

航路掘削部における波による底泥の移動についての実験

徳島大学工学部 正 員 中野 晋
徳島大学大学院 学生員 〇沖田 勝俊

1. はじめに シルトや粘土の微細な粒子で構成される底泥の移動現象は港湾や海洋施設の建設あるいは維持管理と深くかかわっているが、底泥の外力に対する変形特性など不明の点が多く、未だほとんどわかっていない。特に波浪場では波と底泥の相互干渉の結果、波高減衰とともに底泥の流動化が生ずるため、その移動機構は砂床のものとは大きく異なっている。この研究は航路掘削部を対象として波による底泥移動についての実験を行い、底泥の移動形態が波高や含水比の違いにより、どのように変化するかを調べたものである。

2. 実験方法 実験は長さ17m、幅0.48m、高さ0.75mの片面ガラス張りの2次元造波水槽を用いた。水槽のほぼ中央付近に長さ3m、深さ9.5cmの底泥床部を設けた。実験に用いた底泥は所定の含水比になるように水道水を混合したカオリナイト(ASP600、乾燥比重2.67)である。底泥床3mの内消波装置側約1.5mを5~6cm掘り下げて航路部としその埋没状況を側壁のガラス面を通して観察した。また底泥床面形状の時間変化をガラス面からフェルトペンでトレースし、実験終了後にトレーシング紙に写し取った後タブレットでデジタル化してフロッピーディスクに記録した。波の周期は1秒とし、底泥の含水比 W は145%と170%の2種類、波高は4~10cmの間で変化させた。

3. 実験結果とその考察

1) 底泥移動の状況について 図-1、2は底面形状の時間変化の例を示したものである。両者の含水比は147%程度とほぼ同一であり波高が10.0cmと7.2cmと少しだけ変化しているが、底泥の移動の状況は大きく異なっている。実験中に観察された底泥の移動状況は次のようである。波高の大きい図-1の場合にはまず波が作用すると沖側の基準底泥床と掘削部底泥床の境界位置の表面に近い部分の底泥は亀裂が生じて掘削部内に崩れた。それと同時に、基準底泥床側の底泥が水面波と同周期で前後に振動しながら掘削部に進んでいった。この場合、底泥の進行速度は大きく、移動した底泥の先端が底泥床部の岸側端に達しても移動を続け、底泥の一部は消波装置側固定床を越えて岸側水路部に流れだした。最終的には岸側が高く、沖側が低いほぼ一様な勾配をもつ斜面が形成された。また、波高の小さい図-2の場合、最初は基準底泥床側の底泥の上層部が波動運動をともなって岸側に移動する現象が観察されたが、ある程度底泥が掘削部内に移動し、基準底泥床と掘削部底泥床の相対的深さが浅くなり、基準底泥床の水深が大きくなると底泥運動は小さくなった。その結果、底泥移動は、掘削部と基準底泥床の境界部斜面付近の局所的な底泥運動にともなって境界斜面が少しずつ岸側に進むものが卓越するようになった。また、斜面の前進速度がさらに小さくなると底泥表面が

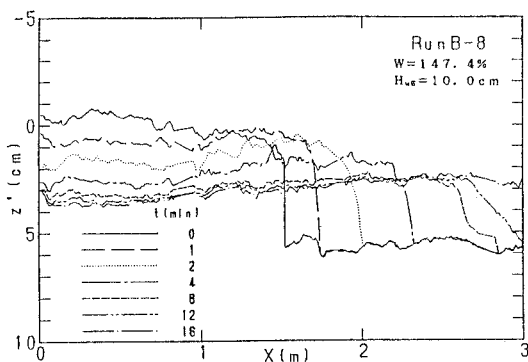


図-1 底泥床面形状の時間変化

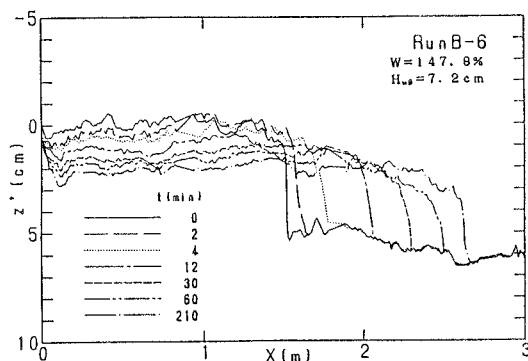


図-2 底泥床面形状の時間変化

ら剝離した直径1~2mmの微小な粘土塊が底泥床上を転動しながら掘削部内に流入するのが観察された。

2) 底泥の平均移動速度 波による底泥の移動量を定量的に知るために次のような平均移動速度 $\bar{U}_m$ を導入した。図-3のような理想的な掘削部モデルを考える。掘削部の埋没は、一点鎖線で示した掘削部底部の高さより上の底泥が平均埋没速度 $\bar{U}_m$ で移動することによって生じるものと考えられる。時刻 t の掘削深さを $\Delta h(t)$ とすれば $\Delta h(t)$ と $\bar{U}_m$ の関係が式(1)のように求められる。

$$\Delta h(t) = \Delta h_0 \exp\left(-\frac{L_1 + L_2}{L_1 L_2} \bar{U}_m t\right) \dots (1)$$

ここで、 Δh_0 は初期掘削深さである。これより、掘削深さ Δh は経過時間に対して指数関数で減少することがわかる。また、 Δh の時間変化が得られれば式(1)より $\bar{U}_m$ が求められる。底泥の移動状況は図-3に示すものと必ずしも一致していないが、ここではある断面に対する掘削深さを次のようにして求めた。ある断面より沖側底泥、岸側底泥の体積を求め、それをそれぞれの区間の長さ L_1 、 L_2 で割ることによりその区間の平均高さを求め、その差をとって Δh とした。図-4は Δh と時刻 t との関係を示したものである。これから式(1)を用いて $\bar{U}_m$ を求めた。図-5は平均移動速度と波高の関係を含水比別に示したものである。これより含水比が高く、波高が大きいほど平均移動速度は大きく、波高が約2cm大きくなるだけで平均移動速度が10倍以上になる場合があることがわかる。

4. まとめ 底泥の移動形態は波高、底泥の含水比によって異なり今回の実験では①底泥全体が移動しようとするもの②掘削部との境界付近の上部の底泥が崩れて斜面が前進するもの③粘土塊が転動しながら掘削部内に流下するもの以上3つが観察された。底泥の平均移動速度は、波高、含水比が大きいほど、経過時間が小さいほど大きくなった。また、ある波高に達すると平均移動速度は急激に大きくなることがわかった。

【参考文献】

中野 晋・鶴谷広一・鷹濱 潤：波と底泥の相互干渉による波高減衰と底泥の流動について、港研報告、NO.26-2, pp.171-212, 1986。

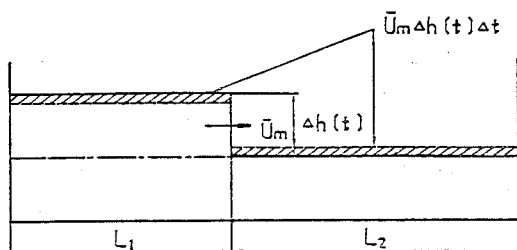


図-3 平均移動速度の説明図

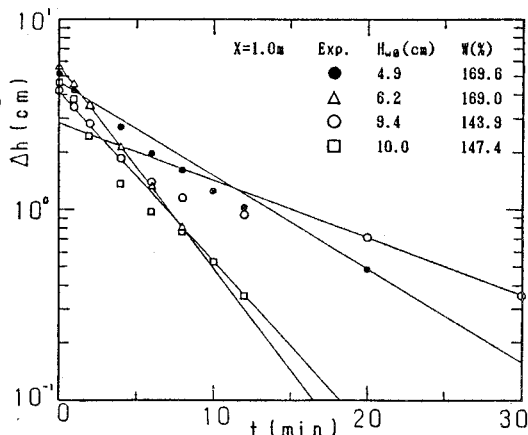


図-4 掘削深さの時間変化

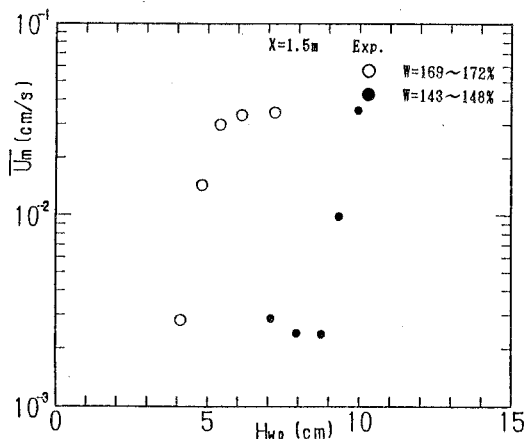


図-5 平均移動速度と波高、含水比の関係