

雙麥克風阻抗管法測量材料水中吸音持性之研究

謝傳璋¹、陳理邦²

¹台大工程科學及海洋工程系 教授

²台大工程科學及海洋工程系 碩士班研究生

台大工程科學及海洋工程系

台北市舟山路 73 號

電話：02-33665747 Fax：02-2392-9885

E-mail：cctse@ntu.edu.tw

摘要

本文的內容是以空氣中阻抗管法量測吸音材之反射係數為基礎，試製阻抗管測量水下吸音材的反射係數。理論部份是以雙麥克風法配合相位平移的概念，推導反射係數之計算公式。實驗之聲源訊號為 1kHz 至 8kHz 之漫散波，量測材料分為鋼材和吸音材兩部分。實驗過程中，曾對原先設計之阻抗管作兩次修改，其一是增加阻抗管之長度，其二是在原阻抗管內加插一段 PVC 管，以改進阻抗管鋼材與水之阻抗匹配。實驗結果顯示，加襯 PVC 管後，測量數據有更佳的一致性。

Abstract

The subject of this paper is to study the reflection coefficient measurement of material in water. Using the criteria of ASTM, which is a standard procedure for the material impedance measurement in air, an impedance tube that filled of water was designed. Using the two hydrophones method and phase shift concept, the reflection coefficient has be derived theoretically. The reflection coefficient of steel and some absorption materials were measured in this designed impedance tube. Random noise of frequency between 1kHz to 8kHz was used as the sound source. During the experimenter, the design of the tube has been modified twice, firstly, its length has been increased, and secondly, a PVC tube of smaller diameter was inserted into the steel tube to reduce the wall effect so the plane wave assumption in the water can be matched. Final results show that more consistence data can be obtained offer the modification.

關鍵字：吸音材，反射係數，阻抗管法

壹、前言

用阻抗管測定吸音材對平面波正向入射時的反射係數，一般有所謂『阻抗管』法 (Standing-wave-ratio method, SWR) 及『轉換函數法』 (Transfer function method) 兩大類。前者是在阻抗管內產生一單頻駐波，以管內一枚可移動的麥克風，找出管內聲壓極大值與極小值所發生的位置，而算出管端吸音材的反射係數。『轉換函數法』則是在需要是在阻抗管中產生一漫散波，在阻抗管管壁上架設兩支不同位置之麥克風，可測得聲壓瞬時值，作傅利葉轉換，而算得管端吸音材的反射係數頻譜。對水下材料的吸音係數測定而言，『轉換函數法』的實驗架構簡單，方法也較快捷。

本研究的目的，是自行設計一阻抗管，管的一端設置水中發聲器，另一端則覆蓋吸音材，管壁設置兩支水中麥克風，利用此二麥克風所測得的聲壓，計算管端吸音材的正向聲波反射係數。

Chung 和 Blaser [1] [2] 曾以轉換函數法配合統計的概念，推導出導管中測量聲音特性的理論並以實驗〔在空氣中〕作驗證。但有關水下阻抗管的設計，則缺乏參考文獻。故本文根據 ASTM[3]、ISO[4] 在空氣中阻抗管實驗之規範，作為水中阻抗管設計之依據。

此外，Seybert 和 Benjamin Soenarko[5] 以及 Han Boden 和 Mats Abom[6] 曾指出不同誤差的形式對計算的影響。最後也由 Seybert 和 Ross [7] 實驗中得知，在空氣中以阻抗管法量測吸音材的反射係數，穿透率等所應注意的事項。

貳、阻抗管法量測材料反射係數之推導

本節將以相位平移的觀念，推導阻抗管量測材料反射係數的計算公式。

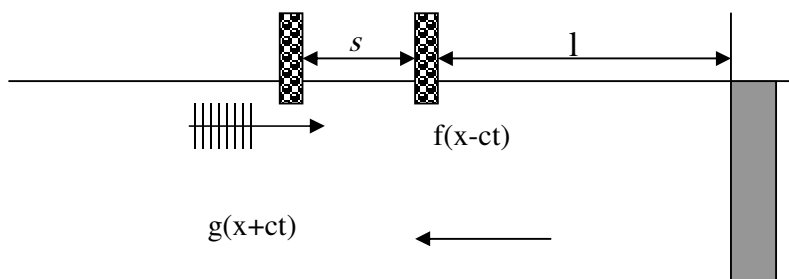


圖 2-1 阻抗管波傳示意圖

圖 2-1 為聲波在阻抗管內之示意圖，阻抗管右端為吸音材料，在 x_1 和 x_2 的位置分別擺設兩枚麥克風，今設有入射平面波與反射平面波分別為 $f(x-ct)$ 和 $g(x+ct)$ ，則合成波可表示為：

$$p(x,t) = f(x-ct) + g(x+ct) \quad (2.1)$$

在 x_1 和 x_2 ，即麥克風 1 和麥克風 2 所量測得的壓力分別為：

$$p_1(x_1;t) = f(x_1-ct) + g(x_1+ct) \quad (2.2)$$

ERROR: rangecheck
OFFENDING COMMAND: .buildcmap

STACK:

-dictionary-
/WinCharSetFFFF-VTT491A9C96t
/CMap
-dictionary-
/WinCharSetFFFF-VTT491A9C96t