

明 細 書

発明の名称：小径金属管の製造方法及び製造装置

技術分野

[0001] 本発明は、金属管、特に外径が20mmを下回るような小径の溶接管を高効率で製造する方法及びそのための装置に関する。

背景技術

[0002] 溶接金属管の製造には、一般的にロールフォーミング法による製造方法が採用されている。ロールフォーミング法とは、タンデムに配置された、例えば10段以上に及ぶ複数のロール成形スタンドに金属帯を供給し、連続的に金属帯を円筒状に成形する方法である（例えば、特許文献1を参照）。その後、当該円筒状に成形した金属帯の両側縁部（つまりエッジ部）を突き合わせて溶接接合することにより、金属管を製造する。

[0003] しかしながら、ロールフォーミング法は、製造ラインが上述の通り複数のロール成形スタンド、つまり多段スタンドで構成されるため、金属管の径を変更する場合に、作業者によるロール交換作業や寸法調整に伴う作業負荷が大きくなるという問題がある。また、ロール交換作業に伴い、製造ラインの休止時間が長くなるため、溶接金属管の生産効率が低下してしまうという問題もある。

[0004] さらに、外径が20mm以下の小径金属管を製造する場合、上述のロールフォーミング法では、各スタンドそれぞれで厳密な調整を行わなければ、金属帯に蛇行、ねじれまたはその他の成形不具合が生じ、溶接金属管の生産効率が著しく低下するという問題がある。

[0005] したがって、外径が20mm以下の小径金属管を製造する場合は、作業効率および生産性の改善のため、可能な限り成形スタンド数を低減して製造することが好ましく、より好ましくは単スタンドで製造することである。

[0006] ところで、溶接金属管の製造方法としては、上記のロールフォーミング法のほかに、ダイドローフォーミング法が採用されている。ダイドローフォー

ミング法とは、金属帯を成形ダイスに供給し、その後成形ダイスから引き抜くことにより金属帯を円筒状に連続成形する製造方法である（例えば、特許文献2を参照）。この製造方法は、金属帯を円筒状に成形するために用いる成形ダイスが1段で良い。すなわち、成形スタンドが1段で済む。

[0007] しかしながら、ダイドローフォーミング法では、金属帯を成形ダイスへ供給および引き抜く際に、成形ダイスと金属帯との間で著しく摩擦が生じる。そこで、このような摩擦を抑制するために、金属帯表面に潤滑油を塗布することが提案されている（特許文献2を参照）。

[0008] しかし、金属帯表面に潤滑油を塗布したとしても、金属帯を製造する過程で金属帯に疵が発生していると、当該疵から脱落した金属粉末が金属帯に付着したまま成形ダイス内に持ち込まれ、金属粉末が成形ダイス内に蓄積してしまうという問題がある。成形ダイス内に金属粉末が蓄積した場合、頻繁に成形ダイス内を手入れしなければ、金属管の表面疵の原因となってしまう。そうすると、金属管の製造後に、表面疵の処理として表面研磨処理を行わなければならない。つまり、ダイドローフォーミング法を用いたとしても、生産性の低下および生産コストの上昇という問題が生じてしまう。

[0009] ところで、上述のロールフォーミング法およびダイドローフォーミング法にかかわらず、円筒状に成形した金属帯のエッジ部を突き合わせて溶接する方法として、レーザ溶接法が採用されている。レーザ溶接法は、溶接金属管の生産性および加工性の観点から好適である。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開平6－134525号公報

特許文献2：特開平8－267150号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 上述の通り、ロールフォーミング法は、ロール交換作業や寸法調整に伴う

作業負荷が大きくなるという問題だけでなく、特に小径金属管を製造する場合には、ロール成形スタンドにおけるわずかな調整ミスにより、蛇行やねじれなど、金属帯のエッジ部を突き合わせる際に不具合が発生しやすいという問題がある。

[0012] また、ガイドローフォーミング法では、金属帯と成形ダイスとの間で生じる摩擦を抑制するために潤滑油を大量に使用する。そのため、金属管を円筒状に成形した後に、脱脂を行わなければレーザ溶接を行うことができないという問題がある。

[0013] 本発明は、このような問題を解消するために提案されたものである。つまり、製造しようとする金属管の外径よりも明らかに大きな径を有するロールを1段だけ、すなわち、単スタンドの大径ロールを使用する。そして、潤滑油を使用することなく高精度で金属帯を円筒状に成形し、その後、金属帯のエッジ部を突き合わせて溶接接合した小径金属管を製造する方法およびそのための装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明の小径金属管の製造方法は、その目的を達成するため、製造する金属管の外径 ϕ_1 とロールの外径 ϕ_2 との外径比 ϕ_2/ϕ_1 が少なくとも10以上である大径サイドロールを用い、大径サイドロールが、少なくとも第一の大径サイドロールと第二の大径サイドロールとからなり、大径サイドロールに金属帯が供給され、当該金属帯が円筒状に形成された後に、当該金属帯のエッジ部が溶接接合されることを特徴とする。

[0015] 前記外径比 ϕ_2/ϕ_1 は25以上となるようにすることが好ましい。さらに、後述するように溶接時においてエッジ部の突合せ形状をより良くするため、金属帯が大径サイドロールに供給される前に、金属帯をエッジベンドロールに供給して、予め金属帯のエッジ部を湾曲させることが好ましい。

[0016] 本発明の実行により使用する大径ロールスタンドは、2つの大径サイドロールと1つのボトムロールとから構成される、3方ロール方式で配置されているものであることが好ましい（図8（A）を参照）。図8（A）は、後述

するとおり、ボトムロールを配置した3方ロール方式大径サイドロールの構造を示す断面図である。ロールの配置について具体的には、1対の大径サイドロールを、互いの回転軸が平行であり且つ互いの外周面が対向するように、並べて設置する。そして、この2つの大径サイドロールの外周面どうしが互いに対向する対向部の近傍に、ボトムロールの外周面が位置するように当該ボトムロールを配置する。上記対向部において、金属管を成形するときにエッジ部どうしが突き合わせられる。また、ボトムロールの回転軸は、上記2つの大径サイドロールの回転軸と略直交する。さらに、このボトムロールは、1対の大径サイドロールのそれぞれの回転軸を結ぶ線を基準として、金属帯の進行方向の上流側（すなわち、製造ラインの入側）にオフセット配置されるようにすることが好ましい（図10を参照）。図10は、後述するとおり、本発明の3方ロール方式大径サイドロールにて使用するボトムロールのより好ましい設置位置を示す上面図である。このように、ボトムロールを金属帯の進行方向の上流側にオフセット配置することにより、金属管の成形の際に発生するひずみを一段と低減することができる。

[0017] なお、上記の3方ロール方式において、さらにフィンロールを配置した4方ロール方式を採用してもよい（図11を参照）。このフィンロールは、外周面がボトムロールの外周面と対向し、且つ回転軸がボトムロールの回転軸と平行となるように、上記対向部に配置される。このようにフィンロールを配置することにより、金属帯のエッジ部を突き合わせる位置を高精度に維持することができる。

[0018] さらに、スクイズロールの位置において金属帯のエッジ部が溶接接合される直前に、スクイズロールの上部にフィンロールを配置してもよい。このフィンロールにより、当該フィンロールの位置における金属帯のエッジ部の突合せ位置のねじれを抑制することができる（図13を参照）。このときに用いるフィンロールは、フィンと、製造する金属管の半径よりも大きい曲率半径を有する凹面とを備えたものであることが好ましい。なぜならば、上記のフィンロールを用いることにより、フィンが突合せ部の位置を次の溶接のため

に好ましい位置に正確に位置決めするとともに、凹面により金属帯のエッジ部を押圧して当該エッジ部を突き合わせた際の形状を矯正することができるからである。これにより、優れた成形精度の小径金属管を得ることができる。

発明の効果

[0019] 本発明では、製造する金属管の外径に対して明らかに大きい外径のサイドロールを用いることにより、単スタンドで金属帯を円筒状に成形することができつつも、表面性状の優れた小径金属管を高い効率で製造することが可能である。また、単スタンドで金属帯を円筒状に成形することにより、金属管の製造に必要な総スタンド数の大幅な削減となり、作業者によるロール交換作業や寸法調整の作業負荷を低減することが可能である。さらに、フィンロールの適切な使用により、小径金属管を安定的に製造することが可能である。

図面の簡単な説明

[0020] [図1] (A) は本発明で用いる大径サイドロールの概略構造と、エッジの突合せ部を溶接接合する溶接機との位置関係を示す斜視図である。(B) は大径サイドロールの溝部を示す拡大図である。

[図2] 外径比 ϕ_2 / ϕ_1 と金属帯のエッジ部に生じる相当塑性ひずみの関係を示す図である。

[図3] 本発明の小径金属管の製造に用いる製造ラインの概略図である。

[図4] エッジベンドロールの概略構造を示す断面図である。

[図5] 大径サイドロールの概略構造を示す断面図である。

[図6] 2つの大径サイドロールを用いて金属帯のエッジ部を湾曲させていることを示す図である。

[図7] 2つの大径サイドロールの間で、変形中の金属帯の一部が不具合を生じている状況を示す図である。

[図8] (A) はボトムロールを配置した3方ロール方式大径サイドロールの構造を示す断面図であり、(B) は2つの大径サイドロールとボトムロールの

位置関係を示す拡大図である。

[図9]本発明の3方ロール方式大径サイドロールに用いられるボトムロールの設置位置を示す上面図である。

[図10]本発明の3方ロール方式大径サイドロールにて使用するボトムロールのより好ましい設置位置を示す上面図である。

[図11]本発明の3方ロール方式大径サイドロールに、第一のフィンロールを配置した4方ロール方式大径サイドロールの構造を示す断面図である。

[図12]フィンロールを1段配置した場合の金属帯の状況を説明する図である。

[図13]フィンロールを2段配置した場合の金属帯の状況を説明する図である。

[図14]大径金属管の突合せ部におけるエッジ部の形状を説明する図である。

[図15]小径金属管の突合せ部におけるエッジ部の形状を説明する図である。

[図16]スクイズロールの直前に配置される第二のフィンロールの望ましい形状を示す図である。

発明を実施するための形態

[0021] ロールフォーミング法を用いた金属管の成形は、一般的に、タンデムに配置された10段以上のロール成形スタンドによる多段成形により、緩やかに成形される。このため、製造しようとする金属管の径を変更する場合、成形スタンドに配置されたロールの全てを製造しようとする金属管の外径に対応するものに交換する必要がある。また、ロール交換には多大な労力と時間がかかるため、生産性の低下を招いてしまう。

[0022] そこで本発明は、単スタンドにて緩やかに金属帯を円筒状に成形し、かつロール成形時に生じる金属帯のひずみを小さくする手段について見出した。以下にその詳細について説明する。

[0023] 本発明において使用する大径サイドロールについて、図1を用いて説明する。本発明における大径サイドロール42、44（図1（A）を参照）は、製造したい金属管の外径 ϕ_1 に対する成形ロールの外径 ϕ_2 の比 ϕ_2/ϕ_1 が相

当大きくなるように設計する。外径比 ϕ_2/ϕ_1 は10以上、好ましくは25以上である。

[0024] このように外径比 ϕ_2/ϕ_1 が大きくなるように設計した大径サイドロール42、44は、ダイドローフォーミング法において用いられる成形ダイスに見立てることができる。つまり、本発明は、金属帯100を円筒状に成形するに際して、多段スタンドではなく、単スタンドで成形することができる。しかし、本発明は、ダイドローフォーミング法において用いられる潤滑油を必要としない。

[0025] なお、本発明による金属管の製造方法は、外径が20mmを下回る小径の金属管を製造するのに好適である。これは本発明による金属管の製造方法が、製造する金属管の外径に応じて外径比が相当大きい大径サイドロールが必要であることに起因する。すなわち、外径が20mmを下回る小径の金属管を製造する場合には、現実的な直径の大径サイドロールを使用することが可能であるが、外径が20mmを超える金属管を製造する場合には、相当に大きな直径の大径サイドロールを準備する必要が生じて現実的ではなく、コスト増となる点においても不利である。

[0026] ここで、製造する金属管の外径 ϕ_1 と成形ロールの外径 ϕ_2 との外径比 ϕ_2/ϕ_1 の好ましい関係について説明する。製造する金属管の外径 ϕ_1 に対する成形ロールの外径 ϕ_2 の比である外径比 ϕ_2/ϕ_1 が大きいサイドロールを使用することにより、金属帯を緩やかにロール成形することができる。つまり、成形中に生じるひずみを小さくしながら成形することができる。

[0027] 図2は外径比 ϕ_2/ϕ_1 と金属帯のエッジ部に生じる相当塑性ひずみとの関係を示している（図2（A）を参照）。外径比 ϕ_2/ϕ_1 を10以上とすることで、特に金属帯のエッジ部から0.25mm内側に生じるひずみがより一層小さい状態で金属帯を円筒状に成形することができる（図2（B）を参照）。さらに外径比 ϕ_2/ϕ_1 を10以上とすることで、金属帯のエッジ部が湾曲されたときの断面形状が良好であり、かつ反りのない状態で成形することが可能である。また、金属帯の側面（図2（B）を参照）では外径比 ϕ_2/ϕ_1

が約 2.5 のときに低位で一定となる。

[0028] 従って、外径比 ϕ_2/ϕ_1 は 2.5 以上にすることがより好ましい。外径比の上限は特に規定する必要はないが、約 8.0 とすることが実用的である。これは、金属帯のエッジ部に生じるひずみの低減効果が外径比 ϕ_2/ϕ_1 約 8.0 で飽和すること、およびロール費用を考慮することにより考えられる上限である。

[0029] 単スタンドの大径サイドロール 42, 44 を用いて金属帯 100 を円筒状に成形するに先立ち、金属帯 100 はエッジベンドロールに供給されることが好ましい。これにより、金属帯 100 のエッジ部にあらかじめ曲げを与え、大径ロールにおいてエッジ部を円滑に湾曲させることが可能となる。

[0030] 本発明の製造方法について、図 3 を用いて説明する。図 3 は、本発明の小径金属管の製造に用いる現実的な製造ラインの概略を示す。

[0031] 金属帯 100 は、板押さえ 10 で押さえられつつ、ガイド 20 で金属帯 100 の両エッジを揃えてエッジベンドロールスタンド 30 に供給される。金属帯 100 は、エッジベンドロール 34 と 32 により、両エッジがエッジベンドロールの側端 R に応じて湾曲され、続いて大径ロールスタンド 40 の大径サイドロール 42, 44 において円筒状に成形される。その後、金属帯 100 は、フィンロール 80 で金属帯 100 のエッジ部の突き合わせ位置の位置精度が高められ、スクイズロールスタンド 50 に供給され、溶接機 120 により突合せ部が溶接接合される。これらの工程を経て、金属帯 100 から金属管 70 を製造する。なお、60 は引き抜き装置である。

[0032] エッジベンドロールスタンド 30 は、図 4 に示すように、一对の上下ロール、つまり一方のエッジベンドロールに側端 R が付された凹溝を有する第一のエッジベンドロール 32 と、もう一方のエッジベンドロールに側端 R が付された凸条を有する第二のエッジベンドロール 34 とから構成される。

[0033] 金属帯 100 がこのエッジベンドロールスタンド 30 に供給されることにより、金属帯 100 の両エッジ部がエッジベンドロールの側端 R に応じて湾曲される。さらに、金属帯 100 は大径サイドロールスタンド 40 (図 1 お

よび図5を参照)に供給され、円筒状に成形される。

[0034] 大径サイドロール42, 44における金属帯100の円筒状への成形は、エッジベンドロールに供給された後の金属帯100を、左右から一対の大径サイドロール42, 44で押圧する態様で行われる(図6参照)。ここで、一方の大径サイドロール(第一の大径サイドロール42)ともう一方の大径サイドロール(第二の大径サイドロール44)との間に隙間(図7のPを参照)が形成される。金属帯100が、これらの大径サイドロール42, 44からの押圧を受けると、上記の隙間Pに金属帯100の一部が逃げ、成形される円筒形状に不具合を発生させることがある(図7を参照)。

[0035] この金属帯100の一部が逃げることを防止するためには、第一の大径サイドロール42と第二の大径サイドロール44との間に生じた隙間Pの位置に、いわゆる“受け部”を配置することが好ましい。

[0036] 上記“受け部”について、図8を用いて説明する。第一の大径サイドロール42及び第二の大径サイドロール44は、軸方向の両端部のうちいずれか一方の端部において、径方向の最も外側から内側にかけて約30度の傾斜が形成されるようにカットされている。より詳しくは、図8に示されるように、径方向の最も外側から内側にかけて約30度の傾斜が形成されるように第一の大径サイドロール42の金属帯裏面側(すなわち、図8の紙面下側)がカットされているとともに、径方向の最も外側から内側にかけて約30度の傾斜が形成されるように第二の大径サイドロール44の金属帯裏面側(すなわち、図8の紙面下側)が約30度の傾斜が形成されるようにカットされている。このように傾斜が形成された2つの大径サイドロール42, 44の間に、ボトムロール90が配置されている(図8(A)を参照)。このボトムロール90が“受け部”となる。ボトムロール90を大径サイドロールスタンド40に配置することにより、3方ロール方式とすることが好ましい。

[0037] ボトムロール90の配置について、図9および図10を用いて説明する。ボトムロール90の中心線O'を、第1と第2の大径サイドロール42, 44のそれぞれの回転軸に略直交する線O(以下「直交線O」と称する)と合

致するように配置した場合（図9を参照）、金属帯100が円筒状に成形される際に不具合が発生することがある。これは、上記直交線Oとボトムロール90の中心線O'とが合致していると、金属帯100が周方向に全周を拘束される結果、ひずみが過剰に生じるためと推測される。

[0038] また、大径サイドロール42，44の直交線Oとボトムロールの中心線O'とが合致した状態では、前述したように、金属帯100が2つの大径サイドロール42，44に供給されてからボトムロール90に支持される前に、金属帯100の底部が下方向に滑り込み、折れ曲がる可能性がある。そして当該折れ曲がった金属帯100の底部が、次にボトムロール90に支持され、持ち上げられることより、再度曲げまたは曲げ戻される。これにより、金属帯100にひずみが過剰に生じて不具合が発生するものと推測される。

[0039] そこで、本発明ではボトムロールを大径サイドロール42，44の直交線Oを基準として、金属帯100の進行方向（製造ラインの進行方向X）の反対側（すなわち、製造ラインの上流側）にオフセット配置する（図10のQを参照）。これにより金属帯100の全周が拘束されることなく逃げ道が生じ、曲げまたは曲げ戻しによる余計な変形が少なくなり、ひずみの発生量を大幅に低減することができる。これにより、成形された金属帯100の形状および品質が大幅に向上する。

[0040] 円筒状に成形された金属帯100のエッジ部が突き合わされて溶接されることにより、金属管が製造される。図3に示すとおり、円筒状に成形された金属帯100がスクイズロールスタンド50で保持された状態で、エッジ部が突き合わされて溶接機120により溶接接合される。溶接法は、生産性や製造した溶接金属管の加工性の観点から、レーザ溶接法を採用することが好ましい。

[0041] なお、溶接法はレーザ溶接法に限定されるものではなく、ティグ溶接、プラズマ溶接等のアーク溶接法を用いてもよく、その他高周波溶接法等を用いてもよい。

[0042] レーザ溶接法に限らず、金属帯100のエッジ部を突き合わせて溶接接合

する際には、突き合わせ位置の位置決め精度が高く、製造ラインの進行方向Xに沿って突合せ部が一直線に伸びていることが好ましい。突き合わせ位置の位置決め精度を高くするために、本発明では大径サイドロールスタンド40において、ボトムロール90に加えて、突合せ部側に第一のフィンロール80を追加した、4方ロール方式によってロール成形することが好ましい（図11参照）。

[0043] ところで、大径サイドロール42，44の金属帯表面側（すなわち、図11の紙面において大径サイドロールの直上）にフィンロール80を設けて金属管をロール成形しても（図11を参照）、大径サイドロール42，44での成形後、スクイズロールスタンド50に搬送されるまでの金属帯100に周方向のねじれが生じ、溶接に不具合を生じさせることがある（例えば、図12を参照）。これは、素材としての金属帯100を製造ラインに送入する際の鋼帯のセンタリング位置のズレや大径サイドロールやスクイズロール等のロールセンターのズレが影響していると考えられる。しかしながら、このようなズレを手作業により調整することは困難を伴い、コスト上昇に繋がるため現実的ではない。

[0044] そこで、本発明ではさらに、図11に示すように、大径サイドロール42，44の金属帯表面側に第一のフィンロール80を設けるだけでなく、図3に示すように、金属帯100がスクイズロールスタンド50に供給される直前において、スクイズロールを基準とする金属帯側とは反対の側（すなわち、スクイズロールの上側）に、第二のフィンロール82を設けた。

[0045] すなわち、二つのフィンロール80，82を同時に用いることにより、製造ラインの進行方向Xに沿った2箇所ではエッジ部の突き合わせ位置を高精度で決定することができるので、突合せ部が一直線に伸びている状態が確保される。これにより、より安定した連続溶接が可能となる。

[0046] さらに、金属帯100を連続的にロール成形する場合、鋼帯の各部位に加わるひずみは一様ではなく、さまざまな要因によって偏って加わる。そのため金属帯100のエッジ部の形状は不安定となり、エッジ部の突き合わせ位

置に段違いが発生し易くなる。段差が生じるに至らない場合でも、例えば、図 15 に見られるように、エッジ部の突き合わせ不良が起こりやすく、溶接することが困難となることがある。

[0047] この現象は、製造する金属管の径が小さくなればなるほど顕著に生ずる。

すなわち、図 14 に見られるように、製造する金属管の径が比較的大きい場合 (図 14 (A) を参照) には、エッジ部 110a とエッジ部 110b との突き合わせの形状は I 型になり (図 14 (B) を参照)、問題なく突き合わせて溶接することが可能である。しかし、製造する金属管の径が小さくなる (図 15 (A) を参照) と、図 15 (B) に見られるように、エッジ部 110c とエッジ部 110d との突き合わせ位置の形状が V 型になり、溶接不良を起

こす原因となる。

[0048] そこで、本発明ではさらに、鋼帯がスクイズロールスタンプ 50 に供給さ

れる直前において、スクイズロールを基準とする金属帯 100 の側とは反対の側 (すなわち、スクイズロールの上側) に、第二のフイソロール 82 を配置した (図 16 を参照)。この第二のフイソロール 82 は、具体的には、フイソ 82a と、製造する金属管の半径よりも大きい曲率半径を有する形状の押圧面 88 とを備えたものである。この第二のフイソロール 82 を用いることにより、フイソが突き合わせ部の位置を次の溶接のために好ましい位置に正確に位置決めするとともに、凹面により金属帯 100 のエッジ部を押圧して当該エッジ部の突き合わせ位置の形状を矯正することができる。

実施例

[0049] 実施例 1 ;

18Cr-1Mo-T1-低炭素低窒素の組成を有する板厚 0.5 mm のフェライト系ステンレス鋼帯を素材として、外径 $\phi 6.5$ mm (ϕ_1) の金属管を製造した事例を紹介する。

[0050] 製造ラインは、図 3 に記載したものをを使用した。エッジベンドロールは、

図 4 に示す形状のロールを使用した。大径サイドルール 42、44 は、図 5

、図 7 に示す形状 ($\phi_2 = 300$ mm、外径比 $\phi_2 / \phi_1 = 46$) のものを使用

した。ボトムロールは外径62mmのものを、大径サイドロールのオフセットQは、中心線を基準にして製造ラインの上流方向に0mmの場合と、12mm、14mm、15mm、16mm、18mmおよび20mmとした。なお、フィンロールは、第一のフィンロール80を大径サイドロール42、44の金属帯表面側（すなわち、大径サイドロール42、44の上側）に配置し、第二のフィンロール82についてはスクイズロールスタンド50の直前の位置には配置しなかった。

[0051] ライン速度が4m/minとなる条件で前記素材を通板し、スクイズロール上で出力約900W、ビーム径0.6mmの条件でファイバーレーザ溶接して金属管を製造した。潤滑剤は使用しなかった。その結果、オフセットQが0mmの場合は、得られた金属管の外面には疵が認められ、真円度も不良であった。それに対して、オフセットを設定した場合は、いずれのオフセット量においても外面に疵がなく、良好な真円度の金属管を製造することができた。

[0052] 実施例2；

次に16.5Cr-Ti-低炭素低窒素の組成を有する板厚0.3mmのフェライト系ステンレス鋼帯を素材として外径 $\phi 3.7\text{mm}$ (ϕ_1)の金属管を製造した事例を紹介する。

[0053] 製造ラインは、図3に記載したものをを使用した。エッジベンドロールは、 $\phi 100\text{mm}$ のものを、大径サイドロール42、44は、 ϕ_2 が100mmのものを、300mmのものを、それぞれ27、81となる。外径62mmのボトムロールを用い、大径サイドロール42、44の直交線Oを基準として、オフセットQを金属帯100の進行方向の上流側に、それぞれ0mm、10mm、12mm、14mm、15mm、16mm、18mmおよび20mmの8通りとした。ライン速度4m/min、ファイバーレーザ出力約500W、ビーム径0.6mmの条件で金属管を製造した。潤滑剤は使用しなかった。

[0054] なお、フィンロールは、第一のフィンロール80を大径サイドロール42

、44の上側に配置し、第二のフィンロール82についてはスクイズロールスタンド50の直前の位置には配置しなかった。その結果、外径比 ϕ_2/ϕ_1 が27の場合も81の場合も、オフセットQが0mmの場合は、得られた金属管の外面には疵が認められ、真円度も不良であった。オフセットQを設定した場合は、いずれのオフセット量においても外面に疵がなく、良好な真円度の金属管を製造することができた。

[0055] 実施例3；

また、同じく16.5Cr-Ti-低炭素低窒素の組成を有する板厚0.3mmのフェライト系ステンレス鋼帯を素材として、外径 $\phi 6.5\text{mm}$ (ϕ_1)の金属管を製造した事例を紹介する。

[0056] 製造ライン、エッジベンドロール、大径サイドロール42, 44およびボトムロールは、上記実施例1と同じものを使用した。すなわち外径比 ϕ_2/ϕ_1 は46である。

[0057] なお、この実施例3では、ボトムロールのオフセットQを、大径サイドロール42, 44の直交線Oを基準として、金属帯100の進行方向の上流側に0mm、5mm、7mm、10mm、12mm、15mm、18mmおよび20mmの8種とした。また、いずれの場合も大径サイドロール42, 44の上側にフィンロール80を配置するとともに、この実施例3では、スクイズロールスタンド50の直前において、スクイズロールを基準とする金属帯100の側とは反対の側（すなわち、スクイズロールの上側）にも、フィンロール82を設置した。このスクイズロールスタンド50の直前上側のフィンロール82は、押圧面の曲率半径が5mmおよび10mmの2種類を用いた。これにより、合計16種の金属管の製造を行った。潤滑剤は使用しなかった。

[0058] そして、ライン速度が10m/minとなる条件で前記素材鋼帯を通板し、スクイズロール上で出力約1500W、ビーム径0.6mmの条件でファイバーレーザ溶接を行った。

[0059] 上記の各製造条件において、オフセットQが0mmの場合は、得られた金

属管の外面には疵が認められ、真円度も不良であった。オフセットQを設定した場合は、いずれのオフセット量においても外面に疵がなく、良好な真円度の金属管を製造することができた。

[0060] 実施例4；

また、同じく16.5Cr-Ti-低炭素低窒素の組成を有する板厚0.5mmのフェライト系ステンレス鋼帯の両面にアルミめっきを施した材料を素材として、外径 $\phi 6.5\text{ mm}$ (ϕ_1)の金属管を製造した。

[0061] 製造ライン、エッジベンドロール、大径サイドロールおよびボトムロールは、上記実施例1と同じものを使用した。すなわち外径比 ϕ_2/ϕ_1 は4.6である。

[0062] なお、この実施例4では、ボトムロールのオフセットQを、大径サイドロール42、44の直交線Oを基準として、金属帯100の進行方向の上流側に3mm、5mm、7mm、10mm、15mm、とした。フィンロールは、大径サイドロール42、44の上側にのみ設置し、スクイズロールスタンド50の直前上側には設置しなかった。

[0063] そして、ライン速度が2m/min、スクイズロール上で出力約580W、ビーム径0.6mmの条件でファイバーレーザ溶接を行った。

[0064] その結果、上記のアルミめっきされたステンレス鋼帯を素材鋼帯として、上記の各製造条件において、どのオフセット量においても外面に疵がなく、良好な真円度の金属管を製造することができた。

符号の説明

- [0065]
- 10 板押さえ
 - 20 ガイド
 - 30 エッジベンドロールスタンド
 - 32 第一のエッジベンドロール
 - 34 第二のエッジベンドロール
 - 40 大径サイドロールスタンド
 - 42 第一の大径サイドロール

- 4 2 a 第一の大径サイドロールの溝部
- 4 4 第二の大径サイドロール
- 4 4 a 第二の大径サイドロールの溝部
- 5 0 スクイズロールスタンド
- 6 0 引抜き装置
- 7 0 金属管
- 7 0 a 大径金属管
- 7 0 b 小径金属管
- 8 0 第一のフィンロール
- 8 2 第二のフィンロール
- 8 2 a フィン
- 8 8 押圧面
- 9 0 ボトムロール
- 1 0 0 金属帯
- 1 1 0 a エッジ部
- 1 1 0 b エッジ部
- 1 1 0 c エッジ部
- 1 1 0 d エッジ部
- 1 2 0 溶接装置
- O 直交線
- O' ボトムロールの中心線
- P 2つの大径サイドロール間に生じた隙間
- Q オフセット
- X 製造ラインの進行方向

請求の範囲

- [請求項1] 製造する金属管の外径 ϕ_1 とロールの外径 ϕ_2 との外径比 ϕ_2/ϕ_1 が少なくとも10以上である大径サイドロールを用い、
前記大径サイドロールが、少なくとも第一の大径サイドロールと第二の大径サイドロールとからなり、
前記大径サイドロールに金属帯が供給され、当該金属帯が円筒状に形成された後に、当該金属帯のエッジ部が溶接接合される
ことを特徴とする金属管の製造方法。
- [請求項2] 前記外径比 ϕ_2/ϕ_1 が25以上である大径サイドロールを使用する
ことを特徴とする請求項1に記載の金属管の製造方法。
- [請求項3] 前記大径サイドロールに金属帯が供給される前に、エッジベンドロールによってあらかじめ当該金属帯のエッジ部が湾曲される
ことを特徴とする請求項1又は2に記載の金属管の製造方法。
- [請求項4] 前記第一の大径サイドロールと、前記第二の大径サイドロールと、ボトムロールとが、3方ロール方式にて配置されている
ことを特徴とする請求項1に記載の金属管の製造方法。
- [請求項5] 前記ボトムロールは、前記第一の大径サイドロールおよび前記第二の大径サイドロールの金属帯裏面側で、かつ前記第一の大径サイドロールおよび前記第二の大径サイドロールの回転軸を結ぶ直線を基準として、前記金属帯の供給方向とは反対側にオフセット配置される
ことを特徴とする請求項4に記載の金属管の製造方法。
- [請求項6] 前記第一の大径サイドロールおよび前記第二の大径サイドロールの金属帯表面側に、少なくとも1つのフィンロールが配置される
ことを特徴とする請求項1、4又は5に記載の金属管の製造方法。
- [請求項7] 前記金属帯が円筒状に形成された後に当該金属帯のエッジ部を溶接接合するスクイズロールを基準とする金属帯側とは反対の側に、少なくとも1つのフィンロールが配置される

ことを特徴とする請求項 1、4 又は 5 に記載の金属管の製造方法。

[請求項 8] 前記スクイズロールを基準とする金属帯側とは反対の側に配置されるフィンロールが、

フィンと、製造する管の半径よりも大きな曲率半径を有する押圧面とを備えたものであり、当該押圧面が金属帯のエッジ部を押圧しながら当該エッジ部の形状を矯正する

ことを特徴とする請求項 7 に記載の金属管の製造方法。

[請求項 9] 製造する金属管の外径 ϕ_1 とロールの外径 ϕ_2 との外径比 ϕ_2 / ϕ_1 が少なくとも 10 以上である大径サイドロールが備えられ、

前記大径サイドロールが、少なくとも第一の大径サイドロールと第二の大径サイドロールとからなり、

前記大径サイドロールの下流側にスクイズロールおよび溶接機器がさらに備えられている

ことを特徴とする金属管の製造装置。

[請求項 10] 前記外径比 ϕ_2 / ϕ_1 が 25 以上である大径サイドロールを使用する

ことを特徴とする請求項 9 に記載の金属管の製造方法。

[請求項 11] 前記大径サイドロールに金属帯が供給される前に、金属帯のエッジに曲げを加えるエッジベンドロールが配置されることを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の金属管の製造方法。

[請求項 12] 前記第一の大径サイドロールと、前記第二の大径サイドロールと、ボトムロールとが、3 方ロール方式にて配置されている

ことを特徴とする請求項 9 に記載の金属管の製造装置。

[請求項 13] 前記ボトムロールは、前記前記第一の大径サイドロールおよび前記第二の大径サイドロールの回転軸を結ぶ直線を基準として、前記金属帯の供給方向とは反対側にオフセット配置される

ことを特徴とする請求項 12 に記載の金属管の製造装置。

[請求項 14] 前記第一の大径サイドロールと前記第二の大径サイドロールの金属

帯表面側に、少なくとも１つのフィンロールが配置される

ことを特徴とする請求項 9、 12 又は 13 に記載の金属管の製造装置。

[請求項15] 前記金属帯が円筒状に形成された後に当該金属帯のエッジ部を溶接接合するスクイズロールを基準とする金属帯側とは反対の側に、少なくとも１つのフィンロールが配置される

ことを特徴とする請求項 9、 12 又は 13 に記載の金属管の製造装置。

[請求項16] 前記スクイズロールを基準とする金属帯側とは反対の側に配置されるフィンロールが、

フィンと、製造する管の半径よりも大きな曲率半径を有する押圧面とを備えたものであり、当該押圧面が金属帯のエッジ部を押圧しながら当該エッジ部の形状を矯正する

ことを特徴とする請求項 15 に記載の金属管の製造装置。