

# 미고결 해저퇴적물의 음파전달속도 자동측정시스템 개발

하인철\*, 서영교\*\*, 윤영석\*, 하덕호\*, 김대철\*\*

\* 부경대학교 정보통신공학과

\*\* 부경대학교 탐사공학과

우 608-737 부산시 남구 대연3동 599-1

## A Development of Automatic Measuring System for Acoustic Wave Velocity for the Unconsolidate Marine Sediment

In-Chul Ha\*, Young-Kyo Seo\*\*, Young-Seok Yoon\*, Deock-Ho Ha\*, Dae-Chul Kim\*\*

\* Dept. of Telematics Engr., Pukyong National University

\*\* Dept. of Exploration Engr., Pukyong National University

599-1 Daeyeon-3Dong, Nam-Gu, Pusan 608-737, Korea

E-Mail : hadh@dolphin.pknu.ac.kr

※ 본 논문은 국방과학연구소에서 시행한 수중음향 특화연구센터 연구비로 연구되었음.

### Abstract

해양퇴적물의 음파전달속도는 퇴적물의 주요한 물성중의 하나로 Mercury Delay 방법을 사용하여 측정해 왔다. 하지만 이 방법은 사람의 육안으로 측정하기 때문에 측정자에 따라 측정값이 달라질 수 있는 단점이 있다.

본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 컴퓨터를 이용하여 측정자에 상관없이 거의 동일한 측정 결과를 얻어 낼 수 있는 퇴적물 음파전달속도 자동측정시스템과 소프트웨어를 개발하였다. 또한 그 측정결과를 Data Base화하고 실제 Mercury Delay 방법을 이용한 방법과 비교 분석하여 그 타당성을 확인하였다.

### I. 서론

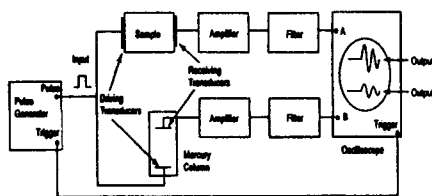
퇴적물 음파전달속도 측정은 전통적으로 Hamilton Frame을 이용한 Mercury Delay 방법을 응용하여 이용하여 왔다<sup>[1]</sup>. 하지만 이 방법은 시료 및 표준 물질을 통과한 신호를 오실로스코프 상에서 육안으로 측정해야 하는 단점이 있다. 때문에 측정자에 따라 약간의 속도 값의 차이가 있을 수 있으며 한 사람이 측정하는 경우에도 반복된 연습에 의한 숙련이 필요하다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 오실로스코프와 PC를 연결하여 다음 컴퓨터 상에서 퇴적물의 음파 전달 속도를 자동으로 측정하는 새로운 기법이 개발되어야 할 필요성이 있다.

## II. 음파전달속도의 측정 방법

### 2.1 Hamilton Frame을 사용한 Mercury Delay 방법

Hamilton Frame을 응용한 Mercury Delay 방법은 펄스를 압전변환기(Piezoelectric transducer)로 변환시켜 통과된 신호를 증폭하여 표준 물질과 비교하는 원리로 되어 있다.<sup>[2]</sup> 이 방법은 Birch(1960)가 처음 고안한 방법<sup>[3]</sup>으로 미고결 해저퇴적물에 적용시키기 위하여 기술적으로 변형하여 사용되었다. 본 연구에서 사용한 방법은 [그림 1]에서 나타난 바와 같이 펄스 발생기에서 발생시킨 동일한 펄스 신호를 시료와 수은 기둥에 통과시켜 이중 제일 먼저 도착한 신호(최초신호 : First arrival)를 오실로스코프 상에서 서로 교차시키고 이때 수은 기둥의 길이를 측정하여 계산하는 방법이다. 수은기둥에는 1 MHz의 Barium Titanate Transducer가 사용되었고 시료에도 역시 같은 주파수의 PZT Transducer가 사용되었다.

일반적으로 시료를 통과하는 초음파의 파장과 통과거리의 비( $\lambda/L$ )가 1보다 작아야 하므로 1 MHz의 주파수를 사용하는데, 이 경우에도 펄스의 파장이 퇴적물을 구성하는 최대 크기의 입자보다도 훨씬 크기 때문에 정확도는 유지 될 수 있다.<sup>[4]</sup> 증폭된 신호의 기계적인 진동에 의한 잡음을 제거하기 위하여 High Pass Filter를 사용하였다.



[그림 1] Mercury Delay 방법을 이용한 system Block Diagram

Mercury Delay 방법을 이용해서 속도를 구하기 위한 계산식은 아래와 같다.

$$V_p = L_s \times \frac{V_m}{L_m}$$

여기서  $V_p$  = 시료의 음파 전달 속도

$L_s$  = 시료의 길이

$V_m$  = 수은의 음파 전달속도

( 25 °C에서 1450 m/s )

$L_m$  = 수은의 길이

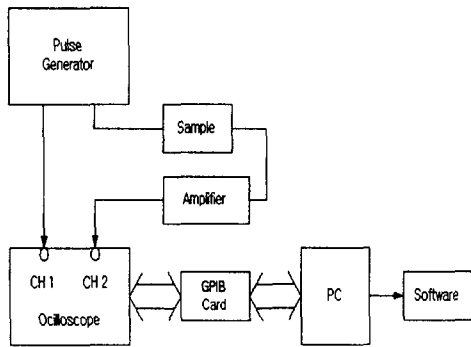
Mercury Delay 방법의 측정오차는 2 % 이내로 상당히 정확하지만 자주 수은 기둥을 보정(calibration)해 주어야 하고 최초 도착 신호를 일치시키는데 많은 숙달이 필요하며 측정자에 따라 그 측정값이 다를 수 있다는 단점이 있다.

### 2.2 음파전달 속도 자동측정 시스템

#### 2.2.1 측정 시스템 개요

앞에서 본 바와 같이 Mercury Delay 방법은 숙달된 측정자에 의해 측정될 경우 상당히 정확한 측정값을 얻어 낼 수 있지만 많은 문제점들이 있다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 오실로스코프와 PC를 연결하여 퇴적물 음파속도를 컴퓨터를 이용하여 자동으로 측정할 수 있는 시스템의 개발이 필요하다.

본 연구에서는 GPIB 카드를 이용하여 오실로스코프와 PC를 연결하여 오실로스코프 상의 자료를 컴퓨터가 인식할 수 있는 자료로 변환하였다. 그리고 이 자료를 이용하여 퇴적물의 음파전달 속도를 컴퓨터가 자동으로 측정 할 수 있는 소프트웨어를 개발하였다. 이러한 측정 시스템에 대한 구성도는 다음[그림 2]와 같다.



[그림 2] 퇴적물 음파전달 속도 자동측정 시스템

[그림 2]의 시스템 구성도에서 보는 바와 같이 오실로스코프의 CH 1에는 Pulse Generator에서 발생되는 Pulse를 기준신호로 입력하고, CH 2에는 음파전달 속도를 측정하고자 하는 시료를 통과한 Pulse를 증폭기를 통해 증폭한 다음 측정신호로서 입력된다.

오실로스코프에 입력된 신호는 GPIB 카드를 통해 PC에 Digital 신호로 변환되어 저장되며, 이 때 저장된 Data는 시간에 따른 전압의 진폭값으로 저장된다. 음파전달 속도 자동 측정 소프트웨어에서는 이 Data에서 두 신호의 최초신호(First arrival)를 찾아 시료의 음파전달 속도를 자동으로 측정하게 된다.

### 2.2.2 측정 소프트웨어의 개요

GPIB를 통해 PC로 저장된 Data는 CH 1의 Pulse Generator에서 바로 입력된 기준신호와 CH 2의 시료를 통과한 후 증폭된 측정신호로 되어 있다. 자동 측정 소프트웨어는 이 두 Data에서 Pulse Data의 최초 신호 지점과 시료 통과 Pulse Data의 최초 신호 지

점사이의 지연시간을 구한다. 그리고 이 지연 시간이 Pulse가 시료를 통과하는데 걸린 시간이라고 생각하면 시료의 음파 전달 속도는 아래와 같은 식으로 구하여 질 수 있다.

$$V_p = \frac{L_s}{(t - \Delta t)}$$

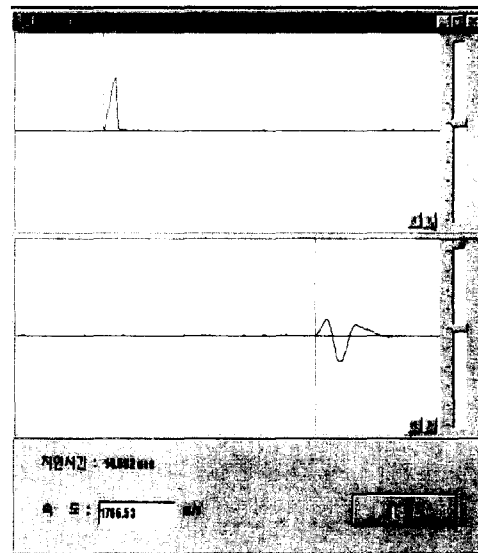
여기서  $V_p$  = 시료의 음파전달 속도

$L_s$  = 시료의 길이

$t$  = 지연시간

$\Delta t$  = 지연시간 보정치

지연시간 보정치( $\Delta t$ )는 Pulse 신호와 시료를 통과한 신호의 최초신호간의 지연시간이 증폭기 통과와 같은 시료 외에 부분에서의 지연시간을 포함하고 있는 것을 보정하기 위한 것이다. 이 지연시간 보정치는 음파 전달속도를 이미 알고 있는 Reference 시료(Ex : Aluminum)를 이용해서 계산한다.

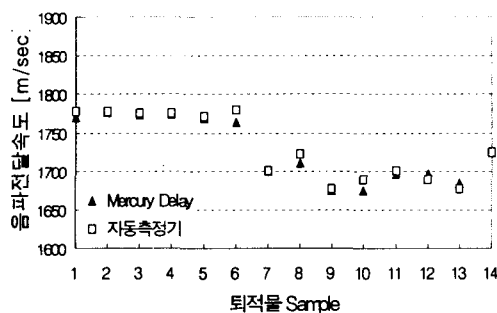


[그림 3] 자동측정 소프트웨어를 이용한 자동 측정 예

[그림 3]은 본 연구에서 개발한 자동측정 소프트웨어를 이용하여 음파전달속도를 측정 한 예로서 음파전달속도 측정 소프트웨어의 실행 환경은 IBM-PC의 Window95 혹은 Window98에서 실행 될 수 있는 GUI (Graphic User Interface) Program으로 제작 되었다. 그리고 측정된 자료는 Data Base화 하여 관리 할 수 있도록 하였다.

### III. 측정결과 및 고찰

음파전달속도 자동 측정소프트웨어의 측정 결과의 타당성을 확인하기 위해서 동일한 퇴적물 Sample들에 대해 숙달된 측정자가 기존의 Mercury Delay 방법을 이용하여 측정 한 결과와 자동측정 소프트웨어가 자동으로 측정 한 결과를 비교하도록 하였다. 자동 측정 소프트웨어에서는 지연시간 보정치를 계산하기 위해서 3.82 cm의 Aluminum(음파 전달속도 : 6260 m/s)을 이용하였다.



[그림 4] Mercury Delay 측정결과와 자동측정 소프트웨어의 측정결과의 비교

[그림 4]의 측정 결과는 해저 퇴적물 Core의 Sample들을 측정하여 비교한 것으로 Mercury Delay 방법을 이용하여 측정 한 결과와 자동측정 소프트웨어에서 자동으로 측정 한 결과가 거의 동일한 결과를 보이고 있음을 알 수 있다.

### IV. 결론

퇴적물의 음파전달속도 측정에 있어서 Mercury Delay 방법을 이용한 측정 방법은 상당히 정확한 측정 결과를 얻어 낼 수 있지만 많은 문제들을 가지고 있었다. 본 연구에서 개발된 자동측정 시스템을 이용함에 따라 측정자와 측정자의 숙련도에 상관없이 Mercury Delay 방법을 이용한 측정결과와 동일한 측정결과를 얻어 낼 수 있다. 또한 Mercury Delay 방법에서 사용되어 오던 수은 기둥 보정이 불필요 하며 측정결과를 PC 상에서 바로 Data base화하여 저장, 처리할 수 있다.

### [참 고 문 헌]

1. Hamiton, E.L., 1970. Sound Velocity and related properties of marine sediments, North Pacific. J.Geophys. Res., 775:4423-4446
2. Boyce, R.E., 1976. Definition and laboratory techniques of compressional sound velocity parameter and wet-water, wet bulk density, and porosity paramater by gravimetric and gamma ray attenuation techniques. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Projects. 33, U.S. Government Printing Office
3. Birch, F., 1960. The velocity of compressional waves in rocks up to 10kilobars. J.Geophys. Res., 65: 1083-1102
4. 김대철, 1989. 미고결 퇴적물의 음파전달 속도측정에 관한 연구, 한국수산학회지, 22: 147-153