

# 應用爆震平台探討艦上重裝備之抗震能力

陳立賢、梁卓中

E-mail: 9708026@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

美軍之艦用重級裝備一般均根據軍規MIL-STD-901D中的水中爆震平台(Floating Shock Platform)進行抗爆震評估，但實驗過程費時、費力且花費金錢，因近年來非線性有限元素之發展，故有學者探討利用有限元素軟體進行重裝備在標準水中爆震平台上抗震能力之探討，但此方面之研究仍未成熟，故應用非線性有限元素法進行水中爆震平台探討重裝備之抗震能力仍有其必要性。本論文乃針對標準水中爆震平台上重裝備之抗震能力進行研究，應用有限元素軟體ABAQUS進行水下爆震反應之分析，並考慮流固耦合效應，探討不同重量裝備在不同爆炸點距離和不同炸藥深度下之抗震效果。首先與美國H.I.-TEST實驗室之相關實驗和Kwon等人之LS-DYNA/USA的模擬值比較，誤差值均約在10-20%左右，顯示本論文ABAQUS/USA進行裝備抗震之可行性，本論文中研究之裝備重量分別為9000lb、18400lb和35800lb，爆炸點距離分別為20ft、30ft、40ft、60ft和80ft，其炸藥深度分別為20ft和30ft，其間並探討NavySeamountTM250型的橡膠抗震墊(shock mounts)安裝於重裝備後之抗震效益。由本論文研究結果得知，不同重量、不同爆炸點距離和不同炸藥深度下進行抗震效果分析，發現隨著重量的增大、爆炸點距離的增長和炸藥深度的加深。安裝抗震墊後，垂向約有15%，橫向約有5%至10%，在艏艉向則僅有5%之抗震效果。本論文所建構之水中爆震平台有限元素模型以及安裝抗震墊於之抗震效益希望能提供相關單位進行抗爆震評估時之參考使用。

關鍵詞：MIL-STD-901D；ABAQUS；抗震墊

## 目錄

封面內頁 簽名頁 授權書 中文摘要 英文摘要 誌謝 目錄 圖目錄 表目錄 符號說明 第一章 緒論 1.1研究背景 1.2文獻回顧 1.2.1 備抗震相關文獻 1.2.2艦用抗震墊 1.3本文目的 第二章 標準水中爆震平台 2.1艦用裝備基座安裝位置 2.2裝備等級 2.3裝備類別 2.4裝備測試程序 2.5龐大裝備抗震數值模擬 第三章 爆震設計強度 3.1爆震設計值 3.2龍骨爆震因子 3.3船殼爆震因子 3.4 龍骨爆震因子和船殼爆震因子之比較 3.5標準水中爆震平台不同爆炸點距離之KSF和HSF之比較 第四章 艦用抗震墊 4.1艦艇減震之方法 4.2抗震墊介紹 4.2.1金屬彈簧抗震墊 4.2.2金屬鋼絲抗震墊 4.2.3橡膠抗震墊 4.3艦用抗震墊 第五章 理論基礎-ABAQUS/USA 5.1 ABAQUS/USA之基本理論 5.1.1流體方程式 5.1.2流固藕合方程式 5.1.3 ABAQUS/USA 之應用技巧 5.1.3.1前處理(Pre-processor) 5.1.3.2 ABAQUS/USA主程式處理器(Solver) 5.1.3.3有限元素種類 5.1.3.4邊界條件與網格分割 5.1.3.5 ABAQUS/USA收斂準則 5.1.3.6後處理(Post-processor) 5.2水下爆炸效應之半理論半經驗公式 第六章 實例驗證 6.1問題描述 6.2有限單元模型 6.3結果比較與分析 6.3.1重級裝備：35800lb在不同炸藥深度下之垂向速度比較 6.3.2不同重級裝備、不同炸藥深度下之橫向速度的比較 6.3.3不同重級裝備、不同炸藥深度下之艏艉向速度的比較 第七章 實例分析 7.1 標準水中爆震平台上不同測試重量裝備安裝抗震墊後承受不同炸藥深度水下爆震波 7.1.1問題描述 7.1.2有限單元模型 7.1.3計算結果與分析 7.2 綜合討論 第八章 結論與未來展望 參考文獻

## 參考文獻

- [1] KMIL-S-901D (NAVY) 17 March 1989, Shock Tests High Impact Shipboard Machinery, Equipment, and Systems, Requirement.
- [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] 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。
- [7] Harry Cyril M, Crede Charles E. Shock and vibration handbook second edition. McGraw-Hill Book Company, 1976.
- [8] 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。
- [9] Scavuzzo R J, Pusey Henry C. Naval shock analysis and design. SAVIAC/Booz. Allen and Hamilton, Inc., 2000.
- [10] Matt Christiansen Under Water Explosive Shock Testing (UNDEX) of a Subsea Matable Electrical Connector, the CM2000. SEACON

Brantner & Associates Inc.,2001.

[11] Juanito Del Rosario, Steven Murphy Environmental Engineering Grade A Shock Tests. SSC San Diego.,2004.

[12] Jeong-II Kwon, Sang-Gab lee, Jung-HoonChung Numerical Simulation of MIL-S-901D Heavy Weight Shock Test of a Double Resiliently Mounted Main Engine Module. Division of Ocean System Engineering.,2005.

[13] Jeong-II Kwon, Sang-Gab lee, Jung-HoonChung Shock Response Analysis of MIL-S-901D Floating Shock Platform. Division of Ocean System Engineering.,2005.

[14] Georges L. Chanine Non-Explosive Environmentally Friendly Multi-Bubble Ship Shock Testing System. Dynaflo, Inc.,2006.

[15] Wayne Tustin High Deflection Elastomeric Mounts for tests on 8 Hz Floating Shock Platform (part1). Equipment Reliability Institute. All rights reserved.,2006.

[16] Attorney, Agent, Peter A. Lipovsky, Michael A. Kagan, Allen Y. Lee Floating platform shock simulation system. U.S. Patent.,2006.

[17] Wayne Tustin Cable Isolators for Tests on the Floating Shock Platform (part2). Equipment Reliability Institute. All rights reserved.,2007.

[18] 胡秀英 艦船電子設備高強度衝擊試驗和抗衝擊設計探討. 中國電子科技集團公司第二十九研究所, 成都6103(2007).

[19] Wayne Tustin The Same Isolator – Is it Capable of Providing Both Shock and Vibration Protection?. Equipment Reliability Institute. All rights reserved.,2008.

[20] Charles E. C., Vibration and shock isolation 4th, Associate Professor California institute Technology, John Wiley & Sons, Inc, New York, pp314~320(1959).

[21] Keil A. H., “ The response of ships to underwater explosion ” , The annual meeting if the society of Naval architects and Marine engineering, New York(1961).

[22] Dave S. Steinberg, Vibration Analysis for Electronic Equipment, A wiley-interscience publication, John Wiley & Sons, New York, pp15~18(1973).

[23] Harris, C. H., John J. H., Charles J. L., “ Application of Isolators ” , Shock and Vibration Handbook, 4th edition, McGraw-Hill, p34-6 (1988).

[24] 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)。

[25] 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)

。

[26] 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)。

[27] General Specifications for Ships of the United States NAVY, section 072, Naval Sea System Command, Washington, DC 20362-5101, 1991.

[28] Cho-Chung Liang, Yuh-Shiou Tai Shock responses of a surface ship subjected to noncontact underwater explosions. Ocean Engineering 33, 748 – 772 (2006).

[29] 梁卓中、賴文豪, “ 考慮流固藕合效應之潛艦壓力殼強度評估之研究 ” , 中正理工學院國防科學研究所博士學位論文(1998)。

[30] 愛發股份有限公司編著 “ ABAQUS 實務入門引導 ” p10-29~10-48.

[31] ABAQUS User ' s Manual.

[32] Geer, T.L. “ Doubly Asymptotic Approximations for Transient Motion of Submerged Structures ” J. Acoust. Soc. Am.,64(5),1500-1508(1978).

[33] Cole, R.H., Underwater Explosions, Princeton University Press, Princeton (1948).