

< 研究発表 >

加圧空気を用いた膜損傷検知のフィールド試験結果報告

Field test of detection system of a broken membrane by Pressure hold test

川満昭範、井上公平¹、本山信行、三塚康史²、能宗良行、野中規正³

1 富士電機アドバンステクノロジー㈱、2 富士電機システムズ㈱、3 ㈱水環境総合研究所

Akinori Kawamitsu, Kouhei Inoue¹, Nobuyuki Motoyama, Yasuhumi Mitsuzuka²,

Yoshiyuki Nousou, Norimasa Nonaka³

1 Fuji Electric Advanced Technology, 2 Fuji Electric Systems, 3 Water Environment Research Institute

Key Words: membrane filtration, broken membrane, pressured air, pressure hold test, detection system

1. はじめに

現在、上水分野では、耐塩素性の病原性微生物対策として、膜処理が普及しつつある。このような膜ろ過システムにおいて、膜処理水の信頼性確保のための膜損傷検知技術を確認することは重要である。

著者らはこれまで、ろ過水中の微粒子濃度の連続監視技術と、加圧空気を用いた膜損傷検知システムを開発してきた。今回、定期的に加圧空気による損傷検知試験を行い、①損傷膜検知の安定性(本論文では、正常値/異常値=S/N比として、その安定性を評価)と、②運転中の膜ろ過差圧へ与える影響の2点を調べることを目的に、地下水を原水として、半年間のフィールド試験を行ったので、その結果を報告する。

2. 膜損傷検知の原理

今回、膜損傷検知は、圧力保持試験によって行った。圧力保持試験は、膜の1次側に100kPaの空気を満たし、2次側を大気開放状態にすることで、膜の損傷を検知する。膜の細孔から空気が流出するには、細孔の毛管吸引圧力以上の圧力が必要なので、膜が正常な場合、1次側の圧力低下はほとんど無い。しかし、膜に損傷がある場合、損傷部からの空気の流出により、1次側の圧力は大きく低下する。そこで、1次側への空気の供給を止めた直後と、3分後の1次側圧力を比較し、その低下量で膜の損傷を検知する。

3. 実験装置

本実験に用いたろ過膜の仕様と運転条件を Table. 1、フローを Fig. 1 に示す。本装置は、内圧式中空糸膜を約1万本束ねた膜エレメント2本を、水平設置された圧力容器に収めたモジュール構造である。

Table. 1 膜の仕様と運転条件

膜の種類	MF(公称孔径 0.03 μ m)
膜材質	ポリエーテルスルホン/ポリビニルピロリドン
膜形状	内圧式中空糸
中空糸寸法	内径 0.8mm、長さ 1.5m(1 エレメント)
有効膜面積	70m ² (35m ² ×2)
中空糸本数	約2万本(約1万本×2)
ろ過方法	全量ろ過方式
ろ過流速	5 m ³ /(m ² ・d)

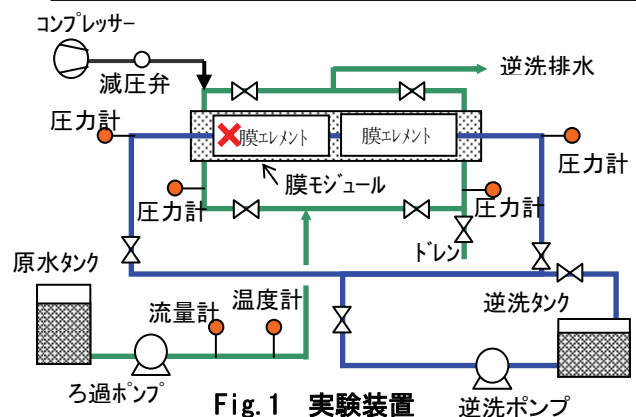


Fig. 1 実験装置

4. 実験方法

損傷検知の安定性の調査では、1本の中空糸を切断した損傷膜エレメントを準備し、試験期間中に3回、正常膜エレメントのうち1本をこれと交換して圧力保持試験を行い、1次側圧力の低下量のS/N比を比較した。

ろ過運転中の膜差圧への影響調査は、原水濁度が安定している時の圧力保持試験導入前後における膜差圧の平均値を比較した。圧力保持試験は、週1回の頻度で行った。

5. 実験結果と考察

5.1 圧力保持試験の安定性

Table.2に、試験期間中の正常膜と損傷膜の、圧力保持試験中の1次側圧力の圧力低下量と、S/N比をまとめた。S/N比は常に10以上あり、膜の損傷を容易に検出できることを確認した。

時間の経過とともに、S/N比が減少しているが、これは正常膜の1次側圧力の低下量が上昇していることによる。

Fig.3に、正常膜における、3分間の圧力低下量の変化を示す。また、期間中の原水水温の変化も併記する。経過日数とともに、正常膜の3分後における圧力低下量が増大する傾向が読み取れる。この原因は検討中だが、原因の一つとして、1次側の空気が、膜面に付着している水により冷却されたため、その圧力が低下した可能性が考えられる。ただし、この増加傾向は1次側の圧力(100kPa)に対し、十分に小さく、膜損傷検知の安定性に大きな影響を及ぼすほどではない。

5.2 定期的な圧力保持試験導入によるろ過運転への影響

Fig.4は、定期的な圧力保持試験導入前後の膜差圧と原水水温と濁度の変化である。

原水濁度が安定している状態における膜差圧の平均値は、圧力保持試験導入前は41.8kPa、導入後は45.3kPaで、3.5kPa上昇した。これは、圧力保持試験導入直後に原水濁度が上昇したことによるものと考えられる。その後は安定して推移しているため、定期的な圧力保持試験は、ろ過運転に対し大きな影響がないことを確認した。

6. まとめ

今回のフィールド試験により、膜損傷検知のS/N比は、試験期間を通し常に10以上あり、膜損傷検知が容易に行えることを確認した。

また、定期的な圧力保持試験の導入後も、膜差圧は安定して推移しており、ろ過運転への影響は少ないことが明らかになった。

今回の実験により、定期的な圧力保持試験を組み込んだ膜ろ過システム構築の目処をつけることができた。

今後は、さらに研究を進め、より安定した膜損傷検知システムの開発を進めていく予定である。

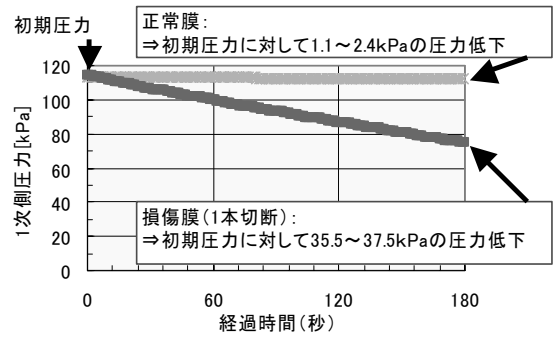


Fig.2 3分間の1次側圧力の経時変化

Table.2 3分間の1次側圧力低下量

	開始時	75日後	165日後
正常膜	1.2 kPa	1.4 kPa	2.1 kPa
損傷膜	37.2 kPa	37.9 kPa	36.3 kPa
S/N比	31.0	26.5	17.1

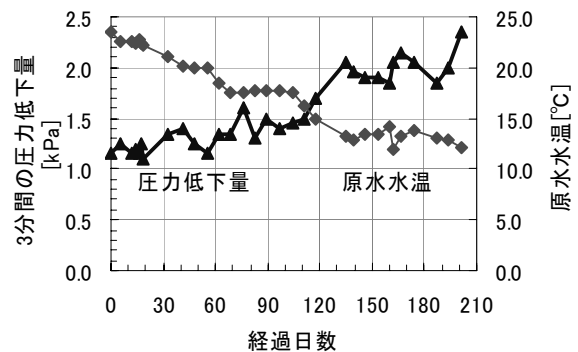


Fig.3 正常膜の測定値の変化

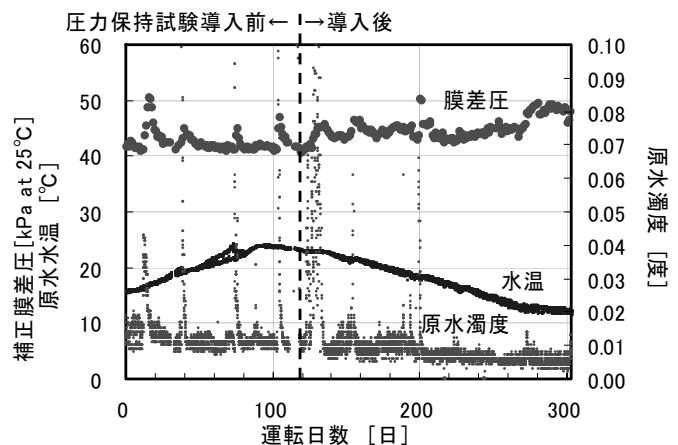


Fig.4 膜差圧への影響