

# サイトコミュニケーションシステムの開発

三井建設(株)技術研究所 正員 桜井 浩  
三井建設(株)東京土木支店 正員 森田 実  
三井建設(株)技術研究所 正員 高田 知典  
三井建設(株)技術研究所 正員 長谷 芳春

## 1. はじめに

昨今、建設工事が複雑・多様化するなかにあつて、時代の趨勢は「安心して仕事をまかせられる企業」を求めており、この点で企業の差別化がますます進むことが予想される。このため、施工にあたっては工事を適切かつ安全に遂行させることが最も重要な管理作業のひとつであり、このための最も基本的な事項として、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をあげることができる。

一方、施工状況にかかわる情報をどう捉えどう伝えるのか、これらの情報をどれだけ多く、しかも鮮度よく収集して互いに突き合わせて評価・検討することができるのか、そして、得られた結論、判断、指示等をいかに迅速に施工にフィードバックできるのか、といったことが「安心して仕事をまかせられる企業」として必要な管理技術の1つである。すなわち、現場内にいかに信頼度の高い、きめの細かな情報コミュニケーションのための環境を整備できるかが技術的バックボーンとして重要である。

このように管理作業が複雑化、増大化する一方で、管理の質の向上が叫ばれており、施工現場内でのコミュニケーションの重要度がますます高まっている。そこで、事務所において施工にかかわる状況を画像、音声、データによって集中的に把握でき、必要に応じて担当者間で迅速に情報伝達ができるサイトコミュニケーションシステムを構築し、施工現場への導入を行ったのでここに報告する。

## 2. システム構築にあたっての基本方針

建設現場を対象としたコミュニケーションシステムの構築にあたっては、現場をとりまく通信事情の特殊性を念頭に、次のような基本目標を定めた。

①画像、音声、データを同一の伝送媒体で通信する

ことができること

- ②固定局および移動局による通信に対応できること
- ③少なくとも半径数百m～数km程度の中域以上の範囲で利用可能なこと
- ④複雑な手続き、あるいは特別な資格が不要なこと
- ⑤ランニングコストが安価であること
- ⑥基本的に国内のどの地域でも利用できること
- ⑦保守管理が容易でネットワークの拡張性・柔軟性が高いこと
- ⑧過酷な使用環境に耐えうること

## 3. 通信方法の検討

コミュニケーションシステムの構築にあたり、その主たる通信方法を以下のとおり検討した。

### (1) 通信方法の種類

一般に利用可能な主たる通信方法として、1)移動体通信システム、2)光通信システム、3)ミリ波利用の簡易無線システムを挙げることができる。

#### ①移動体通信

「いつでも、どこでも、だれとでも」通信することができる移動体通信としては、主なシステムとして以下のものが利用できる。<sup>1)</sup>

- ・携帯電話、自動車電話
- ・MCA (Multi Channel Access) システム
- ・テレターミナルシステム
- ・特定小電力無線システム

#### ②光を利用した通信システム

伝送媒体に光を利用したもので、利用する光により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。

#### ③ミリ波帯利用による簡易無線通信システム

ミリ波を通信媒体として利用するもので、通常の無線通信システムに比べて波長が短く指向性が強い。また大容量の情報通信が可能である。

## (2) 通信方法の比較検討

各通信方法について、2章で述べた基本方針に従って次の観点から整理、評価を行った<sup>2),3)</sup>(表-1)。

- ・画像系、音声系、データ系の適用の別
- ・移動体、固定局としての適用の別
- ・広域、構内利用の別
- ・資格、申請の必要性
- ・初期費用、運用費用
- ・利用可能地域の制限

この結果、

- ・自動車電話・携帯電話は画像通信が難しく、ランニングコストが高い。
- ・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、利用可能地域も限定される。

といった理由から検討対象から除外した。

そこで、今回は従来から建設現場への導入事例の多いミリ波を利用した簡易無線システムを中心に構築を進めることとした。

## 4. システムの開発

### (1) 開発にあたっての技術的検討

ミリ波を利用した簡易無線システムを主な通信方法として利用するにあたって、①降雨における信頼性、②移動体との通信方法が課題となり、以下の検討を実施した。

#### ①降雨に対するシステムの信頼性確認

簡易無線通信システムへの影響として、降雨による影響が最も心配されたため、メーカーより提示された各種データを詳細に検討するとともに、研究所内にて梅雨時期を中心に長期にわたってテスト運用を行い、降雨によるシステムの信頼性を確認した。

#### ②移動体との通信方法の確立

ミリ波を利用した簡易無線システムだけでは固定点との通信しか行えないため、音声会話やデータ通信が自由に行えるように移動体との通信方法を検討した。具体的には簡易無線システムと特定小電力無線による構内携帯電話システム、および無線モデム(光通信モデム)の組み合わせをもとに、これに多重化装置およびエコーサルビータを組み込むことによって、技術的に移動体との通信を可能とした(図-1)。

表-1 通信方法の比較

	マルチメディア対応			端末局		エリアの大きさ	免許	コスト		利用可能地域の制限
	画像	音声	データ	移動	固定			初期	ランニング	
携帯電話: 自動車電話	×	○ 可	△	○	○	広域	申請	中	高	ほぼなし
MCAシステム	×	○	△	○	×	広域	申請	中	中	ややあり
テレターミナル	×	×	○	○	○	広域	申請	中	中	あり
特定小電力	×	○	○	○	○	狭域	不要	安	安	なし
光通信システム	○	○	○	×	○	中域	不要	高	安	なし
ミリ波機器無線	○	○	○	×	○	中域	申請	高	安	なし

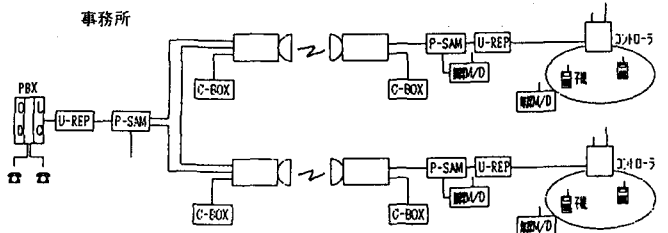


図-1 移動体通信のための機器ブロック図

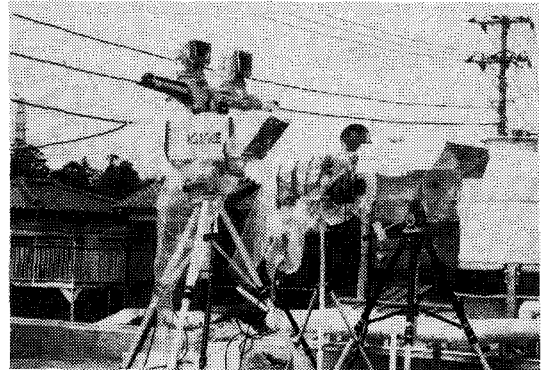


写真-1 降雨に対するテスト運用状況

### (2) システムの構成と仕様

先に実施した検討結果より、システム構築の実現性が得られたことから実際に開発に着手した。コミュニケーションシステムは大きく4つのモジュールにて構成され(図-2)、これらを工事の規模や内容、管理項目等に応じて自由に組み合わせることができるようにした。

#### ①基幹通信ネットモジュール

50GHz帯のミリ波を利用した簡易無線装置で構成され、画像、音声、データ等の大量な情報を高速で通信することができる。通信距離は通常3km以内である。この基幹モジュールに対して、さらに次の各モジュールをリンクさせてネットワークを構築する。無線装置の仕様を表-2に示す。

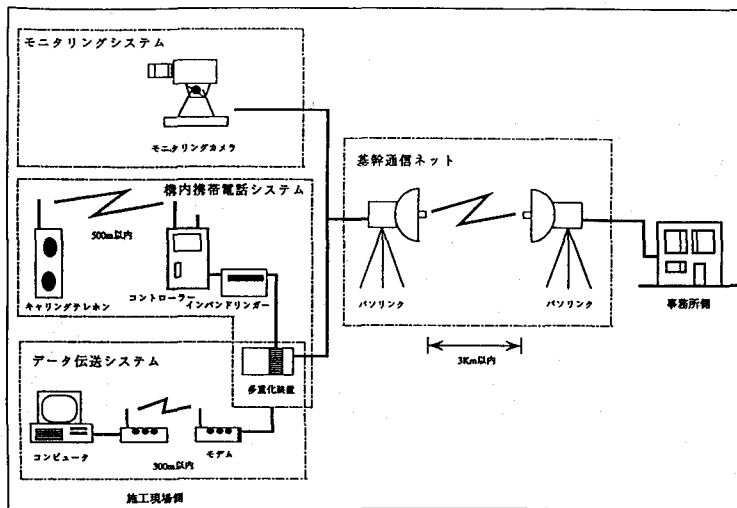


図-2 システム構成

表-2 簡易無線装置の仕様

項目	仕様
伝送距離	通常 3km
変調方式	F M
無線周波数	50.44 GHz
占有帯域幅	40 MHz以下
空中線電力	15 mW
備波方式	VまたはH
電源	AC100V
使用温度範囲	-10° ~ +50°

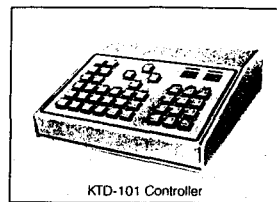


写真-2 キーパッド

### ②モニタカメラシステムモジュール

施工状況を動画状態で収集、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。また、事務所側からのキーパッド入力データによって、モニタリングカメラを旋回、上下、ズーム等制御することができる。今回、米国製のキーパッドを採用することによって、複数箇所にて複数カメラの制御が可能なロジックを簡単な機器構成で安価に導入することができた(写真-2)。

### ③構内携帯電話システムモジュール

コントローラーとキャリングテレホンで構成される特定小電力無線を利用した構内携帯電話モジュールである。コントローラーとキャリングテレホン間は見通しで500m以上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。

今回、エプソン社を利用することで事務所内電話交換機より内線延長としてキャリングテレホンを利用できる環境を用意することができた。

### ④データ通信システムモジュール

基幹ネットモジュールとRS232C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ができる。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には光伝送モデムといった使い分けができる。

## 5. サイトコミュニケーションシステムの現場適用

### (1) 適用工事の概要

システムを実際に適用した工事は、総開発面積が200haにも及ぶ大規模造成工事である。このため、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いる。しかも、施工現場と工事事務所が約1km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、ケーブルを延々と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望まれていた。

### (2) システムの運用状況

現場には基幹通信ネットモジュールを3セット投入している(写真-3)。またモニタリングカメラを2台設置し、工事区域内のほぼ全域を終日モニタリングしている(写真-4)。施工状況を表示するモニタおよびカメラコントロール用のキーパッドは所内3カ所に設置され、事務所に居ながらにして素早く現場の施工状況を知ることができる(写真-5)。

また、構内携帯電話モジュールとして、通信可能範囲が工事区域全域をカバーするような位置関係にコントローラーを2台設置している(写真-6)。この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、キャリングテレホンを携帯する現場職員と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、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意志疎通がはかられている。

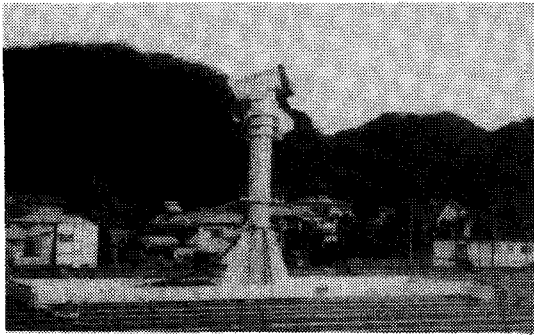


写真-3 簡易無線通信装置（事務所屋上）

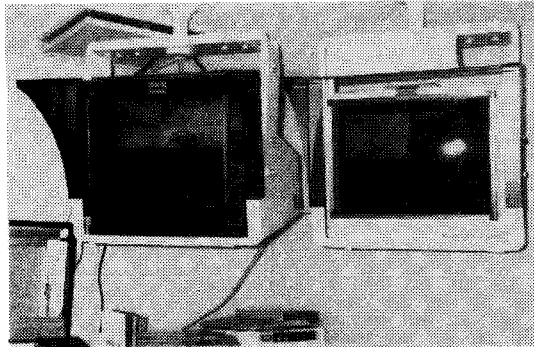


写真-4 モニタ画面（事務所内）

さらに、データ通信モジュールは、現在、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に利用している。今後は、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への利用展開も検討中である。

### （3）現場適用を通してのシステムの評価と課題

現段階までのシステムについての評価をまとめると以下のとおりである。

- ①施工状況にかかわる情報を、事務所にて画像、音声、データといったマルチメディアにてリアルタイムに把握することが容易にできるため、現場への移動など無駄な作業が低減できた。この分、他の作業を行うことができるようになり、全体として管理業務の合理化に大きく寄与している。
- ②工事の進捗に応じたシステムの移設が容易であり、メンテナンス面からみた経済効果も大きい。
- ③通信基盤が整備されたことによって、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。

また、今後解決を図らねばならない課題として以下の点が明かになった。

#### ①ネットワークの拡張にともなう問題



写真-5  
モニタリングカメラ

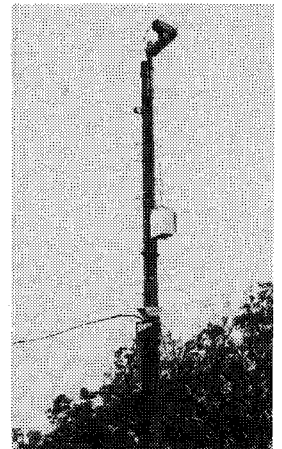


写真-6  
携帯電話用コントラ（中央）

このシステムは工事規模に応じて基幹通信ネットモジュールを増設することでネットワークを自由に展開できる。ただし、工事区域の大きさや伝送経路によっては、容量不足や中継を繰り返すことによる質の劣化が生じる。この場合、レーザー等の光を用いた通信方法との組み合わせを検討する必要がある。

#### ②重機等の移動体における通信信頼性の向上

作業範囲が広く、基本的に移動局である重機については、現状の特定小電力無線タイプのモデムでは周辺の地形および作業位置の関係や作業内容によっては通信不能になる場合が予想される。通信の信頼性を向上させる意味から、衛星利用による移動体通信システムをはじめとした新たな通信方法の検討を図る必要がある。

## 6. おわりに

施工および施工管理の合理化が叫ばれて久しいが、まだまだ改善していかなければならない課題は多い。今回構築したサイトコミュニケーションシステムも、単に通信ネットワークが導入されただけでは真の合理化とはいえない。このインフラストラクチャの基盤の上に、何をどう組み上げていくか、そしてどう展開させていくのが最も重要な点である。

#### 【参考文献】

- 1) 前田ほか：移動体通信のはなし、日刊工業新聞社
- 2) 大森ほか：赤外線のはなし、日刊工業新聞社
- 3) 移動通信の長期ビジョン：移動通信に関する長期ビジョン懇談会、1990