

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-97483

(P2012-97483A)

(43) 公開日 平成24年5月24日(2012.5.24)

(51) Int.Cl.

E04B 1/58 (2006.01)

F 1

E04B 1/58 507L

テーマコード(参考)

2E125

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2010-246922 (P2010-246922)
 (22) 出願日 平成22年11月3日(2010.11.3)

(71) 出願人 504132272
 国立大学法人京都大学
 京都府京都市左京区吉田本町36番地1
 (74) 代理人 100114502
 弁理士 山本 俊則
 (72) 発明者 小松 幸平
 京都府京都市左京区吉田本町 国立大学法人
 京都大学生存圏研究所内
 Fターム(参考) 2E125 AA04 AA14 AA42 AB12 AC23
 AG03 AG04 BC09 BD01 BE07
 BE08 BF03 CA01 CA22 CA27

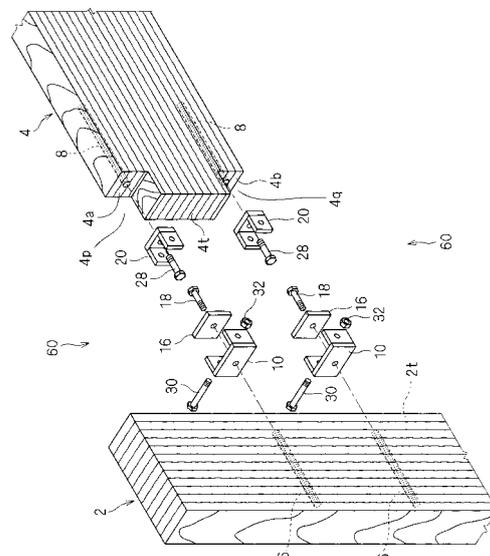
(54) 【発明の名称】 ラグスクリューボルトを用いた接合構造

(57) 【要約】

【課題】ラグスクリューボルトに長い中空孔を加工する必要がなく、接合された部材を取り替えることなく接合部品のみを容易に交換可能な構成にすることができ、長期安全性の面で危惧がなく、接合された部材に割裂破壊が発生しにくい、ラグスクリューボルトを用いた接合構造を提供する。

【解決手段】外周面におねじが形成され、端面の開口に連通する中空孔の内周面にめねじが形成された第1及び第2のラグスクリューボルト6, 8を、開口が露出するように第1及び第2の部材2, 4に固定する。回転自在に結合された第1及び第2の金具10, 20を介して第1及び第2の部材2, 4に引張力が作用して第1及び第2の部材2, 4の互いに対向する対向面2t, 4t同士が圧着するように、第1及び第2の金具10, 20を、第1及び第2のラグスクリューボルト6, 8のめねじを利用して第1及び第2の部材2, 4に固定する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

棒状の形状を有し、外周面におねじが形成され、端面に開口が形成され、該開口に連通する中空孔を有し、該中空孔の内周面にめねじが形成された第 1 のラグスクリューボルトと、

棒状の形状を有し、外周面におねじが形成され、端面に開口が形成され、該開口に連通する中空孔を有し、該中空孔の内周面にめねじが形成された第 2 のラグスクリューボルトと、

前記第 1 のラグスクリューボルトの前記開口が露出するように前記第 1 のラグスクリューボルトの前記おねじがねじ込まれて、前記第 1 のラグスクリューボルトが固定された第 1 の部材と、

前記第 2 のラグスクリューボルトの前記開口が露出するように前記第 2 のラグスクリューボルトの前記おねじがねじ込まれて、前記第 2 のラグスクリューボルトが固定された第 2 の部材と、

回動自在に結合された第 1 及び第 2 の金具と、
を備え、

前記第 1 の金具は、前記第 1 の部材に固定された前記第 1 のスクリューボルトの前記めねじを利用して前記第 1 の部材に固定され、

前記第 2 の金具は、前記第 2 の部材に固定された前記第 2 のスクリューボルトの前記めねじを利用して前記第 2 の部材に固定され、

回動自在に結合された前記第 1 及び第 2 の金具を介して前記第 1 及び第 2 の部材に引張力が作用して前記第 1 及び第 2 の部材の互いに対向する対向面同士が圧着し、前記第 1 及び第 2 の部材が接合されたことを特徴とする、ラグスクリューボルトを用いた接合構造。

【請求項 2】

接合された前記第 1 及び第 2 の部材を含む平面と平行に、前記第 1 及び第 2 のラグスクリューボルトが延在し、

当該平面に対して垂直方向に、そのまわりに前記第 1 及び第 2 の金具が回動する中心軸が延在することを特徴とする、請求項 1 に記載のラグスクリューボルトを用いた接合構造。

【請求項 3】

前記第 1 及び第 2 の部材が接合されたときに、前記第 1 及び第 2 のラグスクリューボルトの中心線が一致することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載のラグスクリューボルトを用いた接合構造。

【請求項 4】

少なくとも 2 組の前記第 1 及び第 2 のラグスクリューボルトと前記第 1 及び第 2 の金具が、前記第 2 の部材の中心線に関して両側に、各組の前記第 1 及び第 2 のラグスクリューボルトの中心線が前記第 2 の部材の前記中心線と平行になるように配置されたことを特徴とする、請求項 1 乃至 3 のいずれか一つに記載のラグスクリューボルトを用いた接合構造。

【請求項 5】

前記第 1 のラグスクリューボルトの前記めねじに螺合するおねじが形成された軸部と、該軸部の一端に結合された頭部とを有する第 1 のボルトと、

前記第 2 のラグスクリューボルトの前記めねじに螺合するおねじが形成された軸部と、該軸部の一端に結合された頭部とを有する第 2 のボルトと、
を備え、

前記第 1 の金具に、前記第 1 のボルトの前記軸部の挿通は許容し、前記第 1 のボルトの前記頭部の挿通は阻止する貫通孔が形成され、

前記第 2 の金具に、前記第 2 のボルトの前記軸部の挿通は許容し、前記第 2 のボルトの前記頭部の挿通は阻止する貫通孔が形成され、

前記第 1 のボルトは、前記第 1 のボルトの前記軸部が前記第 1 の金具の前記貫通孔に挿

10

20

30

40

50

通され、前記第 1 の部材に固定された前記第 1 のラグスクリーボルトの前記めねじに前記第 1 のボルトの前記軸部に形成された前記おねじが螺合することにより、前記第 1 のボルトの前記頭部が前記第 1 の金具を前記第 1 の部材の前記対向面に押圧して、前記第 1 の金具を前記第 1 の部材に固定し、

前記第 2 のボルトは、前記第 2 のボルトの前記軸部が前記第 2 の金具の前記貫通孔に挿通され、前記第 2 の部材に固定された前記第 2 のラグスクリーボルトの前記めねじに前記第 2 のボルトの前記軸部に形成された前記おねじが螺合することにより、前記第 2 のボルトの前記頭部が前記第 2 の金具を前記第 2 の部材の前記対向面に押圧して、前記第 2 の金具を前記第 2 の部材に固定することを特徴とする、請求項 1 乃至 4 のいずれか一つに記載のラグスクリーボルトを用いた接合構造。

10

【請求項 6】

前記第 1 及び第 2 の金具が結合ピンを介して回転自在に結合されたことを特徴とする、請求項 1 乃至 5 のいずれか一つに記載のラグスクリーボルトを用いた接合構造。

【請求項 7】

接合された前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との間に、互いに圧着する前記第 1 及び第 2 の部材の前記対向面を横断するように、ダボが挿入されたことを特徴とする、請求項 1 乃至 6 のいずれか一つに記載のラグスクリーボルトを用いた接合構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明はラグスクリーボルトを用いた接合構造に関し、詳しくは、木材や集成材などの部材を接合するためにラグスクリーボルトを用いる接合構造に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ラグスクリーボルトを用いた接合構造が種々提案されている。ラグスクリーボルトは、例えば図 1 4 の写真に示すように、棒状の鋼製接合具である。外周には市販のラグスクリーと同一形状のおねじ 8 0 が加工されており、端部には開口 8 2 が形成され、開口 8 2 に連通する中空孔 8 4 の内周面にめねじ 8 6 が加工されている。ラグスクリーボルトは、開口が露出するように、木材や集成材などの部材にねじ込んで固定しておき、ラグスクリーボルトのめねじにボルトを螺合して、部材や金具を固定する（例えば、特許文献 1 ～ 3 参照）。

30

【0003】

ラグスクリーボルトを用いて部材同士を接合すると、初期剛性が大きく、すなわち変形しにくく、終局耐力も大きい。しかし、変形能力が乏しく、ラグスクリーボルトの接合部分（ラグスクリーボルトが部材に接合されている部分）が一度終局耐力に達すると、それ以上変形することはなく、脆性的な破壊を生じる点が大きな欠点であった。

【0004】

そこで、例えば図 1 5 の断面図に示すように、ラグスクリーボルト 1 1 1 の中空孔を長くし、ラグスクリーボルト 1 1 1 のめねじに螺合するボルト 1 1 3 を長くして、ボルト 1 1 3 の大きな軸方向伸び変形に期待して、接合部に変形能力を付与する方法が提案されている（例えば、特許文献 4 参照）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 7 - 2 5 2 8 8 8 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 0 - 2 6 5 5 5 3 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 5 - 2 3 2 7 1 1 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 7 - 7 7 6 1 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 6 】

しかし、図 1 5 の接合構造には、次のような問題がある。

【 0 0 0 7 】

(1) ラグスクリューボルト 1 1 1 に長い中空孔を加工するため、ラグスクリューボルトの加工コストが増大する。

【 0 0 0 8 】

(2) ラグスクリューボルト 1 1 1 の中空孔に長くて靱性が大きいボルト 1 1 3 を挿入しているので、一度大地震が起こってボルト 1 1 3 に過大な力が作用してボルト 1 1 3 が塑性変形したら、ボルト 1 1 3 を交換する必要がある。この場合、接合された部材を移動せずに、ラグスクリューボルト 1 1 1 の中空孔から塑性変形した長いボルト 1 1 3 を抜き出して新しいボルト 1 1 3 と取り替えることは、容易ではない。そのため、接合された部材自体も取り替えることになり、元の状態に復帰させるコストが過大になる。

【 0 0 0 9 】

(3) ラグスクリューボルト 1 1 1 の長い中空孔にボルト 1 1 3 を挿入するので、ラグスクリューボルト 1 1 1 の中空孔の内周面とボルト 1 1 3 の外周面との間に空間が生じ、ボルト 1 1 3 をヒートブリッジとして空間内に予期せぬ結露を生じる危険性をはらんでいる。この結露が長期間にわたって発生、消滅を繰り返すことによって、ボルト 1 1 3 の表面及びラグスクリューボルト 1 1 1 の中空孔の内周面に錆が発生し、接合耐力を低下させる危険性があり、長期安全性の面で危惧される。

【 0 0 1 0 】

(4) ラグスクリューボルト 1 1 1 が固定された柱 1 0 1 は、箱状で剛性の高い接合金具 1 1 4 を介して、基礎 1 0 3 に非常に剛な状態で連結される。柱 1 0 1 にモーメントが作用すると、剛に接合されているラグスクリューボルト 1 1 1 が柱 1 0 1 の木材の繊維直交方向にめり込む変形が発生し、柱 1 0 1 に予期せぬ割裂破壊が発生し、期待通りの塑性的な挙動とならない場合も生じる。

【 0 0 1 1 】

本発明は、かかる実情に鑑み、ラグスクリューボルトに長い中空孔を加工する必要がなく、接合された部材を取り替えることなく接合部品のみを容易に交換可能な構成にすることができ、長期安全性の面で危惧がなく、接合された部材に割裂破壊が発生しにくい、ラグスクリューボルトを用いた接合構造を提供しようとするものである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 2 】

本発明は、上記課題を解決するために、以下のように構成したラグスクリューボルトを用いた接合構造を提供する。

【 0 0 1 3 】

ラグスクリューボルトを用いた接合構造は、(a) 棒状の形状を有し、外周面におねじが形成され、端面に開口が形成され、該開口に連通する中空孔を有し、該中空孔の内周面にめねじが形成された第 1 のラグスクリューボルトと、(b) 棒状の形状を有し、外周面におねじが形成され、端面に開口が形成され、該開口に連通する中空孔を有し、該中空孔の内周面にめねじが形成された第 2 のラグスクリューボルトと、(c) 前記第 1 のラグスクリューボルトの前記開口が露出するように前記第 1 のラグスクリューボルトの前記おねじがねじ込まれて、前記第 1 のラグスクリューボルトが固定された第 1 の部材と、(d) 前記第 2 のラグスクリューボルトの前記開口が露出するように前記第 2 のラグスクリューボルトの前記おねじがねじ込まれて、前記第 2 のラグスクリューボルトが固定された第 2 の部材と、(e) 回動自在に結合された第 1 及び第 2 の金具とを備える。前記第 1 の金具は、前記第 1 の部材に固定された前記第 1 のスクリューボルトの前記めねじを利用して前記第 1 の部材に固定される。前記第 2 の金具は、前記第 2 の部材に固定された前記第 2 のスクリューボルトの前記めねじを利用して前記第 2 の部材に固定される。回動自在に結合された前記第 1 及び第 2 の金具を介して前記第 1 及び第 2 の部材に引張力が作用して前記第 1 及び第 2 の部材の互いに対向する対向面同士が圧着し、前記第 1 及び第 2 の部材が接

合される。

【 0 0 1 4 】

上記構成によれば、第 1 の部材に固定された第 1 の金具と第 2 の部材に固定された第 2 の金具とは回動自在に結合されているため、第 1 及び第 2 の金具が回動する方向のモーメントは、接合された第 1 及び第 2 の部材の一方から他方に伝達されない。これにより、第 1 及び第 2 のラグスクリューボルトにはできるだけ軸力のみが作用するようになるため、第 1 及び第 2 の部材に割裂破壊が発生しにくい。

【 0 0 1 5 】

また、ラグスクリューボルトには長い中空孔を加工する必要がなく、ラグスクリューボルトのめねじに螺合するボルトを長くする必要もないため、接合された部材を取り替えることなく接合部品のみを容易に交換可能な構成にすることができる。さらに、ラグスクリューボルトの中空孔と、ラグスクリューボルトのめねじに螺合するボルトとの間の空間を小さくしたり無くしたりして、結露による錆の発生を防ぐことができるので、長期安全性の面で危惧がない。

【 0 0 1 6 】

好ましくは、接合された前記第 1 及び第 2 の部材を含む平面と平行に、前記第 1 及び第 2 のラグスクリューボルトが延在する。当該平面に対して垂直方向に、そのまわりに前記第 1 及び第 2 の金具が回動する中心軸が延在する。

【 0 0 1 7 】

この場合、第 1 部材に固定された第 1 の金具と第 2 の部材に固定された第 2 の金具とが回動する中心軸は、当該平面に対して垂直方向に延在しているため、当該平面内において第 1 及び第 2 の部材の角度が変わるモーメントは、接合された第 1 及び第 2 の部材の一方から他方に伝達されず、第 1 及び第 2 のラグスクリューボルトにはできるだけ軸力のみが作用するようになる。そのため、第 1 及び第 2 部材には、割裂破壊がより発生しにくい。

【 0 0 1 8 】

好ましくは、前記第 1 及び第 2 の部材が接合されたときに、前記第 1 及び第 2 のラグスクリューボルトの中心線が一致する。

【 0 0 1 9 】

この場合、第 1 及び第 2 のラグスクリューボルトに、第 1 及び第 2 の金具を介してモーメントが作用することを防ぎ、第 1 及び第 2 のラグスクリューボルトにはできるだけ軸力のみが作用するようになる。そのため、第 1 及び第 2 部材には、割裂破壊がより発生しにくい。

【 0 0 2 0 】

好ましくは、少なくとも 2 組の前記第 1 及び第 2 のラグスクリューボルトと前記第 1 及び第 2 の金具が、前記第 2 の部材の中心線に関して両側に、各組の前記第 1 及び第 2 のラグスクリューボルトの中心線が前記第 2 の部材の前記中心線と平行になるように配置される。

【 0 0 2 1 】

この場合、第 2 の部材の中心線に関して両側に配置された第 1 及び第 2 のラグスクリューボルトを含む平面に対して垂直な法線まわりのモーメントが、接合された第 1 及び第 2 の部材に作用したときに、第 2 の部材の中心線に関して両側に配置されたラグスクリューボルトには軸力の偶力が作用する。これにより、ラグスクリューボルトにはできるだけ軸力のみが作用するようになる。そのため、第 1 及び第 2 部材には、割裂破壊がより発生しにくい。

【 0 0 2 2 】

好ましくは、(f) 前記第 1 のラグスクリューボルトの前記めねじに螺合するおねじが形成された軸部と、該軸部の一端に結合された頭部とを有する第 1 のボルトと、(g) 前記第 2 のラグスクリューボルトの前記めねじに螺合するおねじが形成された軸部と、該軸部の一端に結合された頭部とを有する第 2 のボルトとを備える。前記第 1 の金具に、前記第 1 のボルトの前記軸部の挿通は許容し、前記第 1 のボルトの前記頭部の挿通は阻止する

10

20

30

40

50

貫通孔が形成される。前記第 2 の金具に、前記第 2 のボルトの前記軸部の挿通は許容し、前記第 2 のボルトの前記頭部の挿通は阻止する貫通孔が形成される。前記第 1 のボルトは、前記第 1 のボルトの前記軸部が前記第 1 の金具の前記貫通孔に挿通され、前記第 1 の部材に固定された前記第 1 のラグスクリューボルトの前記めねじに前記第 1 のボルトの前記軸部に形成された前記おねじが螺合することにより、前記第 1 のボルトの前記頭部が前記第 1 の金具を前記第 1 の部材の前記対向面に押圧して、前記第 1 の金具を前記第 1 の部材に固定する。前記第 2 のボルトは、前記第 2 のボルトの前記軸部が前記第 2 の金具の前記貫通孔に挿通され、前記第 2 の部材に固定された前記第 2 のラグスクリューボルトの前記めねじに前記第 2 のボルトの前記軸部に形成された前記おねじが螺合することにより、前記第 2 のボルトの前記頭部が前記第 2 の金具を前記第 2 の部材の前記対向面に押圧して、前記第 2 の金具を前記第 2 の部材に固定する。

10

【0023】

この場合、簡単な構成で、第 1 及び第 2 の金具を第 1 及び第 2 の部材に固定することができる。

【0024】

好ましくは、前記第 1 及び第 2 の金具が結合ピンを介して回転自在に結合される。

【0025】

この場合、簡単な構成で、第 1 及び第 2 の金具を回転自在に結合することができる。

【0026】

好ましくは、接合された前記第 1 の部材と前記第 2 の部材との間に、互いに圧着する前記第 1 及び第 2 の部材の前記対向面を横断するように、ダボが挿入される。

20

【0027】

この場合、ダボは、第 1 の部材と第 2 の部材とが対向面に沿って相対的に移動することを阻止する。これにより、第 1 の部材と第 2 の部材とは、より剛に接合される。

【発明の効果】

【0028】

本発明によれば、ラグスクリューボルトに長い中空孔を加工する必要がなく、接合された部材を取り替えることなく接合部品のみを容易に交換可能な構成にすることができ、長期安全性の面で危惧がなく、接合された部材に割裂破壊が発生しにくい。

【図面の簡単な説明】

30

【0029】

【図 1】接合構造の要部平面図である。(実施例 1)

【図 2】図 1 の線 A - A に沿って見た要部立面図である。(実施例 1)

【図 3】金具の (a) 平面図、(b) 正面図、(c) 側面図である。(実施例 1)

【図 4】接合構造の分解斜視図である。(実施例 2)

【図 5】ラーメン構造のモーメント図である。(実施例 2)

【図 6】接合構造の概略図である。(実施例 2)

【図 7】実験装置の写真である。(実施例 2)

【図 8】接合構造の概略図である。(実施例 2 の変形例)

【図 9】接合部のモーメントと相対角度のグラフである。(実施例 2)

40

【図 10】接合部のモーメントと相対角度の包絡線と完全弾塑性近似を示すグラフである。(実施例 2)

【図 11】接合部のモーメントと相対角度の包絡線と完全弾塑性近似を示すグラフである。(実施例 2)

【図 12】接合部のモーメントと相対角度の包絡線と完全弾塑性近似を示すグラフである。(実施例 2)

【図 13】接合構造の破壊後の写真である。(実施例 2)

【図 14】ラグスクリューボルトの写真である。(従来例)

【図 15】接合構造の断面図である。(従来例)

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 3 0 】

以下、本発明の実施の形態について、図 1 ~ 図 1 3 を参照しながら説明する。

【 0 0 3 1 】

< 実施例 1 > 実施例 1 のラグスクリーボルトを用いた接合構造について、図 1 ~ 図 3 を参照しながら説明する。実施例 1 は、本発明のラグスクリーボルトを用いた接合構造の最小単位の構成である。

【 0 0 3 2 】

図 1 は、ラグスクリーボルト 6 , 8 を用いた接合構造の要部平面図である。図 2 は、図 1 の線 A - A に沿って見た要部立面図である。図 1 及び図 2 に示すように、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 は、第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 と、第 1 及び第 2 のボルト 1 8 , 2 8 と、結合ピン 3 0 により回動自在に結合される第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 とを用いて、接合される。

10

【 0 0 3 3 】

第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 は、木材や集成材など、ラグスクリーボルト 6 , 8 をねじ込むことができる部材である。

【 0 0 3 4 】

第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 は、図 1 4 の従来品と同じ構成であり、棒状の形状を有し、外周面におねじが形成され、端面に開口が形成され、開口に連通する中空孔を有し、中空孔の内周面にめねじが形成されている。第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 は、第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 のおねじが第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 にねじ込まれ、第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 の開口が露出するように、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 に固定される。

20

【 0 0 3 5 】

第 1 及び第 2 のボルト 1 8 , 2 8 は、第 1 及び第 2 のラグスクリーボルトのめねじに螺合するおねじが形成された軸部 1 8 a , 2 8 a と、軸部 1 8 a , 2 8 a の一端に結合された頭部 1 8 b , 2 8 b とを有する。

【 0 0 3 6 】

図 3 は、第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 の (a) 平面図、(b) 正面図、(c) 側面図である。図 3 に示すように、第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 は、ベース板 1 2 , 2 2 の一方の主面 1 2 a , 2 2 a に、一对の側板 1 4 a , 1 4 b ; 2 4 a , 2 4 b が、ベース板 1 2 , 2 2 に垂直かつ互いに平行に結合されている。例えば、一对の側板 1 4 a , 1 4 b ; 2 4 a , 2 4 b がベース板 1 2 , 2 2 に溶接されている。別の方法、例えば、角形圧延鋼管を切断して側板 1 4 a , 1 4 b ; 2 4 a , 2 4 b とベース板 1 2 , 2 2 とを一体に形成するなどの方法で、第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 を作製してもよい。

30

【 0 0 3 7 】

ベース板 1 2 , 2 2 の中心には、第 1 及び第 2 のボルト 1 8 , 2 8 の軸部 1 8 a , 2 8 a の挿通は許容し、第 1 及び第 2 のボルト 1 8 , 2 8 の頭部 1 8 b , 2 8 b の挿通は阻止する貫通孔 1 3 , 2 3 が形成されている。

【 0 0 3 8 】

一对の側板 1 4 a , 1 4 b ; 2 4 a , 2 4 b には、貫通孔 1 5 a , 1 5 b ; 2 5 a , 2 5 b が、同軸に形成されている。

40

【 0 0 3 9 】

図 1 及び図 2 に示すように、第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 は、第 1 及び第 2 のボルト 1 8 , 2 8 を用いて、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 の互いに対向する面 2 s , 4 s に固定される。すなわち、第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 のベース板 1 2 , 2 2 の貫通孔 1 3 , 2 3 に、ベース板 1 2 , 2 2 の一方の主面 1 2 a , 2 2 a 側から第 1 及び第 2 のボルト 1 8 , 2 8 の軸部 1 8 a , 2 8 a が挿通され、第 1 及び第 2 のボルト 1 8 , 2 8 の軸部 1 8 a , 2 8 a のおねじが、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 にねじ込まれて固定された第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 のめねじに螺合することにより、第 1 及び第 2 のボルト 1 8 , 2 8 の頭部 1 8 b , 2 8 b が、第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 のベース板 1 2 , 2 2

50

を、第1及び第2の部材2, 4の互いに対向する面2s, 4sに押圧する。これにより、第1及び第2の部材2, 4の互いに対向する面2s, 4sにベース板12, 22の他方の主面12b, 22bが圧着し、第1及び第2の金具10, 20は第1及び第2の部材2, 4に固定される。第1及び第2のボルト18, 28は、高張力なものが好ましい。

【0040】

なお、図1及び図2では、第1の金具10は座金16を用いて固定されているが、第1の金具10用の座金16を無くしても、あるいは、第2の金具10も座金を用いて固定してもよい。

【0041】

第1及び第2の金具10, 20は、結合ピン30を用いて回動自在に結合され、結合ピン30の頭部30bとナット32との間に、第1及び第2の金具10, 20の側板14a, 14b; 24a, 24bが配置される。すなわち、第1の金具10の側板14a, 14bの間に、第2の金具20の側板24a, 24bが配置され、それぞれの側板14a, 14b; 24a, 24bの貫通孔15a, 15b; 25a, 25bに結合ピン30の軸部30aが挿通され、結合ピン30の軸部30aの先端部分に形成されたおねじにナット32が螺合される。結合ピン30は、高靱性のものが好ましい。

10

【0042】

なお、結合ピンの両端におねじが形成され、それぞれのおねじに螺合するナットの間に、第1及び第2の金具10, 20の側板14a, 14b; 24a, 24bが配置されるように構成してもよい。また、第1及び第2の金具10, 20の一方の側板14a, 24a同士と、第1及び第2の金具10, 20の他方の側板14b, 24b同士とを、別々の部品を用いて回動自在に結合するように構成してもよい。

20

【0043】

次に、第1の部材2と第2の部材4とを接合する手順の一例を説明する。

【0044】

(1) まず、第1及び第2のラグスクリーボルト6, 8を第1及び第2の部材2, 4に固定する。すなわち、第1及び第2の部材2, 4が接合されたときに互いに対向する面2s, 4sに第1及び第2のラグスクリーボルト6, 8の開口が露出するように、第1及び第2のラグスクリーボルト6, 8のおねじを第1及び第2の部材2, 4の対向する面2s, 4sにねじ込み、第1及び第2のラグスクリーボルト6, 8を第1及び第2の部材2, 4に固定する。このとき、第1及び第2の部材2, 4に、第1及び第2のラグスクリーボルト6, 8のおねじをねじ込むための下穴を加工してもよい。

30

【0045】

(2) 次いで、第1及び第2の部材2, 4に第1及び第2の金具10, 20を仮止めする。すなわち、第1及び第2の金具10, 20のベース板12, 22の一方の主面12a, 22a側から第1及び第2のボルト18, 28の軸部18a, 28aを挿通し、第1及び第2のボルト18, 28の軸部18a, 28aのおねじを、第1及び第2の部材2, 4にねじ込まれて固定された第1及び第2のラグスクリーボルト6, 8のめねじに螺合する。このとき、第1及び第2の部材2, 4の互いに対向する面2s, 4sと、ベース板12, 22の他方の主面12b, 22bとの間に、多少の隙間ができる程度まで、第1及び第2のボルト18, 28を螺合し、第1及び第2の金具10, 20を第1及び第2の部材2, 4の互いに対向する面2s, 4sに仮止めする。

40

【0046】

(3) 次いで、第1及び第2の金具10, 20を回動自在に結合する。すなわち、第1及び第2の部材2, 4を、第1及び第2の部材2, 4が接合されるときに相対位置に配置し、第1及び第2の金具10, 20を回動自在に結合する。すなわち、第1及び第2の部材2, 4に仮止めされた第1及び第2の金具10, 20の側板14a, 14b; 24a, 24bの貫通孔15a, 15b; 25a, 25bに結合ピン30を挿通し、結合ピン30の軸部30aの先端部分に形成されたおねじにナット32を螺合して、第1及び第2の金具10, 20を回動自在に結合する。

50

【 0 0 4 7 】

(4) 次いで、第 1 及び第 2 のボルト 1 8 , 2 8 を増し締めする。すなわち、第 1 及び第 2 のボルト 1 8 , 2 8 の頭部 1 8 b , 2 8 b で、第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 のベース板 1 2 , 2 2 を、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 の互いに対向する面 2 s , 4 s に押圧して、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 の互いに対向する面 2 s , 4 s にベース板 1 2 , 2 2 の他方の主面 1 2 b , 2 2 b を密着させる。これにより、第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 を介して第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 に引張力が作用し、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 の互いに対向する不図示の対向面同士が圧着し、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 が接合される。

【 0 0 4 8 】

上記 (1) ~ (4) の手順により、第 1 及び第 2 のボルト 1 8 , 2 8 には初期張力が与えられ、接合部にガタがなくなり、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 は剛に接合される。なお、別の手順によって、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 を接合してもよい。

【 0 0 4 9 】

以上に説明したラグスクリーボルトを用いた接合構造において、第 1 の部材 2 に固定された第 1 の金具 1 0 と第 2 の部材 4 に固定された第 2 の金具 2 0 とは、結合ピン 3 0 を介して回動自在に結合されている。そのため、第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 が回動する方向のモーメントが第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 のいずれか一方に作用しても、そのモーメントは第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 の他方に伝達されない。これにより、第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 にはできるだけ軸力のみが作用するようになるため、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 に割裂破壊が発生しにくい。

【 0 0 5 0 】

第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 の一方に過大な荷重が作用したとき、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 の他方に伝達されるまでの間に、その大部分は、第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 や結合ピン 3 0 の塑性変形によって吸収され、第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 と第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 との接合部分が破壊されないように設計することができる。第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 や結合ピン 3 0 が塑性変形したとき、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 を動かさずに、外部から、第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 や結合ピン 3 0 を取り替えることは、従来例のようにラグスクリーボルトの中空孔内で塑性変形したボルトを取り替える場合に比べると、容易である。また、第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 や結合ピン 3 0 だけを取り替えればよく、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 自体を取り替えずに、元の状態に復帰させることができる。

【 0 0 5 1 】

第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 には長い中空孔を加工する必要がなく、第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 のめねじに螺合する第 1 及び第 2 のボルト 1 8 , 2 8 を長くする必要もない。そのため、接合された第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 を取り替えることなく、接合部品 (第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 や結合ピン 3 0 、場合によっては第 1 及び第 2 のボルト 1 8 , 2 8) のみを容易に交換可能な構成にすることができる。

【 0 0 5 2 】

さらに、第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 の中空孔と、第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 のめねじに螺合する第 1 及び第 2 のボルト 1 8 , 2 8 との間の空間を小さくしたり無くしたりして、結露による錆の発生を防ぐことができるので、長期安全性の面で危惧がない。

【 0 0 5 3 】

特に、接合された第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 を含む平面 (例えば、図 2 の紙面に平行な平面) と平行に、第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 が延在し、当該平面に対して垂直方向に、第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 を回動自在に結合する結合ピン 3 0 の中心軸が延在する場合、当該平面内において第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 の角度が変わるモーメントは、接合された第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 の一方から他方に、第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 を介して伝達されないため、第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 にはできるだけ軸力のみが作用するようになり、好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 が接合された状態で第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 にそれぞれの中心線方向の軸力が作用したときに、第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 の中心線がずれていると、第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 には、第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 を介してモーメントが作用する。一方、第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 の中心線が一致していると、第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 には、第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 を介してモーメントが作用しないため、第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 にできるだけ軸力のみが作用するようになり、好ましい。

【 0 0 5 5 】

< 実施例 2 > 実施例 2 のラグスクリーボルトを用いた接合構造について、図 4 ~ 図 1 3 を参照しながら説明する。

【 0 0 5 6 】

実施例 2 は、実施例 1 と略同様に構成される。以下では、実施例 1 と同じ構成部分には同じ符号を用い、実施例 1 との相違点を中心に説明する。

【 0 0 5 7 】

図 4 は、実施例 2 のラグスクリーボルトを用いた接合構造を示す分解斜視図である。図 4 に示すように、部材 2 , 4 は、2 組の第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 と、2 組の接合部品 6 0 (すなわち、第 1 及び第 2 のボルト 1 8 , 2 8 と、結合ピン 3 0 とナット 3 2 により回動自在に結合された第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0) とを用いて、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 を 2 か所で引っ張ることにより、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 を接合する。第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 は、第 1 の部材 2 の側面 2 t と第 2 の部材 4 の端面 4 t とが当接し、直角に接合される。

【 0 0 5 8 】

第 1 の部材 2 は、側面 2 t に 2 本の第 1 のラグスクリーボルト 6 が互いに平行にねじ込まれる。第 1 のラグスクリーボルト 6 は、第 1 のラグスクリーボルト 6 の開口が側面 2 t に露出するように、第 1 の部材 2 に固定される。第 1 の金具 1 0 は、第 1 のラグスクリーボルト 6 のめねじに第 1 のボルト 1 8 のおねじを螺合することにより、第 1 の部材 2 の側面 2 t に固定される。

【 0 0 5 9 】

第 2 の部材 4 は、端面 4 t の両端に切込部 2 p , 2 q が形成されている。第 2 の部材 4 は、端面 4 t に平行な切込部 4 p , 4 q の切込面 4 a , 4 b に、それぞれ、第 2 のラグスクリーボルト 8 が互いに平行にねじ込まれる。第 2 のラグスクリーボルト 8 は、第 2 のラグスクリーボルト 8 の開口が切込面 4 a , 4 b に露出するように、第 2 の部材 4 に固定される。第 2 の金具 2 0 は、第 2 のラグスクリーボルト 8 のめねじに第 2 のボルト 2 8 のおねじを螺合することにより、第 1 の部材 4 の切込部 4 p , 4 q の切込面 4 a , 4 b に固定される。

【 0 0 6 0 】

第 1 及び第 2 の金具 1 0 , 2 0 は、結合ピン 3 0 とナット 3 2 を用いて、回動自在に結合される。

【 0 0 6 1 】

第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 は、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 が接合されたときに、第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 を含む平面と平行に配置され、各組の第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 の中心線は、それぞれ一致する。第 1 のラグスクリーボルト 6 は第 1 の部材 2 の中心線と直交し、第 2 のラグスクリーボルト 8 は第 2 の部材 4 の中心線と平行となる。2 組の第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 は、第 2 の部材 4 の中心線の両側に、第 2 の部材 4 の中心線と平行に配置されている。接合された第 1 及び第 2 の部材 2 , 4 を含み、第 1 及び第 2 のラグスクリーボルト 6 , 8 と平行である平面に対して直交する方向に、結合ピン 3 0 の中心軸が延在している。

【 0 0 6 2 】

第1及び第2の部材2, 4は、実施例1と同じ手順により剛に接合される。すなわち、第1及び第2のボルト18, 28には初期張力が与えられ、第1の部材2の側面2tと第2部材4の端面4tとが互いに圧着し、接合部にはガタがない。第1及び第2の金具10, 20や結合ピン30、ナット32は、第2の部材4の切欠部4p, 4qに収納される。
【0063】

接合された第1及び第2の部材2, 4の一方に、結合ピン30の中心軸まわりのモーメントが作用すると、このモーメントは軸力の偶力として、第1及び第2の部材2, 4の他方に伝達される。すなわち、中心線が一致するように配置された第1及び第2のラグスクリューボルト6, 8の一方の組と他方の組には、逆向きで大きさが同じ軸力（一方の組には圧縮力、他方の組には引張力）が作用する。これにより、第1及び第2のラグスクリューボルト6, 8にはできるだけ軸力のみが作用ようになるため、第1及び第2の部材2, 4に割裂破壊が発生しにくい。

10

【0064】

例えば、ラグスクリューボルト6, 8の引き抜き耐力を超えない軸力で結合ピン30を曲げ塑性変形させるように設計すれば、初期剛性が高く、明確な降伏点を有し、かつ降伏後は、引張側、圧縮側両方に結合ピン30が大きな曲げ変形を起こすため、その相乗効果で、接合部全体としては非常に大きな塑性変形を期待することができる。

【0065】

このように設計すると、第1及び第2の金具10, 20や結合ピン30が塑性変形したとき、第1及び第2の部材2, 4を動かさずに、外部から第1及び第2の金具10, 20や結合ピン30を取り替えることができ、従来例のようにラグスクリューボルトの長い中空孔内で塑性変形した長いボルトを取り替える場合に比べると、取り替え作業が容易である。また、第1及び第2の金具10, 20や結合ピン30だけを取り替えればよく、接合された第1及び第2の部材2, 4自体を取り替えずに、元の状態に復帰させることができる。

20

【0066】

また、第1及び第2のラグスクリューボルト6, 8は、中空孔を長くする必要はないため、ラグスクリューボルト6, 8の加工コストは増大しない。

【0067】

また、第1及び第2のラグスクリューボルト6, 8の中空孔と第1及び第2のボルトとの間には大きな空間が形成されないようにして結露による錆の発生を防ぎ、接合耐力を低下させる危険性が危惧されないようにすることができる。

30

【0068】

次に、実施例2の実験例について、図5～図13を参照しながら説明する。

【0069】

図5は、柱52と梁54で構成される門型ラーメン構造のモーメント図である。図6は、実験装置の構成を示す概略図である。図7は、実験装置の写真である。

【0070】

実験装置は、図5に示すラーメン構造のうち、鎖線50で囲まれた部分をモデル化している。すなわち、実験装置は、図5において曲げモーメントがゼロになる断面53, 55で切断したモデルである。図6及び図7に示す柱部材62は、図5において柱52の曲げモーメントがゼロになる断面53より上側の部分56に相当する。図6及び図7に示す梁部材64は、図5において梁54の曲げモーメントがゼロになる断面55より右側の部分58に相当する。

40

【0071】

図6及び図7に示すように、柱部材62と梁部材64とは、直角に接合されている。柱部材62の上部と梁部材64の他方の端部には、それぞれ、ラグスクリューボルト66, 68がねじ込まれて固定されている。ラグスクリューボルト66, 68は、接合部品60によって接合されている。

【0072】

50

柱部材 6 2 の下端は、支持ピン 7 2 により回動自在に支持されている。梁部材 6 4 の他方の端部は、外径 5 0 mm の鋼管 7 0 により回動自在に支持されている。柱部材 6 2 の下端と梁部材 6 4 の他方の端部の両面（図 6 において表面と裏面）は、厚さ 7 . 5 mm の合板 6 3 , 6 5 で釘打ち接着補強されている。

【 0 0 7 3 】

図 6 には、実験装置の各部の寸法（単位は mm）を示している。梁部材 6 4 の断面は 1 2 0 mm × 3 6 0 mm、柱部材 6 2 の断面は 1 2 0 mm × 3 0 0 mm である。柱部材 6 2 及び梁部材 6 4 の供試試験体に用いた集成材は、オウシュウアカマツ異等級構造用集成材で、J A S 等級は E 1 2 0 - F 3 3 0 である。

【 0 0 7 4 】

ラグスクリューボルト 6 6 , 6 8 は、ラグスクリューボルト研究会発行のラグスクリューボルト接合設計・施工マニュアル（2 0 0 7 年発行版）に示す M K ラーメンシステム用のラグスクリューボルトを用いた。柱部材 6 2 には 2 5 mm × 長さ 3 0 0 mm のラグスクリューボルト 6 6 を用い、梁部材 6 4 には 2 5 mm × 長さ 3 6 0 mm のラグスクリューボルト 6 8 を用いた。

【 0 0 7 5 】

接合部品 6 0 の第 1 及び第 2 の金具には、厚さが 1 2 mm の鋼板を溶接したのものを用いた。第 1 及び第 2 の金具の側板の貫通孔の直径は 1 6 . 5 mm、底板の貫通孔の直径は 1 2 . 5 mm である。その他の各部の寸法 W、L、H、W_p、H_p（図 3 参照）を、次の表 1 に示す。

【表 1】

	第 1 の金具	第 2 の金具
W	8 4	6 9
L	9 0	6 0
H	1 0 0	6 6
W _p	8 2	4 0
H _p	7 2 . 5	4 5 . 5

なお、単位は mm である。

【 0 0 7 6 】

接合部品 6 0 の結合ピンには、先端部に M 1 6 のおねじが加工されている高靱性ボルト（M 1 6 - S N R 4 9 0 B）を用いた。接合部品 6 0 の第 1 及び第 2 のボルトには、M 1 2、首下 6 0 mm の高張力ボルト（M 1 2 - H T ボルト）を用いた。第 1 の金具にのみ、厚さが 1 2 mm の座金を用いた。

【 0 0 7 7 】

実験は、京大生存圏研究所木質材料実験棟の自動加力制御油圧ジャッキ装置を用い、梁部材 6 4 の他方の端部に固定された治具 7 4 を介して、矢印 7 8 で示すように、梁部材 6 4 の中心線方向の荷重を加えた。載荷プロトコルは 1 / 3 0 0 r a d ~ 1 / 1 0 r a d までの変位制御を 6 回繰り返し（各ピークでの繰り返しは 1 回）、柱部材 6 2 と梁部材 6 4 との間の角度変化（相対回転角）を測定した。具体的には、上下方向に距離 h だけ離れた 2 か所で、梁部材 6 4 に固定した距離センサを用いて柱部材 6 2 に固定した突き当て部材までの距離の変化 d₁、d₂ を測定し、 $\theta = (d_1 - d_2) / h$ を算出した。

【 0 0 7 8 】

10

20

30

40

50

図 9 は、実験で得られた接合部のモーメント M と相対回転角 θ の関係の一例を示すグラフである。

【0079】

図 10 ~ 図 12 は、3 体実験した各試験体の包絡線関係図と、構造設計用の特性値を評価するために通常実施する完全弾塑性近似による初期剛性と降伏耐力のプロットを示すグラフである。

【0080】

ただし、図 10 に示す試験体 R - S P 1 については、引き側 ($M - \theta$ の第 1 象限側) で破壊させたのに対し、図 11、図 12 に示す試験体 R - S P 2、R - S P 3 では圧縮側 ($M - \theta$ の第 3 象限側) で破壊させたので、包絡線プロットの概観が異なっている。

10

【0081】

図 13 は、接合部で発生した結合ピンの曲げ塑性変形の状態を示す写真である。第 2 の金具も、結合ピンの曲げ変形に追従して相当変形することが分かった。

【0082】

実験では、2 組の第 1 及び第 2 の金具の計 4 個を、ボルトを緩めにした状態で仮固定しておき、横から結合ピンを第 1 及び第 2 の金具に貫通させて結合した後に、ボルトを完全に締めて、接合部に初期テンションを導入した。これだけは、上下の接合ずれが若干生じたため、図 8 の概略図に示すように、柱部材 6 2 と梁部材 6 4 の互いに圧着する対向面 6 2 t、6 4 t を横断するように、直径 28 mm × 長さ 130 mm の楔丸ダボ 6 9 を、柱部材 6 2 と梁部材 6 4 との間に挿入して、上下のずれを抑制することを試みた。

20

【0083】

図 10 の試験体 R - S P 1 は、ダボが無い場合の $M - \theta$ 関係を示している。図 10 に示すように、 $\theta = 0$ 付近において M の変化が遅れており、初期に若干の「遊び」が発生しているのが分かる。

【0084】

一方、ダボを挿入した試験体 R - S P 2、R - S P 3 の場合、図 11、図 12 に示すように $\theta = 0$ 近傍で直ちに M が変化しており、初期の遊びが解消されたことが分かる。

【0085】

この措置によって、最終的には初期遊びの起こらない、高剛性、明確な降伏点、そして大きな塑性変形能力を有する木質ラーメン接合部を生み出すことができた。

30

【0086】

<まとめ> 以上に説明したように、本発明のラグスクリーボルトを用いた接合構造は、ラグスクリーボルトに長い中空孔を加工する必要がなく、接合された部材を取り替えることなく接合部品のみを容易に交換可能な構成にすることができ、長期安全性の面で危惧がなく、接合された部材に割裂破壊が発生しにくい。

【0087】

なお、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではなく、種々変更を加えて実施することが可能である。

【0088】

例えば、第 1 及び第 2 の金具は、それぞれ複数本のボルトで固定されてもよい。

40

【産業上の利用可能性】

【0089】

例えば 3 ~ 4 層まで木造建築において、ラーメン架構の接合構法として適用できる。

【符号の説明】

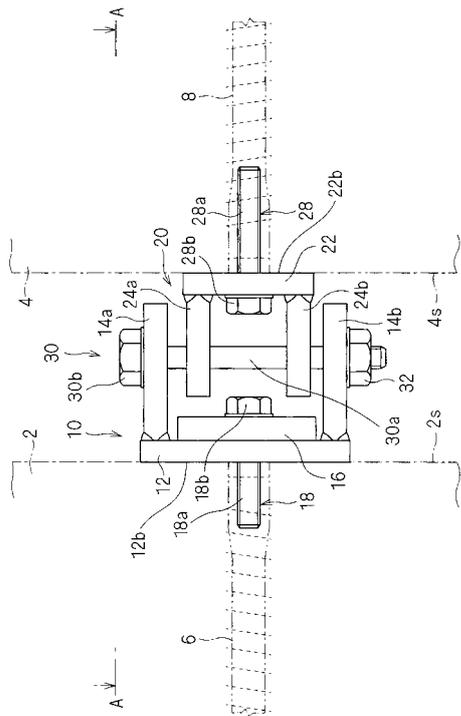
【0090】

- 2 第 1 の部材
- 2 a , 2 b 切込面
- 2 p , 2 q 切込部
- 2 s 対向する面
- 2 t 側面 (対向面)

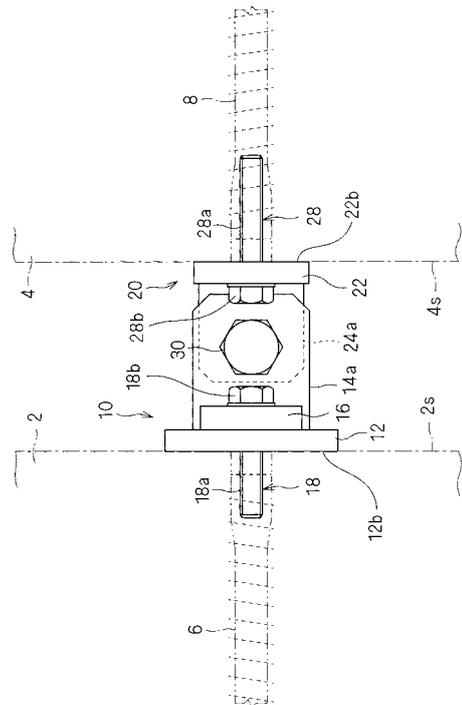
50

4	第2の部材	
4 s	対向する面	
4 t	端面(対向面)	
6	第1のラグスクリューボルト	
8	第2のラグスクリューボルト	
10	第1の金具	
12	ベース板	
12 a, 12 b	主面	
13	貫通孔	
14 a, 14 b	側板	10
15 a, 15 b	貫通孔	
18	第1のボルト	
18 a	軸部	
18 b	頭部	
20	第1の金具	
22	ベース板	
22 a, 22 b	主面	
23	貫通孔	
24 a, 24 b	側板	
25 a, 25 b	貫通孔	20
28	第2のボルト	
28 a	軸部	
28 b	頭部	
30	結合ピン	
30 a	軸部	
30 b	頭部	
32	ナット	
52	柱	
54	梁	
60	接合部品	30
62	柱部材	
64	梁部材	
66	第1のラグスクリューボルト	
68	第2のラグスクリューボルト	
69	ダボ	

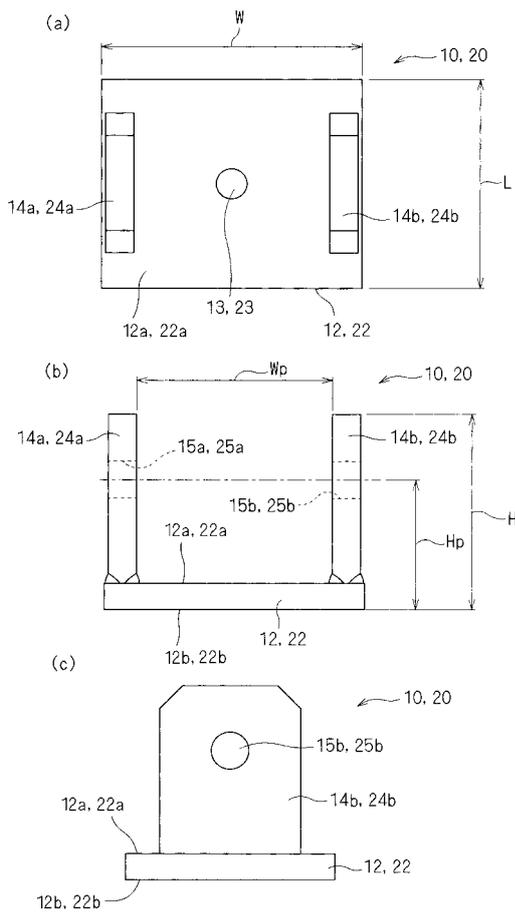
【 図 1 】



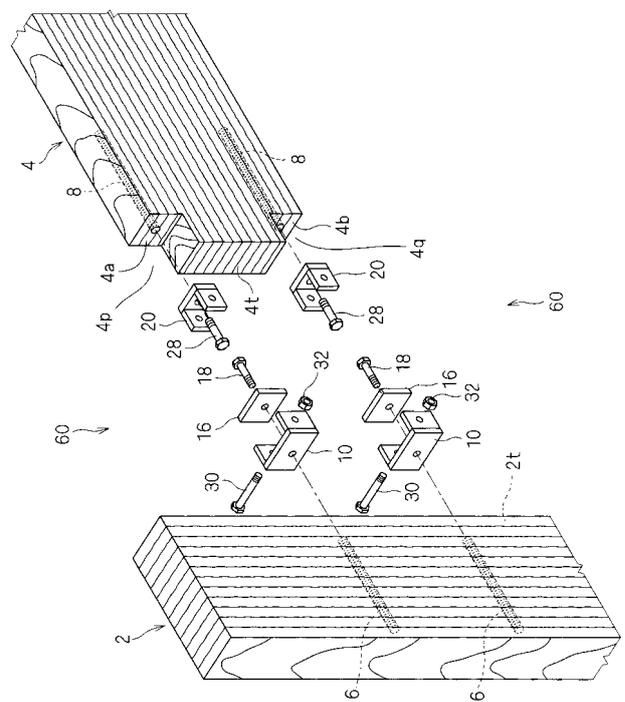
【 図 2 】



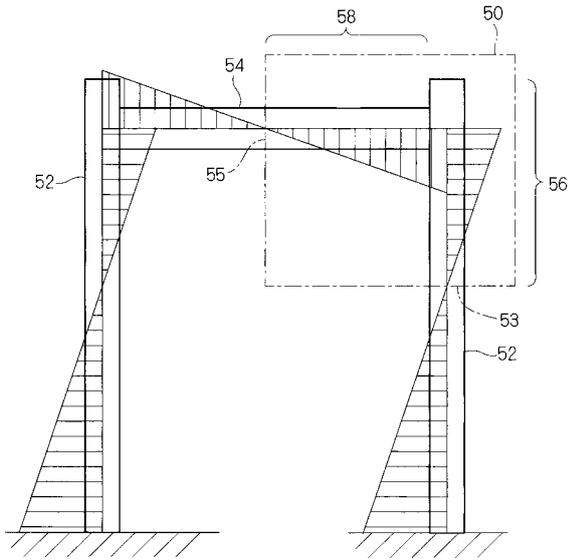
【 図 3 】



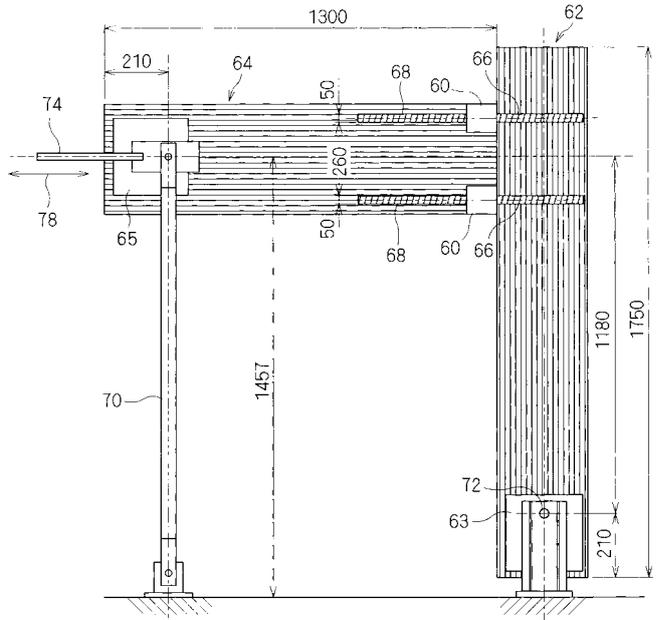
【 図 4 】



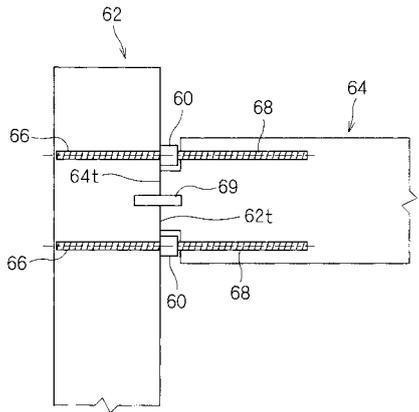
【 図 5 】



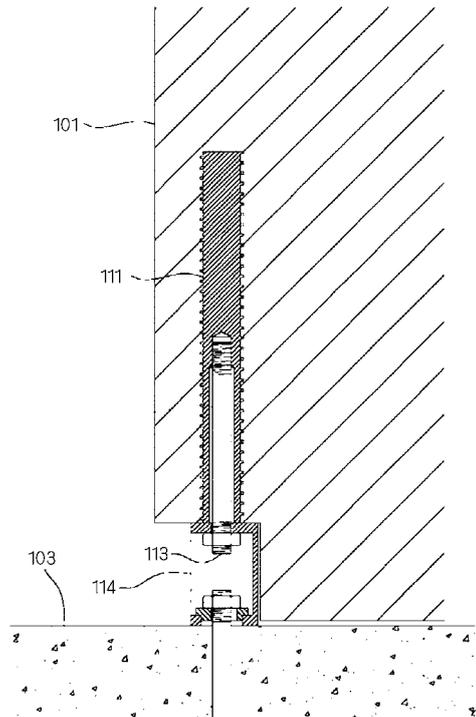
【 図 6 】



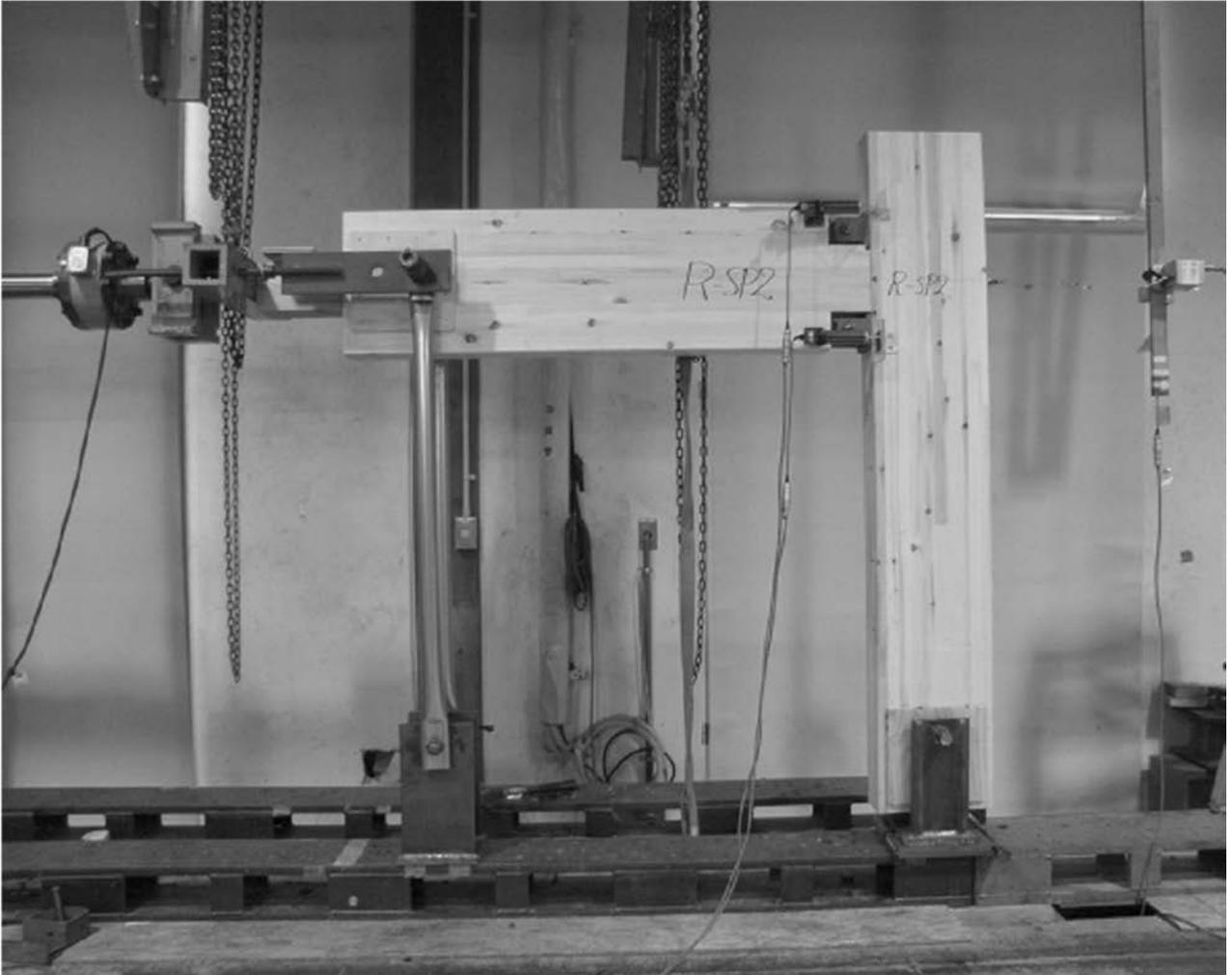
【 図 8 】



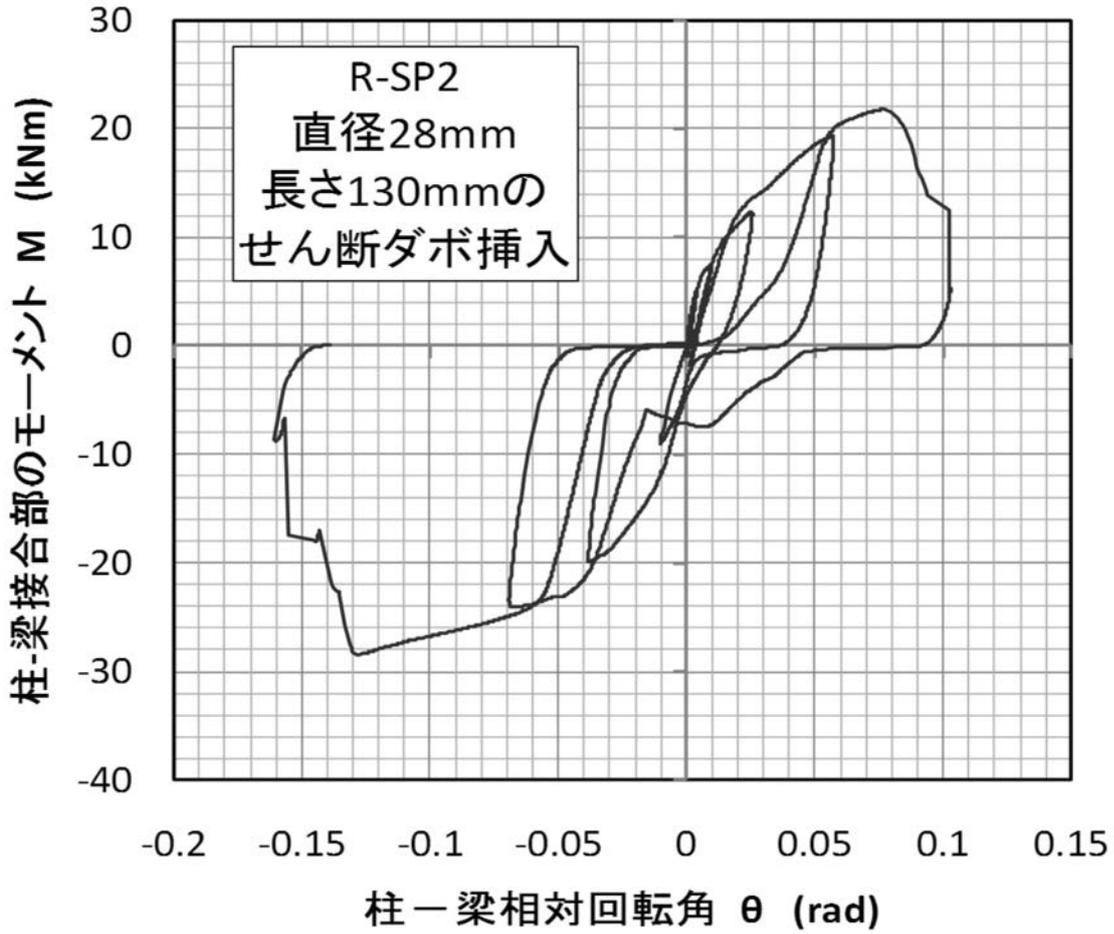
【 図 1 5 】



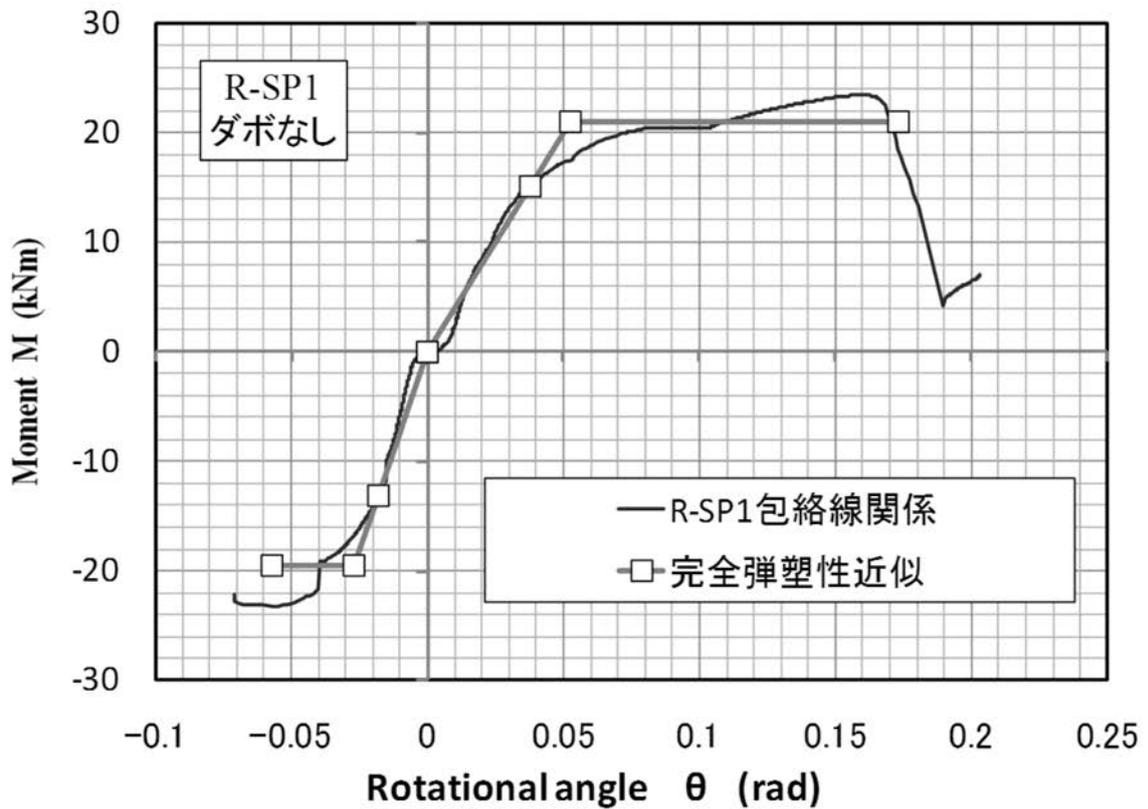
【 図 7 】



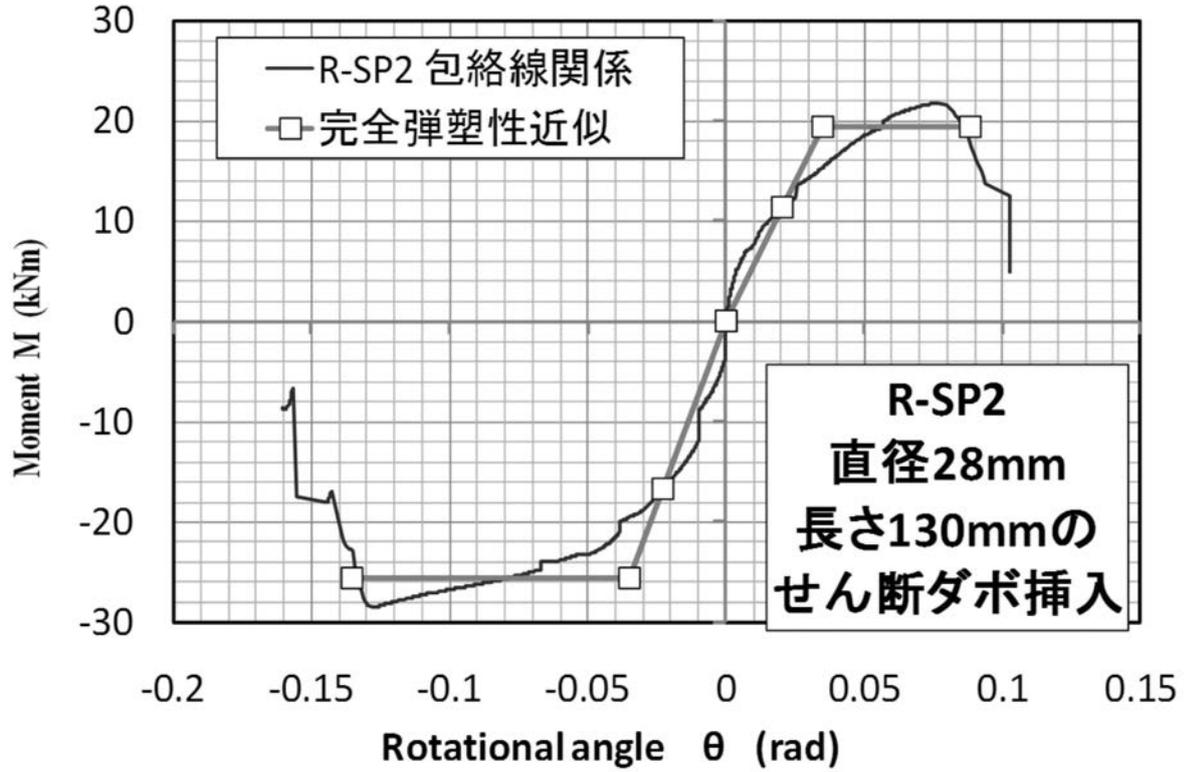
【図9】



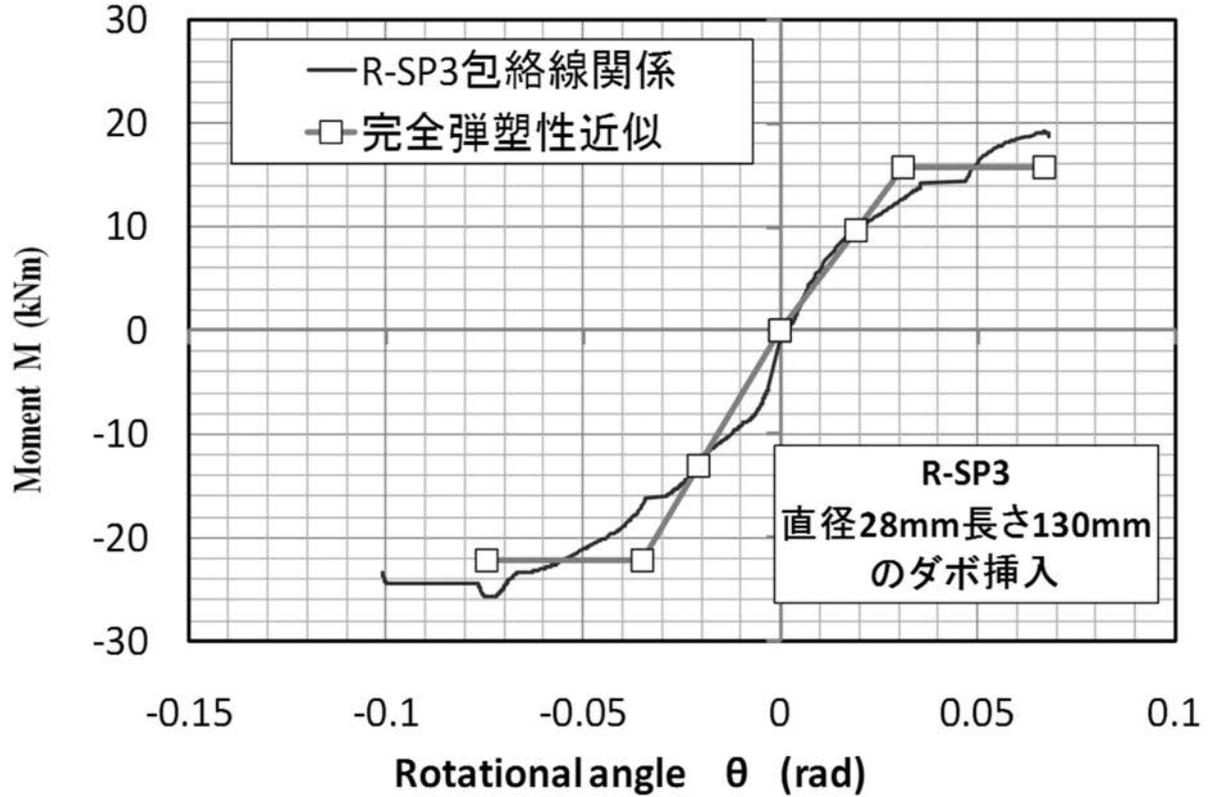
【図10】



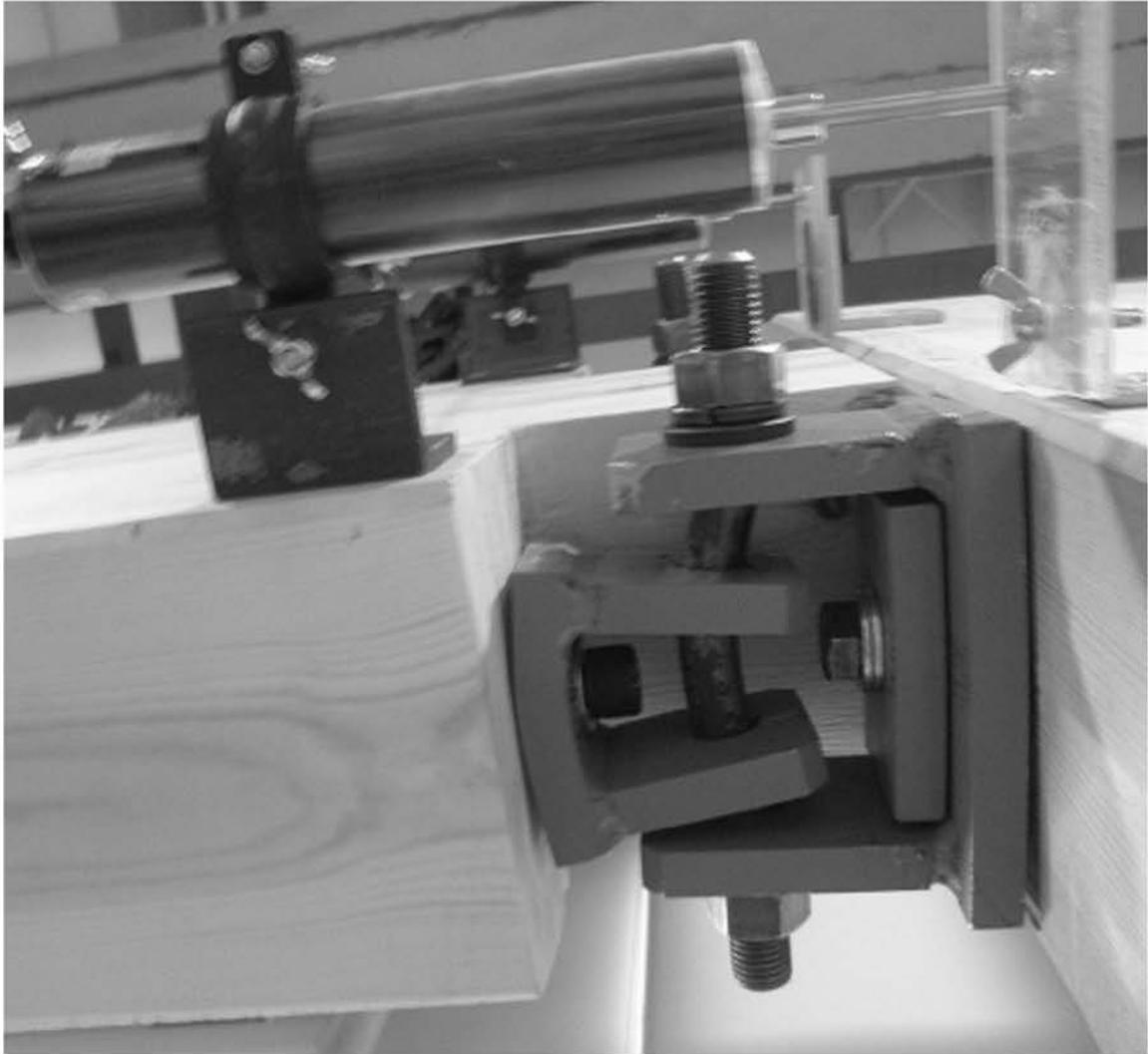
【図 1 1】



【図 1 2】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

