

はじめに

球形ガスホルダーは都市ガスの需給を調整することを主目的として設置されている設備であり、東京ガス（株）では大小あわせて 57 基所有している。この球形ガスホルダーは高張力鋼を用いた溶接構造物で、大型のものになると直径は 30 m 以上となり、溶接線長は 1 基で 2500 m 近くに達する。この溶接線の検査を行うため、球形ガスホルダーは数年ごとに稼働を停止し開放されるが、この検査には半年近い工期が必要となる。また検査を行うための仮設足場の設置等膨大な付帯工事を行わなければならないが、作業員、検査員は高所作業を余儀なくされているのが現状である。

そこで、東京ガス（株）では検査をより合理的にかつ、より安全に行うため、球形ガスホルダーを稼働状態のまま、外部から検査することができるロボットを開発した。

1. 検査システムの概要

検査システムの概要を図-1 に示す。

本システムは大別して、検査装置とこれを持ち運ぶロボットの部分に分けられる。

検査装置としては超音波探傷試験法（以下 UT）が用いられており、球形ガスホルダーの外側から溶接線の表裏両面の検査ができる。溶接線の検査は従来は磁粉探傷試験法によっていたが、この方法は磁化器の接する面しか検査できないため、球形ガスホルダーの内外面の検査を行うためには、開放して内部に検査員が入る必要があ

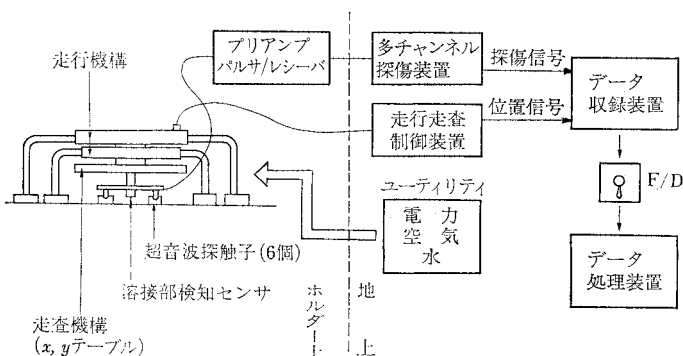


図-1 システム構成図

球形ガスホルダー
検査ロボット

鍵山 一郎

資料

った。しかし UT を利用することにより、開放しない状態での検査が可能となった。

このたび開発した検査装置は 6 個の超音波探触子を用いた多チャンネル超音波探傷装置で、1 か所を多方向から探傷することによりあらゆる角度の欠陥を一度に検査できるという特徴を備えており、検査員による手動の探傷と比較にならぬほど能率よく検査できるほか、通常の 1 ~2 チャンネルの自動探傷装置と比較してきわめて高い検査性能をもっている。

探傷信号は地上に設置された多チャンネル探傷装置を経由してロボットの制御装置からのロボットおよびスキャナ的位置信号とともにデータ収録装置に収録され、後にデータ処理装置でオフライン処理される。検査結果は収録データ全リストのほか、1 回の検査長である 1 ブロック 400 mm ごとの平面図および断面図としてわかりやすく表示される。

1 ブロックの検査が終了すると、ロボットは 400 mm 前進し次のブロックに移る。

2. 検査ロボットの構造

壁面に全姿勢で吸着し移動できるロボットは国内でも何種類かの方法が開発されているが、ここで用いているのは真空吸着歩行式である。これは溶接余盛のような凹

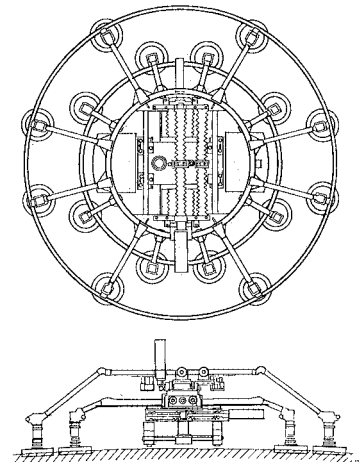


図-2 ロボットの構造

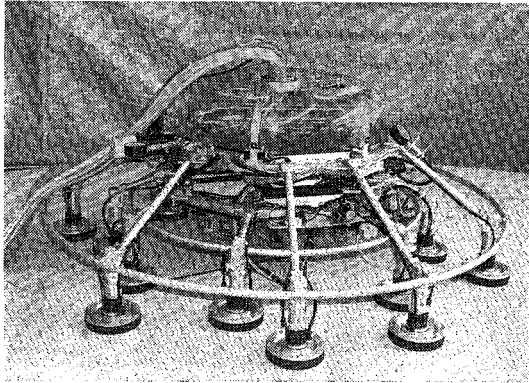


写真-1 ロボットの外形

凸のある壁面全面を踏破するためには、吸盤のようなフットタッチの吸着機構が最適であると判断されたからである。同時に塗装を傷めないという点も配慮されている。

ロボットの基本的な構造および形状は図-2および写真-1に示すとおり、歩行機構は内外の2つのアルミニウム製のフレームから構成されており、それぞれ先端に真空吸盤をもつ8本ずつの脚をもっている。また16本の各脚にはそれぞれ脚伸縮用のエアシリンダが組み込まれており、内外どちらかのフレームが脚を伸ばして吸着している間に、もう一方のフレームはその8本の脚を縮めて前進または後退する。この内外フレームの相対的な前後移動はボールねじ送り機構によるが、内フレームはこの送り機構部とは旋回機構を間に介して連結されており、内外フレームの相対的な旋回動作もできるようになっている。したがってこのロボットはこれらの動作を組み合わせることでどの方向へも移動できる。

またこれ以外にも、ボールねじ送りの直線運動を球面に沿った動きに変換する球面追従機構、2組の脚群の交互の吸着、離脱を確実に行為せるための脚の押し付けシーケンス等、球面に全姿勢で着実に吸着し移動するための工夫がなされている。

ロボットの内フレームの下部には、6個の超音波探触子を配置した探触子ユニットを球面に押し付けてスキャンさせるXYスキャナが取り付けられており、所定の検査範囲を任意のピッチでスキャンできる。またこのスキャナは渦流探傷法を応用した溶接線検知センサによって溶接線自動ならい走査もできる。

3. 検査ロボット試作機の仕様および性能

現在試験中のロボットは試作2号機である。

表-1 試作機の仕様および性能

項目	仕様/性能	備考
寸法	φ1800×622 (FI)	
総重量	約140kg	検査ユニットは25kg
限界吸着力	約640kg	片側フレーム脚8本分
最大歩幅	400mm	
最大移動速度	1m/min以上	
旋回速度	1°/s	30°/1回

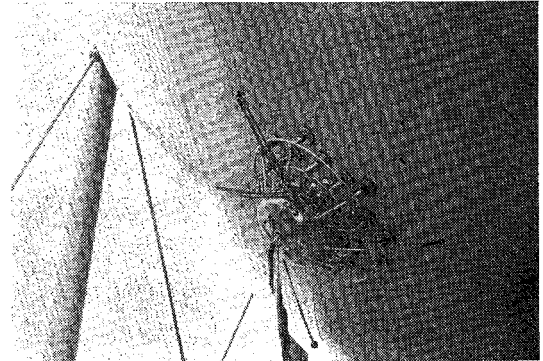


写真-2 下半球での歩行試験

表-1に試作2号機の仕様および性能を示す。

この試作機は東京ガス(株)千住整圧所の直径約36mの球形ガスホルダーでのフィールドテストにおいて、安定した吸着歩行および探傷作業ができることが確認された。

フィールドテストにおける吸着歩行の様子を写真-2に示す。

おわりに

球形ガスホルダーの非開放検査用のロボットを試作し、テストの結果、十分実用化の見通しを得た。

特に、下半球のような歩行困難な場所で、しかも超音波探傷のような高い精度を要求される作業にも十分な安定した姿勢制御、保持ができることから、検査以外の作業にも使用可能と考えられる。また、ある程度の平滑面があれば材質を選ばず吸着できるので、さらに幅広い用途への適用が期待できる。

筆者・Ichiroh KAGIYAMA, 東京ガス(株)非掘削検査・工法技術開発プロジェクトチームプロジェクトマネージャー, 現 中央導管管理事業所長 (〒105/港区芝浦 1-16-25)