

II-152

配管直結型貯水槽の入れ替わり性能に関する研究

石川島建材工業技術研究所
石川島建材工業土木事業部
石川島播磨重工業技術研究所
同上

正会員 星 英徳
正会員 美浦 明彦
河合 理文
市東 素明

1. はじめに

配管直結型水槽は通常時には水道配管に直結され、震災等災害時には水道配管より独立して消火用水と飲料水を供給する目的で作られている。要求される性能としては、水槽内部での水の停留が無い、水道配管の流れ方向の逆転に対応している、そして水の入れ替わりが早いことがあげられる。今回、このような貯水槽を開発するに当たり、3次元乱流解析¹⁾と模型実験により水槽内の流れと入れ替わり性能についての検討を行ったので報告する。

2. 概要

実機は、内径6m、高さ3.6mの円筒型で、頂版と底版とは8本の柱で接続されており、中央部はドーム状となっている。実験は、図1に示す縮尺1/6の亚克力製水槽（内部配管径:50mm）を使用し、実機のレイノルズ数（ $\max:1.3 \times 10^4$ ）で行った。まず、水が停留しない流れを作るため、配管形状について予備実験を行い旋回流が生じる配管を選定した。次に、3次元乱流解析により内部水流について検討を行った。そして最後に、実際の流れを模擬した入れ替わり性能の確認を行った。図2に実験の装置全体図を示す。

3. 予備実験（配管位置の選定）

配管の選定において、配管位置と給・排水孔の位置が問題となる。まず、配管形状を正負逆転しても良好な旋回流が得られる図1の位置に決めた。次に、吹き出し孔の位置を決めるため、プラスチック製のトレーサーを図2の補助水槽1とモデル水槽間を循環させた。そして、図3に示す方式について旋回流の発達状況を目視で確認した。孔位置をAにした場合、壁面近傍と柱付近にかなりの速度差が生じており、流れの滞りが見られた。Bではあまり速度差を生じず、Cでは中心付近の流速が早すぎて旋回流が不均一となった。均等な旋回流を起こすという観点から、孔位置についてはBを採用した。

4. 流れの状態確認

水槽内の流れの状態を確認するため、3次元乱流解析を行いフローパターンを検討した。図4に示すように、水槽

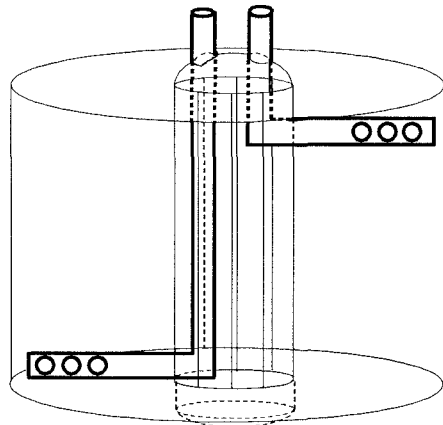


図1 水槽モデル及び配管

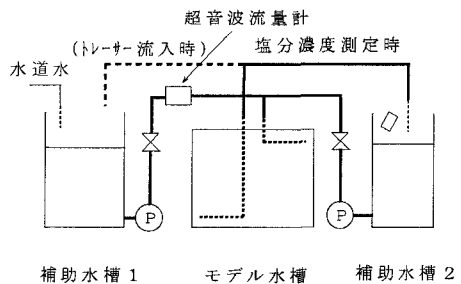


図2 実験装置全体図

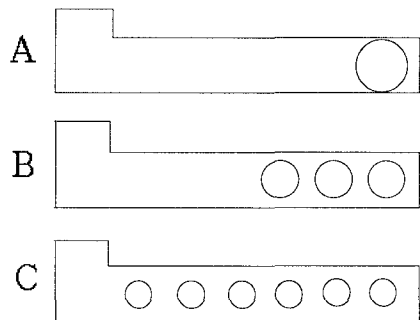


図3 各種吹き出し方式

内部より外周部に行くに従い、ほぼ半径に比例した流速分布を持ち、水槽内において均一な旋回流が生じていることがわかる。水槽外周壁面で油点法²⁾を用いて流れの可視化を行った。壁面近傍付近のフローパターンの計算結果との比較を図5に示す。これと、パーティクルトレース(図6)より、吹き出し孔から出た流れは壁面に沿い底版方向に潜り込み、遠ざかるにつれ水平方向に流れていることが判った。さらに、トレーサーを流し水槽上部および側面からの詳しい目視観察を行った。上面から見ると、柱の内部では少し乱れた旋回が起きていたが、柱の外部では、シミュレーションと同じ均一な流れが起きていた。また、側面からの観察では、斜め下方へ向かう旋回流が見られた。以上のことから、水槽内部の流れは良好な旋回流となっており、停留の無いことが判った。

5. 入れ替わり性能の確認

これまでの実験より、水槽内において停留箇所が無いことが判った。そこで、排出される水は水槽内の水を代表しているものと考え、食塩水の濃度変化を利用した入れ替わり性能の確認実験を行った。まず、図2の補助水槽2とモデル水槽の間で食塩水を循環させる。次に、バルブを切り替え補助水槽1より水道水を注入した。流れが十分に発達した時点でサンプリングを開始し、排出されてくる食塩水の濃度変化を測定した。実験結果を図7に示す。水槽容量の3倍の水が流れると水槽内部の水の95%以上が入れ替わり、供給流量や流れの方向が変化した場合でも、ほぼ同様の入れ替わり性能を示すことが判った。なお、水槽底部のくぼみの濃度変化および実験終了後の水槽内を攪拌して得られた平均濃度からも同様の結果が得られた。これらのことから排出される水が水槽内の水を代表していることが確認された。

6. まとめ

実際の貯水槽を模擬した実験と数値シミュレーションにより、水槽内部にほぼ一様な旋回流を生じ停留のないことが、また、水槽容量の3倍分の水を供給することで約95%以上の水が入れ替わることを確認した。従って、本配管構造を持つ貯水槽では、水の流れのある限り水が順次入れ替わり、常に新鮮な水が確保できることが確認された。

7. 参考文献

- 1) 安藤安則, 河合理文, 他2名: 3次元熱流体解析コードVEGA3, AIAA-88-0185, 1988
- 2) 流れの可視化学会編: 流れの可視化ハンドブック P124~127, 1977

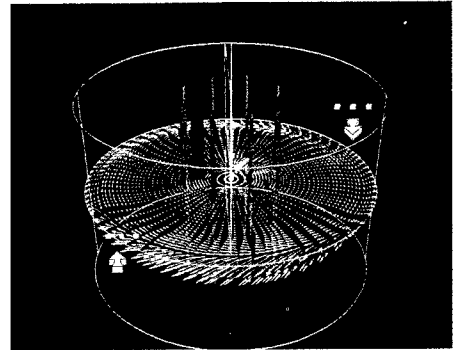


図4 水槽平面の流速分布

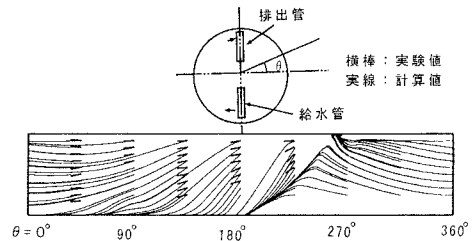


図5 壁面でのフローパターン比較

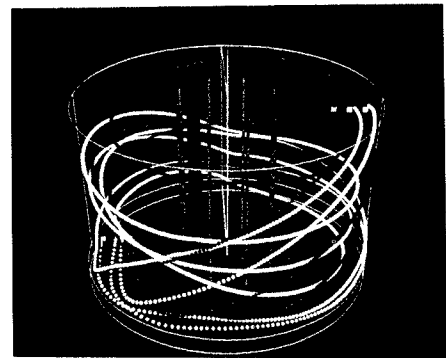


図6 パーティクルトレース(トレーサー粒子の動き)

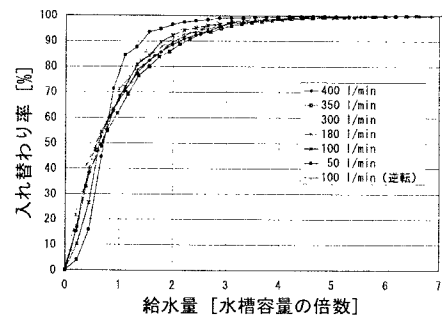


図7 入れ替わり性能比較