

VI-5

簡易強震計のシステム開発について

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	島 田 武
北海道開発局開発土木研究所	正 員	佐 藤 京
北海道開発局開発土木研究所	正 員	佐 藤 昌 志
計測技販株式会社	正 員	後 藤 雪 夫

1. はじめに

現在、北海道開発局開発土木研究所構造研究室においては、デジタルオンライン化された強震計を効果的かつ効率的に利用するため地震情報伝達システムの基本検討を行っているところである。その検討過程において、防災上有用な地震情報が得られ、しかも強震観測設備として従来道内の主要な橋梁に設置されている観測装置と比較し極めて低廉な簡易強震計（情報地震計）を開発したので、本報告においてその開発にいたった経緯とシステムの特徴を述べるものである。

2. 道内における三大地震による道路被害について

釧路沖、北海道南西沖、北海道東方沖の3つの大地震における道路被害について以下の事実を確認している。

1つは、盛土（片切、片盛を含む）災害、もう1つは斜面（切土、自然斜面）災害である。盛土災害は、釧路沖地震での糸魚沢（R44号）、馬主来（R38号）、東阿歴内（R272号）、鳥通（R391号）、北海道南西沖での知来（R5号）に代表される。道路盛土については、これまで耐震設計はなされていない。これは、盛土の場合常時の安全率が確保されていると、ある程度の地震に耐えられることが経験的に分かっていることと、崩壊しても容易に復旧が可能であることによると考えられる。

しかし、上記の被災箇所においては、いずれもその復旧に多大の工費と日数（4～7カ月）を要し、地域住民に精神的、経済的苦痛を与えたことはもとより、道内の流通機構にも大きな障害を与えたのも事実である。

一方、斜面災害は南西沖地震の白糸、刀掛（いずれもR229号）の急崖斜面崩壊に代表される。ここでも、その全面復旧に多大の工費と日数（4～5カ月）を要し、地域住民、流通機構などに大きな障害を与えた。斜面災害については、平成2年度に建設省により「防災点検ガイドブック（案）」が作成され、同年全国一斉に道路の防災点検が行われている。また、北海道開発局においても同年「道路防災工調査設計要領（案）」が作成され、従来よりグレードの高い災害調査と防災工設計が進められてきている。しかし、いずれも「地震時」の斜面挙動ではなく、「常時」についての挙動であり、南西沖地震時の後に実施された「斜面の震後点検」においても、平成2年度防災点検でマークされていなかった箇所でも耐震安定上、危険性があると判断された箇所が数多く指摘されている。

以上のことを総括すると大地震時における道路被害は従来の様に橋梁等の重要構造物の耐震性を確保すると同じくらいに土構造物の被害予測さらには地震時の土構造物の強震データを基にした適切な対応が重要と考えられる。

また、強震データのオンライン化により通行規制等の道路管理はもとより、迅速に得られる情報を道路利用者に適切に伝えることも付加価値化の一つとして検討が必要である。

Development of Simple Type Earthquake Processer

by Toshio YAMAUCHI, Takeshi SHIMADA, Takashi SATOH, Masashi SATOH and Yukio GOTOH

3. 高密度な強震計の設置とその利用

(1) 強震計の必要性和その機能

2で述べたとおり、三大地震の教訓として、重要構造物である橋梁等と同様に土構造物の耐震性が今後の大きな課題と考えられる中でこれを検討する上では地震時の土構造物の応答がどうなるか、地震時のデータをもとに調査、検証を行っていくことが効率的かつ効果的と考えられる。

しかしながら、これには以下のような2つの課題がある。

- ① 土構造物は橋梁等の構造と異なり、その材料が均一なものではないとともに非線形性が顕著である。さらには被害相関を取る上で気象条件等を加味しなければならないこと。
- ② 地震動による構造物の破壊といった場合、被災対象物の種類により破壊に関連する地震波の特性が異なるものと考えられており、“変位”、“速度”、“加速度”、“継続時間”及び“S I 値”等により影響を受け易いものであること。

これらについて、現象を検討するには、出来るだけ多くの強震計を設置することと、さらにその強震計は土構造物が被害を受けるメカニズムがほとんど解明されていないといっても過言でないことから、加速度、速度、変位などの多数の情報を得られる機器であることが必要十分条件と考えられる。

これらのことから構造研究室では多機能で低廉な強震計を、既存の機器をもとに改善、改良したものである。その特徴としては、

- ① 地震情報として加速度、速度、変位、継続時間及びその最大値などが瞬時に得られること、
- ② 地震波形の収録条件を任意に変えられること、
- ③ 通信機能を有していること、

等が上げられる。

(2) 地震動情報の利用方法

上記(1)では主にハード面での機能を述べたが、個々の強震計を有機的に接続することにより、以下のソフト的付加価値を得ることが可能である

1) 大地震発生時の緊急災害情報としての利用

- ① 地震時の初期対応の迅速化
- ② 緊急点検箇所の優先順位付け
- ③ 道路利用者への迅速、かつ、的確な情報提供
- ④ 2次災害の低減化(①～③による)

2) 日常的に発生する小～中規模地震動情報の利用

① 大地震発生時の予測

小～中規模地震はかなりの頻度で発生することから、日常的に得られるこれらのデータを用いて、将来的な大地震発生時の被害予測の基礎資料とする。

② 落石崩壊等の発生実態の把握と道路維持管理方針への反映

落石・岩石崩壊の発生斜面に設置された強震計は、地震時以外の凍結融解・異常降雨等により発生した岩塊の落下衝撃力による振動をも捕らえることが可能である。このようなデータと道路気象テレメータ観測所のデータとの照合などから、落石等の実態(発生条件・発生頻度等)のより詳細な把握ができる可能性があり、これらの資料は、道路維持管理方法の充実(通行規制基準の見直し、巡回時期の検討等)を図る基礎資料となり得る。

(3) 簡易強震計設置箇所数の検討

道内において、これまで実施されてきた各種の点検結果のうち、落石崩壊・岩石崩壊・盛土崩壊について、最も不安定度の高い、ないし危険度の高い箇所(ランクⅠ・A等)と評価されたものは、全道で600箇所にとぼる。簡易強震計設置箇所として、これら全ての箇所に設置する考え方もあるが、かなり数が多く、箇

所が近接している場合、経済性に課題が残る。このようなことから、強震計の広域的な配置計画については“適正な”配置を行うための基本的な方針が必要である。

具体的には平成5年、6年に発生した3大地震での土構造物の被害の発生形態と強震データをもとにした地震動加速度の距離減衰を基本に、山間部を除き、強震多発地域の道東はおおむね20kmに一箇所、道央、道南について30km程度、道北については、強震観測事業推進連絡会議編「強震計の全国的配置計画について」昭和47年2月に準じて50kmに一箇所として強震計の適正配置を計画している。なお、これらの具体的な配置計画においては、主な橋梁に設置されている既設の強震計との位置関係を考慮し、効率良く配置することが必要であると考えられる。

以上の考え方を基に、低コスト化を最重点に開発を進めてきた簡易強震計の外観を、写真-1に、構成図を図-1に示した。

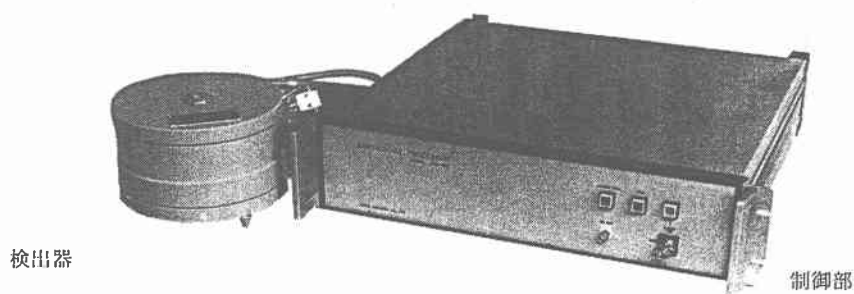


写真-1 簡易強震計 外観図

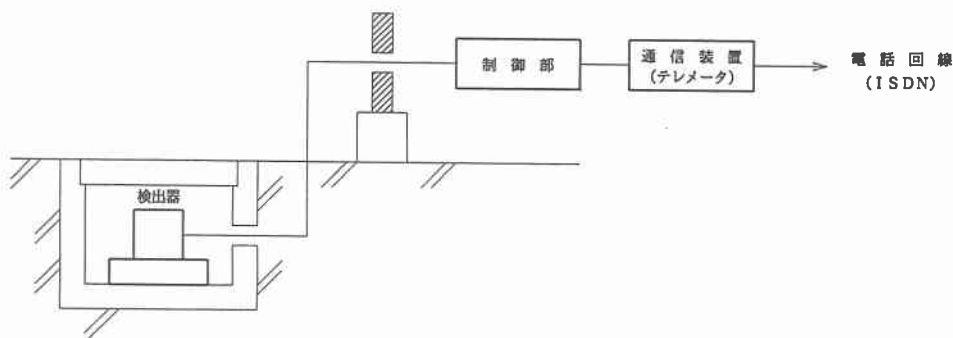


図-1 システム構成図

4. システムの特徴

(1) 検出部

地震発生時、地盤振動の検出を行う。

方式 成分数 : サーボ型速度計 3成分(水平2、上下1)

測定最大速度 加速度: $\pm 100 \text{ kine}$ $\pm 1000 \text{ gal}$

測定周波数範囲 : $0.025 \sim 70 \text{ Hz}$

外形寸法 : $\phi 250\text{ mm} \times 120\text{ mm}$

(2) 制御部

検出部の微小アナログ信号を所定の電圧レベルまで増幅しデジタル変換後各種処理、波形の記録を行う。

アナログ信号入力 : $9\text{ Ch } \pm 5\text{ V}$ 但し、速度、加速度を同時計測する時は 6 ch を使用

A/D サンプリング : 16ビット全チャンネル同時サンプリング 50、100、200 Hz から選択

最大データ収録時間 : 約1時間

外形寸法 : $480\text{ mm} \times 100\text{ mm} \times 400\text{ mm}$

(3) 通信装置

制御部およびホスト局間の通信を制御する

ホスト局との通信 : ISDN ネット64 TCP/IP 手順 またはモデム

強制通報計測値 : 最大速度 最大加速度 SI 値* 計測震度 継続時間

外形寸法 : $480\text{ mm} \times 249\text{ mm} \times 450\text{ mm}$

* SI センサーは東大生研、東京ガスの特許

5. おわりに

地震情報として、震後、即時に最大速度、最大加速度、SI 値、計測震度、継続時間の強制通報をシステムの特徴として述べているが、今後の課題としてオンラインデータ処理によって震源位置の判断（震央距離、深さ、方位）を行い津波の予知、最大速度または加速度と継続時間などから液状化の予測などを付加機能として開発していく考えている。

<参考文献>

- 1) 北海道開発局開発土木研究所構造部構造研究室：平成6年北海道東方沖地震速報, 平成6年11月30日