

1 受水槽内塩素消費量実態調査実施計画書（案）について

1. 調査対象受水槽の選定

平成23年3月末現在のデータに更新した容量別受水槽設置数を表-1に示す。容量別にみると、法規制を受けない10m³以下の受水槽が13,158件(73%)であり、10m³を超える受水槽の4,973件(27%)を上回っている。また、材質でみると、FRP製が14,914件(82%)とコンクリート製の2,203件(12%)を大きく上回っている。

今回調査対象とする受水槽は、今までに貯水槽点検巡回サービスを実施して有効検針データの得られた3,515件のうち、残留塩素消費が多いと推定される受水槽とした。調査数量を表-2に示す。各条件に適合する受水槽数は1,030件であった(表-3)。

表-2 調査数量(16条件×2期)

No	容量	入替回数	材質	浄水処理方式	時期
1	1~5m ³ 以下	0.5回/日以下	FRP	通常浄水	最夏期、冬期
2	1~5m ³ 以下	1.0回/日以下	FRP	通常浄水	最夏期、冬期
3	1~5m ³ 以下	0.5回/日以下	FRP	高度浄水	最夏期、冬期
4	1~5m ³ 以下	1.0回/日以下	FRP	高度浄水	最夏期、冬期
5	1~5m ³ 以下	0.5回/日以下	コンクリート	通常浄水	最夏期、冬期
6	1~5m ³ 以下	1.0回/日以下	コンクリート	通常浄水	最夏期、冬期
7	1~5m ³ 以下	0.5回/日以下	コンクリート	高度浄水	最夏期、冬期
8	1~5m ³ 以下	1.0回/日以下	コンクリート	高度浄水	最夏期、冬期
9	5~10m ³ 以下	0.5回/日以下	FRP	通常浄水	最夏期、冬期
10	5~10m ³ 以下	1.0回/日以下	FRP	通常浄水	最夏期、冬期
11	5~10m ³ 以下	0.5回/日以下	FRP	高度浄水	最夏期、冬期
12	5~10m ³ 以下	1.0回/日以下	FRP	高度浄水	最夏期、冬期
13	5~10m ³ 以下	0.5回/日以下	コンクリート	通常浄水	最夏期、冬期
14	5~10m ³ 以下	1.0回/日以下	コンクリート	通常浄水	最夏期、冬期
15	5~10m ³ 以下	0.5回/日以下	コンクリート	高度浄水	最夏期、冬期
16	5~10m ³ 以下	1.0回/日以下	コンクリート	高度浄水	最夏期、冬期

表-1 千葉県水道局の容量別貯水槽設置数

平成23年3月末現在						
容量	コンクリート	FRP	ステンレス	その他	合計	割合
1.0m ³ 以下	68	1,987	20	109	2,184	12%
1.0~3.0m ³ 以下	360	3,268	15	183	3,826	21%
3.0~5.0m ³ 以下	359	3,092	15	118	3,584	20%
5.0~8.0m ³ 以下	331	2,050	9	98	2,488	14%
8.0~10.0m ³ 以下	175	841	7	53	1,076	6%
10.0m ³ ~	910	3,676	66	321	4,973	27%
合計	2,203	14,914	132	882	18,131	100%

※ その他のうち306基は材質空欄。

表-3 各条件に適合する受水槽数

条件	各給水系統																				合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	-	20	11	-	11	66	-	1	1	-	-	23	2	1	30	0	18	19	12	215	
2	-	39	21	-	17	50	-	0	1	-	-	24	0	3	31	0	10	23	13	232	
3	29	-	-	5	-	-	3	-	-	40	10	0	-	-	-	-	-	-	-	87	
4	34	-	-	5	-	-	3	-	-	19	6	2	-	-	-	-	-	-	-	69	
5	-	5	1	-	0	14	-	0	0	-	-	0	1	0	10	0	0	2	2	35	
6	-	3	0	-	0	6	-	0	0	-	-	0	0	0	6	0	0	1	0	16	
7	3	-	-	1	-	-	0	-	-	8	0	3	-	-	-	-	-	-	-	15	
8	3	-	-	0	-	0	-	-	0	0	2	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
9	-	4	9	-	2	39	-	0	0	-	-	15	0	0	12	0	10	14	6	111	
10	-	13	12	-	4	17	-	1	2	-	-	11	0	1	23	0	6	10	4	104	
11	12	-	-	1	-	4	-	-	18	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	42	
12	18	-	-	0	-	2	-	-	16	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	46	
13	-	4	4	-	0	9	-	0	0	-	-	3	0	0	3	0	0	7	0	30	
14	-	1	0	-	0	4	-	0	0	-	-	0	0	0	3	0	0	0	0	8	
15	2	-	-	0	-	0	-	0	-	6	2	1	-	-	-	-	-	-	-	11	
16	0	-	-	0	-	0	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
計	101	89	58	12	34	205	12	2	4	108	33	13	76	3	5	118	0	44	76	1030	

1.ちば野菊の里、2.栗山浄水場、3.船橋給水場、4.柏井浄水場(東側)、5.柏井浄水場(西側)、6.園生給水場、7.幕張給水場、8.北総浄水場、9.成田給水場、10.福増浄水場、11.姉崎分場、12.市原分場、13.菅田給水場、14.大宮分場、15.千葉分場、16.北船橋給水場、17.北習志野分場、18.妙典給水場、19.松戸給水場、20.沼南給水場

2. 調査の概要

(1) 通常使用時の現地調査

0.4mg/Lの低減実施を想定した通常使用時における現地の受水槽への流入前、流出後の水質や流量等を計測し、残留塩素減少状況を調査する。

(2) 塩素0mg/Lへの減少到達調査

正月等の不在期間を想定した使用していない受水槽を利用して、0.4mg/L程度の水道水を注入後、0mg/Lまで減少到達する時間と水質を計測し、残留塩素減少状況を調査する。

3. 残留塩素減少式の選定

計画している16条件×2期の調査は、残留塩素濃度減少量に影響を与える因子として、特に水温および滞留時間に注目している。調査点数および期間から取得できるデータに限りがあり、調査した文献等で提案されている推定式を適用することは困難であると考えられる。

ここで、配水管路における残留塩素濃度の時間変化は1次反応速度モデルで表され、千葉県水道局でも各配水系統での推定式を定めている。配水管路における到達時間を受水槽の滞留時間に置き換えれば、受水槽における残留塩素濃度減少を推定できると考え、式(1)および式(2)を適用することとした。

$$C_{out} = C_{in} \times \exp(-k \times t) \dots \text{式(1)}$$

$$k = \exp(\alpha \times T_w + \beta) \dots \text{式(2)}$$

C_{in} : 受水槽流入側残留塩素濃度(mg/L)
 C_{out} : 受水槽流出側残留塩素濃度(mg/L)
 k : 包括残留塩素濃度減少速度係数(hr⁻¹)
 t : 受水槽内の滞留時間(hr)
 T_w : 水温
 α, β : 調査結果から求める係数

<調査データによる分析、解析方法>

- ①得られた流量データと受水槽有効容量を用いて、滞留時間(t)を求める。
- ②次に、残留塩素濃度減少が式(1)で表されると仮定し、包括残留塩素濃度減少速度係数(k)を求める。
- ③以上から得られた包括残留塩素濃度減少速度係数(k)実績値と、水温実測値(T_w)を用いて非線形回帰分析を行い、係数 α および β を推定する。

4. 実態調査(修正案)

(1) 現行(案)実施上の課題

冬期の予備調査の結果から、現行(案)を屋外で実施する場合の課題を検討した。

- ①屋外で実施する場合、機器の設置、機器の保護および電源確保等が困難なケースがあり、調査可能な受水槽が限定される。
- ②分岐工事等所有者の理解と説得に時間を要し、更に対象数が減少する可能性がある。
- ③分岐工事に伴う受水槽の清掃が必須となると、管理不十分な受水槽の調査ができない。
- ④予備調査の結果、冬期の清掃後の受水槽でも週末には0.2mg/Lの低減が認められた。水温の高い夏期は、更なる残留塩素濃度の低減が予想され、夏期についても予備調査を行って確認する必要がある。

(2) 夏期の予備調査

現行(案)を実施するには多くの課題があり、事前調査に要する期間等を考慮すると平成24年度の夏期に通常使用時の現地調査(A調査)を実施することは困難と考えられる。よって、夏期に予備調査を実施し、夏期における残塩消費量を検証すると共に調査方法についても一部改良し、今後の調査の進め方について再検討する。(資料2-2参照)

(3) 塩素0mg/Lへの減少到達調査(B調査)の修正案

- ①残留塩素濃度の測定方法を「連続測定」から「バッチ測定」に変更する。予備調査の結果から、残留塩素の低減割合は連続測定する程には急激に低下するものではなく、更に連続測定用の遊離塩素計の使用水量は約200L/日であった。調査期間は最短で14日間を見込んでいるため、調査期間中の水量減少は約2.8m³となる。受水槽容量を10m³としても水量減少が約3割と無視できない。
- ②調査位置を「流出側配管」から「受水槽内から流出側配管の採水が容易な箇所」に変更する。測定方法を変更することにより、流出側配管での採水が必須ではなくなり、分岐工事による管切断が不要となれば、所有者の了解を得やすいと考えられる。

2 夏期の予備調査（案）

【目的】

冬期に予備調査を実施した結果、比較的良好条件の現場にもかかわらず、水使用の少ない週末には受水槽内で最大0.2mg/Lの残留塩素の低減が見られたことから、水温の高い夏期には更なる残留塩素の低減が見込まれる。

そこで、夏期の予備調査を実施し、夏期における残塩消費量の検証をすると共に、調査方法についても一部改良し、今後の調査の進め方について再検討する。

【調査対象】

- (1) 調査場所: 千葉県水道局幕張庁舎地下1階受水槽
- (2) 有効容量: 15.25 m³
- (3) 材質: 地下式FRP製(平成5年)
- (4) 処理方式: 高度浄水処理(幕張給水場系)

【調査内容】

- (1) 調査項目: 水温、残留塩素濃度、流量
- (2) 調査位置: 図-1に示す受水槽流入側、流出側(冬期の予備調査と同じ位置)の他、流入側は近くの直結の給水栓、流出側はポンプの2次側の給水栓の計4箇所。流入側は、直結の給水栓で代用できれば管の切断が不要となる。流出側は、冬期の予備調査で圧力不足やポンプ起動時の圧力変動により、正常な測定ができないことから、ポンプ2次側の給水栓で代用できないかを検討する。
- (3) 調査方法: 上記の4箇所に遊離塩素計を設置し経時変化を測定(流量は水道メータ読値)
- (4) 調査時期: 最夏期(25℃以上)
- (5) 調査頻度: 連続1週間、残留塩素濃度は10min間隔、流量は1日1~2回。

【調査機器】

- (1) 残留塩素計 RC-31p-Q(S) TOADKK製

表-1 測定機器の仕様

測定機器	無試薬式遊離塩素計
測定方式	ポーラログラフ
測定範囲	0~2 mg/L
測定精度等	±2% F.S.
最小表示	0.01
選定根拠等	<ul style="list-style-type: none"> ・サイズがコンパクトで狭い現場に適する。 ・使用領域でスパン校正(DPD法)することにより精度確保が可能 ・乾電池で1200時間測定可能 ・1000データの保存可能

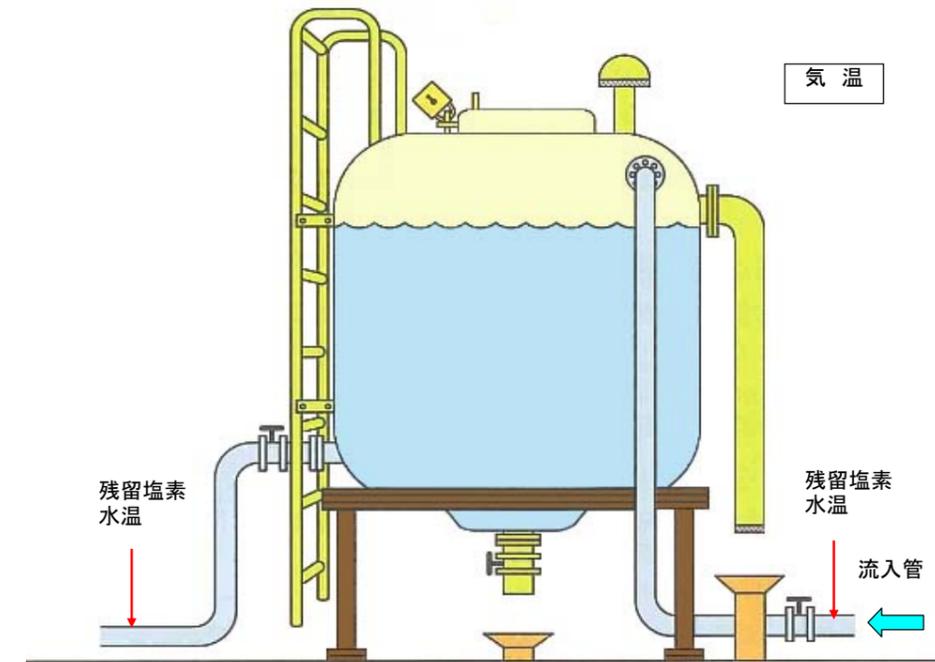


図-1 サンプル位置

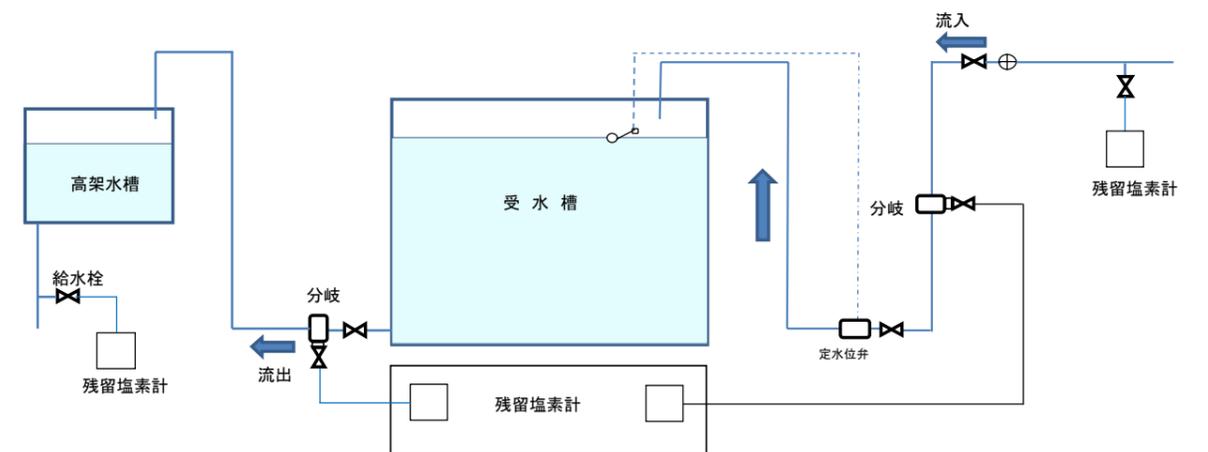


図-2 調査方法

3 塩素0mg/Lへの減少到達調査（B調査）の修正案

【目的】

正月等の不在期間を想定した使用済み受水槽を利用して、残留塩素0.4mg/L程度の水道水を受水槽内へ注入後、0mg/Lまで減少到達する時間と水質等を計測し、残留塩素減少状況を調査する。

【調査対象】

- (1) 調査場所: 1~10m³以下の1条件
- (2) 受水槽材質: FRP製の1条件
- (3) 受水槽水位: 有効水深範囲内の2条件
- (4) 浄水処理方式: 通常浄水処理または高度処理の1条件

【調査内容】

- (1) 調査項目: 気温、水温、残留塩素濃度
- (2) 調査位置: 図-1に示す受水槽内から流出側配管の間で、採水が容易な1箇所。マンホールから柄杓等で採取、ドレンバルブからの採取など。
- (3) 調査方法: ポータブル残留塩素計を用いて、採取した水の残留塩素濃度を測定する。
- (4) 調査時期: 最夏期(25℃以上)、冬期(15℃未満)
- (5) 調査頻度: 調査初期は1日2回(朝、夕)とし、残留塩素濃度の減少割合からその後の測定間隔を決定する。調査期間は2週間程度。

【調査機器】

- (1) ポータブル残留塩素計 (例) 堀場製作所製 CL-51

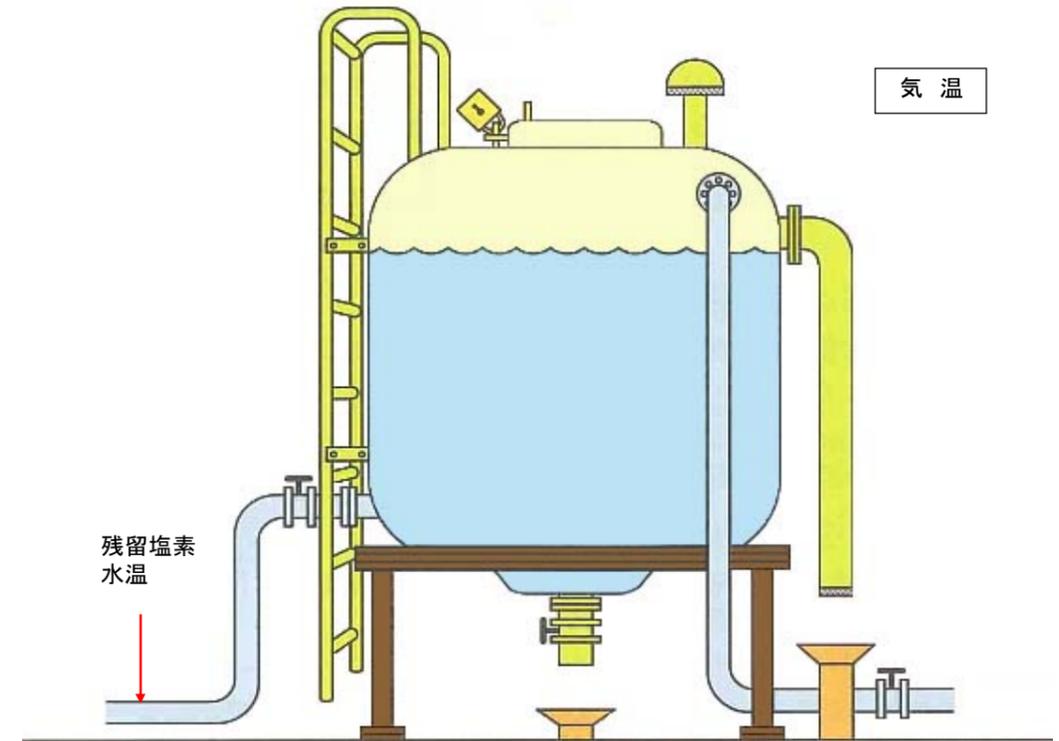


図-1 サンプルング位置

表-1 測定機器の仕様

測定方式	DPD吸光光度法
測定範囲	0~2.00mg/L
再現性	±0.02mg/L
最小表示	0.01

