

II-287

矩形水槽におけるスロッシング時の流速特性に関する検討

日本大学大学院 学生員 ○遠藤匡彦

日本大学生産工学部 正会員 落合 実, 遠藤茂勝

1. まえがき 水槽内に噴流として水流体が流入した時, 水槽内に局所的な循環, 流速変動, 水面動揺が生じることで水面から空気が巻き込まれ, またスロッシング現象も生じる. そこで, 本研究では空気巻き込みおよびスロッシングの発生要因を解明するために, その基礎的な段階として矩形断面水槽における流速分布特性について実験的に検討するものである.

2. 実験装置および方法 実験は水道水を用いヘッドタンク方式を用いて実験水を供給する. 実験水槽は長さ $L=50\text{cm}$ のアクリル製水槽である. 実験水槽の形状概略, また本文で用いる記号および座標系を図-1 に示す. 本実験では予め行った巻き込みとスロッシングの発生を 10 分間目視観測し, その限界マップより危険側の比較的水深が大きい場合を対象とし, 表-1 に示す条件で実験を行う. 流速測定は水槽内にトレーサ粒子(平均粒径 1.4mm , 比重 1.02 , ナイロン製)を散布し, 水槽側面および上面よりストロボスリット光を照射しビデオカメラで撮影した後, 画像中の粒子運動を x - z , x - y , y - z 断面を対象に PTV システムを用いて計測, 解析を行うものとする.

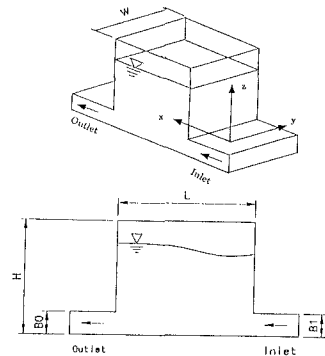


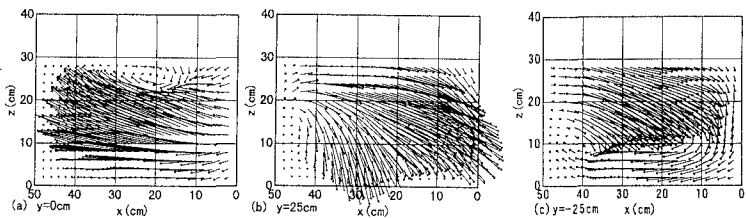
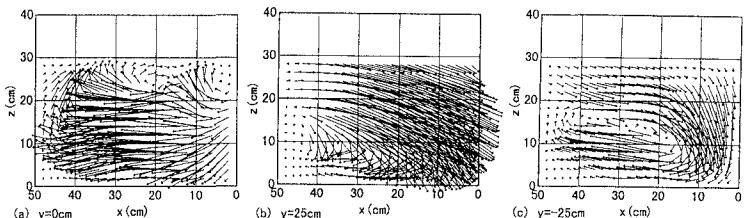
図-1 実験水槽概略

表-1 実験条件

流入流量 $(Q)/\text{min}$	800	900	1000
巻き込み	あり(少)	あり(多)	あり(多)
スロッシング	あり	あり	なし
流入Froude数 Fr	0.89	1.00	1.10
水槽幅 $W=60\text{cm}$ $L=50\text{cm}$ $B1=B0=4\text{cm}$			
平均流入流量 U $Fr=U/(g \cdot B0)^{1/2}$			

3. 実験結果および考察 3. 1. x - z 断面流速 図-2~3 は, x - z 断面における 1 秒間の平均流速分布を示すものである. 水槽中央断面付近 ($y=0\text{cm}$) においては噴流として流入した流れは, 流出口壁面に衝突して上向きの流れとなり水面を上昇させ, 流下方向と逆向きの流れとなって

沈み込み, 容器全体として一つの循環流を形成していることが認められる. また流入量が大きくなるにつれて若干流速も大きくなっているが, 流速分布はほぼ同様の傾向を示している. 水槽側面付近 ($y=\pm 25\text{cm}$) においては, 若干の循環流が認められるが, 各断面ともほとんど流入口側への一様な流れとなっている. これらより水槽中央断面と水槽側面, 左右側面での若干の流速分布の違いが空気巻き込みやスロッシングの一要因と考えられる.

図-2 x - z 断面平均流速分布図 ($Q=800\text{ l/min}$)図-3 x - z 断面平均流速分布図 ($Q=1000\text{ l/min}$)

キーワード 空気混入 スロッシング PTV

連絡先 千葉県習志野市泉町1丁目2番1号 tel. 0474(74)2452 fax 0474(74)2449

3. 2. x-y 断面流速

図-4 は水面付近の x-y 断面における 1 秒間の平均流速分布を示している。水槽出口の壁面に衝突し上昇した流れが水槽の流出口側から流入口側への流れを形成している。また水槽の中心から壁面への流れもあり流入口付近においては

渦や壁面から水槽中心部への流れが認められる。これらの図や目視の結果よりスロッシングは、一様な流れの中に渦が起こり、水面全体に影響を与え圧力均衡を乱すことで一様な水面動揺が発生するものと考えられる。

3. 3. y-z 断面流速

図-5 と 6 は、流入口付近の y-z 断面における流速分布を時系列((a)~(e)), 1 秒間平均流速((f))で示した。図-5(a)~(e)において水槽中央水面からの流れが側壁に衝突して下降流が起こり、その下降流が水槽中央付近において上昇流に変わり、再び側壁面へ向かう縦渦が発生している。この縦渦はほとんど各時刻において発生し、その中心が上下動していることが認められる。また、上昇流と下降流の衝突がほとんどなく、図-5(f)においても同様である。図-6 においては前述とは異なっており、流れが一方向上昇流である。これは、水槽に流入した水が流出口壁面に衝突し水面へ上昇した後、水槽中央付近で下降流となり、そのまま流入口壁面へ一様な流れとして衝突することによるものと考えられる。ゆえにスロッシングは、断面に生じた縦渦の中心が上下動することによって水面に一様な動揺を与え発生するものと考えられる。また、空気巻き込みは水槽中央付近と側壁付近の流速の違いが水流体の輸送量に違いを生じさせ、急激な流れが生じた時に巻き込まれると考えられる。

4. あとがき

スロッシング時の x-z, x-y そして y-z 断面における流速特性について検討を行ったが、各断面において水面付近の一時的な流況の乱れがスロッシング、空気巻き込みを発生させていることが認められた。

今後は、水面の渦度を時系列で検討、x-y, y-z 断面

と比較することで空気巻き込み現象、スロッシングの水利特性について検討する予定である。

参考文献 落合 実 他：土木学会第 44,45,46,47,48,49,51,52 回年次学術講演会講演概要集

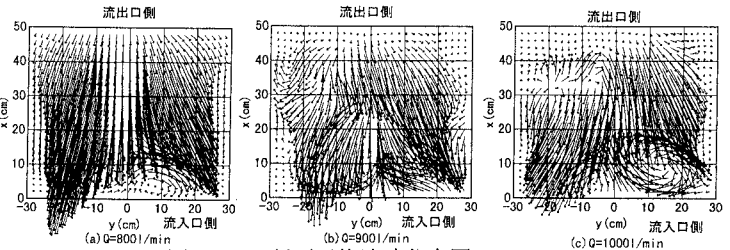


図-4 x-y 断面平均流速分布図(z=27cm)

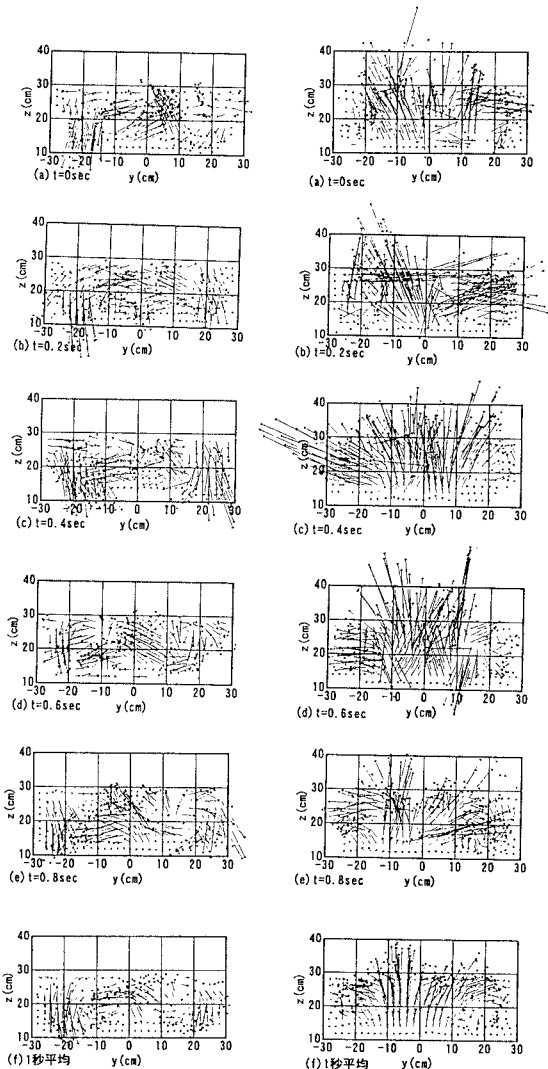


図-5 y-z 断面流速
(Q=800l/min)

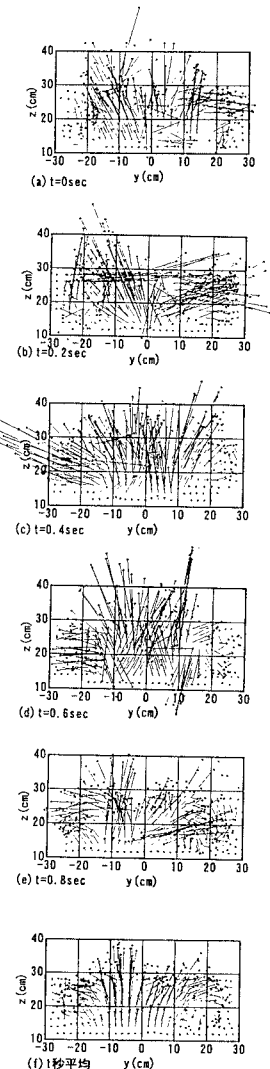


図-6 y-z 断面流速
(Q=1000l/min)