漏洩箇所特定に向けた超音波可視化計測技術に関する基礎研究

Fundamental Study of Ultrasonic Visualization Technique for Identifying Leakage Point.

*河内　拓也[1]，井原　智則[1]，木倉　宏成[1]，河野　尚幸[2]
[1]東工大，[2]日立研開

東京電力（株）福島第一原子力発電所の漏洩調査への適用を想定し，超音波を用いた可視化計測技術に関する基礎研究を行った．コンベックス形状のアレイセンサを用いて超音波流速分布計測法を実装できる計測システムを構築し，漏洩を模擬した実験体系で検証実験を行い，本計測システムの有効性を確認した．
キーワード：超音波，超音波アレイセンサ，超音波流速分布計測法，漏洩検出

1. 緒言

東京電力（株）福島第一原子力発電所の廃止措置では，原子炉建屋内滞留水の漏洩位置特定に向けた計測手法の検討が進められている．原子炉建屋内は地震・津波及び過酷事故の影響により破損した構造物が浮遊している滞留水があることが想定され，また原子炉建屋内は溶融燃料デブリの影響により空間雰囲気線量が高いことから，計測手法はこれらの諸問題を克服できることが必要となる．

そこで本研究では，不透明流体への適用が可能で，かつ，耐放射線性を有する[1]超音波計測技術[2]に着目した．中でも，滞留水の流動挙動から漏洩箇所を特定することを考案して，測定線上の瞬時の速度分布の算出が可能な超音波流速分布計測法に着目し，本手法を実装することができる計測システムを開発した．

2. 計測システムの構築

広範囲の計測領域を測るため，超音波トランスデューサー（以下，TDX とする）には凸曲面形状のコンベックス型のアレイセンサを選定し，パルサーレシーバーには最大 64 素子の同時励起・受信が可能な日立パワーソリューション社製の ES3500W を用いた．受信信号の信号処理システムは，商用プログラミングソフトの LabVIEW を用いて開発し，超音波流速分布計測法が実装できる計測システムを構築した．

使用する TDX の周波数特性及び，超音波の焦点距離が TDX の送受信面から 1000 mm の位置になるように遅延を掛けて 64 素子を同時励起させた場合のビーム形状の性能評価を行った後に検証実験を行った．

3. 検証実験

実験装置の概略図を Fig.1 に示す．円筒型水槽は，平均直径 80 μm のトレーサー粒子が散布された水で満たされている．検証実験では，実際の漏洩を模擬して水槽下部のドレインから貯水が流出する実験体系で計測を行った．計測はアレイセンサ内の 64 素子毎を選択・同時励起してセクタ毎にスキャンを行い，二次元流速分布を計測した．

ドレインからの流出が 3l/min 時の流速分布再構築結果を Fig.2 に示す．なお，速度値は図に向かって下側を正とする鉛直方向の速度成分が mm/s 単位で表示されている．再構築した流速分布からは実験体系におけるドレイン部と同じ箇所に強い流れが観察され，漏洩位置を推定することができる．従って，漏洩箇所特定に向けて本計測システムは有効であると結論づけた．

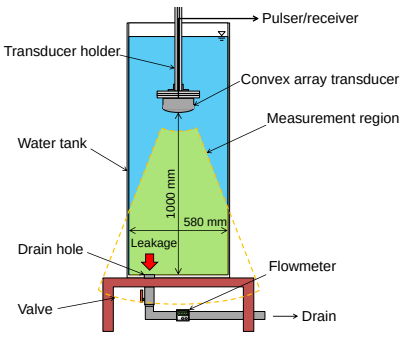

Fig.1 Experimental setup.

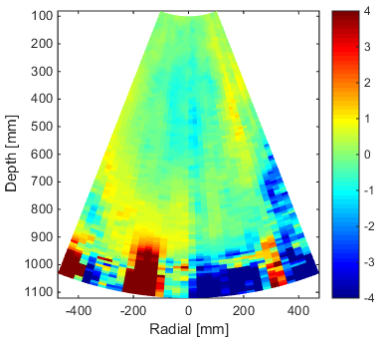

Fig. 2 Reconstructed profile of velocity distribution.

参考文献

[1] Beller, L S. *et al.*, "Design and operation of the core topography data acquisition system for TMI-2", Three Mile Island Reports, GEND-INF-012, Idaho Falls, Idaho, USA (1984).
[2] Ihara, T. *et al.*, "Ultrasonic velocity profiler for very low velocity field," Flow Measurement and Instrumentation, 34 (2013), 127-133.

---

*Takuya Kawachi[1], Tomonori Ihara[1], Hiroshige Kikura[1] and Naoyuki Kono[2]
[1]Tokyo Tech, Hitachi R&D[2].