谷底平野を流下する河道の河幅に関する研究

株式会社建設技術研究所 正会員 〇久保 雄生 中央大学研究開発機構 フェロー 福岡 捷二

1. 目的

近年,谷幅の狭い谷底平野を流下する中小河川では,大規模な豪雨の発生により氾濫流が大きな被害をもたらし ている.谷底平野を流下する余笹川(栃木県東北部),厚別川(北海道日高地方)では,河道の流下能力を大きく超 える洪水(余笹川1998年洪水,厚別川2003年洪水)が発生し,河岸の浸食,拡幅による流路変動や,谷底平野の 農地への氾濫などによって,洪水前後で河川の状況が一変した.両河川では被災後に50年に1回程度の洪水流量 に対応した大規模な災害復旧工事が行われ河道が改修された.本研究は,余笹川,厚別川を対象とし,洪水前,洪 水直後,災害復旧工事後の谷底平野を流下する河川の河幅について福岡の式¹⁾を用いて2つのことを検討する.第 一は,河道形成流量に相当する大きな流量が発生した両河川の河幅,水深について,第二は,災害後の河道改修に よってつくられた河幅,水深についてである.

2. 検討方法

余笹川の検討区間は、那珂川との合流点(0km)から約14.5 kmの区間、厚別川は、0km~2km(区間A-1)・ 6km~8km(区間A-2)・12km~14km(区間A-3)・17km~19km(区間A-4)である.河幅・水深は栃木県庁・ 北海道庁が作成した災害前後の資料と航空写真を参考に以下のように求めた.洪水前の河幅は、改修平面図に示さ れている水面幅と等高線、洪水前の航空写真を参考にして求めた.水深は不明であった.洪水直後の河幅は、左右 岸の洪水痕跡水位から算出した.水深は痕跡水位と平均河床高の差から求めた.災害復旧工事後の河幅は、復旧計 画の横断形状図と計画水位から算出した.水深は計画高水位と計画河床高の差より求めた.中小河川における横断 形状を決める手法が確立されていないため、本検討では沖積河川における安定な河幅の式(1)・水深の式(2)を用い て検討を行った¹⁾.

$$B/d_r = 4.25 \left(Q/\sqrt{gId_r^5} \right)^{0.40}$$
 (1)

 $h/d_r = 0.13 \left(Q/\sqrt{gId_r^5} \right)^{0.38}$ (2)

ここで、B:河幅、h:水深、Q:河道形成流量、I:勾配、dr:河床材料の代表粒径である.

検討に用いた諸量は、栃木県、北海道がそれぞれの河 川に対し算出した諸量である.余笹川の洪水前の流量は 不等流計算によって求めた堤防満杯流量であり、洪水直 後の流量は1998年8月に発生した洪水のピーク流量であ る、災害復旧工事後の流量は、1/50計画規模の流量であ る. 厚別川の洪水前の流量は不明であった. 詳細は文献 2), 3)を参照されたい. 余笹川の代表粒径は2000年, 厚 別川の代表粒径は2003年に測られた河床表層の粒度分 布の60%粒径d60とした.洪水直後,災害復旧工事後の勾 配には、縦断的に断面変化が大きいため、各断面の流速 や横断面形状を考慮して求めたエネルギー勾配を用いた. 氾濫流によって、流水断面積が縦断的に大きく変化する 河川を扱うときには、河床勾配は式(1)、(2)の勾配を代表 できず、エネルギー勾配を用いなければならない、洪水 前の流れにあって、各区間の平均河床勾配を用いた.表 -1は余笹川の諸量,表-2は厚別川の諸量を示す.

次に、氾濫形態の分類を示す.対象区間の洪水氾濫後の平面写真、航空写真、横断写真等を参考にし、3つの 氾濫形態に分類し検討を行った.氾濫形態Iは、河道両 岸に段丘等が迫っており、河道は広がることが出来ず洪

表-1 余笹川の検討に用いた諸量²⁾

	区間	流量(㎡/s)	代表粒径(mm)	河床勾配
洪水前	Y−1	1200	100	1/155
	Y−2	400	230	1/120
	Y−3	400	170	1/100
洪水直後	Y−1	2720	100	-
	Y−2	1740	230	-
	Y−3	1720	170	-
災害復旧 工事後	Y−1	1400	100	1/155~1/220
	Y−2	670	230	1/120~1/110
	Y-3	560	170	1/80~1/90

表-2 厚別川の検討に用いた諸量 3)

	区間	氾濫形態	流量(m³/s)	代表粒径(mm)
洪水直後	A-1	Ш	2884	1.2
	A-2	Ш	2683	1.2
	A-3	Π	1589	0.1
	A-4	Ш	1589	0.1
災害復旧 工事後	A-1	Ш	2000	1.2
	A-2	Ш	1800	1.2
	A-3	Π	1300	0.1
	Δ-1	Π	1000	0.1

水による浸食等の目立った被害を受けていない.氾濫形態Ⅱは、河岸や河道周辺の平地部まで氾濫し、洗掘を受け

キーワード 谷底平野,余笹川,厚別川,河幅,水深,横断形状,福岡の式 連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学研究開発機構 TEL 03-3817-1611

ている. 氾濫形態Ⅲは, 洪水流が谷底平野全体に 広がって流れており, 河道から離れている地点で も洗掘や浸水被害が出ている. 余笹川の氾濫形態 別に分類した河道区間を表-3に示す. 厚別川は, 氾濫形態Ⅱが区間A-3, 氾濫形態Ⅲが区間A-1・ A-2・A-4である(表-2).

4. 無次元流量と無次元河幅. 無次元水深の関係 両河川で生じた洪水は、大洪水で、河道を一変 させるようなものであり,まさに河道形成流量が 流れた洪水と考えてよい.余笹川,厚別川の洪水 前,洪水直後,災害復旧工事後で色分けした無次 元流量と無次元河幅, 無次元水深の関係をそれぞ れ図-1,図-2に示す.河道形成流量に相当する洪 水直後の無次元河幅は、氾濫形態 I の分布が式(1) から最も離れてプロットされ、氾濫形態Ⅱ、Ⅲと ほぼ式(1)、式(2)と対応している. 氾濫形態別に違 いが見られたのは、谷底平野の谷幅や段丘など地 形の影響が河道からの氾濫形態に強く働いている ためである. 氾濫形態 I に位置しているのは, 両 岸に高い谷や段丘が河道に迫っており、洪水流が 横断方向に広がれない狭い地形場に河道が位置し ている. そのため, 氾濫形態 I の無次元河幅は氾 濫形態Ⅱ、Ⅲに比べ狭く、無次元水深は大きい値 となっている. 氾濫形態Ⅲは、谷幅の広い地形場 で、洪水流が谷底平野全体に広がって流れている ため河幅が式(1)よりも上に分布している、氾濫 形態Ⅱは堤防や段丘などの存在により氾濫範囲は Ⅲに比してやや狭く, 無次元河幅は氾濫形態 I・ Ⅲの中間地点に分布している.

災害復旧工事後の無次元計画流量に対する河道の無次元河幅の分布は、洪水直後の氾濫形態Ⅱの 無次元河幅付近にプロットされている.これは、 災害復旧工事は、洪水前の河道法線形を基本とし、 洪水後に変動した河道をも考慮した河道線形とし、 さらには、谷底平野の地形制約を受けて決められ たためである. 1/50 の治水安全度の河幅として

表−3 余笹川の洪水氾濫形態区分 氾濫形態 区間(km) I 0.0-0.5 13.0-13.3



たためである. 1/50 の治水安全度の河幅として 図-2 厚別川の無次元流量と無次元河幅,無次元水深の関係は、段丘が河道に迫っている氾濫形態 I の区間を除いては、適切な河幅となっていることが図—1 からわかる.

5. 結論と今後の課題

1998年の余笹川,2004年の厚別川に甚大な被害をもたらした谷底平野を流下した大洪水を対象に,福岡の河幅・ 水深の式を用いて谷底平野河川の無次元河幅・無次元水深の検討を行った.福岡の式は,沖積河川における河道形 成流量で決まる河幅について論じており,これとの比較の結果,余笹川,厚別川の両洪水は,河道形成流量で作ら れた河道幅となって流れたことが分かった.谷底平野河川は,縦断的に地形の影響を受け河幅が決まっており,洪 水流れは複雑な水面形を呈する.このため,福岡式の適用に当たっては,精度の高い水面形を求めることが重要で あり,エネルギー勾配を用いることが重要であることが明らかになった.また,1/50の治水安全度で改修された河 川の無次元河幅と無次元流量の関係は,妥当であることが示された.

参考文献

1)福岡捷二:温暖化に対する河川の適応技術のあり方・治水と環境の調和した多自然川づくりの普遍化に向けて、土木学会論文集,F. Vol.66 No.4,pp.471-489,2010.10 2)(財)河川環境管理財団河川環境総合研究所:大規模災害復旧工事後の河道・環境特性の変化,・余笹川の事例-,2009.9 3) 土木学会平成15 年台風10 号北海道豪雨災害調査団:日高水害調査団最終報告書, 2004.