

音圧測定による掃流砂観測手法の開発

東京電機大学 正会員 ○山口 高志
CTI サイエンスシステム 正会員 斎藤 秀晴
CTI サイエンスシステム 岩本 理恵

1.概要

掃流砂の流下により衝突音あるいは擦過音が発生する．この音と掃流砂量との関係を明確にする為に，勾配可変の実験水路に単粒径及び混合粒径の河床材料を敷均し，流量を変化させて流砂量を下流端で採取し，あわせて音圧変化を観測した．

2.実験の方法

実験は幅 0.5m，長さ約 30m の鉄製実験水路で行った．側壁の高さは 0.5m であり，その材質はガラス製である．河床材料は， d_{50} が 0.71mm，6.8mm，1.3mm の単粒径のものと，単粒径 0.71mm，1.3mm，2.1mm の 3 種を同量混合したもの，さらに単粒径 6.8mm を加えたものを使用した．音圧センサの取付方法は表 - 1 に示した 3 種の方法で行った．流量を 5～85l/sec の範囲で変化させ，流下によって水路下流端から落下する土砂を採取し，流砂量(q_B)とその粒径(d)を測定した．周波数帯域別音圧は RT520S 型流砂量音圧観測装置を用いて計測した．

表 - 1 音圧センサの取付分類

取付部位	取付方法
床固め工	モルタル埋め込み
	共振箱埋め込み
河 床	H 鋼 (ナイフヘッジ (実験))

は表 - 1 に示した 3 種の方法で行った．流量を 5～85l/sec の範囲で変化させ，流下によって水路下流端から落下する土砂を採取し，流砂量(q_B)とその粒径(d)を測定した．周波数帯域別音圧は RT520S 型流砂量音圧観測装置を用いて計測した．

3.実験結果及び解析

流砂の衝突あるいは摩擦によって発生する音圧と流砂量の関係について，次式で与えられる実験式を導くことができる．

$$P^2 = k \cdot \frac{1}{2} \cdot N \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^3 \cdot V_b^2 \quad (1)$$

$$B \cdot q_B = N \cdot \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot V_b \quad (2)$$

両式より，

$$P^2 = \frac{B^2 q_B^2}{N \cdot \pi \cdot d/2} \quad (3)$$

$$q_B^2 = \frac{N \cdot \pi \cdot d/2}{B^2} \cdot P^2 \quad (4)$$

$$q_B = f(d, P) \quad (5)$$

但し，

P：音圧 q_B ：流砂量 B：川幅
N：粒子個数 d：粒径 V_b ：流速

図 - 1 に示すように，取付方法によって周波数特性に違いがある．モルタル埋込では 100Hz 付近にピークがあるのに対し，共振箱埋込と H 鋼取付では 1kHz 付近で音圧が大きくなっている．H 鋼取付の方が，他の 2 種よりも大きな音圧値を示す等の特性がある．

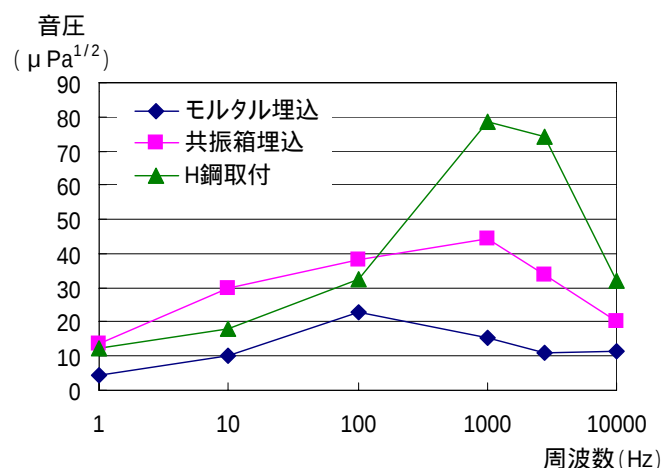


図 - 1 取付方法の違いによる周波数特性の違い
(I=1/150, d=0.68cm, 流量 70 l)

キーワード 掃流砂観測，音圧，土砂移動

連絡先 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 東京電機大学理工学部建設環境工学科 TEL 0492-96-2911

図 - 2 は、実河川での音圧計測事例である。水位上昇時に音圧値が高くなっており、1kHz の変化量が一番大きい等、周波数により変化特性が異なる。

図 - 3, 4 は、 P^2 と $q_B(d)^2$ の関係を示したものである。 P^2 と $q_B(d)^2$ は比例の関係であるとの結果が得られた。 P^2 は実測した 100Hz 帯域音圧と 1kHz 帯域音圧を乗じた値である。 q_B は採取した砂の体積重量から算定した実体積であり、 d は採取した砂の粒度分析より求めた 50% 粒径である。

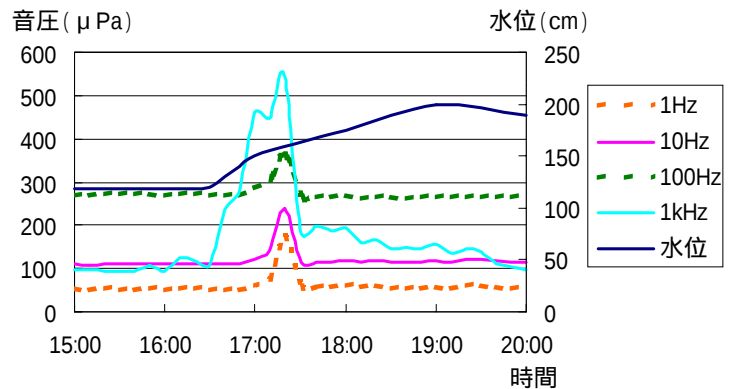


図 - 2 実河川における音圧計測事例
(モルタル埋込)

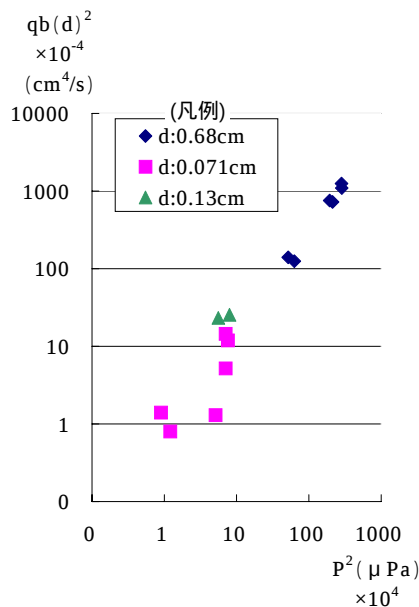


図 - 3 $q_B(d)^2$ と流砂量音圧の関係(水路実験)
—共振箱埋込—

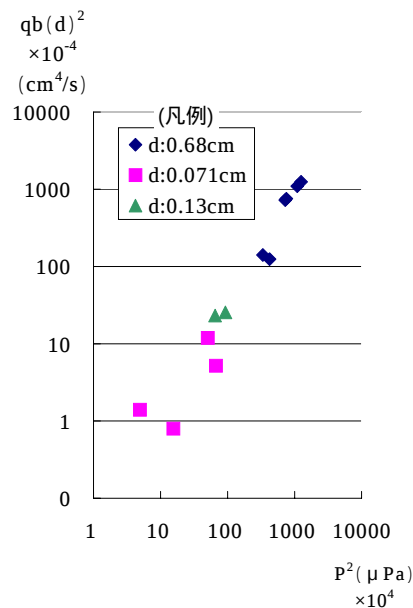


図 - 4 $q_B(d)^2$ と流砂量音圧の関係(水路実験)
—H 鋼 (ナイフヘッジ) 取付—

図 - 5 は、音圧比により求めた卓越周波数と採取した d_{50} の関係を示したものである。粒径が大きい方が卓越周波数の値が高くなる傾向がある。

4. 結論

実験水路で砂礫を流下させて水中音圧を観測した。

音圧センサの取付方法により、観測される音の周波数特性が異なる。いずれの取付方法においても、流砂量(q_B)と粒径(d)の 2 乗を乗じた値と、音圧(P)の 2 乗(音圧エネルギー)は比例して変化するととの関係が明らかになった。粒径の変化は音色(周波数特性)を変化させ、粒径が大きくなる程、卓越周波数が増加する傾向がみられた。

周波数帯域別音圧の計測により、掃流砂量の観測が可能であると考えられる。

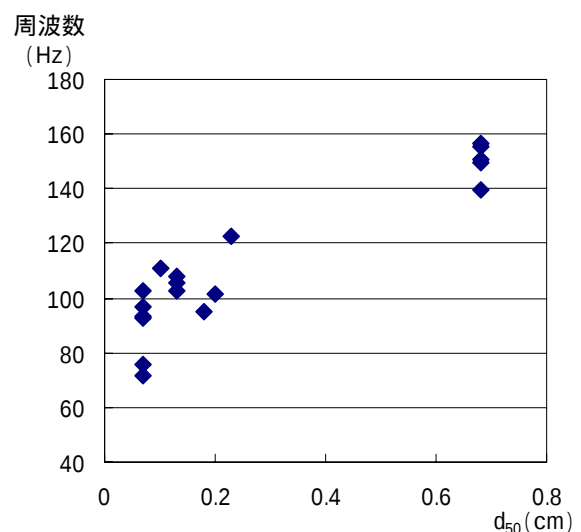


図 - 5 粒径による卓越周波数の変化
(モルタル埋込)