

東海大 海洋 正員 ○ 小菅 晋
東海大 海洋 正員 齊藤 晃

地震によって被害が発生した場合、被害対策の一つとして飲料水の確保が掲げられる。飲料水確保の一例として、上水道の配水管路途中に地下貯水槽をもうける方法が考えられる。地震によって配水管が破断した場合には貯水槽に残った水を飲料水として確保しようとするものである。しかし、これらの貯水槽の形状や貯水槽内にもうけた流入管、流出管の配置法によって水槽内の水循環形態が異なり、死水現象などの問題が生じる恐れがある。

本研究では円筒形の貯水槽を対象に、流入管と流出管の配置形式を変化させて、水槽内の流入水滞留時間、死水現象の発生等について模型実験を実施し検討した。

実験装置は図-1に概略を示すが、流入水調整水槽、模型貯水槽、定量ポンプ、計測装置等から成立つ。模型貯水槽は縮尺1/10とし、直径600mm、高さ380mmの円筒型水槽で、上下面の隅にはテーパを付け、内容量100ℓの亚克力製である。なお、流入管、流出管の管径は15mmであり、流出管は流出流量を一定にするため定量ポンプと接続してある。模型流量は標準的な水使用量を考慮して、3.5ℓ/minを与えることにした。トレーサーとしては食紅、カオリン白陶土の2種類である。

流入、流出管配置位置の相異による貯水槽内の流動状態を見るため、配置位置を種々組合せ目視による観察実験を行ない比較的死水の発生しないタイプを選び、その後、分光光度計による着色水濃度変化の測定、レーザー光透過率によるカオリン白陶土懸濁水の濃度変化の測定等を行なった。

流入管より流入させた着色水がどの様に混合拡散して行くかを観察し、流動状況を模式化したものの一例が図-2である。各例で、流入管は先を水平方向に向けて、壁面沿いに流出させている。

タイプAでは水槽内壁面に沿って下層から回転しながら中層、上層へ噴流の状態で混合拡散して行く。着色水の混合拡散は、流れが水槽内を2周する間にほぼ終了する。しかし、水の回転運動中心部、特に水槽上層部に、着色水の稀薄部が見られることもあった。タイプBでは、着色水がほぼ同時に下層と上層へと回流しながら混合拡散して行く。流入管が中層域にあるため、中層域での混合も良く稀薄部はほとんど見られない状態であった。タイプCでは流入管の位置が上部にあることから、着色水は壁面沿いに回流しながら上層、中層、下層域へと混合拡散して行く。着色水の稀薄部は見られなかったが、水槽底面の中央部付近に多少混合の悪い状態が観察された。タイプDでは、タイプCと同様に双方の管の位置に高低差が大きいためか流速が遅く、着色水の交換時間が長かった。タイプEは双方の管が共に下層にあるため、下層での循環は良好であるが、上層に行くにつれて循環は悪く、特に最上層の壁面付近の流れは悪い。また、壁面側に流出管が配置されていることから中心部への拡散が悪く、稀薄部がかなり後まで見られた。タイプFは流入管付近で水槽内の水と混合し、混合された着色水は全体に混

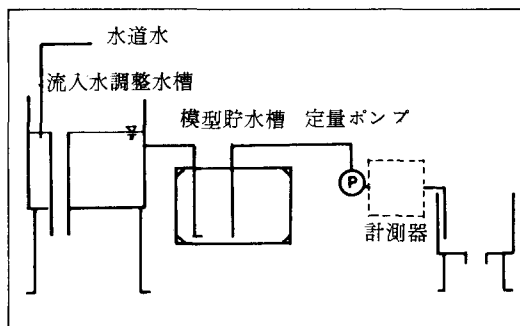


図-1 実験装置

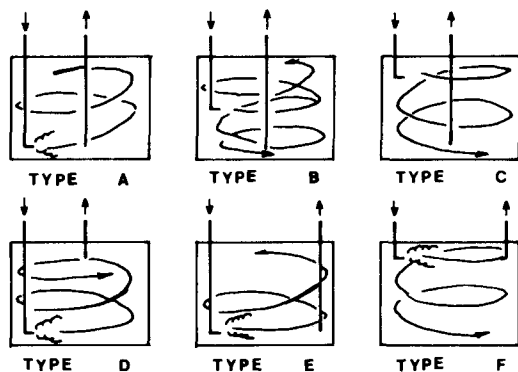


図-2 流動状況

合拡散する前に流出して行く様子が見られ、上層での水の循環が悪くなる。

流入管から流出した着色水は、壁面に沿って回流しながら水槽内の水を巻き込み、混合拡散して行く。壁面での流速は早く水槽中央部での流速は遅い。また、流入管を円筒中央部に設置して、垂直下方に流出させると混合拡散の状態は不良であった。

目視観察の結果より混合拡散の状態が比較的良好だったタイプについて、トレーサ濃度の時間変化を測定した。その結果の一例が図-3であり、図中の実線が実験値、破線が栓流として流出した時の濃度変化を示し、一点鎖線が完全混合状態を想定し、寿命分布関数

$$\frac{C(t)}{C_0} = e^{(-\frac{q}{V}t)}$$

として与えた濃度変化を示している。タイプAは、実験開始より10分間の間に濃度の急変動が見られるが、濃度10%以下になると濃度低下率の下る傾向が見られ、濃度が低くなるにしたがってtailing現象がうかがわれる。また、水槽の容量に等しい水が流出するのに要する時間を1サイクルとすると、約5サイクル程度で流出濃度が1%程度となる。タイプBは、実験開始後、栓流としての流れ方に近く濃度の高い着色水が流出し、濃度が70%以下になると濃度低下率が大きくなる。混合拡散が良いためか約3サイクル程度で貯水槽内の流出濃度は1%以下となる。タイプFでは、流入管・流出管の配置位置が上層にあるが、実験開始後濃度は最大値を示さず少し遅れて最大値となる。また、初期の通水時では濃度の変動が見られ、タイプAと共に不安定である。濃度60%以下になると完全混合の直線と平行に濃度低下を見せるが、濃度が20%程度以下になるとtailing現象を呈し貯水槽内にある着色水と流入する水との混合が悪くなっていることを示している。また、6サイクル程度になって流出濃度が1%程度となる。

死水現象を見るために連続測定結果より検討してみる。図-4は、タイプBについて死水の有無を測定した結果である。死水が発生したとすれば、濃度の濃い懸濁水が通過した瞬間に著しい電圧変化が見られるはずであるが、図中からは認められず、時間の経過と共に電圧は単調に低下している。他のタイプでも同様な傾向をみせ、本実験では死水の発生は見られなかった。

以上より、水槽内の水循環に関して、この6タイプでは流入管・流出管の配置による相異は余り見られなかった。これは実験に用いた貯水槽の断面形が水の循環に好結果を与えたためと水槽内に回流を生じる様に流出させたためであると考えられる。

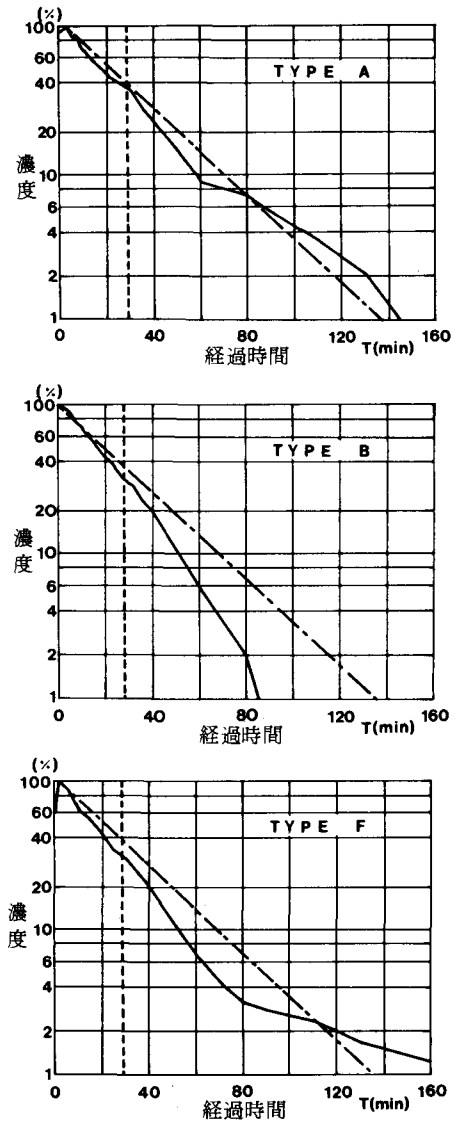


図-3 経過時間における濃度変化

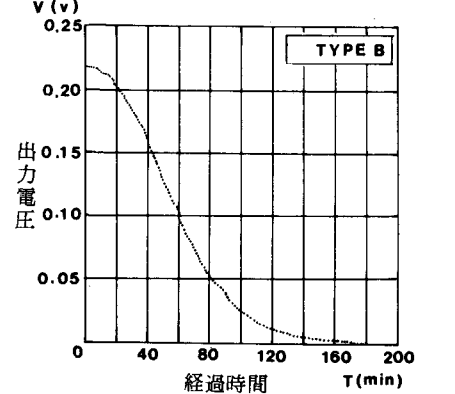


図-4 経過時間における出力電圧

参考文献1) D. M. Himmelplau 他：プロセス解析計算法