

平成20年度～21年度

「アスベスト封じ込め無人化塗布装置に  
関する技術開発」

有限会社 デイ・エス・エス  
サンワテスコム株式会社

代表取締役 佐藤 弘  
代表取締役社長 堤 登志郎

# 技術開発内容

## 【目的】

国民に安心で安全な生活環境を提供するに資する新技術を開発し、現状の環境を改善する事で、国民に貢献する事を目的とします。

## 【背景】

平成17年の『クボタショック』以来、国は建築基準法を改正し、アスベストによる健康被害が増加しないよう対策に手を尽くしています。現在、官庁保有の建築物の対策はかなり進んでいますが、民間や施工の困難な部位の処理や対策は、残念ながらあまり進んでおらず、この部分を解決する手段が求められています。

私達はこの対策の中で特に施工困難な部位であるエレベーターシャフト内のアスベスト処理工事に注目しました。

一昨年来エレベーターの作動不良やワイヤー損傷、構成部品の品質未熟等による人命被害が増え、その対策のためにシャフト内での点検回数も以前と比較にならないくらい増えています。

しかし、シャフト内アスベストの劣化は進んでいるにも係わらず、処理が進んでいません。その理由は、点検員及び不特定多数搭乗者の健康リスクが懸念されるからです。使用頻度を考えると、迅速な処理を実行しなければ、アスベストによる健康被害犠牲者が益々増える部位を放置している事になります。

私達は、この問題を解決する手段として7軸多関節型既存ロボットを改造し、エレベーターかご上に搭載、自由度の高いランナーの上を移動させる事によりエレベーターシャフトの内壁に無人化で(遠隔操作)国土交通省認定アスベスト処理剤(石綿飛散防止剤)を塗布する技術開発を発想致しました。当該部位において、法令を遵守し、施工品質を厳守したアスベスト封じ込め工事を安全に、効率的に、かつ迅速に施工する為です。

## 技術開発成果の先導性

アスベスト処理工事を無人化する発想は、以前より考えられており、大成建設(株)及び(株)竹中工務店がNEDO事業において除去ロボットを開発していますが、それらは鉄骨等の除去工法での発想です。

エレベーターシャフト内のアスベスト封じ込め工法で行うロボットは、私達の考える物しかありません。

ご承知の通りエレベーターシャフト(昇降路)内は構造上多くの建物で外部との間の養生が難しく隔離養生が困難な為にレベル1工事(除去)では暴露の可能性が高いため、処理工法には封じ込め工法選択が適切と考えます。封じ込めならば比較的操作が制御しやすいのですが、人の手の作業を再現できる多軸性が必要である事と、現場(現地)の構造及び意匠等を極めて早く測量する技術と連動している事が肝要です。この連動技術は他の開発には見られず、エレベーターシャフトに特化している事も含めて、先導的であります。

## 技術開発の効率性

技術開発の効率性、确实性の為、東芝エレベータ株式会社の協力の元、上野原研究所にて実際のエレベーターにロボットを設置し実験を行っています。

東芝エレベータ株式会社の意見を聞きながら実際に必要な部位の研究開発を行っています。

# 実用化・市場化の現状

## 【実用化】

実用化は24年度が目安。

## 【市場化の現状】

(社)日本エレベーター協会の数値では全国に58万台のエレベーターがあります。その内、約17.6%の102,080台がエレベーターシャフトに耐火材としてアスベストが使われている可能性があり、解体ビル以外は運転を止める事が難しい為、処理が放置されています。推定放置面積は、(平均10階建ビルと仮定)1ヶ所のエレベーターシャフト内壁面積[m<sup>2</sup>]は凡そ600m<sup>2</sup>なので全体では61,248,000m<sup>2</sup>と考えられます。この内アスベスト飛散の可能性が有り迅速な対応が待たれるのが3%の183,744m<sup>2</sup>ほど有ります。また飛散予備軍として、総務省のデータで見れば対象建物約15万棟と推察できます。これらの建物が経年変化により飛散の可能性のある状態へますます増加していきます。

エレベーターの事故も最近多発し、その点検要員・点検回数が増え、点検員の被爆も問題であると言えます。またエレベーターは使用頻度が非常に高く、常に人が存在しています。

エレベーターシャフトとエレベーターかごは換気扇で、大気を同一の物にしている為、一日も早い処理が必要であると思います。同時に、施工困難な部位な為に(特に民間建物でアスベスト処理の進んでいない)処理が放置されている現状は、国民の健康被害リスクから黙認できる事ではありません。粉じん飛散濃度測定が国の助成により測定できるようになる現在、今以上の早期処理能力を持ち、2次災害を起こさない技術は必要かつ歓迎される事と思います。

## 技術開発の完成度、目標達成度

- ・本件技術開発構想時での、エレベーター天井 上面設置型の、無人化塗布装置としての機構的自由度、狭小部等への吹付け能力も①液状吹付け②ミスト状吹付けの2方式切換えで達成したと思われる。
- ・エレベーターシャフト内赤外線センシングと装置動作ソフトの統合は、技術的にクリアしたが取得データ量が膨大なため、シュミレーションSOFTでのデータ変換と3次元モデルを生成する処理速度と、本システム動作までにアイドルタイムが発生する。  
もう一段階のソフト改造が望まれる。

# 技術開発に関する結果(成功点)

## 塗布装置の作業エリア拡大機構の開発

- ①3mストローク昇降装置を再設計して、軽量化とストローク延長と狭小部吹付け用2段スライド機構を付加した。
- ②ミストノズル装置も新たに製作して小型化した。
- ③2段スライドノズル新部品にて組立した。
- ④全ての部品を再加工して、全体的な軽量化を実施した。
- ⑤総重量はロボットと昇降装置で68Kgとなり、
- ⑥1号機との重量比は40%減の軽量と成り、実用領域に入った。
- ⑦昇降装置と2段スライド装置のフルストロークは3.8mと成った。
- ⑧軽量化の為の新ロボットIA5を更に軽量化改造を行った。
- ⑨変形コの字形水平走行装置は、エレベータ天井の重量軽減の為に追加加工を施し、従来比60%の軽量化に成功した。
- ⑩ロボットIA5にφ0.3多芯ケーブル化で動力線・信号線・溶剤ホース等80本ロボット内部に通した。
- ⑪3m伸張した先でロボットが動作すると、装置に揺れが発生した。  
反力防止対策で水平走行装置にブレーキ機構を追加した。ロボット動作の安定度が増した。
- ⑫昇降装置が3m伸張した先でロボットが60%速度で動作した時にも安定的に動作する。ロボット装置重量も軽くなったので作業自由度が増した。
- ⑬総括として実用上、合格点に達したと思われる。

## 可変圧力用ノズルの改良・改造開発

### (吹付けノズルシステムに関する技術開発)

- ①ミストノズル装置の小型化と狭小部吹付け用2段スライドノズルを具備しロボット動作数が減少してスムーズに吹付け作動した。
- ②超音波発生ミストもカウンターウエイト部ウラ側奥まで溶剤供給が可能になり、カウンターウエイトの厚み方向狭小部の溶剤供給に一定の成果が得られた。  
塗布溶剤の圧送はポンプ圧力方式とし、0.4MPa±0.1MPaで圧力制御しバルブ開閉機構を3m昇降装置に内蔵した。
- ③溶剤供給ラインは、ロボットIA5の内部を通した。また3m昇降装置の内部にも内蔵し溶剤ホースのトラブルを解消した。
- ④総括として実用上、合格点に達したと思われる。

# 技術開発に関する結果(成功点)

## 照明と赤外線センシング画像作成方法の開発

- ①エレベータシャフト内構造物のセンシングに、赤外線センサーに依る距離方向(X・Y・Zデータ)測定を行いデータを作成した。
- ②センシング精度は距離2m離れた位置で2mm大の識別が出来た。
- ③データの処理はセンシングした各点群のピクセル(画素)を3D-データとしてシュミレーションSOFTに送り込み3Dを作成する。
- ④総括として実用上、合格点に達したと思われる。

## 構造物の3次元モデルとの比較ソフトの開発

- ①シュミレーションSOFTに送込まれたデータを変換SOFTで、3Dデータにして、3次元モデルを生成した。
- ②作成した3次元モデルは、今年度作成した動作プログラムソフトと比較して塗布モードを選択し、トレース連動動作を3次元構造物に合せて塗布を行った。
- ③PCコンピュータ、PLC制御盤とロボットコントローラ指令は本システム中枢のタッチパネルで動作指令を行う。
- ④動作プログラムソフトをIC化してコントローラの小型化をした。
- ⑤総括として実用上、合格点に達したと思われる。

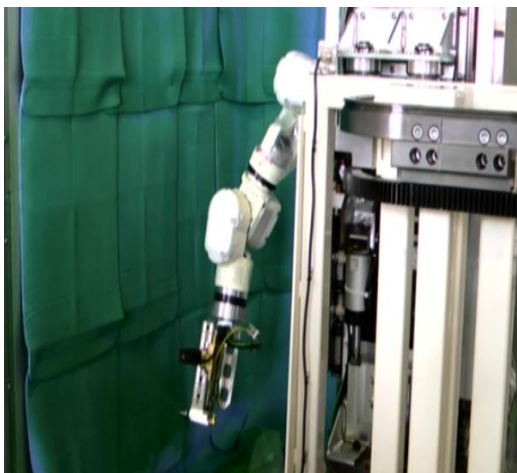


図1 塗布実験



図2 動作確認

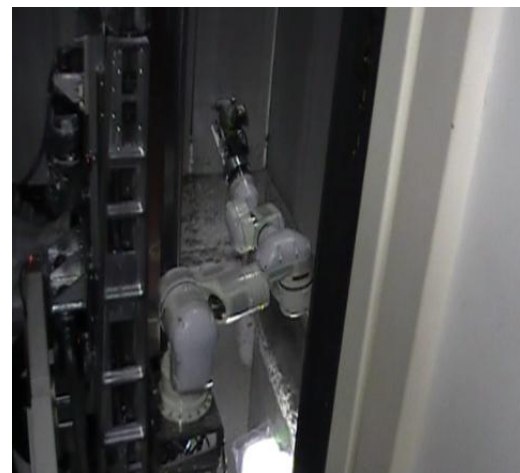


図3 エレベーターシャフト内での塗布実験

## 技術開発に関する結果(残された課題)

- ①人間の目の動き、→障害物等の認識→塗布エリアの認識→ロボット装置腕のトレース連動動作が遠近データに従い、ロボットの腕に伝え塗布をするソフト開発。
- ②作業員のエレベーター天井上面での、暗くて狭いエレベーターシャフト内での塗布装置セッティングのストレス軽減に更なる軽量化、小型化の一考余地が有る。
- ③市場の値段に対応する値段の設定。

## 今後の見通し

商品開発を進めるに当たり、ロボット塗布装置の軽量化及びソフト改良を行い、東芝エレベーター上野原研究所の協力のもと、試験運用でデータベースを構築して多彩な運用プログラムを準備し平成25年度中に市場に投入する予定です。