

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3437089号  
(P3437089)

(45) 発行日 平成15年8月18日(2003.8.18)

(24) 登録日 平成15年6月6日(2003.6.6)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

E 0 1 D 1/00  
19/04

1 0 1

E 0 1 D 1/00  
19/04

Z  
1 0 1

請求項の数17(全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-164652

(22) 出願日 平成10年6月12日(1998.6.12)

(65) 公開番号 特開平11-71714

(43) 公開日 平成11年3月16日(1999.3.16)

審査請求日 平成12年2月8日(2000.2.8)

(31) 優先権主張番号 特願平9-174907

(32) 優先日 平成9年6月30日(1997.6.30)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平9-174908

(32) 優先日 平成9年6月30日(1997.6.30)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(73) 特許権者 591135082

日本道路公団

東京都千代田区霞が関3丁目3番2号

(73) 特許権者 000003160

東洋紡績株式会社

大阪府大阪市北区堂島浜2丁目2番8号

(72) 発明者

窪田 賢司

東京都町田市忠生1-4-1 日本道路

公団試験研究所内

(72) 発明者

上東 泰

東京都町田市忠生1-4-1 日本道路

公団試験研究所内

(74) 代理人

100067828

弁理士 小谷 悦司 (外1名)

審査官 柳澤 智也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 橋梁の衝撃吸収構造

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 上部工と、下部工と、支承部材と、衝撃吸収体と、若しくは必要により落橋防止壁とを備え、前記上部工同士の間、上部工 - 下部工の間、落橋防止壁と上部工の間のうち1以上に前記衝撃吸収体が配置された橋梁の衝撃吸収構造であって、前記衝撃吸収体は、曲げ弾性率が $200\text{kgf/cm}^2$ 以上の材料で形成され、衝撃負荷方向の壁により隔離された小部屋を有する小部屋構造を呈すると共に、そのブラトー強度が $50\text{tf/m}^2$ 以上であり、且つ、該衝撃吸収体に衝撃負荷が発生したときは前記壁の特定部分が最初に変形する構造を有しており、該衝撃吸収体が大きな衝撃を受けたときに、前記壁の特定部分が圧縮により座屈変形または永久変形して衝撃を吸収することを特徴とする橋梁の衝撃吸収構造。

2

【請求項2】 前記特定部分が、前記壁に設けられた欠損部、段差部または薄肉部である請求項1に記載の衝撃吸収構造。

【請求項3】 前記衝撃吸収体は、衝撃負荷方向に圧縮されたときの圧縮エネルギー吸収量が $50\text{tf}\cdot\text{m/m}^3$ 以上である請求項1または2に記載の衝撃吸収構造。

【請求項4】 前記衝撃吸収体は、曲げ弾性率が $500\sim 20,000\text{kgf/cm}^2$ の樹脂で構成されている請求項1～3のいずれかに記載の衝撃吸収構造。

10 【請求項5】 前記衝撃吸収体は、曲げ弾性率が $5,000\text{kgf/cm}^2$ 以上の金属によって構成されている請求項1～4のいずれかに記載の衝撃吸収構造。

【請求項6】 前記小部屋構造は、衝撃吸収方向に垂直な断面の形状が六角形以下の多角形よりなる小部屋の繰り返し構造を有している請求項1～5のいずれかに記載

の衝撃吸収構造。

【請求項 7】 前記小部屋構造における衝撃吸収方向に垂直な断面の形状が、六角形のハニカム構造である請求項 6 に記載の衝撃吸収構造。

【請求項 8】 上部工と、下部工と、支承部材と、前記上部工同士及び / または前記上部工と前記下部工を連結する治具と、この治具の端部に設置された衝撃吸収体とを備えた橋梁の衝撃吸収構造であって、

前記衝撃吸収体は、曲げ弾性率が  $200 \text{ kgf/cm}^2$  以上の材料で形成され、衝撃負荷方向の壁により筒状を呈すると共に、そのプラトー強度が  $400 \text{ tf/m}^2$  以上であり、

該衝撃吸収体が大きな衝撃を受けたときに、前記壁が圧縮により座屈変形または永久変形して衝撃を吸収することを特徴とする衝撃吸収構造。

【請求項 9】 前記衝撃吸収体の圧縮エネルギー吸収量が  $200 \text{ tf} \cdot \text{m/m}^3$  以上である請求項 8 に記載の衝撃吸収構造。

【請求項 10】 前記衝撃吸収体が、曲げ弾性率  $200 \sim 5,000 \text{ kgf/cm}^2$  の樹脂で構成されている請求項 8 または 9 に記載の衝撃吸収構造。

【請求項 11】 前記衝撃吸収体が、曲げ弾性率  $5,000 \text{ kgf/cm}^2$  以上の金属で構成されている請求項 8 または 9 に記載の衝撃吸収構造。

【請求項 12】 前記衝撃吸収体がフランジ部を有している請求項 8 ~ 11 のいずれかに記載の衝撃吸収構造。

【請求項 13】 前記衝撃吸収体が、該衝撃吸収体に衝撃負荷が発生したときに、この衝撃吸収体における前記壁の特定部分が最初に変形する構造を有している請求項 8 ~ 12 のいずれかに記載の衝撃吸収構造。

【請求項 14】 前記衝撃吸収体は、前記衝撃負荷方向の壁に欠損部または薄肉部を有している請求項 8 ~ 13 のいずれかに記載の衝撃吸収構造。

【請求項 15】 前記衝撃吸収体は、前記衝撃負荷方向の壁が蛇腹構造となっている請求項 8 ~ 14 のいずれかに記載の衝撃吸収構造。

【請求項 16】 前記治具が前記衝撃吸収体に通挿されている請求項 15 に記載の衝撃吸収構造。

【請求項 17】 前記治具が連結ケーブルである請求項 16 に記載の衝撃吸収構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高速道路などの橋梁構築物が地震などで衝撃を受けたときの上部工と下部工との衝突による衝撃を緩和すると共に損傷を防止し、更には下部工から上部工が落下するのを防止するため、上部工同士、上部工と下部工の接触部、上部工同士、上部工と下部工間を連結する治具に衝撃吸収体（衝撃吸収材）を配置することによって、衝撃を吸収・緩和できる様に改善された橋梁の構造、すなわち橋梁の衝撃吸収構

造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】地震等の衝撃による橋梁の落下事故は、その殆んどが、該橋梁構築物における上部工同士あるいは上部工と下部工の接続部の衝突による衝撃破壊や離脱によるものであり、その事実は 1995 年の阪神大震災においても確認されている。

【0003】ところで橋梁の落下を防止する方法としては、下部工の上部や上部工の下部にずれ防止用の突起や落橋防止壁を形成する方法、上部工と下部工を PC 鋼材やアンカーバー等によって連結する方法、隣接する上部工同士を PC 鋼材などによって相互に連結する方法などが採用されてきた。

【0004】一方、これまでの震災事例で確認されている橋梁の破裂や落橋事故には、橋軸直角方向の変位に伴う破損や衝撃的な振動が原因と推測される破損が多く見られ、このため現在実用化されている落橋防止構造としては、橋軸直角方向への移動に追従できる接続構造を有し、且つ衝撃的な振動を吸収緩和するための衝撃吸収材を用いた衝撃吸収構造を組合せたものが大半となっている。

【0005】このような衝撃吸収構造に用いられる吸収材としては、復元性の良好なゴム成形体が汎用されてきた。ところが、上部工同士あるいは上部工と下部工の接続部の如く極く限られた部位に配設する場合に、ゴム成形体では衝撃吸収材の大きさが制限されるため衝撃吸収能が不十分となり、強力で且つ衝撃的な振動に対しては、満足のいく破壊防止効果や落橋防止効果が得られ難い。ゴム成形体を厚物とし或は多数重ね合わせて使用することにより衝撃吸収量を増大することも可能ではあるが、それでは衝撃吸収材が大型化するため、限られた部位に配設することが困難になるばかりでなく、素材コストが高騰し、更に重量も重くなる。

【0006】またゴム成形体以外の衝撃吸収材として、金属ばね、摩擦式衝撃緩衝部材、油圧式衝撃緩衝部材なども知られているが、金属ばねは優れた衝撃吸収性能を有しているものの、発錆の問題が避けられないので施工後のメンテナンスが面倒であり、また沿岸地区や海洋連絡橋の如く塩水に曝される場所に配設される橋梁用の衝撃吸収材としては、耐錆性や耐候性の観点から適性を欠く。また摩擦式や油圧式の衝撃緩衝部材は、一般に構造が複雑で非常に高価で重量も重くなるばかりでなく、適正なメンテナンスを行わなければ本来の性能を維持することができないという問題も指摘される。

【0007】一方たとえば特公昭 61-12779 号公報には、樹脂成形体を用いた衝撃吸収手段として、熱可塑性樹脂エラストマーよりなる中空成形体を用い、これを軸方向に予め圧縮して永久歪み与えておくことにより、衝撃吸収性能を高める技術が開示されている。しかしながらこの樹脂成形体は、弾性体としての能力は優れ

ているものの、圧縮エネルギーの吸収能力が乏しく、地震などによる落橋を防止するための橋梁用衝撃吸収部材としては満足のいく衝撃吸収性能が得られない。

【0008】他方、本発明者らは、弾性樹脂よりなる有孔もしくは無孔の平板上に、アーチ状、ドーム状あるいはハニカム状の圧縮変形部材を多層に立設したクッション性弾性樹脂成形体よりなる衝撃吸収材を開発し、その実用化を期して研究を進めている。この衝撃吸収材は、道路側壁や建造物の床面等に幅広く敷きつめ、広範囲に渡って均一な緩衝性能を発揮させる用途には適しているが、本発明で意図する如く橋梁の上部工同士あるいは上部工と下部工の接続部の如く、限られた部位に設置しなければならない用途には適用し難く、且つ十分な衝撃吸収性能を得ることはできない。

【0009】また橋梁構築物における衝撃吸収材は、下部工における上部工の支承部近辺に設けることが多いため、該支承部の点検、保守、補修等の維持管理の障害とならないことが望まれており、従って衝撃吸収材は小型・軽量で高い衝撃緩衝能、すなわち反力に比較して大きな圧縮エネルギー吸収量を有するものが要望されるが、前述した様な従来の衝撃吸収材では、これらの要求を満たすことはできない。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記の様な事情に着目してなされたものであって、その目的は、小型・軽量で構造も簡単である他、反力に比較して圧縮エネルギー吸収量が大きく、しかも耐錆性、耐水性、耐侯性等も良好で内陸部はもとより沿岸地域の橋梁や海洋連絡橋などに適用した場合でもメンテナンスフリーで実用化することができる橋梁用の衝撃吸収材を開発し、ひいては該衝撃吸収材を使用することによって、地震等による上部工や下部工の衝撃破壊や上部工の脱落事故などを可及的に防止することのできる橋梁用の衝撃吸収構造を提供しようとするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決することのできた本発明にかかる衝撃吸収構造は、上部工と、下部工と、支承部材と、衝撃吸収体と、若しくは必要により落橋防止壁とを備え、前記上部工同士の間、上部工 - 下部工の間、落橋防止壁と上部工の間のうち1以上に前記衝撃吸収体が配置された橋梁の衝撃吸収構造であって、前記衝撃吸収体が、曲げ弾性率が  $200 \text{ kg f / cm}^2$  以上の材料で形成され、衝撃負荷方向の壁により隔離された小部屋を有する小部屋構造を呈すると共に、そのプラトー強度が  $50 \text{ tf / m}^2$  以上であり、且つ、該衝撃吸収体に衝撃負荷が発生したときは前記壁の特定部分が最初に変形する構造を有しており、該衝撃吸収体が大きな衝撃を受けたときに、前記壁の特定部分が圧縮により座屈変形または永久変形して衝撃を吸収するところに特徴がある。つまり衝撃による大きなエネルギーをよ

り効率よく吸収する為に、上記壁が衝撃による圧縮で変形し、座屈変形または永久変形することにより衝撃を吸収する様な構造である。或いは、本発明に係る衝撃吸収構造は、上部工と、下部工と、支承部材と、前記上部工同士及び/または前記上部工と前記下部工を連結する治具と、この治具の端部に設置された衝撃吸収体とを備えた橋梁の衝撃吸収構造であって、前記衝撃吸収体が、曲げ弾性率が  $200 \text{ kg f / cm}^2$  以上の材料で形成され、衝撃負荷方向の壁により筒状を呈すると共に、そのプラトー強度が  $400 \text{ tf / m}^2$  以上であり、該衝撃吸収体が大きな衝撃を受けたときに、前記壁が圧縮により座屈変形または永久変形して衝撃を吸収するところに特徴がある。

【0012】本発明に係る衝撃吸収構造の特徴は上記の通り、具体的形態が次の2タイプに大別される。一つのタイプは、ある程度広い面で衝撃を吸収できるような衝撃吸収体〔以下、衝撃吸収材(i)という〕を用いた衝撃吸収構造で、これは主に、橋梁を構成する上部工間、上部工 - 下部工の間、落橋防止壁と上部工の間に、該衝撃吸収材(i)を設置した構造のものである。もう一つのタイプは、上部工間または上部工 - 下部工を連結する治具に衝撃吸収体を配置した構造のもので、これには比較的小さな衝撃吸収体〔以下、衝撃吸収材(ii)という〕が用いられる。

【0013】衝撃吸収材(i)は、衝撃負荷方向に多数の壁構造を有する成形体からなり、この壁構造が衝撃負荷方向の少なくとも一部で互いに接続され、衝撃負荷方向に隔離された小部屋構造を持つものが好ましい。地震等による急激な衝撃にも対応し得る十分な衝撃吸収性能を確保するには、衝撃吸収材(i)の衝撃負荷方向に圧縮されたときの圧縮エネルギー吸収量が  $50 \text{ tf} \cdot \text{m} / \text{m}^3$  以上のものが望ましく、これを実現するには成形体の素材として、曲げ弾性率が  $500 \sim 20,000 \text{ kg f / cm}^2$  の樹脂を使用するか、或いは曲げ弾性率が  $5,000 \text{ kg f / cm}^2$  以上の金属を用いることが好ましい。

【0014】該衝撃吸収材(i)の初期の衝撃吸収性能を更に高めるには、衝撃吸収材(i)に衝撃負荷がかかったときに、衝撃負荷方向の該壁構造の特定部分が最初に変形する様な構造とすることが好ましく、かかる構造としては、衝撃負荷方向の壁構造に、①欠損部を有するもの、②段差部を有するもの、③薄肉部を設けたもの、などが例示される。

【0015】衝撃エネルギーを効率良く吸収するには、前記小部屋構造として、衝撃吸収方向に垂直な断面の形状が六角形以下の多角形からなる小部屋の繰り返し構造を含むものが好ましく、中でも特に好ましいのは六角形のハニカム構造である。

【0016】他方衝撃吸収材(ii)は、成形体のプラトー強度が  $400 \text{ tf / m}^2$  以上、圧縮エネルギー吸収

量が  $200 \text{ t f} \cdot \text{m} / \text{m}^3$  以上であり、且つ該衝撃吸収材 ( i i ) の衝撃負荷方向の壁構造が筒状のものである。これらの要件を満足させるには、該衝撃吸収材 ( i i ) の構成素材として、曲げ弾性率が  $200 \sim 5,000 \text{ kg f} / \text{cm}^2$  の樹脂、または曲げ弾性率が  $5,000 \text{ kg f} / \text{cm}^2$  以上の金属を選択することが望ましい。

【0017】またこの衝撃吸収材 ( i i ) はフランジ部を有していることが好ましく、該衝撃吸収材 ( i i ) に衝撃負荷がかかったときに、衝撃負荷方向の壁構造の特定部分が変形する構造を有することも好ましい態様の一つである。この様な構造としては、衝撃負荷方向の筒状の壁構造に欠損部や薄肉部を有する構造、あるいは蛇腹構造などが好ましい例として挙げられる。

【0018】この衝撃吸収材 ( i i ) は、上部工間または上部工 - 下部工を連結する治具 (たとえば連結ケーブル等) の端部に設置され、該治具を衝撃吸収材 ( i i ) に通挿して配置することが好ましい。

【0019】上記の様な衝撃吸収材 ( i ) , ( i i ) を、橋梁構築体における上部工同士、上部工と下部工の間、落橋防止壁を有する下部工と上部工の間、上部工間または上部工 - 下部工を連結する治具に設置しておけば、それらの接触部にかかる衝撃を効率よく吸収・緩和することができ、養護部や隣接構造物の衝撃破壊を防止すると共に、上部工の落下事故すなわち落橋事故を未然に防止することができ、この様な特定の衝撃吸収材を設置した橋梁の衝撃吸収構造自体が本発明の保護対象となる。

#### 【0020】

【発明の実施の形態】本発明にかかる橋梁の衝撃吸収構造は、上記の様に上部工同士、上部工と下部工の間、落橋防止壁が設けられた下部工と上部工の間、上部工間または上部工 - 下部工を連結する治具に衝撃吸収材が設置され、地震等によってそれらの接触部に衝撃力が加わったときに、該衝撃を吸収・緩和してそれらの破壊や下部工からの上部工の脱落といった橋梁破壊事故を防止するものである。

【0021】該衝撃吸収材は、曲げ弾性率が  $200 \text{ kg f} / \text{cm}^2$  以上、好ましくは  $500 \text{ kg f} / \text{cm}^2$  以上の材料で成形された成形体からなり、該衝撃吸収材は衝撃負荷方向に壁構造を有している。該衝撃吸収材を構成する材料の曲げ弾性率が  $200 \text{ kg f} / \text{cm}^2$  未満では、剛性不足により衝撃力を受けたときに衝撃吸収材がすぐに弾性変形を起こし、つまり衝撃エネルギー吸収量の不足によって衝撃力を十分に吸収することができず、満足のいく衝撃緩衝作用を得ることができない。これを補うには、衝撃吸収材の衝撃負荷方向の壁構造を厚くする必要があり、その結果、衝撃吸収材を大きくしなければならず、橋梁用の衝撃吸収構造が大きくなって本発明の趣旨から外れる。ここで言う衝撃負荷方向の壁構造と

は、衝撃負荷方向に対しほぼ平行な壁を有する構造である。

【0022】この壁構造は、衝撃により圧縮変形し座屈変形することによって衝撃を吸収することが重要であり、弾性変形だけで衝撃力を吸収する構造では、地震の様に急激で極めて大きな衝撃が短時間の間に数回から数十回加わった場合に、十分なエネルギー吸収性能が発揮されなかったり、あるいは共振を起こして橋梁の上部工の振動を増大させ、橋梁構造の破壊を却って増進することすら生じてくる。

【0023】こうした機能を発揮する本発明にかかる衝撃吸収構造には、大別して2つのタイプがあり、一つは、ある程度広い面で衝撃を吸収できる様な衝撃吸収材 ( i ) を用いた衝撃吸収構造 ( I ) である。これは主として橋梁を構成する上部工間、上部工 - 下部工の間、落橋防止壁を有する下部工と上部工の間に、上記衝撃吸収材 ( i ) を設置した構造である。もう一つのタイプは、上部工間または上部工 - 下部工を連結する治具 (たとえば連結ケーブルなど) に衝撃吸収材 ( i i ) を配置したタイプの衝撃吸収構造 ( II ) であり、これには比較的小さな衝撃吸収材 ( i ) が用いられる。これら2つのタイプの衝撃吸収材について更に詳しく説明する。

【0024】衝撃吸収材 ( i ) は、衝撃負荷方向に多数の壁構造を有している。この壁構造は衝撃負荷方向の面の少なくとも一部でお互いに接続され、衝撃負荷方向に隔離された小部屋構造を持つことが好ましい。この様な小部屋構造を設けることによって、負荷がかかったときに、該小部屋構造の隔壁面である衝撃負荷方向の壁構造が蛇腹状に座屈変形を起こし、衝撃を効率良く吸収することができる。該衝撃吸収材 ( i ) は、小部屋構造の衝撃吸収方向に垂直な断面の形状が六角形以下の多角形の小部屋の繰り返し構造を含むことが好ましく、中でも特に好ましいのは六角形の八二カム構造である。

【0025】この小部屋構造は、衝撃負荷方向の両端が開いた貫通孔状であってもよいし、片側が閉鎖された凹状 (穴状) でも、両端が閉鎖された空洞状でも構わない。

【0026】更に衝撃吸収材 ( i ) の初期の衝撃吸収能を一層高めるには、衝撃吸収材に衝撃負荷が発生したときに、該衝撃吸収材の衝撃負荷方向の壁構造の特定部分が最初に変形する様な構造とすることが好ましい。その様な構造の例としては、衝撃負荷方向の壁構造に①欠損部を有し、②段差部を有し、或いは③薄肉部を有する構造などが挙げられる。この様に壁構造の特定部分が変形する様な構造とすることにより、衝撃吸収材 ( i ) に衝撃負荷が発生したときに、先ず該特定部分がすみやかに変形して初期の衝撃吸収能が高められると共に、衝撃を受けたときに生じる反力を一層低減することが可能となる。

【0027】該衝撃吸収材 ( i ) を構成する好ましい素

材の一つとしては、曲げ弾性率が  $500 \sim 20,000 \text{ kgf/cm}^2$  の弾性樹脂が挙げられ、十分な衝撃吸収量と衝撃緩衝作用を確保するうえでより好ましい弾性樹脂の曲げ弾性率の下限値は  $500 \text{ kgf/cm}^2$ 、更に好ましくは  $800 \text{ kgf/cm}^2$  以上、より好ましい上限値は  $10,000 \text{ kgf/cm}^2$ 、更に好ましくは  $4,000 \text{ kgf/cm}^2$  以下である。

【0028】該弾性樹脂としては、上記曲げ弾性率を満足し得る限り天然もしくは合成のすべての樹脂を使用できるが、好ましい具体例としては、熱可塑性のポリエステル系エラストマー、ポリオレフィン系エラストマー、ポリウレタン系エラストマー、ポリアミド系エラストマー、或いはそれらのブレンド物、更には注型ポリウレタン樹脂などの熱硬化性樹脂などが挙げられ、中でも特に好ましいのは、耐候性や耐水性に優れた熱可塑性のポリエステル系エラストマーやポリオレフィン系エラストマーである。

【0029】また衝撃吸収材 (i) の他の素材として、曲げ弾性率が  $5,000 \text{ kgf/cm}^2$  以上である様々な素材を使用することができるが、防錆性や耐水性などに優れたものを使用することが望ましい。その具体例としては、熱可塑性樹脂や熱硬化性樹脂、あるいはカーボンブラック、タルク、ガラスビーズなどの充填材や金属繊維、ガラス繊維、カーボン繊維などの繊維状強化材、ウイスキーなどで強化された熱可塑性樹脂や熱硬化性樹脂、金属等を用いることもできる。金属としては、鉄、アルミニウム、ニッケル、銅、チタン、亜鉛、錫、鉛、ジュラルミンなどのアルミニウム合金、真鍮、ステンレス鋼などが挙げられるが、中でも特に好ましいのは、耐候性や耐水性に優れたアルミニウム、銅、真鍮、ジュラルミン、ステンレス鋼等である。

【0030】なお、これらの樹脂や金属等で衝撃吸収体を成形した場合、座屈変形が進行して逃げ空間となる小部屋が小さくなったときの反力の立ち上がり急激になり過ぎることがあるので、小部屋内を発泡樹脂やゴムなど他の衝撃吸収素材で充填することも有効となる。またこのように小部屋内を衝撃吸収材で充填しておけば、該小部屋内へのごみなどの侵入も阻止されるので好ましい。次に衝撃吸収材 (i) の具体例を示し、その衝撃吸収機構を詳しく説明する。

【0031】図 1 は本発明で使用する衝撃吸収材の代表例を示す見取り図であり、前記曲げ弾性率の要件を満たす弾性樹脂を用いて一体成形された八二カム状の衝撃吸収材を示している。この衝撃吸収材 1 は、衝撃負荷方向 (図画の上下方向) に六角形の貫通孔 2, 2, …… が同一間隔で多数形成されており、これらの貫通孔 2, 2, …… を仕切る隔壁 3 の弾性変形と各貫通孔方向への座屈変形によって衝撃力の吸収が行なわれる。

【0032】すなわち本発明の衝撃吸収材は、弾性樹脂によって構成される上記隔壁 3 自体の弾性と、上記貫通

孔 2, 2, …… を逃げ空間とする弾性変形によって衝撃を吸収する。また、図示する如く、衝撃負荷方向に貫通した多数の貫通孔 2, 2, …… によって、平面視で八二カム状あるいは格子状等の多角形を形成しつつ連続する隔壁 3 を形成したもので、全体として適度の剛性も与えられる。その結果、衝撃吸収材全体としては上記弾性変形による衝撃吸収作用と適度の剛性を兼ね備えたものとなり、地震等によって受ける強力な振動等による衝撃を効率よく吸収・緩和し得るものとなる。また図示する如く、弾性樹脂成形体に形成された貫通孔 2, 2, …… を仕切る隔壁 3 の貫通方向端部に段差 D を複数箇所に形成しておけば、衝撃を受けたときに該段差部 D よりも突出した部分に応用が集中して座屈変形を起こすため、初期の急激な衝撃を該座屈によってより効率良く吸収することが可能となる。従って、想定される衝撃力の程度に応じて該段差部 D の高さ H や数を適正に設定すれば、初期の衝撃吸収能が高められると共に衝撃を受けたときに生じる反力を一層低減することが可能となる。

【0033】上記の様に、衝撃吸収材の特定部位に段差部を設け、この部位を最初に座屈変形させて初期の急激な衝撃を効果的に吸収する他の手段としては、衝撃吸収材の特定部位を薄肉にしたり欠損部を設け、これらの部位に応力が集中するようにすることも可能である。

【0034】この衝撃吸収材として満足のいく衝撃吸収性能を与えるには、例えば図 1 に示した様な成形体を貫通孔形成方向 (図の上下方向) に圧縮したときの荷重 (反力) - 圧縮率曲線から求められる圧縮エネルギー吸収量を  $50 \text{ t f} \cdot \text{m} / \text{m}^3$  以上、より好ましくは  $100 \text{ t f} \cdot \text{m} / \text{m}^3$  以上とするのがよい。

【0035】ここで荷重 (反力) - 圧縮率曲線とは、衝撃吸収材を圧縮したときの荷重 (反力) と圧縮率の相関性を示す曲線であり、例えば図 8 にその一例を示す如く、圧縮の初期においては圧縮率に比例して荷重 (反力) - 圧縮率曲線が急激立ち上がり、その後の傾斜は徐々に緩慢となり、圧縮率の増大にも拘わらず荷重 (反力) はほぼ一定となって局部的に反力が極大値を示すプラトー一点に達する。そして更に圧縮力が加わっても、前記貫通孔 2, 2, …… を逃げ空間として隔壁 3 の座屈変形が起こり、該隔壁 3 の座屈変形が進行する間はほぼ一定レベルの反力を維持した後、逃げ空間となる貫通孔 2, 2, …… が小さくなると該曲線は急激に立ち上がる。

【0036】プラトー強度とは、上記図 8 に示した曲線における最初の立ち上がり後の平坦部における最大反力値を衝撃吸収材の受圧面積で割った値であり、また本発明で規定する圧縮エネルギー吸収量とは、圧縮率 80% までの前記曲線で囲まれる面積 (図 8 の斜線領域) で示される吸収エネルギーを衝撃吸収材の体積で割った値を意味する。該プラトー強度と最大応力値とは必ずしも一致しないが、当該衝撃吸収材が衝撃力を受けたときに衝

10

20

30

40

50

突物が受ける最大応力に近い値であり、最大応力値の目安とされる。

【0037】衝撃吸収材(i)のプラトー強度は $50 \text{ t f / m}^2$ 以上、 $5,000 \text{ t f / m}^2$ 以下であることが好ましく、更に好ましくは $100 \text{ t f / m}^2$ 以上、 $2,000 \text{ t f / m}^2$ 以下である。

【0038】このプラトー強度が不足する場合は、衝撃エネルギー吸収材としての機能が十分に発揮されず、逆にプラトー強度が大き過ぎると、衝撃時に生じる反力が大きくなって上部工や下部工、或は隣接構造物が破壊したり落橋を起こす恐れがでてくる。従って衝撃エネルギーを効率よく吸収して衝撃緩和を図るには、該反力-圧縮率曲線における最初の立ち上がりをできるだけ急激にすると共に、プラトー点を過ぎた後の反力の低下を極力少なくし、隣接物や周辺構造物が破壊する力以下で且つ高圧縮率まで反力をほぼ一定のレベルに維持することが有効となる。すなわち図8における斜線部分が台形状でその面積が広いほど、衝撃エネルギー吸収量は大きくなる。

【0039】こうした観点から、本発明の衝撃吸収材(i)に求められる物性を種々検討した結果、衝撃力を十分に吸収して上部工や下部工の破壊を有効に防止するには、前述の如く圧縮エネルギー吸収量を $50 \text{ t f} \cdot \text{m} / \text{m}^3$ 以上、より好ましくは $100 \text{ t f} \cdot \text{m} / \text{m}^3$ 以上とすべきであることが確認された。ちなみに、従来から知られたゴム成形体の様な衝撃吸収材では、例えば図9の応力-圧縮率曲線に示す如く最初の立ち上がりが緩慢であるため、満足のいく衝突エネルギー吸収量を確保するには材料の使用量を多くしなければならず、衝撃吸収部材(i)としてのサイズが大きくなるばかりでなく大型で重くならざるを得ない。

【0040】ところが上記構造の衝撃吸収材(i)では、例えば図10に示す如く最初の立ち上がりが急激であると共に、適度のプラトー強度を示し、その後の圧縮力の増大にも拘らずしばらくは約一定の反力レベルを維持した後、最後に急激な立ち上がりを見せ、その結果、素材そのものの曲げ弾性率とも相まって $50 \text{ t f} \cdot \text{m} / \text{m}^3$ 以上という非常に高い圧縮エネルギー吸収量を有するものとなる。

【0041】該衝撃吸収材を構成する好ましい樹脂は先に示した通りであるが、それらの樹脂には必要に応じて酸化防止剤、紫外線吸収剤、熱安定剤などの各種安定剤、染料、顔料、カーボンブラック、タルク、ガラスビーズ等の充填材、金属繊維やガラス繊維、炭素繊維等の繊維強化材、帯電防止剤、可塑剤、難燃剤、発泡剤、離型剤等の添加剤を適量配合して改質することも勿論可能である。

【0042】その形状も図1に示した様な構造に限定される訳ではなく、例えば図2(A)、(B)に示す如く矩形や菱形等の貫通孔を多数形成した格子状物、更には

円形や楕円形、あるいは異形の貫通孔を多数形成した成形体であっても勿論構わない。そのサイズも、適用される衝撃吸収部位の隙間・サイズや想定される衝撃力の程度などを考慮して任意に決めればよい。該吸収材の成形法にも一切制限がなく、射出成形法、押し出し成形法、プレス成形法など任意の方法を採用できる。

【0043】図3は、上記衝撃吸収材(i)を利用した本発明の衝撃吸収構造(I)を例示する要部断面説明図であり、図3(A)は、下部工5の頂部に衝撃吸収材1を直接挟んで上部工4,4を突き合わせて配置した例、図3(B)は、下部工5の頂部を突出させて該突部5aの両側に衝撃吸収材1を介して上部工4,4を突き合わせて配置した例、図3(C)は、頂部をL字状に突出させた下部工5のL字突部5bの側壁に衝撃吸収材1を介して上部工4を配置した例、図3(D)は、上部工4にブラケット8を設けると共に、落橋防止壁7を設けた下部工5を用い、該落橋防止壁7に衝撃吸収材1を配置した例、図3(E)は、下部工5に落橋防止壁7を設け、該落橋防止壁7に衝撃吸収材1を配置した例、図3(F)は、下部工5に落橋防止壁7を配置し、上部工4に衝撃吸収材1を配置した例、図3(G)は、両側に落橋防止壁を立設した下部工5の内側壁および落橋防止壁7bに衝撃吸収材1,1を配置し、この間に上部工4を配置して横方向の衝撃吸収を図った例、を夫々示している。これらの図において符号6は、いずれも支承部材を表わしている。

【0044】この様に本発明の衝撃吸収構造(I)は、前述した物性と形状を有する衝撃吸収材(i)を、橋梁を構成する上部工同士、上部工と下部工の間、もしくは、落橋防止壁を有する下部工と上部工の間に配置することによって、橋梁構築物が地震などで衝撃を受けたときの衝撃を吸収・緩和し、上部工や下部工あるいは隣接構造物の衝撃破壊を抑え、あるいは上部工の脱落による落橋事故などを未然に防止する。なお図3に示した下部工と上部工の接続構造や衝撃吸収材1の取付け位置などは代表例を示しただけであり、本発明はもとよりこれらの例には一切限定されない。また衝撃吸収材1の取付け法にも一切制限がなく、予め埋め込まれたナットにボルト止めする方法、適当な取付け治具を用いて固定する方法などを適宜採用すればよい。

【0045】次にもう一つの衝撃吸収体(ii)と、それを用いた衝撃吸収構造(II)について詳しく説明する。

【0046】このタイプの衝撃吸収構造は、上部工間または上部工-下部工を連結する治具に衝撃吸収材(ii)が設置された構造を有している。該治具としては、ケーブル、鉄筋状の金属棒、金属板等があり、該治具端部の上部工または下部工との接続箇所衝撃吸収材(ii)が設けられる。

【0047】この衝撃吸収材(ii)は、プラトー強度

が  $400 \text{ t f / m}^2$  以上、圧縮エネルギー吸収量が  $200 \text{ t f} \cdot \text{m / m}^3$  以上で、且つ衝撃負荷方向の壁構造が筒状を呈している。

【0048】該衝撃吸収材 ( i i ) のプラトー強度は  $20,000 \text{ t f / m}^2$  以下が好ましく、更に好ましくは  $1,000 \sim 10,000 \text{ t f / m}^2$  の範囲である。

【0049】該プラトー強度が不足する場合は、衝撃エネルギー吸収材としての機能が十分に発揮されず、逆にプラトー強度が大き過ぎると、衝撃時に生じる反力が大きくなって上部工や下部工あるいは隣接構造物が破壊したり落橋を起こす恐れがでてくる。

【0050】上記物性を確保するには、該成形体の構成素材として、曲げ弾性率が  $200 \text{ k g f / cm}^2$  以上、より好ましくは  $400 \text{ k g f / cm}^2$  以上、更に好ましくは  $700 \text{ k g f / cm}^2$  以上で、 $5,000 \text{ k g f / cm}^2$  以下、より好ましくは  $4,000 \text{ k g f / cm}^2$  以下の樹脂、または曲げ弾性率が  $5,000 \text{ k g f / cm}^2$  以上の金属等を選択することが望ましい。これらの樹脂や金属等の好ましい例は、先に衝撃吸収材 ( i ) で例示したのと同様である。

【0051】この衝撃吸収材 ( i i ) は、フランジ部を有しているのが好ましく、フランジ部を設けることで衝撃吸収材 ( i i ) に衝撃負荷が加わったときに、衝撃吸収材全体で負荷を均等に受けることができ、筒状の衝撃吸収材 ( i i ) が適正な位置で変形し、安定して効率よく衝撃を吸収することができる。

【0052】更に該衝撃吸収材 ( i i ) においても、衝撃負荷が発生したときに、衝撃負荷方向の壁構造の特定部分が最初に変形する構造とすることが好ましい。その様な構造としては、衝撃負荷方向の筒状の壁構造に欠損部や薄肉部を設けた構造、あるいは蛇腹構造などが例示される。

【0053】また、衝撃吸収材 ( i i ) による衝撃吸収効果を常に安定して発揮させるには、筒状の壁構造の変形過程で、中空部、特にその末端部が内側に不規則に倒れこむのを防ぐことが望ましく、そのためには、例えば前記中空筒状部の末端にフランジを付ける方法、中空筒状部の末端を塞ぐ方法、中空筒状部の末端の肉厚を厚くする方法、中空筒状部の末端に弾性率が変形可能部より大きな素材からなる補強具 (例えば金属や樹脂のリング) を取り付ける方法、中空筒状部端部の筒の内側形状に合致する様な凸部を有する板や中空筒状部の末端の形状に合致する凹部を設けた板を取り付ける方法、などが挙げられる。

【0054】また、中空部の内面側に、当該衝撃吸収材の構成素材よりも弾性率の低い素材からなる充填材を充填し、座屈変形時における衝撃吸収作用を更に高めることも有効である。

【0055】こうした筒状成形体からなる衝撃吸収材 ( i i ) は、橋梁を構成する上部工同士または上部工一

下部工間の連結部に設置される連結治具の端部に設置される。より具体的には、該筒状衝撃吸収材 ( i i ) の中空部に連結治具を挿通して端止め部材により該連結治具の片側もしくは両側に装着され、連結治具に衝撃が加わったときに、該吸収材の座屈変形によって衝撃力を吸収すると共に、連結治具にかかる力を減衰する機能を発揮する。

【0056】このとき、連結治具の端止め部はボルト・ナット等によって固定し、吸収材によって減衰された衝撃力が端止め部に加わっても連結ケーブルが離脱したり破壊することのない様にしておくことが望ましい。

【0057】この衝撃吸収材 ( i i ) は、後記図示例でも明らかにする如く連結治具を挿通することのできる中空部 (穴) を有する筒状で、圧縮力を受けた時の荷重 (反力) - 圧縮率曲線がたとえば図 8 に示す様なカーブを描くものであればその形状は問わない。筒状成形体の具体的な形状も図示した様な円筒状の他、六角筒状などの多角形筒状、あるいは異形筒状など、要は連結治具を挿通する中空部 (穴) を有している限り、その形状には一切制限されず、また穴の形状も一切制限されない。

【0058】この衝撃吸収材 ( i i ) も、前述の如く特定範囲の曲げ弾性率を有する樹脂、好ましくエラストマーによって構成されるが、その成形法にも格別の制約はなく、射出成形、圧縮成形、押出成形など任意の方法で成形することができ、場合によっては中実状の棒体を成形し、事後的に切削や穴開け加工などにより筒状に加工することも可能である。

【0059】次に代表的な例を示す図面を参照しつつ、衝撃吸収材 ( i i ) および連結治具衝撃吸収装置を用いた衝撃吸収構造 ( II ) の構成を具体的に説明する。

【0060】図 4 は、本発明の衝撃吸収構造 ( II ) である連結治具衝撃吸収装置を上部工同士間に配置した橋梁の一例を示す要部断面図、図 5 は、本発明の他の衝撃吸収構造 ( II ) である衝撃吸収装置を上部工と下部工との間に配設した橋梁の一例を示す要部断面図、図 6 は、本発明に係る衝撃吸収構造 ( II ) である衝撃吸収装置の代表的な配設例を示す詳細図である。

【0061】これらの例では、連結治具として 2 2 の部分がワイヤーからなるワイヤー型を示したが、この 2 2 の部分は金属棒であっても金属板であっても良い。

【0062】橋梁は、例えば図 4 に示す如く一般に橋脚の上部に配設される下部工 2 8 の上に上部工 2 6 と道路 2 7 を配置した構造を有しており、下部工 2 8 から上部工 2 6 が外れて落下することのない様に、連結ケーブル 2 2 で繋いでいる。また他の例として、図 5 に示す如く下部工 2 8 を L 字状に道路 2 7 方向まで突出させ、これに上部工 2 6 を配設して連結ケーブル 2 2 で繋ぎ、上部工 2 6 の落下を防止している。

【0063】本発明の衝撃吸収構造 ( II ) である衝撃吸収装置は、上記図 4, 5 等に用いられる連結ケーブル 2

2 にかかる衝撃を吸収してそれ自身の破壊を防止すると共に、周辺構造物の衝撃破壊を抑えるために配設されるもので、例えば図 6 に示す如く構成される。即ち、上部工 2 6 , 2 6 の両端部 ( 図 5 の例では、上部工 2 6 と下部工 2 8 ) に設けられた貫通穴に連結ケーブル 2 2 を挿通し、その両端部を筒状の衝撃吸収材 2 1、2 1 に挿通してその外側に支持板 2 4 , 2 4 を装着し、更にその外側にワッシャー 2 3 ' を配してナット 2 3 で締め付けることにより連結ケーブル 2 2 を締結する構成となっている。

【 0 0 6 4 】 図 6 の例では、連結ケーブル 2 2 をしっかりと締め付け固定した例を示したが、温度変化や振動による構造物の微細な動きに対応できる様、若干緩ませた状態とすることもあり、あるいは支持板 2 4 とナット 2 3 の間にスプリング等の弾性材を挿入し、これにより構造物の温度変化による伸縮に対応させたり、更にはスプリング以外の緩衝部材を挿入することも可能である。また、上部工 2 6 の厚さや幅などによっては連結ケーブル 2 2 を縦方向あるいは横方向に複数配設したり、直列方向に繋げて配置するなど、その設置方法には一切制限されない。

【 0 0 6 5 】 また衝撃吸収材 2 1 に形成される中空部 ( 穴 ) のサイズや形状は、連結治具 2 2 を挿通し得る限り一切制限がなく、また連結治具 2 2 との間で隙間が大きくなり過ぎる様な場合は、スリーブ等を挿通して隙間を小さくすることも有効となる。そして、ナット 2 3 などを含めた締結部の外側には、図示する如く防護カバー 2 5 を被せ、衝撃吸収装置全体としての耐久性や耐侯性を高めると共に、橋梁構造全体としての美観を高めることが望ましい。

【 0 0 6 6 】 以上、発明の橋梁の衝撃吸収構造を衝撃吸収材 ( i ) を用いた衝撃吸収構造 ( I ) と、衝撃吸収材 ( i i ) を用いた衝撃吸収構造 ( II ) の代表的な例を挙げて説明してきたが、本発明はこれらの例に限定されるものではない。また、衝撃吸収材 ( i ) を衝撃吸収構造 ( II ) の様に連結用治具に装着して用いても、衝撃吸収材 ( i i ) を衝撃吸収構造 ( I ) の用に橋梁の上部工間または上部工 - 下部工間に設置して用いても構わないことは言うまでもない。

#### 【 0 0 6 7 】

【 実施例 】 以下、実施例および比較例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明はもとより下記実施例によって制限を受けるものではなく、前後記の趣旨に適合し得る範囲で適当に設計を変更して実施することも可能であり、それらはいずれも本発明の技術的範囲に含まれる。

【 0 0 6 8 】 また下記実施例、比較例では、橋梁の上部工や下部工の接続部に衝撃吸収材を取り付けて上部工を實際揺らし、該衝撃吸収材の性能を調べることは実質的に不可能であるので、その様な条件を模擬的に再現して

試験を行った。また、実験で採用した物性試験や圧縮試験などは下記の方法によって行なった。

【 0 0 6 9 】 【 曲げ弾性率 】 : 一般的に採用される A S T M - D 7 9 0 に準拠して求めた。

【 0 0 7 0 】 【 衝突圧縮試験 】 : 図 1 1 に示す様な試験装置を使用し、自重約 7 t ( トン ) の落下物体 1 0 を傾斜した軌条 9 に沿って落下させ、図 1 2 に拡大して示す如く、固定台 1 1 の衝突面側にロードセル 1 2 を介して固定した供試用の衝撃吸収材 1 に 1 . 8 m / s の速度で衝突させ、レーザー変位計 1 4 によって衝撃吸収材 1 の衝撃吸収性能を評価する。1 3 は加速度計を示している。

【 0 0 7 1 】 【 受圧面積 】 : 落下物体と衝撃吸収材との接触面積をいう。衝撃吸収材 ( i ) においては、隔壁部分の接触面積ではなく、成形体としての面積を表した。

【 0 0 7 2 】 【 プラトー強度 】 : 荷重 ( 反力 ) - 圧縮率曲線 ( 図 8 参照 ) が圧縮の初期において圧縮率に約比例して立ち上がり、その後徐々に穏やかとなって最大反力 ( 平坦部 ) となった時の反力を受圧面積で割って求めた。

【 0 0 7 3 】 【 単位体積当りの圧縮エネルギー吸収量 】 : 荷重 ( 反力 ) - 圧縮率曲線において、1 t f 当りの変位量が 0 . 2 mm 程度に達した限界圧縮量の時点における衝撃吸収材の単位体積当りのエネルギー吸収量を求めた。

【 0 0 7 4 】 【 最大反力 】 : 上記衝突圧縮試験において、落下物体が衝撃吸収材に衝突したときに発生する最大の反力を求めた。

【 0 0 7 5 】 【 最大圧縮変位 】 : 上記衝突試験において、落下物体が衝撃吸収材に衝突したときに観察される最大の圧縮変位を求めた。

【 0 0 7 6 】 【 固定台への影響の有無 】 : 上記衝突圧縮試験では、衝撃吸収材の受圧面積 5 0 0 mm x 1 0 0 mm に対し、固定台が破壊する力を 2 5 t f と想定しており、上記最大反力が 2 5 t f を超えるものについては固定台への影響が有りとした。

【 0 0 7 7 】 【 吸収エネルギー量 】 : 落下物体の衝突前後の速度から算出される運動エネルギーの差を衝撃吸収材が吸収したエネルギー量とした。

#### 【 0 0 7 8 】 実施例 1

東洋紡績社製のポリエステル系エラストマー「ベルブレン P - 9 0 B」を使用し、図 1 に示すようなハニカム状衝撃吸収材 [ 肉厚 ( t ) = 4 . 3 mm、1 辺長さ ( L ) = 2 5 mm、厚み ( h ) = 1 0 0 mm ] を射出成形した。全体寸法は、横 ( w ) 5 0 0 mm x 縦 ( d ) 1 0 0 mm x 厚み ( h ) 1 0 0 mm とした。該ハニカム状衝撃吸収材の性能試験 ( 1 5 の値 ) 結果を、構成素材の物性などと共に表 1 に示す。

#### 【 0 0 7 9 】 実施例 2

50 東洋紡績社製のポリエステル系エラストマー「ベルブレン



ン P - 1 5 0 B」を使用し、上記実施例 1 と同じ形状・寸法のハニカム状衝撃吸収材を射出成型した。該衝撃吸収材の性能試験（40 の値）結果を、構成素材の物性などと共に表 1 に示す。

#### 【0080】実施例 3

アルミニウムを使用し、図 1 に示すような六角断面構造のハニカム状衝撃吸収材 [肉厚 (t) = 0.07 mm、1 辺長さ (L) = 5.5 mm、厚み (h) = 100 mm] を作製した。全体寸法は、横 (w) 100 mm × 縦 (d) 100 mm 100 mm とした。該ハニカム状衝撃吸収材の性能試験（15 の値）結果を、構成素材の物性などと共に表 1 に示す。

#### 【0081】実施例 4

東洋紡績社製のナイロン「T - 2 2 2」を使用し、図 1 \*

\* に示す六角断面構造のハニカム状衝撃吸収材 [肉厚 (t) = 4.3 mm、1 辺長さ (L) = 25 mm、厚み (h) = 100 mm] を射出成形した。全体寸法は、横 (w) 200 mm × 縦 (d) 200 mm とした。該ハニカム状衝撃吸収材の性能試験（40 の値）結果を、構成素材の物性などと共に表 1 に示す。

#### 【0082】比較例 1

一般に緩衝材として用いられている硬度 63 A の市販ゴム板 (CR) [全体寸法; 横 (w) 500 mm × 縦 (d) 100 mm × 厚み (b) 100 mm] を切り出し、実施例 1 と同様にして性能評価（15）を行なった。結果を表 1 に示す。

#### 【0083】

#### 【表 1】

|  | 実施例 1                | 実施例 2                | 実施例 3                | 実施例 4                | 比較例 1                |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 緩衝吸収材素材                                  | P90B                 | P150 B               | アルミニウム               | T222                 | JM (硬度63A)           |
| w (mm)                                   | 500                  | 500                  | 500                  | 500                  | 500                  |
| d (mm)                                   | 100                  | 100                  | 300                  | 30                   | 100                  |
| h (mm)                                   | 100                  | 100                  | 100                  | 100                  | 100                  |
| 試験温度 (°C)                                | 15                   | 40                   | 15                   | 40                   | 15                   |
| 受圧面積 (m <sup>2</sup> )                   | 0.05                 | 0.05                 | 0.15                 | 0.02                 | 0.05                 |
| 成形体重量 (kg)                               | 3.0                  | 3.0                  | 0.6                  | 2                    | 7.5                  |
| 樹脂の曲げ弾性率 (kgf/cm <sup>2</sup> )          | 1650                 | 2950                 | 270000               | 8600                 | --                   |
| プラトー強度 (tf/m <sup>2</sup> )              | 240                  | 400                  | 130                  | 1100                 | --                   |
| 単位体積当りの圧縮エネルギー吸収量 (tf·m/m <sup>3</sup> ) | 282                  | 267                  | 160                  | 750                  | 121                  |
| 最大反力 (tf)                                | 21.3                 | 24.0                 | 28.0                 | 30.0                 | 79.4                 |
| 最大圧縮変位 (mm)                              | 72.4                 | 61.8                 | 80                   | 65                   | 66.6                 |
| 吸収エネルギー量 (tf·m)                          | 1.04×10 <sup>5</sup> | 1.04×10 <sup>5</sup> | 1.04×10 <sup>5</sup> | 1.04×10 <sup>5</sup> | 9.45×10 <sup>4</sup> |
| 固定台への影響の有無                               | 無し                   | 無し                   | 無し                   | 無し                   | 有り                   |

#### 【0084】実施例 5

東洋紡績社製のポリエステル系エラストマー「ペルレン P - 5 5 B」を用いて、図 7 に示す寸法・形状の両端フランジ付きの筒状吸収材を作製した。該衝撃吸収材の性能試験（15 の値）結果を、構成素材の物性などと共に表 2 に示す。

#### 【0085】実施例 6

東洋紡績社製のナイロン「T - 2 2 2」を使用し、図 7 に示す中空筒状の衝撃吸収材 [高さ = 100 mm、外径 80 mm] を作製した。該中空筒状衝撃吸収材の性能試験（40 の値）結果を、構成素材の物性などと共に表 2 に示す。

#### 【0086】比較例 2

硬度 45 A の市販のゴム塊 (CR) を切削加工し、上記実施例 5 と同じ寸法・形状の中空筒状衝撃吸収材を作製した。該衝撃吸収材の性能試験（15 の値）結果を、構成素材の物性などと共に表 2 に示す。

#### 【0087】比較例 3

硬度 63 A の市販のゴム塊を切削加工し、上記実施例 5 と同じ寸法・形状の中空筒状衝撃吸収材を作製した。該衝撃吸収材の性能試験（15 の値）結果を、構成素材の物性などと共に表 2 に示す。

#### 【0088】

#### 【表 2】

|   | 実施例5                   | 実施例6                   | 比較例2                   | 比較例3                   |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 緩衝吸収材素材                                 | P55B                   | T222                   | ゴム (硬度45A)             | ゴム (硬度63A)             |
| 高さ(mm)                                  | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    |
| 外径(mm)×内径(mm)                           | 80×40                  | 80×70                  | 80×40                  | 80×40                  |
| 成形体重量(kg)                               | 0.5                    | 0.2                    | 0.6                    | 0.8                    |
| 衝撃受け面面積(m <sup>2</sup> )                | 2.5 × 10 <sup>-3</sup> | 2.5 × 10 <sup>-3</sup> | 2.5 × 10 <sup>-3</sup> | 2.5 × 10 <sup>-3</sup> |
| 樹脂の曲げ弾性率(kgt/cm <sup>2</sup> )          | 770                    | 8600                   | --                     | --                     |
| プラトー強度(tf/m <sup>2</sup> )              | 2000                   | 2000                   | --                     | --                     |
| 単位体積当りの圧縮エネルギー吸収量(tf・m/m <sup>3</sup> ) | 478                    | 500                    | 140                    | 180                    |
| 最大圧縮率(%)                                | 63                     | 60                     | 86                     | 83                     |
| 最大反力(tf)                                | 11.5                   | 12                     | 31.9                   | 24.4                   |
| 吸収エネルギー(tf・m/m <sup>3</sup> )           | 2.7×10 <sup>4</sup>    | 2.7×10 <sup>4</sup>    | 3.2×10 <sup>4</sup>    | 3.1×10 <sup>4</sup>    |
| 固定台への影響の有無                              | 無し                     | 無し                     | 有り                     | 無し                     |

## 【0089】

【発明の効果】本発明は以上の様に構成されており、この衝撃吸収材は優れた衝撃吸収性能を有しているため、該吸収材を用いた衝撃吸収構造は、地震等による上部工同士、上部工と下部工の衝突による衝撃や治具を用いた連結部分にかかる衝撃を効果的に吸収・緩和することができ、下部工や上部工、更には隣接構造物の衝撃による破壊や離脱などを確実に阻止することができ、地震等にも十分に耐える橋梁を与える。しかもこの衝撃吸収構造は優れた耐錆性、耐水性、耐候性を有する衝撃吸収材を用いているので、内陸部はもとより沿岸地区や海洋連絡橋などに適用したときでも、メンテナンスフリーで長期間優れた衝撃緩和性能を持続する。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の衝撃吸収構造(I)に用いられる衝撃吸収材(i)の代表例を示す見取り図である。

【図2】本発明の衝撃吸収構造(I)に用いられる衝撃吸収材(i)の他の形状を例示する見取り図である。

【図3】衝撃吸収材(i)の配設例を示す概略説明図である。

【図4】本発明の衝撃吸収構造(II)である連結ケーブル衝撃吸収装置を、橋梁の上部工間に配設した状態を例示する断面説明図である。

【図5】本発明の衝撃吸収構造(II)である連結ケーブル衝撃吸収装置を、橋梁の上部工と下部工間に配設した状態を例示する要部断面説明図である。

【図6】本発明の衝撃吸収構造(II)である連結ケーブル衝撃吸収装置の具体例を示す要部断面説明図である。

【図7】本発明の衝撃吸収構造(II)に用いられる衝撃吸収材(ii)の一例を示す断面説明図である。

【図8】本発明の衝撃吸収構造に用いられる衝撃吸収材の荷重(反力) - 圧縮率曲線を例示する説明図である。

【図9】通常のゴム弾性体の荷重(反力) - 圧縮率曲線を例示する説明図である。

【図10】本発明の衝撃吸収構造に用いられる衝撃吸収材の荷重(反力) - 圧縮率曲線の具体例を示す図である。

【図11】実施例および比較例で用いた衝撃試験装置を示す説明図である。

30 【図12】図11における衝撃吸収材の配置状態を示す拡大説明図である。

## 【符号の説明】

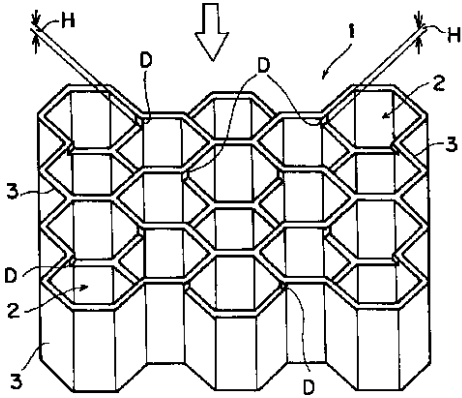
- 1 衝撃吸収材(i)
- 2 貫通孔
- 3 隔壁
- 4 上部工
- 5 下部工
- 6 支承部材
- 7 落橋防止壁(鋼製ブラケット、コンクリートブロック等)
- 8 ブラケット
- 9 軌条
- 10 落下物体
- 11 固定台
- 12 ロードセル
- 13 加速度計
- 14 レーザー変位計
- 21 衝撃吸収材(ii)
- 22 連結ケーブル
- 50 23 ナット

- 2 4 支持板
- 2 5 防護カバー
- 2 6 上部工

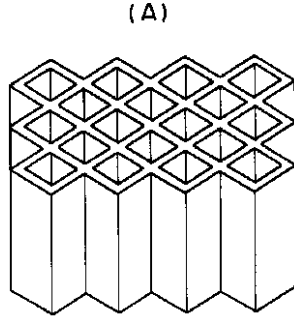
- \* 2 7 道路
- 2 8 下部工

\*

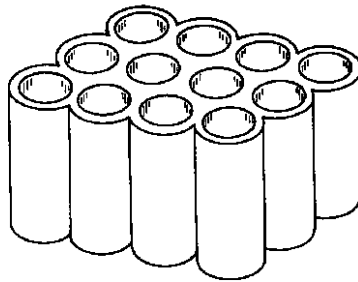
【図 1】



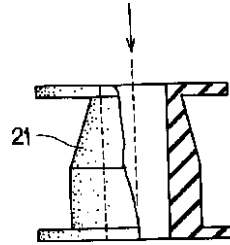
【図 2】



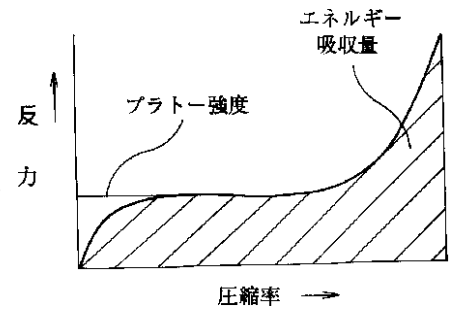
(B)



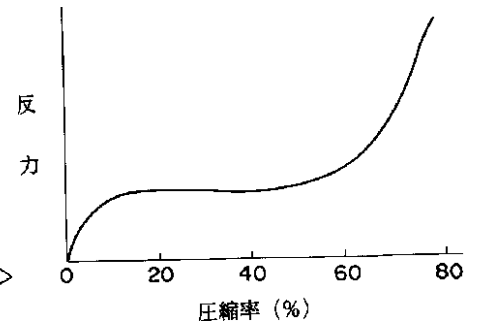
【図 7】



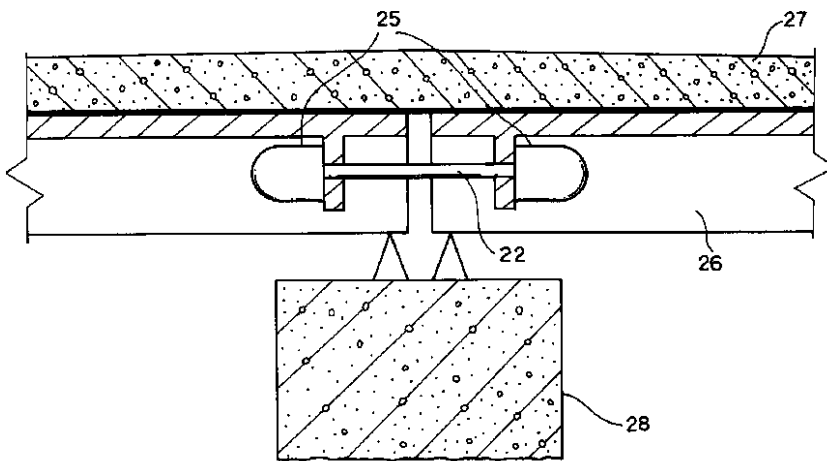
【図 8】



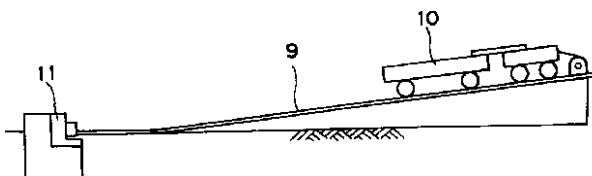
【図 10】



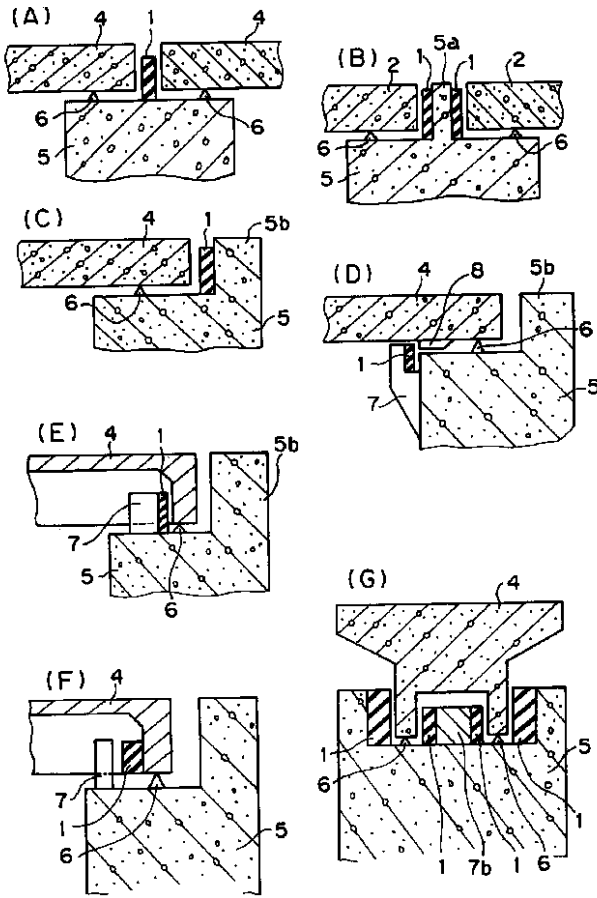
【図 4】



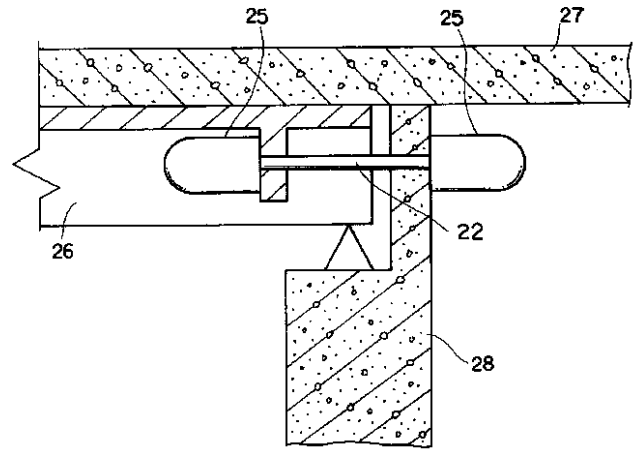
【図 11】



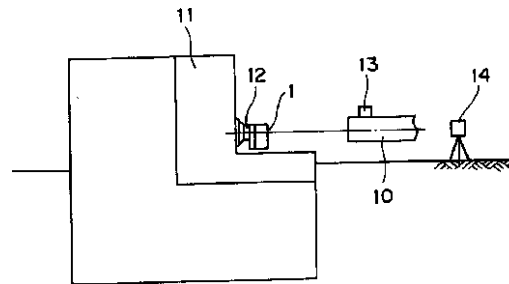
【図 3】



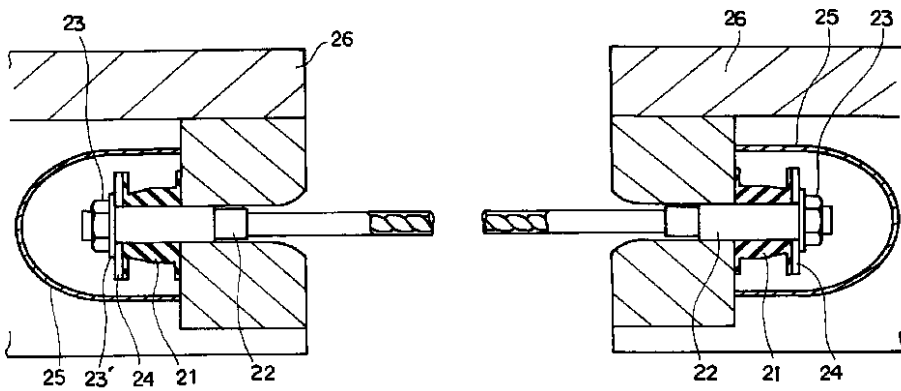
【図 5】



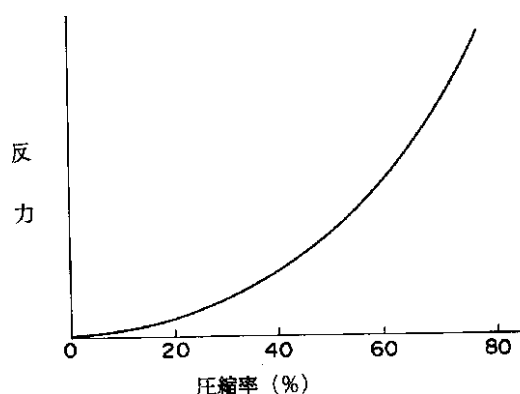
【図 12】



【図 6】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 菅野 匡  
東京都町田市忠生 1 - 4 - 1 日本道路  
公団試験研究所内

(72)発明者 石田 博  
東京都町田市忠生 1 - 4 - 1 日本道路  
公団試験研究所内

(72)発明者 鎌田 賢  
滋賀県大津市堅田二丁目 1 番 1 号 東洋  
紡績株式会社 総合研究所内

(72)発明者 松山 雄二郎  
滋賀県大津市堅田二丁目 1 番 1 号 東洋  
紡績株式会社 総合研究所内

(72)発明者 荒木 良夫  
滋賀県大津市堅田二丁目 1 番 1 号 東洋  
紡績株式会社 総合研究所内

(72)発明者 根岸 聖司  
滋賀県大津市堅田二丁目 1 番 1 号 東洋  
紡績株式会社 総合研究所内

(72)発明者 野々村 千里  
滋賀県大津市堅田二丁目 1 番 1 号 東洋  
紡績株式会社 総合研究所内

(56)参考文献 特開 平 5 - 295708 ( J P , A )  
特開 平 5 - 321966 ( J P , A )  
特開 平 9 - 95908 ( J P , A )  
実開 昭 56 - 41708 ( J P , U )

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)

E01D 1/00

E01D 19/04 101

F16F 7/00