

津波による陸上への土砂堆積の実験

東北大学工学部 学生員 ○高瀬智壮
東北大学工学部 正 員 高橋智幸
東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1 はじめに

津波の遡上に伴い陸上へ土砂が運搬されて堆積し、資料の得にくい歴史津波の物的証拠と考えられている。堆積土砂は、その地点までの津波遡上を立証はするが、より高所への遡上の可能性を残している。ところで、堆積土砂量の空間的分布は、その地点に到達した津波のエネルギーやその減衰率と関連があるはずであるから、実際の遡上高さを推定する手がかりとなるに違いない。本実験では、まず第一歩として、平坦な水路における津波外力と堆積砂量の関係を求める事とした。

2 実験装置及び方法

実験装置を図-1 に示す。水路中央部に砂床区間を設け、豊浦標準砂を敷いた。また、水路床には砂の粒径に等しい粗度を与えた。外力としては、水路の上流側のゲートを急開して、段波を発生させた。測定項目は、波高（3ヶ所）、堆積砂量の空間分布（10cm 間隔×18 区間）、水路からの流出砂量である。

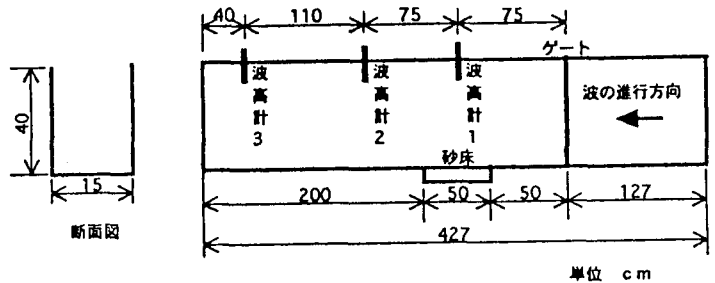


図-1 実験水路図

3 実験結果

外力の大きさを表す指標として、砂床区間で発生している Shields 数（無次元掃流力） ψ_0 を考える。ただし、 ψ_0 は、各波高計の測定値から求めた波速（近似的に流速と等しいとおく）と水位を用いて、Manning-Strickler の式から算定した。 ψ_0 と全流砂量 q_T および堆積砂量 q_D の関係を図-2 に示す。同図には、既存の流砂量公式として、Einstein-Brown の式、Brown の式、Meyer Peter-Müller の式もプロットしてある。実験結果から得られた全流砂量は次式で表され、 ψ_0 が 1.2 以下では Einstein-Brown の式と Brown の式の中間に位置している。

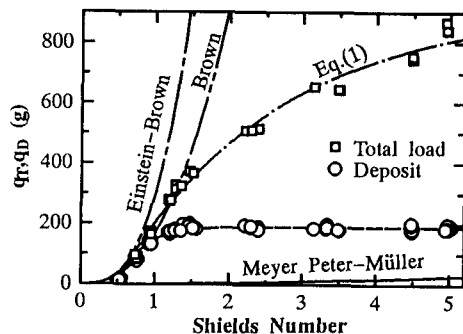


図-2 ψ_0 と q_T および q_D の関係

$$q_T = 922.33 - 1144.85 \exp(-0.46 \psi_0)$$

(1)

また、堆積砂量は ψ_0 が小さい間は ψ_0 とともに増加するが、 ψ_0 が1.48を超えると全流砂量とは違って一定値となる。

次に、各 ψ_0 での堆積砂量の空間分布を図-3に示す。砂床からの距離が増えるにつれ堆積量は減少する。 ψ_0 の増加とともに、この分布形状を保ちながら、堆積量が増加する。しかし、 ψ_0 が1.48以上では同一の空間分布となった。堆積総量が同じであるだけでなく、その空間分布まで同一となったのである。

ただし、全流砂量は ψ_0 とともに増加しているから、堆積砂のしめる割合は ψ_0 の増加につれて低下する。この低下の状況を、全流砂量に占める堆積砂量の割合 r_D と ψ_0 の関係として図-4に示す。また、この関係式を以下に示す。

$$r_D = 0.2242 + 1.7116 \exp(-1.237 \psi_0) \quad (2)$$

式(1)と式(2)より、全流砂量に占める堆積砂量の割合 r_D と砂床区間で発生している Shields 数 ψ_0 とを関係づけることが可能となる。しかし、これだけでは単なる実験式にとどまるので、堆積の物理的な機構についての説明が必要である。段波内部の流速・剪断力測定が間に合わず、図-5に示す段波水深の場所的变化しか利用できない。 ψ_0 が1より小さい場合には、水深は高々3cm程度で、動かされた砂のほぼ全量が水路に堆積してしまう。 ψ_0 が1より大きい範囲で、図-5に示す水深は Shield 数にほぼ比例して増加し、対応する q_T も図-2にみるようにほぼ直線的に増加するが、一方、 q_D は一定値となる。この事は、堆積に関与する層厚が底面近くの3cmほどにとどまることを示唆している。

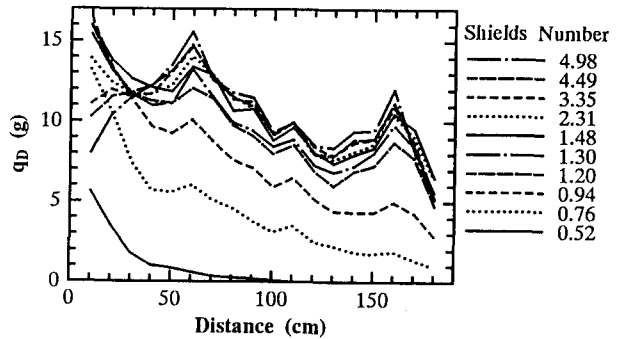


図-3 各 ψ_0 における堆積砂量の空間分布

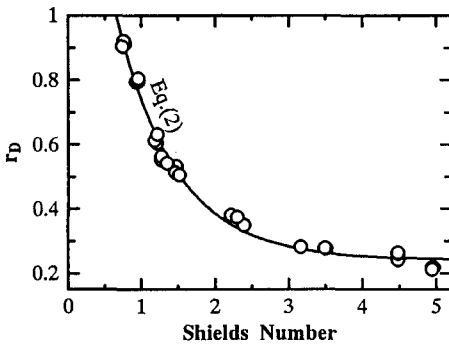


図-4 r_D と ψ_0 の関係

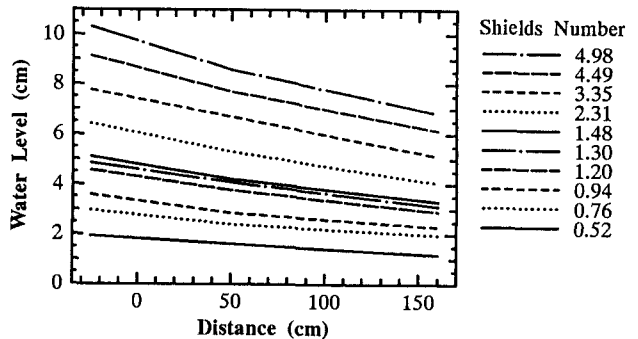


図-5 各 ψ_0 における水深の変化

4 おわりに

堆積砂量と外力の関係を実験により導いた。実験は、測定データのばらつきが比較的少なく、再現性の高いものであった。しかし、本実験での Shields 数は1~5であり、実際の津波に比べ1オーダー小さい。今後は、大きな外力を入力した実験を行うとともに、堆積機構に立ち入った議論をすることが必要である。