

第5回 インフラマネジメントテクノロジーコンテスト 地域賞受賞

「排水の陣：Aqua-Resilience」の 地域賞受賞にあたって

福島工業高等専門学校 都市システム工学科 准教授 ましと ひろゆき
増戸 洋幸

1. はじめに チームの紹介

福島工業高等専門学校は、地域社会に貢献する技術者の育成を目指し、実践的な教育・研究に取り組んでいます。今回、第5回 インフラマネジメントテクノロジーコンテスト2024で地域賞を受賞したのは、都市システム工学科の学生たちで構成されたチーム「排水の陣」です（写真-1）。

「排水の陣」は、地域特有の気象条件や災害の状況を踏まえ、持続可能で災害に強い社会インフラの実現に向けた研究活動を行っています。前回



写真-1 チーム「排水の陣」のメンバー

（2023年度）は、電力に頼らない新しい排水システムとして「RWPシステム」を提案し、チャレンジ賞を受賞しました。今回はそれをさらに発展させ、より現実的かつ実効性の高い水害対策システム「Aqua-Resilience（アクア・レジリエンス）」を提案し、地域賞の受賞に至りました。本稿では、この「Aqua-Resilience」の詳細について紹介します。

2. 問題意識と着想

前回の出場にあたり「排水の陣」では、学校所在地である福島県いわき市の現状を深く掘り下げることから研究を始めました。いわき市は比較的降雨量が少ない土地柄だったため、地域の排水機能が優先的な整備対象とはされにくい状況にありました。

しかし、近年は全国的に降雨の頻度や強度が増しており、2019年の東日本台風や2023年の台風第13号等の台風や、線状降水帯の発生からくる集中豪雨により、いわき市も深刻な被害を受けています。

特に、東日本台風では、市内を流れる二級河川・夏井川の周辺で大規模な浸水が発生し、8名の尊い命が失われました。さらに、中心市街地である平地区の浄水場も被災し、市内全域で断水が解消されるまで約2週間を要する甚大な被害とな

りました。

こうした経験を通じて、学生たちは都市における治水対策の重要性を深く認識するに至りました。当初は「水たまりのない道路」の実現を目指していましたが、やがて視野を広げ、より包括的な「治水対策」へと方針転換していきました。

新しい治水対策の着想にあたっては、電力に依存しない動力源や日本古来の技術に着目しました。その結果、戦国時代の武将・武田信玄が考案した合理的な治水システムである「霞堤」^{かすみてい}¹⁾の概念に行き着きました。霞堤は、洪水の際に、堤防に設けられた開口部から水を逆流させ勢いを弱め、洪水が収まると貯留した水を徐々に排水して被害を抑える仕組みです。前回の提案であるRWPシステムでは、この霞堤の考え方を道路構造に適用した排水システムを構築しましたが、施工性の向上、最適な保水材の選定、寒冷地における耐凍結性といった課題が残りました。

今回は、これらの課題を踏まえ、より効果的で施工しやすく、水害に強い道路システムを目指しました。学生たちは、いわき市が2024年6月に公開した「いわき市流域治水アクションプラン」に示されている対策を参考とし、その中から「透水性舗装」と「田んぼダム」の概念に着目して、システムに反映させました。また、福島県では太陽光発電等による再生可能エネルギーの供給が積極的に推進されています。そこで目立つようになった太陽光パネルの大量廃棄問題にも着目し、使用済みのパネルを道路の吸水・排水システムに再利用できないかという視点も導入しています。

提案名「Aqua-Resilience」は、「水」を意味する「Aqua」と、困難に直面した際の「回復力」を意味する「Resilience」を組み合わせた造語であり、水害に強く持続可能な道路システムを創造したいという学生たちの思いが込められています。

3. 提案の概要・ポイント

「Aqua-Resilience」は、前回のRWPシステムと同様、霞堤と保水材を組み合わせるといった基本



写真-2 いわき市との意見交換

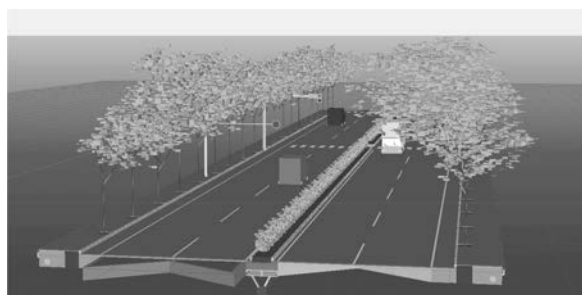


図-1 システム全体のイメージ

コンセプトを維持しながら、いわき市や関連企業との意見交換(写真-2)を通じて、より現実的で効果的な構造へと発展させたものです(図-1)。

「Aqua-Resilience」は、道路構造内に雨水貯留・排水機能を持たせたもので、ポンプなどの機械動力に頼らず、水位の上昇と自然流下を利用して水の貯留・排出を行います。システムを適用した道路は、路面が勾配を持ち、降った雨水は中央部に集まる構造となっています(図-2)。システム全体の基本的な流れは次のとおりです。

- ・通常時：路面上を流れる雨水は勾配によって中央部に集められ、透水層(上部)を通過した後、中央下部の雨水管へ排水されます。
- ・豪雨時：雨水管の排水能力が限界に達し、水位が上昇すると、水は左右に設けられた霞堤部分に流入します。
- ・貯留と排水：霞堤内部には保水材が充填されており、流入した雨水は一時的に貯留されます。雨量が低下すると、その水は時間をかけて徐々に排水されるため、大量の雨水が一度に河川に流出することによる氾濫や二次災害を抑制します。

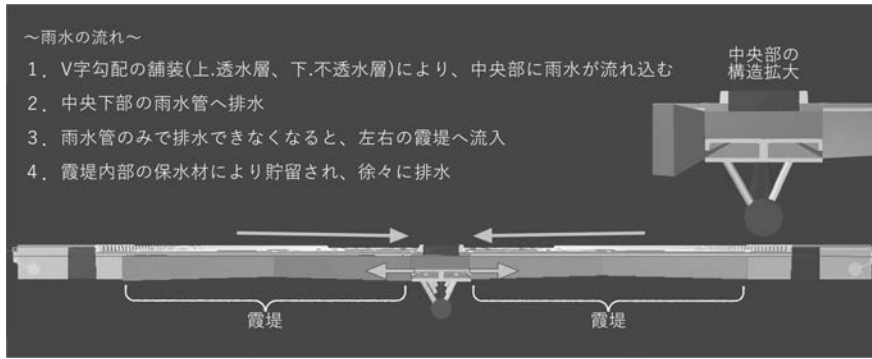


図-2 システム構造の断面図

「Aqua-Resilience」における主な改善点と特長は次のとおりです。

(1) システム全体の改良

まず、霞堤部分をコンクリート構造とすることで、従来のコンポジット舗装と類似した施工方法が可能となり、施工性が向上しました。次に、最適な水位や構造の再検討を行い、霞堤内部に約50%の保水材を充填することで、保水性能を大幅に高めました。加えて、歩道部分にも排水ドレーンと保水材を設置することで、雨水貯留機能を持たせました。

(2) 最適な保水材の選定

吸水量の比較実験を行い、最適な保水材を選定しました。比較対象とした保水材には、従来使用されてきた砕石や瓦チップに加え、将来的な使用済み太陽光パネルの再資源化を想定して、廃ガラ

ス100%を原料とする発泡軽量資材「スーパーソル」²⁾を含めました。

実験の結果、「スーパーソル」は優れた保水能力を有することが確認され、「Aqua-Resilience」に採用しています(図-3)。特に無数の穴がある多孔質な「スーパーソルL1」は、同一体積条件において最も多くの水を保持できることが明らかとなりました。

(3) 霞堤の構造検証

霞堤の羽(開口部)の角度(0°, 30°, 45°, 90°)が排水に与える影響について構造比較実験を実施しました。その結果、保水材の種類にかかわらず、30°の角度が最も効果的な排水遅延性能を発揮することが明らかとなりました。

(4) グリーンインフラの推進

歩道には手入れがしやすく雨水貯留機能を持つ

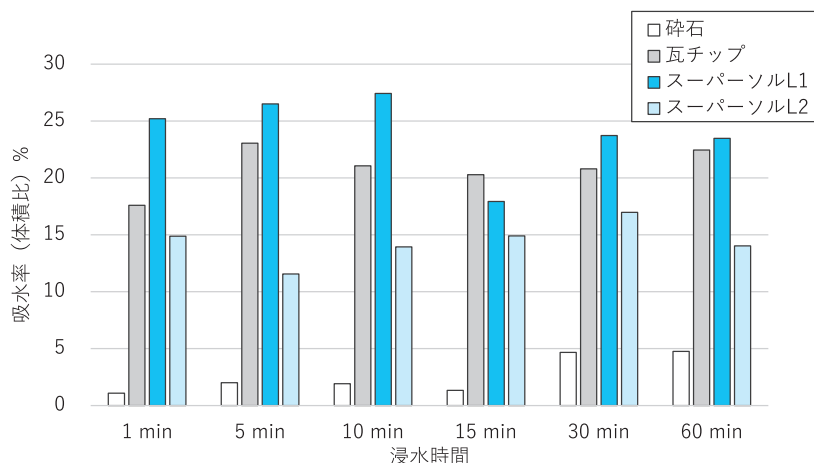


図-3 吸水量比較実験の結果

「ケヤキ」を、中央分離帯にはいわき市の花でもある常緑性の「ツツジ」を植樹します。地下で貯留された雨水は、これらの街路樹の育成に有効活用されます。

4. 期待される効果

「Aqua-Resilience」の導入により、次のような多岐にわたる効果が期待されます。

(1) 水害対策の機能的な向上と二次災害の防止

道路の冠水防止に加え、雨水流出の抑制が「Aqua-Resilience」の最大の強みです。システム全体で雨水を分散して排水することで、100 mm/hを超える降雨量に対しても冠水せずに耐えられると試算されています。これは、いわき市に大きな被害をもたらした2023年の台風第13号の降雨量（約50～80 mm/h）を考慮すると、十分な効果が期待できるものと考えられます。河川の氾濫や都市型洪水による被害を最小限に抑え、大規模な二次災害の発生を未然に防ぐことが期待されます。

(2) ヒートアイランド現象の抑制

道路下に貯留された雨水が蒸発する際に気化熱を奪うことで、周辺の気温上昇を抑え、都市部のヒートアイランド現象の緩和に貢献します。

(3) グリーンインフラの促進と持続可能な社会への貢献

貯留された雨水を街路樹の育成に活用することで、都市部の緑化を推進します。これにより、景観の向上だけでなく、植栽による交通事故防止など、多方面でのメリットが期待できます。これらの取り組みは、SDGs（持続可能な開発目標）への貢献にもつながります。

(4) 高い費用対効果

1 m²当たりの施工費を比較すると、「Aqua-Resilience」は一般的な国道の施工費と遜色ない

レベルであることが分かっています。また、水害による被害額の大部分を道路や河川が占めることを考慮すると、「Aqua-Resilience」を導入することによる費用対効果は非常に大きいといえます。

5. 課題と今後の展望

「Aqua-Resilience」は、水害に強い持続可能な都市を実現するための有力な手段になり得ると考えていますが、実用化と普及に向けては、いくつかの課題があります。

(1) 最適な材料のさらなる探求とコスト削減

今回の検討では、高性能な保水材として「スーパーソルL1」を採用しています。ただし、現時点ではまだ広く一般に普及しておらず、コスト面に一定の課題が残されています。今後、普及の進展に伴って製品価値の向上や生産量の増加が見込まれ、コストの低減が期待されます。

また、将来的には透水性舗装を用いずに「Aqua-Resilience」を適用可能とするための改良を進めるとともに、瓦チップなどの廃材を積極的に活用するといった、より費用対効果の高い材料や工法の開発に取り組む必要があります。

(2) 適用範囲の柔軟な拡大

現在のシステムは、交通量の多い4車線道路を主な対象としていますが、いわき市内の水害の状況やハザードマップを参考にすると、2車線道路でも多くの被害が発生していることが分かります。そのため、今後は2車線道路にも対応できる、より柔軟な構造へと発展させていきたいと考えています。

(3) 寒冷地での適用と実用化に向けた検証

全国的な普及を考えると、寒冷地での凍結対策が不可欠であり、熱を保つことのできる材料の利用など、凍結を考慮した構造改良が必要です。また、安心・安全に利用できる道路システムとするためには、今後も試作、検証、実験といったステ

福島工業高等専門学校 排水の陣

Aqua-Resilience

-Member-

5年 小平琉太 門脇真音 小林暁 橋本大知 藤井陸 柳沼祐輝
 3年 大石愛陽 生田目将吾 門馬圭汰
 2年 佐藤孝海 七海杏太朗



現状と昨年度の提案をもとに

台風や線状降水帯などで大被害

- ・都市型水害
- ・避難情報、避難所見直し
- ・橋からの湛水

2023年度

- ・いわき市の「道路に排水機能がない」という現状を踏まえ、「RWPシステム」を提案

課題例 施工性 費用削減
耐凍害性 最適材料

通常時 洪水時 排水時

中央部のみで排水 開口部に流出 再度中央部に流出し排水

+αの現状

太陽光パネル廃棄 ガラス廃材利用

いわき市での気象サイクル乱れ



本年度の提案

Aqua-Resilience

Aqua → 水
Resilience → 回復力・耐久力

水害に強く、持続力のある道路を目指す想いから命名

概要

Concept

近年増加傾向にある水災害被害を最小化

道路を雨水貯蔵施設化し、道路の冠水を防止 → 二次災害の人災防止

水災害の防災・減災からいわき市を強い街に加えて改良した霞堤、プレキャスト化、廃材利用などを追加した

平地区：中心市街地部 4車線道路に適用！
小名浜：沿岸市街地部に適用！

ガラス発泡材の利用

ガラス廃材を利用

保水性、耐火性などに優れた素材

貯水の有効利用

流入した水を貯水 様々な用途に利用

耐降雨量100mm 貯水もできる

実験

ガラス発泡材 スーパーソルを用いて実験

吸水率実験

砕石、瓦チップ ガラス発泡材2種で実験

ガラス発泡材（空隙率大）が一番吸水する

構造実験

適した目地切りの角度を様々な角度で実験


30°(水に対して60°)の時に最も排水を遅らせた

得られる効果

- 道路の冠水 防水効果
- グリーン インフラ整備
- ヒートアイランド現象抑制
- 植栽による 交通事故防止



ガラス発泡材×30°が最も良い！



排水の陣：Aqua-Resilience 提案概要書

ップを丁寧に踏んでいく必要があります。

「排水の陣」では、まず地元であるいわき市での実用化を目指し、将来的には全国の水害に苦しむ地域へと、この「Aqua-Resilience」を適用していくことを目標としています。「Aqua-Resilience」が、未来の安全で持続可能な社会インフラの一助となることを願っています。

最後に、インフラマネジメントテクノロジーコンテスト実行委員会や協賛企業各社の皆さま、意

見交換会にご対応いただいた皆さまに、この場を借りて深く御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 国土交通省 国土技術政策総合研究所：霞堤（かすみてい）、https://www.nilim.go.jp/lab/rcg/newhp/yougo/words/008/html/008_main.html, 最終アクセス 2025年6月10日
- 2) ガラス発泡資材事業協同組合、<https://www.supersol.jp/>, 最終アクセス 2025年6月10日