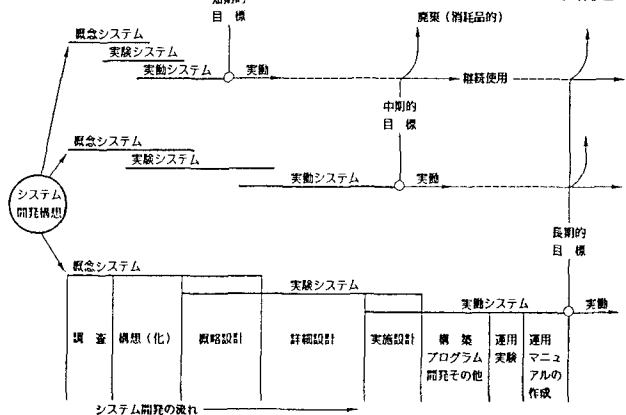


図-3 システムの段階的開発

なお、プロジェクト企画分科会は、本年4月に当小委員会より、より広範に研究活動を行う目的で分離独立したものである。

(2) 共同研究グループの活動

当小委員会は、図-5に示すように4つの研究グループの活動を中心に運営されている。以下に、これ等のグループの研究概要を説明するが、そこで取り扱っている具体的な手法に関しては、次項のシステム開発手法の中で説明する。

(a) 現場管理体系研究グループ

本研究グループは、建設現場における管理機構のあるべき姿の確立を目標イメージとして、その内容の構造的特徴や各種活動の特性の分布をベースに、業務システムの設計方法を、管理体系という側面からとらえて研究することを目的としている。

(b) 工事管理システム概念設計研究グループ

本研究グループは、各社の現実のシステム設計において、特に各メンバーの頭を悩ませている“工事管理システム”という抽象的な概念を、機能論的な側面から、いかに合理的で理解しやすく取りまとめるか、概念上の(論理)モデルとして設計して行く方法について研究することを活動目的としている。

(c) 建設マネジメントデータ分析研究グループ

本研究グループは、建設マネジメントに必要なデータの収集と分析の方法を、マネジメント行為への活用という観点からとらえて研究しようというものである。このためには、建設業務活動における業務構造を分析した後に、それ等のデータの収集方法、格納方法、検索・入力方法、分析・処理方法、出力・表示・伝達方法という技術的方法の開発を目指している。昭和60年度は具体的な研究課題として、歩掛りデータを取り上げ、特

定工事におけるデータとアンケート調査によるデータとを並行して分析し、多重回帰分析および林の数量化理論I類を用いた歩掛り推定式の作成を目標に研究を進めて来いる。

(d) 技術マネジメントシステム研究グループ

従来のマネジメント問題の研究といえば、土木技術的問題以外の運営的・経営的なマネジメント問題

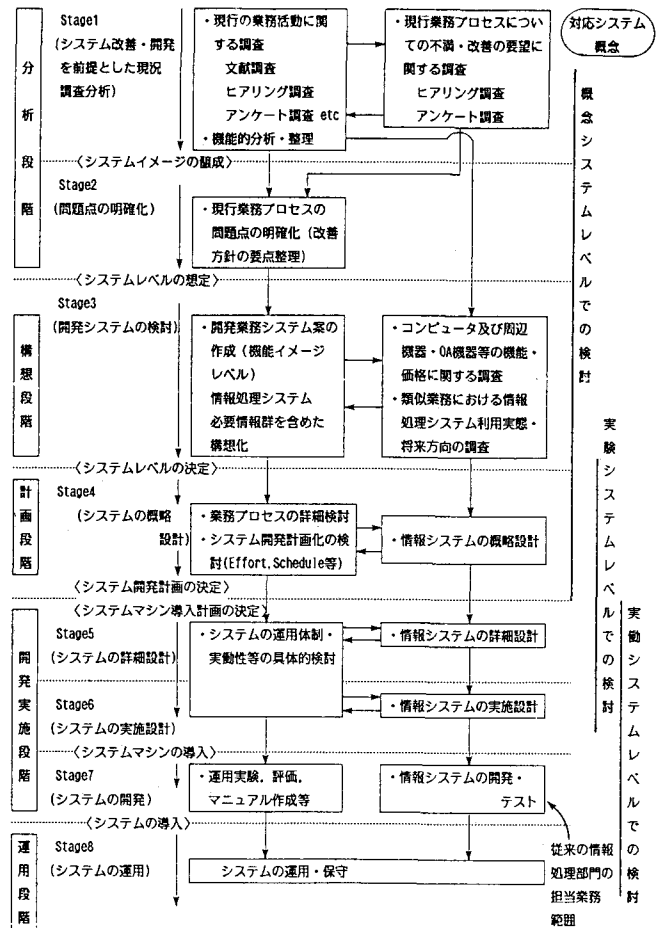


図-4 システム開発の基本プロセス

等々のデータの収集方法、格納方法、検索・入力方法、分析・処理方法、出力・表示・伝達方法という技術的方法の開発を目指している。昭和60年度は具体的な研究課題として、歩掛りデータを取り上げ、特

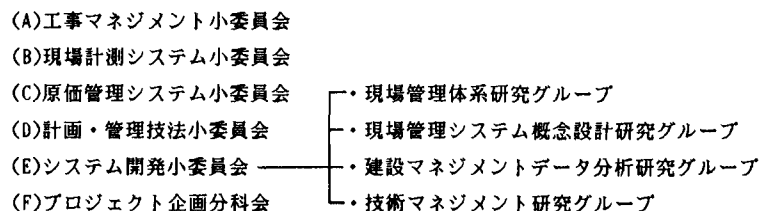


図-5 建設マネジメント委員会およびシステム開発小委員会の構成

を対象としてきた。建設マネジメント委員会では、現場計測システムの問題が取り上げられ小委員会として研究活動を進めているが、これとても多分に限定的であることは否めない。このため、本研究グループでは、建設業界にとって欠かすことのできない技術計画や技術管理の問題をシステムの捉え、マネジメント技術として確立することを目指して、研究を進めている。

4. システム開発における

システムの構造・機能分析のための手法

マネジメントシステムの開発においては、種々の手法が利用できると考えられているが、実際には高度な手法ほど問題点も多く、実際の適用によって応用し改良して行くことが、今後の課題と考える。

ここでは、システム開発にあたってシステムの構造設計を行うために必要な構造・機能関係の分析のための手法について述べることとする。

(1) システム開発段階と開発手法

図-4に示したシステム開発の基本的なプロセスの各段階において、適用例の多い手法を列挙すると、以下のようになる。

(a) 調査分析段階

①データ収集法

ヒヤリング法、アンケート調査法等

②データ分析法

主成分分析、回帰分析、林の数量化理論、分散分析、クラスター分析等

③システム構造分析法

ISM (Interpretive Structure Modeling)、デルファイ法、SADT (Structured Analysis and Design Techniq)、WBS (Work Breakdown Structure)、特性要因図、関連樹木図、TRM (Task Responsibility Matrix) 等

(b) 構想段階

システムプロトタイプ等

(c) 計画(システム設計)段階

H IPO (Hierarchy plus Input/Process/Output)、フローチャート等

(d) 開発実施段階

①開発手法

構造化プログラミング等

②問題対応手法

線形計画法、プロジェクトグラフ、シミュレーション手法、ネットワーク手法等

(e) 運用(評価・維持)段階

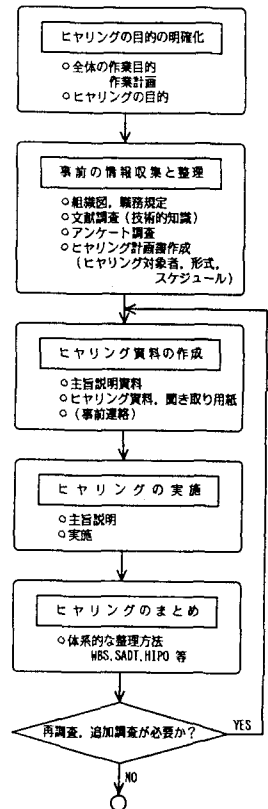
(2) システム開発手法

以上のように、システム開発の各段階においては、様々な手法が適用されているが、ここではシステム開発小委員会で実際に研究された手法の適用例について説明する。

(a) ヒヤリング調査法

現状調査段階においては、様々な工事条件の現場における工事担当者に直接面接して、ヒヤリング調査を行うことが必要となる。これは、建設工事におけるマネジメントが、多分に経験的であり、あるべき姿をトップダウン的に決定することが、不可能と考えられるからである。

このヒヤリング調査においては、意図した内容の情報を漏れなく、効率的に引き出す必要がある。このためには、事前に調査目的等を充分検討して臨むことが重要である。これに関して、システム開発小委員会のメンバーである相川は図-6のようなヒヤリング調査のためのフローを提案している。



2) 図-6 ヒヤリング調査の手順²⁾

(b) アンケート調査法

建設マネジメントデータ分析研究グループでは歩掛りデータを対象としてデータ分析研究を行っているが、この中でアンケート調査によるデータの収集を行った。アンケート調査は、上記のヒヤリング調査とは異なり、調査票だけで調査目的や内容が理解出来なければならないし、またデータ記入が容易で

あることが要求される。図-7にここで作成した歩掛り調査票を示す。

(c) 数量化理論Ⅰ類によるデータ分析法

同じく建設マネジメントデータ分析研究グループでは、図-7の歩掛りデータ調査票を基に、労務歩掛りデータの分析を試みている。³⁾ この分析過程を図-8に示すが、この流れを簡単に要約すると次のようになる。最初に探索的データ解析法 (EDA、Exploratory Data Analysis) 等を用いて収集されたデータの特性を把握し、次にクラマーの関連係数により説明要因間の関連性を分析し、この結果絞

り込まれた説明変量を数量化理論Ⅰ類に適用し、歩掛りの推定式を得た。また、この時の推定誤差を分散分析法により分析して、推定精度の向上を図っている。

(d) 特性要因図

歩掛りの分析においては、アンケート調査の以前に工事経験者へのヒヤリング調査を実施したが、この結果の整理に図-9の特性要因図を用いた。³⁾

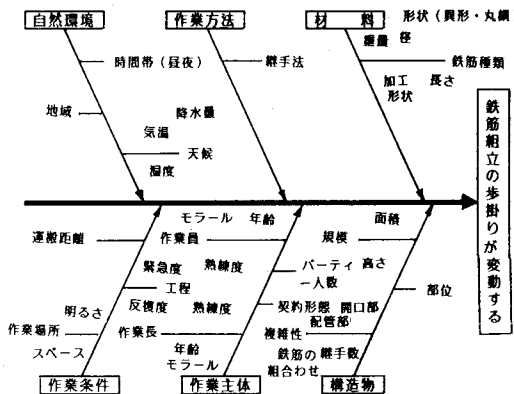


図-9 歩掛り変動の特性要因図³⁾

Step.1 データの整備・登録

(1) データの入力・編集

(2) 歩掛り値等の補助計算

Step.2 収集データ特性の分析

(1) ヒストグラム、散布図、箱図の作成

(2) はずれ値 (異常値) のチェック

(3) 変量ごとの分布特性の検討

(4) カテゴリー (項目) の設定・変更 (データ数の調整)

(5) 分析対象変量の選択 (データ数や分布特性によって)

Step.3 変量間の関連性分析

(1) 数量データの相関分析

(2) 質的データの関連分析

Step.4 歩掛り変動要因の分析

(1) 数量化理論Ⅰ類によるステップ分析

Step.5 歩掛り推定式の作成

(1) 推定式の決定 (推定変量の選択)

(2) 推定誤差の検定

図-8 歩掛りデータ分析の手順

鉄筋組立歩掛り調査票												附		
[調査票-2]														
No	作業期間	作業の時間	作業数量 (t)	作業工人 (人日)	業者のランク	主な組立部位 (複数指定可)	地上から作業位置	作業定着の標識	鉄筋の配入方法	人力の小運搬距離	作業の性質	使用鉄筋 (径別の比較)	圧装手続の有無	備考 (構造図の位置等)
1	開始: □□月□□日 終了: □□月□□日 実働日数: □□日間	1. 昼	鉄筋工 □□ 補助工 □□	1. 上 2. 並 3. 下	1. 梁 5. 階段 2. 柱 6. 基礎 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. 地上 2. 地下 ↓ 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. なし 2. 伸縮定着 3. 単管定着 4. ()	1. 人力 2. 普通 3. 渡 4. ()	水平距離 約□□m 垂直距離 約□□m 歩道距離 約□□m	1. 平置 2. 普通 3. 渡 4. 渡	最大直径□□mm 最小直径□□mm 渡直径□□mm 渡直径□□mm	1. 無し 2. 有り ↓ □□以上		
2	開始: □□月□□日 終了: □□月□□日 実働日数: □□日間	1. 昼	鉄筋工 □□ 補助工 □□	1. 上 2. 並 3. 下	1. 梁 5. 階段 2. 柱 6. 基礎 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. 地上 2. 地下 ↓ 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. なし 2. 伸縮定着 3. 単管定着 4. ()	1. 人力 2. 普通 3. 渡 4. ()	水平距離 約□□m 垂直距離 約□□m 歩道距離 約□□m	1. 平置 2. 普通 3. 渡 4. 渡	最大直径□□mm 最小直径□□mm 渡直径□□mm 渡直径□□mm	1. 無し 2. 有り ↓ □□以上		
3	開始: □□月□□日 終了: □□月□□日 実働日数: □□日間	1. 昼	鉄筋工 □□ 補助工 □□	1. 上 2. 並 3. 下	1. 梁 5. 階段 2. 柱 6. 基礎 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. 地上 2. 地下 ↓ 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. なし 2. 伸縮定着 3. 単管定着 4. ()	1. 人力 2. 普通 3. 渡 4. ()	水平距離 約□□m 垂直距離 約□□m 歩道距離 約□□m	1. 平置 2. 普通 3. 渡 4. 渡	最大直径□□mm 最小直径□□mm 渡直径□□mm 渡直径□□mm	1. 無し 2. 有り ↓ □□以上		
4	開始: □□月□□日 終了: □□月□□日 実働日数: □□日間	1. 昼	鉄筋工 □□ 補助工 □□	1. 上 2. 並 3. 下	1. 梁 5. 階段 2. 柱 6. 基礎 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. 地上 2. 地下 ↓ 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. なし 2. 伸縮定着 3. 単管定着 4. ()	1. 人力 2. 普通 3. 渡 4. ()	水平距離 約□□m 垂直距離 約□□m 歩道距離 約□□m	1. 平置 2. 普通 3. 渡 4. 渡	最大直径□□mm 最小直径□□mm 渡直径□□mm 渡直径□□mm	1. 無し 2. 有り ↓ □□以上		
5	開始: □□月□□日 終了: □□月□□日 実働日数: □□日間	1. 昼	鉄筋工 □□ 補助工 □□	1. 上 2. 並 3. 下	1. 梁 5. 階段 2. 柱 6. 基礎 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. 地上 2. 地下 ↓ 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. なし 2. 伸縮定着 3. 単管定着 4. ()	1. 人力 2. 普通 3. 渡 4. ()	水平距離 約□□m 垂直距離 約□□m 歩道距離 約□□m	1. 平置 2. 普通 3. 渡 4. 渡	最大直径□□mm 最小直径□□mm 渡直径□□mm 渡直径□□mm	1. 無し 2. 有り ↓ □□以上		
6	開始: □□月□□日 終了: □□月□□日 実働日数: □□日間	1. 昼	鉄筋工 □□ 補助工 □□	1. 上 2. 並 3. 下	1. 梁 5. 階段 2. 柱 6. 基礎 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. 地上 2. 地下 ↓ 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. なし 2. 伸縮定着 3. 単管定着 4. ()	1. 人力 2. 普通 3. 渡 4. ()	水平距離 約□□m 垂直距離 約□□m 歩道距離 約□□m	1. 平置 2. 普通 3. 渡 4. 渡	最大直径□□mm 最小直径□□mm 渡直径□□mm 渡直径□□mm	1. 無し 2. 有り ↓ □□以上		
7	開始: □□月□□日 終了: □□月□□日 実働日数: □□日間	1. 昼	鉄筋工 □□ 補助工 □□	1. 上 2. 並 3. 下	1. 梁 5. 階段 2. 柱 6. 基礎 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. 地上 2. 地下 ↓ 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. なし 2. 伸縮定着 3. 単管定着 4. ()	1. 人力 2. 普通 3. 渡 4. ()	水平距離 約□□m 垂直距離 約□□m 歩道距離 約□□m	1. 平置 2. 普通 3. 渡 4. 渡	最大直径□□mm 最小直径□□mm 渡直径□□mm 渡直径□□mm	1. 無し 2. 有り ↓ □□以上		
8	開始: □□月□□日 終了: □□月□□日 実働日数: □□日間	1. 昼	鉄筋工 □□ 補助工 □□	1. 上 2. 並 3. 下	1. 梁 5. 階段 2. 柱 6. 基礎 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. 地上 2. 地下 ↓ 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. なし 2. 伸縮定着 3. 単管定着 4. ()	1. 人力 2. 普通 3. 渡 4. ()	水平距離 約□□m 垂直距離 約□□m 歩道距離 約□□m	1. 平置 2. 普通 3. 渡 4. 渡	最大直径□□mm 最小直径□□mm 渡直径□□mm 渡直径□□mm	1. 無し 2. 有り ↓ □□以上		
9	開始: □□月□□日 終了: □□月□□日 実働日数: □□日間	1. 昼	鉄筋工 □□ 補助工 □□	1. 上 2. 並 3. 下	1. 梁 5. 階段 2. 柱 6. 基礎 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. 地上 2. 地下 ↓ 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. なし 2. 伸縮定着 3. 単管定着 4. ()	1. 人力 2. 普通 3. 渡 4. ()	水平距離 約□□m 垂直距離 約□□m 歩道距離 約□□m	1. 平置 2. 普通 3. 渡 4. 渡	最大直径□□mm 最小直径□□mm 渡直径□□mm 渡直径□□mm	1. 無し 2. 有り ↓ □□以上		
10	開始: □□月□□日 終了: □□月□□日 実働日数: □□日間	1. 昼	鉄筋工 □□ 補助工 □□	1. 上 2. 並 3. 下	1. 梁 5. 階段 2. 柱 6. 基礎 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. 地上 2. 地下 ↓ 3. 壁 7. 中床 4. 床 8. ()	1. なし 2. 伸縮定着 3. 単管定着 4. ()	1. 人力 2. 普通 3. 渡 4. ()	水平距離 約□□m 垂直距離 約□□m 歩道距離 約□□m	1. 平置 2. 普通 3. 渡 4. 渡	最大直径□□mm 最小直径□□mm 渡直径□□mm 渡直径□□mm	1. 無し 2. 有り ↓ □□以上		

図-7 歩掛りデータ調査票³⁾

(f) SADT (Structured Analysis and Design Techniq)

SADTとはシステム記述のための階層的な図式言語であり、全体の概要から始めて、システムの構造をトップダウン的に分解し、一度に一部分ずつ詳細を明らかにして行く手法である。

図-13 に当小委員会のメンバーである阪神高速道路公団における業務システム構造図の一部を示す。

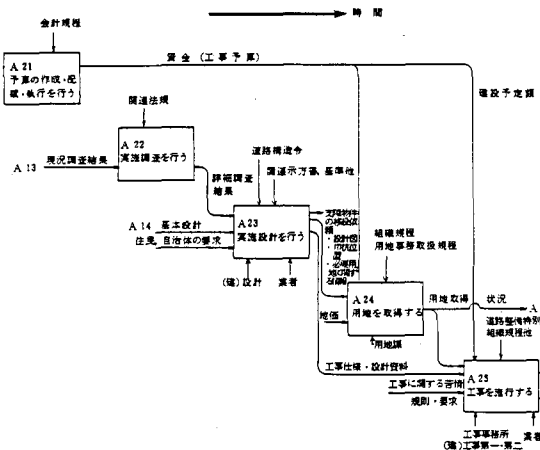


図-13 SADTによるシステム構造分解図

5. オンサイトマネジメントシステムの開発事例

これまで、オンサイトマネジメントシステムの開発方法について、主にシステム開発小委員会で研究されてきた概要を紹介してきたが、ここでは実際にシステムを開発した例について報告する。

(1) 工事概要とシステム開発経過

システム開発の対象となった工事は、名古屋市において雨水浸水対策事業として計画・建設されている内法(長さ55.60m,巾37.30m)×2池、貯水能力3万も、工事期間22ヶ月の地下式滯水池築造工事である。

昭和60年3月にこれをモデル工事として、これまでパーソナルコンピュータを用いて個別に開発されてきた労務管理システムと原価管理システムを、新たに工程管理システムを開発することによりトータルシステム化する計画が企画され、実施された。

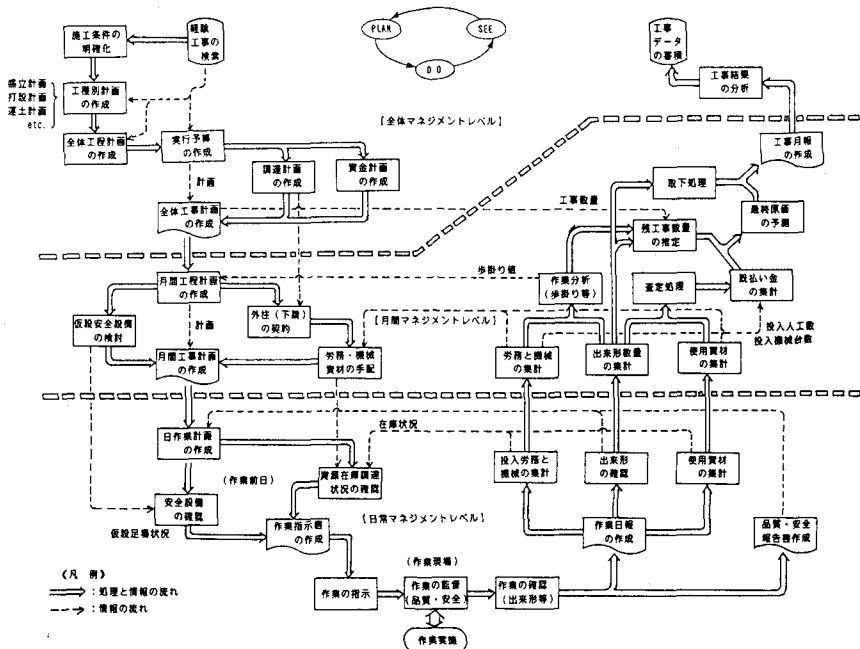


図-14 オンサイトマネジメント業務の流れ

以下にこのシステム開発の概要を、システム開発方法という側面から紹介する。なお、このシステム開発の詳細に関しては文献4)を参照して戴きたい。

(2) マネジメントシステムの概要

オンサイトマネジメントシステムは多種多様な業務から構成されるが、このシステム構造を時間的に①全体②月間③週間の3階層に分け、各層をPDS (Plan-Do-Check) サイクルと考え、更に情報の流れを加えて図化したものが図-14である。

今回開発したオンサイトマネジメントシステムは、これ等の業務を全て含むものではないが、主要な要素である①工程、②労務、③原価の3つの個別システムより構成し、これ等を図-15のように連携して、情報を有機的に利用することとした。

(a) 工程管理システム

ブレシーデンスネットワーク法を改良したネットワークモデルにより、日程計算、資源の山積み計算、工程図の作図、月報作成、フォローアップ計算等を行う。この結果は、労務管理における作業計画や予算管理における出来高集計に利用することを考えた。

また、これまでネットワーク手法利用の大きな問題点であったデータ入力を簡易化するために、プロジェクトグラフを用いて、ネットワーク図上でデータ編集する機能を開発した。

(b) 労務管理システム

ステンレス製のタグカードを各作業員に割り当てて、工事現場への日々の出退勤管理を行うシステムである。また、このシステムにより作業員一人一人の資格や年齢、健康状態などの安全管理や作業別人工集計なども行うことが出来る。この結果は、工程管理における歩掛り計算や、予算管理における支払

いチェックに用いる。

(c) 原価管理システム

査定伝票を主な入力源として、支払い費用の科目別集計や実行予算項目への内部振替、予算と出来高の対比、外注契約の管理などを行うシステムである。

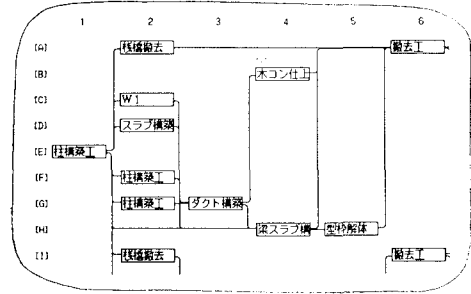


図-16 プロジェクトグラフによるデータ編集

6. おわりに

本論文では、建設マネジメント委員会のシステム開発小委員会の研究活動に適用しているシステム開発の方法論の中からいくつかの手法や検討事例について述べてきた。しかし、オンサイトマネジメントシステムの開発方法についてのシステム開発小委員会での研究内容の紹介が中心であったために、内容が網羅的で概要の紹介で終わってしまった。詳細な内容については建設マネジメント委員会が毎年発行している『建設マネジメント問題に関する研究発表討論会講演集』あるいは年次報告書『建設とマネジメント』を参照して戴きたい。

【 参 考 文 献 】

- 1) 春名 攻：情報処理機器を活用した土木工事のマネジメントシステムの開発方法について、土木工事のマネジメント問題に関する研究討論会講演・資料集、1985年11月
- 2) ヒヤリングの手引、日本電子計算機大阪支店、土木情報システムプロジェクトチーム
- 3) 池田将明：統計的手法による歩掛りデータ利用の研究(その1)、土木工事のマネジメント問題に関する研究討論会講演・資料集、1985年11月
- 4) 春名 攻、藤田興一、池田将明：地下滞水池築造工事における現場管理トータルシステムの開発について、土木学会第41回年次学術講演会、1986年11月

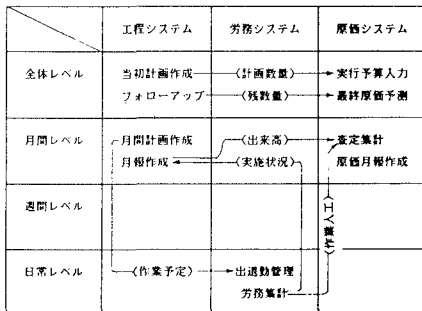


図-15 トータルシステムとしての情報利用