

水下載具上重要裝備之抗震分析

謝其達、梁卓中

E-mail: 9419572@mail.dyu.edu.tw

摘要

軍事載具在設計上與一般民用之載具不同，其相異之處即軍用載具必須面對戰爭的威脅，為確保艦艇上之裝備能持續運作，艦艇在建造時即應對艦艇之抗爆震能力有所規範與要求，尤其船艦重要裝備及基座之抗爆震能力，在裝艦前採用實品測試法加以驗證，以確保A級和B級裝備符合爆震要求。但若艦艇上之裝備、系統、基座等體積過於龐大且重量甚重(如主機、推進軸系、桅杆及武器系統等)無法使用實品測試法或實船測試來驗證其爆震能力著，美國海軍同意此類重要儀裝可採用動態設計分析法 DDAM 進行抗爆震評估。此外，除為了維持艦艇各項裝備操控功能之正常運作，對於如何提升機械與裝備之抗爆震能力方面，美國海軍亦採用抗震墊(shock mounts)以降低及防止爆震力之傳遞 提升艦艇之抗爆震能力，同時亦可消減艦艇裝備之噪音，以確保艦艇裝備之可靠度。由於世界各國對於裝備抗震的探討大多著墨於水面艦艇，對於水下載具上裝備之抗震分析極為少數，因此本論文主要之目地即在建立水下載具上重要裝備在爆震環境下之評估方法與抗震改善措施。在裝備抗爆震分析之研究本論文採用動態設計分析法(DDAM)，其乃是結合美國海軍實船實驗所歸納整理出之爆震設計譜，配合有限元素的離散及計算程序，建立爆震反應譜分析法，並以水下載具上之雷達基座系統(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)為研究對象進行抗爆震分析，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探討，此外，為避免爆震直接傳遞至裝備上，在艦艇裝備之抗震方面本論文研究儀裝按置抗震墊之抗震效果研究，並以柴電動力引擎系統上裝置NavySeamountTM250 抗震墊(shock mount)為例，探討於不同抗震墊材料(durometer 30, 50, 70)之抗震效益。本論文之研究成果希望能為未來水下載具裝備抗震設計之參考。

關鍵詞：潛艦，動態設計分析法，推進軸系，抗震墊

目錄

第一章 緒論.....	1	1.1 緣起.....	1	1.2 國內外研究現況.....	3	1.3 本文目標.....	16
第二章 基礎理論—動態設計分析法.....	22	2.1 動態設計分析法.....	23	2.2 爆震設計譜.....	27	2.2.1 模態數之選定.....	28
		2.2.2 有效質量.....	28	2.2.3 各模態之爆震設計值計算.....	28	2.2.4 裝備基座之設計準則.....	29
		2.3 動態設計分析法之計算流程.....	30	第三章 動態設計分析法之實例驗證.....	36	3.1 問題描述.....	36
		3.2 解析解.....	36	3.2.1 模態分析.....	36	3.2.2 動態分析.....	39
		3.3 DDAM 解.....	39	3.4 解析解與DDAM 解之比較分析.....	40	第四章 水下載具裝備之抗爆震分析.....	46
		4.1 水下載具上雷達基座系統之抗震分析.....	46	4.1.1 問題描述.....	46	4.1.2 有限元素模型.....	47
		4.1.3 結果與討論.....	47	4.2 水下載具上柴電動力引擎基座系統之抗爆震分析.....	49	4.2.1 問題描述.....	49
		4.2.2 有限元素模型.....	50	4.2.3 結果與討論.....	50	4.3 某型艦軸系之抗爆震分析.....	52
		4.3.1 問題描述.....	52	4.3.2 有限元素模型.....	53	4.3.3 結果與討論.....	54
		第五章 抗震墊之設計與分析.....	79	5.1 抗震墊之型式及其特性.....	79	5.2 抗震設計.....	80
		5.2.1 抗震墊之設計需求.....	81	5.3 水下載具上柴電動力引擎抗震墊之設計與分析.....	82	5.3.1 問題描述.....	82
		5.3.2 有限元素模型.....	83	5.3.3 結果與討論.....	83	5.4 冂形抗震墊與NavySeamountTM250橡膠抗震墊之比較.....	85
第六章 結論與未來展望.....	100	參考文獻.....	103	附錄A 船艦抗震相關軍規.....	109	A.1 歐美艦艇結構抗爆震設計軍規種類.....	109
		A.1 歐美艦艇結構抗爆震設計軍規種類.....	109	A.2 北大西洋公約組織之耐振設計軍規.....	110	A.3 美軍艦艇之抗爆震設計軍規.....	111
		A.3.1 艦用裝備基座安裝備位置.....	112	A.3.2 裝備等級.....	113	A.3.3 裝備測試程序.....	114
		A.3.4 實船爆震實測.....	115	A.3.5 龐大裝備抗震數值模擬.....	116	A.4 彈性基座.....	117
		A.4.1 彈性防震墊之型式.....	118	A.4.2 彈性防震墊之選用規則.....	119	A.5 爆震驗核標準.....	120
		A.5.1 龍骨爆震因子.....	120	A.5.2 船殼爆震因子.....	121		

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] Charles E. C., Vibration and shock isolation 4th, Associate Professor California institute Technology, John Wiley & Sons, Inc, New York, pp314~320(1959).
- [4] Belsheim, R.O. and O'Hara, G.J. "Shock design of shipboard equipment-dynamic design analysis method," NAVSHIPS 250-423-30, May(1961).
- [5] O'Hara, G.J., and Belsheim, R.O., "Interim design values for shock design of shipboard structures", NRL-MR-1396 (1963).
- [6] 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).
- [7] "Guide for Mathematical modeling and dynamic shock analysis of Rudder, Rudder Stocks and Bearings" Supervisor of Shipbuilding, Conversion and Repair USN, 3'd Naval District (1967).
- [8] "Mathematical modeling and dynamic shock analysis guide for main propulsion shifting," Supervisor of Shipbuilding, Conversion and Repair USN, 3'd Naval District, Rep. No.SUPSHIP280-1 (1967).
- [9] Joseph J. T. and James T. H., "DEG7 class mathematical model report for dynamic shock analysis of main propulsion shafting", Report No.M68-2(1968).
- [10] 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).
- [11] Dave S. Steinberg, Vibration Analysis for Electronic Equipment, A wiley-interscience publication, John Wiley & Sons, New York, pp15~18(1973).
- [12] Hurwitz, M.M., "The dynamic design analysis method (DDAM) in Nastran," David Taylor Naval Ship Research and Development Center (1981).
- [13] 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).
- [14] Remmers Gene, "Maurice Biot 50th Anniversary Lecture The Evolution of Spectral Techniques in Navy Shock Design", Davie Taylor Navy Ship Research and Development Center Bethesda, Maryland,(1983).
- [15] Dimaggio, F.L., and Ranlet, D., "On Improving and Extending The Design Shock Spectrum Used in DDAM", NTIS Rep. AD-A139304(1984).
- [16] Webbo, G.M. "Variable of Structure Response to Underwater Explosion with Charge Standoff and Un-symmetric Loading", NTIS AD-A139304(1984).
- [17] Bort, R.L., "Masses of Normal Modes for Structures with Multiple Supports", NTIS AD-A175974(1986).
- [18] Bort, R.L., "Revised Impact Dynamic Design Analysis Method", NTIS AD-A190497(1988).
- [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] Military specification MIL-STD-901D(Navy), Shock test, H. I. (High impact) Shipboard Machinery, Equipment and Systems, Requirements For, March (1989).
- [22] 鍾慶富, "FFG-7級艦爆震設計與測試之研究", 海軍學術月刊, 第二十四卷, 第十期, 第80-89頁, (1990).
- [23] 王康生, "FFG-7 級艦主要船段結構強度設計", 海軍學術月刊, 第二十四卷, 第八期, 第81-91 頁, (1990).
- [24] Cunniff, P.F. and O ' Hara, G.J., "Feasibility of a Transient Dynamic Design Analysis Method", shock and vibration, Vol.1, No.3, pp.241-251(1994) [25] 廖建義, "衝擊試驗規格與衝擊反應頻譜分析", 第三屆軍艦工程研討會論文集, 第92-96頁。
- [26] Olofsson, U., T. Svensson and H. Torstensson, "Response Spectrum Method in Tank-Vehicle Design", International Journal of Fatigue, Vol.19:2, pp.185(1995).
- [27] McCarthy R.H., "Shock Design Criteria for Surface Ships", NAVSEA 0908-LP-000-3010, Naval Sea Systems Command.(1995) [28] Remmers, M.G., O ' Hara, G.J., Cunniff, P.F., Review Dynamic Design Analysis Method, shock and vibration, Vol.3, NO.6, pp.461-476(1996).
- [29] 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。
- [30] 林澄貴, "爆震因子在水雷作戰上之應用", 海軍學術月刊, 第三十六卷, 第十期, 第58-67 頁, (2000).
- [31] 沈士鈞, "針對潛艦設計設計系統與其關鍵性技術進行探討" 國防大學中正理工學院, 造船工程研究所碩士論文, (2001).
- [32] 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).
- [33] 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).
- [34] C.C. Liang, M.F. Yang, T.S. Tai, "Predction of Shock Response for a quadropod-mast using response spectrum analysis method", Ocean Engineering, Vol.29 No.8, pp887-914(2002).

- [35] John E. Miesner, " Shock and Acoustic Mount ", Smart Materials Bulletin. (2002).
- [36] Talley M. A. and Sarkani S., " A New Simulation Method Providing Shock Mount Selection Assurance ", shock and Vibration 10,pp.231-267,(2003) [37] Coats T., M., Arden K. Cooper, and Russell F., " Component representation for shock qualified foundation structure ", Shock and Vibration 10, pp.71-80, (2003).
- [38] 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)。
- [39] Chopra, A. K., " Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering, " Prentice-Hall, Inc., (1995).
- [40] NAVSEA 0900-LP-097-4010, " Structural Design Manual for Naval Surface Ships ", 1976.
- [41] General Specifications for Ships of the United States NAVY, section 072, Naval Sea System Command, Washington, DC 20362-5101, 1991.
- [42] 林東成, " 艦艇噪音與反潛作戰之關係 ", 第三屆軍艦工程研討會論文集, pp. 124-131, (1995)。
- [43] Design Data Sheet 072-1 " Shock Criteria " .
- [44] 張國安, " 軍規在軍艦設計應用上之探討 ", 財團法人聯合船舶設計發展中心, 造艦軍規研究成果發表會, pp.87-101, 1998.