

宇都宮大学 学生員 山岸 健一
 正 員 須賀 堯三
 正 員 田中 仁
 正 員 宮崎 勝己

逆川は、栃木県と茨城県との県境付近、茂木町小貫地区において始まり、石沢地区で深沢川を合流し、市街地を貫流、途中、坂井川、神井川、塩田川、鮎田川を合流し、伊勢川地区において那珂川に合流する延長30.8 Km 流域面積116.6 Km²の一級河川である。

1986年台風10号下での茂木町のハイドログラフ及び、市街地の水位観測所による水位を図-1に示す。図の水位は、実線が機械観測、点線が目視観測であり、欠損部は測量不能区間、そして最高水位は洪水痕跡によるものである。

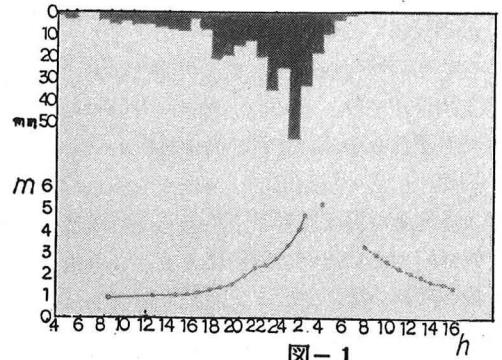


図-1

ピーク流量及び、満水状態の流量を、図-2に示すA、B、C、点において求めてみた。ピーク流量の算定には合理式を、満水流量の算定には洪水流を等流と仮定して、マンニング式をそれぞれ用いた。(洪水到達時間は2時間、流出係数は0.7、時間雨量は45 mm/hとした) 結果を表-1に示す。これから多量の越流水があったことがわかる。

表-1

m ³	A	B	C
ピーク流量	398	167	159
満水流量	240	240	49
計画高水量	160	160	60

護岸の被災調査を、市街地上流の逆川大橋を起点に取り、ここから本川下流2 Km、上流1.4 Km、深沢川8 Kmで行った。結果は図-2のとおりである。これによると、区間内の至るところで被災がみられた。護岸被災は全部で32箇所、自然河岸被災は全部で28箇所あった。この両者が混在しているのは、護岸工事が局部改修事業と荒唐砂防事業により、縦断的に不連続に行われたことによる。またここには示さなかったが他に、橋脚付近の護岸破壊があった。これは3箇所と少なかったが、規模は大きなものであった。

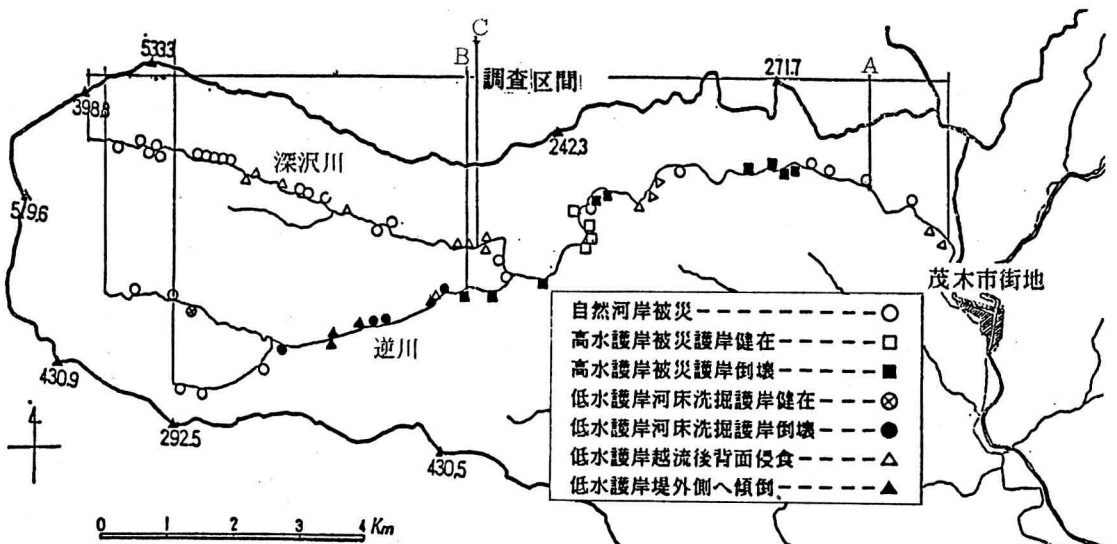
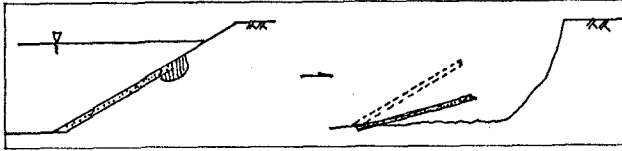


図-2

次にこれらの被災原因について考えてみた。

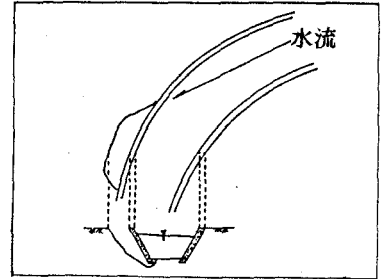
1) 高水護岸被災(側岸侵食)

護岸が河岸高の半分程度しかなかったため、コンクリートと自然河岸との接合部(境界部)が著しい侵食を受けた。裏込め土が3 mから長いもので10 m程度流出した。



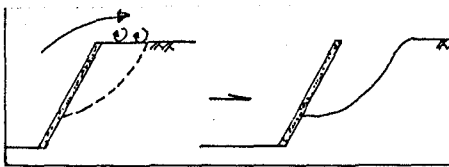
2) 低水護岸河床洗掘(背面土抜け出し)

河川曲部外縁に於て水流が強まり、それが護岸の根を侵食した。その後、土質強度の低下(大雨により飽和)した裏込め土を吸い出し、護岸背面に穴が出来た。



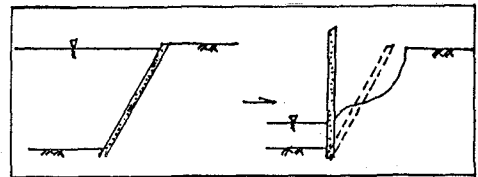
3) 低水護岸越流後背面侵食

越流時の流勢が強く、護岸背面の裏込め土を侵食したと考えられる。背後土砂の堆積がみられるのが特徴である。越流原因としては、曲部の遠心力(9箇所)や水路の合流部(1箇所)、河積不足(4箇所)などが考えられた。



4) 低水護岸堤外側へ傾倒

大雨のため、護岸背面の水位が上昇、このときは河川も増水しているため力は釣りあっているが、減水時、河川の方が水位低下が早かったため、力の均衡がくずれ、護岸が、堤外側へ傾倒した。(4箇所)



(4)の原因については、a、縦断距離が長い(長いもので70 m程、短いものでも20 m程ある) b、これらは総て直線河道部に生じた。 c、護岸の根元が侵食された形跡はみられなかった。 d、水抜き穴がなかった。 e、越流した形跡がなかった。等が挙げられる。さらに現地を測量し、その断面図に被災後の護岸を書き入れてみると、ほぼ護岸の根を中心として傾倒(転倒)していることがわかった。

表-2

	$\phi = 30^\circ$			$\phi = 28^\circ$		
γ_t / m^3	16	18	18	16	18	18
水位 m	0.5	2.5	0.5	0.5	2.5	0.5
M t	0.39	4.78	0.25	0.14	4.51	0.02

そこでクーロンの土圧式を用い、裏込め土の単位体積重量(γ)を変えただけで、護岸が転倒する条件を調べてみた。結果を表-2に示す。(転倒モーメント(M)は、中心が護岸根本であり、正は、護岸が裏込め土を押し込む方向である)これから内部摩擦角(ϕ)の値が、 28° 以下の時は護岸が転倒することがわかる。(コンクリートの単位体積重量は 2.4 t/m^3 、土と護岸の摩擦角は 0° とした)

逆川の護岸被災においては、長い区間にわたる低水護岸堤外側への傾倒が、一つの特徴である。

謝辞：本研究を行うに際し、文部省科学研究費(突発災害代表；東大 高橋 裕教授)の補助を受けた。又、貴重な資料を頂いた栃木県河川課に対し謝意を表する。