自動クレーン用鉄鋼コイル位置認識装置に関する研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 西部, 邦彦 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/16331

氏　　　名	西 部 邦 彦
生 年 月 日	
本　　　籍	愛媛県
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	博甲第372号
学位授与の日付	平成12年9月29日
学位授与の要件	課程博士（学位規則第4条第1項）
学位授与の題目	自動クレーン用鉄鋼コイル位置認識装置に関する研究
論文審査委員(主査)	藤原　直史（自然科学研究科・教授）
論文審査委員(副査)	神谷　好承（工学部・教授）藤田　政之（工学部・教授） 宮崎　　猛（工学部・助教授）関　　啓明（自然科学研究科・講師）

学位論文要旨

A New Automatic Coil Recognition System has been developed for the purpose of full automated crane operation in the steel coil transportation fields where great demand for automation can be expected. The sensed information including the coil positions and the dimensions from the Automatic Coil Recognition System are sent to the crane operating controller and these information will enable the crane to operate with full automatic mode from the transportation work of the coils on the trailer truck which has been forced to work manually. This paper describes the summary of the Automatic Coil Recognition System, in case coil orientation is perpendicular or parallel to trailer, its algorithm and the results of performance test.

産業界のあらゆる分野で活用されている天井走行クレーンは，全自動化の方向に向かっている．既に鉄鋼業界用，セメント原料用，ごみ処理用などの分野で自動クレーンが開発され稼働している．

特に大きな需要がある鉄鋼コイル搬送用クレーンの完全自動化を達成するには，トレーラにより搬入されてきた鉄鋼コイル位置を非接触で自動認識する装置が必要となる．図1に鉄鋼コイルヤードにおける自動クレーンシステムの一例を示す．鉄鋼コイルヤードにおいては，ヤードの外からトレーラにより搬入されてきた鉄鋼コイルに対して焼鈍，酸洗，めっきなどの加工を施すことを主な目的としている．

これらの鉄鋼コイルはヤード内において天井走行クレーンにより運搬されるが，最近ではクレーン運転手の高齢化に伴う運転手不足が深刻な課題となっている．また，生産能力の向上を図るために24時間運転されるのが常となっており，3K職場（危険，きつい，汚い）と呼ばれている．このような悪環境から作業者の解放を目指すと同時に，搬送能力・生産能力の向上を図るために，鉄鋼コイルのヤード内への搬入から搬

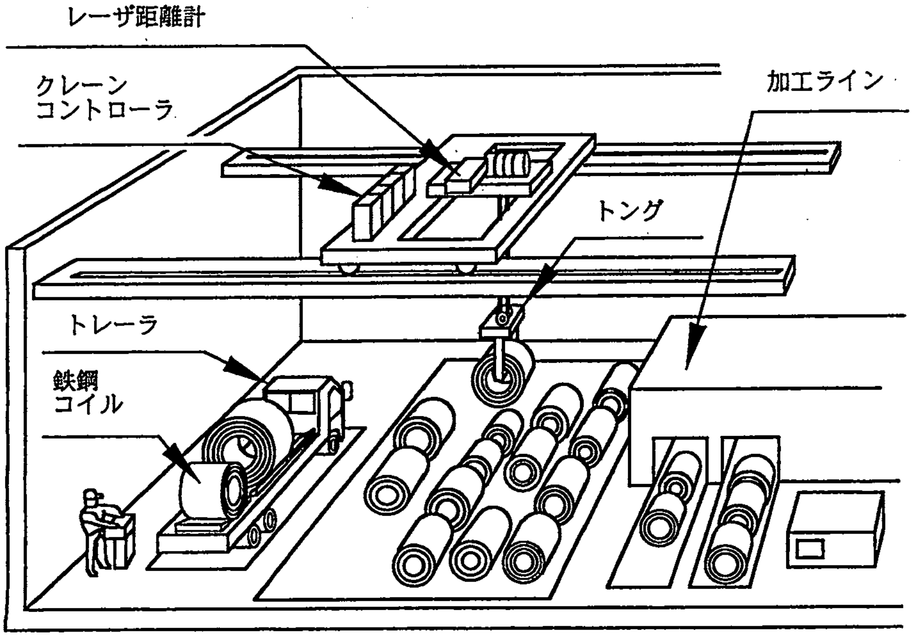

図１　自動クレーンシステム

出までの全自動化の技術が要求されている．

図１において，鉄鋼コイルヤードに一時保管された鉄鋼コイルの加工ラインへの搬入作業，同ラインからの製品鉄鋼コイルの搬出作業は，それぞれの鉄鋼コイルの位置及び保管場所の番地が既知であり，既に自動化技術は確立されている．

しかしながら，トレーラによりヤードの外から搬入されてきた鉄鋼コイルの決められたヤードまでの搬入作業において

（１）トレーラは人が運転するため，区分けされたトレーラヤード内の，決められた位置に停止する場合，最大±200（mm）程度の位置誤差が認められている．

（２）トレーラには一度に最大４個程度の鉄鋼コイルを積むことができるが，その積み位置は必ずしも定まっていない．

（３）鉄鋼コイルの中心軸方向は必ずしも定められてはおらず，平行（その中心軸方向がトレーラの長手方向と一致する）・直角（その中心軸方向がトレーラの長手方向に対して垂直）又はこれらの混在している場合があり得る．

などの理由から，鉄鋼コイル位置の自動認識装置が無ければ自動搬入はできない．認識装置はこのトレーラ上に搭載された複数の鉄鋼コイルの位置，大きさなどを非接触で，かつ正確に計測することを目的としており，本装置の実現により自動搬入が可能となる．

この装置として，クレーンクラブに搭載したレーザ距離計を用いる方式の自動認識装置の開発に取り組んできた．その結果，図２に示すように

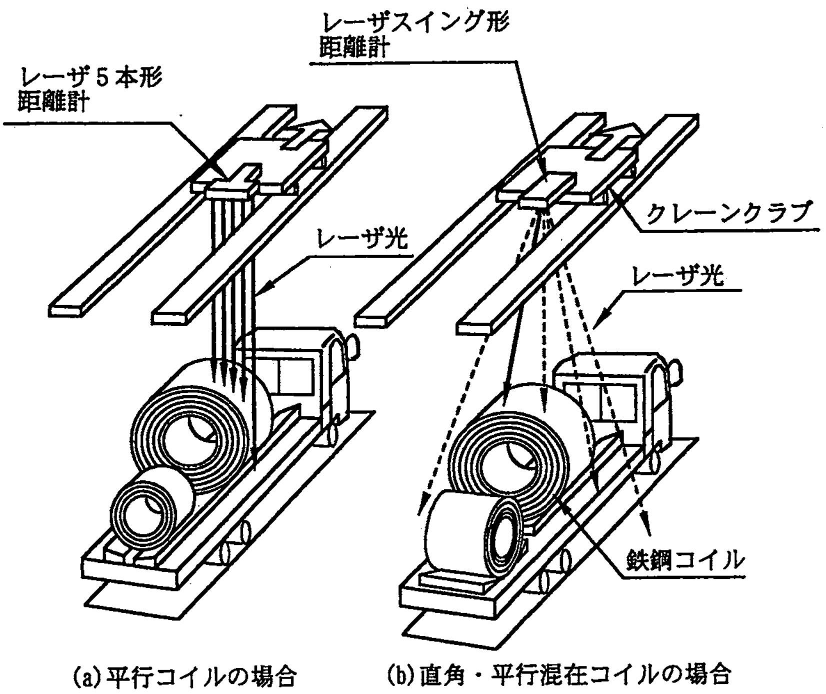

図2　鉄鋼コイル位置自動認識方法

（a）平行コイルの場合はレーザを5本使用するレーザ5本形距離計，

（b）直角・平行混在コイルの場合は1本のレーザをスイングする方式のレーザスイング形距離計

をそれぞれ用いる方式の自動認識装置を開発した．いずれの装置も小形・低コストで，あらゆる光環境（太陽光の遮蔽は必要）・どのような鉄鋼コイルに対しても適用できるなどの特長がある．

本論文においては，今回開発した鉄鋼コイル自動認識装置の内容，特長，認識アルゴリズム，認識精度の試験結果などを中心に包括的にまとめることとし，全体は以下の章に分けられる．

第2章ではトレーラ上の鉄鋼コイルをクレーンのリフターで搬送するために必要な情報として，自動認識装置はコイルの数，置かれた向き，大きさ，幅，中心座標を認識することが要求されることを説明した．認識装置単体誤差の目標値は±20（mm）以下とした．

第3章ではコイル認識装置に関する方式の比較表を示した．本論文で述べる2種類のレーザ距離計，すなわちレーザ5本形距離計及びレーザスイング形距離計を用いたコイル位置認識の方式を他の方式と比較すると

（1）周囲の光環境に対する制約が少なく（太陽光の遮蔽以外は特に不要），

（2）あらゆるコイル表面に対して適用可能で，

（3） 装置寸法が小さく，

（4） したがって経済的である．

などの特長があることを明らかにした．

また，これらの距離計を用いた距離分布の測定と認識技術の関係において，そのプロフィールを測定するための必要条件は，

（1） 認識対象物の外形が円筒状であるため，その円筒面のデータ測定

（2） コイルの幅方向の端面位置データの測定

の両方が必要となる．

第４章では多くの種類があるレーザ距離計に関して整理し，その長所，短所などを比較して示した．今回開発し適用する２種類のレーザ距離計は，いずれも三角測量方式を採用した．その理由は，装置の大きさが他に比べて小さくできない欠点があるが，

（1）ステンレスのような反射率の高い鉄鋼コイル（乱反射率が低い）にも適用できること，

（2）測定精度が高く取れること

などが挙げられる．

本論文で適用したレーザ距離計それぞれの特長を整理すると，

（1） レーザスイング形は小形で，コイルの向きに関わらず適用でき，距離データのサンプリング周期は1（ms)と高速である．

（2） 一方，レーザ５本形距離計は５点の距離データを同時に計測できるため，データ採取時間は20（s）と高速である．

それぞれに長所，短所があり，適用目的に応じた使い分けが必要である．

第５章ではレーザ５本形距離計を用いた自動認識技術に関して，コイルの向きがトレーラに対して平行の場合における，その詳細な技術内容を包括的に説明した．本距離計による距離測定誤差は±（３～５）（mm）以内に入っていることを明らかにした．また，コイル片に対する基礎実験結果，レーザスポットがイメージセンサで集光できるコイル面の限界角度は25.4（°）となること，そのため実用的なシャッタ速度は1/500（秒）が適切であることを明らかにした．また，環境の温度変化に対する試験結果，－３～50（℃）においては問題無いが，　さらに高温にすると誤差が徐々に大きくなり，55（℃)を越えると目標値±20（mm）を逸脱することがわかった．また，複数のコイルに対しての認識精度の試験結果，多少のばらつきがあるものの，いずれの認識パラメータに関しても，目標値±20（mm）の誤差範囲に入っており，大変良好な結果となっていることを明らかにした．

第６章では，レーザスイング形距離計を用いた自動認識技術に関し，コイルの向きがトレーラに対して直角の場合における，その詳細な技術内容を包括的に述べた．また，本距離計における距離測定誤差は±３（mm）以内に入っていることを明らかにした．スイング機構のスイング回数と認識誤差の経時変化，－５～55（℃）における環境温度変化と認識誤差，及び複数のコイルに対する認識精度の試験結果などにおいて，いずれの認識パラメータに関しても目標値±20（mm）の誤差範囲に入っており，大変良好な結果となっていることを明らかにした．

第７章では，レーザスイング形距離計を用いた自動認識技術に関し，コイルの向きがトレーラに対して直角･平行混在の場合における，その詳細な技術内容を包括的に整理した．

第８章では本論文で対象としているコイル位置認識装置に関する特許の出願状況を整理した．本論文執筆時点ではレーザ５本形距離計を用いたコイル位置認識装置関連で著者名義の５件の特許権が成立していることを明らかにした．さらには，レーザスイング形距離計を用いたコイル位置認識装置に関しても出願しており，現在審査請求中である．

なお，従来特許に関してもその調査結果を示したが，本論文で開発した装置に対して抵触関係にあるものは無い．

第９章は本論文全体をまとめ，結言とした．

学位論文審査結果の要旨

当該学位論文に関して，平成12年8月1日に第1回審査委員会を開き，面接調査を行った後，論文内容を詳細に検討した。さらに，平成12年8月9日に行われた口頭発表の後に第2回審査委員会を開き，協議の結果以下のように判定した。

本論文は鉄鋼コイルを天井走行クレーンで自動搬送するために，コイルの位置を自動的に認識する装置の開発に関する研究である。トラックに積載されて搬入されたコイルの位置，サイズを天井走行クレーンに取り付けられたレーザ距離計で計測するシステムとそれに対応する計算アルゴリズムをいろいろな実用に遭遇する問題点を考慮に入れて作成し，理論的に，実験的に考察している。計測システムとしては，平行に設置された5本のレーザを真下に照射し，それぞれの対象物までの距離を用いる方法(レーザ5本型)と，1本のレーザを1定角走査して，対象物までの距離を用いる方法(レーザスイング型)を提案している。レーザ5本型の方式はコイルがトラックに平行に積載された場合に有効であり，計測時間が短くなることを示している。また，レーザスイング型はコイルの積載方向に制限がなく，コイル方向が混在している場合にも有効であることを述べている。試作実験を行った結果，レーザ5本型システムの認識精度は，直径700～2800mmのコイルに対して，仕様の20mm以内に収まること，環境温度範囲は－3°～50°で有効であることを確認している。レーザスイング型の場合も，レーザ5本型の場合と同程度の精度が得られることを実験で確認している。さらに，これらの研究成果を用いて開発したシステムに対して特許を獲得し，すでに実用に供され，所期の目的を達成している。よって本論文は博士(工学)論文に値する。