

## TSR モデルを用いた保水セラミックスによる雨水流出抑制効果の評価

首都大学東京 学生会員 ○戸辺 裕  
 首都大学東京 正会員 河村 明

首都大学東京 正会員 天口 英雄  
 首都大学東京 正会員 中川 直子

### 1. 序論

近年、ゲリラ豪雨と呼ばれる局地的に時間雨量 50mmを超えるような高強度の降雨の影響などにより、都市型洪水が頻発している。しかしながら、東京都 23 区内において時間雨量 50mmの降雨に対応できる下水道の整備状況は、平成 21 年度末で約 60%でしかなく、実効性・即効性のある対策が求められている。そこで、都市型洪水への対策の一つとして保水セラミックスの活用が挙げられる。保水セラミックスを建物の屋上などに敷設する事によって雨水を一時貯留し、洪水ピーク流量の軽減が期待できる。本研究では、都市型洪水が度々発生している神田川の上流域を対象として、高度な地物データGISを利用するTSRモデル(地物指向分布型都市洪水流出解析モデル)<sup>1)</sup>を用いて保水セラミックスを建物に敷設した場合と現状の洪水流出解析を行い、保水セラミックスによる雨水流出抑制効果の評価を行った。

### 2. 保水セラミックスについて

保水セラミックスの写真を図-1 に、その活用イメージを図-2 に示す。株式会社 INAX が開発した直径 4cm ほどの粒状の新素材で優れた保水性が特徴である。主原料は窯業廃土で資源の有効活用にもつながっている。屋上緑化などと異なり、ほぼメンテナンスフリーで敷き並べるだけなので容易に施工できる利点もある。また、蒸発性能にも優れており、晴天時には保持した水を蒸発させる事によってヒートアイランド現象を緩和させるなど、大都市環境問題の改善も期待されている。



図-1 保水セラミックス

### 3. 対象流域

東京都内の代表的な中小河川である神田川の水源地である井の頭池から、善福寺川との合流点までの上流域(流路延長約 9km, 流域面積約 11.5km<sup>2</sup>)を対象流域として設定した。対象流域図を図-3 に、高度な地物データGIS上の土地利用種別毎の要素数および面積を表-1 に示す。流域内の市街化率は約 97%に達しており、表-1 から全建物地物の面積は流域面積に対して約 30% になっていることがわかる。また、図-3 から建物地物の分布も見て取れ、住宅密集地が多くあることがわかる。

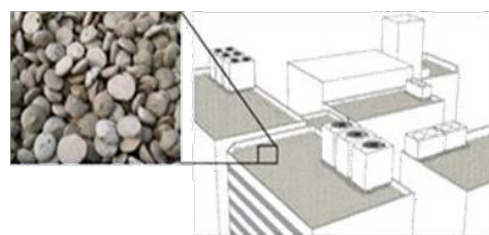


図-2 ビル屋上での活用例

### 4. TSR モデルの概要

本研究で用いる TSR モデルが現在多用されている分布型流出モデルと大きく異なる点は、地表面の形状をグリッド型で与えるのではなく、地物データ GIS を用いて地表面の土地利用を忠実に表現する点である。これにより詳細な建物の雨水流出抑制施設による効果を検討することが可能である。TSR モデルが対象とする雨水流出過程を図-4 に示す。代表的な雨水流出過程を述べると、流域内への降雨は高度な地物データ GIS から作成される土地利用地物要素それぞれに与えられる。街区内では、土地利用地物要素が持つ浸透・不浸透特性に応じて不浸透域の降雨および浸透域の浸透能を超えた降雨を直接流出として計算し、近傍の道路要素への流出量を算定する。道路要素の水は、その要素内にマンホールが存在する場合には雨水・下水道管路に流入し、存在しない場合には道路要素上を流下する。こうして、雨水・下水道管路へ流下した水は数々の管路網を合流して最終的には河川要素に流出し、流域外へと流去する。本論文では洪水流出解析を扱うため、図-4 中に破線で示している地下水から河川要素への流出計算は含めないものとする。

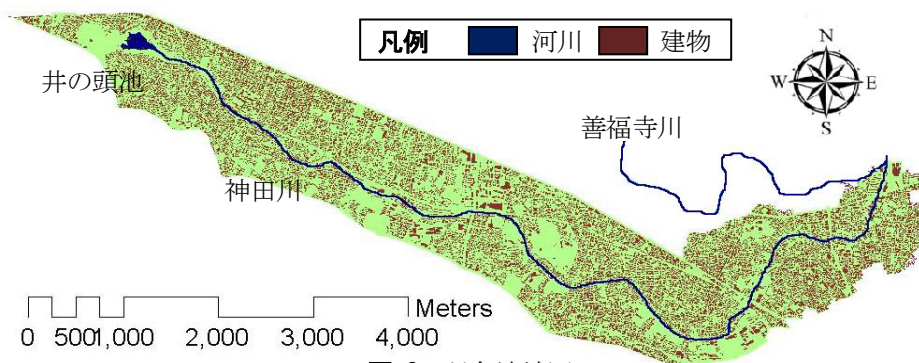


図-3 対象流域図

表-1 土地利用地物要素データ

土地利用種別	要素数	面積(m <sup>2</sup> )
建物	34,300	3,403,843
道路	45,105	1,786,316
その他不浸透域	3,097	1,012,000
間地	17,053	3,552,426
公園	281	90,538
緑地	3,594	1,212,546
畑	483	188,587
グラウンド等	676	280,270
合計	104,589	11,526,526

キーワード：保水セラミックス, TSR モデル, 雨水流出抑制

連絡先：〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 都市環境学部 E-mail: amaguchi@tmu.ac.jp

5. 洪水流出解析

本研究では、対象流域内の建物すべてに保水セラミックスを敷設するものと仮定する。保水セラミックスによる雨水貯留効果のTSRモデルへの適用は、初期損失雨量の設定による。保水セラミックスを8cm厚で敷設した場合の最大貯留量である30mmを、初期損失雨量として建物地物にのみ適用する。その他、土地利用種別毎の初期損失雨量の一覧を表-2に示す。また、計算に用いるパラメータの設定値を表-3に示す。これらの値は既往の研究を参考に設定した。<sup>1),2)</sup>

対象降雨は、東京管区気象台、前方集中型降雨の確率年5年、10年、15年の降雨とした。

対象降雨および解析結果のピーク流量および流出率の一覧を表-4に、解析結果のグラフを図-5に示す。解析結果の流量は、対象流域の神田川最下流端における流量を示している。表-4から、ピーク流量の軽減効果は、確率年5年で約6m<sup>3</sup>/s、軽減率にして約11%、10年で約5m<sup>3</sup>/s、8%、15年で約5m<sup>3</sup>/s、7%となった。流出率の差は、確率年5年で0.05、10年と15年では0.04となった。また、図-5が示す敷設なしと敷設ありの流量曲線で囲まれる流出量の差は、確率年5年で約900m<sup>3</sup>、10年で約810m<sup>3</sup>、15年で約770m<sup>3</sup>と降雨量が増加するに従い減少する結果となった。表-4および図-5から、保水セラミックスの敷設前後でピーク流量に差がでることが認められた。表-4に示すように、60分最大雨量が61.8mmの確率年15年の敷設ありのピーク流量が、60分最大雨量が56.1mmの確率年10年の敷設なしのピーク流量に相当することがわかる。また、確率年10年の敷設ありのピーク流量と60分最大雨量が47.6mmの確率年5年の敷設なしのピーク流量の差を見ると、60分最大雨量が50mm~60mm前後の降雨に対して、おおよそ5mmに相当する雨量を保水セラミックスが保持している事がわかる。以上の事から、保水セラミックスの雨水流出抑制効果は高いと評価する事ができる。

6. まとめ

TSRモデルを用いた洪水流出計算において、保水セラミックスの雨水流出抑制効果を評価することができた。本研究では、流域面積に対して30%程の面積しかない建物地物のみを対象として保水セラミックスを敷設する事としたが、その他にも敷設箇所を増やす事、施工厚を増やす事などによって、より高い効果を発揮させる事が可能である。保水セラミックスの活用をはじめ種々の対策を組み合わせ、都市型洪水の発生を抑止していく事が重要である。

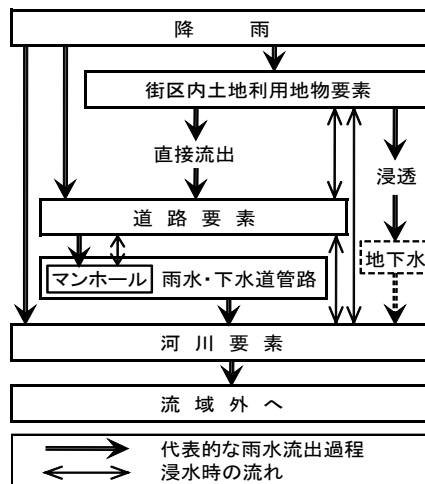


図-4 雨水流出過程

表-2 初期損失雨量

土地利用種別	初期損失雨量(mm)	
	敷設あり	敷設なし
建物	30	2
道路	2	2
其他不浸透域	2	2
間地	4	4
公園	4	4
緑地	4	4
畑	4	4
グラウンド等	4	4

表-3 パラメータの設定値

パラメータ名	設定値	
土地利用要素の斜面勾配(流域平均)	1/350	
土地利用要素の等価粗度係数(不浸透域)	0.035	
地表面地物要素間	道路要素-道路要素間	0.043
モデルの粗度係数	その他	0.067
雨水・下水道管路の粗度係数		0.013
河道の粗度係数		0.0225

表-4 対象降雨および解析結果

確率年	5年	10年	15年	
60分最大雨量(mm)	47.6	56.1	61.8	
総降雨量(mm)	91.2	107.6	118.5	
ピーク流量 (m <sup>3</sup> /s)	敷設なし	54.5	63.2	68.3
	敷設あり	48.3	58.1	63.7
流出率	敷設なし	0.43	0.44	0.44
	敷設あり	0.38	0.40	0.40

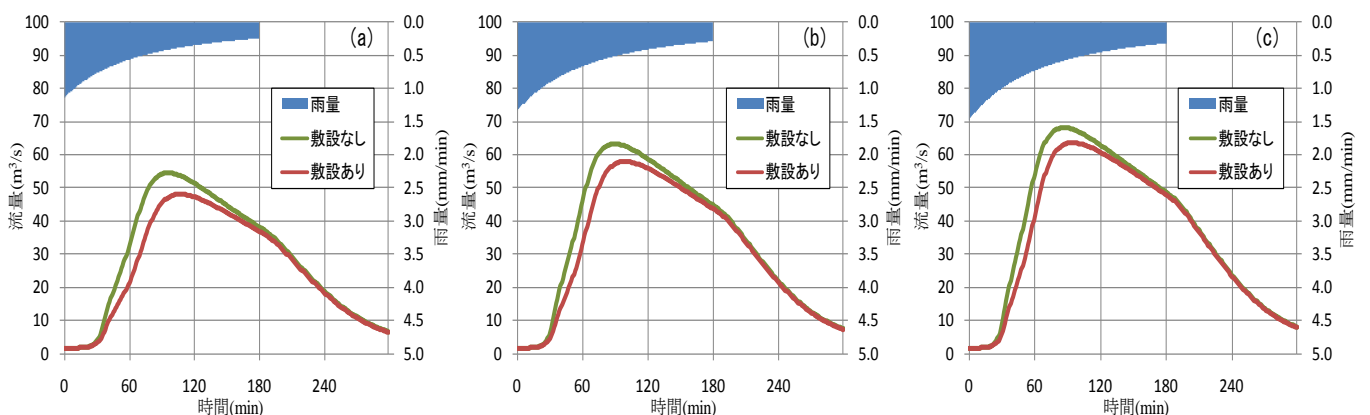


図-5 解析結果。(a) 確率年5年、(b) 確率年10年、(c) 確率年15年。

参考文献

1) 天口英雄, 河村明, 高崎忠勝: 地物データ GIS を用いた新たな地物指向分布型都市洪水流出解析モデルの提案, 土木学会論文集 B, Vol.63 No3, pp.206-223, 2007  
 2) 川池健司, 井上和也, 林秀樹, 戸田圭一: 都市域の氾濫解析モデルの開発, 土木学会論文集, No698/II -58, pp.1-10, 2002