

建築エネルギー・環境シミュレーションツール BEST の開発

第 20 報 雨水利用プログラムによるシミュレーション活用事例

BEST シミュレーション 雨水利用
節水 雨水利用率 雨水代替率

正会員 長谷川巖*1 同 村上周三*2
同 大塚雅之*3 同 小瀬博之*4

1. はじめに

雨水利用プログラムは、都市や建築における水資源の有効利用や雨水利用システムを計画・設計する際の必要容量の算定、都市水害対策としての雨水の一時貯留容量の算定等において活用されている。建築エネルギー・環境シミュレーションツール BEST (以下 BEST と呼ぶ) では給排水衛生設備のツールの一つとして雨水利用プログラムを開発した。本報では、BEST 雨水利用プログラムによるシミュレーション活用事例について報告する。

2. 雨水利用プログラムの概要と計算内容

BEST 雨水利用プログラムは、建築給排水衛生設備における衛生器具・機器・負荷等を「モジュール」として捉えモジュール単位において計算式・計算方法を定め、このモジュール間において「ノード」と呼ばれる演算情報のやりとりを行うことでシステム全体の計算を行っている。ここでいうノードとは、水の水量や水温情報を示している²⁾。実際にプログラム上の操作では、モジュールの仕様(水槽であれば、水槽容量、補給水開始水量、停止水量等)を入力し、モジュール同士を「接続」することでシステムを構築する作業となるが、あらかじめ典型的な標準システムを用意しておくことでユーザーが容易にシミュレーション可能なように工夫を行っている。これを「テンプレート」機能と呼び、図 1 のように、雨水利用システムを含む上水・雑用水による 2 系統給水システムを例題として備えた。

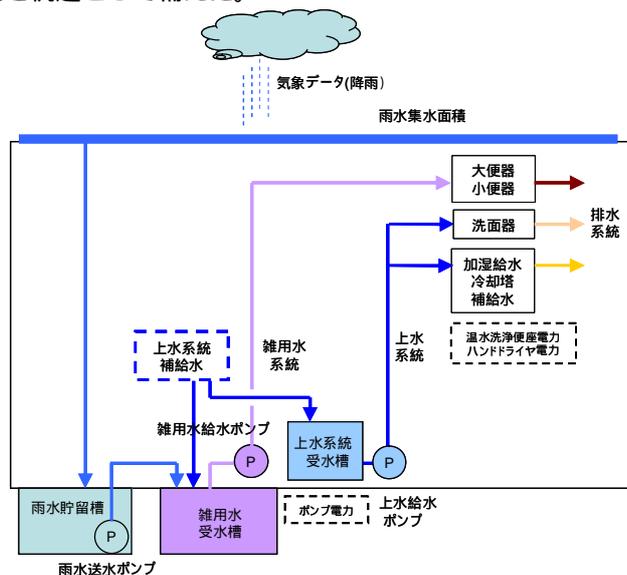


図 1 テンプレート化された標準的な雨水利用システム

3. シミュレーションの内容

3.1 シミュレーションの条件

シミュレーションの諸条件を表 1 に示す。地域は東京で 2006 年の拡張アメダスデータを用いた。年間降雨量は 1,739mm であった。建物規模は延床面積約 10,000 m²、人員 600 人(男子 400 人・女子 200 人)の事務所建物を想定した。雨水集水面積は 1,000 m²とし流出係数を 0.9 とした。

衛生器具吐水量は基本ケースと節水ケースで設定を変えた。給水負荷パターンは、あらかじめ設定を行った負荷頻度パターン(衛生器具別) [回/人・h] × 衛生器具吐水量 [L/回] × 人員 [人] により時刻別に算出を行っている。なお負荷頻度パターンは、平日と休日の 2 種類、各衛生器具別に用意をした。雨水が利用される雑用水系統における雑用水使用量の合計値は表 1 のとおりである。これより年間の雨水代替率は、雨水集水面積 1,000 m² × 流出係数 0.9 × 年間降雨量 1,739mm / 1,000 ÷ 年間雑用水使用量 12,510m³/年 = 12.5% より最大でも 12.5% となる。

3.2 シミュレーションの内容

1) 基本ケース：雨水貯留槽による雨水利用率と雨水代替率の変化を検討

一般に年間降雨量が東京地区のように 1,600mm ~ 1,700mm 程度であれば、雨水集水面積に対する雨水貯留容量の割合が 0.1 程度で雨水利用率が 100% 程度となるため、本プログラムでもこの関係について確認を行った。本条件では集水面積を 1,000 m²としているので雨水貯留容量が 100m³ 程度で 0.1 となる。

2) 節水ケース：衛生器具に節水機器を用いた場合

節水機器を用いた場合には、雑用水使用量が変わるのでこれとともに雨水利用率と雨水代替率の変化を算出する。節水機器の種類は大便秘器で 8L/回と 6L/回(超節水型)の 2 種類、小便器で 1.5L/回の 1 種類で算出した。

表 1 シミュレーション諸条件

降雨データ	
年間降雨量	1,739 mm (2006年東京拡張アメダスデータ)
集水面積	1,000 m ²
流出係数	0.9
建物人員	
男子400人、女子200人、合計600人	
衛生器具吐水量	
大便器	基本ケース 13L/回、節水ケース 8L/回、節水ケース 6L/回
小便器	基本ケース 2.7L/回、節水ケース 1.5L/回
雑用水使用量	
平日	41.0 m ³ /日
休日	21.3 m ³ /日
年間	12,510 m ³ /年
衛生設備機器容量	
雨水貯留槽	20 m ³ ~ 200m ³ (基本ケースにて変化)
雑用水受水槽	20 m ³
雑用水高置水槽	4 m ³
雑用水揚水ポンプ	60 L/min

3)制御変更ケース：雨水貯留槽の雨水補給水量開始水量を変化させた場合を算出した。基本ケースでは雨水貯留槽容量の80%水位で雨水を補給する制御としているが、本ケースでは、雨水貯留槽容量が0となってから補給されるケースとした。これは災害時の降雨一時貯留を考慮し雨水貯留槽が空となってから雨水が補給されるケースを想定した。

4)制御変更ケース：雑用水受水槽制御の変更した場合を算出した。基本ケースでは雨水補給開始を4m³、雨水補給停止を16m³としていたものを、本ケースでは、雨水補給開始を10m³、雨水補給停止を20m³とし、可能な限り雨水が雑用水受水槽に蓄えられる制御に変更した場合を検討した。

4. シミュレーション結果

1)基本ケース(図2)

集水面積 1,000 m²に対して雨水貯留槽を 20m³~200m³まで変えた場合、雨水代替率は 20m³で71%、120m³以上で100%となった。また雨水利用率は 20m³で9%、120m³以上で12.5%となった。

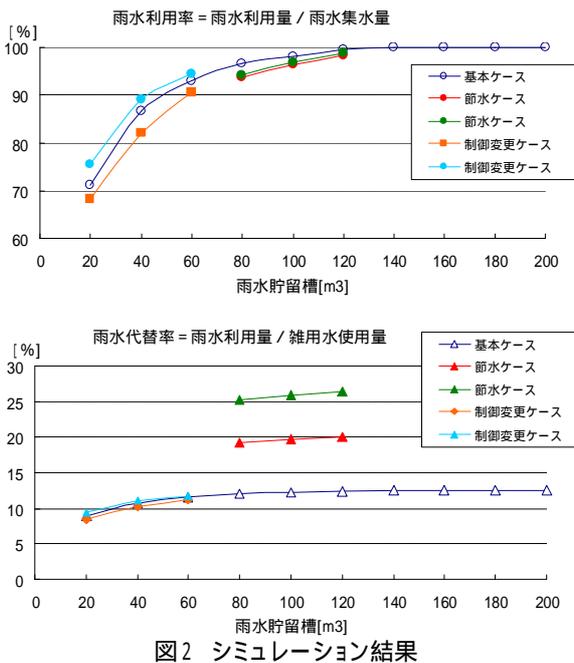


図2 シミュレーション結果

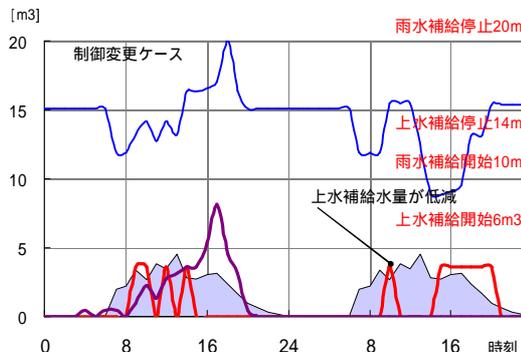
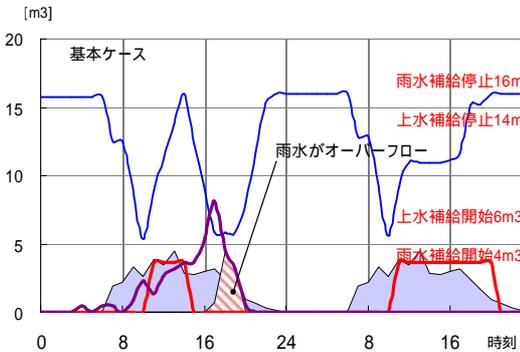


図3 制御変更ケースの水槽水位変動(2日間)

2)節水ケース(節水器具:、超節水器具:)(図2)

標準的な衛生器具を節水器具に変えることで、雨水利用率は相対的に変わり貯留槽 80~120m³の範囲で約20%に上がり、大便器を超節水とすると25%程度まで上がる。

3)制御変更ケース(図2)

雨水貯留槽容量が0となってから雨水を補給する制御に変えると基本ケースと比較して、雨水代替率は約3%下がる結果となった。

4)制御変更ケース(図2・図3)

雑用水受水槽への雨水補給制御を変更した場合、基本ケースと比較して上水補給が減り、雨水代替率は雨水貯留槽容量が20m³のときで約4%上がる結果となった。

5. まとめ

本報では、BEST 雨水利用プログラムによるシミュレーション活用事例として、雨水貯留槽容量や雑用水給水負荷に応じて雨水利用率と雨水代替率の計算を行うとともに、雨水補給水制御のシミュレーションを行った。

【謝辞】本報は、(財)建築環境・省エネルギー機構内に設置された産官学連携による環境負荷削減のための建築物の総合的なエネルギー消費量算出ツール開発に関する「BEST コンソーシアム」・「BEST 企画委員会(村上周三委員長)」および専門版開発委員会(石野久彌委員長)、行政支援ツール開発委員会(坂本雄三委員長)、クラス構想WG(石野久彌主査)の活動成果の一部であり、関係各位に謝意を表するものである。衛生設備SWG名簿(順不同)主査:大塚雅之(関東学院大学)、幹事:長谷川巖(日建設計)、委員:小瀬博之(東洋大学)、前真之(東京大学大学院)、飯田芳史(長谷工コーポレーション)、菊池健二(三機工業)、小原直人(ピーエーシー)、髙岡賢悟(西原衛生工業所)、山口幸寛(2008.7.12まで草深隆道)(東邦ガス)、久保田祥彰(大成建設)、佐々木真人(日本設計)、武田成司(齊久工業)、土井章弘(竹中工務店)、村江行忠(戸田建設技術研究所)、宮本和弘(東京電力)、協力委員:久野岳人、曾我部伸雄(以上、INAX)、梶田卓司、事務局:野原文男、藤井拓郎(以上、日建設計)、諏佐庄平、生稲清久(以上、建築環境・省エネルギー機構)

【参考文献】

- 1)大塚雅之 他:外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その36)給水システムプログラムの概要、平成20年度空調和・衛生工学会学術講演論文集、2008/8
- 2)小瀬博之 他:外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その38)雨水利用プログラムの概要、平成20年度空調和・衛生工学会学術講演論文集、2008/8

*1: 日建設計 *2: 建築研究所理事長・工博
*3: 関東学院大学 教授 工博
*4: 東洋大学 准教授 工博

*1 Nikken Sekkei *2 Chief Executive, Building Research Institute, Dr.Eng
*3 Prof., Kanto Gakuin University., Dr.Eng
*4 Associate Prof., Toyo University., Dr.Eng