

<IWA/ICA2005 報告>

Session 9-2

Monitoring & control of water distribution network

山中 理 *

株式会社 東芝 社会システム開発部

Osamu Yamanaka *

Social-Infrastructure System R&D Department, TOSHIBA Corporation

はじめに

6月1日の午前に行われたSession 9-2の概要について報告する。本セッションは、浄水場の配水ネットワークの制御と監視に関するセッションであった。本セッションでは、最適な配水運用に関する発表 1 編、水質リスク管理に関する発表1編、配水管路網の監視に関する発表 1 編、および配水管の腐食防止制御に関する発表 1 編の計 4 編の発表があった。

1. Optimal Control of Water Distribution (USA)

B. Hill, S. Conrad, H. Kidder, and R.Riddle

米 国 サ ン デ ィ エ ゴ の San Diego Water Department(SDWD) の最適化グループが、コンサルタント会社の協力の下で以下の2つの性能目標を達成することを目的として運用の最適化を実施した実績紹介の発表であった。一つの性能目標は、配水量が足りない場合に SDWD が San Diego Country Water Authority (CWA)から購入している水量を減らすと同時に、配水量が余剰の場合には CWA に売る水量を増やすことによって、実質的な水購入量を削減することである。もう一つの性能目標は、電力のピーク消費量を夜間などにシフトすることによる電力消費量の削減とエネルギー消費の最小化によって年間のエネルギーコストを削減することである。この2つの性能目標を達成するために、運転最適化システムを開発し、配水運転の最適化を図った。運転最適化システムは、①ニューラルネットワークを用いた需要予測システム、②最適化法を用いて水の売買量と配水量を決定する配水解析システム、③エネルギーコストを最小化する様にポンプ・バルブの運転スケジュールを最適化するポンプ・バルブ最適化システム、④複数の運転シナリオの比較や各種スケジューラの運転の正しさをチェックするための配水システムシミュレータ、⑤エネルギーコストスケジューラ、⑥予測システムや最適化システムからの情報から運転計画をたてる運転スケジューラ、などの機能からなる。この運転最適化システムを実際に利用することによって、論文発表時

点までの実績より、年間水購入コスト\$750,000 の削減と、年間エネルギーコスト\$700,000 の削減効果が見込まれるとのことであった。

2. Study on the Introduction of HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) Concept of the Water Quality Management in Water Supply Systems (Japan)

H. Yokoi, I. Embutsu, M. Yoda, and K.Waseda

食品・医薬品製造における衛生管理手法である HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Point)の考え方を水道水質管理に適用する場合の手順と運用方法について検討した結果の発表であった。本発表では、HACCP を水道水質管理へ導入する場合の手順と運用システムを提案し、また、HACCP の導入により期待される効果と水道水質管理への HACCP 導入を普及させるための課題を整理している。

まず、食品製造で用いられる HACCP と比較して、水道水質管理で用いる HACCP で考慮すべき点として、(1)原料品質＝原水水質の変動、(2)水処理－供給の連続性、(3)対象危害の多様性、の 3 点を指摘している。そして、これらを考慮して HACCP を導入するために、危害分析方法、CCP(Critical Control Point)の設定方法、CL(Critical Limit)の設定方法、などを具体的に示し、水道水質管理における HACCP システムの機能構成を提案している。また、発表者は、水道水質管理に HACCP を導入することにより、期待される効果として、水質変化や事故への迅速な対応とアカウンタビリティの向上を挙げている。また、この手法を普及させるためには、検証のためのケーススタディの導入、様々な水処理プロセスへ HACCP を導入するための支援ツールの開発、トレーサビリティ確保のための解析ツールの高度化、などが必要であるとしている。

3. Failure Monitoring in Water Distribution Networks (Sweden/Australia)

D. Misiunas, J. Vitkovsky, G. Olsson, M.Lambert, and A.Simpson

配水管路網における破断検出と破断箇所特定のアルゴリズムを提案した発表であった。提案しているアルゴリズムが対象とする破断は、中程度以上のサイズで数分程度継続するものである。また、単一の配管ではなく比較的小規模なサイズの配水管路網を対象としている。

提案する破断アルゴリズムでは、累積和管理図(CUSUM)と呼ばれる手法を計測された総流量に適用することによって、管路の破断を検出する。破断が検出された場合、複数の破断箇所候補を設定し、EPANET 定常状態水理ソルバーというプログラムを用いて、管路内の圧力の変化を各候補に対して計算する。計算された圧力と実際に計測している管路内の圧力を比較することによって、最も適合性の高い箇所を破断箇所として特定する。発表者らは、提案した破断アルゴリズムを、ケーススタディとして、108本の配管と79個のノードを持つ配水管路網に対して適用して検証している。結果として、一箇所の流量計測と3箇所の配水管圧力を監視するだけで、ほぼ100%の破断検出が可能であり、70%程度は破断箇所を完全に特定することができた。その他のケースにおいても、実際の破断箇所を含む数箇所を破断箇所として推定することが可能であった。

4. Automatic Anti-corrosion Control in Water Distribution System Based on Calcium Carbonate Precipitation Potential (Korea)

D.H. Kim, J.I. Lee, J.H.Lee, S.H.Hong, D.Y.Kim, and H.Woo

配水管路システムにおける腐食抑制制御に関する発表であった。配水管路の腐食は、管路の材質よりも、むしろpH、アルカリ度、溶存酸素量、総溶存固形物量、などの化学的要因や、温度、流速などの物理的要因によって生じる。そして、腐食の程度を測る指標として、炭酸カルシウム沈降ポテンシャル(CCPP: Calcium Carbonate Precipitation Potential)が知られている。本発表では、浄水処理の最終処理である生物活性炭(BAC)処理後の位置におけるCCPP濃度を0~4mg/Lに制御することを制御目標として、パイロットプラントにおいて腐食抑制制御実験を行った結果を報告している。具体的な制御システムは、生物活性炭処理後のアルカリ度とpHを被制御量とし、炭酸ナトリウム Na_2CO_3 と二酸化炭素 CO_2 を操作量としている。炭酸ナトリウムはアルカリ度を制御するために用いているが、これは同時にpHを上昇させる。そのため、pHが過剰に上昇することを制御するために、二酸化炭素も同時に操作量としている。2年間に亘る実験の結果、CCPP濃度を0~4mg/Lに制御するためには、アルカリ度を70~100mg CaCO_3 /L、pHを8.0~8.3の範囲に制御すればよいことが明らかになった。その結果、CCPP

濃度が0~4mg/Lの範囲に制御でき、結果として配管に CaCO_3 の膜が形成され、腐食防止効果が得られた。 CaCO_3 の膜が形成されて腐食防止効果得られていることは、配管材質からの重金属の溶解量が極めて小さくなったことにより確認している。