

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5910552号  
(P5910552)

(45) 発行日 平成28年4月27日(2016.4.27)

(24) 登録日 平成28年4月8日(2016.4.8)

(51) Int.CI.

B21B 39/00 (2006.01)

F1

B21B 39/00

F

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2013-56489 (P2013-56489)  
 (22) 出願日 平成25年3月19日 (2013.3.19)  
 (65) 公開番号 特開2014-180684 (P2014-180684A)  
 (43) 公開日 平成26年9月29日 (2014.9.29)  
 審査請求日 平成26年10月27日 (2014.10.27)

(73) 特許権者 000001258  
 JFEスチール株式会社  
 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号  
 (74) 代理人 100126701  
 弁理士 井上 茂  
 (74) 代理人 100130834  
 弁理士 森 和弘  
 (72) 発明者 大森 章規  
 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J  
 F E スチール株式会社内  
 (72) 発明者 内藤 誠  
 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J  
 F E スチール株式会社内

審査官 坂本 薫昭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】金属材料搬送用ロール及びその製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

円柱状の軸芯と該軸芯の周面を覆う外筒とを備える金属材料搬送用ロールであって、前記外筒はロールの軸方向に2分割され、前記軸芯と前記外筒とは、ロールの軸方向の端部で溶接されており、2分割された外筒間には、ロールの円周方向に沿って前記軸芯の周面の一部を露出している、前記外筒の熱膨張による力が前記端部の溶接部分に掛かることを防止するための間隔が設けられ、

露出した前記軸芯の周面には、前記間隔の幅よりもロール軸方向長さの長い溝が形成されており、該溝の両端部には、前記溝の底部と前記軸芯の周面とを結ぶ曲面が形成されていることを特徴とする金属材料搬送用ロール。

## 【請求項 2】

前記間隔を形成している前記外筒の端面は前記軸芯の周面側へ面取りされていることを特徴とする請求項1に記載の金属材料搬送用ロール。

## 【請求項 3】

円柱状の軸芯と、該軸芯の周面を覆う、ロールの軸方向に2分割された外筒とを備え、前記軸芯と前記外筒とがロールの軸方向の端部で溶接されている金属材料搬送用ロールの製造方法であって、

前記軸芯の円周方向に沿って前記軸芯の周面に溝を形成し、

前記溝の両端部に、前記溝の底部と前記軸芯の周面とを結ぶ曲面を形成し、

前記溝が露出し、且つ、前記溝のロール軸方向長さよりも幅の小さい、前記外筒の熱膨

張による力が前記端部の溶接部分に掛かることを防止するための間隔を形成するように、ロールの軸方向に分割された2つの外筒の内部に前記軸芯を装入し、

前記軸芯と前記2つの外筒とを、ロールの軸方向の端部で溶接することを特徴とする金属材料搬送用ロールの製造方法。

【請求項4】

前記間隔を形成することとなる前記外筒の端面を前記軸芯の周面側へ面取りしておくことを特徴とする請求項3に記載の金属材料搬送用ロールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、割損が生じにくい金属材料搬送用ロール及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

製鉄所で用いられている設備、例えば、連続鋳造設備や熱延設備などでは、金属材料搬送用ロールが用いられる。その金属材料搬送用ロールとしては、ヒートクラックなどによるロールの割損を抑えるために、軸芯と外筒とを焼き嵌めするなどして、これらを結合して形成される組立式のロールがある。その組立式のロールは、ヒートクラックが、外筒の表面から発生し、軸芯との境界までで停止するような機構になっているので、ロール全体にヒートクラックが生じることが抑えられている。

【0003】

20

このような組立式のロールでは、外筒の材料として耐摩耗性に優れた金属が用いられ、軸芯の材料として疲労強度及び韌性に優れた金属が用いられるので、外筒と軸芯とで熱膨張率が異なっている。特許文献1には、この組立式のロールとして、熱膨張率やヤング率などの物性から算出される熱衝撃係数が所定の値以上となる材料からなる外筒を有する板圧延用超硬合金製複合ロールが提案されており、これにより、熱衝撃による初期クラックを防止している。

【0004】

上述の組立式のロールは、円筒状の外筒を加熱し膨張させて、加熱していない円柱状の軸芯を外筒内に挿入し、この外筒を冷却して製造される。これにより、外筒の内周面は軸芯の周面に接触している状態となるが、単に、外筒に軸芯を挿入した後に、この外筒を冷却しただけでは、これらがスリップする可能性がある。そこで、このスリップを防止するために、ロールの軸方向の両端部における軸芯と外筒との境界を溶接して、外筒と軸芯とがともに回転するようにしている。特許文献1の発明のロールの構造では、外筒と軸芯とで熱膨張率が異なっているため、ロールの使用環境にもよるが熱によっては、外筒及び軸芯の一方が、もう一方より大きく膨張してしまい、軸芯と外筒との溶接部分に応力が掛かり、該溶接部分が破損するおそれがある。

30

【0005】

そこで、外筒がロールの軸方向に分割され、分割された外筒の間で、ロールの円周方向に沿って軸芯の周面の一部が露出している間隔を形成して、その間隔へ外筒が膨張することを可能とし、溶接部分が破損することを防いでいる。図4は、この間隔が形成された外筒を有する従来の金属材料搬送用ロールである。この従来の金属材料搬送用ロール101において、外筒102に間隔103を形成すると、溶接部分106で外筒102と溶接された軸芯104の、外筒102のコーナー部分105に対応する部分に凹み傷が発生し、そこから軸芯104にクラックが生じる現象が観察された。このようなクラックの発生は、例えば、連続鋳造設備におけるダウンタイムトラブルに繋がる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許2004-268140号公報

【発明の概要】

50

**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

本発明は上記現象に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、割損が生じにくい金属材料搬送用ロール及びその製造方法を提供することである。

**【課題を解決するための手段】****【0008】**

本発明者らは、従来の金属材料搬送用ロールにおけるコーナー部分に凹み傷が発生する理由を鋭意検討した結果、金属材料を搬送する際に外筒に荷重が掛かった状態で、その金属材料搬送用ロールが回転すると、外筒の端面のうちの内周端となるコーナー部分に対応する軸芯の部分に応力が集中する可能性があると推察し、そのコーナー部分に対応する部分の形状を変更することで、その部分に掛かる応力を抑える本発明を完成した。 10

**【0009】**

すなわち、上記課題を解決するための本発明の要旨は以下の通りである。

(1) 円柱状の軸芯と該軸芯の周面を覆う外筒とを備える金属材料搬送用ロールであって、前記外筒はロールの軸方向に分割され、分割された外筒間には、ロールの円周方向に沿って前記軸芯の周面の一部を露出している間隔が設けられ、露出した前記軸芯の周面には溝が形成されており、該溝の両端部には、前記溝の底部と前記軸芯の周面とを結ぶ曲面が形成されていることを特徴とする金属材料搬送用ロール。

(2) 前記間隔を形成している前記外筒の端面は前記軸芯の周面側へ面取りされていることを特徴とする上記(1)に記載の金属材料搬送用ロール。 20

(3) 円柱状の軸芯と該軸芯の周面を覆う外筒とを備える金属材料搬送用ロールの製造方法であって、前記軸芯の円周方向に沿って前記軸芯の周面に溝を形成し、前記溝の両端部に、前記溝の底部と前記軸芯の周面とを結ぶ曲面を形成し、前記溝が露出する間隔を形成するように、ロールの軸方向に分割された外筒の内部に前記軸芯を装入することを特徴とする金属材料搬送用ロールの製造方法。

(4) 前記間隔を形成することとなる前記外筒の端面を前記軸芯の周面側へ面取りしておることを特徴とする上記(3)に記載の金属材料搬送用ロールの製造方法。

**【発明の効果】****【0010】**

本発明によれば、円柱状の軸芯と該軸芯の周面を覆う外筒とを備える金属材料搬送用ロールにおいて、分割された外筒の間に設けられている間隔に露出している軸芯部分に掛かる応力が抑えられて、軸芯の割損が生じにくくなり、その結果、この金属材料搬送用ロールの長寿命化を図ることができる。 30

**【図面の簡単な説明】****【0011】**

【図1】本発明の金属材料搬送用ロールを示す説明図である。

【図2】溝の両端部に曲面を形成する方法を示す説明図である。

【図3】本発明における、溝の両端及び溝の中央で発生する応力と、曲率半径  $r$  との関係を示すグラフである。

【図4】従来の金属材料搬送用ロールを示す説明図である。 40

**【発明を実施するための形態】****【0012】**

以下、添付図面を参照して本発明を具体的に説明する。図1は、本発明の金属材料搬送用ロールを示す説明図であり、金属材料搬送用ロールの側面断面図でもある。金属材料搬送用ロール1は、円柱状の軸芯2と、該軸芯2の周面を覆う円筒状の外筒3とを備えている。金属材料が搬送される搬送方向に、金属材料搬送用ロール1が複数並べられ、鋼片などの金属材料を、回転する複数の金属材料搬送用ロール1で搬送する。

**【0013】**

軸芯2は、胴部21と、該胴部21の両端から外側へ突設された軸部22と、を有している。軸部22には軸受23が取り付けられており、軸芯2はこの軸受23で支えられつ 50

つ回転する。

**【0014】**

外筒3は、ロールの軸方向に分割された2つの第1の外筒3aと第2の外筒3bとかなり、第1の外筒3a内と第2の外筒3b内とに軸芯2が嵌装されている。軸芯2の周面となる胴部21が外筒3で覆われているが、第1の外筒3aと第2の外筒3bとの間には、金属材料搬送用ロール1の円周方向に沿って胴部21の周面の一部を露出させる間隔31が設けられている。

**【0015】**

図1に示すように、ロールの軸方向の両端部では、軸芯2と外筒3との境界が溶接された溶接部分4が形成されている。この溶接部分4で軸芯2と外筒3とが固着しているので、軸芯2とともに外筒3も回転する。金属材料搬送用ロール1の使用環境にもよるが熱によって、外筒3が軸芯2より大きく膨張しても、外筒3が間隔31に膨張するため、該間隔31が狭くなるに過ぎず、このようにして、間隔31は、軸芯2または外筒3の熱膨張による力が溶接部分4に掛かることを防止している。

10

**【0016】**

図1に示すように、間隔31に対応する軸芯2の周面には、その円周方向に沿って溝2aが形成されており、該溝2aの両端部には、溝2aの底部と軸芯2との周面とを結ぶ曲面が形成されている。すなわち、溝2aの両端24に対応する軸芯2の周面の縁から溝2aの底に向けて傾斜する曲面が形成されている。図4に示すように、従来の金属材料搬送用ロール101では、このロールに荷重が掛かると、コーナー部分105に対応する軸芯104の部分に、間隔103を形成する外筒102の端面の内周端が接触して、その部分に応力が集中すると推察される。これに対して、本発明では、コーナー部分105に対応する周面部分で、外筒3の間隔31を形成する端面32の端面内端32aに接触する部分を溝2aの縁(両端)としている。これにより、端面内端32aが、面でなく軸芯2の曲面の縁に接触することになるので、端面内端32aの接触による力が、軸芯2の周面ではなく周線(曲面の縁)に掛かることになり、両端24に掛かる応力が抑えられる。

20

**【0017】**

更には、溝2aの両端24から間隔31へ外筒3の外周面が突出するように、外筒3の端面32を傾斜させることが好ましい。すなわち、外筒3の端面32を軸芯2の周面側へ面取りすることが好ましい。なぜならば、間隔31を覆いかつ軸芯2に近い外筒3の部分が少ないほど、両端24には応力が掛かりにくいからである。

30

**【0018】**

特に、製鉄所における連続鋳造装置に、この金属材料搬送用ロール1を用いる場合には、軸芯2は、ロールの内部部材となり、疲労強度及び韌性に優れた金属からなることが望ましい。この金属としては、例えば、SCM材などの機械構造用合金鋼がある。外筒3は、金属材料搬送用ロール1の外部部材となり、搬送される金属材料に接触するので、耐摩耗性に優れた金属からなることが望ましい。この金属としては、例えば、ハイス系やSUS材などの合金鋼がある。

**【0019】**

次に、本発明の金属材料搬送用ロールの製造方法を説明する。この製造方法は、大きく下記の3つの工程を備えている。

40

工程1：軸芯2の周面に、その円周方向に沿って溝を形成する。

工程2：溝2aの両端部に、溝の底部と軸芯2の周面とを結ぶ曲面を形成する。

工程3：円筒状の第1の外筒3a及び第2の外筒3bを準備し、これらの間に溝2aが露出させる間隔31を形成するように、第1の外筒3a及び第2の外筒3bの内部に軸芯2を装入する(焼き嵌める)。

**【0020】**

以下、工程1～3の各々を説明する。

**【0021】**

<工程1>

50

軸芯 2において、図 1に示した間隔 3 1に露出する溝 2 aを形成する。図 2は、溝の両端部に曲面を形成する方法を示す説明図である。まず、金属材料搬送用ロール 1の使用用途に応じて、軸芯 2において溝 2 aを形成する位置を決める。次いで、溝 2 aのうち、金属柱の周面に平行な平行部分の溝平行部分長さ  $x$  及び軸芯 2の周面から溝 2 aのその平行部分までの溝深さ  $z$ を決めて、その長さ  $x$  及び深さ  $z$ で決まる空間(溝)を形成する。

#### 【0022】

具体的には、旋盤などで、軸芯 2の円周方向に沿って、その周面を溝平行部分長さ  $x$  及び溝深さ  $z$  分削ってもよいし、そのような寸法を有する凹みが形成されるように金属柱を成型加工し、それを軸芯 2としてもよい。

#### 【0023】

<工程 2>

工程 1と共に、及び / または、工程 1に次いで、図 2に示すように、前述の長さ  $x$  と深さ  $z$  とで決まる空間における、軸芯 2の軸方向に沿った両端部分を加工して、その両端部分が、溝の底部と軸芯 2の周面とを結ぶ曲面となるように曲率半径  $R$  を有する曲率円 4 1を想定し、この曲率半径  $R$  に沿った円周に沿った曲面をその両端部分に形成して、溝 2 aを形成する。

#### 【0024】

軸芯 2を薄くすることは、軸芯 2自体が脆くなる応力が集中する部分をロールに作ることと同義であり、かつ、ロールの軸方向に垂直な断面積を小さくして負荷応力を高くする行為でもあるので、従前行われることはなかった。しかしながら、本発明者らは、図 4に示すように、従来の金属材料搬送用ロール 101では、コーナー部分 105に対応する軸芯 104の部分に応力が集中している可能性を考えて、図 1に示すように、溝 2 aの両端部に、曲面を形成するために、敢えて最初から軸芯 2の一部を薄くするという思想に至った。曲面を形成する方法としては、工程 1で得られた軸芯 2を、曲率円 4 1の円周に沿って削ってもよいし、そのような円周に沿った曲面が、その両端部に形成された溝を有する金属柱を成型加工して、それを軸芯 2としてもよい。

#### 【0025】

<工程 3>

円筒状の第 1, 2 の外筒 3 a, 3 bを準備し、これらを熱膨張させておく。一方で、軸芯 2は加熱しないでおく。次いで、溝 2 aが露出している間隔 3 1を形成するように、第 1の外筒 3 a内及び第 2の外筒 3 b内に軸芯 2を挿入する。軸芯 2が挿入された状態で第 1, 2 の外筒 3 a, 3 bを冷却することで、これらが収縮して、軸芯 2が第 1, 2 の外筒 3 a, 3 bに嵌装される。このようにして、外筒 3に軸芯 2が装入される。

#### 【0026】

工程 3の前に、間隔 3 1を形成することとなる第 1, 2 の外筒 3 a, 3 bの端面 3 2を、軸芯 2の周面側へ面取りしておくことが好ましい。

#### 【0027】

[曲率半径 の設定]

図 2からわかるように、溝平行部分長さ  $x$  及び曲率半径  $R$  を大きくすれば、軸方向に沿った間隔 3 1の長さが大きくなり、溝深さ  $z$ を大きくすれば、径方向に沿う間隔 3 1の深さが大きくなってしまうため、金属材料搬送用ロール 1の金属材料に接触する外筒の面積も小さくなってしまう。このため、溝平行部分長さ  $x$  は、胴部 2 1の軸方向に沿った全長  $X$ (図 1参照)の  $1/20 \sim 1/10$  とし、溝深さ  $z$  は、胴部 2 1の径方向における全長(軸芯 2の直径)  $Z$ (図 1参照)の  $1/20 \sim 1/10$  とする。

#### 【0028】

曲率半径  $R$  は、例えば、次のように決めることが可能である。

(1) まずは、溝深さ  $z$ を決める。

(2) 次いで、有限要素法に基づく 3 次元モデルなどによって、金属材料搬送ロール 1に負荷荷重を与える計算シミュレーションを行なう。決められた溝深さ  $z$  以外のシミュレーションの条件は、金属材料搬送ロール 1の形状などによって適宜決めればよい。

10

20

30

40

50

(3) 負荷荷重を与えていたる間に、曲率半径  $\rho$  および溝平行部長さ  $x$  を変化させて、溝の両端 2 4 に発生する応力と、溝 2 a の中央部分に発生する応力と、を計算し、いずれか大きい方の応力（「最大発生応力」という）の分布を、 $-x$  平面で表した等値線図（コンター図）を作成する。

(4) 等値線図から、最大発生応力を最小化する  $-x$  の範囲を求める。

(5) この最大発生応力の最小値に基づいて、許容し得る応力の限界値を決めておく。例えば、最小値より、その最小値の絶対値の 20 % 程度大きい応力を、許容し得る応力の限界値とすることができる。

(6) 上記(5)で求めた限界値を与える  $-x$  の範囲とから、溝平行部分長さ  $x$  と曲率半径  $\rho$  とを求めることができる。  
10

また、上記(2)～(6)を、(1)で決める溝深さ  $z$  を適宜変更して行ない、更に、溝深さ  $z$  及び溝平行部分長さ  $x$  に応じた最適な曲率半径  $\rho$  を求めてもよい。

#### 【0029】

図 3 は、本発明における、溝の両端及び溝の中央で発生する応力と、曲率半径  $\rho$  との関係を示すグラフである。図 3 のグラフは、胴部 2 1 の長さが 1981 mm であり、軸芯 2 の直径が 255 mm である寸法を有する金属材料搬送用ロール 1 を想定し、溝平行部分長さ  $x$  を 20 mm、溝深さ  $z$  を 3 mm と想定し、曲率半径  $\rho$  を変化させて、溝 2 a の両端 2 4 及び溝 2 a の軸方向に沿った中央で発生した応力を有限要素法で求めた結果である。

#### 【0030】

図 3 からわかるように、曲率半径  $\rho$  が 20 mm を超えると、溝 2 a の中央で発生した応力は上昇し始める。一方で、両端 2 4 で発生した応力は、曲率半径  $\rho$  が 4 mm から 20 mm 程度までは急激に低下するが、20 mm を超えたあたりから一定値に漸近する。また、曲率半径  $\rho$  を大きくし続けると、両端 2 4 で発生した応力は漸減し続け、溝 2 a の中央で発生する応力は増大し続けて、これらの応力が一致する。この応力が一致する曲率半径は 58 mm であった。  
20

#### 【0031】

曲率半径  $\rho$  が 58 mm から大きくなると、溝 2 a の中央で発生する応力は、両端 2 4 で発生し漸減している応力を超えて、増大していく。この増大していく応力が、前述の曲率半径  $\rho$  が 20 mm のときの両端 2 4 で発生する応力を超える曲率半径  $\rho$  は 90 mm であった（図 3 のグラフには示さず）。このため、この寸法の金属材料搬送用ロール 1 であれば、これらの部位で発生する応力を考慮して曲率半径  $\rho$  を 20 ~ 90 mm とすることが好ましい。このようにして、間隔 3 1 の寸法と、溝平行部分長さ  $x$  と溝深さ  $z$  と曲率半径  $\rho$  との関係、及び、溝 2 a の両端 2 4 と溝 2 a の中央とで発生する応力を考慮して、これらの応力が一致する曲率半径  $\rho$  以下となるように、曲率半径  $\rho$  を設定することが好ましい。  
30

#### 【0032】

以上のように、円柱状の軸芯 2 と該軸芯 2 の周面を覆う外筒 3 とを備える金属材料搬送用ロール 1 において、ロールの軸方向の両端部における軸芯 2 と外筒 3 との溶接部分 4 が破損することを防止しつつ、間隔 3 1 を形成している溝 2 a の両端 2 4 に過度な応力が発生することを抑えて、この金属材料搬送用ロール 1 の長寿命化を図ることができる。

#### 【実施例】

#### 【0033】

図 1 に示すような金属材料搬送用ロール 1 を準備した（本発明例）。金属材料搬送用ロール 1 の寸法は、次の通りである。

金属材料搬送用ロール 1 の全長	: 2426 mm
金属材料搬送用ロール 1 の直径	: 330 mm
胴部 2 1 の全長 X	: 1981 mm
軸芯 2 の直径 Z	: 255 mm
溝平行部分長さ x	: 20 mm
溝深さ z	: 3 mm
曲率半径	: 20 mm

10

20

30

40

50

軸芯2の材料はSCM440であり、外筒3の材料はSUS431Mである。

【0034】

一方で、図4に示すような従来の金属材料搬送用ロール101を準備した（比較例）。金属材料搬送用ロール101の外筒102及び軸芯104の寸法は、本発明例の金属材料搬送用ロール1に準ずる。

【0035】

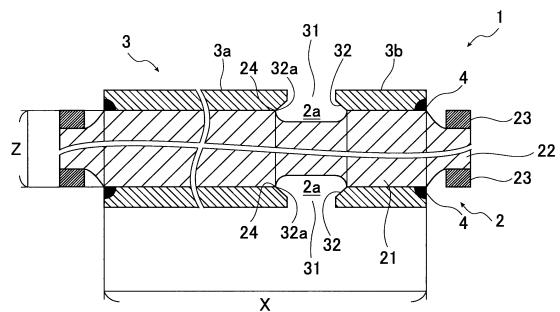
金属材料搬送用ロール1, 101に加熱冷却を繰り返す間に荷重 $100\text{ kgf/mm}^2$ を加えつつ、これらを回転させて、金属材料搬送用ロール1, 101にクラックが発生するかの試験を確認した。金属材料搬送用ロール101は、試験開始から481時間経過後に、コーナー部分105に対応する軸芯104の部分にクラックが発生したが、金属材料搬送用ロール1は、試験開始から900時間経過してもクラックが発生しなかった。このことからも、間隔31を形成している溝2aの両端24に過度な応力が発生することを抑えて、この金属材料搬送用ロール1の長寿命化が図れたことがわかる。  
10

【符号の説明】

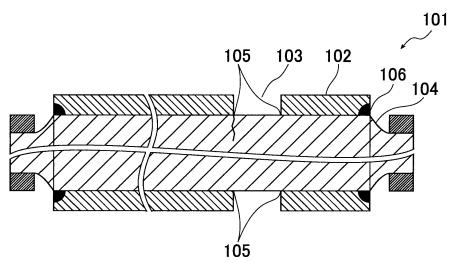
【0036】

1	金属材料搬送用ロール	
2	軸芯	
2 a	溝	
3	外筒	
3 a	第1の外筒	20
3 b	第2の外筒	
4	溶接部分	
2 1	胴部	
2 2	軸部	
2 3	軸受	
2 4	溝の両端	
3 1	間隔	
3 2	端面	
3 2 a	端面内端	
4 1	曲率円	30
1 0 1	従来の金属材料搬送用ロール	
1 0 2	外筒	
1 0 3	間隔	
1 0 4	軸芯	
1 0 5	コーナー部分	
1 0 6	溶接部分	

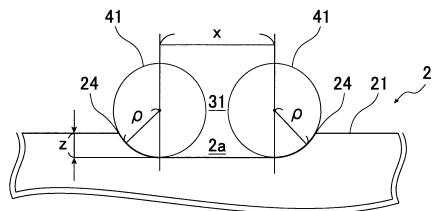
【図1】



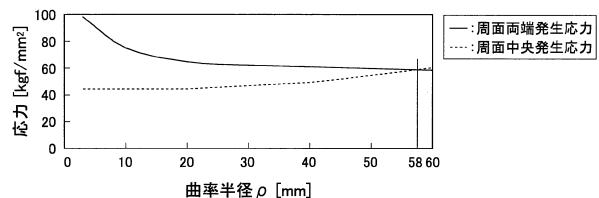
【図4】



【図2】



【図3】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 実開昭50-040832(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B21B 39/00