

(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
2014 年 12 月 4 日(04.12.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/192043 A1

- (51) 国際特許分類:
B21D 5/01 (2006.01) *B21C 37/08* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/003435
- (22) 国際出願日: 2013 年 5 月 30 日(30.05.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: J F E スチール株式会社(JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 堀江 正之(HORIE, Masayuki); 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 田村 征哉(TAMURA, Yukuya); 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 三輪 俊博(MIWA, Toshihiro); 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 堀原 宏司(HORIGIWA, Kouzi); 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 熊坂 晃, 外(KUMASAKA, Akira et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目 7 番 1

号 J F E 商事ビル 6 階 J F E テクノリサーチ株式会社知的財産事業部内 Tokyo (JP).

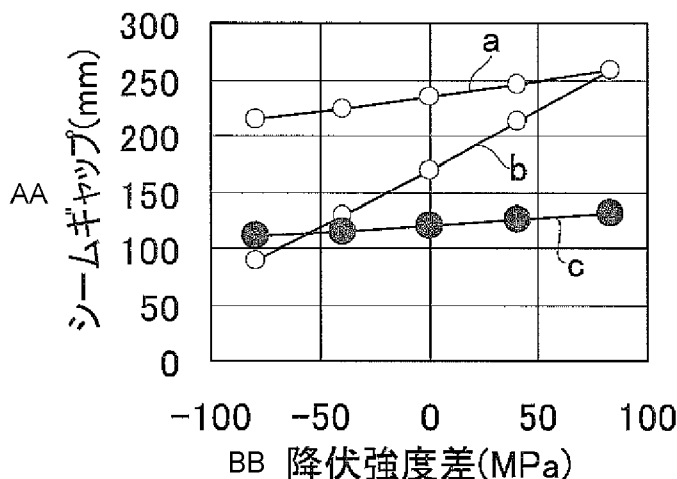
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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, KM, 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: METHOD FOR PRESS-MOLDING STEEL PIPE AND METHOD FOR PRODUCING STEEL PIPE

(54) 発明の名称: 鋼管のプレス成形方法および鋼管の製造方法



AA Seam gap (mm)
BB Yield strength difference (MPa)

(57) Abstract: Provided are: a method for press-molding a steel pipe having a low variability of the seam gap at an abutted section; and a method for producing a steel pipe. The method molds a steel pipe by subjecting a steel plate to a plurality of repetitions of press bending processing to mold the steel plate and is characterized in that, from the state in which an open pipe that is the molded member has a specific seam gap during the final repetition of press bending processing, in accordance with a predetermined relationship between the specific seam gap and a further needed additional rolling reduction, subjects the open pipe to additional rolling reduction processing that is on the basis of the relationship from the state in which the open pipe that is the molded member has the specific seam gap during the final repetition of press bending processing.

(57) 要約: 突合せ部のシームギャップのばらつきが少ない鋼管のプレス成形方法および鋼管の製造方法を提供する。鋼板に複数回のプレス曲げ加工を加えて鋼板を成形して鋼管を成形する方法であって、被成形材であるオープン管が最終回のプレス曲げ加工中に特定のシームギャップとなった状態からさらに必要とされる追加圧下量と前記特定のシームギャップとの間について、あらかじめ求めら

れた関係に従い、被成形材であるオープン管が最終回のプレス曲げ加工中に前記特定のシームギャップとなった状態から前記の関係に基づく前記追加圧下量の加工を前記オープン管に施すことを特徴とする鋼管のプレス成形方法。



WO 2014/192043 A1

明 細 書

発明の名称： 鋼管のプレス成形方法および鋼管の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、プレス曲げ加工による厚肉鋼管の成形方法および鋼管の製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 厚肉鋼管の成形方法として、図3に示す上下金型を用いたプレス成形方法（以下、ベンディングプレス（bending press）とも呼ぶ）がある。

[0003] 該成形方法は、所定の幅、長さを有する鋼板を、長さ方向を管軸方向とする鋼管に成形する際に、前記鋼板の幅端部に曲げ加工（以下端曲げ（edge crimping）と呼ぶ）を行い、続いて鋼板幅方向に複数回の曲げ加工を行い円筒に成形する方法である。

[0004] 端曲げに引き続く本成形工程では、図3に示すように下金型の2つのダイス1 a、1 bを所定間隔に調整し、その上に鋼板Sをセットし、上金型のパンチ2の先端部であるパンチ先端部2 2を2つのダイス1 a、1 b間に相当する位置に押し込むことで曲げ変形を加え、次に鋼板Sを幅方向に所定長さ移動し、再度上金型を押し込むことを複数回繰り返す。

[0005] 通常は、鋼板の幅方向一方側の端部（図中A）から該鋼板の幅方向中央部（図中C）に向かって順次成形し（前半）、前記鋼板幅方向中央部の手前まで成形した後、前記鋼板幅方向反対側の端部（図中B）から前記鋼板幅方向中央部（図中C）に向かって順次成形し（後半）、最後に前記鋼板幅方向中央部（図中C）に圧下を加える（最終）。このようにして、円筒状に成形して互いに向かい合う板端部が溶接されていない状態の管体であるオープン管が製造される。なお、図3において、点線は、パンチ2が鋼板Sに接触していない状態の鋼板Sの位置である。図3において、ダイス1 a、1 bの左右には図示しないテーブルローラが設けられている。テーブルローラは、例えば図3の左上図の点線状にB点やC点を支持するとともに、鋼板Sを図中の

左右方向に搬送することが可能である。

[0006] 図4はオープン管の模式図である。図4に示すようにオープン管3は素材である板材を円筒状に成形して、互いに向かい合う板端部（オープンシームエッジ（open seam edges））31a、31bが溶接されていない状態の管である。向かい合うオープンシームエッジの間隔gがシームギャップ（seam gap）である。オープン管3の管軸方向Lは、パンチの長手方向と一致する。

[0007] オープン管は、この後、鋼管長手方向（紙面垂直方向）に搬送し、次工程に送られる。このため、最終回の曲げ加工である最終パス成形の後には、オープン管3のシームギャップgは上金型のパンチ先端部22を支えるパンチビーム21の厚さより広くしなければならない。

[0008] そして、オープン管3の前記シームギャップgを閉じるように圧下装置で拘束し、その状態で、突き合わされたオープンシームエッジを溶接機で溶接し、ストレートシームの溶接鋼管とする。なお、必要に応じて、溶接鋼管に拡張や縮径加工を加えることによって円筒形状の矯正を行う。

[0009] この際のプレス条件の調整や設定には特許文献1に開示されている下金型のダイスの間隔の調整機構を設けたプレス金型を用いることができる。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：日本国特開平11-129031号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] オープン管のシームギャップを閉じるように圧下装置で拘束し、その状態で突き合わされたオープンシームエッジを溶接機で溶接するにあたり、圧下装置の拘束力には上限がある。このため、鋼管サイズによって決められた一定量以上のシームギャップを有するオープン管を拘束してオープンシームエッジを突き合わせることができない。その結果、突き合わせさせたオープンシームエッジを溶接することもできない。

- [0012] そのため、ベンディングプレス時の最終プレスではできるだけシームギャップを小さくすることが求められている。
- [0013] 最終プレスでは徐々にパンチ圧下量を増やすことで、オープン管のシームギャップ量の調整を行なっている。最終プレスのパンチ圧下量を大きくするとシームギャップ量は少なくなり、逆にパンチ圧下量が小さいとシームギャップ量は大きい状態となる。
- [0014] パンチ圧下を開放すると、スプリングバックが発生するので、圧下開放後のオープン管のシームギャップは圧下中のオープン管のシームギャップよりも大きくなる。このため、圧下開放後のスプリングバックを小さくすることを目的として、最終プレスにおいて、パンチ圧下量を増加させていってオープンシームエッジがパンチ支持部に接触してからさらにパンチ圧下量を増やしてオープン管に曲げ加工を加える技術がある。
- [0015] ところが、パンチ圧下量が過剰であると、オープン管のオープンシームエッジがパンチ支持部を強く挟み込み、管を除去するためには管を全長にわたって切断しなければならない、というトラブルが発生するおそれがある。
- [0016] このようなトラブルを避けるため、通常は、パンチ圧下量が過剰とならないように留意されるが、その結果、シームギャップは大きくなりがちである。
- [0017] これに加えて、鋼板の降伏強度もシームギャップに影響を及ぼす。これは、鋼板に曲げ変形を加えた場合、曲げ変形後のスプリングバック量は、鋼板の降伏強度によって異なるからである。たとえば、同一のプレス条件で最終パスのプレス成形を実施してプレス荷重を完全に除去した場合、鋼板Sの降伏強度が低い場合はシームギャップが小さく、鋼板Sの降伏強度が高い場合はシームギャップが大きくなる。
- [0018] 前述のように、通常は、パンチ圧下量が過剰にならないように留意されるので、シームギャップは大きくなりがちである。ここで、さらに鋼板の降伏強度の影響が重なることにより、シームギャップのばらつきも大きくなる。前記シームギャップが大きすぎると、溶接時に前記シームギャップを閉じて

拘束するのに必要な拘束力が大きくなるため圧下装置が大型となる。また、シームギャップのばらつきに対応するためには、前記溶接機において、手動により圧下装置の圧下量を調整する場合には多大な時間が必要となる。

[0019] そこで、プレス後のシームギャップのばらつきを抑えるために、鋼板毎にプレス条件を調整するか、予め鋼板の降伏強度とプレス条件の関係をテーブル化して、該テーブルに基づいてプレス条件を定める技術がある。

[0020] 特許文献 1 に記載の技術では、下金型のダイス間隔を調整することにより、曲げ形状を調整できるようになっている。スプリングバック量のばらつきに対しては、第 1 ステップで鋼板を鋼管に成形した後の形状を計測した後、第 2 ステップで下金型のダイス間隔を調整し修正加工を施すようになっている。言い換えれば、特許文献 1 に記載の技術によれば、前記第 1 ステップの成形加工の後、除荷された状態、すなわちスプリングバックが発生した状態における曲げ形状を計測し、その計測結果に応じて、圧下量や荷重や下金型のダイス間隔などのプレス条件を調整することにより、第 2 ステップである修正加工が実施される。そのため、下金型のダイス間隔を再設定する場合には前記再設定するための時間が必要となる。特に 1 本の鋼管の成形に複数回の修正加工を行う場合は、形状計測の回数も複数回となるため生産能率が大きく低下するという問題がある。そして、このような修正加工の条件の設定は、鋼板ごとに実施する必要があるため、スプリングバック量にばらつきを有する多数の鋼板から鋼管を製造する場合には、生産能率の大幅な低下が避けられない。

[0021] そこで、本発明は、シームギャップのばらつきが少ない鋼管のプレス成形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

[0022] 本発明の要旨は、以下の通りである。

[0023] [1] 鋼板に複数回のプレス曲げ加工を加えて鋼板を成形して鋼管を成形する方法であって、被成形材であるオープン管が最終回のプレス曲げ加工中に特定のシームギャップとなった状態からさらに必要とされる追加圧下量と

前記特定のシームギャップとの間について、あらかじめ求められた関係に従い、被成形材であるオープン管が最終回のプレス曲げ加工中に前記特定のシームギャップとなった状態から前記の関係に基づく前記追加圧下量の加工を前記オープン管に施すことを特徴とする鋼管のプレス成形方法。

[0024] [2] 前記特定のシームギャップが、鋼板のオープンシームエッジが上金型のパンチビームに接触した時点のシームギャップであることを特徴とする[1]記載の鋼管のプレス成形方法。

[0025] [3] 前記[1]または[2]に記載のプレス成形方法で成形されたオープン管のオープンシームエッジを突き合わせて溶接することを特徴とする鋼管の製造方法。

発明の効果

[0026] 本発明により、予め定められた条件でプレスすることで、シームギャップのばらつきの少ないプレス材が得られるため、修正加工や下金型のダイス間隔の設定調整の必要がなく生産効率が大きく向上する。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]図1は本発明による降伏強度差とシームギャップとの関係を示す図である。

[図2]図2は従来技術による降伏強度差とシームギャップとの関係を示す図である。

[図3]図3は鋼管製造工程のうち成形工程を説明する模式図である。

[図4]図4はオープン管の模式図である。

[図5]図5は端曲げ成形工程を説明する模式図であり、図5Aは端曲げ時のセット状態、図5Bは端曲げ負荷終了時の状態、図5Cは端曲げ除荷後の状態を示す。

[図6]図6はプレス成形工程を説明する模式図であり、図6Aは荷重負荷状態、図6Bは荷重除荷後の状態、図6Cはプレス成形後の管断面形状を示す。

発明を実施するための形態

[0028] ストレートシーム溶接鋼管の主たる用途であるラインパイプの一般的な規

格である A P I 規格において、X 8 0 グレードの溶接鋼管の降伏強度の上限から下限までのレンジは、1 3 8 M P a となっており、溶接鋼管の素材となる鋼板でも降伏強度のレンジは同程度の範囲となっている。特に、降伏強度の高い鋼管を製造する場合には、素材となる鋼板は、T M C P 法により製造されるので、成分条件、圧延条件や冷却条件のばらつきによりその降伏強度もばらつきやすくなる。

[0029] 以下、外径 1 2 1 9 m m、管厚 3 1. 8 m m の A P I X 8 0 グレード鋼管を、成形する場合について説明するが、本発明は、以下に説明する実施形態に限定されるものではない。

[0030] 初めに、成形方法を図 5 に示すように、端曲げを実施した。図 5 において、4 1 は端曲げ下金型であり、4 2 は端曲げ上金型である。鋼板幅方向端部の幅 2 4 0 m m の範囲 h (図 5 A) にプレス負荷時に端曲げ角度 j (図 5 B) が 2 8 度となるように端曲げを行った。プレス荷重除荷後の鋼板幅方向端部の曲げ角度 k (図 5 C) は 2 3 度であった。

[0031] 次いで図 6 A に示すパンチ先端部 2 2 の半径 R が 4 1 5 m m のパンチ 2 (上金型) により鋼板幅方向端部から鋼板幅方向に順次 1 1 回の曲げ加工を行った。このときの成形方法を図 6 に示す。図 6 A でパンチ 2 (上金型) は、パンチビーム 2 1 とパンチ先端部 2 2 からなり、下金型はダイス 1 a、1 b から成り立っている。この 1 1 回の曲げ角度の合計値と、前記端曲げの曲げ角度とを合わせて全体でシームギャップを除いた全体の曲げ角度 (図 6 C の f) となる。具体的には、降伏強度 6 4 0 M P a の鋼板で、除荷後の曲げ角度 (図 6 B の e) が 2 9 度となるように、曲げ加工 1 回あたりの負荷時の曲げ角度 (図 6 A の d) を 3 5 度として曲げ加工を行った。鋼板 S の曲げ範囲は、図 6 A の範囲 a が前回までの曲げ範囲、図 6 A の範囲 b が今回の曲げ範囲、図 6 A の範囲 c が次回以降の曲げ範囲を示す。このような曲げ加工において、曲げ加工量の調整は、パンチ 2 の移動量をプレス装置で直接制御する方式が一般的である。ここでは鋼板の上面位置にパンチ先端部 2 2 が接触した状態からパンチ 2 が下降した量 (以下、ある基準点からのパンチ 2 の下降

量を圧下量と称し、特に断りがない場合は鋼板の上面位置を基準とする）を一定として加工を行った。

[0032] 鋼板の降伏強度の基準値である 640 MPa に対する鋼板の降伏強度の差である降伏強度差とプレス後に除荷した状態のシームギャップの関係を図 2 に示す。

[0033] 曲げ負荷時すなわち圧下中の状態における曲げ形状が同一形状でも、降伏強度が高い素材では、スプリングバック量が大きくなる。そのため、成形後の曲げ角度が小さくなり、除荷した状態でのシームギャップが大きくなる。図 2 に示すように、素材鋼板の降伏強度が 160 MPa 異なるとプレス後の除荷した状態でのシームギャップの差は 170 mm となる。これは外径の 14 % に相当し、非常に大きな値である。

[0034] そこで、途中工程での曲げ加工は、従来の成形方法で行い、最終成形パス（11 回目）での圧下量を変更した場合の降伏強度差とプレス後の除荷した状態でのシームギャップの関係を図 1 に示す。なお、図 1 には、参考として図 2 に示した従来技術の結果（グラフ b）を記入している。

[0035] グラフ c が本発明例で、最終成形パス（11 回目）での変形量が同一となるように、オープンシームエッジが上金型のパンチビーム 21 に接触後更に 9 mm 圧下した場合である。プレス後の除荷した状態でのシームギャップの差は 20 mm と小さく、鋼板の降伏強度によらずほぼ一様のシームギャップが得られることがわかる。

[0036] グラフ a はオープンシームエッジが上金型のパンチビーム部に接触するまで圧下した例である。従来技術（グラフ b、圧下一定）に比較するとプレス後の除荷した状態でのシームギャップの偏差は小さくなっているが、除荷した状態でのシームギャップが前述の本発明例に比べて大きい。

[0037] オープンシームエッジが上金型のパンチビーム 21 と接触してからさらに 9 mm 圧下したのは、次のような技術思想に基づくものである。

[0038] 同一サイズの鋼管を複数製造する場合には、まず、同一サイズの複数のオープン管を成形する。ここで、そのプレス条件は、基本的に一定であるので

、素材である鋼板からオープン管への変形様式も基本的に同一である。よって、最終プレス途中の或る特定の形状を基準として、その状態からさらに追加すべき圧下量を一定にすれば、最終プレス後に除荷した状態でのシームギャップも一定になる。

[0039] 前述のように、2つのダイス1 a、1 bと1つのパンチ2を用いて鋼板からオープン管を成形する場合には、前記のさらに追加すべき圧下量を一定とする最終プレス途中のある特定の形状の指標として、シームギャップを採用することが、簡便であり、かつ有効である。

[0040] 前述の例では、かかる、さらに追加すべき圧下量を一定とする最終プレス途中のある特定の形状の指標であるシームギャップとして、両側のオープンシームエッジが2のパンチビーム2 1に両方ともに接触した時点を採用した。ここで、両側のオープンシームエッジが上金型2のパンチビーム2 1に両方ともに接触した時点から、さらに追加すべき圧下量は、事前に予備成形を実施したり、あるいは、過去の製造実績を参照したりすることにより把握・決定しておく。

[0041] なお、さらに追加すべき圧下量を一定とする形状の指標であるシームギャップの基準を、両側のオープンシームエッジが2の2 1に両方ともに接触した時点とした場合、すなわち、シームギャップがパンチビーム2 1の厚さと一致した場合について説明したが、本発明は、これに限定されるものではない。たとえば、シームギャップが特定の値に達したことの判定は、たとえば、板端位置を随時測定できる形式の検出器や、ある位置に到達したことを判定する形式の簡易な検出器を用いることにより可能である。

[0042] 具体的には、例えば、パンチビーム2 1に投光器と受光器を設け、投光器から受光器への航路をオープン管のオープンシームエッジが遮ることにより受光器における受光光量に変化することに基づき、オープンシームエッジの位置を検出することができる。また、オープンシームエッジが上金型2のパンチビーム2 1に接触した時点を検知するのであれば、板端部の位置を必ずしも随時測定することはない。たとえば、オープンシームエッジとパンチビ

ーム 2 1 とが接触することにより、電氣的導通状態が変化することや、あるいは、接触予定部に圧電素子をあらかじめ設けて接触有無を確認したりすることにより、実現できる。

[0043] 最終プレス of 圧下中にオープン管が特定のシームギャップになった状態から、さらに必要とされる追加圧下量の加工を施す制御方法としては、たとえば、前記特定のシームギャップ量になった時点で、プレス成形装置の圧下制御装置に信号を送り、この信号をトリガーとして、別途、事前に決定されている追加圧下量の加工を実施すればよい。追加圧下量の測定は、パンチ 2 の移動量を測定することにより可能である。なお、前記特定のシームギャップがパンチビーム 2 1 の厚さと同じ場合、すなわち、オープンシームエッジがパンチビーム 2 1 に接触した時点を基準とする場合には、パンチビーム 2 1 に接触したオープンシームエッジがパンチビーム 2 1 上を摺り上っていく量を検知して、この摺り上る量を基準にして追加圧下量を制御することも可能である。

[0044] 上記のプレス成形方法により製造されたオープン管を用いて鋼管を製造するには、前記連続仮付け溶接装置を用いてオープン管のオープンシームギャップを連続仮付け溶接し、その後、内面溶接、ついで外面溶接、の順番で本溶接を実施すればよい。本溶接を実施した鋼管に対して、拡管装置を用いて拡管することにより、鋼管の真円度を向上させることができるので好ましい。拡管工程において拡管率（拡管前の管の外径に対する拡管前後の外径変化量の比）は、通常、0.3%～1.5%の範囲で実施される。真円度改善効果と拡管装置に要求される能力とのバランスの観点から、拡管率は0.5%～1.2%の範囲であることが好ましい。

実施例 1

[0045] 外径 1219 mm、管厚 31.8 mm、長さ 12 m の鋼管を製造するために API X80 グレードで長さ 24 m の鋼板を 10 枚準備し、各鋼板を長手方向に 3 分割して、試験材を 10 枚／組×3 組準備した。これらの鋼板の板幅を 3693 mm に機械加工し、鋼板幅方向両端部の各々について、幅 1

80 mmの範囲をR 380 mmの金型で端曲げを行った後にプレス成形を実施した。

[0046] プレス成形は、上金型のパンチ2はパンチ先端部22の半径がR 415 mmのものを、下金型のダイス1はR 100 mmの金型を間隔540 mm（間隔は下金型の2つのダイス1a、1bの頂点部間の距離）にセットし、11回に分けて行った。なお、パンチビーム21の厚みは100 mmである。

[0047] 1パス目から10パス目までの幅方向セット位置（下金型の2つのダイスの中心の板幅中央からの距離）と圧下量を表1に示す。圧下量は鋼板の降伏強度615 MPaの時に端曲げと11回のプレス成形との合計でシームギャップ部を除いたほぼ全周の曲げになるように定めた。

[0048]

[表1]

表 1

パス	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
鋼板幅方向位置 (mm)	1515	1212	909	606	303	—1515	—1212	—909	—606	—303
圧下量 (mm)	78.0	75.2	73.5	73.5	73.5	78.0	75.2	73.5	73.5	73.5

本成形工程の成形順序としては、図 3 のプレス工程図に示すように、パ

ス 1 ～ 5 が前半工程、パス 6 ～ 10 が後半工程を意味する。前半工程にあたるパス 1 ～ 5 は、鋼板の幅方向一方側の端部から該鋼板の幅方向中央部に向かって順次成形し、該鋼板幅方向中央部でプレス 1 回分の幅だけ手前まで成形する。次に、後半工程にあたるパス 6 ～ 10 は、前記鋼板の幅方向反対側の端部から前記鋼板幅方向中央部に向かって順次成形する。最後（11 パス目）に前記鋼板幅方向中央部に圧下を加える。

[0049] 降伏強度の異なる 10 枚の鋼板（鋼板 No. A ～ J）を使って、表 1 で示した鋼板幅方向位置（表中鋼板幅方向位置は鋼板幅中央 C から A 方向距離を＋、B 方向距離を－で表示した）で、各々の鋼板について 10 パスのプレスを行い、その後 11 パス目のプレスを行ってプレス後の除荷した状態でのシームギャップを測定した。その結果（鋼板降伏強度とプレス後のシームギャップの関係）を表 2 に示す。

[0050]

[表2]

表2

鋼板No.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	シームギャップ のばらつき (mm)	所要時間 (分)	評価	備考
降伏強度 (MPa)	679	657	638	615	611	609	605	598	581	560	—	—	—	—
シーム ギャップ (mm)	139	142	123	118	126	120	125	114	119	107	35	59	○	発明例
	219	232	157	141	170	149	166	126	140	—	92	56	×	比較例1
	125	112	123	130	131	108	107	139	119	122	31	83	△	比較例2

最終パス（１１パス目）では、板幅中央が下金型中心となるようにセットし、本発明例では、降伏強度 615 MPa の鋼板でプレス後のシームギャップが 125 mm となるように、鋼板の幅端部、すなわちオープン管のオープンシームエッジがパンチビーム 21 に接触した後、更に 9 mm 圧下した。比較例 1 では、降伏強度が最も低い 560 MPa の鋼板でプレス後の除荷した状態でのシームギャップが 100 mm となるように、鋼板の上面位置からパンチ 2 を下降させる量である圧下量を 48.6 mm とした。比較例 2 では、まず、オープン管のオープンシームエッジがパンチビーム 21 に接触するまで圧下し、そのプレス後の除荷した状態でのシームギャップを確認して、下金型のダイス 1 a、1 b の間隔を調整後、再度圧下を繰り返した。

[0051] 本発明例は 10 本の鋼管のプレス後のシームギャップのばらつき（＝最大値－最小値）も小さく、プレス成形の所要時間も短く、良好な鋼管形状と高い作業能率が両立している。

一方、比較例 1 ではプレス成形の所要時間は若干小さいものの、最も降伏強度の低い鋼板 J では、オープンシームエッジがパンチビーム 21 を挟み込んだ状態となったため、成形材（オープン管）を取り出すためにラインを停止する必要が発生したため、工業生産としての採用は困難であった。また、比較例 2 では、形状は安定しているものの所要時間が本発明例の 1.4 倍かかっており生産能率が劣っている。

産業上の利用可能性

[0052] 本発明の鋼管のプレス成形方法、鋼管の製造方法は、大径厚肉の鋼管の製造に限定されるものではなく、３点曲げプレスを行なって鋼管を製造する方法の全てに適用することができる。

符号の説明

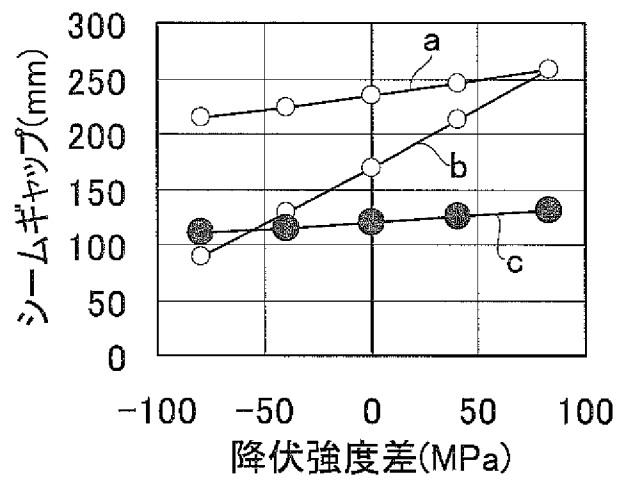
[0053]	1 a、1 b	ダイス
	2	パンチ
	21	パンチビーム
	22	パンチ先端部

- 3 オープン管
- 3 1 a、3 1 b 板端部
- 4 1 端曲げ下金型
- 4 2 端曲げ上金型

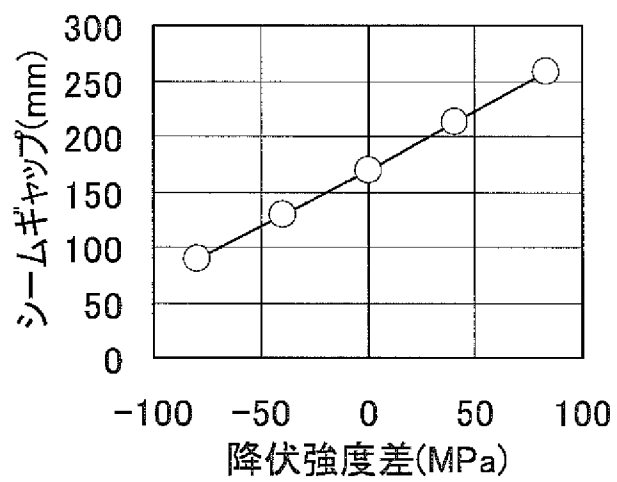
請求の範囲

- [請求項1] 鋼板に複数回のプレス曲げ加工を加えて鋼板を成形して鋼管を成形する方法であって、被成形材であるオープン管が最終回のプレス曲げ加工中に特定のシームギャップとなった状態からさらに必要とされる追加圧下量と前記特定のシームギャップとの間について、あらかじめ求められた関係に従い、被成形材であるオープン管が最終回のプレス曲げ加工中に前記特定のシームギャップとなった状態から前記の関係に基づく前記追加圧下量の加工を前記オープン管に施すことを特徴とする鋼管のプレス成形方法。
- [請求項2] 前記所定のシームギャップが、鋼板のオープンシームエッジが上金型のパンチビームに接触した時点のシームギャップであることを特徴とする請求項1記載の鋼管のプレス成形方法。
- [請求項3] 請求項1または2に記載のプレス成形方法で成形されたオープン管のオープンシームエッジを突き合わせて溶接することを特徴とする鋼管の製造方法。

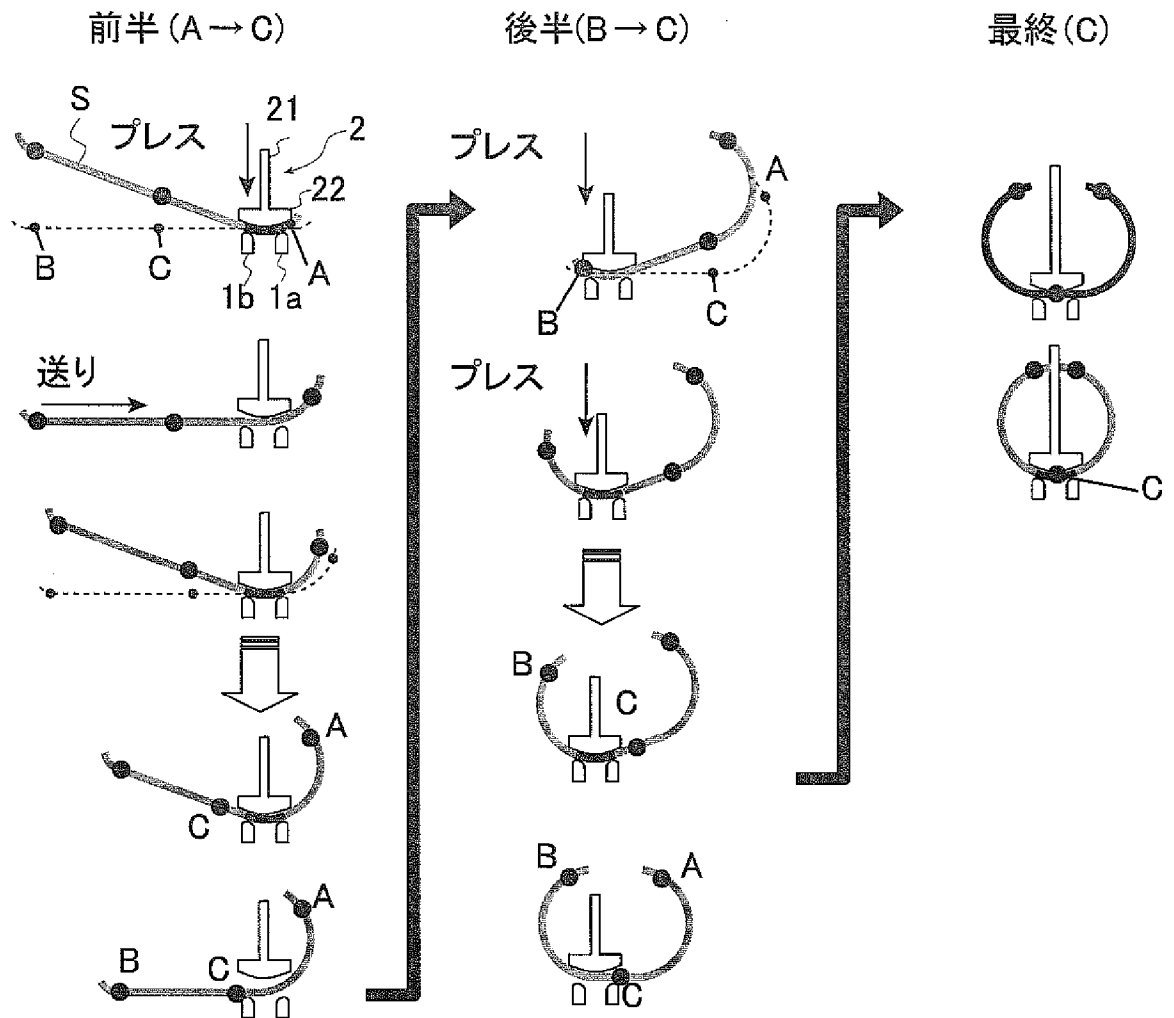
[図1]



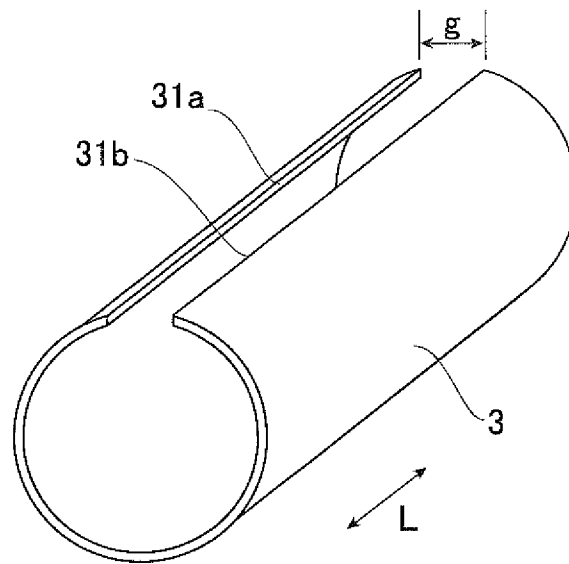
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

図5A

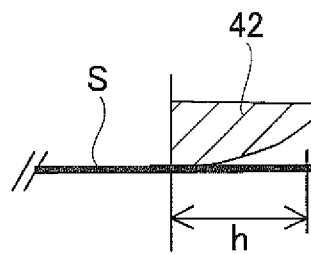


図5B

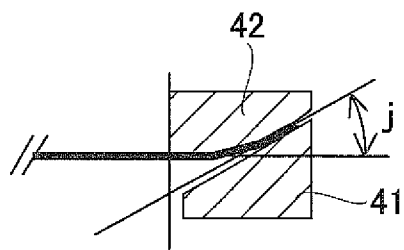
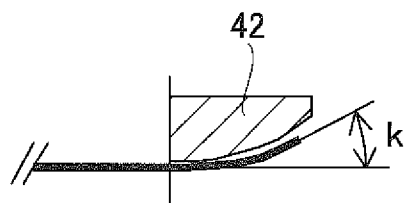
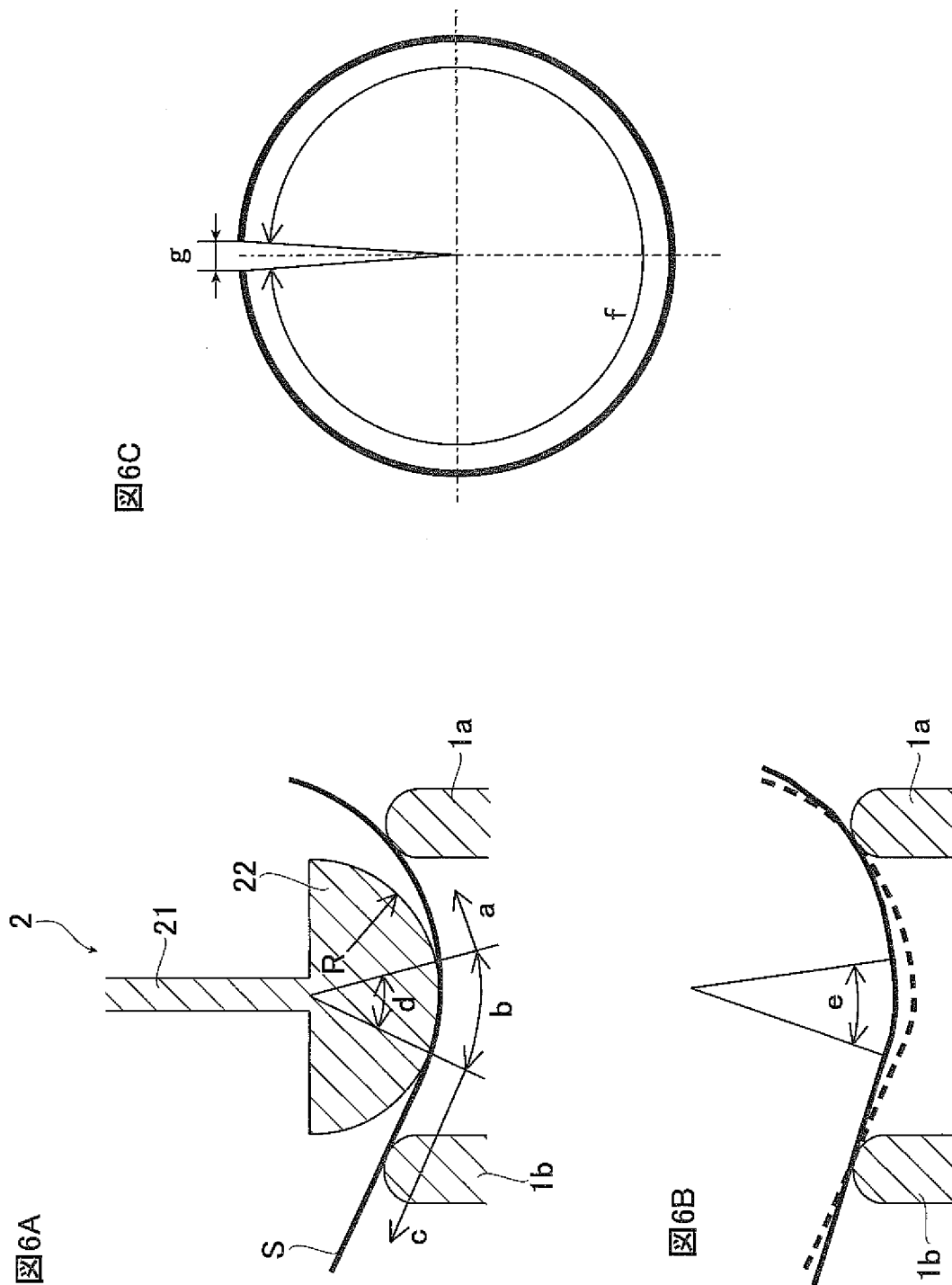


図5C



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/003435

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21D5/01(2006.01) i, B21C37/08(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)

B21D5/01, B21C37/08

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	1996-2013
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.
Y	JP 2012-170977 A (JFE Steel Corp.), 10 September 2012 (10.09.2012), paragraphs [0006], [0012] to [0013]; fig. 3 to 4 (Family: none)	1-3
Y	JP 10-166059 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 23 June 1998 (23.06.1998), paragraphs [0007], [0013]; fig. 4 (Family: none)	1-3
A	JP 2003-154411 A (Chuo Spring Co., Ltd.), 27 May 2003 (27.05.2003), paragraphs [0009], [0020] (Family: none)	1-3

☐ 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
20 August, 2013 (20.08.13)

Date of mailing of the international search report
03 September, 2013 (03.09.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B21D5/01(2006.01)i, B21C37/08(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（I P C））

Int.Cl. B21D5/01, B21C37/08

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	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013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
Y	JP 2012-170977 A（J F E スチール株式会社）2012.09.10, 段落0006、0012-0013、図3-4（ファミリーなし）	1-3
Y	JP 10-166059 A（三菱重工業株式会社）1998.06.23, 段落0007、 0013、図4（ファミリーなし）	1-3
A	JP 2003-154411 A（中央発條株式会社）2003.05.27, 段落0009、 0020（ファミリーなし）	1-3

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

20.08.2013

国際調査報告の発送日

03.09.2013

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）

大光 太朗

3 P

3423

電話番号 03-3581-1101 内線 3364