

発明の名称：免震装置 出願番号：2016-075255

3次元（水平2方向と鉛直方向）の地震動に対応する免震装置であり、空気浮上の効果で、上部に地震によるせん断力が伝わらなくなり、この空気浮上装置の上に設置した鉛直免震装置が動作を効果的に発現させることに特徴を持つ。

発明のポイント

免震構造は、一般には水平地震動に対してその揺れを免れるように積層ゴムや滑り支承を用いた免震装置を具備した構成となっており、その免震装置を地面と構造物の間に介在させて構造物を支持し、地震時の水平方向の揺れを免れるようにしたものである。

本発明では、平滑な基礎面を敷設し、圧縮空気を基礎面に吹き付けて空気浮揚を可能とするエアベアリングを下部機構とし、その上面に鉛直方向の免震機構を具備した、3次元の地震動の入力低減を可能とした免震装置である（図1）。地震時の駆動では、エアベアリングに圧縮空気を送り込む外部装置を連結し、空気浮上により水平方向の地震入力を低減し、鉛直方向の免震機構では、例えば図2のように、引張ばねを配したリンク機構を具備することで、3次元の地震動の低減が行える。エアベアリングを下部に配置したことで、水平方向の効果では、下の空気浮上により上部に地震によるせん断力が伝わらなくなり、この空気浮上装置の上に設置した鉛直免震装置が、上下の免震動作を効果的に発現させることができる。



図1 免震装置の構成イメージ

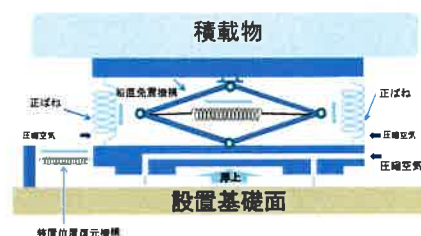


図2 鉛直免震にリンク機構を入れた例

従来技術との比較

従来技術は、積層ゴムや滑り支承により水平方向の地震の入力を低減するものである。本技術は、浮揚による水平方向地震入力の大幅な低減と鉛直免震機能を組み合わせた3次元免震装置である。

利用分野

プライオリティーの高い対象(付加価値の高い建造物、美術品、データ保管施設、バイオ施設等)に加え、歴史資産などの木造・石造・レンガ建築等の利用が見込めると考える。

本発明は、深さ方向における雪粒子の粒径の細かい変化を容易に識別、検知するための技術です。柔らかい雪だけでなく、氷板や密度の高い硬い層に対してもセンサーが破損することなく、データを的確に取得することが可能となるように工夫されています。

発明のポイント

本発明に係るデジタルスノーゾンデ（図1）は、プローブ部の貫入深度レベルを検出するとともに、雪の粒子の大きさを識別可能な波長の近赤外光（1300nm）（図2）を用いて、雪からの光拡散反射率を測定するとともに、貫入抵抗、及び電気伝導度を同時に検出します。これらの光学的、力学的、及び電気的性質を示す物理量の深さ方向の分布を記録装置に記録することで、各深さの雪の状態を示す3つの物理量の垂直分布を同時に、かつ連続的に検知することができます。また、同一深度レベルにおける、3つの物理量を相互比較し、かつ、相互補完することで単一物理量のみでは判別し得ない雪の性質の判別が行えるため、表層雪崩の発生の原因となる霜系の雪等の層の存在の有無を正確に判別することができ、表層雪崩の発生予測を一層確実なものにすることが可能となります。

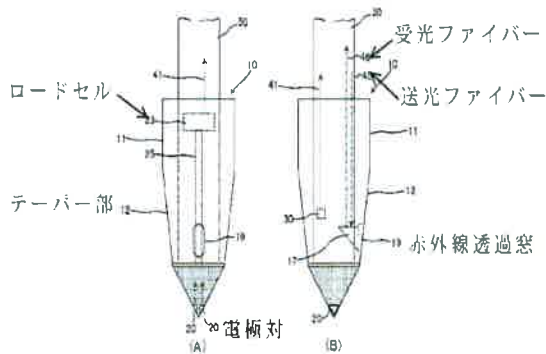


図1

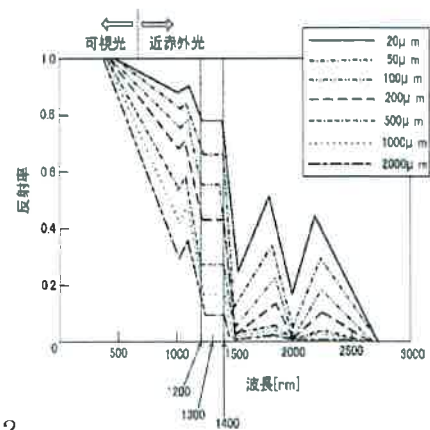


図2

従来技術との比較

- 反射特性が粒径変化に敏感な近赤外光（1300nm）をテーパー部に設けられた窓から投射し、側面の雪からの反射を測定することにより、定量的な粒子の大きさを測定可能
- 側面に窓+ファイバーが設置されているために、硬い層（氷板や密度の高い層）に突き刺しても破損することがない
- 雪と窓板が常に接しているために、センサーと雪の距離が変化しないので安定してデータを取得可能

利用分野

- 表層雪崩による事故の未然防止
- 雪崩管理の現場での積雪状態の把握
- 山岳ガイドやバックカントリースキーヤーなど、冬期の野外活動などの安全対策



消防防災ヘリやドローンなどの上空から、地上の任意の地点の位置座標を計測する手法です。地名の無い山岳地や海上、冠水して土地区画が不明な地域、支援先地域の詳細な地名が分からない場合などでも、位置座標を計測して対策本部等に送信することで、支援が必要な地点を関係者間で正確に共有できます。

発明のポイント

1. 場所を正確に伝えることは難しい

上の写真（平成 27 年常総水害）のように、自然災害の直後は地表の様子が大きく変化します。そのため、被災した家屋を目視で確認することができたとしても、その場所を正確に他者に伝えることは困難です。被災地外から応援に来た場合は、地名が分かりませんので、さらに難しいでしょう。



2. 上空から地上の位置座標を計測する

この発明では、上空からレーザー距離計で地上の対象までの距離・方位・俯角を計測します。この時、機体の位置座標も GPS などと同時に計測します。これにより、地上の対象物の位置座標を精度よく求めることができます（下の写真の緑の点は、同じ場所を 3 回計測して 10m 以内の誤差）。また、赤外面像を利用することで、夜間も計測できます。



3. 計測した位置情報を伝達する

計測した座標は、逆アドレスマッチング（座標から住所へ変換）により、経緯度の値に加えて住所も取得し、これらの情報を、無線やインターネット回線などにより、関係者に伝達・共有することができます。地上で救助を求める人の場所と状況が正確に共有されれば、地上で活動する者が、最短のコースとアクセス方法で現地に向かうことができます。

従来技術との比較

空港などからの方位とおおよその距離で対象物の場所を伝えていた既存の手法に比べ、対象物の位置を座標値や住所として、ピンポイントに計測し、伝達できる。また、夜間でも計測し活用できる。

利用分野

1. 災害初動：被災箇所等の位置の正確な把握
2. 捜索救助活動
3. 航空隊と地上部隊との連携した活動
4. 災害・事故調査



地震、斜面災害、雪崩等の自然災害が生じた場合、道路や鉄道などの広域にわたる交通網の障害を、迅速かつ簡便に把握することは容易ではありません。そこで、本技術では、災害前後に撮影された空中写真を解析し、道路上で地表面の高さが変化した部分を抽出することで、交通障害が発生している地点を推定します。

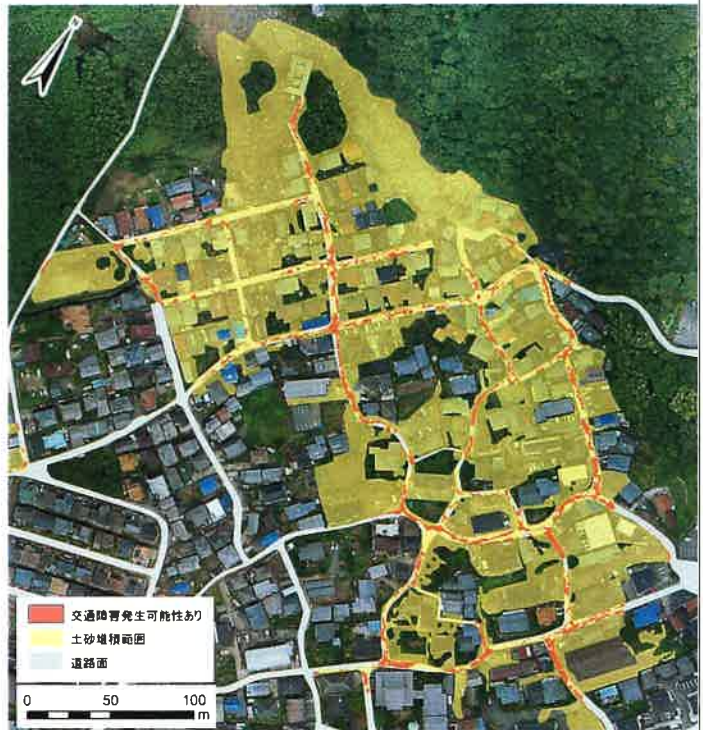
発明のポイント

従来手法の課題

被災直後の交通網の被災状況把握は、現地確認や消防・防災ヘリ等の航空機からの目視確認に頼るため、災害の規模が大きくなるほどに、広域を面的に、迅速かつ簡便に把握することは容易ではありません。また、災害後には、オルソ画像（写真地図）作成のために航空機による空中写真撮影が行われることがありますが、主目的は地図作成であり、交通障害個所の抽出は、オルソ画像の目視判読によって行う必要があります。

発明のポイント

本発明では、交通網が存在する地点において、災害前後で大きな地表面の高さ変化があった場所を抽出することで、交通障害の発生を推定します。高さデータの取得には、写真測量技術を用います。災害前の空中写真は、戦後より、国土地理院などが全国を定期的に撮影したアーカイブがあり、これを活用できます。災害後には、航空機やドローンにより撮影された空中写真を利用します。そして、交通網データは国土地理院などが整備するGIS（地理情報システム）データを使用します。これにより、広域・面的な交通障害の推定が可能になります。



従来技術との比較

- ・ 広域・面的な範囲について、迅速に推定可能
- ・ 目視で実際の被害を確認するのではなく、災害前後で大きく高さの変化が生じた地点を抽出する
- ・ レーザー測量などの技術も利用可能

利用分野

- ・ 災害初動対応における状況把握・意思決定
- ・ 土砂災害、地震、雪崩、洪水など、災害前後で大きな地表面の高さ変化が生じる自然現象が対象
- ・ 計測精度を高めることで、点検等にも利用可能

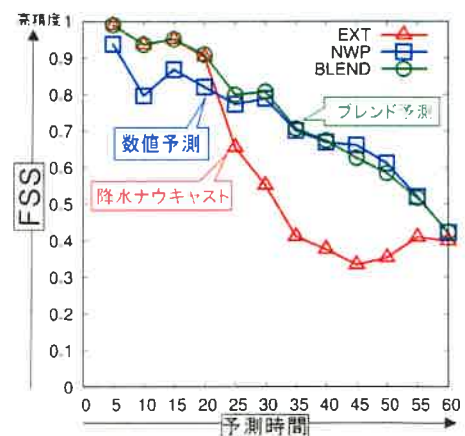
これまで予測が困難であった局地的大雨に対して、従来よりも高精度な 1 時間先までの予測雨量の提供を可能にした。予測のリードタイム毎に最適な予測法を実時間で選択することで高い精度を担保する技術を開発。

発明のポイント

1 時間程度の突発的大雨をもたらす局地的大雨からの避難を実現するためには、高い時空間分解能で 1 時間先までの雨量予測を行い、その結果を迅速に発表する必要がある。降雨予測法には大きく分けて、降水ノウキャストと数値予測に分類できる。降水ノウキャストは降雨域の定常性を仮定し時間外挿によって雨量を予測する手法で、高い迅速性があるが、局地的大雨の場合 30 分以内に急激に精度が悪化する。一方、数値予測は物理法則をモデル化した時間発展方程式を数値積分することで雨量を予測する手法で、非定常な局地的大雨の時間変化を予測できるが、計算初期においてスピナップ^{注1}と呼ばれるノイズにより精度が悪化することがある。このため、1 時間先までの予測を行うためには 2 つの予測手法の時間的結合が必要で、それぞれの誤差特性を反映した合成係数を用いることで適切な予測が可能となる。本発明は、降雨予測の位置ズレが発生した場合にも適切に合成係数を求める工夫を行い、観測データの同化に基づく初期値の最適化によりスピナップ問題を解決し、降水ノウキャストと数値予測を合成する手法（ブレンド予測法）を開発したもので、これまで困難であった局地的大雨の雨量予測において、1 時間先までの予測精度の安定化を実現した（図 1：2018 年 8 月 13 日の局地的大雨事例）。

注 1) スピナップ：シミュレーションモデルに与えた初期値がモデルに十分に整合していない場合、初めの方の計算結果にはノイズが現れる、このノイズを落とすために、シミュレーションによる時間発展の計算をノイズが現れなくなるまで続ける必要がある。

図 1：ブレンド予測法、降水ノウキャスト、数値予測の 3 者の予測精度の時間変化。FSS とは、位置ズレ誤差を許容した上で降水予測精度を指標化したものであり、値が 1 に近づくほど精度が高いことを示す。2018 年 8 月 13 日の局地的大雨の事例において、降水ノウキャストが 30 分までに急激に予測精度が悪化する一方で、数値予測の精度が向上している。ブレンド予測は両者を合成することで予測精度を安定化させた。



従来技術との比較

- ・局地的大雨に特化した予測法を提案
- ・FSS を用いた合成係数の決定法の提案

利用分野

- ・鉄道等の交通インフラの運用支援
- ・夏季の野外イベントの運用支援



本発明は、危険な積乱雲を検出し、積乱雲の過去の動きを自動で追尾することで移動方向を特定し、利用者の移動に相対的に接近する積乱雲が存在する場合にアラートを通知する技術である。

発明のポイント

本発明は、防災科研が開発した自動積乱雲追跡アルゴリズムと積乱雲の危険度を判定する技術を組み合わせることで、具体的な積乱雲のハザードを明らかにし、利用者の移動に相対的に接近している積乱雲が存在する場合、ハザードを具体化し警戒情報を作成する技術である。

利用場面の例として、高所作業の作業判断に用いることができる。高所作業（例えば、クレーン操作など）において、強風が検知されると安全性確保のため作業中止となり、作業の稼働率が下がる。また、作業中止を行うためには数十分程度の時間を要するため、事前に強風を予測する必要があるが、本特許を用いれば、強風の被害が予測される積乱雲を検出し、その移動方向・移動速度を特定し、利用者のニーズにあったリードタイムと移動速度から警戒範囲が設定され、警戒範囲内の接近する積乱雲のみに警戒することが可能となり、不必要な作業中止を減らすことで、効率化を図ることが可能である(図1)。また、車等で移動している利用者に対しては積乱雲と利用者の相対的な移動速度で警戒を発することも可能である。



図1：本特許の概念図。ユーザのリードタイムと積乱雲の移動速度から警戒距離を決定し、接近する積乱雲を警戒する

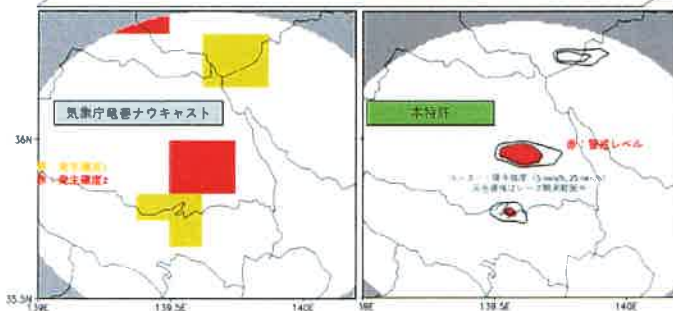


図2：本特許の強風領域検知の例。竜巻発生の可能性を示す気象庁のプロダクト(左)と本特許のプロダクト(右)の違い。積乱雲毎に危険度を判定するため、指定範囲を絞り込むことが可能。

気象のハザードとして大雨、強風、竜巻発生危険度、雷活動度、降雹の可能性を積乱雲毎に評価することが可能であり、それぞれの積乱雲の追跡により今後のハザード発生領域を予測する。危険個所を絞り込むことで空振り予測を低減し、野外作業の中止によるロス軽減に役立つ技術だと考えています。

従来技術との比較

従来技術では、積乱雲に伴う各種のハザードをメッシュ情報として提供しますが、各種のハザードをもたらす積乱雲に注目し、その積乱雲を時間方向に追跡することで、警戒範囲、警戒時間を大幅に限定することが可能となる技術。積乱雲追跡の精度検証はすでに Shimizu and Uyeda, 2012 (JMSJ)で報告されており、追跡するレーダデータの時間分解能が数分であれば、71.4%の成功率で目視結果と一致する。近年の1分間隔のレーダデータでは、93.4%の高い一致率となる。

利用分野

- 積乱雲に伴うハザード予測(1時間以内)を活用し、
 - ・高所建設現場(特に風速)
 - ・カーナビでの経路選択(特に大雨)
 - ・安全な学校行事・イベント運用(特に落雷)
 - ・竜巻危険度予測
 - ・半導体工場などの安全稼働(特に落雷)