

貯水槽給水における配水管への負荷軽減に係る技術的課題

奥野 遷 (新晃コンサルタント(株))

1. はじめに

近年、中層集合住宅において直結増圧給水方式の導入が多数見られるようになったが、50戸以上の大型中高層集合住宅やホテルのように一時的に多量の水を使用する建物、病院等の特定の建物、または常時一定の水供給が必要で断水による影響が大きい建物、及び例年、湯水が懸念される地域等では依然、貯水槽給水方式が最適であるとされている。従来、貯水槽給水方式は、建物内の使用水量のピークカットにて配水管への負荷を軽減する目的で設置を義務付けられてきたが、実際、ピークカットの機能を貯水槽が果たしているか否かは、使用水量等の10分単位での実態調査¹⁾や水道事業体の水圧測定や経験からの指摘にて、その機能を果たしていない実例の存在が明らかにされている。

本稿では、数事業体のご協力を得て、現状における貯水槽給水の給水弁（ボールタップ及び定水位弁）の口径と個数の実態を表1に示す既存の中高層集合住宅の給水申請書（給水台帳類）にて調査し、一定条件の元での受水槽への予測流入量を解析し、その給水弁の口径と個数の妥当性を、解析結果の予測流入量と後記の時間平均予想給水量及び受水槽内の水位変動値にて検討する。因みに、給水弁の口径等に関する配水管水圧に対応した算出基準は、大半の事業体において作成されていないと認識している。

表1. 受水槽給水 現状調査物件概要

戸数	引込口径 (mm)	メータ口径 (mm)	給水弁種類	同左口径 (mm)	同左個数	戸数	引込口径 (mm)	メータ口径 (mm)	給水弁種類	同左口径 (mm)	同左個数	戸数	引込口径 (mm)	メータ口径 (mm)	給水弁種類	同左口径 (mm)	同左個数
1	8	25	ボールタップ	20	1ヶ	20	18	40	ボールタップ	30	1ヶ	39	39	40	ボールタップ	25	2ヶ
2	12	50	ボールタップ	20	1ヶ	21	20	25	ボールタップ	20	1ヶ	40	39	40	ボールタップ	40	2ヶ
3	12	40	ボールタップ	20	1ヶ	22	20	30	ボールタップ	20	2ヶ	41	41	40	定水位弁	30	1ヶ
4	12	40	ボールタップ	20	1ヶ	23	20	40	定水位弁	30	1ヶ	42	44	40	ボールタップ	20	2ヶ
5	12	25	定水位弁	25	1ヶ	24	24	30	ボールタップ	25	1ヶ	43	45	50	定水位弁	40	1ヶ
6	12	25	ボールタップ	25	1ヶ	25	24	50	ボールタップ	25	2ヶ	44	46	40	ボールタップ	40	2ヶ
7	12	40	ボールタップ	25	1ヶ	26	24	40	定水位弁	40	2ヶ	45	47	40	定水位弁	40	1ヶ
8	12	40	定水位弁	30	1ヶ	27	29	40	ボールタップ	30	1ヶ	46	48	50	ボールタップ	25	2ヶ
9	13	25	ボールタップ	20	1ヶ	28	30	40	ボールタップ	25	1ヶ	47	49	40	定水位弁	40	2ヶ
10	14	25	定水位弁	25	1ヶ	29	33	50	ボールタップ	25	1ヶ	48	56	40	ボールタップ	40	1ヶ
11	14	40	定水位弁	30	1ヶ	30	33	40	ボールタップ	40	2ヶ	49	59	50	ボールタップ	20	2ヶ
12	15	25	ボールタップ	25	1ヶ	31	34	40	ボールタップ	40	2ヶ	50	63	50	ボールタップ	30	2ヶ
13	15	40	定水位弁	40	1ヶ	32	35	40	ボールタップ	25	2ヶ	51	66	50	ボールタップ	25	2ヶ
14	16	25	ボールタップ	20	1ヶ	33	35	40	ボールタップ	40	2ヶ	52	73	50	ボールタップ	25	2ヶ
15	16	40	ボールタップ	25	1ヶ	34	35	50	定水位弁	40	1ヶ	53	85	50	ボールタップ	50	1ヶ
16	17	25	ボールタップ	25	1ヶ	35	36	40	定水位弁	30	1ヶ	54	85	50	ボールタップ	50	2ヶ
17	17	25	定水位弁	25	1ヶ	36	37	40	ボールタップ	40	2ヶ	55	86	50	ボールタップ	30	2ヶ
18	18	25	ボールタップ	20	1ヶ	37	38	50	ボールタップ	25	2ヶ	56	90	50	ボールタップ	40	2ヶ
19	18	50	ボールタップ	25	2ヶ	38	39	30	ボールタップ	20	2ヶ						

2. 計算方法

計算の基本となる貯水槽給水方式における給水管内を流れる受水槽への給水量は、「給水装置データベース」²⁾や「建築設備設計基準」³⁾により、1日当たりの計画使用水量を使用時間で除した水量即ち、時間平均予想給水量とするのが一般的である。配水管の最低動水圧時における給水装置の各適正口径を演算し、給水弁から受水槽へ流入する『予想流入量』、『同流入量での給水弁における残存有効動水頭』、『1日での最長の流入継続時間』、『時間平均予想給水量』を解析する。損失抵抗値の算出の際に用いる流量算出公式等の計算諸条件は以下の通りである。

計算対象住戸・使用水量：一般ファミリータイプ、3.5人/戸、250L/人・日とする。

設計水圧：配水管の最低動水頭を20.0mAqとし、将来を考慮した設計値は18.0mAqとする。

管種の設定及び区間長：分水栓からメータまではPP管(6.0m)、メータ以降の埋設管はVP管(10.0m)、

給水弁直前の露出配管はVLP管(3.1m)として計算を行なう。

直管部の損失抵抗値算出方式：口径 50以下ではウエストン公式を用いる。

分水栓・弁・メータ等の損失抵抗値：機器メーカーの損失抵抗値を用いる。

継手類の損失抵抗値：直管長の20%として計算する。

給水弁（ボールタップ及び定水位弁）の吐水量：機器メーカーの吐水量値を用いる。

時系列使用水量：集合住宅における使用水量の時刻変化⁴⁾の値を基本とする。

3. 計算結果

前記の計算諸条件にて算出した結果を表2及び図1～5に示す。

表2. 受水槽給水 想定流入量・最長流入継続時間

[ボールタップ]							[ボールタップ]							[ボールタップ]									
戸数	給水弁口径(mm)	同左個数	同左流量(L/min)	同左残存有効動水頭(mAq)	最長流入継続時間(分)	時間平均給水量(L/min)	戸数	給水弁口径(mm)	同左個数	同左流量(L/min)	同左残存有効動水頭(mAq)	最長流入継続時間(分)	時間平均給水量(L/min)	戸数	給水弁口径(mm)	同左個数	同左流量(L/min)	同左残存有効動水頭(mAq)	最長流入継続時間(分)	時間平均給水量(L/min)			
1	8	20	1ヶ	48.9	5.09	5.5	9.7	28	30	25	1ヶ	95.7	9.54	10.6	36.4	53	85	50	1ヶ	219.1	8.67	40.0	103.2
2	12	20	1ヶ	53.9	6.25	7.5	14.5	29	33	25	1ヶ	98.4	10.08	11.4	40.1	54	85	50	2ヶ	311.4	4.19	9.2	103.2
3	12	20	1ヶ	53.5	6.06	7.6	14.5	30	33	40	2ヶ	200.0	4.08	5.6	40.1	55	86	30	2ヶ	170.9	5.08	80.0	104.5
4	12	20	1ヶ	66.9	9.24	6.1	14.5	31	34	40	2ヶ	200.0	4.08	5.8	41.3	56	90	40	2ヶ	249.9	6.88	11.7	109.3
6	12	25	1ヶ	59.9	3.71	6.8	14.5	32	35	25	2ヶ	149.7	5.76	7.9	42.5	[定水位弁]							
7	12	25	1ヶ	83.0	7.13	4.9	14.5	33	35	40	2ヶ	200.0	4.08	5.9	42.5	5	12	25	1ヶ	62.2	2.49	6.5	14.5
9	13	20	1ヶ	48.9	5.09	9.0	15.7	36	37	40	2ヶ	200.0	4.08	6.3	44.9	8	12	30	1ヶ	149.9	6.57	2.7	14.5
12	15	25	1ヶ	59.9	3.71	8.5	18.2	37	38	25	2ヶ	159.0	6.52	8.1	46.1	10	14	25	1ヶ	62.2	2.49	7.6	17.0
14	16	20	1ヶ	48.9	5.09	11.1	19.4	38	39	20	2ヶ	88.0	4.13	5.00	47.3	11	14	30	1ヶ	149.9	6.57	3.2	17.0
15	16	25	1ヶ	83.0	7.13	6.5	19.4	39	39	25	2ヶ	149.7	5.76	8.8	47.3	13	15	40	1ヶ	171.7	4.72	3.0	18.2
16	17	25	1ヶ	59.9	3.71	9.6	20.6	40	39	40	2ヶ	200.0	4.08	6.6	47.3	17	17	25	1ヶ	62.2	2.49	9.3	20.6
18	18	20	1ヶ	48.9	5.09	12.5	21.8	42	44	20	2ヶ	114.3	6.88	4.00	53.4	23	20	30	1ヶ	149.9	6.57	4.5	24.3
19	18	25	2ヶ	159.0	6.52	3.8	21.8	44	46	40	2ヶ	200.0	4.08	7.8	55.9	26	24	40	2ヶ	226.1	2.00	3.6	29.1
20	18	30	1ヶ	89.9	5.76	6.8	21.8	46	48	25	2ヶ	183.4	8.74	8.9	58.3	34	35	40	1ヶ	193.0	6.00	6.1	42.5
21	20	20	1ヶ	48.9	5.09	50.0	24.3	48	56	40	1ヶ	135.5	7.76	5.00	68.0	35	36	30	1ヶ	149.9	6.03	8.1	43.7
22	20	20	2ヶ	88.0	4.10	7.7	24.3	49	59	20	2ヶ	129.1	8.71	6.00	71.7	41	41	30	1ヶ	149.9	6.03	9.3	49.8
24	24	25	1ヶ	79.2	6.48	10.3	29.1	50	63	30	2ヶ	215.3	8.37	9.9	76.5	43	45	40	1ヶ	219.9	7.86	6.9	54.6
25	24	25	2ヶ	135.9	4.74	6.0	29.1	51	66	25	2ヶ	183.4	8.78	12.2	80.2	45	47	40	1ヶ	171.7	4.72	9.3	57.1
27	29	30	1ヶ	107.6	9.52	8.6	35.2	52	73	25	2ヶ	183.4	8.78	40.0	88.7	47	49	40	2ヶ	226.1	2.00	7.3	59.5

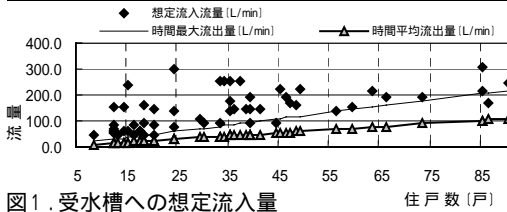


図1. 受水槽への想定流入量

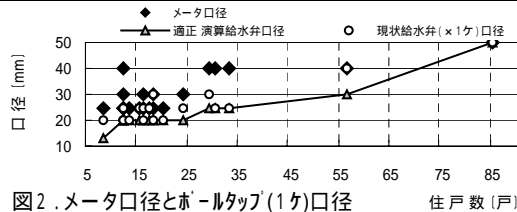


図2. メータ口径とボールタップ(1ヶ)口径

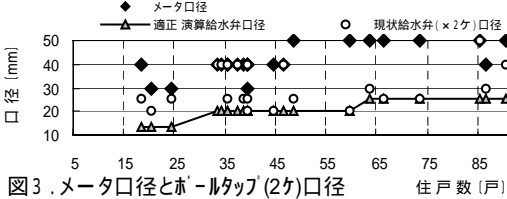


図3. メータ口径とボールタップ(2ヶ)口径

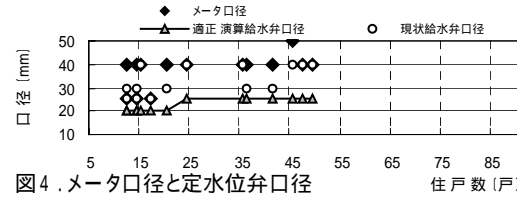


図4. メータ口径と定水位弁口径

4. おわりに

解析の結果、給水弁(ボールタップ及び定水位弁)からの受水槽への流入量は、設計基準となる『時間平均予想給水量』の1.9～10.3倍(平均3.9倍)、受水槽内の水の変動容量は、最大でも水槽実容量の3.8%、しかも、連続しての給水弁からの流入時間は、ボールタップにおいてはその大半が、また定水位弁においては全てが10分以下であり、大半の施設が明らかに受水槽本来の設置目的であるピークカットの機能を果たしていないと考えられる。

(前記の『時間平均予想給水量』の比は平均3.9倍だが、配水管の水圧が高いほどより大きくなる。)

今後、配水管や給水装置に様々な影響を及ぼす配水管での『息』の発生頻度・水圧変動範囲を減少させる必要がある。その発生要因の一つとして、給水弁の過大な口径と個数による過大な流入量が考えられる。従って、配水管の負荷軽減や資産価値を上げるためにも、給水弁の計算は配水管の水圧・口径、給水装置の口径・管長等に応じてシビアに検討し決定しなければならない。

[参考文献] 1)伊藤肇・佐藤光男・紀谷文樹：建物内給水システムが配水管に与える影響に関する研究(1991.10)

2)厚生労働省健康局水道課設置・運営 HP：厚生労働省給水装置データベース

3)(社)公共建築協会編集(国土交通省大臣官庁官庁営繕部設備課監修)：建築設備設計基準(平成14年版)

4)下田邦雄ほか：集合住宅の給排水負荷に関する研究 その2(1987.10)

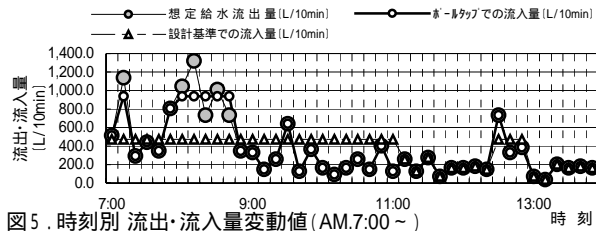


図5. 時刻別 流出・流入量変動値(AM.7:00～)

図5は、物件 38(39戸)において、集合住宅の時系列使用水量の10分単位での実測使用水量を基本としての『水量シミュレーション』である。