

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 1)

(11)特許番号

第2967195号

(45)発行日 平成11年(1999)10月25日

(24)登録日 平成11年(1999) 8 月20日

(51)Int.Cl.⁶

E 0 1 D 19/06

E 0 1 C 11/02

識別記号

F I

E 0 1 D 19/06

E 0 1 C 11/02

A

請求項の数16(全 21 頁)

(21)出願番号

特願平10-185837

(22)出願日

平成10年(1998) 7 月 1 日

審査請求日

平成10年(1998) 7 月 1 日

(73)特許権者

591208261

建設省近畿地方建設局長

大阪府大阪市中央区大手前 1 - 5 - 44

(73)特許権者

590005999

建設省土木研究所長

茨城県つくば市大字旭 1 番地

(72)発明者

西川 和廣

茨城県つくば市梅園 2 - 33 - 33

(72)発明者

運上 茂樹

茨城県つくば市吾妻 2 - 805 - 1208

(72)発明者

大住 道生

茨城県つくば市竹園 3 - 302 - 702

(72)発明者

近藤 益央

茨城県つくば市竹園 3 - 755

(74)代理人

弁理士 小野 由己男 (外 1 名)

審査官

川島 陵司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 大変位吸収システム

3

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】第 1 床版を有し、橋脚あるいは橋台に支承される第 1 桁と、
第 2 床版を有し、橋脚あるいは橋台に支承され、前記第 1 桁に対して橋軸方向に所定の第 1 遊間を開けて配置される第 2 桁と、
少なくとも一部が前記第 1 床版の上に配置され、前記第 1 床版に対する上下方向の移動が規制されており、前記第 1 床版に対して橋軸方向に所定の寸法だけ移動可能である第 1 スライド部材と、
少なくとも一部が前記第 2 床版の上に配置され、前記第 2 床版に対する上下方向の移動が規制されており、前記第 2 床版に対して橋軸方向に所定の寸法だけ移動可能であり、前記第 1 スライド部材に対して橋軸方向に前記第 1 遊間よりも短い所定の第 2 遊間が開けられる第 2 スラ

4

イド部材と、
前記第 1 スライド部材及び前記第 2 スライド部材を連結する伸縮継手と、
前記第 1 床版、前記第 2 床版、前記第 1 スライド部材、及び前記第 2 スライド部材の上に配置される舗装部と、
を備え、前記第 1 及び第 2 桁が橋軸方向に相対的に大きく変位したときにこれを吸収する橋梁の大変位吸収システム。

10

【請求項 2】前記第 1 及び第 2 スライド部材には、橋軸方向に長い長穴が形成されており、
前記第 1 及び第 2 スライド部材は、頭部及び前記頭部よりも径の小さな胴部から構成され前記胴部が前記長穴を貫通して前記第 1 あるいは第 2 床版に固定される固定具によって、前記第 1 あるいは第 2 床版に対する上下方向の移動が規制され橋軸方向に所定の寸法だけ移動可能に

されている、請求項 1 に記載の大変位吸収システム。

【請求項 3】前記第 1 及び第 2 床版と前記第 1 及び第 2 スライド部材との間、あるいは前記固定具の頭部と前記第 1 及び第 2 スライド部材との間の少なくとも一方には、前記第 1 及び第 2 床版に対して前記第 1 及び第 2 スライド部材が橋軸方向に移動し易いように摩擦低減部材が挿入される、請求項 2 に記載の大変位吸収システム。

【請求項 4】前記第 1 及び第 2 スライド部材の互いに隣接する端部と反対側の橋軸方向の端部は、前記舗装部と接しており、先端が尖っている、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の大変位吸収システム。

【請求項 5】前記第 1 及び第 2 スライド部材に連結され、前記伸縮継手が伸びて前記第 1 及び第 2 スライド部材が相対的に所定寸法だけ離れたときに張力がかかる連結部材をさらに備えた、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の大変位吸収システム。

【請求項 6】第 1 床版を有し、橋脚あるいは橋台に支承される第 1 桁と、

第 2 床版を有し、橋脚あるいは橋台に支承され、前記第 1 桁に対して橋軸方向に所定の第 1 遊間を開けて配置される第 2 桁と、

少なくとも一部が前記第 1 床版の上に配置され、前記第 1 床版に対する上下方向の移動が規制されており、前記第 1 床版に対して橋軸方向に所定の寸法だけ移動可能であるスライド部材と、

少なくとも一部が前記第 2 床版の上に配置され、前記スライド部材に対して橋軸方向に前記第 1 遊間よりも短い所定の第 2 遊間を開けて前記第 2 床版に固定される固定部材と、

前記スライド部材及び前記固定部材を連結する伸縮継手と、

前記第 1 床版、前記第 2 床版、前記スライド部材、及び前記固定部材の上に配置される舗装部と、

を備え、前記第 1 及び第 2 桁が橋軸方向に相対的に大きく変位したときにこれを吸収する橋梁の大変位吸収システム。

【請求項 7】前記スライド部材には、橋軸方向に長い長穴が形成されており、

前記スライド部材は、頭部及び前記頭部よりも径の小さな胴部から構成され前記胴部が前記長穴を貫通して前記第 1 床版に固定される固定具によって、前記第 1 床版に対する上下方向の移動が規制され橋軸方向に所定の寸法だけ移動可能にされている、請求項 6 に記載の大変位吸収システム。

【請求項 8】前記第 1 床版と前記スライド部材との間、あるいは前記固定具の頭部と前記スライド部材との間の少なくとも一方には、前記第 1 床版に対して前記スライド部材が橋軸方向に移動し易いように摩擦低減部材が挿入される、請求項 7 に記載の大変位吸収システム。

【請求項 9】前記スライド部材の前記固定部材側とは反

対側の橋軸方向の端部は、前記舗装部と接しており、先端が尖っている、請求項 6 から 8 のいずれかに記載の大変位吸収システム。

【請求項 10】前記スライド部材及び固定部材に連結され、前記伸縮継手が伸びて前記スライド部材及び固定部材が相対的に所定寸法だけ離れたときに張力がかかる連結部材をさらに備えた、請求項 6 から 9 のいずれかに記載の大変位吸収システム。

【請求項 11】前記スライド部材は、前記固定部材に対して、橋梁を通行する車両の通行方向の上流側に位置する、請求項 6 から 10 のいずれかに記載の大変位吸収システム。

【請求項 12】床版を有し、橋台に支承され、橋軸方向に隣接する前記橋台の側面に対して所定の第 1 遊間を開けて配置される桁と、

少なくとも一部が前記床版の上に配置され、前記床版に対する上下方向の移動が規制されており、前記床版に対して橋軸方向に所定の寸法だけ移動可能であるスライド部材と、

前記スライド部材に対して橋軸方向に前記第 1 遊間よりも短い所定の第 2 遊間を開けて前記橋台に固定される固定部材と、

前記スライド部材及び前記固定部材を連結する伸縮継手と、

前記床版、前記スライド部材、及び前記固定部材の上に配置される舗装部と、を備え、前記橋台に対して前記桁が橋軸方向に大きく変位したときにこれを吸収する橋梁の大変位吸収システム。

【請求項 13】前記舗装部は補強材を内部に有している、請求項 1 から 12 のいずれかに記載の大変位吸収システム。

【請求項 14】前記伸縮継手は、端面が前記舗装部に接しており、縮んだ時においても前記端面を構成する境界部材の前記舗装部からの反力による所定の変形を許容する、請求項 1 から 13 にいずれかに記載の大変位吸収システム。

【請求項 15】前記伸縮継手は所定量以上の伸びを抑えるストッパー機構を有している、請求項 1 から 14 にいずれかに記載の大変位吸収システム。

【請求項 16】前記長穴は段差を有しており、前記固定具は、頭部が前記長穴内に配置され、頭部の下面が前記長穴の段差部分に接する、請求項 2 又は 7 に記載の大変位吸収システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、桁遊間あるいは桁と橋台との遊間を大きく開ける必要がある場合において、桁と桁、あるいは桁と橋台の衝突を回避するとともに、大規模地震後においても車両等の通行の確保を可能とする伸縮構造（大変位吸収システム）に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、橋梁の耐震設計に免震設計を導入すると、多径間連続化が実現でき、下部構造への慣性力が低減できるので、走行性・経済性が向上する。しかし、橋梁の耐震性を高めるために、地震エネルギーを支承の変形により吸収する免震橋梁では、地震時における桁の応答変位が大きくなる。すなわち、免震橋梁は、下部構造に加わる地震力を軽減するとともに桁の連続化に有利な形式ではあるが、大規模地震時における桁の変位量が増大するため、桁端部の構造が課題となる。

【0003】また、非免震橋梁であっても地震時における橋軸方向の桁の応答変位が大きい場合がある。このような橋軸方向の大変位が想定される橋梁では、桁と橋台、桁と桁の間に、衝突が起これないように十分な遊間を設けることが望まれる。この場合には、この遊間を埋める大きな伸縮量を有した伸縮装置を使用する必要があるが、大きな変位に追従できる大变位伸縮装置を使用するのは経済性から合理的でない場合が多い。この大变位伸縮装置には、鋼製フィンガー方式のもの、リンク方式のもの、マウラー方式のもの等があるが、いずれも高価となる上に、長期に亘る維持管理や装置から発生する騒音・振動の影響を考慮すると採用し難い場合が多い。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記のよう大規模な大变位伸縮装置を設置する代わりに、いわゆる「ノックオフ構造」を採用する場合がある。このノックオフ構造は、緩衝機構を設けて桁同士の衝突を許容するもので、ニュージーランドで実用化されている構造である。図20及び図21に、ノックオフ構造の一例を示す。ここでは、大規模地震等の際に桁503、501とノックオフ構造部（故意的に設けた破壊しやすい部分）508a、502aが衝突して、ノックオフ構造部508a、502aが損傷する。この損傷によって、支承510に支承される桁502と桁503との間、桁501と橋台508との間の大きな変形量が確保される。

【0005】しかしながら、これはノックオフ構造部をはずすことで変形量を確保する構造形式のため、桁間等が広がる場合には大きな隙間が生じる。さらにPC桁等の一部の桁構造形式では、寸法制限のため採用できないことがある。本発明の課題は、ほぼ全ての橋梁形式で採用が可能で、地震後の損傷度を低く抑えて車両交通を確保できる、比較的安価な橋梁の大变位吸収システムを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る大变位吸収システムは、第1桁と、第2桁と、第1スライド部材と、第2スライド部材と、伸縮継手と、舗装部とを備え、第1及び第2桁が橋軸方向に相対的に大きく変位したときにこれを吸収する橋梁の構造である。第1桁は、第1床版を有しており、橋脚あるいは橋台に支承され

る。第2桁は、第2床版を有しており、橋脚あるいは橋台に支承される。第1桁と第2桁との橋軸方向の間には、所定の第1遊間が開けられている。第1スライド部材は、少なくとも一部が第1床版の上に配置されている。この第1スライド部材は、第1床版に対する上下方向の移動が規制されており、また、第1床版に対して橋軸方向に所定の寸法だけ移動可能である。第2スライド部材は、少なくとも一部が第2床版の上に配置されている。この第2スライド部材は、第2床版に対する上下方向の移動が規制されており、また、第2床版に対して橋軸方向に所定の寸法だけ移動可能である。第1及び第2スライド部材の橋軸方向の間には、所定の第2遊間が開けられる。この第2遊間は、第1遊間よりも短い。伸縮継手は、第1スライド部材と第2スライド部材とを連結する。舗装部は、第1床版、第2床版、第1スライド部材、及び第2スライド部材の上に配置される。

【0007】この大变位吸収システムが採用される橋梁を通行する車両等は、常時においては、舗装部及び両スライド部材を連結している伸縮継手の上を通行する。橋軸方向に大变位が発生しうる橋梁では両桁間の第1遊間を大きく確保しなければならないが、ここでは両桁に対して上下方向の移動が規制される両スライド部材を設けることで車両等の通行を確保している。すなわち、伸縮継手は両スライド部材間の第1遊間よりも短い第2遊間に対応できるものであればよく、第1遊間に対応するような大規模な伸縮継手あるいは伸縮装置を設置する必要はない。

【0008】そして、ここでは、温度変化や震度法レベルの地震による第2遊間程度の変位は伸縮継手で吸収し、大規模地震における第2遊間から第1遊間の範囲にある大きさの変位は以下に示すように吸収する。第2遊間を超える変位が発生し、第1桁と第2桁とが接近すると、第1スライド部材と第2スライド部材との間の第2遊間がなくなり、両スライド部材が衝突する。すると、第1スライド部材が第1床版に対して相対的に第2桁側と反対側に移動する現象、あるいは第2スライド部材が第2床版に対して相対的に第1桁側と反対側に移動する現象のうち少なくとも一現象が起こる。これにより、両スライド部材のうち少なくとも1つは舗装部の一部を損傷させるが、他の構造には殆ど損傷を与えない。

【0009】また、第2遊間を超える変位が発生し、第1桁と第2桁とが大きく離れると、伸縮継手によって連結されている両スライド部材は大きく離れられないため、第1スライド部材が第1床版に対して相対的に第2桁側に移動する現象、あるいは第2スライド部材が第2床版に対して相対的に第1桁側に移動する現象のうち少なくとも一現象が起こる。しかしながら、この状態においても両スライド部材は両桁に対して上下方向の移動が規制されており、両桁間に大きな隙間が開いてもこれによって車両等の通行が完全に遮断される恐れは少ない。

すなわち、両桁間には両スライド部材及び伸縮継手が残るため、これらによって車両等の通行を確保することができる。

【0010】このように、ここでは、両桁が橋軸方向に大きな変位を伴って振動する場合でも、その大変位を吸収し、且つ車両等の通行を確保することができる。また、ほぼ全ての橋梁形式で採用が可能であり、地震後の損傷も概ね舗装部に限られ、第1遊間に対応可能な大規模な伸縮装置を導入する場合に較べて比較的安価なシステム（構造）となる。

【0011】請求項2に係る大変位吸収システムは、請求項1に記載の大変位吸収システムであって、第1及び第2スライド部材には、それぞれ、橋軸方向に長い長穴が形成されている。そして、第1スライド部材は、固定具によって、第1床版に対する上下方向の移動が規制され、橋軸方向に所定の寸法だけ移動可能にされている。また、第2スライド部材は、固定具によって、第2床版に対する上下方向の移動が規制され、橋軸方向に所定の寸法だけ移動可能にされている。固定具は、頭部及び頭部よりも径の小さな胴部から構成されるものである。この固定具の胴部は、第1あるいは第2スライド部材の長穴を貫通して、第1あるいは第2床版に固定される。

【0012】ここでは、ボルト等の固定具によって両スライド部材を各床版に装着している。そして、この固定具の胴部が貫通する両スライド部材の穴を長穴とすることによって、両スライド部材を各床版に対して橋軸方向に所定の寸法だけ移動可能にしている。なお、両スライド部材は、固定具の頭部と各床版との間に挟持されるため、各床版に対する上下方向の移動が規制される。

【0013】請求項3に係る大変位吸収システムは、請求項2に記載の大変位吸収システムであって、第1床版と第1スライド部材との間及び第2床版と第2スライド部材との間、あるいは固定具の頭部と第1及び第2スライド部材との間のうち少なくとも一方に、摩擦低減部材が挿入されている。この摩擦低減部材は、第1床版に対して第1スライド部材が橋軸方向に移動し易いようにする、あるいは、第2床版に対して第2スライド部材が橋軸方向に移動し易いようにする部材である。

【0014】両スライド部材は、固定具の頭部と各床版との間に挟持されており、これらとの間に摩擦抵抗が存在する。したがって、この摩擦抵抗が大きいと、地震時等に両桁が大きく離れて床版に対してスライド部材が相対移動しなければならない時に両スライド部材を結ぶ伸縮継手にかかる張力が大きくなる。そして、摩擦抵抗力が伸縮継手の引張耐力よりも大きければ、伸縮継手が破損して両スライド部材の連結が解除されてしまう。これでは、車両等の通行の確保ができなくなり、場合によっては落橋の恐れもある。

【0015】上記のような現象を回避するため、ここでは摩擦低減部材を挿入して、両スライド部材が各床版に

対して橋軸方向にスライドし易いようにし、両者の橋軸方向の移動を妨げる摩擦抵抗を減少させている。なお、摩擦低減部材は、主として静摩擦係数が小さな部材が望ましく、例えばフッ素樹脂シートなどがある。

【0016】請求項4に係る大変位吸収システムは、請求項1から3のいずれかに記載の大変位吸収システムであって、第1及び第2スライド部材の互いに隣接する端部と反対側の橋軸方向の端部は、舗装部と接しており、先端が尖っている。上記のように、この大変位吸収システムでは、地震時における舗装部の損傷を想定している。すなわち、スライド部材が床版に対して相対移動して舗装部を損傷させることを前提としたシステムとなっている。したがって、舗装部がスライド部材と床版との相対移動を阻害すると、スライド部材等の舗装部以外の部分に損傷が発生することになる。これでは、地震時や地震後において通行等の確保ができなくなってしまう。

【0017】このような不具合を回避するように、ここでは、両桁が第2遊間を超えて接近したときに衝突する両スライド部材の端部と反対側の端部、すなわち、舗装部に接し舗装部を損傷させる端部の形状を工夫し、先端を尖らせている。このように先端を尖らせることによって、スライド部材と床版との相対移動を舗装部が妨げることが抑えられ、大地震時等においてスライド部材と床版との相対移動がより確実に行われることになる。

【0018】請求項5に係る大変位吸収システムは、請求項1から4のいずれかに記載の大変位吸収システムであって、連結部材をさらに備えている。連結部材は、第1及び第2スライド部材に連結されており、伸縮継手が伸びて第1及び第2スライド部材が相対的に所定寸法だけ離れたときに張力がかかる。両スライド部材は、固定具の頭部と各床版との間に挟持されており、これらとの間に摩擦抵抗が存在する。したがって、この摩擦抵抗が大きいと、地震時等に両桁が大きく離れて床版に対してスライド部材が相対移動しなければならない時に両スライド部材を結ぶ伸縮継手にかかる張力が大きくなる。そして、摩擦抵抗力が伸縮継手の引張耐力よりも大きければ、伸縮継手が破損して両スライド部材の連結が解除されてしまう。これでは、車両等の通行の確保ができなくなり、場合によっては落橋の恐れもある。

【0019】上記のような現象を回避するため、ここでは連結部材を配備している。この連結部材は、伸縮継手が伸びて第1及び第2スライド部材が相対的に所定寸法だけ離れたときに張力がかかるもので、このときに伸縮継手が負担している引張力の一部を負担する。これにより、伸縮継手に所定値以上の引張力が作用することがなくなる。

【0020】このように、伸縮継手の持つ両スライド部材の連結という役割を補助する連結部材を設けたことによって、伸縮継手の引張耐力が余り大きく取れない場合にも、大地震時等における両スライド部材の連結を確保

することができる。請求項 6 に係る大変位吸収システムは、第 1 桁と、第 2 桁と、スライド部材と、固定部材と、伸縮継手と、舗装部とを備えており、第 1 及び第 2 桁が橋軸方向に相対的に大きく変位したときにこれを吸収する橋梁の構造である。第 1 桁は、第 1 床版を有しており、橋脚あるいは橋台に支承される。第 2 桁は、第 2 床版を有しており、橋脚あるいは橋台に支承される。この第 2 桁は、第 1 桁に対して橋軸方向に所定の第 1 遊間を開けて配置される。スライド部材は、少なくとも一部が第 1 床版の上に配置されている。このスライド部材は、第 1 床版に対する上下方向の移動が規制されており、また、第 1 床版に対して橋軸方向に所定の寸法だけ移動可能である。固定部材は、少なくとも一部が第 2 床版の上に配置されている。この固定部材は、スライド部材に対して橋軸方向に所定の第 2 遊間を開けて配置されるもので、第 2 床版に固定されている。第 2 遊間は、第 1 遊間よりも短い。伸縮継手は、スライド部材と固定部材とを連結する。舗装部は、第 1 床版、第 2 床版、スライド部材、及び固定部材の上に配置される。

【0021】この大変位吸収システムが採用される橋梁を通行する車両等は、常時においては、舗装部及びスライド部材と固定部材とを連結している伸縮継手の上を通行する。橋軸方向に大変位が発生しうる橋梁では両桁間の第 1 遊間を大きく確保しなければならないが、ここでは両桁それぞれに対して上下方向の移動が規制されるスライド部材及び固定部材を設けることで車両等の通行を確保している。すなわち、伸縮継手はスライド部材と固定部材との間の第 2 遊間に対応できるものであればよく、第 1 遊間に対応するような大規模な伸縮継手あるいは伸縮装置を設置する必要はない。

【0022】そして、ここでは、温度変化や震度法レベルの地震による第 2 遊間程度の変位は伸縮継手で吸収し、大規模地震における第 2 遊間から第 1 遊間の範囲にある大きさの変位は以下に示すように吸収する。第 2 遊間を超える変位が発生し、第 1 桁と第 2 桁とが接近すると、スライド部材と固定部材との間の第 2 遊間がなくなり、両部材が衝突する。すると、スライド部材が第 1 床版に対して相対的に第 2 桁側と反対側に移動する。これにより、スライド部材は舗装部の一部を損傷させるが、他の構造には殆ど損傷を与えない。

【0023】また、第 2 遊間を超える変位が発生し、第 1 桁と第 2 桁とが大きく離れると、伸縮継手によって連結されているスライド部材及び固定部材は大きく離れられないため、スライド部材が第 1 床版に対して相対的に第 2 桁側に移動する。しかしながら、この状態においてもスライド部材は第 1 桁に対して上下方向の移動が規制されており、両桁間に大きな隙間が開いてもこれによって車両等の通行が完全に遮断される恐れは少ない。すなわち、両桁間には固定部材、伸縮継手、及びスライド部材のうちの少なくとも幾つかが残るため、これらによっ

て車両等の通行を確保することができる。

【0024】このように、ここでは、両桁が橋軸方向に大きな変位を伴って振動する場合でも、その大変位を吸収し、且つ車両等の通行を確保することができる。また、ほぼ全ての橋梁形式で採用が可能であり、地震後の損傷も概ね舗装部に限られ、第 1 遊間に対応可能な大規模な伸縮装置を導入する場合に較べて比較的安価なシステム（構造）となる。

【0025】請求項 7 に係る大変位吸収システムは、請求項 6 に記載の大変位吸収システムであって、スライド部材には、橋軸方向に長い長穴が形成されている。スライド部材は、固定具によって、第 1 床版に対する上下方向の移動が規制され、橋軸方向に所定の寸法だけ移動可能にされている。固定具は、頭部及び頭部よりも径の小さな胴部から構成されている。固定具の胴部は、スライド部材の長穴を貫通して、第 1 床版に固定される。

【0026】ここでは、ボルト等の固定具によってスライド部材を第 1 床版に装着している。そして、この固定具の胴部が貫通するスライド部材の穴を長穴とすることによって、スライド部材を第 1 床版に対して橋軸方向に所定の寸法だけ移動可能にしている。なお、スライド部材は、固定具の頭部と第 1 床版との間に挟持されるため、第 1 床版に対する上下方向の移動が規制される。

【0027】請求項 8 に係る大変位吸収システムは、請求項 7 に記載の大変位吸収システムであって、第 1 床版とスライド部材との間、あるいは固定具の頭部とスライド部材との間の少なくとも一方に、摩擦低減部材が挿入されている。摩擦低減部材は、第 1 床版に対してスライド部材が橋軸方向に移動し易いように、第 1 床版とスライド部材との間、あるいは固定具の頭部とスライド部材との間の摩擦抵抗を低減させる部材である。

【0028】スライド部材は、固定具の頭部と第 1 床版との間に挟持されており、これらとの間に摩擦抵抗が存在する。したがって、この摩擦抵抗が大きいと、地震時等に両桁が大きく離れて第 1 床版に対してスライド部材が相対移動しなければならない時にスライド部材と固定部材とを結ぶ伸縮継手にかかる張力が大きくなる。そして、摩擦抵抗力が伸縮継手の引張耐力よりも大きければ、伸縮継手が破損してスライド部材と固定部材との連結が解除されてしまう。これでは、車両等の通行の確保ができなくなり、場合によっては落橋の恐れもある。

【0029】上記のような現象を回避するため、ここでは摩擦低減部材を挿入して、スライド部材が第 1 床版に対して橋軸方向にスライドし易いようにし、両者の橋軸方向の移動を妨げる摩擦抵抗を減少させている。なお、摩擦低減部材は、主として静摩擦係数が小さな部材が望ましく、例えばフッ素樹脂シートなどがある。

【0030】請求項 9 に係る大変位吸収システムは、請求項 6 から 8 のいずれかに記載の大変位吸収システムであって、スライド部材の固定部材側とは反対側の橋軸方

向の端部は、舗装部と接しており、先端が尖っている。上記のように、この大変位吸収システムでは、地震時における舗装部の損傷を想定している。すなわち、スライド部材が第1床版に対して相対移動して舗装部を損傷させることを前提としたシステムとなっている。したがって、舗装部がスライド部材と第1床版との相対移動を阻害すると、スライド部材や固定部材等の舗装部以外の部分に損傷が発生することになる。これでは、地震時や地震後において通行等の確保ができなくなってしまう。

【0031】このような不具合を回避するように、ここでは、両桁が第2遊間を超えて接近したときに固定部材と衝突するスライド部材の端部と反対側のスライド部材の端部、すなわち、舗装部に接し舗装部を損傷させる端部の形状を工夫し、先端を尖らせている。このように先端を尖らせることによって、スライド部材と第1床版との相対移動を舗装部が妨げることが抑えられ、大地震時等においてスライド部材と第1床版との相対移動がより確実に行われることになる。

【0032】請求項10に係る大変位吸収システムは、請求項6から9のいずれかに記載の大変位吸収システムであって、連結部材をさらに備えている。連結部材は、スライド部材及び固定部材に連結されている。この連結部材は、伸縮継手が伸びてスライド部材及び固定部材が相対的に所定寸法だけ離れたときに、張力がかかる。スライド部材は、固定具の頭部と第1床版との間に挟持されており、これらとの間に摩擦抵抗が存在する。したがって、この摩擦抵抗が大きいと、地震時等に両桁が大きく離れて第1床版に対してスライド部材が相対移動しなければならぬ時に伸縮継手にかかる張力が大きくなる。そして、摩擦抵抗力が伸縮継手の引張耐力よりも大きければ、伸縮継手が破損してスライド部材と固定部材との連結が解除されてしまう。これでは、車両等の通行の確保ができなくなり、場合によっては落橋の恐れもある。

【0033】上記のような現象を回避するため、ここでは連結部材を配備している。この連結部材は、伸縮継手が伸びてスライド部材と固定部材とが相対的に所定寸法だけ離れたときに張力がかかるもので、このときに伸縮継手が負担している引張力の一部を負担する。これにより、伸縮継手に所定値以上の引張力が作用することがなくなる。

【0034】このように、伸縮継手の持つスライド部材と固定部材との連結という役割を補助する連結部材を設けたことによって、伸縮継手の引張耐力が余り大きく取れない場合にも、大地震時等におけるスライド部材と固定部材との連結を確保することができる。請求項11に係る大変位吸収システムは、請求項6から10のいずれかに記載の大変位吸収システムにおいて、スライド部材は、固定部材に対して、橋梁を通行する車両の通行方向の上流側に位置する。

【0035】大規模地震時において第2遊間を超える変位が発生し、第1桁と第2桁とが接近すると、スライド部材と固定部材との間の第2遊間がなくなり、両部材が衝突する。これにより、スライド部材が第1床版に対して相対的に第2桁側と反対側に移動して、スライド部材が舗装部の一部を損傷させる。このときの舗装部は、スライド部材が第1床版に対して相対的に第2桁側と反対側に移動するため、スライド部材が移動してきた空間にあった舗装部の一部が盛り上がり、第2桁側に傾斜のきつい面が形成されるような損傷を起こすことが多い。したがって、舗装部の損傷後に舗装部の上を通行する車両等にとっては、第1桁側から第2桁側へと向かう場合に較べて、第2桁側から第1桁側に向かう通行はとても困難となる。

【0036】ここでは、スライド部材を固定部材に対して通行方向の上流側に位置させ、すなわち、車両の通行方向を第1桁側から第2桁側に向かうように設定することによって、舗装部がスライド部材によって損傷したときの車両等の通行の困難性を低減している。請求項12に係る大変位吸収システムは、桁と、スライド部材と、固定部材と、伸縮継手と、舗装部とを備えており、橋台に対して桁が橋軸方向に大きく変位したときにこれを吸収する橋梁の構造である。桁は、床版を有しており、橋台（橋台の橋座）に支承されている。この桁は、橋軸方向に隣接する橋台の側面（橋台の胸壁）に対して、所定の第1遊間を開けて配置される。スライド部材は、少なくとも一部が床版の上に配置されている。このスライド部材は、床版に対する上下方向の移動が規制されており、床版に対して橋軸方向に所定の寸法だけ移動可能である。固定部材は、スライド部材に対して橋軸方向に第1遊間よりも短い所定の第2遊間を開けて橋台に固定される。伸縮継手は、スライド部材と固定部材とを連結する。舗装部は、床版、スライド部材、及び固定部材の上に配置される。

【0037】この大変位吸収システムが採用される橋梁を通行する車両等は、常時においては、舗装部及びスライド部材と固定部材とを連結している伸縮継手の上を通行する。橋軸方向に大変位が発生しうる橋梁では桁と橋台との間の第1遊間を大きく確保しなければならないが、ここではそれぞれに対して上下方向の移動が規制されるスライド部材及び固定部材を設けることで車両等の通行を確保している。すなわち、伸縮継手はスライド部材と固定部材との間の第2遊間に対応できるものであればよく、第1遊間に対応するような大規模な伸縮継手あるいは伸縮装置を設置する必要はない。

【0038】そして、ここでは、温度変化や震度法レベルの地震による第2遊間程度の変位は伸縮継手で吸収し、大規模地震における第2遊間から第1遊間の範囲にある大きさの変位は以下に示すように吸収する。第2遊間を超える変位が発生し、桁と橋台（橋台の胸壁）とが

橋軸方向に接近すると、スライド部材と固定部材との間の第2遊間がなくなり、両部材が衝突する。すると、スライド部材が床版に対して相対的に橋台側と反対側に移動する。これにより、スライド部材は舗装部の一部を損傷させるが、他の構造には殆ど損傷を与えない。

【0039】また、第2遊間を超える変位が発生し、桁と橋台とが橋軸方向に大きく離れると、伸縮継手によって連結されているスライド部材及び固定部材は大きく離れられないため、スライド部材が床版に対して相対的に橋台側に移動する。しかしながら、この状態においてもスライド部材は桁に対して上下方向の移動が規制されており、桁と橋台との間に大きな隙間が開いてもこれによって車両等の通行が完全に遮断される恐れは少ない。すなわち、桁と橋台との間には固定部材、伸縮継手、及びスライド部材のうちの少なくとも幾つかが残るため、これらによって車両等の通行を確保することができる。

【0040】このように、ここでは、桁が橋軸方向に大きな変位を伴って振動する場合でも、その大変位を吸収し、且つ車両等の通行を確保することができる。また、ほぼ全ての橋梁形式で採用が可能であり、地震後の損傷も概ね舗装部に限られ、第1遊間に対応可能な大規模な伸縮装置を導入する場合に較べて比較的安価なシステム（構造）となる。

【0041】請求項13に係る大変位吸収システムは、請求項1から12のいずれかに記載の大変位吸収システムであって、舗装部は補強材を内部に有している。大規模地震時には舗装部が損傷するが、この損傷は最小限に抑えることが望ましい。ここでは、舗装部に補強材を保有させているため、舗装部の橋軸方向の強度が向上してクラック（亀裂）の発生が抑えられ、また、クラックにより分離した舗装部の一部が地震時に飛び跳ねるような現象も抑えられる。

【0042】なお、具体的な舗装部の構成としては、例えば、2層構造からなるアスファルト舗装層の間に補強材を敷設するような構成が挙げられる。請求項14に係る大変位吸収システムは、請求項1から13にいずれかに記載の大変位吸収システムであって、伸縮継手は、端面が舗装部に接しており、縮んだ時においても端面を構成する境界部材の舗装部からの反力による所定の変形を許容する。

【0043】ここでは、伸縮継手が縮んでいるときにも伸縮継手の一構成部材である境界部材が舗装部からの反力によって所定量だけ変形できるようにされている。すなわち、伸縮継手の伸縮構造の部分が鋼製の場合であっても、縮んだときにこの部分が境界部材の所定の変形を拘束することがないようにされている。具体的には、例えば、伸縮構造の部分を主としてゴム等の弾性体で構成させたり、伸縮構造の部分が鋼製の場合には、少なくともこの部分と境界部材の間に軟質なものを介在させる。

【0044】このように、伸縮継手が縮んだ時において

舗装部からの反力により境界部材が所定の変形をすることから、ここでは大規模地震時における舗装部の損傷が少なくなる。請求項15に係る大変位吸収システムは、請求項1から14にいずれかに記載の大変位吸収システムであって、伸縮継手は所定量以上の伸びを抑えるストッパー機構を有している。

【0045】ここでは、伸縮継手の伸縮構造の部分の引張耐力が余り大きく取れない場合にも、ストッパー機構の働きによって伸縮継手の伸縮構造の部分の大きな引張力による損傷を抑えることができる。請求項16に係る大変位吸収システムは、請求項2又は7に記載の大変位吸収システムであって、長穴は段差を有している。そして、固定具は、頭部が長穴内に配置され、頭部の下面が長穴の段差部分に接する。

【0046】ここでは、スライド部材に形成する長穴を、段差を有する長穴としている。そして、固定具の頭部を段差部分に係止させることによって床版に対するスライド部材の上下移動を規制させるとともに、固定具の頭部を長穴内に収めてスライド部材よりも上方に固定具の頭部が突出しないようにしている。したがって、大規模地震時においてスライド部材の上に配置される舗装部と固定具の頭部との干渉が抑えられ、スライド部材が床版に対してより橋軸方向に移動（スライド）し易くなる。

【0047】なお、固定具の頭部と長穴の段差部分との間に摩擦低減部材を挿入すれば、大変位吸収システムの作動の信頼性がより向上する。

【0048】

【発明の実施の形態】〔第1実施形態〕本発明の一実施形態における橋梁の大変位吸収システムを採用する道路橋（橋梁）を図1に示す。この道路橋は、主として、16径間連続PC中空床版である桁1、3径間連続PC箱桁である桁2、17径間連続PC中空床版である桁3、桁3に続くPC中空床版である桁4等の複数の桁と、これらの桁を支える複数の橋脚9及び土工部7に隣接する橋台8から構成されている。それぞれの桁は、例えば図2及び図3に示すように、橋台8あるいは橋脚9上に装着される積層ゴム支承10によって支承されている。

【0049】この道路橋は、上記のように、多径間連続桁を積層ゴム支承10によって支承させる免震設計を用いた道路橋であることから、地震時においては、上部構造である桁の橋軸方向の変位量が大きくなる。しかしながら、桁と橋台、桁と桁で衝突が起これば、本来の免震設計の効果が得られないばかりでなく、最悪の場合には落橋という事態にもなりかねない。このため、図3に示すように、隣接する桁の間の第1遊間S1を60cmに設定し、桁1と橋台8との間の遊間S3を30cmに設定することで、桁の衝突の回避を図っている。これだけの遊間を開けておけば、例えば図4（a）～（e）に示すように積層ゴム支承10に支承されている桁3、4が

大規模の地震時において橋軸方向に移動しても、桁 3 と桁 4 とが衝突する危険性は極めて小さくなる。

【0050】このような桁間あるいは桁と橋台との間の遊間における車両の通行を確保するために、本実施形態においては以下に示す大変位吸収システムを導入している。この大変位吸収システムの基本的な考え方は、温度変化による変位や震度法レベルの地震による変位はゴムジョイント型式等の伸縮継手 20 で対応し、大規模地震の大きな変位については、主要な構造は破壊させずに舗装の一部のみを破壊させるというものである。

【0051】次に、図 1 に示されている連結部分（桁と桁との連結部分 C 2、C 3、C 4、及び桁と橋台との連結部分 C 1）に採用されている桁間の大変位吸収システム、及び桁橋間の大変位吸収システムについて、それぞれ説明する。

＜桁間の大変位吸収システムの構成＞桁間の大変位吸収システムについて、桁 1 と桁 2 との連結部分 C 2（図 1 参照）を例にとって以下に説明するが、桁間の他の連結部分 C 3 や C 4 等についても同様の大変位吸収システムが採用される。

【0052】図 5 に、第 1 遊間 S 1 が開けられた桁 1 の第 1 床版 3 1 と桁 2 の第 2 床版 3 2 との間をつなぐ大変位吸収システムを示す。この大変位吸収システムは、第 1 スライドプレート 4 1 と、第 2 スライドプレート 4 2 と、ゴム製の伸縮継手 20 と、アスファルト舗装部 6 1、6 2 とを備えているもので、桁 1、2 が橋軸方向に相対的に大きく変位したときに、これを吸収する。

【0053】第 1 及び第 2 床版 3 1、3 2 は、図 5（縦断面図）及び図 8（上面図）に示すもので、桁 1、2 のうち、橋梁を通行する車両を直接支える部分である。この床版 3 1、3 2 には、図に示すように、複数の孔 3 1 a、3 2 a が設けられている。これらの孔 3 1 a、3 2 a には、それぞれ雌ねじ 3 1 b、3 2 b が埋め込まれ固着されている。また、第 1 及び第 2 床版 3 1、3 2 の上端部の角には、等辺山形鋼 3 1 c、3 2 c が固着されている。これら第 1 及び第 2 床版 3 1、3 2 の間の第 1 遊間 S 1 は、桁 1、2 間の第 1 遊間 S 1 と同じ大きさである。

【0054】第 1 スライドプレート 4 1 は、図 5（縦断面図）及び図 7（上面図）に示す鋼板であって、一部が第 1 床版 3 1 の上に配置されており、一部が第 1 床版 3 1 から第 2 床版 3 2 の方に突き出ている。この第 1 スライドプレート 4 1 には、図に示すように、複数の長穴 4 1 a と、複数の雌ねじ部 4 1 b と、先端部 4 1 c とが形成されている。長穴 4 1 a は、橋軸方向に長く、この長さは第 1 遊間 S 1 よりも若干長めに設定されている。この長穴 4 1 a は、図 5 に示すように、第 1 床版 3 1 上に第 1 スライドプレート 4 1 を置いたときに第 1 床版 3 1 の雌ねじ 3 1 b の穴が中央にくるように形成されている。雌ねじ部 4 1 b は、第 1 スライドプレート 4 1 の上

面に設けられている。先端部 4 1 c は、第 2 床版 3 2 側とは反対側に形成されており、図 5 に示すように先端が尖っている。

【0055】第 2 スライドプレート 4 2 は、図 5（縦断面図）及び図 7（上面図）に示す鋼板であって、一部が第 2 床版 3 2 の上に配置されており、一部が第 2 床版 3 2 から第 1 床版 3 1 の方に突き出ている。この第 2 スライドプレート 4 2 には、図に示すように、複数の長穴 4 2 a と、複数の雌ねじ部 4 2 b と、先端部 4 2 c とが形成されている。長穴 4 2 a は、橋軸方向に長く、この長さは第 1 遊間 S 1 よりも若干長めに設定されている。この長穴 4 2 a は、図 5 に示すように、第 2 床版 3 2 上に第 2 スライドプレート 4 2 を置いたときに第 2 床版 3 2 の雌ねじ 3 2 b の穴が中央にくるように形成されている。雌ねじ部 4 2 b は、第 2 スライドプレート 4 2 の上面に設けられている。先端部 4 2 c は、第 1 床版 3 1 側とは反対側に形成されており、図 5 に示すように先端が尖っている。

【0056】第 1 スライドプレート 4 1 と第 2 スライドプレート 4 2 とは、ボルト 5 1、5 2 によって、第 1 及び第 2 床版 3 1、3 2 に対する上下方向の移動が規制されており、また、第 1 及び第 2 床版 3 1、3 2 に対して橋軸方向に所定の寸法だけ移動可能にされている。ボルト 5 1、5 2 は、床版 3 1、3 2 上にスライドプレート 4 1、4 2 を置いた状態で、胴部が長穴 4 1 a、4 2 a を貫通して雌ねじ 3 1 b、3 2 b へ締め込まれる。これにより、スライドプレート 4 1、4 2 は、ボルト 5 1、5 2 の頭部と床版 3 1、3 2 との間に挟持されて、床版 3 1、3 2 に対して上下方向に移動できなくなり、橋軸直角方向の移動も規制されるようになる。一方、ボルト 5 1、5 2 の胴部は、スライドプレート 4 1、4 2 の長穴 4 1 a、4 2 a に位置するため、スライドプレート 4 1、4 2 に対して相対的に移動可能である。言い換えれば、スライドプレート 4 1、4 2 は、床版 3 1、3 2 に対して橋軸方向に移動することができる。

【0057】また、第 1 及び第 2 スライドプレート 4 1、4 2 の橋軸方向の間には、第 2 遊間 S 2 が開けられている（図 5 及び図 7 参照）。この第 2 遊間 S 2 は、ここでは 8 cm に設定されている。伸縮継手 20 は、図 5（縦断面図）及び図 6（上面図）に示すもので、第 1 スライドプレート 4 1 と第 2 スライドプレート 4 2 とを連結する。この伸縮継手 20 は、ゴムと鋼板を組み合わせたもので、橋軸方向両端部が、ボルト 2 1、2 2 によって、スライドプレート 4 1、4 2 の雌ねじ部 4 1 b、4 2 b に固定されている。そして、温度変化によって桁 1、2 が伸縮したときには、伸縮継手 20 が伸縮することで橋軸方向の変位を吸収する。なお、ここではゴム製の伸縮継手 20 を採用しているが、同等の性能を有する鋼製の伸縮装置を用いることも可能である。

【0058】アスファルト舗装部 6 1 は、図 5 及び図 6

に示すように、第1床版31及び第1スライドプレート41の上に配置される。アスファルト舗装部62は、第2床版32及び第2スライドプレート42の上に配置される。このアスファルト舗装部61、62の表面高さと同伸縮継手20の上面の高さとは概ね一致しており、これらの上を通る車両の通行に支障が出ないようにされている。

＜桁間の大変位吸収システムの動作＞上記の大変位吸収システムが採用される橋梁を通行する車両は、常時においては、アスファルト舗装部61、62及び伸縮継手20の上を通行する。伸縮継手20は、両スライドプレート41、42間の第2遊間S2の部分を除いては、両スライドプレート41、42に下部を支えられている。したがって、図5に示すように第2遊間S2の部分に伸縮継手20の鋼板部分を配置するようにすれば、車両の重量がかかっても伸縮継手20が損傷することはない。

【0059】上記のように伸縮継手20は温度変化による桁1、2の変位を吸収するが、震度法レベルの小さな地震による桁1、2の変位についても伸縮継手20によって吸収することができる。ここでは、桁1、2の相対変位が第2遊間S2以下であれば、伸縮継手20によりその変位を吸収できるようにされている。大規模地震時においては、桁1、2の相対変位が第2遊間S2を超えることが想定される。第2遊間S2を超える相対変位が発生して第1床版31と第2床版32とが接近すると、第1スライドプレート41と第2スライドプレート42との間の第2遊間S2がなくなり、両スライドプレート41、42が衝突する。その後、両スライドプレート41、42は相対移動できなくなり、第1スライドプレート41は第1床版31に対して第2床版32側と反対側に移動し、第2スライドプレート42は第2床版32に対して第1床版31側と反対側に移動する。すると、図9に示すように、アスファルト舗装部61、62が、スライドプレート41、42及びこれらに固定されている伸縮継手20の端面によって圧縮力を受けて、スライドプレート41、42の上方に隆起する。

【0060】また、桁1と桁2とが第2遊間S2を超えて大きく離れると、両スライドプレート41、42が伸縮継手20によって連結されていてある寸法以上は橋軸方向に離れられないので、第1スライドプレート41は第1床版31に対して第2床版32側に移動し、第2スライドプレート42は第2床版32に対して第1床版31側に移動する。したがって、床版31、32に対するスライドプレート41、42の飛び出しが大きくなるが、この状態においてもスライドプレート41、42は床版31、32に対してボルト51、52によって上下方向に一体化されているため、両床版31、32間に大きな隙間が開いても、これによって車両の通行が完全に遮断される恐れは少ない。すなわち、両床版31、32間には両スライドプレート41、42及び伸縮継手20

が残るため、これらによって車両の通行を確保することができる。

【0061】本実施形態の大変位吸収システムでは、上記のように、大規模地震時にあってはアスファルト舗装部61、62の一部が損傷してしまうが、他の構造には殆ど損傷を与えない。また、アスファルト舗装部61、62が一部破壊されるだけであるので、地震後の復旧を比較的早期に完了することができる。このように、両桁1、2が橋軸方向に大きな変位を伴って振動する場合でも、その大変位を吸収し、且つ車両の通行を確保することができる。

【0062】また、この桁間の大変位吸収システムは、ほぼ全ての橋梁形式で採用が可能であり、地震後の損傷も概ねアスファルト舗装部61、62に限られ、第1遊間S1に対応可能な大規模な伸縮装置を導入する場合に較べて比較的安価なシステム（構造）となる。すなわち、この大変位吸収システムは、構造・メカニズムがシンプルで、身近にある材料、容易な加工で製作することが可能であるので、非常に経済的なものとなっている。

【0063】また、この大変位吸収システムでは地震時におけるアスファルト舗装部61、62の損傷を前提としている。すなわち、スライドプレート41、42が床版31、32に対して相対移動してアスファルト舗装部61、62を損傷させることを前提としたシステムとなっている。したがって、アスファルト舗装部61、62がスライドプレート41、42と床版31、32との相対移動を阻害すると、スライドプレート41、42や伸縮継手20等のアスファルト舗装部61、62以外の部分に損傷が発生する恐れがある。しかしながら、ここではスライドプレート41、42に先端部41c、42cを形成し、この先端を尖らせている。これにより、スライドプレート41、42が床版31、32からアスファルト舗装部61、62を剥がしながら床版31、32に対してスライドし易くなり、大地震時等においてスライドプレート41、42と床版31、32との相対移動がより確実に行われる。

＜桁橋台間の大変位吸収システム＞上記の桁間の大変位吸収システムは、第1床版31を図2における橋台8の上部、第2床版32を図2における桁1の床版と考えれば、そのまま桁1と橋台8との連結部分C1に採用することができる。

＜非免震橋梁への適用＞ここでは、多径間連続桁を積層ゴム支承10によって支承させる免震設計を用いた橋梁に対して大変位吸収システムを適用しているが、非免震設計（分散設計）による橋梁の場合にも桁遊間が30cmを超える場合があり、このような非免震橋梁に対しても上記のような大変位吸収システムの適用が有効である。

【0064】〔第2実施形態〕上記第1実施形態の大変位吸収システムを有効に機能させるためには、床版3

1, 32が大きく離れたときにスライドプレート41, 42を連結させておく力を伸縮継手20が負担しなければならない。

【0065】すなわち、スライドプレート41, 42は、ボルト51, 52の頭部と床版31, 32との間に挟持されており、これらとの間に摩擦抵抗が存在する。したがって、この摩擦抵抗が大きいと、地震時等に床版31, 32が大きく離れて床版31, 32に対してスライドプレート41, 42が相対移動しなければならない時にスライドプレート41, 42を結ぶ伸縮継手20にかか

る張力が大きくなる。
【0066】このように第1実施形態の伸縮継手20には大きな張力が地震時に作用するが、これが伸縮継手20の引張耐力よりも大きければ、伸縮継手20が破損して両スライドプレート41, 42の連結が解除されてしまう。これでは、車両の通行の確保ができなくなり、場合によっては落橋の恐れもある。したがって、上記第1実施形態の構造の場合には、伸縮継手20として引張耐力の大きい高価な伸縮継手を採用しなければならない。

【0067】本実施形態は、伸縮継手20の引張耐力が小さな場合にもスライドプレート41, 42の連結を確保し、伸縮継手20の破損を防ぐ大変位吸収システムの一例であり、第1実施形態の構成に図10に示すチェーン70、あるいは図11に示す連結装置を追加したものである。図10に示すチェーン70は、橋梁の幅方向に複数配備されており、スライドプレート41, 42がある程度橋軸方向に離れると張力がかかるように両スライドプレート41, 42に固定されている。スライドプレート41, 42には、複数の切欠き41d, 42dが形成されており、この切欠き41d, 42d内に突起41e, 42eが延びている。そして、突起41e, 42eにはチェーン70の両端が固定されている。図10に示すように、常時においては、チェーン70は若干垂れるように装着されている。

【0068】スライドプレート41, 42が離れて伸縮継手20が伸びると、チェーン70に張力がかかり、伸縮継手20が負担している引張力の一部をチェーン70が負担する。これにより、伸縮継手20に所定値以上の引張力が作用することがなくなる。なお、床版31, 32には切欠き部31d, 32dが形成されており、両床版31, 32が接近するときにもチェーン70が床版31, 32に衝突することはない。

【0069】図11に示す連結装置は、橋梁の幅方向に複数配備されており、主として、連結棒81と、ナット82と、ストッパー41f, 42fとから構成される。ストッパー41f, 42fは、スライドプレート41, 42の橋軸方向下端部に固着されている。ストッパー41f, 42fには、連結棒81の直径よりも若干大きい径の円孔が橋軸方向に開けられており、これらの円孔を連結棒81が貫通している。この連結棒81の両端部に

はナット82が締められている。ナット82とストッパー41f, 42fとの間には、図11に示すように、スポンジ83や座金84などが挿入されている。

【0070】スライドプレート41, 42が離れて伸縮継手20が伸びると、スポンジ83が縮み、その後連結棒81に張力がかかり、伸縮継手20が負担している引張力の一部を連結棒81が負担する。これにより、伸縮継手20に所定値以上の引張力が作用することがなくなる。なお、床版31, 32には切欠き部31e, 32eが形成されており、両床版31, 32が接近するときにも伸縮装置の構成部品が床版31, 32に衝突することはない。

【0071】このように、本実施形態では、伸縮継手20の持つ両スライドプレート41, 42の連結という役割を補助するチェーン70あるいは連結装置を設けたことによって、伸縮継手20の引張耐力が余り大きく取れない場合にも、大地震時等における両スライドプレート41, 42の連結を確保することができる。

〔第3実施形態〕

本実施形態の大変位吸収システムは、第1実施形態あるいは第2実施形態の大変位吸収システムであって、床版31, 32とスライドプレート41, 42との間に図12に示すゴム板33a及びフッ素樹脂シート33bを、スライドプレート41, 42とアスファルト舗装部61, 62との間にカバープレート43を、スライドプレート41, 42と伸縮継手20との間にゴム板23をそれぞれ挿入したものである。

【0072】フッ素樹脂シート（摩擦低減部材）33bは、床版31, 32に対してスライドプレート41, 42がスライドし易いように、両者の摩擦抵抗を和らげる働きをする。ゴム板33aは、フッ素樹脂シート33bと床版31, 32とをなじませる役割を果たす。カバープレート（摩擦低減部材）43にはボルト51, 52が貫通する円孔が形成されており、ボルト51, 52によって床版31, 32に対して橋軸方向に移動不能にされている。したがって、ボルト51, 52の頭部はカバープレート43の上に位置する。このカバープレート43は、鋼板であり、スライドプレート41, 42とアスファルト舗装部61, 62との摩擦抵抗を和らげる働きをする。

【0073】このように、本実施形態においてはフッ素樹脂シート33bやカバープレート43を挿入して床版31, 32及びアスファルト舗装部61, 62に対してスライドプレート41, 42がスライドし易いようにしているため、スライド時の抵抗力が小さくなり、伸縮継手20等に作用する引張力が抑えられる。

〔第4実施形態〕

上記第1実施形態の大変位吸収システムに代え、以下に示すようなシステムによって、図1に示す連結部分（C1～C4）を構成しても良い。

【0074】本実施形態の大変位吸収システムを、桁1と桁2との連結部分C2（図1参照）を例にとって以下に説明する。図13に、第1遊間S1が開けられた桁1の第1床版131と桁2の第2床版132との間をつなぐ大変位吸収システムを示す。この大変位吸収システムは、スライドプレート141と、固定プレート142と、ゴム製の伸縮継手120と、アスファルト舗装部161、162とを備えているもので、桁1、2が橋軸方向に相対的に大きく変位したときに、これを吸収することができる。

【0075】第1及び第2床版131、132には、図13に示すように、複数の孔131a、132aが設けられている。これらの孔131a、132aには、それぞれ雌ねじ131b、132bが埋め込まれ固着されている。また、第1及び第2床版131、132の上端部の角には、等辺山形鋼131c、132cが固着されている。これら第1及び第2床版131、132の間の第1遊間S1は、桁1、2間の第1遊間S1と同じ大きさである。

【0076】スライドプレート141は、鋼板であって、一部が第1床版131の上に配置されており、一部が第1床版131から第2床版132の方に突き出ている。このスライドプレート141には、複数の長穴141aと、複数の雌ねじ部141bと、尖端部141cとが形成されている。長穴141aは、橋軸方向に長く、この長さは第1遊間S1よりも若干長めに設定されている。この長穴141aは、第1床版131上にスライドプレート141を置いたときに第1床版131の雌ねじ131bの穴が中央にくるように形成されている。雌ねじ部141bは、スライドプレート141の上面に設けられている。尖端部141cは、第2床版132側とは反対側に形成されており、図13に示すように先端が尖っている。

【0077】スライドプレート141は、ボルト151によって、第1床版131に対する上下方向の移動及び橋軸直角方向の移動が規制されており、また、第1床版131に対して橋軸方向両方向に第1遊間S1の寸法だけ移動可能にされている。ボルト151は、第1床版131上にスライドプレート141を置いた状態で、胴部が長穴141aを貫通して雌ねじ131bへ締め込まれる。これにより、スライドプレート141は、ボルト151の頭部と第1床版131との間に挟持されて、第1床版131に対して上下方向及び橋軸直角方向に移動できなくなる。一方、ボルト151の胴部は、スライドプレート141の長穴141aに位置するため、スライドプレート141に対して相対的に移動可能である。言い換えれば、スライドプレート141は、第1床版131に対して橋軸方向に移動することができる。

【0078】固定プレート142は、鋼板であって、一部が第2床版132の上に配置されており、一部が第2

床版132から第1床版131の方に突き出ている。この固定プレート142には、複数の円孔142aと、複数の雌ねじ部142bとが形成されている。この固定プレート142は、円孔142aを貫通するボルト152が第2床版132の雌ねじ132bへ締め込まれることによって、第2床版132に移動不能に固着される。

【0079】また、スライドプレート141及び固定プレート142の橋軸方向の間には、第2遊間S2が開けられている（図13参照）。この第2遊間S2は、ここでは8cmに設定されている。伸縮継手120は、スライドプレート141と固定プレート142とを連結する。この伸縮継手120は、ゴムと鋼板を組み合わせたもので、橋軸方向両端部が、ボルト121、122によって、スライドプレート141の雌ねじ部141b、固定プレート142の雌ねじ部142bに固定されている。そして、温度変化によって桁1、2が伸縮したときには、伸縮継手120が伸縮することで橋軸方向の変位を吸収する。

【0080】アスファルト舗装部161は、図13に示すように、第1床版131及び第1スライドプレート141の上に配置される。アスファルト舗装部162は、第2床版132及び固定プレート142の上に配置される。上記の大変位吸収システムが採用される橋梁を通行する車両は、常時においては、アスファルト舗装部161、162及び伸縮継手120の上を通行する。伸縮継手120は、スライドプレート141及び固定プレート142間の第2遊間S2の部分を除いては、両プレート141、142に下部を支えられている。

【0081】上記のように伸縮継手120は温度変化による桁1、2の変位を吸収するが、震度法レベルの小さな地震による桁1、2の変位についても伸縮継手120によって吸収することができる。ここでは、桁1、2の相対変位が第2遊間S2以下であれば、伸縮継手120によりその変位を吸収できるようにされている。大規模地震時においては、桁1、2の相対変位が第2遊間S2を超えることが想定される。第2遊間S2を超える相対変位が発生して第1床版131と第2床版132とが接近すると、スライドプレート141と固定プレート142との間の第2遊間S2がなくなり、両プレート141、142が衝突する。その後、両プレート141、142は相対移動できなくなり、スライドプレート141は第1床版131に対して第2床版132側と反対側に移動する。すると、アスファルト舗装部161が、スライドプレート141及びこれらに固定されている伸縮継手120の端面によって圧縮力を受けて、スライドプレート141の上方に隆起する。

【0082】また、桁1と桁2とが第2遊間S2を超えて大きく離れると、両プレート141、142が伸縮継手120によって連結されていてある寸法以上は橋軸方向に離れられないので、スライドプレート141は第1

床版 1 3 1 に対して第 2 床版 1 3 2 側に移動する。したがって、第 1 床版 1 3 1 に対するスライドプレート 1 4 1 の飛び出しが大きくなるが、この状態においてもスライドプレート 1 4 1 は第 1 床版 1 3 1 に対してボルト 1 5 1 によって上下方向に一体化されているため、両床版 1 3 1、1 3 2 間に大きな隙間が開いても、これによって車両の通行が完全に遮断される恐れは少ない。すなわち、両床版 1 3 1、1 3 2 間にはスライドプレート 1 4 1、固定プレート 1 4 2、及び伸縮継手 1 2 0 が残るため、これらによって車両の通行を確保することができ

【0083】本実施形態の大変位吸収システムでは、上記のように、大規模地震時にあってはアスファルト舗装部 1 6 1 の一部が損傷してしまうが、他の構造には殆ど損傷を与えない。また、アスファルト舗装部 1 6 1 が一部破壊されるだけであるので、地震後の復旧を比較的早期に完了することができる。このように、両桁 1、2 が橋軸方向に大きな変位を伴って振動する場合でも、その大変位を吸収し、且つ車両の通行を確保することができる。

【0084】また、上記の大変位吸収システムは、第 1 床版 1 3 1 を図 2 における桁 1 の床版、第 2 床版 1 3 2 を図 2 における橋台 8 の上部と考えれば、そのまま桁 1 と橋台 8 との連結部分 C 1 に採用することができる。また、スライドプレート 1 4 1 がアスファルト舗装部 1 6 1 の一部を損傷させるとき、スライドプレート 1 4 1 及び伸縮継手 1 2 0 の側端面が第 1 床版 1 3 1 に対して相対的に第 2 床版 1 3 2 側と反対側に移動するため、スライドプレート 1 4 1 が移動してくる空間にあったアスファルト舗装部 1 6 1 の一部が盛り上がり、スライドプレート 1 4 1 上方のアスファルト舗装部 1 6 1 がスライドプレート 1 4 1 から剥がれて伸縮継手 1 2 0 に乗り上げ、第 2 床版 1 3 2 側に傾斜のきつい面が形成されるような損傷を起こすことが多い。したがって、アスファルト舗装部 1 6 1 の損傷後にこの上を通行する車両にとっては、第 1 床版 1 3 1 側から第 2 床版 1 3 2 側へと向かう場合に較べて、第 2 床版 1 3 2 側から第 1 床版 1 3 1 側に向かう通行はとても困難となる。したがって、スライドプレート 1 4 1 が固定プレート 1 4 2 に対して通行方向の上流側に位置するように配置を工夫すれば、アスファルト舗装部 1 6 1 が損傷したときの車両の通行の困難性を低減することができる。例えば、車線によって、上り車線では桁 1 側にスライドプレートを配置し、下り車線では桁 2 側にスライドプレートを配置するといった工夫をすることができる。

【0085】また、第 2 実施形態のチェーン 7 0 や連結装置を本実施形態の大変位吸収システムに採用しても良いし、第 3 実施形態のフッ素樹脂シート 3 3 b やカバープレート 4 3 を本実施形態の大変位吸収システムに採用しても良い。

〔第 5 実施形態〕

上記第 4 実施形態においては、スライドプレート 1 4 1 と固定プレート 1 4 2 との間の第 2 遊間 S 2 の橋軸方向の位置を第 1 遊間 S 1 の橋軸方向の位置のほぼ中央にくるような構造を採っているが、図 1 4 に示すように、第 2 遊間 S 2 の位置を第 1 遊間 S 1 の橋軸方向の位置の端に持ってくることもできる。

【0086】第 4 実施形態の図 1 3 に示す構造の場合には、常時における車両重量によって両プレート 1 4 1、1 4 2 のオーバーハング部分（各床版 1 3 1、1 3 2 から飛び出している部分）が垂れるため、両プレート 1 4 1、1 4 2 の隣接する端部の高さ位置に多少のずれが出るとともに端部が若干下に向くことになる。したがって、両プレート 1 4 1、1 4 2 の変位量及び変位角によっては、地震時において両プレート 1 4 1、1 4 2 の端部同士がうまく衝突しない恐れがある。この場合には、大変位吸収システムがうまく作動せず、アスファルト舗装部 1 6 1 以外の部位が損傷することもある。このような不具合を回避して大変位吸収システムの作動信頼性を確保するためには、両プレート 1 4 1、1 4 2 について端部の高さ位置及び端部の向きの変化量を抑える設計（板厚や断面形状の設定）を行わなければならない。

【0087】これに対して図 1 4 に示す本実施形態では、スライドプレート 1 4 1 の固定プレート 1 4 2 に隣接する端部の高さ位置及び平行度が車両重量によって変化しないため、固定プレート 1 4 2 の端部の高さ位置及び端部の向きの変化量を抑えるようにすれば大変位吸収システムの作動の信頼性を確保することができる。

〔第 6 実施形態〕上記第 4 及び第 5 実施形態においては、スライドプレート 1 4 1 と固定プレート 1 4 2 との間の第 2 遊間 S 2 の橋軸方向の位置を第 1 遊間 S 1 の橋軸方向の位置にくるような構造を採っているが、図 1 5 に示すように、第 2 遊間 S 2 の位置を第 1 床版 1 3 1 あるいは第 2 床版 1 3 2 の上方に持ってくることもできる。

【0088】図 1 5 に示すように、第 2 遊間 S 2 の橋軸方向の位置を第 1 遊間 S 1 の橋軸方向の位置とずらして完全に第 1 床版 1 3 1 上に持ってくると、スライドプレート 1 4 1 及び固定プレート 1 4 2 の隣接する両端部の高さ位置及び平行度が車両重量によって変化しないため、大変位吸収システムの作動の信頼性がより高くなる。

【0089】〔第 7 実施形態〕上記各実施形態の大変位吸収システムは、大規模地震発生時には、スライドプレートがアスファルト舗装部に対して貫入方向及び引き抜き方向に交互に移動する。この際、初動が引き抜き方向になると、アスファルト舗装部には橋軸直角方向に沿った亀裂が入り、アスファルト舗装部が破断する恐れがある。アスファルト舗装部が破断すると、次ぎに貫入方向にスライドプレートが移動したときに、アスファルト舗

10

20

30

40

50

装部が飛び跳ねるような現象を示す傾向があり、車両の通行を妨げることになる。

【0090】このような舗装部の亀裂を抑えるためには、アスファルト舗装部に補強材を加えることが好ましい。例えば、アスファルト舗装部を2層構造からなるアスファルト舗装層の間に補強材を敷設するような構成とすれば、舗装部の橋軸方向の強度が向上してクラック（亀裂）の発生が抑えられるとともに、亀裂が入ったとしてもアスファルト舗装部の一部が分離して飛び跳ねる現象が抑えられる。

【0091】なお、補強材としては、不織布やガラス繊維を含んだものなどが挙げられる。

〔第8実施形態〕図16に第4実施形態の大変位吸収システムの大規模地震時における一作動図を示す。両床版131、132が相対的に近づいて第1床版131が点線で示す位置まで第2床版132に近づくと、スライドプレート141は第1床版131に対して第2床版132側と反対側に移動し、アスファルト舗装部161が、スライドプレート141に固定されている伸縮継手120の端面を構成するL型鋼材（境界部材）121aから圧縮力を受けてスライドプレート141の上方に隆起する（図16の点線で示すアスファルト舗装部161参照）。

【0092】ここにおいて、伸縮継手120の伸縮構造の主要部分がゴムにより構成されているため、伸縮継手120が縮んでいる時でもアスファルト舗装部161と接しているL型鋼材121aの垂直端面は内側（第2床版132側）に倒れる（図16の点線で示すL型部材121a参照）。このように、L型部材121aがアスファルト舗装部161からの反力によって変形するため、アスファルト舗装部161の隆起が抑えられている。

【0093】これに対し、本実施形態においては図17に示す伸縮継手221を採用している。この伸縮継手221は、伸縮構造部分221cが弾性体から構成されておらず、例えば鋼材の組み合わせにより構成されていて、縮んだときには概ね剛体となるものである。したがって、アスファルト舗装部161と接する端面を構成するL型鋼材221aと伸縮構造部分221cとの間にもし何も介在しなければ、大規模地震時において伸縮継手221が縮んだときにはL型鋼材221aが変形できず、アスファルト舗装部161の隆起形状や隆起の具合が悪くなる。

【0094】しかし、図17にあるように、ここではL型鋼材221aと伸縮構造部分221cとの間に軟質部221bを設けて、伸縮継手221が縮んでいるときにもL型鋼材221aがアスファルト舗装部161からの反力によって所定量だけ変形できるようにされている。これにより、大規模地震時においてアスファルト舗装部161が隆起する場合にも、その隆起は良好なものとなる。

【0095】〔第9実施形態〕上記第2実施形態では、図10に示すチェーン70、あるいは図11に示す連結装置によって伸縮継手20の引張強度を補助させているが、以下に示すような方法によって伸縮継手の引張強度を補強しても良い。

（1）伸縮継手の内部にチェーン等の連結部材を備えさせる。

（2）図18に示すように、伸縮継手321を、伸縮するゴム部321f及びゴム部321fが伸びたときに互いに係止し合うような係止部を持った鋼製部材321a～321eにより構成し、所定量だけ伸びると鋼製部材321a～321eによって機械的に連結されるようにする。

（3）伸縮継手のゴム部に繊維材等を配合して、ゴム部のせん断強度を増加させる。

【0096】〔第10実施形態〕

上記第1実施形態では、スライドプレート41、42に図5に示すような長穴41a、42aを形成しているが、本実施形態においては、スライドプレート41、42に図19に示す切欠き41g、42gをさらに形成して、この切欠き41g、42g内にボルト51、52の頭部を配置している。

【0097】切欠き41g、42gは、橋軸直角方向にはボルト51、52の頭部の寸法よりも若干大きい寸法であり、橋軸方向には図19に示すように長穴41a、42aよりも若干大きな寸法である。長穴41a、42aがボルト51、52の胴部を貫通させる大きさに形成されているのに対し、この切欠き41g、42gはボルト51、52の頭部を収容できるように形成されている。そして、切欠き41g、42gと長穴41a、42aとの段差部分の水平面には、ボルト51、52の頭部の下面が当接する。このボルト51、52の頭部の下面には、フッ素樹脂シートが貼付されており、摩擦抵抗を和らげている。

【0098】ここでは、スライドプレート41、42に長穴41a、42aに加えて切欠き41g、42gを形成している。言い換えれば、スライドプレート41、42に形成する長穴を、段差を有する長穴（41a、41g及び42a、42g）としている。そして、ボルト51、52の頭部を段差部分に係止させることによって床版31、32に対するスライドプレート41、42の上下移動を規制させるとともに、ボルト51、52の頭部を切欠き41g、42g内に収めてスライドプレート41、42よりも上方にボルト51、52の頭部が突出しないようにしている（図19参照）。したがって、大規模地震時においてアスファルト舗装部61、62とボルト51、52の頭部との干渉が抑えられ、スライドプレート41、42が床版31、32に対して橋軸方向にスライドし易くなっている。

【0099】なお、ここではボルト51、52の頭部の

下面にフッ素樹脂シートを貼付しているが、このボルト 5 1, 5 2 の頭部の下面に摩擦を低減するコーティングを施しても良いし、段差部分の水平面上に摩擦を低減するような工夫をしても良い。また、ボルト 5 1, 5 2 の頭部が切欠き 4 1 g, 4 2 g 内に収まりスライドプレート 4 1, 4 2 の上面がフラットな状態となるため、スライドプレート 4 1, 4 2 とアスファルト舗装部 6 1, 6 2 との間にフッ素樹脂シートを挿入する場合にもこれが容易となる。

【0100】

【発明の効果】本発明では、小規模地震の地震動や温度収縮等に対する変形には伸縮継手で対処し、大規模地震時等により伸縮継手の可能変形量を超えるような変形に対しては、スライド部材によって舗装部の一部を損傷させてその変形を吸収する。このように、スライド部材を舗装部に貫入させる構造とすることにより、全ての橋梁形式での採用が可能となるとともに、地震後の損傷度が低く抑えられ車両の通行を確保できる。また、本発明により、比較的安価で、かつ、簡易な構造で必要な桁遊間を確保することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態の大変位吸収システムを採用する橋梁の側面概略図。

【図 2】橋台による桁の支持構造図。

【図 3】橋脚による桁の支持構造図。

【図 4】地震時の桁の挙動。

【図 5】大変位吸収システムの縦断面図。

【図 6】伸縮継手及びアスファルト舗装部の上面図。

【図 7】スライドプレートの上面図。

【図 8】床版の上面図。

【図 9】地震時の大変位吸収システムの動作図。

【図 10】第 2 実施形態の大変位吸収システムの縦断面図。

【図 11】第 2 実施形態の大変位吸収システムの縦断面図。

【図 12】第 3 実施形態の大変位吸収システムの一部縦断面図。

【図 13】第 4 実施形態の大変位吸収システムの縦断面図。

【図 14】第 5 実施形態の大変位吸収システムの縦断面図。

【図 15】第 6 実施形態の大変位吸収システムの縦断面図。

【図 16】第 4 実施形態の伸縮継手周辺の縦断面図。

【図 17】第 8 実施形態の伸縮継手周辺の縦断面図。

【図 18】第 9 実施形態の伸縮継手の縦断面図。

【図 19】第 10 実施形態の大変位吸収システムの縦断面図。

【図 20】従来のロックオフ構造図。

【図 21】従来のロックオフ構造図。

【符号の説明】

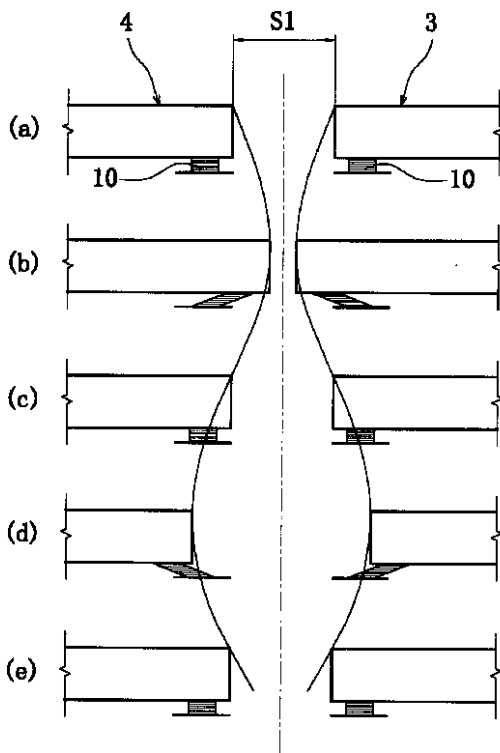
- 1 桁 (第 1 桁)
- 2 桁 (第 2 桁)
- 8 橋台
- 9 橋脚
- 10 20, 120 伸縮継手
- 31, 131 第 1 床版
- 32, 132 第 2 床版
- 10 積層ゴム支承
- 33b フッ素樹脂シート (摩擦低減部材)
- 41 第 1 スライドプレート (第 1 スライド部材)
- 42 第 2 スライドプレート (第 2 スライド部材)
- 41a, 42a, 141a 長穴
- 41c, 42c, 141c 先端部
- 41g, 42g 切欠き (長穴)
- 20 43 カバープレート (摩擦低減部材)
- 51, 52, 151, 152 ボルト (固定具)
- 61, 62, 151, 152 アスファルト舗装部 (舗装部)
- 70 チェーン (連結部材)
- 81 連結棒 (連結部材)
- 121a L 型鋼材 (境界部材)
- 142 固定プレート (固定部材)
- 321 伸縮継手
- S1 第 1 遊間
- 30 S2 第 2 遊間
- S3 遊間

【要約】

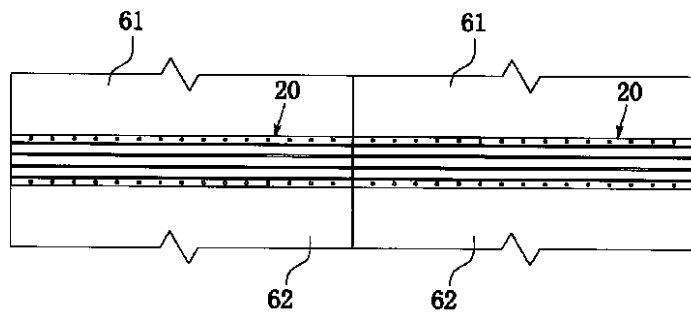
【課題】 地震後の損傷度を低く抑えて車両交通を確保できる橋梁の大変位吸収システムを提供する。

【解決手段】 第 1 スライドプレート 4 1 と、第 2 スライドプレート 4 2 と、伸縮継手 2 0 と、アスファルト舗装部 6 1, 6 2 とを備え、床版 3 1, 3 2 が橋軸方向に相対的に大変位したときにこれを吸収する。両床版 3 1, 3 2 の間には、第 1 遊間 S 1 が開けられる。スライドプレート 4 1, 4 2 は、床版 3 1, 3 2 に対する上下方向の移動が規制されており、床版 3 1, 3 2 に対して橋軸方向に所定の寸法だけ移動可能である。両スライドプレート 4 1, 4 2 の間には、第 1 遊間 S 1 よりも短い第 2 遊間 S 2 が開けられる。伸縮継手 2 0 は、両スライドプレート 4 1, 4 2 を連結する。

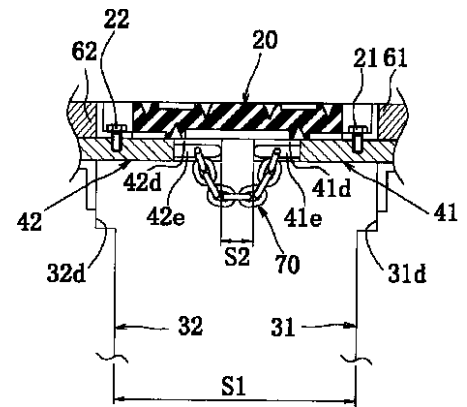
【図4】



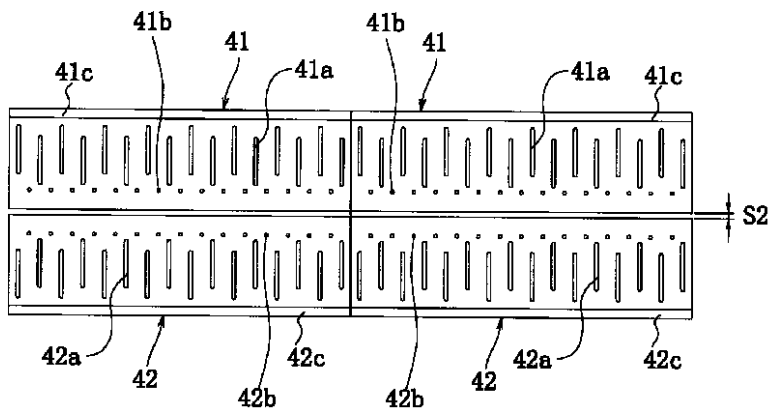
【図6】



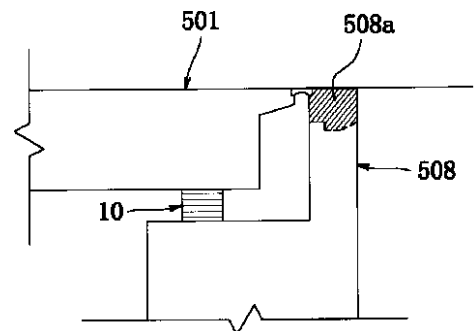
【図10】



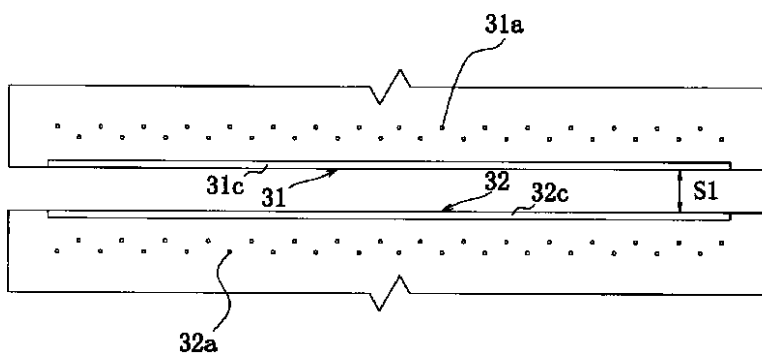
【図7】



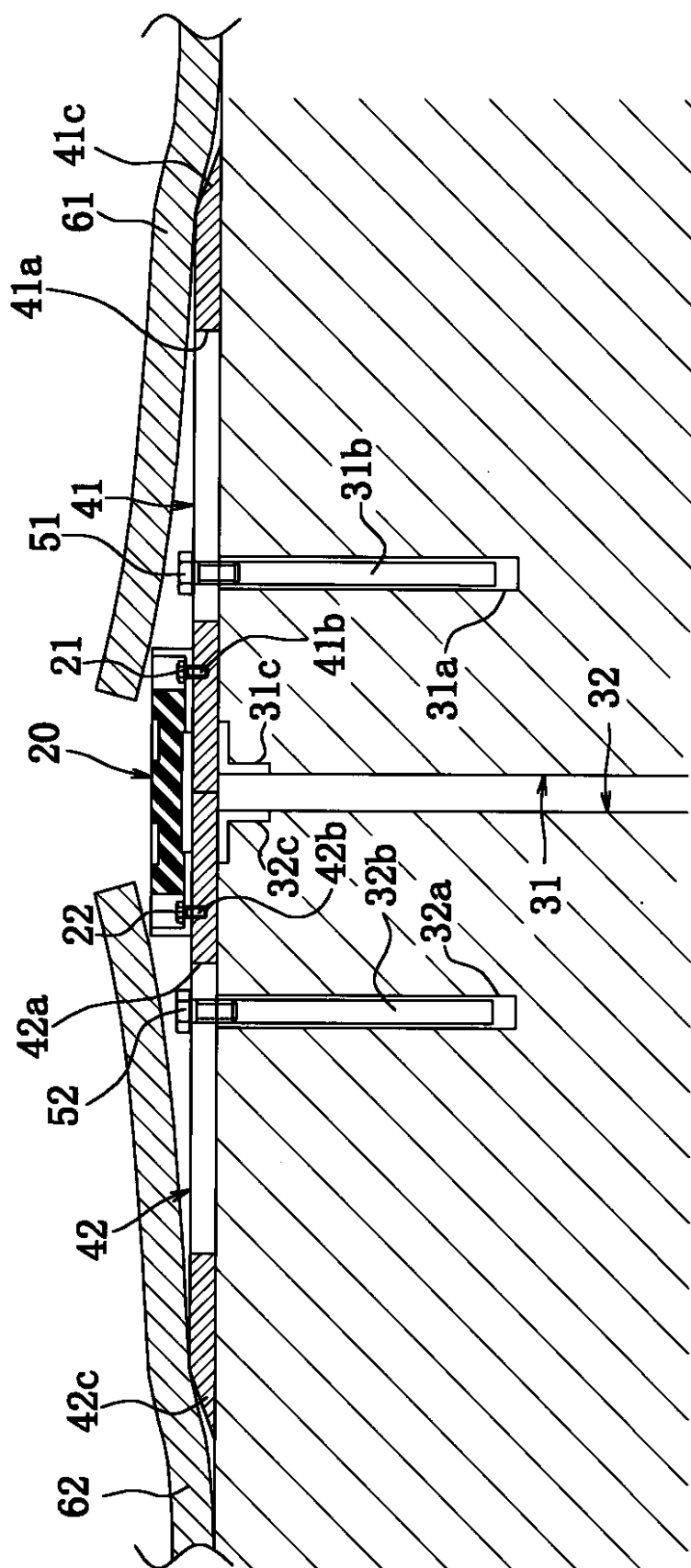
【図20】



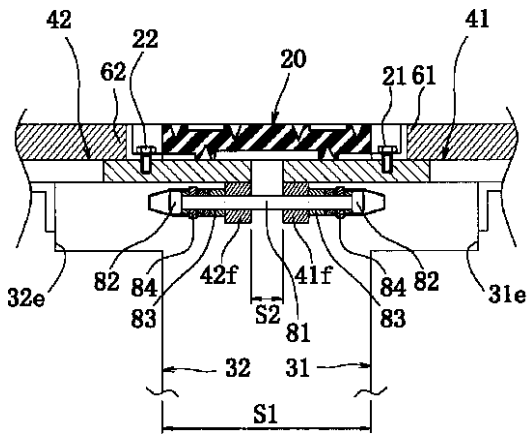
【図8】



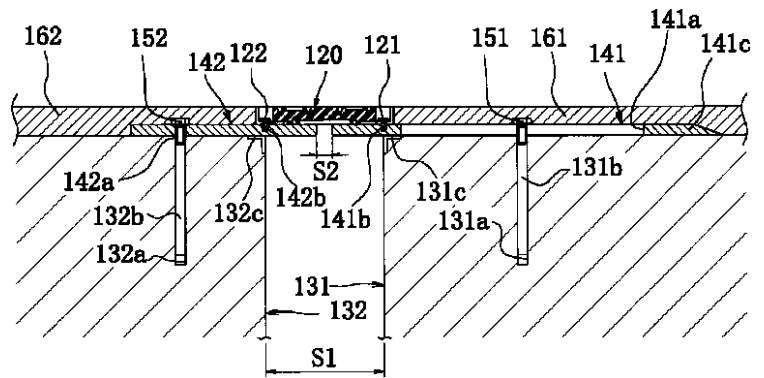
【図 9】



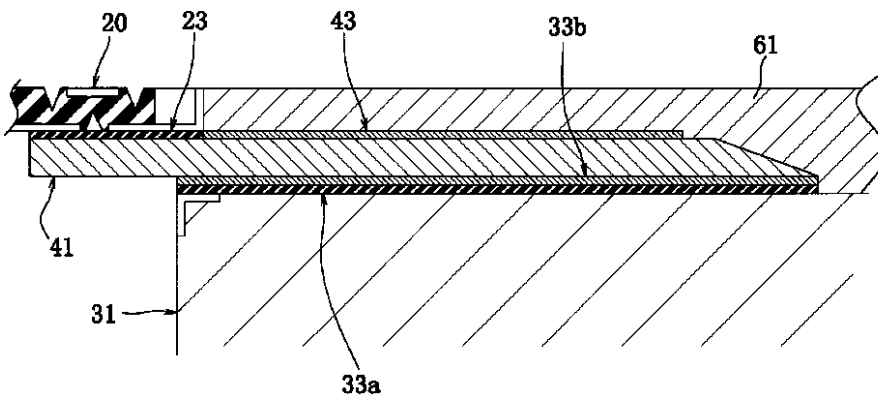
【図11】



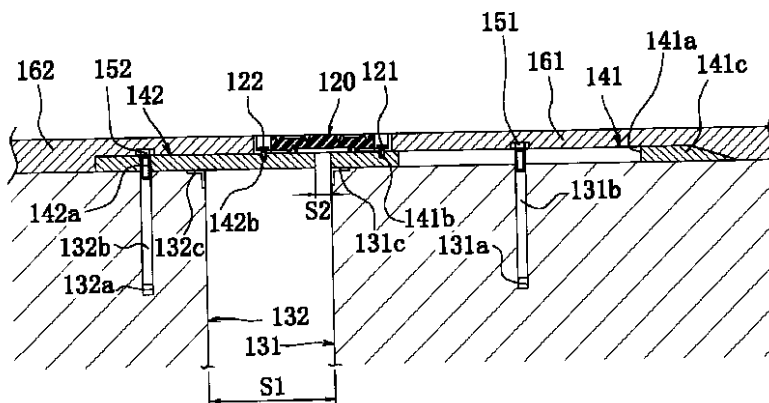
【図13】



【図12】

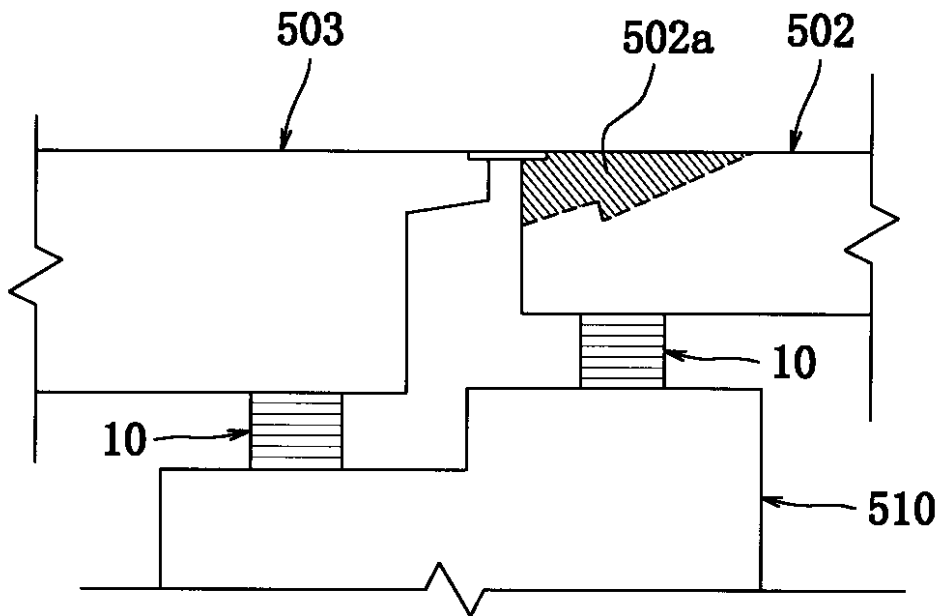


【図14】

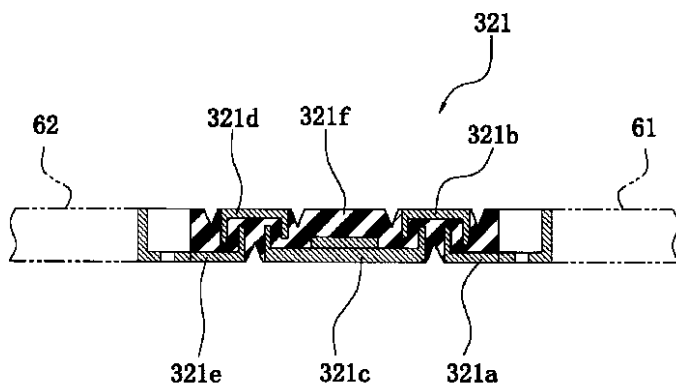


[illegible][illegible]

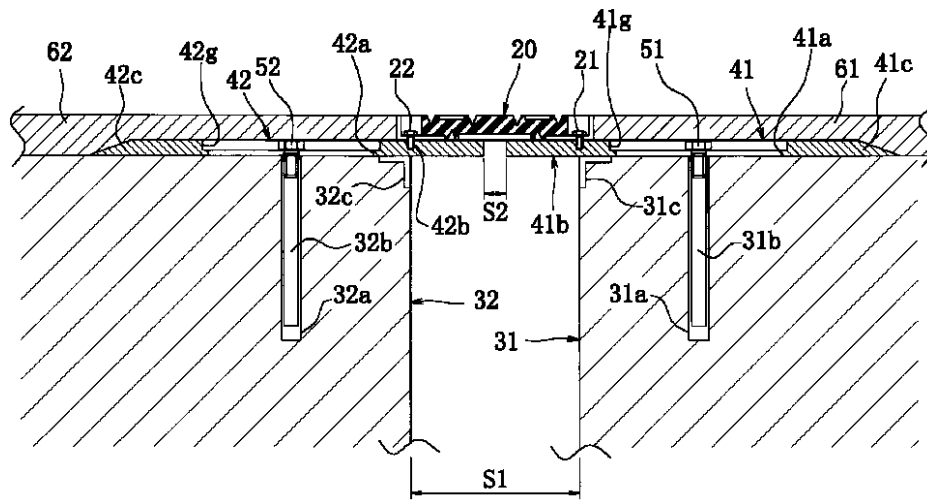
【図21】



【図18】



【図 1 9】



フロントページの続き

(72)発明者 上仙 靖
茨城県つくば市春日 1-204-812
(72)発明者 花岡 信一
兵庫県三田市あかしあ台 1-43-2
(72)発明者 鈴木 伸一
和歌山県和歌山市福島300-27
(72)発明者 中川 美好
大阪府枚方市山之上 1-5-3
(72)発明者 入江 ▲琢▼郎
滋賀県高島郡新旭町字太田2671-42

(72)発明者 久保 茂己
兵庫県神戸市東灘区魚崎西町 1-7-11
A402
(72)発明者 古山 多喜男
岐阜県不破郡関ヶ原町大字関ヶ原1804-2
(72)発明者 井上 顕史
滋賀県大津市朝日が丘 2-9-21
(72)発明者 東口 武生
滋賀県大津市松原町 3-6 松原寮

(58)調査した分野(Int.Cl.⁶, DB名)

E01D 19/06

E01C 11/02