

應用抗震墊降低水下載具裝備爆震損傷之研究

戴光賢、梁卓中

E-mail: 9607836@mail.dyu.edu.tw

摘要

水下載具(潛艦)在執行任務的期間常處於爆震環境(Shock Environment)之下其所遭受之威脅主要來自於水下武器的攻擊,如魚雷、水雷、深水炸彈、核爆等水下爆炸而造成艦艇之爆震破壞,由於船艦上裝備甚多其中在 A、B 等級中之裝備包含了許多精密電子儀裝,此類儀裝較為敏感不可因受到震(振)動、碰撞之影響而造成運作不順暢甚至造成失效,為了確保裝備的安全性可增加裝備對震動的防護以及降低一般船體振動對儀裝的影響,可安裝抗震墊來達到保護的效果。由於抗震墊其所佔空間小、安裝方便與成本較低,故被許多船艦所採用。但是,船艦抗震資料在國內、外的商業界與軍事單位皆以商業機密或軍事機密為由,公開之資料甚少甚至不對外公開,欲獲得相關的技術報告實為不易,尤以艦艇儀裝抗震墊其公開之資料均為片段而不連續。故本論文將應用公開之文獻資料,採用美國海軍實驗室所發展之動態設計分析法(DDAM)結合非線性有限元素軟體ABAQUS,針對潛艦內部儀裝之雷達基座系統(Radar mount system)、柴電動力引擎基座系統(Deisel-Electric engine mount)及某型潛艦之推進軸系(propulsion shaft)進行抗爆震分析之研究,並針對各裝備系統之自然頻率、模態有效質量及爆震設計值進行討論,此外,為提高三種儀裝之抗震能力依其各別條件進型抗震墊設計與分析,分別選用 901D 裝備防護公司之NavySeamountTM250 型抗震墊, FABREEKA 裝備防護公司之 Heavy Duty Compression Mount-52174 型、Low Frequency Mounts-61060 型、515 Series Mounts-51512-5 型之抗震墊以及美國海軍軍規NAVSEA 0900-LP-089-5010 彈性抗震墊手冊中 7E450 型、15P300A 型之抗震墊,分別安裝於裝備並針對其抗震能力之提昇效益作一探討。在柴電動力引擎方面安裝Low Frequency Mounts-61060 型抗震墊其減振效益最佳;在雷達基座系統方面安裝15P300A 型抗震墊減振效益最佳;在軸系方面安裝抗震墊後其減振效益不高,但發現於螺槳與軸系連接處、靠近船體連接處會產生較高之破壞,因此,再安裝此兩處之抗震墊時應對其材料與構型多加考慮。本論文之研究成果希望能提供未來水下載具裝備設計研究之參考。

關鍵詞: 潛艦、動態設計分析法、抗震墊

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	iv	英文摘要	vi
誌謝	vii	目錄	viii	圖目錄	xii
..... xviii		符號說明	xxi	第一章 緒論	1
..... 1.1.1		緣起	1	1.1.2 國內外研究現況	2
..... 2.1.2.1		船艦裝備抗震相關文獻回顧	3	2.1.2.2 艦用抗震	
墊相關文獻回顧	6	1.3 本文目標	12	第二章 艦用抗震墊簡介	18
方法	18	2.2 抗震墊介紹	20	2.2.1 金屬彈簧抗震墊定	20
..... 20		2.2.3 橡膠抗震墊	21	2.3 艦用抗震墊介紹	21
與檢查重點	25	第三章 基礎理論 - 動態設計分析法	44	3.1 動態設計分析法	45
分析法基本理論	45	3.1.2 爆震設計譜	50	3.1.2.1 模態數之選定	50
..... 51		3.1.2.3 各模態之爆震設計值計算	51	3.1.2.2 有效質量	52
..... 52		3.1.2.4 裝備基座之設計準則	52	3.1.3 von Mises 破	
壞準則 - 允許爆震應力準則 (allowable shock stress criteria)	52	3.1.4 動態設計分析法之計算流程	53	3.2 有限元素	
軟體ABAQUS	54	3.3 動態設計分析法(DDAM) 結合有限元素軟體 ABAQUS	57	第四章 柴	
電動力引擎抗震墊之設計與分析	65	4.1 問題描述	65	4.2 柴電動力引擎基座系統抗震分析	
..... 65		4.2.1 基座構型與特性	66	4.2.2 有限元素模型	66
..... 66		4.2.3 結果與討論	66	4.3 柴電動力引擎按置抗震墊之抗震分析	67
..... 67		4.3.1 抗震墊之構型與特性	67	4.3.2 有限元	
素模型	68	4.3.3 結果與討論	69	4.4 柴電動力引擎抗震基座與抗震墊之效能分析	73
第五章		雷達基座抗震墊之設計與分析	112	5.1 問題描述	112
..... 112		5.2 雷達基座系統未安裝抗震墊之抗爆震分		5.2.1 基座構型與特性	112
析	112	5.2.2 有限元素模型	113	5.2.3 結果與討論	113
..... 113		5.3 雷達基座系統按置抗震墊之抗震分析	114	5.3.1 抗震墊之構型與特性	114
..... 114		5.3.2 有限		5.3.2 有限	
元素模型	115	5.3.3 結果與討論	116	5.4 雷達基座系統抗震墊之效能分析	118
第六章		某型潛艦軸系抗震墊之設計與分析	142	6.1 問題描述	142
..... 142		6.2 某型潛艦軸系未安裝抗震墊之抗爆震		6.2.1 型潛艦軸系構型與特性	143
分析	143	6.2.2 有限元素模型	144	6.2.3 結果與討論	144
..... 144		6.3 某型潛艦軸系按置抗震墊之抗震分析	145	6.3.1 抗震墊之構型與特性	145
..... 145		6.3.2 有限		6.3.2 有限	

元素模型	146	6.3.3 結果與討論	147	6.4 軸系抗震之效能分析	148	第七章 結論與未來展望	170
------------	-----	-------------------	-----	---------------------	-----	-------------------	-----

參考文獻

- [1] Keil A. H., " The response of ships to underwater explosion ", The annual meeting of the society of Naval architects and Marine engineering, New York(1961.)
- [2] Biot, M.A., " Analytical and Experimental Method in Engineering Seismology ", Trans. ASCE, 108-365(1943).
- [3] Belsheim, R.O. and O'Hara, G.J. "Shock design of shipboard equipment-dynamic design analysis method," NAVSHIPS 250-423-30, May(1961).
- [4] O'Hara, G.J., and Belsheim, R.O., "Interim design values for shock design of shipboard structures", NRL-MR-1396 (1963).
- [5] Belsheim, R.O., O'Hara, G.J., "Shock design of shipboard equipment, part 3 experimental evaluation of the dynamic design analysis method," NRL. Rep. 6478, Washington, DC, pp. 331-354 (1967).
- [6] O'Hara, G.J., P.F. Cunniff, " Dynamic design analysis of a foundation undergoing unequal support shock motion ", NRL. Rep. 5154, Washington, DC 20375,(1983).
- [7] Dimaggio, F.L., and Ranlet, D., " On Improving and Extending The Design Shock Spectrum Used in DDAM ", NTIS Rep. AD-A139304(1984).
- [8] Military specification MIL-STD-901D(Navy), Shock test, H. I.(High impact) Shipboard Machinery, Equipment and Systems,Requirements For, March (1989).
- [9] McCarthy R.H., " Shock Design Criteria for Surface Ships ", NAVSEA 0908-LP-000-3010, Naval Sea Systems Command.(1995)
- [10] 李雅榮、郭真祥、林輝政、薛文証、梁卓中、夏曉文、鄧作樑、陳正雄、邱啟舜、廖建義、馬豐源, " 艦用系統介面 軍規之研究 ", 經濟部八十六年度科技研究發展專案/船舶技術發展五年計畫, 1997年。
- [11] 梁卓中, 戴毓修, " 以反應譜分析法探討船艦舵部之爆震反應 ", 中國造船暨輪機工程學刊, 第二十卷, 第三期, 1~16 頁(2001)。
- [12] 梁卓中、鄧作樑、徐慶瑜、戴毓修、任展勇、劉子豪, " 船艦在爆震力下之結構動態反應與裝備防震策略 ", 經濟部92 年度科技專案研發成果-船舶技術發展第二期四年計畫, (2003)。
- [13] Harry Cyril M, Crede Charles E. Shock and vibration handbook second edition. McGraw-Hill Book Company, 1976.
- [14] 徐敏, " 船舶動力機械的振動、衝擊與測量 ", 北京:國防工業出版社, 1981。
- [15] Scavuzzo R J, Pusey Henry C. Naval shock analysis and design. SAVIAC/Booz. Allen and Hamilton, Inc., 2000.
- [16] Charles E. C., Vibration and shock isolation 4th, Associate Professor California institute Technology, John Wiley & Sons, Inc, New York, pp314~320(1959).
- [17] Mathematical modeling and dynamic shock analysis guide for mast," Supervisor of Shipbuilding, Conversion and Repair USN, 3'd Naval District, Rep. No. SUPSHIP280-6 (1972).
- [18] Dave S. Steinberg, Vibration Analysis for Electronic Equipment, A wiley-interscience publication, John Wiley & Sons, New York, pp15~18(1973).
- [19] 林振聲, " 海軍技術命令-裝備振動及噪音測試規範介紹 ", 海軍後勤司令部發行, (1988)。
- [20] Harris, C. H., John J. H., Charles J. L., " Application of Isolators ", Shock and Vibration Handbook, 4th edition, McGraw-Hill, p34-6 (1988).
- [21] 惲偉君、朱欽章、段根寶、郭振玲, " 船舶螺旋槳避振器模擬裝置試驗研究 ", 振動與衝擊學刊, 第十五卷, 第一期, 1~4 頁(1996)。
- [22] Yunhe Yu, Nagi G.. N. and Roa V. D., " A literature review of automotive vehicle engine mounting systems ", Mechanism and machine theory 36. pp.123-142(2001).
- [23] John E. Miesner, " Shock and Acoustic Mount ", Smart Materials Bulletin. (2002).
- [24] Wei-Hui Wang, Der-Yuan Liou, Chung-Kai Fang, Wei-Yu Lu, Tseng-chung Ko, Shih-Chu Wu, " Propeller and Shaft Induced Structure-Borne Noise Isolation of a Motor Yacht ", Paper No.352, Proceedings Inter noise2004.(2004).
- [25] 皮連根、辛?, " 柴油發電機積極隔震的實驗研究 ", 噪聲與振動控制學刊, 第二十四卷, 第五期, 45~47頁(2004)。
- [26] 唐德高、盧紅標、張華、嚴東晉, " PGG隔震器性能試驗與分析 ", 振動與衝擊學刊, 第二十三卷, 第一期, 52~54頁 (2004)。
- [27] 黃宇中、陳榮亮, " 橡膠抗震墊隔振性能評估計隔振應用 " 第十三屆中華民國振動與噪音工程學術研討會, 353~358頁 (2005)。
- [28] 言福明、黃映雲、秦俊明, " 用爆炸式衝擊試驗台研究鋼絲繩隔振器衝擊特性 ", 噪聲與振動控制學刊, 第二十六卷, 第一期, 57~59頁(2006)。
- [29] 趙程、賀躍進、張恆, " 金屬橡膠的應用研究 ", 噪聲與振動控制學刊, 第二十六卷, 第五期, 45~47頁(2006)。
- [30] 束立紅、周煒、呂志強、黃映雲, " 金屬橡膠的研究應用 ", 振動與衝擊學刊, 第二十五卷, 第四期, 78~81頁(2006)。
- [31] 林勝、袁健、賀才春, " 摩擦阻尼橡膠隔振器的研究 ", 噪聲與振動控制學刊, 第二十六卷, 第三期, 18~21頁(2006)。
- [32] 王銳、李世其、宋少雲, " 橡膠隔震器系列化設計方法研究 ", 噪聲與振動控制學刊, 第二十六卷, 第四期, 11~13頁 (2006)。
- [33] 黃映雲、何琳、譚波、汪玉, " 橡膠隔震器衝擊剛度特性試驗研究 ", 振動與衝擊學刊, 第二十五卷, 第一期, 77~78 頁(2006)。

[34] 江國和、沈榮瀛、華宏星、吳慶明，“船舶機械設備衝擊隔離技術研究進展”，船舶力學學刊，第十卷，第一期，135~144頁(2006)。

[35] ABAQUS User ' s Manual.