

道路施設における強震観測調査

Observation of Strong Earthquake Motion at Road Facilities

(研究期間 平成 16～18 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長
Head
研究官
Researcher
研究官
Researcher

日下部 毅明
Takaaki KUSAKABE
高山 丈司
Takeshi TAKAYAMA
松本 俊輔
Shunsuke MATSUMOTO

NILIM has been conducting strong earthquake motion observation program. About 80 road facilities are observed under strong earthquake motion observation program. This study improves strong earthquake motion observation at road facilities, and provides useful observation information for after earthquake crisis management.

[研究目的及び経緯]

国総研では昭和 40 年代から橋梁等の道路施設に強震計を設置し、地震発生時の構造物の挙動や周辺地盤の揺れを観測する「強震観測」を実施している。これまで、数多くの貴重な強震記録を取得してきており、これら強震記録は道路橋示方書をはじめとした各種設計基準に反映されるなど、道路構造物の耐震設計技術の向上や地震防災技術の向上に大きく寄与している。

本課題は北海道、沖縄を除く全国約 80 箇所の橋梁、道路法面・盛土、共同溝などの道路施設に設けられた強震観測施設(図-1)において強震観測を行うもので、これら観測施設の維持管理・運用、収集された強震記録の整理・解析と蓄積、強震記録の施設管理面での活用を目的とした情報提供システムの整備を行うものである。

[研究内容]

1. 強震観測施設の維持管理・運用

強震観測施設の観測所名を表-1、施設の外観を写真-1 に示す。これら強震観測施設が地震時に確実に作動し、観測した記録を収録処理し伝送できるなど、良好な観測環境を維持するため、強震観測施設の動作確認、機器調整などのメンテナンス作業を実施した。また、オンラインによる記録回収が不可能な観測施設については機器に収録されている観測記録の回収を行った。

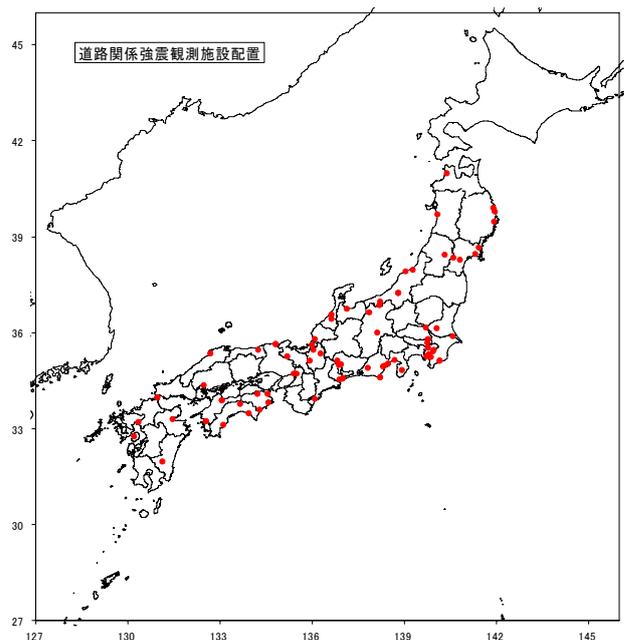


図-1 道路施設の強震観測施設配置図

2. 観測記録の整理・解析、蓄積

観測された強震観測記録は、数値化などの一次処理を行った後、強震記録データベースへの登録などを行った。

表-1 道路施設の強震観測

地方整備局	事務所	観測所名	地方整備局	事務所	観測所名	
東北	三陸国道事務所	思惟大橋	中部	静岡国道事務所	田子の浦高架橋	
		真崎大橋			宇津ノ谷峠	
		山田高架橋			駿河大橋	
	秋田河川国道事務所	雄物大橋		東海幹線道路調査事務所	神島	
		槻木高架橋			答志島	
	仙台河川国道事務所	仙台西国道			伊良湖岬	
		作並		紀勢国道事務所	熊野佐田坂	
志津川		兵庫国道事務所事務所	尼崎高架橋			
関東	大宮国道事務所	草加高架橋	近畿	大阪国道事務所	安治川大橋	
	千葉国道事務所	袖ヶ浦地中管		滋賀国道事務所	天野川高架橋	
	長野国道事務所	茅野		福井河川国道事務所	上野高架橋	
	東京湾岸道路調査事務所	富津			道の駅河野	
		観音崎			三俣大橋	
		川崎		福知山河川国道事務所	鳥取紙子谷	
		上総湊		鳥取国道事務所	鳥取紙子谷	
北陸	新潟国道事務所	角鹿高架橋	中国	広島国道事務所	広島南共同溝	
	高田河川国道事務所	信越大橋		四国	徳島河川国道事務所	鉦打トンネル
	富山河川国道事務所	妙高大橋	徳島河川国道事務所		徳島穴喰	
		富山河川国道事務所	小白石高架橋		土佐国道事務所	安芸
	金沢河川国道事務所	白山	九州		北九州国道事務所	高知佐賀町
		金沢河川国道事務所				板木野
		金沢国道維持出張所		関門橋		
金沢国道維持出張所		関門橋				



写真-1 強震観測施設の例 (三重県熊野市)

3. 強震記録利活用の高度化を目的とした情報提供システムの構築

(1) 背景と目的

強震記録はおもに加速度記録であり、各種の解析を経て耐震設計技術や地震防災技術向上のための調査研究に利用されているが、これまで、観測された強震記録は年1回実施される保守点検時に回収される程度であった。近年、通信インフラの整備が進み、オンラインによるデータ伝送等を行うことが容易となったことから、地震発生後、直ちに強震記録を回収するための観測所のオンライン化を行った。

地震発生直後に収集した強震記録を処理・編集して速やかに施設管理者へ提供することで、所管施設管理面での支援に活用するなど、強震記録利活用の高度化を目的とした情報提供システムの構築を行った。出力例を図-2に示す。

(2) 具体的な整備イメージ

被害が懸念される規模の地震が発生した直後に、道路施設において観測された強震記録がリアルタイムで

国総研に伝送される。国総研で必要な処理、解析等を行い、事務所等の施設管理者へ、施設の挙動や地震特性に関する情報提供を行うことにより、所管施設点検など震後対応での利活用を図る。

また、収集された強震記録や既往の強震記録についてデータベース化、アーカイブ化を行って、データ等を随時提供できる環境を整え、耐震設計や地震防災技術向上への一層の利活用を図る。

(3) 平成17年度の実施内容及び成果

平成17年度は、強震記録のオンラインによる収集から地震とのマッチング、データ蓄積から情報提供までの一連の流れを自動化するためのシステム構築に係わる設計を行った。

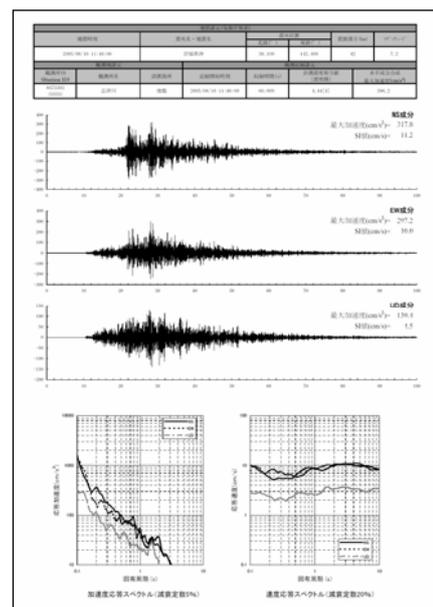


図-2 情報提供システムによる出力の例

大規模地震災害時における即時震害予測システムの活用 に関する調査

A study to apply "Seismic Assessment Tool for Urgent Response
and Notification" at an serious earthquake

(研究期間 平成17年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長 日下部 毅明
Head Takaaki KUSAKABE
研究官 長屋 和宏
Researcher Kazuhiro NAGAYA

A real-time earthquake damage estimation system upgrade for disaster management of concerned facilities in the Kanto Regional Development Bureau. The system is expected to support the decision making just after earthquakes and to outline scenarios of practical disaster drill. In this study, the new method to judge damage level and new manner to apply this system at a disaster is proposed.

[研究目的及び経緯]

地震発生直後の情報の少ない段階において災害対応を的確かつ効率的に行うためには、緊急に災害規模を把握するとともに点検すべき施設を絞り込み、現地へ職員を派遣し、迅速に被害状況を把握する必要がある。また平時には、震後の危機管理体制の構築および適切な防災訓練の実施など防災機能の向上など、地震に対するソフト対策構築のために、想定地震に対するインフラ網の被害想定を行うことが必要である。

本業務は、関東地方整備局における地震発生直後の道路施設の被災状況把握を目的として、国土技術政策総合研究所地震防災研究室がこれまで開発を進めてきた即時震害予測システムを改良したものである。

本システムの整備により、近い将来発生するとされている首都直下型地震などの大規模地震発生直後の情報が極めて少ない初動段階において、道路施設管理を的確かつ効率的に行うためのスムーズな意思決定が可能となる。また、平時には、想定地震に対する被害想定を行うことで、震後の危機管理体制の構築および適切な防災訓練の実施など防災機能の向上にも資する。

[研究内容]

本システムは、地震発生時に所管地震計の観測情報を活用し、橋梁などの道路施設被害や地盤の液状化の可能性およびその程度を予測するシステムとして、平成12年に関東地方整備局に試験導入されたものであ

る。本業務では、ネットワーク化などIT環境の変化および橋梁耐震補強の実施など試験導入後の状況変化を鑑みると共に地震時の防災業務を踏まえた本システムの本格的な活用に向けた、システムの改造および被害予測データベースの再構築を実施した。

本システム構築にあたっての整備項目および整備内容は以下の通りである。

1.基本システムの改造

震害予測を実施する基本システムは、図-1に示すようにネットワークを通じWEBブラウザを用いて情報の閲覧が行えるものとして試験運用システムを改造した。なお、改造にあたっては、現在、関東地方整備局でテスト運用中の「道路現況情報管理システム」をベースに、基本地図および操作性などが同一となるものとした。これは、災害対応時に関係職員が管理施設の情報に関する複数のシステムを違和感なく操作することが出来ることを念頭に置いたためである。

2.地震危険度判定閾値の算出

(1)道路橋の危険度判定閾値の算出

試験運用システムでは、構築時に橋梁に関する情報が網羅的にデータ化されていなかったことから、被害予測を実施出来ない橋梁が多くあった。このため、関東地方整備局で管理する橋梁を網羅的に判定出来るようにするため、橋梁の被害予測閾値に関するデータベースの再構築を行った。

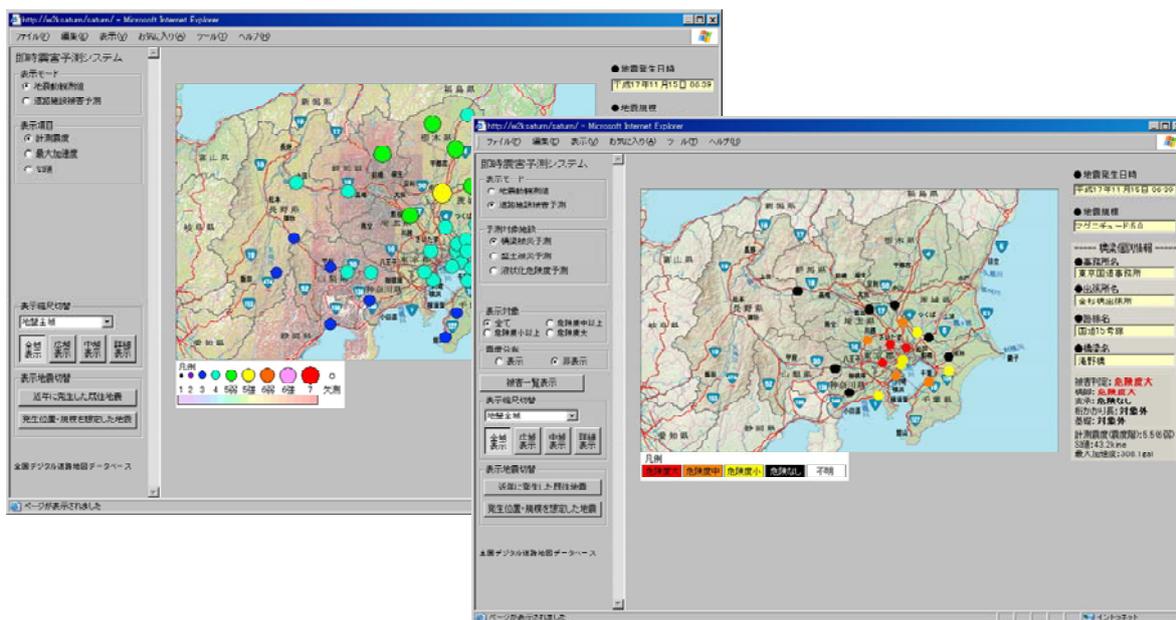


図-1 即時震害予測システム画面
(上:地震動分布表示、下:橋梁被害予測表示)

被害予測閾値の算出にあたっては、平成8年度道路防災総点検の結果およびMACHIデータベースにとりまとめられている橋梁の情報を用いると共に近年の耐震補強などの状況を反映させた。

また、被害予測閾値の算出は、近年発生した地震による被災形態および新しい設計基準に対応した被災判定フローに基づき、橋脚、支承、落橋防止構造、基礎の部材毎の被害危険度と地震動の関係を取りまとめ、データベース化した。

(2) 道路盛土の危険度判定閾値の算出

道路盛土の被害被害予測は、試験運用システムでは実施していなかったが、新潟県中越地震で土構造物などの被害によって多くの通行障害が発生し、道路盛土などがネットワークの隘路となりうるということが再認識されたことを踏まえ、本改造により道路盛土の被害予測を実施するものとした。

道路盛土の被害予測は、数値解析結果より作成された、道路防災総点検の評価点数および水平最大加速度の関数からなる沈下量評価式を用い、橋梁同様に盛土毎の被害危険度と地震動の関係を取りまとめ、データベース化した。

3.システムの整備方針、適用形態の提案

(1) 運用形態に関する検討

本システムが大規模地震発生時の地方整備局において、初動体制構築に効率的な情報提供ツールとして活用されるための検討を行った。

(2) 操作マニュアルの整備

防災関係職員への周知を図る際に使用する、即時震害予測システムの操作マニュアルの整備を実施した。

4.想定地震に対する被害想定機能の改修

地域ごとに想定される地震の被災状況を把握する機能として、近年観測された地震記録に基づく距離減衰式導入する共に、本想定地震分布から被害推定の実行機能の整備を行った。

[研究成果]

開発したシステムは、関東地方整備局および国土技術政策総合研究所のイントラネットに配備し、平成18年度より運用を開始する予定となっている。

[成果の活用]

本システムの整備により、大規模地震発生時に施設管理を的確かつ効率的に行うことが可能になり、初動の意思決定を地整レベルで実施することが可能になる。一方、平時においても想定地震に対する被害想定が容易に行うことができ、危機管理体制の構築および適切な防災訓練を実施することが可能となる。また、災害状況を把握する既存および開発中のシステムと連携し、効率的な災害対応の構築を図る。

さらに、本研究・開発の最終成果として、即時震害予測システムの構築、運用に関するマニュアルを作成するとともに、本システムの各地整への展開を図る。

CCTVを利用した被災状況確認迅速化に関する検討業務

Development of a system for early confirmation of earthquake damage by CCTV

(研究期間 平成17年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室	室長	日下部 毅明
Research Center for Disaster Risk Management	Head	Takaaki KUSAKABE
Earthquake Disaster Prevention Division	主任研究官	真田 晃宏
	Senior Researcher	Akihiro SANADA
	研究官	長屋 和宏
	Researcher	Kazuhiro NAGAYA

It is general for staffs in work offices to detect damages after a disaster. In the case of a serious disaster, staffs should check many CCTV. Present problem is that there is no method to prioritize the order to check cameras. In this study, a system that combines CCTV and Seismographs Network is developed to check cameras in suitable order.

[研究目的及び経緯]

大規模地震の発生直後には、道路の概略的な被害状況の把握に多くの時間を要する。このため情報の空白期が存在し、効率的な初動体制の確立が困難であるとともに、道路ユーザー、防災関係機関からの通行可否に関する膨大な問い合わせに十分な対応ができていない。また、所管施設の点検が状況に応じて臨機応変に対応するしくみとなっておらず、最も深刻な被害の発見が後回しとなるケースがある。このような現状に対し、既に施設管理等の実務で利用されているCCTVカメラ等のツールを活用することで、大規模地震の発生直後における道路施設の被災状況の把握を支援し、道路施設管理を的確かつ効率的に行うためのスムーズな意思決定に資する検討を過年度に実施してきた。

本業務では、過年度の検討結果を踏まえ、大規模地震時にCCTVカメラより道路施設の被災状況および通行状況を把握するため、地震発生時に所管地震計の観測情報を活用し、優先的に確認すべきCCTVカメラの抽出および映像配信を自動的に行うシステムの構築を東北地方整備局において行った。

[研究内容]

1. 情報空白期に得られた情報の利用に関する整理

地震災害発生直後から緊急点検結果が得られるまでの情報空白期において、事務所などで得られるCCTVカメラより把握した被害状況に関する情報が道路管理者の災害対応にどの様に活用可能かの利用方策の整理

を平成16年10月の新潟県中越地震を経験した北陸地方整備局、陸上自衛隊新発田駐屯地、新潟県庁の各職員を対象としたヒアリングにより行った。また、ヒアリングにあたっては、システムの今後の拡張に資する検討として、CCTVによる情報に加え、地震発生直後に震度分布より得られる被害予測情報、構造物に設置したセンサ等による被害推定情報の利用方策についても整理する共に、それぞれの情報を組みあわせることによる活用性についても整理を行った。

2. CCTVカメラを活用した状況把握システムの構築

ヒアリング調査により整理を行ったCCTVによる災害情報の利用イメージを踏まえ、大規模地震時にCCTVカメラより道路施設の被災状況および通行状況を把握するためのシステムを構築した。

システムの構築にあたっては、省内地震計ネットワークシステム、映像情報共有化システムおよび過年度東北地方整備局に整備した即時震害予測システムとの連携を図り、地震計より得られる観測情報などから、優先的に確認すべきCCTVカメラとして激震地域に設置されているものや近傍に大規模な施設被災が予測される箇所に設置されているCCTVカメラを自動的に抽出するとともに映像配信を行うものとした。

なお、本システムを導入した、東北地方整備局管内では、通行規制などに関する情報を一元的に管理する「道路情報共有システム」が整備されており、平時より運用がなされている。このため、システムのベースと

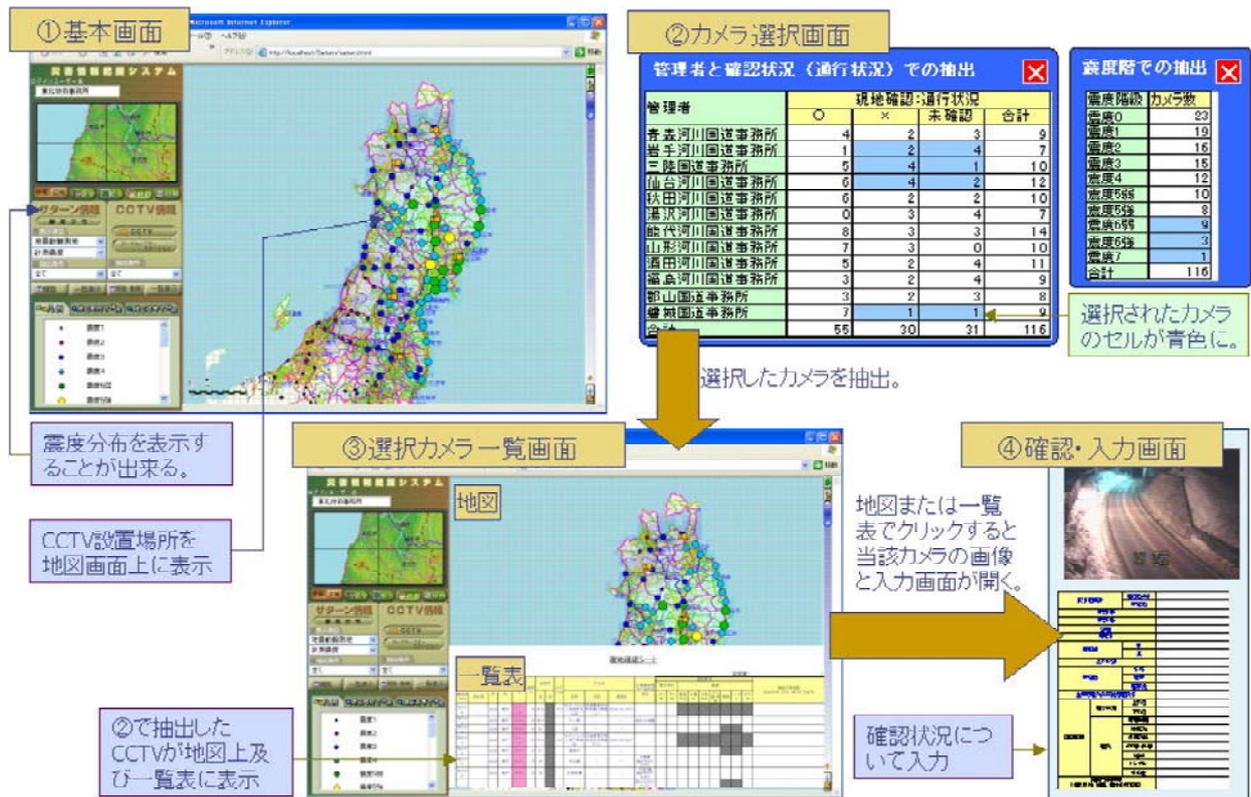


図-1 CCTVカメラ道路状況把握システムの概要

する地図およびインターフェースなどは、道路情報共有システムに準拠するものとした。

[研究成果]

CCTVなどより得られる情報の活用性の検討では、震後の緊急道路点検におけるルート相互補完など、柔軟な点検体制の構築や二次災害防止のための早期規制の実施などに効果があることが確認された。また、自治体、自衛隊などに於いても職員参集や先遣部隊の移動ルート検討において高い活用性があることが判った。

この検討結果を踏まえ、構築したシステムの概要を図-1に示す。また、システムの各機能は下記の通りである。

(1)地震観測情報表示機能

地震計ネットワークより観測情報を取得し、地図上に観測記録の表示を行う。また、即時震害予測システムより地震動の面的分布を取得し併せて表示する。

(2)管理施設の被害予測結果表示機能

即時震害予測システムより地震による施設被害予測結果を取得し、地図上に表示する。

(3)CCTVカメラ設置位置表示機能

映像情報共有化システムよりCCTVカメラに関する情報を取得し、地図上に表示する。

(4)地震動分布に基づくCCTVカメラ抽出機能

地震時に状況把握を行うCCTVカメラを地震動の面的分布とカメラの設置位置より優先順位付けし、激震地域に設置されてカメラを自動的に抽出するとともに映像配信を行う。

(5)状況確認情報の登録機能

CCTVカメラにより確認を行った道路状況を登録すると共に一覧形式で表示、ファイル出力を行う。

開発にあたっては、東北地方整備局防災関係職員による試験運用を実施し、本運用時に想定される課題、必要とされる機能などの検討を行い、システム構築に反映させた。また、試験運用の結果を踏まえ、運用ルール(案)を取りまとめた。

[成果の活用]

開発したシステムは、東北地方整備局のイントラネットに配備し、平成18年度より本運用を開始する予定である。

本システムの整備により、大規模地震発生時に道路施設の管理を的確かつ効率手金実施することが可能になるとともに、平時における施設管理が効率化される。

さらに、本研究・開発の最終成果として、本システムの構築、運用に関するマニュアルを作成するとともに、本システムの各地整への展開を図る。

災害緊急支援システムの改良に関する検討

Development of Disaster Information System in Chubu Regional Development Bureau

(研究期間 平成 17 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長 日下部 毅明
Head Takaaki KUSAKABE
主任研究官 真田 晃宏
Senior Researcher Akihiro SANADA

Present disaster-information system in Chubu regional development bureau has only limited role at a disaster. A new system has been developed to improve this situation in this study. In addition, newly developed interface that exchanges data among different systems are applied to acquire related useful information from other systems.

〔研究目的及び経緯〕

中部地方整備局では平成 10 年度より災害時の地方整備局内での情報共有に情報システムを活用することを目的として、災害緊急支援システムの構築を進め、11 年度より運用をしてきた。しかし、事務所等の体制を入力・共有するサブシステム（体制支援情報サブシステム）は利用頻度が高く活用されているものの、被害箇所の情報を収集・共有するサブシステム（災害情報サブシステム）は十分効果を発揮していない状況であった。このため、現行災害緊急支援システム災害情報サブシステムの改良を実施することとした。改良にあたっては国土技術政策総合研究所・国土地理院が平成 15 年度より取り組んでいる総合技術開発プロジェクト「リアルタイム災害情報システムの開発」と連携した。

〔研究内容〕

1. 新災害情報サブシステム機能・運用体制の検討
災害対応の現状の課題を踏まえ災害時の情報集約・共有作業を支援するシステムとして必要な機能を検討した。検討にあたっては、中部地方整備局道路部・企画部及び河川部並びに国総研・国土地理院からなる検討ワーキンググループを設置した。

2. システム間連携の確立

新災害情報サブシステムでは既存のシステムで扱うデータについてはそのシステムからデータを入手することとし、入手のために必要なシステム間データ連携の仕組みを実装した。連携システムについては各部門で必要な情報をワーキンググループで整理した上で決定した。

3. 実証実験の実施

1. 及び 2. で構築した新災害情報サブシステムについてその効果の把握、修正点の把握を行うため実証実験を実施した。

〔研究成果〕

1. 新災害情報サブシステム機能・運用体制の検討ワーキンググループでの議論を経て次の機能を搭載するシステムを構築した。

(1) 災害情報共有プラットフォーム

災害対策本部での被害情報等の整理に一般的に使われている管内図とホワイトボードを電子化したものである（図-1）。管内図を電子化した位置づけの電子地図及びホワイトボードを電子化した位置づけの電子掲示板それぞれの概要を図-2 に示す。

電子掲示板については、トップページ上で最新情報を表示する部分のほかに、一覧表及び詳細情報表示画面の3つで構成している。主な機能として次の点が挙げられる。

- 1) 時系列順、事務所別、県別等での情報の並び替え
- 2) 前報からの変更点を赤字表記し見落としにくくした。
- 3) 続報の入力にあたっては、前報データを引き継ぎ変更点のみの入力済む

(2) 間接位置参照データベース

被害箇所の位置情報として河川・道路施設の管理で用いられている距離標を用いて位置を入力すると緯度経度に変換され地図上に情報が落とせる仕組みを構築した。また、距離標を入力すると当該距離標に関連する情報が検索できる仕組みも装備した。

(3) FAX-OCR

災害対応では被害状況を手書きした図面が一般的な報告内容として挙げられる。今回の情報システムでは、



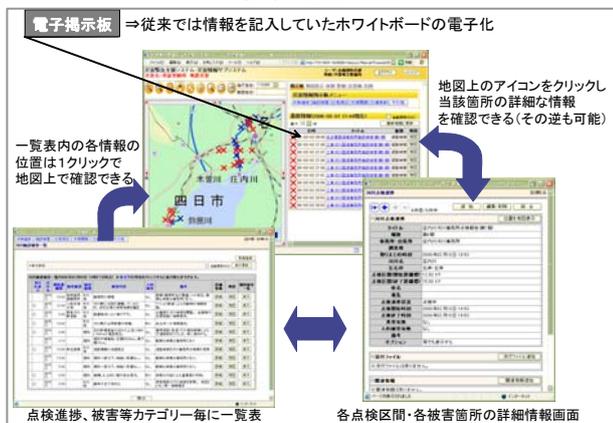
図-1 新災害緊急支援システムの概要

通常使用されている FAX 機をそのまま活用しこれまでと同じ手順で紙資料を送信すると、その送信された内容がスキャナにより取り込まれ電子化され情報システム上に表示・管理される仕組みを構築した。

2. システム間連携の確立
企画部や河川部が災害対応時に必要な道路に関する情報としては、規制状況、通行可否情報が挙げられた。また、現地の状況を確認できる CCTVカメラ画像を見たいというニーズも非常に高かった。そこで、今回の取り組みでは、映像情報共有化システム及び中部地区道路災害情報共有システムと災害情報共有



(1) 電子地図



(2) 電子掲示板

図-2 災害情報共有プラットフォームの概要

プラットフォームを連携させることとした。システム間連携の実現にあたっては、総合技術開発プロジェクト「リアルタイム災害情報システムの開発」で標準化したデータ交換ルール(システム間インターフェース仕様)を用いた。中部地方整備局道路部では、部内各情報システムのデータを道路管理サーバに集約する仕組みを既に構築していた。このため、今回の取り組みでは、災害情報共有プラットフォームと道路管理サーバの間でシステム間連携の仕組みを構築した(図-3)。

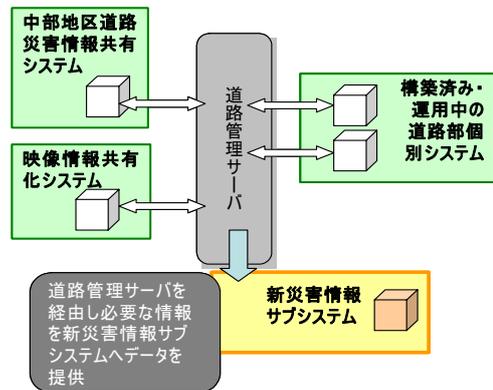


図-3 新サブシステムと道路部システムの連携

3. 実証実験の実施

地整道路・企画・河川各部及び道路・河川の3事務所参加のもと新サブシステムについての実証実験を行い効果、機能等の修正点の把握を実施した。修正点については優先度を付け対応中である。

[成果の活用]

構築した新災害緊急支援システムについては平成18年度より運用を開始する予定である。また、引き続き課題の解消・連携先システムの拡張の予定である。