

建設現場を対象とした情報通信ネットワークの構築

中川良文*・桜井 浩**・古川浩平***・
中川浩二***

ダム工事や造成工事のような大規模な土木工事においては工事区域が広い範囲に及ぶこと、随所で多種多様な作業が同時並行的に実施されること、作業現場と事務所が離れていること等のためコミュニケーションの円滑性を欠く場合がしばしばみられる。本文は施工管理業務の効率化、高度化という観点に着目し、このような大規模施工現場における新たな情報通信ネットワークシステムの提案を述べるとともに、実現場への導入・運用を通して得られたシステムの評価と課題について報告するものである。

Key Words: execution management, information control, imagedata communication, voice communication, data communication

1. はじめに

近年、流通・製造業においては「情報」を軸とした営業・設計・製造部門の統合化による高度で合理的な生産システム(CIM: Computer Integrated Manufacturing)の構築が活発である¹⁾。建設分野においても「建設業における統合生産システム」の構築に向けて、企画・設計部門から生産部門まで、情報のフローとストックに関わるさまざまな仕組みの整備が進められている^{2),3)}。

建設業の生産部門の最前線である施工現場における情報伝達環境の整備もそのための重要課題の一つといえる。

工事を適切かつ安全に管理するための重要かつ最も基本的な事項としては、当該作業に係わる担当者間での的確な状況把握、円滑な情報伝達、十分な意志疎通等に代表される工事現場内でのコミュニケーションの円滑化をあげることができる。しかしながらダム工事や造成工事のような大規模な土木工事においては、工事区域が広い範囲に及ぶこと、随所で多種多様な作業が同時並行的に実施されること、作業現場と工事事務所が離れていること等、円滑なコミュニケーションに対する阻害要因も多い。一方、管理業務が複雑化、多様化する中で管理の質の向上が叫ばれており、建設現場内における情報管理に対する重要度はますます高まっている。口頭、メモあるいは業務用簡易無線といった旧来手段による情報伝達のみによるのではなく、最新の通信技術を活用した新たなコミュニケーション手法の開発導入が望まれているといえよう。

本文はこのような課題に対し、施工現場における新た

な情報通信ネットワークの構築についての提案を述べるとともに、実現場への導入・運用を通して得られたシステムの評価と課題について報告するものである。

2. 既往の情報通信システム

(1) 建設関連における既往の情報通信ネットワークシステム

建設産業および建設現場を対象とした情報ネットワーク化の事例の一つとしては建設省が提唱しているCI-NET(Construction Industry NETwork)が挙げられる⁴⁾。これは建設業における情報処理の標準化を進め、企業間の取り引きデータをネットワーク上で交換することにより事務処理の効率化・高度化を図ろうとするものである。現在、作業所または本支店と協力業者・資材業者の間で見積書、注文書、請求書等の情報をオンラインで取り交わすシステムが実用の段階に入っている。

個々の会社内を対象とした例としては、情報の共有化、事務処理の省力化、迅速な情報交換等を目的とした本社・支店と建設現場間のネットワークシステムの事例をいくつか見ることができる^{5)~7)}。

画像データの通信システムの例としては雲仙普賢岳で運用中の監視カメラシステムがあげられる⁸⁾。このシステムは、白黒・カラーカメラ、近赤外線カメラ、赤外線カメラ等によって得られた画像データを衛星通信を介して事務所にてモニタリングする機能を有している。

音声通信システムの例としては、道路や河川の災害時の対応並びに平時における円滑な維持管理業務の実施を目的とした、建設省関東地方建設局の移動通信システム(K-COSMOS)が挙げられる⁹⁾。このシステムはMCA(マルチチャネルアクセス)システムと建設省専用多重無線通信回線網を統合的に運用することによって内線電話と移動局間および移動局相互間を自動ダイヤル接続するものであり、現在関東域を対象として展開中である。

* 正会員 三井建設(株) 技術開発推進部 主席研究員
(〒101 千代田区岩本町3-10-1)

** 正会員 工修 三井建設(株) 技術研究所 研究員

*** 正会員 工博 山口大学教授 工学部社会建設工学科

数値データ通信システムの例としては、LAN 構築された建設局、建設事務所、出張所間で道路台帳データ、気象状況データ、交通状況データ等を通信する建設省東北地方建設局の道路情報ネットワークシステムが挙げられる¹⁰⁾。

マルチメディア通信の例としては大阪市交通局の光 LAN システムが挙げられる¹¹⁾。このシステムにおいては 100 MB/秒の光 LAN が基幹情報伝達装置として導入されている。業務用電話・列車無線・自動放送等の音声情報、駅務機器・乗り継ぎ案内等の数値データ情報、テレビ・時計・故障監視信号等の制御情報が光 LAN で多重伝送されており、列車の運行・運営管理の省力化、保守の一元管理、信頼性の向上が図られている。

このように情報通信ネットワークの事例はいくつか見ることができ、いずれも会社間あるいは本社・支店と建設現場間といった広域を対象としたものであり建設現場内を対象に同一無線媒体にて構築されたマルチ情報通信システムの例を見ることはできない。

(2) 情報通信システムの種類

一般的に利用可能な主な情報通信システムとしては、移動体通信システム、光通信システムおよびミリ波を利用した簡易無線システムが挙げられる。

移動体通信システム^{12)~14)}は、「いつでも、どこでも、だれとでも」通信することができるシステムであり、通信の高度化・多様化という時代のニーズとあいまって急速度で進歩・拡大している。このうち、建設工事への適用対象となるのは、電気通信事業に用いられる陸上移動通信用システムおよび自営通信用のうち一般業務／個人用通信システムである。移動体通信システムはサービスエリアが広いという利点を持つ反面、画像系データへの適用が難しく音声系データでの利用が中心となっている。

光通信システム¹⁵⁾は、赤外線を利用したシステムとレーザー光を利用したシステムとに大別できる。無線媒体の通信システムに比べて外乱、ノイズに強いという特徴を有する反面、見通しの確保および光軸の一致が必要であるという課題等により移動体への適用は難しく、固定局間での利用が中心となっている。

ミリ波帯利用による簡易無線通信システム¹⁶⁾は 50 GHz 帯のミリ波を通信媒体として利用するものである。通常の無線通信システムに比べて波長が短いため指向性が強く移動体への適用は難しく、また、通信設備を整備するための初期投資が大きい。反面、大容量の情報通信が可能であり、また、その指向性の強さにより通信可能距離は 3 km 程度を確保することができる。

(3) 情報通信システムの比較と評価

前節で述べた各通信システムの特徴および課題を整理し、大まかに比較評価した結果を表一にまとめる。評

表一 通信システム比較表

通信形態	メディア対応性			利用形態		対象区域	資格・申請	コスト	
	画像	音声	数値	移動	固定			初期	運用
携帯、自動車電話	×	○	△	○	○	広域	申請	中	高
MCAシステム	×	○	△	○	×	広域	申請	中	高
テレターミナル	×	×	○	○	○	広域	申請	中	中
特定小電力	×	○	○	○	○	狭域	不要	安	安
光通信システム	○	○	○	×	○	中域	不要	高	安
ミリ波簡易無線	○	○	○	×	○	中域	申請	高	安

○:対応性大 △:対応可 ×:対応不可

価は以下の各項目にしたがっておこなった。

- ・画像系、音声系、数値データ系への適用性
- ・移動体、固定局としての適用性
- ・対象区域
- ・資格、申請の必要性
- ・コスト(初期費用、運用費用)

表一に示すように、それぞれの通信システムには一長一短があり、既往のシステムのままでは建設現場において効率的、効果的な情報通信ネットワークを構築することは困難であるといえる。

次章以下においては、これらの各通信方法の特性を踏まえ、建設現場における通信インフラストラクチャの整備を目標として具体的な現場通信ネットワークシステムを検討し実現場に適用した結果を報告する。

3. 情報通信ネットワークシステムに対する基本方針

(1) 情報通信に関する建設現場の特殊性

情報通信ネットワークの構築にあたっては、建設現場をとりまく以下のような特殊性とニーズを念頭に検討をおこなった。

①移動体通信の必要性が高い

施工現場内を絶えず移動している人および機械に付随した情報の伝達が多い。したがって、移動体通信機能の導入が不可欠となる。

②マルチメディア情報が必要とされる

担当者が状況を的確に把握し、適切な判断を下すには少しでも多くの情報、すなわちマルチメディア(画像、音声、数値データ)の活用が基本となる。

③仮設構造物であり常設の施設を設置できない

施工現場内に設置される施工支援施設はあくまでも仮設であり、作業の進捗に応じて、撤去、移設が容易にできることが要求される。特に地形が日々刻々変化する土工事においてはその頻度が高い。

④山間、谷間での利用が多い

一般の通信サービスの提供が実施されていない地域や、地形形状によって無線電波が届かない、光通信のための見通しがとれないといった地域での工事が多く、障害物対策が必要とされる。

- ⑤限られたエリア内（構内）での利用が中心となる
 少なくとも1つの工事単位ごとに通信ネットワークが構築されていればよく、またユーザーも作業構内に従事するものに限定され、不特定多数のユーザーを対象とする必要はない。

(2) 情報通信ネットワークシステムに対する基本目標

前節に述べた建設現場における情報通信環境の特殊性を考慮し、ネットワークシステムの構築にあたっての基本目標を次のように定めた。

- ①的確な状況把握・判断のため、マルチメディア情報（画像、音声、数値データ）の通信を可能とし、かつ効率的・経済的な運用が図れるよう、それらが同一の伝送媒体で通信することができること
- ②工事の進捗に応じた対応を容易にするため、保守管理が簡単でネットワークの拡張性・柔軟性が高いこと
- ③イニシャルコストおよびランニングコストが安価であること
- ④複雑な手続き、特別な資格が不要であること
- ⑤業務に対応した幅広い運用が図れるよう、固定局による通信、移動局による通信の両方に対応できること

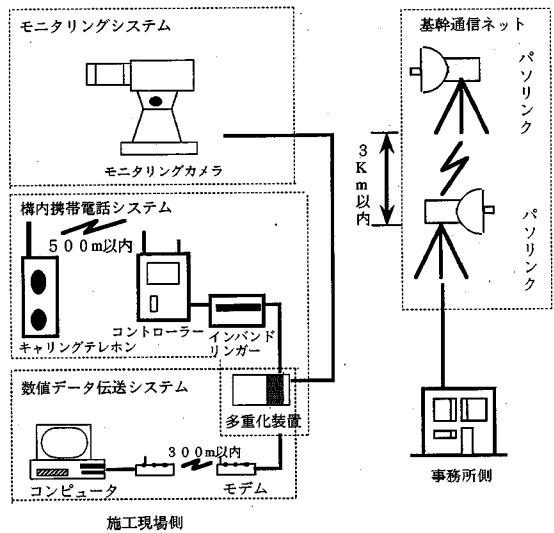
4. 情報通信ネットワークシステムの構築

前章で述べた基本方針に従って新たな情報通信ネットワークシステムの仕様を検討した。その結果、表—1に示した諸システムのうち自動車電話・携帯電話方式は画像通信が難しくランニングコストが高い、またMCAシステム、テレターミナルシステムも画像通信が難しく利用可能地域が限定されるといった理由から検討の範囲からはずした。

検討の結果、マルチメディア通信に十分に対応でき、かつ特定地域に限定した個別通信システムの構築が可能なミリ波簡易無線システムを中心にネットワークシステムの構築を図ることとした。ミリ波簡易無線システムの場合、移動体通信への適用が難しいという課題が残されたが、特定小電力無線型の無線モデムと組み合わせることによってその問題を解決することとした。

(1) システムの構成

構築した情報通信ネットワークシステムの構成を図—1に示す。ネットワークシステムは大きく4つのモジュールにて構成されており、工事の規模や内容、管理項目等に応じて自由に組み合わせてネットワークを構築



図—1 情報通信ネットワークシステムの構成

することができる。

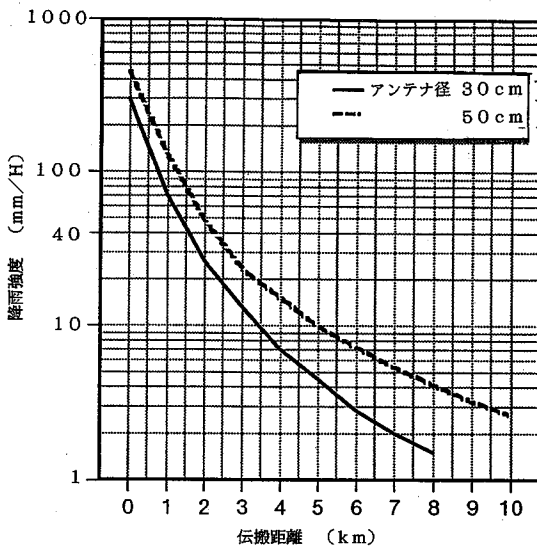
各モジュールの概要は次のとおりである。

a) 基幹通信ネットモジュール

50 GHz 帯のミリ波を利用した簡易無線であり、画像、音声、数値データ等の大量な情報を 40 MHz の占有帯幅で最高 1.5 Mb/s の速度で通信することができる。この無線回線はアナログ回線、デジタル回線のどちらの方式でも利用でき、すべての情報がデジタル化されていればこれらを多重化して一度に伝送することも可能である。しかしながら、通常モニタリングカメラで撮影される画像はアナログ信号であり、これらをデジタル回線にて通信するには無線回線の端部に A/D 変換および D/A 変換機構を設けることが必要となる。画像データの場合、A/D および D/A 変換装置がかなり高額であるとともに、アナログ回線については、画像情報を伝送するだけで帯域のほとんどを利用してしまいうため、音声やデータなどのすべての情報を送ることが難しいという問題がある。これらに対し本システムでは1系統あたりにアナログおよびデジタルの2回線を用意し、画像情報をアナログ回線にて、音声、数値データ情報を多重化してデジタル回線にて送ることでマルチメディア通信を実現することにした。なお、信頼できる通信可能距離は最大 3 km である。

本モジュールは通信ネットワークシステムの基幹となるものであり、以下の特徴を有している。

- ・情報伝送量が多く、動画の伝送ができる。
- ・見通し内近距離（3 km）の無線通信構成ができる。
- ・近距離、小電力、高域無線波（ミリ波）のため混信の恐れが少ない。
- ・免許手続きが容易（届出のみで可）である。
- ・一方ミリ波には伝搬の際に大気中の酸素ガス、水蒸気、

図-2 伝搬距離と回線停止発生時の降雨強度¹⁷⁾

降雨、降雪などによる吸収、散乱により減衰されるという問題が挙げられている。これらのうち、減衰の最も大きな要因となるものは降雨であり、特にはげしい雨による減衰のために回線停止となることも指摘されている。図-2にメーカの実験結果より得られた伝搬距離と回線停止発生時の降雨強度との関係を示すが¹⁷⁾、図からも明らかなように、50 cm径のアンテナを用いた場合、伝搬距離3 kmで回線停止が発生する危険が生じるのは24 mm/Hの降雨強度（伝搬路上の降雨強度が一樣と仮定した場合）であり、通常の使用環境においては特に問題ないものと判断された。実際、現在までの使用実績（工事事務所における点観測で、最大33 mm/Hの雨量）においても回線停止は発生していない。

b) モニタリングシステムモジュール

施工状況を動画状態で収集し、基幹通信ネットモジュールを介して事務所側へ通信するモジュールである。事務所側からのキーボード入力データによって複数台のモニタリングカメラを旋回、上下移動、ズームさせることができる。このカメラは水平方向については左右に170°の旋回、また垂直方向については仰角20°から伏角70°の範囲で動作することができる。さらに8倍に拡大できるズームレンズを備えている。これらの機能により、広範囲の工事域をモニタリングできるとともに、遠隔操作機能によって特定の作業状況をさらに詳細にズームアップしてモニタリングすることも可能である。

c) 構内携帯電話システムモジュール

コントローラーと構内携帯電話であるキャリングテレホンで構成される音声会話用のモジュールである。コントローラーとキャリングテレホン間は500 mの通話距

離を確保することができるため、最小の設備で広い工事区域をカバーすることができる。

d) 数値データ伝送システムモジュール

基幹ネットモジュールとRS 232 Cインタフェースを介して、無線モデムあるいは光伝送モデムと接続することにより、対象が重機・車両等の移動体の場合には無線モデムを、動態観測等の固定点での通信には光伝送モデムといった使い分けができるものとなっている。

(2) 新規開発技術と本システムの特徴

本システムは施工管理業務に要する時間とコストの低減による管理の効率化、および管理頻度と質の向上による管理の高度化を目標とするものである。

この目的を達成するため筆者等は既往のシステムをベースとして新たな技術を開発導入した。本システムの構築に際して開発した新たな技術としては以下が挙げられる。

なお、ここでいう既往のシステムとは音声、画像、数値データといった個々のメディアを対象として一般的に利用されている通信ネットワークを指す。

①画像通信における複数カメラの制御技術

従来、遠隔操作にてカメラを制御する方式はリレー等を用いたシーケンス制御が一般的であった。この場合、1台の操作器で1台のカメラを操作するシステムの構築は容易であるが、1台の操作器で複数台のカメラを制御する場合は、撮影側（現場）、モニター側（事務所）のいずれにおいても各カメラごとに制御ラインを設けなければならない、さらに操作器が複数になった場合には各操作器と各カメラの制御ライン間を個別に連結しなければならない。このように従来方式では複数台のカメラを制御する場合はシステムの構成が煩雑化し構築自体も難しいという課題があった。

このような課題に対して本システムにおいては、モニター側にCPUが組み込まれた操作器（米國：カラテルエンジニアリング社製）を採用し、さらに撮影側の各カメラにもCPUを組み込んだあらたな制御システムを開発導入した。モニター側の操作器は操作するカメラ番号（アドレス）と操作指令情報をデジタル化してRS-422インタフェースにて送信する機能を持ち、撮影側の制御システムは送られてくるコマンド命令を翻訳し当該カメラに対する情報か否かを判断し、当該カメラの場合には対応する操作制御を行う機能を持つ。モニター側、撮影側の両方にCPUを持たせることにより、各操作器と各カメラの間は1本の信号ラインをシリーズで結ぶだけで良く、制御ラインのメンテナンスが容易なシステムとなっている。さらに操作器およびカメラの増設に伴うシステムの変更作業については、制御ロジック

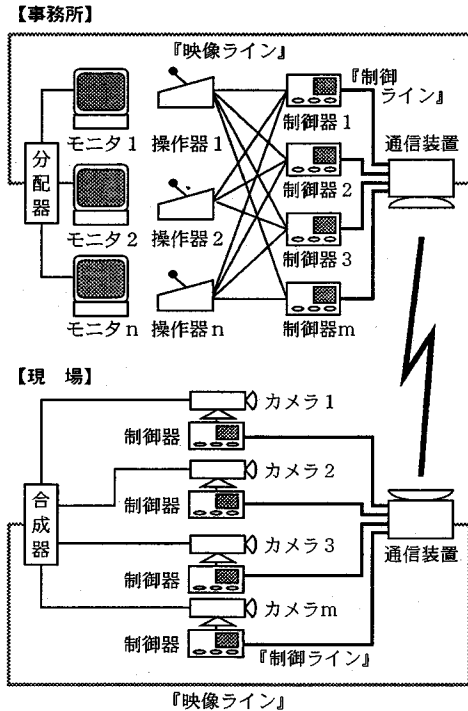


図-3 既往の画像通信システム

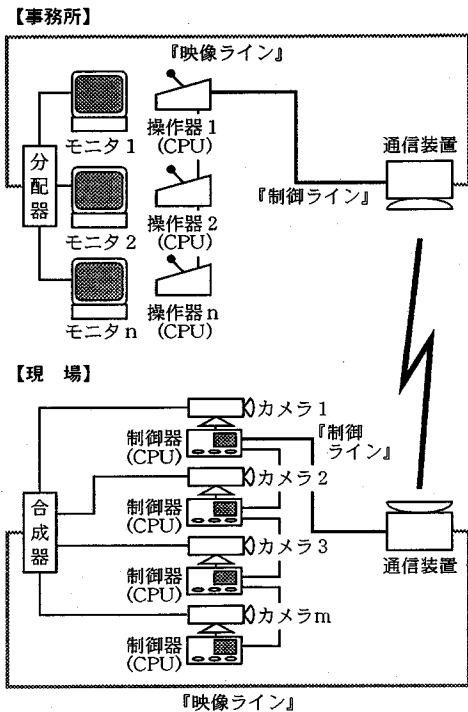


図-4 今回の画像通信システム

クについてはCPU内部のプログラムを修正するだけで可能であり、制御ラインのワイヤリングについては増設された機器をシリーズで結ぶだけでよい。

これらにより、コストについても従来の40%程度でシステムの構築が可能となった。図-3に既往の、図-4に本システムの構成を示す。

②音声通信における携帯電話システムとの連結

一般に遠隔ビル間にまたがる内線電話網を構築する場合には各ビルごとにデジタル式の構内電話交換器(PBX)を設置してこれらを50GHzの簡易無線にて結ぶ方法が一般的である。このデジタル式構内電話交換器は電話やファクシミリ、コンピュータなどの通信端末装置が多数混在するようなオフィスビルのほとんどに設置されており、きわめて高い機能を有する反面価格も高い。建設現場における事務所と現場内での通話システムを考えた場合、この方式では事務所および現場内に新たなPBXを追加しなければならず経済的に採用が難しい。また、現場内で利用できる内線通話機器を考えた場合、PBXのような据置型での利用は実用的でなく特定小電力タイプの構内携帯電話が適当であるが、通信距離が100m程度であったり電話交換器とのインタフェース機能がなく内線通話システムの延長としては対応しづらいものが多かった。

このような課題に対し本システムでは、最近国内通信メカによって開発された、内線電話システムの一部を構内用の携帯電話システムで置き換えることができ、しかも通信距離も500m以上確保された無線通話システムを採用することとし、さらに、事務所に設置されているアナログ式の簡易構内電話交換器を有効利用するためにアナログ信号をデジタル化したのち簡易無線システムにて通信し相手側にて再びデジタル信号をアナログ信号に復調して通話する方法を採用した。本システムの場合、通信装置の両端に中継器(A/D変換器)を設置する必要が生じたが、PBXを導入する場合と比較するとコスト的には10~20%の費用でシステム構築が可能であった。機能的には現場内の携帯電話と事務所内の内線電話が双方向で通話可能であり、さらに事務所に設置した簡易構内電話交換器を通じて外線(NTT回線等)との通信も可能となっている。また、基幹通信ネットモジュールにデジタル回線が装備されているため、現場内で実施されている各種の計測等の数値データを音声情報と多重化して通信することも可能となっている。図-5に既往の、図-6に本システムの構成を示す。

また、上記の新規開発導入技術の他に本システムの特徴は次のようにまとめられる。

①マルチメディア(画像、音声、数値データ)による情報伝達が可能

マルチメディアを用いることにより、より効果的

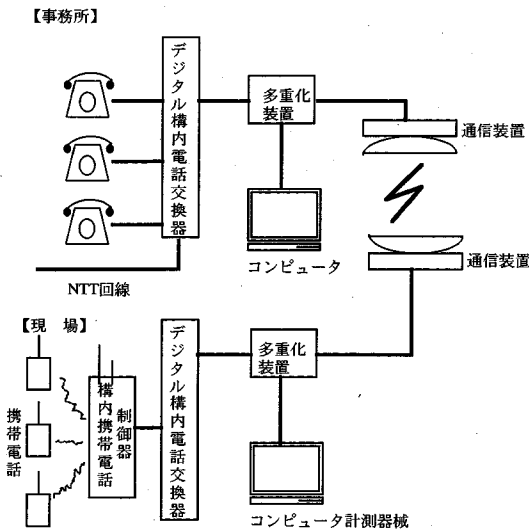


図-5 既往の音声・数値データ通信システム

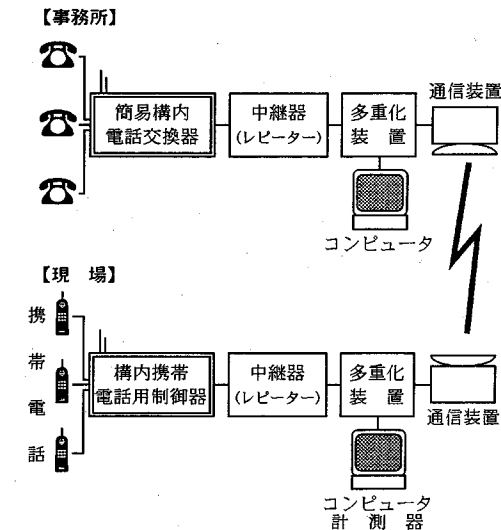


図-6 今回の音声・数値データ通信システム

な情報伝達が可能となる。個々のメディアによる情報伝達の例はこれまでも見ることができたが、同一媒体によるマルチメディア通信を実現場に適用した例は初めてである。

②通信ネットワークの拡張性・柔軟性が高い

ネットワーク上の送受信設備に対しては「点」の保守管理を行えばよく、ケーブル敷設の場合の「線」の管理に比べて作業負担の軽減が可能となる。また、送受信設備を移動あるいは増減することでネットワークを自由に展開することができ、工事の規模や進捗状況に応じたネットワークの拡張・変更にも柔軟に対応できる。

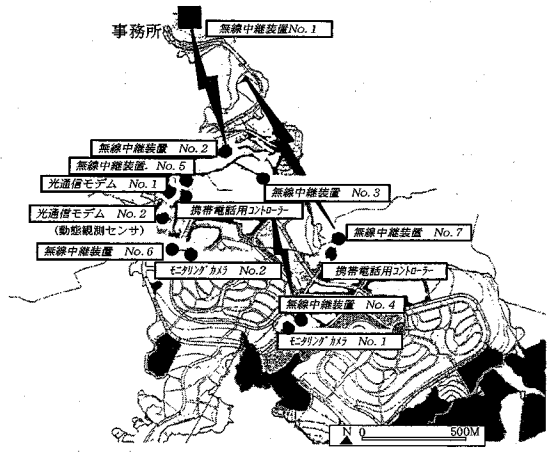


図-7 システムの展開状況

5. 情報通信ネットワークシステムの適用

提案・構築した現場通信ネットワークシステムを実際にモデル現場へ適用し、その効果を確認した。

(1) モデル現場の概要

システムを実際に適用した現場は総開発面積が200 haに及ぶ大規模造成工事現場である。工事区域が広範囲に及ぶことはもちろん、重機土工を中心に数百工種にも及ぶ作業が随所で展開されており、現場で発生する情報をリアルタイムに収集し、管理情報としていかに効率的に担当者に伝達するかが施工管理上の重要課題の一つとして挙げられた。また、施工現場内における情報通信環境の整備は不可欠であった。

さらに、施工現場と工事事務所が約1 km程度離れているといった事情に加え、その間には主要県道が通っており、沿線にケーブルを設置するような通信設備では対応できず、新たな情報通信システムの導入が必要とされた。

以上のように、本現場は山間部でのダム、トンネル工事に限らず、今後増加が予想される都市部での建設工事において、施工現場と工事事務所が離れ、その間での有線での通信施設の設置が困難なケースに相当する典型的な例と考えられる。

(2) システムの適用状況

モデル現場に導入されている情報通信ネットワークシステムの展開状況を図-7に示す。

図-7に示したように基幹通信ネットモジュールを事務所および施工現場間に3セット投入し、またモニタリングシステムモジュールとしてモニタリングカメラを2台設置して工事区域内のほぼ全域を終日モニタリングしている。施工状況を表示するモニタテレビおよびカメラコントロール用のキーパッドは、所長室、職員執務室、会議室にそれぞれ設置され、所員は事務所に居ながら

表一 情報の種類とシステムの利用状況 (事務所から現場へ伝達される情報)

提供者	情報の種類	提供先	手段	頻度	処理時間	システム利用状況
管理者	作業指示	担当者	音声	都度	10分/回	○
管理者	作業指示	担当者, 協力業者	図面	都度		
管理者	作業指示	協力業者	打ち合わせ	1回/日	20分/回	
管理者	資機材搬出入確認	担当者	音声	1~2回/日	5分/回	○
担当者	来客状況	来客案内者	音声	都度	5分/回	○
担当者	週間工程	協力業者	図面 (FAX)	1回/日		
担当者	施工図	協力業者	図面 (FAX)	1回/日		
担当者	作業状況確認	担当者	音声	5回/日	1分/回	○

して、自由に現場の施工状況を見ることができる。

また、構内携帯電話システムモジュールとして、構内携帯電話コントローラーを通信可能範囲が工事区域全域をカバーできるような位置関係にて2台設置している。この構内携帯電話コントローラーは基幹通信ネットモジュールを介して事務所内の構内電話交換機と接続されており、これによって、キャリングテレホンを携帯する現場職員は事務所職員との間で内線電話を用いて直接に通話することができる。また、構内電話交換機を通して外線電話との受発信も容易にでき、当該担当者間での迅速な情報交換がはかられている。

さらに、数値データ伝送システムモジュールは、事務所における地盤変位計、傾斜計等の遠隔・集中監視を目的とした動態観測システムや、重ダンプの稼働実績把握を目的とした重機管理システムに利用されている。このうち、動態観測システムについては、観測点が固定点であり、また連続的に通信を行う必要性から赤外線を送媒体とした光通信モデムを利用している。重機管理については、移動体通信となるため、特定小電力無線による無線モデムを利用している。

6. システム導入効果の評価

本システムは施工管理業務の効率化と高度化を目指したものである。システム導入効果の評価は、効率化に対する評価要因としては情報通信にかかわる管理業務に要した時間およびコストが挙げられる。また、管理の高度化に対する評価要因としては、管理の頻度と質が挙げられる。

システム導入後の情報通信にかかわる管理業務に要した時間、コストおよびシステムの利用頻度については定量的に把握することができるが、システム導入前との比較が難しい。また、質に関する要因については非定量的であり評価が困難である。

これらより、導入効果の評価についてはモデル現場における導入実績データの分析とともにヒアリング調査による評価を試みた。以下にその詳細を述べる。

(1) ヒアリング調査の概要

- ①対象者 : モデル現場における管理者、システム利用者
- ②サンプル数 : 4名 (副所長1, 課長2, 職員1)
- ③調査方法 : 調査表に記述後、記述内容の確認と補足調査のため個別にヒアリングを実施した
- ④調査項目
 - ・回答者の属性 (年齢, 経験年数, 役職, 職務内容)
 - ・日常業務において扱う情報の種類とシステムの利用状況
 - ・システムに対する評価
 - ・他現場における導入希望と費用の負担限度
 - ・改善要望事項

(2) ヒアリング調査の結果

調査結果を以下に示す。

a) 情報の種類とシステムの利用現況

①事務所から現場へ伝達される情報

表一に調査結果を示す。

管理者から担当者および担当者から協力業者という二つの情報の流れがみられるが、情報伝達作業の多くは定常業務に組み込まれている。また、伝達される情報は画像情報および音声情報の2種類に大別されるが、このうち協力業者への情報伝達については直接に図面を見ながらの打ち合わせあるいはFAXによる送付等の手段がとられている。

②現場から事務所へ伝達される情報

表一に調査結果を示す。

管理者への情報伝達がほとんどであり、非定常的な業務の中で画像、音声、数値データのいずれのデータも伝達されている。また、情報伝達の頻度およびシステムの利用頻度はいずれも高くなっている。

b) システムに対する評価

システム全体および個別のシステムに対する評価点 (5点満点) の平均値と最高評価点を与えた回答者の数

表-3 情報の種類とシステムの利用状況（現場から事務所へ伝達される情報）

提供者	情報の種類	提供先	手段	頻度	処理時間	システム利用状況
担当者 担当者 来客担当者	現場施工状況	管理者, 担当者	画像	都度	5~10分/回	○
	パトロール状況	管理者, 担当者	画像	都度	20~30分/回	○
	資機材注文	管理者	音声	1~2回/日	5分/回	○
	作業確認	管理者	音声	都度	10分/回	○
	計測データ	管理者, 担当者	データ通信	都度		○
	来客の状況	管理者	音声	都度	5分/回	○

表-4 システムに対する評価

上段：回答者の平均点（5点満点）
下段：5点評価した回答者数

評価項目	システム全体	画像通信	音声通信	数値データ通信
業務の役に立つか	4.2 (2)	4.2 (2)	3.7 (1)	3.3
コスト低減につながるか	3.5	4.3 (2)	3.5	3.5
省力化につながるか	4.7 (2)	4.5 (3)	3.7 (1)	4.0
品質の向上につながるか	4.7 (2)	4.5 (2)	3.7 (1)	4.5 (1)
安全性の向上につながるか	4.3 (1)	4.2 (1)	4.0 (1)	3.3

を表-4に示す。

システムに対する評価については次節にまとめる。

c) 他現場における導入希望と費用負担限度

回答者全員、他現場においてもシステムの導入を希望したいと答えた。また、費用負担の限度額については、4名中3名が回答し、うち1名が工事費の3%、2名が工事費の1%と回答している。なお、無回答の1名の職務は工事担当職員であり、原価管理業務の経験が乏しく判断が困難であったためと思われる。

d) 改善要望事項

システムの機能およびシステムの開発・運用の二つの面に対する要望が出された。

システムの機能面に対する主な要望としては、

- ・音声通信可能範囲の拡大
- ・通信機器の簡便化（例、ヘルメット内蔵型通信機器）

システムの開発・運用面に対する主な要望としては、

- ・ハンドリング、操作性の向上
- ・複数現場への同時適用等による経済的開発・運用等があげられた。

(3) システム導入効果の評価

今回、モデル現場の着工時よりシステムの運用を開始したためシステムの導入前後の比較をおこなうことはできなかった。また、工種、立地、現場組織、業務内容は個々の現場によって異なることから今回システムを導入したモデル現場と未導入の他現場とでおこなうことも困

難である。

これらより表-4にまとめられたコスト、省力化、品質、安全性に関する評価は回答者が過去の経験から下した定性的評価と判断される。

システム導入効果の評価は次のようにまとめられる。

a) システム全般に関する評価

事務所から現場に伝達される情報のうち図面情報については情報の被提供者が手元に図面を持つ必要があることから、直接に図面を見ながらの打ち合わせあるいはFAXによる送付等の手段がとられておりシステムの利用はされていない。一方、音声情報についてはシステムが活用されており、その利用頻度も定常業務については資機材搬出入確認と作業状況確認で7~8回/日/人、作業指示で数回/日/人、非定常業務については来客状況の確認の為にその都度利用されている。

現場から事務所に伝達される情報に関してはいずれもシステムが利用されており、その頻度もかなり多くなっている。特に画像情報については常時現場状況がモニタリングされていることから頻繁に活用されているとともに雨天時等現場見学が困難な場合の来客への現場説明にも利用されている。

利用者の評価をまとめると、画像情報については満足される状況であった。音声情報については現状では十分利用されているとは言い難く、機器の改良等による利用範囲の拡大が必要といえよう。さらに、数値データ情報については対象および利用者が限定されているが、現状ではほぼ満足できる状況であるといえる。

また、回答者全員が他現場においてもシステムの導入を希望したいと答えていることより、システムの有用性は高いといえる。

b) コスト低減、省力化に関する評価

コスト低減に関する評価は低く、省力化に関する評価は高くなっている。コスト低減に関する評価が低いのは管理業務の高度化・効率化が直接的に省人化するわち工事原価の低減に結び付く度合いが少ないこととシステムの開発に要する費用を考慮した結果と思われる。一方、省力化に関してはかなりの高評価が得られている。特に

画像情報に対する評価が高いが、これは従来おこなわれていなかった管理が新たに可能となったことに対する評価とモデル現場の事務所と作業現場が通常の現場と比較してかなり離れているという特殊条件があったためと思われる。

c) 品質, 安全性向上に関する評価

品質, 安全性のいずれも高評価を得ている。管理者および担当者が必要な時に必要な情報を簡単に得ることができることにより、管理の頻度が増し、ひいては品質の向上, 安全性の向上につながることに對する評価といえる。特に画像情報により直接自分の目で状況を確認することが品質, 安全性の向上には重要であるということがうかがえる。

7. ま と め

建設現場においては様々な作業がお互いに複雑に関連し合いながら工事が進められており、施工および施工管理業務の効率化, 高度化を図るためには円滑な情報伝達が不可欠となる。事務所と現場間のコミュニケーションの欠落が工事工程や施工品質に与える影響は大きく、特に作業域が広範囲に及ぶ場合は円滑な情報伝達手段の確保が重要な課題となる。

本報告はこのような課題に対し、大規模施工現場を対象とした新たな情報通信ネットワークシステムの提案をおこなうとともに、システムの構築, 実現場への導入・運用を通して得られたシステムの評価と課題をまとめたものである。

モデル現場に対するシステムの適用と適用効果の評価により以下のことが明らかになった。

- ①基幹通信ネットモジュールにより画像, 音声, 数値データといったマルチメディアの通信システムを従来の方法と比較して低コストで構築することが可能となった。
- ②画像通信システムにおいて、新たな操作者の採用, 制御システムの開発導入により複数操作器による複数カメラの動作制御が容易となった。
- ③本システムの活用により管理の省力化, 品質の向上, 安全性の向上を図ることができた。すなわち、マルチメディアにてリアルタイムに事務所と現場間で各種情報を伝達することにより、1つの情報を視覚や聴覚などいろいろな角度から把握し、遠く離れていてもあたかもその場にいるかのようにして状況を把握し必要な指示を与えることが可能となり、打ち合わせにかかわる業務の合理化, さらに管理の質の向上を図ることができた。
- ④事務所と作業現場の距離が離れているほど、より大きな適用効果が期待できる。
- ⑤情報通信ネットワークの整備により、施工および施

工管理の合理化に向けた各種の支援システムの導入, 展開が容易になった。

本システムの適用は本報告時点では1例のみであり、移動体における通信信頼性の向上, ハンドリング・操作性の向上などの課題も残されている。さらにこの情報通信ネットワークの上に、個別の施工管理システムをどう組み上げ、どう展開させていくのかも重要な課題と考える。

今後とも適用例を増やし、システムの機能向上を図る予定である。

参 考 文 献

- 1) 例えば 松浦徹也: CIM 構築への計画と事例 (多品種少量生産企業における CIM 構築のキックオフから運用開始まで), オートメーション, Vol.37 No.11, pp.15~36, 1992年.
- 2) 寺島・宮武・加納・迎田・金香・橋本: 新しい時代の現場マネジメントシステムへの取組み, 第9回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集, pp.179~186, 1991年12月.
- 3) 松本茂生・石原公明・須田清隆: 土工管理支援システム (CIEMIS) の開発, 第9回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集, pp.179~186, 1991年12月.
- 4) 野呂幸一: CI-NET を利用した EDI の推進, 建築生産と管理技術シンポジウム論文集, Vol.8, pp.77~84, 1992年.
- 5) 長島邦明: VAN と FAX を活用した建設現場ネットワークシステム, ビジネス・コミュニケーション, Vol.29 No.1, pp.62~68, 1992年.
- 6) 高野良行: 最前線レポート 建設業界の情報戦略, ビジネス・コミュニケーション, Vol.29 No.11, pp.113~117, 1992年.
- 7) 伊藤・野沢・杉山・島村・宮本・村林・畑: 通信ネットワーク技術の建設業への適用に関する研究, 第10回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集, pp.293~306, 1992年12月.
- 8) 建設省九州地方建設局河川部電気通信課: 雲仙岳噴火と情報収集活動, 建設電気技術, No.95, pp.66~74, 1991年.
- 9) 建設省関東地方建設局河川部電気通信課: 建設省移動通信システム (K-COSMOS) について, 建設電気技術, No.90, pp.76~81, 1990年.
- 10) 江州秀人: 道路情報ネットワークシステムの概要, 建設電気技術, No.99, pp.50~57, 1992年.
- 11) 吉村隆之・富沢宏・木村正二郎: 大阪市交通局第7号線情報伝送システム, 鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集, Vol.27, pp.617~621, 1990年.
- 12) 前田隆正・林 昭彦: 移動体通信のはなし, 日刊工業新聞社, pp.13~62, 139~152, 1992年1月.
- 13) 堀田正祐・酒井香: ワイヤレス LAN 活用マニュアル, オーム社, pp.58~69, 1992年6月.

-
- 14) 移动通信に関する長期ビジョン懇談会：移动通信の長期ビジョン，パーパーハウス，pp.10～19，82～112，1992年7月。
- 15) 大森豊明：赤外線のはなし，日刊工業新聞社，pp.127～140，1986年3月。
- 16) 大迫・篠田・春日・渡辺・村瀬：50 GHz 簡易無線システム PASOLINK 50，NEC 技報，Vol.39 No.7，pp.111～116，1986年。
- 17) 日本電気(株)：PASOLINK 50 技術資料，日本電気(株)，1992年1月。
- 18) 桜井浩・中川良文・高田知典・佐田達典：土工事統合施工管理支援システム，基礎工，pp.98～105，1993年2月(1993.8.4 受付)
-

CONSTRUCTION OF AN INFORMATION COMMUNICATION NETWORK SYSTEM WITH CONSTRUCTION SITES AS ITS OBJECT

Yoshihumi NAKAGAWA, Hiroshi SAKURAI, Kohei FURUKAWA and Koji NAKAGAWA

Large-scale civil engineering works for Dams or Earthwork cover a wide work area, various kinds of work are executed everywhere in parallel at the same time, the job sites are at a distance from the office, etc., so that lack of smooth communications occurs frequently.

This paper looks to the point of view of better efficiency and a higher level for the construction-management, it proposes a new information communication network system for such large-scale work sites, and it reports in regard to evaluation of the system through introduction to actual sites and operation there, as well as problems related to this.
