

(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
2012年3月8日(08.03.2012)

PCT

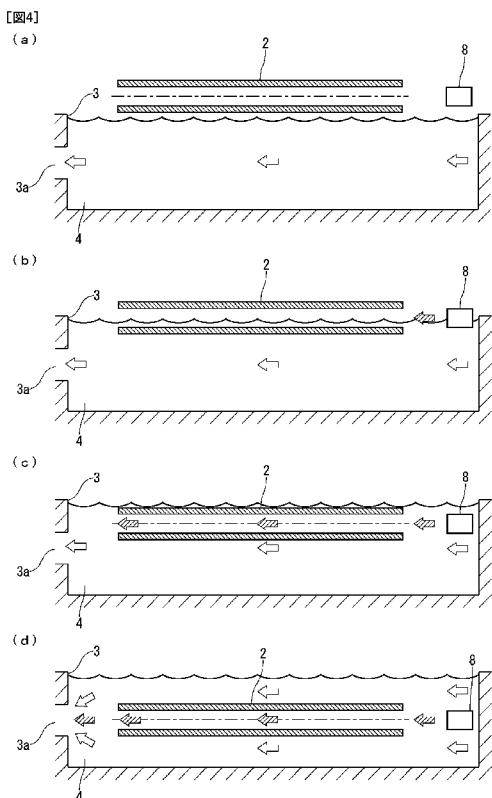
(10) 国際公開番号
WO 2012/029268 A1

- (51) 国際特許分類:
C21D 9/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/004758
- (22) 国際出願日: 2011年8月26日(26.08.2011)
- (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 2010-196549 2010年9月2日(02.09.2010) 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): 妹尾 昌尚 (SEO, Masanao) [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, 外(MORI, Michio et al.); 〒6600892 兵庫県尼崎市東難波町五丁目17番23号森道雄特許事務所 Hyogo (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, 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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, 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, 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 (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

[続葉有]

(54) Title: STEEL PIPE QUENCHING METHOD AND STEEL PIPE MANUFACTURING METHOD USING SAME

(54) 発明の名称: 鋼管の焼入れ方法およびそれを用いた鋼管の製造方法



(57) Abstract: Provided is a steel pipe quenching method in which a steel pipe (2) heated is immersed in a tank (3) with an axis thereof in parallel to a water surface, thereby cooling an outer surface of the steel pipe exclusively, cooling water is injected from an axis center nozzle (8), and a water flow is caused in an axis portion of the steel pipe from an end of the steel pipe to the other end thereof, thereby cooling the inner surface of the steel pipe exclusively, to quickly cool the entire surface of the steel pipe, wherein the axis center nozzle (8) is moved following the axis of the steel pipe (2), and in the state in which the steel pipe (2) is being immersed in the tank (3), in starting the injection of the cooling water from the axis center nozzle (8), the injection is started so that the cooling water injected to the one end of the steel pipe at the time of starting the injection reaches the other end at the time when the entire circumference of the steel pipe is immersed, with the result that it is possible to reduce a difference of strength which occurs in a longitudinal direction of the steel pipe which is subjected to the quenching. In this case, on a wall surface opposed to the axis center nozzle (8) of the tank (3), an opening portion (3a) is formed, and the cooling water is preferably discharged from the opening portion (3a), and in causing the water flow in the axis portion of the steel pipe (2), a flow rate is preferably set to 23 m/sec or more.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/029268 A1



(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))

加熱された鋼管 (2) を、その軸と水面を平行にした状態で水槽 (3) に浸漬して専ら鋼管外面を冷却し、軸心ノズル (8) から冷却水を噴射して鋼管の一端から他端に向けた水流を鋼管の軸部に発生させ、専ら鋼管内面を冷却し、鋼管全面を急冷する鋼管の焼入れ方法において、軸心ノズル (8) を鋼管 (2) の軸に追従して移動させ、鋼管 (2) を水槽 (3) に浸漬させつつ、軸心ノズル (8) から冷却水の噴射を開始するに際し、噴射を開始した時に鋼管の一端に噴射された冷却水が、鋼管外面の全周が浸漬する時に他端に到達するように噴射を開始することにより、焼入れが施された鋼管の長手方向に発生する強度差を低減することができる。この場合、水槽 (3) の軸心ノズル (8) と対向する壁面に開口部 (3 a) を設け、当該開口部 (3 a) から冷却水を排出するのが好ましく、鋼管 (2) の軸部に水流を発生させる際に、流速を 23 m/秒以上とするのが好ましい。

明 細 書

発明の名称：

鋼管の焼入れ方法およびそれを用いた鋼管の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、加熱された鋼管を水槽に浸漬して急冷する鋼管の焼入れ方法およびそれを用いた鋼管の製造方法に関し、さらに詳しくは焼入れが施された鋼管の長手方向に発生する強度差を低減することができる鋼管の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 所望の強度を有する鋼管を製造するため、その製造過程で焼入れおよび焼戻しからなる熱処理が鋼管に施される。焼入れを鋼管に施す際には、冷却能力が大きいことから、加熱された鋼管を水槽に浸漬して急冷する焼入れ方法が多用される。

[0003] 図1は、加熱された鋼管を水槽に浸漬する処理の一例を示す模式図である。同図に示す焼入れ装置1は、鋼管2を支持するクランプ装置5と、水槽3とから構成される。クランプ装置5は、第1アーム6と、揺動可能にして第1アーム6に取付けられた第2アーム7とからなる。第1アーム6は、鋼管を支持する駆動ローラ61およびローラ62を備え、第2アーム7は、鋼管を支持するローラ71を備える。

[0004] 同図に示す焼入れ装置を用いて加熱された鋼管を水槽に浸漬する際には、同図の白抜き矢印で示す方向に第2アーム7を揺動させた後、加熱された鋼管を第1アーム6が備える駆動ローラ61およびローラ62上に載置する。その後、第2アームを揺動させて同図に示す位置に戻し、加熱された鋼管を第1アームが備える駆動ローラ61およびローラ62と、第2アームが備える2つのローラ71により回転可能に支持する。駆動ローラ61の回転に伴って鋼管2を回転させつつ（同図のクロスハッチングを施した矢印参照）、同図において想像線で示すようにクランプ装置5を揺動させ、鋼管を水槽に

浸漬する（斜線を施した矢印参照）。

[0005] 鋼管を回転させつつ水槽に浸漬するのは、浸漬された鋼管の水面側と水槽底面側で冷却速度が異なる場合があり、焼入れが施された鋼管で部分的に強度が低下するのを防止するためである。この際、水槽に浸漬された鋼管の冷却効果を高めるとともに、鋼管外面と鋼管内面を均一に冷却するため、一般的に、鋼管の軸部に水流を発生させる。

[0006] 図2は、従来の鋼管の焼入れ方法であって、水槽に浸漬された鋼管の軸部に水流を発生させて鋼管を急冷する処理を示す模式図である。同図では、水槽3と、水槽に浸漬された鋼管2と、鋼管の軸上に配置された軸心ノズル8を示す。同図に示すように、軸心ノズル8から鋼管の一端2aの軸部に冷却水を噴射することにより、鋼管の一端2aから他端2bに向けた水流が鋼管の軸部に発生する（同図の白抜き矢印参照）。以下、焼入れの際に軸心ノズルの近くに配置された鋼管の一端2aをトップ端、他端2bをボトム端ともいう。

[0007] 従来の鋼管の焼入れ方法では、鋼管の軸部に水流を発生させることにより、急冷する際に鋼管の外面に比べて内面が高温となり、焼入れが施された鋼管の外面側と内面側で強度差が発生するのを防止している。

[0008] 図3は、従来の鋼管の焼入れ方法により焼入れが施された鋼管における、トップ端からの距離と降伏強度の関係を示す図である。同図では、横軸に鋼管のトップ端からの距離（m）、縦軸に降伏強度YS（MPa）を示す。同図に示す降伏強度は、加熱された鋼管を急冷して焼入れを施した鋼管のものである。加熱された鋼管の急冷では、前記図1に示すクランプ装置を備えた焼入れ装置を用いて加熱された鋼管を回転可能に保持して水槽に浸漬し、前記図2に示す鋼管の軸上に配置された軸心ノズルにより鋼管の軸部に水流を発生させた。焼入れに用いた鋼管は、API規格のX65グレードに相当する強度を有する炭素鋼とし、外径を168.3mm、肉厚を18.52mm、長さを12mとした。

[0009] 同図に示すように、従来の鋼管の焼入れ方法では、鋼管のトップ端側に比

べてボトム端側の降伏強度が低下している。鋼管のトップ端側とボトム端側の強度差が大きくなると、製品品質が低下して問題となる。

[0010] 加熱された鋼管を水槽に浸漬して急冷する焼入れ方法に関し、従来から種々の提案がなされており、例えば特許文献1および2がある。特許文献1は、加熱された鋼管を、その軸と水面を平行にして水槽に投入すると、軸部に発生する気泡により鋼管に浮力が作用してボトム端が水面まで浮上して冷却が不十分となり、焼入れが施された鋼管のトップ端側とボトム端側に生じる強度差を低減することを目的とする。特許文献1に記載の鋼管の焼入れ方法では、気泡によりボトム端が浮上するタイミングに合わせて、水槽に供給する水量を急速増加して高水位進行流を形成し、ボトム端周辺の水位を上昇させて鋼管のボトム端が水面まで浮上するのを防止するとしている。

[0011] また、特許文献2では、特許文献1に記載の鋼管の焼入れ方法において、高水位進行流により鋼管のボトム端と水槽の壁面が衝突して疵が発生する問題を解決することを目的とする。特許文献2に記載の鋼管の焼入れ方法では、水槽の断面積を鋼管のボトム端側で小さくすることにより、高水位進行流を形成するために必要な水量を低減し、鋼管が水流に流されてボトム端と水槽の壁面を衝突させることなく、ボトム端が水面まで浮上するのを防止できるとしている。

[0012] 特許文献1および2に記載の加熱された鋼管を水槽に浸漬する焼入れ方法は、鋼管のボトム端が水面まで浮上することにより、焼入れが施された鋼管の長手方向に発生する強度差を低減することを目的としている。しかし、前記図1に示すクランプ装置を備えた焼入れ装置を用い、鋼管のボトム端側を水面まで浮上させることなく、鋼管に焼入れを施した場合でも、前記図3に示すように焼入れが施された鋼管のボトム端側とトップ端側で強度差が発生する。

先行技術文献

特許文献

[0013] 特許文献1：特開平7-90378号公報

特許文献2：特開平8－4 1 5 4 4号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] 前述の通り、従来の加熱された鋼管を水槽に浸漬する焼入れ方法では、焼入れが施された鋼管において、急冷される際に軸心ノズルから近いトップ端側と比べて他端のボトム端側の強度が低下する問題がある。本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、鋼管の長手方向に発生する強度差を低減できる鋼管の焼入れ方法およびそれを用いた鋼管の製造方法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

[0015] 本発明者は、上記問題を解決するため、加熱された鋼管を水槽に浸漬して専ら鋼管外面を冷却し、軸心ノズルにより鋼管の軸部に水流を発生させて専ら鋼管内面を冷却し、鋼管全面を急冷する鋼管の焼入れ方法において、鋼管を水槽に浸漬させる際、軸心ノズルから冷却水の噴射を開始する時期について検討した。その結果、軸心ノズルとして鋼管の軸に追従して移動する給水ノズルを用い、噴射を開始した時に鋼管の一端に噴射された冷却水を、鋼管外面の全周が浸漬する時に他端に到達させることにより、急冷される鋼管のボトム端近傍で冷却速度を確保でき、焼入れが施された鋼管の長手方向に発生する強度差を低減できることを知見した。

[0016] また、前記図2に示す従来の焼入れ装置において、軸心ノズルと対向する水槽壁面に開口部を設け、当該開口部から冷却水を排出してボトム端周辺の水圧を低下させることにより、鋼管の軸部に発生する水流の流速を高め、焼入れが施された鋼管の長手方向に発生する強度差を低減できることを知見した。

[0017] さらに、鋼管の軸部に水流を発生させる際に、流速を23m/秒以上とすることにより、焼入れが施された鋼管の長手方向に発生する強度差を低減できることを知見した。

[0018] 本発明は、上記の知見に基づいて完成したものであり、下記(1)～(3

)の鋼管の焼入れ方法、および下記(4)の鋼管の製造方法を要旨としている:

[0019] (1) 加熱された鋼管を、その軸と水面を平行にした状態で水槽に浸漬して専ら鋼管外面を冷却し、軸心ノズルから冷却水を噴射して鋼管の一端から他端に向けた水流を鋼管の軸部に発生させ、専ら鋼管内面を冷却し、鋼管全面を急冷する鋼管の焼入れ方法であって、前記軸心ノズルを鋼管の軸に追従して移動させ、鋼管を水槽に浸漬させつつ、軸心ノズルから冷却水の噴射を開始するに際し、噴射を開始した時に鋼管の一端に噴射された冷却水が、鋼管外面の全周が浸漬する時に他端に到達するように噴射を開始することを特徴とする鋼管の焼入れ方法。

[0020] (2) 前記水槽の軸心ノズルと対向する壁面に開口部を設け、当該開口部から冷却水を排出することを特徴とする上記(1)に記載の鋼管の焼入れ方法。

[0021] (3) 前記鋼管の軸部に水流を発生させる際に、流速を23m/秒以上とすることを特徴とする上記(1)または(2)に記載の鋼管の焼入れ方法。

[0022] (4) 鋼管に焼き入れを施すにあたり、上記(1)~(3)のいずれかに記載の焼入れ方法により焼入れを施すことを特徴とする鋼管の製造方法。

発明の効果

[0023] 本発明の鋼管の焼入れ方法は、下記の顕著な効果を有する。

(1) 噴射を開始した時に鋼管のトップ端に噴射した冷却水を、鋼管外面の全周が浸漬する時にボトム端に到達させるとともに、軸心ノズルと対向する水槽壁面に設けた開口部から冷却水を排出することにより、急冷される鋼管のボトム端近傍における冷却速度を確保することができる。

(2) 軸心ノズルを鋼管の軸に追従して移動させることにより、鋼管の一部が水槽に浸漬した段階から鋼管の軸部に水流を発生させ、鋼管の冷却速度を向上させることができる。

[0024] このような鋼管の焼入れ方法を用いた本発明の鋼管の製造方法は、得られる鋼管において、長手方向に発生する強度差を低減でき、品質を高めること

ができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]図1は、加熱された鋼管を水槽に浸漬する処理の一例を示す模式図である。

[図2]図2は、従来の鋼管の焼入れ方法であって、水槽に浸漬された鋼管の軸部に水流を発生させて鋼管を急冷する処理を示す模式図である。

[図3]図3は、従来の鋼管の焼入れ方法により焼入れが施された鋼管における、トップ端からの距離と降伏強度の関係を示す図である。

[図4]図4(a)～(d)は、本発明の鋼管の焼入れ方法による焼入れ処理例を説明する模式図であり、図4(a)は鋼管を水槽に浸漬する前の状態を、図4(b)は鋼管の外周の一部が水槽に浸漬した状態、図4(c)は鋼管の全周が水槽に浸漬した状態を、図4(d)は鋼管を水槽の中央に配置した状態をそれぞれ示す。

[図5]図5は、軸心ノズルから冷却水の噴射を開始する時期と、焼入れが施された鋼管のトップ端側とボトム端側の強度差の関係を示す図である。

[図6]図6は、鋼管の軸部に発生させた水流の流速と、焼入れが施された鋼管のトップ端側とボトム端側の強度差の関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下に、本発明の鋼管の焼入れ方法およびそれを用いた鋼管の製造方法について、図面に基づいて説明する。

[0027] 図4は、本発明の鋼管の焼入れ方法による焼入れ処理例を説明する模式図であり、図4(a)は鋼管を水槽に浸漬する前の状態を、図4(b)は鋼管の外周の一部が水槽に浸漬した状態、図4(c)は鋼管の全周が水槽に浸漬した状態を、図4(d)は鋼管を水槽の中央に配置した状態をそれぞれ示す。図4(a)～(d)では、加熱された鋼管2と、当該鋼管を浸漬する水槽3と、鋼管の軸に追従して移動する軸心ノズル8とを示す。水槽3は、軸心ノズル8と対向する水槽壁面に開口部3aと、いずれにも図示しない給水ノズルとが設けられ、給水ノズルから冷却水が供給されるとともに、開口部か

ら冷却水が排出されることにより、図4（a）～（d）の白抜き矢印の方向に水流を発生させる。

[0028] このような焼入れ装置を用いた本発明の鋼管の焼入れ方法による焼入れ処理では、図4（a）に示すように加熱された鋼管を、その軸と水面を平行にした状態とする。この際、軸心ノズル8からの冷却水の噴射は停止させておく。

[0029] 次に鋼管を下降させて水槽に浸漬させつつ、図4（b）に示すように、軸心ノズル8により鋼管の一端（トップ端）への噴射を開始する（図4（b）の斜線を施した矢印参照）。

[0030] 軸心ノズルによる噴射を開始した後、鋼管を引き続き下降させて図4（c）に示すように鋼管外面の全周が浸漬する時に、噴射を開始した時に鋼管の一端（トップ端）に噴射された冷却水を他端（ボトム端）に到達させる（図4（c）の斜線を施した矢印参照）。

[0031] 鋼管外面の全周を浸漬させた後、鋼管を引き続き下降させて図4（d）に示すように水槽の中央に配置し、軸心ノズル8と給水ノズルから水槽に冷却水を供給するとともに、開口部3aから排水することにより、鋼管が常温以下となるまで冷却し、その後、鋼管を水槽から引き上げる。

[0032] 本発明の鋼管の焼入れ方法は、加熱された鋼管を、その軸と水面を平行にした状態で水槽に浸漬して専ら鋼管外面を冷却し、軸心ノズルから冷却水を噴射して鋼管の一端から他端に向けた水流を鋼管の軸部に発生させ、専ら鋼管内面を冷却し、鋼管全面を急冷する鋼管の焼入れ方法であって、軸心ノズルを鋼管の軸に追従して移動させ、鋼管を水槽に浸漬させつつ、軸心ノズルから冷却水の噴射を開始するに際し、噴射を開始した時に鋼管の一端に噴射された冷却水が、鋼管外面の全周が浸漬する時に他端に到達するように噴射を開始することを特徴とする。

[0033] 前記図4（a）～（d）を用いて説明した通り、鋼管を水槽に浸漬させつつ、軸心ノズルから冷却水の噴射を開始するに際し、噴射を開始した時に鋼管の一端に噴射された冷却水が、鋼管外面の全周が浸漬する時に他端に到達

するように噴射を開始する。これにより、鋼管のボトム端近傍が同時に内面および外面から冷却されることから、ボトム端近傍における冷却速度を確保して強度低下を抑制し、焼入れが施された鋼管の長手方向に発生する強度差を低減できる。

[0034] 軸心ノズルによる冷却水噴射の開始時期が早いと、鋼管の外面の一部が水槽に浸漬される前に、軸部の水流によりボトム端近傍の内面が冷却される。このため、ボトム端近傍は一時的に内面からの冷却水のみにより冷却されるので、ボトム端近傍における冷却速度が不足して強度低下が顕著となり、焼入れが施された鋼管の長手方向の強度差が増加する。

[0035] 一方、軸心ノズルによる冷却水噴射の開始時期が遅いと、鋼管のボトム端近傍の外面の全周が水槽に浸漬された後に、軸部の水流によりボトム端近傍の内面が冷却される。このため、ボトム端近傍は一時的に内面からの冷却が不十分となり、ボトム端近傍における冷却速度が不足して強度低下が顕著となり、焼入れが施された鋼管の長手方向の強度差が増加する。

[0036] 噴射を開始した時に鋼管の一端に噴射された冷却水が他端に到達する時期と、鋼管外面の全周が浸漬する時期を同期させる方法として、鋼管を水面に下降させる速度や、軸部の水量の流速、軸心ノズルによる噴射の開始時期を調整する方法が考えられる。鋼管の焼入れでは、鋼管を可能な限り急速に冷却することが強度を確保するために重要であるから、鋼管を水面に下降させる速度および軸部の流速は、設備仕様の上限で操業するのが好ましい。このため、本発明の焼入れ方法では、軸心ノズルにより冷却水の噴射を開始する時期を調整することにより、鋼管外面の全周が浸漬する時に、噴射を開始した時に鋼管の一端に噴射された冷却水を他端に到達させるのが好ましい。

[0037] 軸心ノズルを鋼管の軸に追従して移動させることにより、鋼管の一部が水槽に浸漬した段階から鋼管の軸部に水流を発生させ、水槽に浸漬する鋼管の冷却速度を向上させることができる。軸心ノズルを鋼管の軸に追従して移動させる方法として、例えば前記図1に示すクランプ装置5の第1アーム6に治具を用いて軸心ノズルを固定する方法を採用できる。これにより、軸心ノ

ズルを鋼管の軸に追従して移動させるとともに、水泡によりボトム端側が水面まで浮上することなく鋼管を急冷できる。さらに、クランプ装置により鋼管を回転させながら浸漬することにより、急冷する際に鋼管の水面側と水槽底面側で冷却速度が異なり、焼入れが施された鋼管で部分的に強度が低下するのを防止できる。

[0038] 本発明の鋼管の焼入れ方法では、水槽の軸心ノズルと対向する壁面に開口部を設け、当該開口部から冷却水を排出するのが好ましい。軸心ノズルと対向する水槽壁面に設けた開口部から冷却水を排出することにより、開口部周辺、すなわちボトム端側の水圧が低下する。このため、トップ端とボトム端の水圧差が大きくなり、軸部に発生する水流の流速を上昇させることができる。また、鋼管の冷却に用いられて温度が上昇し、ボトム端周辺に滞留する冷却水を、開口部から効率よく排出することができる。これらにより、鋼管を急冷する際にボトム端側の冷却速度を向上させることができ、その結果、焼入れが施された鋼管の長手方向に発生する強度差を低減することができる。

[0039] 本発明の鋼管の焼入れ方法では、鋼管の軸部に発生させる水流の流速は、後述する実施例の図6で説明する通り、流速を23 m/秒以上とするのが好ましい。同図に示す通り、軸部に発生させる水流の流速が増加すると、焼入れが施された鋼管の長手方向の強度差が減少し、流速を23 m/秒以上とすることにより、強度差を20 MPa以下に低減できるからである。

[0040] このように本発明の鋼管の焼入れ方法では、軸心ノズルから冷却水の噴射を開始する時期を規定するとともに、軸心ノズルと対向する水槽壁面に設けた開口部から冷却水を排出することにより、急冷される鋼管のボトム端近傍における冷却速度を確保することができる。この焼入れ方法を用いる本発明の鋼管の製造方法により、得られる鋼管のボトム端側の強度低下を抑制して長手方向に発生する強度差を低減でき、品質を高めることができる。

実施例

[0041] 鋼管に焼入れを施す試験を行い、本発明の鋼管の焼入れ方法およびそれを

用いた鋼管の製造方法による効果を検証した。

[0042] [試験方法]

本試験では、前記図4 (a) ~ (d) を用いて説明した手順により鋼管を水槽に浸漬して急冷することにより焼入れを施した。この際、加熱された鋼管を前記図1 に示す焼入れ装置に鋼管の軸に追従して移動する軸心ノズルを付加したものにより回転可能に支持した。焼入れを施す鋼管の材質は、焼入れ条件の違いを顕在化させるため、焼入れ性の低い材質とした。

本試験での試験条件は下記の通りとした。

鋼管：外径114.3mm、肉厚12.5mm、長さ12000mm、材質API規格の5L2-X65Qグレードに相当する強度を有する炭素鋼

[0043] 本発明例1では、軸心ノズルから冷却水の噴射を開始する時期を調整し、噴射を開始した時に鋼管の一端（トップ端）に噴射された冷却水を、鋼管外面の全周が浸漬する時に他端（ボトム端）に到達させた。また、本発明例1では、2台のポンプを用いて軸心ノズルへ冷却水を供給し、鋼管のトップ端の軸部に冷却水を噴射した。

[0044] 比較例1では、本発明例1に比べて軸心ノズルから冷却水の噴射を開始する時期を早くし、噴射を開始した時にトップ端に噴射した冷却水を、鋼管外面の全周が浸漬する前にボトム端に到達させた。比較例2では、本発明例1に比べて軸心ノズルから冷却水の噴射を開始する時期を遅くし、噴射を開始した時にトップ端に噴射した冷却水を、鋼管外面の全周が浸漬した後にボトム端に到達させた。

[0045] 本発明例2では、本発明例1に比べて軸心ノズルの径を小さくし、軸部に発生させる水流の流速を低下させた。本発明例3では、軸心ノズルに冷却水に供給するポンプを1台とし、本発明例1および2に比べて軸部に発生させる水流の流速を低下させた。本発明例1~3並びに比較例1および2における、鋼管外面が水面に接してから軸心ノズルによる冷却水の噴射を開始するまでの時間、軸心ノズルによる冷却水の噴射方法および鋼管の軸部に発生した水流の流速を表1に示す。

[0046] [表1]

表 1

区分	鋼管外面が水面に接してから噴射開始までの時間	噴射開始時に鋼管の一端に噴射された冷却水が他端へ到達する時期	軸心ノズルによる冷却水の噴射方法	軸部に発生した水流の流速
本発明例 1	0.06 秒	鋼管外面の全周が浸漬した時と同時	ポンプ 2 台を使用	24.5 m/秒
比較例 1	0.01 秒	鋼管外面の全周が浸漬する前	ポンプ 2 台を使用	24.3 m/秒
比較例 2	0.50 秒	鋼管外面の全周が浸漬した後	ポンプ 2 台を使用	24.3 m/秒
本発明例 2	0.06 秒	鋼管外面の全周が浸漬した時と同時	ポンプ 2 台と小径の軸心ノズルを使用	19.2 m/秒
本発明例 3	0.06 秒	鋼管外面の全周が浸漬した時と同時	ポンプ 1 台を使用	13.3 m/秒

[0047] [評価指標]

評価指標として鋼管のトップ端側とボトム端側の引張強度 TS および降伏強度 YS を測定し、それぞれの長手方向の強度差を算出した。鋼管のトップ端およびボトム端の近傍から JIS Z 2201 に規定される 12 号引張試験片を採取し、JIS Z 2241 に規定される試験方法に準じて引張試験を行い、引張強度 TS および降伏強度 YS を測定した。

[0048] [試験結果]

図 5 は、軸心ノズルから冷却水の噴射を開始する時期と、焼入れが施された鋼管のトップ端側とボトム端側の強度差の関係を示す図である。同図では、軸心ノズルから冷却水の噴射を開始する時期を、水槽に浸漬される鋼管の外面が水面に接してから軸心ノズルによる冷却水の噴射を開始するまでの時間（秒）で示す。

[0049] 同図に示すように、比較例 1 では、軸心ノズルによる噴射の開始時期を早め、鋼管外面が水面に接してから軸心ノズルによる噴射を開始するまでを 0.01 秒とし、降伏強度 YS の強度差は 26 MPa、引張強度 TS の強度差は 23 MPa であり、比較例 2 では、軸心ノズルによる噴射の開始時期を遅め、鋼管外面が水面に接してから軸心ノズルによる噴射を開始するまでを 0.50 秒とし、降伏強度 YS の強度差は 31 MPa、引張強度 TS の強度差は 31 MPa であった。

[0050] 一方、本発明例 1 では、噴射を開始した時に鋼管のトップ端に噴射した冷却水を、鋼管外面の全周が浸漬する時にボトム端に到達させるため、鋼管外面が水面に接してから軸心ノズルによる噴射を開始するまでを 0.06 秒とし、降伏強度 Y S の強度差は 18 MP a、引張強度 T S の強度差は 8 MP a であった。これらから、本発明の鋼管の焼入れ方法により、軸心ノズルから冷却水の噴射を開始する時期を調整し、噴射を開始した時に鋼管のトップ端に噴射した冷却水を、鋼管外面の全周が浸漬する時にボトム端に到達させることにより、焼入れが施された鋼管の長手方向の強度差が低減することが確認できた。

[0051] 図 6 は、鋼管の軸部に発生させた水流の流速と、焼入れが施された鋼管のトップ端側とボトム端側の強度差の関係を示す図である。同図に示すように、本発明例 2 では、軸部の水流の流速を本発明例 1 での 24.5 m/秒に比べて低下させて 19.2 m/秒とし、降伏強度 Y S の強度差は 24 MP a、引張強度 T S の強度差は 22 MP a であった。また、本発明例 3 では、軸部の水流の流速をさらに低下させて 13.3 m/秒とし、降伏強度 Y S の強度差は 75 MP a、引張強度 T S の強度差は 34 MP a であった。

[0052] したがって、急冷する際に鋼管の軸部に発生させる流速が低下すると、焼入れが施された鋼管の長手方向の強度差が増加することが確認できた。また、同図から鋼管の軸部に発生させる流速を 23 m/秒以上とすることにより、熱処理が施された鋼管の降伏強度 Y S および引張強度 T S の強度差が 20 MP a 以下に低減されることが確認できた。

産業上の利用可能性

[0053] 本発明の鋼管の焼入れ方法は、下記の顕著な効果を有する。

(1) 噴射を開始した時に鋼管のトップ端に噴射した冷却水を、鋼管外面の全周が浸漬する時にボトム端に到達させるとともに、軸心ノズルと対向する水槽壁面に設けた開口部から冷却水を排出することにより、急冷される鋼管のボトム端近傍における冷却速度を確保することができる。

(2) 軸心ノズルを鋼管の軸に追従して移動させることにより、鋼管の一部

が水槽に浸漬した段階から鋼管の軸部に水流を発生させ、鋼管の冷却速度を向上させることができる。

[0054] このような鋼管の焼入れ方法を用いた本発明の鋼管の製造方法は、得られる鋼管において、長手方向に発生する強度差を低減でき、品質を高めることができるので、高強度かつ高品質な鋼管の製造に有用である。

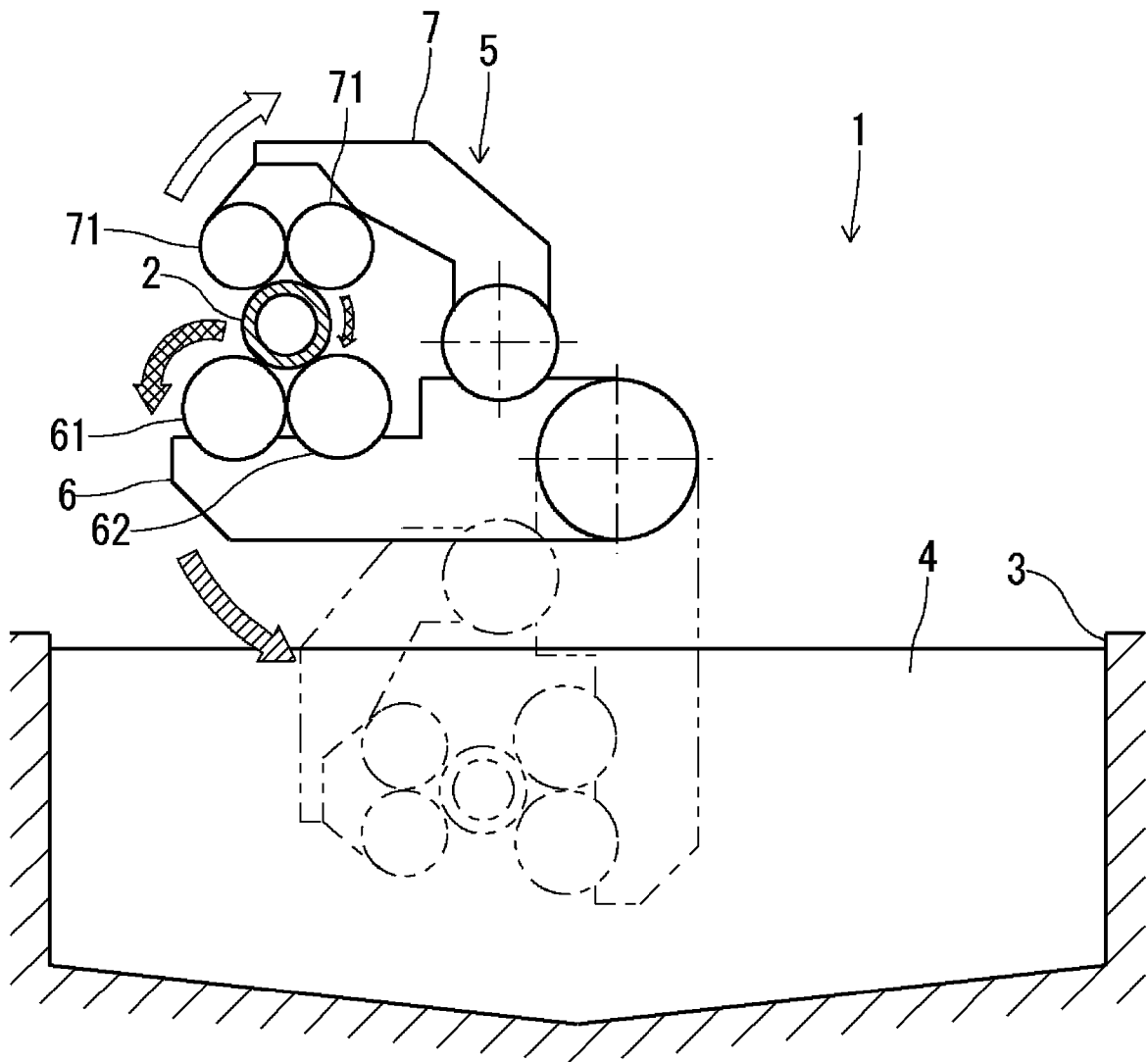
符号の説明

[0055] 1 : 焼入れ装置、 2 : 鋼管、 2 a : トップ端、 2 b : ボトム端、
3 : 水槽、 3 a : 開口部、 4 : 冷却水、 5 : クランプ装置、
6 : 第1アーム、 6 1 : 駆動ローラ、 6 2 : ローラ、
7 : 第2アーム、 7 1 : ローラ、 8 : 軸心ノズル

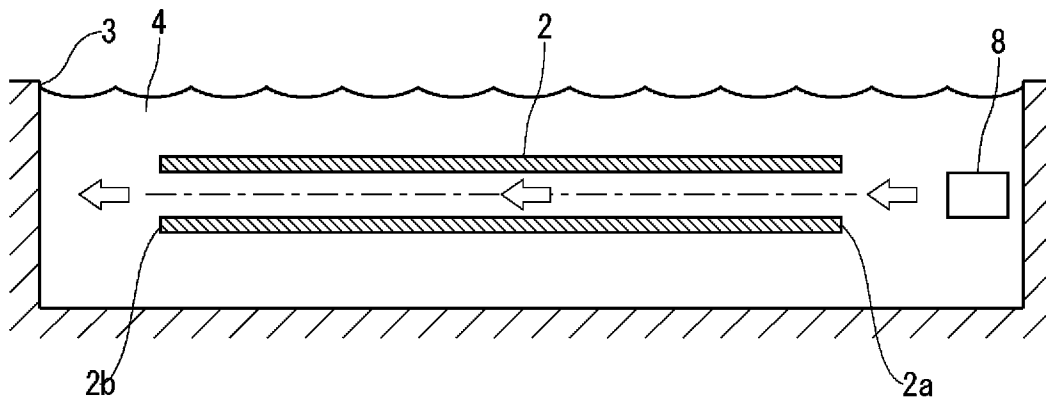
請求の範囲

- [請求項1] 加熱された鋼管を、その軸と水面を平行にした状態で水槽に浸漬して専ら鋼管外面を冷却し、軸心ノズルから冷却水を噴射して鋼管の一端から他端に向けた水流を鋼管の軸部に発生させ、専ら鋼管内面を冷却し、鋼管全面を急冷する鋼管の焼入れ方法であって、
- 前記軸心ノズルを鋼管の軸に追従して移動させ、
- 鋼管を水槽に浸漬させつつ、軸心ノズルから冷却水の噴射を開始するに際し、噴射を開始した時に鋼管の一端に噴射された冷却水が、鋼管外面の全周が浸漬する時に他端に到達するように噴射を開始することを特徴とする鋼管の焼入れ方法。
- [請求項2] 前記水槽の軸心ノズルと対向する壁面に開口部を設け、当該開口部から冷却水を排出することを特徴とする請求項1に記載の鋼管の焼入れ方法。
- [請求項3] 前記鋼管の軸部に水流を発生させる際に、流速を2.3 m/秒以上とすることを特徴とする請求項1または2に記載の鋼管の焼入れ方法。
- [請求項4] 鋼管に焼き入れを施すにあたり、請求項1～3のいずれかに記載の焼入れ方法により焼入れを施すことを特徴とする鋼管の製造方法。

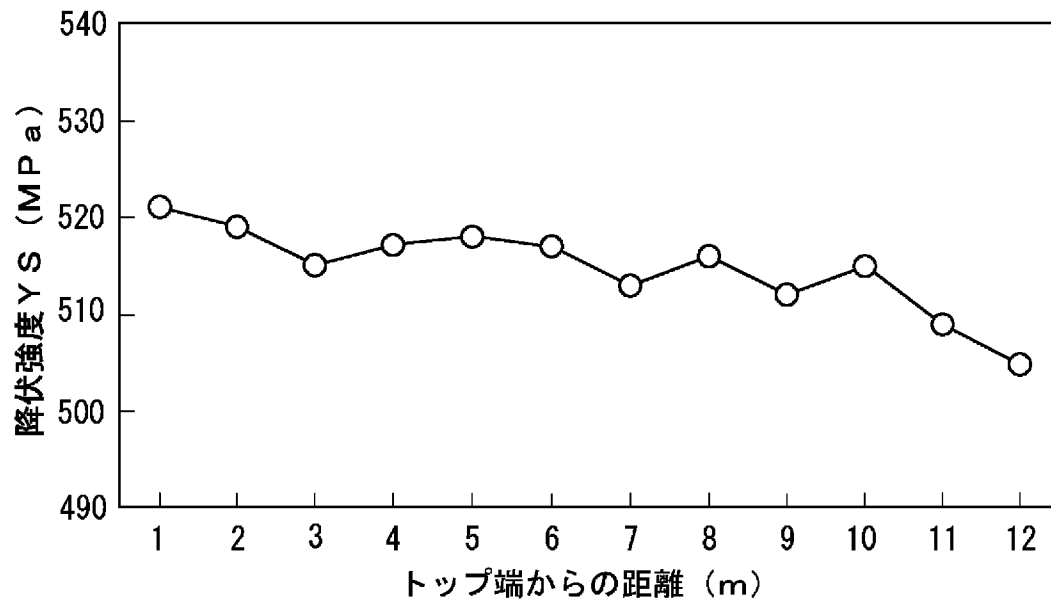
[図1]



[図2]

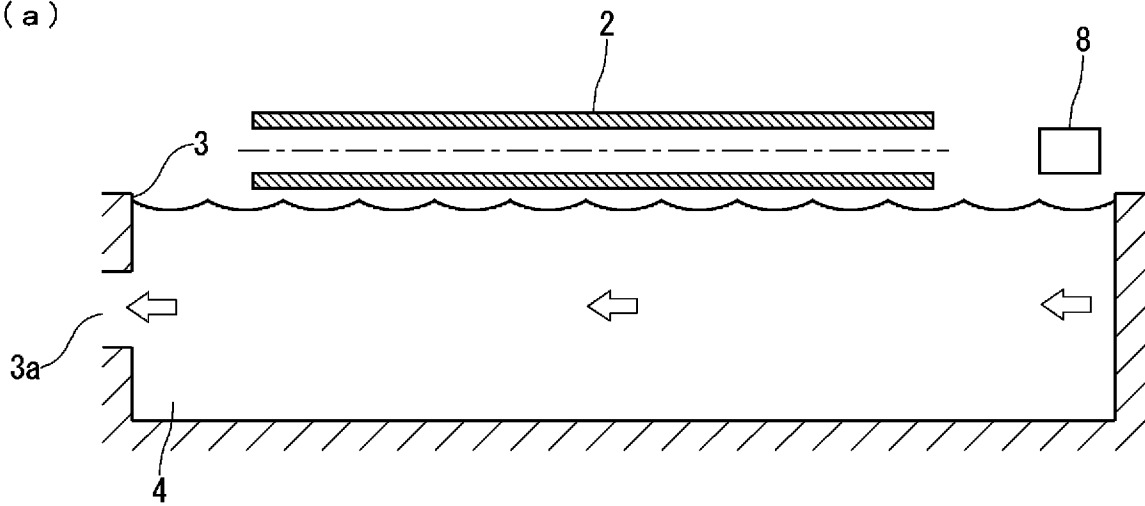


[図3]

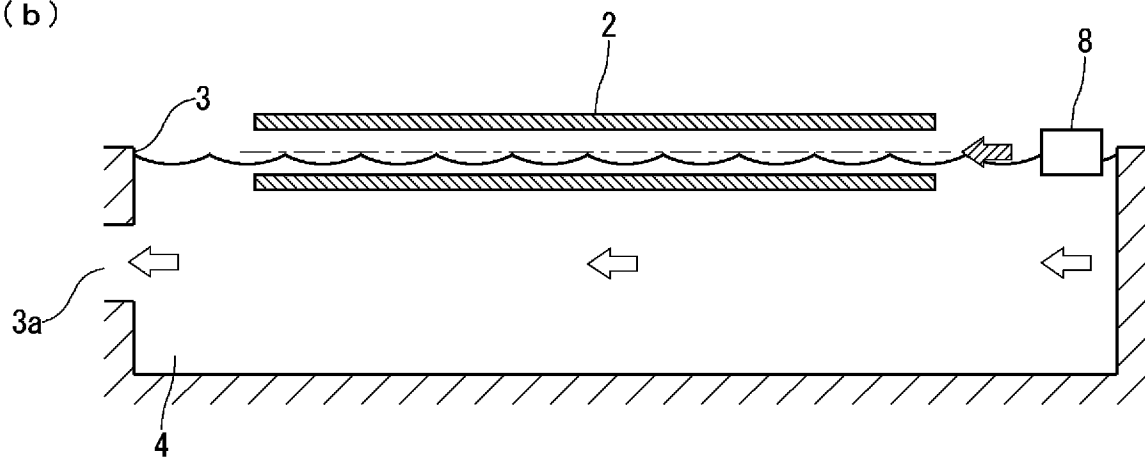


[図4]

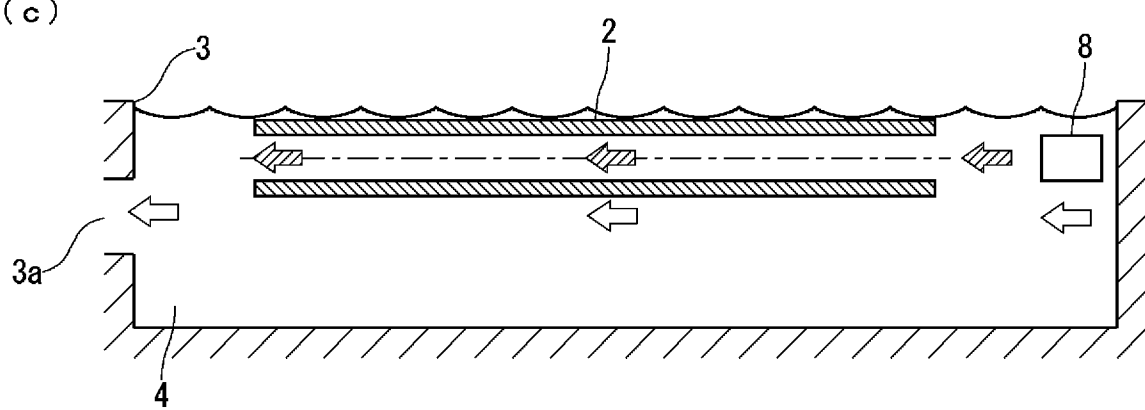
(a)



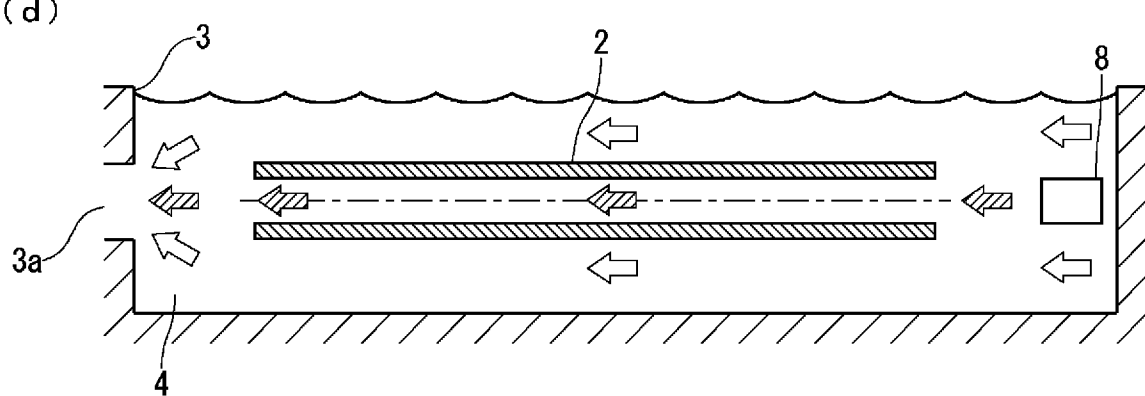
(b)



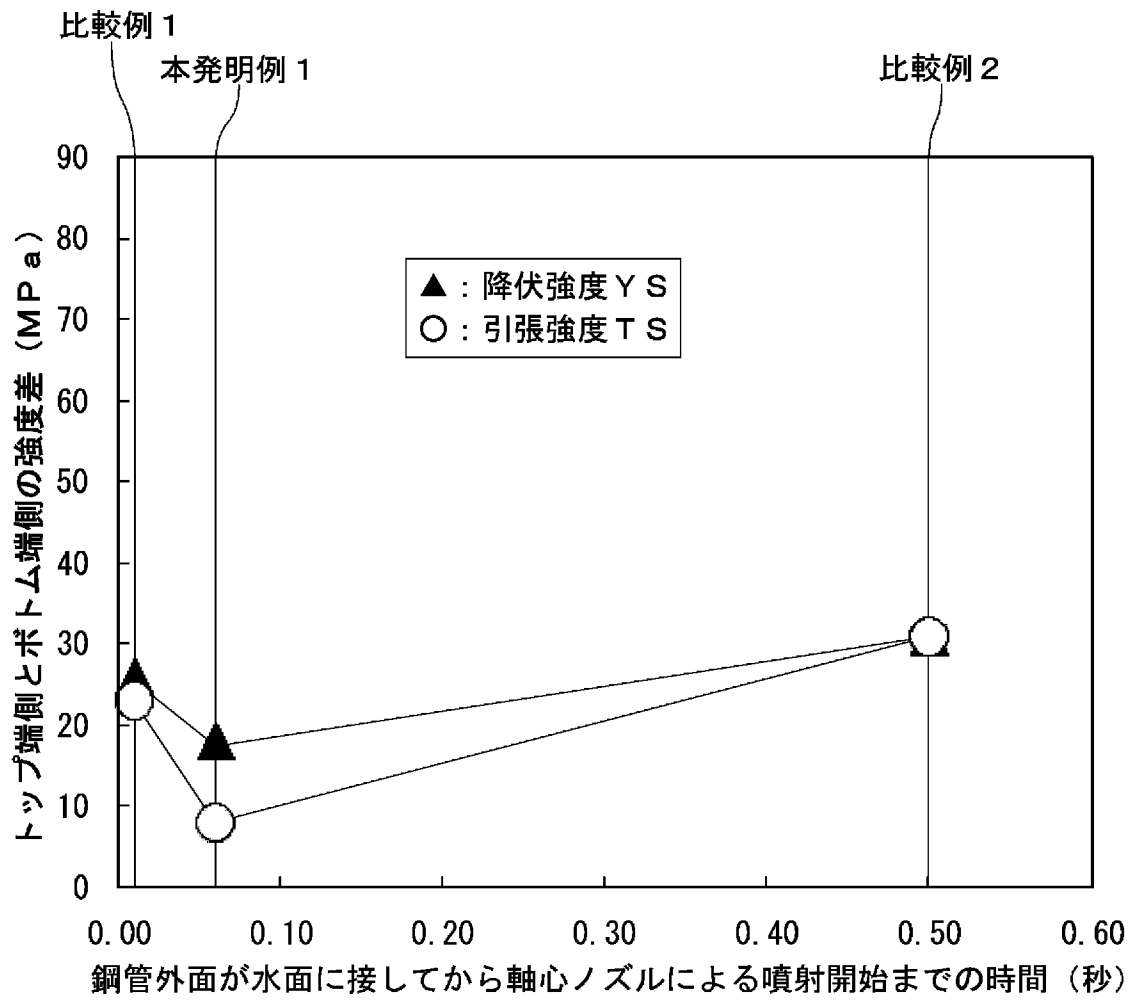
(c)



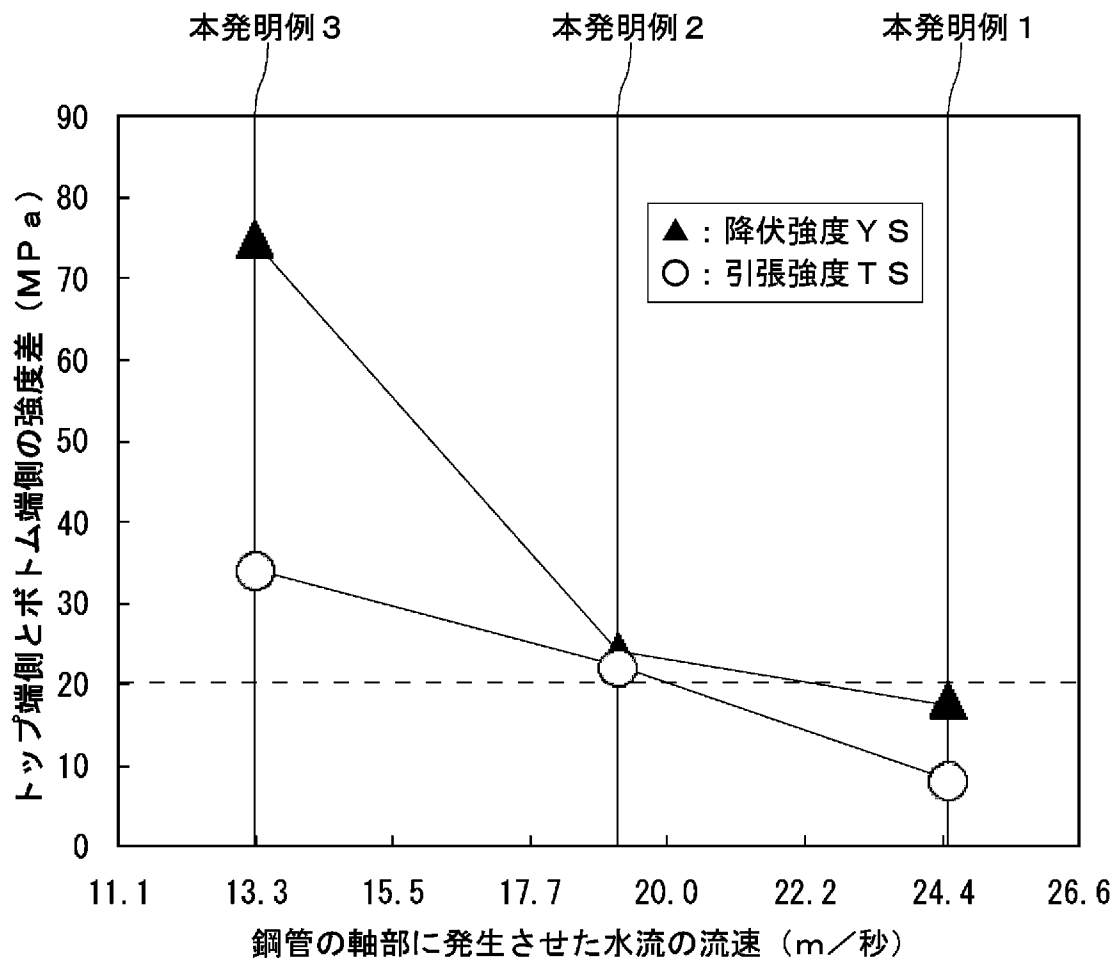
(d)



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/004758

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21D9/08(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)

C21D9/08

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 59-35627 A (Kawasaki Steel Corp.), 27 February 1984 (27.02.1984), claims; page 1, right column to page 2, upper left column; page 3, upper left column to lower left column; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-4
A	JP 59-74228 A (Kawasaki Steel Corp.), 26 April 1984 (26.04.1984), claims; page 2, lower right column, lines 7 to 14; fig. 1 (Family: none)	1-4

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
15 November, 2011 (15.11.11)

Date of mailing of the international search report
06 December, 2011 (06.12.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/004758

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 58-22326 A (NKK Corp.), 09 February 1983 (09.02.1983), claims; page 2, lower right column, lines 1 to 9; fig. 1 (Family: none)	1-4
A	JP 55-125233 A (Kawasaki Steel Corp.), 26 September 1980 (26.09.1980), claims; page 2, lower left column, line 8 to lower right column, line 8; fig. 2, 3 (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C21D9/08(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 (IPC))

Int.Cl. C21D9/08

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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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 59-35627 A (川崎製鉄株式会社) 1984.02.27, 特許請求の範囲, 第1頁右欄-第2頁左上欄, 第3頁左上欄-左下欄, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 59-74228 A (川崎製鉄株式会社) 1984.04.26, 特許請求の範囲, 第2頁右下欄第7-14行, 第1図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 58-22326 A (日本鋼管株式会社) 1983.02.09, 特許請求の範囲, 第2頁右下欄第1-9行, 第1図 (ファミリーなし)	1-4

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

15.11.2011

国際調査報告の発送日

06.12.2011

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)

小谷内 章

4K

4663

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

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 55-125233 A (川崎製鉄株式会社) 1980.09.26, 特許請求の範囲, 第2頁左下欄第8行-右下欄第8行, 第2,3図 (ファミリーなし)	1-4