

冠水エリアのリアルタイム監視・伝達を目的とした小型水感知センサーの開発と実証

ニタコンサルタント(株) 正会員 ○中西健太 ニタコンサルタント(株) 正会員 三好 学
ニタコンサルタント(株) 正会員 藤田真人 ニタコンサルタント(株) 賛助会員 増田 隆
ニタコンサルタント(株) 賛助会員 長尾慎一 ニタコンサルタント(株) 正会員 安藝浩資

1. はじめに

気候変動による豪雨の強大化により、内水氾濫による道路冠水の頻度は地方郊外部でも今後さらに増加することが予想される。道路冠水時には泥水が路面上を覆い、周辺田畑など道路よりも低い場所との境界が識別不能となるなど周囲の視界が一変し、車両等の経済的損失だけでなく、死傷者が出る場合がある。そのため、冠水状況を施設管理者や運転者・通行者に早期に知らせ、通行止めの判断などを迅速にできる、面的な冠水情報のリアルタイム伝達システムの構築が期待される。本文では、第一報として、特殊電池を適用した小型水感知センサーの開発と実証実験例について記述する。

2. 小型 IoT 水感知センサーの開発

(1) センサーの概要： 開発したセンサーは道路や用排水路など市中の多点に設置し、面的な浸水情報を早期に把握することも目的に、小型化、低価格化、電源不要化、装着簡易化、およびメンテナンス最小化を図ったものである。図1に構成概要を示した。センサーは、通信装置部と水を感じると発電し、通信装置のスイッチの役割を果たす特殊電池の部分で構成される（特許出願中）。

(2) 動作確認実験： 動作確認実験は、初動動作確認実験、雨天時の通信距離や高温・高湿度の耐久性などの基本動作の確認を行った。ここでは、初動動作の確認実験について以下に示す。

1) 初動動作確認実験は、センサーが浸水時に誤作動なく、浸水を知らせる信号を発信できるか、また、その継続時間はどの程度かを確認することを主な目的とした。サンプル数は、特殊電池 10 個・通信部 10 個の組み合わせを変えた、50 セットとした。実験場所は室内である。図2に浸水時間に対して正常動作したセット数の変化を示した。ここで、正常動作とは、冠水中に信号が発信され続けることをいう。図2より、冠水後 2 時間は 50 セット全てが正常動作したこと、また、12 時間後では 47/50 セット、24 時間後では 46/50 セット、36 時間後では 44/50 セットとなっていることがわかる。現時点では、浸水後 1 日 (24 時間) 以上の発信継続では 92% の正常動作率であるが、初動では 100% であることから、初期の冠水発生状況のリアルタイム監視・伝達システムのセンサーとしての仕様を満たしていると考えている。ただし、今後も改良を進め 24 時間までの正常動作率の向上を図る。

2) 高温・高湿度の耐久性実験

温度変化や昼夜の寒暖差による結露等による誤作動や停止の有無を確認するため、JIS 規格の温湿度サイクル試験 (JIS C 60068-2-38) に準拠した簡易耐久性実験を行った。実験は徳島県立工業技術センターの施設で行った。図3に与えた温湿度変化 (1 サイクル 6 時間) を示す。最大湿度を 94% とし、 -10°C ~ 65°C の温度変化を 4 サイクル (計 24 時間) 与えた。実験中の誤作動・停止等の異常は見られなかった。

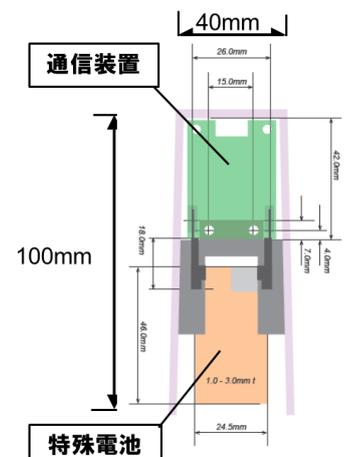


図1 センサー概略図

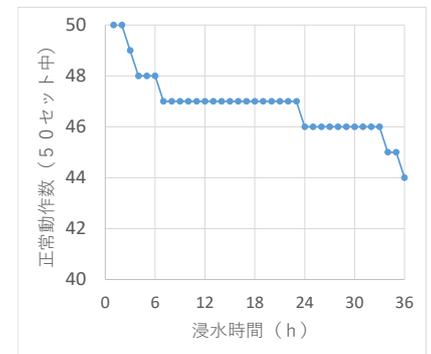


図2 正常動作時間

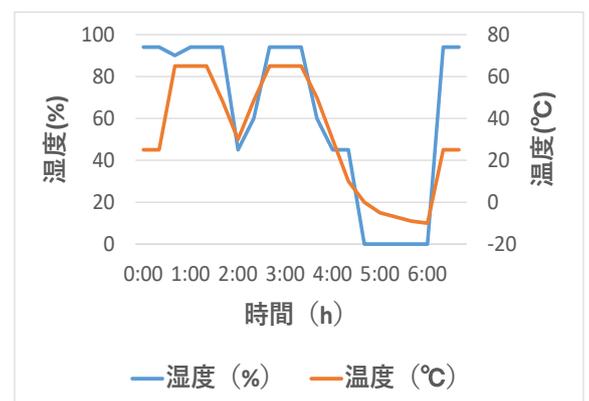


図3 温湿度の変化 (1 サイクル)

3. 現地実証実験

(1) 実証実験の概要（システム構成）： 現地実証実験は美波町日和佐地区で実施した。設置箇所は、豪雨時の内水氾濫解析で求めた浸水リスクの高い3カ所とした。観測・伝達システムは図4に示すように浸水センサー、中継器、およびゲートウェイで構成される。浸水センサーの設置場所付近にデータ収集のための中継器（ソーラーパネル駆動）を設置する。中継器間は920MHz帯の小電力無線通信を行う。その後、ゲートウェイにてインターネットを介して、センサーデータはサーバに送付・蓄積され、PCやスマートフォン等の端末から閲覧可能となる。本実証実験では、通信網に美波町「止まらない通信網」も活用している。

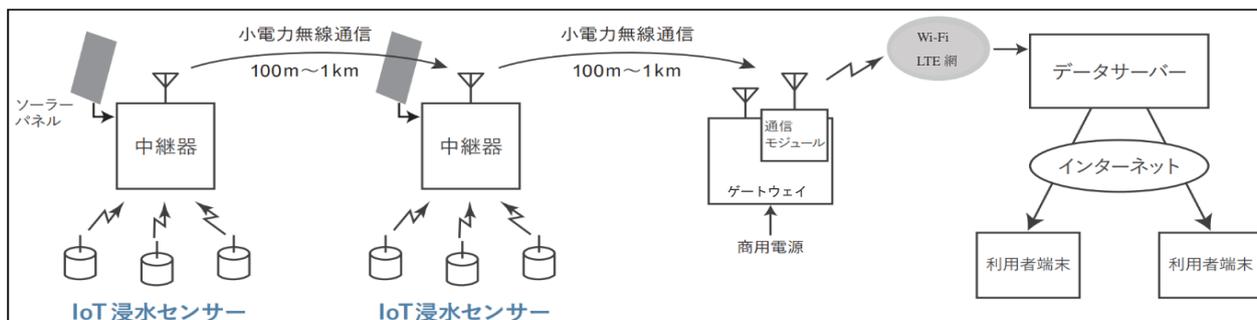


図4 冠水エリア観測・伝達システムの構成イメージ

(2) 水位変動時の動作： 設置した3カ所のうち、寺込川河口に設置したセンサーを、同カ所の河川水位計（空中超音波パルス方式、解像度1cm、㈱電信）の観測値と比較した。センサー設置状況を写真1に示した。本実験では設置間隔を高さ0.2mとした、センサー通信部が完全に水没すると発信を停止する。次に、水位低下時には、通信部が干出すると、再度信号を発信し始める。なお、電池部が乾燥するまでの間は発信を続ける特徴を持つ。比較結果を図4に示した。図中、河川水位計による観測値を水色線で表した。

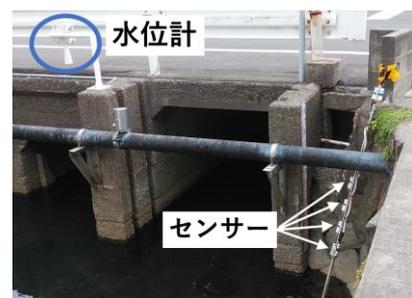


写真1 寺込川河口への設置

河川水位計の観測値が、センサーの設置高さに至った時点で、センサーの作動開始が確認でき、水位上昇を的確にとらえていることがわかる。ただし、通信部が水没するとデータが途絶える特徴と、電池部が完全に乾燥するまで発信が継続する特徴を持つため、直前の信号から水位変動を予測可能ではあるものの、一度、水没した後の水位変動を直観的に判断しにくいという点は否めない。そのため、今後、センサーの通信装置と特殊電池部を分離し、水没中も信号受発信が継続するタイプを開発、設置する予定である。

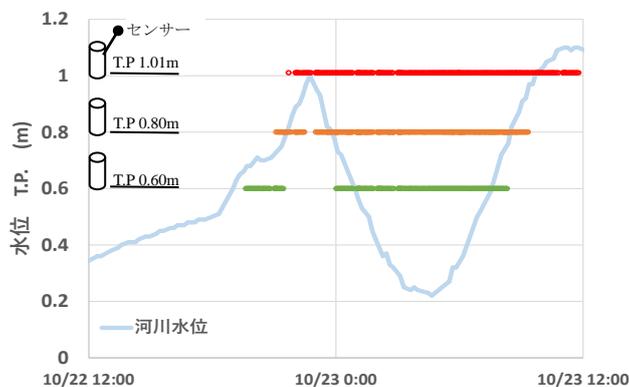


図5 河川水位計の観測値とセンサーの動作比較

5. まとめ（課題と今後の方向性）

本文は、センサーの開発から実証実験に至るまでの概要について一報したものである。今回の実証実験期間では冠水エリア監視の機会はなかったが、動作確認を含め現地実験ならではの多くの知見が得られた。これらを踏まえてセンサーを改良し、地域の冠水エリアのリアルタイム監視と情報伝達を可能とし、冠水リスクの高い多くの地域の減災力向上に貢献したい。

謝辞：本研究には、令和元年度「とくしまIoT・AI等ソリューション実装事業費補助」採択事業で作成した実証実験用センサーを使用した。現地実証実験は、共同研究機関である徳島大学環境防災研究センター、防災行政機関である徳島県南部総合県民局、美波町、および協力者として株式会社SKEED、公益社団法人徳島経済研究所のご理解とご指導のもとに実施できたものである。また、㈱電信には水位データを提供頂いた。ここに関係各位に深く謝意を表す。