

資料配布の場所

1. 国土交通記者会
 2. 国土交通省建設専門紙記者会
 3. 国土交通省交通運輸記者会
- 平成25年9月13日同時配布

平成25年9月13日
国土交通省
国土技術政策総合研究所

建物タイルの落下防止のための「外壁診断ロボット」実用化 ～実建築物を対象とした国総研との共同研究者の募集～

国総研*は、重大事故につながる建物タイルの落下を防止するため、建物の外壁に吸着し移動しながらタイル等の経年劣化による浮き等を診断する「外壁診断ロボット**」を開発しています。今般、開発したロボットの**作業性や操作性、診断精度に関する検証**を行うため、実建築物を対象に**共同研究者を募集します。**

本研究により得られた、適切な劣化診断ができるロボットの性能・機能を公表することにより、**民間企業等によるロボット開発が促進**され、より合理的な診断技術が確立されることを目的としております。

*)国土技術政策総合研究所 ***)自走式外壁診断装置

タイル等の落下事故は死亡事故等につながることから、平成20年に建築基準法が改正され、ビル等について、外壁検査(タイルの浮き等)を実施することが義務づけられました。この検査は、建物に足場をかけて実施する必要があることから、建て主の負担が大きく、実施が進んでいません。このため、国総研では検査のロボット化により、**診断精度向上、コストダウンを進めることにより、確実に検査が実施され、街の安心・安全が図られることを目的に研究を進めています。**

1. 研究項目

下記の研究項目へ、共同研究者として参加することができます。

- ① 自走式外壁診断装置の作業性・操作性の向上に関する検証
- ② 自走式外壁診断装置の診断精度向上に関する検証

※詳細については、**別添資料**を御参照ください。

2. 募集期間

平成25年9月13日(金)から平成25年10月15日(火)まで

3. 提案様式、提出方法

詳細につきましては、下記URLをご参照ください。

国土技術政策総合研究所ホームページ <http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/kyoudou/index.html>



国総研で開発中の
「外壁診断ロボット」

(共同研究の手続きに関する問い合わせ先)

国土交通省国土技術政策総合研究所

企画部 企画課 建設専門官 山本 陽子、調査係長 瀧本 真理

TEL: 029-864-4326、FAX: 029-864-1527、E-mail: kyoudoukenkyu@nilim.go.jp

(共同研究の研究内容に関する問い合わせ先)

国土交通省国土技術政策総合研究所

住宅研究部 住宅ストック高度化研究室 室長 眞方山 美穂

TEL: 029-864-3918、FAX: 029-864-6771、E-mail: makatayama-m92ta@nilim.go.jp

共同研究の公募内容

共同研究の名称

自走式外壁診断装置の実用化に向けた検証

担当研究室

住宅研究部 住宅ストック高度化研究室

実施期間

協定締結後（平成 25 年 11 月予定）～平成 27 年 3 月 31 日

共同研究の背景及び目的

外壁落下等による日常安全性を確保するため、建築基準法第 12 条では外壁調査の実施とその結果の報告が義務づけられており、低コストで精度が確保された外壁診断技術の整備が求められている。このような状況の下、国総研では平成 24 年度終了の研究プロジェクトにおいて、「自走式外壁診断装置^{*)}」の開発を進めた。基本的な動作等の確認は終了しているが、開発した装置の実用化・普及のためには、診断精度および外壁診断装置の作業性・操作性の向上を図る必要がある。

本研究は、実建築物を対象に国総研で開発した「自走式外壁診断装置」を用いて実務で必要とされる診断精度や外壁診断装置の作業性・操作性に関する検証を行い、外壁診断装置の性能・機能に関する技術資料を作成するものであり、民間企業等による外壁診断装置開発を促し、合理的な診断技術の確立を目的として実施するものである。

*)国総研で開発した「自走式外壁診断装置」

- ・装置の概要は、(参考)「建築物の壁面を自走する外壁診断装置 (プロトタイプ) について - 装置概要 -」をご覧ください。



研究の項目

下記の項目に関する共同研究を行う。なお、共同研究者は、下記の1. および2. の研究項目のうちいずれか1つ又は両方の研究項目に対して参加することができる。

1. 自走式外壁診断装置の作業性・操作性の向上に関する検証

国総研で開発した「自走式外壁診断装置」を実建築物に適用し、次の検証を行う。

①自走式外壁診断装置を現場で活用する際に必要となる装置の設置・取外し時の作業性、落下防止装置の性能、診断作業中の周辺環境への影響度等に関する調査・整理

- ・装置の設置・取外し時の作業性／屋上への持ち運び条件、パラペットへの固定方法
- ・落下防止装置の動作性能／制動距離、圧力センサーの検証
- ・作業時の気象要因の影響／風速等
- ・診断作業時の周辺環境への影響／装置稼働音（モーター）、打撃音

②自走式外壁診断装置の移動・測定動作の制御システムの操作性、各動作の制御性能、動作速度等の操作性の調査・整理

- ・移動・測定動作の制御／操作性(条件設定、設定変更等の容易性)、精度
- ・必要な位置情報の精度
- ・安全に作業するための動作速度

2. 自走式外壁診断装置の診断精度向上に関する検証

①実務で必要とされる診断精度の調査・整理

- ・目的とする診断レベルとそれに必要な診断精度に関する調査・整理

②診断精度の検証および診断基準の検討

- ・実建築物を対象とした外装材の浮き等の測定(国総研で開発した「自走式外壁診断装置」、打診法および赤外線装置法による測定)
- ・打音法以外の測定装置等の検討

3. 自走式外壁診断装置に必要な性能・機能の整理および技術資料の検討（国総研のみで実施）

- ・1. 及び2.で検証を行った自走式外壁診断装置の作業性・操作性、診断精度等について性能・機能を整理し、技術資料を作成する。

共同研究の内容及び研究分担

研究項目	研究細目	研究分担			年次計画	
		国総研	共同研究者		25年度	26年度
			指定	公募		
1. 自走式外壁診断装置の作業性・操作性の向上に関する検証	①自走式外壁診断装置を現場で活用する際に必要となる装置の設置・取外し時の作業性、落下防止装置の性能、診断作業中の周辺環境への影響度等に関する調査・整理	○	◎	◎	←→	←→
	②自走式外壁診断装置の移動・測定動作の制御システムの操作性、各動作の制御性能、動作速度等の操作性の調査・整理	○	○	◎	←→	←→
2. 自走式外壁診断装置の診断精度向上に関する検証	①実務で必要とされる診断精度の調査・整理	○	◎	◎	←→	←→
	②診断精度の検証および診断基準の検討	◎	○	○	←→	←→
3. 自走式外壁診断装置に必要な性能・機能の整理および技術資料の検討		◎	—	—		←→

※「指定」とは国総研が別途指定する機関。

※研究分担の欄の記号は以下のとおりである。

◎：該当する項目及び細目を主として分担する場合

○：該当する項目及び細目を従で分担する場合

—：該当する項目及び細目を特に分担しない場合

※共同研究者は、各自の技術開発能力の高い分野の研究を分担しつつ、相互に連携して研究を進めるものとする。

実施体制

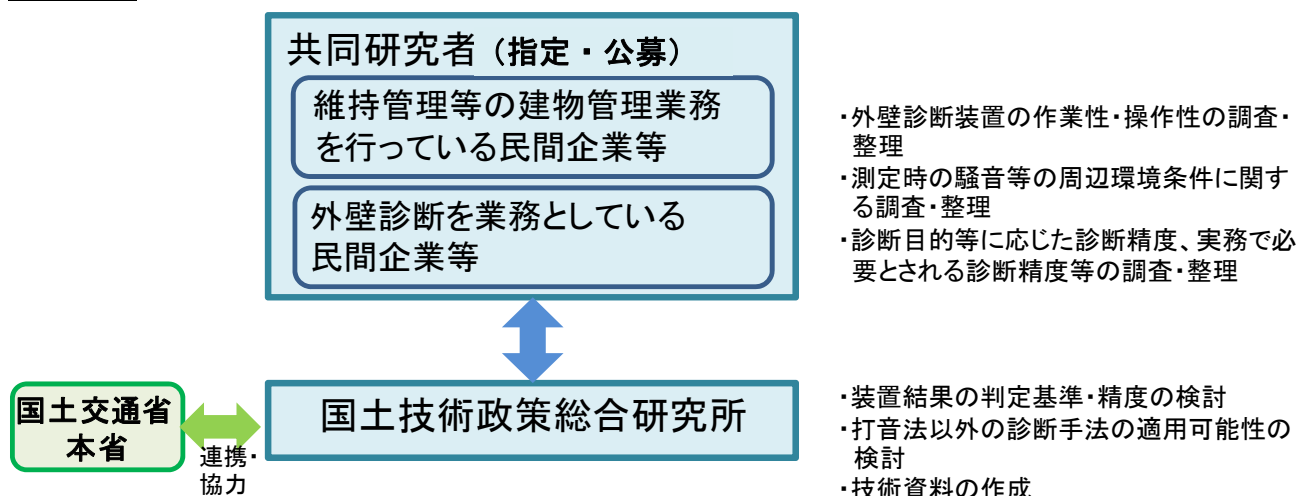


図-1 本共同研究の実施体制イメージ

共同研究者に対する条件、募集する共同研究者数等

【共同研究者（公募）に対する条件】

建築物の維持管理業務、診断技術について精通しており、下記のいずれかの業務を行っている民間等を公募対象とする。

(1) 外壁診断業務を実施していること

- ・実際に外壁診断業務を実施している。
- ・外壁診断に関して、調査方法や診断技術についての研究・調査等の実績がある。

(2) 建築物を保有し、なおかつ維持管理等の建物管理業務（維持管理計画の立案、建物調査等の監理）を実施していること

- ・検証実験用の実建築物の提供が可能である。
- ・建物の維持管理計画を立案し、建物調査等の監理を行っている実績がある。
- ・外壁診断に関して、調査方法や診断技術についての研究・調査等の実績がある。

【参加者数等】

参加者数については上限を設けないものの、決定に当たっては共同研究申請書に基づき審査し、必要に応じて上記の条件に照らしてヒアリングを実施した上で、住宅研究部で総合的に評価し、判断する。公募条件及び研究内容に合致しない場合は参加を認めない。

【ヒアリングの日程、場所】

ヒアリングの日程および場所は以下を予定している。

- ・日程：平成 25 年 10 月 21 日（月）～25 日（金）
- ・場所：国土交通省本省会議室（または国土技術政策総合研究所立原庁舎会議室）
※具体的な日時・場所は、募集期間終了後、応募者に通知する。

注意事項

本共同研究において、各者で実施する研究に係る費用については、各者で負担していただきます。（国総研から共同研究者に対し、費用を支払うことはできません。）

また、共同研究者は、本共同研究のうち、国総研の研究分担に係わる請負業務への競争参加資格はなくなりますので、ご注意下さい。

問い合わせ先

（共同研究の手続きに関する問い合わせ先）

企画部企画課 建設専門官 山本 陽子、調査係長 瀧本 真理
TEL：029-864-4326 / FAX：029-864-1527
E-mail：kyoudoukenkyu@nilim.go.jp

（共同研究の研究内容に関する問い合わせ先）

住宅研究部 住宅ストック高度化研究室 室長 眞方山 美穂
TEL：029-864-3918 / FAX：029-864-6771
E-mail：makatayama-m92ta@nilim.go.jp

建築物の壁面を自走する外壁診断装置（プロトタイプ）について

－ 装置概要 －

(1) はじめに

国土技術政策総合研究所では、総合技術開発プロジェクト「社会資本の予防保全的管理のための点検・監視技術の開発(H22-24)」の一環として、住宅・建築物の予防保全に関する研究を実施し、高所、狭所など人が容易に近づけない場所での外壁の診断を簡便に行うための診断技術の検討を進めてきた。

(2) 壁面走行型外壁診断装置の概要

試作した壁面走行型外壁診断装置は、長さ1m、幅85cm、重さ約17kgである。装置は以下の3つの部分で構成される。

- ①外壁診断装置本体
- ②落下防止装置（電源供給を兼ねたリールユニット）
- ③位置計測装置



写真1 壁面走行型外壁診断装置

1) 外壁診断装置本体

外壁診断装置本体は、①走行装置、②打音装置、③走行および打音装置の動作制御装置（制御基盤含む）からなる。

①走行装置

走行装置は、吸着面の大きさが45cm×20cmの2つの脚、77cm×20cmの1つの脚を有し、2つの吸引ポンプ（一般の家庭用掃除機に用いられているとほぼ同じもの）により壁面に吸着しながら移動する。移動方法は、装置の上下に取り付けられた2つの脚(45cm×20cm)と、装置の真ん中にある脚(77cm×20cm)とを、交互に動かして尺取り虫のように壁面を登り降りする。また、この装置は上下方向だけでなく、横方向への移動も可能となっており、鉛直方向1列を診断した後、人が装置を取り外して隣の列に設置しなおすということをせずに、作業を続けていくことができるようになっている。一回の移動距離は、上下方向がおよそ10cm、横方向はおよそ5cmである。

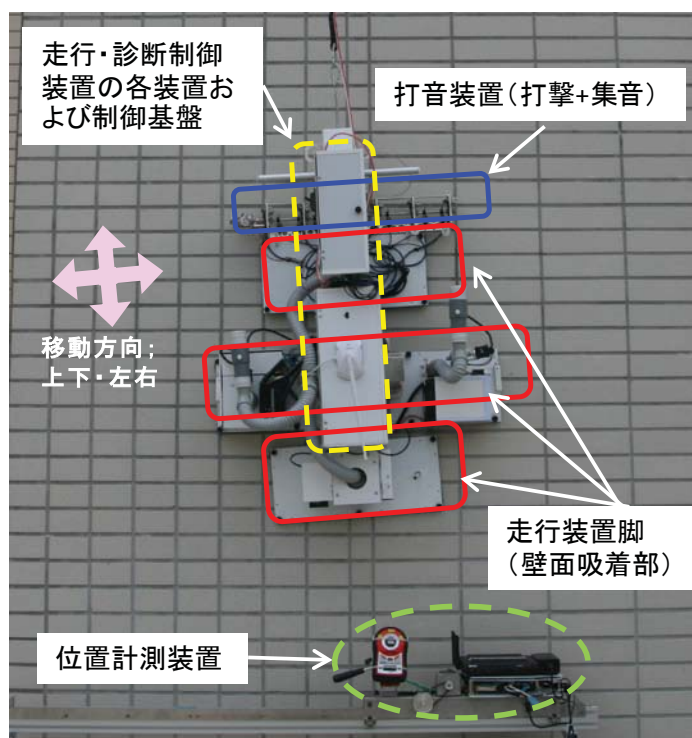


写真2 壁面走行型外壁診断装置および位置計測装置



写真3 打音装置の取り付け状況

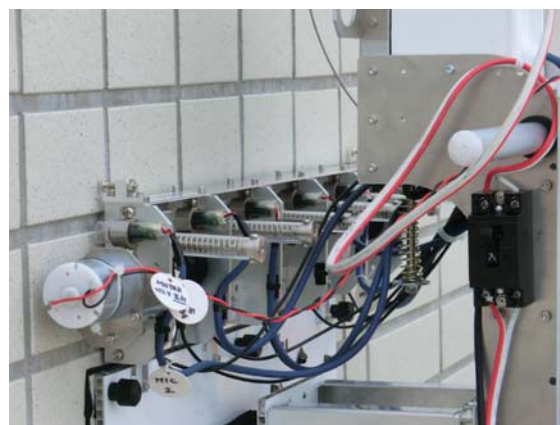


写真4 打音装置

②打音装置

打音装置は壁面を打撃する部分、打音を収録するマイクから構成されている。打撃部分は、走行装置の先端部に壁面を打撃する金属の錘が10cm間隔で6個設置されており、1回の移動が終了した後に打撃および集音が行われる。集められた打音はデジタルデータに変換され、搭載しているパソコンで解析してタイルが浮いているか、健全であるかを判定するようになっている。これらのデータは、解析後に地上の制御用パソコンへ送信されるようになっている。

通常、人が打診する場合の作業量は1時間あたり10～20m²程度と言われており、今回の開発ではその作業量とほぼ同じぐらいになるよう、装置の移動速度や解析方法の検討を進めた。将来的には診断結果を図面情報の中に落とし込み、簡単に検査結果の確認ができるシステムへとなることが期待される。

③走行および打音装置の動作制御装置（制御基盤含む）

走行装置・打音装置・位置計測装置の各動作については、一つの制御系で操作可能となるよう制御基盤および制御プログラムを改良設計した。基本的に、a. 前進（後退）動作、b. 前進（後退）+診断（打撃+データ収録）+位置計測、c. 測定位置の列替え動作（回転・平行移動）ができるようにプログラムは設計しているが、特に壁面に確実に吸着しながら移動できるようにするため、吸着状態を圧力センサーでセンシングしながら吸着部の動作を最適に制御するように設計した。

動作に関しては、上下だけでなく左右への移動と旋回が行なえるようにし、100mmの左右ストロークを5回繰り返すことで幅500mmの列変えを行うことができるようにした。また回転中心を持つ構造により二脚がそれぞれ±5度ほどの角度で旋回できるようにするため、作業途中で装置進行方向にずれが生じた場合でも修正することが可能である。これらの動作は、ジャイロセンサーによって装置の水平を確認し倒れがあった場合には旋回軸を駆動し常に装置の上端面が水平に保たれるように自動的に修正する。こうした一連の動作はパソコン等から無線LANで制御することとした。

2) 落下防止装置（電源供給を兼ねたリールユニット）

外壁診断装置の開発を始めた初期の段階では、電源方式をバッテリー型としていたが、使用状態によって電圧が不安定になり、壁面への吸着状態が不確実になることがあった。そのため、平成24年度の外壁診断装置の改良にあたっては、外部電源を供給する方式とすることも含めて、改良に向けた検討を行った（当初はバッテリーのみによる駆動を条件としていた）。

最終的には当初の「バッテリーだけで動かす」という条件を緩和し、走行に支障ないように外部電源を利用する仕様も認めることとした。ただし、外部電源を利用する場合は、電源を供給するケーブルの重量が次の問題となる。試作機では、落下防止用のケーブルに電源供給の機能を持たせることとし、外壁診断装置自体にケーブルの重量がかからないように、一定の牽引力でケーブルを引っ張り上げるための巻き上げ装置を設けて、余計な重量がかからないようにした。また、仮にタイル外壁の一部が浮いたところに外壁診断装置の吸着板がそこにかかり、タイル・モルタルとともに落下するような場合でも、もとの位置から50cmくらい下の位置に吊り下がって止まるようにケーブルを制御できる装置となっている。

巻き取り補助具は、屋上のパラペットに固定して使用することを想定している。試作したものは水平方向に1m程度の長さとなっており、その範囲を外壁診断装置が動く場合は、巻き取り補助具は固定したままでリールユニットを列替えした分だけスライドさせればケーブルに無理な力が働くようなことはない。1m以上水平方向に移動する場合は、巻き取り補助具を固定しなおす必要がある。

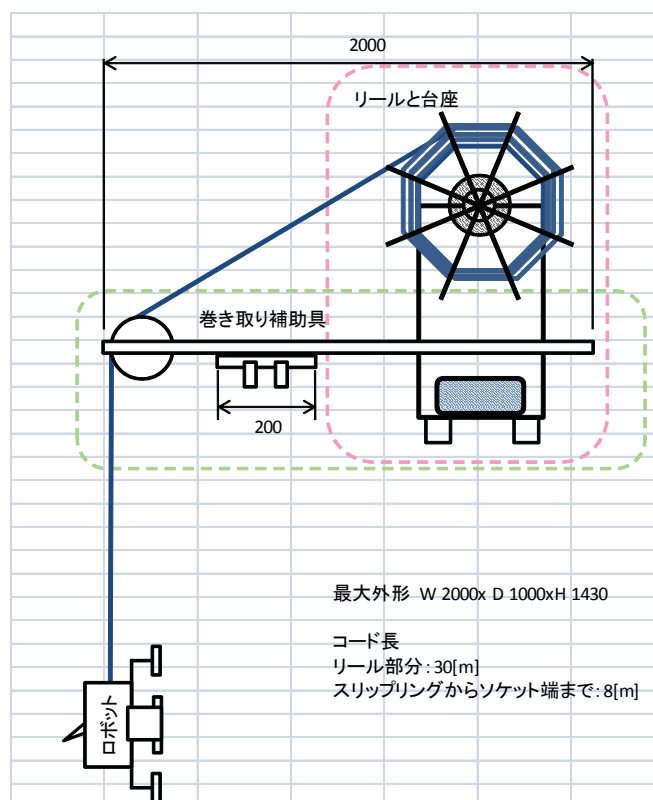


図1 落下防止装置 概念



写真5 落下防止装置 兼
電源供給用リール
ユニット

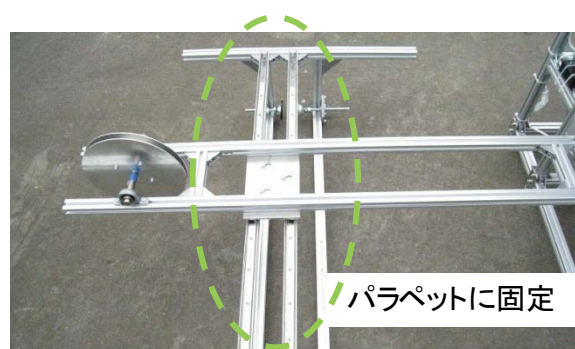


写真6 巻き取り補助具

3) 位置計測装置

走行装置の位置計測には、エンコーダとレーザ測長器を使用した。図2に示すようなレール架台を地上にセットし、その上にレーザ照射計（写真7）を載せた移動装置を取り付ける。水平方向の位置については、この移動装置を動かしながら、外壁診断装置にセットされた位置計測用の受光ユニット（レーザの受光部）に向けてレーザを照射し、受光ユニットにレーザが入った時の位置をエンコーダから算出する。鉛直方向については、外壁診断装置本体に取り付けられたレーザ距離計を用い、水平方向の距離を測定した際のタイミングで高さを測るようになっている。

計測された位置情報は外壁診断装置に搭載されているパソコンに保存され、その後、打診結果とともに地上に設置されているパソコンに送信される。

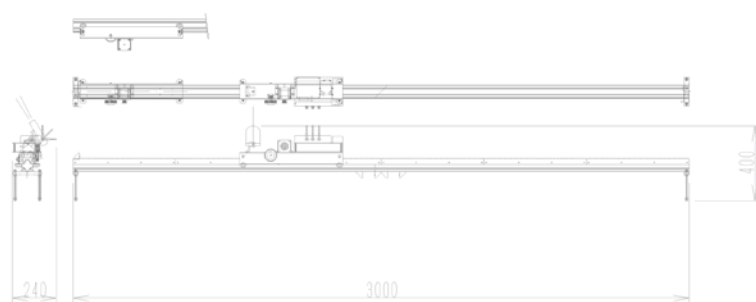


図2 測定用架台



写真7 レーザ照射計

(3) 実証実験

試作機が完成した後、タイルにより仕上げされた外壁を模擬した試験体を用いて、平成25年3月26日に外壁診断装置の走行性や作業性等を確認するための実験を行った。その結果、今回の試作機は壁面への吸着力が想定どおりに確保され、安定して壁面を昇降することが確認でき。また、何らかの原因により吸着がはずれた際にも落下防止装置が適切に作動し、地面に落下することなく直前に吸着していた位置より下へ50cm以内のところでケーブルに吊られた状態のまま保持されることなども確認できた。

安定した壁面吸着を実現するため、平成24年度の試作機の改良にあたっては、流量の大きいポンプを用いることにした。これにより、吸着に関する問題はクリアできたが、新たな課題として診断装置を稼働した際の騒音対策が残った。稼働時の騒音は診断精度にも大きな影響を与える。今後は、この稼働時の音を低減させる技術とともに診断精度の向上を図り、実建物を用いた検証を行いながら、実用化に向けた改良を行う予定としている。



写真8 平成25年3月26日に実施した実証実験の様子（1）



写真9 平成25年3月26日に実施した実証実験の様子（2）