

(Ⅲ-6)

災害情報地上検知システムの開発

Development of the apparatus for gathering and sending disaster-related information.

建設省土木研究所 寺川 陽 *

○野口 正 **

小栗ひとみ**

By Akira TERAKAWA, Tadashi NOGUCHI, and Hitomi OGURI

災害発生時には、どの地点で、どの施設に、どの程度の被害が発生しているかなどの情報を迅速かつ正確に把握することが重要となる。これらの情報の収集方法としては、ヘリコプター、センサー、巡視員等がある。ヘリコプターは広域的に把握する方法として有効なものである。一方巡視員による詳細な現場状況把握も、適切な復旧計画立案のために不可欠であるが、①情報収集手段・方法にバラツキがある、②情報の迅速性、正確性がない、③電話連絡はミスが出やすい等の問題点が指摘されている。そこでこうした課題に応えることを目的として、現場の巡視員等が必要最小限の情報項目を見落とすことなく収集・収録し、迅速に伝達して、これらの情報を蓄積することにより必要に応じて検索・表示できる収集システムを開発し、その適用性等について検討した。

【キーワード】地上検知システム、電子野帳、電子スチルカメラ

1. はじめに

土木研究所では、昭和62年度より総合技術開発プロジェクト「災害情報システムの開発」の一環として「復旧計画作成支援システムの開発」を取り上げ、地震防災、水害、土砂災害等各種の災害が発生した場合に、その災害に関する情報を的確かつ迅速に収集し、処理、伝達するとともに、円滑な復旧を支援するための諸技術の開発を行ってきた。

災害発生時に現場の状況を把握するための情報の収集方法としては、ヘリコプターからの情報収集技術をはじめ様々な方法が検討されている。ヘリコプターによる空からの情報収集は、災害状況を迅速にかつ広域的に把握する方法として有効なものであるが、一方で地上でのセンサによる収集と現地の巡視員による地域的で詳細な状況把握も、適切な復旧計

画立案のために不可欠の要素である。すなわち、これらの情報の連携や相互補完により災害情報の質と量のレベルアップを図ることによって、災害時の迅速かつ適切な対応が可能となる。また、災害時には各種情報が錯綜することが多いため、現場の状況をより早くより正確に把握・伝達するための技術の開発が望まれる。

そこで、システム課では巡視員が現場で得た災害関連情報を文字・数値及び写真の形でパトロールカーから工事事務所等に無線伝送し、それらをリアルタイムで表示したり、コンピューターに記憶させておいて随時取り出すことにより、的確な判断を役立たせることのできる災害情報地上検知システムの開発を行った。

開発調査に際しては、まず、運用中のシステムの現状調査、情報の収集・伝達等の実態及びニーズの調査を行い、災害時の情報収集の課題を把握するとともに、ニーズ等を踏まえて災害情報地上検知システムの全体構成について整理した。また、現場の巡視業務に適用する機器の機能項目等を抽出して、機

*現 建設省建設経済局調整課 03-3580-4311

**積算技術研究センターシステム課 0298-64-2211

能・機器仕様をとりまとめた。具体的な機器の開発にあたっては、(社)建設電気技術協会との共同研究を通じて行い、関東地方建設局荒川上流工事事務所、相武国道工事事務所における試験的な導入を通じたシステム評価を行い、これらの結果からシステムの段階的な整備方法についての検討を行った。本稿では、これらの検討成果を紹介したい。

2. 災害情報収集の現状と課題

災害情報地上検知システムの開発にあたって参考となる運用中の道路交通情報提供システム、東京ガス(株)のガス供給管理システム、土石流発生監視システム、河川情報システムについて現状調査を行った結果、災害時の困難な状況下でも、①情報の収集、②情報の整理、③情報の加工(処理)、④情報の提供を円滑に行える支援システムを確立しておくことが必要であると判断された。

そこで「日本海中部地震」、「長崎水害」、「千葉東方沖地震」を事例として実態調査等を行った結果を、①情報の収集、②情報の伝達、③情報の保管・検索等の観点から整理してみると、表-1のような課題がうきぼりになった。

地上での情報の収集方法としては、「人による収集」と「センサーによる収集」がある。「人による収集」は、人間の判断により最適な場所で柔軟に情報の収集に対応できるが、収集に手間、コストがかかる。「センサーによる収集」ではコストはあまりかからずに過酷な条件下でも定量的な情報を迅速に

収集することができる反面、設置される場所が固定されているため柔軟な対応ができない、被災によって機器が破壊された場合には機能しない等の欠点も有している。

一方で「人による収集」については、①情報収集手段・方法にバラツキがある、②情報の迅速性、正確性がない、③電話連絡はミスが出やすい等の問題点が指摘されている。

そこで、現場の巡視員等が必要最小限の情報項目を見落とすことなく収集・収録し、迅速かつ正確に伝達して、これらの情報を蓄積することにより必要に応じて適確かつ迅速に検索・表示できる収集システムの開発・整備が求められた。

災害情報地上検知システムの開発は、まさにこうした課題に応えることを目的としたものである。

3. システムの概要と機能

(1) システムの概要

以上の調査結果に基づいた災害情報地上検知システムの概念の基本的考え方は以下のように整理することができる。

- ①地上での情報の収集方法として、センサーによる収集と人による収集があり、両者の活用を図る。
- ②現場で収集された情報は伝送路を介して事務所・出張所に集約する。
- ③人による収集方法の効率化と事務所・出張所での情報の保管・検索方法の迅速化を図る。

表-1 情報の収集、伝達、保管、検索の課題

情報収集面での課題	・被災状況の情報精度が不十分である。 ・情報収集手段、方法にバラツキがある。 ・被災地からの第一報と第二報で食い違うときがある。
情報伝達面での課題	・電話連絡はミスが出やすく、混乱を招くことがある。 ・情報伝達方法が確立していないため、迅速性、正確性に欠ける。
情報の保管・検索面での課題	・過去の災害事例や、危険箇所の整理が不十分のため、災害発生時に使用することが困難である。 ・地図、写真、報告書等を書類として保管しているため、スペースをとる。また分散して保管しているため、検索を行う際に時間がかかる。

災害情報地上検知システムの概要は、図-1に示すように災害現場の状況を文字・数値情報として収集する電子野帳、画像情報として収集する電子スチルカメラ、収集した情報を電気信号として伝達する伝送装置及び事務所・出張所の処理装置から構成されている。伝送路としては、移動多重無線、NTT回線及び平成4年度以降、順次各地建への導入が計画されている建設省移動通信システム（K-COSMOS）を活用することとしている。これは、移動局（パトロールカー）と中継局あるいは事務所間の

無線回線の選定にマルチアクセス（MCA）方式を採用し、建設省専用マイクロ回線（多重無線通信回線網）と統合的に運用することにより、事務所と移動局間及び移動局相互間を自動的にダイヤル接続するシステムである。

また、事務所・出張所の処理装置は情報を蓄積し、検索、表示、印刷するための機器から構成されている。処理装置では、複数の災害現場からの情報を同時に受信したり、文字・数値情報と画像（写真）情報を同時に検索・表示する。

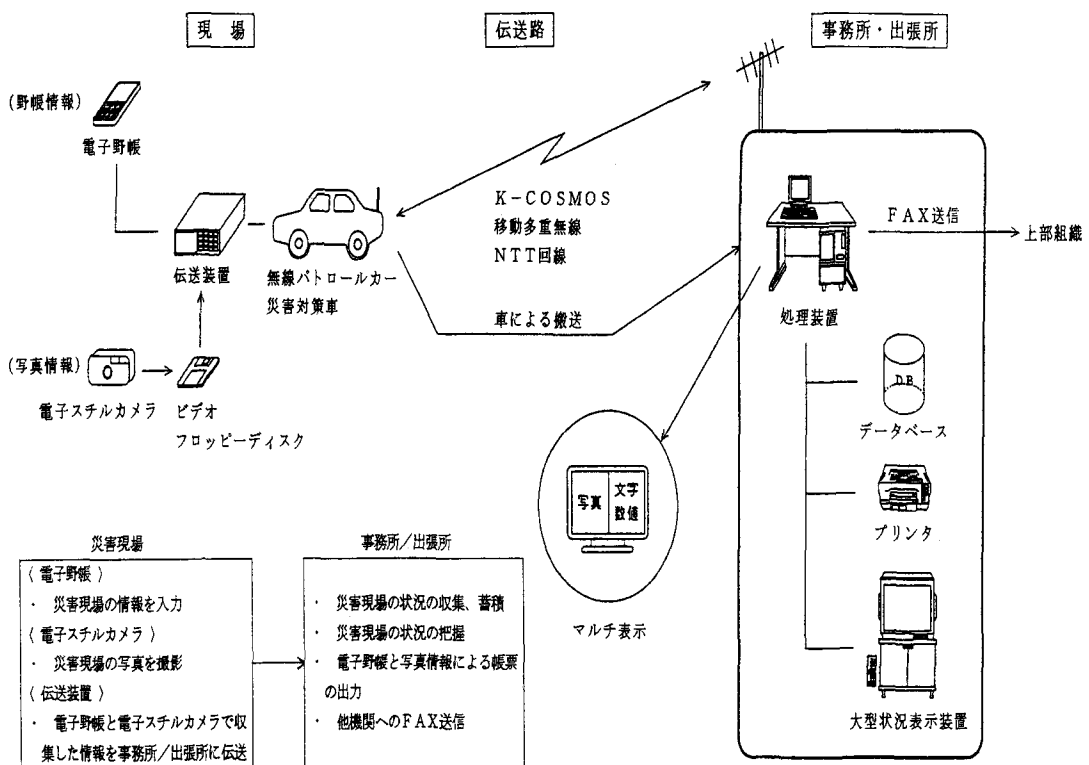


図-1 災害情報地上検知システムの概要図

（2）電子野帳、伝送装置の機能

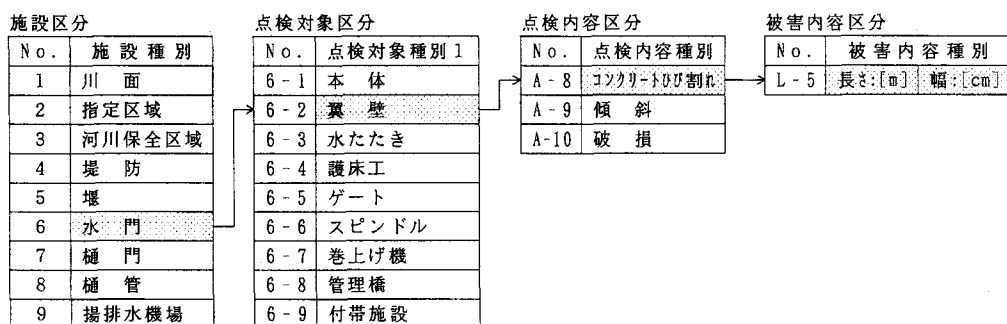
野帳は、外業において得られた結果を現場で記入するための、一定の様式を備えたノートである。この意味からすれば、電子野帳は、まさに野帳を電子化したものであり、現地における種々の条件の下で実用に耐えうるものでなければならない。このためには、①コンパクトであること、②操作が簡単であること、③屋外、車内で使用できること、④夜間の

使用が可能であること、などの機能が必要とされる。

開発した電子野帳では、タッチパネルとキーボードを利用して情報を入力することとした。タッチパネル部の入力項目は、施設区分、点検対象区分、点検内容、被害内容等の区分から構成され、画面に表示されるガイダンスに従って選択入力できる。キーボード部は、距離標、長さ等の数値情報を入力するためのものであり、入力された情報は電子野帳のメ

こと、④車中で安定した性能を発揮することなどの機能が要求とされる。

電子野帳及び伝送装置の外観を写真－１，２に示す。なお、画像情報を収集するための電子スチルカメラについては、統一規格に基づき生産されている市販の電子スチルカメラを使用することとした。



```

graph LR
    subgraph 施設区分 [施設区分]
        direction TB
        S1[1 路面]
        S2[2 法面・斜面]
        S3[3 排水施設]
        S4[4 構築物]
        S5[5 安全施設]
        S6[6 その他]
    end

    subgraph 点検対象区分 [点検対象区分]
        direction TB
        T1[1-1 車道]
        T2[1-2 側道・副道]
        T3[1-3 歩道]
        T4[1-4 路側・路肩]
        T5[1-5 中央帯]
        T6[1-6 非常駐車帯]
    end

    subgraph 点検内容区分 [点検内容区分]
        direction TB
        C1[C-1 路肩]
        C2[C-2 路側]
        C3[C-3 路肩・路側の状況]
    end

    subgraph 被害内容区分 [被害内容区分]
        direction TB
        H1[H-1 ポットホール]
        H2[H-2 陥没]
        H3[H-3 亀裂]
        H4[H-4 フラック]
        H5[H-5 局部ひび割れ]
        H20[H-20 剥がれ]
    end

    S1 --> T4
    S2 --> T2
    S3 --> T3
    S4 --> T4
    S5 --> T5
    S6 --> T6

    T4 --> C3
    T5 --> C2
    T6 --> C2

    C3 --> H2
    C2 --> H5
    C2 --> H20
  
```

The flowchart illustrates the relationship between facility types, inspection targets, inspection items, and damage types. It consists of four main sections: 施設区分 (Facility Type), 点検対象区分 (Inspection Target Type), 点検内容区分 (Inspection Content Type), and 被害内容区分 (Damage Content Type). Arrows indicate the flow from facility types to inspection targets, then to inspection items, and finally to damage types.

図-3 道路系入力項目（路面の例）



写真-2 伝送装置

(3) 伝送路

現場から事務所または出張所への伝送路としては、K-COSMOS、建設省400MHz帯移動多重無線、NTT自動車電話などが考えられるが、災害時、平常時の運用面からみた適用性は以下のようにまとめられる。

a) 災害時

災害時においては、現場から直接、事務所または出張所に伝送することが必要となる。

伝送路としては、伝送路の確保、利用時の容易性からみて、パトロールカーの車内から伝送できるK-COSMOSが最も優れているが、現在整備途上にある。この代替案としてNTTやNCCの自動車電話の活用が考えられるが、災害時の伝送路の確保に難点がある。また、マイクロ回線の場合、現場の情報を収集して、マイクロ回線が設置されている最寄りの出張所まで情報を持ち帰り、伝送する必要がある。

したがって、K-COSMOSが整備されていない段階における、現場の状況を現地から伝送する手段としては、災害対策車を利用した移動多重無線が優れている。

b) 平常時

平常時においては、現場の情報を収集して、持ち帰り、処理する業務が中心になるが、緊急時などでは、現場から直接、事務所または出張所に伝送することが有効である。

平常時における情報の伝送についても、災害時で述べたとおり、現場から事務所または出張所への伝送は、K-COSMOSの利用が最も優れている。また、災害時での伝送路の確保に難点のあったNTTやNCCの自動車電話も、平常時には有効である。一方、災害対策車を利用した移動多重無線については、その利用目的、台数を考慮すると、平常時での運用には適さない。

また、緊急に伝送する必要がない巡視情報を出張所に持ち帰り、出張所から事務所に伝送する際には、マイクロ回線の利用が優れている。

(4) 処理装置の機能

電子野帳や電子スチルカメラで収集し伝送された情報は、事務所、出張所の処理装置に蓄積される。蓄積されたこれらの情報は巡視業務の日報、週報、

月報やその他報告書の作成に役立つとともに、また災害時には収集・伝送された情報を状況情報として状況判断に利用することができる。また、収集した情報を履歴情報として平常時に活用することによって、防災点検業務等に役立てることも効果的である。

これらを実現するために、処理装置に求められる機能としては、①電子野帳・電子スチルカメラの文字数値・画像情報を自動受信し、蓄積する機能、②複数箇所からの伝送情報を同時に受信し、円滑に処理する機能、③文字・数値情報と画像情報を同時に検索・表示する機能、④プリンタによる帳票出力機能等があげられる。これらの機能のうち特に②のリアルタイム通信機能と③の応答速度の速いマルチメディアデータベース機能を同時にあわせてもつ処理装置が必要とされる。写真-3に処理装置の外観を示す。

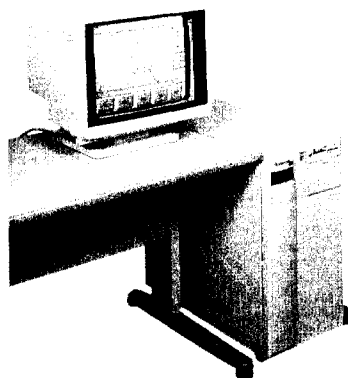


写真-3 処理装置

4. 災害情報地上検知システムの業務上の活用

(1) 業務処理

災害情報地上検知システムは、導入する事務所の業務や、対象とする災害の種類（地震災害、水害、土砂災害等）、利用目的等に応じて、電子野帳の入力項目、帳票出力形式等を決定することにより、平常時・災害時を問わず活用することができる。

平常時の活用方策としては、例えば河川系では、平常時の巡視業務と降雨時の巡視業務、道路系では、通常巡回、夜間巡回などの業務が考えられる。これらに対応するための処理装置の業務処理機能として

は、①巡視計画書管理機能、②巡視結果管理機能、③現場情報管理機能、④日誌管理機能があげられる。巡視計画書管理機能は、1日ごとにどの班がどこを巡視するのかを計画し、電子野帳に必要な情報を記憶させたり、計画書として出力する機能である。平常時の巡視結果は巡視結果管理機能によって管理されるが、異常時における現場からの情報については、管内図上の被害発生箇所表示、情報自動受信、現場情報表示及び情報印刷等の機能を持つ現場情報管理機能によって管理される。日誌管理機能は日報、週報等の作成を管理するものである。

(2) 情報の蓄積

収集した情報は、災害時には状況情報等として、また、平常時には巡視業務の報告書作成等の巡視情報データベースに活用できるが、これらの情報を、時系列、地点名等に整理蓄積しておくことにより、履歴情報として、災害応急復旧計画の立案のための情報提供や災害拡大予測検討のための情報提供等の目的に活用することも考えられる。

これらの情報を必要に応じて迅速に検索し、利用するためには、データベースによる情報の一元管理が必要であり、検索機能としては、特に時系列検索、

地点検索(地点名、距離標)、施設名検索、被害内容別検索等が有効である。

(3) 処理事例

図-4に道路系工事事務所での利用を想定した場合の管内図表示例を示す。管内図中に矢印が表示されているのは、現地からの情報が発信された箇所を表示するものである。電子野帳で収集した情報を受信した場合には、画面右上の「データ受信」の部分表示の色が変わり、電子スチルカメラによる現場写真を受信した場合には「画像受信」の部分の色が変わるようになる。その時、画面上の矢印を指で触れると(タッチスクリーン方式)図-5のような画面左側表の電子野帳の文字・数値情報と右側の電子スチルカメラの写真(画像)情報が表示される。次に、画面下段に表示されているプリンタ、FAXの欄をタッチすると表示された情報のカラープリント出力や関連部署へのFAX伝送が行われる。また「ヘリコプタ」の欄をタッチするとヘリコプタからの動画やVTRの画像情報を画面内のウィンドウに同時に表示することも可能になっている。図-6、7に河川系工事事

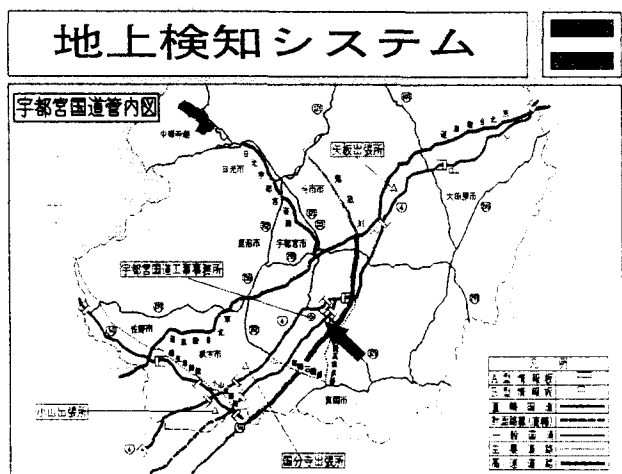


図-4 道路系の管内図表示例

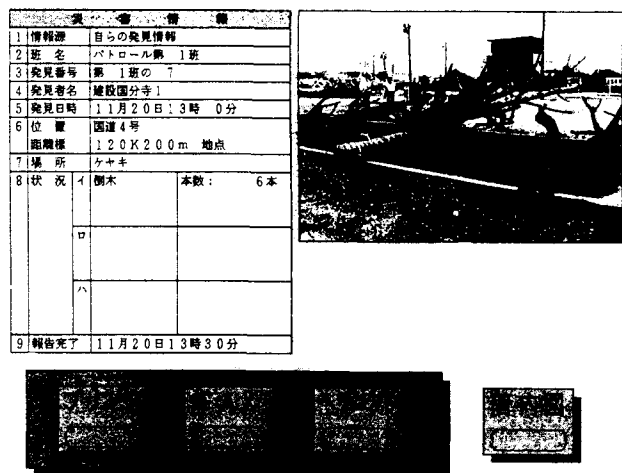


図-5 道路系の出力例

務所における利用を想定した場合の出力例を示す。

5. 災害復旧情報支援システムの中での位置づけ

以上、災害情報地上検知システムを単独で利用する場合の機能等について紹介してきたが、これを更に情報の加工・処理システムと組み合わせることにより、災害復旧のための意志決定支援に役立てることができる。すなわち災害情報地上検知システムは、既存の雨量テレメーター、強震計、ITVカメラ等のセンサ、関連システムの情報と補完をしながら、図-8に示すような災害復旧情報支援システムの機能の一部を分担するものである。

災害復旧情報支援システムで取り扱う情報には基本情報、状況情報、加工情報があり、それぞれ基本情報データベース、状況情報データベース、加工情報データベースの形で蓄積される。

まず、各種センサ、電子スチルカメラ、電子野帳等によって収集された状況情報や、平常時からデータベースとして整備される地図情報、地形情報、構造物情報等の基本情報は、一次情報として状況情報データベースや基本情報データベースに記憶される。次に、地表変状情報の処理システム、震災復旧計画作成支援システム、水害復旧計画作成支援システム及び土砂災害復旧計画作成支援システムといった各災害についての判断支援のためのサブシステムにより、一次情報の処理・加工が行われ、その結果は二次情報として加工情報データベースに書き込まれる。加工情報は、判断支援の必要に応じ適宜加工情報データベースから読み込まれ、判断支援に最適な形式で意志決定者に提供されるものである。

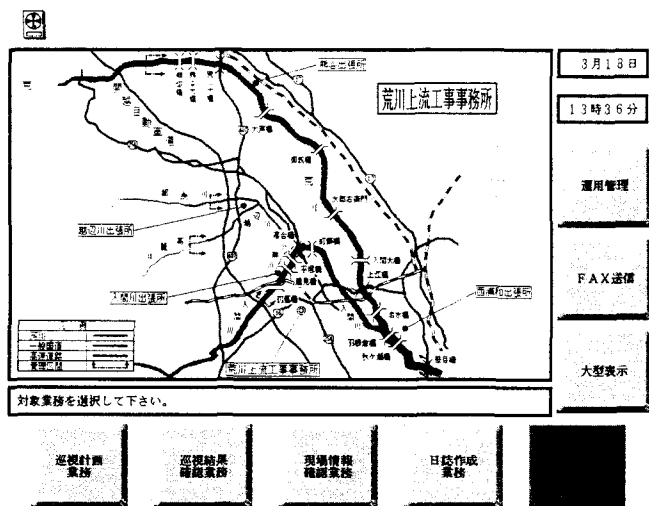


図-6 河川系管内図表示例

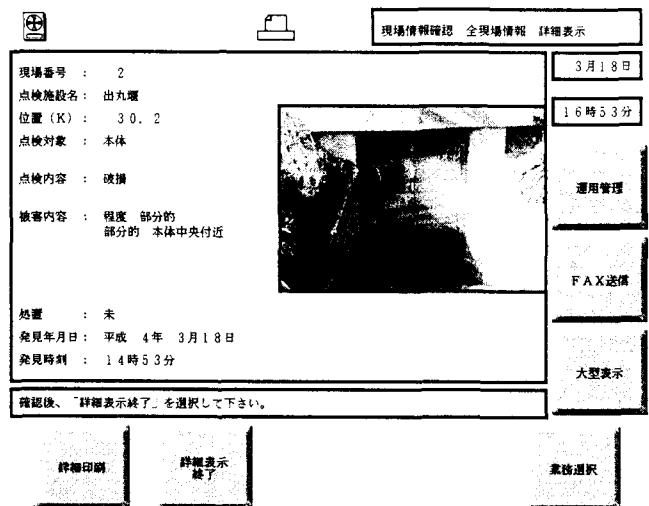


図-7 河川系の出力例

6. システムの評価

(1) 電子野帳、伝送装置の性能・機能評価

電子野帳、伝送装置について、機器設計仕様を満たしているかどうかという観点から、機器単体についての性能評価を行った。

電子野帳の評価試験としては、反復動作による寿命試験、押下力の測定、テストプログラムによるランニング試験、テスト用電池による消費電流の測定等を行った。また、伝送装置の評価としては、周波

・出張所に戻って状況を報告する必要があり、本システム導入により時間が大幅に短縮され、効果が高いと考えられた。また、平常時における巡視計画書作成機能、日誌作成機能、過去の情報の検索機能等による巡視業務の効率化による業務改善効果もあることがわかった。一方、道路系工事事務所の業務においては、災害時及び平常時の緊急な現場情報の収集と連絡業務に効果が高いことがわかった。

7. システムの整備方策

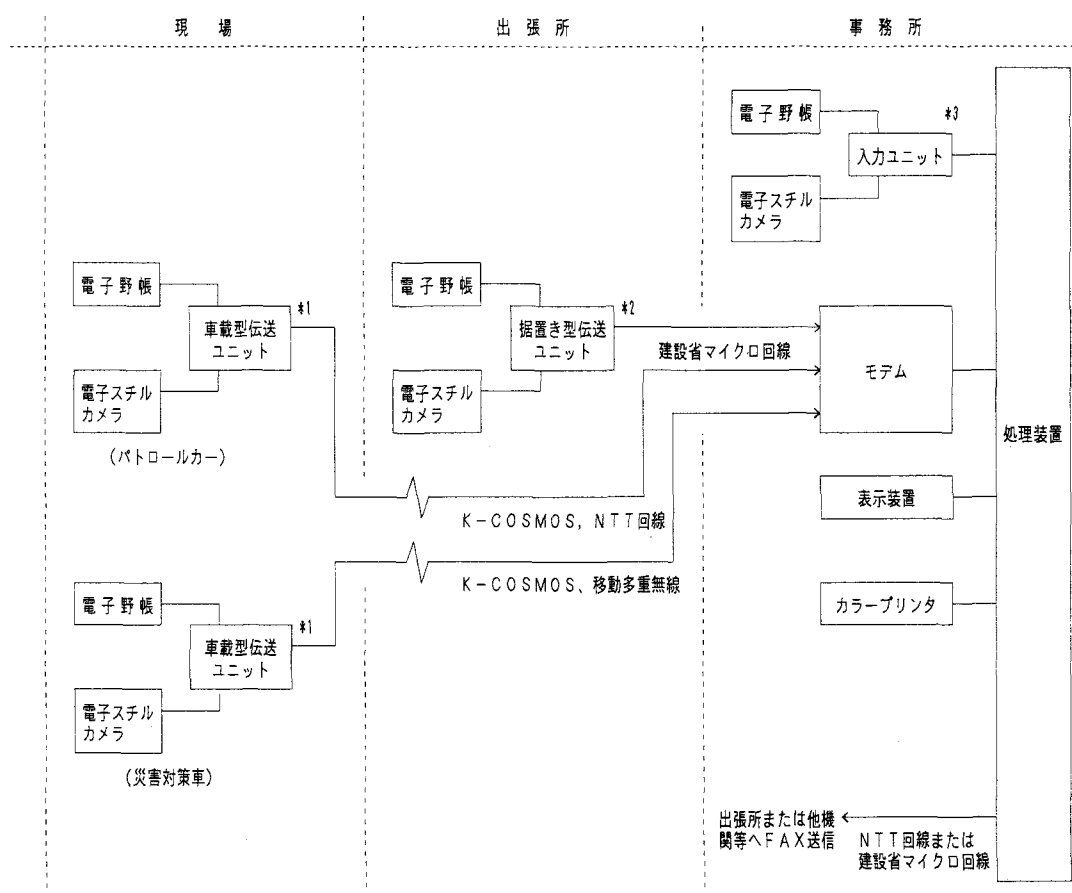
(1) 段階的整備方策の考え方

システムを導入する場合、新しい技術の開発とその熟度や、他のシステムの開発などを待たなければ

ならないことがある。特に大規模なシステムを整備するにあたっては、すべてを一時期に整備するのではなく、段階的に整備していくことが得策である。したがって、段階的な整備を計画する際には、システム導入による効果を考慮して、整備の第一段階においては、最小の構成で効果が上げられる機能とし、その後、優先度の高い機能から順次追加していくことが必要である。

災害情報地上検知システムの整備の方向性としては、①災害復旧情報支援システムの収集系としての整備、②災害情報地上検知システム単独としての整備がある。

①の整備の考え方としては、災害復旧情報支援シ



(※1) 伝送装置本体、モデム、フロッピーディスクプレイヤー等を車載用のラックに組み込んだ装置

(※2) 伝送装置本体、フロッピーディスクプレイヤー等を据置用のラックに組み込んだ装置

(※3) 帰所してから情報を入力するための機器であり、据置き型伝送ユニットからモデムを抜いた装置

図-9 第一段階のシステム構成

システム（地表変状情報の処理システム、震災復旧計画作成支援システム、水害復旧計画作成支援システム、土砂災害復旧計画作成支援システムによって処理加工し、復旧計画の円滑な作成を支援するためのシステム）の段階的な整備に合わせ、各段階において要求される収集機能としての整備が必要となる。一方、②の整備については、①が未整備の状況にある場合で以下に示す項目を前提条件とするシステムの整備が基本的考え方となる。

①災害復旧情報支援システムのサブシステムは扱わない。

②災害時は、被害状況の把握のみを行うものとする。

③平常時は、巡視業務を処理の対象とする。

（２）工事事務所における段階的整備

先にも述べたように、河川系工事事務所におけるシステム導入は、災害時及び平常時の現場情報の収集と連絡業務及び平常時における巡視業務の改善に大きな効果を発揮する。また、道路系工事事務所の業務においては、災害時及び平常時の緊急な現場情報の収集と連絡業務の改善効果が大きい。したがって、具体的な段階的整備の第一段階としては、以下の機能を実現し、その後、必要に応じて機能の拡張、高度化を図って行くことが望ましいと考えられた。

図－９に第一段階のシステム構成を示す。

①電子野帳、電子スチルカメラを使って現場の情報を収集し、現場または出張所から工事事務所に伝送する。

②事務所では、送られた情報を受信しＣＲＴ画面上でのマルチ表示、カラー印刷を行うとともに、ＦＡＸ伝送等を行う。

８．まとめ

総プロの成果として開発した災害情報地上検知システムは、災害時及び平常時の情報収集に有効に活用できるシステムであると考えている。

ただし、実際に現場に実用システムとして導入するに際しては、個別の現場ニーズをふまえ、入力項目の詳細検討、及び業務処理プログラムの作成等が必要である。本システムが、近い将来現場業務のシステム化に大いに貢献することを期待したい。

最後に、本システムの開発にあたり多大なご教示

及びご協力をいただいた、「災害情報システムの開発委員会」の委員の方々、及び建設省関東地方建設局河川管理課、同道路管理課、同電気通信課をはじめ関係各位の方々並びに、平成２年～３年度に具体的な機器開発及び機能の性能評価を共同研究として実施した相手方である（社）建設電気技術協会に対し、厚く感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 佐々木康，常田賢一，松本秀應，宮川朝一，野口正：震災復旧のための情報支援システムの開発，土木技術資料，Vol. 33，No. 1，pp. 50～55，1991. 1
- 2) 浦野隆，野口正：データベースの高度利用システム，土木学会第16回土木情報システムシンポジウム講演集（査読論文），pp. 197～204，1991. 10
- 3) 寺川陽，野口正：災害情報地上検知システムの開発，建設電気技術，No. 97，pp. 12～22，1992. 3