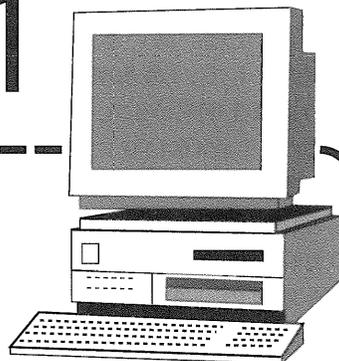


技術レポート 1



みなとみらい21地区の 1000m³循環式地下貯水槽について

横浜市水道局工事部

工事課長 牧田修俊

計画課 牛窪俊之

1. まえがき

横浜市では21世紀の新しい都心形成をめざし、「みなとみらい21」事業を実施中である。みなとみらい21地区は、横浜駅と桜木町駅にはさまれた臨海部に位置し、埋め立て地区を含め、186haの面積を有する。

本市では、同地区内に地震などの災害時に備えて飲料水を供給するための循環式貯水槽を4基、総容量で4,500m³設置することとしている。

この貯水槽が完成すると、災害時に同地区内に避難する市民50万人に対し、1人1日3ℓの飲料水を3日間供給することが可能になる。

今回は、同地区25街区のランドマークタワーに接する多目的広場（仮称）地下にダクタイトル鉄管を用いて容量1,000m³の循環式貯水槽を設置したので、模型での水理実験結果について報告するものである。

2. 循環式貯水槽のシステム

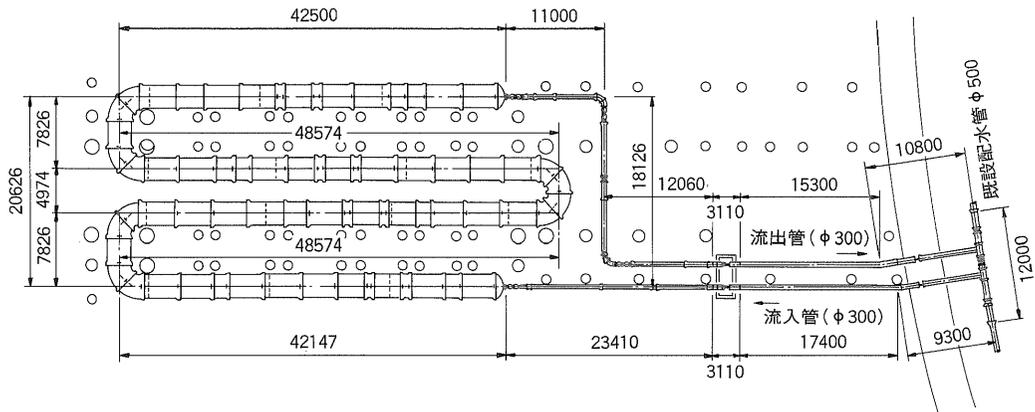
循環式貯水槽は、平常時は配水管路の一部として機能を持つ。貯水槽は地震などの災害により同一系統の管路に破損や漏水などの原因で流入・流出側の水圧が所定水圧を下回るとき、緊急遮断弁が急速に閉塞する。貯水槽はこのとき、配水管路と流れが遮断され、貯水槽としての機能を持つことになる。

貯水槽は、設置場所が臨海部であることおよび地下水が高いことから耐食性、ならびに耐震性を考慮してS形およびUF形ダクタイトル鉄管呼び径2600mmを使用することとした。

設置にあたっては、占用面積が限られているため、図1に示す通りW字形の管路形態をとった。

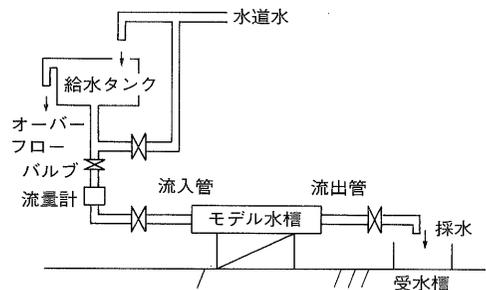
また、適切な流水状態を保つため、貯水槽内部（管路内）に流況制御板を14カ所に設置し、水の置換（入れ替わり）機能を向上させる構造とした。

図1 循環式地下貯水槽構造図(平面図)



なお、貯水槽に接続する流入および流出管路には呼び径300mm S II形ダクタイル鉄管を使用し、既設の呼び径500mm配水管に接続した。

図2 実験システム概要図



3. 貯水槽内の水の循環

1. 実験概要

実験は、最適な流況制御板の開口面積率およびその設置枚数を求めることを目的とした。

実験には実物の10分の1の形状の透明なアクリル管の水槽を用い、下記の手法により行った。

1. 滞留域の観察

水槽内の水の流況が観察できるよう、着色水(メチレンブルー溶液)を満たし、その状態で水道水を注入し、滞留域が生じるかを色の変化により観察した。

2. 水の置換倍率を求める実験

水槽内にブドウ糖溶液を満たしたあと、水道水の流入により完全に置換されるまでの流入量を測定し、下記の置換倍率を求めた。

$$\text{置換倍率} = \frac{\text{置換されるまでの流入量}}{\text{水槽容量}}$$

なお、2.の手法は1.において水槽内に滞留域が生じない条件でのみ行った。

また、水槽内の置換状況については、流出管からのブドウ糖溶液の濃度により判断した。

2. 実験結果

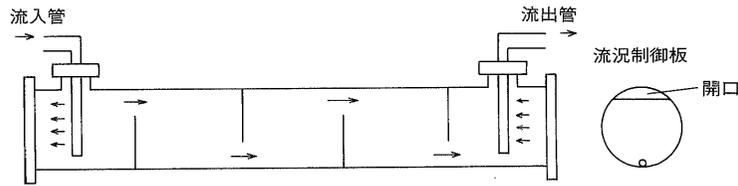
1. 流況制御板の開口面積率

実験は図2および図3に示すモデル水槽を使用し、最適な開口面積率を求めるために行った。なお、水槽への水の流入量は0.6l/分とした。

表1 開口面積率の比較実験結果

開口面積比率	滞留域の有無	置換倍率
100%	無	5以上
50%	有	—
30%	有	—
10%	無	5以上
8%	無	4.3
6%	無	3.7
4%	無	4.1
2%	無	4.1
1%	無	4.2

図3 モデル水槽および流況制御板の形状



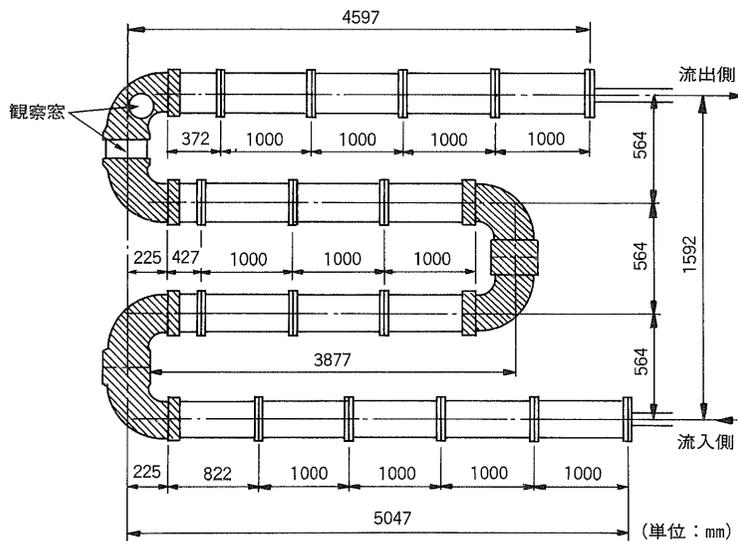
(注) 流況制御板は、流入管側から、開口部を上下左右交互に設置するものとする。
また、開口部の反対側にはバイパス穴を設けている。

実験結果は表1の通りで、水槽内の水が最小流入量で置換されるときの流況制御板の開口面積率は、6%が最適であることが明らかになった。

2. 流況制御板の数量

1.の実験で求めた最適な開口面積率の流況制御板を用い、図4に示すモデル水槽を使用して、流況制御板の数量を変化させ最適な条件を求めた。なお、水槽への流入量は3ℓ/分とした。

図4 モデル水槽



実験結果は表2の通りで、流況制御板の数が多いほど水槽内の水の置換倍率が小さくなる傾向を示すが、経済性を考慮すると14枚が適切な数量であるといえる。

3. 流入量の変化による比較

前記1.および2.の実験から得られた最適条件(流況制御板の開口面積率6%、設置数量14枚)

において、1日当たりの全流入量を500m³、1,000m³、2,000m³、3,000m³の場合について、図5に示す通り時間的に流入量を変化させた条件および流入量を一定とした条件について比較実験を行った。

実験の結果は表3の通りで、下記の傾向を示した。

表2 流況制御板の数量比較実験結果

流況制御板の枚数	滞留域の有無	置換倍率
なし	無	8以上
8枚	無	5.2
10枚	無	5.0
12枚	無	4.6
14枚	無	4.0
16枚	無	4.0
18枚	無	3.9
20枚	無	3.7

- 置換性能は、流入量の増加に伴って向上することが明らかになった。
- 流量変化のある場合の方が、若干置換性能がよくなることが明らかになった。

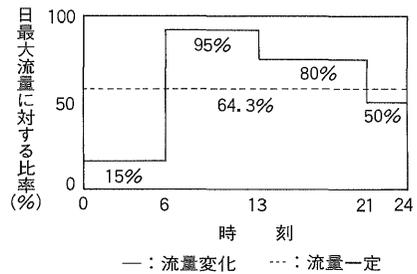
4. 残留塩素濃度の測定

災害時に配水管の緊急遮断弁が閉塞し、貯水槽の水は滞留状態になる。したがって、貯水槽内の水質を把握することが重要であり、ここでは「残留塩素濃度」の時間的変化について測定した。

1. 実験の概要

実験は災害時に緊急遮断弁が閉塞し、貯水槽の水が循環されない状態を想定し、残留塩素濃度を測定したものである。

図5 流入パターン



測定は図6に示す通りで、供試管としては、両端をテフロンシート付きの蓋で密閉した長さ1mのダクタイル鉄管を用いた。

また、供試管は下記の2種類を用いた。

- ① 呼び径250mm×長さ1m、ダクタイル鉄管 (内面モルタルライニング)

接水面積比: 160cm²/ℓ

- ② 呼び径1000mm×長さ1m、ダクタイル鉄管 (内面モルタルライニング)

接水面積比: 40cm²/ℓ

測定条件としては、水圧0.05MPa (0.5kgf/cm²)、温度20±3℃ (恒温槽内)、初期残留塩素濃度0.67mg/ℓとした。

2. 実験結果

実験の結果は表4の通りである。

管内の残留塩素濃度は経時的に減少することが認められた。また、供試管の呼び径別に測定すると、接水面積比が小さいほど (管の呼び径が大きいほど) 残留塩素濃度の減少の割合が少

表3 流入条件比較実験結果

試験条件 実機換算日 流入量 (m ³ /日)	流 量 一 定			流 量 変 化		
	滞留域の 有 無	置換倍率 (倍)	置換日数 (日)	滞留域の 有 無	置換倍率 (倍)	置換日数 (日)
500	無	5.2	10.4	無	4.0	8.0
1,000	無	4.1	4.1	無	3.1	3.1
2,000	無	2.6	1.3	無	2.5	1.3
3,000	無	2.7	0.9	無	2.3	0.8

図6 試験方法

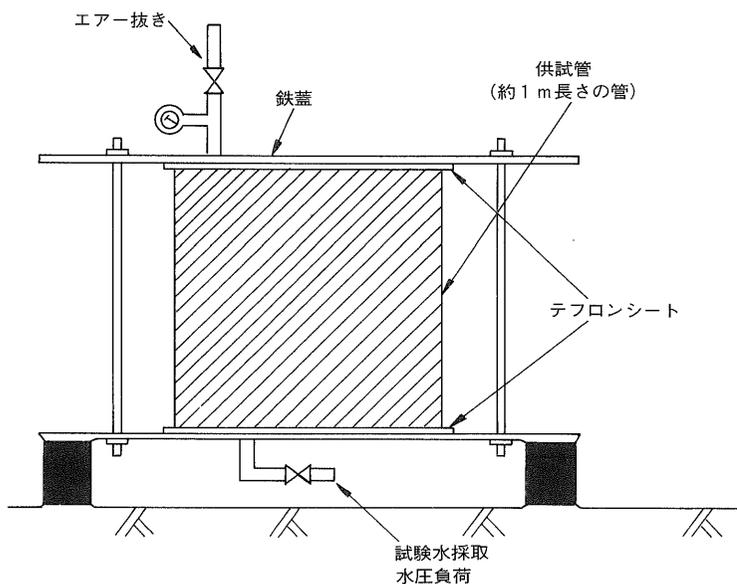


表4 残留塩素の経時変化

経過日数	φ 250	φ 1000
(開始)	(0.67)	
4日	0.07	0.23
8日	0.03	0.11

なくなる傾向であった。

この実験から当該貯水槽（呼び径2600mmダクタイル鉄管）では、充水時の塩素濃度が $0.67\text{mg}/\text{l}$ の場合、8日間程度経過しても $0.1\text{mg}/\text{l}$ は確保されると推測される結果となった。

5. おわりに

今回の実験結果から、当該循環式貯水槽では貯水槽内に設置する流況制御板の開口面積が断面積の6%程度開口していること、さらに同制御板が14枚程度設置されていることがもっとも適切な状態を確保できると考えられる。

また、貯水槽内の水の入れ替わり（置換）実験からも災害時に貯水槽への水が遮断され、貯留状態であっても8日間程度経過しても水質的に安全な飲料水が確保されるものと考えられる。

なお、今回の実験で使用した管が新管であることから、管内面モルタルライニングの影響を受け、若干残留塩素の減少を速めたと考えられる。実際に長期に使用した管路（貯水槽）では残留塩素の減少速度は小さくなり、実験結果に見られる期間以上経過しても安全な飲料水が確保されると考えられる。

今後、モデル水槽での水理実験結果を検証するために、 $1,000\text{m}^3$ の循環式地下貯水槽を用いて現地計測を実施する予定である。

おわりに今回の実験を行うにあたっては、日本ダクタイル鉄管協会の関係者のご協力をいただき、心から感謝を申し上げます。