

地震時における防災システムに関する一提案

北海道開発局開発土木研究所	正 員	島 田 武
北海道開発局開発土木研究所	正 員	山 内 敏 夫
北海道開発局開発土木研究所	正 員	佐 藤 昌 志
計 測 技 販 (株)	正 員	宮 崎 英 司

1. はじめに

道路を維持管理していく上で、自然災害、特に大地震発生時には、道路は極めて重要な公共施設である。また、震後点検においての被災箇所の発見及びこれに応じた対策措置を実施するまでに時間的な遅れが生じることは、二次災害の防止・低減及び復旧活動に大きな支障をきたす場合がある。従って、道路等の被災状況を的確かつ迅速に把握し、道路交通の安全性の点検を即座に行うことが必要と考えられる。

そこで、大地震発生時における維持管理区域の地震動状況を、強震計を用いて地震検知後瞬時に地震情報として定量的に把握することにより地盤及び道路構造物（橋梁）の被災箇所、被害程度を予測し、道路維持管理者のみならず走行中の運転者等道路利用者に対しても迅速かつ的確な情報を伝達するためのシステムの開発と導入が急務である。

本報告は、北海道開発局における地震情報伝達システム基本検討で計画されている防災システムに関して一つの提案を述べるものである。

2. 強震情報伝達システム

本システムが備えるべき役割は、『はじめに』で述べたような観点から、維持管理区域内の地盤・道路構造物の過去の大地震による災害調査、及び得られた教訓から災害予測を行って、危険度の高い箇所・重要度の高い路線から順次強震計を設置することによって強震観測を行い、地震発生時にはその記録情報をもって道路維持管理者が震後点検パトロールや交通規制等の指示を出すための判断資料とするのを最優先とするため、オンラインリアルタイムでの情報の収集と伝達を行う必要がある。

また、長期的には地震発生時の観測データと被害の度合あるいは復旧対策措置の情報集計と分析、地盤及び道路構造物の諸元等の情報を解析することにより、道路及び周辺の構造物への被害の予測と予防対策を行うことも本システムが備えるべき大切なことである。その意味でも本システムは、解析に必要なデータをオンライン収集し、大地震による被害時に入力された種々の情報や、調査・解析結果等を集約し、出力する機能を備えておく必要がある。図-1に緊急時道路維持管理体制、図-2に本システムの概念図を示す。

以上のように、地震情報伝達システムによって収集される地震情報の利用方法には、地震発生直後に道路維持管理者が利用する情報と、開発局開発土木研究所等で長期的な解析に利用する情報とに大別される。

3. ネットワーク構成

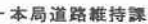
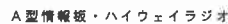
強震情報伝達システムを実現するのに、最も重要なことは、強震計で観測された情報を、情報を必要とする拠点に迅速かつ的確に伝達することだと考えられる。道内各地で強震計を設置すべき観測地点（子局）は将来的には数百箇所を越えるものと想定される（表-1）。したがって、これらの子局と維持事業所、建設部、本局、そして開発土木研究所の各拠点間は効率的かつ有機的に接続されなければならない。

Proposal for Warning Information System of Earthquake (WISE)
by Takeshi SIMADA, Toshio YAMAUCHI, Masashi SATOH and Hideshi MIYAZAKI

图-1



Warning Information System of Earthquake (WISE)
強震情報伝達及び防災システム概念図(素案)



表－１ 北海道開発局各種点検による危険箇所一覧表

点検種別 (落石崩壊, 岩石崩壊, 盛土)	危険箇所の評価						摘 要
		道東	道南	道央	道北	計	
H2防災点検	ラ ン ク I	75 (5)	31 (1)	239 (9)	75 (4)	420 (19)	() 内は盛土
H3震災点検	平地盛土: $H \leq 5\text{m}$ 傾斜盛土: $\theta \geq 30^\circ$, $H \geq 8\text{m}$	56	—	31	14	101	
H5震後点検	ラ ン ク A	—	20	55	2	77	
	計	131 (61)	51 (1)	325 (40)	91 (18)	598 (120)	() 内は盛土

(1) ネットワーク形態

最初に考えなければならないのは拠点間の接続方法である。一般にネットワーク接続の形態には複数の形態があり、それぞれに特色がある(図－3)。通常これらの形態は単独で使用されるのではなく、部分的に組み合わせて使用される。

強震情報伝達システムの場合

- ・子局、維持事業所、建設部、本局、開発土木研究所の拠点を合計すると将来的には数百拠点程度になると見込まれる。
- ・緊急性のある情報とそうでない情報がある
- ・高速性と高信頼性が要求される
- ・比較的安価に構築できる
- ・拡張に柔軟に対応できる

以上の点を考慮した結果、図－4のようなネットワーク構成が適切だと考えられる。このネットワーク構成の特徴は情報の集約が中心であるため星型の構成を基本に、できる限り回線の総数を減らしたところにある。

また、子局においては維持事業所等との通信よりも強震計によるデータ収録が最優先であるから通信が複雑にならないように維持事業所との径路のみに限定し、そして同時に開発土木研究所からみると情報を送信してくれる相手を減らすことにより通信機器の規模をデータ量に対して適正な規模に抑えることができる。

(2) 接続回線

北海道開発局デジタル多重回線(64Kbps)を基本回線とし、子局・維持事業所間はNTTのISDN回線(64Kbps)を利用する。また、開発局既設のテレメータ送信施設(道路気象テレメータ観測所等)が子局設置位置と同じ所にある場合はそれを利用することも考慮する。

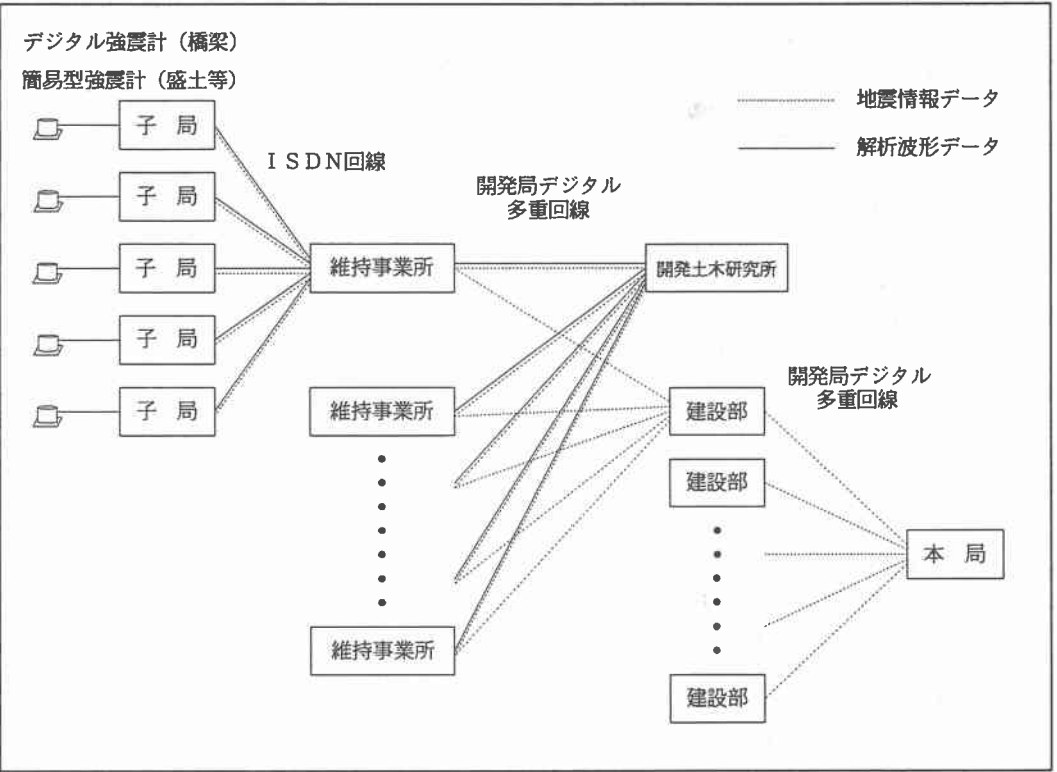
(3) 通信プロトコル

通信プロトコルとして、TCP/IPで統一する。UNIX系のネットワークにおいては事実上の標準となっており、TCP/IPに対応した製品が多数あり、コスト的に有利である。また、ISOにおいても既成事実を追従する形で標準化する動きがある。

図-3 一般的なネットワーク形態の特色

	網状ネットワーク	星型ネットワーク	ループ型ネットワーク	バス型ネットワーク
模 式 図				
広域LANへの対応	◎	○	△	×
障害に対する強度	◎ 多数の経路があるので障害に強い。	×	△ 1ヶ所の障害なら迂回りで対応できるが、2ヶ所以上同時に障害が発生するとネットワークが分断されてしまう。	×
高速性	○ 障害発生時や回線混雑時には冗長な経路を選択する場合があります。極端に速度が落ちる場合がある。	×	○ 通常、ループ型ネットには高速で大容量の配線を設置するため、速度的に有利。	◎ 通信量が増加するとシステム全体の速度が低下する。
拡張性	×	△ 任意の拠点を接続するのに必要な中継点の数を管理する必要がある。	○ 拡張時に不遇部分が発生する可能性はあるが比較的簡単に拡張できる。	×
価 格	×	○ 1つの拠点より接続する拠点数が少ないので小型の装置で構築可能となる。	○	◎

図-4 強震情報伝達システムのネットワーク構成



4. 各拠点で備えるべき機能

(1) 子局（強震観測地点）

デジタル強震計・簡易型強震計を設置

防災機能

- ・維持事業所への速報機能
(地震発生時に、地盤の地震情報データを維持事業所に強制的に送信する)

観測機能

- ・強震観測
- ・原波形データの保存

解析波形データの送信機能

- ・原波形データから解析波形データへの加工
(オンラインで送信するデータは、サンプリング・レートを圧縮した波形データ)
- ・開発土木研究所（維持事業所経由）からの要求（自動・手動）による指定された解析波形データの送信

自動保守機能

- ・開発土木研究所（維持事業所経由）からの環境設定受信

(2) 維持事業所

防災機能

- ・地震発生時に子局から強制的に送信されてくる地震情報データの自動受信
- ・受信した地震情報データの自動表示
- ・地震情報データを建設部・本局（本局経由）・開発土木研究所への自動送信
- ・他の防災システムとの連携

解析波形データの受渡し機能

- ・子局からの解析波形データの回収、また、回収した解析波形データを開発土木研究所に送信
 - ＊地震発生時には、防災機能処理の完了後、その地震の解析波形データを自動的に回収し、開発土木研究所に自動送信する
 - ＊開発土木研究所からの要求に応じ、子局内に蓄積されている解析波形データを回収し、開発土木研究所に送信する

自動保守機能

- ・定期的に強震計との通信回線テスト

(3) 建設部・本局

防災機能

- ・統括する維持事業所から送信されてきた地震情報データの自動受信
- ・受信した地震情報データの自動表示

(4) 開発土木研究所

防災機能

- ・維持事業所から送信されてきた地震情報データの自動受信
- ・受信した地震情報データの自動表示

波形データの自動受信機能

波形データの自動データベース化機能

- ・地震発生時に維持事業所を介して送信されてくる解析波形データを自動的にデータベース化し保存する

自動解析機能

- ・子局より送信されてきた解析波形データの自動解析

手動解析機能

- ・保存解析波形データからの再解析

解析結果の保存機能

- ・解析の結果をデータベース化して保存

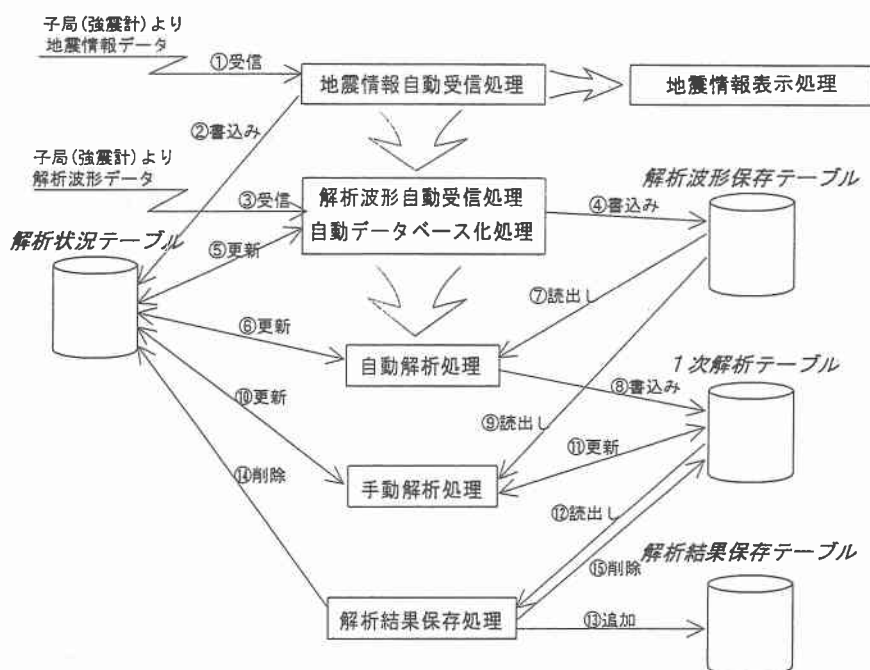
解析結果通知機能

- ・他機関（建設省土木研究所等）へ解析結果の通知

自動保守機能

- ・定期的に維持事業所との通信回線テスト、子局に対する環境設定

図 5 開発土木研究所内 処理・データフロー



5. まとめ

以上、強震情報伝達システムの検討概要を述べたが、システム導入の一日でも早い実現のために、現在道内の主要な橋梁に設置されている従来からの強震計をデジタル強震計に平成5年度より順次更新しているところである。しかし、この収録システム設置にはかなりの費用がかかることから表1に示すとおり道内数百箇所の観測地点を網羅するには非現実的であることから簡易型強震計の開発を行った。この強震計の特徴は防災上必要とする数多くの地震情報が出力されしかも低廉である。今後はこの提案にもとづくシステムの機器構成と選択、防災システムにとって必要とするプログラムの開発が課題である。