

II-464 ろ過電位の応用性と要因分析

神奈川県企業庁水道局 正員 網野 信重
 神奈川県企業庁水道局 菅野 恭彦
 日本大学生産工学部 正員 金井 昌邦

1. はじめに

浄水工程の主要なプロセスとなっている、凝集沈殿+急速砂ろ過方式のうち、急速ろ過の運転管理について、本システムが開発されて以来、基本的な改善がなされていない。急速ろ過池の運転管理については、濁質の総量が支配する損失水頭や継続時間を指標として管理され、末ろ水の水質変化までは吟味されていない。筆者らは、ろ過池の効率的かつ適正な運転を目指し、界面動電現象のうち流動電位に着目し、かねより実験を継続しているが、研究室とは別に実際池における電位が発生することを確認している。これを「ろ過電位」と称し、実験ろ過筒における電位の定性的な傾向は過去に報告したところであるが、本報は、浄水場内の実施施設におけるろ過電位の変動あるいは規則性を測定した結果である。また、ろ過電位に影響を与える因子について、これまでの基礎実験との対比を検討したものであり、それによって得られた知見を紹介するものである。

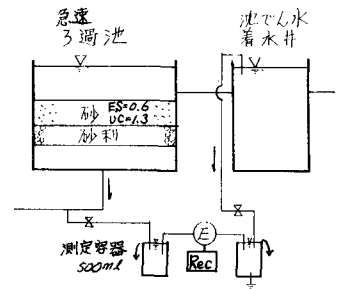


図-1

2. 実験方法

実験は、神奈川県のS浄水場において、図-1のようなフローにて実施した。電位の測定は、池でん処理水を原水側とし、ろ過水との電位差を測定した。ビーカー（500ml）への導水はVφφ10により採水を定量化させるとともに、オーバーフローさせ試験水が常に循環状態にあるようにした。このビーカーへ直接、電極（飽和甘汞電極 HS-205C）を設置し、電位の測定は、レコーダによる連続自動測定とした。また、水温も同時に連続自動測定を行なったが、別にのべる理由により途中で中止した。実験ろ過筒においては、ろ層前後の筒内に電極を直接挿入して電位を測定したが、今回のようにビーカーへ設置した理由は、運転されているろ過池に、電極をろ過池あるいは流出管への直接の挿入は不可能であると判断したためである。このため、実験ろ過筒と比較すると、電極の環境において損失水頭差が今回の実験では $4H_L = 0\text{ cm}$ になっているのが以前との相違点である。また、実験は原水側ビーカーよりアースを取り、原水とろ過水の電位差を測定したものである。

3. 結果及び考察

流動電位は、均一な細管として誘導された Helmholtz-Smoluchowski 式より、次式で表わされる。 $E = PD\zeta / 4\pi\kappa\mu$ (1) E : 流動電位, P : 圧力, D : 誘電率, ζ : ゼータ電位, κ : 粘性係数, μ : 比電導度 (CGS単位)。 (1)式では、圧力に比例して電位 E は変化する。これは、これまでの基礎実験において、損失水頭が上昇すればろ過電位も上昇する「ろ過速送り」の形で確認されている。今回の実際池での測定においては、電位測定電極を直接水圧のかからないビーカー中に設置している。これは、測定法上汎用性を考慮しての結果であり、測定値に支障を及ぼすものではないと考えられるためである。

実際池におけるろ過電位の変化を、水温、凝集剤注入率、塩素注

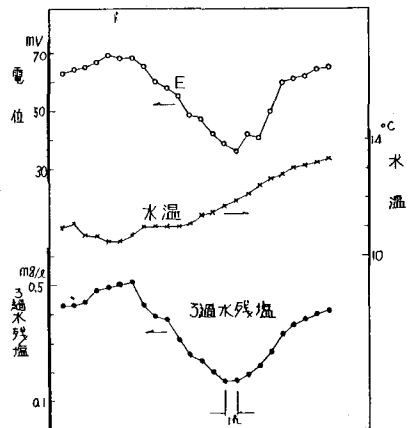


図-2

入率(前塩素),ろ過速度,ろ過水残留塩素濃度など,さまざまな項目と比較してみた。しかし,相関性を示すものは限られるようである。図-2は,ろ過電位の短期的傾向として,1日の電位変化とろ過水残留塩素濃度は非常に相関しているが,水温についてはほとんど相関していない。これは,短期間にはろ過水中に存在しているイオンの量による電位変化が大きな要因であり,1日の水温差による粘性等の変化にはあまり影響されにくいものと思われる。また,ろ過水中に含まれるイオンの中では,塩素イオンがろ過水残留塩素量に伴ない増減すると考えられる。このため,原水側がアースされているため,ろ層を通過するイオンの量の多い時ほどろ過電位が高く示される。イオンとしては,現用の浄水工程からは塩素イオンが主な要因と考えるのが妥当である。図-3及び図-4は,水温の上昇時と下降時のろ過電位と水温を比較したものである。 E_{max} とは,電位の日周変動のなかで最大電位で, E_{min} は逆に最小電位である。水温は9時の水温とし,ろ過電位の長期的な傾向をみたものである。これによるとろ過電位は,短期的な傾向では相関がみられなかった水温に対し,長期的な傾向では相関性がみられる。これは,水中のイオンの動きが水の粘性,誘電率など,水温による影響を受け,総合的な変化として表われるためと思われる。つまり,ろ過電位は塩素イオンに関係するろ過水残留塩素には敏感に反応を示すが,水温については全体的な傾向として表われるため,長期的にみれば相関性がみられるものと考えられる。また,逆流時にはろ過時とは異なった電位変化を示している。これは,ろ過水が当該実験ろ層を通過した水ではなく,構造上他のろ過池のろ過水が逆流するため,水中のイオンの状態がろ過時とは異なるためと考えられる。これらにより,ろ過電位の変化は水中のイオンだけではなく,構造上あるいは水流の状態によっても影響を受ける。その具体的な理由として考えられることは,

1. 電位の原因となる主たるイオンが,その電位の定義にある拡散的対イオンのろ過による機械的攪乱により,一部が拘束をはなれたことによりその電位が変化した。
2. 上記主イオンが,ろ過により濃度変化した。(ろ過に捉えられた。)
3. ろ過から逆にイオンが離れたことによる影響。 などである。これは,イオンの量やろ層の状態によっても変化するろ過の複雑なメカニズムを象徴している。ろ過電位は,イオンの動きによる測定されるということは,"ろ過速り"に適用してもイオン量の増減ということでも説明できる。つまり,ろ層を通過するイオンの量やろ層自体の表面状態(荷電分布の状態など)を,ろ過電位によって示すことが可能であると考えられる。これにより,ろ過池の効率的な運用も可能になるものと期待される。

4. おわりに

今回の実験において,実際に運転されているろ過池においても,ろ過電位が測定できることを確認した。今後は,ろ過電位に与える影響項目を整理し,ろ層の状態やイオンの状態なども含めて,ろ過のメカニズムを,ろ過電位を通して解明して行きたい。

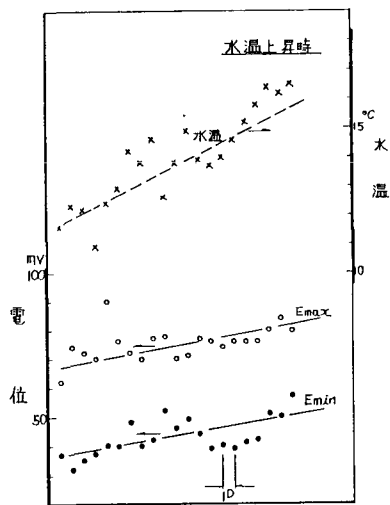


図-3

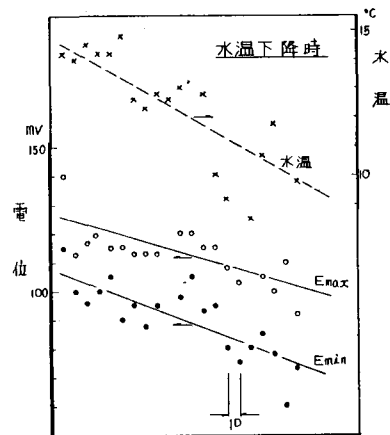


図-4