(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2006 年10 月12 日 (12.10.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/106802 A1

(51) 国際特許分類:
B21B 19/04 (2006.01) *C22C 38/58* (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2006/306619

(22) 国際出願日: 2006 年3 月30 日 (30.03.2006)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2005-103964 2005 年3 月31 日 (31.03.2005) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友金属工業株式会社 (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP).

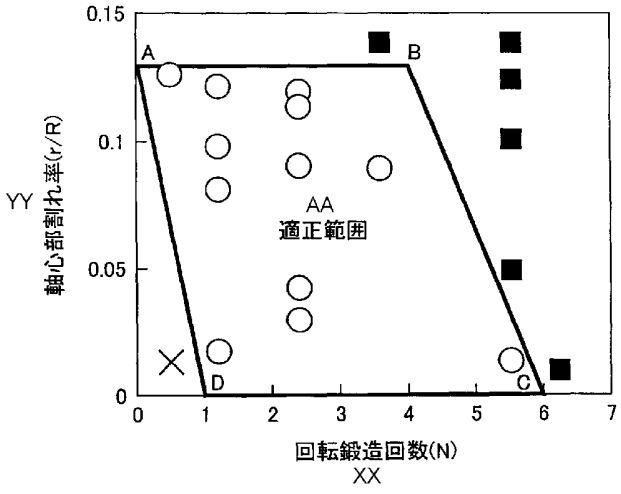
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 篠木 健一 (SASAKI, Kenichi) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 村尾 暢俊 (MURAO, Nobutoshi) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 森 道雄 (MORI, Michio); 〒6600892 兵庫県尼崎市東難波町五丁目１７番２３号 尼崎ビル 森道雄特許事務所 Hyogo (JP).

[続葉有]

(54) **Title:** METHOD FOR PRODUCING SEAMLESS TUBE

(54) **発明の名称:** 継目無管の製造方法



BB
○ 穿孔圧延不良なし、内面被れ疵発生なし
■ 穿孔圧延不良なし、内面被れ疵発生
× 穿孔圧延不良発生

YY AXIALLY CENTRAL PORTION CRACK RATE (r/R)
XX NUMBER OF ROTARY FORGINGS (N)
AA APPROPRIATE RANGE
BB ○ NO POOR PIERCING, NO INNER SURFACE SCRATCH
■ NO POOR PIERCING, INNER SURFACE SCRATCHES OCCURRED
× POOR PIERCING OCCURRED

(57) Abstract: A method for producing a seamless tube while reducing the inner surface scratches comprising a piercing step, in which the relations shown by expressions (1)-(3) are simultaneously satisfied if the diameter of a billet is R(m), the crack length in the axially central portion of the billet is r(m), and two times of the amount of rotation of the billet during the time from when the billet touches a rolling roll until the billet reaches a boring plug is N. $0 \leqq r/R \leqq 0.13$...(1), $r/R \geqq -0.13N+0.13$...(2), $r/R \leqq -0.065N+0.39$...(3). Even if a cast piece of wide ferrite temperature range is used, poor piercing and inner surface scratches of the tube are prevented from occurring and a high-quality seamless tube can be produced inexpensively.

(57) 要約: 穿孔圧延工程を含む継目無管の製造方法であって、ビレットの直径をR(m)、ビレットの軸心部割れ長さをr(m)、前記ビレットが圧延ロールに接触してから穿孔プラグに達するまでの間におけるビレットの回転量の２倍をNとしたとき、下記の(1)～(3)式の関係を同時に満足するように穿孔圧延する内面疵を低減した継目無管の製造方法である。$0 \leqq r/R \leqq 0.13$・・(1)、$r/R \geqq -0.13N+0.13$・・(2)、$r/R \leqq -0.065N+0.39$・・・(3) これにより、フェライト温度範囲の広い鋳片であっても、穿孔圧延不良および管の内面疵を発生させずに、高品質の継

[続葉有]

WO 2006/106802 A1

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

継目無管の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、穿孔圧延工程を含む継目無管の製造方法に関し、さらに詳しくは、穿孔圧延法を用いて内面疵の発生しない継目無管を製造する方法に関する。

背景技術

[0002] 原油、天然ガスなどのエネルギー需要の高まりを受け、油井およびガス井の開発が盛んに進められている。しかも、近年は、油井およびガス井ともに、陸上から海底へと移行し、油井内およびガス井内環境はもちろんのこと、油井およびガス井の存在環境が過酷化してきている。

[0003] 油井やガス井から原油や天然ガスを輸送するラインパイプは、大量輸送のための操業性および深海での耐圧性を含めた敷設環境を考慮して、大径化および厚肉化を指向した設計が行われる傾向にある。そして、鋼材特性の面からは、強度はもちろんのこと、特に低温における靭性が、また、敷設性の面からは、溶接性が要求される。

[0004] 上記の特性のうち、溶接性を確保するためには、C含有率を低下させることが有効であり、それに基づいて他の合金元素を組み合わせて強度の最適化を図る。また、靭性を確保するためには、P、Sなどの不純物元素の低減、さらに、Caの添加などによる介在物の形態制御を行うことにより、鋼成分組成および鋼組織を調整する。

[0005] 一方、その製造プロセスとしては、連続鋳造によりビレットを製造し、これを穿孔圧延するプロセスを採用する場合が多い。上記の連続鋳造においては、鋳片の外周部から中心部に向かって凝固が進行するため、鋳片の中心部近傍では、センターポロシティ、軸心部割れ、中心偏析などの欠陥が発生しやすい。また、前記のように溶接性を確保するためにC含有率を低下させることから、凝固初期におけるδフェライト相からγオーステナイト相への相変態による体積収縮に起因する割れが一層拡大する。

[0006] ビレットの軸心部割れ量は、ビレット断面サンプルを採取して調査、測定することにより容易に把握することができる。また、軸心部割れが大きい場合には、製品である

管の内面に疵が発生しやすいことから、ビレットの軸心部割れを抑制することにより管の内面に疵が発生しないようにする方法が多数報告されている。

[0007] 例えば、特開2002－327234号公報には、鋼成分組成に基づき計算される液相からδフェライトへの変態温度と、δフェライトからγオーステナイトへの変態温度との温度差(DF)(以下、「フェライト温度範囲(DF)」とも称する)を150℃以下とすることにより、ビレット中央部におけるポロシティなどの欠陥の発生を抑制し、連続鋳造を行ったままで穿孔圧延しても内面欠陥の少ない継目無管を安価に製造できる丸ビレット、およびその製管方法が開示されている。

[0008] しかしながら、需要家から要求される様々な機械的特性値を全て満足させるためには、例えば、上記DFの値が150℃を超えて高くなる成分組成を有する鋳片を用いて製管せざるを得ない場合も生じる。さらには、連続鋳造したままでセンターポロシティを有する丸ビレットを穿孔圧延しなければならない場合も発生する。

[0009] 上述のとおり、フェライト温度範囲(DF)が150℃を超えて高くなる鋼組成を有する鋳片であっても、穿孔圧延による内面欠陥の発生をなくし、品質の良好な継目無管を製造するためには、なお、解決されねばならない問題が残されている。

発明の開示

[0010] 本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、その課題は、フェライト温度範囲が150℃を超えて高くなる鋼組成を有する鋳片であっても、穿孔圧延により管の内面に欠陥を発生することなく、品質の良好な継目無管を安価に製造することのできる継目無管の製造方法を提供することにある。

[0011] 本発明者らは、上述の課題を解決するために、従来の問題点を踏まえて、ビレットの鋳造条件および穿孔圧延条件を適切に組み合わせることにより、穿孔圧延不良や内面疵の発生を予め防止できるとともに、製造歩留まりを向上できる継目無管の製造について検討を行い、下記の(a)～(e)の知見を得て、本発明を完成させた。

[0012] (a)ビレットが圧延ロールに接触してから穿孔プラグに達するまでにビレットが受ける回転鍛造回数(2ロール型穿孔圧延機の場合は、ビレットの回転量の2倍)が多いほど、ビレットが穿孔プラグに達するまでの変形が大きく、管内面に疵(内面かぶれ疵)が発生しやすい。

[0013] (b)ビレットが圧延ロールに接触してから穿孔プラグに達するまでのビレットの回転量が少ないほど、内面かぶれ疵の発生を抑制できるが、その反面、圧延ロールへのビレットの噛み込み性の低下に起因する噛み込み不良の問題が発生するおそれがある。

[0014] (c)ビレットの軸心部割れ率が大きい場合は、ビレットに穿孔圧延のための十分な起点が存在することになるので、穿孔圧延機での回転鍛造回数を少なく設定しても、ビレットの噛み込み性は良好である。逆に、回転鍛造回数を多く設定すると、内面かぶれ疵が発生しやすくなる。

[0015] (d)ビレットの軸心部割れ率が小さい場合は、ビレットに穿孔圧延のための十分な起点が存在しないことになるため、回転鍛造回数を少なく設定すると、ビレットの噛み込み性が悪化しやすい。逆に、回転鍛造回数を多く設定しても、内面かぶれ疵は発生しにくい。

[0016] (e)上記の(a)～(d)を考慮して、穿孔圧延機への噛み込み性を確保し、かつ内面かぶれ疵を発生させずに継目無管を製造するための、回転鍛造回数(N)とビレットの軸心部割れ率(r／R)(ビレットの軸心部割れ長さr(m)をビレットの直径をR(m)により除した値)との関係の適正範囲を求めると、下記(1)～(3)式を同時に満たす範囲となる。

$0 \leqq r/R \leqq 0.13$ ・・・・(1)

$r/R \geqq -0.13N + 0.13$ ・・・・(2)

$r/R \leqq -0.065N + 0.39$ ・・・(3)

[0017] 本発明は、上記の知見に基づいて完成されたものであり、その要旨は、下記の(1)～(3)に示す継目無管の製造方法にある。

[0018] (1)穿孔圧延工程を含む継目無管の製造方法であって、ビレットの直径をR(m)、ビレットの軸心部割れ長さをr(m)、前記ビレットが圧延ロールに接触してから穿孔プラグに達するまでの間におけるビレットの回転量の2倍をNとしたとき、下記の(1)～(3)式で表される関係を同時に満足するように穿孔圧延することを特徴とする内面疵を低減した継目無管の製造方法。

[0019] $0 \leqq r/R \leqq 0.13$ ・・・・(1)

r／R≧－0．13N＋0．13 ・・・・(2)

r／R≦－0．065N＋0．39 ・・・(3)

[0020] (2)前記継目無管が、質量%で、C:0．02～0．15%、Si:0．05～0．4%、Mn:0．3～2．0%、ならびに不純物としてP:0．03%以下およびS:0．03%以下を含有し、さらに、Cu:0．05～0．4%、Cr:0．05～0．6%、Ni:0．05～0．8%およびMo:0．03～0．5%のうちの1種以上を含み、残部がFeおよび不純物からなることを特徴とする前記(1)に記載の内面疵を低減した継目無管の製造方法。

[0021] (3)前記ビレットの軸心部割れ長さrとビレットの直径Rとの比である(r／R)を下記(4)式により、また、前記ビレットが圧延ロールに接触してから穿孔プラグに達するまでの間におけるビレットの回転量の2倍であるNを下記(5)式により推定することを特徴とする前記(1)または(2)に記載の継目無管の製造方法。

$r/R=\{(8+W)\times(DF\times Vc\times R^2)-(16/R)\}/1000$ ・・・・(4)

$N=2\times L/(Vs/EL)\times Brps$ ・・・・(5)

ここで、Wはビレットの鋳造時における比水量(L／kg－鋼)、Vcはビレットの鋳造速度(m／min)、DFはフェライト温度範囲(℃)、Lはビレットが圧延ロールに接触する位置から穿孔プラグの先端までの距離(m)、Vsは穿孔シェルの長手方向の進行速度(m／s)、ELは穿孔比(－)、そして、Brpsはビレットの回転数(回／s)をそれぞれ表す。

図面の簡単な説明

[0022] 図1は、鋳造によるビレットの軸心部割れ率と穿孔圧延時におけるビレットの回転鍛造回数との関係の適正範囲を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0023] 本発明の方法は、前記のとおり、穿孔圧延工程を含む継目無管の製造方法であって、ビレットの直径およびビレットの軸心部割れ長さから求められる軸心部割れ率(r／R)とビレットが圧延ロールに接触してから穿孔プラグに達するまでの間に受ける回転鍛造回数(N)とを、前記(1)～(3)式で表される関係を同時に満足する範囲内に調整する継目無管の製造方法である。以下に、本発明の継目無管の製造方法についてさらに詳しく説明する。

[0024] 1)ビレットの軸心部割れ率

ビレットの軸心部割れ率は、前記のとおり、ビレットの軸心部割れ長さ(r)をビレットの直径(R)により除した値(r／R)により定義する。ここで、ビレットの軸心部に複数の軸心部割れが存在する場合には、そのうちの最大割れ長さを軸心部割れ長さとして用いる。

[0025] 軸心部割れ率は、その都度、ビレットを切断し、その横断面において実測した軸心部割れ長さをビレットの直径により除して求めてもよいが、操業予測を行う上では、連続鋳造の操業条件により記述した推算式を用いるのが便利である。

[0026] 本発明者らは、多数のビレットからサンプルを採取してビレットの鋳造条件と軸心部割れ率との関係を調査し、軸心部割れ率(r／R)が下記(4)式により表されることを見出した。

[0027] $r/R=\{(8+W)\times(DF\times Vc\times R^2)-(16/R)\}/1000$ ・・・・(4)

ここで、r／Rは軸心部割れ率(－)、rはビレットの軸心部割れ長さ(m)、Rはビレットの直径(m)、Wはビレットの鋳造時における比水量(L／kg－鋼)、Vcはビレットの鋳造速度(m／min)、そして、DFはフェライト温度範囲(℃)をそれぞれ表す。

[0028] なお、フェライト温度範囲(DF)は、前記のとおり、液相からδフェライトへの変態温度とδフェライトからγオーステナイトへの変態温度との温度差を意味し、例えば、特開2002－327234号公報に開示されたように下記(6)～(8)式を用いて計算することができる。

[0029] $DF=TL\delta-T\delta\gamma$ ・・・・(6)

$TL\delta=100000/(55.25+2.35C+0.37Si+0.16Mn+1.01P+1.15S+0.18Cu+0.04Cr+0.13Ni+0.12Mo)$ ・・・・(7)

$T\delta\gamma=100000/(60.06-4.51C+3.84Si-0.19Mn+0.98P+0.25S-1.49Cu+1.01Cr-1.34Ni+0.55Mo)$ ・・・・(8)

ここで、上記(7)および(8)式中の元素記号は、鋼中における各元素の含有率(質量%)を表す。

[0030] 上記(4)式および(6)～(8)式によれば、軸心部割れ率(r／R)を低下させるためには、鋳造操業を阻害したりビレットの外面疵を発生させない範囲内において、鋳造

時の比水量を低下させるか、または鋳造速度を低下させるなどして操作諸元を選択することが効果的であることがわかる。また、フェライト温度範囲以外の鋼品質を害しない範囲においてC、Mn、CuおよびNiといった鋼成分の含有率を上昇させることにより、フェライト温度範囲を縮小させることも有効である。

[0031] 2)回転鍛造回数

回転鍛造回数(N)は、前記のとおりビレットが圧延ロールに接触してから穿孔プラグに達するまでにビレットが受ける回転鍛造回数であり、パスラインの周りに2個の傾斜ロールを備えた2ロール型穿孔圧延機の場合は、ビレットの回転量の2倍となる。その都度実測された値を用いてもよいが、下記(5)式により推算するのが実用的である。

[0032] $N=2\times L/(Vs/EL)\times Brps$ ・・・・(5)

ここで、Nは回転鍛造回数(回)、Lはビレットが圧延ロールに接触する位置から穿孔プラグの先端までの距離(m)、Vsは穿孔シェルの長手方向の進行速度(m/s)(=ロールの周速度×sin(β)×η)、βは圧延ロールの傾斜角(度)、ηは平均穿孔効率(−)、ELは穿孔比(−)、そして、Brpsはビレットの回転数(回/s)である。

[0033] 上記(5)式から、回転鍛造回数(N)を減少させるためには、ビレットが圧延ロールに接触する位置から穿孔プラグの先端までの距離を小さくするか、または圧延ロールの傾斜角を大きくするなどの方法が有効なことがわかる。

[0034] 3)回転鍛造回数と軸心部割れ率との関係の適正範囲

内面疵の発生および穿孔圧延機へのビレットの噛み込み性におよぼす回転鍛造回数および軸心部割れ率の効果については、前記(a)～(d)の知見に述べたとおりである。これらを考慮して、穿孔圧延機への噛み込み性を確保し、かつ内面かぶれ疵を発生させずに継目無管を製造するための、回転鍛造回数とビレットの軸心部割れ率との関係の適正範囲を後述する鋳造試験および穿孔圧延試験により求めた。

[0035] 図1は、後述する鋳造試験および穿孔圧延試験の結果に基づき、鋳造によるビレットの軸心部割れ率と穿孔圧延時におけるビレットの回転鍛造回数との関係の適正範囲を整理して示した図である。同図において、直線ABは、r/R=0.13により表される直線を、直線ADは、r/R=−0.13N+0.13により表される直線を、そして、直

線BCは、r／R＝－0．065N＋0．39により表される直線を、それぞれ表す。

[0036] 同図の結果によれば、前記(1)式の関係または前記(3)式の関係を満足しない条件の場合には、穿孔圧延機への噛み込み不良などに基づく穿孔圧延の不良は発生しないものの、図中の■印により示されるとおり、管に内面かぶれ疵が発生している。また、前記(2)式の関係を満足しない条件の場合には、図中の×印により示されるとおり、穿孔圧延の不良が発生する。これに対して、前記(1)～(3)式により表される関係を全て満足する条件の場合は、図中の○印により示されるとおり、穿孔圧延の不良および管の内面かぶれ疵ともに発生することはなく、良好な製品が得られている。

[0037] 4)鋼成分組成の好ましい範囲

本発明における鋼成分組成の好ましい範囲およびその理由について下記に説明する。

[0038] C:0．02～0．15%

Cは、継目無管の強度を確保する目的で含有させる。その含有率が0．02%未満では必要な強度を確保することが難しい。一方、含有率が0．15%を超えて高くなると、溶接施工時に割れが発生しやすくなる。上記の理由から、C含有率は0．02～0．15%の範囲とすることが好ましい。なお、C含有率のさらに好ましい範囲は、0．03～0．10%である。

[0039] Si:0．05～0．4%

Siは、溶鋼の脱酸作用を有するほか、強度を向上させる作用を有する元素であり、その効果を得るためには0．05%以上の含有率とすることが好ましい。しかし、その含有率が0．4%を超えて高くなると介在物量が増加し、鋼の清浄度が低下するとともに、靭性が低下するおそれがある。したがって、Si含有率は0．05～0．4%の範囲とすることが好ましい。

[0040] Mn:0．3～2．0%

Mnは、脱酸作用を有するとともに、鋼の靭性を劣化させることなく強度を向上させる作用を有する元素であり、その効果を得るには0．3%以上を含有させることが好ましい。しかし、その含有率が2．0%を超えて高くなると介在物量が増加し、鋼の清浄度が低下するおそれがある。上記の理由から、Mn含有率は0．3～2．0%の範囲と

することが好ましい。なお、Mn含有率のさらに好ましい範囲は、0．5～1．8％である。

[0041] P:0．030％以下

Pは、鋼中の不純物元素であり、粒界に偏析して靭性低下をもたらすとともに、熱間加工性に悪影響をおよぼすため、その含有率は0．030％以下とすることが好ましい。なお、P含有率は低ければ低いほど好ましい。

[0042] S:0．030％以下

Sも、鋼中の不純物元素であり、粒界に偏析して靭性低下をもたらすとともに、熱間加工性に悪影響をおよぼすため、その含有率は0．030％以下とすることが好ましい。なお、S含有率は低ければ低いほど好ましい。

[0043] Cu:0．05～0．4％

Cuは、鋼の強度を高める作用を有する元素である。含有させても含有させなくてもよいが、0．05％以上を含有させることにより、その効果を得ることができる。しかし、その含有率が0．4％を超えて高くなるとマンネスマン穿孔時における管の外面疵の発生が増加する。上記の理由から、Cuを含有させる場合の含有率の範囲を0．05～0．4％とした。

[0044] Cr:0．05～0．6％

Crは、鋼の強度を高める作用を有する元素である。含有させてもさせなくてもよいが、0．05％以上を含有させることにより、その効果を得ることができる。しかし、Crは鋼の焼入れ性も向上させることから、その含有率が0．6％を超えて高くなると溶接施工時の割れが発生する。上記の理由から、Crを含有させる場合の含有率の範囲を0．05～0．6％とした。

[0045] Ni:0．05～0．8％

Niは、鋼の強度を上昇させる効果を有する元素である。含有させてもさせなくてもよいが、含有率を0．05％以上とすることにより、その効果を得ることができる。しかし、その含有率が0．8％を超えて高くなると鋼の熱間加工性が悪化し、また、コストも上昇する。上記の理由から、Niを含有させる場合の含有率の範囲を0．05～0．8％とした。

[0046] Mo:0．03～0．5%

Moは、鋼の強度を高める作用を有する元素である。含有させてもさせなくてもよいが、0．03%以上を含有させることにより、その効果を得ることができる。しかし、Moは鋼の焼入れ性も向上させる作用を有することから、その含有率が0．5%を超えて高くなると溶接施工時の割れを発生する。上記の理由から、Moを含有させる場合の含有率の範囲を0．03～0．5%とした。

[0047] (実施例)

本発明の継目無管の製造方法の効果を確認するため、下記の試験を行ってその結果を評価した。

表1に示す化学成分組成およびフェライト温度範囲を有する供試鋼を用い、表2に示す鋳造条件により連続鋳造を行い、丸ビレットを製造した。

[0048] [表1]

表1

試験番号	区分	化学成分組成（質量%、残部Feおよび不純物）								フェライト温度範囲(℃)
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	
1	本発明例	0.07	0.33	0.87	0.021	0.003	—	0.09	—	—	153.1
2	本発明例	0.06	0.33	0.80	0.015	0.005	0.11	0.11	—	—	152.2
3	比較例	0.05	0.38	0.82	0.013	0.004	0.08	0.09	—	—	159.1
4	本発明例	0.07	0.35	0.79	0.009	0.004	0.06	0.10	—	—	153.9
5	比較例	0.06	0.36	0.79	0.005	0.005	0.11	0.10	0.05	0.48	158.7
6	本発明例	0.07	0.06	0.35	0.021	0.003	—	0.55	—	—	145.6
7	比較例	0.06	0.07	0.33	0.015	0.005	0.30	0.57	—	—	136.1
8	本発明例	0.05	0.39	0.39	0.013	0.027	0.35	0.56	0.70	0.40	140.7
9	本発明例	0.06	0.38	0.38	0.028	0.028	0.10	0.55	0.65	0.10	147.8
10	比較例	0.06	0.07	0.36	0.007	0.025	0.11	0.59	0.05	—	143.5
11	本発明例	0.14	0.33	0.33	0.021	0.003	0.02	0.52	—	—	156.0
12	本発明例	0.07	0.33	1.70	0.027	0.005	0.11	0.55	—	—	152.3
13	本発明例	0.08	0.38	1.90	0.013	0.024	0.08	0.58	—	0.49	159.3
14	比較例	0.09	0.35	1.80	0.005	0.021	0.06	0.53	—	—	150.3
15	比較例	0.13	0.36	0.32	0.027	0.023	0.38	0.53	0.05	—	142.7
16	本発明例	0.04	0.21	0.77	0.012	0.002	0.22	—	—	—	137.3
17	本発明例	0.09	0.37	1.33	0.016	0.003	—	0.31	—	—	152.6
18	本発明例	0.05	0.34	0.96	0.013	0.003	—	—	0.24	—	145.7
19	比較例	0.08	0.30	1.56	0.019	0.004	—	—	—	0.16	140.5

[0049] [表2]

表2

試験番号	区分	鋳造条件				穿孔条件				総合評価
		W (L/kg)	R (m)	Vc (m/分)	r／R (—)	L (m)	Vs (m/s)	EL (—)	Brps (回/s)	N (回)	
1	本発明例	0.7	0.225	2.4	0.0907	100	1000	2.0	6.0	2.40	○
2	本発明例	0.7	0.225	2.4	0.0897	150	1000	2.0	6.0	3.60	○
3	比較例	0.7	0.225	1.2	0.0130*	20	1000	2.0	6.0	0.48*	×
4	本発明例	0.7	0.225	1.3	0.0170	230	1000	2.0	6.0	1.20	○
5	比較例	0.7	0.225	2.8	0.1247*	100	1000	2.0	6.0	5.52*	■
6	本発明例	0.7	0.360	1.0	0.1197	100	1500	3.0	6.0	2.40	○
7	比較例	0.7	0.360	1.2	0.1397*	100	666	2.0	6.0	3.60*	■
8	本発明例	0.7	0.360	0.9	0.0983	100	1000	1.5	4.0	1.20	○
9	本発明例	0.7	0.360	1.0	0.1221	100	1000	1.5	4.0	1.20	○
10	比較例	0.7	0.360	0.9	0.1011*	230	1000	2.0	6.0	5.52*	■
11	本発明例	0.7	0.360	0.9	0.1139	100	1000	1.5	8.0	2.40	○
12	本発明例	0.7	0.310	1.4	0.1266	20	1000	2.0	6.0	0.48	○
13	本発明例	0.7	0.310	1.0	0.0815	50	1000	2.0	6.0	1.20	○
14	比較例	0.7	0.310	0.8	0.0489*	230	1000	2.0	6.0	5.52*	■
15	比較例	0.7	0.310	1.6	0.1392*	230	1000	2.0	6.0	5.52*	■
16	本発明例	0.7	0.191	2.6	0.0295	100	1000	2.0	6.0	2.40	○
17	本発明例	0.7	0.191	2.6	0.0422	100	1000	2.0	6.0	2.40	○
18	本発明例	0.7	0.191	2.1	0.0133	230	1000	2.0	6.0	5.52	○
19	比較例	0.7	0.191	2.1	0.0099*	260	1000	2.0	6.0	6.24*	■

(注) *印は本発明で規定する範囲を外れることを示す。
総合評価の基準：○：穿孔圧延不良なく、内面かぶれ疵の発生もなし。
■：穿孔圧延不良はないが、内面かぶれ疵発生。
×：穿孔圧延不良発生。

[0050] さらに、上記のようにして得られたビレットを使用し、表2に示す穿孔圧延条件で製管試験を行った。

[0051] 同表において、(r／R)は、前記したとおりビレットの軸心部割れ率(—)であり、Nは、回転鍛造回数(回)である。また、総合評価欄においては、図1中における試験結果の評価と同様に、穿孔圧延不良を発生せず内面かぶれ疵も発生しなかった場合を○印により、管に内面かぶれ疵を発生した場合を■印により、そして、穿孔圧延不

良が発生した場合を×印により、それぞれ区別して評価した。

[0052] なお、内面かぶれ疵の発生の有無は、下記のとおり判定した。すなわち、管内面を目視により検査し、ビレット1本当たり1箇所以上のかぶれ疵が検出された場合を、「かぶれ疵発生」と判定し、それ以下の場合を、「かぶれ疵発生なし」と判定した。

[0053] また、穿孔圧延不良の発生の有無については、穿孔圧延機に噛み込まず、穿孔圧延に失敗した場合を「穿孔圧延不良発生」と判定し、それ以外の場合を「穿孔圧延不良発生なし」と判定した。

[0054] 試験番号1、2、4、6、8、9、11～13および16～18は、本発明の範囲を満足する本発明例についての試験であり、試験番号3、5、7、10、14、15および19は、本発明の範囲を満足しない比較例についての試験である。

[0055] 試験番号1、2、4、6、8、9、11～13および16～18では、いずれの試験においても、穿孔圧延不良および管の内面かぶれ疵ともに発生することはなく、内面品質の良好な継目無管を高い歩留まりの下に製造することができた。上記の本発明例では、いずれもCu、Cr、NiおよびMoの1種以上を含有させていることもあり、引張強度531MPa以上を有する高強度の継目無管が得られた。

[0056] これらに対して、ビレットの軸心部割れ率が大きく、前記(1)式の関係を満足しない試験番号7および15は、穿孔圧延不良は発生しなかったものの、管の内面かぶれ疵が発生し、内面品質が不良となった。また、ビレットの軸心部割れ率の値に対して回転鍛造回数が多く、前記(3)式の関係を満足しない試験番号5、10、14および19も、穿孔圧延不良は発生しなかったものの、管の内面かぶれ疵が発生し、内面品質が不良であった。

[0057] そして、ビレットの軸心部割れ率の値に対して回転鍛造回数が少なく、前記(2)式の関係を満足しない試験番号3では、穿孔圧延機へのビレットの噛み込み不良による穿孔圧延不良が発生した。

産業上の利用可能性

[0058] 本発明の継目無管の製造方法によれば、ビレットの鋳造条件に依存するビレット軸心部の割れの大きさと穿孔圧延過程における穿孔圧延条件との組み合わせを適正化することにより、ビレットの穿孔圧延不良の発生および管の内面疵の発生を防止し

、管製品の製造歩留まりを大幅に向上させることができる。したがって、本発明は、ビレットの連続鋳造条件およびビレットの穿孔圧延条件の両面から最適な製造条件を要求される継目無管の製造分野において広範に適用できる技術である。

請求の範囲

[1] 穿孔圧延工程を含む継目無管の製造方法であって、ビレットの直径をR(m)、ビレットの軸心部割れ長さをr(m)、前記ビレットが圧延ロールに接触してから穿孔プラグに達するまでの間におけるビレットの回転量の2倍をNとしたとき、下記の(1)～(3)式で表される関係を同時に満足するように穿孔圧延することを特徴とする継目無管の製造方法。

$0 \leqq r/R \leqq 0.13$ ・・・・(1)

$r/R \geqq -0.13N + 0.13$ ・・・・(2)

$r/R \leqq -0.065N + 0.39$ ・・・(3)

[2] 前記継目無管が、質量%で、C:0.02～0.15%、Si:0.05～0.4%、Mn:0.3～2.0%、ならびに不純物としてP:0.03%以下およびS:0.03%以下を含有し、さらに、Cu:0.05～0.4%、Cr:0.05～0.6%、Ni:0.05～0.8%およびMo:0.03～0.5%のうちの1種以上を含み、残部がFeおよび不純物からなることを特徴とする請求項1に記載の継目無管の製造方法。

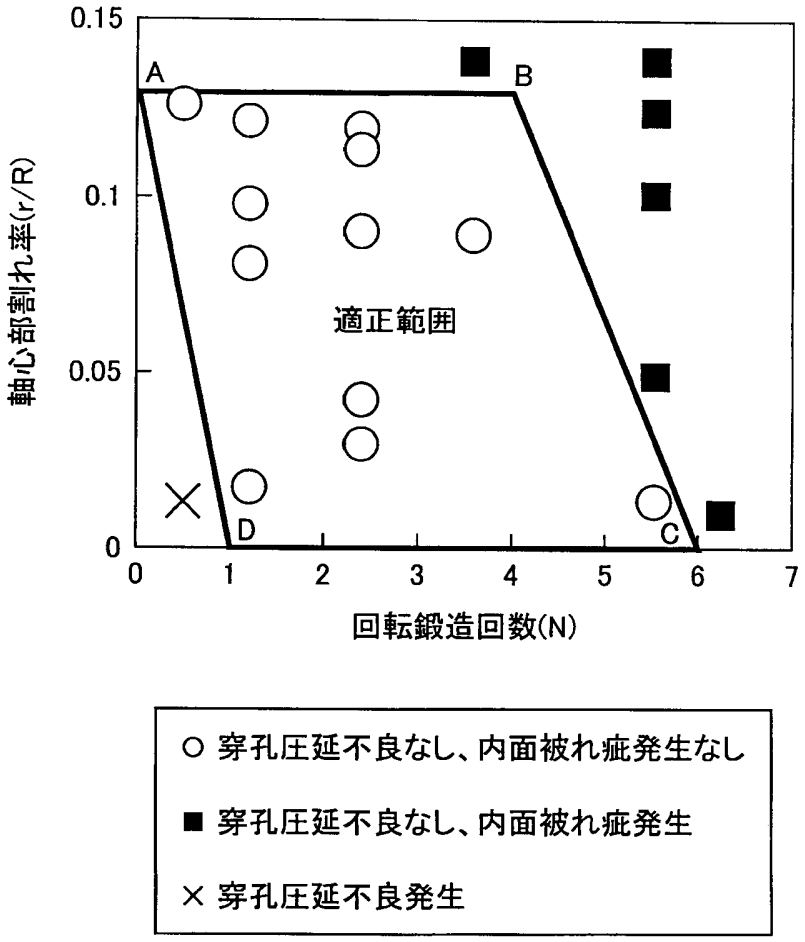
[3] 前記ビレットの軸心部割れ長さrとビレットの直径Rとの比である(r/R)を下記(4)式により、また、前記ビレットが圧延ロールに接触してから穿孔プラグに達するまでの間におけるビレットの回転量の2倍であるNを下記(5)式により推定することを特徴とする請求項1または2に記載の継目無管の製造方法。

$r/R = \{(8+W)\times(DF\times Vc\times R^2)-(16/R)\}/1000$ ・・・・(4)

$N = 2\times L/(Vs/EL)\times Brps$ ・・・・(5)

ここで、Wはビレットの鋳造時における比水量(L/kg－鋼)、Vcはビレットの鋳造速度(m/min)、DFはフェライト温度範囲(℃)、Lはビレットが圧延ロールに接触する位置から穿孔プラグの先端までの距離(m)、Vsは穿孔シェルの長手方向の進行速度(m/s)、ELは穿孔比(－)、そして、Brpsはビレットの回転数(回/s)をそれぞれ表す。

[図1]


0.15
0.1
0.05
0
軸心部割れ率(r/R)
A
B
C
D
適正範囲
0
1
2
3
4
5
6
7
回転鍛造回数(N)
○ 穿孔圧延不良なし、内面被れ疵発生なし
■ 穿孔圧延不良なし、内面被れ疵発生
× 穿孔圧延不良発生

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2006/306619

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B21B19/04(2006.01), ***C22C38/00***(2006.01), ***C22C38/58***(2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B21B19/04, B22D11/124, C22C38/00, C22C38/58

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2004-314148 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 11 November, 2004 (11.11.04), Par. Nos. [0001] to [0002], [0034], [0042] to [0045] (Family: none)	1-2 3
Y A	JP 10-5820 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 13 January, 1998 (13.01.98), Par. No. [0042] (Family: none)	1-2 3
Y A	JP 6-55204 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 01 March, 1994 (01.03.94), Par. No. [0009] (Family: none)	1-2 3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 June, 2006 (13.06.06)	20 June, 2006 (20.06.06)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2006/306619

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 61-180603 A (Nippon Steel Corp.), 13 August, 1986 (13.08.86), Page 2, lower right column, lines 2 to 6 (Family: none)	1-2 3

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００６／３０６６１９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　*B21B19/04*（2006.01），*C22C38/00*（2006.01），*C22C38/58*（2006.01）

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B21B 19/04, B22D 11/124, C22C 38/00, C22C 38/58

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Y A	JP 2004-314148 A（住友金属工業株式会社）2004.11.11, 【０００１】－【０００２】,【００３４】,【００４２】－【００４５】　ファミリーなし	1-2 3
Y A	JP 10-5820 A（住友金属工業株式会社）1998.01.13, 【００４２】　ファミリーなし	1-2 3
Y A	JP 6-55204 A（住友金属工業株式会社）1994.03.01, 【０００９】　ファミリーなし	1-2 3

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 １３．０６．２００６	国際調査報告の発送日 ２０．０６．２００６
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｅ　３４４０ 松本　要 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４２５

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Y	JP 61-180603 A（新日本製鐵株式会社）1986.08.13,	1-2
A	第２頁右下欄第２－６行　ファミリーなし	3