

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7108491号

(P7108491)

(45)発行日 令和4年7月28日(2022.7.28)

(24)登録日 令和4年7月20日(2022.7.20)

(51)国際特許分類

F I

E 0 4 B 1/82 (2006.01)

E 0 4 B 1/82 X

E 0 1 F 8/00 (2006.01)

E 0 1 F 8/00

E 0 4 H 17/16 (2006.01)

E 0 4 H 17/16 1 0 4

E 0 4 B 1/84 (2006.01)

E 0 4 B 1/82 C

E 0 4 G 21/32 (2006.01)

E 0 4 B 1/84 A

請求項の数 6 (全16頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2018-143484(P2018-143484)

(22)出願日 平成30年7月31日(2018.7.31)

(65)公開番号 特開2020-20137(P2020-20137A)

(43)公開日 令和2年2月6日(2020.2.6)

審査請求日 令和3年5月18日(2021.5.18)

(73)特許権者 000150110

株式会社竹中土木

東京都江東区新砂一丁目1番1号

(73)特許権者 000003621

株式会社竹中工務店

大阪府大阪市中央区本町四丁目1番13号

(74)代理人 100090114

弁理士 山名 正彦

(74)代理人 100174207

弁理士 箴島 孝夫

(72)発明者 田邊 康太

東京都江東区新砂一丁目1番1号 株式会社竹中土木内

(72)発明者 大村 啓介

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 騒音低減装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

地面等へ立設される遮音壁と、前記遮音壁の上端部の壁面部に設けられるバルーン型吸音体とからなる騒音低減装置であって、

前記遮音壁は、単層壁構造であること、

前記バルーン型吸音体は、前記単層壁構造の遮音壁の上端部の騒音源側及び／又は騒音源側とは反対側の壁面部に設けられ、その内部に空気を充填して膨張させた状態での共振周波数が、40～300Hzに設定されていることを特徴とする、騒音低減装置。

【請求項2】

地面等へ立設される遮音壁と、前記遮音壁の上端部の壁面部に設けられるバルーン型吸音体とからなる騒音低減装置であって、

前記遮音壁は、所定の間隔をあけた二層壁以上の複数層壁構造であること、

前記バルーン型吸音体は、前記複数層壁構造の遮音壁の各壁面部同士の間の上端部に設けられ、その内部に空気を充填して膨張させた状態での共振周波数が、40～300Hzに設定されていることを特徴とする、騒音低減装置。

【請求項3】

前記膨張したバルーン型吸音体の拘束部材が、前記壁面部とで前記バルーン型吸音体をサンドイッチ状に挟むように設けられていることを特徴とする、請求項1に記載した騒音低減装置。

【請求項4】

前記遮音壁は、万能鋼板等の遮音パネル、及び／又は遮音シートで形成されることを特徴とする、請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載した騒音低減装置。

【請求項 5】

前記遮音壁は、単管部材を立体的に組み上げてなる支持部材、及び／又は枠組足場に固定して立設されることを特徴とする、請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載した騒音低減装置。

【請求項 6】

前記遮音壁は、工事現場等の騒音源を囲むように立設されることを特徴とする、請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載した騒音低減装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

この発明は、工事現場等で発生する騒音を低減する騒音低減装置の技術分野に属し、更には、バルーン型吸音体による膜振動型の吸音特性を利用して工事現場等で発生する騒音を低減する騒音低減装置に関する。

【背景技術】

【0002】

工事現場等で発生する騒音（工事騒音）は、万能鋼板や遮音シート（防音シート）を用いた遮音壁で対策することが一般的である。

前記工事騒音の高い周波数成分は前記遮音壁での低減（減音）が期待できるが、発電機や建設重機のアイドリング音などのいわゆる建設機械の騒音に多く含まれる低周波帯域の音（以下適宜、低周波音と略す。）は透過・回折しやすく、効果的な低減対策が困難である。この低周波音は、民家のがたつきや住民に不快感を与えるなど、苦情発生の大きな要因となっている。

20

【0003】

近年、工事騒音の低減対策技術として、特許文献 1 には、仮設足場 1 に遮音材 2 が取り付けられた遮音材付仮設足場 1 において、前記遮音材 2 は、防音性板材、防音性シート、万能鋼板のいずれかまたはそれらの組み合わせからなり、前記仮設足場 1 の外面および内面に 2 重に取り付けられており、前記 2 重の遮音材 2 の各裏面および足場上端に位置する足場板上面には、吸音材 4 が取り付けられていることを特徴とする遮音材付仮設足場 1 が開示されている（請求項 1、図 2 等を参照）。

30

【0004】

前記特許文献 1 に係る技術によると、騒音源から発せられる騒音のうち、透過音については、前記遮音材 2 及び吸音材 4 の設置効果により、それなりの低減効果は認められるものの、回折現象によって前記仮設足場 1 の上方を回り込む回折音については、前記騒音源の反対側へ到達するので十分な低減効果を発揮することは期待できないという問題があった。

【0005】

特許文献 2 には、支持部材（枠組足場）11 と、前記支持部材 11 を挟んで互いに対向するように、前記支持部材 11 に支持された第一防音材 21 及び第二防音材 23 と、前記第一防音材 21 の上部と第二防音材 23 の上部との間に配置されるように支持部材 11 に支持された有底筒状の複数の音響管 31～34 とを備え、前記音響管 31～34 の開口が上方に向けられていることを特徴とする防音装置 10 が開示されている（請求項 1、図 1 等を参照）。

40

【0006】

前記特許文献 2 に係る技術によると、騒音源から発せられる騒音のうち、透過音については、前記第一防音材 21 及び第二防音材 23 の設置効果により、それなりの低減効果は認められ、回折現象によって支持部材（枠組足場）11 の上方を回り込む回折音については、前記有底筒状の複数の音響管 31～34 の干渉効果等により減衰され、これにより防音効果を向上させ得る旨の記載が認められる（段落【0007】、【0008】等を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【0007】

【文献】特許第6149270号（特開2014-77315号公報）

特開2017-111216号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

前記特許文献2に係る技術によれば、騒音源から発せられる透過音及び回折音について、ともに騒音低減効果が認められるものの、以下の問題があり解決すべき課題となっている。

（1）複数種（例えば4種）の音響管31～34をそれぞれ多数用意する必要があり、コストが非常に嵩む。また、前記多数の複数種の音響管31～34をそれぞれ、図2等にしたように支持部材11、11の間に規則的に配設する必要があり、大変煩わしい。よって、経済性及び取付作業性がわるいという問題があった。

（2）前記多数の複数種の音響管31～34はすべて有底筒状なので（請求項1等参照）、雨水が音響管31～34内に貯留して所定の効果を発揮できない等、何らかの雨天対策を施す必要があり、やはり大変煩わしかった。よって、メンテナンス性がわるいという問題もあった。

（3）騒音を低減する対象周波数は、250～500Hzが中心であり（段落【0022】等参照）、発電機や建設重機のアイドリング音などのいわゆる建設機械の騒音で多く発生する低周波音については、低減効果をさほど期待できなかった。よって、騒音低減性能についても更に改良したものが求められている。

【0009】

したがって、本発明の目的は、騒音低減媒体として膜振動型の吸音特性を利用したバルーン型吸音体を用い、騒音源から発せられる騒音のうち、特に回折音を効果的に低減することにより騒音全体の低減に大きく寄与する騒音低減装置を提供することにある。

また、本発明の目的は、特に発電機や建設重機のアイドリング音などのいわゆる建設機械の騒音で多く発生する低周波音を効果的に低減することができる、経済性、取付作業性、及びメンテナンス性に優れた騒音低減装置を提供することにある。

更に、本発明の目的は、既設の遮音壁（万能鋼板）にバルーン型吸音体を簡易に取り付けて実施することができる等、非常に合理的で汎用性に優れた騒音低減装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記背景技術の課題を解決するための手段として、請求項1に記載した発明に係る騒音低減装置は、地面等へ立設される遮音壁と、前記遮音壁の上端部の壁面部に設けられるバルーン型吸音体とからなる騒音低減装置であって、

前記遮音壁は、単層壁構造であること、

前記バルーン型吸音体は、前記単層壁構造の遮音壁の上端部の騒音源側及び／又は騒音源側とは反対側の壁面部に設けられ、その内部に空気を充填して膨張させた状態での共振周波数が、40～300Hzに設定されていることを特徴とする。

【0011】

請求項2に記載した発明に係る騒音低減装置は、地面等へ立設される遮音壁と、前記遮音壁の上端部の壁面部に設けられるバルーン型吸音体とからなる騒音低減装置であって、

前記遮音壁は、所定の間隔をあけた二層壁以上の複数層壁構造であること、

前記バルーン型吸音体は、前記複数層壁構造の遮音壁の各壁面部同士の間の上端部に設けられ、その内部に空気を充填して膨張させた状態での共振周波数が、40～300Hzに設定されていることを特徴とする。

【0012】

請求項3に記載した発明は、請求項1に記載した騒音低減装置において、前記膨張したバルーン型吸音体の拘束部材が、前記壁面部とで前記バルーン型吸音体をサンドイッチ状に

10

20

30

40

50

挟むように設けられていることを特徴とする。

【0013】

請求項4に記載した発明は、請求項1～3のいずれか1項に記載した騒音低減装置において、前記遮音壁は、万能鋼板等の遮音パネル、及び／又は遮音シートで形成されることを特徴とする。

【0014】

請求項5に記載した発明は、請求項1～4のいずれか1項に記載した騒音低減装置において、前記遮音壁は、単管部材を立体的に組み上げてなる支持部材、及び／又は枠組足場に固定して立設されることを特徴とする。

【0016】

請求項6に記載した発明は、請求項1～5のいずれか1項に記載した騒音低減装置において、前記遮音壁は、工事現場等の騒音源を囲むように立設されることを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明に係る騒音低減装置によれば、以下の効果を奏する。

(1) 従来の騒音低減技術では対策が困難であった低周波騒音に対しても、騒音低減媒体として膜振動型の吸音特性を利用したバルーン型吸音体を用い、さらに適正な面密度及び空気層で実施することにより、膜表面の共振振動エネルギーを利用して騒音を低減することができる。

(2) 膜の面密度、空気層厚さ等のパラメータを変化させることで共振周波数を柔軟にチューニング（調整）できるので、例えば狙った低周波帯域の音をある程度自在に効果的に低減できる。ちなみに、工事騒音を効果的に低減できる周波数は、本出願人による実験および解析によると、40～300Hzである。

(3) 騒音源から発せられる騒音のうち、特に回折音を効果的に低減することにより騒音全体の低減に大きく寄与する。特に発電機や建設重機のアイドリング音などのいわゆる建設機械の騒音で多く発生する低周波音を効果的に低減することができる。

(4) 既設の遮音壁（万能鋼板）にバルーン型吸音体を簡易に取り付けて実施することができるので、非常に合理的で汎用性に優れている。

(5) 本発明に係る騒音低減装置は、日常、工事現場等でよく見かける高さ3m程度の堀（万能鋼板等で構成される遮音壁）の特には内側（現場側）の上端部にバルーン型吸音体を単に張設するだけで騒音低減効果を実現できるので、汎用性に非常に優れている他、経済性、取り付け作業性、メンテナンス性に非常に優れている。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】実施例1に係る騒音低減装置を示した側面図である。

【図2】実施例1（図1）の騒音低減装置に用いるバルーン型吸音体を示した斜視図である。

【図3】実施例1に係る騒音低減装置を示した概略平面図である。

【図4】実施例2に係る騒音低減装置を示した側面図である。

【図5】図12に係る実物大試験のケース3及びケース5の（架台固定）の実施例を説明するための側面図である。

【図6】共振周波数を求める式1を示している。

【図7】Aは、実施例1を示した模式図であり、Bは、実施例2を示した模式図である。

【図8】＜効果確認試験その1＞の試験ケースA～Dをまとめた表である。

【図9】前記試験ケースA～Dに関する受音点を表した図である。

【図10】図9のE点における周波数特性を試験ケースA～Dについてそれぞれ示したグラフである。

【図11】図9における80Hz帯域の音圧分布を示したコンター図である。

【図12】＜効果確認試験その3（実物大試験）＞の試験状況（試験ケース1～8）を示した説明図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】前記試験ケース 1～8 のうち、試験ケース 1～5 についての減音効果（騒音低減効果）を確認するためのグラフである。

【図 1 4】前記試験ケース 1～8 のうち、試験ケース 6～8 についての減音効果（騒音低減効果）を確認するためのグラフである。

【図 1 5】前記試験ケース 1～8 のうち、試験ケース 7、8 についての遮音壁から 5 m 地点における減音効果を確認するためのグラフである。

【図 1 6】前記試験ケース 1～8 のうち、試験ケース 7、8 についての遮音壁から 1 0 m 地点における減音効果を確認するためのグラフである。

【図 1 7】前記試験ケース 1～8 のうち、試験ケース 7、8 についての遮音壁から 2 0 m 地点における減音効果を確認するためのグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 9】

本発明は、本出願人の発明者が、前記工事騒音（透過音と回折音）のうち、回折音の伝播の性質について鋭意追究し、検討を行った結果、工事現場で通常用いられる万能鋼板等からなる遮音壁に、膨張させた通気性のない柔軟な膜材料（バルーン）を介在させると、空気層がバネとして働く単一共振系を構成すると考え、単一共振系に基づく共振周波数を求める式に着眼したことに端を発する。

そこで、前記膜材料の吸音効果の程度を確認するため、1／4スケールの模型を用いたモックアップ試験、及び実物大スケールの試験を行った結果、回折音、さらには低周波音を確実に低減できる感触を得た。

すなわち、本発明は、バルーン型吸音体による膜振動型の吸音特性を利用した騒音低減装置により、前記工事騒音（透過音と回折音）のうち、特に回折音、さらには低周波音を効果的に低減可能な技術的思想に立脚している。

【0 0 2 0】

以下、本発明に係る騒音低減装置の実施例を図面に基づいて説明する。

【実施例 1】

【0 0 2 1】

実施例 1 に係る騒音低減装置 1 0 は、図 1～図 3 に示したように、地面 1 1 等へ立設される遮音壁 1 と、前記遮音壁 1 の上端部の壁面部に設けられるバルーン型吸音体 2 とからなる。

前記遮音壁 1 は、単層壁構造である。

また、前記バルーン型吸音体 2 は、前記単層壁構造の遮音壁（万能鋼板）1 の上端部の騒音源 S 側（及び／又は騒音源側とは反対側）の壁面部 1 a に設けられ、その内部に空気を充填して膨張させた状態での共振周波数が、4 0 ～ 3 0 0 H z に設定されている。

【0 0 2 2】

前記遮音壁 1 は、本実施例では、複数の万能鋼板（一例として高さ 3 4 0 0 mm 程度、幅 5 4 0 mm 程度）を 1 列に隙間なく並べて壁状に形成してなる単層壁構造で実施されている。

前記遮音壁（万能鋼板）1 を支持する支持部材 9 は、本実施例では、所定の長さの単管部材 9 a～9 e を直交クランプ 9 f や自在クランプ 9 g を用いて地面 1 1 に立体的に組み上げて構築され、前記遮音壁 1 は前記支持部材 9 を介して地面 1 1 へ立設する構成で実施されている。前記支持部材 9 の代わりに枠組足場を用いても同様に実施可能である。

なお、前記遮音壁 1 は、万能鋼板 1 に限らず、壁状に形成できる部材（遮音パネル）であればよい。遮音シート（防音シート）でも実施可能である。前記遮音壁 1 の高さも勿論 3 4 0 0 mm 程度に限らず、特に制限はないが、2 0 0 0 ～ 5 0 0 0 mm 程度の範囲内が実用的である。

【0 0 2 3】

前記バルーン型吸音体 2 は、本実施例では、横幅（W）1 7 0 0 ～ 2 5 0 0 mm 程度で、高さ（H）1 0 0 0 mm 程度、奥行き（D）4 0 0 mm 程度の直方体形状に形成した。材料は、軟質塩化ビニルシートである。底面部にはエア注入孔 2 a が形成されている。

10

20

30

40

50

前記構成のバルーン型吸音体 2 は、本実施例では、前記遮音壁 1 の上端部の壁面部 1 a に前記支持部材 9（特に単管部材 9 e）と干渉しない程度の間隔をあけて、図 1 の紙面の垂直方向に連続的に設けて実施している。

ちなみに本実施例に係るバルーン型吸音体 2 は、前記遮音壁（万能鋼板）1 にマジックテープ（登録商標）や両面テープを用いて着脱可能に実施される。

なお、前記バルーン型吸音体 2 は、軟質塩化ビニルシートに限らず、通気性がなく、可撓性に優れた材質（特に樹脂製）であれば好適に実施可能である。また、前記バルーン型吸音体 2 の形態（形状、大きさ）は勿論前記に限定されず、要求される吸音性能等に応じて適宜設計変更可能である。

【0024】

具体的に、前記バルーン型吸音体 2 は、当該バルーン型吸音体 2 の共振周波数を f (Hz)、空気密度を p (kg/m³)、音速を c (m/s)、前記バルーン型吸音体 2 の遮音壁 1 とは反対側の側面 2 b の面密度を m_1 (kg/m²)、前記遮音壁（万能鋼板）1 の面密度を m_2 (kg/m²)、前記空気層の厚さ（前記奥行き寸法 (D)）を L (m) としたとき、下記の式 1（図 6 も参照）

$$f = (1/2\pi) \sqrt{\{(pc^2/L) \times (m_1 + m_2) / m_1 \cdot m_2\}}$$

で求める前記共振周波数が、100 Hz 以下になる膜の面密度 (m_1) および空気層の厚さ (L) を備えている。

ちなみに、本実施例に係るバルーン型吸音体 2 は、前記側面 2 b の面密度 m_1 を、1.52 (kg/m²) で実施し、上面 2 c と下面 2 d の面密度をともに、4.34 (kg/m²) で実施している。膜厚さ（シート厚）は、前記側面 2 b が 1.00 mm 弱であるのに対し、上面 2 c と下面 2 d が 2.00 mm 程度と厚い。

【0025】

本実施例では、あくまでも一例として、前記バルーン型吸音体 2 の前記側面 2 b の面密度 m_1 を、前記 1.52 (kg/m²) で実施し、前記遮音壁（万能鋼板）1 の面密度 m_2 を、1000 (kg/m²) で実施し、前記空気層の厚さ（前記奥行き寸法 (D)）が、前記 400 mm (0.4 m) で実施しており、これを前記式 1 に代入すると、空気密度 p が、1.205 (kg/m³) で、音速 c が、343.5 (m/s) であるから、共振周波数 (f) 77.0 Hz となる。ちなみに、前記遮音壁 1 の面密度 m_2 は非常に大きいので、 $1/m_2 \rightarrow 0$ として計算した。

この数値は、発電機や建設重機のアイドリング音などのいわゆる建設機械の騒音で多く発生する低周波音のうち、特に多く発生するといわれる周波数帯 40～80 Hz の範囲内にあるので、騒音を効果的に低減することを見込める。

【0026】

ちなみに、本出願人の発明者が試験および解析したところによると、面密度が 0.43～4.34 kg/m² 程度、前記バルーン型吸音体 2 の膜厚さは、0.35～2.00 mm 程度、膨張状態での空気層厚さ（前記奥行き寸法 (D)）が、100～1000 mm 程度であれば、前記工事騒音のうち、回折音、ひいては低周波音を効果的に低減できることが分かっている。

【実施例 2】

【0027】

実施例 2 に係る騒音低減装置 20 は、図 4 に示したように、地面 11 等へ立設される遮音壁 1 と、前記遮音壁 1 の上端部の壁面部に設けられるバルーン型吸音体 2 とからなる。

前記遮音壁 1 は、所定の間隔をあけた二層壁以上の複数層壁構造である。

前記バルーン型吸音体 2 は、前記複数層壁構造の遮音壁 1 の各壁面部同士の間の上端部に設けられ、その内部に空気を充填して膨張させた状態での共振周波数が、40～300 Hz に設定されている。

【0028】

ちなみに本実施例では、上記実施例 1 と同一（同形同大）の万能鋼板 1、バルーン型吸音体 2 を用い、この実施例 2 に係る遮音壁（万能鋼板）1 は、所定の間隔（本実施例ではバ

10

20

30

40

50

ルーン型吸音体 2 の奥行き寸法よりも若干短い 40 cm 弱) をあけた前後 2 列の壁状に形成してなる二重壁構造で実施されている。そして、前記バルーン型吸音体 2 は、前後 2 列の遮音壁 1、1 のうち、いずれか一方の遮音壁 1 の上端部の壁面部にマジックテープ (登録商標) や両面テープで止着され、膨張させると前記遮音壁 1、1 の間にある程度密着する構成で設けられている。この遮音壁 1、1 同士の間隔は、使用するバルーン型吸音体 2 の奥行き寸法 (D) に応じて適宜設計変更される。

前後 2 列の遮音壁 1、1 を支持する支持部材 9 は、上記実施例 1 に係る支持部材 9 をベースに、図 4 に示したように適宜設計変更して構築される。

【0029】

この実施例 2 に係る騒音低減装置 20 の構成上、前記バルーン型吸音体 2 の共振周波数を f (Hz) を求めるにあたり、前記式 1 (前記段落【0024】、図 6 を参照) の m_1 は、バルーン型吸音体 2 の上面 2c の面密度、前記 4.34 (kg/m^2) が相当し、 m_2 は、同下面 2d の面密度、前記 4.34 (kg/m^2) が相当し、 L は、バルーン型吸音体 2 の高さ寸法 H (1.0 m) が相当する。

よって、本実施例 2 の前記各数値を前記式 1 に代入すると、空気密度 p が、1.205 (kg/m^3) で、音速 c が、343.5 (m/s) であるから、共振周波数 (f) 40.7 Hz となる。

この数値は、発電機や建設重機のアイドリング音などのいわゆる建設機械の騒音で多く発生する低周波音のうち、特に多く発生するといわれる音圧レベル (周波数帯) 40 ~ 80 Hz の範囲内にあるので、騒音を効果的に低減することを見込める。

ちなみに、対象とする共振周波数を 300 Hz に設定した場合、一例として、前記 m_1 、 m_2 をともに、0.43 (kg/m^2) で実施し、 L を 0.18 m で実施すると、前記式 1 に基づく共振周波数 (f) が 305.1 Hz となるので、前記共振周波数の 300 Hz の効果的な減音を見込める。

【0030】

以下、上記実施例 1、2 を中心として実施した騒音低減効果の確認試験について説明する。

【0031】

<効果確認試験その 1>

前記遮音壁 1 を単層壁 (上記実施例 1) と二重壁 (上記実施例 2) の条件で検討した。上記実施例 1 を図 7A に模式的に示し、上記実施例 2 を図 7B に模式的に示す。

単層壁の場合は、遮音壁 1 の壁面に取り付けたバルーン型吸音体 2 の膜振動型の吸音特性を利用した。二重壁の場合は、遮音壁 1、1 の内部に設置したバルーン型吸音体 2 の空気層をバネとして作用させ、二重膜による回折音の低減を図った。

各条件における共振周波数 (f) は、上記式 1 のとおりである (前記段落【0024】、図 6 を参照)。

図 7A に係る単層壁の場合の共振周波数 (f) は、遮音壁 1 の密度が十分大きいとして計算した。減音対象とする周波数帯域は、前記建設機械の騒音の代表的な周波数特性を参考 (参考元: 日本音響学会; 建設工事の予測モデル “ASJCN-Model 2007”) に 80 Hz 程度とした。

【0032】

(無響室モックアップ試験)

遮音壁 1 と吸音体 (バルーン型吸音体) 2 とを組み合わせた対策の減音効果を確認するために、無響室で 1/4 スケールの模型を用いたモックアップ試験を実施した。

遮音壁 1 として用いた万能鋼板 1 の延長 (全体の幅寸) は 21.6 m とした。バルーン型吸音体 2 は、加工の容易さと面密度を考慮し、軟質塩化ビニルシート (面密度 1.52 kg/m^2) で膨張させると直方体形状となるバルーンを製作した。

試験ケースを図 8 に、低減量を測定した受音点の位置を図 9 に示す。

(試験結果)

音源には、ピンクノイズを用いて試験を実施した。各ケースの E 点 (図 9 参照) における周波数特性を図 10 に、80 Hz 帯域の音圧分布コンターを図 11 に示す、

10

20

30

40

50

図10の結果より、各ケースA～Dの騒音レベル（dB A）に大きな変化はなかった。単層壁のケースAとBを比較すると、調整した共振周波数帯域で、上記実施例1に相当するケースBは、63～80 Hz帯域で最高で2.3 dB、平均して1.5 dBの騒音低減効果を確認することができた。二重壁のケースCとDを比較すると、ケースCでは80 Hz帯域で音圧レベルの増加（共鳴現象）が認められるが、ケースDでは63～80 Hz帯域で約5.0 dBの低減が確認できた。

図11の結果より、吸音体（バルーン型吸音体2）を設置しないケースA、Cと比し、吸音体を設置したケースB、Dは、音源から20 m以降の音圧分布は全体的に減衰傾向（減音効果）が認められた。

【0033】

（考察）

ケースB（上記実施例1）の単層壁の上端部（頂部）に吸音体（バルーン型吸音体2）を設置する条件で、回折音の低減効果が上記したように認められた。

また、ケースD（上記実施例2）の二重壁の場合は、万能鋼板1により吸音体（バルーン型吸音体2）の吸音面（上端）以外からの入射波が制限されたことで概ね予想通りの周波数帯で回折音の低減量が向上したと思われる。

（課題）

工事で発生する低周波騒音の回折音を対象として、万能鋼板（遮音壁1）と吸音体（バルーン型吸音体2）とを組み合わせた減音効果を室内試験で確認した。結果として、上記実施例1に係るケースBでは、2.3 dB程度の騒音低減効果を確認できた。上記実施例2に係るケースDでは、5.0 dB程度の騒音低減効果を確認できた。

【0034】

<効果確認試験その2（実物大試験）>

次に、本出願人は、室外にて実物大の遮音壁1を用いて、バルーン型吸音体2の騒音低減効果を確認した。試験状況を図12に示す。

前記遮音壁1の高さは、3 mで実施した。

前記バルーン型吸音体2は、横幅（W）1700 mmで、高さ（H）1000 mm、奥行き（D）500 mmの直方体形状に形成した。材料は、軟質塩化ビニルシートである。底面部にはエア注入孔（2a）が形成されている。

また、膜厚さ（シート厚）および面密度は、直方体形状の6面中、側面2b（図1参照）と上面2c（図2参照）が、1.00 mm、および前記1.32 kg/m²で、これ以外の4面が、0.5 mm、および前記0.66 kg/m²で形成した。

前記構成のバルーン型吸音体2は、前記遮音壁1の上端部の壁面部1aに前記支持部材9（特には単管部材9e）と干渉しないように設けている。

空気は、前記エア注入孔（2a）を通じてハンドタイプのブロワーで送風・吸引する手法を採用した。

万能鋼板にはマジックテープ（登録商標）で仮止め後、エアーの圧力で固定することとした。

【0035】

（実験状況の補足説明）

この実物大試験では、右方に十分な空間スペースを確保することができず、効果確認試験に悪影響が出る虞があったため、念のため防音シート又は万能鋼板で反射音対策を施した。試験ケース1～8のうち、ケース3とケース5について、遮音壁の欄に（架台固定）とあるのは、万能鋼板に対する吸音体の密着性（定着性）を高めるため、図5に示したような工夫を施した。これは、前記膨張したバルーン型吸音体2の拘束部材4が、前記壁面部1aとで前記バルーン型吸音体2をサンドイッチ状に挟むように設けられている。具体的には、遮音壁1と平行（図5の紙面に垂直方向に延びるよう）に配置した上下2段の単管部材（拘束部材）4を、支持部材9の縦地（縦棧）9aの上端部から水平に突き出した単管部材（支持部材）3、3でそれぞれ支持することで、膨張した吸音体（バルーン型吸音体2）を、万能鋼板（遮音壁1）と単管部材4とでサンドイッチ状に挟み付けることで、万

10

20

30

40

50

能鋼板に対する吸音体の密着性（定着性）を高めた試験ケースを示している。

ケース4とケース5は、万能鋼板の代わりに防音シートを用いた試験ケースを示している。その他の試験ケースは、前記した＜効果確認試験その1＞を勘案すれば特に説明を要しないと判断するので割愛する。

【0036】

（第1の試験結果）

第1の試験結果を図13に示す。

＜遮音壁（1）が万能鋼板の場合（ケース1～3、図13の上段のグラフ参照）＞

ケース3のように、吸音体（2）を架台（単管部材4）で固定すると、騒音低減効果は上昇することが分かった。

共振周波数（80Hz）で、3.6dB低減し、最大減音量は400Hzで6.1dB低減することがわかった。

騒音レベル（dBA）は、大きな減音効果はないことが分かった（ケース1～3：68dB）

＜遮音壁（1）が防音シートの場合（ケース4、5、図13の下段のグラフ参照）＞

共振周波数（80Hz）で、1.6dB低減し、最大減音量は125Hzで3.1dB低減することがわかった。

騒音レベル（dBA）は、大きな減音効果はないことが分かった（ケース4、5：71dB）

遮音壁が防音シート（遮音シート）の場合は、背面の剛性が低いため、万能鋼板で実施した前記ケース1～3と比し、膜振動による吸音効果は低いと判断される。

【0037】

（第2の試験結果）

第2の試験結果を図14に示す。

ケース8の2重壁に吸音体を設置することで、100Hz帯域で3.6dB低減し、最大減音量は250Hzで7.0dB低減することがわかった。

ケース7の2重壁のみでは、80Hz帯域で音圧レベルが増加している。これは共鳴現象が生じていると判断される。しかし、このケース7に吸音体（バルーン型吸音体2）を設置したケース8になると、前記増加した音圧レベルは低減される。この点に着目するだけでも吸音体（バルーン型吸音体2）の設置効果が顕著であることが分かる。

【0038】

（第3の試験結果）

第3の試験結果を図15～図17に示す。

二重壁の場合、無響室での室内試験と同様に全体的に80～100Hzで音圧レベルの増加が確認できるが、吸音体（バルーン型吸音体2）を設置することで大きく低減することが分かった。

1KHz以下の帯域においては音圧レベルの低減効果に吸音体の優位性があるが、それ以上の帯域では負の方向に働く傾向がある。特に遮音壁から距離が離れるほど大きくなることがわかった。

【0039】

もっとも、測定対象の騒音は、透過音と回折音との謂わば合成音であり、回折音をどれだけ低減できるのか識別することは不可能であるものの、遮音壁1にバルーン型吸音体2を設置すると明らかに騒音低減効果に認められるので、本発明は、回折音の低減に特に効果的に働いていると考えられる。

【0040】

以上、実施例を図面に基づいて説明したが、本発明は、この限りではなく、その技術的思想を逸脱しない範囲において、当業者が通常に行う設計変更、応用のバリエーションの範囲を含むことを念のために言及する。

例えば、バルーン型吸音体2は、実施例1（図1参照）では、騒音側Sに設けて実施しており、当該構成が工事現場等の敷地内に属するので現実的ではあるが、騒音側Sに代えて

10

20

30

40

50

、騒音側 S とは反対側に設けて実施することもできるし、騒音側 S と共に、騒音側 S とは反対側にも設けて併用（ダブルバルーン構造と）することもできる。

また、前記バルーン型吸音体 2 は、実施例 2（図 4 参照）のように二重層壁構造で実施する場合は、遮音壁 1、1 同士の間設けることに加え、さらに実施例 1（図 1 参照）のように騒音側 S に設けたダブルバルーン構造とし、より一層減音効果を高めるような構成で実施することも勿論できる。

本発明に係る騒音低減装置は、通常、出入口部を含めて又は除いて、工事現場等の騒音源を囲むように形成して実施されるが、騒音対策が必要な一定の範囲の遮音壁 1 にのみバルーン型吸音体 2 を部分的に設置して実施することも勿論できる。

さらに、本実施例では、バルーン型吸音体 2 の上面は、遮音壁 1 の天端と高さをほぼ揃えて実施しているがこれに限定されず、遮音壁 1 の天端よりも上方へ突き出す配置で実施してもよいし、天端より下げた配置で実施してもよい。

ちなみに、前記遮音壁 1 は、三重層壁構造以上で実施することもできるし、減音効果もさらに高くなることは明らかである。もっとも、騒音低減装置自体の専有面積、及び費用対効果を考慮すると現実的ではない。

【符号の説明】

【0041】

- 1 遮音壁（万能鋼板）
- 1 a 壁面部
- 2 バルーン型吸音体
- 2 a エア注入孔
- 2 b 側面
- 2 c 上面
- 2 d 下面
- 3 単管部材（支持部材）
- 4 単管部材（拘束部材）
- S 騒音源
- 9 支持部材
- 9 a ～ 9 e 単管部材
- 9 f 直交クランプ
- 9 g 自在クランプ
- 10 騒音低減装置
- 11 地面
- 20 騒音低減装置

10

20

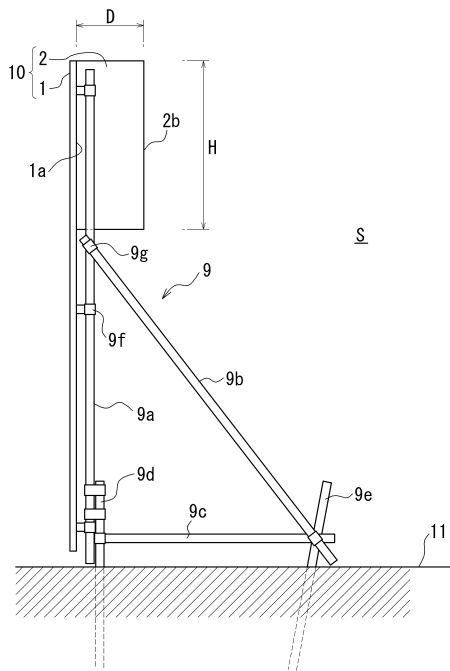
30

40

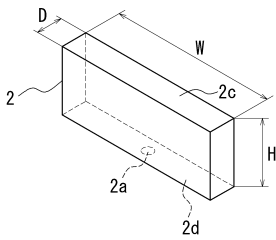
50

【図面】

【図 1】



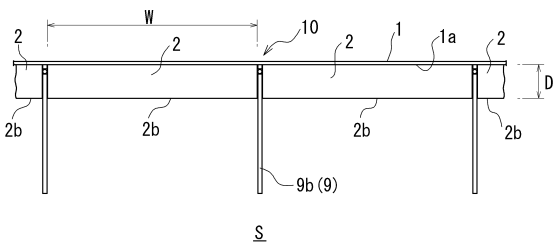
【図 2】



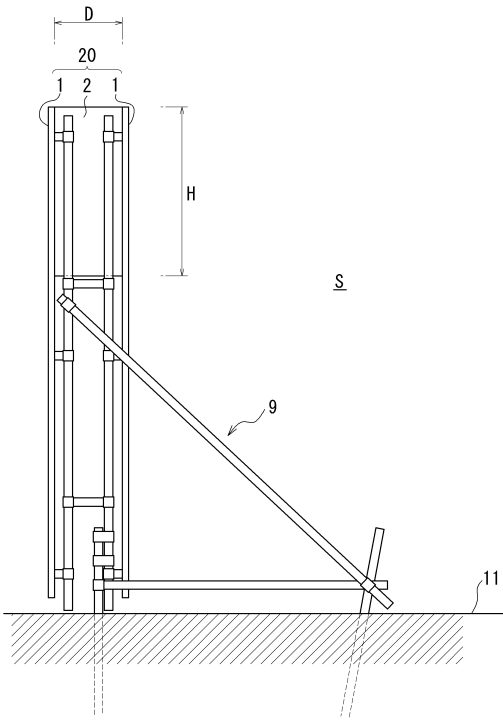
10

20

【図 3】



【図 4】

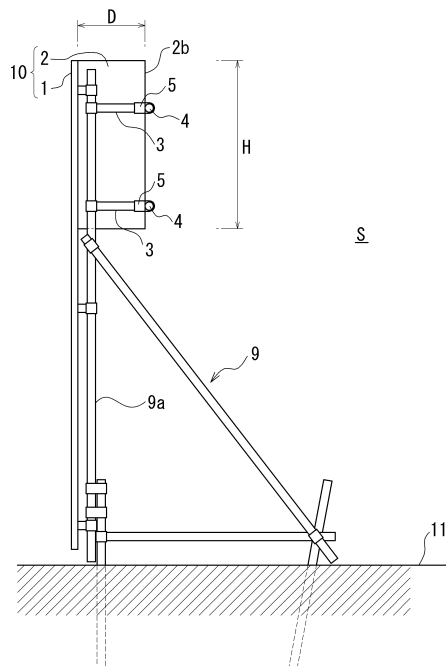


30

40

50

【圖 5】

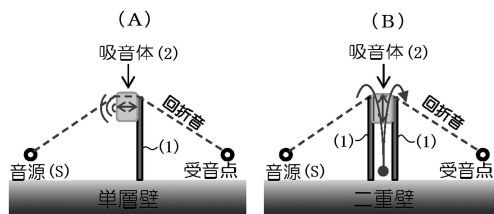


【図 6】

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\rho c^2}{L} \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2} \right)}$$

ρ : 空氣密度(kg/m³) c : 音速(m/s)
 L : 空氣層(m) $m_{1,2}$: 面密度(kg/m²)

【圖 7】

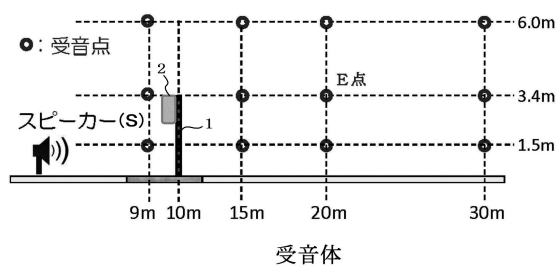


【圖 8】

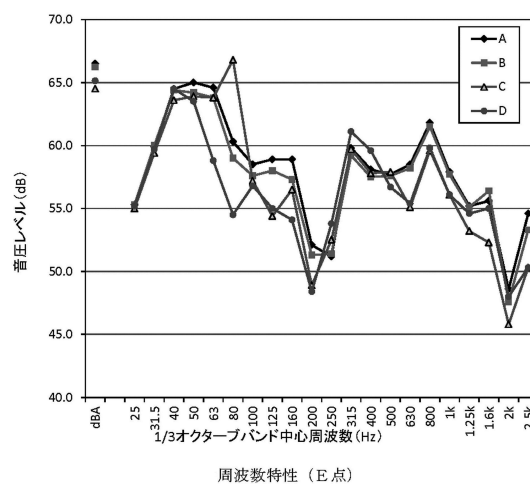
試験ケース

ケース	試験体	共振周波数
A	 ・ 万能鋼板 (1)	-
B	 ・ 万能鋼板 (1) ・ 吸音体 (2) ・ 空気層400mm (D)	77Hz (膜振動型)
C	 ・ 二重万能鋼板 (1、1)	-
D	 ・ 二重万能鋼板 (1、1) ・ 吸音体 (2) ・ 空気層1000mm (H)	69Hz (二重膜)

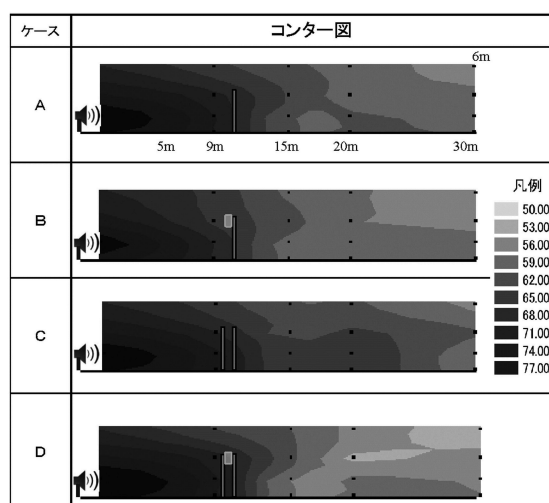
【図 9】



【図 10】

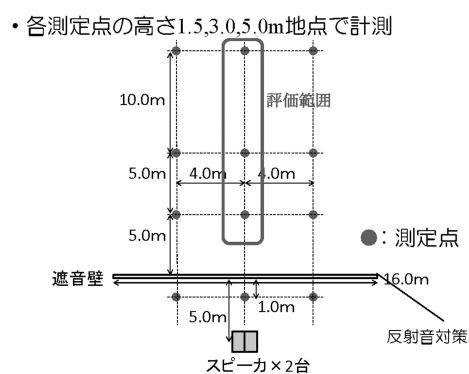


【図 1 1】



音圧分布(80Hz)

【図 12】



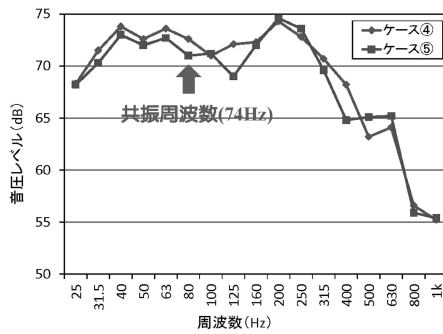
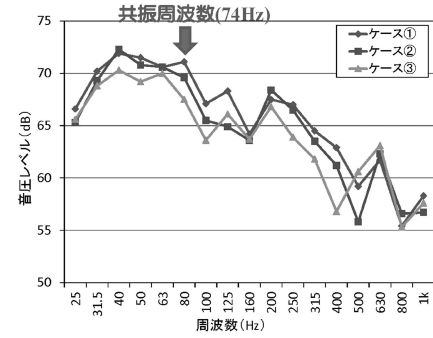
ケース	遮音壁	備考
①	万能鋼板	反射音対策 ⇒防音シート
②	万能鋼板＋吸音体	
③	万能鋼板＋吸音体(架台固定)	
④	防音シート	
⑤	防音シート＋吸音体(架台固定)	
⑥	万能鋼板	反射音対策 ⇒万能鋼板
⑦	2重万能鋼板	
⑧	2重万能鋼板＋吸音体	

【図 13】

○結果 (ケース①～⑤)

評価点: 遮音壁から 20m, 高さ 1.5m 地点 (最大減音箇所)

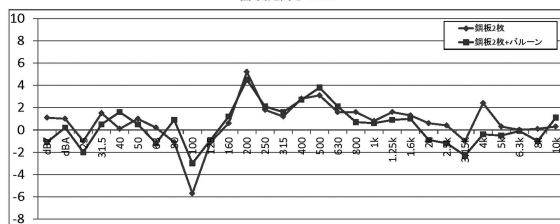
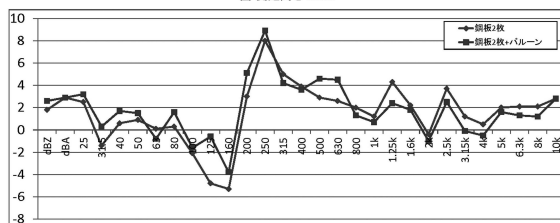
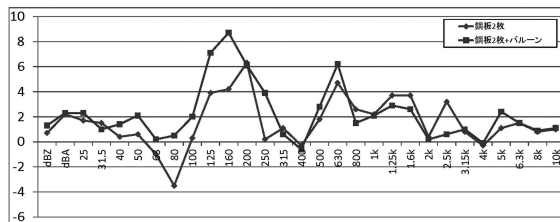
計算上の共振周波数: 73.9Hz



【図 15】

○単層の遮音壁との比較

・遮音壁から 5m 地点

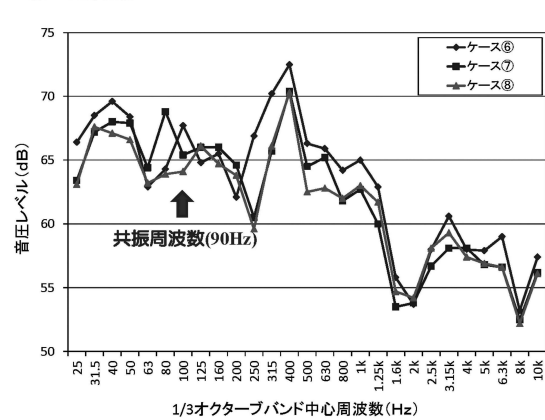


【図 14】

○結果 (ケース⑥～⑧)

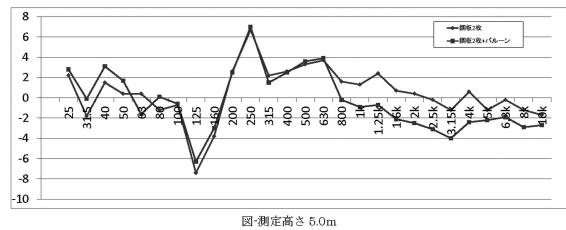
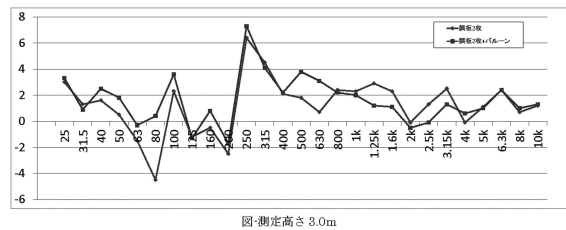
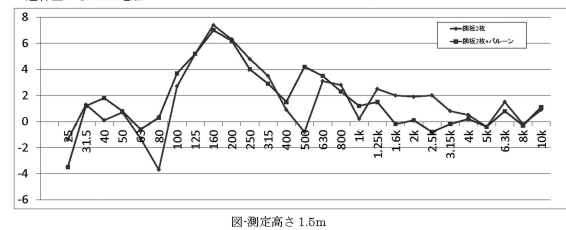
評価点: 遮音壁から 10m, 高さ 3.0m 地点

計算上の共振周波数: 90.5Hz



【図 16】

・遮音壁から 10m 地点



10

20

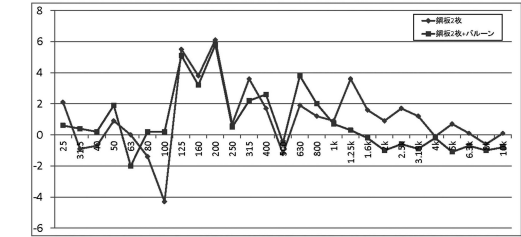
30

40

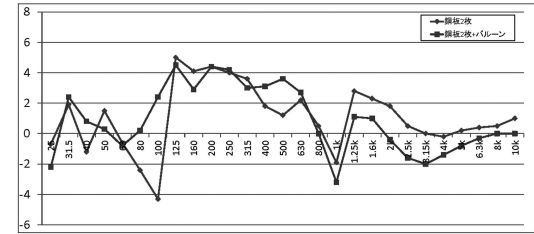
50

【図 17】

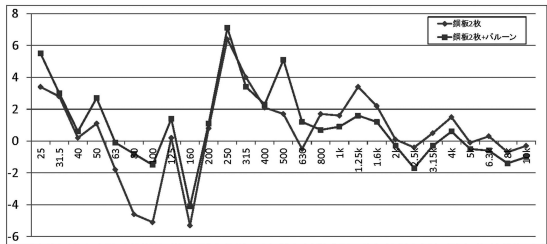
・遮音壁から 20m 地点



図・測定高さ 1.5m



図・測定高さ 3.0m



図・測定高さ 5.0m

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

G 1 0 K 11/16 (2006.01)
G 1 0 K 11/172 (2006.01)

F I

E 0 4 B 1/82 M
E 0 4 G 21/32 B
G 1 0 K 11/16 1 1 0
G 1 0 K 11/172

東京都江東区新砂一丁目1番1号 株式会社竹中土木内

(72)発明者 鈴木 和憲

千葉県印西市大塚一丁目5番地1 株式会社竹中工務店技術研究所内

(72)発明者 小柳 慎一郎

千葉県印西市大塚一丁目5番地1 株式会社竹中工務店技術研究所内

(72)発明者 ▲鶴▼羽 琢元

千葉県印西市大塚一丁目5番地1 株式会社竹中工務店技術研究所内

審査官 沖原 有里奈

(56)参考文献

特開平07-238513 (JP, A)
特開2009-097239 (JP, A)
特開2017-125300 (JP, A)
実開平03-108012 (JP, U)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

E 0 4 B 1/82-86
E 0 4 H 17/16
E 0 4 G 21/32
E 0 1 F 3/00-8/02
G 1 0 K 11/16
G 1 0 K 11/172