(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
2011 年 4 月 28 日(28.04.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/049170 A1

(51) 国際特許分類:
E02D 5/24 (2006.01) *E02D 5/28* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/068603

(22) 国際出願日: 2010 年 10 月 21 日(21.10.2010)

(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 2009-242267 2009 年 10 月 21 日(21.10.2009) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 新日本製鐵株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 Tokyo (JP). 株式会社クボタ (KUBOTA Corporation) [JP/JP]; 〒5568601 大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目２番４７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): 高木 優任 (TAKAGI Masahide) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 井口 公一 (INOKUCHI Kouichi) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 相和 明男 (SOUWA Akio) [JP/JP]; 〒5568601 大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目２番４７号 株式会社クボタ内 Osaka (JP). 鈴木 規彦 (SUZUKI Norihiko) [JP/JP]; 〒5568601 大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目２番４７号 株式会社クボタ内 Osaka (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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, 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.

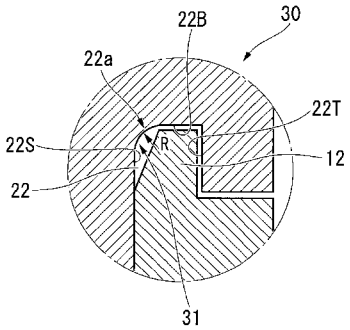
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) **Title**: STEEL PIPE CONNECTION STRUCTURE

(54) 発明の名称 : 鋼管の連結構造

[図3A]



(57) **Abstract**: Disclosed is a steel pipe connection structure wherein a first steel pipe and a second steel pipe are connected together longitudinally in such a way that shear protrusions and load transmission keys are inserted for engagement purposes between these steel pipes. A protrusion extending toward the second steel pipe is provided to the first steel pipe, and a recess for inserting the aforementioned protrusion is formed in the second steel pipe. In a connection section where a side surface and the bottom surface of the aforementioned recess are connected together, there is a portion where a bending force is caused due to out-of-plane deformation of the protrusion when a tensile load acts between the first steel pipe and the second steel pipe. This portion is provided with a stress alleviation shape section consisting of either a curved surface or a flat surface, or a combination of both, the aforementioned flat surface intersecting with an adjoining flat surface at an obtuse angle.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/049170 A1

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)）

一方の鋼管と、他方の鋼管とを、これら鋼管の間にせん断突起又は荷重伝達キーを噛み合せることにより長手方向に連結する鋼管の連結構造であって、前記一方の鋼管側に前記他方の鋼管側に伸びる突起が設けられるとともに、前記他方の鋼管側に前記突起が挿入される凹部が形成され；前記凹部の側面と底面とが連接される連接部の、前記一方の鋼管と前記他方の鋼管との間に引張荷重が作用した際に前記突起の面外変形により曲げ力が発生する部分に、曲面、隣接する面と鈍角で交差する面、のいずれか一方又はこれらの組合せからなる応力緩和形状部が設けられている。

明　細　書

発明の名称 ： 鋼管の連結構造

技術分野

[0001] 本発明は、鋼管同士を長手方向に連結するための鋼管の連結構造に関する。

本願は、２００９年１０月２１日に、日本国に出願された特願２００９－２４２２６７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] 従来、土木または建築構造物には、杭や柱等に鋼管が広く用いられている。

これら鋼管を土木または建築構造物に用いる場合、製作および運搬等の都合から、定尺物の鋼管を現場に搬入し、現場で連結して所定の長さに形成する場合が多い。この接合には、溶接が使われることが多いが、省力化、施工時間の短縮などを目的として、現地での溶接を使わない機械式継手が使われることも多い。

[0003] 機械式継手を用いて連結した鋼管は、施工時や供用時に力が加わり、それにより連結部分に引張荷重や曲げ荷重が作用すると、連結部分が互いに面外変形して抜け出す可能性がある。

[0004] このような鋼管の連結に関して、例えば特許文献１には、一方の鋼管に接合した継手材に設けられた突起を、他方の鋼管に接合された継手材の凹部に挿入して、上記突起を凹部の外周壁部で保持することで、継手材が互いに抜け出さないようにする技術が開示されている。

[0005] 継手材を用いた鋼管の連結構造は、図８に示すように、例えば、工場において、上側鋼管１０１の下端に雌形のボックス継手材１０２を溶接部１０３で溶接して取り付け、下側鋼管１０４の上端に雄形のピン継手材１０５を溶接部１０６で溶接して取り付ける。

[0006] そして、図９に示すように、ピン継手１０５の突起１１２を、ボックス継

手材２の凹部１２２に挿入するとともに、ボックス継手材１０２の周方向に複数の円弧状の荷重伝達キー１０７を取り付け、この荷重伝達キー１０７をピン継手材１０５外周のキー溝１１１にはめ込むことにより、上下の鋼管１０１、１０２が連結される。

[0007] 一方、特許文献２には、上記突起及び凹部の径方向クリアランスを、嵌め合い可能な程度に小さくして、継手材同士の抜け出し防止に加えて曲げ力に対する耐力を向上させる技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：日本国特開２００４－３４６６６０号公報

特許文献2：日本国特開２００６－２９１５４３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、連結された鋼管同士の間に引張荷重が作用すると、上下の継手材１０２、１０５には、図９に示すような互いに離れる方向の曲げ力Ｍが発生し、その結果、図１０に示すような面外変形が突起１１２に生じる。

[0010] このような面外変形が突起１１２に生じると、凹部１２２の面外変形とは反対側の側面と底面との連接部１２２ａに応力が集中し、凹部１２２周辺を起点とする亀裂が発生する恐れがある。鋼管の連結構造の耐力が向上すると、凹部１２２周辺を起点とする亀裂発生の可能性が増大する。

そこで、引張荷重等に対する耐力向上に合わせて、突起部の面外変形で生じる曲げ力に起因する凹部１２２周辺の亀裂発生を防止する技術への強い要請がある。

これは、ボックス継手材２下端部の突起１２３がはめ込まれているピン継手材１０５の凹部１１３についても同様である。

[0011] 本発明の発明者らは、上記鋼管の連結構造における応力集中に関して鋭意研究した結果、凹部の側面と底面の連接部に加わる応力を、無対策の場合の

１／１．５以下に抑えることで、突起の面外変形等による応力集中が緩和され、凹部周辺の亀裂発生が抑制されるとの知見を得た。

[0012] 本発明の目的は、一方の鋼管側に設けられた突起を、他方の鋼管側に形成した凹部に挿入した鋼管の連結構造に関して、凹部への応力集中を緩和し、ひいては凹部周辺の亀裂発生を抑制できる鋼管の連結構造を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0013] 上記課題を解決するために、この発明は以下の手段を提案している。

本発明に係る第１の態様は、一方の鋼管と、他方の鋼管とを、これら鋼管の間にせん断突起又は荷重伝達キーを噛み合せることにより、これら鋼管の長手方向に連結する鋼管の連結構造であって、前記一方の鋼管側に前記他方の鋼管側に伸びる突起が設けられるとともに、前記他方の鋼管側に前記突起が挿入される凹部が形成され，前記凹部の側面と底面とが連接される連接部の、前記一方の鋼管と前記他方の鋼管との間に引張荷重が作用した際に前記突起の面外変形により曲げ力が発生する部分に、曲面、隣接する面と鈍角で交差する面、のいずれか一方又はこれらの組合せからなる応力緩和形状部が設けられている。

上記鋼管の連結構造によれば、連接部のうち突起の面外変形により曲げ力が発生する部分に、応力緩和形状部が設けられているので、上記曲げ力が作用しても連接部の応力集中が緩和され、ひいては凹部周辺を起点とする亀裂の発生を抑制することができる。

[0014] 本発明に係る第２の態様は、第１の態様に記載の鋼管の連結構造であって、前記応力緩和形状部の、前記各鋼管の径方向の長さが、前記一方の鋼管と前記他方の鋼管とを連結した連結部位の合計厚さの１／１１以上である。

上記鋼管の連結構造によれば、凹部の側面と底面の連接部分に加わる応力を１／１．５以下に抑えて、応力集中に起因する凹部周辺を起点とする亀裂発生を抑制することができる。なお、応力緩和形状部の径方向の長さは，凹部の幅（径方向の長さ）の範囲で選択される。

[0015] 本発明に係る第３の態様は、第１の態様に記載の鋼管の連結構造であって、前記突起と前記凹部の底面とが、前記連結された鋼管が荷重作用によって生じる前記突起の前記長手方向の変動により接触するのを防止する接触防止形状部がさらに設けられている。

上記鋼管の連結構造によれば、接触防止形状部が設けられていて、突起の天面と凹部の底面との接触が防止されるので、打撃等の衝撃荷重が突起から凹部底面に直接伝達されることがない。

その結果、衝撃荷重のような荷重作用による応力集中が生じることがなく、ひいては凹部周辺を起点とする亀裂発生を抑制することができる。

[0016] 本発明に係る第４の態様は、第１の態様に記載の鋼管の連結構造であって、前記突起と前記凹部の側面が、前記面外変形による曲げ応力が発生する側において前記連接部より開口側の位置で接触し、かつ前記面外変形が発生する側が、前記突起の面外変形が生じた場合に、前記突起と前記凹部の側面との間に間隙が形成されている。

上記鋼管の連結構造によれば、突起の面外変形が生じた場合に、面外変形が発生する側では、突起と凹部の側面との間に間隙が形成されるので面外変形による曲げ力の発生が抑制される。その結果、突起の面外変形による応力集中が抑制され、ひいては凹部周辺を起点とする亀裂発生を抑制することができる。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、鋼管の連結構造に作用する応力集中を緩和し、ひいては凹部周辺の亀裂発生を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1A]本発明に係る鋼管の連結構造の一例を示す斜視図であり、連結前の状態を示す図である。

[図1B]同鋼管の連結構造の斜視図であり、連結した状態を示す図である。

[図2A]同鋼管の連結構造の連結手順を示す部分断面図であり、連結する前の状態を示す図である。

[図2B]同鋼管の連結構造の連結手順を示す部分断面図であり、組み合わせた状態を示す図である。

[図2C]同鋼管の連結構造の連結手順を示す部分断面図であり、連結した状態を示す図である。

[図3A]本発明の第１の実施形態に係る鋼管の連結構造の部分断面図であり、図２ＣのＡ１部の詳細を示す図である。

[図3B]本発明の第２の実施形態に係る鋼管の連結構造の部分断面図であり、図２ＣのＡ１部の詳細を示す図である。

[図3C]本発明の第３の実施形態に係る鋼管の連結構造の部分断面図であり、図２ＣのＡ１部の詳細を示す図である。

[図4A]本発明の第４の実施形態に係る鋼管の連結構造の部分断面図であり、図２ＣのＡ１部の詳細を示す図である。

[図4B]本発明の第５の実施形態に係る鋼管の連結構造の部分断面図であり、図２ＣのＡ１部の詳細を示す図である。

[図4C]本発明の第６の実施形態に係る鋼管の連結構造の部分断面図であり、図２ＣのＡ１部の詳細を示す図である。

[図5]ひずみの解析を行った鋼管の連結構造の寸法を示す図である。

[図6]第１の実施形態に係る鋼管の連結構造の凹部のＲ寸法と主ひずみの比を示すグラフである。

[図7]本発明に係る鋼管の連結構造の別の実施形態を示す縦断面図である。

[図8]従来の鋼管の連結構造の一例を示す斜視図である。

[図9]図８に示した鋼管の連結構造を示す縦断面図である。

[図10]図９のＡ２部における応力集中部分を説明する拡大図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、図１Ａから図３Ａを参照して、本発明の第１の実施形態について説明する。

第１の実施形態に係る鋼管の連結構造は、図１Ａ、図１Ｂに示すように、上側鋼管１に取付けられた雌形のボックス継手材２に、下側鋼管４に取付け

られた雄形のピン継手材５が挿入されている。

[0020] また、ボックス継手材２は、全周にわたって、適宜分割された円弧状の荷重伝達キー７が取り付けられ、この荷重伝達キー７を、ピン継手材５外周のキー溝１１にはめ込むことにより、上下の鋼管１、２間の引張荷重の伝達が可能に、機械的に連結されている。

[0021] ボックス継手材２は、上側鋼管１の下端に溶接部３で溶接して取り付けられ、ピン継手材５は、下側鋼管４の上端に溶接部１０６で溶接して取り付けられている。これら、溶接部３及び溶接部６は、例えば、工場において溶接されている。

[0022] 図２Ａ、図２Ｂ、図２Ｃは、ボックス継手材２とピン継手材５との連結手順を示す図である。

まず、ボックス継手材２には、図２Ａに示すように、ねじ８および荷重伝達キー７が取り付けられている。ねじ８は、例えば六角穴付きねじが用いられ、ボックス継手材２のねじ孔２１にねじ止めして取り付けられる。

[0023] 次に、図２Ｂに示すように、ピン継手材５上端部に形成され上方へ突出する突起１２とボックス継手材２の凹部２２、ボックス継手材２下端部に形成され下方へ突出する突起２３とピン継手材５の凹部１３を、それぞれはめ合わせる。

突起２３と凹部１３をはめ合わせると、ボックス継手材２とピン継手材５とが縦方向に位置決めされ、荷重伝達キー７の先端が、ピン継手材５のキー溝１１の入口に配置される。

[0024] 次いで、ねじ孔２１の外側から、六角レンチ等を用いてねじ８を所定の方向に回すと、図２Ｃに示すように、荷重伝達キー７がねじ８の軸線に沿って前進し、キー溝１１に入っていく。

図２Ａ～図２Ｃに示すように、キー溝１１の深さよりも荷重伝達キー７の厚さを大きくすることで、荷重伝達キー７はボックス継手材２とピン継手材５の両方にまたがって配置される。

[0025] こうして、ボックス継手材２とピン継手材５とが連結される。ねじ８をね

じ込んだ後は、ボックス継手材２の外側から、深さゲージ等でねじ８の埋込深さを測定し、荷重伝達キー７が確実にキー溝１１にはめ込まれていることを確認する。

[0026] さらに、ボックス継手材２とピン継手材５とが連結された際の継ぎ目には、１個所または適宜周間隔で複数個所に、上下の鋼管１、４が軸まわりに相対回転するのを抑止する回転抑止キー１０が取り付けられる。

回転抑止キー１０は、例えば、図２Ａに示すように、ピン継手材５の下端部に予め回転抑止キー用ねじ９をねじ止め等により固定し、回転抑止キー用ねじ９の先端部に、ナットを備えた部材をねじ止めして取り付けられる。

[0027] この実施形態において、突起１２は、継手材２と継手材５を連結する際に、凹部２２にスムーズに挿入できるように、例えば、面取により先端が細くなるように形成されている。

[0028] 次に、図３Ａを参照して、第１の実施形態に係る鋼管の連結構造３０の詳細について説明する。

図３Ａは、鋼管の連結構造３０の鋼管１の中心線を含む部分断面図であり、図２ＣのＡ１部の詳細を示している。

鋼管の連結構造３０は、図３Ａに示すように、例えば、凹部２２の鋼管１の内周側に位置する連接部（以下、内周側連接部という）２２ａに、側面２２Ｓおよび底面２２Ｂと接する曲率半径Ｒの曲面に形成された余肉からなる応力緩和形状部３１が設けられている。

また、曲率半径Ｒは、両方の継手材２、５を連結したときの連結部位の合計厚さＴ（図２Ｃ参照）の１／１１以上の寸法とされている。なお、応力緩和形状部の曲率半径Ｒは，凹部の幅（径方向の長さ）の範囲で選択される。

すなわち、

連結部位の合計厚さＴの１／１１　≦　Ｒ　≦　凹部の幅

に設定することが好適である。

[0029] 継手材２、５を介して連結した鋼管１、４の連結構造３０には、荷重作用により引張が作用すると、例えば、突起１２に外周側に面外変形が生じ、そ

の結果、凹部２２の内周側連接部２２ａに曲げ力が発生する。

[0030] この実施形態において、継手材２の突起２３及び継手材５の凹部１３を、突起１２及び凹部２２と同様の構成としてもよい。また、凹部２２の鋼管１における外周側の連接部（以下、外周側連接部という）に応力緩和形状部を設けてもよい。

[0031] 鋼管の連結構造３０によれば、鋼管１と鋼管４の間の引張荷重により鋼管１の外周側に突起１２が面外変形しても、凹部２２の内周側連接部２２ａへの応力の集中を緩和することができる。

[0032] また、応力緩和形状部３１の曲率半径Ｒを、両方の継手材２、５を連結したときの連結部位の合計厚さＴの１／１１以上とした場合には、内周側連接部２２ａの応力が１／１．５以下に軽減され、応力集中に起因する凹部２２周辺（特に内周側連接部２２ａ近傍）を起点とする亀裂発生を防止することができる。

[0033] 次に、図３Ｂを参照して、この発明の第２の実施形態に係る鋼管の連結構造４０について説明する。

[0034] 本実施形態に係る鋼管の連結構造４０が、上記鋼管の連結構造３０と異なるのは、曲面からなる応力緩和形状部３１に代えて、図３Ｂに示すように、鋼管１の中心を含む断面が、側面２２Ｓ及び底面２２Ｂとそれぞれ内角１３５°で交差する各辺の長さＣの傾斜面を有する余肉からなる応力緩和形状部４１が設けられている点である。その他は、上記第１の実施形態と同様であるため、同一の符号を付して、説明を省略する。

[0035] 鋼管の連結構造４０によれば、鋼管１の外周側に突起１２が面外変形しても、内周側連接部２２ａへの応力の集中を緩和することができる。

また、応力緩和形状部４１の一辺の寸法Ｃを、両方の継手材２、５を連結したときの連結部位の合計厚さＴの１／１１以上とすることにより、凹部２２周辺を起点とする亀裂発生を抑制することができる。なお、応力緩和形状部の径方向の長さは，凹部の幅（径方向の長さ）の範囲で選択される。

すなわち、

連結部位の合計厚さＴの１／１１　≦　Ｃ　≦　凹部の幅

に設定することが好適である。

[0036] 次に、図３Ｃを参照して、この発明の第３の実施形態に係る鋼管の連結構造５０について説明する。

[0037] 本実施形態に係る鋼管の連結構造５０が、上記鋼管の連結構造３０と異なるのは、曲面からなる応力緩和形状部３１に代えて、応力緩和形状部５１が設けられている点である。応力緩和形状部５１は、図３Ｃに示すように、鋼管１の中心を含む断面が、側面２２Ｓと鈍角で交差し、凹部２２の底面２２Ｂ側が長さＣ１、側面２２Ｓ側が長さＣ２の辺からなる傾斜面と底面２２Ｂと接する曲率半径Ｒ１の曲面とを組合せた余肉から構成されている。

その他は、上記第１の実施形態と同様であるため、同一の符号を付して、説明を省略する。

[0038] 鋼管の連結構造５０によれば、傾斜面を構成するＣ１、Ｃ２を加工に適した寸法に設定することにより、応力緩和形状部５１を効率的に加工することができる。また、応力緩和形状部５１の径方向寸法を、継手材２、５を連結したときの連結部位の合計厚さＴの１／１１以上とすることで、凹部２２周辺の亀裂発生を抑制することができる。

[0039] なお、上記第１から第３の実施形態において、応力緩和形状部３１、４１、５１の径方向寸法を、連結部位の合計厚さＴの１／１１以上とするかどうかは、任意に設定することができる。

[0040] 次に、図４Ａを参照して、この発明の第４の実施形態に係る鋼管の連結構造６０について説明する。

[0041] 本実施形態に係る鋼管の連結構造６０が、上記鋼管の連結構造３０と異なるのは、図４Ａに示すように、曲率半径Ｒ２の曲面からなる応力緩和形状部６１に加えて、施工時の上下方向の振幅を考慮した突起１２の天面１２Ａと凹部２２の底面２２Ｂとの間に寸法Ｌ１の間隔を確保するための接触防止形状部（例えば、隙間）６２が設けられている点である。その他は、上記第１の実施形態と同様であるため、同一の符号を付して、説明を省略する。

[0042] 次に、図４Ｂを参照して、この発明の第５の実施形態に係る鋼管の連結構造７０について説明する。

[0043] 本実施形態に係る鋼管の連結構造７０が、上記鋼管の連結構造３０と異なるのは、曲面からなる応力緩和形状部３１に代えて、応力緩和形状部７１と接触防止形状部７２が設けられている点である。

応力緩和形状部７１は、図４Ｂに示すように、鋼管１の中心を含む断面が、側面２２Ｓと鈍角で交差し、凹部２２の底面２２Ｂ側が長さＣ３、側面２２Ｓ側が長さＣ４の辺からなる傾斜面と、この傾斜面、底面２２Ｂ、及び外周側の側面２２Ｔと接する曲率半径Ｒ３の曲面を組合せた余肉から構成されている。

また、接触防止形状部６２は、例えば、施工時の上下方向の振幅を考慮した突起１２の天面１２Ａと凹部２２の底面２２Ｂとの間に寸法Ｌ２の間隔を確保可能な隙間により構成されている。

その他は、上記第１の実施形態と同様であるため、同一の符号を付して、説明を省略する。

[0044] 鋼管の連結構造６０、７０によれば、応力緩和形状部６１、７１により内周側連接部２２ａにおける応力の集中が緩和される。さらに、接触防止形状部６２、７２が設けられているので、突起１２の天面１２Ａと凹部２２の底面２２Ｂとの接触が防止される。

その結果、連結された鋼管１、４を施工する際に加わる打撃等による衝撃荷重が、突起１２から凹部２２の底面２２Ｂに直接伝達されることがないため、内周側連接部２２ａの応力の集中が抑制され、ひいては凹部２２周辺を起点とする亀裂発生を抑制することができる。

[0045] 次に、図４Ｃを参照して、この発明の第６の実施形態に係る鋼管の連結構造８０について説明する。

[0046] 本実施形態に係る鋼管の連結構造８０が、上記鋼管の連結構造３０と異なるのは、図４Ｃに示すように、応力緩和形状部８１に加えて、曲げ力緩和形状部が設けられている点である。

[0047] 応力緩和形状部８１は、内周側連接部２２ａに設けられ、鋼管１の中心線を含む断面が曲面からなる余肉により構成されている。

また、曲げ力緩和形状部は、突起１２から内周側連接部２２ａへの直接荷重を防止するとともに、突起１２の面外変形が外周側の側面２２Ｔに作用して生じる内周側連接部２２ａへの曲げ応力を減少させるようにするものである。

[0048] 具体的には、内周側の側面２２Ｓは開口側が内周側に傾斜するテーパ部８２とされ、その結果、突起１２と、突起１２の面外変形により曲げ応力が発生する凹部２２の内周側の側面２２Ｓが、内周側連接部２２ａより凹部２２の開口側で接触するようになっている。

また、例えば、突起１２の外周側の側面には、突起１２に面外変形（図４Ｃに二点鎖線で図示）が生じた場合に、突起１２が側面２２Ｔと接触しないように、面外変形の変位を考慮した形状部８３が形成されている。

[0049] その他は、上記第１の実施形態と同様であるため、同一の符号を付して、説明を省略する。

[0050] 鋼管の連結構造８０によれば、面外変形による曲げ応力が発生する内周側では、テーパ部８２により、突起１２と凹部２２の内周側の側面２２Ｓが内周側連接部２２ａより凹部２２の開口側で接触するので、突起１２から凹部２２の底面２２Ｂに荷重が伝達されない。

また、突起１２に面外変形に対応する形状部８３が形成されているので、突起１２に面外変形が生じても、凹部２２の外周側の側面２２Ｔとの間に間隙が確保されるので、突起１２の面外変形による内周側連接部２２ａへの曲げ力の発生が低減される。その結果、突起１２の面外変形による凹部２２への応力の集中が低減され、ひいては凹部２２周辺の亀裂発生が抑制される。

実施例 1

[0051] 次に、図５、図６を参照して、第１の実施形態に係る鋼管の連結構造３０を実施例とする本発明の効果について説明する。

図５に示す寸法のボックス継手材２およびピン継手材５を連結し、矢印方

向に、鋼管の降伏荷重に相当する４０４０ｋＮの引張荷重をかけた際に凹部２２において曲げ力が発生する内周側連接部２２ａに生じる主ひずみを解析した。継手材２、５の材質は、ＳＦＣＭ８８０（９００ＭＰａ級鋼）とした。また、鋼管の外径φを１６００ｍｍ、厚さｔ＝２３ｍｍとした。凹部２２の内周側連接部２２ａにＲ面またはＣ面を形成しなかった場合（Ｒ＝０ｍｍ）を１として、Ｒ寸法毎のひずみの比を図６に示す。

[0052] 図６に示すように、Ｒ寸法を大きくするに従ってひずみが小さくなり、連接部をＲ面とすることにより応力集中が緩和された。そして、Ｒ＝６ｍｍのときに、Ｒ面を形成しないときに対する主ひずみの比がほぼ１／１．５となった。継手材の連結部位の合計厚さは図５に示すように６８．１ｍｍであるため、ひずみ値、すなわち応力が１／１．５になるときの、継手材の合計厚さに対するＲ寸法の割合は、６／６８．１（＝1／１１．３５）である。

以上のように、Ｒ面を継手材の連結部位の合計厚さの１／１１以上とすると、応力集中が緩和される。

[0053] したがって、継手材の接合部に突起を設けて、耐力が１．５倍に上昇した場合に、凹部２２の内周側連接部２２ａに継手材の合計厚さの１／１１以上となるような曲率半径Ｒの曲面を設けることにより、凹部２２の内周側連接部２２ａに作用する応力が１／１．５以下となり、継手材の材質や板厚を変更することなく破壊を防ぐことができる。内周側連接部２２ａにおける応力緩和形状部が曲面以外の場合においても、同様の効果が確保されると考えられる。

[0054] 以上、本発明の好適な第１から第６の実施形態について説明したが、本発明はかかる例のみに限定されない。当業者であれば、請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到しうることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

[0055] 例えば、ボックス継手材とピン継手材とが、図１Ａ、図１Ｂと、上下逆であっても構わないし、図１Ａ、図１Ｂに示すボックス継手材とピン継手材以

外の構成に適用できることはいうまでもない。

[0056] また、上記実施の形態においては、連結構造をボックス継手材２とピン継手材５に適用される場合について説明したが、連結部が上側鋼管１と下側鋼管４のいずれか一方または双方に直接形成される構成とすることもできる。

[0057] また、上記実施の形態においては、鋼管１、４が円筒形の鋼管杭である場合について説明したが、鋼管杭以外の建築部材等に適用できることはいうまでもないし、形状に関して四角形筒をはじめとする多角形の鋼管に適用してもよい。また、継手材に関しても同様である。

[0058] また、図７に示すように、例えば、長手方向に形成されたスプライン等を用いて、一方の継手９１と他方の継手材９３を長手方向に挿入し、次いで互いに回動させることで、荷重伝達キーに代えて、一方の継手９１に設けられた凸部９２と他方の継手材９３に設けられた凹部９４とを噛み合わせて連結する構成としてもよい。

[0059] また、上記実施の形態に係る鋼管の連結構造３０、４０、５０、６０、７０、８０おいては、施工時に作用する引張荷重が、内周側連接部２２ａに曲げ力を発生させる場合について説明したが、この発明の趣旨の範囲において、施工時の荷重により外周側連接部に発生する曲げ力に適用してもよい。

[0060] また、上記実施の形態においては、凹部２２の内周側連接部２２ａに応力緩和形状部３１、４１、５１、６１、７１、８１を設ける場合について説明したが、凹部２２の外周側連接部に応力緩和形状部を設けてもよい。また、突起２３、凹部１３についても同様である。

[0061] また、凹部１３に係る応力緩和形状部を、凹部２２に係る応力緩和形状部３１、４１、５１、６１、７１、８１とは異なる構成としてもよい。

なお、応力緩和形状部３１、４１、５１、６１、７１、８１を、鋼管１の中心を含む断面において、曲面、傾斜面のいずれか一方とするか、これらを組合せて構成するかは、任意に設定することができる。

[0062] また、応力緩和形状部が、断面視曲面である場合に、曲面と底面、側面とを接するように連接するか、鈍角で交差するように連接するかは、任意に設

定することができる。また、応力緩和部の一部が曲面である場合に、隣接する傾斜面又は曲面との連接についても同様である。

[0063] なお、上記第５、６の実施の形態においては、接触防止形状部６２、７２が、突起１２の天面２２Ａと凹部２２の底面２２Ｂとの間に形成された隙間により構成される場合について説明したが、他の形状を用いてもよい。

[0064] また、上記第６の実施の形態においては、曲げ力緩和形状部が、側面２２Ｓのテーパ部８２と突起１２に形成された面外変形に対応した形状部８３により構成される場合について説明したが、突起１２と内周側の側面２２Ｓとが内周側連接部２２ａより開口側で接触し、かつ突起１２に面外変形が生じた場合に、突起１２と凹部２２の外周側の側面２２Ｔの間に間隙が確保される他の構成としてもよい。

産業上の利用可能性

[0065] 本発明によれば、連結構造における応力集中が緩和され、破壊が抑制されるので、産業上利用することができる。

符号の説明

[0066] １ 上側鋼管

２ ボックス継手材

３、６ 溶接部

４ 下側鋼管

５ ピン継手材

７ 荷重伝達キー

８ ねじ

９ 回転抑止キー用ねじ

１０ せん断キー

１１ キー溝

１２、２３ 突起

１３、２２ 凹部

２１ ねじ孔

２２ａ　連接部（曲げ力が発生する部分）

３０、４０、５０、６０、７０、８０　鋼管の連接構造

３１、４１、５１、６１、７１、８１　応力緩和形状部

６２、７２　接触防止形状部

８２　テーパ部（接触防止形状部）

８３　形状部（接触防止形状部）

請求の範囲

[請求項1] 一方の鋼管と、他方の鋼管とを、これら鋼管の間にせん断突起又は荷重伝達キーを噛み合せることにより、これら鋼管の長手方向に連結する鋼管の連結構造であって、

前記一方の鋼管側に前記他方の鋼管側に伸びる突起が設けられるとともに、前記他方の鋼管側に前記突起が挿入される凹部が形成され；

前記凹部の側面と底面とが連接される連接部の、前記一方の鋼管と前記他方の鋼管との間に引張荷重が作用した際に前記突起の面外変形により曲げ力が発生する部分に、曲面、隣接する面と鈍角で交差する面、のいずれか一方又はこれらの組合せからなる応力緩和形状部が設けられている；

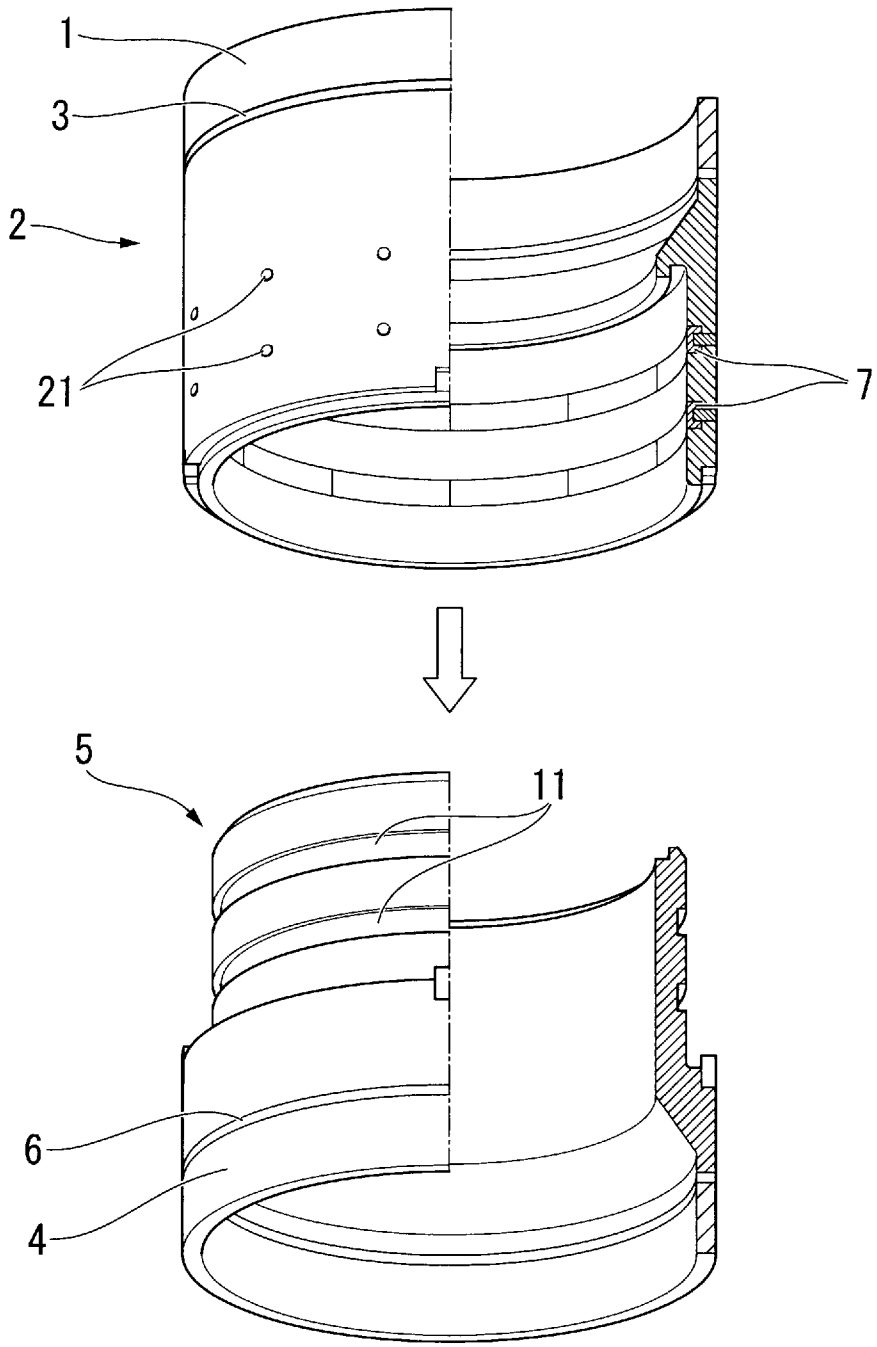
ことを特徴とする鋼管の連結構造。

[請求項2] 前記応力緩和形状部の、前記各鋼管の径方向の長さが、前記一方の鋼管と前記他方の鋼管とを連結した連結部位の合計厚さの１／１１以上であることを特徴とする、請求項１に記載の鋼管の連結構造。

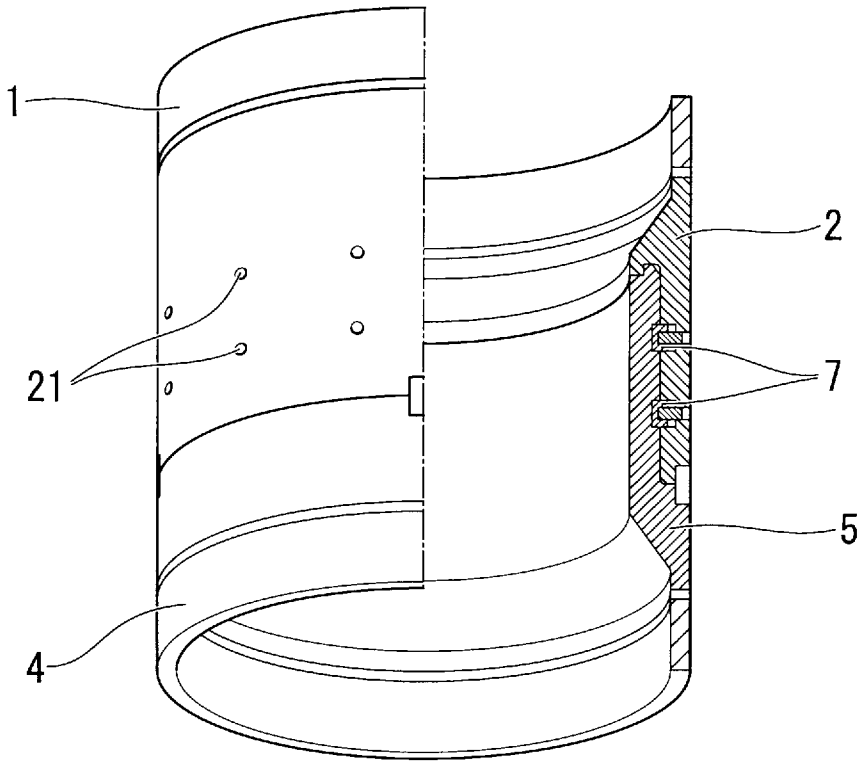
[請求項3] 前記突起と前記凹部の底面とが、前記連結された鋼管が荷重作用により生じる前記突起の前記長手方向の変動により接触するのを防止する接触防止形状部がさらに設けられていることを特徴とする、請求項１に記載の鋼管の連結構造。

[請求項4] 前記突起と前記凹部の側面が、前記面外変形による曲げ応力が発生する側において前記連接部より開口側の位置で接触し、かつ前記面外変形が発生する側が、前記突起の面外変形が生じた場合に、前記突起と前記凹部の側面との間に間隙が形成されていることを特徴とする、請求項１に記載の鋼管の連結構造。

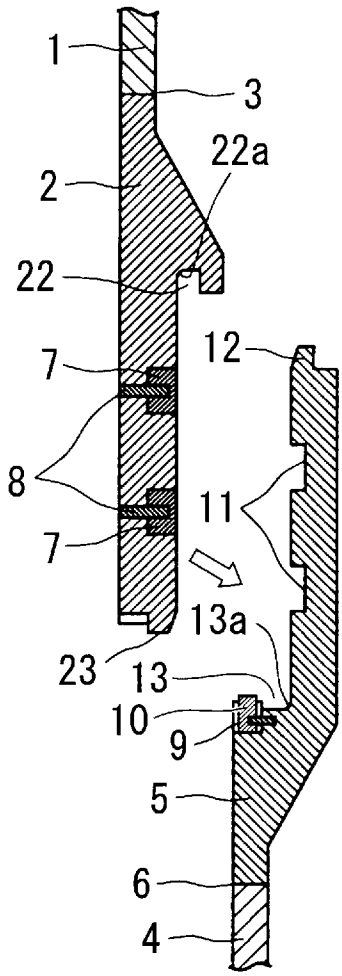
[図1A]



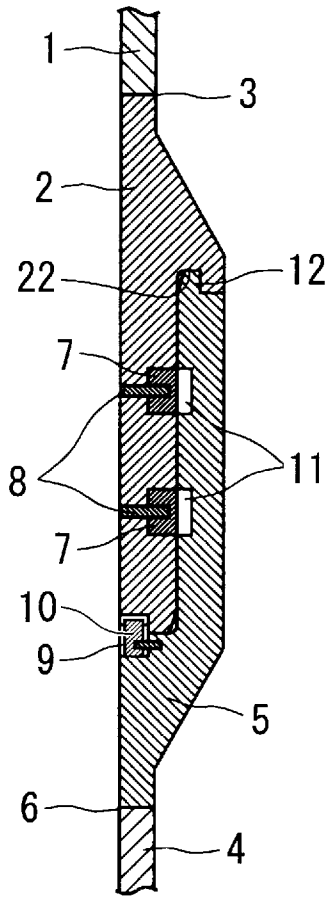
[図1B]



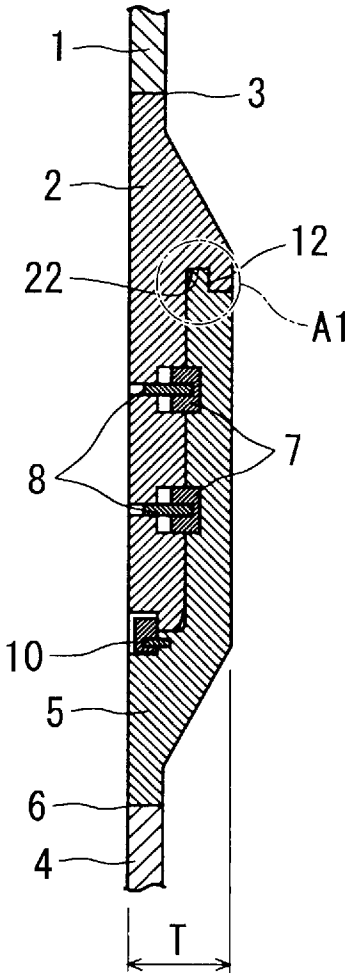
[図2A]



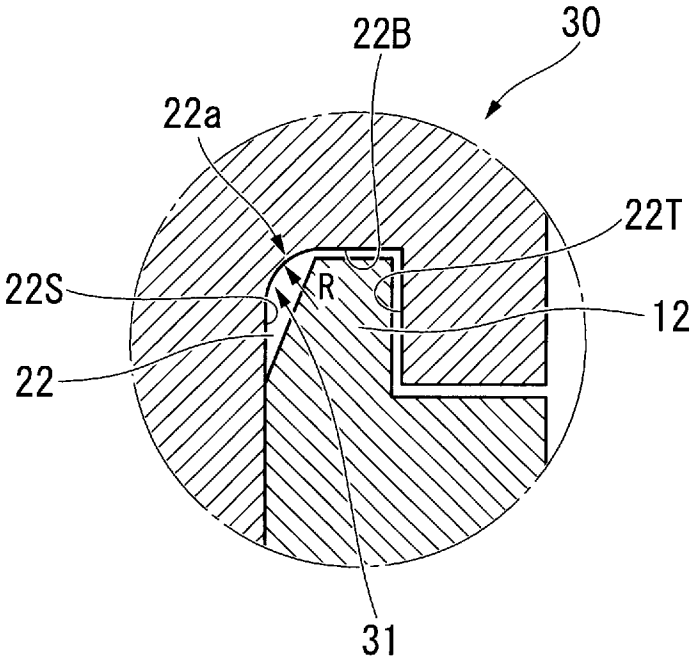
[図2B]



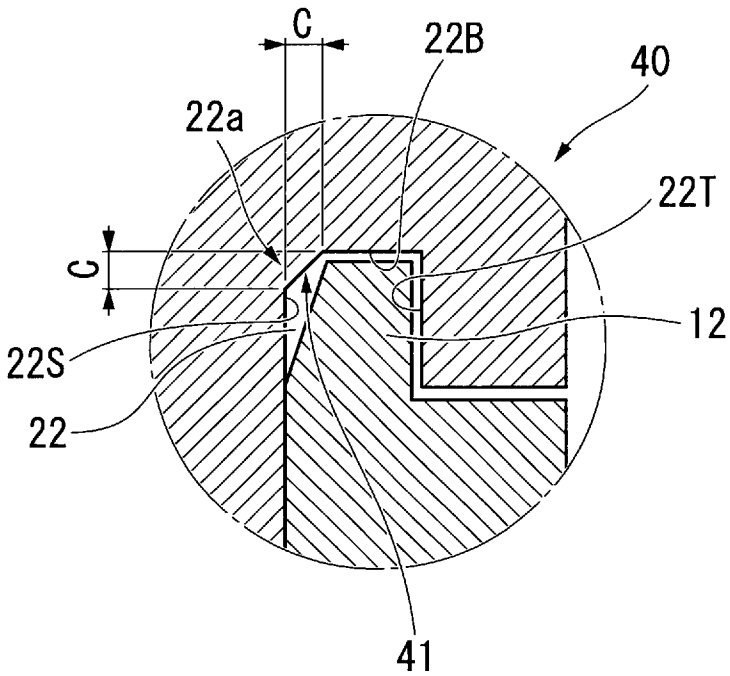
[図2C]



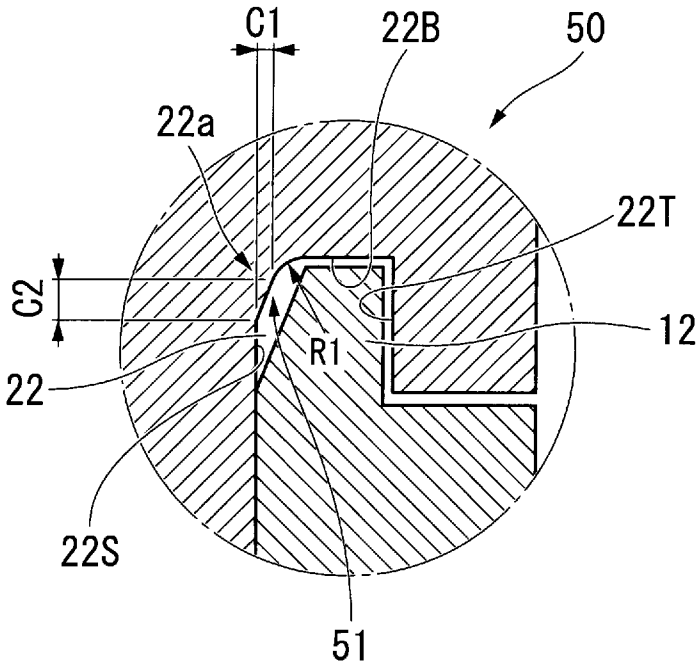
[図3A]



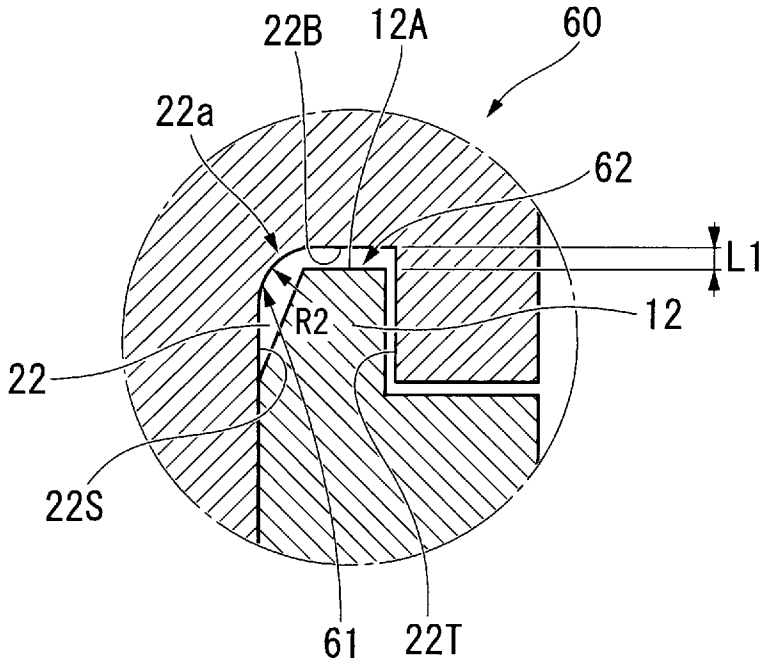
[図3B]



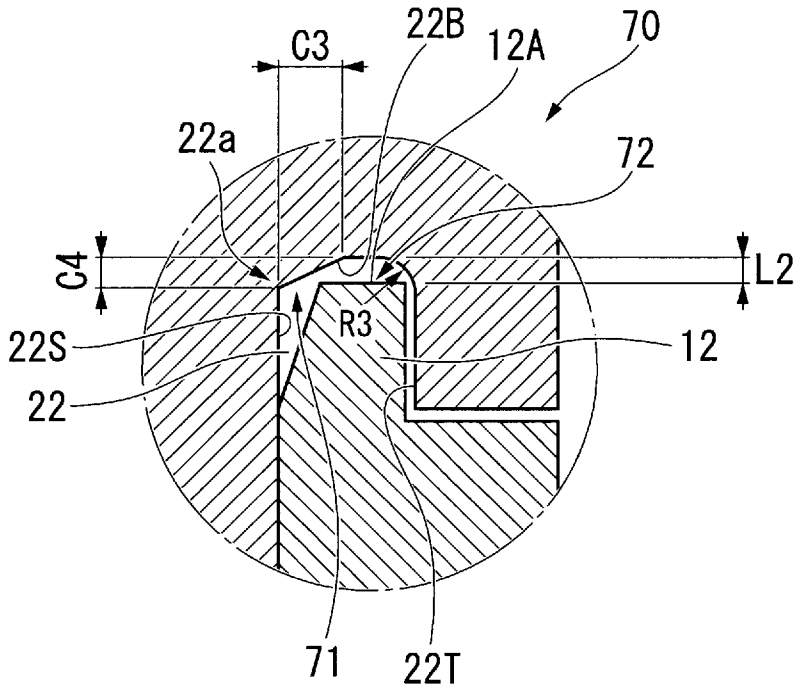
[図3C]



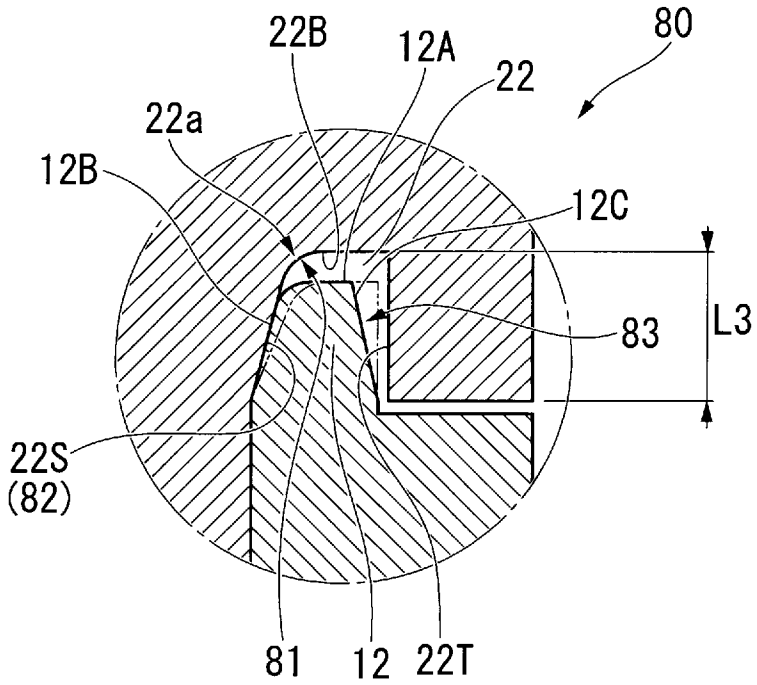
[図4A]


22B
12A
60
22a
62
L1
12
R2
22
22S
61
22T

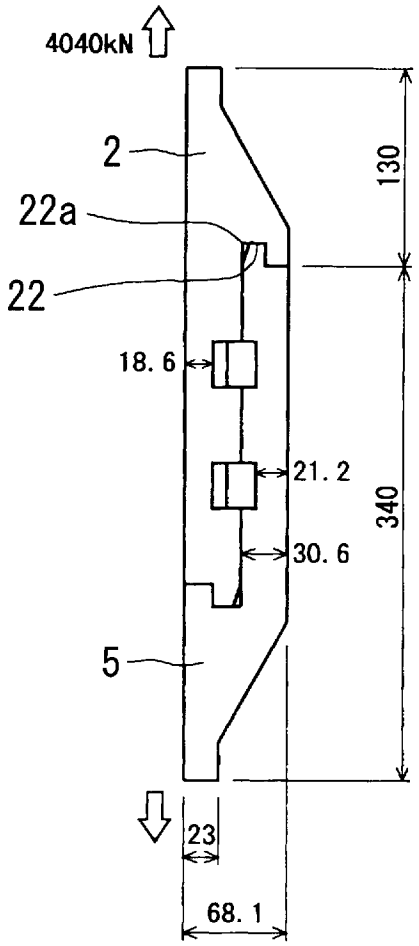
[図4B]


C3
22B
12A
70
22a
72
C4
L2
R3
22S
12
22
71
22T

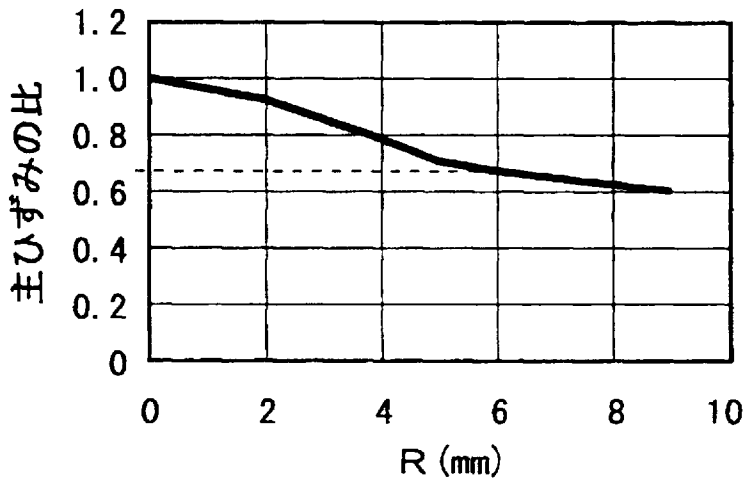
[図4C]



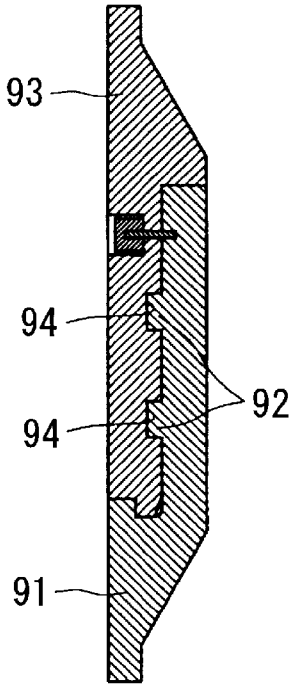
[図5]


4040kN
2
22a
22
18.6
21.2
30.6
5
130
340
23
68.1

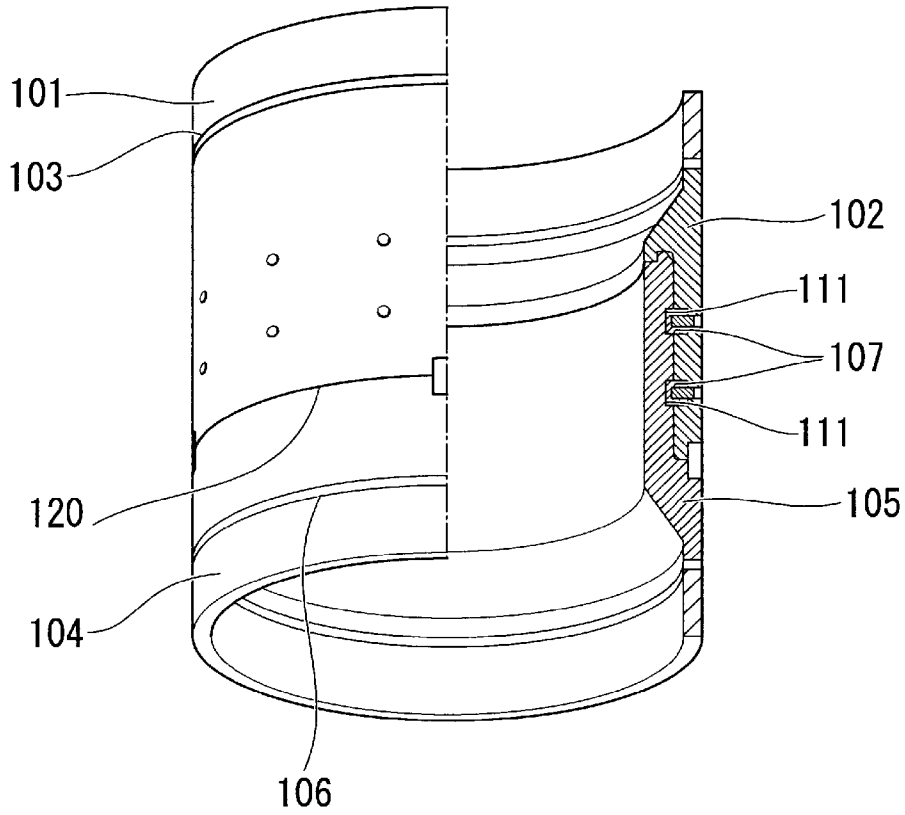
[図6]


主ひずみの比
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0
2
4
6
8
10
R (mm)

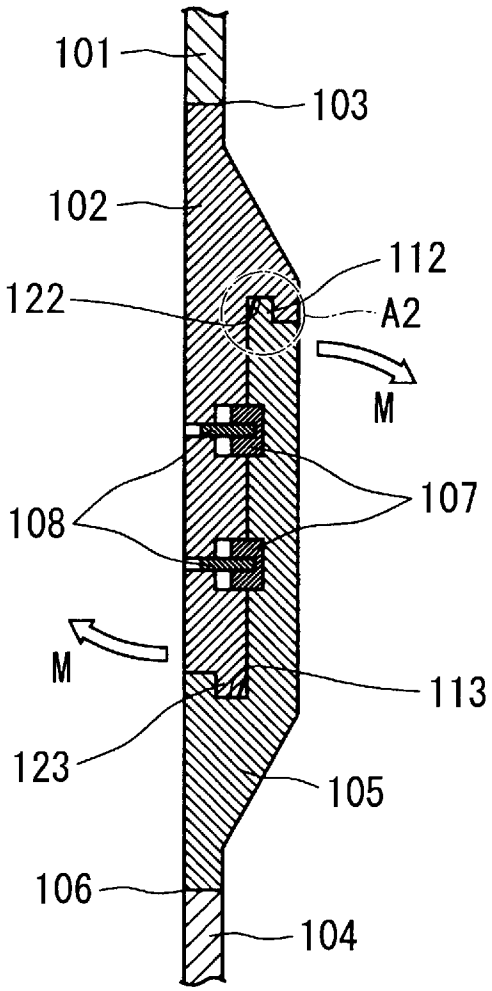
[図7]



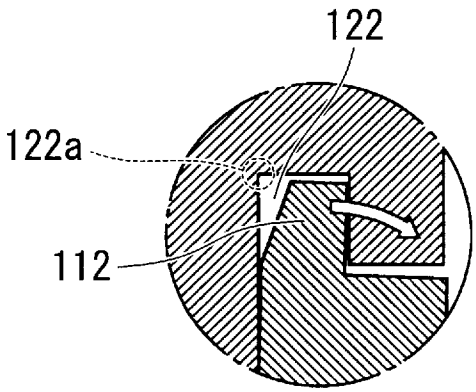
[図8]



[図9]


101
103
102
112
122
A2
M
108
107
M
113
123
105
106
104

[図10]


122
122a
112

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/068603

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
E02D5/24(2006.01)i, *E02D5/28*(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)
E02D5/24, E02D5/28

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
X Y	JP 2001-234530 A (Nippon Steel Corp., Kubota Corp.), 31 August 2001 (31.08.2001), paragraphs [0001], [0015] to [0020]; fig. 1 to 3, 5 (Family: none)	1,3 2,4
Y	Japan Road Association, Dorokyo Shihosho (1 Kyotsu-Hen, 2 Kokyo-Hen), Do-Kaisetsu, 3rd edition, Japan Road Association, 12 December 1994 (12.12.1994), pages 291 to 293, fig. 10.3. 1	2

☒ 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	Date of mailing of the international search report
08 November, 2010 (08.11.10)	16 November, 2010 (16.11.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/068603

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-346660 A (Kubota Corp., Nippon Steel Corp.), 09 December 2004 (09.12.2004), paragraph [0022]; fig. 6 (Family: none)	4
Y	JP 2009-35930 A (Kubota Corp., Nippon Steel Corp.), 19 February 2009 (19.02.2009), paragraph [0026]; fig. 5 to 7 (Family: none)	4

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０６８６０３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　E02D5/24(2006.01)i, E02D5/28(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.　E02D5/24, E02D5/28

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	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０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
X	JP 2001-234530 A（新日本製鐵株式会社、株式会社クボタ）	1,3
Y	2001.08.31, 段落【０００１】、【００１５】－【００２０】、図１－３、５（ファミリーなし）	2,4
Y	社団法人日本道路協会, 道路橋示方書（１共通編・２鋼橋編）・同解説, ３版, 社団法人日本道路協会, 1994.12.12, Ｐ．２９１～２９３、図－１０．３．１	2
Y	JP 2004-346660 A（株式会社クボタ、新日本製鐵株式会社） 2004.12.09, 段落【００２２】、図６（ファミリーなし）	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 ０８．１１．２０１０	国際調査報告の発送日 １６．１１．２０１０
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）　２Ｄ　３７２１ 苗村　康造 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２４１

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
Y	JP 2009-35930 A (株式会社クボタ、新日本製鐵株式会社) 2009.02.19, 段落【００２６】、図５－７（ファミリーなし）	4