

鳥取大学工学部 野田 英明

1. まえがき

砕波点より沖側の浅海域における質量輸送については理論的にも実験的にもかなり詳しく研究されている。しかしながら、底面付近における質量輸送速度が底質の移動にどのような効果も及ぼすかについては、密接な関係をもつといわれているにもかかわらず、現在のところその関係は明確にされていない。著者は上述した観点からこの関係も明らかにするため基礎的な実験を始めた。実験はまた諸についばかりであって、明確な結論はえられていないが、二、三の興味ある結果をえたりて報告する。

2. 底面境界層における実験結果

実験は長さ 25 m, 幅 60 cm, 深さ 1.4 m の片面ガラス張り水槽を用いて行なった。水槽の一端にはフラツク一式造波機が設置され、他端には 1/5 勾配の傾斜面を設け、その上に消波工において実験波の反射率が 10% 以下となるようにした。質量輸送速度は水槽中央付近の底面に水平にプラスチック板を設置し滑面とした。実験波の特性は、波高 H が 6.7 ~ 17.6 cm, 周期 T が 1.2 ~ 2.7 sec の範囲であり、水深 h は 30 および 40 cm として底面境界層内における質量輸送速度および底質の移動速度を測定した。Brebner・Collins によると、境界層内の Reynolds 数が 160 以下の場合、流れは層流となるが、今回の実験では 2, 3 の結果を除いてすべて層流であった。なお、底面境界層厚 δ_t は $\delta_t = 5(\nu T/\pi)^{1/2}$ とすれば (ν : 水の動粘性係数), 周期 T が 1.2 ~ 2.7 sec に対する δ_t の値は 3.1 ~ 4.4 mm と計算される。底面境界層における質量輸送速度は水の比重にほぼ近いスチレン球を用いて、この球粒子が 2 点間を移動する時間を測定することによって求めた。なお底質の移動速度はガラス球および鋼球を用いて測定した。それらの粒子の特性を表-1 に示す。

さて、底面層流境界層外縁における質量輸送速度 U は, Languet-Higgins によつて、表-1

$$U = \frac{5\pi^2}{4} \frac{H^2}{L \cdot T \cdot \sinh^2 2\pi h/L} \quad \dots \dots \dots (1)$$

と表わされる。一方, Collins はこの式を

$$UL = \frac{5\pi^2}{4} \left(\frac{H}{\sqrt{T} \sinh 2\pi h/L} \right)^2 \quad \dots \dots \dots (2)$$

と変形して、縦軸に UL の値を、横軸に $H/\sqrt{T} \sinh 2\pi h/L$ の値をとつて実験結果を表示している。

図-1 は Collins の同様に、スチレン球による質量輸送速度の実験結果を、 UL と $H/\sqrt{T} \sinh 2\pi h/L$ との関係で示したものである。この図から明らかのように、 U の実験値は実線によつて示される理論結果に比べてやや小さくなっているが、これはスチレン球の比重が水と全く一致しないためと考えられる。しかし、横軸の値の増加とともに UL の値が大きくなる傾向は (2) 式によつて示される理論結果とよく一致している。また、横軸の値がほぼ 10 以上になると、理論の傾向と合致しなくなることも Collins によつて示された結果と同様であり、この遷移点が層流と乱流の限界を表わしていることになる。

図-2 は、比重が水のそれより大きい二種類の球粒子すなわちガラス球と鋼球の一周期の平均移動速度を示すものである。この結果から明らかのように、スチレン球に比べて、横軸の値が同じであっても、縦軸の値 UL は比重が大きくなるにしたがつて小さくなり、底面付近における質量輸送によつて蒸起される底質の移動速度に及ぼす比重の効果がかなり複雑であることがわかる。ただし流れが層流の場合、比重の大きい底質であっても、横軸の値が増加するとともに、底質の移動速度も増大し、その傾向は質量輸送速度の理論結果と一致している。

この比重の相違による底質の移動速度の変化については
 底砂の移動機構を考察するうえできわめて重要な要素で
 あると考えられる。今後は底面が粗面の場合についても
 検討し、質量輸送との関係を明らかにしていきたい。

3. 水面における質量輸送速度の実験結果

実験は前述の2.で述べたと同じ方法によって行ったが、
 質量輸送速度は粒径3mmのスチレン球に気泡を含
 むせ比重を1以下と軽くしたものをを用いて測定した。

図-3は、その実験結果を示すものであって、縦軸に
 U/U_s (U : 実験値, U_s : Stokes理論値)を、横軸に
 $2\pi h/L$ の値をとって示してある。なお、同図には、
 Longuet-HigginsおよびUrSELLの解がそれぞれ実線
 および一点鎖線で示され、また著者およびRussellおよ
 びOsorioの実験値がそれぞれ○印および●印によつて
 示されている。この図から明らかのように、水面にかけ
 る質量輸送速度の実験値はStokesの解とかなり異なり、
 負の値となることがわかる。Longuet-Higginsの結果
 によれば $2\pi h/L < 0.7$ の範囲で U の値が負になること
 が示されているが、著者の実験結果はむしろそれに近い。
 しかしRussell・Osorioの結果は $2\pi h/L$ の値がかなり
 小さい場合にも $U > 0$ となり、かつかなり大きい値とな
 っている。こうした相違については実験方法によるもの
 か、あるいはまだ明らかにされていない原因によるもの
 が現在のところ明確でない。今後さらに実験を続けて詳
 細に検討するつもりである。

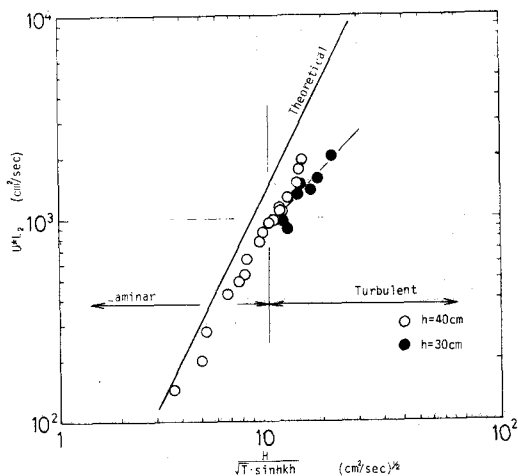


図-1

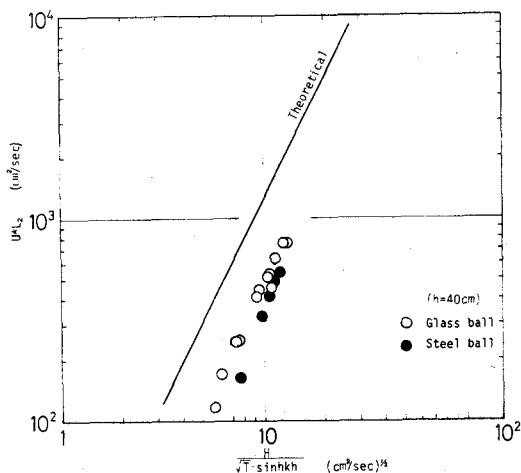


図-2

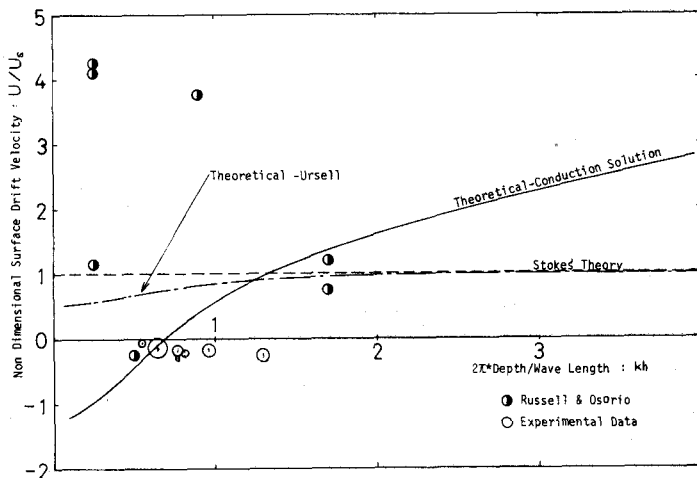


図-3