

エアダンパーを付帯した自動販売機の免震効果

その1 エアダンパー単体の要素実験

アイディールブレーン(株)	正会員	○佐藤 孝典
(独)防災科学技術研究所	正会員	御子柴 正
福山大学	正会員	寺井 雅和
アイディールブレーン(株)	非会員	鈴木 利哉

1. はじめに

室内免震の場合、壁等により免震クリアランスが十分にとれない場合がある。その対処法として、免震対象物と壁との間にエアダンパーを取り付け、壁との衝突の際の衝撃をダンパーに吸収させる手段が挙げられる。

本稿その1は、免震実験に先立ち行ったエアダンパー単体の正負加振試験の結果について報告する。

2. 試験概要

2. 1 試験体及び試験装置

図1にエアダンパーの形状を、図2に試験状況を示す。エアダンパーには通気穴を設けてある。試験は、変位制御により正弦波を加振する。エアダンパーの実際の使用状況を考慮し、圧縮側へ20mmオフセットした位置を加振の原点とする。計測は、荷重(ロードセル)と加振方向変形(試験機のストローク)とし、両計測値とも圧縮側を正とする。なお、試験は神奈川県産業技術センター所有の疲労試験機で行った。

2. 2 試験パラメータ

表1に試験体パラメータを、表2に加振パラメータを示す。試験パラメータは、エアダンパーの通気穴の径と穴の個数、正弦波加振の振幅、周波数である。

3. 試験結果

3. 1 復元力特性

a) 振幅依存性 図3に周波数1Hzにおける振幅 $x_0 = \pm 5\text{mm}$, $\pm 10\text{mm}$, $\pm 20\text{mm}$ の場合の復元力特性を示す。通気穴は大1個、大3個の場合である。図中の K' , K'' は、復元力の履歴を楕円形と見なして1サイクルの吸収エネルギー ΔW から式(1)により計算する貯蔵剛性、損失剛性である。1サイクルの吸収エネルギー ΔW は履歴ループの面積から求めた。 η は式(2)で計算する損失係数である。

$$K'' = \Delta W / (\pi x_0^2), \quad K' = \sqrt{(P_{\max}/x_0)^2 - (K'')^2} \quad (1)$$

$$\eta = K''/K' \quad (2)$$

ここに、 P_{\max} : 荷重の最大値である。

大1個の場合、振幅の増大に対して貯蔵剛性 K' は高くなり、損失剛性 K'' は概ね変わらない。履歴ループは概ね楕円形であるが、振幅の増大にともない引張時にループは膨らまなくなり、特に $\pm 20\text{mm}$ の場合に歪な形になる。大3個の場合、小振幅時からやや歪な形のループを描くが振幅の依存性は強くなく、 $\pm 20\text{mm}$ の場合でも楕円形に近い。引張時にループが膨らまなくなる現象は、容器内が負圧になることが影響していると考えられ、加振の速度が大きいほど、また、通気穴が小さいほど顕著になる。

b) 周波数依存性 図4に振幅 $x_0 = \pm 10\text{mm}$ における周波数 $f = 0.5\text{Hz}$, 1Hz , 2Hz の場合の復元力特性を示す。通気穴は大1個、大3個の場合である。大1個の場合、周波数の増大に対して貯蔵剛性 K' は高くなり、損失剛性 K'' は概ね変わらない。周波数増大により剛性は高くなるがエネルギー吸収能力は低くなることを示しており、剛性が高くなるのは空気ばねの非線形特性の影響と考えられる。大3個の場合、周波数の増大に対して K' , K'' ともに高くなり、周波数が増大してもエネルギー吸収能力は低下しない。空気ばねの非線形性の影響が小

キーワード： 室内免震, 空気ばね, 復元力特性, 損失係数, 等価粘性係数

連絡先： 〒104-0042 東京都中央区入船3-7-2 山京ビル9F, TEL 03-5541-7600

さくなるとともに、引張時に容器内が負圧になることの履歴ループに及ぼす影響が小さくなるためと考えられる。

3. 2 減衰特性

図5に通気穴が大1個、大3個の場合の損失係数 η と等価粘性減衰係数 C_e を示す。 C_e は、式(3)により定める。

$$C_e = \Delta W / (\pi \omega x_0^2) \tag{3}$$

ここに、 ω ：正弦波の円振動数である。

通気穴が大1個の場合、速度振幅 v_0 の増大に伴い損失係数 η 、等価粘性減衰係数 C_e ともに低減する。 η の方が振幅の影響が小さい。大3個の場合、 η 、 C_e ともに $v_0 = 40 \sim 60 \text{mm/s}$ 付近で最大となるが、大1個の場合ほど明かな傾向はない。

図6に通気穴面積 A で整理した損失係数 η 、等価粘性係数 C_e を示す。速度振幅は $v_0 = 62.8 \text{mm/s}$ 、 125.7mm/s の場合である。 η は振幅 x_0 に依存せず、主に通気穴面積 A に依存し、おおよそ $A = 10 \sim 15 \text{mm}^2$ 程度で最大となる。 C_e は振幅 x_0 、通気穴面積 A および速度 v_0 に依存し、おおよそ $A = 5 \text{mm}^2$ 程度で最大となる。

4. おわりに

エアダンパー単体の正弦波加振試験を行い、復元力特性と減衰特性について検討を行った。特に速度、通気穴面積と減衰特性の関係について検討し、減衰を最大とする通気穴面積を明らかにした。

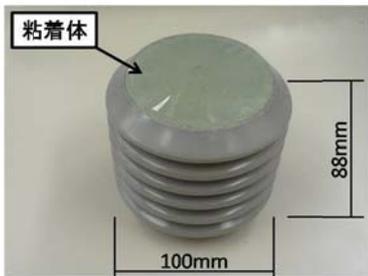


図1 エアダンパーの形状

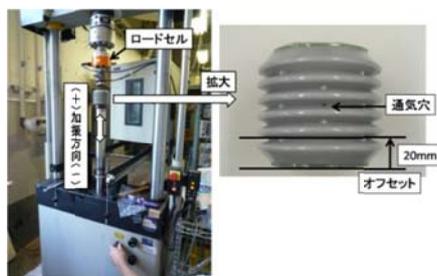


図2 試験状況

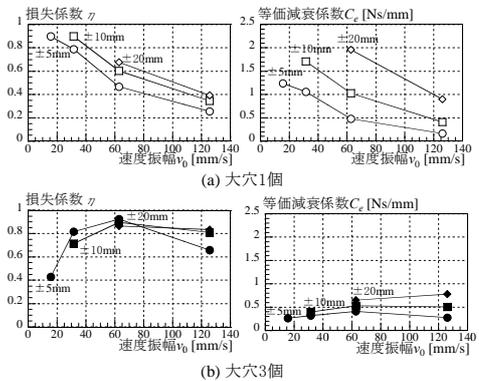


図5 減衰特性の速度依存性 (通気穴=大の場合)

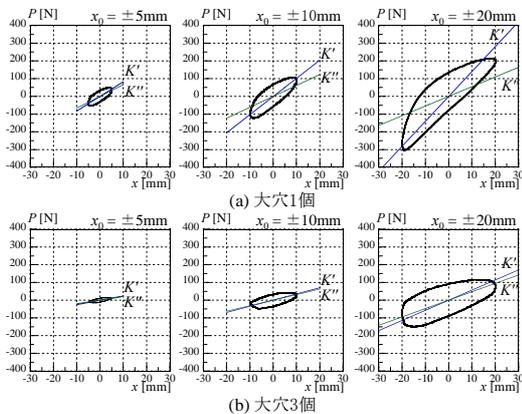


図3 復元力特性 (f = 1Hz の場合)

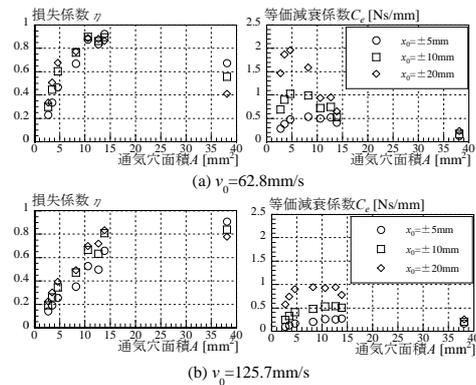


図6 減衰特性の通気穴面積依存性

表1 試験体パラメータ 面積の単位: mm²

個数	穴1個				穴3個			
	小	中	大	特大	小	中	大	特大
呼び名								
面積	2.75	3.53	4.64	12.69	8.24	10.59	13.91	38.08

表2 加振パラメータ

振幅 x_0	周波数 f (最大速度 v_0 mm/s)			
	0.5Hz	1Hz	2Hz	4Hz
±5mm	0.5Hz (15.7)	1Hz (31.4)	2Hz (62.8)	4Hz (125.7)
±10mm	0.5Hz (31.4)	1Hz (62.8)	2Hz (125.7)	
±20mm	0.5Hz (62.8)	1Hz (125.7)		

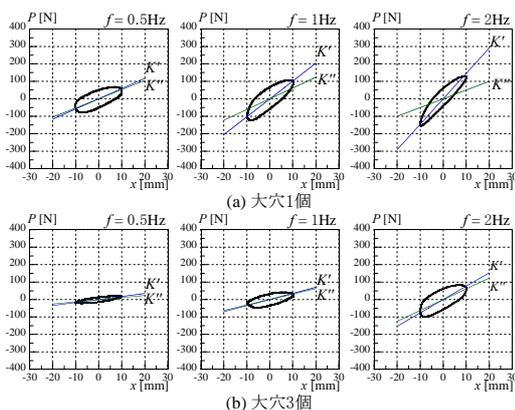


図4 復元力特性 ($x_0 = 10 \text{mm}$ の場合)