

橡膠包覆對水下結構抗震效果之研究

鄭洵、梁卓中

E-mail: 9607852@mail.dyu.edu.tw

摘要

過去改善水下結構抗震能力一般均採用改變水下結構構型之方式，但近年來有學者探討水下阻尼橡膠結構包覆方式增加抗震能力之探討，但此方面之研究仍未成熟，故探討包覆對水下結構抗震能力改善有其必要性。本論文應用有限元素軟體ABAQUS進行水下爆震反應之分析，並考慮流固耦合效應，探討不同阻尼橡膠厚度包覆三種水下金屬結構-圓筒殼、圓球殼、平板之抗震效果，其包覆方式分別為外側包覆、內側包覆與內外兩側皆包覆。其間並探討內側包覆不同阻尼橡膠材料與不同阻尼橡膠硬度(Hardness)之抗震效果。由本論文研究結果得知，不同厚度之阻尼橡膠(金屬結構物厚度之50%、100%、200%)進行抗震效果分析，發現隨著阻尼橡膠厚度增加其抗震效果越佳，所以阻尼橡膠厚度變化對抗震能力之影響有著顯著的效果；包覆方式(內側包覆、外側包覆、內外兩側皆包覆)中以內側包覆為較佳之包覆方式。此外同一材料不同硬度(Hardness)之阻尼橡膠對其抗震效果影響不大。本論文之研究成果希望能提供未來水下載具結構抗震設計之參考使用。

關鍵詞：水下載具，ABAQUS，包覆，橡膠

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	iv	英文摘要	v
致謝	vii	目錄	viii	圖目錄	xi
表目錄	xvi	符號說明	xviii	第一章 前言	1
1.1 緣起	1	1.2 文獻回顧	1	1.3 本文目的	5
第二章 阻尼材料包覆種類與特性	11	2.1 包覆材料種類	11	2.2 包覆材料之特性與相關參數之探討	13
2.2.1 橡膠材料特性	14	2.2.2 包覆材料參數之探討	15	2.2.2.1 橡膠材料模型	16
2.2.2.2 Mooney-Rivlin 材料模型參數	19	第三章 理論基礎	24	3.1 ABAQUS/USA之基本理論	25
3.1.1 流體方程式	26	3.1.2 流固耦合方程式	28	3.1.3 ABAQUS/USA 之應用技巧	29
3.1.3.1 前處理(Pre-processor)	29	3.1.3.2 ABAQUS/USA主程式處理器	29	3.1.3.3 有限元素種類	30
3.1.3.4 邊界條件	31	3.1.3.5 ABAQUS/USA收斂準則	32	3.1.3.6 後處理	34
3.2 爆震波之經驗公式	34	第四章 實例驗證與分析	44	4.1 圓筒壓力殼承受水下爆震波之實例驗證	44
4.1.1 問題描述	44	4.1.2 有限元素模型	45	4.1.3 結果比較與分析	45
4.2 阻尼橡膠外包覆圓筒壓力殼承受水下爆震波之實例驗證	46	4.2.1 問題描述	47	4.2.2 有限元素模型	47
4.2.3 結果比較與分析	48	第五章 實例分析與探討	58	5.1 圓筒壓力殼構承受水下爆震波之實例分析	58
5.1.1 問題描述	58	5.1.2 有限元素模型	59	5.1.3 結果比較與分析	60
5.2 圓球壓力殼結構承受水下爆震波之實例分析	61	5.2.1 問題描述	62	5.2.2 有限元素模型	62
5.2.3 結果比較與分析	63	5.3 平板結構承受水下爆震波之實例分析	64	5.3.1 問題描述	65
5.3.2 有限元素模型	65	5.3.3 結果比較與分析	66	5.4 綜合討論	67
第六章 結論與未來展望	103	參考文獻	106		

參考文獻

- [1] 李雅榮、俞君俠，“夾心板結構挫曲強度之探討”，中國機械工程學刊，第七卷第一期，pp.41-51(1986)。
- [2] Ross, C.T.F., “A Novel Submarine Pressure Hull Design,” J.Ship.Res., Vol.31, pp.186-188(1987).
- [3] Jame, J.G. and L.L. Lisa, “Submersible Pressure Hull Design Parametrics,” SNAME Trans., Vol.99, pp.119-146 (1991).
- [4] Fox, P.K., Kwon, Y.W., and Shin, Y.S., 1992, “Nonlinear Response of Cylindrical Shells to Underwater Explosion: Testings and Numerical Prediction Using USA/DYNA3D,” Report NPS-ME- 92-002, Naval Postgraduate School, Monterey, CA, March.
- [5] Kwon, Y.W. and Fox, P.K., “Underwater Shock Response of A Cylinder Subject to A Side-on Explosion”, Computer & Structure Vol.48, No.4, pp.637-646 (1993).
- [6] 梁卓中、賴文豪，“考慮流固耦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)。
- [7] Cichocki, K. “Effects of underwater blast loading on structures with protective elements.” International Journal of Impact Engineering

22(1999) 609-617.

- [8] 梁卓中、夏曉文、任展勇、陳弘文， “ 深潛多球加勁型壓力殼結構最佳化設計之探討 ” ， 中國造船暨輪機工程學刊， 第二十二卷， pp.159-172(2003)。
- [9] 梁卓中、夏曉文、任展勇、陳弘文， “ 傳統圓筒加進型壓力殼與多球型加勁壓力殼結構強度比較之研究 ” 中國造船暨輪機工程學刊， 第二十三卷第三期， pp.125-141(2004)。
- [10] 李雅榮、許家豪， “ 潛艦結構強度分析 ” 台灣大學造船及海洋工程研究所(2004)。
- [11] C.C.Liang, Hsu, C.Y., Shiah,S.W. and Jen,C.Y., “ A study of stress concentration effect around penetration on curved shell and failure modes for deep-diving submersible vehicle ” , Ocean Engineering 32 pp.1098-1121 (2005).
- [12] 戴毓修、毛世威、徐慶瑜 “ 加勁平板承受水下爆炸之動態反應分析 ” 中國造船暨輪機工程學刊， 第二十五卷第一期， pp.35-46 (2006)。
- [13] Huang, H., “ Transient Interaction of Plane Acoustic Waves with a Spherical Elastic Shell, ” J. Acoust.Soc.Am.,45(3),661-670(1968).
- [14] R. W. McCoy and C. T.Sun “ Fluid-structure interaction analysis of a thick-section composite cylinder subjected to underwater blast loading ” Composite Structures, Vol.37, No.1,pp.45-55(1997).
- [15] 戴毓修， “ 載具結構及裝備抗震強度之研究 ” ， 中正理工學院國防科學研究所博士學位論文(2000)。
- [16] Kwon ,Y.W., Bergersen,J.K. and Shin,Y.S. “ Effect of Surface Coatings on Cylinders Exposed to Underwater Shock ” Shock and Vibration, Vol.1, No.3,pp.253-265(1994).
- [17] F.G. Mitri “ Frequency dependence of the acoustic radiation force acting on absorbing cylindrical shells ” Ultrasonics(2004) p271-277.
- [18] 郝承智、王敏慶等人 “ 阻尼處理對水下彈性殼體振動聲輻射影響分析 ” 西北工業大學航海學院研究所。
- [19] F.G. Mitri “ Acoustic radiation force acting on absorbing spherical shells ” WAVE MOTION43(2005)12-19.
- [20] F.G. Mitri. “ Acoustic radiation force due to incident plane-progressive wave on coated cylindrical shells immersed in ideal compressible fluids ” Wave Motion 43(2006) p445-457.
- [21] F. G. Mitri “ Calculation of the acoustic radiation force on coated spherical shells in progressive and standing plane waves ” Ultrasonics 44(2006)244-258.
- [22] 方維鳳等人 “ 注液圓柱殼吸收爆炸及衝擊能量分析 ” 徐州空軍學院機場工程系。
- [23] 梁威等人 “ 減震用橡膠材料及其應用 ” CHINA SYNTHETIC RUBBER INDUSTRY (2006)p313-316.
- [24] 愛發股份有限公司編著 “ ABAQUS 實務入門引導 ” p10-29~10-48.
- [25] 王傳等人 “ 橡膠Mooney-Rivlin模型中材料常數的確定 ” 青島科技大學高分子科學與工程學院研究所。
- [26] ABAQUS User ' s Manual.
- [27] Cole, R.H., Underwater Explosions, Princeton University Press, Princeton (1948).
- [28] Harris, C. H., John J. H., Charles J. L., “ Application of Isolators ” , Shock and Vibration Handbook, 4th edition, McGraw-Hill, p35-18 (1988).
- [29] Geer, T.L. “ Doubly Asymptotic Approximations for Transient Motion of Submerged Structures ” J. Acoust. Soc. Am.,64(5),1500-1508(1978).