
超音波による原子炉配管水位高精度測定技術に関する研究

目 的

四国総合研究所では、四国電力伊方発電所第3号機の原子炉配管内の水位測定を目的とした超音波式の「RCS ノズルセンタ超音波水位計」（以下、超音波水位計）を開発し、ミッドループ運転時の水位低下による炉心冷却機能喪失対策の強化に貢献している。本稿では、超音波水位計の水位測定精度の向上のため、新しい信号処理や水位評価手法を導入した成果について報告する。

主な成果

1. 高精度水位測定技術の検討

低水位における水位測定精度の向上方法について検討した。多重反射法は多重反射波の間隔から水位を求める方法であり、多数の多重反射波が検出できれば、最頻値を使用することで水位を誤検出する危険性を低減することが可能である。動的検量線は、バックグラウンド波形（超音波波形のバックグラウンドノイズ成分）を推定し、それを元に検量線を更新する方法であり、多重反射波の検出感度の向上に有用である。水位評価手法の最適化は、測定水位の時系列データから現在水位を予測・推定する方法であり、水位測定精度の向上に利用できる。

2. 高精度水位測定技術の検証

高精度水位測定技術（以下同技術）の検証のため、既設超音波水位計と同型の予備超音波水位計を元にした同技術の実証機を用意し、原子炉配管を模擬した実物大カットモデルを使った水位測定実験や、第15回定期検査（2019年12月～2021年12月）で採取した超音波信号データを使った実機水位測定の模擬実験を実施した結果、水位の誤検出頻度の低減に有効であることが確認できた。

また、第16回定期検査（2023年2月～2023年5月）において、既設超音波水位計で受信する超音波信号を分岐する方法により、既設超音波水位計と実証機で同時に水位測定を実施した結果、同技術が実機でも有効であることが確認できた。

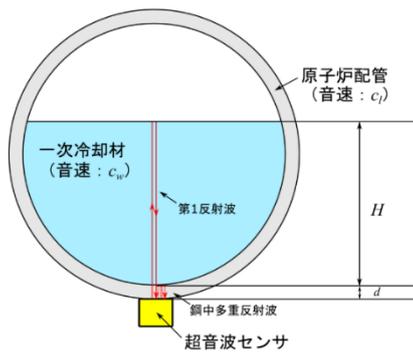


図1 超音波センサー取付位置と超音波経路

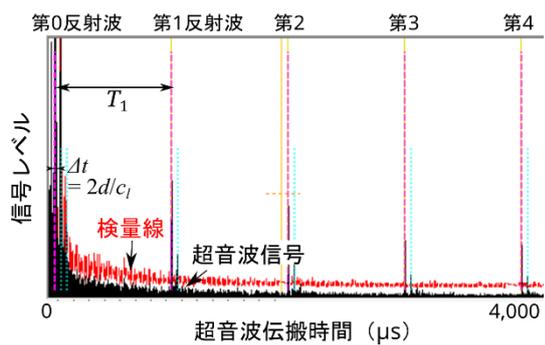


図2 超音波信号の検出例 (1回反射法)

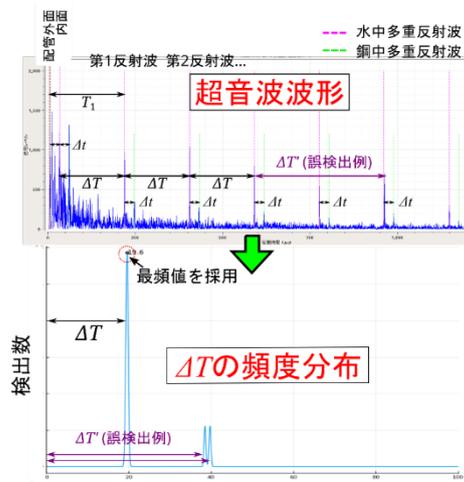


図3 多重反射法の概要

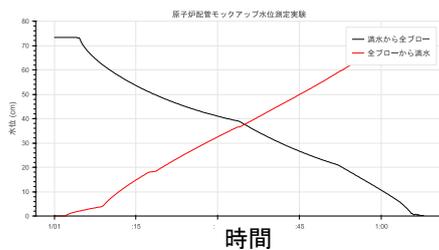


図4 模擬原子炉配管の水位測定結果

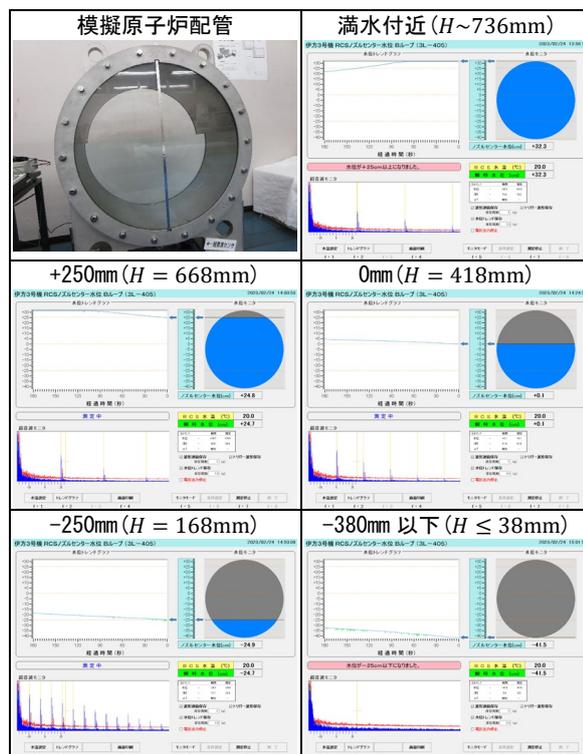


図5 模擬原子炉配管と水位測定画面

研究担当者	岡部克也 (株式会社四国総合研究所 産業応用技術部)
キーワード	超音波測定, 超音波水位計, PWR, RCS, 定期事業者検査, ミッドループ運転, カルマンフィルタ, 最適制御, ランダムウォーク, 1回反射法, 多重反射法
問い合わせ先	株式会社四国総合研究所 経営企画部 TEL 087-843-8111 (代表) E-mail jigyo_kanri@ssken.co.jp https://www.ssken.co.jp/

[無断転載を禁ず]