



# 音響を用いた海底地盤の 底質判別法の開発

鹿児島大学工学部

教授 工学博士 北村 良介

## 1. はじめに

海洋においても海水の下には陸上と同じように地盤が存在する。海水の透明度が高ければかなりの深さの海底地盤の性状を船上から観察することができるが、日本の海岸線付近の海ではせいぜい10メートル程度の水深の下の地盤しか見ることができない。一方、海洋工学（海底油田、天然ガス採取のための海洋構造物、ウォーターフロント開発のための諸施設等の築造、埋立地造成等）関連の現場では海底地盤がどのような力学的、物理的性質を持った上から構成されているのかということを知らなければ安全で、経済的な海洋土木事業は実行できない。陸上では地盤調査として踏査、物理探査、ボーリング、サウンディング（「探る」という意味、音ではない）、サンプリングなどが行なわれている。これらの地盤調査は海洋でも行なわれているが、陸上に比べると数倍の費用が必要であり、また、その精度は陸上に比べると劣っている。陸上地盤の調査の中で一番最初に行なわれる踏査と同じようにして海底地盤を歩くことは不可能に近い。そこで、陸上の踏査に対応する海洋での地盤調査として海底底質と曳航体との間で生じる摩擦音を計測して、概略の海底地盤表面の土の種類（砂、粘土等）を安価に判定する技術を開発しようとするのが本研究の目的である。

## 2. 研究手法

土の種類は土を構成する粒径分布によって判定される。図-1は本研究に用いた土の粒径分布（粒径加積曲線と称する）を示している。図-

2は本研究の研究手法を示したフローチャートである。室内に模型海底地盤を設け、その上に水中マイクロフォン、あるいは、超音波振動子を搭載した曳航体を牽引し、その時に土と曳航体との間で生じる摩擦音を計測し、摩擦音の音圧と土粒径との関係を実験的（帰納的）に明らか

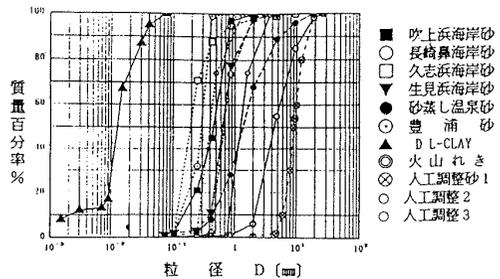


図-1 室内試験で用いた試料の粒径加積曲線

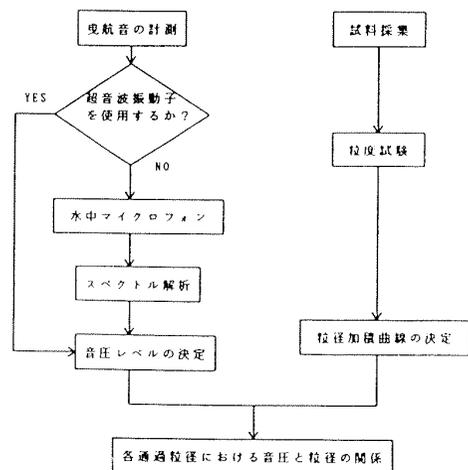


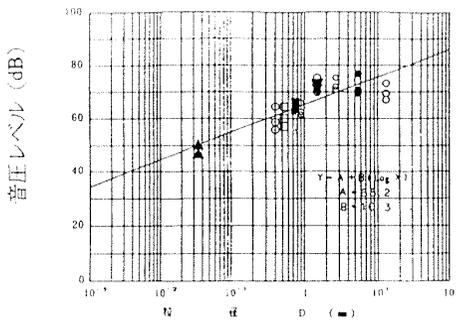
図-2 研究手法を示すフローチャート

にしようとするものである。研究を進めていく過程で水中マイクロフォンによる計測は雑音の影響を受けやすいことがわかり、平成4年度以降は超音波振動子を用いた室内試験に重点をおいた研究を進めている。粒径加積曲線は分布関数であるが、これを密度関数に変換すると対数正規分布で近似されることが知られている。対数正規分布はその平均と分散によって規定されるため、2つの任意の上粒子径と音圧との関係式が得られれば、音圧を測定することによって

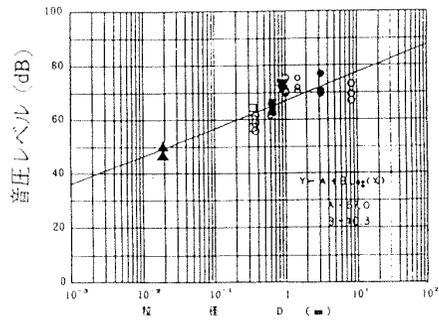
対数正規分布が求められ、粒径加積曲線を導くことができることになる。したがって、本研究の目的は音圧との最適な関係が得られる2つの土粒子径を決め、土粒子径と音圧との関係式を実験的に得ることになる。

### 3. 研究成果

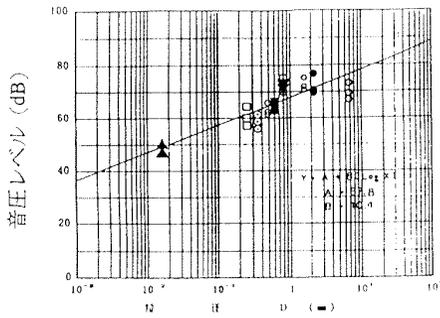
図-3は試験結果の一部を示している。すなわち、90~10%通過粒径、 $D_{90}$ 、 $D_{80}$ 、 $D_{70}$ 、 $D_{60}$ 、 $D_{50}$ 、 $D_{40}$ 、 $D_{30}$ 、 $D_{20}$ 、 $D_{10}$ における粒径と音圧レベルとの関係を示している<sup>1)</sup>。図中の直線は試



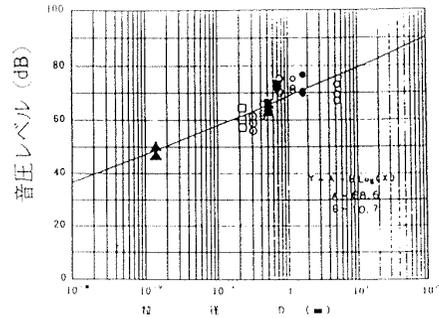
(a)  $D_{90}$



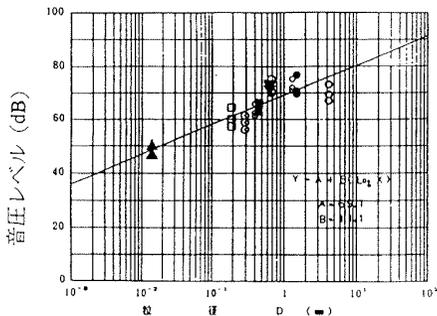
(b)  $D_{80}$



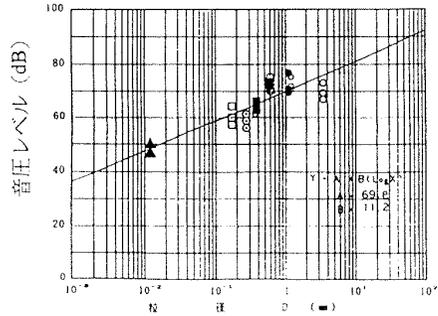
(c)  $D_{70}$



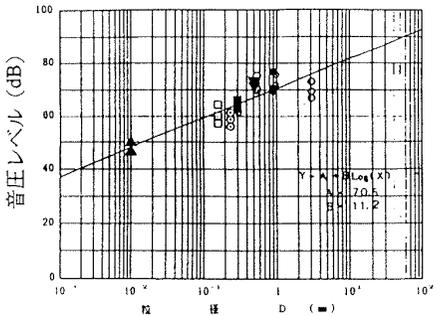
(d)  $D_{60}$



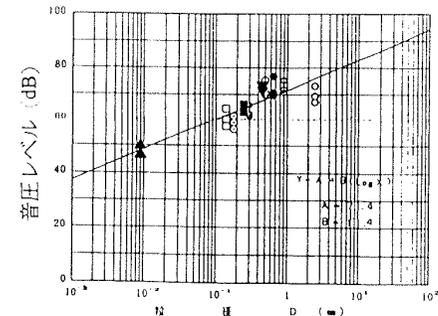
(e)  $D_{50}$



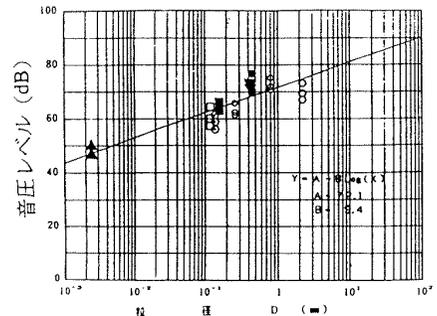
(f)  $D_{10}$



(g)  $D_{30}$



(h)  $D_{20}$



(i)  $D_{10}$

■:吹上 □:久志 ○:長崎鼻 ▼:生見 ●:砂藻 ⊕:火山レキ  
 ⊙:豊満砂 ▲:DLクレー ○:人工調整 2, 3

図一三 各%通過粒径での音圧レベルと粒径の関係

験結果のプロットを最小二乗法によって求めた関係を表している。これらの試験結果より各%通過粒径と音圧の間には次式に示されるような直線関係があることがわかる。

$$y = A + B \log(x) \quad (1)$$

ここに、 $y$  ; 音圧レベル (dB)、

$x$  ; 通過粒径 (mm)

$A$  ;  $x = 1\text{mm}$  での  $y$  の値、

$B$  ; 回帰直線の傾き。

これらの結果より最適な2つの通過粒径としては10~90%通過粒径の中のいずれか2つを用いればよいことがわかる。

(1)式中の係数 $A$ 、 $B$ は粒径分布を反映した係数であり、本研究では各%通過粒径にたいして実験的(帰納的)に求めている。図-3より係数 $B$ の値は各%通過粒径でほとんどかわらず、係数 $A$ の値が通過%が大きくなるにつれて小さくなっていることがわかる。このことはある粒径が40%通過粒径に対応する土(粗い土)は、その粒径が90%通過粒径に対応する土(細かい土)より音圧レベルが高いことを意味している。数多くの実験を行なうことによって、これらの係数の精度は向上することになる。したがって、今後、本研究の成果を実用化するためには、近い将来において実際の海底地盤での曳航体の曳航試験を行なう必要がある。

#### 4. おわりに

このように本研究は陸上での地盤調査における踏査に対応する安価で、しかも、海底地盤表面の上の粒度分布の概略の情報を得る手法とし

て有用であることが明らかにされた。次のステップとして実際の海底地盤での計測が行なわれなければならない。そのためには室内実験用の曳航体を実際の海底地盤調査用に改良(サイズを大きくする、海底面の突起物との衝突による転倒の防止策等)すること、船上での計測システムを確立すること、沿岸域での船を使った実際の計測を実行すること等が考えられる。しかし、このような事項を予算と人材の不足している地方大学の一研究室が実施していくことはかなり困難な状況である。本研究の有用性を理解していただける企業、国立の研究機関等との共同研究を成立させ、本研究を継続し、なんとか実用化にこぎつけられるように研究を発展させたいと考えている。

本研究に対して御助成を頂いたサウンド技術振興財団に深謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 間庭愛信、北村良介、長濱正健：海底底質の摩擦音圧レベルと粒径分布の関係について、第19回海洋開発シンポジウム発表論文集、pp. 195-200、1994.

