

(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
2017年8月17日(17.08.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/138577 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 38/00 (2006.01) C22C 38/60 (2006.01)
C21D 7/10 (2006.01) E04C 5/03 (2006.01)
C21D 8/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/004633
- (22) 国際出願日: 2017年2月8日(08.02.2017)
- (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 2016-023746 2016年2月10日(10.02.2016) JP
- (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: 上井 清史 (UWAI Kiyoshi); 〒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). 岩本 隆 (IWAMOTO Takashi); 〒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). 長谷 和邦 (HASE Kazukuni); 〒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: 杉村 憲司 (SUGIMURA Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館36階 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, ST, 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).

[続葉有]

(54) Title: DEFORMED REINFORCING BAR

(54) 発明の名称: 異形鉄筋

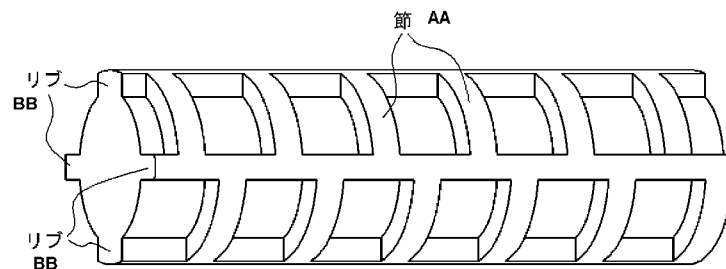


FIG. 2:
AA Striations
BB Ribs

(57) Abstract: Provided is a high-manganese-content deformed reinforcing bar having an austenite single-phase structure and having excellent bending workability. A deformed reinforcing bar having a component composition including, in terms of mass%, 0.7% to 1.2% C, 1.0% or less of Si, 9% to 15% Mn, 1.0% or less of Cr, 0.03% or less of P, and 0.05% or less of S, the remainder comprising Fe and unavoidable impurities, the deformed reinforcing bar having a structure comprising an austenite single phase, the ratio of the difference between the maximum hardness and the minimum hardness in the periphery of a cross section perpendicular to the longitudinal direction with respect to the central average hardness being 15% or less, two or more ribs extending in the longitudinal direction being provided at equal intervals in a cross-sectional circumferential direction, and the ratio of the difference between the maximum and minimum values of the rib width with respect to the minimum value of the rib width being 50% or less.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/138577 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

曲げ加工性に優れた、オーステナイト単相組織を有する高マンガン含有異形鉄筋を提供する。 質量%で、C : 0.7%以上1.2%以下、Si : 1.0%以下、Mn : 9%以上15%以下、Cr : 1.0%以下、P : 0.03%以下、およびS : 0.05%以下、を含み、残部がFeおよび不可避不純物からなる成分組成を有し、オーステナイト単相からなる組織を有し、長手方向に垂直な断面の外周における最大硬度と最小硬度の差の、中心平均硬度に対する比率が15%以下であり、長手方向に伸びるリブが2本以上、断面円周方向に等間隔で設けられており、前記リブの幅の最大値と最小値の差の、前記最小値に対する比率が50%以下である、異形鉄筋。

明 細 書

発明の名称：異形鉄筋

技術分野

[0001] 本発明は、鉄筋コンクリート構造物に使用される異形鉄筋に関するものであり、特に、曲げ加工時の面外変形抑制に優れた、9質量%以上のMnを含有する高マンガン含有異形鉄筋に関するものである。

背景技術

[0002] オーステナイト組織を有した高マンガン異形鉄筋は、透磁率が低いため、電流による磁場を乱してはならない場所、例えば、病院のMRI（磁気共鳴画像診断）室の鉄筋構造部材などに使用される。建築現場での施工に際して異形鉄筋は、フープ状等、所定の形状に曲げ加工したうえで使用される。図1は、略正方形のフープ状に曲げ加工した異形鉄筋を側面から見た状態の例を示したものである。図1（b）のように鉄筋が略同一平面内に収まっていれば問題ないが、図1（a）のように面外変形を生じると平面上への配置ができない。そのため、異形鉄筋には面外変形を生じないことが求められる。

[0003] 異形鉄筋は、コンクリートとの密着性を考慮して、丸棒材の周囲に長手方向に伸びるリブと、所定の節とを形成したものであり、例えば、図2に示すような形状をしている。節およびリブを除いた部分の直径、節の高さ、節間の距離、リブの幅の合計、節と軸線との角度は、JIS規格により定められている。

[0004] 異形鉄筋の曲げ加工性向上に関し、例えば、特許文献1では、鉄筋の軸線に対して斜行する節を有する鉄筋において、節の形状や配置を制御することにより、曲げ加工時の浮上量を改善することが提案されている。

[0005] また、特許文献2には、鉄筋の円周方向に90°間隔で長手方向に連続する4本のリブを有し、円周方向に隣り合うリブを接続する節を有する鉄筋であって、リブや節の形状を制御することにより曲げ加工性とコンクリート密着性を改善した高強度鉄筋が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平06－288038号公報

特許文献2：特開2011－208257号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、オーステナイト組織を有した高マンガン鋼は、一般の鋼に比べてヤング率が低く、かつ、加工硬化特性が著しいため、面外変形が一般の鋼よりも生じ易く、特許文献1および特許文献2に記載された技術を用いても面外変形を抑制できない。面外変形を生じると、一定断面内となるように建設現場で都度修正する必要があり、多大な負担となる。

[0008] 本発明は、かかる従来技術の問題を解決し、オーステナイト単相組織を有する高マンガン含有異形鉄筋であっても、曲げ加工時の面外変形を抑制できる曲げ加工性に優れた異形鉄筋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

[0009] 本発明者らは、上記目的を達成するために、高マンガン異形鉄筋の面外変形の発生に影響する要因について鋭意研究し、以下の知見を得た。

[0010] 丸棒を曲げ加工をする際には、曲げ中立軸に対し丸棒断面内で中立軸内側に圧縮ひずみ、中立軸外側に引張ひずみを生じるが、中立軸の上下では対象性を保っている。しかし、異形鉄筋では、節およびリブが存在するため、節およびリブの周りに局所的なひずみの分布が偏在することになるとともに、節およびリブの形状あるいは曲げる位置により、異形鉄筋断面内における中立軸上下のひずみ分布の対象性が変化する。この断面内の中立軸上下ひずみ分布の対象性が大きく崩れ、且つ、一定以上のひずみ量の差となることにより、面外変形（この場合は上或いは下に変形する）が顕著となる。

[0011] したがって、異形鉄筋の節およびリブを限りなく低くして丸棒形状に近づければ、該上下ひずみ分布の対象性が保てるため面外変形は生じにくくなる

が、コンクリートとの密着性が低下するため、JISで規定されている節高さより低くすることはできない。また、ひずみ量の総和は曲げ加工の程度により定まるため、曲げ加工の程度が少なければ、該上下ひずみ分布の対象性が少々崩れていても面外変形は生じにくくなるが、曲げ加工の程度を限定することもできない。

[0012] 他方、オーステナイト組織を有する高マンガン鋼は、図3に示すように、一般の鋼に比べ加工硬化が極めて大きいという特性がある。このため、曲げ加工時には、節およびリブ周辺の形状を起因としたひずみの偏在が素材強度の大きな偏在を誘引する。さらに加工が進むと、素材強度の局所偏在がひずみの偏在をより助長することになる。

[0013] 上記の理由から、オーステナイト組織を有した高マンガン異形鉄筋は、その特徴的な著しい加工硬化に起因して、一般の鋼の異形鉄筋に比べて、曲げ加工時に生じる節やリブ周囲に生じる局所的ひずみが多くなり、上下ひずみの対象性の崩れが大きくなる結果、面外変形が発生し易くなる。

[0014] 本発明は、上記知見に基づいてなされたものであり、その要旨構成は次のとおりである。

1. 質量%で、

C : 0.7%以上1.2%以下、

Si : 1.0%以下、

Mn : 9%以上15%以下、

Cr : 1.0%以下、

P : 0.03%以下、および

S : 0.05%以下、

を含み、残部がFeおよび不可避不純物からなる成分組成を有し、

オーステナイト単相からなる組織を有し、

長手方向に垂直な断面の外周におけるビッカース硬さの最大硬度と最小硬度の差の、中心平均硬度に対する比率が15%以下であり、

長手方向に伸びるリブが2本以上、断面円周方向に等間隔で設けられてお

り、

前記リブの幅の最大値と最小値の差の、前記最小値に対する比率が50%以下である、異形鉄筋。

[0015] 2. 前記成分組成が、質量%で、

V : 1.0%以下、および

Nb : 0.2%以下の少なくとも一方をさらに含む、前記1に記載の異形鉄筋。

[0016] 3. 前記リブの数が4以上の偶数であり、

対角リブ頂点間距離の最大値と最小値の差の、前記最小値に対する比率が5%以下である、前記1または2に記載の異形鉄筋。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、オーステナイト組織を有した高マンガン含有異形鉄筋における、曲げ加工時の面外変形を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]フープ状に曲げ加工した異形鉄筋を側面から見た模式図である。

[図2]異形鉄筋の形状の一例を示す模式図である。

[図3]高Mn鋼と一般の鋼の応力-ひずみ曲線である。

[図4]2軸ローラーレベラーの構造の一例を示す模式図である。

[図5]回転矯正レベラーの構造の一例を示す模式図である。

[図6]4ロール圧延機の一例を示す模式図である。

[図7]2ロール圧延機の一例を示す模式図である。

[図8]浮き上がり量の測定方法を示す模式図である。

[図9]実施例1における、硬度差と浮き上がり量の関係を示す図である。

[図10]実施例1における、リブ幅の差と浮き上がり量の関係を示す図である。

[図11]実施例2における、リブ幅の差と浮き上がり量の関係を示す図である。

[図12]実施例2における、対角リブ頂点間距離の差と浮き上がり量の関係を

示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] [成分組成]

まず、本発明においては、鋼の成分組成を上記のように限定した理由について説明する。なお、特に断らない限り、各成分の含有量についての「%」は「質量%」を意味する。

[0020] C : 0.7%以上1.2%以下

Cは、オーステナイト相を安定させ、必要な強度を確保する上で重要な元素である。C含有量を0.7%以上とすることにより、必要な強度とともに、非磁性材料として必要な比透磁率1.1以下を安定的に得ることができる。一方、Cを1.2%を超えて含有させると、延性および加工性が劣化して、曲げ加工時に割れが生じやすくなる。したがって、C含有量は0.7%以上1.2%以下とする。

[0021] Si : 1.0%以下

Siは、脱酸剤として作用するとともに、固溶強化元素として必要な強度を与えるのに有用である。しかし、Si含有量が1.0%を超えるとその効果は飽和するとともに、加工性が劣化する。そのため、Si含有量は1.0%以下とする。なお、Si含有量が0%である場合を含むものとする。

[0022] Mn : 9%以上15%以下

Mnは、オーステナイト相を安定させ、必要な強度を確保する上で重要な元素である。非磁性材料として必要な比透磁率1.1以下を安定的に得るためには、9%以上のMnの添加を必要とする。一方、Mn含有量が15%を超えるとその効果は飽和する。そのため、Mn含有量は9%以上15%以下とする。

[0023] Cr : 1.0%以下

Crは、オーステナイト相を安定させ、固溶強化により強度を向上させる有益な元素である。しかし、Cr含有量が1.0%を超えるとその効果は飽和するとともに、加工性が劣化するため、Cr含有量は1.0%以下とする。

。

[0024] P : 0.03%以下

Pは、オーステナイト粒界に偏析し、熱間延性を著しく低下させ、連続鋳造時の表面割れを生じやすくする。そのため、P含有量は極力低いことが望ましいが、0.03%までは許容される。

[0025] S : 0.05%以下

Sは、鋼中でMnSを形成し被削性を向上させる有用元素であるが、オーステナイトの粒界に偏析し、粒界強度を低下させることにより疲労強度を低下させる弊害もあるため、S含有量は0.05%以下とする。

[0026] 本発明の一実施形態における異形鉄筋の成分組成は、上記各成分（基本成分）と、Feおよび不可避不純物を有する。

[0027] また、本発明の他の実施形態における異形鉄筋の成分組成は、上記の基本成分に加えて任意に、V : 1.0%以下およびNb : 0.2%以下の少なくとも一方を、さらに含有することができる。VやNbを添加することにより、さらに強度を安定して確保できる。

[0028] V : 1.0%以下

Vは、析出することによりオーステナイト粒径を小さくし、強度を向上させる有益な元素であるため、必要により添加することができる。しかし、V含有量が1.0%を超えると延性が著しく低下し、加工性が劣化するため、V含有量は1.0%以下とする。

[0029] Nb : 0.2%以下

Nbも、析出することによりオーステナイト粒径を小さくし、強度を向上させる有益な元素であるため、必要により添加することができる。しかし、Nb含有量が0.2%を超えると熱間延性が著しく低下し、連続鋳造時の割れを生じやすくなるため、Nb含有量は0.2%以下とする。

[0030] なお、鋼の成分組成は、上記の基本成分、任意に含有することができる成分（V、Nb）、および残部のFeおよび不可避不純物からなることが好ましい。

[0031] [組織]

本発明の異形鉄筋は、オーステナイト単相からなる組織を有する。

[0032] [硬度差]

本発明においては、異形鉄筋の長手方向に垂直な断面の外周におけるビッカース硬さの最大硬度と最小硬度の差の、中心平均硬度に対する比率（以下、単に「硬度差」という場合がある）を15%以下とすることが重要である。前記硬度差が15%を超えている場合、断面内におけるひずみの対称性が大きく崩れているため、曲げ加工した際に面外変形が生じることになる。なお、前記硬度差は、実施例に記載した方法で測定することができる。

[0033] 前記硬度差を15%以内とする方法は特に限定されないが、熱間圧延ままの直棒圧延材においては、異形断面をロールにて転写成形するパス前後の断面減少率（ $= (\text{前段の断面積} - \text{転写段の断面積}) / \text{前段の断面積} \times 100\%$ ）を40%以下とすることにより達成できる。特に、オーステナイト鋼では強度確保のために低温圧延が指向され、断面減少率が大きくなると硬度差が助長される。なお、前記断面減少率は、30%以下とすることが好ましい。

[0034] また、熱間圧延後にコイル状に巻取られた異形鉄筋を、レベラーにより冷間にて直線矯正して使用する直線矯正材においては、図4に示すような2軸ローラーレベラーや、図5に示すような回転矯正レベラーを用いて直線矯正することができるが、直線矯正後の断面内硬度の差は、本発明で規定される範囲内に管理しなければならない。

[0035] 直線矯正する際の留意点としては、前記した如く、熱間圧延段階で断面硬度の均質性を保つように製造しているため、矯正により材質を悪化しないようにしなければならない。例えば、2軸ローラーレベラーによる直線矯正では、矯正ロールの配置が一方向の装置では矯正ひずみに偏りが生じるため（図4に示した例では、矯正ロールが鉄筋の上下一方向に配置されている）、円周方向に多段に配置されたレベラー装置を利用することが望ましい。また、回転矯正レベラーによる直線矯正では、矯正ロールが回転しつつ矯正ひずみが導入されるため、2軸ローラーレベラーに比べ円周方向に均一なひずみ

を導入しやすく、矯正装置として望ましい。

[0036] [形状]

次に、鉄筋の異形状の限定理由について説明する。本発明の異形鉄筋には、その長手方向に伸びるリブが2本以上、断面円周方向に等間隔で設けられている。2本以上のリブを等間隔に設けることにより、曲げ加工時における上下ひずみの偏在を低減することができる。例えば、図2に示した鉄筋の例では、 90° 間隔で4本のリブが設けられている。リブの本数は、2本以上であれば特に限定されず、任意の数とすることができるが、熱間圧延による形状形成のしやすさの観点からは、偶数とすることが好ましい。また、2本のリブを 180° 間隔で配置すれば、曲げる位置によっては上下ひずみの対象性が保持されるため、断面硬度が上述の規定以内であれば面外変形を生じることはない。しかし、実際の施工にあたっては曲げ位置の指定ができない場合もあるため、リブを4本以上とすることが好ましい。一方、リブの数が多いほど、応力集中源を減らすことができ、上下ひずみの対称性の崩れを軽減できるが、リブを6本以上とすると熱間圧延による形状形成が困難となる。そのため、4本のリブを 90° 間隔で配置することがより好ましい。

[0037] [リブ幅の差]

本発明の異形鉄筋においては、前記リブの幅の最大値と最小値の差の、前記最小値に対する比率（以下、「リブ幅の差」という場合がある）を50%以下とする。リブ幅の差が50%を超えると、それぞれのリブの周囲で局所的に生じるひずみの差が大きくなり、上下ひずみの対称性が崩れ、面外変形を生じる。そのため、リブの幅の差を50%以下とすることにより、曲げ加工時の面外変形を抑制することができる。

[0038] [対角リブ頂点間距離の差]

本発明の異形鉄筋においては、リブの数を4以上の偶数とし、対角リブ頂点間距離の最大値と最小値の差の、前記最小値に対する比率（以下、「対角リブ頂点間距離の差」という場合がある）を5%以下とすることが好ましい。対角線上に配置されたリブが複数組存在する場合、各組におけるリブ頂点

間の距離の差が5%を超えると、曲げる位置により、上下ひずみの対象性が大きく崩れ、面外変形を生じる場合がある。そのため、対角リブ頂点間距離の差を5%以下とすることにより、さらに曲げ加工時の面外変形を抑制することができる。

[0039] 以上のように成分組成、組織、およびリブの形状を制御することにより、本発明で所期した、オーステナイト組織を有した高マンガン異形鉄筋で、曲げ加工時の面外変形を抑制した曲げ加工性に優れ、且つ、コンクリートとの密着性にも優れた異形鉄筋を得ることができる。

[0040] なお、所定のリブおよび節を熱間圧延により形成させる方法としては、例えば、出願人らが先に提案した特許第3491129号公報に記載の圧延方法を利用することができる。具体的には、図6に示すように2組のロールを直交配置した4ロール圧延機を用いることができる。また、図7に示すように上下にロールが配置された2ロール圧延機を用いることもできる。リブをロール間の隙間による噛み出しで形成する場合には、リブの寸法が本発明の条件を満たすよう、隣り合うロール間の隙間を精度よく管理しなければならない。また、リブをロールに掘られた溝で形成する場合には、使用中にロールに掘られた溝が徐々に摩滅してしまうため、リブの寸法が本発明の条件を満たすよう、圧延前のロール摩耗量を測定・管理しなければならない。

実施例

[0041] (実施例1)

表1に示す成分組成になる鋼(鋼種A~G)を溶製鑄造してビレットとした後、2ロール圧延機を用いて180°対角に配置された2本リブを有する異形鉄筋を製造した。前記異形鉄筋は、公称直径15.9mm(呼び名D16)のJIS G3112の規定を満足する異形形状とした。リブは上下ロールの隙間調整により噛み出し圧延にて形成した。リブ幅の差を表2に示す。なお、圧延に際しては、強度レベルSD345を満足するよう圧延温度を選定した。

[0042] 得られた異形鉄筋のそれぞれについて、次の方法で硬度差と曲げ性の評価

を行った。評価結果は表2に示した通りである。なお、No. 4～6、9、10の異形鉄筋については、一旦コイルに巻き取り、さらに直線矯正した後に硬度と曲げ性の評価を行い、それ以外の異形鉄筋については圧延後の直棒のまま評価を行った。

[0043] [硬度]

曲げ加工前の異形鉄筋の、長手方向（圧延方向）に垂直な断面（C断面）における硬度を測定した。前記測定は、ビッカース硬度計を用い、荷重1 kgの条件で実施した。中心平均硬度としては、前記断面の中心1点と、該中心を中心とした直径1 mmの円上で90° 間隔の4点との計5点での平均値を用いた。また、断面外周部をくまなく、具体的には5° 間隔で72点測定した。得られた外周硬度の最大値と最小値の差を、中心平均硬度に対する比率（%）で表した値を硬度差とする。

[0044] [曲げ性]

曲げ性を評価するために、異形鉄筋を長さ1300 mmに切断した後、図8に示すように、両端の一边の長さが400 mmのコの字になるように2箇所を90° 曲げ加工した。前記曲げ加工は、曲げ内側の半径が公称直径の1.5倍となる条件で実施した。曲げ加工を施した後、曲げ加工部の割れ有無を確認するとともに、一边端部の浮き上がり量を面外変形量として測定した。硬度差と浮き上がり量との関係を図9に、リブ幅の差と浮き上がり量との関係を図10に、それぞれ示す。

[0045] 表2、図9、および図10に示した結果より、成分組成、組織、硬度差、およびリブ幅の差のすべてが本発明の条件を満たす場合には、面外変形が少なく、曲げ加工性に優れていることが判る。これに対し、成分組成、組織、硬度差、およびリブ幅の差のいずれかが本発明の条件を満足しない比較例は、曲げ加工性が劣っている。

[0046]

[表1]

表1

鋼種	成分組成(質量%) *								備考
	C	Si	Mn	P	S	Cr	V	Nb	
A	0.99	0.36	13.4	0.016	0.039	0.10	—	—	適合鋼
B	1.01	0.34	9.1	0.010	0.047	0.31	—	—	適合鋼
C	0.73	0.30	10.2	0.010	0.033	0.12	—	—	適合鋼
D	0.73	0.02	10.7	0.013	0.004	0.01	0.46	—	適合鋼
E	0.74	0.24	11.2	0.017	0.006	0.01	—	0.12	適合鋼
F	<u>1.28</u>	0.01	9.1	0.012	0.040	0.01	—	—	比較鋼
G	<u>0.53</u>	0.02	13.3	0.014	0.045	0.11	—	—	比較鋼

* 残部はFeおよび不可避不純物

[0047] [表2]

表2

No.	鋼種	組織	矯正 有無	長さ方向に垂直な断面における硬度 HV			硬度差 (%)	リブ幅の差 (%)	曲げ割れ 有無	浮き上がり 量 (mm)	備考
				中心	外周						
					最大値	最小値					
1	A	オーステナイト	無	222	229	212	8	14.3	無	2	本発明例
2	B	オーステナイト	無	211	224	208	8	10.5	無	2	本発明例
3	C	オーステナイト	無	193	209	191	9	19.0	無	3	本発明例
4	D	オーステナイト	有	242	264	237	11	30.0	無	4	本発明例
5	E	オーステナイト	有	223	245	217	13	36.8	無	5	本発明例
6	D	オーステナイト	有	202	346	330	8	19.0	無	3	本発明例
7	F	オーステナイト+粒状炭化物	無	303	315	300	5	15.0	有	—	比較例
8	G	オーステナイト+マルテンサイト	無	261	368	201	64	4.8	有	—	比較例
9	A	オーステナイト	有	219	314	204	50	14.3	無	24	比較例
10	A	オーステナイト	有	220	264	217	21	14.3	無	10	比較例
11	A	オーステナイト	無	217	230	212	8	60.0	無	13	比較例
12	A	オーステナイト	無	215	228	210	8	66.7	無	17	比較例

[0048] (実施例2)

続いて表1の鋼種Aを用いて、90°間隔に配置された4本リブを有する、公称直径12.7mm(呼び名D13)、強度レベルSD345の異形鉄筋を、直棒圧延により製造した。圧延には、二個一対のロールを直交に配置した4ロール圧延機を使用し、隣り合うロール間の隙間を調整し、噛み出し圧延を行うことによってリブを形成した。リブ幅および対角リブ頂点間距離は表3に示した通りとした。リブ幅および対角リブ頂点間距離の調整は、上下左右ロールのギャップと、異形転写ロールに入る前の素材の大きさを変えることによって噛み出し量を制御して行った。なお、異形転写ロールパス前後の断面減少率は40%以内とし、不当な断面硬度差とならない範囲で調整した。曲げ性の評価は実施例1と同様の方法で行い、その結果を表3に示し

た。また、リブ幅の差と浮き上がり量との関係を図 1 1 に、対角リブ頂点間距離の差と浮き上がり量との関係を図 1 2 に、それぞれ示す。

[0049] 表 3、図 1 1、および図 1 2 に示した結果より、リブ形状が本発明の条件を満たす場合には、面外変形が少なく、曲げ加工性に優れていることが判る。これに対し、本発明の条件を満足しない比較例は、曲げ加工性が劣っている。

[0050]

[表3]

表3

No.	鋼種	組織	矯正 有無	硬度差 (%)	リブ幅			対角リブ頂点間距離			曲げ割れ 有無	浮き上がり 量 (mm)	備考
					上下リブ (mm)	左右リブ (mm)	リブ幅の差 (%)	上下リブ間 (mm)	左右リブ間 (mm)	対角リブ頂点間距離の差 (%)			
13	A	オーステナイト	無	5	1.5	1.6	6.7	12.7	12.7	0.0	無	1	本発明例
14	A	オーステナイト	無	5	1.5	1.9	26.7	12.7	12.7	0.0	無	2	本発明例
15	A	オーステナイト	無	8	1.5	2.0	33.3	12.7	12.4	2.4	無	4	本発明例
16	A	オーステナイト	無	8	1.5	2.1	40.0	12.7	12.7	0.0	無	5	本発明例
17	A	オーステナイト	無	5	1.5	2.5	66.7	12.7	12.7	0.0	無	18	比較例
18	A	オーステナイト	無	6	1.5	1.6	6.7	13.1	12.7	3.1	無	5	本発明例
19	A	オーステナイト	無	8	1.5	1.6	6.7	13.3	12.5	6.4	無	12	比較例
20	A	オーステナイト	無	5	1.5	1.6	6.7	13.4	12.4	8.1	無	17	比較例
21	A	オーステナイト	無	8	1.5	1.6	6.7	13.6	12.5	8.8	無	19	比較例

請求の範囲

[請求項1]

質量%で、

C : 0.7%以上1.2%以下、

Si : 1.0%以下、

Mn : 9%以上15%以下、

Cr : 1.0%以下、

P : 0.03%以下、および

S : 0.05%以下、

を含み、残部がFeおよび不可避不純物からなる成分組成を有し

、

オーステナイト単相からなる組織を有し、

長手方向に垂直な断面の外周におけるビッカース硬さの最大硬度と最小硬度の差の、中心平均硬度に対する比率が15%以下であり、

長手方向に伸びるリブが2本以上、断面円周方向に等間隔で設けられており、

前記リブの幅の最大値と最小値の差の、前記最小値に対する比率が50%以下である、異形鉄筋。

[請求項2]

前記成分組成が、質量%で、

V : 1.0%以下、および

Nb : 0.2%以下の少なくとも一方をさらに含む、請求項1に記載の異形鉄筋。

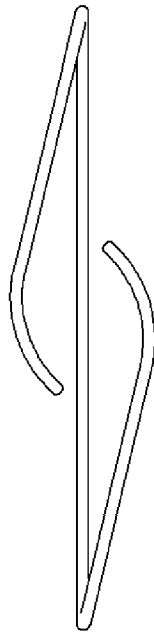
[請求項3]

前記リブの数が4以上の偶数であり、

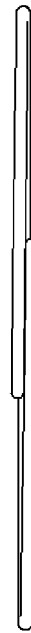
対角リブ頂点間距離の最大値と最小値の差の、前記最小値に対する比率が5%以下である、請求項1または2に記載の異形鉄筋。

[図1]

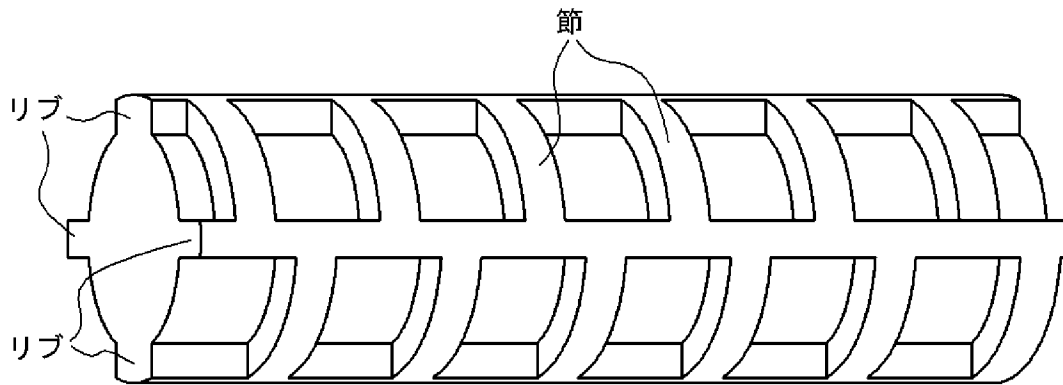
(a)



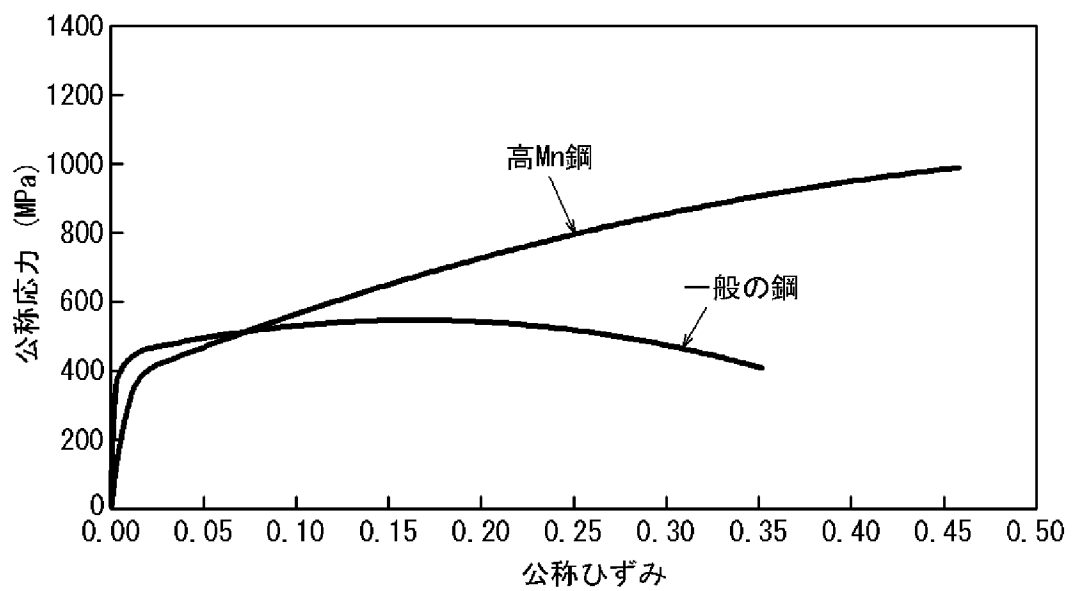
(b)



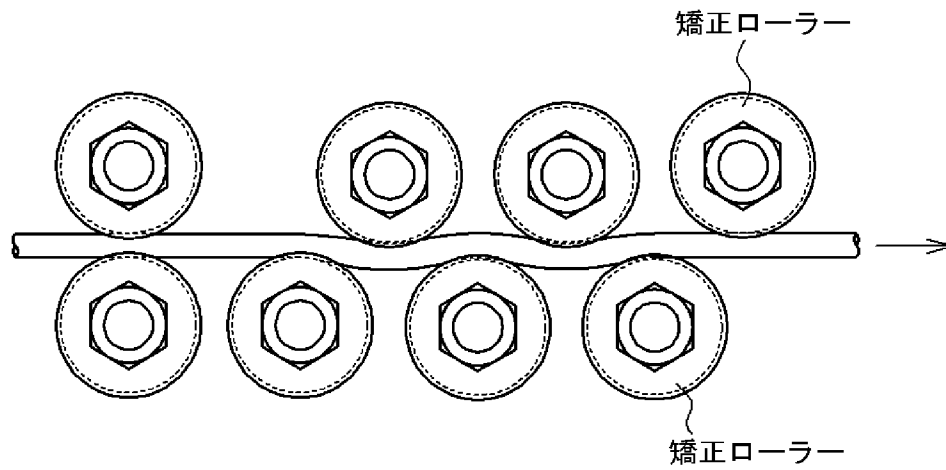
[図2]



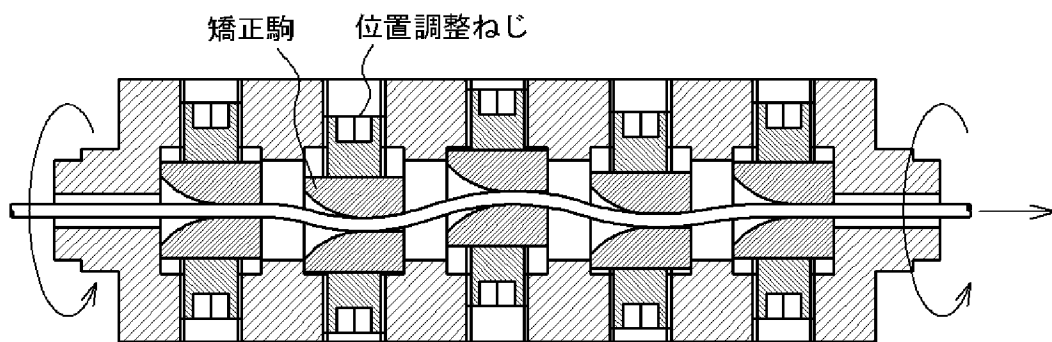
[図3]



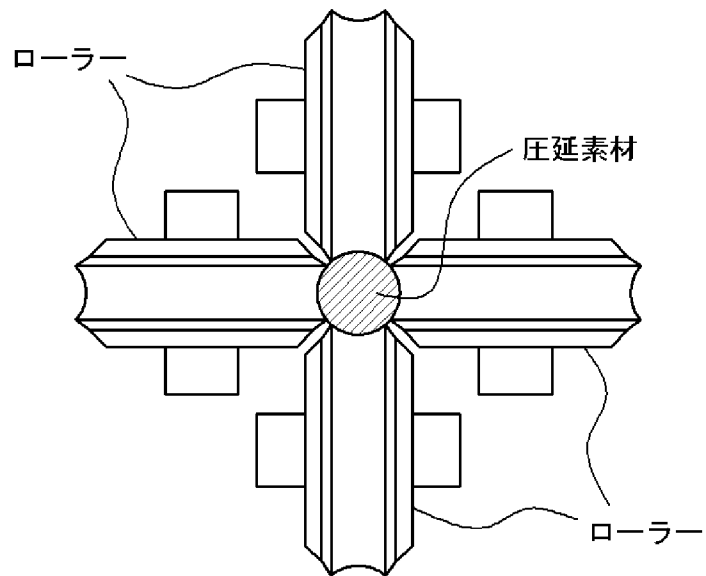
[図4]



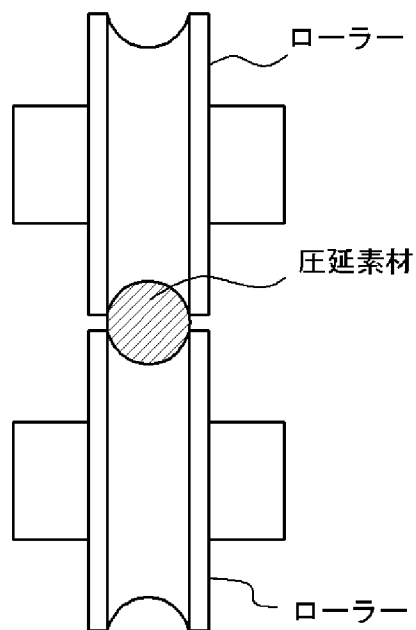
[図5]



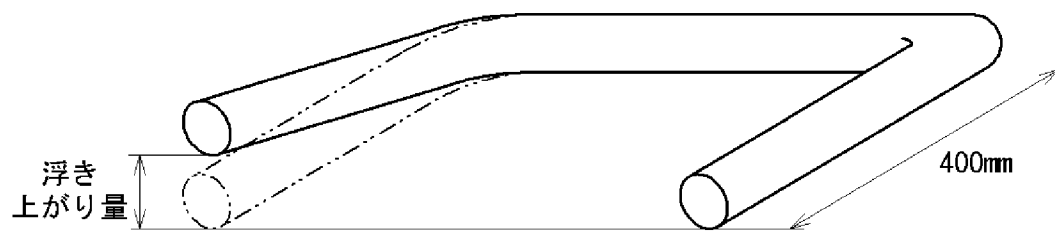
[図6]



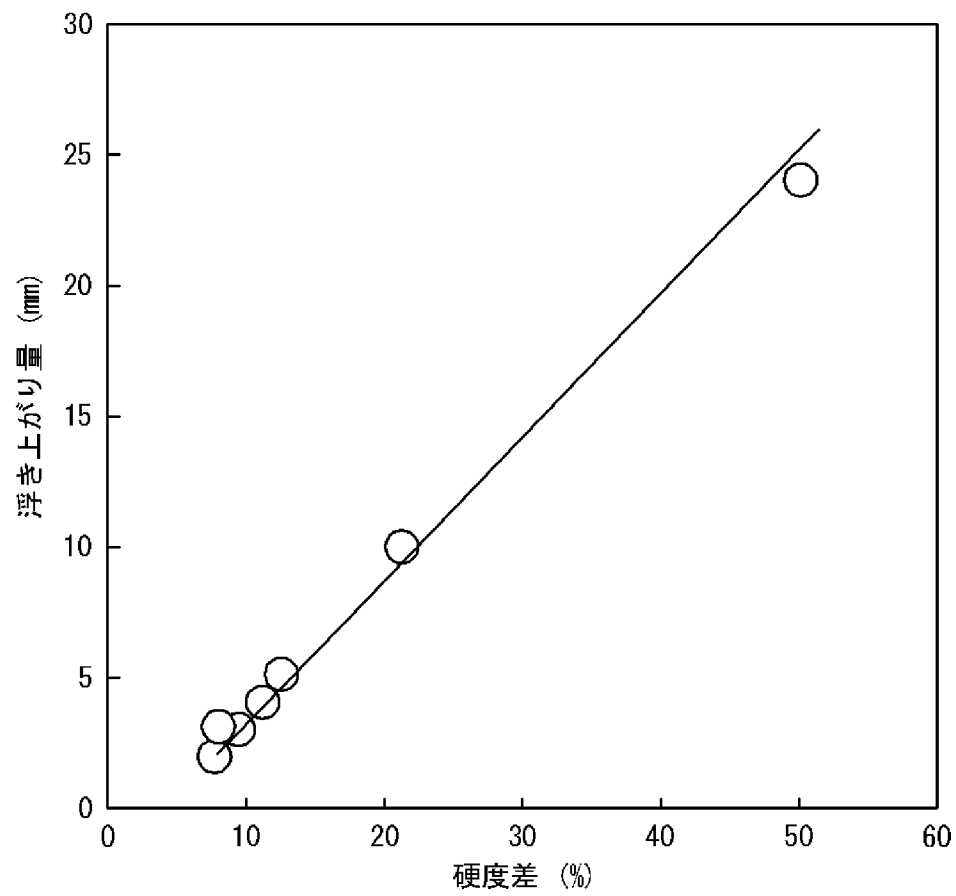
[図7]



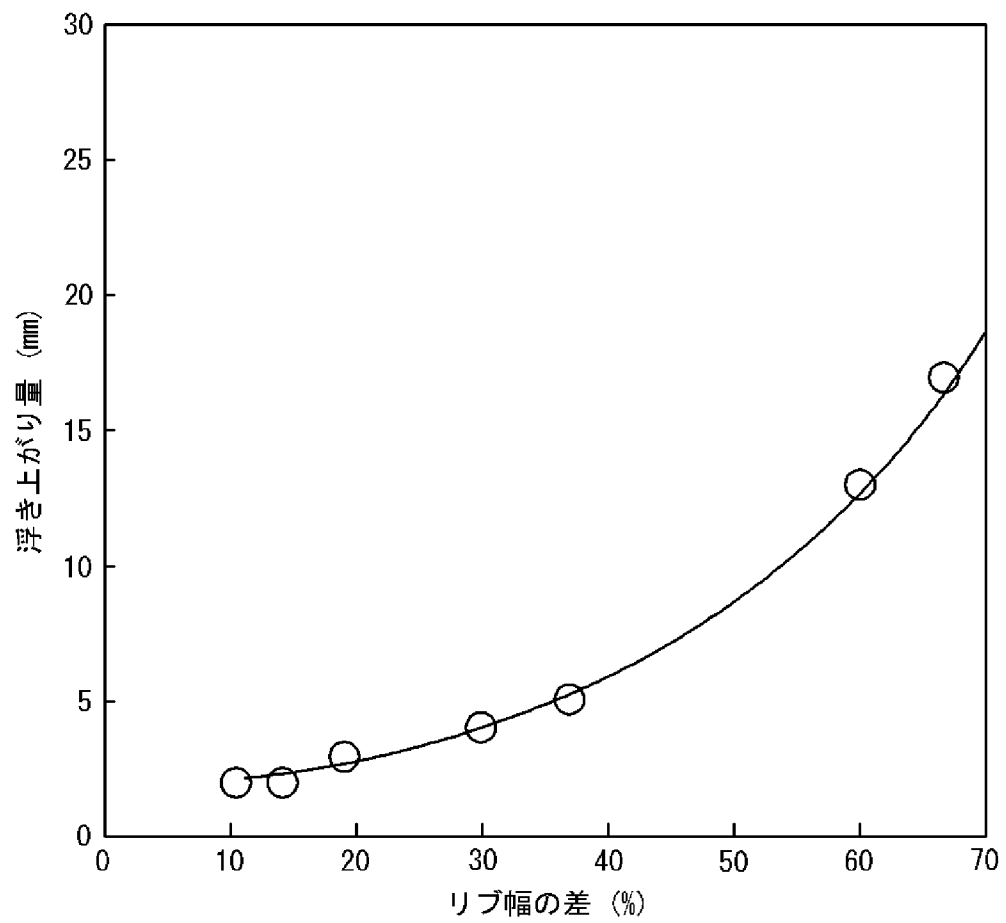
[図8]



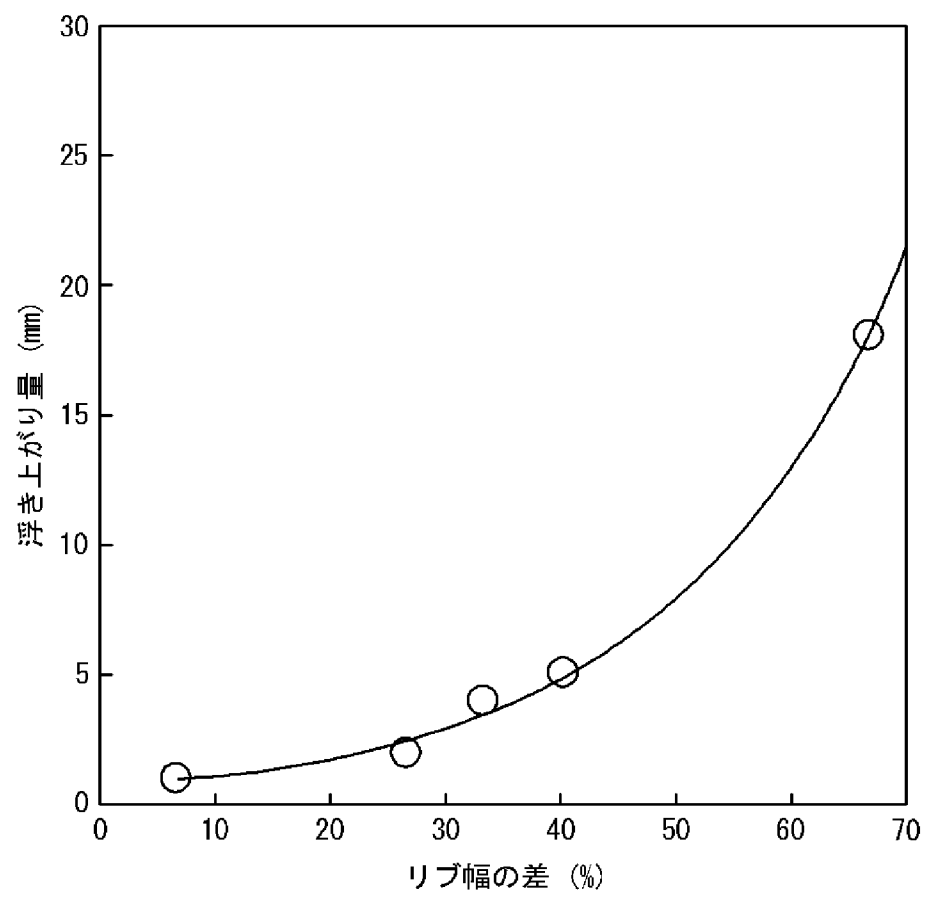
[図9]



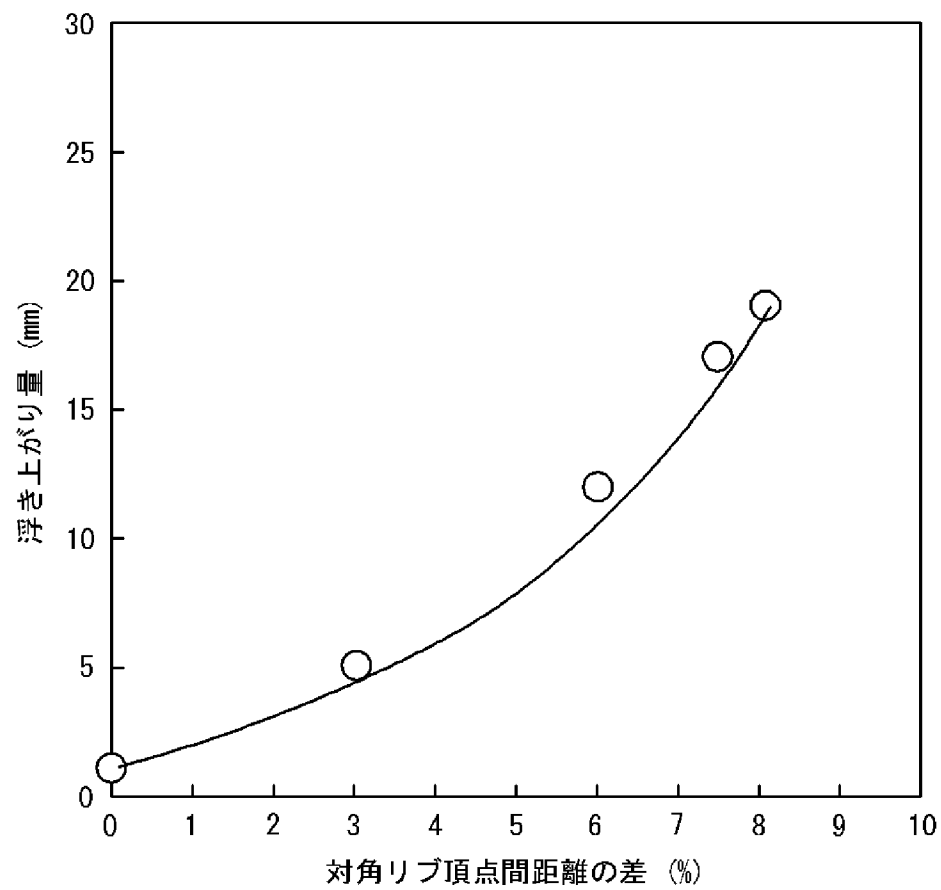
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/004633

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C38/00(2006.01)i, C21D7/10(2006.01)i, C21D8/08(2006.01)i, C22C38/60(2006.01)i, E04C5/03(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, C21D7/10, C21D8/08, C22C38/60, E04C5/03

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2014-205908 A (Kobe Steel, Ltd.), 30 October 2014 (30.10.2014), paragraphs [0047], [0070]; tables 1 to 4 (Family: none)	1-3
A	JP 2012-161820 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 30 August 2012 (30.08.2012), paragraphs [0002], [0030]; table 4 (Family: none)	1-3
A	JP 2011-208257 A (JFE Steel Corp.), 20 October 2011 (20.10.2011), fig. 1 (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 April 2017 (20.04.17)

Date of mailing of the international search report
09 May 2017 (09.05.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

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. C22C38/00(2006.01)i, C21D7/10(2006.01)i, C21D8/08(2006.01)i, C22C38/60(2006.01)i, E04C5/03(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, C21D7/10, C21D8/08, C22C38/60, E04C5/03

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 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 7 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 2014-205908 A（株式会社神戸製鋼所）2014.10.30, 【0047】、【0070】、表1～表4（ファミリーなし）	1 - 3
A	JP 2012-161820 A（住友金属工業株式会社）2012.08.30, 【0002】、【0030】、表4（ファミリーなし）	1 - 3
A	JP 2011-208257 A（J F E スチール株式会社）2011.10.20, 図1（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

2 0 . 0 4 . 2 0 1 7

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 5 . 2 0 1 7

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）

河野 一夫

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

4 K

9 8 3 3