

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6717595号
(P6717595)

(45) 発行日 令和2年7月1日(2020.7.1)

(24) 登録日 令和2年6月15日(2020.6.15)

(51) Int. Cl.		F I	
EO1F	8/00	(2006.01)	EO1F 8/00
EO1D	1/00	(2006.01)	EO1D 1/00

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2015-248066 (P2015-248066)	(73) 特許権者	505398941 東日本高速道路株式会社 東京都千代田区霞が関三丁目3番2号
(22) 出願日	平成27年12月18日(2015.12.18)	(73) 特許権者	505398963 西日本高速道路株式会社 大阪府大阪市北区堂島一丁目6番20号
(65) 公開番号	特開2017-110476 (P2017-110476A)	(73) 特許権者	507194017 株式会社高速道路総合技術研究所 東京都町田市忠生一丁目4番地1
(43) 公開日	平成29年6月22日(2017.6.22)	(73) 特許権者	304000836 学校法人 名古屋電気学園 愛知県名古屋市千種区若水3丁目2番12号
審査請求日	平成30年10月1日(2018.10.1)	(74) 代理人	100104570 弁理士 大関 光弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高架構造物の消音方法および消音構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

高架構造物の下面から放射される低周波音を消音する高架構造物の消音方法であって、
上面に設けられた平坦面と、下面に設けられた出音用開口部と、を有し、前記高架構造物の固有振動に起因する帯域に共鳴して、当該帯域の音波と逆位相の音波を前記出音用開口部から出射するように設計されたレゾネータを、前記平坦面が前記高架構造物の下面に接触し、かつ前記出音用開口部が下方を向くように、前記高架構造物に取り付け、

前記高架構造物の下面から放射される、当該高架構造物の固有振動に起因する帯域の音波を、前記平坦面側から前記レゾネータの内部空間に伝達させ、当該高架構造物の固有振動に起因する帯域の音波と逆位相の音波を、前記出音用開口部から下方に向けて出射させて、前記レゾネータの周囲に位置する前記高架構造物の下面から放射される、当該高架構造物の固有振動に起因する帯域の音波を相殺し、これにより前記高架構造物から放射される音波の放射効率を低減させる

ことを特徴とする高架構造物の消音方法。

【請求項2】

請求項1に記載の高架構造物の消音方法であって、

前記平坦面に入音用開口部を設けて、前記入音用開口部を前記高架構造物の下面に密着させることにより、前記レゾネータの上面の一部を前記高架構造物の下面で構成する

ことを特徴とする高架構造物の消音方法。

【請求項3】

10

20

請求項 1 または 2 に記載の高架構造物の消音方法であって、
前記レゾネータの前記出音用開口部には、両端が開口された筒部が装着されている
ことを特徴とする高架構造物の消音方法。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の高架構造物の消音方法であって、
前記レゾネータの内部空間には、前記レゾネータの上面と下面との間に、前記レゾネー
タの躯体を補強する補強材が設けられている
ことを特徴とする高架構造物の消音方法。

【請求項 5】

高架構造物の下面から放射される低周波音を消音する高架構造物の消音構造であって、 10
上面に設けられた平坦面が前記高架構造物の下面に接触し、かつ下面に設けられた筒状
の出音用開口部が下方を向くように、前記高架構造物の下面に、ある間隔で複数取り付け
られたレゾネータを有し、
前記レゾネータは、
前記高架構造物の固有振動に起因する帯域に共鳴して、当該帯域の音波と逆位相の音波
を前記出音用開口部から出射するように設計されており、
前記高架構造物の下面から放射される、当該高架構造物の固有振動に起因する帯域の音
波を、前記平坦面側から前記レゾネータの内部空間に伝達し、当該高架構造物の固有振動
に起因する帯域の音波と逆位相の音波を、前記出音用開口部から下方に向けて出射して、 20
前記レゾネータの周囲に位置する前記高架構造物の下面から放射される、当該高架構造物
の固有振動に起因する帯域の音波を相殺する
ことを特徴とする高架構造物の消音構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、橋梁、高架道路等の高架構造物上を走行する車両等によって発生する高架構
造物の騒音を消音する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、橋梁、高架道路等の高架構造物の下面に設置された吸音構造体が開示
されている。この吸音構造体は、グラスウール等の多孔質吸音材および多孔質吸音材の背
後に形成された空間部からなる複数の吸音ユニットが吸音孔を空けて配列されて構成され
た吸音部と、吸音部および吸音部の背後に位置する高架道路等の下面に設けられた遮音部
材の間に形成され、吸音孔と連通する共鳴室と、を備えている。これにより、高架構造物
の下方に敷設された道路上を走行する車両等の騒音は、吸音構造体の吸音孔に入射して、
その低周波域成分が共鳴室で減衰吸収され、かつその中高周波域成分が吸音ユニットで吸
収される。したがって、高架構造物の下方に敷設された道路上を走行する車両等の騒音が
高架構造物の下面で反響して大きくなるのを防止することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 09 - 003833 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 に記載の吸音構造体は、橋梁、高架道路等の高架構造物の下
方に敷設された道路上を走行する車両等の騒音が高架構造物の下面で反響して大きくなる
のを防止することはできるが、高架構造物上を走行する車両等により床版等が振動して、
高架構造物の下面から放射される低周波音については、何ら考慮されていない。このよう 50

な低周波音は、橋梁、高架道路等の高架構造物の近隣住民等にとって不快な騒音となることがある。

【 0 0 0 5 】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、床版等の振動により高架構造物の下面から放射される低周波音を消音することが可能な高架構造物の消音技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記課題を解決するために、本発明では、上面に平坦面が設けられ、下面に出音用開口部が設けられたレゾネータを、出音用開口部が下方を向くように、高架構造物の下面に取り付ける。そして、高架構造物の床版等の振動により高架構造物の下面から放射される低周波音を、レゾネータの上面に設けられた平坦面を介してレゾネータの内部空間に伝達させ、この低周波音をレゾネータの内部空間で逆位相の低周波音に変換して、レゾネータの下面に設けられた出音用開口部から下方へ向けて出射させる。このように、高架構造物の床版等にレゾネータを取り付け、高架構造物から放射される音波の放射効率を下げ、低周波音を低減させる。

【 0 0 0 7 】

例えば、本発明は、高架構造物の下面から放射される低周波音を消音する高架構造物の消音方法であって、

上面に設けられた平坦面と、下面に設けられた出音用開口部と、を有し、前記高架構造物の固有振動に起因する帯域に共鳴して、当該帯域の音波と逆位相の音波を前記出音用開口部から出射するように設計されたレゾネータを、前記平坦面が前記高架構造物の下面に接触し、かつ前記出音用開口部が下方を向くように、前記高架構造物に取り付け、

前記高架構造物の下面から放射される、当該高架構造物の固有振動に起因する帯域の音波を、前記平坦面側から前記レゾネータの内部空間に伝達させ、当該高架構造物の固有振動に起因する帯域の音波と逆位相の音波を、前記出音用開口部から下方に向けて出射させて、前記レゾネータの周囲に位置する前記高架構造物の下面から放射される、当該高架構造物の固有振動に起因する帯域の音波を相殺し、これにより前記高架構造物から放射される音波の放射効率を低減させる。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明では、高架構造物上を走行する車両等により床版等が振動し、高架構造物の下面から放射される低周波音と逆位相の低周波音をレゾネータから下方に向けて出射させる。これにより、高架構造物の下面から放射される低周波音を、この低周波音と逆位相の出射音で相殺して消音することができる。したがって、高架構造物から放射される音波の放射効率を下げるができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】図 1 は、本発明の一実施の形態に係る高架構造物の消音構造を説明するための図である。

【図 2】図 2 (A) ~ 図 2 (C) は、ヘルムホルツヘルムホルツレゾネータ 1 の上面図、正面図、底面図であり、図 2 (D) は、図 2 (A) に示すヘルムホルツレゾネータ 1 の A - A 断面図であり、図 2 (E) は、図 2 (B) に示すヘルムホルツレゾネータ 1 の B - B 断面図である。

【図 3】図 3 (A) は、ヘルムホルツレゾネータ 1 の変形例 1 A の上面図であり、図 3 (B) は、図 3 (A) に示すヘルムホルツレゾネータ 1 の変形例 1 A の A' - A' 図である。

【図 4】図 4 (A) は、ヘルムホルツレゾネータ 1 の変形例 1 B の断面図 (図 2 (D) に相当) であり、図 4 (B) は、図 4 (A) に示すヘルムホルツレゾネータ 1 の変形例 1 B

10

20

30

40

の断面図（図 2（E）に相当）である。

【図 5】図 5 は、ヘルムホルツレゾネータ 1 の変形例 1 C の底面図（図 2（C）に相当）である。

【図 6】図 6 は、ヘルムホルツレゾネータ 1 の変形例 1 D の底面図（図 2（C）に相当）である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の一実施の形態について図面を参照して説明する。

【0011】

図 1 は、本実施の形態に係る高架構造物の消音構造を説明するための図である。 10

【0012】

図示するように、本実施の形態に係る高架構造物の消音構造は、橋梁、高架道路等の高架構造物 2 の下面 20 に設置された少なくとも 1 台のヘルムホルツレゾネータ 1 を備えている。ヘルムホルツレゾネータ 1 は、高架構造物 2 上を走行する車両 4 等の移動体によって高架構造物 2 が振動することにより高架構造物 2 の下面 20 から放射される低周波音 + L とは逆位相の低周波音 - L を下方へ出射する。これにより、高架構造物 2 の下面 20 から放射される低周波音 + L を、ヘルムホルツレゾネータ 1 から出射される逆位相の出射音 - L で相殺して消音する。

【0013】

なお、ここでは、3 台のヘルムホルツレゾネータ 1 が高架構造物 2 の下面 20 に等間隔で設置されている場合を例示しているが、ヘルムホルツレゾネータ 1 の設置数および設置位置は、高架構造物 2 の下面 20 から放射される低周波音 + L の大きさ等に応じて適宜決定される。 20

【0014】

図 2（A）～図 2（C）は、ヘルムホルツレゾネータ 1 の上面図、正面図、底面図であり、図 2（D）は、図 2（A）に示すヘルムホルツレゾネータ 1 の A - A 断面図であり、図 2（E）は、図 2（B）に示すヘルムホルツレゾネータ 1 の B - B 断面図である。

【0015】

図示するように、ヘルムホルツレゾネータ 1 は、内部空間 10 を有する例えば直方体に形成されており、上面 11 には平坦面 14 が形成され、下面 12 には出音用開口部 15 が形成されている。また、出音用開口部 15 には、両端が開口された筒部 16 が形成されている。 30

【0016】

ヘルムホルツレゾネータ 1 は、出音用開口部 15（筒部 16）内の空気を錘とし、内部空間 10 内の空気をバネとする振動系と等価とみなされ、空気の錘に加わる低周波音（空気の振動）に共鳴する。そして、上面 11 を介して内部空間 10 内に伝搬した低周波音の位相を反転させ、出音用開口部 15 から出射する。

【0017】

ヘルムホルツレゾネータ 1 の共鳴周波数は、出音用開口部 15 の開口面積および筒部 16 の長さ、内部空間 10 の容積および形状と、ヘルムホルツレゾネータ 1 の材質と、に影響される。これらを適切に設計することにより、共鳴周波数を所望の周波数帯域に設定することができる。高架構造物 2 上を走行する車両 4 等の移動体によって高架構造物 2 の下面 20 から放射される低周波音は、主に高架構造物 2 の床版 3 が振動することにより生じ、床版 3 の固有振動に起因する帯域の振動数成分を持っていると考えられる。そこで、本実施の形態では、床版 3 の固有振動に起因する帯域の音波とヘルムホルツレゾネータ 1 から出射される音波とが逆位相となるように、ヘルムホルツレゾネータ 1 を設計している。なお、ヘルムホルツレゾネータ 1 の共鳴周波数は、例えば、内部空間 10 内への筒部 16 の突出量 h を変えて内部空間 10 の容積を変更することにより微調整可能である。 40

【0018】

ヘルムホルツレゾネータ 1 は、上面 11 に形成された平坦面 14 が高架構造物 2 の下面 50

20と接触し、かつ下面12に形成された出音用開口部15（筒部16）が下方を向くように、高架構造物2に取り付けられる。

【0019】

上記構成の本実施の形態に係る高架構造物の消音構造において、図1に示すように、高架構造物2上を車両4等の移動体が走行すると、高架構造物2の床版3が振動して、床版3の固有振動に起因する帯域の低周波音+Lが高架構造物2の下面20から下方に向けて放射される。この際、高架構造物2の下面20から放射される低周波音+Lの一部が、高架構造物2の下面20と接触するヘルムホルツレゾネータ1の平坦面14を介してヘルムホルツレゾネータ1の内部空間10へ入射される。そして、ヘルムホルツレゾネータ1の出音用開口部15（筒部16）で位相が反転し、逆位相の低周波音-Lがヘルムホルツレゾネータ1の出音用開口部15から下方へ向けて出射される。これにより、高架構造物2の下面20から放射される低周波音+Lが、ヘルムホルツレゾネータ1の出音用開口部15から出射される逆位相の低周波音-Lで相殺されて消音される。また、図示していないが、効果構造物2の桁のウェブから横方向に放射される低周波音+Lも、ヘルムホルツレゾネータ1の出音用開口部15から出射される逆位相の低周波音-Lで相殺されて消音される。したがって、高架構造物2から放射される音波の放射効率を下げることができる。このように、本実施の形態によれば、高架道路の沿道住民等、高架構造物2の近隣住民5にとって不快な騒音を低減できる。

【0020】

以上、本発明の一実施の形態について説明した。

【0021】

なお、本発明は、上記の実施の形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で数々の変形が可能である。

【0022】

例えば、上記の実施の形態では、ヘルムホルツレゾネータ1の上面11に平坦面14を設けて高架構造物2の下面20に接触させることにより、高架構造物2の下面20から放射される低周波音+Lをこの平坦面14を介してヘルムホルツレゾネータ1の内部空間10へ入射させている。しかしながら、本発明はこれに限定されない。図3（A）および図3（B）に示すヘルムホルツレゾネータ1の変形例1Aのように、上面11に設けられた平坦面14に入音用開口部17を形成してもよい。そして、入音用開口部17を高架構造物2の下面20に密着させることにより、ヘルムホルツレゾネータ1の上面11の一部を高架構造物2の下面20で構成するようにしてもよい。このようにすることで、高架構造物2の下面20から放射される低周波音+Lを直接ヘルムホルツレゾネータ1の内部空間10へ入射させることができ、これにより、より効率よく、高架構造物2の下面20から放射される低周波音+Lを消音することが可能となる。なお、図3に示すヘルムホルツレゾネータ1の変形例1Aにおいて、図2に示すヘルムホルツレゾネータ1と同一の機能を有するものには、同一の符号を付している。

【0023】

また、上記の実施の形態において、図4（A）および図4（B）に示すヘルムホルツレゾネータ1の変形例1Bのように、内部空間10の上面11側内壁110と下面12側内壁120と間に、側面13の内壁130から突出した補強材18を設けてもよい。このようにすることにより、補強材18により躯体が補強されて剛性が向上するため、高架構造物2の振動による内部空間10の容積変化が抑制され、共振周波数のばらつきを低減させることができる。なお、図4に示すヘルムホルツレゾネータ1の変形例1Bにおいて、図2に示すヘルムホルツレゾネータ1と同一の機能を有するものには、同一の符号を付している。

【0024】

また、上記の実施の形態において、筒部16を補強する補強材を追加して、筒部16（出音用開口部15）の剛性を向上させてもよい。このようにすることで、高架構造物2の振動による筒部16内の容積変化が抑制され、共振周波数のばらつきを低減させることが

できる。

【0025】

また、上記の実施の形態では、出音用開口部15に筒部16を形成しているが、本発明はこれに限定されない。出音開口部15に筒部16を形成しなくてもよい。また、出音用開口部15の形状を正方形としているが(図2(C)参照)、本発明はこれに限定されない。例えば、図5に示すヘルムホルツレゾネータ1の変形例1Cのように、スリット形状の出音用開口部15cを形成してもよい。また、出音用開口部15は一つである必要はなく、図6に示すヘルムホルツレゾネータ1の変形例1Dのように、複数の出音用開口部15dを形成してもよい。

【0026】

また、上記の実施の形態において、筒部16を水平方向などの所望の方向に折り曲げることにより、ヘルムホルツレゾネータ1から所望の方向に向けて低周波音が出射されるようにしてもよい。このようにすることで、高架構造物2の下面20等から放射される低周波音を、ヘルムホルツレゾネータ1から出射される低周波音とより効率よく相殺させて、消音することができる。

【符号の説明】

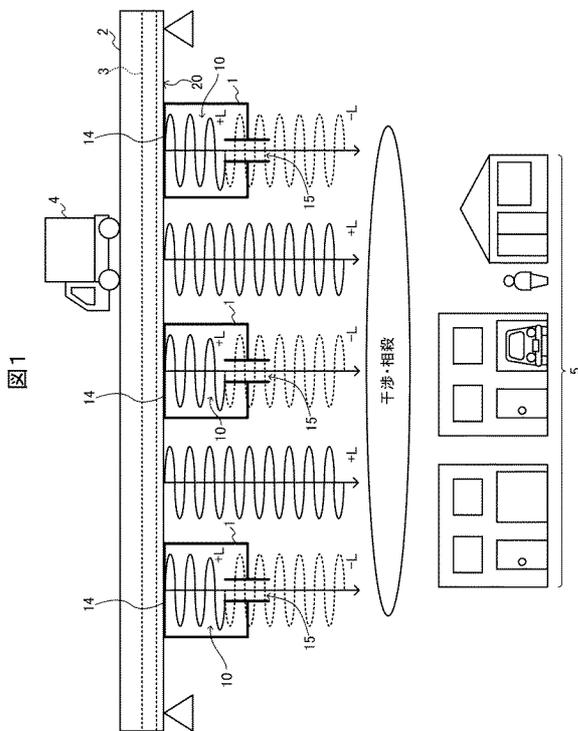
【0027】

1、1A、1B、1C、1D：ヘルムホルツレゾネータ、 2：高架構造物、 3：床版、 4：車両、 5：近隣住民、 10：内部空間、 11：上面、 12：下面、 13：側面、 14：平坦面、 15、15c、15d：出音用開口部、 16：筒部、 17：入音用開口部、 18：補強材、 110、120、130：内壁

10

20

【図1】



【図2】

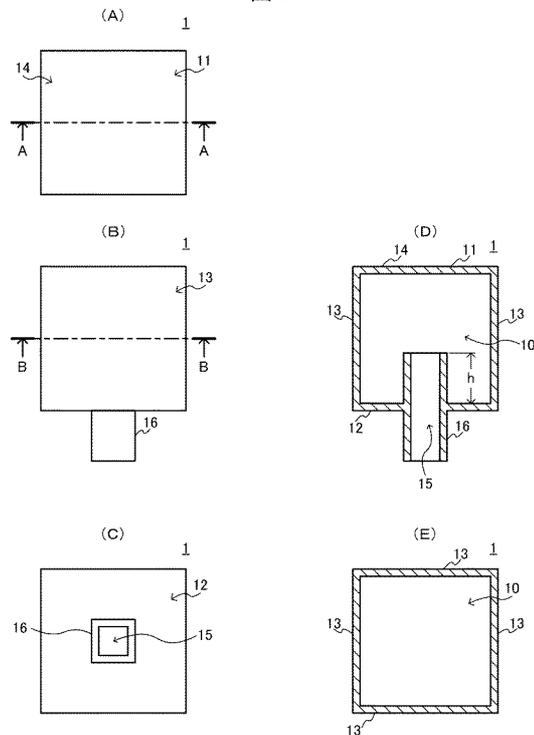


図2

【 図 3 】

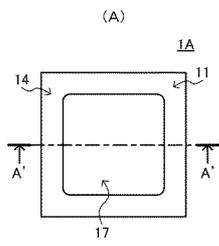
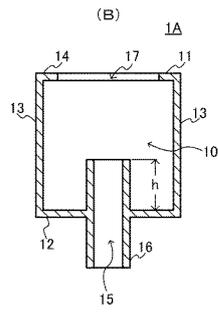
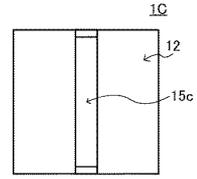


図3



【 図 5 】

図5



【 図 4 】

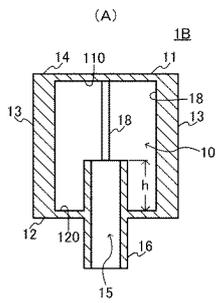
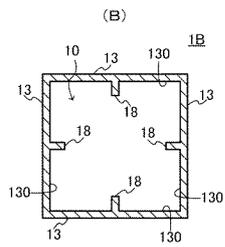
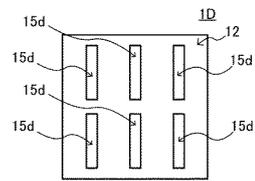


図4



【 図 6 】

図6



フロントページの続き

(72)発明者 長船 寿一

東京都町田市忠生一丁目4番地1 株式会社高速道路総合技術研究所内

(72)発明者 岩吹 啓史

東京都町田市忠生一丁目4番地1 株式会社高速道路総合技術研究所内

(72)発明者 佐野 泰之

愛知県豊田市八草町八千草1247 愛知工業大学内

審査官 荒井 良子

(56)参考文献 特開平09-003833(JP,A)

特開2001-249665(JP,A)

実開昭52-092011(JP,U)

特開2001-220716(JP,A)

国際公開第2012/144078(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E01F 8/00

E01D 1/00