

Ⅶ-149

浸水防止と負荷削減を目的とする雨水貯留施設の緊急排水制御に関する研究

㈱東京設計事務所 正会員 ○齊藤 賢一
鳥取大学工学部 正会員 細井 由彦

鳥取大学工学部 正会員 城戸 由能
鳥取大学大学院 学生員 福井 伸之

1. はじめに

都市型水害対策として、多くの都市でさまざまな貯留浸透施設を用いた流出抑制策が実施されている。一方、雨水流出に伴う汚濁負荷流出は、微量化学物質の問題も含めて都市水環境の管理上その制御の必要性が高まっている。浸水制御のためには排除システムの能力を超えた流量カット（ピークカット貯留）に主眼を置かれ、汚濁負荷削減のためには降雨初期のいわゆるファーストフラッシュの制御（初期貯留）に重点が置かれる。初期貯留のみを行うと浸水発生時に施設が機能しない場合があり、ピークカット貯留のみを行うと施設は年数回あるいは数年に一度しか機能せず、多くの期間で遊休化する。そこで、浸水制御を主目的とする貯留施設を活用して、浸水制御と汚濁負荷削減の両機能を兼ね備えた制御ルールを考案し、短時間降水予報に基づいて緊急排水制御を導入した場合の実時間制御について検討を行う（図1）。

2. 貯留施設を用いた緊急排水制御シミュレーションの概要

2. 1 モデル流域および降雨流出予測モデル

モデル流域として市街化が進み排水路が整備されている鳥取市内のT雨水排水区において雨天時観測を実施して雨水流出および負荷流出モデルを作成した。実時間制御ではピーク流量を再現しやすい合理式を用い、流出負荷量予測については降雨初期のファーストフラッシュ現象を再現できるLSQモデルを採用した¹⁾。次に10年確率のモデル降雨により排水区の流下能力を超えて発生する浸水量を算定し、貯留施設の容量を8,200 m³とした。さらに、インターネット上で公開されている短時間降水予測情報から、1997年11月～12月に観測された降雨事象の予測雨量および実降雨量データを収集し、最大降雨強度として25mm、35mm、50mmの3段階、各降雨強度ごとにピーク流出の発生時間が異なる4つの降雨形態（①前方集中型、②中央集中型、③後方集中型、④二山型）を組み合わせ、計12種類の予測および実降雨量のデータを作成した。

2. 2 緊急排水制御ルールのモデル化

降雨開始後基本的に初期貯留を開始するが、短時間降水予報に基づいて雨水流出量を予測し、浸水発生が予測される場合には貯留雨水の緊急排水を行い、浸水防止のためのピークカット貯留に割り当てる制御のルールを複数設定した。緊急排水を伴う制御を、浸水制御を重視するか汚濁負荷削減を重視するかによって大きく4つ制御ルールに分類した（表1）。制御AとDはそれぞれ負荷削減および浸水制御のみを主目的としたルールであり、それぞれ初期貯留あるいはピークカット制御のみを行う。制御BとCは基本的に初期貯留を開始後浸水予測とその時点での残存する貯留容量に基づいて緊急排水の実施および排水量を決定するルールである。さらに、浸水予測量に基づく排水量決定や浸水防止の上で重要となる2回目の降雨ピークを想定して細かく緊急排水のルールを細分化した。

3. 実時間シミュレーションの実施

毎時間更新される短時間降水予報に基づいて貯留あるいは緊急排水の制御を決定する実時間制御のシミュレーションを行った。図2は最大降雨強度35mm、ピーク二山型の時系列降雨データをもとに制御C-1を行

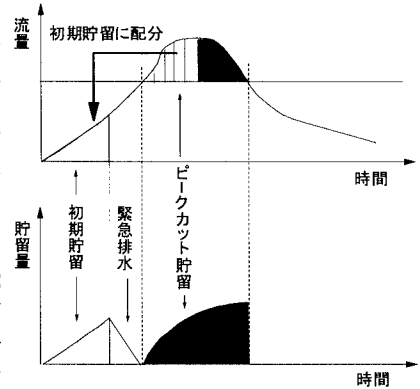


図1 貯留施設制御の概念図

表1 制御ルールの概要

発生事象 制御ルール	流量ピーク1山目				流量ピーク2山目			
	予測浸水無	予測浸水有	浸水予測解除	浸水発生	予測浸水無	予測浸水有	浸水予測解除	浸水発生
制御A	初期貯留	初期貯留	初期貯留	初期貯留	初期貯留	初期貯留	初期貯留	初期貯留
制御B-1	初期貯留	予測分排水	貯留再開	ピークカット	待機	予測分排水	待機	ピークカット
制御B-2	初期貯留	予測分排水	待機	ピークカット	待機	予測分排水	待機	ピークカット
制御C-1	初期貯留	全量排水	貯留再開	ピークカット	待機	全量排水	待機	ピークカット
制御C-2	初期貯留	全量排水	待機	ピークカット	待機	全量排水	待機	ピークカット
制御D-1	待機	待機	待機	ピークカット	待機	全量排水	待機	ピークカット
制御D-2	待機	待機	待機	ピークカット	全量排水	全量排水	待機	ピークカット
制御D-3	待機	待機	待機	ピークカット	待機	予測分排水	待機	ピークカット

キーワード：都市雨水排除、汚濁負荷流出、貯留施設、実時間制御、降雨予測
連絡先：〒680-9045 鳥取市湖山町南4-101、鳥取大学工学部（Tel:0857-31-5318, Fax:0857-31-0882）

った場合の降雨開始 8 時間目の情報画面を示す。短時間降雨予報データをもとに 3 時間後までの予測降水量(1)、予測流出量(2)、予測浸水量(3)が算定され、これらをもとに貯留雨水量(4)と比較して、緊急排水が必要な場合の必要排水量(5)が表示される。以上のような毎時間の制御決定を降雨開始から降雨終了後 3 時間まで、12 系列の降雨データごとに全制御(A～D3)について実施し、浸水制御効果と汚濁負荷削減効果について評価した。ここでは、貯留制御を全く行わなかった場合の浸水量に対する浸水制御効果(%)および評価対象降雨による総流出負荷量に対する貯留負荷量で負荷削減効果(%)を示している。さらに、浸水量予測には降雨予測および流出予測の誤差が含まれていることを前提として、制御判断の段階で流出予測量に安全率(10%、20%、50%、100%)分の流量を上乗せした場合のシミュレーションによる評価もおこなった。

4. 緊急排水制御による浸水制御効果と負荷削減効果

12 系列の降雨データの発生確率に基づいて確率重み付けで積算した浸水制御と負荷削減効果を示したものが図 3 である。図中の斜体字は鳥取市で過去 10 年間で実際に発生した平均的な強度の独立降雨を対象に実時間制御を行った場合を加えてある。安全率を見込まない場合(図 3 左)に浸水制御効果を高く維持できるのは全量ピークカットを行う制御 D 群のみである。これは降雨予測精度が低く正確な予測浸水量に基づく実時間制御が行えなかったことを示している。そのため安全率を 50% 見込んで同様の手順で制御を行った場合には(図 3 右)、制御 C-2 によって浸水制御効果を制御 D 群と同等に維持しながら、より高い負荷削減効果を得ることが可能であった。以上の図で全体的に汚濁負荷削減量が少ないのは、評価降雨が対象流域で年に 1 度もしくは数年に 1 度の頻度で浸水が発生させる強強度降雨のみを想定しており、浸水を引き起こさない小降雨時(図中斜体字)には、初期貯留を行う制御 A から制御 C では流出負荷を全量貯留施設内に一旦貯留することが可能であり、いずれの制御でも負荷削減効果は高く、制御 D は初期貯留を行わないため負荷削減効果は期待できない。以上の結果より、現状の短時間降雨予報の精度、流出モデルの再現精度を考慮すると安全率を 50% 以上見込む必要があるが、制御方法によっては浸水制御効果を維持したまま汚濁負荷削減を行うための緊急排水を伴う実時間制御は可能である。

現段階では、従来の貯留施設制御(ピークカット貯留のみ)と同等の浸水制御効果を維持し、付加価値として汚濁負荷削減を可能にするためには、降雨予測と流出モデルの誤差を考慮して安全率を 50% 以上見込んだ上で、浸水予測が発生した時点から浸水予測量に関係なく全量排水をおこなって浸水制御に備える制御 C-2 が最適である。将来的に短時間降雨予報による予測精度が向上すれば、浸水を正確かつ早期に予測できるので、浸水予測量に基づく緊急排水(制御 B)を行って積極的な汚濁負荷削減も可能になる。

【参考文献】1) 斎藤・城戸他：土木学会年次講演集、1996、2) 城戸他：水環境学会、p.401、1997

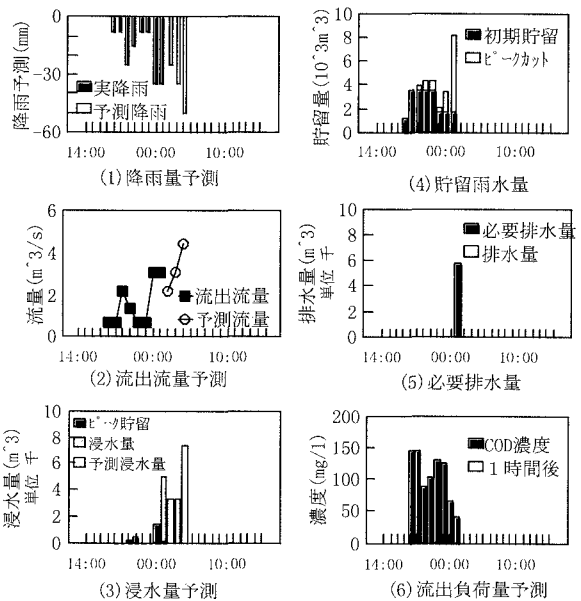


図 2 緊急排水制御を実施する際の情報画面例

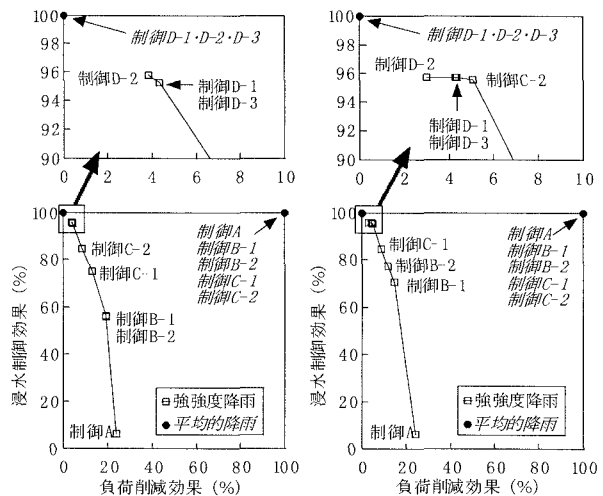


図 3 12 系列降雨による制御パターンの評価

(左：安全率 0 %、右：安全率 50 %)