

神奈川県企業庁 正 綱野信重
日大生産工学部 金井昌邦

1. 緒言

急速の過における損失水頭は、最適の過地の運転計画に、継続時間の予測や過層の状態を知るうえで、極めて重要であり、過地競争の指標とされている。しかしながら過地競争前の損失水頭は急速の過時代からの過渡と考えるべきものから決定され、理論的であるとはいえない。

実際の過地運転においても必要に応じて過速度を変更することもあり、全損失水頭と材粒のみによる損失水頭の関係や過地競争サイクルの考え方についても基本的に検討する必要があると考える。

近年の急速、高速の過時代の初期損失水頭は一般に全損失水頭に対して10ないしは20%以上となっており、これを無視して過地を運転してゆくことは誠に不可解なことを言わざるを得ない。これにはまず、初期における損失水頭とあらゆるリスド求め、過層材のみの損失と、過層の押起に伴う損失を整理したうえで、実際の損失水頭を理論的に解明し、これを基礎として過地運転の指標づくりをしなければならぬと考える。本報においては、このような背景のもとに既存の理論式に基礎を加え、以下に述べる基本式を紹介するものである。

2. 損失水頭式に対する考察

過層を押起していない競争層の損失水頭を表わす式には、Fair-HatchやLevaの式があるが、過地の過渡と毛細管の類似としていたため、損失水頭計算値に類似性はあるが実際的には理解しにくいものがある。

Fair-Hatch式ではReynold's numberが、過層中の流体挙動を知るうえで重要な1.0前後で使い分けるなど、式の取扱いや相違誤差が生じやすい経験率 ϵ が4般とされている点などが問題と考える。従ってFair-HatchやLeva式は、いずれも実際上、手近な式とはいえない。それは経験率 ϵ の決定法であり、最も不可解なのは形状係数 α や、材の代表径 λ についてである。このような観点に立ち、過地競争や過地の一般式について取捨選択し、この点についても明確にしてゆく必要があると考える。

それは経験率 ϵ の決定法であり、最も不可解なのは形状係数 α や、材の代表径 λ についてである。

このような観点に立ち、過地競争や過地の一般式について取捨選択し、この点についても明確にしてゆく必要があると考える。

3. 損失水頭の実験値

Fig.1は急速の過の時間経過に伴う、過速度の変化に対する過損失を示したもので、四曲線a, b, c, dのうち、曲線aは過を開始した時点の初期損失であり、その後時間経過に従って、曲線b, c, dへと損失水頭が上昇してゆく状態を示している。

曲線aの過速度別、初期損失水頭曲線によると、急速の過では一般に過速度 ≤ 150 m/dとした場合、その時の過損失水頭が28cm(全損失水頭20%で競争の指標として14%)、高速の過および過速度 ≤ 200 m/dとした場合は45cm(全損失水頭20%で競争の指標として23%)となり、過速度の上昇に伴い、材そのものの損失水頭の割合が増大する。従って、過速度が高速化するにつれ全損失水頭中の過層押起分による損失の割合が減少してくる。競争時の損失水頭の指標は、このベースとなっている過の初期損失水頭と全損失水頭から差し引いた損失水頭

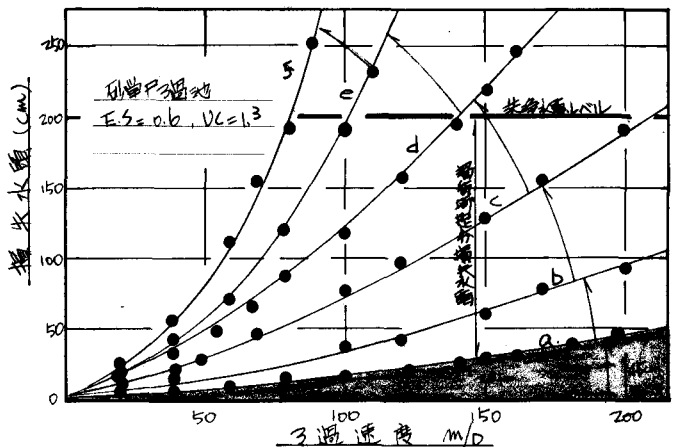


Fig.1 過速度変化に伴う損失水頭実験

で濁流量や、競争時の損失水頭に対する議論を展開すべきで、逆洗の認識を理論的に整理する必要がある。

Fig. 2は、同容量の Anthracite 3材 ($E_s=1.4, U.C.=1.4$ 層厚 $L=0.6m$) を圧縮した3層と膨張させた3層とに分けて3週を行い、経時的に両者の損失水頭と比較したものである。これより3週開始後50Hrs前後を境にして両曲線が交差している。従って損失水頭に与える支配的な因子は、0~50hrs前後までは3週の層厚が、50hrs後からは圧縮層の損失水頭が膨張層の損失水頭を上回るため、この間については3層表面の3率が大きく関与していると考ええる。この一例から一般に、初期では層厚が、そして一定時間経過後には表面3率が損失水頭に支配するものと考ええる。

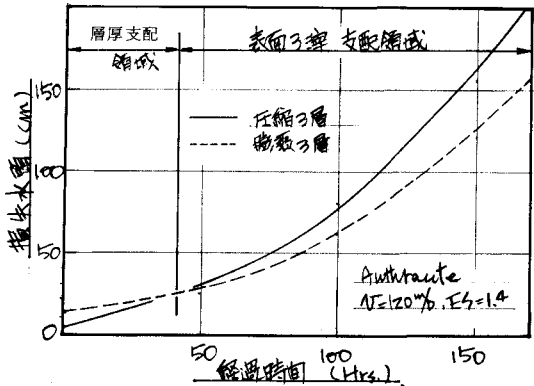


Fig. 2 損失水支配因子の経時変化

4. 損失水頭式の試算

3材中の空隙を通して流れる系の経路は多くの障害物によりきわめて複雑なものと考えられる。これを R_h なる動水半径 (Hydraulic radius) を持った1本の系管と仮定し、流速速度式を基本とした Stokes の法則と3材の形状係数: $\alpha(\varepsilon)$ で補正した本式は理論的に構成された一般式と考える立場が、より自然とする根拠が多いと思われる。従って、急速3週における損失水頭: ΔP は、

$$\Delta P = 18(1-\varepsilon) \cdot \frac{1}{\alpha^2(\varepsilon)} \cdot \mu L V$$

3材空隙率: $\varepsilon=0.47$, 3材粒子代表径: $\chi=0.6 \times 10^3 (\mu m)$, 3材の形状係数: $\alpha(\varepsilon)=8.62$

水の粘性係数: $\mu=0.9113 \times 10^{-4} (kg/m \cdot sec)$, 3層厚: $L=0.6(m)$, 3週速度: $V=1.73 \times 10^3 (m/sec)$

上記計算結果から、損失水頭: $\Delta P=0.29m$ を得るが、実験と比較して若干大きい値となった。これから代入値のうち、空隙率: ε の測定値については Table 1 の値とし、3材粒子の代表径については便宜的に有効値とした。

又、3材の形状係数: $\alpha(\varepsilon)$ については、各分野において必ずしも統一されたものではないが、比表面積形状係数 $\alpha(\varepsilon)=\alpha_s(\varepsilon)/\alpha_n(\varepsilon)$ を用いた。ここで言う $\alpha(\varepsilon)$ は面積形状係数 2.93, $\alpha_n(\varepsilon)$ は体積形状係数 0.34 を言う。

5. 結論

Fair-Hatch や Reva 式と本式の3式について実験と比較し、いずれも若干大きな値を示すが、本式については、形状係数: $\alpha(\varepsilon)$ や3材の代表径: χ を集中的に検討を加え実験に即したものに修正してやきたいと考ええる。

本研究の結果、経時的に損失水頭に対する単純化した因子が推定され、全損失水頭について、3材ベースの損失水頭と濁流摩擦分による損失水頭とが整理された。従って、将来的には濁流摩擦分の損失水頭の χ をとらえ、3週と流入原水の濁度、濁度など諸条件をモニターし、3週と濁流摩擦分とを決定することも可能と考ええる。3週と他の競争と対比的に実施することは浄水場全体の運営を計画的なものとし、公には経済的な効果をも、もたらすものと考ええる。

<参考文献>

- 1) 金井・細野・小野田, 濁流3週の実験的考察, 土木学会 34回 年次学術講演会講演概要集 P329.
- 2) 日野・小野田・細野・斎藤, 不況下での濁流3週と3週時の水質, 第30回全国水道研究発表会講演集 P384.
- 3) Fair/Geyer/Okun, Water and Wastewater engineering volume 2 P57-1 ~ P57-49
- 4) John R. Baylis, Oscar Gullons and H.E. Hudson, Jr. Water Quality & Treatment P243.