

計量範囲 (Q_3/Q_1) の合理的選択方法 (案)

1. 計量器をめぐる国際化の流れ

(1) 国際化の流れ

計量器の分野においては、経済活動のグローバル化・ボーダーレス化に伴い、国際機関である OIML (国際法定計量機関)、ISO (国際標準化機構) 等で計量器の技術基準の国際統一が図られてきた。また、国際規格・基準に基づいた二国間、あるいは多国間による相互認証制度の導入など、計量器の輸出入の円滑化に向けた取り組みが進展してきている。このため経済産業省は、水道メータなど計量器の技術進歩に応じた速やかな対応を容易にするとともに、国際整合化の推進を図るため、計量法の省令である「特定計量器検定検査規則」を改正した。

(2) 先進国の動向

水道メータの基本となる「計量範囲 (= R)」について、欧州諸国における OIML 国際証明書の取得状況の一部を下表に示す。このように欧州諸国においては、多様な計量範囲 ($R = 80 \sim 400$) の中から水道メータを選定できるようになっている。諸外国の水道メータを見ると、最近では ISO のクラス B ($R 80$ 相当) からクラス C ($R 100$ 以上) にレベルアップしたものが多くなっていることから、国内メータには新基準水道メータの安定供給とともに、今後は、更に製造技術を高めていくことが求められる。

製造業者 所属国名	計測原理	口径 (mm)	Q_3 (m^3/h)	Q_3/Q_1 (R 値)
イギリス	口-列-ピストン	20	4.0	80, 100, 160, 200, 250, 315, 400
フランス	Single-jet	25	6.3	100, 125, 160, 200
ドイツ	Single-jet	15	2.5	80, 100, 125
	Multi-jet	20	4.0	100, 125, 160

2. 新基準水道メータの性能

新基準水道メータの特徴は性能要件 ($Q_3, Q_3/Q_1$) の選択制にある。

- Q₃ : 正確に計量できる最大の流量で、定格最大流量という。
- Q₁ : 正確に計量できる最小の流量で、定格最小流量という。
- Q₃/Q₁ : 計量範囲 (Q_3/Q_1 の比 = R)

なお、従来メータの計量範囲は、国際規格の R80 に相当するが、小流量域における器差特性は R63 程度の実力と見られている。(資料3参照)

こうしたことから製造業者は、R80 以上の性能を確保するために計量器の主な構造部を抜本的に改良する製品開発が要求された。その一方で、我が国の実状として下ケースを再利用することがあり、水道メータの一部器種については経年使用による計量室の摩耗等が考えられるため、現状では R125 以上の性能の確保が難しいところがある。

資料4に平成21年12月現在、(独)産業技術総合研究所から型式承認を受けた新基準水道メータ製造業者(9社)の製品開発状況を示す。この表に見られるように、家庭用の水道メータについては、いずれの会社もR100で製品開発されている。

3. 計量範囲(Q_3/Q_1) = Rによる性能の比較

計量範囲(=R)の差による性能の比較のためには、R値向上による効果、耐久性、価格の3つの要素が考えられる。

(1) R値向上による効果

水道メータは Q_3 値(定格最大流量)が同一の場合、R値が大きいほど、より小流量域まで正確な計量が可能になる。したがって、計量範囲(R値)の選定に当たっては、一般的な使用水量の最小、常用、最大流量を考慮する必要がある。

大口径メータの場合、使用形態は多様で用途に応じて流量が大きく異なるため、使用形態に応じた機種を選定が特に重要になる。一方、家庭用水道メータの場合は、メータ口径と適正な使用流量範囲とは概ね一致する。このため、小流量域における器差特性と水道の使用実態調査結果とを重ね合わせることによって、計量範囲(R値)向上の効果を評価することが可能になる。

資料5に小流量域における器差特性と一般家庭における水道使用実態との関係を示す。この図に示すように、一般家庭用の水道メータにあっては、「実際に使用される流量範囲内において、計量精度を確保する」ということが、計量範囲の合理的な判断基準になると考えられる。

(2) 耐久性

1) 水道メータの代表的な計測原理とその概要

水道メータは、需要者が使用する水量を積算計量するための計量器である。計量方法には、流れている水の流速を測定して流量に換算する「流速式」と水の体積を測定する「容積式」に分類される。国内で使用されている水道メータのほとんどは流速式であり、その中でも羽根車式が一般的である。

接線流羽根車式

計量室内に取り付けられた羽根車が、接線方向からの水流によって回転する構造のもので、単箱式と複箱式がある。

単箱式は下ケースそのものが計量室のため、計量精度に大きく関わる。流入口に設けたノズルからの噴射水流によって羽根車を回転させる構造で、家庭用水道メータとして広く使われている。口径は13mmで、下ケースは2種類(100mmと165mm)ある。

複箱式はメータケース内に別の計量室(インナーケース)を設け、複数のノズルから噴射水流を与える構造のものをいう。主に、口径20mm以上の接線流羽根車式に採用されている。

軸流羽根車式

水の流れが羽根車軸と平行に通過することから軸流羽根車式と呼ぶ、別名「ウォルトマン」と呼ぶことがある。「たて形」と「よこ形」の2種類がある。

たて形はメータ内の水流が下方から上方に流れ、垂直に取り付けられた螺旋状の羽根車を回転させる構造のものをいう。圧力損失はやや大きい、小流量から大流量までの広範囲の計量に適している。

2) 耐久性の評価

計量法(省令)の型式承認制度では、下表のとおり促進耐久試験方法を定め、通常より厳しい流量条件のもとで短期間の内に耐久性を確認する方法をとっている。水道メータ製造業者には、水道メータの本格的製造に先駆けて、この試験に合格することを義務付けている。

区 分	試験方法	合格条件
Q ₃ が 16m ³ /h 以下 「断続通水試験」 + 「連続通水試験」	Q ₃ 15 秒、停止 15 秒を 1 0 万回繰り返す。 Q ₄ 連続 100 時間	・耐久試験前後の器差変動が、 Q ₁ - Q ₂ で 3%以下 Q ₂ - Q ₄ で 1.5%以下 ・耐久試験後の器差が、
Q ₃ が 16m ³ /h 超 「連続通水試験」	Q ₃ 800 時間 + Q ₄ 200 時間	Q ₁ - Q ₂ で ± 6%以下 Q ₂ - Q ₄ で ± 2.5%以下

また、東京都と広島市は新基準水道メータの採用にあたり、お客様の使用実態に近い流量で、その積算流量をメータの有効期間 8 年間分相当量とした試験条件によって長期間の耐久性を確認する「加速通水試験」を行い、新基準水道メータの耐久性に問題のないことを確認している。(参考資料参照)

口径	メータ 個数	Q ₃ /Q ₁ (R 値)	流 量		合格条件
			試験流量 (m ³ /h)	積算流量 (m ³)	
13 ショート	1 5	100	0.8	8,160	・耐久試験後の器差が使用 公差の範囲内であること。 Q ₁ - Q ₂ で ± 10%以下 Q ₂ - Q ₄ で ± 4%以下
13 ロング	1 2	100	0.8	8,160	
20	1 2	100	1.6	16,320	
25	9	100	1.8	18,240	

3) 修理メータへの対応

計量法の特定計量器として取り扱われる水道メータには、法によって検定後 8 年間の有効期間が定められている。

全国の水道事業体では、省資源・省エネルギー及びコスト削減の観点から、有効期間が満期を迎え回収された水道メータの下ケース部分のみを再利用し、新品の計測・表示機構を取り付け、新品と同様に全数検定を行った水道メータを修理メータと呼んで使用している。

平成 21 年 12 月現在、(独)産業技術総合研究所から型式承認を受けた新基準水道メータ製造業者(9社)を対象に本会が実施した調査結果は次のとおりである。

従来下ケースであっても $Q_3/Q_1(R) = 100$ に対応することは、基本的には可能である。

13 mm水道メータは下ケースそのものが計量室になっているため、経年使用による計量室の摩耗等によって検定合格率が低下するおそれがある。

13 mm水道メータのノズル径 10.7 の下ケースは、圧力損失の基準に適合しないため使用できない。

(3) 水道メータ価格への影響

新基準水道メータの大きな特徴は、器差の検定公差 $\pm 5\%$ 域である定格最小流量(Q_1)から転移流量(Q_2)までの範囲が狭められ、計量の正確性がより求められる規定になったことである。こうしたことから、製造業者はR80以上の性能を確保するために水道メータの主な構造部を抜本的に改良する研究開発が必要になった。また、器差検定流量が「任意の2点流量」から「固定の3点流量」なるうえ、流量点は大流量域、小流量域ともに広がることから検定時間が大幅に増加することである。

これら基準改正に伴う価格上昇要因が、水道メータ価格にどう影響を与えるかの調査を行った。その結果、価格を構成する研究開発費、設備償却費、材料費、検定経費、製造費等の全体に影響を与えるというのがメーカーサイドの共通した見解である。

また、計量範囲(R100, R80)の違いによる価格差については、変わらないという回答と、変わっても1~2%程度との回答であった。

4. 計量範囲($Q_3/Q_1 = R$)選択の例

水道事業者には、製造事業者間の適正な競争性を確保して、安価で高品質の水道メータを調達するという目的がある。

水道メータの計量範囲については、R値向上による効果、耐久性、価格等を総合的に検討し、水道事業者が合理的な流量範囲を選択することになるが、参考としてその一例を表-1に示す。

補足説明 定格最大流量(Q_3)の選び方

日本工業規格(JIS B 8570-2 第2部:取引又は証明用)において、「定格最大流量の数値 Q_3 は、立方メートル毎時(m^3/h)で表示し、次に示す数列から選ばなければならない。」と規定されている。【 1.0, 1.6, 2.5, 4, 6.3, 10, 16, …… 】

口径別の Q_3 値については、国内で長年の使用実績をもつ団体規格(JWWA等)などで定める流量基準に近似した数値を、JIS B 8570-1(第1部:一般仕様)附属書B(参考)に代表例として示している。その数値を下記に示す。表-1の Q_3 値は、この代表例の数値を準用した。

《 13 mm 2.5 m^3/h , 20 mm 4 m^3/h , 25 mm 6.3 m^3/h 》

平成21年12月現在、産業技術総合研究所から型式承認を受けた新基準水道メータ製造業者(9社)について本会が実態調査を行ったところ、口径40 mm以下の一般的な水道メータについては、いずれの会社もJIS B 8570-1(第1部:一般仕様)附属書B

(参考) どの値で製品開発・製造されることが確認できた。なお、欧米諸国においても小口径水道メータの Q_3 数値は同様である。

表 - 1 R 値選択の例

口径 (mm)	種類	性能		選択理由
		Q_3 (m^3/h)	Q_3/Q_1 (R 値)	
13	接線流 羽根車式 (単箱型)	2.5	100	R 80, R 100 のいずれも、 Q_1 (定格最小流量) の値が一般家庭における水使用実態の最小流量とほぼ一致し、その性能に大差がない。 しかし、R 100 は R 80 と比べて精度がより高く、価格にほとんど差がないことを考慮して R 100 を選択した。 なお、単箱型は修理メータへの適合性 ^(注) について注意が必要である。
20	接線流 羽根車式 (複箱型)	4	100	R 80, R 100 のいずれも、 Q_1 (定格最小流量) の値が一般家庭における水使用実態の範囲内にある。 R 100 は R 80 と比べ、より効果的な計量精度の確保が可能になることから R 100 を選択した。
25		6.3		

(注)

修理を何回も繰り返し多年にわたり使用することは、修理時における研磨作業等の処理工程により計量性能の劣化につながるため、適切な使用年数(一般的には3検定有効期間にあたる24年)となるよう考慮する必要がある。