

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 8 日現在

機関番号：32641

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24656297

研究課題名(和文)都市型水害軽減を目的とした屋上貯留を含む総合的流出抑制手法に関する研究

研究課題名(英文)A Study on Integrated Flood Control Measures Including Rainfall Harvesting Aimed at Mitigation of a Flood in Urban Area

研究代表者

山田 正 (Yamada, Tadashi)

中央大学・理工学部・教授

研究者番号：80111665

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、屋上貯留の流出抑制効果を評価可能なモデルを構築した。水・熱循環結合モデルにより、保水性セラミックスを屋上に敷設した場合の表面温度などの温度変化及び保水性セラミックス中の水分移動を計算し、実測値と整合する結果が得られた。10m四方程度のスケールを一つの部材として考えた場合の熱収支に関する適切なパラメータを設定することができたと言える。これにより、保水性セラミックスを広範囲に敷設した場合に環境影響を適切かつ定量的に評価できる。今後、水平方向の排水なども考慮したモデル更新を行うとともにパラメータケーススタディを継続し、より精度の高いモデルを構築することで、環境影響評価の精度を高めていく。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed a new model, which means it possible to evaluate the effects of flood control measures including rainfall harvesting. We were able to obtain good results by calculating the moisture movement in water-retentive ceramics and measuring the thermal change of surface temperature in case of the ceramic laying. Through this means, we can evaluate environmental impact in a quantitative way, when the ceramics is laid. We plan to update this model, to include human activities for future iterations of this case study. In addition, we plan to raise the precision of evaluating environmental effects through construction of a higher-accuracy model.

研究分野：防災工学

キーワード：都市型水害 屋上貯留 ヒートアイランド現象 洪水対策

1. 研究開始当初の背景

近年、都市域において集中豪雨による人的・物的被害が多数報告されている。都市水害対策においては①雨を正確に予測する②降った雨が都市にどの程度流出するか正確に予測する③流域の排水能力を高めるもしくは雨水の流出を抑制する④住民への早期啓発により災害発生前に避難する等のハード・ソフト対策が行われている。本申請においては②と③に着目し都市水害軽減のためのアプローチを行う。

都市の中小河川や下水道は、現在、1時間に50mm程度の降雨に対処する整備を進めており、これを超える雨量では短時間であっても処理しきれずに都市型水害を発生させる場合がある。このような局所的な集中豪雨は、ヒートアイランド現象と局地風によって積乱雲が著しく発達することによって引き起こされている可能性が指摘されている。加えて、近年、ヒートアイランドの原因の一つとして都市化にともなう地表被覆の変化、すなわち緑地や水面が少なくなることで、雨水を一旦貯留する機能が著しく低下し、自然に行われていた蒸発散量が減少して都市部で熱が蓄えられるようになったことが指摘されている。

2. 研究の目的

2010年7月より国土交通省はXバンドMPレーダ網による観測データの配信を行っており、高分解能の降雨データのリアルタイムでの取得が可能となっている。つまり②においては、こういった降雨データを活用した降雨流出モデルの構築の必要性にせまられている。また③において流域の排水能力の向上、雨水の大規模貯留を行うのが理想であるが、都市域においてポンプ場や大規模貯留施設の新設は空間的・費用的に困難である。そのため、研究代表者らは都市域において活用されていない既存の建物の屋上に雨水を一時的に貯留する屋上貯留を提案する。

「都市型水害」と「ヒートアイランド」の問題は、雨水の適正管理によって解決出来ると考えられ、本来の水循環に戻すことで環境負荷を軽減し、温室効果ガスの抜本的な削減が期待される。そこで、本研究では、代表的メガシティである東京都をモデルに「保水性セラミックス」を都市のビル屋上などに敷設することで、ゲリラ豪雨で問題となる雨水を一旦貯留し、雨水流出を抑制し、晴天時に日射による蒸発冷却効果による個別のビルの空調負荷低減や都市全体のヒートアイランドの緩和を検討する。これらの効果インパクト（雨水流出抑制、ヒートアイランド緩和）を評価するため、実際に東京都のビル屋上に敷設し「実証実験」を行い、「評価解析・シミュレーション」により費用対効果などの調査と評価検証を行った。また、申請者は都市水害軽減のた

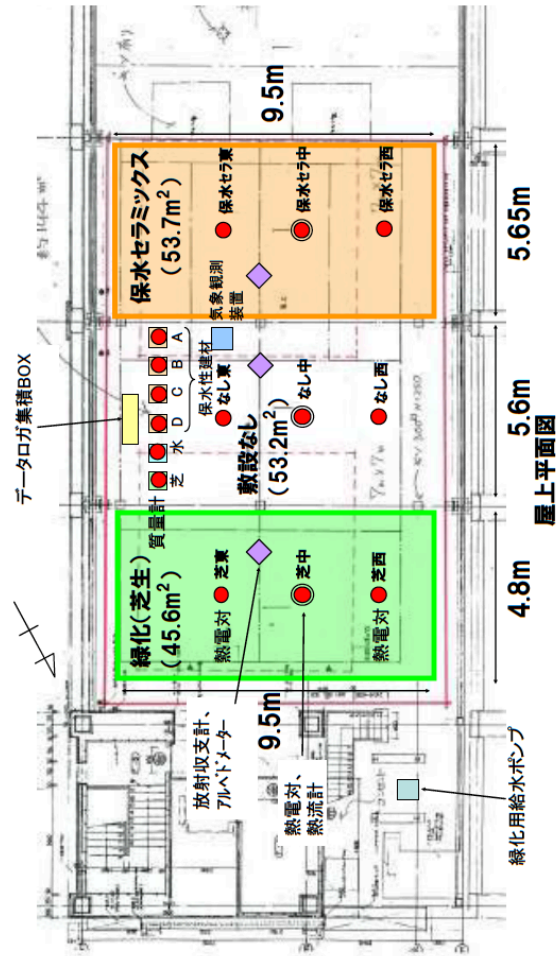


図-1 試験体設置及び測定概要

めに高分解能の降雨データを有効活用できる降雨流出モデルを構築した上で新たな都市流出抑制手法に関する研究を行う。




3. 研究の方法

実験は東京都港区内の事務所ビルの屋上に複数の試験体を設置して行った。試験体の設置状況は図-1に示す通りである。また、実験を行った保水性セラミックスの種類と特性については表-1に示すとおりである。

試験体実験は、蒸発量測定試験体と温熱測定試験体の2つから構成されている。蒸発散量測定試験体は、表-1に示す4つの保水性セラミックスと水・芝生の計6個の試験体を対象に行った。表-1中の写真は蒸発量測定の実験状況を示したもので、各試験体が質量計（電子天秤：最大荷重60kg）の上に乗っており、表面温度も併せて計測している。温熱測定試験体は、約50m²の試験区を対象として、放射環境・温熱環境の測定を行った。温熱測定では、芝生、保水性セラミックス Type-A、およびコンクリート屋上を試験対象とした。測定項目や測定方法は表-2に示すとおりである。

4. 研究成果

表-1 試験対象保水性セラミックスの特性

Type	Type-A	Type-B	Type-C	Type-D
写真				
敷設厚さ	100mm	40mm	50mm	60mm
色	ベージュ (淡)	ベージュ (濃)	ベージュ (淡)	ベージュ (濃)
密度 (g/cm ³)	0.795	0.720	1.65~1.67	1.71~1.77
吸水率 (質量%)	約 60%	98.6%	35~38%	33~35%
提供元・仕様	LIXIL 開発品 粒状	ヤマセ開発品 板状	新興窯業開発品 ハニカム、粒状	新興窯業開発品 ブロッック状

実証試験では、2010年8月1日～2015年3月31日の屋上コンクリート表面温度の測定結果において、保水セラミックスを敷設した場合、敷設なしのコンクリート表面に比べて最大で約24℃の温度低減効果が認められた。降雨直後においては、毎日給水している芝生よりも保水セラミックスを敷設した場合の温度が低くなる傾向を示し、10日間程度は芝生よりも優れた温度低減効果を示した。また、雨水流出抑制量の実績では1年間（2010年8月～2011年7月）の総降雨量1,277mmに対して、保水性セラミックスの雨水貯留量は301～432mmに達し、貯留率は23.6～33.8%であることが明らかになった。

雨水流出抑制効果として、保水性セラミックスによる屋上貯留を行った際の氾濫シミュレーションより、費用対効果を算出し、他の整備項目と比較し、保水性セラミックスによる屋上貯留が非常に効果的であることが示された。ヒートアイランド緩和効果について、大気加熱量としての顕熱フラックスを指標として評価を行ったところ、蒸発によるヒートアイランド緩和効果を確認することができた。また、水・熱循環統合

表-2 測定項目と測定方法・機器

測定種類	測定項目	測定機器	備考
外界条件	気温・湿度	温湿度計	屋上より高さ1.0m
	風速	超音波風速計	
	日射計(全天日射量)	全天日射計	
	降水量	転倒ます式雨量計	
蒸発量	重量	電子天秤	4試験体+水・芝
	試験体表面温度	熱電対	4試験体+水・芝
放射特性 温熱環境	アルベド(上下短波放射)	長短波放射計	1点/試験区
	放射率(上下長波放射)	熱電対	3点/試験区
	試験体表面温度	熱電対	3点/試験区
	屋上面温度	熱電対	3点/試験区
	屋上面伝導熱量	熱流計	3点/試験区

モデルにより、保水性セラミックスを屋上に敷設した場合の表面温度などの温度変化および保水性セラミックス中の水分移動を計算し、実測値と整合する結果が得られ、保水性セラミックスを広範囲に敷設した場合の環境影響を適切かつ定量的に評価する足がかりを得た。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

渡邊 暁人, 笹田 拓也, 渡辺 直樹, 山田正, 合成合理式の理論的導出, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.68, No.4, I_499-I_504, 2012. (査読有)

中島大樹, 銭潮潮, 山田正, 安定度を考慮した混合距離に関する新しい微分方程式の提案と実大気境界層への適用, 日本混相流学会混相流シンポジウム 2013, 2013. (査読有)

[学会発表] (計8件)

吉見和絃・王昭ウエン・山田正: 屋上貯留による雨水流出抑制効果及び熱環境緩和効果, 地球環境シンポジウム, 2014年9月.

その他7編

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山田 正 (YAMADA Tadashi)

中央大学理工学部都市環境学科・教授

研究者番号 : 80111665