

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7582003号
(P7582003)

(45)発行日 令和6年11月13日(2024.11.13)

(24)登録日 令和6年11月5日(2024.11.5)

(51)国際特許分類 F I
B 2 3 K 20/12 (2006.01) B 2 3 K 20/12 D

請求項の数 7 (全16頁)

(21)出願番号	特願2021-49587(P2021-49587)	(73)特許権者	000000549 株式会社大林組 東京都港区港南二丁目15番2号
(22)出願日	令和3年3月24日(2021.3.24)	(74)代理人	110000176 弁理士法人一色国際特許事務所
(65)公開番号	特開2022-148060(P2022-148060 A)	(72)発明者	木村 和章 東京都港区港南二丁目15番2号 株式 会社大林組内
(43)公開日	令和4年10月6日(2022.10.6)	(72)発明者	江村 勝 東京都港区港南二丁目15番2号 株式 会社大林組内
審査請求日	令和6年2月16日(2024.2.16)	審査官	岩見 勤

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 補強方法及び回転摩擦圧接接合構造

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

鋼材を板材で補強する補強方法であって、
前記板材を貫通する貫通孔を前記板材に形成する貫通孔形成工程と、
前記鋼材に前記板材を添設する板材添設工程と、
接合軸部材、及び、中空部分を備えた接合中空部材を、前記中空部分に前記接合軸部材が収納された状態となるように前記貫通孔に挿入する部材挿入工程と、
前記接合軸部材を前記鋼材に回転摩擦圧接接合する接合軸部材接合工程と、
前記接合中空部材を前記鋼材に向けて押圧して回転摩擦圧接することにより前記接合中空部材を溶融させて溶融材を生成し、前記溶融材により前記板材及び前記接合軸部材に前記接合中空部材を接合する接合中空部材接合工程と、
前記接合軸部材に締結材を螺合して前記板材を前記締結材で締め付ける締結材締結工程と、

を有することを特徴とする補強方法。

【請求項2】

請求項1に記載の補強方法であって、
前記接合軸部材接合工程は、
前記接合軸部材が回転摩擦圧接接合により溶融されて生成される溶融材が、前記接合中空部材を押し上げ始めた際に、終了することを特徴とする補強方法。

【請求項3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の補強方法であって、

前記接合軸部材に当接して前記接合軸部材を駆動する駆動部材を前記接合軸部材に設置する駆動部材設置工程を有し、

前記接合軸部材接合工程においては、前記駆動部材により前記接合軸部材を駆動することにより、前記接合軸部材を前記鋼材に回転摩擦圧接接合し、

前記接合中空部材を駆動する中空の駆動中空部材を前記接合中空部材に設置する駆動中空部材設置工程を有し、

前記接合中空部材接合工程においては、前記駆動中空部材により前記接合中空部材を駆動することにより、前記接合中空部材を前記鋼材に向けて押圧して回転摩擦圧接することを特徴とする補強方法。

10

【請求項 4】

請求項 3 に記載の補強方法であって、

前記接合中空部材は、前記駆動中空部材に設けられた駆動部材歯状部と噛合するための駆動部材噛合用歯状部を有し、

前記駆動中空部材は、前記駆動部材噛合用歯状部と前記駆動部材歯状部とが噛合した状態で前記接合中空部材に当接して前記接合中空部材を駆動することを特徴とする補強方法。

【請求項 5】

請求項 3 又は請求項 4 に記載の補強方法であって、

前記接合中空部材は、第一接合中空部材と第二接合中空部材とを有し、

前記第一接合中空部材及び前記第二接合中空部材は、互いに噛合するための第一歯状部及び第二歯状部を備え、

20

前記部材挿入工程においては、

前記第一接合中空部材が前記鋼材に接触するように前記第一接合中空部材を前記貫通孔に挿入し、かつ、前記第一接合中空部材の前記鋼材に接触する側とは反対側に位置する前記第一歯状部に前記第二歯状部が噛合するように前記第二接合中空部材を前記貫通孔に挿入し、

前記駆動中空部材設置工程においては、

前記第二接合中空部材に当接して前記接合中空部材を駆動する前記駆動中空部材を前記第二接合中空部材に設置し、

前記接合中空部材接合工程は、

30

前記第一接合中空部材を前記鋼材に圧接しつつ、互いに噛合した前記第一接合中空部材及び前記第二接合中空部材を前記駆動中空部材により連動回転させることにより、前記第一接合中空部材を溶融させて溶融材を生成し、前記溶融材により前記板材及び前記接合軸部材に前記第一接合中空部材を接合する第一接合中空部材接合工程と、

前記第二接合中空部材の前記第二歯状部を、前記板材及び前記接合軸部材に接合された前記第一接合中空部材の前記第一歯状部に圧接しつつ、前記第二接合中空部材を前記駆動中空部材により回転させることにより、前記第二接合中空部材を溶融させて溶融材を生成し、前記溶融材により前記板材及び前記接合軸部材に前記第二接合中空部材を接合する第二接合中空部材接合工程と、を有することを特徴とする補強方法。

【請求項 6】

40

請求項 5 に記載の補強方法であって、

前記第一歯状部及び前記第二歯状部の形状は、

前記第二接合中空部材を第一回転方向に回転させると前記第二接合中空部材に連動して前記第一接合中空部材が回転し、前記第二接合中空部材を前記第一回転方向とは反対の第二回転方向に回転させると前記第一接合中空部材が前記第二接合中空部材の回転に連動しないような形状となっており、

前記第一接合中空部材接合工程においては、前記駆動中空部材により前記第二接合中空部材を前記第一回転方向に回転させて前記第一接合中空部材及び前記第二接合中空部材を連動回転させ、

前記第二接合中空部材接合工程においては、前記駆動中空部材により前記第二接合中空

50

部材を前記第二回転方向に回転させて前記第二接合中空部材のみを回転させることを特徴とする補強方法。

【請求項 7】

鋼材と、

前記鋼材に添設されている板材であって、前記板材を貫通する貫通孔を備える板材と、

前記貫通孔に挿入され前記鋼材に回転摩擦圧接接合されている接合軸部材と、

中空部分を備え、前記中空部分に前記接合軸部材を収納した状態で前記貫通孔に挿入されている接合中空部材であって、前記接合中空部材を前記鋼材に向けて押圧して回転摩擦圧接することにより前記接合中空部材が溶融して生成される溶融材により、前記板材及び前記接合軸部材に接合されている接合中空部材と、

前記接合軸部材に螺合され、前記板材を締め付けている締付材と、

を有することを特徴とする回転摩擦圧接接合構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、補強方法及び回転摩擦圧接接合構造に関する。

【背景技術】

【0002】

鋼構造物の補強を行う場合は、一般的に溶接作業を伴う。そして、かかる溶接作業は、例えば、特開文献 1 に開示されているような溶接装置により行われる。つまり、溶接ガンのチャックにスタッドボルトを装着し、溶接対象にスタッドボルトをスタッド溶接する溶接装置である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2016 - 68089 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、このような溶接装置により溶接作業を行うと、火花、臭気、粉塵等が発生するので、火花による火事の発生、臭気による第三者等への異臭トラブル、粉塵による健康被害等を招くおそれがあった。

【0005】

そのため、火花等がほぼ発生しない回転摩擦圧接による接合が要望されているが、回転摩擦接合は接合させるために大きなエネルギーが必要であり、回転摩擦圧接接合装置は大型であることが一般的であった。つまり、回転摩擦圧接接合装置は大きすぎて、鋼構造物の補強現場に持ち込むことが困難であり、鋼構造物の補強に適用することが困難であった。

【0006】

本発明は、かかる課題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、回転摩擦圧接接合装置を小型化することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するための主たる発明は、鋼材を板材で補強する補強方法であって、前記板材を貫通する貫通孔を前記板材に形成する貫通孔形成工程と、前記鋼材に前記板材を添設する板材添設工程と、接合軸部材、及び、中空部分を備えた接合中空部材を、前記中空部分に前記接合軸部材が収納された状態となるように前記貫通孔に挿入する部材挿入工程と、前記接合軸部材を前記鋼材に回転摩擦圧接接合する接合軸部材接合工程と、前記接合中空部材を前記鋼材に向けて押圧して回転摩擦圧接することにより前記接合中空部材を溶融させて溶融材を生成し、前記溶融材により前記板材及び前記接合軸部材に前記接合中空部材を接合する接合中空部材接合工程と、前記接合軸部材に締結材を螺合して前記板材

10

20

30

40

50

を前記締結材で締め付ける締結材締結工程と、を有することを特徴とする補強方法である。

【0008】

本発明の他の特徴については、本明細書及び添付図面の記載により明らかにする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、回転摩擦圧接接合装置を小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】回転摩擦圧接接合構造1の概略正面図と概略断面図であり、図1aが概略正面図、図1bが概略断面図である。

10

【図2】板材3の加工後を示した図である。

【図3】鋼材2に板材3を添設してプラグ材4とスペーサ5を貫通孔3aに挿入した状態を示した図であり、図3aが概略正面図、図3bが概略断面図である。

【図4】プラグ材4を回転摩擦圧接接合している状態を示した図であり、図4aが概略正面図、図4bが概略断面図である。

【図5】スペーサ5を回転摩擦圧接している状態を示した図であり、図5aが概略正面図、図5bが概略断面図である。

【図6】第一スペーサ5aと第二スペーサ5bとの噛み合い部を溶融している状態を示した図であり、図6aが概略正面図、図6bが概略断面図である。

【図7】補強方法のフローチャートである。

20

【発明を実施するための形態】

【0011】

本明細書及び添付図面により、少なくとも、以下の事項が明らかとなる。

【0012】

鋼材を板材で補強する補強方法であって、前記板材を貫通する貫通孔を前記板材に形成する貫通孔形成工程と、前記鋼材に前記板材を添設する板材添設工程と、接合軸部材、及び、中空部分を備えた接合中空部材を、前記中空部分に前記接合軸部材が収納された状態となるように前記貫通孔に挿入する部材挿入工程と、前記接合軸部材を前記鋼材に回転摩擦圧接接合する接合軸部材接合工程と、前記接合中空部材を前記鋼材に向けて押圧して回転摩擦圧接することにより前記接合中空部材を溶融させて溶融材を生成し、前記溶融材により前記板材及び前記接合軸部材に前記接合中空部材を接合する接合中空部材接合工程と、前記接合軸部材に締結材を螺合して前記板材を前記締結材で締め付ける締結材締結工程と、を有することを特徴とする補強方法。

30

【0013】

このような補強方法によれば、鋼材と回転摩擦圧接する部材を接合軸部材と接合中空部材に分割して、接合軸部材の底面を回転摩擦圧接接合とし、接合軸部材の側面を接合中空部材の溶融材による接合とすることにより、1回あたりの回転摩擦圧接による接合に必要なエネルギーを小さくすることができるので、回転摩擦圧接接合装置を小型化することができる。

【0014】

40

かかる補強方法であって、前記接合軸部材接合工程は、前記接合軸部材が回転摩擦圧接接合により溶融されて生成される溶融材が、前記接合中空部材を押し上げ始めた際に、終了することが望ましい。

【0015】

このような補強方法によれば、適切なタイミング（接合軸部材接合工程の終了するタイミング）で駆動部材の回転を中止することができる。

【0016】

かかる補強方法であって、前記接合軸部材に当接して前記接合軸部材を駆動する駆動部材を前記接合軸部材に設置する駆動部材設置工程を有し、前記接合軸部材接合工程においては、前記駆動部材により前記接合軸部材を駆動することにより、前記接合軸部材を前記

50

鋼材に回転摩擦圧接接合し、前記接合中空部材を駆動する中空の駆動中空部材を前記接合中空部材に設置する駆動中空部材設置工程を有し、前記接合中空部材接合工程においては、前記駆動中空部材により前記接合中空部材を駆動することにより、前記接合中空部材を前記鋼材に向けて押圧して回転摩擦圧接することが望ましい。

【0017】

このような補強方法によれば、接合軸部材を駆動部材で回転摩擦圧接接合し、接合中空部材を駆動中空部材で回転摩擦圧接接合することで、1回あたりの回転摩擦圧接による接合に必要なエネルギーを小さくすることができるので、回転摩擦圧接接合装置を小型化することができる。

【0018】

かかる補強方法であって、前記接合中空部材は、前記駆動中空部材に設けられた駆動部材歯状部と噛合するための駆動部材噛合用歯状部を有し、前記駆動中空部材は、前記駆動部材噛合用歯状部と前記駆動部材歯状部とが噛合した状態で前記接合中空部材に当接して前記接合中空部材を駆動することが望ましい。

【0019】

このような補強方法によれば、接合中空部材及び駆動中空部材は接触面積が少ないので滑りやすいが、互いが噛合するための歯状部を有することにより、駆動中空部材から接合中空部材への回転の滑りを抑制することができる。

【0020】

かかる補強方法であって、前記接合中空部材は、第一接合中空部材と第二接合中空部材とを有し、前記第一接合中空部材及び前記第二接合中空部材は、互いに噛合するための第一歯状部及び第二歯状部を備え、前記部材挿入工程においては、前記第一接合中空部材が前記鋼材に接触するように前記第一接合中空部材を前記貫通孔に挿入し、かつ、前記第一接合中空部材の前記鋼材に接触する側とは反対側に位置する前記第一歯状部に前記第二歯状部が噛合するように前記第二接合中空部材を前記貫通孔に挿入し、前記駆動中空部材設置工程においては、前記第二接合中空部材に当接して前記接合中空部材を駆動する前記駆動中空部材を前記第二接合中空部材に設置し、前記接合中空部材接合工程は、前記第一接合中空部材を前記鋼材に圧接しつつ、互いに噛合した前記第一接合中空部材及び前記第二接合中空部材を前記駆動中空部材により連動回転させることにより、前記第一接合中空部材を溶融させて溶融材を生成し、前記溶融材により前記板材及び前記接合軸部材に前記第一接合中空部材を接合する第一接合中空部材接合工程と、前記第二接合中空部材の前記第二歯状部を、前記板材及び前記接合軸部材に接合された前記第一接合中空部材の前記第一歯状部に圧接しつつ、前記第二接合中空部材を前記駆動中空部材により回転させることにより、前記第二接合中空部材を溶融させて溶融材を生成し、前記溶融材により前記板材及び前記接合軸部材に前記第二接合中空部材を接合する第二接合中空部材接合工程と、を有することが望ましい。

【0021】

このような補強方法によれば、接合部材を第一接合中空部材と第二接合中空部材に分けて、鋼材と第一接合中空部材の摩擦から発生する溶融材と、第一接合中空部材と第二接合中空部材の摩擦から発生する溶融材と、のそれぞれにおいて接合軸部材の側面を接合するので、1回あたりの回転摩擦圧接に必要なエネルギーを小さくすることができるので、回転摩擦圧接接合装置を小型化することができる。

【0022】

かかる補強方法であって、前記第一歯状部及び前記第二歯状部の形状は、前記第二接合中空部材を第一回転方向に回転させると前記第二接合中空部材に連動して前記第一接合中空部材が回転し、前記第二接合中空部材を前記第一回転方向とは反対の第二回転方向に回転させると前記第一接合中空部材が前記第二接合中空部材の回転に連動しないような形状となっており、前記第一接合中空部材接合工程においては、前記駆動中空部材により前記第二接合中空部材を前記第一回転方向に回転させて前記第一接合中空部材及び前記第二接合中空部材を連動回転させ、前記第二接合中空部材接合工程においては、前記駆動中空部

10

20

30

40

50

材により前記第二接合中空部材を前記第二回転方向に回転させて前記第二接合中空部材のみを回転させることが望ましい。

【0023】

このような補強方法よれば、第一接合中空部材と鋼材、及び、第二中空部材と第一中空部材の両方の回転摩擦圧接による接合を、一度の部材挿入工程及び駆動中空部材設置工程で行うことができる。

【0024】

鋼材と、前記鋼材に添設されている板材であって、前記板材を貫通する貫通孔を備える板材と、前記貫通孔に挿入され前記鋼材に回転摩擦圧接接合されている接合軸部材と、中空部分を備え、前記中空部分に前記接合軸部材を収納した状態で前記貫通孔に挿入されている接合中空部材であって、前記接合中空部材を前記鋼材に向けて押圧して回転摩擦圧接することにより前記接合中空部材が溶融して生成される溶融材により、前記板材及び前記接合軸部材に接合されている接合中空部材と、前記接合軸部材に螺合され、前記板材を締め付けている締付材と、を有することを特徴とする回転摩擦圧接接合構造。

10

【0025】

このような回転摩擦圧接接合構造によれば、鋼材と回転摩擦圧接する部材を接合軸部材と接合中空部材に分割して、接合軸部材の底面を回転摩擦圧接接合とし、接合軸部材の側面を接合中空部材の溶融材による接合とすることにより、1回あたりの回転摩擦圧接による接合に必要なエネルギーを小さくすることができるので、回転摩擦圧接接合装置を小型化することができる。

20

【0026】

=== 本実施形態 ===

本実施形態に係る回転摩擦圧接接合構造1について図を用いて説明する。図1は、回転摩擦圧接接合構造1の概略正面図と概略断面図であり、図1aが概略正面図、図1bが概略断面図である。なお、概略正面図において、鋼材2と板材3については、断面を示している。

【0027】

本実施形態に係る回転摩擦圧接接合構造1は、鋼材2と、板材3と、プラグ材4（接合軸部材に相当）と、スペーサー5（接合中空部材に相当）と、ナット6（締結材に相当）と、ワッシャ7と、を有する。

30

【0028】

なお、図1においては、鋼材2の上面に板材3を添設している例を示しているが、これに限るものでなく、上下が逆様でも良いし、鋼材2が左側（右側）で板材3が右側（左側）でも良い。

【0029】

鋼材2は、建築物等の構造材であって、例えば、H鋼を用いた鉄骨梁を挙げることができる。

【0030】

板材3は、鋼材2を補強するための補強材であって、鋼材2の上面と板材3の下面が接触するように設けられている。板材3の一例としては、鉄骨梁を補強するための補強板を挙げることができる。

40

【0031】

また、板材3は、鉛直方向に貫通した貫通孔3aを有しており、貫通孔3aの下側が鋼材2の側になるように設けられている。つまり、回転摩擦圧接接合構造1は、鋼材2に添設されている板材3であって、板材3を貫通する貫通孔3aを備える板材3を有する。また、貫通孔3aには、螺旋状の溝部3bが設けられている。溝部3bは、後述する溶融材5cをより多く充填するために設けられている。なお、溝部3bは設けられていなくてもよい。

【0032】

プラグ材4は、ナット6を螺合して、板材3を鋼材2の側へ締め付けるために設けられ

50

る部材であって、例えば、スタッドボルトを一例として挙げることができる。そして、貫通孔 3 a に挿入され、鋼材 2 との接触面（底面）が回転摩擦圧接接合されている。つまり、回転摩擦圧接接合構造 1 は、貫通孔 3 a に挿入され鋼材 2 に回転摩擦圧接接合されているプラグ材 4 を有する。

【 0 0 3 3 】

ここで、回転摩擦圧接接合とは、接合する部材（たとえば金属や樹脂など）を高速回転させて擦り合わせ、そのとき生じる摩擦熱によって部材を軟化させると同時に圧力を加えて接合する技術のことである。つまり、プラグ材 4 を高速回転させて、鋼材 2 に擦り合わせて、この時の摩擦熱によって鋼材 2 を軟化させると同時に圧力を先端方向（下方向）に向けて加えて、プラグ材 4 と鋼材 2 を接合している。

10

【 0 0 3 4 】

スペーサー 5 は、鋼材 2 の側に設けられた第一スペーサー 5 a（第一中空部材に相当）と第一スペーサー 5 a の上側において第一スペーサー 5 a と接合された第二スペーサー 5 b（第二中空部材に相当）を有しており、板材 3 とプラグ材 4 の間に設けられている。そして、板材 3 に周囲が囲まれた状態で鋼材 2 との接触面（底面が）回転摩擦圧接により接合されている。

【 0 0 3 5 】

また、スペーサー 5 の形状は、円筒形状（中空部分を有する形状）であって、その上端部は凸凹した形状をしている。これは、後述する駆動中空部材 9（図 5 参照）がこの部分に噛み合っており、駆動中空部材 9 の回転をスペーサー 5 にスムーズに伝達するための形状である。

20

【 0 0 3 6 】

また、スペーサー 5 は、低融点の金属であって、詳しくは後述するが、スペーサー 5 を回転摩擦圧接して、発生する摩擦熱によってスペーサー 5 から溶融材 5 c（溶融金属）を発生させ、この溶融材 5 c をスペーサー 5 の側面にある隙間に充填する。そして、この溶融材 5 c がスペーサー 5 とプラグ材 4 及び板材 3 を接合する。

【 0 0 3 7 】

つまり、回転摩擦圧接接合構造 1 は、中空部分を備え、中空部分にプラグ材 4 を収容した状態で貫通孔 3 a に挿入されているスペーサー 5 であって、スペーサー 5 を鋼材 2 に向けて押圧して回転摩擦圧接することによりスペーサー 5 が溶融して生成される溶融材 5 c により、板材 3 及びプラグ材 4 に接合されているスペーサー 5 を有する。

30

【 0 0 3 8 】

ナット 6 は、板材 3 の上面においてワッシャ 7 を介して鋼材 2 の側へダブルナットとして締め付けられている。つまり、回転摩擦圧接接合構造 1 は、プラグ材 4 に螺合され、板材 3 を締め付けているナット 6 を有する。

【 0 0 3 9 】

< < 補強方法について > >

次に、鋼材 2 を板材 3 で補強する補強方法について図を用いて説明する。図 2 ~ 図 6 は、補強方法を説明するための説明図であり、図 7 は、補強方法のフローチャートである。

【 0 0 4 0 】

40

図 2 は、板材 3 の加工後を示した図である。図 2 に示すように、板材 3 に、プラグ材 4 とスペーサー 5 を挿入する貫通孔 3 a 形成し、貫通孔 3 a に溝部 3 b の加工を行う（ステップ S 1）。つまり、この補強方法は、板材 3 を貫通する貫通孔 3 a を板材 3 に形成する貫通孔形成工程を有する。貫通孔 3 a は鉛直方法に板材 3 を貫通しており、貫通孔 3 a の側面に溝部 3 b の加工が行われる。

【 0 0 4 1 】

図 3 は、鋼材 2 に板材 3 を添設してプラグ材 4 とスペーサー 5 を貫通孔 3 a に挿入した状態を示した図である。図 3 に示すように、鋼材 2 に板材 3 を添設し、貫通孔 3 a にスペーサー 5 とプラグ材 4 を挿入する（ステップ S 2）。

【 0 0 4 2 】

50

板材 3 は、鋼材 2 の上面に添設され、板材 3 の貫通孔 3 a に周囲が囲まれるようにスペーサー 5 を挿入して、スペーサー 5 の底面（下面）を鋼材 2 と接触させ、さらに、スペーサー 5 に周囲が囲まれるようにプラグ材 4 を挿入して、プラグ材 4 の底面（下面）を鋼材 2 と接触させている。なお、図 3 に示すように、プラグ材 4 とスペーサー 5 と板材 3 のそれぞれの間には隙間が設けてある。

【 0 0 4 3 】

つまり、この補強方法は、鋼材 2 に板材 3 を添設する板材添設工程と、プラグ材 4、及び、中空部分を備えたスペーサー 5 を、中空部分にプラグ材 4 が収納された状態となるように貫通孔 3 a に挿入する部材挿入工程と、を有する。

【 0 0 4 4 】

また、スペーサー 5 は、上述したように、第一スペーサー 5 a と第二スペーサー 5 b とを有しており、図 3 に示すように、第一スペーサー 5 a 及び第二スペーサー 5 b は、互いに噛合するための第一歯状部 5 a 1 及び第二歯状部 5 b 1 を備えている（第一歯状部 5 a 1 及び第二歯状部 5 b 1 が示すギザギザの部分）。

【 0 0 4 5 】

そして、部材挿入工程においては、第一スペーサー 5 a が鋼材 2 に接触するように第一スペーサー 5 a を貫通孔 3 a に挿入し、かつ、第一スペーサー 5 a の鋼材 2 に接触する側とは反対側に位置する第一歯状部 5 a 1 に第二歯状部 5 b 1 が噛合するように第二スペーサー 5 b を貫通孔 3 a に挿入する。

【 0 0 4 6 】

図 4 は、プラグ材 4 を回転摩擦圧接接合している状態を示した図である。つまり、この補強方法は、プラグ材 4 を鋼材 2 に回転摩擦圧接接合する接合軸部材（プラグ材 4）接合工程を有する。具体的には、図 4 に示すように、駆動部材 8 をプラグ材 4 に設置しプラグ材 4 を鋼材 2 に回転させつつ押し付けて、プラグ材 4 を鋼材 2 に回転摩擦圧接接合する（ステップ S 3）。

【 0 0 4 7 】

駆動部材 8 は、回転摩擦圧接接合装置（不図示）の部材であって、プラグ材 4 とほぼ同じ径の円柱形状（軸形状）をしている。そして、駆動部材 8 は、プラグ材 4 に回転と圧力を与えて、プラグ材 4 を鋼材 2 に摩擦圧接する部材である。

【 0 0 4 8 】

駆動部材 8 は、摩擦圧接する前は、図 3 に示すように、プラグ材 4 の上部に位置しており、摩擦圧接する際に、プラグ材 4 の上面と接する位置まで下がってくる。そして、回転摩擦圧接接合装置による接合を開始すると、プラグ材 4 を回転させつつ鋼材 2 に押し付けて、プラグ材 4 の下面と鋼材 2 の上面を回転摩擦圧接接合する。

【 0 0 4 9 】

つまり、この補強方法は、プラグ材 4 に当接してプラグ材 4 を駆動する駆動部材 8 をプラグ材 4 に設置する駆動部材設置工程を有し、接合軸部材接合工程においては、駆動部材 8 によりプラグ材 4 を駆動することにより、プラグ材 4 を鋼材 2 に回転摩擦圧接接合する。

【 0 0 5 0 】

なお、プラグ材 4 と鋼材 2 の回転摩擦圧接接合は、かかる回転摩擦圧接接合により生じる溶融材 2 a がプラグ材 4 と板材 3 の隙間に位置するスペーサー 5 の下面に発生するタイミングで終了する。すなわち、かかる溶融材 2 a がスペーサー 5 を上側に押し上げるので、スペーサー 5 が上側に押し上げられ始めたタイミングでプラグ材 4 の回転を中止する（ステップ S 4）。つまり、接合軸部材接合工程は、プラグ材 4 が回転摩擦圧接接合により溶融されて生成される溶融材 2 a が、スペーサー 5 を押し上げ始めた際に、終了する。

【 0 0 5 1 】

次に、スペーサー 5 を回転摩擦圧接により接合することにより、スペーサー 5 と板材 3 及びプラグ材 4 を接合する。つまり、この補強方法は、スペーサー 5 を接合する接合中空部材（スペーサー 5）接合工程を有する。

【 0 0 5 2 】

10

20

30

40

50

具体的には、接合中空部材接合工程を、第一接合中空部材（第一スペーサー 5 a）接合工程と第二接合中空部材（第二スペーサー 5 b）接合工程の 2 つの工程に分けて、それぞれの工程において回転摩擦圧接による接合を行う。第一中空部材接合工程においては、第一スペーサー 5 a を回転させつつ鋼材 2 に押し付けることにより回転摩擦圧接による接合を行い、第二中空部材接合工程においては、第二スペーサー 5 b を回転させつつ第一スペーサー 5 a に押し付けることにより回転摩擦圧接による接合を行う。以下、詳しく説明する。

【 0 0 5 3 】

接合中空部材接合工程においては、先ず、駆動中空部材 9 をスペーサー 5 に設置する。駆動中空部材 9 は、回転摩擦圧接接合装置（不図示）の部材であって、スペーサー 5 とほぼ同じ径の円筒形状をしており、スペーサー 5 とプラグ材 4 の関係と同じように、駆動部材 8 の周囲を取り囲むようにして設けられている。そして、駆動中空部材 9 は、スペーサー 5 に回転と圧力を与えて、スペーサー 5 を鋼材 2 に向けて摩擦圧接して、スペーサー 5 を摩擦熱により溶解させる部材である。

10

【 0 0 5 4 】

駆動中空部材 9 は、摩擦圧接する前は、図 4 に示すように、スペーサー 5 の上部に位置しており、摩擦圧接する際に、スペーサー 5 の上面と接する位置まで下がってくる。そして、回転摩擦圧接接合装置による接合を開始すると、スペーサー 5 を鋼材 2 に回転させつつ押し付けて、スペーサー 5 を鋼材 2 に向けて回転摩擦圧接する。

【 0 0 5 5 】

つまり、この補強方法は、スペーサー 5 を駆動する中空の駆動中空部材 9 をスペーサー 5 に設置する駆動中空部材設置工程を有し、接合中空部材接合工程においては、駆動中空部材 9 によりスペーサー 5 を駆動することにより、スペーサー 5 を鋼材 2 に向けて押しつけて回転摩擦圧接する。また、駆動中空部材設置工程は、第二スペーサー 5 b に当接してスペーサー 5 を駆動する駆動中空部材 9 を第二スペーサー 5 b に設置する工程ともいえる。

20

【 0 0 5 6 】

また、駆動中空部材 9 の下面であってスペーサー 5 と接する面は、凹凸形状をしており、スペーサー 5 の上端部の凹凸と噛み合う形状をしている。つまり、スペーサー 5 は、駆動中空部材 9 に設けられた駆動部材歯状部 9 a と噛み合わせるための駆動部材噛合用歯状部 5 b 2 を有し、駆動中空部材 9 は、駆動部材噛合用歯状部 5 b 2 と駆動部材歯状部 9 a とが噛み合った状態でスペーサー 5 に当接してスペーサー 5 を駆動する。そして、この噛み合いにより、駆動中空部材 9 の回転がスムーズにスペーサー 5 に伝達される。

30

【 0 0 5 7 】

駆動中空部材 9 をスペーサー 5 に設置したら、次に、第一接合中空部材接合工程を行う。第一接合中空部材接合工程においては、駆動中空部材 9 を上から見て反時計回りに回転させる。これは、図 5 に示す第一歯状部 5 a 1 と第二歯状部 5 b 1 の噛み合っている形状によるものである。

【 0 0 5 8 】

具体的には、鉛直方向に沿って上がった後に右下斜め方向に沿って下がるという形状の繰り返しで噛み合っており、上から見て反時計回り（第一回転方向）に駆動中空部材 9 が回転する場合、引っ掛かる角度が大きいので、第一スペーサー 1 5 a は第二スペーサー 1 5 b 引っ掛かりやすく（連動回転しやすく）、上からみて時計周り（第一回転方向とは反対の第二回転方向）に駆動中空部材 9 が回転する場合、引っ掛かる角度が小さいので、第一スペーサー 1 5 a は第二スペーサー 1 5 b に引っ掛かりにくい（連動回転しにくい）。

40

【 0 0 5 9 】

したがって、第一接合中空部材接合工程においては、駆動中空部材 9 により第二スペーサー 5 b を第一回転方向に回転させて第一スペーサー 5 a 及び第二スペーサー 5 b を連動回転させる。つまり、第一接合中空部材接合工程においては、第一スペーサー 5 a を鋼材 2 に圧接しつつ、互いに噛み合った第一スペーサー 5 a 及び第二スペーサー 5 b を駆動中空部材 9 により連動回転させることにより、第一スペーサー 5 a を溶解させて溶解材 5 c 1

50

を生成し、溶融材 5 c 1 により板材 3 及びプラグ材 4 に第一スペーサー 5 a を接合する（ステップ S 5）。

【 0 0 6 0 】

次に、第二接合中空部材接合工程として、第二スペーサー 5 b を回転させつつ第一スペーサー 5 a に押し付けることにより回転摩擦圧接による接合を行う。

【 0 0 6 1 】

上述したように、上からみて時計周り（第二回転方向）に駆動中空部材 9 が回転する場合、引っ掛かる角度が小さいので、第一スペーサー 1 5 a は第二スペーサー 1 5 b に引っ掛かりにくい（連動回転しにくい）。

【 0 0 6 2 】

したがって、第二接合中空部材接合工程においては、駆動中空部材 9 により第二スペーサー 5 b を第二回転方向に回転させて第二スペーサー 5 b のみを回転させる。つまり、第二接合中空部材接合工程においては、第二スペーサー 5 b の第二歯状部 5 b 1 を、板材 3 及びプラグ材 4 に接合された第一スペーサー 5 a の第一歯状部 5 a 1 に圧接しつつ、第二スペーサー 5 b を駆動中空部材 9 に回転させることにより、第二スペーサー 5 b を溶融させて溶融材 5 c 2 を生成し、溶融材 5 c 2 により板材 3 及びプラグ材 4 に第二スペーサー 5 b を接合する（ステップ S 6）。

【 0 0 6 3 】

なお、第一接合中空部材工程と第二接合中空部材接合工程（接合中空部材接合工程）は、スペーサー 5 を鋼材 2 に向けて押圧して回転摩擦圧接することによりスペーサー 5 を溶融させて溶融材 5 c 1、5 c 2 を生成し、溶融材 5 c 1、5 c 2 により板材 3 及びプラグ材 4 にスペーサー 5 を接合する工程であるともいえる。

【 0 0 6 4 】

接合中空部材接合工程が終了したら、図 1 に示すように、ナット 6 をプラグ材 4 に螺合して、ワッシャ 7 を介して鋼材 2 の側へ板材 3 をダブルナットとして締め付ける（ステップ S 7）。つまり、この補強方法は、プラグ材 4 にナット 6 を螺合して板材 3 をナット 6 で締め付ける締結材締結工程を有する。なお、溶融材 5 c 2 が板材 3 の上面まで溢れている場合は、ナット 6 を締め付ける前に除去する。

【 0 0 6 5 】

< < < 補強方法及び回転摩擦圧接接合構造 1 の有効性について > > >

上述したように、本実施形態に係る回転摩擦圧接接合構造 1 は、鋼材 2 を板材 3 で補強する補強方法であって、板材 3 を貫通する貫通孔 3 a を板材 3 に形成する貫通孔形成工程と、鋼材 2 に板材 3 を添設する板材添設工程と、プラグ材 4、及び、中空部分を備えたスペーサー 5 を、中空部分にプラグ材 4 が収納された状態となるように貫通孔 3 a に挿入する部材挿入工程と、プラグ材 4 を鋼材 2 に回転摩擦圧接接合する接合軸部材接合工程と、スペーサー 5 を鋼材 2 に向けて押圧して回転摩擦圧接することによりスペーサー 5 を溶融させて溶融材 5 c を生成し、溶融材 5 c により板材 3 及びプラグ材 4 にスペーサー 5 を接合する接合中空部材接合工程と、プラグ材 4 にナット 6 を螺合して板材 3 をナット 6 で締め付ける締結材締結工程と、を有することとした。そのため、鋼構造物の補強に回転摩擦圧接接合を適用することが可能となる。

【 0 0 6 6 】

鋼構造物の補強を行う場合は、一般的に溶接作業が行われる。そして、溶接作業を行うと、火花、臭気、粉塵等が発生するので、火花による火事の発生、臭気による第三者等への異臭トラブル、粉塵による健康被害等を招くおそれがあった。そのため、火花等がほぼ発生しない回転摩擦圧接による接合が要望されているが、回転摩擦接合は接合させるために大きなエネルギーが必要であり、回転摩擦圧接接合装置は大型であることが一般的であった。つまり、回転摩擦圧接接合装置は大きすぎて、鋼構造物の補強現場に持ち込むことが困難であり、鋼構造物の補強に適用することが困難であった。

【 0 0 6 7 】

回転摩擦圧接接合においては、摩擦圧接接合する接合面積に対応して必要となるエネル

10

20

30

40

50

ギーが大きくなり、回転摩擦圧接接合装置も大きくなる。つまり、例えば、一般的な方法でプラグ材 4 を回転摩擦圧接接合する場合には、プラグ材 4 の接合面積に必要なエネルギーを出力できる回転摩擦圧接接合装置が必要となっていた。

【 0 0 6 8 】

これに対し、本実施形態においては、鋼材 2 と回転摩擦圧接する部材をプラグ材 4 とスペーサー 5 に分割して、プラグ材 4 の底面を回転摩擦圧接接合とし、プラグ材 4 の側面をスペーサー 5 の溶融材 5 c による接合とすることにより、1 回あたりの接合面積を小さくすることができる。そのため、1 回あたりの回転摩擦圧接による接合に必要なエネルギーを小さくすることができるので、回転摩擦圧接接合装置を小型化することができる。

【 0 0 6 9 】

つまり、回転摩擦圧接接合装置を鋼構造物の補強現場に持ち込むことが可能となり、鋼構造物の補強に回転摩擦圧接接合を適用することが可能となる。

【 0 0 7 0 】

また、スタッド溶接による鋼構造物の補強においては、工場で製作したものを現場で正確に設置するための多くの測量が必要であり、また誤差（測量誤差、製作誤差、施工誤差等）の積み重ねで製品が正確に取りつかない場合もある。

【 0 0 7 1 】

そのため、かかる誤差を吸収するようにプラグ材 4 を挿入する板材 3 には 2 ~ 3 mm の大きな隙間が有するルーズ穴（貫通孔 3 a）を用いており、板材 3 を一体化させることが難しかった。

【 0 0 7 2 】

これに対し、回転摩擦圧接接合による鋼構造物の補強は、溶融材 5 c によりかかる隙間を埋めるので、板材 3 を一体化させることが可能となる。

【 0 0 7 3 】

さらに、回転摩擦圧接接合による鋼構造物の補強においては、誤差調整等の工程を減らすことができるので、鋼構造物の補強での作業工程を減らすことができる。

【 0 0 7 4 】

また、本実施形態に係る補強方法においては、接合軸部材接合工程は、プラグ材 4 が回転摩擦圧接接合により溶融されて生成される溶融材 2 a が、スペーサー 5 を押し上げ始めた際に、終了することとした。そして、これにより、適切なタイミング（接合軸部材接合工程の終了するタイミング）で駆動部材 8 の回転を中止することができる。

【 0 0 7 5 】

また、本実施形態に係る補強方法においては、プラグ材 4 に当接してプラグ材 4 を駆動する駆動部材 8 をプラグ材 4 に設置する駆動部材設置工程を有し、接合軸部材接合工程においては、駆動部材 8 によりプラグ材 4 を駆動することにより、プラグ材 4 を鋼材 2 に回転摩擦圧接接合し、スペーサー 5 を駆動する中空の駆動中空部材 9 をスペーサー 5 に設置する駆動中空部材設置工程を有し、接合中空部材接合工程においては、駆動中空部材 9 によりスペーサー 5 を駆動することにより、スペーサー 5 を鋼材 2 に向けて押圧して回転摩擦圧接することとした。

【 0 0 7 6 】

そして、プラグ材 4 を駆動部材 8 で回転摩擦圧接接合し、スペーサー 5 を駆動中空部材 9 で回転摩擦圧接することで、1 回あたりの回転摩擦圧接による接合に必要なエネルギーを小さくすることができるので、回転摩擦圧接接合装置を小型化することができる。

【 0 0 7 7 】

また、本実施形態に係る補強方法においては、スペーサー 5 は、駆動中空部材 9 に設けられた駆動部材歯状部 9 a と噛合するための駆動部材噛合用歯状部 5 b 2 を有し、駆動中空部材 9 は、駆動部材噛合用歯状部 5 b 2 と駆動部材歯状部 9 a とが噛合した状態でスペーサー 5 に当接してスペーサー 5 を駆動することとした。

【 0 0 7 8 】

そして、これにより、スペーサー 5 及び駆動中空部材 9 は接触面積が少ないので滑りや

10

20

30

40

50

すいが、互いが噛合するための歯状部を有することにより、駆動中空部材 9 からスペーサー 5 への回転の滑りを抑制することができる。

【0079】

また、本実施形態に係る補強方法においては、スペーサー 5 は、第一スペーサー 5 a と第二スペーサー 5 b とを有し、第一スペーサー 5 a 及び第二スペーサー 5 b は、互いに噛合するための第一歯状部 5 a 1 及び第二歯状部 5 b 1 を備え、部材挿入工程においては、第一スペーサー 5 a が鋼材 2 に接触するように第一スペーサー 5 a を貫通孔 3 a に挿入し、かつ、第一スペーサー 5 a の鋼材 2 に接触する側とは反対側に位置する第一歯状部 5 a 1 に第二歯状部 5 b 1 が噛合するように第二スペーサー 5 b を貫通孔 3 a に挿入し、駆動中空部材設置工程においては、スペーサー 5 を駆動する駆動中空部材 9 を第二スペーサー 5 b に設置し、接合中空部材接合工程は、第一スペーサー 5 a を鋼材 2 に圧接しつつ、互いに噛合した第一スペーサー 5 a 及び第二スペーサー 5 b を駆動中空部材 9 により連動回転させることにより、第一スペーサー 5 a を溶融させて溶融材 5 c を生成し、溶融材 5 c により板材 3 及びプラグ材 4 に第一スペーサー 5 a を接合する第一接合中空部材接合工程と、第二接合中空部材の第二歯状部 5 b 1 を、板材 3 及びプラグ材 4 に接合された第一スペーサー 5 a の第一歯状部 5 a 1 に圧接しつつ、第二スペーサー 5 b を駆動中空部材 9 により回転させることにより、第二スペーサー 5 b を溶融させて溶融材 5 c を生成し、溶融材 5 c により板材 3 及びプラグ材 4 に第二スペーサー 5 b を接合する第二接合中空部材接合工程と、を有することとした。

【0080】

そして、これにより、スペーサー 5 を第一スペーサー 5 a と第二スペーサー 5 b に分けて、鋼材 2 と第一スペーサー 5 a の摩擦から発生する溶融材 5 c 1 と、第一スペーサー 5 a と第二スペーサー 5 b の摩擦から発生する溶融材 5 c 2 と、のそれぞれにおいてプラグ材 4 の側面を接合するので、1 回あたりの回転摩擦圧接に必要なエネルギーを小さくすることができ、回転摩擦圧接接合装置を小型化することができる。

【0081】

また、本実施形態に係る補強方法においては、第一歯状部 5 a 1 及び第二歯状部 5 b 1 の形状は、第二スペーサー 5 b を第一回転方向に回転させると第二スペーサー 5 b に連動して第一スペーサー 5 a が回転し、第二スペーサー 5 b を第一回転方向とは反対の第二回転方向に回転させると第一スペーサー 5 a が第二スペーサー 5 b の回転に連動しないような形状となっており、第一接合中空部材接合工程においては、駆動中空部材 9 により第二スペーサー 5 b を第一回転方向に回転させて第一スペーサー 5 a 及び第二スペーサー 5 b を連動回転させ、第二接合中空部材接合工程においては、駆動中空部材 9 により第二スペーサー 5 b を第二回転方向に回転させて第二スペーサー 5 b のみを回転させることとした。

【0082】

仮に、第一接合中空部材接合工程において、第一スペーサー 5 a 及び第二スペーサー 5 b を連動させることができない場合には、第二スペーサー 5 b を挿入せずに第一スペーサー 5 a 単体を駆動中空部材 9 で駆動する必要がある。そして、この場合には、第二中空部材接合工程の直前に、駆動中空部材 9 を一旦外して、第二スペーサー 5 b を挿入し、駆動中空部材 9 を第二スペーサー 5 b に再設置しなければならないこととなる。すなわち、第一スペーサー 5 a の挿入工程と第二スペーサー 5 b の挿入工程が別工程となり、駆動中空部材 9 の設置も二回必要になるため、工程が煩雑となる。これに対し、本実施の形態においては、第一スペーサー 5 a 及び第二スペーサー 5 b が連動可能となるため、第一スペーサー 5 a と第二スペーサー 5 b の挿入工程が一工程で済み、さらに、駆動中空部材 9 の設置も 1 回で済む。すなわち、第一スペーサー 5 a と鋼材 2、及び、第二スペーサー 5 b と第一スペーサー 5 a の両方の回転摩擦圧接による接合を、一度の部材挿入工程及び駆動中空部材設置工程で行うことができる。

【0083】

また、本実施形態に係る回転摩擦圧接接合構造 1 は、鋼材 2 と、鋼材 2 に添設されている板材 3 であって、板材 3 を貫通する貫通孔 3 a を備える板材 3 と、貫通孔 3 a に挿入さ

10

20

30

40

50

れ鋼材 2 に回転摩擦圧接接合されているプラグ材 4 と、中空部分を備え、中空部分にプラグ材 4 を収納した状態で貫通孔 3 a に挿入されているスペーサー 5 であって、スペーサー 5 を鋼材 2 に向けて押圧して回転摩擦圧接することによりスペーサー 5 が溶融して生成される溶融材 5 c により、板材 3 及びプラグ材 4 に接合されているスペーサー 5 と、プラグ材 4 に螺合され、板材 3 を締め付けているナット 6 と、を有することとした。

【 0 0 8 4 】

かかる場合には、鋼材 2 と回転摩擦圧接する部材をプラグ材 4 とスペーサー 5 に分割して、プラグ材 4 の底面を回転摩擦圧接接合とし、プラグ材 4 の側面をスペーサー 5 の溶融材 5 c による接合とすることにより、1 回あたりの回転摩擦圧接による接合に必要なエネルギーを小さくすることができるので、回転摩擦圧接接合装置を小型化することができる。

10

【 0 0 8 5 】

=== その他の実施形態について ===

上記実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得ると共に、本発明にはその等価物が含まれることはいうまでもない。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 6 】

1 回転摩擦圧接接合構造、2 鋼材、2 a 溶融材、3 板材、3 a 貫通孔、
3 b 溝部、4 プラグ材（接合軸部材）、5 スペーサー（接合中空部材）、
5 a 第一スペーサー（第一接合中空部材）、5 a 1 第一歯状部、
5 b 第二スペーサー（第二接合中空部材）、5 b 1 第二歯状部、
5 b 2 駆動部材嚙合用歯状部、5 c 溶融材、5 c 1 溶融材、5 c 2 溶融材、
6 ナット（締結材）、7 ワッシャ、8 駆動部材、9 駆動中空部材、
9 a 駆動部材歯状部、

20

30

40

50

【 図面 】
【 図 1 】

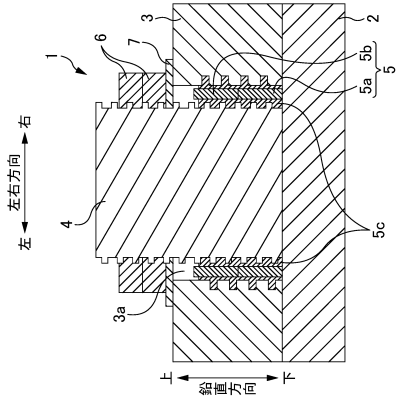


図1a

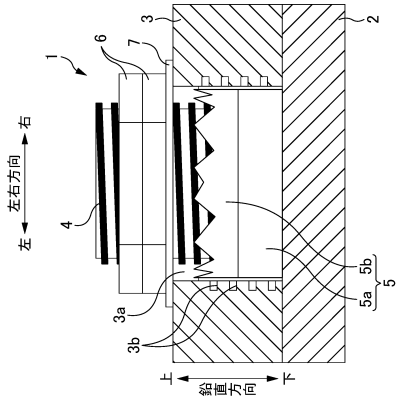


図1b

【 図 3 】

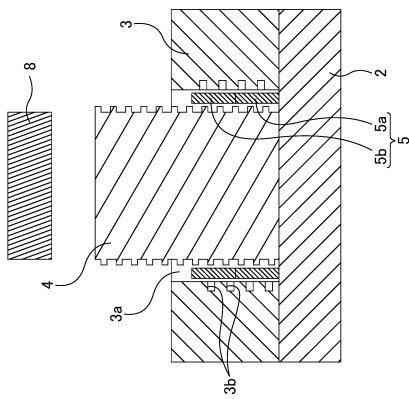


図3a

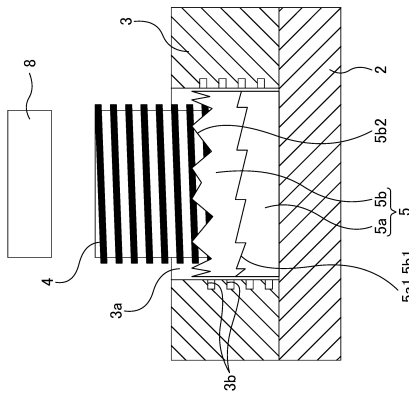
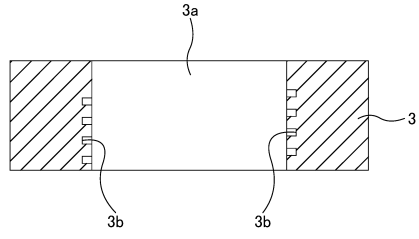


図3b

【 図 2 】



10

20

【 図 4 】

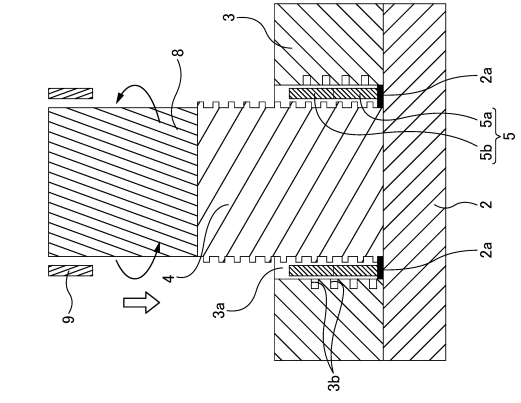


図4a

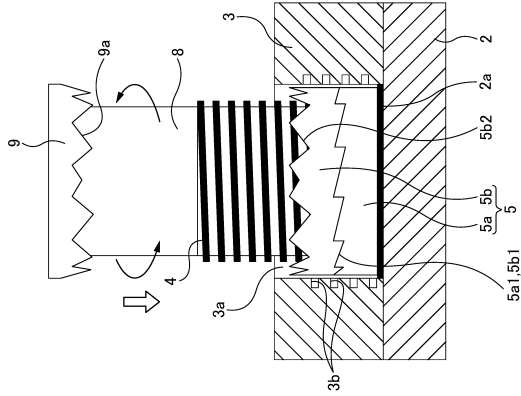


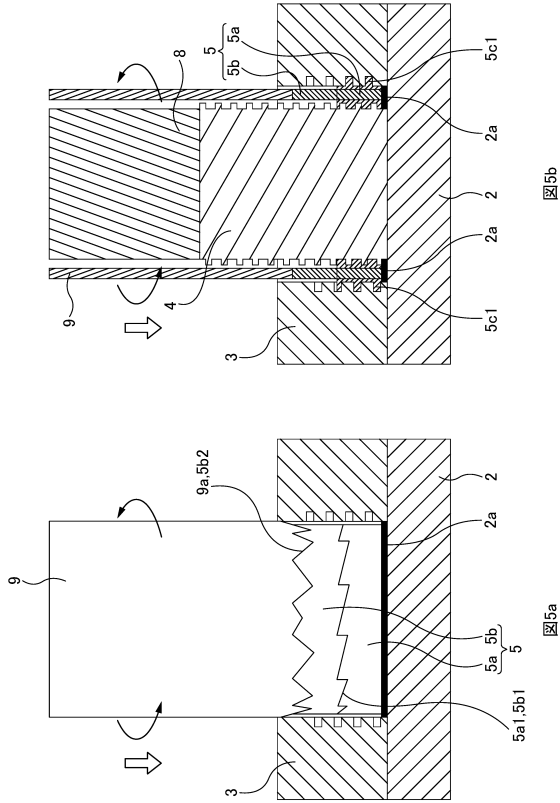
図4b

30

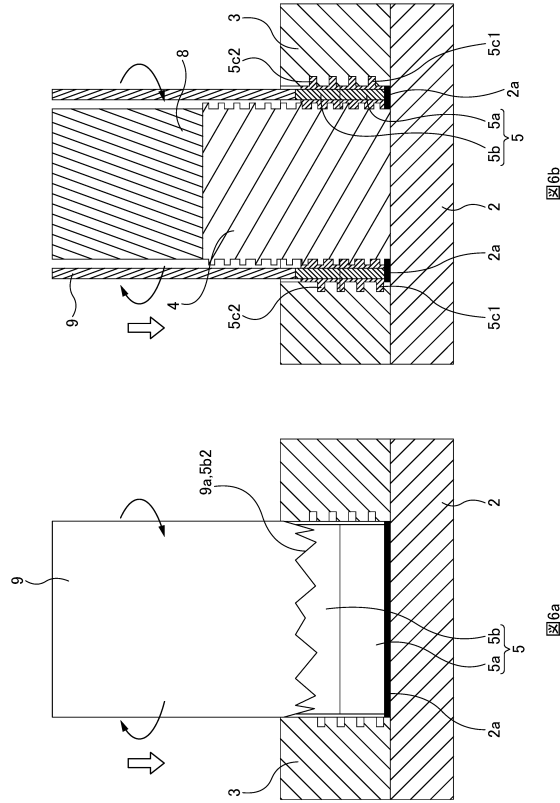
40

50

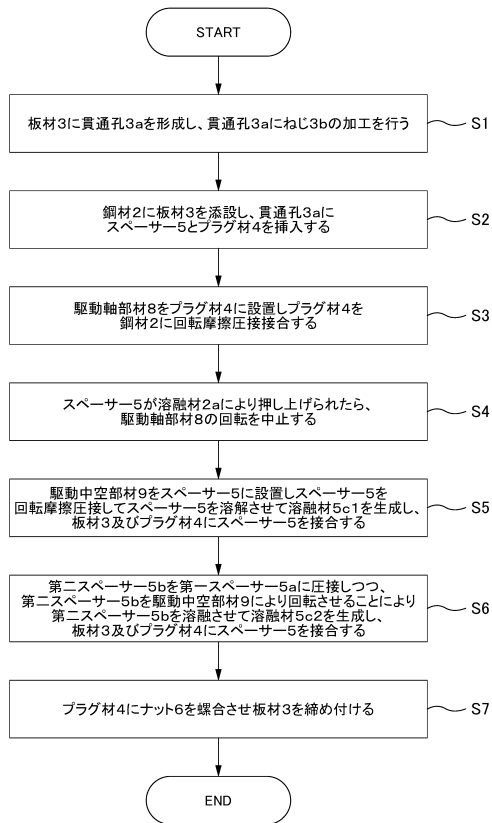
【図5】



【図6】



【図7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 英国特許出願公開第01500975(GB,A)
特開2007-301576(JP,A)
特開2020-049518(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B23K 20/12