

韓国山地河川を対象として準3次元河床変動計算による最深河床高評価

株式会社建設技術研究所 正会員 ○朴童津 正会員 坂本 洋 正会員 宮田昇平
(株)韓国総合技術 非会員 李 智遠 非会員 權 在鍾

1. はじめに

韓国のガンウォンド地域は山間地であり毎年豪雨により河岸が侵食・破壊され、大きな被害が発生している。緊急復旧により整備してもまた次の年には侵食されるなど、悪循環となっている。このことから、流体力に対する力学的な安定性を確保した護岸の設計が求められている。しかしながら、韓国においては、護岸の力学設計手法は未だ整理されておらず、日本における設計手法を参考に韓国山地河川水衝部における護岸の力学設計法について検討を行っている。



写真-1 韓国ガンウォン地域堤防・河岸侵食状況(2002年)

本稿では、護岸の力学設計における重要な設計条件である最深河床高（洗掘深）を準3次元数値モデルにより評価し、韓国の山地河川における最深河床高評価の参考図として取りまとめた結果を報告する。また、準3次元モデルによる最深河床高評価の課題について取りまとめた。

表-1 日韓河川の特徴比較表

河川名	流域面積 (km ²)	流路延長 (km)	1/流域 形状係数	河状 係数
ハンガン	26,219	470	0.099	393
ナクトンガン	23,852	525	0.087	372
クムガン	9,886	401	0.061	299
ソムジンガン	4,897	212	0.109	715
ヨンサンガン	2,798	115	0.208	682
石狩川	14,330	268	0.200	28
北上川	10,150	249	0.164	39
利根川	16,840	322	0.162	54
信濃川	11,900	367	0.088	43
筑後川	2,863	143	0.140	119

※世界の河川の河状係数：ミシシピガン 119、ライルガン30、ヤンツガン22、ラインガン8、コンゴガン4

2. 日韓河川の特徴比較

日韓河川の流域形状係数（＝流域面積／河川延長²）と河状係数（＝Max流量／Min流量）の比較を行った。

流域形状係数の逆数が大きければ細長い流域、小さければ幅広流域といえる。また、河状係数は値が大きいと流況が不安定であり、逆に小さいと流況が安定しているといえる。

表-1に日韓の代表河川の特徴比較表を示す。流域形状においては、日韓河川とも大きい違いはなく、個別河川の特徴として位置づけられている。しかし、河状係数においては韓国の河川が遥かに大きい値となっており、流況が不安定で、洪水時と平常時との河川流出量の差が大きいものと判断される。諸外国の河川と比較しても、韓国の河川での河状係数は大きく、洪水時に大きい流体力が河川堤防および低水河岸に作用することになると判断される。

3. 準3次元数値モデルによる最深河床高評価

(1) 評価方法

韓国の河道特性を踏まえて設定した河道条件の下、準3次元数値モデルによる数値実験を行い、最深河床高を評価する。数値計算では、平坦河床を初期条件とした河道を用いて、一定流量の通水を行う。本論文では、計算開始から200時間後の河道状況について評価を行った。

(2) 準3次元モデルの概要

準3次元解析に用いたモデルは、一般座標系を用い、余弦関数の合成でx, y方向の流速u, vの水深方向の分布を近似した福岡ら³⁾の準3次元モデルをベースとしている。また、流砂量式は、縦断方向は日本で代表的な芦田・道上の式を用い、横断方向の流砂量式は、長谷川の式⁴⁾を用いた。準3次元モデルのメッシュサイズは、計算の安定性を考慮して、流下方向に100m、横断方向に5mとした。また、流下方向の計算区間は、上下流端の境界条件の影響が及ばないよう5kmとした。

(3) 検討ケース及び計算条件

検討ケースは、韓国の河道特性を一般化し、川幅、河床勾配、曲率半径の違いにより、表-1に示す単湾曲河道6ケースを設定した。なお、曲率については90度とし、河床材料は100mmとした。

表-2 検討ケース

NO	川幅(m)	河床勾配	曲率半径(m)	NO	川幅(m)	河床勾配	曲率半径(m)
1	100	1/500	200	4	200	1/500	400
2	100	1/500	400	5	200	1/500	800
3	100	1/500	600	6	200	1/500	1200

また、計算流量については、韓国の南大川及びソクサ川を対象として、川幅と洪水量の関係式を作成(式1)することにより、川幅毎に流量を設定した。

$$Q = 0.0272B^2 + 921 \dots\dots\dots (式1)$$

(4) 検討結果

計算結果の一例として、ケース 4 の河床変動高コンター図を図-1 に示す。図-1 より、湾曲部入り口部は内岸側が洗掘し、曲がり後の直線区間において外岸側が洗掘していることが分かる。この現象は全 6 ケースについて見られた。これは、平坦河床の場合、湾曲入り口部では内岸側に流れが集中し、河床が洗掘されるためである。

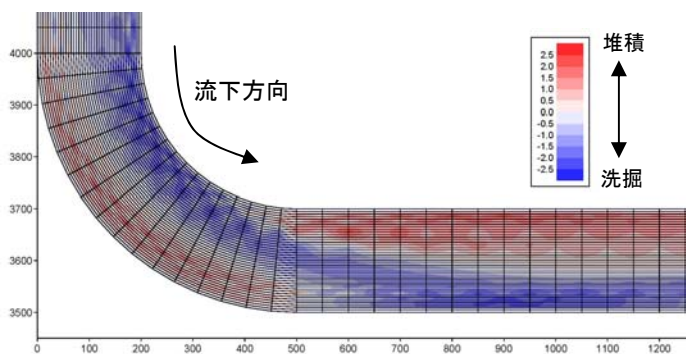


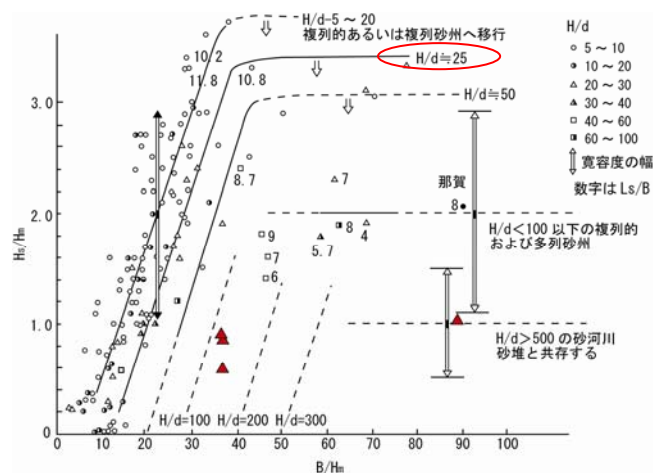
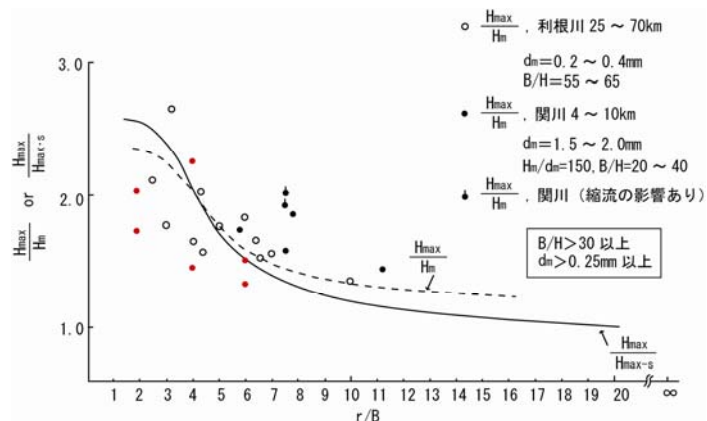
図-1 河床変動高コンター図(ケース 4)

4. 韓国山地河川における最深河床高評価図の作成

護岸の力学設計法¹⁾に示される最深河床高評価図に数値計算結果をプロット(赤印)した結果が図-2 及び図-3 である。ここに、 H_s は砂州波高、 H_m は年平均最大流量時の平均水深、 H_{max} は最大洗掘部の水深、 r は曲率半径、 B は川幅、 d は代表粒径である。

まず、 H_s/H_m と B/H_m の関係を示した図-2 について評価する。本論文での検討ケースは H/d が 20~30 の範囲であるが、赤丸で囲ったライン付近よりも下側にプロットされる(すなわち、砂州波高が既存の結果よりも小さめとなる)結果となった。次に、蛇行水路での H_{max}/H_m と r/B の関係を示した図-3 について評価する。数値計算結果についても r/B が大きいほど H_{max}/H_m が小さくなる傾向は見られ、利根川や関川とは粒径が大きく異なるものの、既存の結果と同じようなライン上にプロットされる結果となった。

5. 結論

図-2 H_s/H_m と B/H_m の関係図-3 蛇行水路での H_{max}/H_m と r/B の関係

本研究では、日本における河床洗掘評価図が、韓国山地河川に適用性可能であるか、準 3 次元解析モデルによる試算を行い下記の結果を得た。

- (1) 韓国山地河川における H/d は 20~30 の範囲あり、日本の結果よりも下側にプロットされた。この原因として、計算開始から 200 時間が経過しても未だ河床が安定してない可能性が考えられ、今後、さらに計算時間を延ばして再評価する。
- (2) r/B の関係では概ね日本における H_{max}/H_m より、小さくなる傾向は見られ、概ね同じ傾向であり、 r/B と H_{max}/H_m の関係が適用できる可能性がある。ただし、(1)とさらなる実験を重ねる必要はある。

本研究は、韓国国土海洋部地域技術革新事業の研究費支援(課題番号#’08 地域技術革新 B-01)によって実施したものである。

参考文献

- (財) 国土技術研究センター、護岸の力学設計法
- 山本晃一、沖積河川学 堆積環境の視点から
- 福岡捷二 著、洪水の水利と河道の設計法 ―治水と環境の調和した川づくり―、森北出版、2005。
- 長谷川和義、蛇行水路における流れと平衡底面形状に関する研究、土木学会論文報告集、第 338 号、pp.105-114、1983