

## 1. 概要

### 1.1 即時震害予測システム

即時震害予測システムとは、地震が発生したときに各地に設置している地震計の観測データを収集し、その情報を基に施設の被害をリアルタイムで提供するシステムである。地震防災研究室（国総研設置以前は土木研究所防災技術課および振動研究室が担当）では、平成4年頃からこのシステムの開発に取り組み、現在関東地方整備局および当研究室で試験運用中である。本節では、システムの概要を示す。

#### (1) 即時震害予測システム開発の契機

道路施設管理者の震後対応は、地震諸元の把握、管理施設の緊急点検・緊急措置、施設機能を確保するための応急復旧、地域の将来計画を考慮した本復旧の手順で実施される。初期対応は一般に地震諸元の把握から管理施設の緊急点検・緊急措置までの活動段階と定義でき、施設被害の全体像を把握し、二次災害の発生を防ぐための緊急措置を施すことが主眼となる。初期対応を迅速に進めることは、震後対応全体の基本方針を定める上で、また、応急復旧や本復旧を円滑に進める上で極めて重要である。

一方、1995年兵庫県南部地震では、施設管理者の初期対応の遅れが大きな課題として指摘された。これは、①防災担当職員の参集に時間を要したこと、②大規模同時多発的な施設被害の点検に時間を要したこと、③電話回線の不通・輻輳により被災情報の連絡・集約に時間を要したことにより、災害対策本部において施設被害の全体像に関わる情報が得られなかったためと考えられる。大規模地震に対する初期対応の迅速化を図るためには、限られた人員で効率的に点検を行い、被災情報を一元的かつ確実に集約し、できるだけ早期に施設被害の全体像を把握するための仕組み作りが重要である。

そのような状況の中、兵庫県南部地震以降、公共・公益事業者の地震防災に対する取り組みは大きく変化しており、各管理施設の個別の耐震性の向上が図られる一方で、予算制約等によるそのようなハード的対処の限界も認識されはじめ、今ある手段を如何に効率的に使うかを考えるソフト的対処による被害の軽減手法へのニーズが高まった。

このようなニーズの中で、当研究室では情報という手段の活用による被害の軽減を目標とする、即時震害予測システム（SATURN-Seismic Assessment Tool for Urgent Response and Notification）の開発を実施した。SATURNは、釧路沖地震（1993年1月）、北海道南西沖地震（1993年7月）などにより、その開発が本格的に開始され、兵庫県南部地震によりその開発が加速したものである。

#### (2) SATURNの機能および目的

SATURNは、所管の地震計ネットワークで得られるオンライン観測情報を活用して、地盤の液状化や橋梁被害の可能性を地震発生後約15分程度で予測する情報支援システムである。図-1.1に示すように、震災直後の情報の少ない段階において、施設被害の全体像を概略把握することで、体制構築や緊急点検などの管理者が行う行動の意志決定をサポートし、それらの効率化に寄与することを目的としている。

関東地方整備局では、管内の管理施設に沿って20~40km間隔で離散的に配置した約100箇所の強震計をマイクロ回線でネットワーク化しており、リアルタイムで最大加速度、SI値等の地震動特性値を収集することが可能となっている。SATURNは、これらの地震動情報を基にして、所管施設位置の地震動を予測し、所管施設の構造物条件のデータベースとあわせて、液状化の危険度、

構造物の被害等を予測するシステムである。

このようなシステムの導入は、事務所・出張所においては管理している所管施設について重点箇所を絞った上での震後点検の効率的な実施、地方整備局本局においては局内全体の河川・道路施設の被害分布を把握して、事務所間の役割分担、応援等、局全体としての震災復旧活動の迅速化などに貢献すると考える。

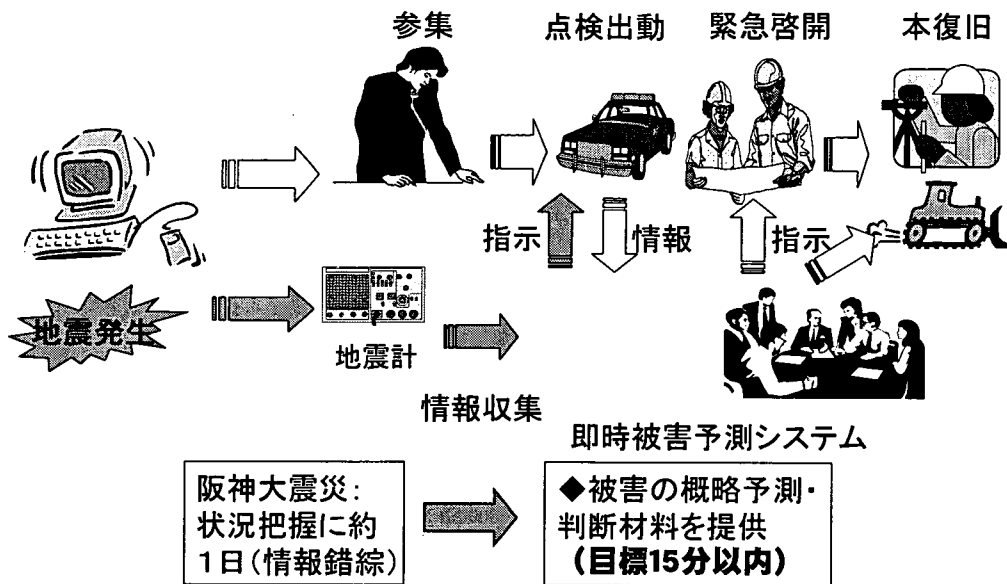


図-1.1 地震発生後の道路管理者の活動

### (3) 即時震害予測システムの開発経緯

即時震害予測システムの研究は、平成4年から着手しており、兵庫県南部地震の発生により、その開発が急がれることとなった。以下に、即時震害予測システムの開発に関係した研究及びその内容を記す。

#### 1) 土木関係研究経費

- ・地盤の振動特性による震害危険度の評価に関する研究 (H5～H9)

研究概要： 本研究は、地盤の震動特性のうち地震被害の発生に支配的な要因を明らかにし、それらの要因による構造物の震害危険度の定量的かつ系統的な評価手法の確立を目的とする。H8年度までに、橋梁の被害事例について整理するとともに、RC橋脚を簡易なモデル(1自由度の非線形ばね)によりモデル化して、非線形動的解析を行い、RC橋脚の被害程度を表す損傷度を定義し、地震動特性値(最大加速度、最大速度、最大変位、SI値等)との関連について整理した。それに加えて、H9年度は、RC橋脚を詳細なモデル(多質点非線形はり要素)でモデル化して、損傷度と地震動特性値との関連について検討を行った。検討結果から、RC橋脚の損傷は最大速度、SI値と関連が大きいことが確認された。また、地盤条件、橋脚高さ別に損傷度とSI値の関係を求めた。

#### 2) 道路事業調査費

- ・道路施設の震害評価手法の開発に関する調査 (H4～H5)

研究概要： 本調査は、地方建設局の道路管理者において、効率的、効果的な震後点検を図り、二次災害の防止・早期復旧を行うために、地震後に強震観測計より収集される情報及び既往資料を基に各種道路施設の被害程度の評価手法を開発することを目的として、以下の項目について調査を行った。

- ①工事事務所で使用する震後被害予測システム及び震害を表示するソフトについて検討した。
- ②強震観測データを使って任意地点の地震動特性の推測手法について、釧路沖地震の観測データより検討した。
- ③道路橋RC橋脚の被害について、釧路沖地震の被害データと地震応答解析結果を比較し、橋脚の震害手法について検討した。

・震後即時被害予測手法の開発に関する調査（H6）

研究概要： 地震発生後の道路施設の効率的な点検に資する手段として、地盤条件や道路施設の構造書諸元、地震時に収集される強震観測記録を基に各種道路施設の被害程度を予測するシステムは有効であると考えられる。

本研究では、このシステムに活用することを目的として検討対象の道路施設を取付盛土とRC橋脚として、これまでに発生した地震の地震動特性の記録、道路施設被害の記録、地盤条件・道路構造物条件をもとに、地震動特性と構造物被害の関連について整理し、地震後即時に収集された強震記録の地震動特性から道路施設被害を予測する手法について検討した。

・地震時早期被害予測・情報伝達システムに関する試験調査（H7～H9）

研究概要： 本調査では地方建設局管内に設置された強震計から、建設省の防災無線により地震動情報を収集し、事前に整備したデータベース情報と併せて、各地の地震動観測結果、液状化危険度、構造物被害を震後即時に予測するシステムを開発する。具体的には、液状化の予測手法、盛土被害の予測手法等について検討を行い、微地形分類及び地盤の固有周期から液状化危険度を地震発生直後に概略する手法を開発した。また、地建－土研間の情報伝送方法について検討した。

・震災直後における道路の早期啓開支援システムに関する試験調査（H10）

研究概要： 兵庫県南部地震以後、各種公共・公益施設の管理においては、個別の管理施設の耐震性の向上が図られる一方で、予算制約等によるそのようなハード的対処の限界も認識されはじめ、今ある手段を如何にうまく使うかというソフト的対処による被害の軽減手法へのニーズが注目を集めている。

本調査では、情報を有効に使うことで震災直後の道路管理者の初動活動を支援し、最終的な被害を軽減する手法、すなわち道路施設の震害予測システム及び情報伝法システムの開発に関して、システムの動作環境向上のための改良、地震動分布予測手法の検証、盛土被害予測に関する検討を行った。

・震前・震後の道路網健全性評価技術に関する試験調査（H11）

研究概要： 地震発生直後には、被災状況の把握、被災箇所の緊急点検・緊急措置を迅速に行う必要がある。本調査では、地震時の道路危機管理システムに適用可能な技術を整理して、成果をとりまとめた。

3) 地方建設局等依頼経費（関東地建、調査試験実験経費）

・道路施設の震害予測システムに関する調査（H5～H9）

研究概要： 関東地方建設局では地震計ネットワークの構築を進めており、これにより管内約100箇所の震度、最大加速度、SI値等の地震動特性値を震後即時に収集することが可能となった。本課題において、これらの情報を利用して管理路線の液状化及び橋梁の被害等を震後即時に概略予測するシステム（震害予測システム）

を開発することを目的とする。

8年度までにプロトタイプの開発を終了し、9年度はシステムの総合評価及び事例検証を実施した。なお本研究は、道路技術五か年計画「地震時早期被害予測・情報伝達システム」の一環として実施するものである。

・河川施設の震害予測システムに関する調査（H6～H7）

研究概要： 地震発生後の河川施設の効率的な点検に資する手段としては、地盤条件や河川施設の構造諸元、地震時に収集される強震観測記録を基に各種河川施設の被害程度を予測するシステムは有効であると考えられる。

本調査では、河川堤防を対象として、その機能上の特徴を整理するとともに、被害予測手法について検討した。

・震害予測システムの構築に関する試験調査（H9～H12）

研究概要： 関東地方整備局では、平成7年度より管理施設に作用した地震動に関する情報を震後即時に収集する地震計ネットワークを構築している。本課題では、地震計ネットワークより得られた地震動情報を利用して、管理施設の被災可能性を地震後即時に予測する即時震害予測システム（SATURN）を開発し、地方整備局の防災業務に導入することを目的とするものである。本課題では、河川堤防の被害予測を行うプロトタイプシステムを開発し、関東地方整備局で試験運用を開始した。また、試験運用において観測されたデータを基に、予測精度の検証を行うとともに、試験運用を通じて明らかになった改良点を整理して動作環境の改良を行った。

## 1. 2 国土交通省地震計ネットワーク（河川・道路等施設管理用）

### （1）地震計ネットワークの設置目的

戦後最大級の被害をもたらした平成7年兵庫県南部地震の教訓の一つとして、地震直後における被災地域の特定や被災状況の把握が施設管理者の初期対応に極めて重要なことが指摘された。国土交通省の地震計ネットワークは、地震直後の情報の少ない段階で、所管施設の点検の必要性や被災状況を予測評価するなど、初動体制における管理者の意志決定を支援することを目的にして整備された情報システムであり、初動時における効率的かつ適切な対応体制の確立に大きく寄与するものと期待される。さらに、地震直後に防災関係者全般や一般を対象とした情報の公開のほか、地震調査研究の推進を目的とするデータ流通も併せて行うことが可能となる。

### （2）地震計ネットワークの概要

地震計ネットワークは、平成7年度から概ね3箇年で整備され、2002年12月末現在において、全国で718点の観測点が稼働している。地震計は図-1.2に示すように、関東の南関東地域・中部の東海地域・近畿の兵庫県南部地震被災地域を強化区域とし20kmピッチ、その他の地域を40kmピッチを目安として、所管施設を中心に配置され、マイクロ回線などにより観測データが収集されている（図-1.3参照）。観測データはリアルタイムで各地方整備局に集約される一方で、本省および国土技術政策総合研究所においては全国レベルでの地震動の状況が把握できるようになっている。

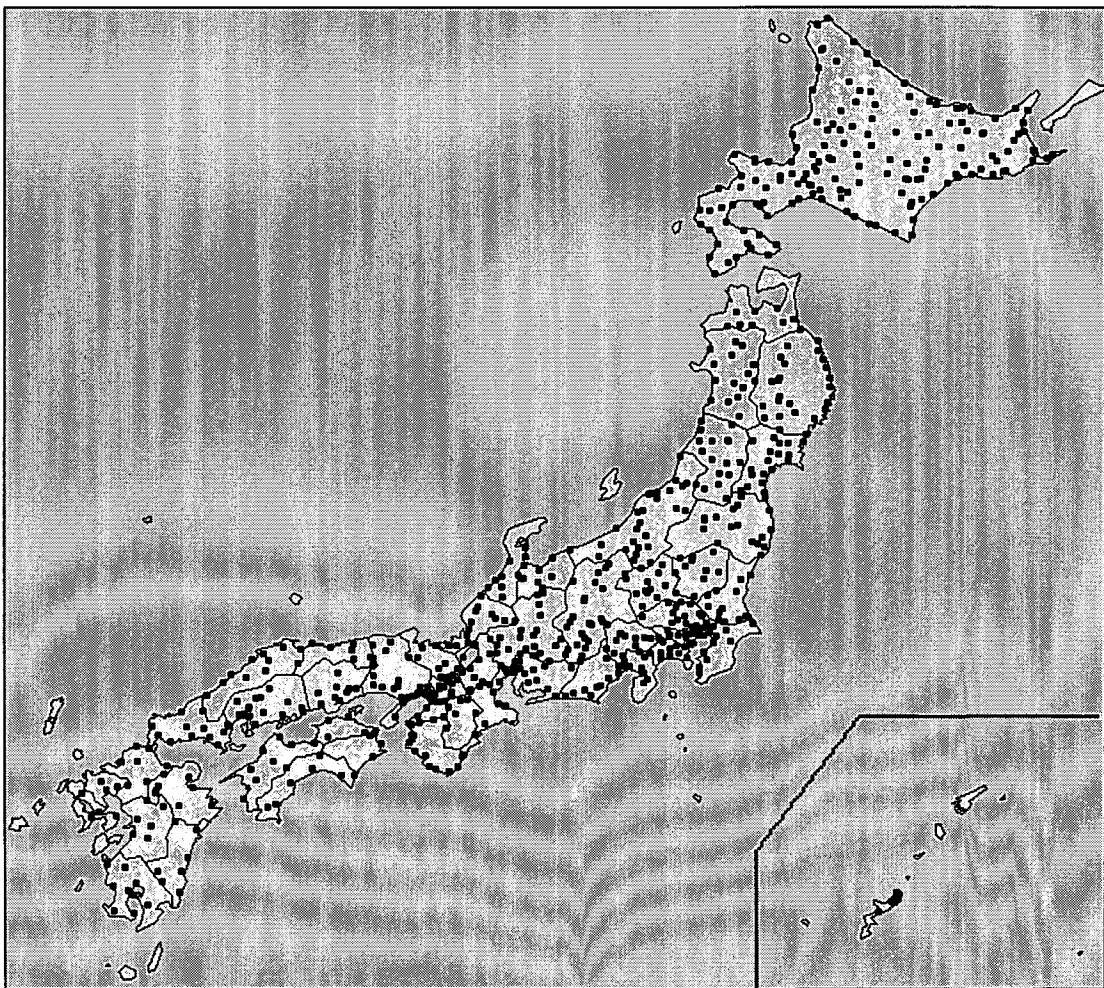


図-1.2 全国の地震計設置位置図

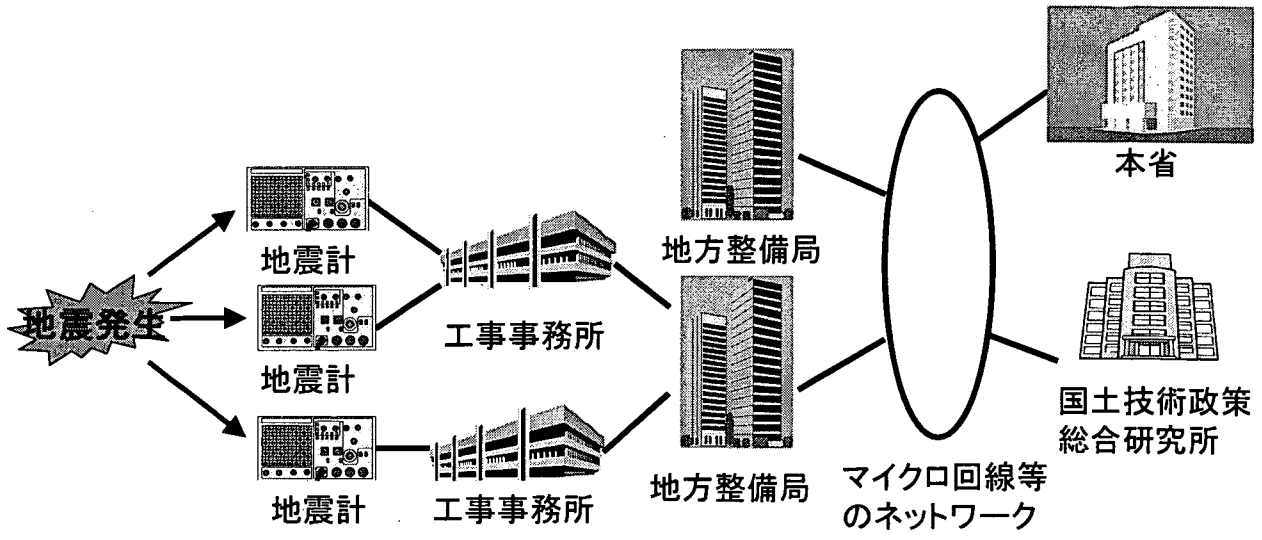


図-1.3 地震計ネットワーク観測情報の流れ