

MFC壓電致動器應用於三明治蜂巢平板的振動抑制實驗評估 = Experiments on the vibration attenuation of homeycomb sandwich ...

謝國斌、羅正忠

E-mail: 9707382@mail.dyu.edu.tw

摘要

現代生活中無處不充斥著噪音，所以如何降低噪音已經成為重要的一門學問，而噪音又與振動息息相關。壓電致動器為一種體積小、工作範圍大、致動效果佳的智慧型材料，所以要如何利用壓電致動器來抑制振動來達到減低噪音，為本文的重點。結構的抑振和減音技術，從早期的被動式阻尼層，到近年來使用不同的智慧型材料作為感測器和致動器之用，並結合不同之控制原理，形成所謂的主動式控制。直到最近改建控制系統的效率、穩定性和可適性，而發展出主被動(混合式)技術。而如何針對不同的系統應用，採用最適當的技術，更是研究的一大課題。對於一個多模態振動的結構控制，一直以來存在著一些非常具有挑戰性的問題，如何用最少的致動器與感測器來控制一個寬頻域的振動；如何簡化多模態振動的數學模型以便用來做控制理論設計；如何決定最佳的感測器和致動器的位置；如何使用最少的能量來達到最大效果的控制；如何選擇控制方法和控制方法穩定性、自我調整能力和對外界影響的調適性等。以上問題皆為從事消除或抑制結構的振動與噪音的學者重要研究領域。

關鍵詞：MFC致動器;結構抑振控制;三明治蜂巢複材平板

目錄

封面內頁	簽名頁	授權書	iii	中文摘要	iv	英文摘要	v	誌謝	vi	目錄	viii	圖目錄	ix	表目錄	xi	符號表	xii	第一章 緒論	1.1	研究之背景	1.1.2	智慧材料介紹	2	1.3 壓電致動器	4	1.3.1 壓電效應	4	1.3.2 壓電致動器	6	1.4 控制原理	9	1.4.1 被動式控制	9	1.4.2 主動式控制	11	1.4.3 混合式控制	12	1.5 相關之重要文獻回顧	13	1.5.1 各式平板的穿透噪音分析與控制	13	1.5.2 振動、主/被動式阻尼與電子阻尼控制	16	1.6 研究目的與方法	16	第二章 三明治蜂巢複材平板的ANSYS模型與控制理論	2.1	三明治蜂巢平板Ansys元素模型	19	2.2 壓電元件致動原理	21	2.3 速度回饋控制	23	第三章 蜂巢平板結構ANSYS分析與實驗驗證	3.1	三明治蜂巢平板材料性質	25	3.2 三明治蜂巢平板ANSYS分析	26	3.3 三明治蜂巢平板結構動態特性的實驗驗證	28	第四章 實驗結果與討論	4.1	MFC壓電致動器的效能評估	33	4.2 MFC主動式控制蜂巢複材結構平板	36	4.2.1 MFC單模態速度回饋控制	36	4.2.2 MFC多模態速度回饋控制	44	4.3 結論	48	第五章 結論與未來工作	5.1	研究結果	49	5.2 未來發展	50	參考文獻	51	圖目錄	圖1.1	蜂巢三明治平板結構	2	圖1.2	正壓電效應	5	圖1.3	逆壓電效應	5	圖1.4	壓電致動器四種形式	7	圖1.5	壓電纖維	8	圖1.6	無拘束阻尼層	10	圖1.7	拘束阻尼層	10	圖1.8	壓電陶瓷片應用於主動式控制的基本結構	12	圖2.1	Solid95元素結構	20	圖2.2	Solid191元素結構	20	圖2.3	三明治蜂巢平板模型	21	圖3.1	三明治蜂巢複材平板結構	26	圖3.2	三明治蜂巢平板的第一模態振型圖	27	圖3.3	三明治蜂巢平板的第二模態振型圖	27	圖3.4	三明治蜂巢平板的第三模態振型圖	28	圖3.5	三明治蜂巢平板的第四模態振型圖	28	圖3.6	蜂巢式平板模態動態特性實驗架構圖	30	圖3.7	點11加速度/力之頻率響應圖	30	圖3.8	第一模態振型(a)實驗模態量測(b) ANSYS模擬分析	31	圖3.9	第二模態振型(a)實驗模態量測(b) ANSYS模擬分析	31	圖3.10	第三模態振型(a)實驗模態量測(b) ANSYS模擬分析	32	圖3.11	第四模態振型(a)實驗模態量測(b) ANSYS模擬分析	32	圖4.1	MFC壓電致動器黏貼位置區域示意圖	33	圖4.2	MFC壓電致動器黏貼位置區域示意圖	34	圖4.3	激振A、B二片MFC壓電致動器之頻率響應圖	35	圖4.4	激振C、D二片MFC壓電致動器之頻率響應圖	35	圖4.5	蜂巢式複材結構平板主動式控制實驗架構圖	37	圖4.6	主動式控制實驗中電磁激振器的位置	38	圖4.7	主動式控制實驗中加速規的位置	38	圖4.8	A、B壓電致動器結合速度回饋控制第一模態振動	39	圖4.9	A、B壓電致動器結合速度回饋控制第二模態振動	40	圖4.10	A、B壓電致動器結合速度回饋控制第四模態振動	40	圖4.11	C、D壓電致動器結合速度回饋控制第一模態振動	42	圖4.12	C、D壓電致動器結合速度回饋控制第二模態振動	42	圖4.13	C、D壓電致動器結合速度回饋控制第三模態振動	43	圖4.14	C、D壓電致動器結合速度回饋控制第四模態振動	43	圖4.15	A、B二片壓電致動器控制第一和第四模態	45	圖4.16	C、D二片壓電致動器控制第一和第四模態	45	圖4.17	A、B二片壓電致動器控制第二模態	46	圖4.18	C、D二片壓電致動器控制第二、第三模	46	圖4.19	MFC速度回饋多模態控制	47	圖5.1	MFC 智慧型貼片結構	50	表目錄	表1.1	四種不同型式壓電致動器的基本特性	8	表1.2	四種不同形式壓電致動器的致動效率	8	表3.1	UD125及HRP-3/16/6.5材料性質	25	表3.2	ANSYS分析與動態特性實驗比較	31	表4.1	A、B與C、D壓電致動器單模態控制效果比較	44
------	-----	-----	-----	------	----	------	---	----	----	----	------	-----	----	-----	----	-----	-----	--------	-----	-------	-------	--------	---	-----------	---	------------	---	-------------	---	----------	---	-------------	---	-------------	----	-------------	----	---------------	----	----------------------	----	-------------------------	----	-------------	----	----------------------------	-----	------------------	----	--------------	----	------------	----	------------------------	-----	-------------	----	--------------------	----	------------------------	----	-------------	-----	---------------	----	----------------------	----	--------------------	----	--------------------	----	--------	----	-------------	-----	------	----	----------	----	------	----	-----	------	-----------	---	------	-------	---	------	-------	---	------	-----------	---	------	------	---	------	--------	----	------	-------	----	------	--------------------	----	------	-------------	----	------	--------------	----	------	-----------	----	------	-------------	----	------	-----------------	----	------	-----------------	----	------	-----------------	----	------	-----------------	----	------	------------------	----	------	----------------	----	------	------------------------------	----	------	------------------------------	----	-------	------------------------------	----	-------	------------------------------	----	------	-------------------	----	------	-------------------	----	------	-----------------------	----	------	-----------------------	----	------	---------------------	----	------	------------------	----	------	----------------	----	------	------------------------	----	------	------------------------	----	-------	------------------------	----	-------	------------------------	----	-------	------------------------	----	-------	------------------------	----	-------	------------------------	----	-------	---------------------	----	-------	---------------------	----	-------	------------------	----	-------	--------------------	----	-------	--------------	----	------	-------------	----	-----	------	------------------	---	------	------------------	---	------	------------------------	----	------	------------------	----	------	-----------------------	----

參考文獻

[1] 劉孝偉, "複合三明治平板黏彈性分析", 國立中正大學碩士論文, 指導教授:黃崧任 [2] 楊育彰, "壓電噴射氣流器設計參數效能

- 評估” , 大葉大學碩士論文, 指導教授:羅正忠 [3] www.smart-materials.com [4] Mead, D. J., “ The Effect of Certain Damping Treatments on the Responses of dealized Aeroplane Structures Excited by Noise, ” Air Force Materials Laboratory Report, AFML-TR-65-284, WPAFE (1965) .
- [5] Agens, G. S. and Napolitano, K., “ Active Constrained Layer Viscoelastic Damping, ” in 34th AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference, Reston, VA, USA, pp. 3499-3506.
- [6] Baz, A. and Ro, J. “ The Concept and Performance of Active Constrained Layer Damping Treatments, ” Sound and Vibration Magazine, 18-21, 1994.
- [7] Baz, A. and Ro, J. “ Performance Characteristics of Active Constrained Layer Damping, ” Shock and Vibration, 2(1), pp. 33-42, 1995.
- [8] Shen, I. Y., “ Hybrid Damping Through Intelligent Constrained Layer Treatments, ” Journal of Vibration and Acoustics, 118(1), pp.70-77, 1994.
- [9] Yu, X., Zhu, H., Rajamani, R. and Stelson, K.A., “ Acoustic Transmission Control Using Active Panels: An Experimental Study of Its Limitations An Possibilities, ” Smart Materials and Structures, 16(6), pp. 2006-2014, 2007.
- [10] Sung, C.C. and Chiu, C.Y. “ Control of Sound Transmission Through Thin Plate, ” Journal of Sound and Vibration, 218 (4) , pp. 608-618, 1998.
- [11] Al-Bassiyouni, M. and Balachandran, B., “ Sound Transmission Through a Flexible Panel into an Enclosure:Structural – Acoustics Model, ” Journal of Sound and Vibration, 284 (2005) , pp. 467-486, 2004.
- [12] Thomas, D.R., Nelson, P.A., Pinnington, R.J. and Elliott, S.J. “ An Analytical Investiga of the Active Control of the Transmission of Sound Through Plates, ” Journal of Sound and Vibration, 181 (3) , pp. 515-539, 1995.
- [13] Carneal, JamesP. and Fuller, ChrisR. “ An Analytical And Experimental Investigation of Active Structural Acoustic Control of Noise Transmission Through Double Panel Systems, ” Journal of Sound and Vibration, 272 , pp. 749-771, 2004.
- [14] Man, P.De, Francois, A. and Preumont, A. “ Acoustic Control of Noise Transmission Through Double Wall Structures An Overview of Possible Approaches, ” 6th National Congress on Theoretical and Applied Mechanics, Ghent, May 26-27, NCTAM-2003-009, 2003.
- [15] Wang, J., Lub, T.J., Woodhouseb, J., Langleyb, R.S., and Evansc, J. “ Sound transmission Through Lightweight Double-Leaf Partitions: Theoretical Modelling, ” Journal of Sound and Vibration, 286 , pp. 817-847, 2005.
- [16] Lin, H.J., Wang, C.N. and Kuo, Y.M., “ 非等向性FRP 材料聲學 性質及隔音效能之研究, ” 中華民國振動與噪音工程學會論文集, 2006, pp.E-70-E75, 2006 [17] Osman, Haisam “ Transmission Loss Testing and Analysis of a Curved Sandwich Composite Panel, ” 10th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference, CA 92647, USA, pp. 2004-2821.
- [18] Peters, Portia R., Rajaram, Shankar and Nutt, Steven “ Sound Transmission Loss of Damped Honeycomb Sandwich Panels, ” INTER-NOISE, HONOLULU, HAWAII, USA, 3-6 DECEMBER 2006.
- [19] Zhu, H., Yu, X., Rajamani, R., and Stelson, K.A., “ Active Control of Glass Panels for Reduction of Sound Transmission Through Windows, ” Mechatronics, Vol.14, pp. 805 – 819, 2004.
- [20] Kang, Y. K., Hwang, W. and Han, K.S., “ Optimum Placement of Piezoelectri Sensor /Actuator for Vibration Control of Laminated Beams, ” AIAA Journal, Vol.34 no.9 pp.1921-1926, 1996.
- [21] Kerwin, E.M. and Jr., “ Damping of Flexural Waves by a Constrained Viscoelastic Layer, ” J.Acoust.Soc.Am, Vol.31, pp.952-962, 1959.
- [22] Wang, H.J. and Chen, L.W., “ Vibration and Damping Analysis of a Three-Layered Composite Annular Plate with a Viscoelastic Mid-Layer, ” Composite Structures, Vol .58, Issue 4, pp. 563-570, 2002.
- [23] Huang, S.C.and Chen, Y.C., “ Parametric Effects on the Vibration of Plates with CLD Treatment, ” Journal of the Chinese Society of Mechanical Engineers, 20(2), pp.159-167, 1999.
- [24] Ahmadiam, M. and Jeric, K.M., “ On the Appliction of Shunted Piezoceramics for Increasing Acoustic Transmission Loss in Structures, ” Journal of Sound and Vibration, 243 (2) , pp. 347-359, 2001.
- [25] Ko, B., and Tongue, B. H., “ Acoustic Control Using a Self-Sensin Actuator, ” Journal of Sound and Vibration, 187 (1) , pp.145-165, 1995.