

新型高分子壓電薄膜之壓電力學行為分析 = Analysis for electric-mechanical behavior of a new piezoelectric polymer film

游皓崴、林見昌

E-mail: 9707923@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究利用ANSYS 11.0有限元素分析軟體對環煙烯聚合物COC(cyclic olefin copolymer)與聚偏二氟乙烯PVDF (Poly-vinylidene Fluoride)兩種材料之雙層/多層複合層板進行壓電力學行為之數值模擬。於研究中將材料複合層板簡化為懸臂樑進行模擬分析，並且導入不同程度之驅動電壓，分別對單層壓電材料薄板、單層壓電複合層板以及雙層壓電複合層板作計算；最後於分析結果中，觀察經過電能與機械能轉換後，壓電複合層板間，所產生的應力、應變及位移量，並且討論其結果於應用方面的可行性，以作為往後多層高分子材料之應用基礎。

關鍵詞：有限元素法；COC；PVDF；壓電材料疊層薄板；壓電材料；應力；應變

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	vii	圖目錄	ix	表目錄	xii	符號說明	xiii	第一章 緒論	1	1.1 研究背景	1	1.2 壓電材料的發展	3	1.3 壓電材料力學相關研究文獻的回顧	8	1.4 本文內容與架構	14	第二章 壓電材料基本理論	16	2.1 壓電材料的特性	16	2.1.1 壓電效應	16	2.1.2 焦電效應	17	2.1.3 介電效應	18	2.2 壓電特性參數	20	2.2.1 機電耦合常數	20	2.2.2 機械品質因數	21	2.2.3 介電常數	21	2.2.4 焦電常數	22	2.2.5 壓電應變常數與壓電電壓常數	22	2.3 壓電材料基本方程式	23	2.3.1 非等向性材料方程式	23	2.3.2 壓電材料本構方程式	28	第三章 雙層/多層壓電材料力學行為研究方法	34	3.1 基本方程式	34	3.2 有限元素暫態模擬方程式	39	3.3 有限元素分析模式驗證	40	3.4 分析模型	44	3.5 材料參數與結構板拘束條件之設定	42	第四章 結果與討論	46	4.1 單層壓電材料薄板之分析結果	46	4.2 單層壓電複合層板之分析結果	48	4.3 雙層壓電複合層板之分析結果	53	4.3.1 對稱式雙層壓電複合層板之分析結果	54	4.3.2 非對稱式雙層壓電複合層板之分析結果	58	第五章 結論	66	5.1 結論	66	5.2 未來展望	67	參考文獻	68
------	-----	-----	-----	------	----	------	---	----	----	----	-----	-----	----	-----	-----	------	------	--------	---	----------	---	-------------	---	---------------------	---	-------------	----	--------------	----	-------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	--------------	----	--------------	----	------------	----	------------	----	---------------------	----	---------------	----	-----------------	----	-----------------	----	-----------------------	----	-----------	----	-----------------	----	----------------	----	----------	----	---------------------	----	-----------	----	-------------------	----	-------------------	----	-------------------	----	------------------------	----	-------------------------	----	--------	----	--------	----	----------	----	------	----

參考文獻

- [1] 張國財，“模組化超音波離合器之研製”，技術學刊，第21卷，第四期，第353~362頁，2006。
- [2] 池田拓郎 著、陳世春 譯，“基本壓電材料學”，復漢出版社，1997。
- [3] “陶瓷技術手冊”，經濟部技術處發行，中華民國產業科技發展協會與中華民國冶金協會出版，1994。
- [4] 葉俞均，“壓電陶瓷變壓器”，國立中央大學 光電科學研究所碩士論文，93年6月。
- [5] <http://www.uspto.gov>(美國專利局資料庫)。
- [6] <http://www.apipa.org.tw>(亞太智慧財產權發展基金會資料庫)。
- [7] R. J. Phelan, Jr., R. L. Peterson, C. A. Hamilton, and G. W. Day, *Ferroelectrics*, 7 (1974)375.
- [8] J. Cohen and S. Edelman, *J. Appl. Phys.*, 42 (1971) 3072.
- [9] E. Fukada and K. Nishiyama, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 11 (1972) 36.
- [10] E. Fukada and K. Nishiyama, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 11 (1972) 36.
- [11] N. Murayama, T. Oikawa, T. Katto, and K. Nakamura, *J. Polym. Sci., Phys. Ed.*,13 (1975)1033.
- [12] J. Cohen and S. Edelman, *J. Appl. Phys.*, 42 (1971)893.
- [13] H. Kawai, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 8 (1969) 975.
- [14] H. Kawai, Ohyobutsuri, *J. Appl. Phys.*,38 (1969) 1133; 39 (1970) 413; 39 (1970) 369.
- [15] E. Fukada, M. Date, and K. Hara, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 8 (1969) 151.
- [16] E. Fukada and L. Yasuda, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 3 (1964) 117.
- [17] M. Date, S. Takashita, and E. Fukada, *J. Polym. Sci., Part A-2*, 8 (1970) 61.
- [18] T. Furukawa and E. Fukada, *Nature*, 221 (1969) 1235.
- [19] G T Davis, , J. E. Mckinney, M.G.Broadhurst, S. C. Roth, *J. Appl. Phys*, 49 (1978) 4998.
- [20] G T Davis, , J. E. Mckinney, M.G.Broadhurst, S. C. Roth, *J. Appl. Phys*, 49 (1978) 4998.
- [21] Sudhakar A. Kulkarni, Kamal M. Bajoria, “Finite element modeling of smart plates/shells using higherorder shear deformation theory ” *Composite Structures*, 62, 41 – 50, 2003 [22] R. Garcia Lage, C.M. Mota Soares, C.A. Mota Soares, J.N. Reddy, “ Analysis Of Adaptive Plate

- Structures By Mixed Layerwise Finite Elements ” , Composite Structures, 66, 269 – 276, 2004 [23] I. K. OH, J. H. Han and I. Lee, “ Postbuckling and Vibration Characteristic of Piezolaminated Composite Plate Subject to Thermo-Piezoelectric Loads ” Journal of Sound and Vibration, 233(1), 19-40, 2000 [24] Young Kyu Kang, Hyun Chul Park, Jaehwan Kim, Seung-Bok Choi, “ Interaction of active and passive vibration control of laminated composite beams with piezoceramic sensors actuators ” Materials and Design, 23, 277-286, 2002 [25] S. Raja, P.K. Sinha, G. Prathap, P. Bhattacharya, “ Influence of one and two dimensional piezoelectric actuation on active vibration control of smart panels ” Aerospace Science and Technology, 6, 209 – 216, 2002 [26] Ping Tan, Liyong Tong, Dongchang Sun, “ Dynamic characteristics of a beam system with active piezoelectric fiber reinforced composite layers ” Composites, Part B, 33, 545 – 555, 2002 [27] Carlos E. S. Cesnik, “ Wing Shape Deformation for High-Performance Aerial Aerial Vehicles, ” ICASE Morphing Seminar Series NASA LaRC— 26 June 2002 [28] Q Wang, S T Quek, C T Sun² and X Liu, “ Analysis of piezoelectric coupled circular plate ” Smart Mater. Struct. 10, 229 – 239, 2001 [29] El Mostafa Sekouri, Yan-Ru Hu, Anh Dung Ngo, “ Modeling of a circular plate with piezoelectric actuators ” Mechatronics, 14, 1007-1020, 2004 [30] 吳朗, “ 壓電陶瓷-壓電 ” , 全欣出版社, 1994.
- [31] Ansys 10 User ’ s Guide.
- [32] 周卓明, “ 壓電力學 ” , 全華科技圖書股份有限公司, 92年11月。
- [33] Piezo System, Inc.2004#4 catalog.