

(16) 北海道開発局（道路部門）の強震観測システム

開発土木研究所 正員 島田 武
開発土木研究所 正員 岩淵 武
開発土木研究所 正員 西 弘明
開発土木研究所 正員 佐藤 昌志

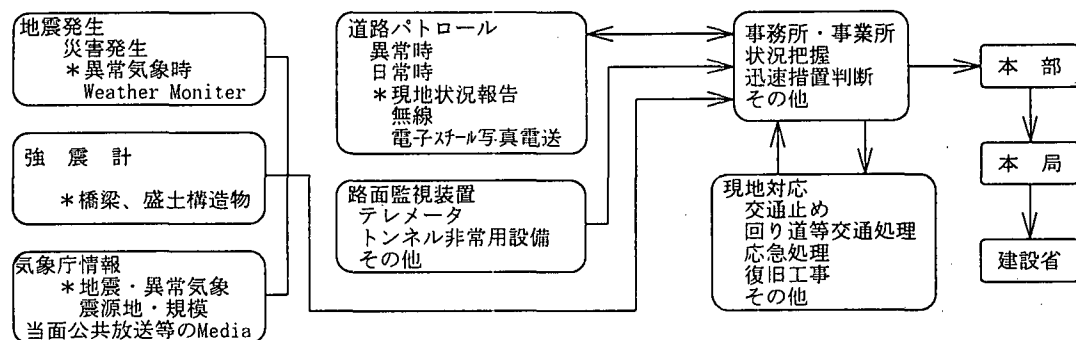
1 はじめに

北海道においては平成5年の釧路沖地震をはじめとして、同年の南西沖地震、翌年の東方沖地震と、マグニチュード7クラスの地震が頻発している。元来、北海道は地震の発生頻度が高く、地震の特性も震源地域、減衰特性等、多種多様にわたっている。北海道開発局の道路維持部門においては、地震発生の際、気象庁等の情報をもとに道路構造物等の点検を行い震災に対する緊急復旧等の迅速な対応を行っている。しかしながら、初動体制を確立する上においては、発生地震の特性に関する一層の地震情報を得ることが重要であるとともに、情報の有機的つながりを確保することが重要と考えられる。

以上の観点から、北海道開発局の道路部門における強震観測システムの確立を検討したのでこれを報告する。

2 道路維持体制の現状

地震時の道路維持体制の現況は、気象情報等をもとに道路パトロールを出勤させ所管道路の構造物および周辺状況を把握した中で、道路の損壊状況に応じ必要な緊急復旧を行うのが基本となっている。しかしながら、初動体制を組むにあたっては、地震に関する種々の情報を的確に把握し総合的な判断の下でこれを実施するのが効果的かつ効率的なものと考えられる。図－1は地震発生時の道路維持体制と情報伝達の基本概念図を示したものである。



図－1 緊急時道路維持管理体制

3 提案システムのネットワーク概要

本研究での提案システムは、以前より橋梁等に設置している強震計、およびこれまでの道路盛土等の損壊メカニズムを把握する上で平成7年度より設置計画のある強震計をオンラインで有機的に結合し、加速度、速度、変位、地震エネルギー等を一次データとして瞬時に道路管理者に送信し、道路損壊等の把握を行うとともに、地震発生直後の情報連絡体制を防災無線とNTT回線のフェイルセーフ機能により、情報の途絶を回避するものである。すなわち、地震時当初の防災行動をサポートするもので、道路構造物の被害を予測

する上で、よりの確な情報をえれることにより、従来よりも迅速かつ正確な現場指示および対応が可能にしたものである。

また、このようなデジタルオンラインネットワーク化は、データの取得の迅速化、さらには、公共施設管理者がデータの共有、情報の有機的連携を行うことによって被害を最小にすることが可能になるものと期待される。さらに、他の機能としてデータ取得、データ表示、解析、解析結果提示の一連の作業を自動化する事ができ、今後の道路構造物の設計等への有用なデータを得ることができることも大きな特徴である。

なお、本システムには、地震検知時に防災対策拠点ごとに回線を開き、指示あるまで保持し続ける機能も備えている。道路維持管理者は、開かれた電話回線を使い、各拠点と密な連絡を取りより効率の良い防災活動を押し進めることが可能となる。ネットワークの概要については図-2に示した。

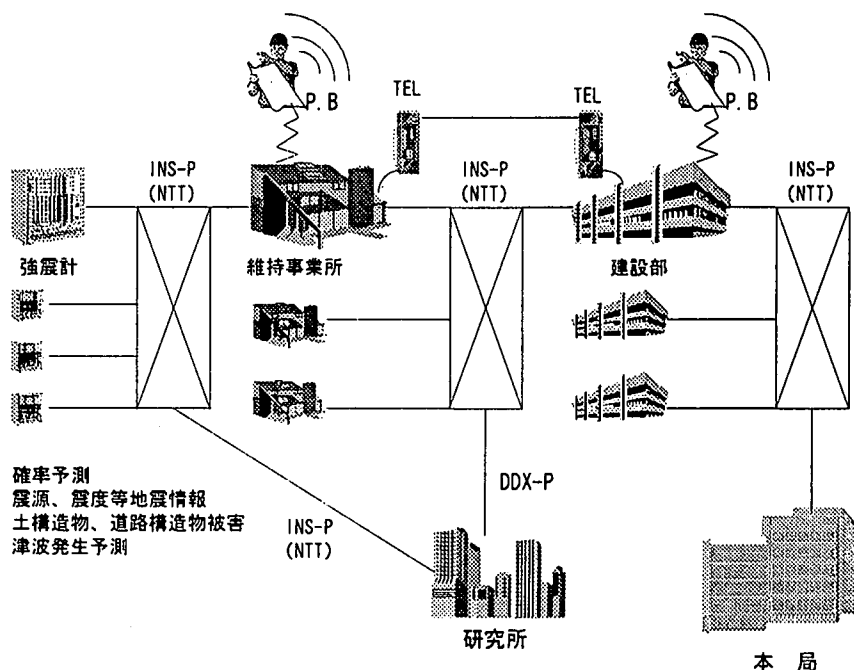


図-2 強震計観測システム案

4. 簡易強震計の開発と配置計画

地震情報を収集するためには、強震計の設置が必要不可欠である。現在、北海道開発局（道路部門）においては開発土木研究所構造研究室管理のもと、強震計を29箇所の橋梁に対して設置してをり、13箇所においてデジタルオンライン化を行っている。橋梁に設置されている強震計は、地盤観測のみならず構造物に対する観測も行う必要があり、一つの観測地点において約3～5の強震計を設置している。

また、構造物上の観測に際して、その観測対象の特異性より測定値の上限などを高くする必要があるため、現在使用している強震計は非常に高価なものとなっている。

以上のことから、盛土体に強震計を設置することとし、また、安価な強震計の開発をおこなった。この強震計は簡易強震計と称し、その諸元については、表-1に示すとおりである。

簡易型強震計の配置については、基本として道路防災点検により危険度が高いと判断された箇所に設置を行う。また、設置密度については、地震による被害は経験的に震度5（80gal～250gal）以上で発生することが知られている²⁾。いかなる位置で地震が発生した場合においても加速度値で80gal以上の観測が可能

となるように地震計の配置を検討した結果、設置間隔を20 kmとした。

検出器 (VSE-355EI)		制御部 (EIS-100)	
成分	3方向サーボ型速度計	アナログ信号入力	9ch、±10V
測定周波数範囲	0.05~70Hz	ADコンバーター	100Hzサンプリング、16bitバイナリー
測定最大速度	±100kine	波形データ兼録	3方向の速度データ
測定最大加速度	±1000gal	最大データ量記録時間	約1時間の波形データをメモリーに記録
感 度	速 度 2V/kine	トリガー	10mkine~1kine可変
	≒ 100mv/kine	電 源	AC100V (85~135V)
	加速度 10mV/gal	停電補償	内蔵バッテリー 最大2時間
最小分解能	約100μkine	外形寸法	480mm×100mm×400mm
検定コイル	15μA/gal	使用温度範囲	0℃~40℃
使用温度範囲	-20℃~50℃	情報出力	RS-232Cによる 最大変位、速度、加速度 SI値 ※マグニチュード 計測履歴 記録時間 ※履歴 (震央距離、深さ、方位) 地震感知時刻 (※印は推定用データ)
ケース	外形 250mmφ×120mm 安全防水構造 10kg/φ		
信号ケーブル	複合18芯 5m (最大100mまで延長可)	その他	地震動予測、液状化予測はオフラインデータ処理となっている

表-1 簡易強震計の諸元

5. 各拠点で備えるべき機能

(1) 子局 (強震計設置位置)

地震発生時に、最大加速度、最大速度 (簡易強震計のみ)、SI値、津波予測、震源地予測等地盤の地震情報データを一次データとして維持事業所に強制送信する。二次情報として、通信先より指示があれば波形データの送信を行う。

トラブル防止法として、原波形の保守機能に、ミラーリンク型ハードディスク (橋梁用 500Mbyt、簡易型 300Mbyt) を設置、外部出力用にMTを装備した。また、停電対策として20分間の無停電装置の保持を行う。

(2) 本局、建設部、維持事業所での処理

防災行動の指針として、子局より送られた一次データより各拠点に設置しているモニターに管区内の加速度および速度分布図の他、津波予測、震源地予測を統計計算してあわせて表示する。各拠点においては、統合的観点より防災行動の指示を行い速やかな事態の収拾につとめる。

災害予測として、管区内強震計のうち、重要拠点に設置している強震計に対して、波形データの送信を指示し、ランニングスペクトル解析を行い地震による盛土体、および構造体の地震による影響を判断する。また、フーリエスペクトルもしくは、パワースペクトル解析を行い、周辺地域の影響を予測する。

防災体制として、一次データが送られてきた時点で各維持事業所間および建設部、本局間の電話回線を確保する。また、ポケットベル等の携帯用情報通信機器に、震源地、震度、最大加速度、最大速度等の地震情報を流し、いかなる場所においても地震発生 の報告と、一次情報が得られるようにする。

(3) 開発土木研究所

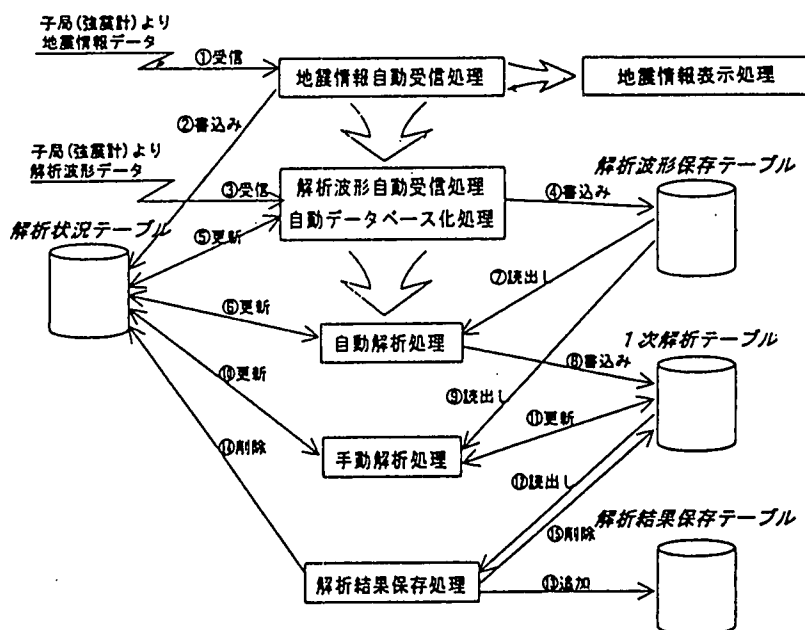
防災行動の指針として、一次情報をもとにして、当該地震による距離減衰式を回帰計算を用いて求め、地震情報マップにコンター図を重ね合わせ、各拠点に転送する。

自動的地震データの取り扱いとしては、一次データ蓄積後、各測点に対して波形データの送信を指示し波形データ受信と同時に一次情報をそれぞれ検索条件としてデータベースへの確保行う。データ登録の後波形データの解析を行う。解析内容として、フーリエスペクトル、パワースペクトル、ランニングスペクトル、応答スペクトルの各スペクトル解析を行い、特定地点において伝達関数を求める。結果はそのままデータベ

ースに保存され、各現場対応の判断指針の一つとする。

地震解析として、上記の他に、主軸解析、エネルギースペクトル解析を行う。また、各維持事業所より報告のあった被害と付近の地震計より得られた波形データの解析結果とを統計的に解析を行い、盛土等道路構造物に対する影響と地震波形の特性との相関性を求め波形解析結果による被害予測の指針とする。そのほか、応答スペクトルに関しても地盤等の地域条件ごとに標準偏差計算を行い、地域性に即した標準応答スペクトルを保存しておき、耐震設計等の指針とする。

開発土木研究所における波形処理についてのフローチャートを図－3に示す。



図－5 開発土木研究所内 処理・フローデータ

6 おわりに

以上、システムの概要と各拠点における主要な機能を報告した。今後、本システムを稼働させるために必要な強震計の設置を行い、平成7年度内にシステムが使用できるようにしたいと考える。

《参考文献》

- 1) 防災工学の地震学；笠原慶一、1990年7月
- 2) 「地震動観測のネットワークシステム」：第18回日本道路会議論文集、建設省土木研究所 佐々木・常田・栗原、平成元年10月
- 3) 地震と災害－研究成果普及版－：自然災害科学総合研究班、1982年3月