

# 爆震引致之空蝕效應研究

林世麒、梁卓中

E-mail: 9806450@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

接近自由液面的水下爆炸通常組成一個爆炸「氣體 - 水 - 空氣」的系統，此系統乃是由爆震波與自由液面的交互作用所產生之巨大空蝕區(Bulk cavitation)與局部空蝕區(Local cavitation)所組成。巨大空蝕區乃發生於接近自由液面且涵括極大的區域，而局部空蝕區則發生在結構與流體交界處。巨大空蝕區及局部空蝕區的效應對自由液面附近的水面艦結構有極重要的影響，要較精準的分析水下爆炸後船艦整體效應，必須將空蝕(Cavitation)之影響納入考量。

本論文以空蝕效應為研究對象。首先探討不同炸藥、不同爆炸位置、不同炸藥重量產生之巨大空蝕區的上邊界、下邊界及巨大空蝕區之體積、最大寬度和最大高度。其次探討水面船艦在不同吃水深度時，於不同船底位置之由局部空蝕區所產生的垂直反衝速度(Vertical kick-off velocity)。本論文研究結果期望可供未來水下爆炸考慮空蝕效應時，船舶結構動態反應研究之參考應用。

關鍵詞：水下爆炸、爆震波、空蝕、自由液面

## 目錄

### 第一章 緒論

### 第二章 水下爆炸物理現象

#### 2.1 水下爆炸現象

#### 2.2 震波

#### 2.3 氣泡

#### 2.4 爆震能量

#### 2.5 爆震波半理論半經驗公式

### 第三章 巨大空蝕之研究

#### 3.1 巨大空蝕區邊界

#### 3.2 驗證分析

#### 3.3 不同HBX-1炸藥量產生之巨大空蝕區

#### 3.4 HBX-1炸藥在不同水深下所產生之巨大空蝕區

#### 3.5 HBX-1炸藥產生之巨大空蝕之時間歷程變化

#### 3.6 不同炸藥所產生之巨大空蝕區比較

### 第四章 局部空蝕之研究

#### 4.1 局部空蝕分析

##### 4.1.1 Taylor平板理論

##### 4.1.2 切斷效應之時間(Cut-off)

##### 4.1.3 Kick-off速度

#### 4.2 實例分析

##### 4.2.1 實例分析I - 盒型船舶於水下爆震環境之局部空蝕效應分析

##### 4.2.2 實例分析II - 水深20 lb下目標物之水下爆震局部空蝕分析

### 第五章 結論

### 參考文獻

### 參考文獻

[1] Driels, M.R., " The Effect of a Non-zero Cavitation Tension on the Damage Sustained by a Target Plate Subject to an Underwater Explosion ", Journal of Sound and Vibration, 1980, Vol.73, No.4, pp.533-545.

[2] Felippa, C.A., Deruntz, J.A., " Finite Element Analysis of Shock-Induced Hull Cavitation ", Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 1984, Vol.44, pp.297-337.

[3] Reid, Warren D., " The Response of Surface Ship to Underwater Explosion ", Aeronautical and Maritime Research Laboratory, 1996,

DSTO-GD-0109.

- [4] M?KINEN, K., " Cavitation Models for Structures Excited by a Plane Shock Wave " , Journal of Fluids and Structures, 1998, 12, pp.85-101.
- [5] Wood, Steven L., " Cavitation Effects on a Ship-Like Box Structure Subjected to an Underwater Explosion " , Master Thesis, Naval Postgraduate School, 1998, Monterey, California.
- [6] Schneider, Nathan A., " Prediction of Surface Ship Response to Severe Underwater Shock Explosions Using a Virtual Underwater Shock Environment " , Master Thesis, Naval Postgraduate School, 2003, Monterey, California.
- [7] Didoszak, Jarema M., " Parametric Studies of DDG-81 Ship Shock Trial Simulations " , Master Thesis, Naval Postgraduate School, 2004, Monterey, California.
- [8] Sprague, Michael A., Geers, Thomas L., " A spectral-element / finite-element analysis of a ship-like structure subjected to an underwater explosion " , Computer Methods in Applied Mechanics Engineering, 2006, 195, 2149-2167.
- [9] Gong, S. W., Lam, K.Y., " On attenuation of floating structure response to underwater shock " , International Journal of Impact Engineering, 2006, 32, 1857-1877.
- [10] Xie, W. F., Liu, T. G., Khoo, B. C., " The simulation of cavitating flows induced by underwater shock and free surface interaction " , Applied Numerical Mathematics, 2007, 57, 734-745.
- [11] Cole, Robert H., " Underwater Explosions " , Princeton University Press, 1948.