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の開発と実証（第五報）

ニタコンサルタント㈱　正会員　○中西健太　ニタコンサルタント㈱　法人会員　増田　隆
ニタコンサルタント㈱　法人会員　長尾慎一　ニタコンサルタント㈱　正会員　三好　学
ニタコンサルタント㈱　正会員　安藝浩資

１．はじめに

地球温暖化により豪雨が激甚化し，地方郊外部でも内水氾濫による道路冠水の頻度は今後さらに増加することが予想される．著者らは，道路，水路の施設管理者や運転者・通行者に冠水状況を迅速に知らせ，通行止めなどを判断できる面的な冠水情報をリアルタイムで伝達するシステムの構築を目的に，小型 IoT 水感知センサの開発とその実証実験を徳島県美波町で行ってきた[1) 2) 3)]．第四報[4)]では令和 5 年 6 月の徳島県阿南市における豪雨による浸水被害の観測事例を示した．本センサは令和 5 年度から国土交通省のワンコイン浸水センサ実証実験[5)]において国土交通省が用意する 9 種のセンサのうちの 1 つとしても採用されている．本センサは令和 5 年度に兵庫県南あわじ市，愛媛県新居浜市にも設置され，令和 6 年度に徳島県徳島市，海陽町に設置予定である．また，令和 6 年度に総務省の「安全性・信頼性を確保したデジタルインフラの海外展開支援事業の地方枠に関する再委託事業」に採択され，インドネシアにも設置を行った．合計 7 地域のセンサ（計 226 基）について，設置場所や設置高さについて傾向を分析し，本稿（第五報）ではその結果を記す．

２．集計データの概要

（１）センサの特徴：リアルタイム冠水監視・伝達システムは水感知センサ，中継器，およびゲートウェイから構成される[1)]．センサの特徴を図 1 に示す．

（２）データの集計方法：本研究では，徳島県美波町，阿南市，徳島市，海陽町，兵庫県南あわじ市，愛媛県新居浜市，そしてインドネシアの 7 地域に設置された本センサ 226 基について，設置場所と設置高さを集計した．センサの設置場所については，河川，水路，道路，アンダーパス，室内，その他私有地等の 6 種に区分した．ここで，河川は自然物，水路は人工物とした．また，基準面を 0.00m とし，そこからの設置高さを 0.10m ごとに区分した．ここで，基準面は水路の溢水や道路冠水が始まる高さ（水路擁壁，水路床板，道路面等）とした．

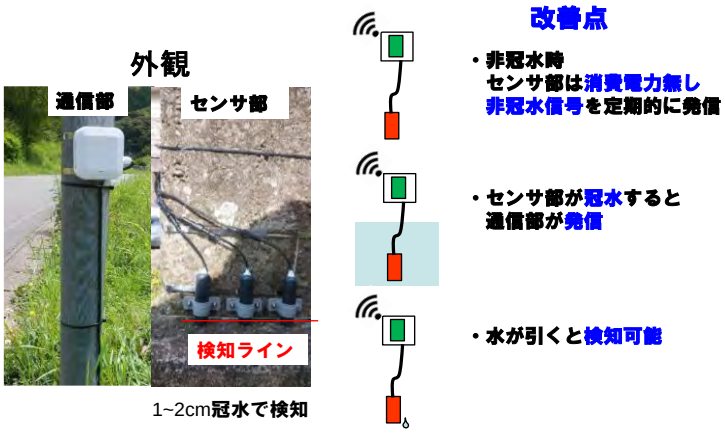

図１　センサの特徴

表１　センサの設置場所の区分

設置場所の区分	設置箇所数	センサーの設置数の合計	1ヵ所あたり平均設置数
河川	10	29	2.9
水路	52	150	2.9
道路	9	28	3.1
アンダーパス	2	8	4.0
室内	1	4	4.0
その他私有地等	2	7	3.5
合計	76	226	3.0

３．設置場所の集計結果

センサの設置場所を集計した結果を表 1 に示す．水路が 52 か所と最も多く，次いで河川が 10 か所，道路が 9 か所の順となり，水路・河川の設置が最も多かった．これは，設置を所管した行政の担当部署が水路・河川関係であったため，水路・河川が溢水する予兆を観測する場合が多かったことが要因と考えられる．一方，アンダーパスについては冠水しやすい地形にも関わらず 2 件と少なかった．これは，冠水被害が多く既に別の対策が講じられていたことと，作業できるスペースが限られており，本センサの設置が困難であったことが要因と考えられる．また，1 か所あたりの平均設置数はアンダーパスが最大で 4 基であった．

４．設置高さの集計結果

センサの設置高さを集計した結果を表 2 に示す.表 2 をみると,最も多かった設置高さは基準面から 0.01～0.10m で 54 基,次いで-0.10～-0.01m が 38 基,0.00m が 36 基であった.表 1 より,1 か所あたりの全体の平均設置数が 3 基であり,水路が溢れる予兆,基準面,冠水・溢水中と 3 段に設置する事例が多かった.また,それぞれの設置箇所に分割した結果に着目すると,水路では-0.10～-0.01m が 35 基と最も多く,-0.20～-0.11m,-0.30～-0.21m に 10 基ずつ設置されており,溢水の予兆を観測するために水路内に複数段のセンサを設置する場合が多いことがわかった.海外の事例として,インドネシアでは大きな河川の取水口に設置を行ったため,水位上昇の幅が大きく-1.00～2.60m の間に 7 段の設置を行った.一方,河川では-0.41m 以下に 19 基が設置されている.これは,通常の河川水位と基準面との高低差が大きく,その間にセンサを複数設置したことが要因と考えられる.他方,道路では 0.01～0.10m が 19 基と多く,それより高所の水位を観測するための設置は少なかった.アンダーパスでは,車のエンジンが停止する 0.30m 以上の高い位置にもセンサを設置した.道路,アンダーパスにおいて,0.00m に設置した事例が少ない理由は,本センサはケース底から 0.01～0.02m 程度が浸水した場合に検知するため,路面に設置しても,設置高さが 0.02～0.03m となるためである.特殊な事例としては,施設内の床にセンサを設置することで,施設の床上浸水被害があった日時を確認し,罹災証明の補助を行う場合があった.

表 2　センサの設置高さの区分

	設置したセンサー数						
基準面からの設置高(m)	河川	水路	道路	アンダーパス	室内	その他私有地等	合計
0.41以上	0	3	1	2	0	0	6
0.31~0.40	0	0	1	0	0	0	1
0.21~0.30	0	0	1	2	0	0	3
0.11~0.20	2	2	4	1	0	2	11
0.01~0.10	1	26	19	3	4	1	54
0.00	4	29	1	0	0	2	36
-0.10~-0.01	1	35	0	0	0	2	38
-0.20~-0.11	1	10	1	0	0	0	12
-0.30~-0.21	1	10	0	0	0	0	11
-0.40~-0.31	0	8	0	0	0	0	8
-0.41以下	19	27	0	0	0	0	46

５．まとめ

本研究では，前年度に改良したセンサが令和 6 年度までに設置したセンサの集計結果を記した．これにより，地域の防災対策として溢水の予兆を知るために水路内に設置する場合が多いことがわかった.また,海外へ初のセンサ設置を行うことができた.今後も，浸水センサを普及し，面的な冠水状況をリアルタイムで情報伝達することで，冠水リスクの高い地域における減災に貢献したいと考える.

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を使用しました．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ました.

参考文献：

1) 中西健太，安藝浩資：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の開発と実証，令和 3 年度土木学会四国支部第 27 回技術研究発表会講演概要集，jsce7-050-2021，2021.5.
2) 中西健太，安藝浩資: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の開発と実証(第二報)，令和 4 年度土木学会四国支部第 28 回技術研究発表会講演概要集，jsce7-140-2022，2022.5.
3) 中西健太，安藝浩資: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の開発と実証(第三報)，令和 5 年度土木学会四国支部第 29 回技術研究発表会講演概要集，jsce7-018-2023，2023.5.
4) 中西健太，安藝浩資: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の開発と実証(第四報)，令和 6 年度土木学会四国支部第 30 回技術研究発表会講演概要集，jsce7-009-2024，2024,6
5) 国土交通省　ワンコイン浸水センサ実証実験　ホームページ
(https://www.mlit.go.jp/river/gijutsu/wankoinsensa/)