

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6010361号
(P6010361)

(45) 発行日 平成28年10月19日 (2016. 10. 19)

(24) 登録日 平成28年9月23日 (2016. 9. 23)

(51) Int.Cl.
GO 1 M 7/02 (2006. 01)

F I
GO 1 M 7/00 C

請求項の数 2 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2012-144202 (P2012-144202)	(73) 特許権者	000173809
(22) 出願日	平成24年6月27日 (2012. 6. 27)		一般財団法人電力中央研究所
(65) 公開番号	特開2014-9942 (P2014-9942A)		東京都千代田区大手町 1 丁目 6 番 1 号
(43) 公開日	平成26年1月20日 (2014. 1. 20)	(74) 代理人	100087468
審査請求日	平成27年5月27日 (2015. 5. 27)		弁理士 村瀬 一美
		(72) 発明者	金澤 健司
			千葉県我孫子市我孫子 1 6 4 6 番地 一般財団法人電力中央研究所 地球工学研究所内
		(72) 発明者	酒井 理哉
			千葉県我孫子市我孫子 1 6 4 6 番地 一般財団法人電力中央研究所 地球工学研究所内
		審査官	萩田 裕介
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 共振振動台

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軸受けを備える第一の加振台と、当該第一の加振台の上面に配置される軸受けを備える第二の加振台と、前記第一の加振台を加振する加振機と、前記第一の加振台と前記第二の加振台との間に介在する第一の弾性体と、前記第二の加振台と前記第一の加振台及び前記第二の加振台並びに前記加振機からみて外部の反力受けとの間に介在する第二の弾性体とを有することを特徴とする共振振動台。

【請求項 2】

軸受けを備える加振台と、当該加振台の上面と試験体との間に介在させられる試験体軸受けと、前記加振台を加振する加振機と、前記加振台と前記試験体との間に介在する第一の弾性体と、前記試験体と前記加振台及び前記試験体並びに前記加振機からみて外部の反力受けとの間に介在する第二の弾性体とを有することを特徴とする共振振動台。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、共振振動台に関する。さらに詳述すると、本発明は、例えば、建物や機械の地震などに対する安全性の実験的な評価に用いて好適な共振振動台に関する。

【背景技術】

【0002】

建物や機械の例えば地震による揺れ・振動に対する安全性を実験的に評価する装置に振

動台がある。振動台の基本的な構造は、図 6 に示すように、剛な架台である加振台 1 0 2 が軸受 1 0 3 に支持され、加振台 1 0 2 に対して加振機 1 0 4 が連結設置されるというものである。そして、加振台 1 0 2 の上に安全性評価の対象である試験体 1 0 5 (具体的には、建物の一部や機械である) が設置される。なお、軸受 1 0 3 は加振台 1 0 2 を図面において左右方向に振動可能に支持するための部品であり、加振機 1 0 4 は加振台 1 0 2 に図面において左右方向の作用力を与えるための部品である。また、符号 1 0 7 は加振機 1 0 4 を固定的に支持して当該加振機 1 0 4 の反力を受けるための反力受けである。

【 0 0 0 3 】

図 6 に示す仕組みでは、振動台 1 0 1 において発生する最大加速度は、軸受 1 0 3 の摩擦力などの抵抗力が小さいほど大きくなり、また、加振機 1 0 4 の加振力が大きいほど大きくなる。

【 0 0 0 4 】

ここで、理想的な条件として軸受 1 0 3 の抵抗力がゼロであると共に試験体 1 0 5 と加振台 1 0 2 とが一体となって動くとする、振動台 1 0 1 で発生させることができる最大の加速度 A は数式 1 で与えられる。

$$(数 1) \quad A = F / (W_0 + W_1)$$

ここに、 A : 最大加速度 (加速度振幅) [m / s^2] ,

F : 加振機の最大加振力 [t] ,

W_0 : 加振台の重量 [t] ,

W_1 : 試験体の重量 [t] をそれぞれ表す。

【 0 0 0 5 】

具体的には例えば、加振台の重量 $W_0 = 50$ [t] , 試験体の重量 $W_1 = 20$ [t] , 加振機の最大加振力 $F = 100$ [t] の場合には、 $A = 1.43 G$ となり (G : 重力単位 , $1 G = 9.8$ [m / s^2])、これが振動台 1 0 1 で発生させることができる最大加速度になる。

【 0 0 0 6 】

上述のように、振動台で発生させることができる最大加速度 A は、数式 1 に示したように、加振機の最大加振力 F と加振台と試験体との合計重量 ($W_0 + W_1$) の比で決定される。つまり、図 6 に示す振動台の仕組みを前提にすると、前記比よりも大きな最大加速度を発生させることはできない。

【 0 0 0 7 】

その一方で、実際に観測される地震動の最大加速度は大地震を経験するたびに大きくなる傾向があること、建物や機械に要求される耐震安全性のレベルがより一層高くなる傾向にあることなどにより、建物や機械の耐震安全性を評価するための入力加速度は大きくなる傾向がある。このため、振動試験で要求される加速度のレベルも高い数値が要求されるようになってきている。

【 0 0 0 8 】

そこで、上述の課題に対応するため、既存の振動台を利用してより一層大きな加速度を再現しようとする仕組みが提案されている。

【 0 0 0 9 】

提案されている仕組みとして、図 7 に示すように、下部加振台 1 0 2 A の上面に小型の上部加振台 1 0 2 B を配置し、下部加振台 1 0 2 A と上部加振台 1 0 2 B との最大加速度を一致させるように各加振台 1 0 2 A , 1 0 2 B を加振する加振機 1 0 4 A , 1 0 4 B を制御することで、上部加振台 1 0 2 B に設置された試験体 1 0 5 に大きな加速度を与えることを企図したものがある (特許文献 1 , 2)。なお、符号 1 0 3 A , 1 0 3 B は軸受けであり、符号 1 0 7 は加振機 1 0 4 A を固定的に支持して当該加振機 1 0 4 A の反力を受けるための反力受けであり、符号 1 0 8 は下部加振台 1 0 2 A の上面に設けられて加振機 1 0 4 B を固定的に支持して当該加振機 1 0 4 B の反力を受けるための加振台反力受けである。

【 0 0 1 0 】

また、提案されている他の仕組みとして、図 7 に示す仕組みにおいて上部加振台 102 B を加振する加振機 104 B をばね 106 に換えることによってばね共振を利用する方法であり、図 8 (A) に示すように、下部加振台 102 A の上面に小型の上部加振台 102 B を配置し、下部加振台 102 A と上部加振台 102 B とを軸受 103 B 及びばね 106 で接続された構造とし、ばね 106 のばね定数と上部加振台 102 B 及び試験体 105 との合計重量とから決まる共振振動数を加振振動数に設定して加振機 104 で正弦波加振することで、上部加振台 102 B 及び試験体 105 を共振させて試験体 105 に大きな加速度を与えることを企図したものがあ (特許文献 3, 4)。ここで、図 8 (A) に示すような、下部加振台 102 A の上面に上部加振台 102 B を配置し両加振台 102 A, 102 B の間にばね 106 を介在させると共に共振振動数を加振振動数に設定する振動台のことを「共振振動台」と呼ぶ。

10

【0011】

図 8 (A) に示す仕組みについて、理想的な条件として、上部加振台 102 B 及び試験体 105 のみが振動して加速度が発生し、下部加振台 102 A には加速度は発生しないと仮定する。このとき、試験体 105 に発生する最大加速度 A_1 (上部加振台 102 B も同じ) は数式 2 で与えられる。

$$(数2) \quad A_1 = F / W_2$$

ここに、 A_1 : 試験体に発生する最大加速度(加速度振幅) [m / s^2] ,

F : 加振機の最大加振力 [t] ,

W_2 : 上部加振台及び試験体の合計重量 [t] をそれぞれ表す。

20

【0012】

具体的には例えば、上述の数式 1 による算定と同様に上部加振台及び試験体の合計重量 $W_2 = 20$ [t] , 加振機の最大加振力 $F = 100$ [t] の場合には、 $A_1 = 5 G$ となり (G : 重力単位, $1 G = 9.8$ [m / s^2])、これが振動台で発生させることができる最大加速度になる。

【0013】

図 8 (A) に示す仕組みについて、他の理想的な条件として、同図 (B) に示す揺れの状態になるように振動を制御することもある。具体的には、下部加振台 102 A と上部加振台 102 B 及び試験体 105 との振動が互いに逆位相になるように揺れを制御する。

【0014】

30

このとき、下部加振台 102 A に作用する慣性力と上部加振台 102 B 及び試験体 105 に作用する慣性力とは釣り合っている。このため、下部加振台 102 A の最大加速度を A_0 とすると共に試験体 105 の最大加速度を A_1 (上部加振台 102 B も同じ) とすると、下部加振台 102 A の慣性力 ($W_0 \times A_0$) と加振機 104 の加振力 F と上部加振台 102 B 及び試験体 105 の慣性力 ($W_2 \times A_1$) との関係式 (即ち、力の釣り合い式) として数式 3 - 1 が成り立ち、これより数式 3 - 2 が得られる。

$$(数3-1) \quad W_0 \times A_0 + F = W_2 \times A_1$$

$$(数3-2) \quad A_1 = (W_0 \times A_0 + F) / W_2$$

ここに、 A_1 : 試験体に発生する最大加速度(加速度振幅) [m / s^2] ,

W_0 : 下部加振台の重量 [t] ,

A_0 : 下部加振台の最大加速度(加速度振幅) [m / s^2] ,

F : 加振機の最大加振力 [t] ,

W_2 : 上部加振台及び試験体の合計重量 [t] をそれぞれ表す。

40

【0015】

具体的には例えば、上述の数式 1 による算定と同様に下部加振台の重量 $W_0 = 50$ [t] , 上部加振台及び試験体の合計重量 $W_2 = 20$ [t] , 加振機の最大加振力 $F = 100$ [t] とすると共に、実際の振動台における仕様上の加速度の最大値(制約)を $2 G$ とすると (即ち、下部加振台の最大加速度 $A_0 = 2$ [m / s^2])、試験体 105 の最大加速度 $A_1 = 10 G$ となる (G : 重力単位, $1 G = 9.8$ [m / s^2])。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0016】

【特許文献1】実開昭61-122544号

【特許文献2】特許第3901910号

【特許文献3】特開昭57-147028号

【特許文献4】特開2002-236074号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

しかしながら、図7に示す従来の仕組みでは、大きな加速度を得るためには、加振機104Bの加振力（言い換えると、容量）を大きくしたり、加振機104Bの反力をとるための加振台反力受け108を大きくしたりする必要があり、その結果として加振機104Bや加振台反力受け108の重量が増加して上部加振台102Bの加速度が小さくなるということになって試験体105に与える加速度を大きくするには限界がある。このため、特に大きい加速度（最大加速度）を必要とする場合に用いるものとして適当であるとは言

10

い難い。

【0018】

また、図8に示す従来の仕組みでは、大きな加速度を得るためには、加振機104の加振力（言い換えると、容量）を大きくしたり、下部加振台102Aの重量を大きくしたりするなど、既設の振動台を増強する必要がある。具体的には、数式3-2によれば、例えば、下部加振台の重量 W_0 と加振機の最大加振力 F との両方を2倍に引き上げるような改造を施すことによって試験体に発生する最大加速度 A_1 を2倍にすることができる。しかしながらこの改造は既設の振動台と同じ仕様の振動台を更に一台導入することに相当するので、コストや既設設備周辺の拡張の必要性を考慮するとこれを実現することは、困難であり、汎用的であるとは言

20

い難い。

【0019】

そこで、本発明は、従来の共振振動台と比べてより一層大きな加速度（最大加速度）を発生させることができる共振振動台を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0020】

30

かかる目的を達成するため、請求項1記載の共振振動台は、軸受けを備える第一の加振台と、当該第一の加振台の上面に配置される軸受けを備える第二の加振台と、前記第一の加振台を加振する加振機と、前記第一の加振台と前記第二の加振台との間に介在する第一の弾性体と、前記第二の加振台と前記第一の加振台及び前記第二の加振台並びに前記加振機からみて外部の反力受けとの間に介在する第二の弾性体とを有するようにしている。

【0021】

また、請求項2記載の共振振動台は、軸受けを備える加振台と、当該加振台の上面と試験体との間に介在させられる試験体軸受けと、前記加振台を加振する加振機と、前記加振台と前記試験体との間に介在する第一の弾性体と、前記試験体と前記加振台及び前記試験体並びに前記加振機からみて外部の反力受けとの間に介在する第二の弾性体とを有するよ

40

うにしている。

【0022】

これらの共振振動台によると、第二の加振台と外部反力受けとの間或いは試験体と外部反力受けとの間に介在する第二の弾性体を有するようにしているので、第二の加振台や試験体の慣性力と反対向きの反力が外部から得られる。

【発明の効果】

【0023】

本発明の共振振動台によれば、第二の加振台や試験体の慣性力と反対向きの反力を外部から得ることができるので、当該反力に相当する分だけ第二の加振台・試験体において発生する加速度を大きくすることが可能になる。これにより、揺れ・振動に対する安全性の

50

評価において特に大きい加速度（最大加速度）を必要とする場合の適当性・有用性の向上が可能になる。また、特別に大きな加速度を必要としない共振振動台においても、本発明を適用することにより、所望の加速度を発生させるために必要とされる加振機の最大加振力を小さくすることができるので、共振振動台の小型化や製造コストの抑制を図ることが可能になる。

【 0 0 2 4 】

さらに、本発明の共振振動台は、既存の従来型の共振振動台を改良して、具体的には既存の従来型の共振振動台に第二の加振台若しくは試験体と外部反力受けとの間に介在する第二の弾性体を追加設置することによって構成することができるので、既存の共振振動台を有効活用することが可能になる。これにより、製造コストの抑制と共に汎用性の向上が

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 5 】

【図 1】本発明の共振振動台の実施形態の一例を示す構成側面図である。

【図 2】実施形態の共振振動台における力の釣り合い関係を説明する図である。

【図 3】実施例における質点系応答解析のモデルを説明する図である。（ A ）は従来技術の構成に対応するモデル図である。（ B ）は本発明の構成に対応するモデル図である。

【図 4】実施例における従来技術の質点系応答解析の結果を示す図である。

【図 5】実施例における本発明の質点系応答解析の結果を示す図である。

【図 6】従来の振動台の基本構造を示す構成側面図である。

20

【図 7】従来の振動台の他の構造を示す構成側面図である。

【図 8】従来の共振振動台の構造を示す図である。（ A ）は構成側面図である。（ B ）は力の釣り合い関係を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 6 】

以下、本発明の構成を図面に示す実施の形態の一例に基づいて詳細に説明する。

【 0 0 2 7 】

図 1 及び図 2 に、本発明の共振振動台の実施形態の一例を示す。この共振振動台は、軸受け 3 A を備える第一の加振台 2 A と、当該第一の加振台 2 A の上面に配置される軸受け 3 B を備える第二の加振台 2 B と、第一の加振台 2 A を加振する加振機 4 と、第一の加振台 2 A に設けられた加振台反力受け 8 と第二の加振台 2 B との間に介在する第一の弾性体 6 と、第二の加振台 2 B と外部反力受け 7 B との間に介在する第二の弾性体 9 とを有する。

30

【 0 0 2 8 】

第一の加振台 2 A は、剛な架台として形成され、基台 1 0（固有の構造でなく共振振動台の接地面でも良い）との間に軸受け 3 A を介して設置される。

【 0 0 2 9 】

軸受け 3 A は、特定の仕組みに限定されるものではなく、基台 1 0 に対して加振機 4 によって与えられる振動（揺れ）の方向（図中符号 X の両矢印の方向；以下、「振動方向 X」という）に第一の加振台 2 A が振動し得る（揺れ得る）ように第一の加振台 2 A を支持し得るものであればどのような仕組みでも良い。具体的には例えば、静圧軸受やゴム支承が用いられ得る。

40

【 0 0 3 0 】

加振機 4 は、外部の反力受け 7 A に固定されると共に第一の加振台 2 A に連結されて両者の間に介在して設けられ、第一の加振台 2 A に振動（揺れ）を与えて第一の加振台 2 A を加振するものである。

【 0 0 3 1 】

加振機 4 が固定される外部の反力受け 7 A は、第一の加振台 2 A 及び第二の加振台 2 B からみて外部（言い換えると、別体）の反力受けである。

【 0 0 3 2 】

50

なお、本発明における第一の加振台 2 A , 軸受け 3 A , 加振機 4 としては従来の振動台を用いることもできる。

【 0 0 3 3 】

第二の加振台 2 B は、剛な架台として形成され、第一の加振台 2 A の上面に軸受け 3 B を介して配置される。したがって、配置の関係としては、第一の加振台 2 A は下部の加振台であり、第二の加振台は上部の加振台である。

【 0 0 3 4 】

軸受け 3 B は、特定の仕組みに限定されるものではなく、第一の加振台 2 A に対して振動方向 X に第二の加振台 2 B が振動し得る(揺れ得る)ように第二の加振台 2 B を支持し得るものであればどのような仕組みでも良い。具体的には例えば、静圧軸受やゴム支承が用いられ得る。

10

【 0 0 3 5 】

本実施形態では、加振台反力受け 8 が、第一の加振台 2 A の上面に、第一の加振台 2 A に対して不動に固定して設けられる、或いは、第一の加振台 2 A と一体に形成される。

【 0 0 3 6 】

そして、本実施形態では、第一の弾性体 6 は、加振台反力受け 8 と第二の加振台 2 B とに取り付けられて両者を連結し両者の間に介在して設けられる。

【 0 0 3 7 】

また、第二の弾性体 9 は、第二の加振台 2 B と外部の反力受け 7 B とに取り付けられて両者を連結し両者の間に介在して設けられる。

20

【 0 0 3 8 】

第一の弾性体 6 及び第二の弾性体 9 は振動方向 X において軸方向の弾性力を発揮し得るものであればどのようなものでも良い。具体的には例えば、これら第一・第二の弾性体 6 , 9 として圧縮コイルばねや引張コイルばねが用いられることが考えられ、この場合には当該圧縮コイルばね若しくは引張コイルばねは伸縮軸方向が振動方向 X に合わせられて配置され設けられる。なお、第一・第二の弾性体 6 , 9 は共振振動台が作動している状態(即ち、揺れ・振動している状態)において圧縮力及び引っ張り力を発揮し得るように長さや伸縮の度合いが調整されて設けられる。

【 0 0 3 9 】

第二の弾性体 9 の一端が取り付けられる外部の反力受け 7 B は、第一の加振台 2 A 及び第二の加振台 2 B からみて外部(言い換えると、別体)の反力受けである。図 2 に示す好適な条件のときには加振機 4 が固定される反力受け 7 A と第二の弾性体 9 の一端が取り付けられる反力受け 7 B とに発生する反力は逆向きになり、ともに不動点となると、加振機 4 で発生する加振力を最も効率的に第一の弾性体 6 及び第二の弾性体 9 に伝達することができる。したがって、二つの反力受け 7 A , 7 B を同一体として構成することが望ましい。

30

【 0 0 4 0 】

なお、上述の説明における共振振動台について第二の弾性体 9 を除いた構成については、従来の共振振動台を用いることができる。言い換えると、本発明の共振振動台は、従来の共振振動台に第二の加振台 2 B (若しくは試験体 5) と外部反力受け 7 B (外部反力受け 7 A と一体でも良い)との間に介在する第二の弾性体 9 を追加設置することによって構成することができる。

40

【 0 0 4 1 】

そして、試験体 5 が第二の加振台 2 B に不動に固定して載置され、加振機 4 によって振動方向 X の方向の振動が与えられ、試験体 5 に対して加速度が与えられる。

【 0 0 4 2 】

ここで、図 2 に示す揺れの状態のとき、第二の弾性体 9 が設置されていることにより、第二の加振台 2 B 及び試験体 5 の慣性力($W_2 \times A_1$)と反対向きの反力 R を外部から得ることができる。そして、力の釣り合い式として数式 4 - 1 が成り立ち、これより数式 4 - 2 が得られる。

50

$$(数4-1) \quad W_0 \times A_0 + F + R = W_2 \times A_1$$

$$(数4-2) \quad A_1 = (W_0 \times A_0 + F + R) / W_2$$

ここに、 A_1 ：試験体に発生する最大加速度(加速度振幅)〔 m/s^2 〕，
 W_0 ：第一の加振台の重量〔 t 〕，
 A_0 ：第一の加振台の最大加速度(加速度振幅)〔 m/s^2 〕，
 F ：加振機の最大加振力〔 t 〕，
 R ：第二の加振台・試験体に作用する反力〔 t 〕，
 W_2 ：第二の加振台及び試験体の合計重量〔 t 〕 をそれぞれ表す。

【0043】

数式4-2と、従来の共振振動台における力の釣り合い関係に基づく数式3-2とを比べると、数式4-2では分子に反力 R が新たに加わることで最大加速度 A_1 を大きく設定することが可能であることが分かる。

10

【0044】

以上の構成を有する本発明の共振振動台によれば、第二の加振台2Bと外部反力受け7Bとの間に介在する第二の弾性体9を有するようにしているので、第二の加振台2B及び試験体5の慣性力と反対向きの反力 R を外部から得ることができ、当該反力 R に相当する分だけ試験体5において発生する最大加速度 A_1 を大きくすることが可能になる。

【0045】

なお、上述の形態は本発明の好適な形態の一例ではあるが本発明の実施の態様はこれに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変形実施可能である。例えば、上述の実施形態では第二の加振台2Bに試験体5を載置するようにしているが、これに限られず、第二の加振台2Bを設けずに、試験体支持用の軸受け(上述の実施形態の軸受け3Bに対応するもの)を介して試験体5を第一の加振台2Aに設置するようにしても良い。この場合には、数式4-2における第二の加振台及び試験体の合計重量 W_2 が試験体の重量 W_1 になり、すなわち数式4-2における分母が小さくなるので、他の条件が同一であれば試験体に発生する最大加速度 A_1 をより一層大きくすることが可能になる。

20

【0046】

また、上述の実施形態では第一の加振台2Aの上面に加振台反力受け8を設けると共に当該加振台反力受け8と第二の加振台2Bとに第一の弾性体6が取り付けられるようにしているが、加振台反力受け8は上述したように第一の加振台2Aと一体のものであっても良いし、さらに言えば、第一の弾性体6の一端が第一の加振台2Aに固定して取り付けられるのであれば特に反力受けとして認識し得るような特定の構造を有している必要はない。

30

【実施例1】

【0047】

本発明の共振振動台によって発生し得る加速度と従来型の共振振動台によって発生し得る加速度との比較を図3乃至図5を用いて説明する。本実施例では、振動台の挙動を模した質点系応答解析を行うことによって加速度を計算した。

【0048】

40

まず、図8に示す従来型の共振振動台を図3(A)のようにモデル化した。具体的には、実際の第一の加振台(即ち、下部の加振台)に対応する下部構造と、実際の第二の加振台(即ち、上部の加振台)及び試験体(或いは、試験体のみ)に対応する上部構造と、これら下部構造と上部構造とを連結する弾性体とによってモデルを構成した。そして、各構造などの諸元は以下のようにした。

- < 下部構造 > 質量 $M = 50$ 〔tonf〕
 水平方向変位 x_2 ，加速度 a_2 とする。
- < 上部構造 > 質量 $m = 20$ 〔tonf〕
 水平方向変位 x_1 ，加速度 a_1 とする。
- < 弾性体(ばね) > 固有振動数 $f_0 = 10$ 〔Hz〕(固定)

50

減衰定数 $h_0 = 0.005$

【 0 0 4 9 】

そして、下部構造に対して加振台加振力 $F = 1000$ [kN] 100 [tonf] (一定) を作用させて周波数応答を計算し、上部構造の加速度 a_1 と下部構造の加速度 a_2 とをそれぞれ算出して図 4 に示す結果が得られた (なお、図 4 においては、算出された加速度 a_1 , a_2 の絶対値を用いてグラフを描画している)。

【 0 0 5 0 】

ここで、実際の振動台の仕様としては加速度の最大値に上限値が設定されることが一般的であり、この上限値を例えば 2 G とすると、下部構造の加速度 a_2 が 2 G を超える振動数範囲では加振機の加振力を落として振動台を使用せざるを得ない。このことを考慮して、下部構造の発生加速度 a_2 の最大値は 2 G であることを制約条件として、上部構造の加速度 a_1 (即ち、試験体に与えられる加速度) の最大値を検証した。

【 0 0 5 1 】

図 4 に示す結果から、下部構造の応答としての加速度 a_2 は振動数 10 [Hz] でゼロ点を有することが確認された。この 10 [Hz] は上部構造の固有振動数であり、上部構造に影響を受けて (言い換えると、引っ張られて) 下部構造の加速度 a_2 は非常に小さくなる。そして、この 10 [Hz] における上部構造の加速度 a_1 は 5 G であり、図 8 に示す共振振動台について数式 2 によって理論的に算出した試験体に発生する最大加速度 A_1 の値と一致することが確認された。

【 0 0 5 2 】

図 4 に示す結果から、さらに、下部構造の加速度 a_2 が 2 G であるとき (このときの振動数は上記の加速度ゼロ点の振動数よりもやや高い 10.9 [Hz] である) に、上部構造の加速度 a_1 は、下部構造の加速度 a_2 が 2 G 以内における最大となり、その値は 10 G 程度であることが確認された。すなわち、従来型の共振振動台において、下部加振台の発生加速度を仕様上の上限として 2 G 以内で使用することを想定すると、上部構造としての試験体に与えることができる加速度は最大で 10 G 程度であることが確認された。

【 0 0 5 3 】

一方、図 1 に示す本発明の共振振動台を図 3 (B) のようにモデル化した。具体的には、実際の第一の加振台 (即ち、下部の加振台) に対応する下部構造と、実際の第二の加振台 (即ち、上部の加振台) 及び試験体 (或いは、試験体のみ) に対応する上部構造と、これら下部構造と上部構造とを連結する第一の弾性体と、さらに、上部構造と外部の固定壁 (反力受け) とを連結する第二の弾性体とによってモデルを構成した。そして、各構造などの諸元は以下のようにした (下部構造及び上部構造については上述の従来の共振振動台のモデルと同じ諸元とした)。

- < 下部構造 > 質量 $M = 50$ [tonf]
 水平方向変位 x_2 , 加速度 a_2 とする。
- < 上部構造 > 質量 $m = 20$ [tonf]
 水平方向変位 x_1 , 加速度 a_1 とする。
- < 第一の弾性体 (ばね) > 質点基礎固定系 1 質点振動系モデル
 固有振動数 $f_0 = 5.590$ [Hz]
 減衰定数 $h_0 = 0.005$
- < 第二の弾性体 (ばね) > 質点基礎固定系 1 質点振動系モデル
 固有振動数 $f_s = 8.165$ [Hz]
 減衰定数 $h_s = 0.005$

【 0 0 5 4 】

そして、上述の従来の共振振動台についての解析と同様に下部構造に対して加振台加振力 $F = 1000$ [kN] 100 [tonf] (一定) を作用させて周波数応答を計算し、上部構造の加速度 a_1 と下部構造の加速度 a_2 とをそれぞれ算出して図 5 に示す結果が得られた (なお、図 5 においては、算出された加速度 a_1 , a_2 の絶対値を用いてグラフを描画している)。

【 0 0 5 5 】

ここで、上述の従来の共振振動台についての検討と同様に、下部構造の発生加速度 a_2 の最大値は 2 G であることを制約条件として、上部構造の加速度 a_1 （即ち、試験体に与えられる加速度）の最大値を検証した。

【0056】

図5に示す結果から、下部構造の加速度 a_2 が 2 G であるとき（このときの振動数は 10 [Hz] である）に、上部構造の加速度 a_1 は、下部構造の加速度 a_2 が 2 G 以内における最大となり、その値は 20 G を超えることが確認された。すなわち、本発明の共振振動台によれば、下部加振台の発生加速度を仕様上の上限として 2 G 以内で使用することを想定しても、試験体に与えることができる加速度は最大で 20 G （この値は従来型の共振振動台の場合の 2 倍である）を超えることが確認された。

10

【0057】

以上の結果から、本発明に因れば従来型の共振振動台と比べて非常に大きな加速度（最大加速度）を試験体に与えることが可能であることが確認された。

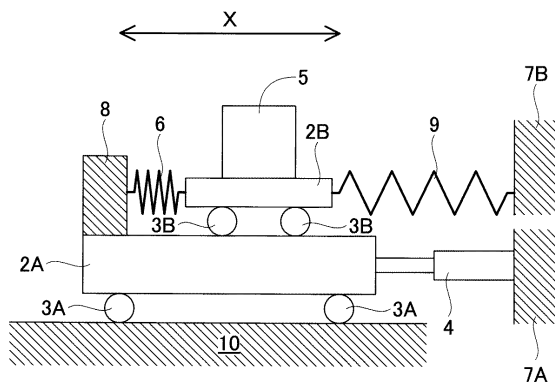
【符号の説明】

【0058】

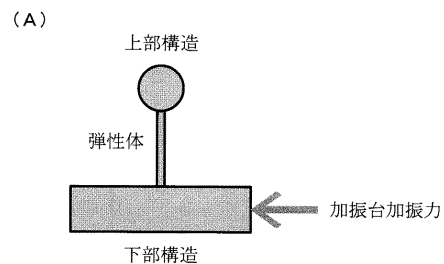
- 2 A 第一の加振台
- 2 B 第二の加振台
- 4 加振機
- 6 第一の弾性体
- 7 A 外部反力受け
- 7 B 外部反力受け
- 8 加振台反力受け
- 9 第二の弾性体

20

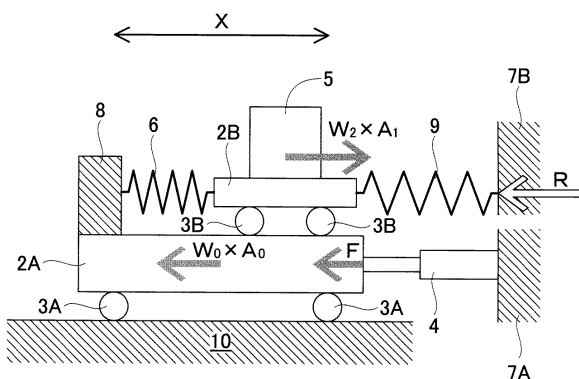
【図1】



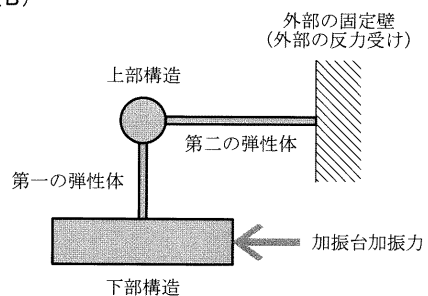
【図3】



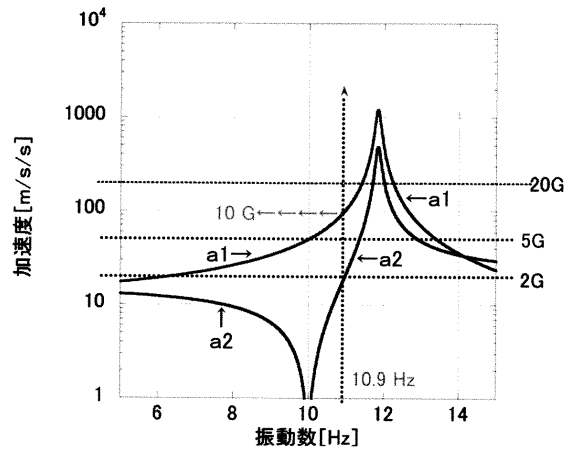
【図2】



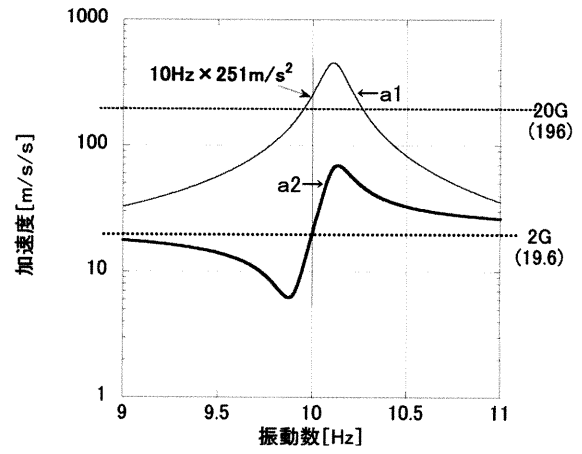
(B)



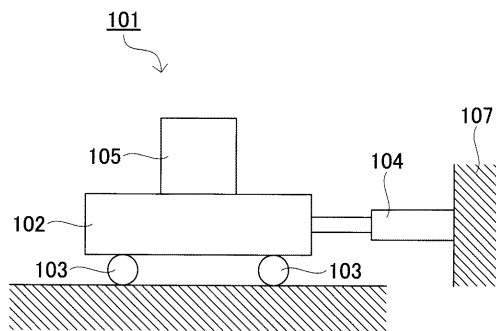
【図 4】



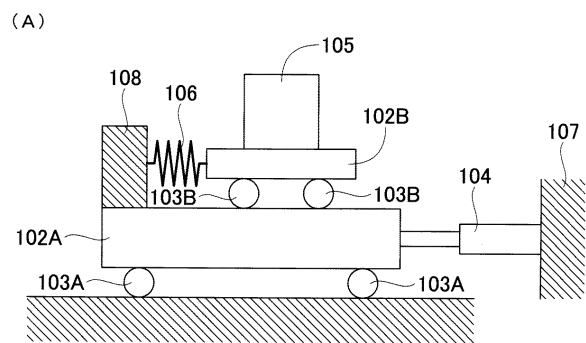
【図 5】



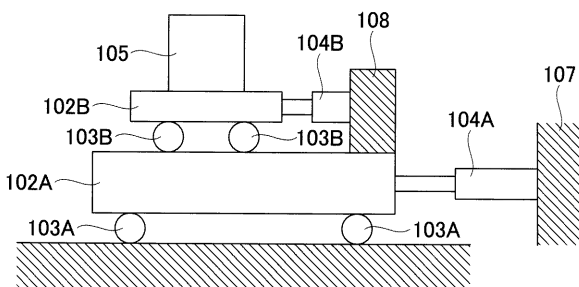
【図 6】



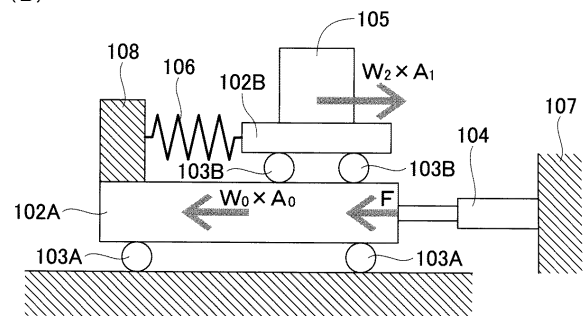
【図 8】



【図 7】



(B)



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭57-147028(JP,A)
特開2002-236074(JP,A)
特開2001-305008(JP,A)
実開平01-162664(JP,U)
特開平07-113721(JP,A)
欧州特許出願公開第01746402(EP,A2)
実開昭61-122544(JP,U)
特許第3901910(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01M 5/00 - 7/08