

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6341897号
(P6341897)

(45) 発行日 平成30年6月13日(2018. 6. 13)

(24) 登録日 平成30年5月25日(2018. 5. 25)

(51) Int. Cl.	F I
EO 1 D 22/00 (2006. 01)	EO 1 D 22/00 A
EO 1 D 19/12 (2006. 01)	EO 1 D 19/12
EO 4 G 23/02 (2006. 01)	EO 4 G 23/02 E

請求項の数 10 (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願2015-199267 (P2015-199267)
 (22) 出願日 平成27年10月7日(2015. 10. 7)
 (65) 公開番号 特開2017-71958 (P2017-71958A)
 (43) 公開日 平成29年4月13日(2017. 4. 13)
 審査請求日 平成29年3月24日(2017. 3. 24)

特許法第30条第2項適用 発行日 平成27年5月7日
 刊行物 平成27年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集CD-ROM 発行者 公益社団法人土木学会関西支部 [刊行物等] 開催日 平成27年5月30日 集会名 平成27年度土木学会関西支部年次学術講演会 開催場所 摂南大学寝屋川キャンパス (大阪府寝屋川市池田中町17-8)

(73) 特許権者 399030060
 学校法人 関西大学
 大阪府吹田市山手町3丁目3番35号
 (73) 特許権者 505440631
 本州四国連絡高速道路株式会社
 兵庫県神戸市中央区小野柄通四丁目1番2号
 (74) 代理人 100075557
 弁理士 西教 圭一郎
 (72) 発明者 坂野 昌弘
 大阪府吹田市山手町3丁目3番35号 学校法人関西大学環境都市工学部内
 (72) 発明者 小林 義弘
 兵庫県神戸市中央区小野柄通四丁目1番2号 本州四国連絡高速道路株式会社内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋼床版の下面補修方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

デッキプレートと、

デッキプレートの下面に、デッキプレートとともに閉空間を形成し、上端部が橋軸方向に沿って延びる溶接金属によって接合される縦リブとを有する鋼床版の下面補修方法において、

デッキプレートの下面に接合される第1接合部と、縦リブの側部に接合される第2接合部と、第1および第2接合部が連なる屈曲部とを有する当て板を準備し、

溶接金属の亀裂が進展している亀裂範囲に隣接して連続する予め定める隣接範囲の溶接金属を切削し、亀裂範囲および隣接範囲を当て板による補修範囲とし、

デッキプレートと第1接合部とに、内径が等しくかつ貫通する支圧接合孔を、橋軸方向に間隔をあけて、予めそれぞれ形成し、

高力ボルトによって実現されるワンサイドボルトである支圧接合用ボルトの軸部の全長に、予め形成される支圧接合孔の内径を超える外径を有するおねじが刻設され、

デッキプレートの方でかつ第1接合部の下方から、

支圧接合用ボルトを、デッキプレートと第1接合部との予め形成される支圧接合孔に、おねじ込むことによって、

支圧接合用ボルトは、めねじを自ら形成しながら進み、

支圧接合用ボルトを締め込んでその端部は、支圧接合用ボルトの頭部の変位が第1接合部の下面によって制限された状態で、デッキプレートの上面と同一面であり、

10

20

デッキプレートと第1接合部とを支圧接合し、

デッキプレートの下方でかつ縦リブの外方から、縦リブの側部と第2接合部とを接合することを特徴とする鋼床版の下面補修方法。

【請求項2】

前記支圧接合は、

デッキプレートと第1接合部とに、前記支圧接合孔としての支圧接合用下穴を予めそれぞれ形成し、

これらの支圧接合用下穴に、支圧接合用ボルトをねじ込むことによって達成することを特徴とする請求項1に記載の鋼床版の下面補修方法。

【請求項3】

前記支圧接合は、

デッキプレートと第1接合部とに、前記支圧接合孔としてのめねじ孔を予めそれぞれ形成し、

これらのめねじ孔に、支圧接合用ボルトをねじ込むことによって達成することを特徴とする請求項1に記載の鋼床版の下面補修方法。

【請求項4】

前記溶接金属の縦リブとの前記分断の前におけるデッキプレートと縦リブとの当接状態を、前記分断の後においても保つことを特徴とする請求項1～3のうちの1つに記載の鋼床版の下面補修方法。

【請求項5】

当て板は、少なくとも縦リブ支間長Lの領域に予め定める長さにわたって延びることを特徴とする請求項1～4のうちの1つに記載の鋼床版の下面補修方法。

【請求項6】

縦リブの側部と第2接合部との前記接合は、

縦リブの側部と第2接合部とに予め形成した支圧接合孔に、第2接合部の外方から、めねじを自ら形成しながら進むもう1つの支圧接合用ボルトによることを特徴とする請求項1～5のうちの1つに記載の鋼床版の下面補修方法。

【請求項7】

(a) デッキプレートと、

(b) デッキプレートの下面に、デッキプレートとともに閉空間を形成し、上端部が橋軸方向に沿って延びる溶接金属によって接合される縦リブと、

(c) デッキプレートの下面に接合される第1接合部と、縦リブの側部に接合される第2接合部と、第1および第2接合部が連なる屈曲部とを有する当て板とを含み、

(d) 溶接金属の亀裂が進展している亀裂範囲に隣接して連続する予め定める隣接範囲の溶接金属を切削し、亀裂範囲および隣接範囲を当て板による補修範囲とし、

(e) デッキプレートと第1接合部とには、内径が等しくかつ貫通する支圧接合孔が、橋軸方向に間隔をあけて、予めそれぞれ形成され、

(f) 高力ボルトによって実現されるワンサイドボルトである支圧接合用ボルトであって、

支圧接合用ボルトの軸部の全長に、予め形成される支圧接合孔の内径を超える外径を有するおねじが刻設され、

デッキプレートの下方でかつ第1接合部の下方から、

支圧接合用ボルトを、デッキプレートと第1接合部との予め形成される支圧接合孔に、ねじ込むことによって、

支圧接合用ボルトは、めねじを自ら形成しながら進み、

支圧接合用ボルトを締め込んでその端部は、支圧接合用ボルトの頭部の変位が第1接合部の下面によって制限された状態で、デッキプレートの上面と同一面であり、

デッキプレートと第1接合部とを支圧接合する支圧接合用ボルトと、

(g) デッキプレートの下方でかつ縦リブの外方から、縦リブの側部と第2接合部とを接合する接合手段とを含むことを特徴とする鋼床版。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

当て板は、少なくとも縦リブ支間長 L の領域に予め定める長さにわたって延びることを特徴とする請求項 7 に記載の鋼床版。

【請求項 9】

前記接合手段は、もう 1 つのワンサイドボルトであることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の鋼床版。

【請求項 10】

前記接合手段は、

縦リブの側部と第 2 接合部とに予め形成した支圧接合孔に、第 2 接合部の外方から、めねじを自ら形成しながら進むもう 1 つの支圧接合用ボルトであることを特徴とする請求項 9 に記載の鋼床版。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鋼床版の下面補修方法および鋼床版に関する。

【背景技術】

【0002】

本件明細書中の用語について、用語「スレッドローリングスクリュー」は、接合される複数の部材の少なくとも一方におけるめねじ加工が施されていない下穴に、直接にねじ込むことによって、自らねじ切りをしつつ進み、めねじを塑性変形によって形成して、ねじ接合するボルトまたはねじであり、T R S（登録商標）と略称することがあり、また、自らねじ切りをしつつ進み、めねじを弾性変形によって、または切削加工して形成して、ねじ接合するボルトまたはねじを含み、さらにまた、いわゆるスレッドフォーミングスクリュー、タッピンねじおよびタップボルトなどを含む概念として、解釈されなければならない。

20

【0003】

用語「ワンサイドボルト」は、接合される複数の部材を、たとえばデッキプレートと当て板とを、または縦リブと当て板とを、外方の片側からの施工によって支圧接合または摩擦接合などするボルトまたはねじを含む概念として、解釈されなければならない。

【0004】

従来、橋床としての鋼床版は、軽量であり、架設が容易であり、施工を迅速に行なえるので、支間長が長い多くの橋で有利に採用されてきている。典型的な鋼床版は、デッキプレートの下面に、橋軸方向である縦方向に沿って延びて補剛する閉断面縦トラフリブのウェブ上端部が連続隅肉溶接によって溶接接合されて構成される。近時、鋼床版における前記溶接接合する溶接金属を破断させる疲労亀裂（以下ビード貫通亀裂という）、およびそのビード貫通亀裂からデッキプレートに進展し貫通した疲労亀裂（以下デッキ貫通亀裂という）が数多く発見され、高速道路などの道路における橋を管理する上で、既設鋼床版の疲労対策が重要となっている。鋼床版における溶接金属の疲労亀裂の発生は、たとえば特許文献 1、2 に開示される。

30

【0005】

或る従来技術では、ビード貫通亀裂を生じた溶接金属をガウジングで除去し、その後、開先を形成し、再び溶接によって補修する。この溶接作業においては、縦方向に比較的長い距離にわたって溶接接合するので、かなりの溶接量を必要とし、亀裂発生現場での上向き溶接であるので作業性が悪く、溶接欠陥を生じやすく、したがって溶接施工管理が難しい。また溶接による不所望な残留応力が生じ、補修後、デッキ貫通亀裂が発生しやすくなり、その結果、デッキプレート上の舗装の路面陥没のおそれがある。

40

【0006】

図 50 は、他の従来技術の一部の簡略化した断面図である。この従来技術は、前述の再溶接による補修に代えてボルト接合によって補修する。橋の鋼床版 1 において、デッキプレート 2 の下面には縦リブ 3 が溶接金属 4 によって接合される。デッキプレート 2 上には、舗装 5 が施される。溶接金属 4 にビード貫通亀裂が生じたとき、この溶接金属 4 を切除

50

し、屈曲した当て板 6 を高力ボルト 7 とナット 8 との組合せによってボルト接合して補修する。このボルト接合にあたって、デッキプレート 2 上の舗装 5 を剥離し、デッキプレート 2 にボルト挿通孔を形成し、ボルト頭 1 1 を有する高力ボルト 7 の軸部を、デッキプレート 2 の上からボルト挿通孔に差し込み、さらに当て板 6 のボルト挿通孔を挿通し、当て板 6 の下方からナット 8 を螺着する。この当て板 6 は、縦リブ 3 に接合、固定される。用語「ボルト挿通孔」は、ボルトのおねじが刻設された軸部の外径以上の内径を有し、そのボルト軸部が挿通する遊通孔またはバカ穴などとも呼ばれる。

【0007】

この図 50 に示される従来技術では、デッキプレート 2 の上面で舗装 5 を剥離しなければならず、そのため走行車両の交通規制、通行止めが必要となる。したがって施工工事に大きな労力、時間を必要とするという問題がある。 10

【0008】

この問題を解決する他の従来技術は、図 51 に示される。図 51 における前述の図 50 に対応する部分には、同一の参照符を付す。この従来技術では、図 51 (1) に示されるように、デッキプレート 2 の下面で縦リブ 3 を接合する溶接金属 4 を、補修範囲にわたって切除するとともに、デッキプレート 2 の下面には、溶接によって、いわば植え込んだスタッドボルト 9 の基端部を立設する。次に、図 51 (2) に示されるように、当て板 6 に形成されたボルト挿通孔にスタッドボルト 9 を挿通する。その後、図 51 (3) に示されるように、スタッドボルト 9 に、当て板 6 の下方からナット 10 が螺合されてボルト接合される。この当て板 6 は、縦リブ 3 に接合、固定される。 20

【0009】

図 51 に示される従来技術の新たな問題は、スタッドボルト 9 をデッキプレート 2 の下面に上向き溶接によって溶接接合するので、作業性が悪く、溶接欠陥を生じやすく、したがって溶接施工管理が難しい。また溶接による不所望な残留応力が生ることによって残留歪みが生じて強度が低下する。したがって、スタッドボルトの溶着部が新たな疲労上の弱点となり、そこを起点として、デッキプレートに疲労亀裂が生じる恐れがある、という問題もある。

【0010】

さらに、当て板 6 は、そのボルト挿通孔にスタッドボルト 9 が挿通して、デッキプレート 2 の下面に当接するので、スタッドボルト 9 の基端部における溶接領域を大きく形成することができず、デッキプレート 2 の下面とスタッドボルト 9 の基端部との溶接接合強度が不十分になりがちである。したがって、デッキプレート 2 と当て板 6 とを強固に摩擦接合するために、ナット 10 を締付けてスタッドボルト 9 に大きな軸力を発揮させることが難しい。 30

【0011】

図 51 に示される従来技術の他の問題は、デッキプレート 2 の下面におけるスタッドボルト 9 の溶接の正確な位置決めが困難である。

【0012】

また溶接に不具合があった場合の再施工が非常に困難であり、溶接失敗時の修正が難しい。溶着部の径は、必要な溶接接合強度を得るために、たとえば $\phi 30\text{ mm}$ 程度と比較的大きくならざるを得ない。図 50 に関連して前述した高力ボルト 7 は、その外径が典型的には $\phi 20\text{ mm}$ であるので、不具合があった場合、前述した高力ボルト 7 に置き換えることは不可能である。 40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献 1】特開 2010-133835

【特許文献 2】特開 2011-242362

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

本発明の目的は、補修作業を容易にし、縦リブを当て板によってデッキプレートに大きな強度で固定することができるようにした鋼床版の下面補修方法およびそれによって補修された鋼床版を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明における支圧接合孔は、支圧接合用下穴45、70（図36）、支圧接合用下穴138、139（図47（2））、および支圧接合用めねじ孔131、132（図47（3））を含む。

本発明は、

デッキプレート14と、

デッキプレート14の下面に、デッキプレート14とともに閉空間78を形成し、上端部が橋軸方向に沿って延びる溶接金属18によって接合される縦リブ17とを有する鋼床版の下面補修方法において、

デッキプレート14の下面に接合される第1接合部41と、縦リブ17の側部15に接合される第2接合部42と、第1および第2接合部41、42が連なる屈曲部43とを有する当て板19を準備し、

溶接金属18の亀裂が進展している亀裂範囲に隣接して連続する予め定める隣接範囲の溶接金属18を切削し、亀裂範囲および隣接範囲を当て板19による補修範囲とし、

デッキプレート14と第1接合部41とに、内径D70（図36）、D139（図47（2））：D45（図36）、D138（図47（2））が等しくかつ貫通する支圧接合孔45、70（図36）、138、139（図47（2））、131、132（図47（3））を、橋軸方向に間隔をあけて、予めそれぞれ形成し（すなわち、 $D70 = D45$ （図36）、 $D139 = D138$ （図47（2）））、

高力ボルトによって実現されるワンサイドボルトである支圧接合用ボルト44、133の軸部113の全長に、予め形成される支圧接合孔45、70（図36）、138、139（図47（2））、131、132（図47（3））の内径D70（図36）、D139（図47（2））：D45（図36）、D138（図47（2））を超える外径D44（図36）、D136（図47（1））を有するおねじ114が刻設され、

デッキプレート14の下方でかつ第1接合部41の下方から、

支圧接合用ボルト44、133を、デッキプレート14と第1接合部41との予め形成される支圧接合孔45、70（図36）、138、139（図47（2））、131、132（図47（3））に、ねじ込むことによって、

支圧接合用ボルト44、133は、めねじを自ら形成しながら進み、

支圧接合用ボルト44、133を締め込んでその端部は、支圧接合用ボルト44、133の頭部111の変位が第1接合部41の下面によって制限された状態で、デッキプレート14の上面と同一面であり、

デッキプレート14と第1接合部41とを支圧接合し、

デッキプレート14の下方でかつ縦リブ17の外方から、縦リブ17の側部15と第2接合部42とを接合することを特徴とする鋼床版の下面補修方法である。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、鋼床版のデッキプレートの下面に縦リブのウェブ上端部が連続隅肉溶接などによる溶接金属によって接合されてデッキプレートが補剛され、この溶接金属にビード貫通亀裂などの疲労亀裂が生じたとき、デッキプレートと第1接合部とをワンサイドボルトである支圧接合用ボルトによってデッキプレートの下方から螺合して支圧接合し、また縦リブの側部と当て板の第2接合部とをデッキプレートの下方でかつ縦リブの外方から接合して鋼床版を補修する。したがって鋼床版の下方で補修作業を行うことができ、鋼床版のデッキプレート上の上方での作業が不要であるので、たとえばデッキプレート上の舗装を剥離する必要がなく、交通規制が不要であり、また作業に必要な時間を短縮するこ

10

20

30

40

50

とができ、コストを低減することができる。

【0017】

デッキプレートと当て板の第1接合部とは、ワンサイドボルトである支圧接合用ボルトによって支圧接合され、その支圧接合ボルトの端部はデッキプレートの上面に突出しないので、そのボルトの端部が舗装を損傷することはない。

【0018】

支圧接合によれば、摩擦接合に比べて、支圧接合ボルトの高い軸力によるデッキプレートと当て板との圧接力を必要としない。したがってデッキプレートの鋼材の厚みが薄く、そのため支圧接合ボルトがねじ込まれるめねじの軸長が比較的短く、デッキプレートと当て板との摩擦接合に必要な高い軸力を発揮できなくても、または軸力がなくても、支圧接合を確実に達成することができる。 10

【0019】

支圧接合によれば、デッキプレートの下面と当て板の第1接合部の上面との摩擦係数を管理する必要がなくなり、補修作業を簡素化することができる。

【0020】

必要な支圧力は、支圧接合ボルトの外径に依存し、このボルト径を大きくすることによって、必要な支圧接合ボルトの本数を減少することができる。

【0021】

支圧接合は、支圧接合ボルトのねじ込みによって完了し、希望する支圧強さを得ることができるので、作業を簡素化することができる。また鋼床版の長期間にわたる使用によってデッキプレートに凹凸が生じていても、支圧接合ボルトによる支圧接合を確実に達成することが容易に可能である。 20

【0022】

さらに支圧接合の保守が容易である。たとえば、それまで使用してきた支圧接合ボルトを取外し、さらに大きな内径を有する下穴を形成し、新たな大径の支圧接合ボルトをねじ込んで新たな支圧接合を達成することができる。

【0023】

本発明によれば、デッキプレートと当て板との溶接作業が不要であるので、作業性がよく、また溶接による溶接欠陥、残留応力、溶接失敗時の修正が困難などの問題が解消され、補修強度を向上することができ、補修作業の現場における各種要求性能、たとえばデッキプレートの撓み変形および縦リブを含む面外曲げ変形の軽減、疲労破壊を抑えて疲労耐久性の向上などを達成することができる。また溶接作業が不要であることによって、支圧接合ボルトを正確な位置に施工して、高精度の補修を行なうことができ、たとえ支圧接合ボルトの施工を誤っても、そのボルトを取り外すことができ、他の近接した位置で再施工することが容易である。こうして、図51のスタッドボルトを用いる従来技術における前述の多くの問題が一掃される。 30

【0024】

縦リブのウェブの側部と当て板の第2接合部との接合は、デッキプレートの下方でかつ縦リブの外方から、ワンサイドボルトによって、摩擦接合されてもよく、または支圧接合されてもよく、またたとえば連続隅肉溶接などによって溶接接合されてもよい。 40

【0025】

このような縦リブの側部と第2接合部との接合では、デッキプレートの下面と縦リブによって形成される閉空間内における作業は不要であるので、補修作業が容易である。

本発明におけるボルトは、高張力鋼製であってもよいが、他の材料から成ってもよい。

【0031】

本発明によれば、溶接金属の縦リブとの切削、分断によって、溶接金属に応力が作用することが防がれる。デッキプレートの下面と縦リブのウェブの上端部とをたとえば連続隅肉溶接によって接合する溶接金属に疲労亀裂が発生したとき、検査後においてもさらに進展してゆき、また、この亀裂は、たとえばその亀裂の先端部からデッキプレートへ進展するおそれがある。したがって、この溶接金属を、その亀裂が生じている縦方向に沿って、 50

グラインダの回転駆動される切削刃などの切削具を使用して溶接金属を切削して縦リブと分断する。これによって溶接金属に発生している亀裂の進展を防ぎ、さらにその亀裂のデッキプレートへの進展を防ぐ。

【0032】

溶接金属の縦リブとの切削、分断は、疲労亀裂の進展している範囲を超えて、たとえばデッキプレートを補剛する横リブ間にわたって行なわれる。溶接金属の亀裂は、検査後においてもさらに進展してゆき、また溶接金属は、当て板による補修後は、その当て板によって覆われ、外方から目で見ることができない。したがって、補修にあたり、溶接金属は、亀裂が発見された部分だけでなく、亀裂が発見されていない部分にわたっても、前述のように切削、分断される。

10

【0033】

溶接金属の分断位置は、縦リブ寄りとすることによって、グラインダの回転砥石、回転刃などの切削具を、デッキプレートからできるだけ離間することができる。これによって、グラインダの取扱い操作中に生じ得るデッキプレートの損傷を可及的に抑えることができ、デッキプレート、したがって鋼床版の長期間にわたる使用が可能である。

【0034】

本発明の他の考え方に従えば、溶接金属の縦リブとの切削、分断は、疲労亀裂の進展している範囲だけに行なわれてもよい。本発明のさらに他の考え方に従えば、前記溶接金属を、縦リブと切削して分断する代わりに、デッキプレートと切削して分断するようにしてもよい。溶接金属の縦リブとの切削、分断は、行なわれなくてもよい。溶接金属は、切除されずに、残されてもよい。

20

溶接金属は、前記分断後、除去されてもよい。

【0035】

本発明は、

前記支圧接合は、

デッキプレート14と第1接合部41とに、前記支圧接合孔としての支圧接合用下穴45、70（図36）を予めそれぞれ形成し、

これらの支圧接合用下穴45、70（図36）に、支圧接合用ボルト44をねじ込むことによって達成することを特徴とする。

本発明によれば、デッキプレートと当て板の第1接合部との支圧接合は、TRSによって達成することができるので、高力ボルトによる緩みのない接合が可能になる。またデッキプレートには、その補修の現場において下穴だけを形成すればよく、その下穴にめねじ孔を刻設して形成する必要がないので、作業が簡素化され、高所などでの作業の安全が確保される。

30

本発明は、

前記支圧接合は、

デッキプレート14と第1接合部41とに、前記支圧接合孔としてのめねじ孔131、132（図47（3））を予めそれぞれ形成し、

これらのめねじ孔131、132（図47（3））に、支圧接合用ボルト133をねじ込むことによって達成することを特徴とする。

40

本発明によれば、デッキプレートと当て板の第1接合部との支圧接合のために、デッキプレートと第1接合部とにめねじ孔を予めそれぞれ形成して支圧接合用ボルトを螺合するようにしてもよい。

本発明は、

前記溶接金属の縦リブとの前記分断の前におけるデッキプレートと縦リブとの当接状態を、前記分断の後においても保つことを特徴とする。

本発明は、

当て板19は、少なくとも縦リブ支間長Lの領域に予め定める長さにわたって延びることを特徴とする。

【0036】

50

補修にあたっては、閉断面縦リブにおける橋軸直角方向である横方向の両側方のうち、いずれか一方のウェブの補修を先に行ない、その補修完了後、いずれか他側方のウェブの補修を順次行なう。デッキプレートの下面と縦リブの上端部とを溶接接合する前記溶接金属は、縦リブの外方から、たとえば片側連続隅肉溶接などによって形成され、縦方向に延びる。したがって、溶接金属は、縦リブのウェブの上端部において、デッキプレートの下面と縦リブとによって形成される閉空間に入り込まず、その閉空間に臨んでいない。

【0037】

本発明によれば、図4を参照して後述されるように、縦リブ17のいずれか一方のウェブ15の補修の際、溶接金属18の切削、分断の作業時、ウェブ15を損傷せず、これによって、本発明の実施の一形態では、たとえば縦リブ17のウェブ15の上端部15aにおける前記閉空間78の内方に臨む端部34を、デッキプレート14の下面で縦方向（図4の紙面に垂直方向）に延びて当接したままの状態に保つ。したがって溶接金属の一方での前記分断前におけるデッキプレート14の下面と縦リブ17のウェブ15の上端部15aの溶接されていない端部34との当接した状態は、その分断の後においても保たれ、縦リブ17の上端部15aの端部34を切断などによって除去することはない。このとき、縦リブ17の他側方は、溶接金属によって接合されたままであり、または当て板19による補修が完了している。したがって、縦リブ17の一方におけるデッキプレート14の下面と縦リブ17の端部34との当接した状態によって、溶接金属18の分断の後、当て板19による補修完了前においても、デッキプレート14の下向きの撓み変形を抑制し、デッキプレート14の縦リブ17による補剛を保つことができる。本発明によれば、縦リブ17の前記端部34以外の部分が、デッキプレート14の下面に当接してもよい。

【0038】

本発明は、

(a) デッキプレート14と、

(b) デッキプレート14の下面に、デッキプレート14とともに閉空間78を形成し、上端部が橋軸方向に沿って延びる溶接金属18によって接合される縦リブ17と、

(c) デッキプレート14の下面に接合される第1接合部41と、縦リブ17の側部15に接合される第2接合部42と、第1および第2接合部41、42が連なる屈曲部43とを有する当て板19とを含み、

(d) 溶接金属18の亀裂が進展している亀裂範囲に隣接して連続する予め定める隣接範囲の溶接金属18を切削し、亀裂範囲および隣接範囲を当て板19による補修範囲とし、

(e) デッキプレート14と第1接合部41とは、内径D70（図36）、D139（図47（2））：D45（図36）、D138（図47（2））が等しくかつ貫通する支圧接合孔45、70（図36）、138、139（図47（2））、131、132（図47（3））が、橋軸方向に間隔をあけて、予めそれぞれ形成され（すなわち、D70＝D45（図36）、D139＝D138（図47（2）））、

(f) 高力ボルトによって実現されるワンサイドボルトである支圧接合用ボルト44、133であって、

支圧接合用ボルト44、133の軸部113の全長に、予め形成される支圧接合孔45、70（図36）、138、139（図47（2））、131、132（図47（3））の内径D70（図36）、D139（図47（2））：D45（図36）、D138（図47（2））を超える外径D44（図36）、D136（図47（1））を有するおねじ114が刻設され、

デッキプレート14の下方でかつ第1接合部41の下方から、

支圧接合用ボルト44、133を、デッキプレート14と第1接合部41との予め形成される支圧接合孔45、70（図36）、138、139（図47（2））、131、132（図47（3））に、ねじ込むことによって、

支圧接合用ボルト44、133は、めねじを自ら形成しながら進み、

支圧接合用ボルト44、133を締め込んでその端部は、の端部は、支圧接合用ボルト

44、133の頭部111の変位が第1接合部41の下面によって制限された状態で、デッキプレート14の上面と同一面であり、

デッキプレート14と第1接合部41とを支圧接合する支圧接合用ボルト44、133と、

(g) デッキプレート14の下方でかつ縦リブ17の外方から、縦リブ17の側部15と第2接合部42とを接合する接合手段とを含むことを特徴とする鋼床版である。

【0039】

本発明によれば、前述のように、既設の鋼床版がデッキプレートの下方で縦リブの外方における作業によって、デッキプレート上の舗装を除去することなく、交通規制および通行止めなどを必要とせず、疲労耐久性を向上する補修が実現される。

10

【0040】

本発明は、

前記接合手段は、もう1つのワンサイドボルトであることを特徴とする。

本発明によれば、デッキプレートと当て板の第1接合部とはワンサイドボルトによって前述の支圧接合され、さらに縦リブのウェブの側部と当て板の第2接合部とは、もう1つのワンサイドボルトによって接合される。このようなもう1つのワンサイドボルトを用いることによって、溶接作業に比べて作業性の向上を図ることができるとともに、不所望な変形の軽減、疲労耐久性の向上などの各種の要求性能を達成することができる。

【0041】

摩擦接合または支圧接合のための前記もう1つのワンサイドボルトとしては、後述のいわゆるハック(Huck)形ワンサイドボルト(以下ハック形ボルトという)のように、軸力の導入を、一次締めと本締めとの順次的な剪断破壊によってそれぞれ達成するボルトが好適するが、その他の構成を有してもよい。たとえばボルトの頭部に連なるボルト軸部を、当て板の第2接合部に形成されたボルト挿通孔に挿通し、縦リブのウェブに形成されためねじ孔に螺合する構成であってもよく、または前述のスレッドローリングスクリューなどでもよい。

20

すなわち本発明は、

縦リブ17の側部15と第2接合部42との前記接合は、

縦リブ17の側部15と第2接合部42とに予め形成した支圧接合孔に、第2接合部の外方から、めねじを自ら形成しながら進むもう1つの支圧接合用ボルトによることを特徴とする。

30

また、本発明は、

前記接合手段は、

縦リブ17の側部15と第2接合部42とに予め形成した支圧接合孔に、第2接合部の外方から、めねじを自ら形成しながら進むもう1つの支圧接合用ボルトであることを特徴とする。

これらの前記もう1つのワンサイドボルトは、摩擦接合のために、いわゆるトルシア形ワンサイドボルトであってもよい。トルシア形ワンサイドボルトは、たとえばナットまたはボルト頭部の回転トルクによって予め定める軸力が達成されたとき、ワッシャが厚み方向に剪断し、またはボルト軸部の小径破断部が剪断する構成を有し、ハック形ボルトを含む。

40

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】 本発明の実施の一形態の一部の断面図である。

【図2】 鋼床版13を備える鋼トラス斜張橋24の一部の横断面図である。

【図3】 鋼床版13の一部を簡略化して示す斜視図である。

【図4】 鋼床版13のデッキプレート14の下面とUリブ17のウェブ15の上端部15aとを溶接接合する溶接金属18付近の拡大断面図である

【図5】 鋼床版13の一部の構成を簡略化して示す断面図である。

【図6(1)】 本発明の実施の一形態における補修方法の一部を示すフローチャートであ

50

る。

【図 6 (2)】本発明の実施の一形態における補修方法の、図 6 (1) に続く残りの一部を示すフローチャートである。

【図 7】当て板 19 およびもう 1 つの当て板 39 の平面図である。

【図 8】図 7 の切断面 V I I I - V I I I から見た断面図である。

【図 9】当て板 19、39 の展開図である。

【図 10】ステップ s 1 における鋼床版 13 の縦方向に沿う断面図である。

【図 11】ステップ s 2 における溶接金属 18 の切削、分断、除去を説明するための横断面図である。

【図 12】溶接金属 18 を分断する状態を示す拡大した断面図である。

10

【図 13】ステップ s 3 を説明するための鋼床版 13 の縦方向に沿う断面図である。

【図 14】図 13 の切断面線 X I V - X I V から見た断面図である。

【図 15】図 14 のセクション X V を拡大して示す断面図である。

【図 16】小形磁気ボール盤 62 を簡略化して示す斜視図である。

【図 17】ステップ s 3 における仮留めボルト 47 のための仮留め用下穴 69 (図 19、22) をデッキプレート 14 に削孔する操作を説明するための鋼床版 13 の縦方向に沿う断面図である。

【図 18】図 17 の切断面線 X V I I I - X V I I I から見た断面図である。

【図 19】仮留め用下穴 69 をデッキプレート 14 に削孔する操作を説明するための拡大断面図である。

20

【図 20】当て板 19 がデッキプレート 14 に仮留めされた状態を示す鋼床版 13 の縦方向に沿う断面図である。

【図 21】図 20 の切断面線 X X - X X から見た断面図である。

【図 22】図 20 のセクション X X I I - X X I I の拡大断面図である。

【図 23】U リブ 17 のウェブ 15 にボルト挿通孔 74 を削孔する状態を示す鋼床版 13 の縦方向に沿う断面図である。

【図 24】図 23 の切断面線 X X I V - X X I V から見た断面図である。

【図 25 (1)】ボール盤 62 のドリル 77 によって、ウェブ 15 に削孔したボルト挿通孔 74 を示す拡大断面図である。

【図 25 (2)】ウェブ 15 のボルト挿通孔 74 を削孔する際、生じたバリ 75 を除去する操作を示す断面図である。

30

【図 26】U リブ 17 および当て板 19 付近を示す鋼床版 13 の縦方向に沿う断面図である。

【図 27】図 26 の切断面線 X X V I I - X X V I I から見た横断面図である。

【図 28】図 27 におけるハック形ボルト 48 付近の拡大断面図である。

【図 29】図 26 のセクション X X I X a - X X I X a における切断面線 X X I X - X X I X から見た断面図である。

【図 30】図 29 における一次締めされたハック形ボルト 48 e とその付近の拡大断面図である。

【図 31】未使用のハック形ボルト 48 を示す断面図である。

40

【図 32】ハック形ボルト 48 の全体の分解斜視図である。

【図 33 A】ハック形ボルト 48 の一次締めおよび本締めの順次的な動作の一部を説明する簡略化した断面図である。

【図 33 B】ハック形ボルト 48 の一次締めおよび本締めの順次的な動作の、図 33 A に続く残りの一部を説明する簡略化した断面図である。

【図 34】デッキプレート 14 に、当て板 19 の第 1 接合部 41 に形成されている支圧接合用下穴 45 d の位置で、ボール盤 62 によって支圧接合用下穴 70 (図 36) を削孔する状態を示す鋼床版 13 の縦方向に沿う断面図である。

【図 35】図 33 の切断面線 X X X V - X X X V から見た断面図である。

【図 36】図 34 におけるボール盤 62 のドリル 107 によって、デッキプレート 14 に

50

支圧接合用下穴70dを削孔する状態を示す断面図である。

【図37】図34の切断面線XXXVII-XXXVIIから見た断面図である。

【図38】TRS44によってデッキプレート14と当て板19の第1接合部41とが支圧接合される構成を示す拡大断面図である。

【図39】TRS44の平面図である。

【図40】図34に示される仮留めボルト47gの取付けられた位置に、TRS44のための支圧接合用下穴70gを削孔する操作手順を説明するための断面図である。

【図41】ハック形ボルト48a~d、g~iの一次締め操作を説明するための鋼床版13の縦方向に沿う断面図である。

【図42】図41の切断面線XLI-XXIIから見た断面図である。

10

【図43】ハック形ボルト48の本締めを行った後の状態を示す鋼床版13の縦方向に沿う断面図である。

【図44】図43の切断面線XLI-XXIIから見た断面図である。

【図45】本締めされたハック形ボルト48付近の拡大断面図である。

【図46】TRS44のボルト頭111の緩み確認用マーキングを施した状態を示す斜視図である。

【図47(1)】本発明の実施の他の形態において、支圧接合用ボルト133によって、デッキプレート14とUリブ17の第1接合部41とが支圧接合された状態を示す断面図である。

【図47(2)】本発明の図47(1)の実施の他の形態において、支圧接合用ボルト133のためのめねじ孔131、132を形成するために、デッキプレート14とUリブ17の第1接合部41とに、下穴138、139が削孔された状態を示す断面図である。

20

【図47(3)】本発明の図47(1)、図47(2)の実施の他の形態において、下穴138、139にタップを使用してめねじを立てて、めねじ孔131、132をそれぞれ形成した状態を示す断面図である。

【図48】本発明の実施の他の形態における縦リブ121~125を示す断面図である。

【図49】本発明の実施の他の形態を説明するための一部の斜視図である。

【図50】従来技術の一部の簡略化した断面図である。

【図51A】他の従来技術の補修作業において、デッキプレート2の下面で溶接金属4を切除するとともに、デッキプレート2の下面には、溶接によって植え込んだスタッドボルト9の基端部を立設した状態を示す断面図である。

30

【図51B】他の図51Aの従来技術の補修作業において、当て板6に形成されたボルト挿通孔にスタッドボルト9を挿通した状態を示す断面図である。

【図51C】他の図51A、図51Bの従来技術の補修作業において、スタッドボルト9に、当て板6の下方からナット10が螺合されてボルト接合された状態を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0043】

図1は、本発明の実施の一形態の一部の断面図である。鋼床版13は、鋼板から成るデッキプレート14の下面に、ウェブ15とフランジ16とから成る横断面が逆台形である閉断面縦トラフリブ17（以下Uリブ17という）のウェブ15における上端部15aが連続隅肉溶接によって溶接接合されて補剛され、その溶接金属は参照符18で示される。Uリブ17は、デッキプレート14の下面とともに閉空間78を形成し、縦方向に延びる。デッキプレート14上には、アスファルトなどによって舗装21が施される。

40

【0044】

本発明に従えば、溶接金属18に疲労亀裂が生じたとき、デッキプレート14の下方でかつUリブ17の外方で、当て板19を用いて補修される。

【0045】

図2は、鋼床版13を備える鋼トラス斜張橋24の一部の横断面図である。鋼床版13は、床組25とともに橋床構造26を構成し、この橋床構造26はトラス補剛桁27に支

50

持される。

【0046】

図3は、鋼床版13の一部を簡略化して示す斜視図である。鋼床版13は橋の縦方向に間隔をあけて配置される横リブ29を有し、Uリブ17は、これらの横リブ29を貫通して連続して延びる。図3では、横リブ29のUリブ17およびデッキプレート14との隅肉溶接による溶接金属は、一部省略して簡略に、参照符31を付して示される。鋼床版13は、床組25を構成する縦桁32に支持される。

【0047】

図4は、鋼床版13のデッキプレート14の下面とUリブ17のウェブ15の上端部15aとを溶接接合する溶接金属18付近の拡大横断面図である。鋼床版13は、工場での製造時、図4の上下を逆にした状態で、隅肉溶接作業によって溶接金属18が形成されて製造される。Uリブ17が、デッキプレートとともに形成する閉空間78に臨む上端部15aの端部34は、デッキプレート14の下面に当接する。これによってデッキプレート14とUリブ17の応力の伝達が、溶接金属18および前記当接した状態の端部34とによって達成される。

【0048】

溶接金属18には、橋の使用によって、疲労亀裂であるビード貫通亀裂35が発生し、このビード貫通亀裂35からはデッキプレート14に進展する疲労亀裂であるデッキ貫通亀裂36が発生する。ビード貫通亀裂35は、ルート部の上側から出ることもある。

【0049】

図5は、鋼床版13の一部の構成を簡略化して示す断面図である。デッキプレート14は、その下面で、橋の横方向（図5の左右方向）に間隔をあけて配置される複数のUリブ17によって補剛される。

【0050】

図6は、本発明の実施の一形態の補修方法を示すフローチャートである。補修にあたり、まず、ビード貫通亀裂35の縦方向先端部の付近において、溶接金属18に調査孔をドリルによって形成し、デッキプレート14の下面を露出する。これによって、そのビード貫通亀裂35からデッキプレート14に、デッキ貫通亀裂36などの亀裂が進展しているかどうかを検査する。デッキプレート14に亀裂が進展していないとき、以下に述べる図6の補修方法が遂行される。この補修によって、応力伝達の機能は、ビード貫通亀裂35によって損なわれている溶接金属18から、当て板19に変更される。

図6のステップs0～s12は、表1に示す図7～46を参照して後述する。

【0051】

【表 1】

ステップ	図面
s 0	図 7 ～ 9
s 1	図 1 0
s 2	図 1 1, 1 2
s 3	図 1 3 ～ 1 9
s 4	図 2 0 ～ 2 2
s 5	図 2 3 ～ 2 5
s 6	図 2 6 ～ 3 3
s 7	図 3 4 ～ 4 0
s 8	図 4 1, 4 2
s 9	図 4 3 ～ 4 5
s 1 0	
s 1 1	図 4 6
s 1 2	

【0052】

補修方法のステップ s 0 では、当て板 1 9 によって補修する領域を、溶接金属 1 8 にビード貫通亀裂 3 5 が存在する領域だけでなく、縦方向に隣接する横リブ 2 9 相互間の範囲を単位として設定する。本件発明者によれば、溶接金属 1 8 に縦方向に部分的に亀裂が生じているとき、その亀裂は、縦方向にさらに進展して発生することが確認された。そこで本発明の実施の一形態では、この補修する領域を、前述のように横リブ 2 9 相互間の当て板範囲とする。このステップ s 0 では、当て板 1 9 が準備される。

したがって、溶接金属 1 8 の亀裂が進展している亀裂範囲に隣接して連続する予め定める隣接範囲の溶接金属 1 8 を切削し、亀裂範囲および隣接範囲を当て板 1 9 による補修範囲とする。

【0053】

本発明に従えば、実施の他の形態では、当て板を用いて補修する領域は、縦リブ支間長 L の領域だけでなく、その縦リブ支間長 L の領域に縦方向に横リブを介して隣接して横リブから縦方向に連続する予め定める長さにもわたって延びる延長領域をも含む当て板範囲としてもよい。縦リブと横リブとの交差部ではデッキプレートに疲労亀裂が発生しやすいので、本発明では、延長領域をも当て板を用いて補修することが、好ましい。当て板範囲では、溶接金属は切削除去される。

【0054】

この延長領域の前記予め定める長さは、次のように選ばれる。すなわち、縦リブを縦リブ支間長 L の間隔にある横リブを支点とする 1 つの連続梁であると想定する。この連続梁において、支点から、曲げモーメントが零であり、集中荷重の影響が小さく、かつ等分布荷重の影響が最小、ほぼ零である位置までの縦方向の長さを、前記予め定める長さに定め

る。前記予め定める長さは、曲げモーメント影響線などに基づいて定めることができる。予め定める長さは、Lを前述のように縦リブ支間長とすると、たとえば0.2L程度に選ばれてもよい。

【0055】

本件発明者の実験によれば、補修する領域を、当て板の横リブ位置で止めず、横リブに近い場合は支間部を越え、0.2L程度で止める。0.2L程度は、たとえばLが2mの場合、TRSのボルトのピッチが65mmであって、少なくとも4、5本は打つとなると、30～40cmくらい、または $(40+10)$ cm～ $(40-10)$ cm（TRSの1本分程度）である。延長領域の当て板は、縦リブ支間長Lの領域の当て板とは別体であり、その両端部付近がたとえば2本の各TRSによってそれぞれ支圧接合される。

10

【0056】

図7は当て板19およびもう1つの当て板39の平面図であり、図8は図7の切断面V I I I－V I I Iから見た断面図であり、図9は当て板19、39の展開図である。当て板19は、デッキプレート14の下面に接合される第1接合部41と、Uリブ17の側部であるウェブ15の外面に当接して接合される第2接合部42と、これらの第1および第2接合部41、42が屈曲して連なる屈曲部43とを有する。屈曲部43は、第1および第2接合部41、42をたとえば鈍角に接続し、円弧状に弯曲することによって、溶接金属18から離間して当て板19が取り付けられることが確実になる。当て板19は、Uリブ17のウェブ15からフランジ16にわたる一部分を切除して、たとえば工場において製造することができる。

20

【0057】

第1接合部41には、スレッドローリングスクリュー（TRS）44（図38）のための支圧接合用下穴45a、45b；45d、45e、45f；45h、45iおよび仮留めボルト47（図22）のための複数（たとえば2）の仮留め用ボルト挿通孔46c、46gが、当て板19の長手方向（図7、9の左右方向）である橋の縦方向に1列を成して列線上に等ピッチに穿設される。

【0058】

以下の説明では、理解に不都合を生じないようにしつつ簡略化のために、参照符は、たとえば参照符45bなどの数字を省略し、添え字bのみで示すことがあり、添え字a、bなどを省略して数字45だけで総括的に示すことがある。対応する各部分には、同一の添え字を付し、たとえば仮留め用ボルト挿通孔46gに対応して、同一の添え字gを付して支圧接合用下穴61g、仮留め用下穴69gなどと示すことがある。

30

【0059】

支圧接合用下穴45a、b；d、e、f；h、iの成す列中に、複数（たとえば2）の仮留め用ボルト挿通孔46c、gが、当て板19の長手方向における列の中央の位置、たとえば支圧接合用下穴45eの位置に関して、対称に配置され、仮留め用ボルト挿通孔46c、46gの間に支圧接合用下穴45d、e、fが介在して配置されて仮留め用ボルト挿通孔46c、46gの間隔があげられる。こうして、仮留めのためのボルト挿通孔46c、46gは、当て板19の長手方向両端部から等距離（たとえば2つの支圧接合用下穴45a、45b；45h、45i）をあけて対称な位置に配置される。

40

【0060】

第2接合部42には、ハック形ワンサイドボルト48（図31～33参照）のための摩擦接合用ボルト挿通孔49a～iが1列に等ピッチに、第1接合部41と同様にして穿設される。摩擦接合用ボルト挿通孔49a～iのピッチは、第1接合部41の支圧接合用下穴45a、45b；45d、45e、45f；45h、45iおよび仮留め用ボルト挿通孔46c、46gのピッチと等しく選ばれる。

【0061】

当て板19は、その長さを作業者の取扱いを容易にするために、たとえば1m以内に選んでもよく、橋の縦方向に隣接する横リブ29の相互間の長さ、たとえば2m内で複数に分割して構成すればよい。補修のために用いられる当て板19は、デッキプレート14と

50

Ｕリブ１７と同等以上の性能を有する材料から成る。

【００６２】

補修のために使用される他の当て板３９もまた、当て板１９と同様に、ＴＲＳ４４のための支圧接合用下穴５１ａ，ｂ；ｄ～ｉ；ｋ，Ｌが穿設され、長手方向に対称な位置に仮留めボルト４７のための仮留め用ボルト挿通孔５２ｃ，ｊが間隔をあけて穿設され、さらにハック形ボルト４８のための摩擦接合用ボルト挿通孔５３ａ～Ｌが、支圧接合用下穴５１ａ，ｂ；ｄ～ｉ；ｋ，Ｌおよび仮留め用ボルト挿通孔５２ｃ，ｊに対応して等ピッチで、同様に形成される。当て板３９も、当て板１９と同様に使用される。

【００６３】

ステップｓ１（図６）では、デッキプレート１４の下面およびＵリブ１７のウェブ１５の表面の塗膜を除去する。塗膜の除去のために、パワーツール、研磨ホイール、パワーブラシなどの動力装置を用いてもよい。デッキプレート１４の下面では、当て板１９の第１接合部４１が配置される表面において、上塗り層から下塗り層までの塗膜の層を確実に除去し、建設時の無機ジンクリッチペイントの活膜を残す。これによって、補修すべき鋼床版１３毎に塗膜の層の厚みにばらつきがあっても、ＴＲＳ４４の軸部１１３（図３８）がデッキプレート１４の厚み方向に予め定める希望する長さにならねじ込まれて、支圧接合のための強度を得ることが確実になる。無機ジンクリッチペイントを残すことによって、たとえば橋が海峡に架設されているときにおいても、錆の発生を抑えることができる。無機ジンクリッチペイントに代えて、作業性の良好な有機ジンクリッチペイントを使用してもよい。

【００６４】

図１０は、ステップｓ１における鋼床版１３の縦方向に沿う断面図である。Ｕリブ１７のウェブ１５では、当て板１９の第２接合部４２が配置される領域５４の表面において、上塗り層から下塗り層までの層、および無機ジンクリッチペイントを含む塗膜の全てを完全に除去する。これによって、ハック形ボルト４８による摩擦接合の強度を確保する。

【００６５】

ステップｓ２（図６）では、横リブ２９相互間の当て板範囲にわたり、溶接金属１８を切削してＵリブ１７と分断し、さらにその溶接金属１８の全てを切削除去する。

【００６６】

図１１はステップｓ２における溶接金属１８の切削、分断、除去を説明するための横断面図であり、図１２は溶接金属１８を分断する状態を示す拡大した断面図である。溶接金属１８は、手動操作されるグラインダの回転駆動される切削刃５６によって切削され、Ｕリブ１７のウェブ１５と分断される。溶接金属の分断位置を、Ｕリブ１７寄りとすることによって、グラインダの切削刃５６を、デッキプレート１４からできるだけ離間することができる。これによって、グラインダの取扱い操作中に生じ得るデッキプレートの損傷を可及的に抑えることができる。デッキプレート１４の切削刃５６による損傷は、比較的薄いデッキプレート１４に、局所的な応力集中および耐力の低下をもたらすおそれがある。デッキプレート１４の切削刃５６による損傷を防ぐことによって、このようなおそれを回避し、デッキプレート１４、したがって鋼床版１３の長期間にわたる使用が可能である。

【００６７】

溶接金属１８の切削刃５６による切削、分断は、溶接金属１８のどの厚が薄くなることと等価であり、その溶接金属１８による応力伝達が達成されない。これによって、溶接金属１８内での亀裂の誘発、進展が防がれ、さらにデッキプレート１４への亀裂の進展が防がれる。

【００６８】

溶接金属１８のＵリブ１７との切削、分断は、疲労亀裂の進展している範囲を超えて、縦方向に隣接する横リブ２９相互間の範囲の当て板範囲にわたって行なわれる。溶接金属１８の亀裂は、検査によって見付かった後においてもさらに進展してゆき、また溶接金属１８は、当て板１９による補修後は、その当て板１９によって覆われ、外方から目で見ることができない。したがって、補修にあたり、溶接金属１８は、亀裂が発見された部分だ

けでなく、亀裂が発見されていない部分にわたっても、前述のように切削、分断される。

【0069】

補剛するUリブ17の端部34は、切削刃56によって切削されることなく、そのデッキプレート14の下面と端部34との当接状態が保たれる。これによって端部34によるデッキプレート14の補剛を保つことができ、デッキプレート14の下向き変形を抑制することができる。

【0070】

ステップs3（図6）において、デッキプレート（図6ではDPLと略記）14に、その下面から仮留めボルト47のための仮留め用下穴69（図19、22）を削孔する。

【0071】

図13はステップs3を説明するための鋼床版13の縦方向に沿う断面図であり、図14は図13の切断面線XIV-XIVから見た断面図であり、図15は図14のセクションXVを拡大して示す横断面図である。当て板19を補修すべき設置部分へもたらして、第1および第2接合部41、42をデッキプレート14の下面およびUリブ17のウェブ15の外側面にそれぞれ当接する。そこで仮留め用ボルト挿通孔46をポンチ57の案内のために用いて、ポンチ57を打ち、参照符58の位置に、凹んだポンチ穴を形成する。ポンチ57を用いる代わりに、仮留め用ボルト挿通孔46の内面に沿ってデッキプレート14の下面に、けがき作業によってマーキングしてもよい。

【0072】

図16は、小形磁気ボール盤62を簡略化して示す斜視図である。小形磁気ボール盤62が、準備される。ボール盤62の本体63には、永久磁石片が内蔵され、これによって、本体63は、鋼材から成る当て板19、デッキプレート14およびUリブ17に磁気吸着して保持され、また離脱することができる。本体63には揺動軸64まわりに手動で角変位操作される揺動ハンドル65が設けられ、これによって昇降体66が図16の上下に昇降変位する。昇降体66には、電動機を含む動力源によって回転駆動されるドリル67が装着され、削孔動作が達成される。昇降体66には、本体63に対して昇降体66、したがってドリル67の下降変位量を、被加工材である第1および第2接合部41、42の表面に当接して制限するストッパ68が、調整可能に取付けられる。ストッパ68によって、ドリル67による削孔長さが設定される。

【0073】

図17はステップs3における仮留めボルト47のための仮留め用下穴69（図19、22）をデッキプレート14に削孔する操作を説明するための鋼床版13の縦方向に沿う断面図であり、図18は図17の切断面線XVII-XVIIから見た横断面図である。前述の図15のように、ポンチ57を用いて、仮留め用ボルト挿通孔46を案内としてポンチ穴を打った後、デッキプレート14およびUリブ17から当て板19を一旦取外す。

【0074】

図19は、仮留め用下穴69をデッキプレート14に削孔する操作を説明するための拡大断面図である。当て板19を、前述のとおり、一旦取外した後、仮留め用ボルト挿通孔46のポンチ穴の位置58に、ボール盤62によって、仮留めボルト47の仮留め用下穴69を削孔する。仮留め用下穴69を削孔するドリル67の図19の上方の先端部は、舗装21を損傷しないように、したがって、デッキプレート14を貫通してデッキプレート14の上面と同一面になるように、または貫通せずにその上面よりも下方になるように、操作される。ドリル67の図19における上昇変位量は、ストッパ68が、デッキプレート14の下面に当接して制限される。こうしてデッキプレート14には、合計2つの仮留め用下穴69c、gが削孔される。各削孔のたびに、削孔屑を除去して清掃する。

【0075】

具体的な寸法の一例を述べると、デッキプレート14の厚みt14は12mmであり、当て板19の厚みt19はUリブ17の厚みt17（図4）と同一値であって8mmである（t17=t19、t19<t14）。仮留め用ボルト挿通孔46c、gに関して、そ

10

20

30

40

50

これらの内径D46は $\phi 12.5\text{mm}$ である。ドリル67の外径D67、およびそのドリル67によって削孔される仮留め用下穴69の内径D69は $\phi 11.5\text{mm}$ である。仮留めボルト47の外径D47は $\phi 12\text{mm}$ である ($D67 = D69$ 、 $D69 < D47 < D46$)。

【0076】

ステップs4 (図6) では、当て板19をデッキプレート14の下面に仮留めボルト47を用いて仮留めする。この仮留めボルト47による仮留め状態は、図20～図22に示される。

【0077】

図20は当て板19がデッキプレート14に仮留めされた状態を示す鋼床版13の縦方向に沿う断面図であり、図21は図20の切断面線XXI-XXIから見た断面図であり、図22は図21のセクションXXII-XXIIの拡大断面図である。仮留めボルト47は、TRS44と類似の構成を有する。仮留め用ボルト挿通孔46c、gおよび仮留め用下穴69c、gに関して、仮留めボルト47のおねじが刻設された軸部50は、当て板19の第1接合部41に形成されているボルト挿通孔46を挿通して、デッキプレート14の仮留め用下穴69にねじ込まれて、自らねじ切りをしつつ進み、めねじを塑性変形によって形成してねじ孔72 (図40) を形成し、ねじ接合する。

【0078】

具体的な寸法の一例を述べると、図22に示されるように、仮留めボルト47の首下長さL47は 24mm である ($t19 < t14 < L47$ 、 $(t19 + t14) < L47$)。当て板19の第1接合部41と仮留めボルト47の頭部76との間にワッシャである平座金73を介在し、その厚みが異なる平座金73を選び、または複数枚の平座金73を重ねることによって、仮留めボルト47の軸部の先端部がデッキプレート14の上面から突出しないように、したがって舗装21を損傷しないように、調整される。たとえば、平座金73の厚み ($= L47 - (t19 + t14)$) は、たとえば、 4mm ($= 24 - 20\text{mm}$) 以上必要なので、平座金73は、たとえば2枚重ねて使用される。

【0079】

ステップs5 (図6) では、Uリブ17のウェブ15に、摩擦接合のためのボルト挿通孔74 (図25) を削孔する。当て板19は、デッキプレート14に仮留めボルト47によって仮留めされており、この状態で、ボール盤62によって、Uリブ17のウェブ15に、摩擦接合用ボルト挿通孔74を削孔する。

【0080】

図23はステップs5においてUリブ17のウェブ15にボルト挿通孔74を削孔する状態を示す鋼床版13の縦方向に沿う断面図であり、図24は図23の切断面線XXIV-XXIVから見た断面図である。ボール盤62の本体63を当て板19の第2接合部42に磁気吸着した状態で、ドリル77を、第2接合部42に形成されたボルト挿通孔49によって案内して、ウェブ15へボルト挿通孔74を削孔する。

【0081】

ボール盤62のドリル77を用いてUリブ17のウェブ15にボルト挿通孔74を削孔する際、切削屑がUリブ17の閉空間78内へ落ち込まないように、ドリル77に関連する構成を実現する。たとえばドリル77を磁化するなどして、切削屑をUリブ17の外方に回収する。これによって、切削屑がUリブ17の閉空間78内に落ち込んで空気中の水分などを吸収し、切削屑およびUリブ17が腐食するおそれを防ぐ。

【0082】

図25は、当て板19の第2接合部42のボルト挿通孔49およびウェブ15のボルト挿通孔74を示す拡大断面図である。図25(1)は、ボール盤62のドリル77によって、ウェブ15に削孔したボルト挿通孔74を示す拡大断面図である。図25(1)を参照して具体的な寸法の一例を述べると、ドリル77の外径D77、ボルト挿通孔49、74の各内径D49、D74はいずれも、たとえば $\phi 21.5\text{mm}$ であり、ハック形ボルト48の外径D48 (図31) は、たとえば $\phi 20\text{mm}$ である ($D77 = D49 = D74$ 、

D 4 8 < D 7 4)。

【0083】

図25(2)は、ウェブ15のボルト挿通孔74を削孔する際、生じたばり75を除去する操作を示す断面図である。ボルト挿通孔74を削孔した後、ばり75を円板状の砥石81で除去する。砥石81は、Uリブ17の外方の駆動源83によって回転駆動される回転軸84の端部に固定され、ボルト挿通孔49、74を挿通されて閉空間78内で回転軸84の軸線まわりに回転される。これによってウェブ15の閉空間78内に突出したばり75を研削して除去する。砥石81に代えて、ばり75を切削する切削刃などであってもよい。除去されたばり75は、Uリブ17の閉空間78に落ち込まないように磁気吸着するなどして回収する。

10

【0084】

ステップs6(図6)では、まず、Uリブ17のウェブ15に当接している当て板19の第2接合部42のボルト挿通孔49と、ウェブ15にステップs5で削孔されたボルト挿通孔74との全てに、ハック形ボルト48を差し込む。ボルト挿通孔49、74は、共通な一直線上に各軸線を有する。

【0085】

図26はステップs6におけるUリブ17および当て板19付近を示す鋼床版13の縦方向に沿う断面図であり、図27は図26の切断面線XXVII-XXVIIから見た横断面図であり、図28は図27における差し込まれたハック形ボルト48付近の拡大断面図である。このステップs6ではまず、ハック形ボルト48が、全てのボルト挿通孔49、74に差し込まれて挿通される。

20

【0086】

ステップs6では次に、当て板19のボルト挿通孔49a~iの列におけるほぼ中央の位置で隣接する複数(たとえば2)のボルト挿通孔49e、f(前述の図9)に差し込まれたハック形ボルト48e、fのみを、一次締めする。

【0087】

図29は図26のセクションXXIXa-XXIXaにおける切断面線XXIX-XXIXから見た断面図であり、図30は図29における一次締めされたハック形ボルト48eとその付近の拡大断面図である。差し込まれたハック形ボルト48の群のボルト列の中央付近にある、一次締めされる2本のハック形ボルト48e、fは、図26のセクションXXIXa-XXIXaに存在する。図29および図30には、これらの一次締めされたハック形ボルト48e、fが示される。ボルト列の中央付近の2本のハック形ボルト48e、fが一次締めされることによって、軸力が導入されて、Uリブ17と当て板19の第2接合部42とが摩擦接合される。この一次締めの摩擦接合によって、次のステップs7にけるTRS44の施工の際、すなわちデッキプレート14にTRS44のための支圧接合用下穴70(図36)、71(図40)を削孔し、さらにTRS44を締め込んで施工する際、ステップs4における当て板19の仮留めボルト47によるデッキプレート14の下面への仮留めと相俟って、当て板19がデッキプレート14に対して不所望に変位してがたつきを生じることが防がれる。したがって、TRS44の施工を高精度で達成することができるとともに、第2接合部42のボルト挿通孔49とウェブ15のボルト挿通孔74との位置ずれを起こすことが防がれる。ボルト挿通孔49、74に差し込まれて挿通され、一次締めされていないハック形ボルト48a~d、g~iも、この位置ずれを防ぐのに役立つ。

30

40

【0088】

図31~図33を参照して、ハック形ボルト48の構成と作用を説明する。図31は未使用のハック形ボルト48を示す断面図であり、図32はハック形ボルト48の全体の分解斜視図である。ハック形ボルト48は基本的に、軸部87とその軸部87の端部に形成された大径の頭部88とを有するピン89と、この軸部87に、頭部88から図31の右方の遊端部に向かって順次的に挿通される膨出変形用スリーブ91と、圧縮力伝達用スリーブ92と、シャワッシャ93と、支持用ワッシャ94とを含み、さらにナット95を

50

含む。軸部 87 には、その頭部 88 から遊端部に向かって、頭部 88 から軸線方向に離間した途中から順次的に、第 1 おねじ部 96 と、小径溝状の破断部 97 と、第 2 おねじ部 98 と、第 3 おねじ部 99 とが形成される。ナット 95 は、第 3 おねじ部 99 から第 1 および第 2 おねじ部 96、98 にわたって螺合することができる。膨出変形用スリーブ 91 は、圧縮力伝達用スリーブ 92 よりも低強度であり、軸線方向内方の圧縮力によって半径方向外方に膨出変形する。

【0089】

シャーワッシャ 93 は、その内周部が圧縮力伝達用スリーブ 92 の図 31 の右方の端面に当接するとともに、その外周部が支持用ワッシャ 94 に受けられて、支持される。シャーワッシャ 93 の孔径 D_{93a} 、圧縮力伝達用スリーブ 92 の外径 D_{92} および支持用ワッシャ 94 の孔径 D_{94} 、シャーワッシャ 93 の外径 D_{93b} は、この順序で大きく選ばれる ($D_{93a} < D_{92} < D_{94} < D_{93b}$)。

10

【0090】

図 33 は、ハック形ボルト 48 の一次締めおよび本締めの順次的な動作を説明する簡略化した断面図である。ハック形ボルト 48 は、シャーレンチ工具 101 を用いて、U リブ 17 のウェブ 15 と、当て板 19 の第 2 接合部 42 とを、摩擦接合する。シャーレンチ工具 101 は、ナット 95 を回転する第 1 回転駆動部 102 と、第 3 おねじ部 99 に螺合して回転駆動する第 2 回転駆動部 103 とを含む。

【0091】

図 33 (1) は、ハック形ボルト 48 を、図 27、28 に関連して前述したように、ボルト挿通孔 49、74 に差し込んだ状態を示す断面図である。この状態では、ピン 89 は、ボルト挿通孔 49、74 を挿通している。

20

【0092】

図 33 (2) は、シャーレンチ工具 101 の第 1 および第 2 回転駆動部 102、103 によって、ナット 95 を、ピン 89 と相対的に回転駆動する状態を示す断面図である。これによって膨出変形用スリーブ 91 が、頭部 88 と、圧縮力伝達用スリーブ 92 およびシャーワッシャ 93 との間で、軸線方向内方に圧縮されて、U リブ 17 の閉空間 78 内において膨出変形頭 104 が形成される。膨出変形頭 104 の外径は、ウェブ 15 のボルト挿通孔 74 の内径よりも大きい。

【0093】

図 33 (3) は、ハック形ボルト 48 の一次締めの状態を示す断面図である。ナット 95 が、図 33 (2) の状態からさらに回転駆動されると、シャーワッシャ 93 は、圧縮力伝達用スリーブ 92 によって、厚み方向 (図 33 (3) の左右方向) に剪断される。この状態では、ウェブ 15 と第 2 接合部 42 とは、膨出変形頭 104 と支持用ワッシャ 94 を介するナット 95 との間で、シャーワッシャ 93 の剪断に対応するピン 89 の軸力によって、当接されて、摩擦接合される。シャーワッシャ 93 の剪断後、さらにナット 95 が回転駆動されると、ピン 89 の軸力の導入が始まる。このシャーワッシャ 93 の剪断破壊時におけるハック形ボルト 48 e、f の軸力が発揮されている状態を、前述のとおり、一次締めと呼ぶ。

30

【0094】

こうしてステップ s6 ではまず、全てのボルト挿通孔 49、74 にハック形ボルト 48 を図 27、28 のように差し込み、次に、一群のハック形ボルト 48 の列の中央付近におけるボルト挿通孔 49 e、f においてハック形ボルト 48 e、f を図 30、図 33 (3) に示されるように、一次締めを行なう。

40

【0095】

一次締めされるハック形ボルト 48 e、f は、前述の実施の形態では、ボルト列の中央の隣接される 2 本が選ばれたが、本発明の実施の他の形態では、ボルト列における中央の位置に関して、対称に間隔をあけて配置された複数本が選ばれてもよい。残余のハック形ボルト 48 a ~ d ; g ~ i は、後述のステップ s8 で一次締めされる。

【0096】

50

図33(4)は、後述のステップs9におけるハック形ボルト48の本締めによって、ウェブ15と第2接合部42との摩擦接合が完了した状態を示す断面図である。ステップs9において、ハック形ボルト48の本締めを達成するために、図33(3)の一次締めの後、ナット95の回転が阻止された状態で、第3おねじ部99が回転駆動され、当て板19の第2接合部42と、Uリブ17のウェブ15とに、ピン89のさらに大きな軸力が導入されてゆく。ピン89の予め定める軸力が導入されると、ナット95に軸線方向外方で破断部97がねじられて剪断破壊され、本締めが達成される。こうして、ハック形ボルト48の本締めによるウェブ15と当て板19の第2接合部42との摩擦接合が完了する。

【0097】

本締めの後、ナット95から第1転駆動部102が脱せられ、剪断された第3おねじ部99は第2回転駆動部103から取り外される。ハック形ボルト48の本締めによるUリブ17のウェブ15と当て板19との摩擦接合された状態は、後述の図45にも示される。

【0098】

ステップs7(図6)では、デッキプレート14と当て板19の第1接合部41との支圧接合を、当て板19の長手方向(図34の左右方向)の一端から他端へ(たとえば図34の左方から右方へ)、一方向に順次的に(すなわち、橋軸方向に間隔をあけて)、TRS44を1本ずつ施工することによって、行なわれてゆく。

【0099】

図34は、デッキプレート14に、当て板19の第1接合部41に形成されている支圧接合用下穴45dの位置で、ボール盤62によって支圧接合用下穴70(図36)を削孔する状態を示す鋼床版13の縦方向に沿う断面図である。図34では、当て板19の前記一端から前記他端へ、TRS44a～cの1本ずつによる順次的な施工によって、デッキプレート14と当て板19の第1接合部41との支圧接合が完了されている。

【0100】

図35は、図34の切断面線XXXV-XXXVから見た断面図である。図34、35では、ドリル107を有するボール盤62の本体63が、当て板19の第1接合部41に磁気吸着して位置決め設定される。

【0101】

図36は、図34におけるボール盤62のドリル107によって、デッキプレート14に支圧接合用下穴70を削孔する状態を示す断面図である。ドリル107は、第1接合部41に予め形成されている支圧接合用下穴45によって案内される。支圧接合用下穴70を削孔するドリル107は、その図36の上方の先端部が、前述のドリル67(図19)と同様に、舗装21を損傷しないように、当て板19の第1接合部41の下面に当接することができるストッパ68によって制限されて、操作される。削孔は、前記一方向の列線に沿って1個ずつ行ない、その1個の削孔した支圧接合用下穴70からの削孔屑を除去して清掃し、そこで支圧接合用下穴45、70へのTRS44の締め込みを実施する。こうして、この1本のTRS44について、支圧接合用下穴70の削孔、ならびにその削孔した支圧接合用下穴70および支圧接合用下穴45へのTRS44の締め込みを完了した後、前記一方向の列線に沿って隣接する次の1本のTRS44のための削孔、締め込みを前述のように行ない、このような各TRS44毎の作業を、前記一方向に順次的に繰り返す。

【0102】

図37は、図34の切断面線XXXVII-XXXVIIから見た断面図である。TRS44cによって、デッキプレート14と当て板19の第1接合部41とが支圧接合される。

【0103】

図38はTRS44によってデッキプレート14と当て板19の第1接合部41とが支圧接合される構成を示す拡大断面図であり、図39はTRS44の平面図である。TRS44は、六角のボルト頭111と、座金部112と、軸部113とが一体的に形成され、

10

20

30

40

50

その外表面はデッキプレート14および当て板19の鋼材よりも高硬度に表面処理加工される。軸部113には、その首下長さL113の全長にわたって、おねじ山114が刻設される。これによって、ボルト頭111に当て板19の第1接合部41およびデッキプレート14に向けて押し付け力を作用しながら回転駆動することによって、めねじ加工が施されていない支圧接合用下穴45、70に、めねじを自ら形成しながら進んで、めねじを塑性変形によって形成して、支圧接合を達成する。第1接合部41とデッキプレート14との隙間は、ほぼ零である。TRS44は、その軸線が支圧接合用下穴45、70の軸線とともに、共通な一直線上にあり、したがって、TRS44が締め込まれるとき、TRS44への曲げモーメントなどによる不所望な応力などが発生することが防がれる。

【0104】

TRS44によれば、めねじの塑性変形は切削屑を生じないので、そのような切削屑がデッキプレート14の上方へ送り出されて舗装21を損傷することはない。また、補修の現場では、精度が低下しがちなねじ立て作業をする必要がないので、作業性が向上される。

【0105】

図36、38を参照して、寸法の一例を述べると、TRS44をねじ込むための支圧接合用下穴45、70の内径D45、D70は、 $\phi 15.5\text{mm}$ である ($D45 = D70$)。TRS44の外径D44は $\phi 16\text{mm}$ である ($D70 < D44$)。TRS44の首下長さL113は、たとえば20mmであり、デッキプレート14の厚みt14と当て板19の厚みt19との和以下に選ばれる ($t19 < L113 \leq (t19 + t14)$)。したがって、図36、38に示されるとおり、支圧接合用下穴45、70は、デッキプレート14と当て板19の第1接合部41とを貫通する。また、図38に示されるとおり、TRS44を締め込んでその端部は、TRS44のボルト頭111の変位が座金部112を介して第1接合部41の下面によって制限された状態で、デッキプレート14の上面と同一面である。

【0106】

TRS44の軸部113がデッキプレート14にねじ込まれる軸部113の軸線方向の長さ ($= L113 - t19$) は、支圧接合強度を達成できる値に選ばれる。本発明の支圧接合によれば、デッキプレートの鋼材の厚みが薄く、そのためTRS44がねじ込まれる軸部113の軸長が比較的短く、デッキプレートと当て板との摩擦接合に必要な高い軸力を発揮できなくても、または軸力がなくても、支圧接合を確実に達成することができる。

【0107】

ボール盤62によるデッキプレート14への支圧接合用下穴70の順次的な削孔の際、ボール盤62の本体63を当て板19の第1接合部41上に設置するために、第1接合部41上に部分的に突出している仮留めボルト47が支障になれば、仮留めボルト47を取り外す。

【0108】

仮留めボルト47c、gの位置は、この実施の形態では、支圧接合すべきTRS44の位置と一致され、それらの仮留めボルト47c、gの位置にTRS44をねじ込むために、仮留めボルト47c、gを取り外す。

【0109】

図40は、図34に示される仮留めボルト47gの取付けられた位置に、TRS44のための支圧接合用下穴71を削孔する操作手順を説明するための断面図である。図40(1)は、仮留めボルト47gを、当て板19の第1接合部41およびデッキプレート14から取り外した状態を示す断面図である。仮留めボルト47c、gに関して、仮留めボルト47が取外された後には、デッキプレート14には、仮留めボルト47によって仮留め用下穴69にめねじが切られて塑性変形しためねじ孔72が残る。

【0110】

図40(2)は、当て板19の第1接合部41と、デッキプレート14とに、TRS44のための支圧接合用下穴61、71をそれぞれ削孔した状態を示す断面図である。図4

10

20

30

40

50

0 (1) に示される仮留め用ボルト挿通孔 4 6 は、支圧接合用下穴 6 1 に拡径され、めねじ孔 7 2 は、支圧接合用下穴 7 1 に拡径されて形成される。図 4 0 (1) の仮留め用ボルト挿通孔 4 6 とめねじ孔 7 2 との各軸線は、共通な一直線上にあり、拡径された支圧接合用下穴 6 1、7 1 の各軸線も、その一直線上にある。支圧接合用下穴 6 1、7 1 は、仮留め用ボルト挿通孔 4 6 とめねじ孔 7 2 とをドリル刃先の位置決め用下穴として使用して、前述の図 3 6 と同様にボール盤 6 2 のドリル 1 0 7 によって削孔する。これらの支圧接合用下穴 6 1、7 1 の削孔時、図 3 6 に関連して前述したように、ドリル 1 0 7 による舗装 2 1 の損傷を防ぐ。

【0111】

T R S 4 4 は、支圧接合用下穴 6 1、7 1 に、めねじを自ら形成しながら進んで、めねじを塑性変形によって形成して、支圧接合を達成する。こうして、デッキプレート 1 4 と当て板 1 9 の第 1 接合部 4 1 との T R S 4 4 による支圧接合施工を行なう。 10

【0112】

このようなステップ s 7 の作業手順を要約すると、デッキプレート 1 4 への T R S 4 4 の支圧接合用下穴 7 0、7 1 の削孔を、図 3 4 における当て板 1 9 の前記一端から前記他端へ、当て板 1 9 の第 1 接合部 4 1 に形成されている支圧接合用下穴 4 5 a、b、仮留め用ボルト挿通孔 4 6 c、支圧接合用下穴 4 5 d、e、f、仮留め用ボルト挿通孔 4 6 g、支圧接合用下穴 4 5 h、i の各位置で、1 個ずつこの順序で行ない、その 1 個の削孔した支圧接合用下穴 7 0、7 1 から削孔屑を除去して清掃し、T R S 4 4 の締め込みを実施し、このような作業を T R S 4 4 の 1 本ずつ順次的に、繰返す。 20

【0113】

図 4 0 を参照して、寸法の一例を述べると、仮留め用ボルト挿通孔 4 6 の内径 D 4 6 は、 $\phi 12.5\text{ mm}$ である。仮留め用下穴 6 9 の内径 D 6 9 は、前述のとおり、 $\phi 11.5\text{ mm}$ であり、ねじ孔 7 2 のねじ谷の径 D 7 2 は、 $\phi 12\text{ mm}$ である。T R S 4 4 のための支圧接合用下穴 6 1、7 1 の内径 D 6 1、D 7 1 は、いずれも $\phi 15.5\text{ mm}$ であり、T R S 4 4 の外径 D 4 4 は、前述のとおり、 $\phi 16\text{ mm}$ である ($D 6 9 < D 7 2 < D 4 6 < D 6 1$ 、 $D 6 1 = D 7 1 = D 7 0$)。

【0114】

ステップ s 8 (図 6) では、一次締めされていない全てのハック形ボルト 4 8 a ~ d、g ~ i について、一次締めを行なう。 30

【0115】

図 4 1 はステップ s 8 におけるハック形ボルト 4 8 a ~ d、g ~ i の一次締め操作を説明するための鋼床版 1 3 の縦方向に沿う断面図であり、図 4 2 は図 4 1 の切断面線 X L I I - X L I I から見た断面図である。一次締めされたハック形ボルト 4 8 付近は、前述の図 3 0 に拡大して示される。当て板 1 9 の第 2 接合部 4 2 と U リブ 1 7 のウェブ 1 5 とに関連して、ハック形ボルト 4 8 a ~ i の群のうち、その列の中央付近のセクション X X I X a におけるハック形ボルト 4 8 e、f は、前述のステップ s 6 において図 2 9、3 0 のとおり一次締めされている。一次締めされていない残余のハック形ボルト 4 8 a ~ d、g ~ i について、それらの列の中央付近のセクション X X I X a から列線の両方向 1 1 6、1 1 7 に交互に、かつ中央から遠ざかる方向に、1 または複数 (この実施の形態では、たとえば 2 または 1) 本ずつ、一次締めを行なう。すなわち (1) 図 4 1 に示されるハック形ボルト 4 8 のうち、セクション X X I X a から一方向 1 1 6 に隣接する 2 本のハック形ボルト 4 8 d、c を、この順序で一次締めを行ない、その後、(2) 他方向 1 1 7 に隣接するハック形ボルト 4 8 g、h を、この順序で一次締めを行ない、(3) さらに一方向 1 1 6 のハック形ボルト 4 8 b、a を、この順序で一次締めを行ない、その後、(4) 他方向 1 1 7 のハック形ボルト 4 8 i の一次締めを行なう。 40

【0116】

ステップ s 9 (図 6) では、前述のステップ s 8 において全てのハック形ボルト 4 8 の一次締めが完了した後、本締めを行なう。

【0117】

図４３はハック形ボルト４８の本締めを行った後の状態を示す鋼床版１３の縦方向に沿う断面図であり、図４４は図４３の切断面線ＸＬＩＶ－ＸＬＩＶから見た断面図であり、図４５は本締めされたハック形ボルト４８付近の拡大断面図である。一次締めされた全てのハック形ボルト４８を本締めする順序は、ステップｓ８において一次締めを行なう順序と同様である。すなわち（１）図４３に示されるハック形ボルト４８のうち、それらの列の中央付近の２本のハック形ボルト４８ｅ、ｆの本締めを行ない、（２）一方向１１６に隣接する２本のハック形ボルト４８ｄ、ｃを、この順序で本締めを行ない、その後、（３）他方向１１７に隣接するハック形ボルト４８ｇ、ｈを、この順序で本締めを行ない、（４）さらに一方向１１６のハック形ボルト４８ｂ、ａを、この順序で本締めを行ない、その後、（５）他方向１１７のハック形ボルト４８ｉの本締めを行なう。

10

【０１１８】

このステップｓ９の後、ステップｓ７で本締めされたＴＲＳ４４を、増し締めして、ボルト締結の信頼性をさらに向上するようにしてもよい。

【０１１９】

ステップｓ１０では、当て板１９による補修個所の防食を行なう。防食のために、防錆塗料または合成樹脂調合塗料などを塗布する。

【０１２０】

ステップｓ１１（図４６）では、ＴＲＳ４４およびハック形ボルト４８の緩みを目視確認するためのマーキングを実施する。

【０１２１】

図４６は、ＴＲＳ４４のボルト頭１１１の緩み確認用マーキングを施した状態を示す斜視図である。ボルト頭１１１から当て板１９の第１接合部４１にわたって塗料１１９を線状に塗布してマーキングする。これによって、ＴＲＳ４４が本締め後、緩んだか否かを容易に目視確認することができる。同様なマーキングは、ハック形ボルト４８のナット９５に関連してもまた実施される。こうしてステップｓ１２では、溶接金属１８に代わる当て板１９とＴＲＳ４４とハック形ボルト４８とによる補修を終了する。

20

【０１２２】

前述の実施の形態のハック形ボルト４８によれば、シャーワッシャ９３の剪断破壊によって、ＴＲＳ４４の本締めによる支圧接合のために、ハック形ボルト４８の一次締めの軸力が設定され、ピン８９の破断部９７の剪断破壊によって、ハック形ボルト４８の本締めによる摩擦接合のために軸力が設定されるので、高精度の予め定める軸力を得る優れた作業性が達成される。本発明の実施の他の形態では、ハック形ボルト４８に代えて、他の構成を有するワンサイドボルトが使用されてもよい。本発明の実施のさらに他の形態では、ハック形ボルト４８などの一次締めと本締めとは、前記剪断破壊によってそれぞれ設定されなくてもよく、たとえば、ナット９５もしくはボルトに加えるトルク、またはナット９５もしくはボルトの回転角によって規定するようにしてもよい。

30

【０１２３】

本発明の実施の他の形態では、ＴＲＳ４４に代えて、自らねじ切りをしつつ進み、めねじを弾性変形によって、または切削加工して形成して、ねじ接合するボルトまたはねじであってもよく、さらにまた、いわゆるスレッドフォーミングスクリュ、タッピンねじおよびタップボルトなどであってもよい。

40

【０１２４】

図４７は、本発明の実施の他の形態を示す断面図である。この実施の形態では、自らねじ切りをしながら進むＴＲＳ４４に代えて、めねじが立てられているめねじ孔１３１、１３２に螺着される支圧接合用ボルト１３３が使用されて、デッキプレート１４とＵリブ１７の第１接合部４１との支圧接合が達成される。図４７（１）は、支圧接合用ボルト１３３によって、デッキプレート１４とＵリブ１７の第１接合部４１とが支圧接合された状態を示す断面図である。支圧接合用ボルト１３３は、六角のボルト頭１３４と、座金部１３５と、軸部１３６とが一体的に形成される。ボルト１３３は、タップボルトとも呼ばれるボルトでもよく、その他のボルトでもよく、軸部１３６には、その首下長さの全長にわた

50

って、おねじ山が刻設される。図４７（１）に示されるボルト１３３による支圧接合は、図４７（２）および図４７（３）に示される操作の順に行なわれる。

【０１２５】

図４７（２）は、支圧接合用ボルト１３３のためのめねじ孔１３１、１３２を形成するために、デッキプレート１４とＵリブ１７の第１接合部４１とに、下穴１３８、１３９が削孔された状態を示す断面図である。当て板１９の第１接合部４１に予め形成された下穴１３８によって、ボール盤６２のドリル１４１を案内し、デッキプレート１４に下穴１３９を削孔する。ボール盤６２のストッパ６８は、ドリル１４１の先端部がデッキプレート１４の上面に突出しないように制限して、舗装２１の損傷を防ぐ。

【０１２６】

図４７（３）は、下穴１３８、１３９にタップを使用してめねじを立てて、めねじ孔１３１、１３２をそれぞれ形成した状態を示す断面図である。下穴１３８、１３９に刻設されためねじ孔１３１、１３２に共通に、ボルト１３３が螺着される。当て板１９のデッキプレート１４への仮留め、ならびに当て板１９のハック形ボルト４８の一次締めなどによる仮固定および摩擦接合などの操作、さらにその他の操作などは、前述の実施の形態と同様である。

【０１２７】

寸法の一例を述べると、下穴１３８、１３９の内径Ｄ１３８、Ｄ１３９はいずれも、φ１５．５mmであり、ボルト１３３の外径Ｄ１３３（図４７（１））は、φ１６mmである。

【０１２８】

本発明の実施の他の形態では、図４７（２）における当て板１９の第１接合部４１に予め形成された下穴１３８に代えて、めねじ内径がＤ１３８であるめねじが予め刻設されていてもよい。

【０１２９】

図４８は、本発明の実施の他の形態における縦リブ１２１～１２５を示す断面図である。デッキプレート１４を補剛する前述のＵリブ１７に代えて、これらの縦リブ１２１～１２５であってもよい。図４８（１）は丸形閉断面リブ１２１を示す断面図であり、図４８（２）はＶ形閉断面リブ１２２を示す断面図であり、図４８（３）はＹ形閉断面リブ１２３を示す断面図であり、図４８（４）は平鋼開断面リブ１２４を示す断面図であり、図４８（５）は山形鋼開断面リブ１２５を示す断面図である。

【０１３０】

本発明の実施の他の形態では、前述のように、当て板を用いて補修する領域は、縦リブ支間長Ｌの領域だけでなく、その縦リブ支間長Ｌの領域に縦方向に横リブを介して隣接して横リブから縦方向に連続する予め定める長さにわたって延びる延長領域をも含む当て板範囲としてもよい。

【０１３１】

本発明の実施のさらに他の形態では、Ｕリブ１７側も、ハック形ボルト４８によるほかに、ＴＲＳでもよく、または図４７のように、めねじが立てられているめねじ孔１３１、１３２に螺着される支圧接合用ボルト１３３が使用されて、デッキプレート１４とＵリブ１７の第１接合部４１との支圧接合が達成される構成でもよい。

【０１３２】

図４９は、本発明の実施の他の形態を説明するための鋼桁橋における分配横桁部付近を示す一部の断面図である。上フランジ１２９の上には、コンクリート床版あるいはアスファルト舗装１３０が施されるので、垂直補鋼材１２７およびギャップ板１２８の上端には、それらの溶接金属に疲労亀裂が生じたとき、本発明に従う当て板およびＴＲＳによって有利に補修することができる。疲労亀裂の発生位置は、図４９において参照符１３１、１３２で示される。また、支承部の下端には、下フランジの下に支承があるので、支承部の下端を本発明に従う当て板およびＴＲＳによって有利に補修することができる。

【産業上の利用可能性】

10

20

30

40

50

【0133】

本発明は、前述の種類の橋だけでなく、吊橋、箱桁橋、トラス橋、鋼桁橋およびそのほかの種類の鋼床版を備える橋に関連して広範囲に実施することができる。本発明は、橋以外の鋼構造物などに関連しても実施することができる。

【符号の説明】

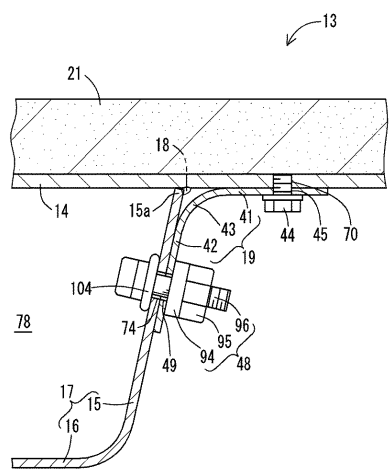
【0134】

- 13 鋼床版
- 14 デッキプレート
- 15 ウェブ
- 16 フランジ
- 17 縦トラフリブ
- 18 溶接金属
- 19, 39 当て板
- 21 舗装
- 41 第1接合部
- 42 第2接合部
- 43 屈曲部
- 44 スレッドローリングスクリュー (T R S)
- 45 支圧接合用下穴
- 46 仮留め用ボルト挿通孔
- 47 仮留めボルト
- 48 ハック形ワンサイドボルト
- 49 摩擦接合用ボルト挿通孔
- 61 支圧接合用下穴
- 69 仮留め用下穴
- 70、71 支圧接合用下穴
- 72 ねじ孔
- 74 摩擦接合用ボルト挿通孔

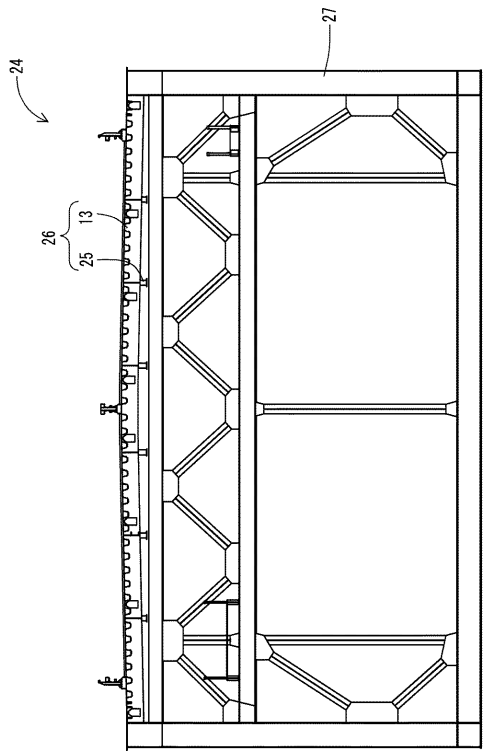
10

20

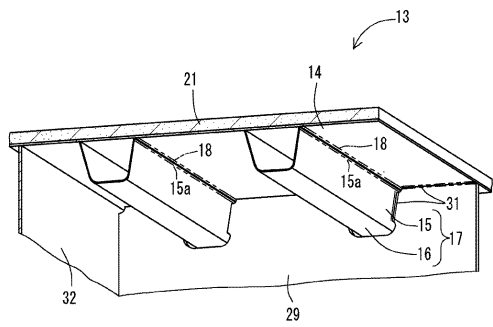
【図 1】



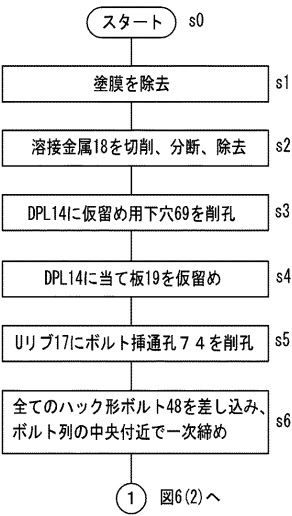
【図 2】



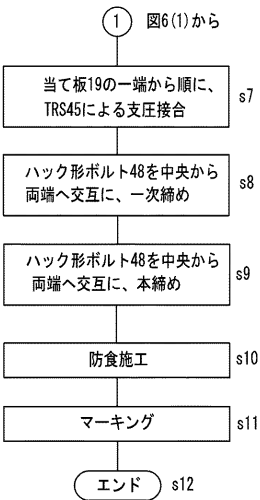
【図 3】



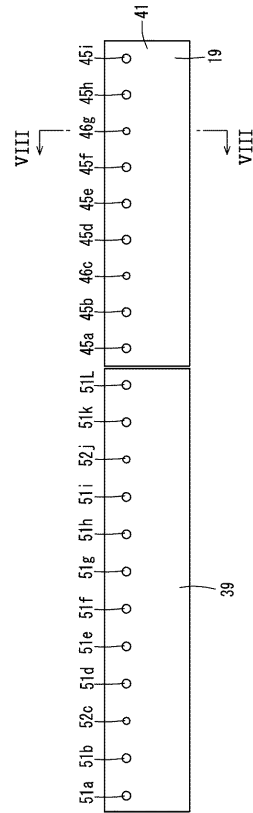
【図 6（１）】



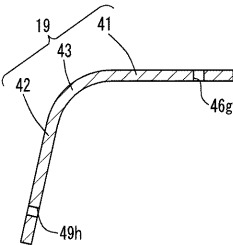
【図 6（２）】



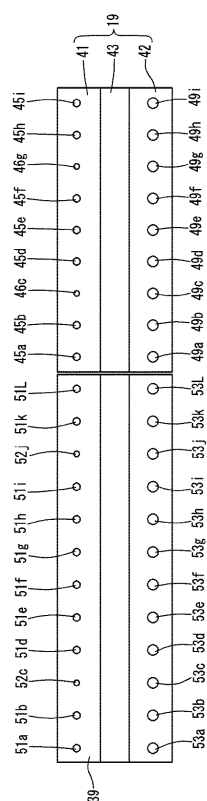
【図 7】



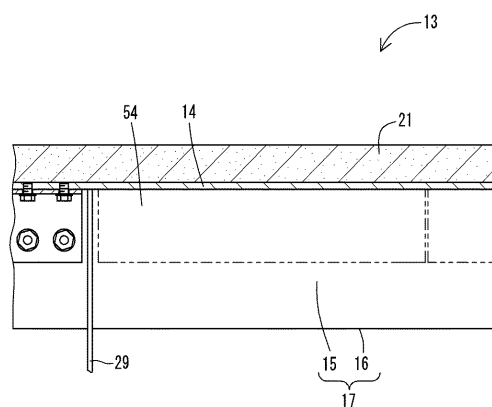
【図 8】



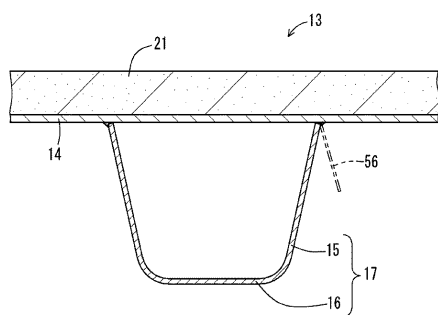
【図 9】



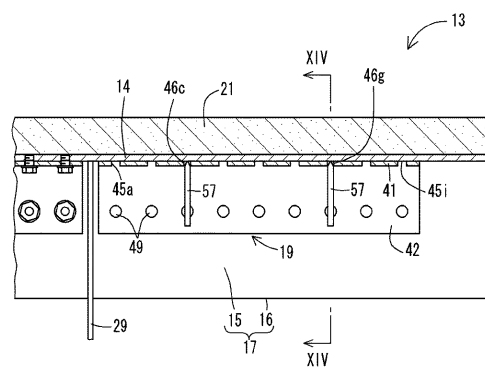
【図 10】



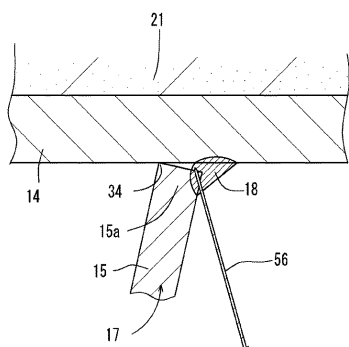
【図 1 1】



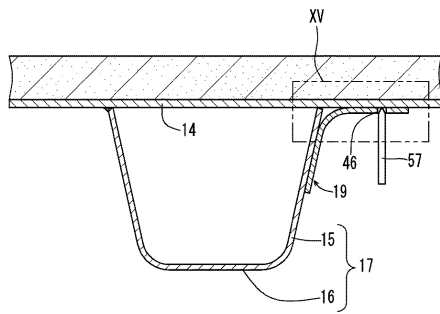
【図 13】



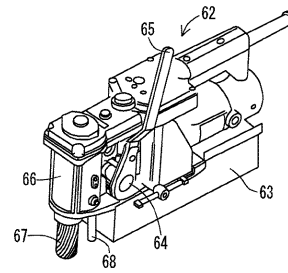
【図 1 2】



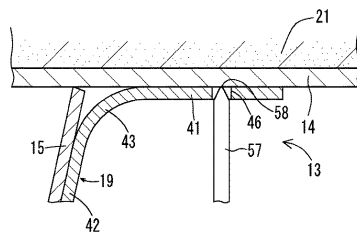
【図 1 4】



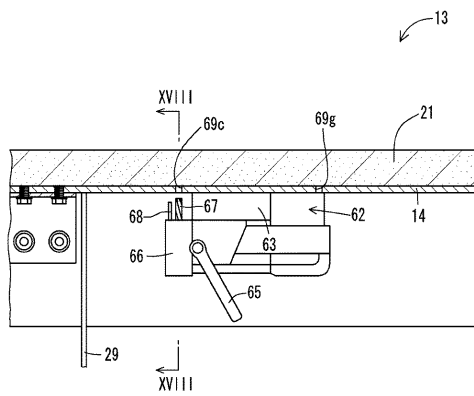
【図 1 6】



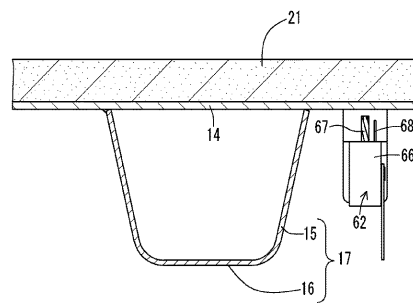
【図 1 5】



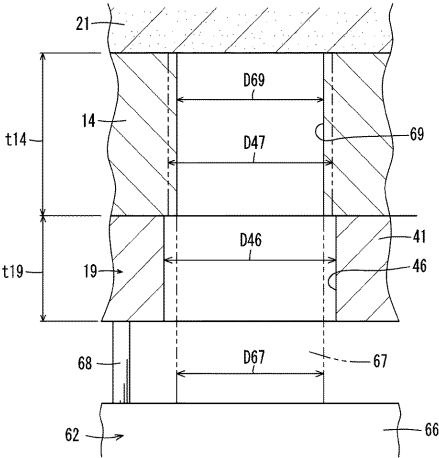
【図 1 7】



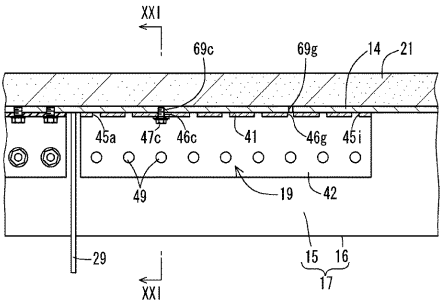
【図 1 8】



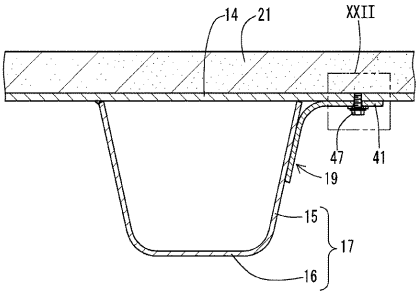
【図 1 9】



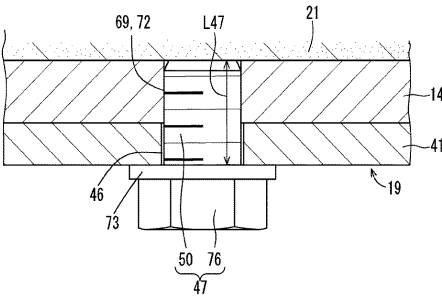
【図 2 0】



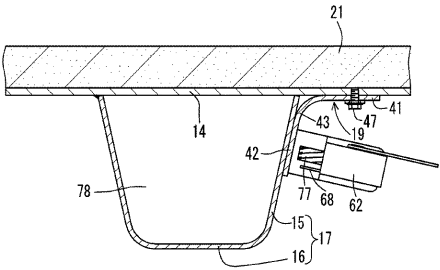
【図 2 1】



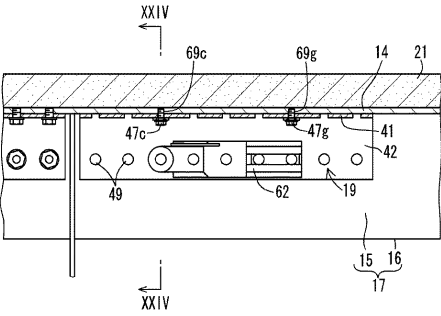
【図 2 2】



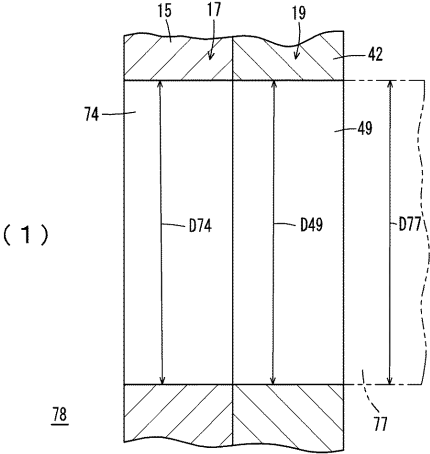
【図 2 4】



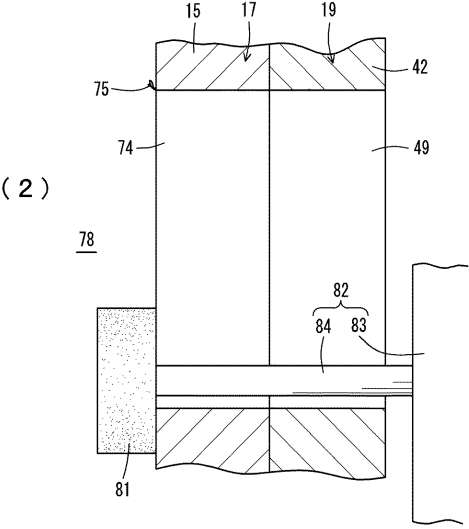
【図 2 3】



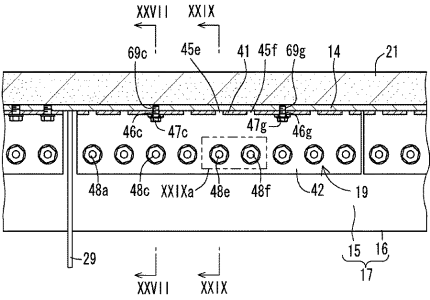
【図 2 5 (1) 】



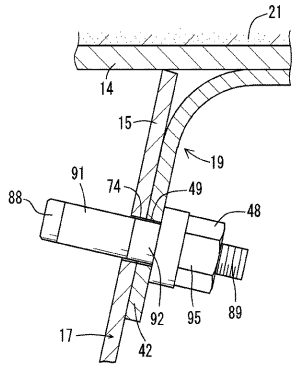
【図 2 5 (2) 】



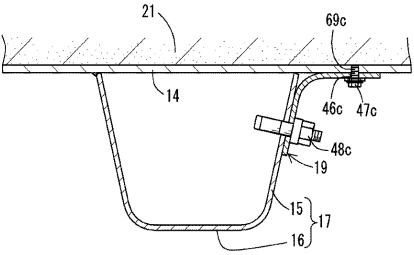
【図 2 6 】



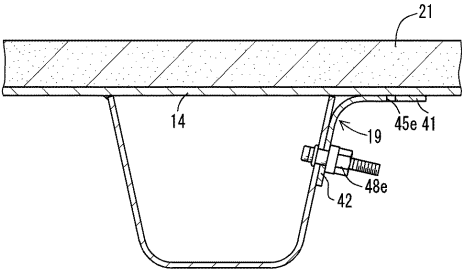
【図 2 8 】



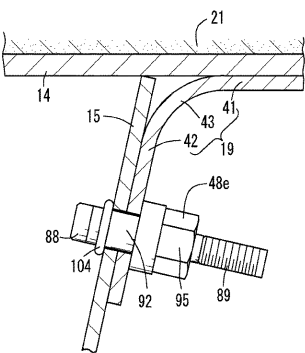
【図 2 7 】



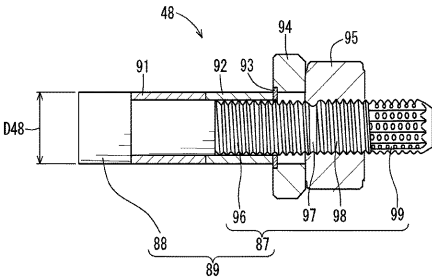
【図 2 9】



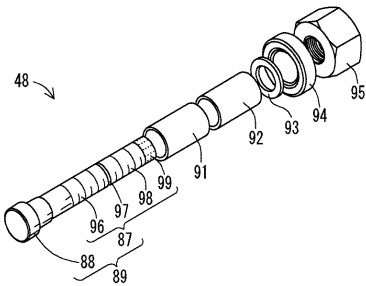
【図 3 0】



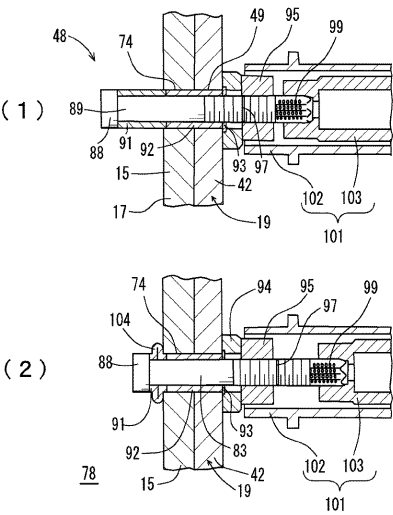
【図 3 1】



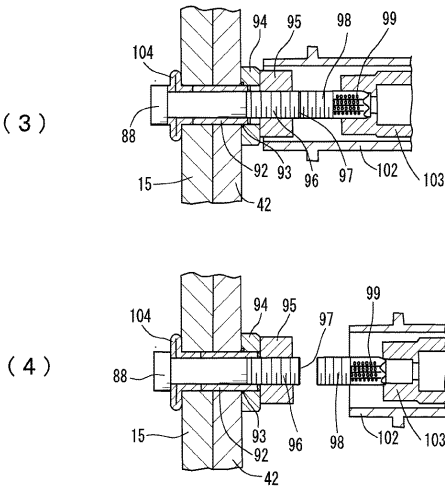
【図 3 2】



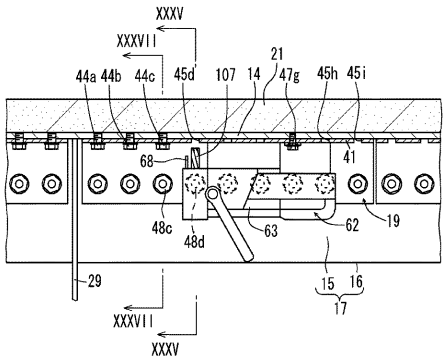
【図 3 3 A】



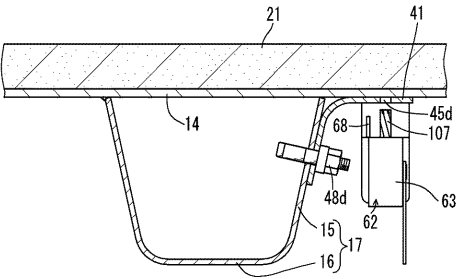
【図 3 3 B】



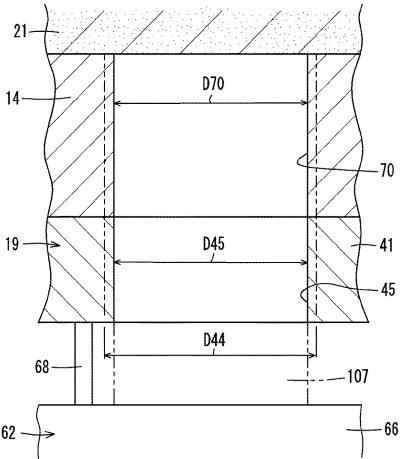
【図 3 4】



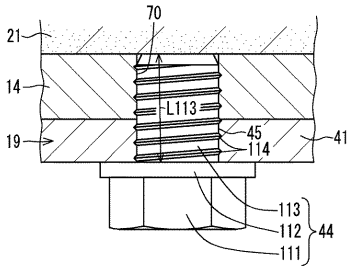
【図 3 5】



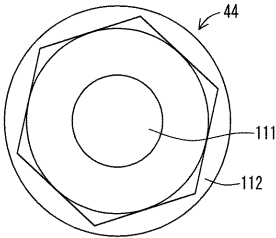
【図 3 6】



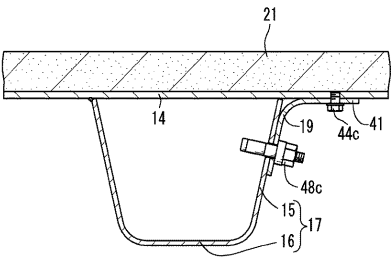
【図 3 8】



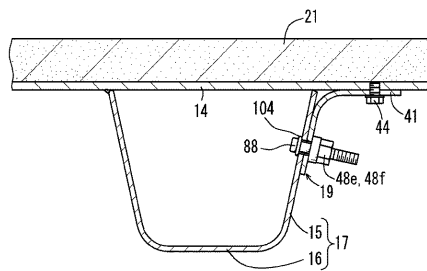
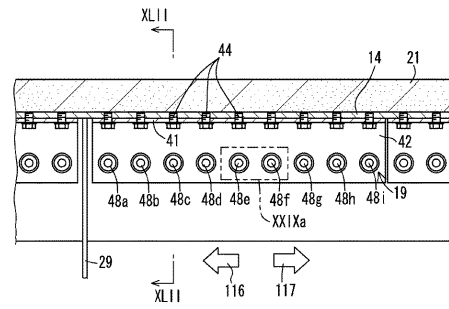
【図 3 9】



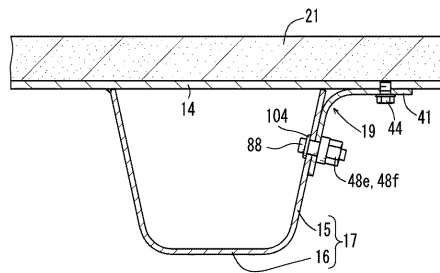
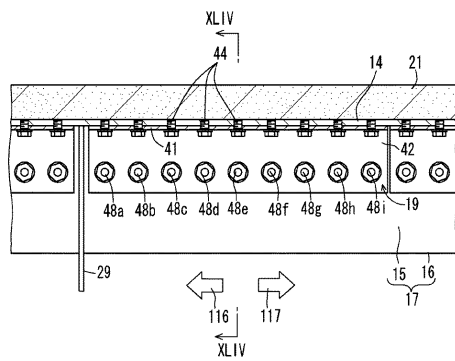
【図 3 7】



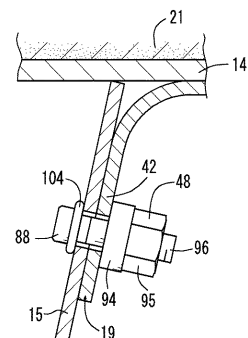
【図 4 1】



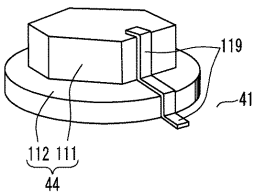
【図 4 4】



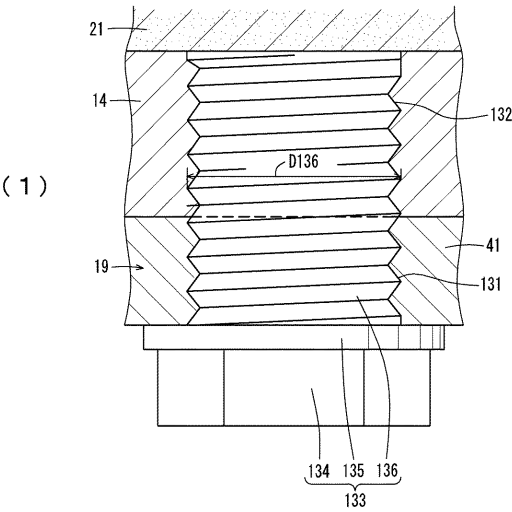
【図 4 5】



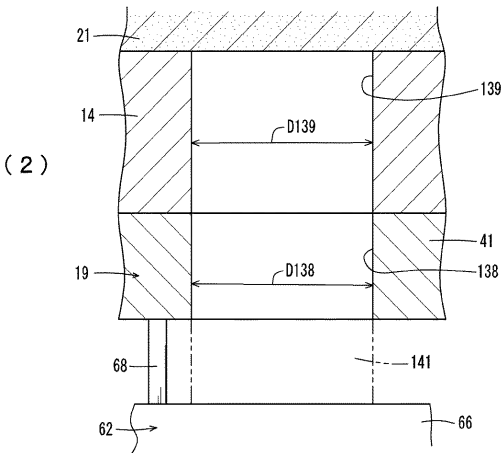
【図 4 6】



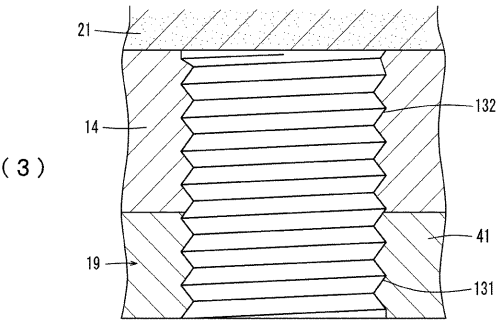
【図 4 7 (1)】



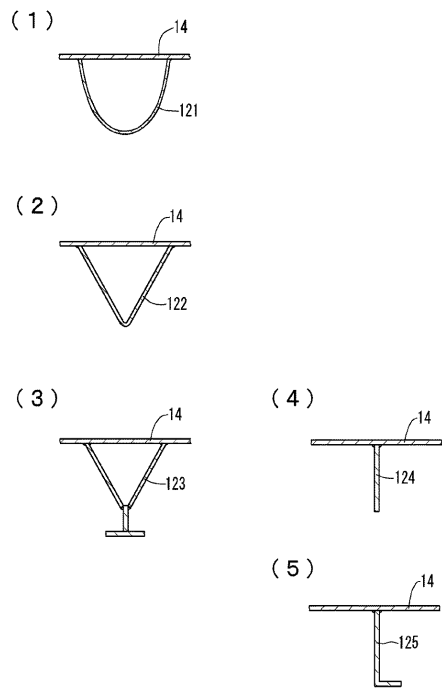
【図 4 7 (2)】



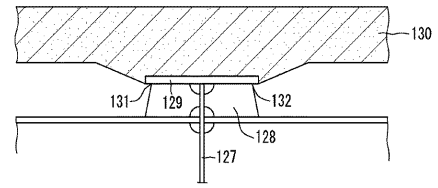
【図 4 7 (3)】



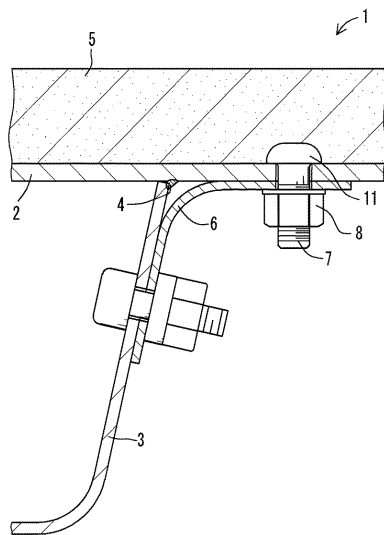
【図 4 8】



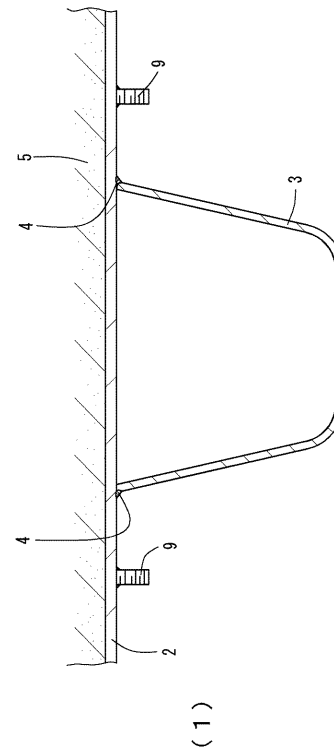
【図 4 9】



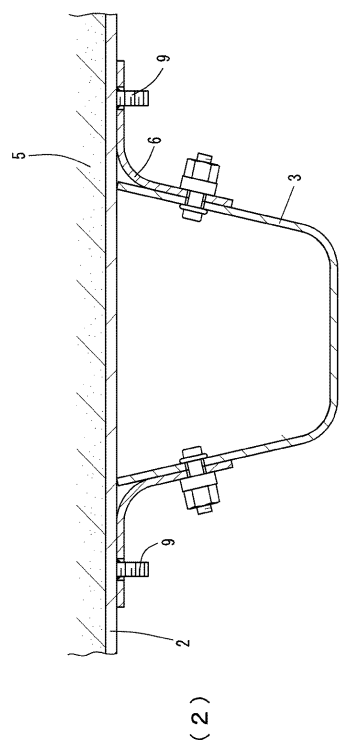
【図 5 0】



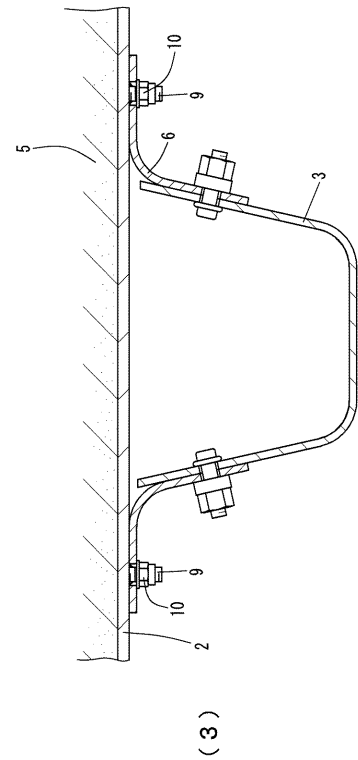
【図 5 1 A】



【図 5 1 B】



【図 5 1 C】



フロントページの続き

(72)発明者 溝上 善昭

兵庫県神戸市中央区小野柄通四丁目1番22号 本州四国連絡高速道路株式会社内

審査官 亀谷 英樹

(56)参考文献 特開2008-285870 (JP, A)

特開2012-052356 (JP, A)

特開2010-084515 (JP, A)

特開2004-019370 (JP, A)

特開2002-129657 (JP, A)

特開平04-351309 (JP, A)

特開2013-014955 (JP, A)

登録実用新案第3107362 (JP, U)

特開2006-009412 (JP, A)

特開2009-074613 (JP, A)

特開2005-214334 (JP, A)

特開2008-050774 (JP, A)

欧州特許出願公開第02011922 (EP, A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E01D 1/00-24/00

E04G 23/00-23/08