

建設技術研究開発費補助金総合研究報告書概要版

研究課題名： 都市型水害の減災に資するダブルレイヤ貯水・排水システムの開発

研究期間：平成24年

代表者名：杉森昭彦（株式会社川島工業）
研究代表者名：中川武志（株式会社川島工業）
共同研究者名：畑中重光（三重大学大学院工学研究科）
浦山益郎（三重大学大学院工学研究科）
酒井俊典（三重大学大学院生物資源学研究科）
葛葉泰久（三重大学大学院生物資源学研究科）
三島直生（三重大学大学院工学研究科）

研究・技術開発の目的：

近年都市部を中心に、「ゲリラ豪雨」による水害やヒートアイランド現象などに関する話題が数多く報告され、早急な環境インフラの整備が求められている。これらの問題を解決することを目的として、道路、公園、駐車場などに高い透水性や貯水機能を付与させ、地盤内（地下）での水の動きを制御できる効果的で効率的な貯水・排水システムの設計・施工方法を提案・開発する。本研究では、都市に受け入れられやすい意匠性と、従来の透水性コンクリートには見られないワーカビリティや低コスト性を確保するとともに、一定の荷重支持力と高い透水・貯水性能を発揮し、路盤材を使用せず直接施工する全く新しい工法（ダブルレイヤ工法）で、地中の透水性コンクリート（ポーラスコンクリート）内部で水平方向の排水制御を実現する。

事前調査において、現場打設するポーラスコンクリートの空隙率・空隙径の制御に関する検討、これらの複層化・深層化に着目した水の動きの制御技術に関する基礎的検討、各種レベルの雨量に応じた要求性能・有効性に関するシミュレーションなどを行う。

次の技術開発段階では、これらの成果を基に、シミュレーションの精度を向上させたうえで、現実には水害対策が必要となっている場所を対象に、申請者らの特許技術である「ダブルレイヤ貯水・排水システム」を設計・実施工し、施工後、排水遅延効果、貯水効果等の性能を分析・評価する。本研究開発の終了後には、ゲリラ豪雨等に対する水害対策が必要となる様々な現場への本工法を適用すべく、事業化へと発展させる。

研究・技術開発の内容と成果：

本研究では、主に以下の研究項目を実施した。

(1) 都市水害対策に関する動向調査とダブルレイヤ工法の提案及び優位性評価

6月～10月の大雨、局地的豪雨時の市街地における水害状況について、近県数カ所の現地調査を行った。その結果、郊外型店舗や公共施設の駐車場等、広い面積のアスファルト舗装施工区域またはその周辺において、50mm/h以下の降雨でも、短期的な道路冠水、住宅付近の浸水などが発生しており、その頻度も年に数度であることが推定された。これらの比較的軽微な豪雨においても、雨水の急速な流下によって側溝や水路(の流入口)等の排水容量を超過しているとみられた。したがって、雨水流出量の低減効果及び流下遅延効果をもつダブルレイヤ工法は水害防止効果が高いことが推定される。

東京、愛知、大阪、京都、福岡等の大都市及び西宮市等の中規模都市における水害対策事例を、主に文献により調査するとともに、東京方面において、神田川水系水害対策事例(都市河川対策)、首都圏外郭放水路(大規模施設)、道路・市街・公共施設等における舗装状況及び水害耐性について現地調査(2回)を行い、関連研究者・協力者との意見交換等を行った。調査の結果、東京など大都市では、水害発生予測を基に、放水路、貯水施設など大規模な施設整備と市街地における被害軽減対策とが併せて実施されている。また西宮市等、中小都市では、河川・水路整備と浸透施設、簡易な貯留施設など、取り組みやすい流出抑制施策が実施されている。道路の透水性舗装も、雨水の流出抑制対策の一つとして位置づけられている。

現状(既存)の河川堤防の強化、貯水施設の新設・整備等の洪水対策大規模工事と比較すると、ダブルレイヤ貯水・排水システムは貯水量あたりのコストが安く、かつ、都市生活空間の形成という多機能性を付与することができる。また、浸透施設、透水性舗装等の流出抑制対策と比較すると、ダブルレイヤ貯水・排水システムの流出抑制効果及び流下遅延効果が大きく、建物外構、道路、歩道、公園・緑地等、適用箇所の制約も少なく、さらに外部エリアからの流入水も透水して浸水を遅らせるという特徴をもち、優位性があることが明らかとなった。

(2) ダブルレイヤ工法を適用した地盤内(地下)での水の動きの制御技術の開発

ポーラスコンクリートの透水・排水特性に関する特性を明らかにするために、溝型形状の中に打設した試験体内の水流に関する実験を実施した。ポンプを使用して連結した溝型に水流を形成し、定常状態となった時点で流量を測定し、ポーラスコンクリートの骨材粒径、空隙率、試験体長さ、排水管、勾配等の影響を評価した。

その結果、一般的な雨水流下の状態を再現した水平方向(不飽和)の排水特性に関するデータが得られ、ダブルレイヤ工法による水害対策の設計にのための基本資料となる。また、浸潤に関するデュブイの式に代入して透水係数を算出した。

算定された透水係数は一定値ではなく、おおよそ次の定性的傾向がある。すなわち透水係数は、ポ

ポーラスコンクリートの骨材粒径(平均空隙径)及び空隙率が大きくなると増大し、供試体の長さが長くなると低下し、勾配が大きくなると、また、初期水位が高いと増大する傾向がある。また、埋設有孔管によって排水能力は顕著に大きくなる。定量的には、6号(5-13mm)、空隙率30%、水位20cmで7cm/s程度であった。

また、三重大学の別のシリーズの研究で、ポーラスコンクリートの水平方向透水試験装置及び実大実験槽を用いた実験が行われた。この実験結果を参照すると、幅20cm、高さ20cm、長さ60cmの供試体(6号砕石5-13mm、空隙率25%)の場合で透水係数4~8cm/s程度、現場で幅90cm、高さ40cm、長さ4.5mに打設された場合(同、空隙率27%)で7~20cm/s程度と計算されており、本実験結果と大差ない。

(3) 降雨量・降雨波形に応じた1領域(要素レベル)における排水シミュレーション

都市計画等において、ダブルレイヤ工法の仕様・条件によりどの程度の排水抑制効果及び排水遅延効果があるのかを推定する方法が必要となる。そこで、数値シミュレーションの第一段階として100m×100m程度の適用領域(要素レベル)に関して、定常降雨、正弦波降雨(いずれも3レベル)及び実例降雨(2000年名古屋)を想定し、流末における排水量の時間変化を計算するプログラムを作成し、各種要因と水準の影響(90条件以上)を整理した。

その結果、ポーラスコンクリート内の水の流下速度は、普通コンクリート路面等に比較して顕著に遅いため、排水の遅延効果が大きいことがわかった。例えば100m×100m、(骨材粒径5~13mm、空隙率30%、厚さ20cm、勾配がx方向0.03、y方向0.01の条件)で、定常(ステップ状)降雨の場合、領域からの排水を約60分遅延させる効果がある。正弦波降雨の場合約40分、実例降雨の場合で約30分であった。また、排水ピーク値は(普通コンクリートに比べて)正弦波降雨で12%程度、実例降雨で9%程度低下する。

排水制御方法として、排水遅延効果を大きくするためには、骨材粒径を小さくすればよく、遅延効果を小さく(または時間あたり排水量を大きくする)には、骨材粒径を大きくすること及び暗渠排水管を布設すればよいことが確認できた。さらに、流末にゲートバルブを設けるなどの工夫によりダブルレイヤ部に積極的に貯水すれば、洪水調整池としての効果が容易に設定できる(例えば、厚さ30cm、空隙率30%で900m³)。したがって、本工法を適用することで、100mm/hレベルのゲリラ豪雨を含め、広範囲の降雨条件に対して雨水排水の制御が可能となる。

(4) ダブルレイヤ工法を適用した地盤内水害対策工法の試験施工計画地の調査と決定

平成25、26年度に、ダブルレイヤ貯水・排水システムの試験施工を行い、貯水効果、雨水流出遅延効果等の特性を実施レベルで把握することを計画している。その事前準備として、候補地5箇所をピックアップして現地調査を行い、最も可能性のある1箇所(三重県津市内)について、測量及び事前調査を行った。当該地は、公園のような用地であり、近年豪雨時の道路冠水等が多発し、水害対策が強く求められている箇所である。計画の概要は、施工面積約1,100m²(歩道、道路、緑地、他)、厚さ15~50cmである。

研究成果の刊行に関する一覧表：

- ① 日本建築学会大会学術講演会梗概集(北海道)、pp.201-202、2013年8月、
「都市水害の減災に資する地盤内の水流制御技術開発研究(その1:水流の制御に関する基礎的研究)」、畑中重光、酒井俊典、中川武志、三島直生著
- ② 日本建築学会大会学術講演会梗概集(北海道)、pp.207-208、2013年8月、
「都市水害の減災に資する地盤内の水流制御技術開発研究(その2:水害対策法の提案)」
中川武志、浦山益郎、畑中重光、三島直生著