

「的確な震後対応のための被災イメージ活用と被災状況の迅速な把握技術の開発」

道路局国道・防災課道路防災対策室
国土技術政策総合研究所地震防災研究室
東北地方整備局道路部道路管理課
関東地方整備局道路部道路管理課
北陸地方整備局道路部道路計画課
中部地方整備局企画部防災課
九州地方整備局道路部道路管理課

1. はじめに

大地震における被害を軽減するためには、耐震補強などの防災事業を着実に進めることが重要であることは言うまでもないが、防災事業の進捗には長い年月を要し、また想定されるあらゆる事態に万全を期す防災対策を実施することは現実的には困難である。したがって、ある程度の被災を前提としつつ、いかにして円滑な避難活動の実施、救援・救助・支援など緊急活動の効果的な展開を図るかが重要になる。

道路管理者の震後対応としては、いち早く緊急活動を開始するための道路啓開や、道路の通行可能性についての情報提供が重要であるが、災害直後の混乱期に情報の空白や錯綜が生じるなかで的確かつ迅速な対応を図ることは容易ではない。

そこで本研究では、二つの研究課題を設定した。一つは施設の耐震性能や想定地震動に基づき被災イメージを事前にもち、これを活用して災害に直面した道路管理者が想定外の事態に混乱することなく震後対応を遂行するための方法論である。もう一つはCCTVやセンサ等を活用して災害把握の迅速化に資する技術の開発である。

昨年度は、既往の地震対応の教訓を踏まえつつ、被災イメージを活用して震後対応を改善する方法論や取り組み事例、被害把握の迅速化に資する技術開発の成果を紹介した。

本年度は、昨年度に引き続き被災イメージの活用事例や被害把握の迅速化技術について紹介するとともに、それらを踏まえて震後対応能力の向上方策としての取りまとめを行い、また残された課題や今後の取り組みの方向性について考察を行う。

2. 被災イメージ及び災害教訓等に基づく震後対応改善手法

1995年に発生した兵庫県南部地震をはじめ、その後発生した新潟県中越地震や福岡県西方沖地震等の大規模地震時には、今まで見られなかった被災や、訓練等で想定していなかった事態により現場が混乱し、災害対応の遅れや復旧活動に支障をきたし、震後対応が遅々として進まないといった事態がみられた。このように道路管理者が災害対応時において想定外の事態に混乱することを防ぐためには、被害想定に基づいた被災イメージを持ち、これを活用して様々な角度から震後対応及び事前対策の改善を検討しておくこと、訓練によってその対応イメージを持つておくことが必要である。

そこで、震後対応を改善するための取り組みについて以下に紹介する。

2. 1 震後対応能力向上に向けたPDCAサイクルの提案

国総研では現在、大規模地震時に発生する道路管理者の対応への支障について体系化し、震後における対応能力向上を目的として、平常時から継続的に震後対応能力を向上させるためのPDCAサイクルの実施方針を策定中である（図2-1）。そのイメージとしては、

- ① その地点で発生しうる地震に対する被害想定を策定し被災イメージを持ち、これを活用して様々な角度から震後対応及び事前対策の改善を検討する（P）

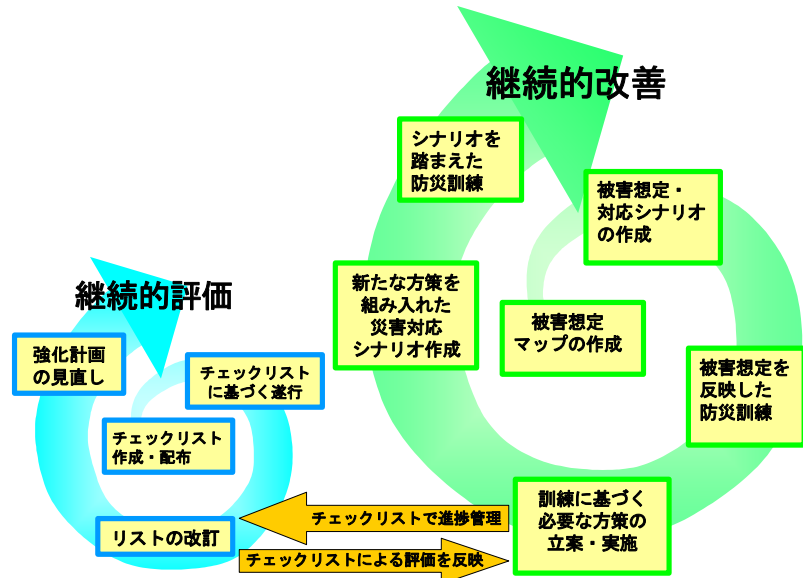


図2-1 震後対応改善の継続的取組

- ② 訓練によって震後対応イメージを強化する（D）
- ③ 訓練時に発生した課題を抽出する（C）
- ④ 課題解決に必要な方策を検討しマニュアルに反映する（A）

であり、継続的に改善が進められる。また、このサイクルを適切に運営していくために、チェックリストを作成し、進捗状況を管理するほか、結果を反映していく。このチェックリストは職員個々の防災対応能力を評価し、能力向上の指標として利用するもの他、訓練の場面ごとの対応を支援・チェックするものを作成し、あらゆる条件下でも対応ミス等が発生しないよう管理できるものとする。このチェックリストは、PDCAサイクルを継続的に運用していく中で発生する課題等に基づいて、継続的に強化、改善していくものとする。

2. 2 東北地方整備局の道路管理における震後対応能力向上の取り組み

宮城県沖地震の発生確率は30年以内に99%といわれ、その切迫性から大規模地震に対する備えの重要性がますます高まっている。東北地方整備局道路部では、このような背景を踏まえ、来るべき大規模地震時において施設管理者が適切な対

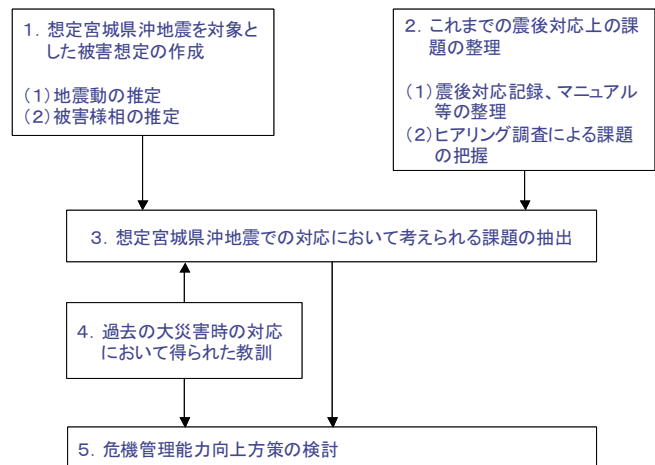


図2-2 検討フロー

応を取ることができるよう「道路管理における震後対応能力向上の基本方針に関する検討委員会」を設置し、震後対応能力を高める方策の検討を行ってきた。

本検討では、図2-2のフローに示すような形で想定宮城県沖地震を対象とした被害想定および被害想定に基づく対応シナリオからの課題抽出を行い、震後対応についての課題の整理と解決の方向性(解決方策)を整理した。

本年度は、委員会にて取りまとめられた方策の具体化及びそれらの推進を図るためワーキンググループ(以下:WG)設置などにより検討を進めることにしている。本WGのメンバーは、道路部内関係補佐や、道路関係事務所管理担当課長等、及び国総研地震防災研究室を対象に、定期的にWGを開催し各方策の推進を軌道に乗せることを目的としている。

本WGでは、各解決方策の具体化度合いに応じ、3つに分類して検討を進めており、それぞれの検討の進め方は表2-1の通りである。

表2-1 WGで検討する解決方策(案)

解決方策	該当方策	検討の進め方
既存の方策の拡充、改良	施設巡視の効率化、CCTVによる状況把握迅速化、即時震害予測システムの活用、災害対応教訓集・チェックリストの活用など	事務所等の実務における災害対応の現状を整理し、アンケートや意見照会を通じて、現在の枠組について作業運用ルール等をWGで討議し、合意形成を図る。また、討議された作業運用ルールに応じて、ツールなどの試行、改良を実施。
新規に実施する方策	災害情報共有フォルダの活用、震後対応能力向上についてのPDCAサイクルの導入など	前述のアンケートや意見照会を通じて、実態、実施に当たっての条件等を整理し、方策そのもの及び作業運用ルール等をWGで討議し、合意形成を図る。また、他地整、他機関の状況などについては国総研にて調査を行い、調査結果をWGに諮り、討議する。
関連部署との調整を図る方策	ヘリコプターを活用した被災状況把握など	初年度に本局内での展開方針を整理・検討し、次年度以降WGにて具体的推進方策を討議する。

なお、今後本WGでは、大規模地震災害時に検討すべき事象として、津波に関しても検討の領域を広げていく予定である。

2.3 中越地震の教訓、課題を踏まえた行動

新潟県中越地震は、我が国震度計観測史上初となる震度7を記録する大地震であった。緊急輸送道路となるべき高速道路をはじめ、北陸地方整備局管内の道路施設では、国道8号、17号、116号の3路線が被災した。

地震後、新潟県中越地震の経験から、今後の災害時における対応をより研ぎ澄ますとともに、実務者の視点から後世に役立つ知見、それを伝承する方法などについて、懇談会あるいは職員へのアンケートを行うことで、課題や改善点を取りまとめ同じ過ちを2度繰り返すことがないよう教訓として取りまとめている。

懇談会は、北陸地方整備局の道路関係者、現場事務所、出張所の職員から実務者6人が参加し、3回にわたり参集のあり方、情報収集の困難さ、体制や指揮官のあり方など、主に災害時の初動の教訓について議論した。

また、職員アンケートは、本局道路部と現場である長岡国道事務所の職員を対象に実施した。その中で、将来への継承として、震災時における早期復旧のための10項目(案)をまとめた。

- ・ 常に震災への高い意識をもつ
- ・ 状況に応じた初動体制の編成を組む(祝祭日や単身赴任者を考慮)
- ・ 指揮系統の1本化を図る
- ・ 交通管理者と一体となって危険箇所への進入を防止する
- ・ 通信障害を前提とした情報通信網の整備
- ・ 自動車の走行不可を想定した巡回体制を編成する
- ・ 目的に沿った早期復旧を目指す
- ・ 県及び関係市町村(災害復旧)、避難者(トイレ、造水、照明)への支援を行う
- ・ 道の駅の防災拠点化
- ・ 職員のメンタル面に留意する

このような多くの課題や改善点の中から、できることから実施していくこととし、具体的にいくつかの行動をおこしている。

新潟県中越地震では、「道の駅」が災害対応の拠点基地として活躍した。具体的には、避難場所として24時間施設を開放したほか、被災地の道路情報を逐次提供、温泉施設の無料開放、救援物資の搬出入基地などである。その一方で、適切な情報がなかなか入ってこないといった問題も発生した。このため、国土交通省では「道の駅」を災害時の拠点として活用する方策が進められるようになった。北陸地方整備局においても「道の駅」の防災拠点化を進めており、コミュニティFMとの災害情報提供の連携を図るとともに、平成18年4月には、断水時でも利用可能な防災用トイレなど防災拠点機能を備えた道の駅が富山県にオープンした。

また、地震直後には停電や通信障害が発生し、初動時における現地状況把握が困難となったことから、自転車、発電機、投光器の配備を行ったほか、災害時にバイクにより災害調査等を実施する「バイク調査員」の登録を実施した。



新潟県中越地震を語る会の様子

2. 4 継続的な震後対応能力向上のためのロールプレイング訓練

九州地方整備局管内では、平成17年3月20日に福岡県西方沖地震が発生し、福岡市などで震度6弱の地震が発生した。幸い公共施設等に大きな被害は発生しなかったが、電話

がかかりにくくなったことによる情報連絡や離島における支援に際し、いくつかの課題が明らかになった。これを受けて九州地方整備局では、常日頃から地震発生後の対応に万全を期せるようロールプレイングによる訓練を実施することにした。訓練においては、これまでM7以上の大きな地震が起きていない長崎河川国道事務所をモデル事務所に選定し、平成17年9月にロールプレイングによる防災訓練を実施した。この防災訓練では主に初動対応に重点をおき実施した。訓練を実施した結果、役割分担の迅速化が重要など得るものが多く有意義な訓練であった。一方でシナリオにミスが見られたり、条件付与が多すぎてパニック状態となり、訓練が滞る場面が見られるなど、課題が残る結果となった。

このため、平成18年度はこれらの課題を踏まえ、さらなる震後対応能力向上のため、訓練シナリオを見直し、ロールプレイング訓練を実施することにした。

3. 状況把握の迅速化に向けた取り組み

阪神淡路大震災においては、一般国道の指定区間に限定しても半数以上の箇所について概要が判明するまでに6時間を要した。一般に、災害の規模が大きくなるほど施設巡視に時間を要し情報空白期が長時間に及ぶ。また、パトロールが交通渋滞に巻き込まれる、膨大な情報の伝達が効率的に行われぬ等によって把握・対応が遅れる等といったケースが認められている。初動体制の構築など阪神淡路大震災以降かなり整備された面があるにせよ、被災箇所を迅速に把握するために課題は多く残されている。

そこで、状況把握の迅速化に向けた取り組みを以下に紹介する。

3.1 CCTV等を活用した状況把握の高度化

(1)これまでの動き

迅速に現地状況を把握する手段として、平時の施設保全に用いられているCCTVカメラ等の活用が考えられるが、

- ①膨大なCCTVカメラから見るべきカメラの抽出が効率的に出来ない、
- ②CCTVカメラからの確実に状況を読み取るには通常業務での経験が必要、
- ③状況把握した情報についての扱いが明確になっておらず情報を集約できない、等の理由からCCTVカメラを有効に利用した状況把握および震後の対応に結びつける枠組がなかった。このため、



CCTV等を活用したシステムイメージ

昨年度までに、大規模地震災害時における CCTV 等の活用についての検討を行ってきた。その結果、上述の3つのポイントを踏まえるとともに作業の簡略性・迅速性に考慮し、整理様式・地図、及びこれらを活用した震後の作業等を提案した。

(2) 枠組のシステム化

提案した CCTV による状況把握の枠組について、より効率的に状況把握、情報の入力、とりまとめを行うことが出来るようにするため、既存の「地震計ネットワークシステム」、「映像情報共有化システム」、「即時震害予測システム(SATURN)」等のシステムを連携させたシステムの構築を行った。

本システムでは、地震計ネットワークより得られた地震観測情報を元に、SATURNで管内の詳細な地震動分布の推定、橋梁などの施設被害の予測を行う。映像情報共有化システムより得られる CCTV の位置情報と推定した地震動分布から、より大きな揺れの発生したエリアに位置する CCTV を自動的に抽出する。これにより効率的な CCTV による巡視が出来る。

また、本システムでは CCTV の情報としてあらかじめ確認することが出来る施設などの情報が整理されており、SATURNで予測された施設被害と連携し、施設の脆弱性などを考慮した状況把握が可能である。

今後、本システムの運用などについて前述のWGでの討議を踏まえ、試行を行い、実務性を高めていく予定である。

3. 2 「みちパト関東」の開発

地震時の道路状況の把握については、震度4以上の地震が発生した場合、災害対策本・支部が設置されるとともに、出張所は巡視パトロールが実施され、道路点検状況・被災状況を事務所を通じて局に報告している。

また、地震災害時以外にも、台風接近、大規模降雪等災害発生の可能性がある場合にも同様の点検が実施されている。従来これらの点検では、現地これらの点検では、現地より、点検開始時刻、主要中間点の状況、点検終了時刻、異状の有無等が、電話による直接伝達、FAXによる伝達が行われてきている。

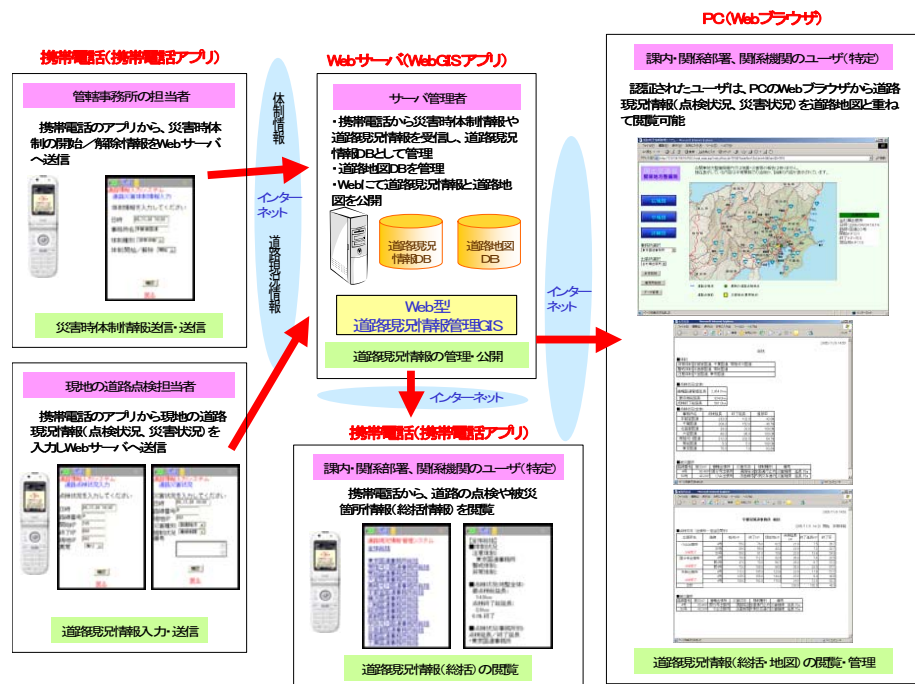


図3-2 道路現況情報管理システムの流れ

しかしながら、従来の情報伝達では、集計作業及び報告の集中による遅延、電話報告時の誤伝達の発生、中間報告が無いもしくは膨大な情報に埋もれてしまうことからパトロールの進捗状況が把握できない、またこれらの要因が積み重なることにより災害の全体像が把握しにくい、などの課題が指摘されてきている。

このため、情報伝達方法を見直すとともに情報の共有化を図り、現場の動きを局・事務所の関係者が把握することが出来る枠組として、道路現況情報管理システム「みちパト関東」の開発を行った。

本システムでは、点検者が携帯電話を活用して現地より直接情報を入力することにより、情報伝達の遅延、誤伝達・欠落を無くすと共に Web サーバを活用することで関係者がリアルタイムに情報を共有出来ることを開発のポイントとした。

本システムの流れを図 3-2 に示す。「みちパト関東」では、前述のように、現地より携帯電話のアプリケーションを通じて情報を登録することが可能である。アプリケーションについては一般的な携帯電話で入力出来ることを念頭に置き、特定の機種などに依存せず、既存のツールを活用するようにしている。

登録された情報は、インターネット接続の PC では地図上に点検の進捗状況および異常地点の情報として示すことで、点検の全体像が一目で分かるようにしている。また、現地の地点情報については、情報と併せて写真を添付することができ、より感覚的に状況が伝わるようにしている。さらに、容易に携帯出来る携帯電話からも i モード接続により災害箇所や点検の進捗状況等の文字情報について閲覧を行うことが可能であり、点検必要延長、点検終了延長、進捗率や災害内容をリアルタイムで把握することが出来る。

3. 3 地震計ネットワークを活用した緊急点検道路の効率的な抽出

(1)背景

地震時における緊急道路点検は、震度 4 以上のエリアを対象に実施しているが、近年比較的大きな地震(H16.3.20 福岡県西方沖、H16.7.23 千葉県北西部、H16.8.16 宮城県沖)が発生した際には、点検エリアが膨大であることなどから、点検に膨大な時間がかかり、上位機関(本省、首相官邸など)への情報報告などに時間を要し過ぎることを指摘されている。また、その一方では、実際にはほとんど被害がないなど、非効率的と言わざるを得ない状況となっている。

これらの状況を鑑み、省内震度計観測網を活用して点検エリア(重点報告エリア)を絞り込むとともに、地震時の緊急道路点検の結果報告を 1 時間以内に終える枠組についての検討を行った。

(2)過去の被災事例と経験地震動の関係

道路施設に被害を及ぼす地震動強さについて、既往地震により発生した道路施設の被災を被害調査報告書などに基づき調査し、被災レベルと被災施設に作用したと推定される地震動強さの関係から検討した。

・橋梁(一般桁橋)

1964年新潟地震以降、1995年兵庫県南部地震までの主な地震において被害報告のある橋梁について、震度分布図等から本震時の震度を調査した結果、震度4で被災した橋梁はなかった。また、体感震度から計測震度に切り替わった1996年4月以降の主要な地震についても橋梁の耐荷力および走行性能に影響を及ぼす被災は、全て震度5強以上のエリアで生じていることが分かった。

・道路盛土

道路盛土も橋梁同様に1996年4月以降の主要な地震について、道路盛土の被災度と推定震度の被災箇所数の関係を調査したところ、概ね震度5弱以上のエリアにおいて、道路の通行性能に影響を及ぼす被災が発生していることが明らかとなった。

これらの結果より、地震時に施設に被災する可能性があり、緊急点検を実施する必要がある地震動レベルは、橋梁で震度5強(計測震度5.0)、盛土で震度5弱(計測震度4.5)であることが判った。

(3)地震動の捕捉と地震計設置間隔の関係

地震動を観測している地震計は特定地点の地震動強さを観測しているため、面的に網羅性を有する地震動の観測にあたっては必要十分な数の地震計を設置する必要がある。このため、地震計の設置間隔と強い地震動を見逃す可能性について、近年発生した地震記録を用いて検討を行った。本検討では、H16年千葉県北西部地震を対象に、気象庁が公表している観測結果と直轄国道沿線に設置している国土交通省の地震計(以下：省内地震計)の観測結果との比較より必要な地震計の設置間隔の検討を行った。

本地震では、直轄国道沿線における気象庁発表の地震動強さが震度4以上の観測地点が60箇所、震度5弱以上が21箇所であった。このうち、省内地震計で計測震度相当値3.5(震度4相当)以上のエリアでは、道路施設に影響を及ぼす震度5弱以上は全て捕捉しており、省内地震計を用いて計測震度相当値3.5以上のエリアを点検対象とした場合に道路施設の被災を見逃す可能性は極めて低いと言える。

一方、省内地震計で計測震度相当値4.0(震度4相当)以上のエリアでは、気象庁で5弱以上が観測された21箇所のうち6箇所について捕捉出来ていなかった。補足できない箇所を見ると、地震計の設置間隔が概ね20km以上離れていた。

これらを踏まえ、地震計を直轄国道沿いに20kmピッチで設置し、計測震度4.0で緊急点検を実施することで、より迅速な点検が可能となることが判った。

今後、上記検討結果を踏まえ、地震発生直後に地震観測結果より点検区間(緊急報告区間)を抽出・通知するシステムの構築を行うと共に現地における試行を実施していく予定である。

3. 4 中部地方整備局における災害情報の共有化に向けた取組み

当整備局管内では、東海地震の発生が懸念されており、また、過去には濃尾地震(1891年)、東南海地震(1944年)、三河地震(1945年)、南海地震(1946年)等の被害地震

が多数発生しており、将来発生する地震に対する危機管理には万全の態勢で臨む必要性が痛感される。

当整備局では、地震や豪雨などによる災害が発生した場合に、災害情報を迅速に把握して共有化・一元化を図り、緊急支援活動を効率的に行うことを目的として、平成 10 年に災害緊急支援システムを構築、運用開始しており、改良を重ねてきている。しかしながら、当システムについては、構築当時に前提とした情報通信技術及びネットワーク環境面の制約や災害対応の実態に必ずしも即さない面があったことから、企画部、道路部、河川部、事務所、出張所の間で必要な情報が円滑かつ迅速に交換・共有できるよう、また、各部内における災害時の情報伝達・管理・共有が円滑かつ迅速に行えるよう、被害状況、復旧状況、交通規制などの情報を提供してきた災害情報サブシステム（災害緊急支援システムの一構成システム）の全面的な見直し開発を行った。

開発にあたり、これまで国土技術政策総合研究所では、三陸南地震、十勝沖地震、新潟県中越地震等に対する災害対応の実務における情報の流れを詳細に分析し、情報伝達面での課題を抽出した上で、災害情報を共有するシステムの機能・運用上の改善策を検討する取り組みがなされていたこと、ならびに、国総研と国土地理院が研究を実施していた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」の研究コンセプトの方向性が本システムの再開発と一致していたことから、国総研と国土地理院の全面的な支援・協力を得て災害情報サブシステムの再開発を行った。当システムの再開発は、企画部、道路部、河川部、事務所、国総研、国土地理院からなるワーキングで平成 17 年度に議論を重ねながら、また、仮構築したシステムでの実証実験によりシステム実装機能の効果・課題の検証を行い進めたものである。

本システムは、図 3-3 に示すように、本システムで直接入力を行った情報に加えて、既設の他システムに入力されたデータも取り込み、地図、掲示板に反映させることが可能であり、同一情報の二重入力を行う必要がない。これにより、地震発生後の施設の点検進捗、施設被害、交通規制、応急復旧、支援要請に関する網羅的な情報を効率的に集約・管理・共有することが可能となっている。また、情報が組織毎（地方整備局・事務所・出張所）、分野毎（道路・河川）に分類して時系列に整理できるとともに、個別の情報に対して「添付ファイル」、「関連情報」、「着信確認」等を管理できるようになっており、煩雑な資料整理を避けることができる。更に、同一の案件に関わる報告については報数管理が行えることに加え、前報との違いが赤字でわかりやすく表示されるようになっている。また、地図情報としては電子国土を利用することで、地図利用料が無料でありながらデータ更新が逐次行われる利点を確保していることに加え、河川基盤図やデジタル道路地図情報を重ね合わせて表示することで距離標を基本としたデータ管理ができるようになっている。

これまでの災害対応では、担当者が点検進捗状況、応急復旧状況、支援要請状況等に関する情報を電話、FAX、メールによる報告や各種システムから収集し、更なる報告のための整理も行っていたが、再開発した災害情報サブシステムでは、現場の情報がシステム登録されることでこれらの一連の作業を省力化できる。また、組織内における情報共有

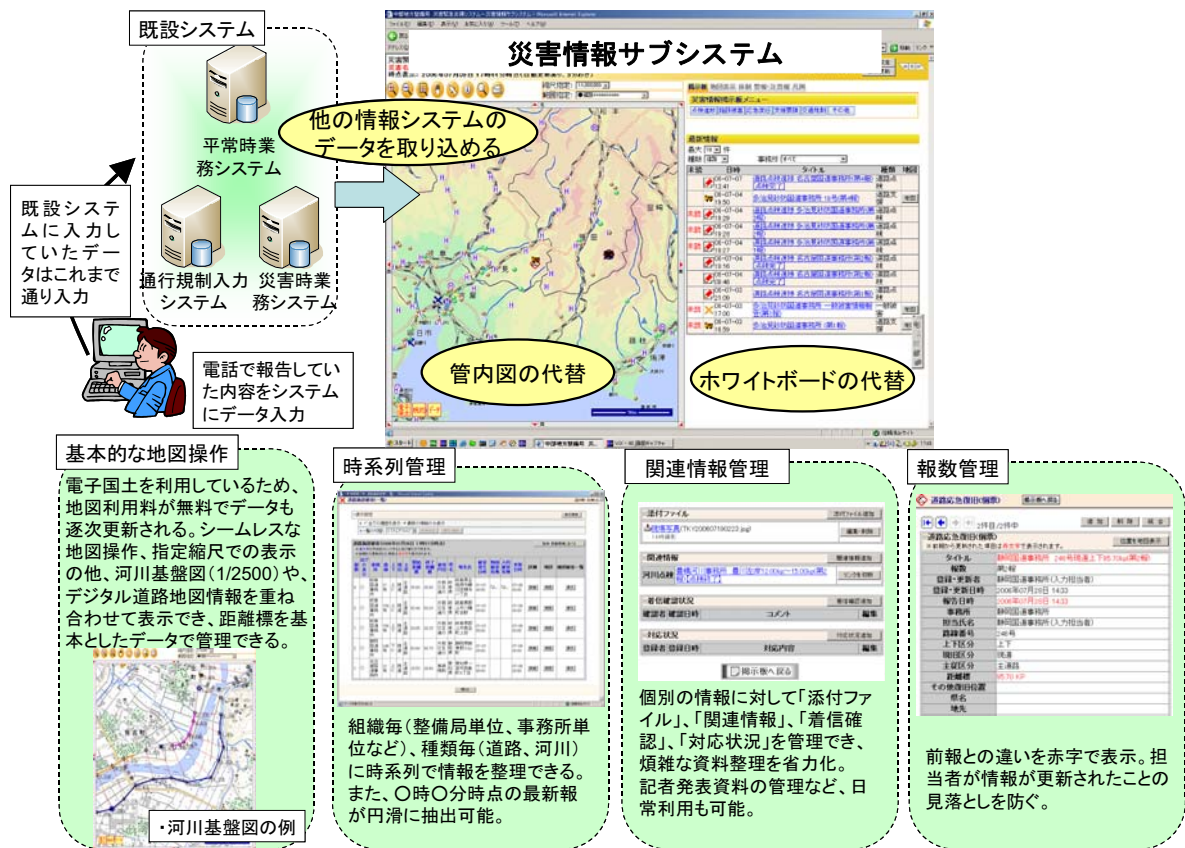


図3-3 再開発した災害情報サブシステム

にあつては、従来、ホワイトボードで対応履歴を管理したり、管内図上に被災位置等を整理したりしてきたが、現場の情報が当システムに登録された段階で、このような情報共有を管内全体で行うことができる。

今後は、出水時の災害情報の収集・共有を目的とした防災情報掲示板システムに登録される情報についても、災害情報サブシステムに取り込む機能拡張が行われ、システム上の掲示板及び地図等を活用した組織横断的な更なる情報集約・共有が実現される予定である。

4. まとめと今後の課題

本研究では、「被災イメージの活用」と「災害状況の迅速な把握」という2つのテーマを設定し、地整等における取り組み事例や技術開発事例を中心に近年の動向や課題を紹介した。言うまでもなく、2つのテーマは相互に関連しており、災害時において重要となる担当者の適切かつ迅速な意思決定を実現することを目的としている。したがって、それらが真価を発揮するためには、実践的な防災訓練等の場で統合的に活用され、またその教訓を踏まえて改善につなげていく努力が重要である。さらに、先進的な取り組みや技術の開発を進めながら、それらによって得られたノウハウが関係者間で共有され、継続的に震後対応能力を向上させていけるよう努力していくことが我々に課された使命であるといえる。