(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3617934号

(P3617934)

(45)発行日　平成17年2月9日(2005.2.9)　(24)登録日　平成16年11月19日(2004.11.19)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
B21D 7/16	B21D	7/16	
F16L 9/18	F16L	9/18	
F16L 43/00	F16L	43/00	
H05B 6/10	H05B	6/10	371
// B22D 13/02	B22D	13/02	503D

請求項の数 2　(全 7 頁)

(21)出願番号　特願平10-369053
(22)出願日　平成10年12月25日(1998.12.25)
(65)公開番号　特開平11-267764
(43)公開日　平成11年10月5日(1999.10.5)
審査請求日　平成14年3月18日(2002.3.18)
(31)優先権主張番号　特願平10-1220
(32)優先日　平成10年1月7日(1998.1.7)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000001052
株式会社クボタ
大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目２番４７号
(73)特許権者　000208695
第一高周波工業株式会社
東京都中央区日本橋馬喰町１丁目６番２号
(74)代理人　100084238
弁理士　宮崎　新八郎
(72)発明者　尾崎　実
大阪府枚方市中宮大池１丁目１番１号　株式会社　クボタ　枚方製造所内
(72)発明者　蓑原　大介
兵庫県明石市二見町南二見２１番４

最終頁に続く

(54)【発明の名称】高耐摩耗性二層ベンド管の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

Ｃ含有量２．０～３．５重量％，Ｃｒ含有量２３～３５重量％の２７Ｃｒ鋳鉄からなる内層と、Ｃ含有量０．２２重量％以下，Ｓｉ含有量０．８重量％以下，Ｍｎ含有量１．５重量％以下の炭素鋼からなる外層とを有する遠心力鋳造管である二層直管を、高周波曲げ加工に付し、昇温速度５０～２５０℃/分で、前記内層の伸び５０％以上及び絞り５０％以上となる１０００～１０５０℃の温度域に加熱し、同温度域で、曲げ加工速度０．３～０．８ｍｍ/秒の曲げ加工を施し、曲げ加工につづく冷却を、降温速度５０℃/分以下に調整することからなる高耐摩耗性二層ベンド管の製造方法。

【請求項２】

内層が、Ｃ含有量２．０～３．５重量％，Ｃｒ含有量２３～３５重量％であり、Ｖ０．３～１．５重量％，Ｍｏ１．０～４．０重量％，Ｃｕ０．５～１．２重量％，Ｎｉ１．５～３．０重量％から選ばれる１種ないし２種以上の元素を含有する２７クロム鋳鉄からなる請求項１に記載の高耐摩耗性二層ベンド管の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固形物輸送システムを構成する配管材等の高耐摩耗性を要求される管材として有用な二層ベンド管の製造方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】
各種機械装置の苛酷な摩耗環境に供される部材料として、２７Ｃｒ鋳鉄などの高Ｃｒ鋳鉄材が使用されている。２７Ｃｒ鋳鉄は卓抜した耐摩耗性を有し、その管体は、固形物（石炭、セラミックス等の粉粒体、土砂、都市ごみ等）の輸送システムを構成する配管材として有用である。しかし、この材種は溶接性が悪く、配管構成における継ぎ手の形成に溶接を適用することが困難なため、適用可能な継ぎ手の種類が制限される。
【０００３】
この不便を解消する手段として、図３に示すように、管体（１０）を二層構造とし、内層（１１）を２７Ｃｒ鋳鉄で形成し、外層（１２）を溶接性に富む炭素鋼で形成した二層管が提案され実用化されている。これは、図示のように、外層（１２）を介して管材を突き合せ溶接（Ｗ１）し、又は外層（１２）にフランジ（１３）を溶接（Ｗ２）で取付けて管継ぎ手を形成するものである。その二層管（１０）は、遠心力鋳造法を利用し、外層（１２）を形成する第１段の鋳造と、内層（１１）を形成する第２段の鋳造からなる二段鋳造により、外層と内層とが冶金的に強固に接合した積層体として製造することができる。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
配管構成に必要な、エルボウ、Ｕ字管等の各種曲げ形状を有するベンド管は、一般に遠心力鋳造管などの伸直形状の管材（直管）を素管とし、これを曲げ加工することにより製造される。高周波曲げ加工法は、このような曲げ管の工業的製造法として広く実用されている。しかし、２７Ｃｒ鋳鉄は極めて脆く、曲げ加工になじまない材種とされており、これまで曲げ加工を適用してベンド管の製造を可能とした報告例は見当たらない。
【０００５】
従来より、２７Ｃｒ鋳鉄を管材料とするベンド管の製造法として、例えば、所要形状に造型された鋳型を用意し、置き注ぎ鋳造によりベンド管を鋳造し、ついでその鋳造管材の管端に、鋳ぐるみ鋳造法を適用して炭素鋼等の溶接性に富むフランジを形設する、という方法が採られている。しかし、その製造工程は著しく煩瑣かつ非能率である。また、置き注ぎ鋳造管は、遠心力鋳造管と比べて、引け巣などの鋳造欠陥を付随し易く、品質の信頼性にも問題がある。
本発明は、上記問題を解決するためのベンド管およびその製造方法を提供するものである。
【０００６】
【課題を解決するための手段】
本発明の二層ベンド管の製造方法は、２７Ｃｒ鋳鉄からなる内層と、炭素鋼からなる外層とを有する遠心力鋳造管である二層直管を高周波曲げ加工するものであり、
遠心力鋳造された二層直管（内層：２７Ｃｒ鋳鉄，外層：炭素鋼）を、昇温速度５０～２５０℃/分で、内層の伸び５０％以上及び絞り５０％以上となる１０００～１０５０℃の温度域に加熱し、同温度域で、曲げ加工速度０．３～０．８mm/秒の曲げ加工を施し、曲げ加工につづく冷却を、降温速度５０℃/分以下に調整することからなる。
【０００７】
本発明の二層管の内層を構成する２７Ｃｒ鋳鉄は、硬質のマルテンサイト基地に、鉄・クロム系複合炭化物が分散析出した白銑組織を有する高クロム鋳鉄であり、Ｃ：２．０～３．５重量％、Ｃｒ：２３～３５重量％を含有し、所望により、Ｖ：０．３～１．５重量％、Ｍｏ：１．０～４．０重量％、Ｃｕ：０．５～１．２重量％、Ｎｉ：１．５～３．０重量％等の１種ないし２種以上の元素を添加された化学組成を有している。この材料は、ＡＳＴＭ　Ａ５３２クラスＩＩＩの２５％Ｃｒ鋳鉄にほぼ相当する。
他方、外層を形成する炭素鋼は、ＪＩＳ　Ｇ５１０２「溶接構造用鋳鋼品」のＳＣＷ４１０、４５０等、Ｃ：０．２２重量％以下、Ｓｉ：０．８重量％以下、Ｍｎ：１．５重量％以下、所望により、適量のＮｉ，Ｃｒ、Ｍｏ、Ｖ等の１種ないし２種以上の元素を含む化学組成を有するものが好ましく使用される。
【０００８】

本発明における二層管（直管）の曲げ加工は、内層（２７Ｃｒ鋳鉄）の割れを生じることなく所定の曲げ加工が達成されるように、内層の伸びおよび絞りがそれぞれ５０％以上となる温度域で行うことを必要とする。図１は、２７Ｃｒ鋳鉄の延性、強度等の機械的性質と温度との関係を示している（供試材：Ｃ２．３、Ｓｉ１．０、Ｍｎ１．２、Ｃｒ２８、Ｍｏ１．５、Ｆｅ　Ｂａｌ、ｗｔ％）。図示のように、１０００℃以上の温度域で伸びおよび絞り共に、５０％を越える高延性となる。従って、曲げ加工温度は、１０００℃以上であることを要する。

【０００９】

管材温度を高めるほど、延性は増大するが、１０５０℃を越えると、外層（炭素鋼）の組織粗大化とそれに伴う肌荒れが顕著となり、製品管材の表面品質を損なう原因となるので、１０５０℃を越えてはならない。また、その曲げ加工においては、座屈による管口径の楕円化等の好ましくない変形を生じないように、外層と内層の強度をバランスさせることが必要である。この両層の強度バランスは１０００℃～１０５０℃の温度範囲において確保することができる。しかも、この温度域で曲げ加工して得られるベンド管の内層は、２７Ｃｒ鋳鉄の高硬度を備えているので、調質熱処理を必要とせず、そのまま配管材として使用することができる。

【００１０】

本発明の曲げ加工は、上記曲げ加工温度と共に、加工温度に到るまでの昇温速度、その加工温度域で実施される加工速度、および加工後の冷却過程の降温速度が重要である。

加工温度域に到るまでの昇温速度は、２５０℃／分以下の緩徐の昇温であることを要する。これを越えると、昇温過程で２７Ｃｒ鋳鉄層（内層）の割れが生じ易くなるからである。しかし、５０℃／分より低い昇温速度とする利益はなく、曲げ加工能率を阻害するので、５０～２５０℃／分とする。内層の割れ防止および曲げ加工能率の点から、好ましくは７５～１２５℃／分の範囲に設定される。

【００１１】

曲げ加工速度は、０．３～０．８ｍｍ／秒の範囲に調節される。加工速度の上限を０．８ｍｍ／秒とするのは、これを越えると、内層（２７Ｃｒ鋳鉄）に亀裂を生じ易くなるからである。しかし、０．３ｍｍ／秒より低くする利益はなく、曲げ加工能率を損なうので、これを下限とする。

加工後の冷却は、降温速度：５０℃／分以下の緩徐の冷却であることを要する。これを越える急速降温を適用すると、冷却過程での割れ発生傾向が増大するからである。好ましくは、４５℃／分以下である。この冷却は自然空冷を適用して行うことができる。なお、２０℃／分を下回る降温速度に調節する利益はなく、その速度調整のための煩瑣な措置を要するだけである。

【００１２】

本発明の二層ベンド管を成形する曲げ加工は、高周波曲げ加工を適用して効率的に行うことができる。図２は、高周波曲げ加工の実施要領を示している。

図中、（１）は、管材（１０）の移送路を形成するガイドローラ、（２）はその移送路の前端部に設置されている高周波誘導加熱コイルである。管材（１０）は、高周波誘導加熱コイル（２）に包囲された帯域を加熱され、その加熱帯域は、管材の前進移送に伴って管軸方向に沿って後端側へ移動していく。（３）は管材（１０）の移送方向を制御するクランプアームである。クランプアーム（３）は、管材（１０）の前端部を握持するチャック（３_{1}）を有し、基端側は支軸（３_{2}）により回動自在に軸承されている。

【００１３】

上記高周波曲げ加工装置において、クランプアーム（３）で先端側を握持拘束された管材（１０）は、高周波コイル（２）で加熱（帯域加熱）されながら、後端側から加えられる押圧力により一定の移送速度で前方に押し出され、押し出し移送に伴うクランプアーム（３）の回動動作により湾曲形状に成形される。

曲げ加工される管材の昇温速度、加工温度等は、高周波コイル（２）の電源出力、管材（１０）の送り速度などにより調節される。曲げ加工速度は、管材の送り速度と同等である

。形成されるベンド管の曲げ半径はクランプアーム（３）のアーム長さを増減調節することにより所望のとおりに設定され、またクランプアーム（３）の回動角度により、９０°エルボウやＵ字管など所望の曲げ形状・曲げ角度を有するベンド管を形成することができる。

【００１４】

【実施例】

（１）供試管材

下記の遠心力鋳造二層管Ａ、Ｂを使用し、図２の高周波曲げ加工装置により、ベンド管（エルボウ）を得る。

加工温度条件および加工結果を表１に示す。加工速度（送り速度）は、０．４ｍｍ／秒に設定した。表２は、発明例（Ｎｏ．２、Ｎｏ．５）の曲げ加工で得られた二層ベンド管（曲げ加工まま）について、内・外層の諸特性（常温）の測定結果を示している。

【００１５】

［管材Ａ］

管サイズ（ｍｍ）：外径　２３７、外層厚　１５．５、内層厚　２０．５。

管材組成（ｗｔ％）

内層：Ｃ　２．１８、Ｓｉ　０．８、Ｍｎ　１．０、Ｃｒ　２７．５、Ｍｏ　０．２８、Ｖ　０．１５、Ｆｅ残。

外層：Ｃ　０．１６、Ｓｉ　０．３１、Ｍｎ　０．８５、Ｆｅ　残。

【００１６】

［管材Ｂ］

管サイズ（ｍｍ）：外径　５０８、外層厚　１５．５、内層厚　１５．５。

管材組成（ｗｔ％）

内層：Ｃ　２．２８、Ｓｉ　０．４９、Ｍｎ　０．９６、Ｃｒ　２７．９、Ｍｏ　０．４、Ｆｅ　残。

外層：Ｃ　０．２２、Ｓｉ　０．４５、Ｍｎ　０．８１、Ｆｅ　残。

【００１７】

【表１】

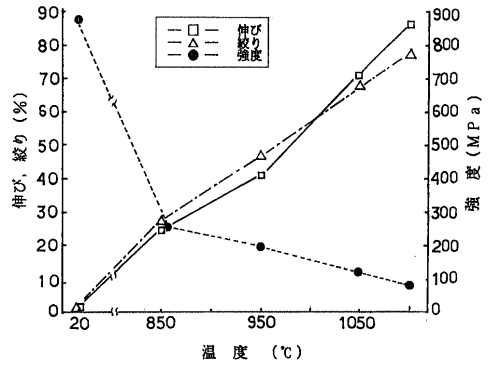
No.	供試管材	昇温速度 ℃/分	加工温度 ℃	加工後冷却 (降温速度)	結　果	
1	A	１３５	１０００	空冷（30℃/分）	良好（割れ、肌荒れ等なし）	発明例
2	A	１５５	１０２５	空冷（30℃/分）	良好（割れ、肌荒れ等なし）	
3	A	２００	１０５０	空冷（35℃/分）	良好（割れ、肌荒れ等なし）	
4	B	１４０	１０００	空冷（30℃/分）	良好（割れ、肌荒れ等なし）	
5	B	１７０	１０２５	空冷（30℃/分）	良好（割れ、肌荒れ等なし）	
6	B	２００	１０５０	空冷（35℃/分）	良好（割れ、肌荒れ等なし）	
１１	A	２６０	――	――	昇温途中で割れ発生	比較例
１２	A	１５０	９５０	――	加工開始直後割れ発生	
１３	A	１３０	１１００	空冷（35℃/分）	外層に肌荒れ発生	
１４	A	１３０	１０２５	60℃/分	降温途中で割れ発生	
１５	B	２６０	――	――	昇温途中で割れ発生	
１６	B	１５５	９５０	――	加工開始直後割れ発生	
１７	B	１３０	１１００	空冷（35℃/分）	外層に肌荒れ発生	
１８	B	１３０	１０２５	60℃/分	降温途中で割れ発生	

【００１８】
【表２】

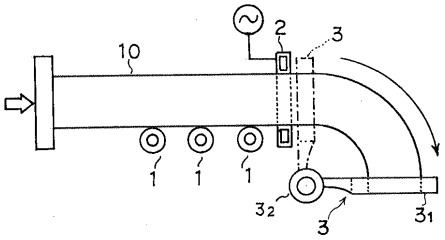
No.		0.2%耐力 kg/mm²	引張強さ kg/mm²	伸び %	絞り %	硬さ HRc
2	外層	４９．４	７７．８	１７．７	４８．８	――
	内層	８１．４	８４．３	０．３	０	５２
5	外層	４９．１	７８．２	１８．５	４９．０	――
	内層	７９．５	８１．３	０．３	０	４８

【００１９】
表１に示したように、発明例のものは、割れの発生や肌荒れ等の異常を生じることなく、所定の曲げ加工を達成している。比較例Ｎｏ．１１およびＮｏ．１５は、加工温度への昇温速度が高過ぎたことにより、昇温過程で２７Ｃｒ鋳鉄層（内層）に割れが発生し、他方Ｎｏ．１２およびＮｏ．１６は加工温度が適切でないために、曲げ加工途中で内層に割れが発生している。更に、Ｎｏ．１３およびＮｏ．１７は加工温度が高過ぎたことにより外層に肌荒れが生じ、Ｎｏ．１４およびＮｏ．１８では、加工後の冷却（送風冷却）での降温速度が高過ぎたため、内層に割れが発生している。
また、表２に示すように、発明例のものは、配管材等の構造材料として必要な機械性質を有し、その内層は固形物搬送用配管材として望まれる卓抜した高硬度を有している。
【００２０】
【発明の効果】
本発明によれば、２７Ｃｒ鋳鉄を内層として遠心力鋳造された二層直管を素管とし高周波曲げ加工により効率よく二層ベンド管を製造することができる。遠心力鋳造管を素管としているので、置き注ぎ鋳造管として製造されている従来のベンド管に比し、材質の信頼性にも優れている。本発明の二層ベンド管は、高耐摩耗性を要求される配管材、殊に粉粒体（粉炭、セラミックス、鋳物砂等）、都市ごみ等の固形物搬送用配管材として好適に使用される。
【図面の簡単な説明】
【図１】２７Ｃｒ鋳鉄の機械性質と温度との関係を示すグラフである。
【図２】高周波曲げ加工を模式的に示す正面説明図である。
【図３】二層管とその管継ぎ手の例を示す説明図である。
【符号の説明】
１：ガイドローラ
２：高周波誘導加熱コイル
３：クランプアーム
3_1：チャック
3_2：回動支軸
１０：二層管
１１：内層（２７Ｃｒ鋳鉄）
１２：外層（炭素鋼）
１３：フランジ
Ｗ１、Ｗ２：溶接部

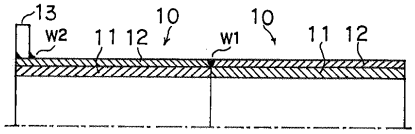
【図１】


伸び
絞り
強度
伸び，絞り（%）
強度（MPa）
温度（℃）
20
850
950
1050

【図２】


10
2
3
1
1
1
3₂
3
3₁

【図３】


13
W2
11 12
10
W1
10
11 12

フロントページの続き

審査官　川村　健一

(56)参考文献　特開昭５４－１４９０１２（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２２６３５８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
B21D 7/00
B21D 7/16
B22D 13/02 503
F16L 9/18
F16L 43/00