

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7587948号
(P7587948)

(45)発行日 令和6年11月21日(2024.11.21)

(24)登録日 令和6年11月13日(2024.11.13)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 M 99/00 (2011.01) G 0 1 M 99/00 Z
G 0 1 B 11/26 (2006.01) G 0 1 B 11/26 H

請求項の数 5 (全20頁)

(21)出願番号	特願2020-158128(P2020-158128)	(73)特許権者	390037154 大和ハウス工業株式会社 大阪府大阪市北区梅田3丁目3番5号
(22)出願日	令和2年9月23日(2020.9.23)	(74)代理人	100162031 弁理士 長田 豊彦
(65)公開番号	特開2022-52007(P2022-52007A)	(74)代理人	100175721 弁理士 高木 秀文
(43)公開日	令和4年4月4日(2022.4.4)	(72)発明者	森迫 慶州 大阪府大阪市北区梅田3丁目3番5号 大和ハウス工業株式会社内
審査請求日	令和5年8月29日(2023.8.29)	(72)発明者	有馬 冬樹 大阪府大阪市北区梅田3丁目3番5号 大和ハウス工業株式会社内
		審査官	川野 汐音

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 検査システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

高力ボルト及びナットを用いた複数の鉄骨部材の接合部を検査対象とし、前記高力ボルト及び前記ナットの締付け後の検査を行う検査システムであって、
 前記検査対象を撮影可能な撮影部と、
 前記撮影部を介した前記検査対象の映像を用いて、当該検査対象の前記ナットの回転量を算出する算出部と、
 前記算出部の算出結果に基づいて、前記検査対象の合否判定を行う判定部と、
を具備し、
前記撮影部と、
前記撮影部を介した前記検査対象の映像を表示可能であり、かつ、前記映像における位置情報の入力可能な表示部と、
を有する端末と、
前記表示部を介して入力された前記位置情報を取得する位置情報取得部と、
を具備し、
前記算出部は、
前記位置情報取得部により取得された前記位置情報に基づいて前記ナットの回転量を算出する、
検査システム。

【請求項2】

前記検査対象の映像を、映像データとして記憶する記憶部を具備し、
前記算出部は、
前記記憶部により取得された前記映像データに基づいて前記ナットの回転量を算出する、
請求項 1 に記載の検査システム。

【請求項 3】

前記映像データから、前記ナットの回転量を測定するために付された目印の画像を抽出する抽出部を具備し、

前記算出部は、

前記抽出部により抽出された前記目印の画像に基づいて前記ナットの回転量を算出する、
請求項 2 に記載の検査システム。

10

【請求項 4】

無人航空機を具備し、

前記撮影部は、前記無人航空機に搭載される、

請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項に記載の検査システム。

【請求項 5】

前記表示部は、

前記検査対象の形状に対応した画像と、前記撮影部を介した前記検査対象の映像と、を重ねて表示可能であり、

前記位置情報取得部は、

前記検査対象の形状に対応した画像に基づいた前記位置情報を取得する、

請求項 1 から請求項 4 までのいずれか一項に記載の検査システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高力ボルト及びナットの締付け後の検査システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、複数の鉄骨部材を高力ボルト及びナットを用いて接合した後に、接合部について高力ボルト及びナットの締付け後の検査を行うことが知られている。このような検査の項目の一つとして、接合部に設けられた複数のナットの回転量のばらつきを検査するものがある。上記検査では、一次締め（仮締め）された状態のナットにマーキングを施し、当該ナットを本締めした後にマークのずれを測定することで、ナットの回転量を求める。

30

【0003】

特許文献 1 には、ナット回転量について検査を行うためのナット回転量検査器具が記載されている。上記ナット回転量検査器具は、レールに対してスライド移動可能な本体が設けられており、上記本体に設けられた基準線を、鉄骨部材の接合部の複数のナットに施されたマークに合わせることで、ナットの回転量を測定することができる。

【0004】

しかしながら、鉄骨部材の接合部には、膨大な数のナットが存在する。このため、上記ナット回転量検査器具の本体を上記ナットに施されたマークの全てに合わせる作業は困難であることが考えられる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2013 - 190210 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、以上の如き状況を鑑みてなされたものであり、その解決しようとする課題は、締付け後のナットの回転量の検査を容易に行うことができる検査システムを提供するも

50

のである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段を説明する。

【0008】

即ち、請求項1においては、高力ボルト及びナットを用いた複数の鉄骨部材の接合部を検査対象とし、前記高力ボルト及び前記ナットの締付け後の検査を行う検査システムであって、前記検査対象を撮影可能な撮影部と、前記撮影部を介した前記検査対象の映像を用いて、当該検査対象の前記ナットの回転量を算出する算出部と、前記算出部の算出結果に基づいて、前記検査対象の合否判定を行う判定部と、を具備し、前記撮影部と、前記撮影部を介した前記検査対象の映像を表示可能であり、かつ、前記映像における位置情報の入力が可能な表示部と、を有する端末と、前記表示部を介して入力された前記位置情報を取得する位置情報取得部と、を具備し、前記算出部は、前記位置情報取得部により取得された前記位置情報に基づいて前記ナットの回転量を算出するものである。

10

【0009】

請求項2においては、前記検査対象の映像を、映像データとして記憶する記憶部を具備し、前記算出部は、前記記憶部により取得された前記映像データに基づいて前記ナットの回転量を算出するものである。

【0010】

請求項3においては、前記映像データから、前記ナットの回転量を測定するために付された目印の画像を抽出する抽出部を具備し、前記算出部は、前記抽出部により抽出された前記目印の画像に基づいて前記ナットの回転量を算出するものである。

20

【0011】

請求項4においては、無人航空機を具備し、前記撮影部は、前記無人航空機に搭載されるものである。

【0013】

請求項5においては、前記表示部は、前記検査対象の形状に対応した画像と、前記撮影部を介した前記検査対象の映像と、を重ねて表示可能であり、前記位置情報取得部は、前記検査対象の形状に対応した画像に基づいた前記位置情報を取得するものである。

30

【発明の効果】

【0014】

本発明の効果として、以下に示すような効果を奏する。

【0015】

請求項1においては、締付け後のナットの回転量の検査を容易に行うことができる。

【0016】

請求項2においては、締付け後のナットの回転量の検査をより容易に行うことができる。

【0017】

請求項3においては、締付け後のナットの回転量の検査をより容易に行うことができる。

【0018】

請求項4においては、映像データの取得をより容易に行うことができる。

40

【0020】

請求項5においては、ナットの回転量を測定するための情報を好適に取得することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の第一実施形態に係る検査システムの検査対象となる鉄骨部材の接合部を示した斜視図。

【図2】一次締め後の高力ボルトセットを示した斜視図。

【図3】本締め後の高力ボルトセットを示した正面図。

50

【図 4】検査システムの構成を示したブロック図。

【図 5】カメラにより撮影された映像データを示した模式図。

【図 6】鉄骨部材の接合部の仕様を示した模式図。

【図 7】第一のナット回転量検査処理を示したフローチャート。

【図 8】本発明の第二実施形態に係る検査システムの無人航空機を示した模式図。

【図 9】無人航空機に搭載されたカメラにより撮影された映像データを示した模式図。

【図 10】本発明の第三実施形態に係る検査システムの端末を示した模式図。

【図 11】端末を用いて検査者が行う操作を示したフローチャート。

【図 12】端末の表示部に表示された高力ボルトセットの映像を示した模式図。

【図 13】第二のナット回転量検査処理を示したフローチャート。

10

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下では、本発明の第一実施形態に係る検査システム 1 について説明する。また、以下では、図中の矢印に基づいて、前後方向、左右方向及び上下方向を定義して説明を行う。

【0023】

検査システム 1 は、鉄骨部材 10 同士を接合するために用いられる高力ボルト 31 の締付け後に、接合部の検査を行うものである。

【0024】

以下では、まず、検査システム 1 の検査対象となる鉄骨部材 10 の接合部について説明する。図 1 は、施工段階の鉄骨構造の建物における鉄骨部材 10 の接合部を示すものである。ここで、接合部とは、複数の鉄骨部材 10 の端部同士を、添え板 20 及び高力ボルトセット 30 を用いて接合した部分である。

20

【0025】

鉄骨部材 10 は、鉄骨構造の建物の柱や梁を構成する部材である。図例では、一例として、梁として用いた鉄骨部材 10 を示している。本実施形態では、鉄骨部材 10 として、H 形鋼を採用している。鉄骨部材 10 は、フランジ 11 及びウェブ 12 を具備する。

【0026】

フランジ 11 は、鉄骨部材 10 のうち上下方向外側に位置する部分である。フランジ 11 は、厚さ方向を上下方向に向けた板形状に形成される。フランジ 11 には、後述する高力ボルト 31 が挿通される複数の孔が形成されている。

30

【0027】

ウェブ 12 は、上下のフランジ 11 を接続する部分である。ウェブ 12 は、厚さ方向を水平方向（前後方向）に向けた板形状に形成される。ウェブ 12 には、後述する高力ボルト 31 が挿通される複数の孔が形成されている。

【0028】

添え板 20 は、複数の鉄骨部材 10 同士の継手となる板形状の部材である。添え板 20 は、複数の鉄骨部材 10 に跨るように取り付けられる。添え板 20 は、複数の鉄骨部材 10 の上下のフランジ 11 の上面及び下面にそれぞれ設けられる。また、添え板 20 は、ウェブ 12 の前面及び後面にそれぞれ設けられる。添え板 20 には、後述する高力ボルト 31 が挿通される複数の孔が形成されている。

40

【0029】

図 1 及び図 2 に示す高力ボルトセット 30 は、複数の鉄骨部材 10 及び添え板 20 を固定するものである。高力ボルトセット 30 は、複数の鉄骨部材 10 のフランジ 11 及びウェブ 12 の接合部において、複数箇所に設けられる。高力ボルトセット 30 は、高力ボルト 31、ナット 32 及び座金 33 を具備する。

【0030】

図 2 に示す高力ボルト 31 は、フランジ 11、ウェブ 12 及び添え板 20 に形成された孔に挿通されるものである。高力ボルト 31 としては、締付けの際に所定以上のトルクがかかると、ボルト軸の先端部に設けられたピンテール 31a が破断するトルシア形ボルトが採用される。なお、図 2 では、ピンテール 31a が破断される前の状態の高力ボルト 3

50

1を示し、図1では、ピンテール31aが破断した状態の高力ボルト31を示している。

【0031】

ナット32は、高力ボルト31のボルト軸に螺合されるものである。ナット32を回転させることで、高力ボルトセット30を用いた締結が可能となる。

【0032】

座金33は、高力ボルト31のボルト軸に挿通されると共に、ナット32と当該ナット32により固定される部材(添え板20)との間に介在されるものである。

【0033】

上述した複数の鉄骨部材10及び添え板20に形成された孔に高力ボルト31を挿通すると共に、当該高力ボルト31のボルト軸にナット32及び座金33を挿通した状態(高力ボルトセット30を取り付けた状態)で、ナット32を締付けることで、複数の鉄骨部材10及び添え板20が互いに固定され、複数の鉄骨部材10同士が接合される。

10

【0034】

次に、高力ボルトセット30の締付けにより鉄骨部材10を接合する際に、作業者が行う作業手順について説明する。当該作業手順には、一次締め、マーキング及び本締めが含まれる。

【0035】

まず、作業者は一次締めを行う。一次締めは、複数の鉄骨部材10及び添え板20に高力ボルトセット30を取り付けた状態で、ナット32を仮締めする工程である。一次締めは、一次締め用の電動工具を用いて行われる。一次締めにおいては、高力ボルト31のピンテール31aは破断しない。

20

【0036】

次に、作業者はマーキングを行う。マーキングは、一次締めを行った後の接合部(添え板20及び高力ボルトセット30)に、後述する締付け後の検査のための目印となるマークMを施す工程である。マーキングは、図2に示すように、高力ボルト31のボルト軸(ピンテール31a)、ナット32、座金33及び添え板20に亘って連続した線状のマークMが施されるように行われる。マーキングは、所定のペン等の筆記具により行われる。

【0037】

次に、作業者は本締めを行う。本締めは、マーキングを行った後、ナット32を完全に締付ける工程である。本締めを行うことで、一次締めが行われたナット32が更に回転する。本締めでは、作業者は、本締め用の電動工具を用いて高力ボルト31のピンテール31aが破断するまでナット32を締付ける。

30

【0038】

図3は、本締めを行った後の高力ボルトセット30の一例を示すものである。本締めを行ったことにより、高力ボルト31、座金33及び添え板20に施されたマーク(以下では第一のマークMaと称する)に対して、ナット32に施されたマーク(以下では第二のマークMbと称する)の位置がずれる。

【0039】

上述した一次締め、マーキング及び本締めの工程は、接合部の全ての高力ボルトセット30について行われる。また、上述した一次締め及び本締めの工程は、一次締めや本締めに適した一定のトルクで、各高力ボルトセット30に行われる。

40

【0040】

ここで、鉄骨部材10の接合部においては、本締めが行われた後、高力ボルトセット30に対して締付け後の検査が行われる。締付け後の検査は、「建築工事標準仕様書」JASS6 鉄骨工事(6節 高力ボルト接合 6.6 締付け後の検査)に準拠して行われる。

【0041】

締付け後の検査では、全ての高力ボルト31について、ピンテール31aが破断されているか、共回り・軸回りの有無、ナット32の回転量、ナット32から突き出したボルトの余長の過不足を目視で検査し、いずれについても異常が認められないものを合格とする。上記締付け後の検査は、締付けが行われた全ての高力ボルトセット30に行われる。

50

【 0 0 4 2 】

ここで、上記締付け後の検査においてナット 3 2 の回転量を検査した結果、ナット 3 2 の回転量に著しいばらつき認められるボルト群（共通の添え板 2 0 に取り付けられた複数の高力ボルトセット 3 0 ）については、そのボルト群の全てのナット 3 2 に対して、回転量の検査（ナット回転量検査）を行う。以下では、図 3 を用いて、ナット回転量検査の具体的な手順について説明する。

【 0 0 4 3 】

まず、検査者は、所定のボルト群の全てのナット 3 2 の回転量（回転角）を計測する。ナット 3 2 の回転量は、ボルト群の各所に施された第一のマーク M a と、第二のマーク M b と、がなす角度を計測することで得られる。上記計測は、ボルト群を撮影した写真に基づいて計測してもよく、実際のナット 3 2 の回転量を測定してもよい。

10

【 0 0 4 4 】

次に、検査者は、ボルト群の全てのナット 3 2 の回転量（回転角度）の平均（平均回転角度）を算出する。

【 0 0 4 5 】

次に、検査者は、ボルト群の全てのナット 3 2 の回転量が平均回転角度 $\pm 30^\circ$ の範囲内であるか否かを判定する。ボルト群の全てのナット 3 2 の回転量が平均回転角度 $\pm 30^\circ$ 以内である場合は、ナット回転量検査は合格と判定される。一方、ボルト群に、回転量が平均回転角度 $\pm 30^\circ$ の範囲外であるナット 3 2 が含まれる場合は、ナット回転量検査は不合格と判定される。ナット回転量検査が不合格であった場合は、ナット 3 2 の回転量が平均回転角度 $\pm 30^\circ$ の範囲外であった高力ボルトセット 3 0 は、新しいものと交換される。

20

【 0 0 4 6 】

検査システム 1 は、上述したナット回転量検査を行う処理（後述する第一のナット回転量検査処理）を実行可能なものである。以下では、検査システム 1 の詳細について説明する。図 4 に示すように、検査システム 1 は、主として、制御装置 4 0 及びカメラ 5 0 を具備する。

【 0 0 4 7 】

制御装置 4 0 は、各種の情報の処理が可能なものである。制御装置 4 0 は、通信部 4 1、記憶部 4 2、制御部 4 3、表示部 4 4 及び入力部 4 5 を具備する。

30

【 0 0 4 8 】

通信部 4 1 は、後述するカメラ 5 0 に対して情報の受信等を行うものである。

【 0 0 4 9 】

記憶部 4 2 は、各種のプログラムや通信部 4 1 により受信された情報等が記憶されるものである。記憶部 4 2 は、HDD、RAM、ROM 等により構成される。

【 0 0 5 0 】

制御部 4 3 は、記憶部 4 2 に記憶されたプログラムを実行するものである。制御部 4 3 は、CPU により構成される。

【 0 0 5 1 】

表示部 4 4 は、各種の情報を表示するものである。表示部 4 4 は、液晶ディスプレイ等により構成される。

40

【 0 0 5 2 】

入力部 4 5 は、各種の情報を入力するためのものである。入力部 4 5 は、キーボード、マウス等により構成される。

【 0 0 5 3 】

このように、制御装置 4 0 としては、一般的なパーソナルコンピュータ等を用いることができる。

【 0 0 5 4 】

カメラ 5 0 は、所定のレンズ部（不図示）を介して撮影した映像データを取得するものである。カメラ 5 0 は、鉄骨部材 1 0 の接合部のボルト群を撮影した映像データを取得可

50

能である。カメラ50により撮影された映像データは、所定の通信手段を介して通信部41に送信され、記憶部42に記憶される。

【0055】

カメラ50としては、一般的なカメラを採用可能である。また、カメラ50としては、撮影機能を有する情報端末（タブレットやスマートフォン）に搭載されたカメラも採用可能である。

【0056】

図5は、カメラ50により撮影された映像データの一例を示すものである。図例では、鉄骨部材10のウェブ12の接合部（添え板20及び高力ボルトセット30）を、略正面から撮影した映像データを示している。映像データには、撮影された接合部の場所の情報や仕様の情報（図例では「サイズ」）を示す画像が含まれる。図例では、接合部の場所や仕様の情報を記載した工事用のホワイトボードWを、接合部と共に撮影した映像データを示している。また、ホワイトボードWには、工事の状況（図例では「本締め後」）が記載される。

10

【0057】

ここで、接合部の仕様とは、鉄骨部材10及び添え板20の寸法や、接合部の形状等の情報を示すものである。図6は、接合部の仕様の一例を示すものである。図例では、接合部の仕様として、「サイズ」、「形状」、「フランジ」及び「ウェブ」の項目を示している。

【0058】

「サイズ」には、鉄骨部材10の寸法の情報や、当該仕様を特定する番号（図例では「RJ-24」）が示される。「形状」には、接合部を示す図面が示される。図例では、フランジ11の接合部を示す図面（上段）と、ウェブ12の接合部を示す図面（下段）と、を示している。「フランジ」には、フランジ11の接合部に設けられる添え板20及び高力ボルトセット30の寸法が示される。「ウェブ」には、フランジ11の接合部に設けられる添え板20及び高力ボルトセット30の寸法が示される。

20

【0059】

上記映像データの取得方法としては、検査者等の撮影者の手により支持されたカメラ50により接合部を撮影する方法が考えられる。撮影者（検査者）は、例えば、目視による締付け後の検査の結果、ナット32の回転量に著しいばらつきがあると判断した接合部（ボルト群）を撮影して、ナット回転量検査を行うための映像データを取得する。

30

【0060】

上述の如き検査システム1は、カメラ50による映像データを用いて、ナット回転量検査を行う第一のナット回転量検査処理を実行可能である。第一のナット回転量検査処理は、制御部43により実行される。

【0061】

以下では、図7のフローチャートを用いて、第一のナット回転量検査処理において制御部43が行う処理について説明する。

【0062】

ステップS10において、制御部43は、鉄骨部材10の接合部の映像データを取得する。映像データは、撮影者（例えば検査者）により事前に撮影されており、記憶部42に記憶されている。制御部43は、ステップS10の処理を実行した後、ステップS11の処理へ移行する。

40

【0063】

ステップS11において、制御部43は、映像データからマークMの画像を抽出する。具体的には、制御部43は、図5に示すような映像データから、第一のマークMaの画像及び第二のマークMbの画像を抽出する。上記画像の抽出は、既知の画像認識処理によって行われる。制御部43は、映像データに含まれるボルト群の全てのマークMの画像を抽出する。制御部43は、ステップS11の処理を実行した後、ステップS12の処理へ移行する。

50

【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 2 において、制御部 4 3 は、ナット 3 2 の回転量を算出する。具体的には、制御部 4 3 は、ステップ S 1 1 で抽出した第一のマーク M a の画像及び第二のマーク M b の画像に基づいて、第一のマーク M a と、第二のマーク M b と、がなす角度を算出する。上記角度を算出する方法としては、例えば、映像データに含まれるナット 3 2 や高力ボルト 3 1 の画像から抽出したナット 3 2 の中心点と、第一のマーク M a の画像及び第二のマーク M b の画像の一部（例えば径方向外側端部）から抽出した二点と、の三点を用いて当該角度を算出する方法を採用可能である。制御部 4 3 は、映像データに含まれるボルト群の全てのナット 3 2 の回転量を算出する。制御部 4 3 は、ステップ S 1 2 の処理を実行した後、ステップ S 1 3 の処理へ移行する。

10

【 0 0 6 5 】

ステップ S 1 3 において、制御部 4 3 は、ボルト群の全てのナット 3 2 の回転量の平均回転角度を算出する。具体的には、制御部 4 3 は、ステップ S 1 2 において算出した全てのナット 3 2 の回転量の平均値を算出する。制御部 4 3 は、ステップ S 1 3 の処理を実行した後、ステップ S 1 4 の処理へ移行する。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 1 4 において、制御部 4 3 は、ボルト群の全てのナット 3 2 の回転量が所定の範囲内であるか否か、または判定不能かを判定する。ここで、所定の範囲内とは、ボルト群のナット 3 2 の平均回転角度 $\pm 30^\circ$ 以内の範囲である。制御部 4 3 は、ボルト群の全てのナット 3 2 の回転量が所定の範囲内であると判定した場合は、ステップ S 1 5 の処理へ移行する。また、制御部 4 3 は、ボルト群に、回転量が所定の範囲外であるナット 3 2 が含まれていると判定した場合には、ステップ S 1 6 の処理へ移行する。また、制御部 4 3 は、ボルト群に、回転量が判定不能なナット 3 2 が含まれていると判定した場合には、ステップ S 1 7 の処理へ移行する。

20

【 0 0 6 7 】

ステップ S 1 5 において、制御部 4 3 は、合格判定を行う。この場合、制御部 4 3 は、ボルト群の全てのナット 3 2 の回転量が所定の範囲内（平均回転角度 $\pm 30^\circ$ 以内）である旨を、表示部 4 4 に表示する。制御部 4 3 は、ステップ S 1 5 の処理を実行した後、第一のナット回転量検査処理を終了する。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 1 4 から移行したステップ S 1 6 において、制御部 4 3 は、不合格判定を行う。この場合、制御部 4 3 は、ボルト群に回転量が所定の範囲外であるナット 3 2 が含まれている旨を、表示部 4 4 に表示する。また、この場合、制御部 4 3 は、上記回転量が所定の範囲外であるナット 3 2 を判別可能なように適宜の方法（例えば、当該ナットの色を変えたり、所定の枠で囲む等）で示す表示を実行可能である。制御部 4 3 は、ステップ S 1 6 の処理を実行した後、第一のナット回転量検査処理を終了する。

30

【 0 0 6 9 】

ステップ S 1 4 から移行したステップ S 1 7 において、制御部 4 3 は、警告を行う。この場合、制御部 4 3 は、ボルト群に回転量が判定不能なナット 3 2 が含まれている旨の警告を、表示部 4 4 に表示する。また、この場合、制御部 4 3 は、検査者（撮影者）に対して、再検査（再撮影）することを促す表示を実行可能である。制御部 4 3 は、ステップ S 1 7 の処理を実行した後、第一のナット回転量検査処理を終了する。

40

【 0 0 7 0 】

上述の如き第一のナット回転量検査処理を実行することで、締付け後の検査におけるナット回転量検査を容易に行うことができる。すなわち、第一のナット回転量検査処理を実行することで、鉄骨部材 1 0 の接合部の映像データに基づいて、所定のボルト群のナット回転量検査を自動で行うことができる。これにより、ナット回転量検査の対象となるボルト群について、検査者の手によってナット 3 2 の回転量の測定や平均回転角度の算出等を行う必要が無く、検査者の手間を軽減することができる。

【 0 0 7 1 】

50

以上のように、本発明の第一実施形態に係る検査システム 1 は、
高力ボルト 3 1 及びナット 3 2 を用いた複数の鉄骨部材 1 0 の接合部を検査対象とし、
前記高力ボルト 3 1 及び前記ナット 3 2 の締付け後の検査を行う検査システム 1 であって、
前記検査対象を撮影可能なカメラ 5 0 (撮影部)と、
前記カメラ 5 0 (撮影部)を介した前記検査対象の映像を用いて、当該検査対象の前記
ナット 3 2 の回転量を算出する算出部 (制御部 4 3)と、
前記算出部 (制御部 4 3)の算出結果に基づいて、前記検査対象の合否判定を行う判定
部 (制御部 4 3)と、
を具備するものである。

【0072】

このような構成により、締付け後のナット 3 2 の回転量の検査を容易に行うことができる。すなわち、カメラ 5 0 (撮影部)を介した検査対象の映像を用いて、算出部 (制御部 4 3)により検査対象のナット 3 2 の回転量を算出し、算出部 (制御部 4 3)の算出結果に基づいて、判定部 (制御部 4 3)により検査対象の合否判定を行うことができる。これにより、検査者の手によってナット 3 2 の回転量の算出や合否判定を行う必要が無く、検査者の手間を軽減することができる。

【0073】

また、検査システム 1 は、
前記検査対象の映像を、映像データとして記憶する記憶部 4 2 を具備し、
前記算出部 (制御部 4 3)は、
前記記憶部 4 2 により取得された前記映像データに基づいて前記ナット 3 2 の回転量を算出するものである。

【0074】

このような構成により、締付け後のナット 3 2 の回転量の検査をより容易に行うことができる。すなわち、記憶部 4 2 により記憶された映像データに基づいてナット 3 2 の回転量を算出可能な構成としたことで、当該映像データを持ち帰った後でナット 3 2 の回転量の算出や合否判定を行うことができる。

【0075】

また、検査システム 1 は、
前記映像データから、前記ナット 3 2 の回転量を測定するために付されたマーク M (目印)の画像を抽出する抽出部 (制御部 4 3)を具備し、
前記算出部 (制御部 4 3)は、
前記抽出部 (制御部 4 3)により抽出された前記マーク M (目印)の画像に基づいて前記ナット 3 2 の回転量を算出するものである。

【0076】

このような構成により、締付け後のナット 3 2 の回転量の検査をより容易に行うことができる。すなわち、映像データに基づいて、自動でナット 3 2 の回転量の算出や合否判定を行うことができ、検査者の手間を軽減することができる。

【0077】

なお、本実施形態に係る制御部 4 3 は、本発明に係る算出部、判定部、映像データ取得部及び抽出部の一形態である。

また、本実施形態に係るカメラ 5 0 は、本発明に係る撮影部の一形態である。

【0078】

以上、本発明の第一実施形態を説明したが、本発明は上記構成に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変更が可能である。

【0079】

例えば、本実施形態では、第一のナット回転量検査処理において、取得した映像データに基づいて自動的に第一のマーク M a 及び第二のマーク M b の画像を抽出する例を示したが、このような構成に限られない。例えば、入力部 4 5 を介した適宜の操作により映像データに含まれる第一のマーク M a 及び第二のマーク M b の画像をそれぞれ指定し、当該指

10

20

30

40

50

定された画像の情報に基づいて、ナット 3 2 の回転量を算出するようにしてもよい。

【 0 0 8 0 】

また、本実施形態では、映像データの取得方法として、撮影者の手により支持されたカメラ 5 0 によりボルト群を撮影する方法を採用したが、このような構成に限られない。例えば、図 8 及び図 9 に示す本発明の第二実施形態に係る検査システム 1 A の構成を採用してもよい。

【 0 0 8 1 】

第二実施形態に係る検査システム 1 A は、無人航空機 6 0 にカメラ 5 0 を搭載した点で、第一実施形態に係る検査システム 1 と異なる。無人航空機 6 0 は、ドローンや UAV と呼ばれる人が搭乗しない小型の航空機である。無人航空機 6 0 は、複数のローター（回転翼）を具備し、安定した飛行を行うことができる。

10

【 0 0 8 2 】

図 8 に示すように、無人航空機 6 0 は、鉄骨部材 1 0 の接合部の近傍を飛行すると共に、カメラ 5 0 による撮影を行うことができる。無人航空機 6 0 は、適宜の GPS 受信機や、高度センサを備えている。無人航空機 6 0 は、適宜の操作手段からの情報や、GPS 受信機、高度センサから取得した情報に基づいて、所定の位置まで飛行することができる。また、無人航空機 6 0 は、適宜の照明部を備えている。無人航空機 6 0 は、カメラ 5 0 による撮影を行う際に、必要に応じて照明部によって撮影の対象に光を照射することができる。

【 0 0 8 3 】

無人航空機 6 0 に搭載されたカメラ 5 0 により撮影された映像データは、所定の通信手段を介して通信部 4 1 に送信され、記憶部 4 2 に記憶される。また、この際に、無人航空機 6 0 の GPS 受信機や高度センサによる情報も、通信手段を介して通信部 4 1 に送信され、記憶部 4 2 に記憶される。これにより、映像データを撮影した場所を把握することができ、当該映像データの接合部が、建物のどの接合部であるかを特定することができる。

20

【 0 0 8 4 】

図 9 は、無人航空機 6 0 に搭載されたカメラ 5 0 により撮影された映像データの一例を示すものである。図例では、鉄骨部材 1 0 のウェブ 1 2 に設けられた接合部を、略正面から撮影した映像データを示している。本実施形態では、鉄骨部材 1 0 の接合部（添え板 2 0）の近傍に、予め接合部の仕様を特定する番号（図例では「R」- 2 4）が記載されている。これにより、ホワイトボード W を用いなくても、映像データの接合部の仕様の情報を把握することができる。また、本実施形態では、鉄骨部材 1 0 の接合部の近傍に、当該接合部が位置する階（図例では「5 F」）や、平面図における位置を特定する通り名（図例では「A - 1」）が記載されている。これにより、映像データの接合部の階や平面図における位置の情報を把握することができる。

30

【 0 0 8 5 】

なお、無人航空機 6 0 による鉄骨部材 1 0 の接合部の撮影は、鉄骨構造の建物の躯体の施工完了後、壁や床を取り付ける前に行われる。

【 0 0 8 6 】

本実施形態においても、上記第一実施形態と同様、映像データを用いた第一のナット回転量検査処理を実行可能である。

40

【 0 0 8 7 】

以上のように、本発明の第二実施形態に係る検査システム 1 A は、無人航空機を具備し、前記撮影部は、前記無人航空機に搭載されるものである。

【 0 0 8 8 】

このような構成により、映像データの取得をより容易に行うことができる。すなわち、検査者が鉄骨部材 1 0 の接合部の近くまで行かずとも、映像データを取得することができる。これにより、検査者の手間を軽減することができる。

【 0 0 8 9 】

50

以上、本発明の各実施形態を説明したが、本発明は上記構成に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変更が可能である。

【0090】

例えば、上記各実施形態では、記憶部42に記憶させた映像データに基づいて第一のナット回転量検査処理を実行した例を示したが、このような態様に限られない。例えば、図10から図12までに示す本発明の第三実施形態に係る検査システム1Bの構成を採用してもよい。

【0091】

第三実施形態に係る検査システム1Bは、カメラ50に代えて、端末70を用いてナット回転量検査を行う点で、第一実施形態に係る検査システム1と異なる。

10

【0092】

図10に示す端末70は、各種の情報を入出力可能なものである。端末70としては、携帯可能な情報端末（タブレットやスマートフォン）等を用いることができる。端末70は、カメラ部71及びタッチパネル72を具備する。

【0093】

カメラ部71は、カメラ50と概ね同様、所定のレンズ部（不図示）を介して、撮影対象を撮影可能なものである。

【0094】

タッチパネル72は、任意の情報を出力（表示）可能なものである。タッチパネル72には、カメラ50を介して映された映像が表示される。また、タッチパネル72は、任意の情報を入力することも可能である。

20

【0095】

また、タッチパネル72は、種々のアイコン（ボタン）や画像を表示することができる。図10に示す例では、タッチパネル72に、図面ラインXを表示した例を示している。

【0096】

図面ラインXは、接合部の仕様の「形状」（図6を参照）の図面に基づく線の画像である。図6に示すように、図面ラインXとしては、所定の番号で特定される仕様の「形状」のうち、フランジ11の接合部を示す図面とウェブ12の接合部を示す図面とのうちの一方が表示される。図例では、図面ラインXとして、「RJ-24」の番号で特定される仕様の「形状」のうち、ウェブ12の接合部を示す図面（図6の「形状」の下段の図面）の画像を表示している。

30

【0097】

図面ラインXは、図10に示すように、高力ボルトセット30を示す図形であるボルトラインXaを具備する。ボルトラインXaは、高力ボルトセット30（ナット32）の外形を示す円形の線と、当該円形の線の左右方向中心を通る縦線と、当該円形の線の上下方向中心を通る横線と、により構成される。上記縦線及び横線の交点は、ボルトラインXaの中心を示す。また、図面ラインXには、ボルトラインXaの他、鉄骨部材10や添え板20を示す図形が含まれる。図面ラインXの情報は、記憶部42に記憶されている。ここで、記憶部42は、端末70に搭載されている。

【0098】

40

図面ラインXは、タッチパネル72を介した任意の情報の入力を行うことで、当該タッチパネル72に表示される。例えば、図10に示す例では、特定の番号の図面ラインXを表示させるための入力フォーム72aをタッチパネル72に表示させている。タッチパネル72を介した操作により、入力フォーム72aに接合部の仕様を特定する番号（図例では「RJ-24」）を入力することで、当該番号に対応する図面ラインXを表示させることができる。

【0099】

また、図10に示す例では、図面ラインXとして、フランジ11の接合部を示す図面を表示させるフランジボタン72bと、ウェブ12の接合部を示す図面を表示させるウェブボタン72cと、をタッチパネル72に表示させている。フランジボタン72b及びウェブ

50

ボタン72cのうちの一方をタップして選択することで、フランジ11の接合部を示す図面と、ウェブ12の接合部を示す図面と、のうちの一方を図面ラインXとしてタッチパネル72に表示させることができる。

【0100】

また、図10に示す例では、タッチパネル72に表示された図面ラインXの向き（例えば左右方向の向き）を反転させる反転ボタン72dをタッチパネル72に表示させている。これにより、例えば、互いに左右に反転した形状の二種類の接合部が建物に含まれる場合に、タッチパネル72に表示された図面ラインXの向きと、検査対象の接合部の向きと、が異なる場合でも、反転ボタン72dをタップして、タッチパネル72に表示された図面ラインXの向きを検査対象の接合部の向きと一致するように適宜反転させることができる。これによれば、上記二種類の接合部のうち、一方の形状に対応した図面ラインXを記憶部42に記憶させれば、当該図面ラインXの向きを検査対象の接合部の向きと一致させることが可能となる。

10

【0101】

また、図10に示す例では、接合部の階を入力する階入力フォーム72eをタッチパネル72に表示させている。タッチパネル72を介した操作により、階入力フォーム72eに接合部の階を特定する情報（図例では「5F」）を入力することで、当該接合部の階を記録する（記憶部42に記憶させる）ことができる。

【0102】

また、図10に示す例では、接合部の通り名を入力する通り名入力フォーム72fをタッチパネル72に表示させている。タッチパネル72を介した操作により、接合部の通り名を入力する通り名入力フォーム72fに接合部の通り名を特定する情報（図例では「A-1」）を入力することで、当該接合部の通り名を記録する（記憶部42に記憶させる）ことができる。なお、上述したタッチパネル72の表示態様は一例であり、タッチパネル72には、上述した例の他、種々のアイコン（ボタン）や画像を表示可能である。

20

【0103】

また、端末70は、タッチパネル72に図面ラインXを表示させた状態で、カメラ50により映された映像を同時に表示させることができる。これにより、タッチパネル72において、カメラ50により映された鉄骨部材10の接合部の映像に、図面ラインXを重ね合わせて表示させることができる。

30

【0104】

上述の如き検査システム1は、端末70を用いて、ナット回転量検査を行う第二のナット回転量検査処理を実行可能である。第二のナット回転量検査処理は、制御部43により実行される。ここで、制御部43は、端末70に搭載されている。

【0105】

まず、図11のフローチャートを用いて、制御部43による処理を実行する前に、端末70に対して検査者が行う操作について説明する。

【0106】

ステップS20において、検査者は、端末70のタッチパネル72に、検査対象である鉄骨部材10の接合部を映す。具体的には、検査者は、端末70のカメラ部71を鉄骨部材10の接合部に向けることで、タッチパネル72に当該接合部の映像を表示させる。検査者は、ステップS20の操作を実行した後、ステップS21の操作を行う。

40

【0107】

ステップS21において、検査者は、タッチパネル72に図面ラインXを表示させる。具体的には、検査者は、図10に示す入力フォーム72aに、検査対象の接合部の仕様を特定する番号を入力すると共に、フランジボタン72b及びウェブボタン72cのうちの一方をタップして、所望の図面ラインXを表示させる。検査者は、ステップS21の操作を実行した後、ステップS22の操作を行う。

【0108】

ステップS22において、検査者は、タッチパネル72に表示された図面ラインXと、

50

カメラ部 7 1 により映された鉄骨部材 1 0 の接合部の映像と、を一致させる。具体的には、検査者は、図面ライン X のボルトライン X a を、鉄骨部材 1 0 の接合部のボルト群の高力ボルトセット 3 0 (ナット 3 2) の映像と一致させる。この際、例えば、タッチパネル 7 2 を適宜操作することで図面ライン X の大きさを拡大又は縮小したり、カメラ部 7 1 のズーム機能を用いて接合部の映像を拡大又は縮小することができる。

【 0 1 0 9 】

図 1 2 は、破線で示す図面ライン X のボルトライン X a を、高力ボルトセット 3 0 (ナット 3 2) の映像と一致させた状態を示す拡大図である。図例では、ボルトライン X a の中心 (縦線と横線との交点) を、高力ボルトセット 3 0 (ナット 3 2) の映像の中心と略一致させている。また、ボルトライン X a の円形の線を、ナット 3 2 の外形と略一致させている。ステップ S 2 2 においては、ボルト群の全ての高力ボルトセット 3 0 の映像と、図面ライン X の各ボルトライン X a と、を一致させる。検査者は、ステップ S 2 2 の操作を実行した後、ステップ S 2 3 の操作を行う。

10

【 0 1 1 0 】

ステップ S 2 3 において、検査者は、図面ライン X と接合部の映像とを一致させた状態で、当該接合部の映像のうちマーク M の二点をタップする。具体的には、図 1 2 に示すように、検査者は、タッチパネル 7 2 上において、タッチパネル 7 2 に表示された第一のマーク M a の画像の一部である第一の点 A (図例では径方向外側端部) と、第二のマーク M b の画像の一部である第二の点 B (図例では径方向外側端部) と、をそれぞれタップする。この操作により、制御部 4 3 は、タッチパネル 7 2 における第一の点 A 及び第二の点 B の位置情報を取得する。検査者は、接合部のボルト群の全てのマーク M について、第一の点 A 及び第二の点 B をタップする。

20

【 0 1 1 1 】

なお、上記ステップ S 2 2 及びステップ S 2 3 においては、図 1 0 に示すように、図面ライン X の全体を表示した状態で、当該図面ライン X の全てのボルトライン X a と接合部のボルト群の映像とを一致させ、この状態で各高力ボルトセット 3 0 のマーク M の二点をタップする方法を採用可能である。また、上記方法に代えて、図面ライン X のうちの所定のボルトライン X a を拡大してタッチパネル 7 2 に表示すると共に、当該拡大表示したボルトライン X a に対応する高力ボルトセット 3 0 (ナット 3 2) の映像を一致させ、この状態でマーク M の二点をタップする方法を採用可能である。この場合、検査者は、上記操作を行った後に、他のボルトライン X a を拡大表示し、上記操作を繰り返す。検査者は、ステップ S 2 3 の操作を実行した後、ステップ S 2 4 の操作を行う。

30

【 0 1 1 2 】

ステップ S 2 4 において、検査者は、タッチパネル 7 2 を介して、第二のナット回転量検査処理を実行する操作を行う。上記操作を契機として、制御部 4 3 は、第二のナット回転量検査処理を実行する。

【 0 1 1 3 】

以下では、図 1 3 のフローチャートを用いて、第二のナット回転量検査処理において制御部 4 3 が行う処理について説明する。

【 0 1 1 4 】

ステップ S 3 0 において、制御部 4 3 は、ナット 3 2 の回転量を算出する。具体的には、制御部 4 3 は、ステップ S 2 3 の操作においてタップされた第一の点 A 及び第二の点 B の位置情報を取得し、当該二点とボルトライン X a の中心との三点の位置情報を用いて、第一のマーク M a と第二のマーク M b とがなす角度を算出する。制御部 4 3 は、接合部の映像に含まれるボルト群の全てのナット 3 2 の回転量を算出する。制御部 4 3 は、ステップ S 3 0 の処理を実行した後、ステップ S 3 1 の処理へ移行する。

40

【 0 1 1 5 】

ステップ S 3 1 において、制御部 4 3 は、ボルト群の全てのナット 3 2 の回転量の平均回転角度を算出する。具体的には、制御部 4 3 は、ステップ S 3 0 において算出した全てのナット 3 2 の回転量の平均値を算出する。制御部 4 3 は、ステップ S 3 1 の処理を実行

50

した後、ステップS 3 2の処理へ移行する。

【0116】

ステップS 3 2において、制御部4 3は、ボルト群の全てのナット3 2の回転量が所定の範囲内であるか否か、または判定不能かを判定する。ここで、所定の範囲内とは、ボルト群のナット3 2の平均回転角度 $\pm 30^\circ$ 以内の範囲である。制御部4 3は、ボルト群の全てのナット3 2の回転量が所定の範囲内であると判定した場合は、ステップS 3 3の処理へ移行する。また、制御部4 3は、ボルト群に、回転量が所定の範囲外であるナット3 2が含まれていると判定した場合には、ステップS 3 4の処理へ移行する。また、制御部4 3は、ボルト群に、回転量が判定不能なナット3 2が含まれていると判定した場合には、ステップS 3 5の処理へ移行する。

10

【0117】

ステップS 3 3において、制御部4 3は、合格判定を行う。この場合、制御部4 3は、ボルト群の全てのナット3 2の回転量が所定の範囲内(平均回転角度 $\pm 30^\circ$ 以内)である旨を、タッチパネル7 2に表示する。制御部4 3は、ステップS 3 3の処理を実行した後、第二のナット回転量検査処理を終了する。

【0118】

ステップS 3 2から移行したステップS 3 4において、制御部4 3は、不合格判定を行う。この場合、制御部4 3は、ボルト群に回転量が所定の範囲外であるナット3 2が含まれている旨を、タッチパネル7 2に表示する。また、この場合、制御部4 3は、ボルト群の映像のうち、回転量が所定の範囲外であるナット3 2を判別可能な表示を実行可能である。制御部4 3は、ステップS 3 4の処理を実行した後、第二のナット回転量検査処理を終了する。

20

【0119】

ステップS 3 2から移行したステップS 3 5において、制御部4 3は、警告を行う。この場合、制御部4 3は、ボルト群に回転量が判定不能なナット3 2が含まれている旨の警告を、タッチパネル7 2に表示する。また、この場合、制御部4 3は、検査者(撮影者)に対して、再検査(再撮影)することを促す表示を実行可能である。制御部4 3は、ステップS 3 5の処理を実行した後、第二のナット回転量検査処理を終了する。

【0120】

上述の如き第二のナット回転量検査処理を実行することで、締付け後の検査におけるナット回転量検査を容易に行うことができる。すなわち、端末7 0に表示させた鉄骨部材1 0の接合部の映像に基づいて、所定のボルト群のナット回転量検査を自動で行うことができる。これにより、ナット回転量検査の対象となるボルト群について、検査者の手によってナット3 2の回転量の測定や平均回転角度の算出等を行う必要が無く、検査者の手間を軽減することができる。

30

【0121】

以上のように、本発明の第三実施形態に係る検査システム1 Bは、
前記カメラ部7 1(撮影部)と、
前記カメラ部7 1(撮影部)を介した前記検査対象の映像を表示可能であり、かつ、前記映像における位置情報の入力可能なタッチパネル7 2(表示部)と、
を有する端末と、
前記タッチパネル7 2(表示部)を介して入力された前記位置情報を取得する位置情報取得部(制御部4 3)と、
を具備し、
前記算出部(制御部4 3)は、
前記位置情報取得部(制御部4 3)により取得された前記位置情報に基づいて前記ナット3 2の回転量を算出するものである。

40

【0122】

このような構成により、締付け後のナット3 2の回転量の検査を容易に行うことができる。すなわち、端末7 0に表示させた鉄骨部材1 0の接合部の映像に基づいて、算出部に

50

より検査対象のナット 3 2 の回転量を算出し、算出部の算出結果に基づいて判定部により検査対象の合否判定を行うことができる。これにより、ナット 3 2 の回転量のばらつきがあると認められたボルト群について、その場で、端末 7 0 を用いた所定の操作を行うことで、検査対象の合否判定を行うことができる。

【 0 1 2 3 】

また、前記タッチパネル 7 2 (表示部)は、

前記検査対象の形状に対応した画像(図面ライン X)と、前記カメラ部 7 1 (撮影部)を介した前記検査対象の映像と、を重ねて表示可能であり、

前記位置情報取得部(制御部 4 3)は、

前記検査対象の形状に対応した画像(図面ライン X)に基づいた前記位置情報を取得するものである。

10

【 0 1 2 4 】

このような構成により、ナット 3 2 の回転量を測定するための情報を好適に取得することができる。すなわち、検査対象の形状に対応した画像(図面ライン X)と、カメラ部 7 1 (撮影部)を介した前記検査対象の映像と、を重ねて表示した状態で、タッチパネル 7 2 (表示部)を介して入力された位置情報を取得することができる。これにより、図面ライン X を基準とした位置情報を取得することができる。

【 0 1 2 5 】

なお、本実施形態に係るカメラ部 7 1 は、本発明に係る撮影部の一形態である。

また、本実施形態に係るタッチパネル 7 2 は、本発明に係る表示部の一形態である。

20

また、本実施形態に係る図面ライン X は、本発明に係る検査対象の形状に対応した画像の一形態である。

【 0 1 2 6 】

以上、本発明の第三実施形態を説明したが、本発明は上記構成に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変更が可能である。

【 0 1 2 7 】

例えば、本実施形態では、図 1 1 に示すステップ S 2 1 において、端末 7 0 のタッチパネル 7 2 に図面ライン X を表示させた例を示したが、このような構成に限られない。例えば、タッチパネル 7 2 に図面ライン X を表示させない構成としてもよい。この場合は、ナット 3 2 の回転量の測定のための位置情報を取得する際に、タッチパネル 7 2 に表示された第一の点 A 及び第二の点 B に加えて、ナット 3 2 の中心点をタップし、上記三点の位置情報を取得するようにしてもよい。

30

【 0 1 2 8 】

また、本実施形態では、端末 7 0 のカメラ部 7 1 を介して取得した映像を端末 7 0 に記憶させずに、第二のナット回転量検査処理を実行した例を示したが、このような構成に限られない。例えば、カメラ部 7 1 を介して取得した映像を、端末 7 0 の適宜の記憶部に映像データとして記憶させ、当該記憶した映像データに基づいて、図 1 1 に示すステップ S 2 2 からステップ S 2 4 までの操作を行うようにしてもよい。

【符号の説明】

【 0 1 2 9 】

1、 1 A、 1 B 検査システム

3 1 高力ボルト

3 2 ナット

4 3 制御部

5 0 カメラ

6 0 無人航空機

7 0 端末

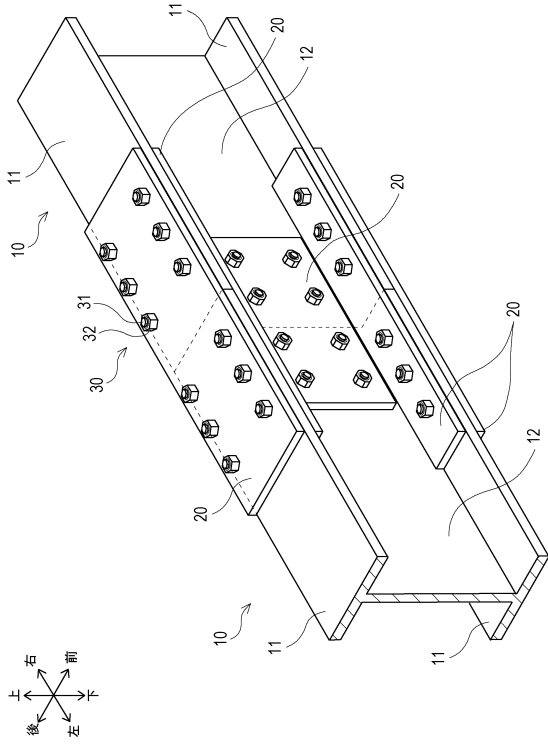
7 1 カメラ部

7 2 表示部

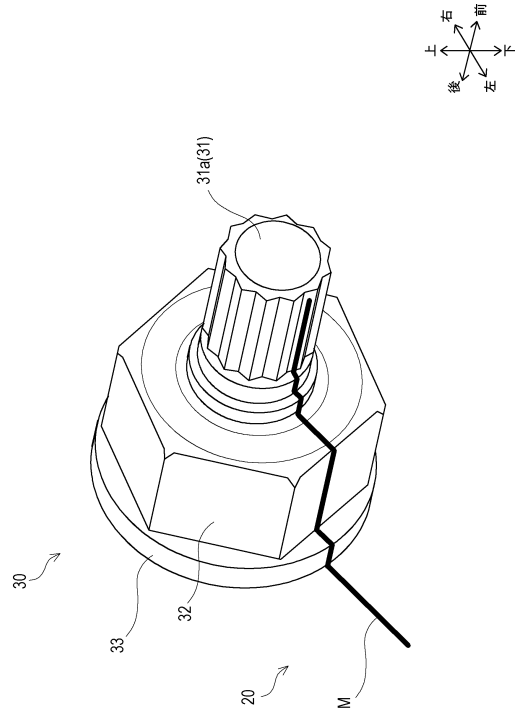
40

50

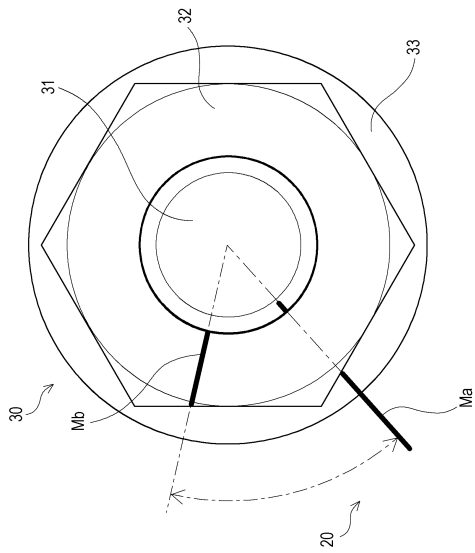
【図面】
【図 1】



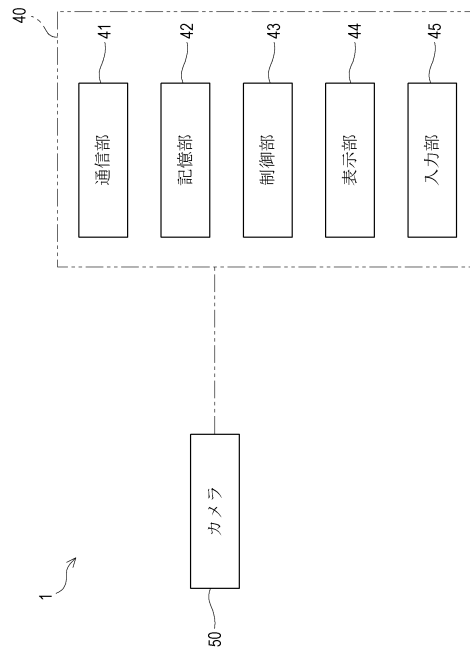
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

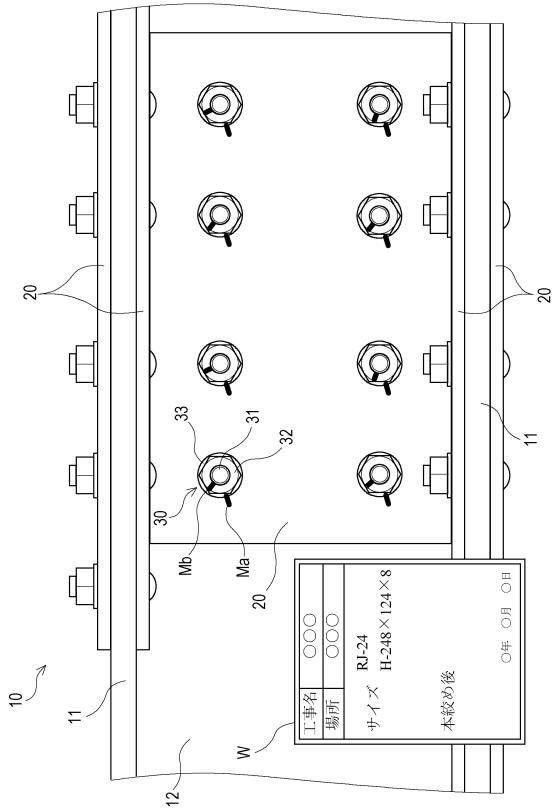
20

30

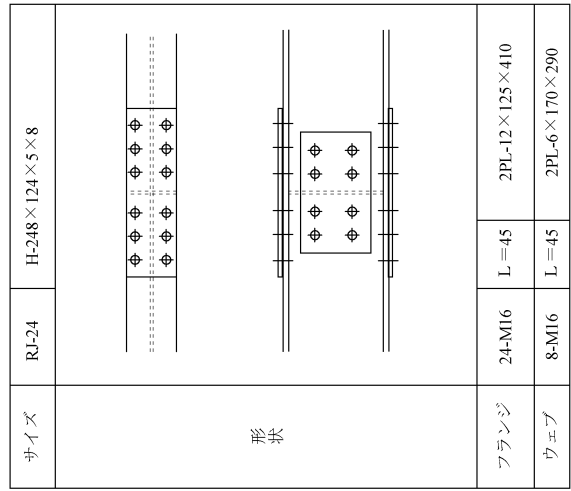
40

50

【図5】



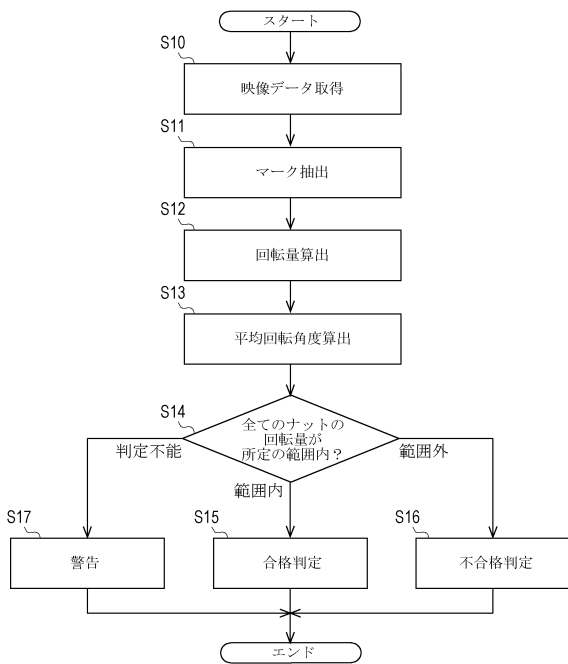
【図6】



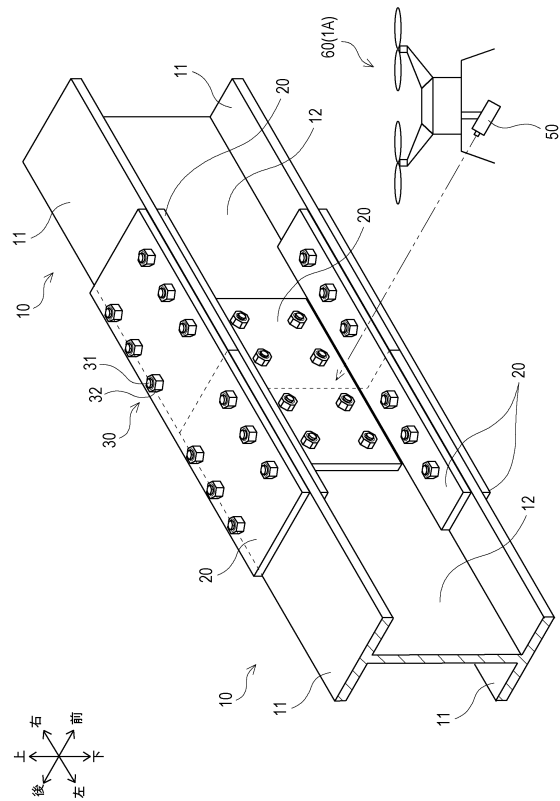
10

20

【図7】



【図8】

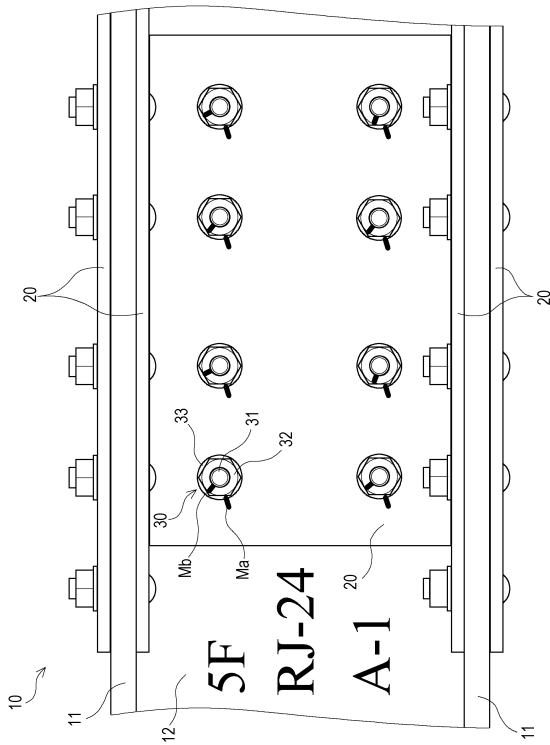


30

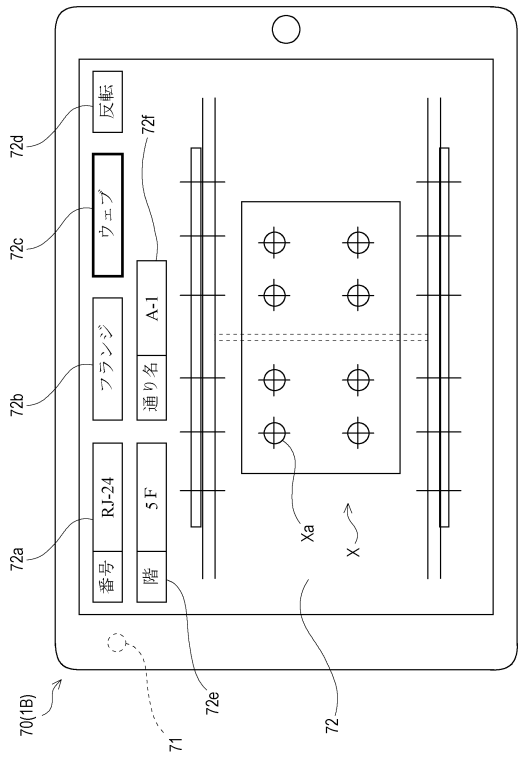
40

50

【図 9】



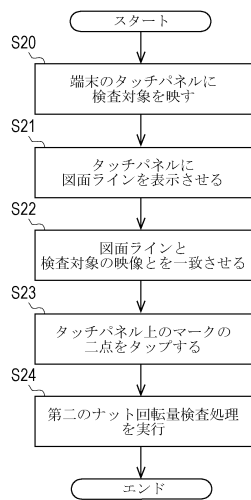
【図 10】



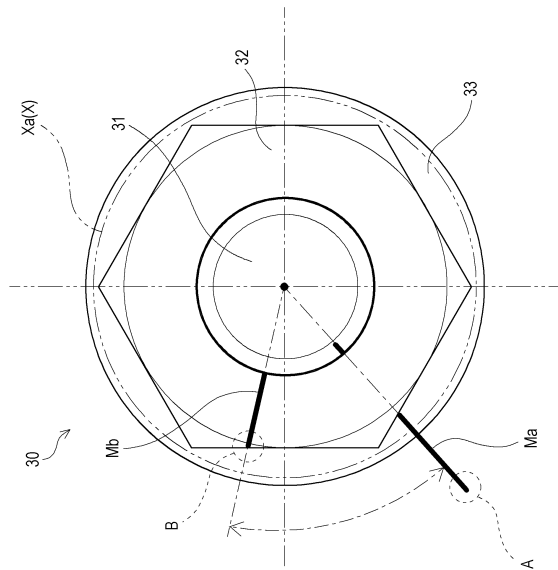
10

20

【図 11】



【図 12】

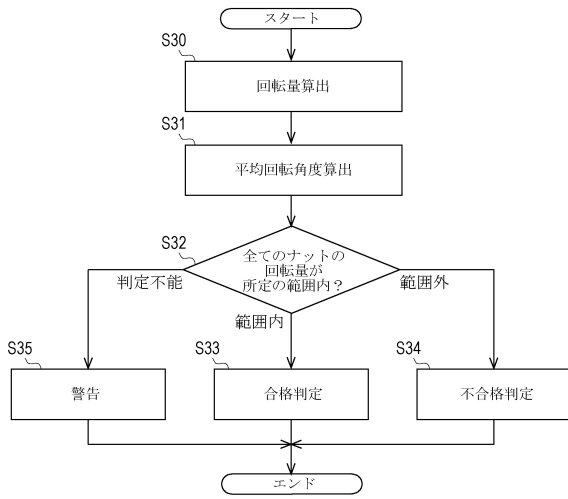


30

40

50

【 図 1 3 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2018-009932(JP,A)
特開2020-008364(JP,A)
特開2020-020410(JP,A)
中国特許出願公開第110261027(CN,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- G01M 13/00 - 13/045
99/00
F16B 23/00 - 43/02
G01B 11/00 - 11/30
G06T 7/00 - 7/90
G06V 10/00 - 20/90
30/418
40/16
40/20