

(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
2013 年 8 月 1 日(01.08.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/111902 A1

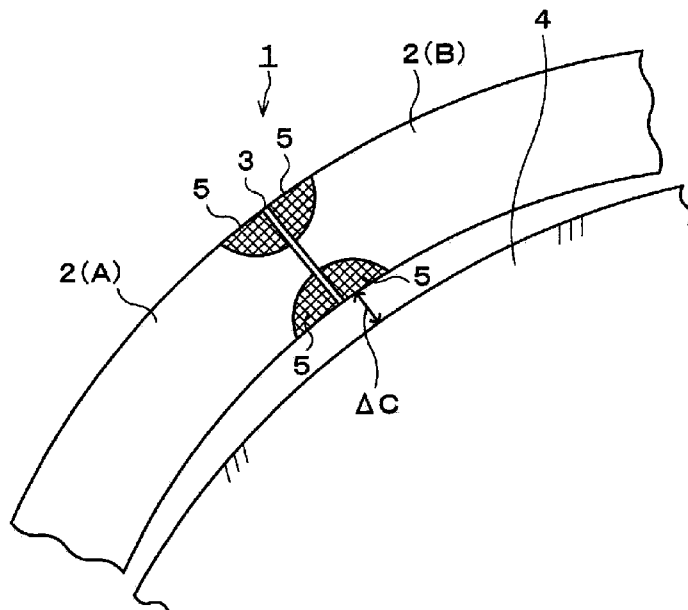
- (51) 国際特許分類:
C22C 38/14 (2006.01) B23K 9/028 (2006.01)
F16L 13/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/051765
- (22) 国際出願日: 2013 年 1 月 28 日(28.01.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-014991 2012 年 1 月 27 日(27.01.2012) JP
- (71) 出願人: 新日鐵住金株式会社(NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 永田 幸伸(NAGATA Yukinobu); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 津留 英司(TSURU Eiji); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 篠原 康浩(SHINOHARA Yasuhiro); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 Tokyo (JP).
- (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PIPELINE AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(54) 発明の名称: パイプライン及びその製造方法



(57) Abstract: This pipeline is a pipeline that has multiple welded sections where ends of multiple steel pipes are connected together by means of welding, wherein the multiple steel pipes are manufactured from multi-charged molten steel that contains one or more kinds of steel components, a stress-strain curve that is obtained when a stress is applied in the length direction of each steel pipe does not have any yield point elongation, t and D satisfy $t/D \times 100 \leq 6$, where t represents the pipe thickness of each steel pipe in millimeters, and D represents an average pipe diameter in millimeters, and ΔYS and YR satisfy $\Delta YS \leq -1.75 \times YR + 230$, where ΔYS represents the difference between the yield strength of one of mutually welded steel pipes and the yield strength of the other steel pipe in MPa, and YR represents a yield ratio, that is, the ratio of the yield strength to the tensile strength of the steel pipe on the one side or of the steel pipe on the other side, whichever has the lower yield strength.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/111902 A1



このパイプラインは、複数の鋼管の端部同士が溶接によって接合された複数の溶接部を有するパイプラインであって、前記複数の鋼管は、1種以上の鋼成分を有する複数チャージの溶鋼から製造され；前記各鋼管の長手方向に応力を加えた時に得られる応力-歪み曲線に降伏点伸びを有しておらず；前記各鋼管の管厚である単位mmの t と平均管径である単位mmの D とが、 $t/D \times 100 \leq 6$ を満足し；前記複数の溶接部では、互いに溶接された一方の鋼管の降伏強度と他方の鋼管の降伏強度との差である単位MPaの ΔYS と、前記一方の鋼管及び前記他方の鋼管のうち、前記降伏強度が低い方の鋼管の引張強度に対する前記降伏強度の比である降伏比を示す YR とが $\Delta YS \leq -1.75 \times YR + 230$ を満足する。

明 細 書

発明の名称：パイプライン及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、複数の鋼管の端部同士が溶接によって接合された複数の溶接部を有するパイプラインとその製造方法とに関する。

本願は、2012年01月27日に、日本に出願された特願2012-014991号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 海底にパイプラインを敷設する場合、従来は、敷設地域の船上で鋼管を1本ずつガス溶接して、順次繰り出し、パイプラインを形成する方法が主流であった。しかし、近年では、予め、陸上又は鋼管補給基地に接岸された船上で、鋼管をガス溶接して長尺化した上でドラムに巻き付けて敷設海上まで輸送し、海上で巻き戻してパイプラインを敷設する、スプール方式の敷設方法が増加している。

[0003] ドラムに鋼管を巻き付ける際、巻き付けの内側では、鋼管の長手方向に圧縮歪みが発生する。また、巻き付けの外側では、鋼管の長手方向に引張歪みが発生する。この歪みは、巻き付けの最も内側位置である内弧縁で最大圧縮歪みとなり、巻き付けの最も外側位置である外弧縁で最大引張歪みとなる。歪みの大きさは鋼管径に比例し、ドラム径に反比例する。一般に使用されている鋼管径（例えば、外径193.7～457.2mm）及びドラム径（例えば直径16m）であれば、内弧縁及び外弧縁では、巻き付け時に2～4％程度の塑性歪みが発生する。一方、ドラムに巻き取った鋼管を船上で巻き解き、直線状に伸ばす際にも、同じように2～4％程度の塑性歪みが鋼管に生じる。敷設作業上の付加的な曲げ・曲げ戻し、または海底接地時の曲げを考慮した場合、鋼管及びガス溶接部は3回の曲げ・曲げ戻しに耐える必要があるといわれている。

[0004] 鋼管をドラムに巻き付ける際、または、巻き戻す際に、鋼管やガス溶接

部の近傍が極端にくびれたり、ガス溶接部の近傍の管体の内弧縁で座屈が発生することがある。鋼管の曲げ特性を改善する方法として、例えば、特許文献1及び2に、ガス溶接の熱影響部の軟化を防止する方法が開示されている。また、例えば、特許文献3に、鋼管の降伏比を低下させる方法が開示されている。また、例えば、特許文献4に、ガス溶接部での形状不整を制限する方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：日本国特開平3－133576号公報
特許文献2：日本国特開平3－211255号公報
特許文献3：日本国特開2001－192773号公報
特許文献4：日本国特開2006－281217号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 鋼管をドラムに巻き付け、巻き戻す際に、座屈等が発生しないように、鋼管の曲げ座屈抵抗を高めるには、鋼管自身の加工硬化特性を向上させることが有効である。そして、鋼管自身の加工硬化特性を向上させるには、鋼管の降伏比（引張強度に対する降伏強度の比）を低くすることが有効である。しかしながら、ガス溶接部の曲げ座屈抵抗は鋼管よりも劣る。そのため、鋼管自身の加工硬化特性を向上させても、ガス溶接部近傍の鋼管の管体の内弧縁で発生する座屈を回避することは困難である。すなわち、ガス溶接部の形状不整を抑制し、更に、降伏比が低い鋼管を用いても、ガス溶接部近傍に座屈が発生する。
- [0007] 本発明は、上述した問題点に鑑みて案出されたものである。すなわち、本発明は、鋼管（ラインパイプ）の変形特性を十分に発揮させるパイプラインの提供を目的とする。なお、パイプラインとは、鋼管（ラインパイプ）が複数接合されて構成されたものを示している。

課題を解決するための手段

[0008] 鋼管自身の座屈抵抗を高めても、鋼管と鋼管とを接合した溶接継手部の溶接部の近傍において、座屈が発生する場合がある。この座屈は、溶接によって熱影響を受けた部位に限らず、溶接継手部のうち熱影響を受けていない部分である母材部においても発生していることが分かった。

一般に、パイプラインは、数km以上に渡って敷設されることが多い。一回の溶製で製造可能な量は、せいぜい300トン程度であり、そのため、通常、パイプラインには、複数の溶鋼から製造される鋼管が含まれる。同一の化学成分を狙って溶製された鋼であっても、各合金元素の比率は目標範囲内で変動する。すなわち、化学成分の溶製チャージ間での変動がある。また、同一の溶鋼から製造されても、複数の鋼管の間で圧延条件が完全に同一であることはほとんどない。そのため、パイプラインに用いられる各鋼管の間には、同一の規格に相当する場合でも、通常、一定の範囲の強度差が存在する。

本発明者らは、材料の加工硬化特性を代表する降伏比のみならず、ガス溶接部で相対する鋼管の強度差に着目し、鋼管の座屈限界（内弧縁のガス溶接部近傍が大きく変形して、しわ、すなわち、座屈が発生し出す時点のスプール表面と鋼管内弧縁との距離）への影響について鋭意検討した。その結果、鋼管同士の降伏強度差が大きいと、例え降伏比の低い鋼管であっても早期に座屈が発生し、降伏強度差が小さいと、高い降伏比の鋼管であっても座屈が起きにくいことを新たに知見した。すなわち、全長に渡って座屈の発生が抑制されるパイプラインを得るためには、鋼管の製造条件の制御だけでは不十分であり、パイプライン製造時（ガス溶接時）に、相対させる鋼管を慎重に選択して溶接する必要がある。なお、パイプラインは、上述の通り数km以上に渡って敷設されるため、意図的に相対する鋼管を選択して溶接しないかぎり、全長に渡って降伏強度の差が小さい鋼管同士が溶接されているとは考えられない。

[0009] 本発明は、上記の知見に基づいて案出されたものであり、要旨は以下のと

おりである。

[0010] (1) すなわち、本発明の一態様に係るパイプラインは、複数の鋼管の端部同士が溶接によって接合された複数の溶接部を有するパイプラインであって、前記複数の鋼管は、1種以上の鋼成分を有する複数チャージの溶鋼から製造され；前記各鋼管の長手方向に応力を加えた時に得られる応力－歪み曲線に降伏点伸びを有しておらず；前記各鋼管の管厚である単位mmの t と平均管径である単位mmの D とが、下記式(a)を満足し；前記複数の溶接部では、互いに溶接された一方の鋼管の降伏強度と他方の鋼管の降伏強度との差である単位MPaの ΔYS と、前記一方の鋼管及び前記他方の鋼管のうち、前記降伏強度が低い方の鋼管の引張強度に対する前記降伏強度の比である降伏比を示す YR とが下記式(b)を満足する。

$$t/D \times 100 \leq 6 \cdots (a)$$

$$\Delta YS \leq -1.75 \times YR + 230 \cdots (b)$$

[0011] (2) 上記(1)に記載のパイプラインでは、前記鋼成分が、質量%で、 $C: 0.04\%$ 以上 0.15% 以下、 $Mn: 1.0\%$ 以上 1.75% 以下、 $Nb: 0.005\%$ 以上 0.10% 以下、 $Ti: 0.005\%$ 以上 0.02% 以下、 $Al: 0.001\%$ 以上 0.06% 以下を含有し、 $Si: 0.4\%$ 以下、 $P: 0.015\%$ 以下、 $S: 0.005\%$ 以下、 $N: 0.007\%$ 以下に制限し、残部がFe及び不可避免の不純物からなり、前記一方の鋼管と前記他方の鋼管との間の、下記式(c)で表される Ceq 値の差の絶対値である ΔCeq 値が、 0.045% 以下であり、前記複数の鋼管の前記引張強度が、 $450MPa$ 以上 $850MPa$ 以下であってもよい。

$$Ceq = [C] + [Mn] / 6 \cdots (c)$$

ここで、 $[C]$ 、 $[Mn]$ は、 C 、 Mn の質量%での含有量を示す。

[0012] (3) 上記(2)に記載のパイプラインでは、さらに、前記鋼成分が、質量%で、 $Cu: 0.1\%$ 以上 1.0% 以下、 $Ni: 0.1\%$ 以上 1.0% 以下、 $Cr: 0.1\%$ 以上 1.0% 以下、 $Mo: 0.05\%$ 以上 0.3% 以下、 $V: 0.01\%$ 以上 0.1% 以下、の1種以上を含有し、前記 ΔCeq 値

が式（d）で表されてもよい。

$$Ceq = [C] + [Mn] / 6 + ([Ni] + [Cu]) / 15 + ([Cr] + [Mo] + [V]) / 5 \cdots (d)$$

ここで、[C]、[Mn]、[Ni]、[Cu]、[Cr]、[Mo]、[V]は、C、Mn、Ni、Cu、Cr、Mo、Vの質量%での含有量を示す。

- [0013] （４）本発明の別の一態様に係るパイプラインは、複数の鋼管の端部同士が溶接によって接合された複数の溶接部を有するパイプラインであって、前記複数の鋼管は、１種以上の鋼成分を有する複数チャージの溶鋼から製造され；前記各鋼管の長手方向に応力を加えた時に得られる応力－歪み曲線に降伏点伸びを有し；前記各鋼管の管厚である単位mmのtと平均管径である単位mmのDとが、下記式（e）を満足し；前記複数の溶接部では、互いに溶接された一方の鋼管の降伏強度と他方の鋼管の降伏強度との差である単位MPaの ΔYS と、前記一方の鋼管と前記他方の鋼管のうち、前記降伏強度が低い方の鋼管の引張強度に対する前記降伏強度の比である降伏比を示すYRとが下記式（f）を満足する。

$$t / D \times 100 \leq 6 \cdots (e)$$

$$\Delta YS \leq -0.69 \times YR + 125 \cdots (f)$$

- [0014] （５）上記（４）に記載のパイプラインでは、前記鋼成分が、質量%で、C：0.04%以上0.15%以下、Mn：1.0%以上1.75%以下、Nb：0.005%以上0.05%以下、Ti：0.005%以上0.02%以下、Al：0.001%以上0.06%以下を含有し、Si：0.4%以下、P：0.015%以下、S：0.005%以下、N：0.007%以下、に制限し、残部がFe及び不可避免の不純物からなり、前記一方の鋼管と前記他方の鋼管との間の、下記式（g）で表されるCeq値の差の絶対値である ΔCeq 値が0.045%以下であり、前記複数の鋼管の前記引張強度が、450MPa以上850MPa以下であり、前記複数の鋼管の表裏面に熱加工型樹脂がコーティングされてもよい。

$$Ceq = [C] + [Mn] / 6 \cdots (g)$$

ここで、[C]、[Mn] は、C、Mnの質量%での含有量を示す。

- [0015] (6) 上記(5)に記載のパイプラインでは、さらに、前記鋼成分が、質量%で、Cu : 0.1%以上1.0%以下、Ni : 0.1%以上1.0%以下、Cr : 0.1%以上1.0%以下、Mo : 0.05%以上0.3%以下、V : 0.01%以上0.1%以下、の1種以上を含有し、前記 ΔCeq 値が式(h)で表されてもよい。

$$Ceq = [C] + [Mn] / 6 + ([Ni] + [Cu]) / 15 + ([Cr] + [Mo] + [V]) / 5 \cdots (h)$$

ここで、[C]、[Mn]、[Ni]、[Cu]、[Cr]、[Mo]、[V] は、C、Mn、Ni、Cu、Cr、Mo、Vの質量%での含有量を示す。

- [0016] (7) 上記(4)に記載のパイプラインでは、前記鋼成分が、質量%で、C : 0.04%以上0.15%以下、Mn : 1.0%以上1.75%以下、Nb : 0.005%以上0.05%以下、Ti : 0.005%以上0.02%以下、Al : 0.001%以上0.06%以下を含有し、Si : 0.4%以下、P : 0.015%以下、S : 0.005%以下、N : 0.007%以下、に制限し、残部がFe及び不可避免的不純物からなり、前記一方の鋼管と前記他方の鋼管との間の、下記式(i)で表される Ceq 値の差の絶対値である ΔCeq 値が0.045%以下であり、前記複数の鋼管の前記引張強度が、450MPa以上850MPa以下であってもよい。

$$Ceq = [C] + [Mn] / 6 \cdots (i)$$

ここで、[C]、[Mn] は、C、Mnの質量%での含有量を示す。

- [0017] (8) 上記(7)に記載のパイプラインでは、さらに、前記鋼成分が、質量%で、Cu : 0.1%以上1.0%以下、Ni : 0.1%以上1.0%以下、Cr : 0.1%以上1.0%以下、Mo : 0.05%以上0.3%以下、V : 0.01%以上0.1%以下、の1種以上を含有し、前記 ΔCeq 値が式(j)で表されてもよい。

$$Ceq = [C] + [Mn] / 6 + ([Ni] + [Cu]) / 15 + ([Cr] + [Mo] + [V]) / 5 \cdots (j)$$

ここで、[C]、[Mn]、[Ni]、[Cu]、[Cr]、[Mo]、[V]は、C、Mn、Ni、Cu、Cr、Mo、Vの質量%での含有量を示す。

[0018] (9) 本発明の一態様に係るパイプラインの製造方法は、請求項1に記載のパイプラインを製造する方法であって、前記複数の鋼管の前記降伏強度を測定する第1の降伏強度測定工程と；前記 ΔYS が前記式(b)を満足する鋼管同士を溶接する第1の溶接工程と；を有する。

[0019] (10) 本発明の別の一態様に係るパイプラインの製造方法は、請求項1に記載のパイプラインを製造する方法であって、前記複数の鋼管に、それぞれを特定できる製造番号を圧延が行われた順に付与する第1の番号付与工程と；同一の溶鋼、同一の熱延コイルから製造されてかつ前記製造番号の差が1以上5以下である鋼管同士を溶接する第2の溶接工程と；を有する。

[0020] (11) 本発明の別の一態様に係るパイプラインの製造方法は、請求項4に記載のパイプラインを製造する方法であって、前記複数の鋼管の前記降伏強度を測定する第2の降伏強度測定工程と；前記 ΔYS が前記式(f)を満足する鋼管同士を溶接する第3の溶接工程と；を有する。

[0021] (12) 本発明の別の一態様に係るパイプラインの製造方法は、請求項4に記載のパイプラインを製造する方法であって、前記複数の鋼管に、それぞれを特定できる製造番号を圧延が行われた順に付与する第2の番号付与工程と；同一の溶鋼から製造されてかつ前記製造番号の差が1以上5以下の鋼管同士を溶接する第4の溶接工程と；を有する。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、鋼管の変形特性を十分に発揮させるパイプラインの提供が可能になり、産業上の貢献が極めて顕著である。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]ドラム外表面から鋼管が浮き上がった状態を示す図であり、間隙 ΔC と

鋼管の内弧縁に発生する歪みを説明する図である。

[図2]間隙 ΔC と鋼管の内弧縁に発生する最大歪みとの関係を示す図である。

[図3]ガス溶接される鋼管の降伏強度差 ΔYS と降伏比 YR との関係を示す図である。

[図4]鋼管の端部に曲げモーメントを負荷する試験装置を説明する図である。

[図5A]本実施形態に係るパイプラインの製造方法の例を示す図である。

[図5B]本実施形態に係るパイプラインの製造方法の別の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、図面を参照して、本発明の一実施形態に係るパイプライン（以下、本実施形態に係るパイプラインという場合がある）を説明する。図1に示すように、パイプライン1は、複数の鋼管2の端部同士が溶接によって接合された継手構造を有している。説明のため、互いに端部同士を溶接されている継手構造の一方の鋼管2を鋼管Aとし、他方の鋼管2を鋼管Bとする。これら鋼管A、鋼管Bが、端部同士を互いに突き合わせ、全周溶接されることにより、溶接部3で接合されている。本実施形態に係るパイプラインは、上記の要領で鋼管が複数接合されることによって、長尺化されている。

[0025] 本実施形態に係るパイプライン1を、スプール方式で海底に敷設する場合、図1に示すように、パイプライン1をドラム4に巻き付けて敷設海上まで輸送し、現場で巻き戻して、海底にパイプライン1を敷設する。ドラム4に鋼管を巻き付ける際、巻き付けの最も内側位置である内弧縁では、パイプライン1（鋼管2）の長手方向に最大圧縮歪みが生じる。また、巻き付けの最も外側位置である外弧縁では、パイプライン1（鋼管2）の長手方向に最大引張歪みが生じる。特に、溶接継手部の母材部、特に溶接部3の熱影響部（HAZ）5近傍では、内弧縁で座屈が発生することがある。

パイプライン1が長尺になった場合、パイプライン1は、ドラム4に対して何重にも巻き付けられることになる。しかしながら、最も内側に巻き付けられるパイプラインに最も大きな歪みが生じるため、本実施形態では、最も内側に巻き付けられたパイプラインについて、その挙動を説明する。

[0026] 本発明者らはまず、図1に示すようにドラム4にパイプライン1（鋼管2）を巻き付けたときの座屈メカニズムを解明するために、FEA（Finite Element Analysis：有限要素解析）による数値解析シミュレーションを試みた。解析にあたり、鋼管A及び鋼管Bの降伏比YRは、85%、92.5%、95%、98%と設定した。また、鋼管Aの降伏強度と鋼管Bの降伏強度との差 ΔYS は、0MPa、50MPa、75MPa、100MPaと設定した。そして、各降伏比YRと各降伏強度差 ΔYS との組み合わせについて、解析を行った。

[0027] 図1に示すように、ドラム4にパイプライン1（鋼管2）を巻き付けた場合、巻き付けの内側の熱影響部で発生する圧縮歪みと巻き付けの外側の熱影響部で発生する引張歪みとにより、溶接部3では、パイプライン1（鋼管2）がドラム4の外表面から浮き上がった状態となる場合がある。この場合、パイプライン1（鋼管2）の内弧縁（内側表面）とドラム4の外表面との間に間隙 ΔC が生じる。本発明者らは、この間隙 ΔC に着目し、内弧縁で発生する座屈について検討した。

[0028] 本発明者らは、鋼管の管厚 t （mm）と平均管径 D （mm）とが、 $t/D \times 100 \leq 6$ となる範囲内において、間隙 ΔC と内弧縁に発生する最大歪み ε_{max} との関係を観察した。その結果、図2に示すように、降伏比YR及び降伏強度差 ΔYS の大小（組み合わせ）にかかわらず、間隙 ΔC が20mmを超えると、間隙 ΔC の値が急激に上昇する、すなわち、局部座屈が発生するという知見を得た。座屈が発生する間隙 ΔC の限界値は、長手方向に応力を加えた時に得られる応力-歪み曲線（SS曲線）において降伏点伸びが現れない鋼管（いわゆる「ラウンド型」の鋼管）であっても、長手方向に応力を加えた時に得られる応力-歪み曲線において降伏点伸びが現れる鋼管（いわゆる「YPE型」の鋼管）であっても、同様に20mm程度であった。一方で、局部座屈の発生歪みはラウンド型の方がYPE型よりも大きく、座屈しにくいことも明らかになった。

[0029] 次に、間隙 ΔC が20mmに達したときの降伏強度差 ΔYS と降伏比YR

との関係を調査した。その結果、図3に示すように、降伏強度差 $\Delta Y S$ と降伏比 $Y R$ とが比例の関係にあることを見いだした。なお、図3は、鋼管Aと鋼管Bとのうち、降伏強度が低い方の鋼管（AまたはB）の降伏比 $Y R$ と、降伏強度差 $\Delta Y S$ との関係を示す。図3から分かるように、降伏比 $Y R$ と、降伏強度差 $\Delta Y S$ との関係はラウンド型の鋼管とY P E型の鋼管で異なることが明らかになった。すなわち、図3のグラフは、ラウンド型のS S曲線を有する鋼管（ラウンド型の鋼管）で構成されるパイプラインにおいて、下記式（b）を満たすように、鋼管Aと鋼管Bとの降伏強度差 $\Delta Y S$ と、降伏強度が低い方の鋼管（AまたはB）の降伏比 $Y R$ と、の関係を制御することにより局部座屈を防止できることを示している。

$$\Delta Y S \leq -1.75 \times Y R + 230 \cdots (b)$$

[0030] また一方、Y P E型のS S曲線を有する鋼管で構成されるパイプラインにおいては、下記式（f）を満たすように、鋼管Aと鋼管Bとの降伏強度差 $\Delta Y S$ と、降伏強度が低い方の鋼管（AまたはB）の降伏比 $Y R$ と、の関係を制御することで、局部座屈を防止できることが分かる。

$$\Delta Y S \leq -0.69 \times Y R + 125 \cdots (f)$$

なお、耐食性等の向上を目的として鋼板の表裏面に熱加工型樹脂をコーティングした鋼管であっても、上記の式（f）の関係が成り立つ。

[0031] 本実施形態に係るパイプラインでは、全長に渡って、相対する鋼管同士が上記の関係（ラウンド型の鋼管であれば式（b）、Y P E型の鋼管であれば式（f）を満たすことで、鋼管の成分や強度等に関わらず、局部座屈を防止できる。

しかしながら、実使用に好適な特性（例えばA P I（A m e r i c a n P e t r o l e u m I n s t i t u t e）S P E C I F I C A T I O N 5 Lに規定のX 4 2～X 8 0を満足する特性）を得る場合、各鋼管を以下のように制御することが望ましい。

[0032] 本実施形態に係るパイプラインに用いられる鋼管（以下、本実施形態に係る鋼管という場合がある）において、好ましい化学成分の範囲を説明する。

なお、パイプラインでは、複数のチャージの溶鋼が使用されるが、全ての溶鋼において、以下の範囲であることが好ましい。各元素の含有量の「%」は「質量%」を意味する。

[0033] C : 0.04%以上、0.15%以下

Cは、鋼（鋼管）の強化に寄与する元素であり、0.04%以上を含有させることが好ましい。一方、C含有量が過剰であると靱性及び溶接性が低下するため、上限を0.15%とすることが好ましい。さらに好ましい範囲は、0.05%以上、0.10%以下である。

[0034] Mn : 1.0%以上、1.75%以下

Mnは、焼入れ性を高め、鋼の強靱化に寄与する元素であり、含有量を1.0%以上とすることが好ましい。一方、Mnは偏析し易い元素であり、過剰に含有すると、板厚の中央部に粗大なMnSが生成して、特性を損なう場合がある。そのため、Mn含有量の上限を1.75%にすることが好ましい。さらに好ましい範囲は、1.0%以上、1.6%以下である。

[0035] Nb : 0.005%以上、0.10%以下

Nbは、熱間圧延中、再結晶を抑制して熱間圧延まま（熱間圧延後、熱処理等の後工程を施していない状態）での細粒化を容易にする元素である。また、炭窒化物を生じて組織の微細化や強化に寄与する元素である。これらの効果を得るためには、Nb含有量を0.005%以上とすることが好ましい。一方、Nbを過剰に含有すると、炭窒化物が粗大化して、特性を損なう場合がある。そのため、Nb含有量を0.10%以下にすることが好ましい。より好ましくは、0.06%以下である。

[0036] Ti : 0.005%以上、0.02%以下

Tiは、窒化物を生じて、Nを固定し、また、組織の微細化や強化に寄与する元素である。これらの効果を得るためには、Ti含有量を0.005%以上とすることが好ましい。一方、Tiを過剰に添加すると、粗大なTiNが生成して、特性を損なう場合がある。そのため、Ti含有量の上限を0.02%にすることが好ましい。

[0037] Al : 0.001%以上0.06%以下

Al は、脱酸剤として有効な元素である。脱酸の効果を得るためには、Al の含有量を0.001%以上とすることが望ましい。一方、Al を0.06%以上添加しても上記効果は飽和し、かえって鋼を脆化させる。そのため、Al を含有する場合、Al 含有量は0.001%以上0.06%以下とすることが好ましい。より好ましいAl 含有量の下限は、0.01%以上である。

[0038] Si : 0.4%以下

Si は、脱酸や鋼の強化に利用される元素である。ただし、過剰に含有すると、溶接熱影響部に脆化相が生成することがある。そのため、Si 量を0.4%以下に制限することが好ましい。Si 含有量は、0%でも良い。

[0039] P : 0.015%以下

P は、不純物であり、粒界に偏析して特性を劣化させることがあるため、含有量を0.015%以下に制限することが好ましい。P 含有量は、0%でも良い。

[0040] S : 0.005%以下

S は、不純物であり、MnSなどの硫化物を生じて、特性を劣化させることがあるため、S 含有量を0.005%以下に制限することが好ましい。S 含有量は、0%でも良い。

[0041] N : 0.007%以下

N は、TiN等の窒化物を形成する元素であり、微細なTiNは組織の微細化に利用される。しかしながら、過剰に含有すると、粗大な窒化物を生じて特性を劣化させる。そのため、N 含有量は0.007%以下に制限することが好ましい。N 含有量は、0%でも良い。

[0042] 本実施形態に係る鋼管では、さらに、必要に応じて、強化に寄与するCu、Ni、Cr、Mo、Vを以下の範囲で含有してもよい。これらの化学元素は、必ずしも鋼板中に添加する必要がないため、これらの化学元素の下限は、いずれも0%であり制限されない。

[0043] Cu : 0.1%以上1.0%以下

Cuは、鋼の焼入れ性を高めて、鋼を高強度化する元素である。その効果を得るためには、0.1%以上含有させることが好ましい。しかし、Cu含有量が1.0%を超えると、溶接性が低下したり、圧延時に鋼の表面割れが起こる場合がある。従って、Cu含有量を1.0%以下に制限する。より好ましくは、0.95%以下、さらに好ましくは0.5%以下、0.2%以下である。

[0044] Ni : 0.1%以上1.0%以下

Niは、鋼の焼入れ性を高めて、鋼を高強度化するとともに、低温靱性の改善にも寄与する元素である。その効果を得るためには、0.1%以上含有させることが好ましい。しかし、Ni含有量が1.0%を超えると、溶接性が低下する虞があるため、Ni含有量を1.0%以下に制限する。より好ましくは、0.5%以下、さらに好ましくは0.3%以下である。

[0045] Cr : 0.1%以上1.0%以下

Crは、鋼の焼入れ性を高めて、鋼を高強度化する元素である。その効果を得るためには、0.1%以上含有させることが好ましい。しかし、Cr含有量が1.0%を超えると、溶接性が低下する虞がある。従って、添加量を1.0%以下に制限する。より好ましくは、0.5%以下である。

[0046] Mo : 0.05%以上0.3%以下

Moは、鋼の焼入れ性を高めて、鋼を高強度化するとともに、低温靱性の改善にも寄与する元素である。その効果を得るためには、0.05%以上含有させることが好ましい。しかし、Mo含有量が0.3%を超えると、低温変態相が多量に生成したり、析出硬化が過剰に起きて、低温靱性が劣化する場合がある。従って、Mo含有量の上限を0.3%に制限した。より好ましいMo含有量の上限は、0.2%である。

[0047] V : 0.01%以上0.1%以下

Vは、Nbと類似の効果を有する元素であるが、Nbより影響は小さい。その効果を得るためには、0.01%以上含有させることが好ましい。V含

有量が0.1%を超えても効果が飽和する上、コストが上昇するため、上限を0.1%に制限する。

[0048] 本実施形態に係る鋼管では、さらに、介在物の形態制御に寄与するCa、Mg、REMなどの1種又は2種以上を選択的に含有させてもその効果を損なうものではない。さらに、添加合金を含めた使用原料または溶製中に炉材等から溶出する不可避的不純物として、特性を損なわない範囲であれば、上記以外の元素（例えばZr、Sn、Co、As等）を含んでも構わない。Cu、Ni、Cr、Mo、Vが前述の下限未満含有されているときは不可避的不純物として扱う。

[0049] 上述したようにパイプラインに用いられる鋼管は、一般に複数の溶鋼から製造される。そのため、互いに溶接される一方の鋼管と他方の鋼管とは、別の溶鋼から製造されている場合が多い。降伏強度は、化学成分、特に、下記式で表されるCeqの影響を大きく受ける。そのため、降伏強度の差である ΔYS を小さくする場合、一方の鋼管と他方の鋼管とにおいて、Ceqの差の絶対値である ΔCeq 値を小さくすることが有効である。 ΔCeq 値を小さくすると、 ΔTS が小さくなる。上述した式（b）、または式（f）を満足させる場合、 ΔCeq は、0.045以下であることが好ましい。更に好ましくは、0.035以下である。なお、一方の鋼管と他方の鋼管とは、同一の溶鋼から製造されたものとなる場合があるが、その場合の ΔCeq 値は0である。

$$Ceq = [C] + [Mn] / 6 + ([Ni] + [Cu]) / 15 + ([Cr] + [Mo] + [V]) / 5 \cdots (d)$$

ここで、[C]、[Mn]、[Ni]、[Cu]、[Cr]、[Mo]、[V]は、C、Mn、Ni、Cu、Cr、Mo、Vの質量%での含有量を示す。

なお、Ni、Cu、Cr、Mo、Vを含有しない場合、それぞれの元素量を示す項は、0となる。その場合、式（d）は、以下の式（c）に置き換えることができる。

$$Ceq = [C] + [Mn] / 6 \cdots (c)$$

[0050] 次に、本発明の実施形態に係るパイプラインの製造方法について説明する。

例えば、図5Aに示すように、パイプラインに用いられる複数の鋼管の全てについて、溶接によって互いに接合する前に、各鋼管の降伏強度を測定する。そして、この降伏強度の測定結果をもとに、ラウンド型のSS曲線を示す鋼管では、上述の式(b)、YPE型のSS曲線を示す鋼管では、上述の式(f)を満足するように、溶接する一方の鋼管及び他方の鋼管を選択して溶接すればよい。この方法によれば、鋼管の成分や、製造条件の履歴に関わらず、確実に降伏強度の差である ΔYS が小さい鋼管同士を溶接することができる。全長にわたって、このように選択された鋼管同士の溶接を行うことで、鋼管の変形特性を十分に発揮させるパイプラインが製造できる。

なお、降伏強度の測定は、例えば、API Specification 5Lに規定された全厚引張試験方法に準じて行えばよい。

[0051] また、全ての鋼管について降伏強度を測定することが困難な場合には、図5Bに示すように、パイプラインに用いられる全ての鋼管に、それぞれを特定できる製造番号を圧延順に付与する（例えば、圧延順に $X+1$ 、 $X+2$ 、 $\cdots$ 、 $X+N$ など）。そして、同一溶鋼、同一の熱延コイルから製造されて、かつ前記製造番号の差が1以上5以下の鋼管同士を溶接すればよい。

同一の溶鋼、同一の熱延コイルから製造されていない場合、成分及び圧延条件などの製造条件のばらつきによって、各鋼管の降伏強度に大きな差が生じている場合がある。また、同一溶鋼かつ同一熱延コイルから製造された場合であっても、付与された製造番号の差が大きい鋼管同士には、コイルに巻き取られた際の冷却条件が異なるため、降伏強度に大きな差が生じている場合がある。そのため、同一溶鋼、同一の熱延コイルから製造されて、かつ前記製造番号の差が1以上5以下の鋼管同士を溶接することが好ましい。なお、図5Bでは、便宜上、鋼管となった後に製造番号が付与されるように示しているが、この製造番号は、圧延された順番が明確であれば、鋼管の素材と

なる鋼板の圧延時や、冷却時、もしくは圧延計画作成時など、どの段階で付与しても構わない。

[0052] 上述のような方法で、互いに溶接される鋼管を決定すれば、本実施形態に係るパイプラインに用いる鋼管の製造方法は、特に限定されるものではなく、所望の特性に応じて常法に従って製造すればよい。しかしながら、パイプラインに用いる鋼管について、実使用に好適な特性（例えば、API Specification 5L X42～X80を満足する特性）を有する鋼管を得る場合には、例えば、以下のような製造方法を採用することで、ラウンド型及びYPE型の鋼管を容易に製造できる。

[0053] 造管方法や、SS曲線のタイプ（型）に応じた製造方法の一例を説明する。

（i）引張強度が450MPa以上850MPa以下で、SS曲線がラウンド型を示す電縫鋼管（ERW）

上述した好ましい範囲の化学成分を有するスラブを1200℃以上1300℃以下に加熱し、加熱されたスラブに対して、粗圧延を行い、鋼材とする。この鋼材に対し、圧延終了温度が800℃以上900℃以下となる仕上げ圧延を行う。仕上げ圧延完了後、この鋼材を780℃以上の温度域から、400℃以上600℃以下の温度域まで冷却する。冷却された鋼材を、400℃以上580℃以下の温度域で巻き取り熱延コイルとする。この熱延コイルを室温まで冷却後、熱延コイルをほどこしながら、ロール成形でオープン管とする。このオープン管のシーム部を、電縫溶接によって溶接し、電縫溶接部をシーム熱処理することで、ラウンド型の電縫鋼管とすることができる。

[0054] （ii）引張強度が450MPa以上850MPa以下で、SS曲線がラウンド型を示すUOE鋼管の場合

上述した好ましい範囲の化学成分を有するスラブを1100℃以上1200℃以下に加熱し、加熱されたスラブに対して、粗圧延を行い、鋼材とする。この鋼材に対し、圧延終了温度が700℃以上850℃以下となる仕上げ圧延を行う。仕上げ圧延完了後、この鋼材を700℃以上の温度域から、5

00℃以下の温度域まで冷却する。その後、冷却された鋼材を、室温まで空冷し、鋼板とする。この鋼板を公知のUOE法で造管することで、ラウンド型のUOE鋼管とすることができる。

上記(i)または(ii)のような方法を用いれば、引張強度が450MPa以上850MPa以下のラウンド型の鋼管を安定して製造できる。上記の製造方法において、SS曲線がラウンド型になるのは、造管ままで冷間での成形による歪みが存在するためであると考えられる。

[0055] (iii) 引張強度が450MPa以上850MPa以下のYPE型の電縫鋼管の場合

所定の鋼成分を有するスラブを1200℃以上1300℃以下に加熱し、加熱されたスラブに対して、粗圧延を行い、鋼材とする。この鋼材に対し、圧延終了温度が800℃以上900℃以下となる仕上げ圧延を行う。仕上げ圧延完了後、この鋼材を780℃以上の温度域から、400℃以上600℃以下の温度域まで冷却する。冷却された鋼材を、400℃以上580℃以下の温度域で巻き取り熱延コイルとする。この熱延コイルに対し、常法に従って、ERW成形を行って造管する。ERW成形後に、焼入れ焼戻し(QT)、焼戻し(T)または時効処理などの熱処理を行うことで、YPE型の電縫鋼管とすることができる。QT行う場合は、所望の特性に応じて、例えば900～980℃に加熱後、水冷し、その後、500～700℃の温度で焼戻しを行えばよい。焼戻しのみを行う場合は、300～700℃の焼戻し温度で焼戻しを行えばよい。

[0056] (iv) 引張強度が450MPa以上850MPa以下のYPE型のシームレス鋼管の場合

所定の鋼成分を有するブルームを1200℃以上1300℃以下に加熱し、いわゆるマンネスマン製法で鋼管とし、空冷する。その後、900℃以上950℃以下に加熱して水冷する焼入れ処理(Q)及び500℃以上700℃以下に加熱する焼戻し処理(T)を行い、空冷することで、YPE型のシームレス鋼管とすることができる。

[0057] (v) その他

また、(i) や (i i) のような方法で製造したラウンド型の鋼管に、熱硬化型樹脂をコーティングすることで、Y P E 型の鋼管とすることができる。熱硬化型樹脂のコーティングは、例えば、鋼管をリング状のインダクションヒーターなどで 200℃～250℃の温度域に加熱し、その温度域でエポキシ樹脂等の熱硬化型樹脂をスプレー等で吹き付けることにより、行うことができる。

また、(i) や (i i) のような方法で製造したラウンド型の鋼管を 200℃～250℃程度の温度域に加熱し、この温度域で 10 分以上保持して歪時効を生じさせることで、Y P E 型の鋼管とすることができる。これは、C、N のような侵入型固溶元素が時間の経過とともに鋼材中の転位に固着していくためであると考えられる。

なお、熱加工型樹脂のコーティングと、時効処理とは、鋼管を同じ温度域に加熱する処理であるため、鋼管の機械的特性に及ぼす影響が、ほぼ等価である。

上記 (i i i) ～ (v) のような方法を用いれば、引張強度が 450 MPa 以上 850 MPa 以下の Y P E 型の鋼管を安定して製造できる。

[0058] なお、電縫鋼管 (E R W 鋼管) は、生産性が高く、低コストで製造することができる。また、シームレス鋼管は、高 t / D の鋼管が製造しやすいという特徴がある。

実施例

[0059] 次に、本発明を実施例でさらに説明する。なお、実施例の条件は、本発明の実施可能性および効果を確認するために採用した一条件例であり、本発明は、この条件例に限定されるものではない。本発明は、本発明の要旨を逸脱せず、本発明の目的を達成する限りにおいて、種々の条件を採用し得るものである。

[0060] ドラムに巻き取り、巻き解く応力状態をシミュレーションするために、半径 3750 mm のベッド上に沿うように管端部に曲げモーメントを負荷する

試験装置を用いて、ガス溶接鋼管の座屈特性を評価した。実施例に用いた試験装置 10 の概要を、図 4 に示す。

[0061] この試験装置 10 は、曲げ戻し用ベッド 11 と曲げ用ベッド 12 とが上下に配置されている。曲げ戻し用ベッド 11 の下面は、下に凸の湾曲面になっており、曲げ用ベッド 12 の上面は、上に凸の湾曲面になっている。図示のように、溶接部 3 で端部同士をガス溶接で接合された 2 本の鋼管 2（鋼管 A、B）のうち、鋼管 A の溶接部 3 と反対側の端部を、曲げ戻し用ベッド 11 の下面と曲げ用ベッド 12 の上面との間に挟んで固定する。そして、鋼管 B の溶接部 3 と反対側の端部に、曲げ荷重負荷 13 を加える。この場合、曲げ荷重負荷 13 を下向きに加えることにより、鋼管 A、B は、曲げ用ベッド 12 の上面に沿って湾曲させられる。これにより、鋼管 A、B に対して、ドラムに巻き取る場合と同じ条件の負荷が加えられる。また一方、曲げ荷重負荷 13 を上向きに加えることにより、鋼管 A、B は、曲げ戻し用ベッド 11 の下面に沿って湾曲させられる。これにより、湾曲した鋼管 A、B を直線状に伸ばす、いわゆる曲げ戻しと同じ条件の負荷が加えられる。

[0062] FEA から得た指標を実証するために、図 4 に示した試験装置 10 を用いて、ガス溶接で接合された 2 本の鋼管 A、B の曲げ実験を行った。この鋼管 A、B として、表 2～表 28 に示すように、表 1 に示す鋼成分を有してかつ表 2～表 10 の条件で製造された鋼板を、表 11～表 19 に示す外径及び肉厚の鋼管に造管し、必要に応じて熱処理、時効処理または熱硬化型樹脂のコーティングを行った鋼管を用いた。ベッド径は、表 20～28 に記載の通りとした。これらの鋼管 A、B の ΔYS は、表 20～28 に示す通りであった。

なお、表 1 の空欄は、測定限界値以下の含有量であったことを示している。表 15 中の時効処理は、鋼管を 200℃ に加熱し、その温度域で 10 分間保持したことを示している。表 15 中の焼戻しは、鋼管を 600℃ に加熱したことを示している。表 13 及び表 14 中の QT は、930℃ に加熱後に水冷する焼入れ処理と、650℃ に加熱する焼戻し処理を行ったことを示して

いる。熱硬化型樹脂のコーティングは、鋼管をリング状のインダクションヒーターなどで $200^{\circ}\text{C}\sim 250^{\circ}\text{C}$ の温度域に加熱し、その温度域でエポキシ樹脂をスプレー等で吹き付けることにより行った。鋼板及び鋼管の引張試験は、API Specification 5Lに規定された全厚引張試験方法に準じて行った。

[0063] 敷設作業上の付加的な曲げ・曲げ戻し、または海底接地時の曲げを考慮し、図4に示した試験装置10において、曲げ荷重負荷13を下向きに加えて鋼管A、Bに曲げを負荷する操作と、曲げ荷重負荷13を上向きに加えて鋼管A、Bに曲げ戻しを負荷する操作を、交互に3回繰り返した。その結果、試験番号1～26、46～65、82～91、103～105、106～108、111～115、120、121、123～126及び128～130のように、 ΔYS が、ラウンド型の場合には、 $-1.75 \times YR + 230$ 以下、YPE型の場合には、 $-0.69 \times YR + 125$ 以下である場合には、曲げに対して局部座屈が発生することはなく、3回の曲げ、曲げ戻しに対しても継手が破断することにはなかった。

[0064] 一方、 ΔYS が、ラウンド型（表中SS曲線の型がラウンドの例）の場合には、 $-1.75 \times YR + 230$ 超、YPE型（表中SS曲線の型がYPEの例）の場合には、 $-0.69 \times YR + 125$ 超である場合には、3回目の曲げ戻し時に圧縮側内弧縁には局部座屈が観察され、外弧縁で溶接部近傍から破断した。破断箇所は曲げ負荷時に局部座屈が生じた部位である。曲げ、曲げ戻し時の歪みが集中し、この歪みが累積していくことで破断に至ったと考えられる。

[0065] この試験結果は、式(b)及び式(f)の条件を満たす溶接継手が巻き付け、巻き戻しを被る使用環境下で有効であることを示唆している。

[0066] また、試験番号128～130から分かるように、同一溶鋼でかつ、製造番号の差が5以内の鋼管では、 ΔYS が式(b)の条件を満たしており、3回の曲げ、曲げ戻しに対しても継手が破断することにはなかった。

[0067]

[表1]

鋼種	成分組成(質量%)														Ceq (%)
	C	Si	Mn	P	S	Nb	Al	Ti	N	Mo	Cu	Ni	Cr	V	
A1	0.080	0.19	1.35	0.009	0.001	0.080	0.02	0.006	0.0035						0.305
A2	0.083	0.19	1.35	0.009	0.001	0.080	0.02	0.006	0.0038						0.308
A3	0.090	0.19	1.35	0.009	0.001	0.080	0.02	0.006	0.0035						0.315
A4	0.098	0.19	1.35	0.009	0.001	0.080	0.02	0.007	0.0039						0.323
A5	0.100	0.20	1.35	0.010	0.002	0.015	0.02	0.009	0.0042						0.325
B1	0.045	0.20	1.35	0.010	0.001	0.025	0.02	0.011	0.0020	0.06			0.19		0.320
B2	0.050	0.23	1.40	0.010	0.001	0.025	0.02	0.012	0.0030	0.06			0.20		0.335
B3	0.055	0.25	1.45	0.011	0.003	0.025	0.02	0.013	0.0020	0.07			0.18		0.347
C1	0.055	0.05	1.59	0.012	0.003	0.012	0.04	0.012	0.0045		0.13	0.13	0.05	0.03	0.353
C2	0.058	0.06	1.60	0.011	0.002	0.008	0.03	0.010	0.0038		0.13	0.14	0.05	0.03	0.359
C3	0.066	0.09	1.63	0.009	0.002	0.009	0.03	0.013	0.0041		0.13	0.16	0.08	0.04	0.381
C4	0.070	0.10	1.67	0.013	0.003	0.013	0.03	0.011	0.0036		0.18	0.18	0.10	0.03	0.398
D1	0.080	0.25	1.26	0.015	0.003	0.040	0.05	0.013	0.0051	0.05					0.300
D2	0.090	0.28	1.31	0.013	0.002	0.050	0.04	0.012	0.0049	0.05					0.318
D3	0.100	0.28	1.31	0.013	0.003	0.050	0.04	0.012	0.0048	0.06					0.330
E1	0.040	0.30	1.37	0.010	0.001	0.013	0.02	0.010	0.0030	0.13		0.21	0.41		0.390
E2	0.050	0.35	1.40	0.010	0.001	0.013	0.02	0.012	0.0060	0.13		0.22	0.43		0.410
E3	0.055	0.36	1.44	0.011	0.003	0.015	0.02	0.013	0.0070	0.15		0.25	0.44		0.430

[表2]

試験 番号	鋼管A または B	鋼種	熱延条件					鋼板		
			加熱温度 [°C]	仕上げ 圧下率 [%]	圧延終了 温度 [°C]	冷却開始 温度 [°C]	巻取り 温度 [°C]	YS [MPa]	TS [MPa]	YR [%]
1	A	A1	1230	80	860	820	490	379	527	72
	B	A4	1230	80	860	820	560	401	531	76
2	A	A1	1230	80	860	820	530	343	504	68
	B	A4	1230	80	860	810	510	406	572	71
3	A	A4	1230	80	860	820	530	407	528	77
	B	A4	1230	80	860	820	500	420	538	78
4	A	A1	1230	80	860	820	530	354	479	74
	B	A4	1230	80	860	820	530	411	534	77
5	A	A3	1230	80	860	820	560	376	530	71
	B	A1	1230	80	860	810	510	350	538	65
6	A	A1	1230	80	860	820	530	345	454	76
	B	A4	1230	80	860	820	570	394	512	77
7	A	A1	1230	80	860	820	530	345	480	72
	B	A3	1230	80	860	820	500	398	530	75
8	A	A1	1230	80	860	810	510	355	495	72
	B	A3	1230	80	860	820	530	385	520	74
9	A	A2	1230	80	860	820	560	362	489	74
	B	A4	1230	80	860	820	570	397	522	76
10	A	A5	1230	80	860	820	450	467	577	81
	B	A4	1230	80	860	800	420	476	580	82
11	A	A2	1230	80	860	810	510	382	512	75
	B	A1	1230	80	860	820	500	372	523	71
12	A	B2	1230	80	860	820	500	412	532	77
	B	B3	1230	80	860	800	470	436	590	74
13	A	B1	1230	80	860	820	500	367	510	72
	B	B2	1230	80	860	820	530	386	529	73
14	A	B2	1230	80	860	820	530	395	541	73
	B	B1	1230	80	860	810	550	340	485	70
15	A	B1	1230	80	860	800	470	409	541	76
	B	B1	1230	80	860	820	500	374	505	74
16	A	C2	1230	80	860	810	550	375	510	74
	B	C2	1230	80	860	810	510	391	532	73
17	A	C4	1230	80	860	820	530	433	528	82
	B	C2	1230	80	860	820	450	434	536	81
18	A	C1	1230	80	860	810	550	363	472	77
	B	C4	1230	80	860	800	470	446	525	85
19	A	C1	1230	80	860	820	500	394	512	77
	B	C2	1230	80	860	810	540	387	530	73
20	A	C1	1230	80	860	810	550	353	512	69
	B	C1	1230	80	860	810	510	385	528	73
21	A	C2	1230	80	860	820	570	371	501	74
	B	C2	1230	80	860	820	530	390	522	75
22	A	C3	1230	80	860	810	550	400	515	78
	B	C3	1230	80	860	810	540	398	526	76
23	A	C2	1230	80	860	820	570	371	515	72
	B	C3	1230	80	860	810	510	410	540	76
24	A	C4	1230	80	860	810	510	433	535	81
	B	C1	1230	80	860	820	530	365	545	67
25	A	C1	1230	80	860	810	550	349	529	66
	B	C1	1230	80	860	820	530	367	532	69
26	A	C2	1230	80	860	820	500	401	540	74
	B	C2	1230	80	860	810	480	413	525	79

[0069]

[表3]

試験 番号	鋼管A または B	鋼種	熱延条件					鋼板		
			加熱温度 [°C]	仕上げ 圧下率 [%]	圧延終了 温度 [°C]	冷却開始 温度 [°C]	巻取り 温度 [°C]	YS [MPa]	TS [MPa]	YR [%]
27	A	A2	1230	80	860	820	530	365	504	72
	B	A4	1230	80	860	820	490	430	587	73
28	A	A3	1230	80	860	810	510	398	485	82
	B	A5	1230	80	860	800	420	474	600	79
29	A	A2	1230	80	860	820	530	358	512	70
	B	A4	1230	80	860	820	450	441	580	76
30	A	A5	1230	80	860	820	570	437	540	81
	B	A3	1230	80	860	810	510	402	479	84
31	A	A2	1230	80	860	820	570	341	542	63
	B	A5	1230	80	860	820	490	445	571	78
32	A	A3	1230	80	860	820	530	385	514	75
	B	A4	1230	80	860	800	470	430	600	72
33	A	A2	1230	80	860	820	560	365	474	77
	B	A4	1230	80	860	810	510	415	552	75
34	A	A2	1230	80	860	810	510	389	474	82
	B	A4	1230	80	860	800	470	444	562	79
35	A	A2	1230	80	860	820	530	358	512	70
	B	A5	1230	80	860	800	470	466	568	82
36	A	A2	1230	80	860	820	530	365	482	76
	B	A4	1230	80	860	820	500	426	554	77
37	A	B1	1230	80	860	820	530	368	500	74
	B	B2	1230	80	860	800	470	421	587	72
38	A	B1	1230	80	860	820	530	364	505	72
	B	B1	1230	80	860	820	450	434	595	73
39	A	B1	1230	80	860	820	530	365	485	75
	B	B3	1230	80	860	820	450	451	593	76
40	A	C2	1230	80	860	820	570	371	505	73
	B	C3	1230	80	860	800	470	425	582	73
41	A	C1	1230	80	860	810	540	369	498	74
	B	C3	1230	80	860	820	450	450	570	79
42	A	C2	1230	80	860	810	540	385	493	78
	B	C1	1230	80	860	810	480	398	555	72
43	A	C1	1230	80	860	810	550	364	480	76
	B	C3	1230	80	860	810	540	400	538	74
44	A	C2	1230	80	860	800	470	424	550	77
	B	C1	1230	80	860	820	570	354	485	73
45	A	C3	1230	80	860	820	570	395	502	79
	B	C2	1230	80	860	810	480	416	568	73

[0070]

[表4]

試験 番号	鋼管A または B	鋼種	熱延条件					鋼板		
			加熱温度 [°C]	仕上げ 圧下率 [%]	圧延終了 温度 [°C]	冷却開始 温度 [°C]	巻取り 温度 [°C]	YS [MPa]	TS [MPa]	YR [%]
46	A	A4	1230	80	860	820	560	395	525	75
	B	A3	1230	80	860	800	480	421	560	75
47	A	A1	1230	80	860	810	510	365	500	73
	B	A2	1230	80	860	810	510	371	515	72
48	A	A4	1230	80	860	820	530	400	540	74
	B	A4	1230	80	860	800	470	420	568	74
49	A	A4	1230	80	860	820	560	393	531	74
	B	A4	1230	80	860	810	510	410	547	75
50	A	A4	1230	80	860	820	500	400	549	73
	B	A4	1230	80	860	820	500	419	564	74
51	A	A4	1230	80	860	820	560	411	542	76
	B	A4	1230	80	860	810	510	426	558	76
52	A	A1	1230	80	860	810	510	351	495	71
	B	A4	1230	80	860	810	510	418	550	76
53	A	A4	1230	80	860	810	510	401	549	73
	B	A5	1230	80	860	800	420	452	603	75
54	A	A4	1230	80	860	800	470	441	612	72
	B	A4	1230	80	860	820	570	398	522	76
55	A	B1	1230	80	860	820	500	367	500	73
	B	B1	1230	80	860	800	470	414	553	75
56	A	B1	1230	80	860	820	500	361	516	70
	B	B2	1230	80	860	820	530	369	520	71
57	A	B1	1230	80	860	820	530	384	497	77
	B	B2	1230	80	860	800	470	435	587	74
58	A	C3	1230	80	860	810	510	408	545	75
	B	C3	1230	80	860	800	470	432	580	74
59	A	C2	1230	80	860	810	510	383	540	71
	B	C1	1230	80	860	820	530	375	535	70
60	A	C1	1230	80	860	810	550	346	509	68
	B	C2	1230	80	860	800	470	416	555	75
61	A	C2	1230	80	860	810	480	418	566	74
	B	C3	1230	80	860	820	450	445	578	77
62	A	C1	1230	80	860	810	510	388	524	74
	B	C2	1230	80	860	810	550	380	506	75
63	A	C3	1230	80	860	810	540	406	534	76
	B	C3	1230	80	860	820	450	444	576	77
64	A	C2	1230	80	860	820	570	364	512	71
	B	C2	1230	80	860	810	480	416	578	72
65	A	C3	1230	80	860	820	450	448	578	78
	B	C1	1230	80	860	810	510	382	528	72

[0071]

[表5]

試験 番号	鋼管A または B	鋼種	熱延条件					鋼板		
			加熱温度 [°C]	仕上げ 圧下率 [%]	圧延終了 温度 [°C]	冷却開始 温度 [°C]	巻取り 温度 [°C]	YS [MPa]	TS [MPa]	YR [%]
66	A	C2	1230	80	860	820	570	378	513	74
	B	C3	1230	80	860	800	470	423	580	73
67	A	C3	1230	80	860	810	510	416	540	77
	B	C4	1230	80	860	800	470	458	603	76
68	A	C3	1230	80	860	810	550	413	510	81
	B	C3	1230	80	860	820	450	471	574	82
69	A	A2	1230	80	860	820	530	365	499	73
	B	A4	1230	80	860	810	510	412	554	74
70	A	A4	1230	80	860	820	570	390	520	75
	B	A5	1230	80	860	820	490	440	562	78
71	A	A2	1230	80	860	810	510	383	517	74
	B	A4	1230	80	860	820	450	434	586	74
72	A	A4	1230	80	860	820	530	397	544	73
	B	A1	1230	80	860	810	510	342	495	69
73	A	B1	1230	80	860	820	530	350	500	70
	B	B2	1230	80	860	800	470	435	573	76
74	A	B1	1230	80	860	820	500	384	511	75
	B	B3	1230	80	860	820	450	450	584	77
75	A	B2	1230	80	860	820	530	394	519	76
	B	B3	1230	80	860	820	450	465	591	79
76	A	C3	1230	80	860	810	540	408	525	78
	B	C3	1230	80	860	800	470	436	581	75
77	A	C3	1230	80	860	820	570	399	505	79
	B	C3	1230	80	860	820	450	464	580	80
78	A	C2	1230	80	860	820	570	375	515	73
	B	C2	1230	80	860	800	470	432	548	79
79	A	C1	1230	80	860	810	550	345	470	73
	B	C2	1230	80	860	810	480	417	560	74
80	A	C2	1230	80	860	820	570	361	494	73
	B	C3	1230	80	860	800	470	418	589	71
81	A	C3	1230	80	860	810	540	399	532	75
	B	C3	1230	80	860	800	470	425	584	73

[0072]

[表6]

試験 番号	鋼管A または B	鋼種	熱延条件					鋼板		
			加熱温度 [°C]	仕上げ 圧下率 [%]	圧延終了 温度 [°C]	冷却開始 温度 [°C]	巻取り 温度 [°C]	YS [MPa]	TS [MPa]	YR [%]
82	A	A4	1230	80	860	820	570	390	524	74
	B	A4	1230	80	860	820	570	407	527	77
83	A	A3	1230	80	860	820	500	397	530	75
	B	A5	1230	80	860	820	490	421	571	74
84	A	A1	1230	80	860	820	490	388	530	73
	B	A5	1230	80	860	820	490	445	574	78
85	A	A4	1230	80	860	820	490	435	581	75
	B	A4	1230	80	860	820	490	439	586	75
86	A	B3	1230	80	860	820	500	427	570	75
	B	B3	1230	80	860	800	470	448	586	76
87	A	B1	1230	80	860	820	530	355	489	73
	B	B2	1230	80	860	820	500	405	535	76
88	A	C1	1230	80	860	810	480	402	560	72
	B	C2	1230	80	860	800	470	425	557	76
89	A	C2	1230	80	860	810	540	355	490	72
	B	C1	1230	80	860	810	550	367	481	76
90	A	C2	1230	80	860	800	470	420	548	77
	B	C3	1230	80	860	800	470	415	580	72
91	A	C3	1230	80	860	820	450	436	570	76
	B	C2	1230	80	860	820	500	418	541	77
92	A	A2	1230	80	860	820	530	367	505	73
	B	A3	1230	80	860	810	450	468	605	77
93	A	A2	1230	80	860	820	560	368	478	77
	B	A4	1230	80	860	820	530	415	540	77
94	A	A1	1230	80	860	820	530	333	450	74
	B	A4	1230	80	860	820	570	398	521	76
95	A	A4	1230	80	860	820	570	393	510	77
	B	A5	1230	80	860	800	470	452	565	80
96	A	A4	1230	80	860	820	500	420	541	75
	B	A2	1230	80	860	820	530	374	499	75
97	A	B2	1230	80	860	820	530	385	544	71
	B	B2	1230	80	860	800	470	438	581	75
98	A	B1	1230	80	860	820	500	374	510	73
	B	B2	1230	80	860	800	470	450	575	78
99	A	C3	1230	80	860	810	510	411	549	75
	B	C2	1230	80	860	810	480	422	571	74
100	A	C4	1230	80	860	810	510	420	534	79
	B	C4	1230	80	860	800	470	458	599	76
101	A	C2	1230	80	860	810	540	385	530	73
	B	C3	1230	80	860	800	470	430	595	72
102	A	C2	1230	80	860	820	570	375	494	76
	B	C4	1230	80	860	820	440	482	635	76
103	A	A1	1230	80	860	820	500	398	528	75
	B	A5	1230	80	860	820	490	450	575	78
104	A	B1	1230	80	860	820	530	350	495	71
	B	B2	1230	80	860	820	510	399	534	75
105	A	C2	1230	80	860	800	480	410	545	75
	B	C3	1230	80	860	800	470	418	580	72

[0073]

[表7]

試験 番号	鋼管A または B	鋼種	熱延条件					鋼板		
			加熱温度 [°C]	仕上げ 圧下率 [%]	圧延終了 温度 [°C]	冷却開始 温度 [°C]	巻取り 温度 [°C]	YS [MPa]	TS [MPa]	YR [%]
106	A	C1	1230	80	860	810	550	338	472	72
	B	C1	1230	80	860	810	540	364	499	73
107	A	C1	1230	80	860	820	570	341	487	70
	B	C2	1230	80	860	810	540	383	532	72
108	A	C2	1230	80	860	810	550	385	510	75
	B	C3	1230	80	860	810	540	410	525	78
109	A	C1	1230	80	860	810	550	345	462	75
	B	C2	1230	80	860	810	510	388	533	73
110	A	C1	1230	80	860	810	580	340	454	75
	B	C3	1230	80	860	820	450	445	571	78
111	A	C4	1230	80	860	820	440	467	640	73
	B	C4	1230	80	860	820	430	500	675	74
112	A	C4	1230	80	860	820	440	480	624	77
	B	C4	1230	80	860	820	440	471	628	75
113	A	C4	1230	80	860	820	440	466	623	75
	B	C4	1230	80	860	820	430	509	668	76
114	A	C4	1230	80	860	820	430	397	567	70
	B	C1	1230	80	860	810	480	402	566	71
115	A	C4	1230	80	860	820	440	460	635	72
	B	C4	1230	80	860	800	470	475	610	78
116	A	C3	1230	80	860	800	470	430	582	74
	B	C4	1230	80	860	820	440	485	649	75
117	A	C4	1230	80	860	800	470	467	600	78
	B	C4	1230	80	860	820	430	500	657	76
118	A	C4	1230	80	860	820	440	463	628	74
	B	C4	1230	80	860	820	420	518	700	74
119	A	C4	1230	80	860	820	440	480	631	76
	B	C4	1230	80	860	820	420	547	715	77

[0074] [表8]

試験 番号	鋼管A または B	鋼種	熱延条件	
			加熱温度 [°C]	加熱後の製造製造方法
120	A	D1	1260	マンネスマン製法で熱間圧延後空冷
	B	D1	1260	
121	A	D2	1260	
	B	D3	1260	
122	A	D1	1260	
	B	D3	1260	

[0075] [表9]

試験 番号	鋼管A または B	鋼種	熱延条件					鋼板		
			加熱温度 [°C]	仕上げ圧 下率 [%]	圧延終了 温度 [°C]	冷却開始 温度 [°C]	冷却停止 温度 [°C]	YS [MPa]	TS [MPa]	YR [%]
123	A	E1	1150	80	830	800	410	469	565	83
	B	E1	1150	80	840	800	360	487	580	84
124	A	E2	1150	80	770	750	350	494	633	78
	B	E3	1150	80	770	760	320	541	652	83
125	A	E3	1150	80	750	740	270	539	682	79
	B	E3	1150	80	740	730	180	528	675	78
126	A	E1	1150	80	800	770	385	456	570	80
	B	E2	1150	80	790	760	410	494	610	81
127	A	E1	1150	80	820	780	400	466	568	82
	B	E3	1150	80	760	740	210	547	692	79

[0076] [表10]

試験 番号	鋼管A または B	鋼種	熱延条件					鋼板		
			加熱温度 [°C]	仕上げ 圧下率 [%]	圧延終了 温度 [°C]	冷却開始 温度 [°C]	巻取り 温度 [°C]	YS [MPa]	TS [MPa]	YR [%]
128	A	A4	1230	80	860	820	570	394	512	77
	B		1230	80	860	820	570	397	522	76
129	A	B2	1230	80	860	820	530	386	529	77
	B		1230	80	860	820	530	395	541	73
130	A	C2	1230	80	860	820	570	371	501	74
	B		1230	80	860	820	570	371	515	72

[0077]

[表11]

試験 番号	鋼管								
	造管法	外径 [mm]	肉厚 [mm]	熱処理	熱硬化型 樹脂の コーティング	YS [MPa]	TS [MPa]	YR [%]	SS曲線 の型
1	ERW	193.7	9.53	なし	無し	470	553	85	ラウンド
						500	568	88	ラウンド
2	ERW			なし	無し	460	541	85	ラウンド
						530	596	89	ラウンド
3	ERW			なし	無し	500	556	90	ラウンド
						500	568	88	ラウンド
4	ERW			なし	無し	455	506	90	ラウンド
						520	559	93	ラウンド
5	ERW		10.5	なし	無し	470	553	85	ラウンド
						500	568	88	ラウンド
6	ERW			なし	無し	460	489	94	ラウンド
						510	537	95	ラウンド
7	ERW			なし	無し	490	505	97	ラウンド
						550	561	98	ラウンド
8	ERW			なし	無し	450	511	88	ラウンド
						510	554	92	ラウンド
9	ERW			なし	無し	450	511	88	ラウンド
						490	551	89	ラウンド
10	ERW			なし	無し	560	602	93	ラウンド
						590	615	96	ラウンド
11	ERW			なし	無し	470	540	87	ラウンド
						520	553	94	ラウンド
12	ERW	304.8	12	なし	無し	470	553	85	ラウンド
						550	625	88	ラウンド
13	ERW			なし	無し	460	541	85	ラウンド
						470	553	85	ラウンド
14	ERW			なし	無し	510	567	90	ラウンド
						460	517	89	ラウンド
15	ERW	323.9	17.5	なし	無し	530	564	94	ラウンド
						470	534	88	ラウンド
16	ERW			なし	無し	470	534	88	ラウンド
						500	556	90	ラウンド
17	ERW			なし	無し	520	553	94	ラウンド
						540	557	97	ラウンド
18	ERW			なし	無し	480	505	95	ラウンド
						540	557	97	ラウンド
19	ERW			なし	無し	470	534	88	ラウンド
						500	556	90	ラウンド
20	ERW	508	22	なし	無し	470	534	88	ラウンド
						500	556	90	ラウンド
21	ERW			なし	無し	470	534	88	ラウンド
						500	556	90	ラウンド
22	ERW			なし	無し	460	548	84	ラウンド
						480	552	87	ラウンド
23	ERW			なし	無し	460	548	84	ラウンド
						520	578	90	ラウンド
24	ERW			なし	無し	530	564	94	ラウンド
						470	566	83	ラウンド
25	ERW			なし	無し	450	549	82	ラウンド
						470	566	83	ラウンド
26	ERW			なし	無し	520	565	92	ラウンド
						530	564	94	ラウンド

[0078]

[表12]

試験 番号	造管法	鋼管							
		外径 [mm]	肉厚 [mm]	熱処理	熱硬化型 樹脂の コーティング	YS [MPa]	TS [MPa]	YR [%]	SS曲線 の型
27	ERW	193.7	9.53	なし	無し	450	536	84	ラウンド
						540	614	88	ラウンド
28	ERW			なし	無し	480	505	95	ラウンド
						550	625	88	ラウンド
29	ERW			なし	無し	450	536	84	ラウンド
						540	614	88	ラウンド
30	ERW			なし	無し	550	573	96	ラウンド
						480	500	96	ラウンド
31	ERW		10.5	なし	無し	450	563	80	ラウンド
						550	598	92	ラウンド
32	ERW			なし	無し	450	536	84	ラウンド
						540	621	87	ラウンド
33	ERW			なし	無し	470	500	94	ラウンド
						540	587	92	ラウンド
34	ERW			なし	無し	480	500	96	ラウンド
						550	585	94	ラウンド
35	ERW			なし	無し	450	542	83	ラウンド
						560	596	94	ラウンド
36	ERW			なし	無し	450	500	90	ラウンド
						530	570	93	ラウンド
37	ERW	304.8	12	なし	無し	460	535	86	ラウンド
						550	618	89	ラウンド
38	ERW			なし	無し	470	528	89	ラウンド
						550	618	89	ラウンド
39	ERW			なし	無し	480	522	92	ラウンド
						550	618	89	ラウンド
40	ERW	323.9	17.5	なし	無し	470	534	88	ラウンド
						550	611	90	ラウンド
41	ERW			なし	無し	485	533	91	ラウンド
						570	600	95	ラウンド
42	ERW			なし	無し	490	510	96	ラウンド
						555	584	95	ラウンド
43	ERW	508	22	なし	無し	455	506	90	ラウンド
						530	570	93	ラウンド
44	ERW			なし	無し	540	568	95	ラウンド
						465	517	90	ラウンド
45	ERW			なし	無し	500	532	94	ラウンド
						570	600	95	ラウンド

[0079]

[表13]

試験 番号	鋼管								
	造管法	外径 [mm]	肉厚 [mm]	熱処理	熱硬化型 樹脂の コーティング	YS [MPa]	TS [MPa]	YR [%]	SS曲線 の型
46	ERW	193.7	9.53	QT	無し	465	554	84	YPE
						505	587	86	YPE
47	ERW			QT	無し	455	529	86	YPE
						465	541	86	YPE
48	ERW			QT	無し	480	558	86	YPE
						520	591	88	YPE
49	ERW			QT	無し	490	563	87	YPE
						520	578	90	YPE
50	ERW			QT	無し	540	587	92	YPE
						525	590	89	YPE
51	ERW	10.5	10.5	QT	無し	470	566	83	YPE
						520	591	88	YPE
52	ERW			QT	無し	450	529	85	YPE
						513	576	89	YPE
53	ERW			QT	無し	500	581	86	YPE
						560	622	90	YPE
54	ERW	304.8	12	QT	無し	550	640	86	YPE
						488	555	88	YPE
55	ERW			QT	無し	448	533	84	YPE
						512	582	88	YPE
56	ERW			QT	無し	460	541	85	YPE
						470	547	86	YPE
57	ERW	323.9	17.5	QT	無し	498	535	93	YPE
						547	615	89	YPE
58	ERW			QT	無し	504	573	88	YPE
						547	615	89	YPE
59	ERW			QT	無し	465	567	82	YPE
						465	567	82	YPE
60	ERW	508	22	QT	無し	455	542	84	YPE
						520	578	90	YPE
61	ERW			QT	無し	545	606	90	YPE
						550	598	92	YPE
62	ERW			QT	無し	465	547	85	YPE
						470	540	87	YPE
63	ERW	508	22	QT	無し	490	557	88	YPE
						540	600	90	YPE
64	ERW			QT	無し	467	531	88	YPE
						530	609	87	YPE
65	ERW			QT	無し	513	597	86	YPE
						470	566	83	YPE

[0080]

[表14]

試験 番号	鋼管								
	造管法	外径 [mm]	肉厚 [mm]	熱処理	熱硬化型 樹脂の コーティング	YS [MPa]	TS [MPa]	YR [%]	SS曲線 の型
66	ERW	193.7	9.53	QT	無し	460	541	85	YPE
						530	616	86	YPE
67	ERW			QT	無し	490	557	88	YPE
						555	631	88	YPE
68	ERW			QT	無し	500	538	93	YPE
						565	595	95	YPE
69	ERW		10.5	QT	無し	430	524	82	YPE
						503	592	85	YPE
70	ERW			QT	無し	470	547	86	YPE
						540	600	90	YPE
71	ERW			QT	無し	490	544	90	YPE
						562	611	92	YPE
72	ERW			QT	無し	520	571	91	YPE
						452	526	86	YPE
73	ERW	304.8	12	QT	無し	456	530	86	YPE
						535	601	89	YPE
74	ERW			QT	無し	472	536	88	YPE
						542	609	89	YPE
75	ERW			QT	無し	500	543	92	YPE
						580	617	94	YPE
76	ERW	323.9	17.5	QT	無し	482	548	88	YPE
						550	611	90	YPE
77	ERW			QT	無し	502	534	94	YPE
						572	602	95	YPE
78	ERW			QT	無し	475	540	88	YPE
						546	575	95	YPE
79	ERW	508	22	QT	無し	448	498	90	YPE
						526	584	90	YPE
80	ERW			QT	無し	462	519	89	YPE
						546	620	88	YPE
81	ERW			QT	無し	510	567	90	YPE
						584	615	95	YPE

[0081]

[表15]

試験 番号	鋼管								
	造管法	外径 [mm]	肉厚 [mm]	熱処理	熱硬化型 樹脂の コーティング	YS [MPa]	TS [MPa]	YR [%]	SS曲線 の型
82	ERW	193.7	9.53	時効処理	無し	488	555	88	YPE
						490	557	88	YPE
83	ERW			時効処理	無し	505	555	91	YPE
						560	596	94	YPE
84	ERW		10.5	時効処理	無し	530	558	95	YPE
						582	606	96	YPE
85	ERW			時効処理	無し	542	609	89	YPE
						555	617	90	YPE
86	ERW	304.8	12	焼戻し	無し	536	602	89	YPE
						586	617	95	YPE
87	ERW			焼戻し	無し	472	513	92	YPE
						527	561	94	YPE
88	ERW	323.9	17.5	時効処理	無し	568	592	96	YPE
						546	581	94	YPE
89	ERW			時効処理	無し	460	517	89	YPE
						465	511	91	YPE
90	ERW	508	22	時効処理	無し	560	571	98	YPE
						578	602	96	YPE
91	ERW			時効処理	無し	513	597	86	YPE
						470	566	83	YPE
92	ERW	193.7	9.53	時効処理	無し	489	537	91	YPE
						570	640	89	YPE
93	ERW			時効処理	無し	490	505	97	YPE
						560	571	98	YPE
94	ERW		10.5	時効処理	無し	460	484	95	YPE
						525	553	95	YPE
95	ERW			時効処理	無し	506	538	94	YPE
						589	601	98	YPE
96	ERW			時効処理	無し	520	571	91	YPE
						452	526	86	YPE
97	ERW		12	時効処理	無し	514	578	89	YPE
						584	615	95	YPE
98	ERW			時効処理	無し	499	542	92	YPE
						590	608	97	YPE
99	ERW	323.9	17.5	時効処理	無し	503	572	88	YPE
						572	602	95	YPE
100	ERW			時効処理	無し	536	570	94	YPE
						600	632	95	YPE
101	ERW	508	22	焼戻し	無し	521	566	92	YPE
						589	627	94	YPE
102	ERW			焼戻し	無し	508	524	97	YPE
						584	664	88	YPE
103	ERW	193.7	10.5	なし	有り	520	550	95	YPE
						575	600	96	YPE
104	ERW	304.8	12	なし	有り	470	515	91	YPE
						520	555	94	YPE
105	ERW	508	22	なし	有り	551	568	97	YPE
						570	605	94	YPE

[0082]

[表16]

試験 番号	鋼管								
	造管法	外径 [mm]	肉厚 [mm]	熱処理	熱硬化型 樹脂の コーティング	YS [MPa]	TS [MPa]	YR [%]	SS曲線 の型
106	ERW	508	22	なし	無し	420	500	84	ラウンド
						456	524	87	ラウンド
107	ERW			なし	無し	440	512	86	ラウンド
						505	561	90	ラウンド
108	ERW			なし	無し	480	539	89	ラウンド
						510	554	92	ラウンド
109	ERW			なし	無し	460	489	94	ラウンド
						530	564	94	ラウンド
110	ERW			なし	無し	462	486	95	ラウンド
						540	600	90	ラウンド
111	ERW	323.9	17.5	なし	無し	590	670	88	ラウンド
						640	711	90	ラウンド
112	ERW			なし	無し	600	652	92	ラウンド
						620	660	94	ラウンド
113	ERW	508	22	なし	無し	570	648	88	ラウンド
						645	694	93	ラウンド
114	ERW			なし	無し	525	597	88	ラウンド
						530	589	90	ラウンド
115	ERW			なし	無し	625	665	94	ラウンド
						564	641	88	ラウンド
116	ERW	323.9	17.5	なし	無し	565	614	92	ラウンド
						640	681	94	ラウンド
117	ERW			なし	無し	572	636	90	ラウンド
						652	686	95	ラウンド
118	ERW	508	22	なし	無し	600	652	92	ラウンド
						680	723	94	ラウンド
119	ERW			なし	無し	612	658	93	ラウンド
						686	738	93	ラウンド

[0083] [表17]

試験 番号	鋼管								
	造管法	外径 [mm]	肉厚 [mm]	熱処理	熱硬化型 樹脂の コーティング	YS [MPa]	TS [MPa]	YR [%]	SS曲線 の型
120	SML	304.8	12	930°CQ 650°CCT	無し	515	602	86	YPE
						520	607	86	YPE
121	SML			930°CQ 580°CCT	無し	551	636	87	YPE
						598	698	86	YPE
122	SML			930°CQ 650°CCT	無し	522	606	86	YPE
						593	676	88	YPE

[0084]

[表18]

試験 番号	鋼管								
	造管法	外径 [mm]	肉厚 [mm]	熱処理	熱硬化型 樹脂の コーティング	YS [MPa]	TS [MPa]	YR [%]	SS曲線 の型
123	UOE	508	22	なし	無し	507	582	87	ラウンド
						532	602	88	ラウンド
124	UOE			なし	無し	587	647	91	ラウンド
						597	672	89	ラウンド
125	UOE			なし	無し	640	700	91	ラウンド
						634	695	91	ラウンド
126	UOE			なし	無し	523	593	88	ラウンド
						556	631	88	ラウンド
127	UOE			なし	無し	516	591	87	ラウンド
						627	707	89	ラウンド

[0085] [表19]

試験 番号	鋼管								
	造管法	外径 [mm]	肉厚 [mm]	熱処理	熱硬化型 樹脂の コーティング	YS [MPa]	TS [MPa]	YR [%]	SS曲線 の型
128	ERW	193.7	9.53	なし	無し	510	537	95	ラウンド
						482	550	88	ラウンド
129	ERW	304.8	12	なし	無し	470	553	85	ラウンド
						510	567	90	ラウンド
130	ERW	508	22	なし	無し	469	534	88	ラウンド
						455	548	83	ラウンド

[0086]

[表20]

試験 番号	ベッド径 [mm]	式(2) 右辺	ΔYS [MPa]	試験結果	備考
1	7500	81	30	破断なし	本発明例
2	7500	81	70	破断なし	
3	7500	73	0	破断なし	
4	7500	73	65	破断なし	
5	7500	81	30	破断なし	
6	7500	66	50	破断なし	
7	7500	60	60	破断なし	
8	7500	76	60	破断なし	
9	7500	76	40	破断なし	
10	7500	67	30	破断なし	
11	9000	78	50	破断なし	
12	10000	81	80	破断なし	
13	10000	81	10	破断なし	
14	10000	74	50	破断なし	
15	10000	76	60	破断なし	
16	15000	76	30	破断なし	
17	15000	66	20	破断なし	
18	15000	64	60	破断なし	
19	15000	76	30	破断なし	
20	15000	76	30	破断なし	
21	15000	76	30	破断なし	
22	15000	83	20	破断なし	
23	15000	83	60	破断なし	
24	15000	85	60	破断なし	
25	15000	87	20	破断なし	
26	15000	69	10	破断なし	

[0087] [表21]

試験 番号	ベッド径 [mm]	式(2) 右辺	ΔYS [MPa]	試験結果	備考
27	7500	83	90	破断	比較例
28	7500	64	70	破断	
29	7500	83	90	破断	
30	7500	62	70	破断	
31	7500	90	100	破断	
32	7500	83	90	破断	
33	7500	66	70	破断	
34	7500	62	70	破断	
35	7500	85	110	破断	
36	7500	73	80	破断	
37	10000	80	90	破断	
38	10000	74	80	破断	
39	10000	69	70	破断	
40	15000	76	80	破断	
41	15000	71	85	破断	
42	15000	62	65	破断	
43	15000	73	75	破断	
44	15000	73	75	破断	
45	15000	66	70	破断	

[0088]

[表22]

試験 番号	ベッド径 [mm]	式(6) 右辺	ΔYS [MPa]	試験結果	備考
46	7500	67	40	破断なし	本発明例
47	7500	66	10	破断なし	
48	7500	66	40	破断なし	
49	7500	65	30	破断なし	
50	7500	64	15	破断なし	
51	7500	68	50	破断なし	
52	7500	66	63	破断なし	
53	7500	66	60	破断なし	
54	9000	64	62	破断なし	
55	10000	67	64	破断なし	
56	10000	66	10	破断なし	
57	10000	61	49	破断なし	
58	15000	64	43	破断なし	
59	15000	68	0	破断なし	
60	15000	67	65	破断なし	
61	15000	63	5	破断なし	
62	15000	66	5	破断なし	
63	15000	64	50	破断なし	
64	15000	64	63	破断なし	
65	15000	68	43	破断なし	

[0089]

[表23]

試験 番号	ベッド径 [mm]	式(6) 右辺	ΔYS [MPa]	試験結果	備考
66	7500	66	70	破断	比較例
67	7500	64	65	破断	
68	7500	61	65	破断	
69	7500	68	73	破断	
70	7500	66	70	破断	
71	7500	63	72	破断	
72	7500	66	68	破断	
73	10000	66	79	破断	
74	10000	64	70	破断	
75	10000	62	80	破断	
76	15000	64	68	破断	
77	15000	60	70	破断	
78	15000	64	71	破断	
79	15000	63	78	破断	
80	15000	64	84	破断	
81	15000	63	74	破断	

[0090]

[表24]

試験 番号	ベッド径 [mm]	式(6) 右辺	ΔYS [MPa]	試験結果	備考
82	7500	64	2	破断なし	本発明例
83	7500	62	55	破断なし	
84	7500	59	52	破断なし	
85	7500	64	13	破断なし	
86	10000	64	50	破断なし	
87	10000	62	55	破断なし	
88	15000	60	22	破断なし	
89	15000	64	5	破断なし	
90	15000	57	18	破断なし	
91	15000	68	43	破断なし	
92	7500	62	81	破断	比較例
93	7500	58	70	破断	
94	7500	59	65	破断	
95	7500	60	83	破断	
96	7500	66	68	破断	
97	10000	64	70	破断	
98	10000	62	91	破断	
99	15000	64	69	破断	
100	15000	60	64	破断	
101	15000	62	68	破断	
102	15000	58	76	破断	
103	7500	59	55	破断なし	本発明例
104	10000	62	50	破断なし	
105	15000	58	19	破断なし	

[表25]

試験 番号	ベッド径 [mm]	式(2) 右辺	ΔYS [MPa]	試験結果	備考
106	15000	83	36	破断なし	本発明例
107	15000	80	65	破断なし	
108	15000	74	30	破断なし	
109	15000	66	70	破断	比較例
110	15000	64	78	破断	
111	15000	76	50	破断なし	本発明例
112	15000	69	20	破断なし	
113	15000	76	75	破断なし	
114	15000	76	5	破断なし	
115	15000	76	61	破断なし	
116	15000	69	75	破断	比較例
117	15000	73	80	破断	
118	15000	69	80	破断	
119	15000	67	74	破断	

[0092] [表26]

試験 番号	ベッド径 [mm]	式(6) 右辺	ΔYS [MPa]	試験結果	備考
120	10000	66	5	破断なし	本発明例
121	10000	65	47	破断なし	
122	10000	66	71	破断	比較例

[0093]

[表27]

試験番号	ベッド径 [mm]	式(2) 右辺	ΔYS [MPa]	試験結果	備考
123	15000	78	25	破断なし	本発明例
124	15000	71	10	破断なし	
125	15000	70	6	破断なし	
126	15000	76	33	破断なし	
127	15000	77	111	破断	比較例

[0094] [表28]

試験 番号	ベッド径 [mm]	製造番号	式(2) 右辺	ΔYS [MPa]	試験結果	備考
128	7500	X+1	76	28	破断なし	本発明例
		X+3				
129	10000	Y+1	81	40	破断なし	
		Y+2				
130	15000	Z+1	85	14	破断なし	
		Z+4				

産業上の利用可能性

[0095] 本発明によれば、鋼管の変形特性を十分に発揮させるパイプラインの提供が可能になり、産業上の貢献が極めて顕著である。

符号の説明

- [0096]
- 1 パイプライン
 - 2、A、B 鋼管
 - 3 溶接部
 - 4 ドラム
 - 5 熱影響部（HAZ）
 - 10 試験装置
 - 11 曲げ戻し用ベッド
 - 12 曲げ用ベッド

1 3 曲げ荷重負荷

請求の範囲

[請求項1] 複数の鋼管の端部同士が溶接によって接合された複数の溶接部を有するパイプラインであって、

前記複数の鋼管は、1種以上の鋼成分を有する複数チャージの溶鋼から製造され；

前記各鋼管の長手方向に応力を加えた時に得られる応力－歪み曲線に降伏点伸びを有しておらず；

前記各鋼管の管厚である単位mmのtと平均管径である単位mmのDとが、下記式1を満足し；

前記複数の溶接部では、互いに溶接された一方の鋼管の降伏強度と他方の鋼管の降伏強度との差である単位MPaの ΔYS と、前記一方の鋼管及び前記他方の鋼管のうち、前記降伏強度が低い方の鋼管の引張強度に対する前記降伏強度の比である降伏比を示すYRとが下記式2を満足する；

ことを特徴とするパイプライン。

$$t/D \times 100 \leq 6 \dots (1)$$

$$\Delta YS \leq -1.75 \times YR + 230 \dots (2)$$

[請求項2] 前記鋼成分が、質量％で、

C：0.04％以上0.15％以下、

Mn：1.0％以上1.75％以下、

Nb：0.005％以上0.10％以下、

Ti：0.005％以上0.02％以下、

Al：0.001％以上0.06％以下

を含有し、

Si：0.4％以下、

P：0.015％以下、

S：0.005％以下、

N：0.007％以下

に制限し、

残部がF e 及び不可避免的不純物からなり、

前記一方の鋼管と前記他方の鋼管との間の、下記式3で表されるC e q 値の差の絶対値である $\Delta C e q$ 値が、0.045%以下であり、

前記複数の鋼管の前記引張強度が、450MPa以上850MPa以下である

ことを特徴とする、請求項1に記載のパイプライン。

$$C e q = [C] + [Mn] / 6 \cdots (3)$$

ここで、[C]、[Mn]は、C、Mnの質量%での含有量を示す

。

[請求項3]

さらに、前記鋼成分が、質量%で、

Cu: 0.1%以上1.0%以下、

Ni: 0.1%以上1.0%以下、

Cr: 0.1%以上1.0%以下、

Mo: 0.05%以上0.3%以下、

V: 0.01%以上0.1%以下、

の1種以上を含有し、前記 $\Delta C e q$ 値が式4で表される

ことを特徴とする請求項2に記載のパイプライン。

$$C e q = [C] + [Mn] / 6 + ([Ni] + [Cu]) / 15 + ([Cr] + [Mo] + [V]) / 5 \cdots (4)$$

ここで、[C]、[Mn]、[Ni]、[Cu]、[Cr]、[Mo]、[V]は、C、Mn、Ni、Cu、Cr、Mo、Vの質量%での含有量を示す。

[請求項4]

複数の鋼管の端部同士が溶接によって接合された複数の溶接部を有するパイプラインであって、

前記複数の鋼管は、1種以上の鋼成分を有する複数チャージの溶鋼から製造され；

前記各鋼管の長手方向に応力を加えた時に得られる応力-歪み曲線

に降伏点伸びを有し；

前記各鋼管の管厚である単位mmの t と平均管径である単位mmの D とが、下記式5を満足し；

前記複数の溶接部では、互いに溶接された一方の鋼管の降伏強度と他方の鋼管の降伏強度との差である単位MPaの $\Delta Y S$ と、前記一方の鋼管と前記他方の鋼管のうち、前記降伏強度が低い方の鋼管の引張強度に対する前記降伏強度の比である降伏比を示す $Y R$ とが下記式6を満足する；

ことを特徴とするパイプライン。

$$t / D \times 100 \leq 6 \cdots (5)$$

$$\Delta Y S \leq -0.69 \times Y R + 125 \cdots (6)$$

[請求項5]

前記鋼成分が、質量%で、

C : 0.04%以上0.15%以下、

Mn : 1.0%以上1.75%以下、

Nb : 0.005%以上0.05%以下、

Ti : 0.005%以上0.02%以下、

Al : 0.001%以上0.06%以下

を含有し、

Si : 0.4%以下、

P : 0.015%以下、

S : 0.005%以下、

N : 0.007%以下、

に制限し、

残部がFe及び不可避免的不純物からなり、

前記一方の鋼管と前記他方の鋼管との間の、下記式7で表される $C e q$ 値の差の絶対値である $\Delta C e q$ 値が、0.045%以下であり、

前記複数の鋼管の前記引張強度が、450MPa以上850MPa以下であり、

前記複数の鋼管の表裏面に熱加工型樹脂がコーティングされていることを特徴とする、請求項4に記載のパイプライン。

$$Ceq = [C] + [Mn] / 6 \cdots (7)$$

ここで、[C]、[Mn]は、C、Mnの質量%での含有量を示す。

[請求項6]

さらに、前記鋼成分が、質量%で、

Cu : 0.1%以上1.0%以下、

Ni : 0.1%以上1.0%以下、

Cr : 0.1%以上1.0%以下、

Mo : 0.05%以上0.3%以下、

V : 0.01%以上0.1%以下、

の1種以上を含有し、前記 ΔCeq 値が式8で表される

ことを特徴とする請求項5に記載のパイプライン。

$$Ceq = [C] + [Mn] / 6 + ([Ni] + [Cu]) / 15 + ([Cr] + [Mo] + [V]) / 5 \cdots (8)$$

ここで、[C]、[Mn]、[Ni]、[Cu]、[Cr]、[Mo]、[V]は、C、Mn、Ni、Cu、Cr、Mo、Vの質量%での含有量を示す。

[請求項7]

前記鋼成分が、質量%で、

C : 0.04%以上0.15%以下、

Mn : 1.0%以上1.75%以下、

Nb : 0.005%以上0.05%以下、

Ti : 0.005%以上0.02%以下、

Al : 0.001%以上0.06%以下

を含有し、

Si : 0.4%以下、

P : 0.015%以下、

S : 0.005%以下、

N : 0.007%以下、

に制限し、

残部がFe及び不可避免の不純物からなり、

前記一方の鋼管と前記他方の鋼管との間の、下記式9で表されるCeq値の差の絶対値である ΔCeq 値が0.045%以下であり、

前記複数の鋼管の前記引張強度が、450MPa以上850MPa以下である、

ことを特徴とする、請求項4に記載のパイプライン。

$$Ceq = [C] + [Mn] / 6 \cdots (9)$$

ここで、[C]、[Mn]は、C、Mnの質量%での含有量を示す

。

[請求項8]

さらに、前記鋼成分が、質量%で、

Cu : 0.1%以上1.0%以下、

Ni : 0.1%以上1.0%以下、

Cr : 0.1%以上1.0%以下、

Mo : 0.05%以上0.3%以下、

V : 0.01%以上0.1%以下、

の1種以上を含有し、前記 ΔCeq 値が式10で表される

ことを特徴とする請求項7に記載のパイプライン。

$$Ceq = [C] + [Mn] / 6 + ([Ni] + [Cu]) / 15 + ([Cr] + [Mo] + [V]) / 5 \cdots (10)$$

ここで、[C]、[Mn]、[Ni]、[Cu]、[Cr]、[Mo]、[V]は、C、Mn、Ni、Cu、Cr、Mo、Vの質量%での含有量を示す。

[請求項9]

請求項1に記載のパイプラインを製造する方法であって、

前記複数の鋼管の前記降伏強度を測定する第1の降伏強度測定工程と；

前記 ΔYS が前記式2を満足する鋼管同士を溶接する第1の溶接工

程と；

を有することを特徴とするパイプラインの製造方法。

[請求項10]

請求項1に記載のパイプラインを製造する方法であって、

前記複数の鋼管に、それぞれを特定できる製造番号を圧延が行われた順に付与する第1の番号付与工程と；

同一の溶鋼、同一の熱延コイルから製造されてかつ前記製造番号の差が1以上5以下である鋼管同士を溶接する第2の溶接工程と；

を有することを特徴とするパイプラインの製造方法。

[請求項11]

請求項4に記載のパイプラインを製造する方法であって、

前記複数の鋼管の前記降伏強度を測定する第2の降伏強度測定工程と；

前記 $\Delta Y S$ が前記式6を満足する鋼管同士を溶接する第3の溶接工程と；

を有することを特徴とするパイプラインの製造方法。

[請求項12]

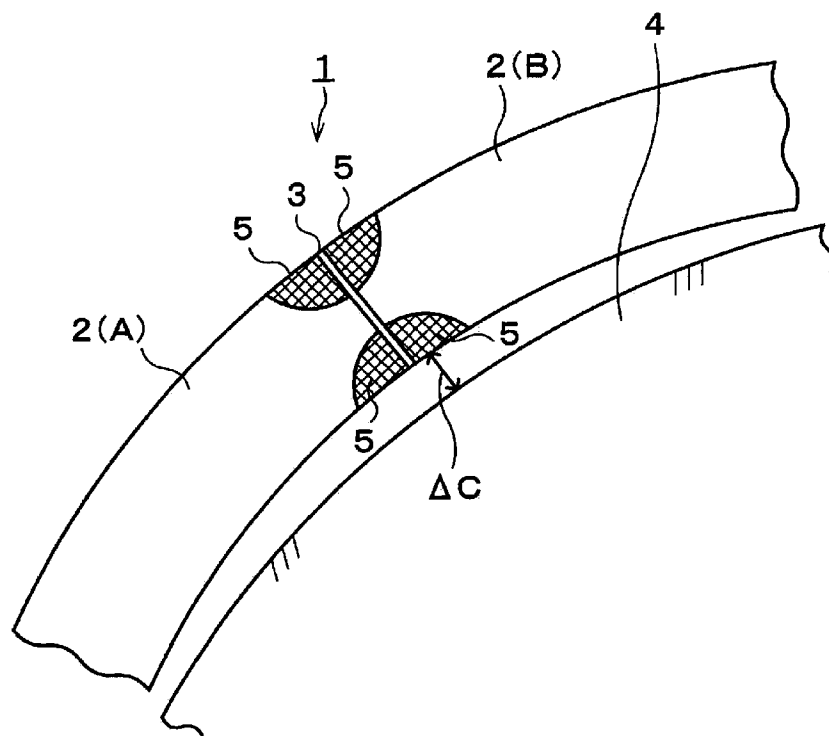
請求項4に記載のパイプラインを製造する方法であって、

前記複数の鋼管に、それぞれを特定できる製造番号を圧延が行われた順に付与する第2の番号付与工程と；

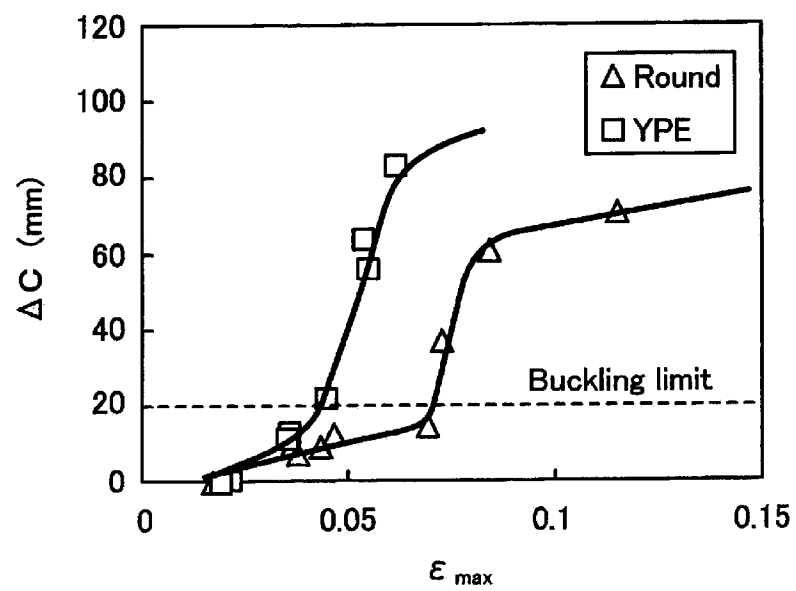
同一の溶鋼から製造されてかつ前記製造番号の差が1以上5以下の鋼管同士を溶接する第4の溶接工程と；

を有することを特徴とするパイプラインの製造方法。

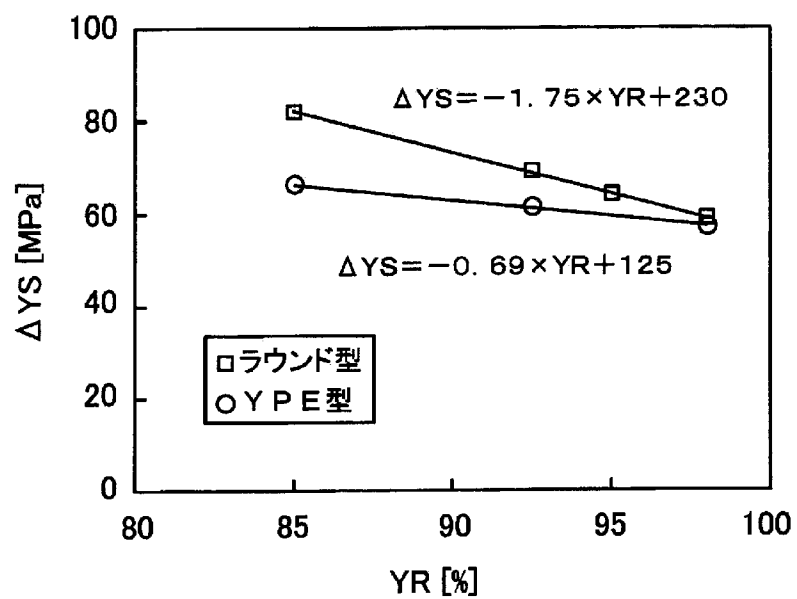
[図1]



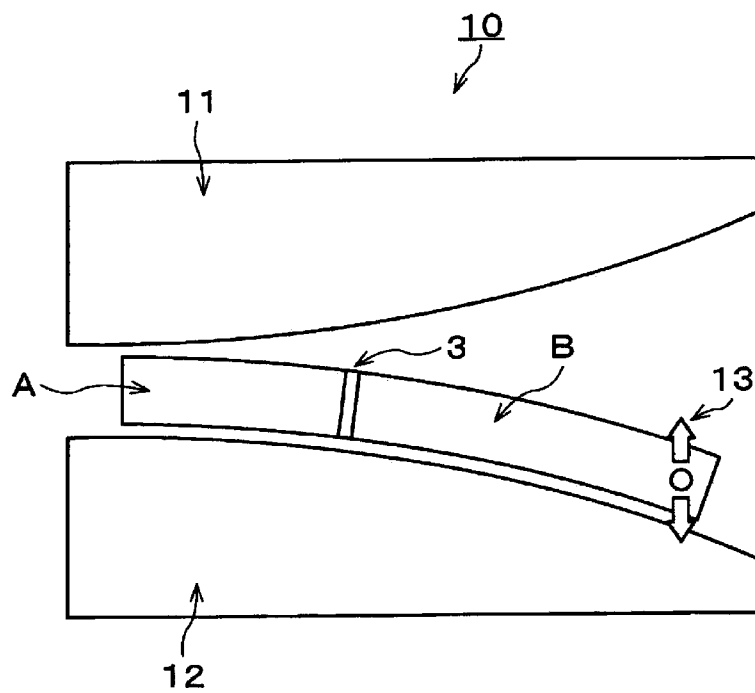
[図2]



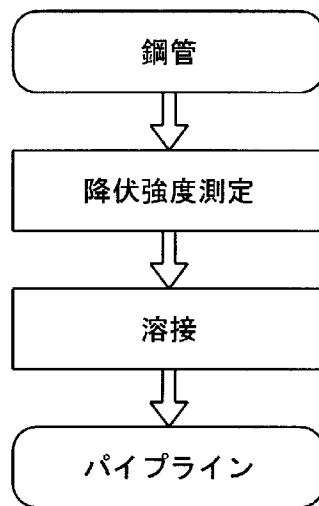
[図3]



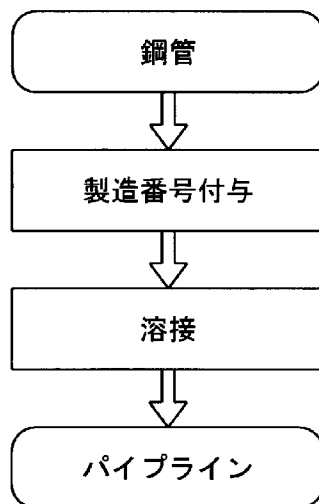
[図4]



[図5A]



[図5B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/051765

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C38/14(2006.01)i, F16L13/02(2006.01)i, B23K9/028(2006.01)i

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)

C22C38/00-38/60, F16L13/02, B23K9/028

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	JP 2006-281217 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 19 October 2006 (19.10.2006), claims; paragraphs [0001] to [0004] (Family: none)	1-12
A	JP 3-133576 A (Kawasaki Steel Corp.), 06 June 1991 (06.06.1991), claims & US 5134267 A & EP 407175 A1	1-12
A	JP 3-211255 A (Kawasaki Steel Corp.), 17 September 1991 (17.09.1991), claims & US 5134267 A & EP 407175 A1	1-12

☒ 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
22 March, 2013 (22.03.13)

Date of mailing of the international search report
02 April, 2013 (02.04.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/051765

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-122932 A (JFE Steel Corp.), 18 May 2006 (18.05.2006), claims; paragraphs [0001] to [0004] (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C22C38/14(2006.01)i, F16L13/02(2006.01)i, B23K9/028(2006.01)i

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 (I P C))

Int.Cl. C22C38/00-38/60, F16L13/02, B23K9/028

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 請求項の番号
A	JP 2006-281217 A (住友金属工業株式会社) 2006. 10. 19, 特許請求の範囲, [0001] - [0004] (ファミリーなし)	1 - 1 2
A	JP 3-133576 A (川崎製鉄株式会社) 1991. 06. 06, 特許請求の範囲 & US 5134267 A & EP 407175 A1	1 - 1 2
A	JP 3-211255 A (川崎製鉄株式会社) 1991. 09. 17, 特許請求の範囲 & US 5134267 A & EP 407175 A1	1 - 1 2

☒ 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

2 2 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 2 . 0 4 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

鈴木 毅

4 K

9 1 5 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5

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 請求項の番号
A	JP 2006-122932 A (J F E スチール株式会社) 2006.05.18, 特許請求の範囲, [0 0 0 1] - [0 0 0 4] (ファミリーなし)	1 - 1 2