

自作した熱線流速計の実用性

Practical use of hand made CTA

○仲村渠将・酒井一人

○Tamotsu NAKANDAKARI, Kazuhito SAKAI

1 はじめに

沖縄地方では、農地から周辺水環境への赤土等の流出を防止するため植生帯や沈砂池などの対策が実施されている。これらの対策ではシルト・粘土粒子の除去が難しく、シルト・粘土粒子による水環境の汚濁を防ぎきれていない。そのため、シルト・粘土粒子の除去効果を高めるように既存の対策を改良するための技術を開発することが必要である。

沈砂池は最終処理対策に位置付けられており、集水域の最下流部、つまり農地と周辺水環境との接点に設置されるため、その浮遊土除去効果を高めることがとくに重要である。降雨時、沈砂池は連続流式装置として働く。このような沈砂池の浮遊土除去効果を高めるには、沈砂池の懸濁貯水が流動している状態でシルト・粘土粒子が底面に静止できる流れを把握しなければならない。底面の微流速を計測する場合、流速計の計測部による流れの乱れを最小限にする必要がある。熱線流速計の計測部の検査体積は接触型流速計の中でも小さいほうであるため、できる限り流れを乱さないように計測するには、熱線流速計が最適であると考えられる。しかし、微流速の計測にどの程度対応できるのかをよく把握しなければならない。そこで、本研究では熱線流速計を自作し、シルト・粘土粒子が静止できる流れの底面流速の計測における実用性を検討した。

2 方法

熱線流速計の自作方法と実用性の検討方法は以下のとおりである。

2.1 熱線流速計の自作

一般に、熱線流速計は熱線プローブ、アンプおよび電源で構成される。そこで本研究では、熱線プローブとアンプを自作した。

熱線プローブの材料は鋼製縫針、直径 5 μm のタングステン線およびエポキシ樹脂系接着剤である。熱線プローブの製作工程は、2本の縫針のエポキシ樹脂系接着剤による固定、およびその縫針の先端へのタングステン線のスポット溶接となっている。タングステン線を固定しやすいよう、直径が約 0.5 mm となるように縫針の先端を切断している。

アンプの製作工程は、自作し易い回路の検索、その回路に基づいたプリントパターン設計・製図、4層基盤の製作および基盤への部品の実装となっている。ただし、4層基盤の製作には専門店を利用する。

2.2 実用性の検討

自作した熱線流速計の出力電圧と流速がどのような関係になるかを調べるため、円管層流と円管乱流を使った計測を行う。円管の横断面中心に熱線プローブを軸方向に配置した。円管下流端の弁の開度を段階的に調節し、いくつかの流量の定常流で計測した。アンプの出力電圧を 200 ms 間隔、水温・気温を 1 分間隔で記録した。円管の横断面中心における流速を理論的に計算した。

自作した熱線流速計の感度を検討する。熱線の加熱度、ブリッジ抵抗の分流比、差動増幅器 (オペアンプ) のゲインを試行錯誤的に調整し、アンプの応答の変化を調べた。加熱度は熱線プローブのタングステン線の加熱温度に関わり、アンプのブリッジ抵抗に使われている可変抵抗の抵抗値を変えることで調整される。分流比はブリッジ抵抗の電流配分に関わり、アンプのブリッジ抵抗に使われている固定抵抗の抵抗値を変えることで調整される。差動増幅器のゲインはブリッジ抵抗の出力の増幅率には差動増幅器に付帯している固定抵抗の抵抗値を変えることで調整される。

3 結果および考察

- 寺島ら (2012) の回路を採用し、4 層基盤のアンプを自作した。アンプ自体の自作単価は 9068 円であり、コスト削減に成功している。熱線プローブの自作では、タングステン線のスポット溶接が難しい。
- 理論流速が約 $10 \text{ cm} \cdot /\text{s}$ より小さい範囲内において、出力電圧と理論流速はおおむね直線関係であった。
- 加熱度が大きいほど感度は良かった。
- 分流比の感度への影響を明確にすることはできなかった。
- 大きい抵抗値の場合に感度が良くなると期待していたが、実際には、試した中では最も小さい抵抗値の場合に感度が良かった。
- 計測を長時間続けると出力電圧が安定しなくなり、タングステン線が切れてしまうことが頻繁に起こった。計測中の加熱による劣化であると考えられた。

4 おわりに

流れ場の底面の微流速を計測するため、熱線流速計を自作し、その実用性を検討した。比較的小さい流速の範囲において、出力電圧と理論流速はおおむね直線関係となり、底面の流速を計測には利用できると考えられた。感度を良好にする改良が今後の課題である。

5 参考文献

寺島ら (2012), 「定温度型熱線流速計の周波数応答特性を向上させる試み」, 日本機械学会論文集 (B 編)78 巻 788 号, pp156–160.