

水理模型実験及び平面二次元不定流解析を併用した遊水地越流量評価に関する検討

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○吉武央気 片山直哉 非会員 小河健一郎 森下祐
中部地方整備局三重河川国道事務所 正会員 岡本祐司 非会員 横山千津子

1. はじめに

遊水地計画では、現地河道の縦横断特性を踏まえて想定洪水に対する越流量を、確実に確保する必要があるため、水理模型実験を行い、越流堤諸元を決定することが一般的である。一方、近年激甚化する洪水に対して、遊水地では洪水調節機能を有効に活用し水害リスク軽減に活かすことが期待されており、これにはあらゆる降雨パターンにおける遊水地の洪水調節機能を把握しておくことが必要である。こうした高度な検討には、容易に越流堤諸元の改変や降雨パターンの違いによる洪水調節機能の影響を評価可能な平面二次元不定流解析と併用しながら検討していくことが重要である。

本論文では、上記の先駆けとして河川整備計画で遊水地整備を予定している一級河川雲出川を対象に、水理模型実験で得られた河道・越流流況に対して、平面二次元不定流解析での再現性を評価し、水害リスク軽減を考慮した遊水地計画への展開の可能性や課題について考察することを目的とした。

2. 検討条件

2-1 検討対象の概要（図-1）

検討対象は、一級河川雲出川の 6.0k～12.4k とし、7.4k に中村川、9.8k に波瀬川が合流する。計画遊水地は湾曲区間の外岸付近に位置する牧地区（8.4k 付近）、波瀬川合流点上流に位置する小戸木地区（10.6k 付近）の二箇所で開催されている。

2-2 水理模型実験の概要

水理模型実験は縮尺を 1/80 とし、河道形状を 200m 間隔の横断測量結果を用いて製作した。粗度係数は、現地の地被状況を踏まえ、ナットや人工芝、ヘチマロンを用いて表現し、整備目標流量流下時の準二次元不等流水位に一致するように調整して設定した。越流堤は、事前に粘性の影響が生じない縮尺での二次元水路実験を実施し、越流堤の形状を検討した。



図-1 雲出川 検討対象の概要

製作した水理模型実験を用いて想定洪水の流量を定常で通水し、越流堤諸元（越流堤高・延長）を決定した。その後、決定した越流堤諸元にて河道流量、遊水地水位を複数条件設定し、各条件での越流量を計測することで、定常時の河道流量～遊水地水位～越流量の関係（図-4）を得た。

2-3 平面二次元不定流解析の概要

解析モデルは、非構造格子により河道と氾濫原を一体的にモデル化し、流れを水深方向に平均化した二次元浅水流方程式を用いた。河道形状は模型実験条件と同様とし、粗度係数・樹木群は河道計画での設定値を初期値として与えた上で、想定洪水通水時の実験水位と整合するように調整した。

解析では、最初に完全越流状態での定常時越流量の再現性を評価するため、越流開始～想定洪水ピーク流量の複数流量を用いた定常解析を実施した。その後、潜り～戻り越流状態時の越流量も評価するため、想定洪水波形による非定常解析を実施し、同時刻の河道流量～遊水地水位～越流量の関係を抽出した。

キーワード 遊水地、越流量、水理模型実験、平面二次元不定流解析

連絡先 〒530-0004 大阪区北区堂島浜一丁目2番1号パシフィックコンサルタンツ（株） TEL06-4799-7351

3. 解析結果と考察

3-1 定常流による越流量の評価

水理模型実験結果から整備目標洪水流下時の流量係数は小戸木で 1.6, 牧で 1.4 となる。これは、小戸木では越流堤前面の流速（主流方向）が約 2.0m/s と速く遊水地に向かう斜め方向の流れが強いことに対し、牧では越流堤前面の流速が約 0.5m/s と比較的遅くほぼ直角に越流することが要因であり、現地河川の河道特性に基づく平面流況の違いが影響していると考えられる（図-2）。

図-3 に、模型実験及び解析で得られた越流量の比較を示す。この結果、小戸木・牧ともに解析越流量は、模型実験越流量と概ね一致しており、平面二次元不定流解析により、現地河道の縦横断特性に基づく平面流況の影響を考慮することで定常かつ完全越流状態の越流量を良好に再現できることが可能である。

3-2 非定常流による越流量の評価

図-4 に、模型実験（定常）と解析（非定常）における河道流量～遊水地水位～越流量の関係の比較を示す。ここで、牧では常時完全越流状態を維持するが、小戸木では完全越流から潜り・戻り越流状態に移行する。

増水期の解析越流量は、概ね模型実験越流量と一致する結果となった。一方で、減水期に潜り・戻り越流状態に移行する小戸木地区では、遊水地水位が緩やかに上昇しながら解析越流量は次第に減少していくが、模型実験越流量と比べて越流量を過大に評価している。この理由として、潜り・戻り越流状態で生じる越流堤縦断方向の流入・戻りが混在する流れや三次元的な渦によるエネルギー損失の影響を平面二次元不定流解析では十分表現できていないためと考えられる。

以上により、遊水地は想定外力程度の洪水規模であれば、洪水ピーク時に完全越流状態で洪水調節を行えるケースが多いと考えられるため、平面流況の影響を受ける現地河川では洪水調節機能の把握に平面二次元不定流解析の併用が有効であることを示唆している。

4. 結論と今後の課題

本論文では、水理模型実験と平面二次元不定流解析を併用し、解析による実験越流量の再現性を評価した。この結果、想定外力程度の洪水規模であれば、降雨パターンの違いや越流堤諸元の改変による洪水調節機能への影響を精度良く把握することが可能である。一方、潜り・戻り越流量が下流通過流量に影響を及ぼす超過洪水では、越流量の再現性に課題を残すため、水害リスク軽減を考慮した遊水地計画の検討へ適用するためには、潜り・戻り越流状態での再現性向上を図っていく必要がある。



図-2 小戸木・牧の越流状況

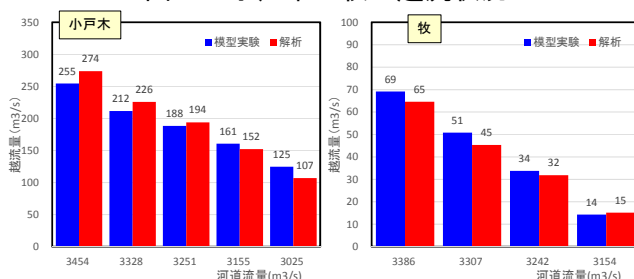


図-3 定常時の小戸木・牧越流量の比較

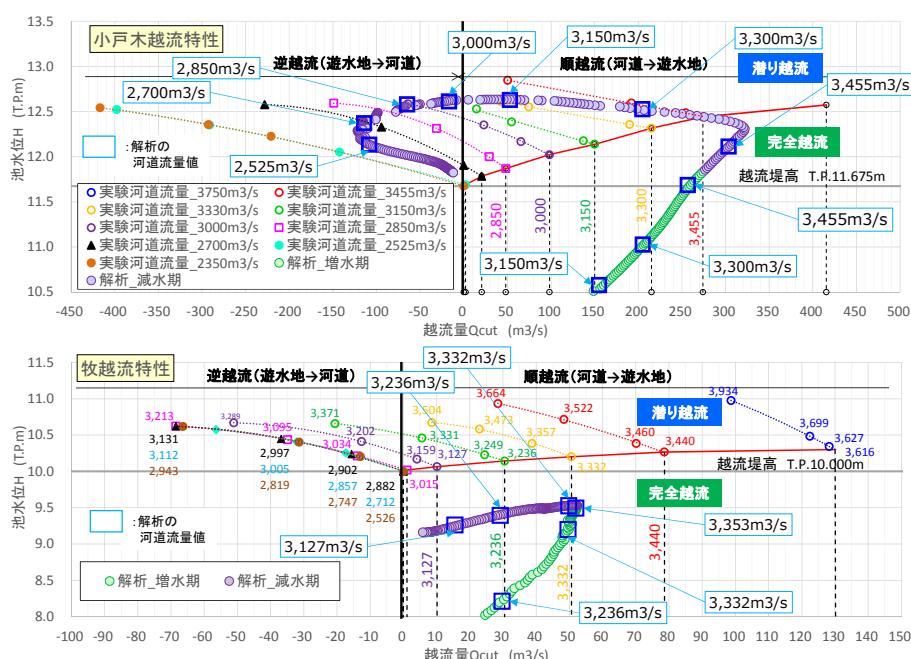


図-4 模型実験（定常）と解析（非定常）における河道流量～遊水地水位～越流量の関係