

# 外部包覆水下管路之抗震分析

張智榮、梁卓中

E-mail: 9806452@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

水下隧道、輸油管、工業原料輸送管...等近岸結構，可能受到地震或石油、礦產開採之爆破工程中所產生震波所損壞，因此如何對抗爆炸而產生的震波為管路整體結構安全重要的一環，如何增加水下管路結構抗震能力則為極其重要之工作，目前增加水下管路抗震的方式有從管路材料、結構構型、外加防護殼以及外包覆材料等方式著手。本論文採用外包覆方式增強水下管路之抗震能力為研究對象。首先，本論文應用非線性有限單元ABAQUS/USA軟體進行Kwon等人[13]研究之遠場側炸圓筒殼的動態反應作為驗證實例，其次，探討未包覆與包覆之水下管路結構承受爆震波之動態反應差異，研究內容包括沒有任何防護結構的水下鋼管、外層包覆混凝土防護層之水下鋼管、埋入海床沙中之外包覆混凝土防護層的鋼管、在內部充滿水的情況下外包覆混凝土防護層再埋入海床沙中之鋼管；並與Gong等人[16]等人之數值結果比較討論。本論文之研究成果應可提供水下管路設計參考應用。

關鍵詞：管路、水下爆炸、抗震、防護結構

## 目錄

第一章 緒論 第二章 ABAQUS/USA基本理論 2.1 ABAQUS軟體功能[20][21] 2.2 ABAQUS/USA之基本理論[20][21] 2.2.1 流體方程式(Fluid-surface equations) 2.2.2 流固藕合方程式(Coupled fluid-structure interaction equation) 2.3 ABAQUS/USA 於水下爆震之分析技巧 2.3.1 前處理 2.3.2 ABAQUS/USA主程式處理器 2.3.3 有限元素種類 2.3.4 邊界條件 2.3.5 ABAQUS/USA收斂準則 2.3.6 後處理 2.4 爆震波之經驗公式 第三章 數值驗證 – 水下圓筒殼之抗震研究 3.1 問題描述 3.2 有限元素模型 3.3 數值分析 第四章 實例分析 – 水下管路之抗震分析 4.1 問題描述 4.2 有限元素模型 4.3 結果與討論 4.3.1 水下管路置於海床之上 4.3.2 水下管路埋於海床之中 第五章 結論與未來展望 參考文獻

## 參考文獻

- [1] Huang, H., " Transient Interaction of Plane Acoustic Waves with a Spherical Elastic Shell, " J. coast.Soc.Am., 45(3), 661-670(1968).
- [2] Winker, K., and Nordseewerke, T., " Trends in the design of conventional submarines, " RINA Symposium on Navel Submarines, Paper No.7(1983).
- [3] 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.
- [4] 許國強, " 壓力殼承受震波動態之研究 ", CCIT-INA-S-MS-Tech.Rept.-83-02中正理工學院兵器工程研究所碩士學位論文(1994)。
- [5] 梁卓中、王琴生、鄧作樑、賴文豪、林志成, " 考慮結構-流體藕合效應之潛艦壓力殼評估(I) ", 國推會研究計畫成果報告NSC-85-2623-D0014-016(1996)。
- [6] R. W. McCoy and C. T.Sun " Fluid-structrue interaction analysis of a thick-section composite cylinder subjected to underwater blast loading " Composite Structures, Vol.37, No.1,pp.45-55(1997).
- [7] 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)。
- [8] 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)。
- [9] Ross, C.T.F., " A Novel Submarine Pressure Hull Design, " J.Ship.Res.,Vol.31,pp.186-188(1987).
- [10] Jame, J.G. and L.L. Lisa, " Submersible Pressure Hull Design Parametrics, " SNAME Trans., Vol.99,pp.119-146 (1991).
- [11] 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).
- [12] 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)。
- [13] Cichocki,K. " Effects of underwater blast loading on structures with protective elements. " International Journal of Impact Engineering 22(1999) 609-617.
- [14] Gong, S., W., Lam, K., Y., Lu, C. " Structural analysis of a submarine pipeline subjected to underwater shock ", Int J of Pressure Vessels and Piping, 77, pp.417-423(2000).
- [15] 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)。

- [16] 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)。
- [17] 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)。
- [18] 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).
- [19] 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)。
- [20] 愛發股份有限公司編著 “ABAQUS 實務入門引導” p10-29~10-48.
- [21] ABAQUS User 's Manual.
- [22] Geer, T.L. “Doubly Asymptotic Approximations for Transient Motion of Submerged Structures” J. Acoust. Soc. Am.,64(5),1500-1508(1978).
- [23] Cole, R.H., Underwater Explosions, Princeton University Press, Princeton (1948).