

II-15 マルチメディアを利用した「現場監督体制システム」

東日本旅客鉄道（株）○五十嵐桂一

江川 慶一

手塚 雅美

（株）フジタ 城尾 良文

1. はじめに

鉄道工事における現場施工管理は、その完成された建造物が持つ公共性の高さから、細心の注意が払われている。また、工事中の安全確保は更に特別の配慮が必要である。そのために鉄道工事では独特の管理手法も生まれた。その多くは専門技術者が工事現場において日常的に指導している。しかし、近年は施工法の多様化や分業化が進むと共に作業現場が増え、各作業を現地で統括管理することが非常に困難になってきた。つまり、専門技術者の絶対量から、配置できる現場が限定されてしまい、対応しきれない事態や管理区域の広域化から遠隔地現場の増加が想定される。また、都市部では交通渋滞などから移動時間が多くなり業務に不利な状況となっている。

この問題を解決し、少ない鉄道工事技術者で、現場管理業務を効率的に行うために開発したのが本件の「マルチメディアを利用した現場監督体制システム」である。

2. 開発の目標と概要

基本構想は技術者が現地に常駐せずにリモート管理する事を目標とし、多数の工事現場を少人数で管理して効率化を図ることである。しかし、鉄道工事管理機関として事後報告により可否を下すだけでは、その役割を全うできないので、従来どうり直接的なリアルタイムの現地指導型の管理体制でなくてはならない。これらのリモート管理がテレビ電話やテレビ会議システム（専用機種やパソコン仕様の製品）により、不可能なことでは無くなってきている。無医村地域の遠隔地検診やインターネットを利用した地域間交流などに使われているものがそれである。これらのマルチメディアシステムを応用し、工事現場の視覚管理を中心に開発を行った。

3. 開発過程

初期開発は、平成6年に静止画転送装置（普通電話回線）から始め、システムの有効性や問題点を抽出しながら、開発を進めていった。その課程で、鉄道工事では安全管理上、動画で見ることと、現地カメラのリモート操作が必須条件と判断された。その結果を踏まえ、次の開発は「現場ITV管理システム」としてISDN回線を接続したTV会議専用機を本体に使った動画システムとした。

このシステムではビデオ画像を中心に改良を重ねると共に、現場を広範囲にカバーする可動カメラ（上下、回転）について開発を行った。その中ではISDN回線の利用や遠隔地からのカメラコントロールの操作性の向上、画像伸長ソフトの改良など多くの試行錯誤を要した。また、ビデオカメラやシステム部品の多くを一般に市販されている民生品を使うなど、経済性についても考慮した。

現在は、さらに機能を追加するため、Multimediaパソコンに同様の機能を組み込んだ「保安打合せシステム」に開発を移行し、各種現場打ち合わせ、品質管理、工事写真DB管理等をリアルタイムで遠隔地管理できる、多目的な現場監督体制システムとして完成させようとしている。

4. 現場 I T V 管理システム

鉄道工事現場に設置したビデオカメラを、TV会議専用システムを通じて視覚的に、現地の状況を確認するとともにテレコントローラでビデオカメラを操作し、自分の見たい現場映像をリアルタイムに見ることができるシステムである。

(1) システムの動作環境と改良点

遠隔地現場のモニター専用として導入した初期のシステムは、普通電話回線を使った静止画の連続転送装置で行った。想定では静止画でも十分な現場情報が得られるとされていたが、実際の評価はかなり低く、以下の問題点が上げられた。

- ・画像転送に時間が掛かる (1frame/1~2min) と共に画像が不鮮明である。
- ・静止画では作業員や重機械の動きが判らないので安全管理に不安が残る。
- ・固定カメラのため広範囲を視野に入れるには複数のカメラ設置が必要となる。

これらを解決するには画質向上と動画化が必要であるが、それには多量の画像データの転送が伴い、普通電話回線を使ったシステムでは限界と判断した。そのため、ISDN (INS64, 64kbit/s) を使ったTV会議Video-codecシステムをベースに以下の改良を加えシステム開発を行った。

- ・Video-codec 画像調整 (画像圧縮伸長及び画像境界調整ソフト)

画像解像度の要素は静止画から動画といった動きの要素 (frame / s) と、映像のきめの細かさ (画素数) であるが、これら表面的性能の他に画像データの転送量の制約から発生する圧縮伸長処理の方法 (ハード、ソフト) に性能差が表れる。この事実からデータ転送量の変更 (映像部分の拡張) や圧縮伸長処理ソフトを改良し、画像解像度の向上を果たした。しかし、このような改良を加える際は、ITU (国際電気通信連合) 標準規格等の異機種間の相互通信に対する考慮が必要である。

- ・カメラリモート操作、現場取付けスピーカの実用化改良 (RS232C 送受信部、音声信号パラメータ部)

今回の開発では遠隔地カメラの制御が重要な課題とされ、自在に広範囲の現場状況が把握できるシステムを実現した。また、制御盤の簡略化や赤外線リモコンにより操作性を向上させた。

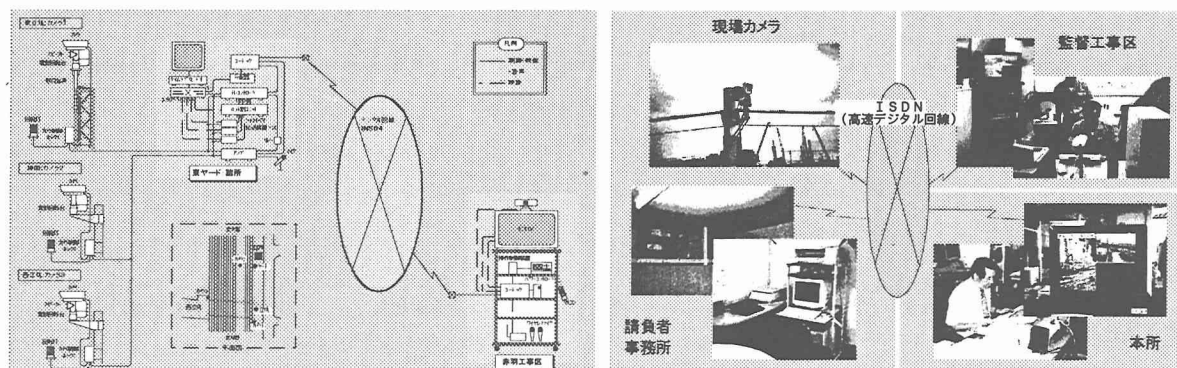


図-1. 現場 I T V 管理システム図

(2) システム機器の構成と選択

主な機器構成はビデオカメラ本体及び回転架台、テレコントローラ装置、画像及び操作信号送受信装置 (TV会議 Video-codec) の三つに別れる。この内カメラや回転架台は工業用の強固な製品よりも民生品の方が性能、価格、共に優れており、長期間の使用や高度な信頼性を要求しない限り、十分に使用に耐えうる事を確認した。Video-codec については、近年、需要が増えその価格や性能が大きく変動しており、導入の際に十分な調査を行った。また、電話回線モデムや ISDN 関連機器にデータ転送速度を強化した製品が出始めているので、それらに対応した機器の調査も今後必要である。

この他に画像及び操作信号送受信装置として、簡易無線 (ミリ波 50GHz 帯 2km~5km) を使ったシステムを併用したが、こちらは専用敷設線とまったく変らない性能が確認された。しかし、長距離間や遮蔽物がある場合は中継設備が必要となり設置場所が限定される。

5. 保安打合せシステム

「現場 I T V 管理システム」の T V 会議専用システムに対して、こちらのシステムは Windows95 対応 Multimedia パソコンを本体とし、T V 会議用ソフトと拡張基盤 (ISDN, Video-Capture) を組んでいる。一見 2 つとも同様の T V 会議システムであるが、現場 I T V の映像視覚重視のシステムに対し、保安打合せシステムは、打合せ文書、図面、写真等デジタルデータに重点を置き、パソコンの特性を生かした各現場間の円滑な情報コミュニケーションを目標にしている。

(1) 保安打合せ票

J R 東日本の鉄道工事において安全管理で最も重要なのがこの保安打合せ票である。その内容は日々の現場作業予定について、関係者・器材・機器・車両等、工事に関する全てを網羅記載する事を義務付けている。この打合せ票を施工者は事前提出して、作業許可を得ると同時に、責任者間で対面打合せを行い相互に確認を行う。この一連の保安打合せが安全体制や施工の誤りを防止する最も有効な手段として J R 東日本では厳格に定義している。

[illegible]

図-2. 保安打合せ票

(2) 打合せシステムの機能条件

前項の保安打合せの行為で最もネックになっているのが、遠隔地間の責任者対面打合せである。この負担を軽減し、管理精度を更に高める為、以下の条件が保安打合せシステムに要求された。

- ・ 責任者同士が対面会話して保安打合せができる。
- ・ 規定の保安打合せ票及び Windows95 で作成した CAD 図面や文書が打合せで併用できる。
- ・ 手書サイン、手書文書の入力により、本人が記入したと認証ができる。
- ・ 打合せの全ての処理がリアルタイムで双方に同じ記録が保存できる。
- ・ カメラの切替えて現場の映像も打合せ中に確認できる。

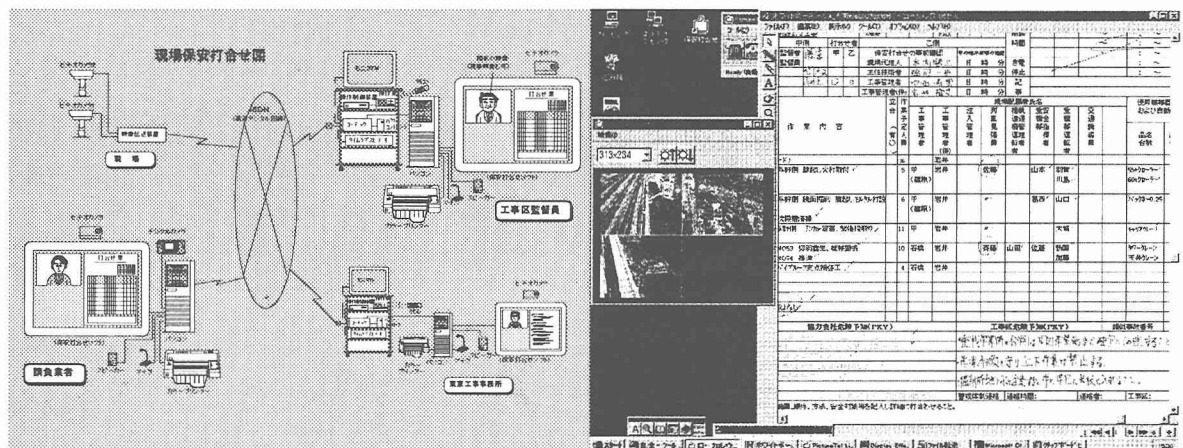


図-3. 現場映像と打合せ票の表示画面 (Windows95)

(3) システムの改良

システムの根本を成しているTV会議用ソフトには、テレビ会話、ホワイトボード、アプリケーション共有の機能があるが、一部機能強化する必要がある、カスタマイズとソフトの追加を行った。以下がその改良点である。

- ・ホワイトボードにレイヤー機能を追加し、基本データのベース層（文字、罫線の2層）とホスト・リモート側で独立した追記層に分け、相互に個別記述と削除を可能とした。
- ・Windows95で作成したCAD図面や文書をホワイトボード形式にデータコンバートする為の共通ドライバを作成し、あらゆる文書を打合せに使用できる機能。
- ・リモート印刷、ファイルのリモート転送及び自動保存機能、現場カメラのリモート操作機能、ビデオ画像解像度の変更と精細静止画の取り込み。

この他、初期メニューに簡単なマップ画面を使い自動コールできる機能や初期設定ファイルによりシステム初期動作時の環境画一化を図り、ヒューマンインターフェイスを充実させた。

6. 工事写真システムについて

Multimedia パソコンを使い工事写真画像 Data-Base を構築し、施工管理に使われている膨大な量の写真を整理し、検索手間や無駄な写真プリントとアルバムを無くす事を目標にシステムの試作を行った。Data-Base 構築と検索のシステム化は容易にできたが、基本メディアのフォトCD製作コストが全体的に割高で、実用化はフォトCD作成の価格（需要増加から低価格化の傾向にある）に依存する。また、最近使われているデジタルカメラ（CCD-38万画素）についても調査した。その結果は、施工写真に使われている黒板やスタッフテープの文字や目盛りがデジタルカメラの解像度では判別できず、実用化は難しいと判断した。デジタルカメラの利用はこの解像度が飛躍的に良くなる事を待ちたい。しかし、デジタルカメラが工事写真に利用できれば、確実に業務の効率化になりコスト縮減につながるので今後とも注目していきたい。

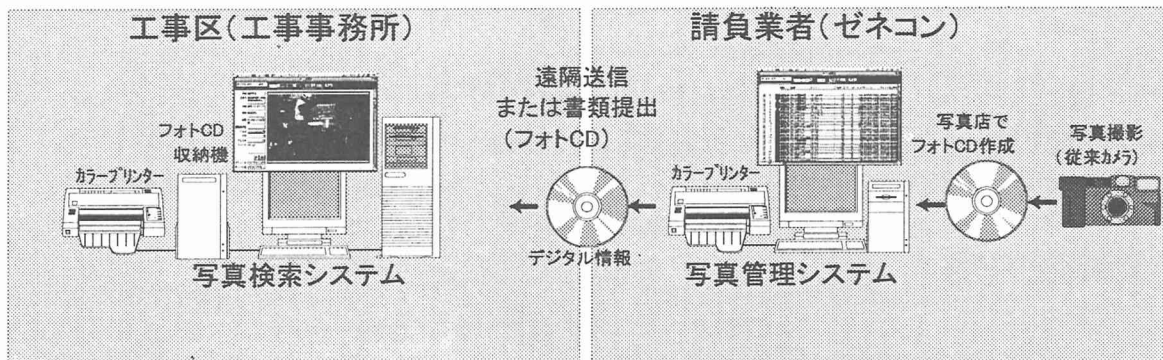


図-4. フォトCD工事写真システム

7. まとめ

今回、開発したシステムは現場ITV、保安打合せ、工事写真の3システムからなっている。現場ITVは映像重視、保安打合せはパソコンの多様性、工事写真は画像データの保存を中心に、それぞれの特性を生かした構成とした。将来的にこれらのシステムは統合され、パソコン1台で全てがまかなえると確信しているが、現在は現場の管理目的に合わせてこれらのシステムを併用する方法をとっている。システムの利用状況は現場ITVが最も多く、JR東日本では33カ所で利用している。さらに今後の計画では着実に導入箇所の増加が見込まれている。このことから、遠隔地や多忙現場での視覚管理の需要と必要性があることは明らかである。また、建設産業では近年、様々な試みでCALSを進めているが、建設におけるライフサイクルを一貫して電子情報化し、コスト縮減や品質向上を実現するのがCALS化と定義すれば、本システムはリアルタイムの現場情報の供給源として、CALSの中でも重要な役割を持つといえるでしょう。