

8.6 水害に対する甲突川の治水対策及び 石橋保存対策*

The flood prevention measures of the Kotsuki river for a situation such as the heavy rainfall of August 1993 and the measures for the preservation of stone-masonry bridges

知識博美**， 奥田 朗***， 牟田神宗征****

By CHISIKI Hiromi, OKUDA Akira, MUTAGAMI Muneyuki

ABSTRACT

The quantity of flow along the Kotsuki river and the amount of trees and other materials during the disaster of August 1993 due to heavy rainfall are investigated and based on these, flood prevention measures for the Kotsuki river are proposed. As a measure of preservation of stone-masonry bridges which are important historical structures, technical studies are presented about constructing a branch to the main river to reduce its water flow.

1. はじめに

甲突川は、鹿児島県の西方に位置する八重山（標高676m）に源を発し、始良カルデラ等から噴出した火砕流堆積物からなるシラス台地を南下して途中、川田川などの支川を合流しつつ鹿児島市内に入り市街地を貫流して錦江湾に注ぐ本川流路延長24.6km、流域面積106.2km²の2級河川である。

下流部は、甲突川が長年に渡って流送した砂、シルト等よりなる沖積層が低地を形成し、現在の市街地となっている。

この市街地を含めた甲突川の治水対策を進めるにあたり、甲突川にかかる西田橋等五つの石橋は、市民、県民に親しまれており、また、歴史的建造物としての価値も高いことから、何とか現地に残せるものなら残したいと考え、1981年から着手した本川の河道の整備に併せて、上流にダム建設、遊水池の設置、放水路の建設など長年に渡りさまざまな調査検討を行ってきた。

このような中、1993年の豪雨等で甲突川は溢水氾濫し、中でも8月6日の豪雨は、700m³/sの洪水となり、市街部で約12,000戸の床上、床下浸水を引き起

こすと共に、新上橋、武之橋の石橋を含む15の橋梁が流失する激甚な災害（以下「8.6災害」という）が発生した。

このため、これまでの検討結果と、この8.6災害に鑑み、再度災害を防止し、早急に治水対策を進めるには、一部河幅の狭い区間の拡幅と河床を約2m掘り下げること、8.6災害で発生した洪水流量に対処することとし、河口から9,400mを5箇年で改修することとした。石橋については、橋脚の根入れが1.2mと浅く、河床を2m掘削することにより基礎の保全が出来ないこと、また、8.6災害で2つの石橋が流失したことから、移設して保存することとした。

本研究は、8.6災害の洪水流量、流木発生状況及びこれらを踏まえた甲突川の治水対策、石橋の保存対策としての分水路の検討を述べたものである。

2. 8.6 豪雨での洪水流出状況

(1) 1993年の降雨状況¹⁾²⁾³⁾

鹿児島地方は、5月21日に梅雨入りし、梅雨前線が南下をはじめた6月13日から本格的に梅雨らしい雨が降りはじめ、7月9日に出された梅雨明け

**Keyword: 8.6 水害, 石橋, 分水路

*** 正会員 鹿児島県土木部河川課(〒890-77 鹿児島市鶴池新10-1),

**** 正会員 (財)先端建設技術センター(前鹿児島県土木部長),

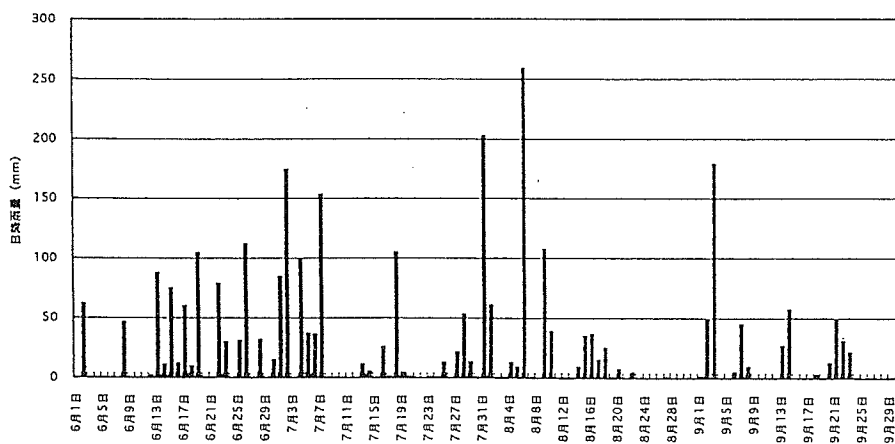
***** 正会員 鹿児島県土木部河川課

宣言（8月31日に「今年の梅雨明けは、はっきりしない」と修正）までの降雨量は1,433mmに達した。

その後、9月までの間も降雨が続き、6月から9月までの間の雨量は2,991mmで平年の平均降雨量(1,133mm)の約2.6倍に相当する大きな降雨となっ

ている。

この6月から9月までの間に鹿児島地方での災害に結びついた降雨は、その被害状況から5つの時期に分けられる。



(図一) 鹿児島気象台日降雨量

(1993年6月1日～9月30日)

① 6月12日～7月8日の豪雨

6月12日から、間に1日ないし2日の雨の降らない日を挟みながら、数mmから10mm程度の雨が降り、数日置きに50mmから100mmに達する大雨が県下全域にわたって続いた。7月6日から7月7日にかけては、北薩地方の一部を除いて各地とも100mm以上の大雨となり、薩摩半島南部の枕崎では日雨量316mm、時間最大雨量57mm、大隅半島中部の牧ノ原では日雨量313mm、時間最大雨量43mmを記録している。このため、指宿郡山川町や穎娃町で大きな崖崩れが発生した。

② 7月31日～8月2日の豪雨

7月31日から8月2日にかけての豪雨は、鹿児島市の北東にある始良町や鹿児島空港のある溝辺町付近を中心としたほぼ東西に伸びる地域で、溝辺町では日雨量450mm、時間最大雨量77mmを記録している。このため、始良郡横川町、国分市などで河川の氾濫や内水により床上、床下浸水したほか、県中部の地域を中心にシラス崖の崖崩れや土石流が発生し、農地が土砂に埋まったり流失する被害が生じた。

③ 8月5日～8月7日の豪雨

8月5日から8月6日にかけての豪雨は、鹿児島市を含む日置郡郡山町を中心とした地域で、鹿児島気象台で日雨量259mm、郡山町役場で384mmを、また、

時間雨量は午後4時から7時にかけての3時間が大きく、時間最大雨量は、鹿児島気象台で56mm、郡山町役場で99.5mmを記録している。この郡山町は、甲突川の上流部に位置しており、短時間に多量の雨が降ったことが鹿児島市街地に大きな被害を与えた。

④ 8月9日～8月10日の台風7号による豪雨

台風7号の襲来による豪雨は、大隅半島を中心とした地域で牧ノ原では日雨量270mm、時間最大雨量77mmを記録し、崖崩れや土石流が発生した。

⑤ 9月2日～9月3日の台風13号による豪雨

台風13号の襲来による豪雨は、薩摩半島を中心にして、県内全域で激しい雨となり、特に薩摩半島の知覧町では、日雨量396mm、時間最大雨量126mmを記録し、大きな崖崩れや土石流が発生し、多数の犠牲者と共に、甲突川などの河川が氾濫し床上床下浸水被害が発生した。

(2) 8.6水害時の洪水流出量の算定⁴⁾

洪水時の流出量算定においては、流量観測による方法の他、貯留関数法、単位図法、洪水痕跡などによる推定法がある。

甲突川での8.6水害時の洪水は、堤防高を越える出水であったことから、岩崎橋の水位計は、途中で欠測となり、最高水位の把握は出来ていない。こ

のため最大流出量の算定にあたっては、貯留関数法による再現計算による方法、主要地点の洪水痕跡水位を用いた等流計算による方法で推定した値をもとに総合的に決定した。

a) 貯留関数法⁵⁾による再現計算

① 流出計算方法

流域からの流出量を求める貯留関数法の基本式は、次に示す「連続の式」と「運動方程式」により成り立っている。

$$r - q = d s / d t \quad (\text{連続の式}) \quad \text{式(1)}$$

$$S = K \cdot q^p \quad (\text{運動方程式}) \quad \text{式(2)}$$

式(1)と式(2)により流出高 q をもとめ、次の式(3)と式(4)より流出量 Q を求める。

$$q(t) = q(t + TL) \quad \text{式(3)}$$

$$Q = 1 / 3.6 \{ f \cdot A \cdot q \} + Q_b \quad \text{式(4)}$$

r : 流域平均雨量 (mm/hr) q : 流出高 (mm/hr)

S : 貯留高 (m) K, p : 流域定数

TL : 遅滞時間 (hr) f : 流出率

A : 流域面積 (km²) Q : 流出量 (m³/s)

Q_b : 基底流量 (m³/s)

上記、貯留関数法での未知数(K, p, TL, f)については、実績洪水資料による検証計算で決定する。

② 洪水流出モデル及び貯留関数定数の設定

甲突川流域分割図を基に、流出状況及び支川の流入等を考慮し、16の流域に分割したモデルを作成した。各流域における流域定数は、実績洪水資料による検証計算により決定するが、設定方針は次の通りとする。

i) K, p

甲突川流域の洪水流を層流と考え次に示す定数を用いる。

$$p = 1 / 3, K = 43.4 \cdot C \cdot I^{-1/3} \cdot L^{1/3}$$

C : 流域粗度, I : 流域勾配, L : 流域延長

ii) TL

流域洪水到達時間は、甲突川流域が比較的急勾配であること、16流域に分割していることから流域遅滞時間は考慮しない。

iii) f

飽和雨量域を示す f は、実績雨量と実績流量及び近傍河川の川内川、肝属川等の資料により変動流出域のモデルとして飽和雨量域を段階的に変化させる。

③ 検証計算

前項で示した貯留関数法の定数を、次の近年5洪水の岩崎橋での実績資料をもとに検証計算を行なった結果は表-1のとおり実績流量と計算流量がほぼ一致している。また、飽和雨量域の変動を示す流出率と飽和雨量の関係は表-2の通りとする。

(表-1) 検証洪水の最大流量比較表

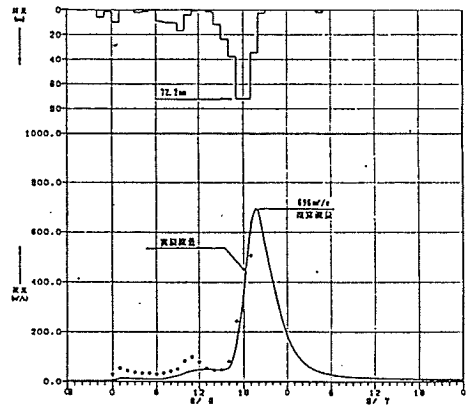
洪水年月日	実績流量	計算流量	差 (m ³ /s)
1992. 7. 15	2 2 5 m ³ /s	2 2 6 m ³ /s	1
1993. 6. 23	1 7 9 m ³ /s	1 8 1 m ³ /s	2
1993. 6. 26	2 0 2 m ³ /s	2 0 4 m ³ /s	2
1993. 7. 7	1 6 7 m ³ /s	1 6 4 m ³ /s	-3
1993. 8. 1	2 6 5 m ³ /s	2 6 5 m ³ /s	0

(表-2) 流出率と飽和雨量の関係表

$R_s a$ (mm)	f
0 ~ 50	0. 20
51 ~ 100	0. 30
101 ~ 200	0. 40
201 ~ 300	0. 50
301 ~ 400	0. 60
401 ~	0. 80

④ 8. 6洪水流量の算定

1993年8月6日の甲突川流域の雨量は、流域内及び近傍にある鹿児島気象台等6箇所の雨量観測所で得られた時間雨量をティーセン分割法により求め、この雨量を流域モデルに時間ごとに入力して、甲突川の時間ごとの流出量を求めると、基準地点岩崎橋で8月6日の午後7時40分頃に最大流量700m³/sと計算された。

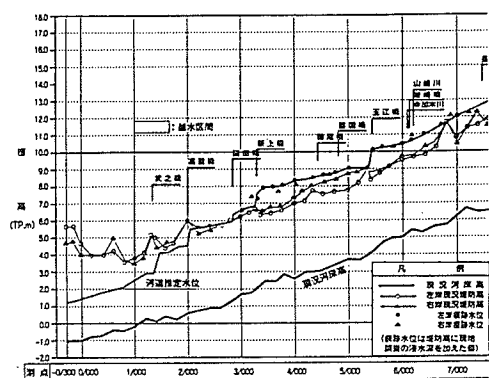


(図-2) 甲突川岩崎橋地点ハイドログラフ

b) 主要地点の洪水痕跡水位を用いた再現計算

甲突川は、河川に並行して国道3号や市道があり、8.6災害では、河川から溢れた洪水が流下している。洪水後の現地洪水痕跡調査をもとに、原良橋(4k000)、岩崎橋(6k000)付近で、河川部分、道路部分を流れた流量をマンギングの流速公式により求めたところ、原良橋付近で698m/s、岩崎橋付近で685m/sとなった。

このようなことから8.6水害での洪水流出量は700m/sと算定した。



(図-3) 8.6豪雨の洪水痕跡水位縦断面

(3) 発生流量の算定⁶⁾

a) 流木の発生状況

8.6水害を含む「平成5年8月鹿児島豪雨災害」では、河川の氾濫による浸水被害とともにシラス斜面の崩壊に伴う土砂災害が発生している。

甲突川流域では、崩壊箇所約3,600箇所、崩壊面積130ha、崩壊土砂量推定650,000m³の斜面崩壊が発生した⁷⁾。甲突川流域は、その大半が軽石質火砕流堆積物であるシラスに覆われて比較的なだらかな台地上の地形をなしており⁸⁾、斜面崩壊は、大半がシラス台地の縁部に位置する斜面において発生している。

これらの斜面崩壊に伴い、大量の倒木が発生し、特に、河岸沿いで発生した約60箇所の崩壊地では、崩壊土砂と共に倒木が河道内に流入して流木となり、この流木は径間の狭い橋梁にかかったり、氾濫した田畑に堆積するなどの被害をもたらした。

甲突川流域の土地利用状況は、上流の山地やシラス台地上に分布する林地が65%を占めて最も多く、次いで市街地が27%、田畑は8%となっている⁹⁾。

林相としては、急峻な地形をなす上流部ではスギ、ヒノキ等を中心とした針葉樹の人工林が大半を占め、台地からなる中・下流部ではクヌギやシイ、カシ等の広葉樹が分布する。斜面上は人工林や天然林が分布し、急崖部は裸地か雑木林となっており、崖下の崩壊土砂が堆積しているところは、スギやヒノキが植林され、竹林も点在している。

河川沿いの植生については、本川、支川の沿川斜面は、スギ、ヒノキ等の植林や竹林が分布している。

流域の崩壊地は1993年8月1日撮影の航空写真にもとづく鹿児島大学の調査¹⁰⁾では、流域全体にわたって広く分布し、約3,600箇所におよんでいる。これらの、崩壊箇所は支川比志島川や犬迫川、長井田川などの中流域に集中し、シラス台地の縁端部の斜面や樹枝状に開析された侵食谷の谷頭部やその側方の急崖部に発生している。

崩壊パターンのほとんどは、シラス斜面の表層部の薄い(約50m)風化土層が雨水の浸透で崩れる表層滑落型崩壊(表層崩壊)¹¹⁾であり、土石流を伴った斜面崩壊は支川比志島川や川田川の上流域に数箇所ある。このうち河川に影響を与える崩壊としては、河岸侵食による斜面崩壊、河川沿川の斜面崩壊、支流・溪流の土石流による崩壊があり、崩壊土砂と共に倒木が河川に流入した。

甲突川流域全体での推定倒木本数は、約105,000本、樹高10m以上で約86,000本であり、このうち、河川に流入し影響をおよぼす恐れのある倒木本数は約32,000本、樹高10m以上で約26,000本となり、それぞれ流域内倒木総数の約31%、約24%となる。

(表-3) 甲突川流域倒木量

倒木のバターン	針葉樹(本)	広葉樹(本)	合計(本)
河岸侵食	378	316	694
	(304)	(78)	(382)
沿川斜面の崩壊	2,890	3,442	6,332
	(1,766)	(435)	(2,201)
支流・溪流の土石流	12,141	13,184	25,325
	(10,330)	(12,816)	(23,146)
その他	27,035	45,942	72,977
	(19,104)	(40,992)	(60,096)
合計	42,444	62,884	105,328
	(31,504)	(54,321)	(85,825)

注) 下段()は樹高10m以上を対象としたもの

b) 倒木からの発生流木量の算定

甲突川での発生流木量については、航空写真の判読、崩壊地の地形状況及び記録写真等を用い、崩壊地から河川への流入パターンは河岸侵食によるもの、沿川斜面の崩壊によるもの、支流・溪流からの土石流によるものに分け、それぞれに流入率を設定して発生流木量を推定した。なお、河川に影響をおよぼす流木は、甲突川に架かる橋梁の径間長を考慮して、樹高10m以上とする。

① 河岸侵食による発生流木量

河岸侵食により発生した倒木のほとんどは、直接河川に流入すると考えられるため、倒木のすべてが流入するものとした。

② 沿川斜面の崩壊による発生流木量

崩壊地の高さや崩壊土砂の到達距離の相関性から、倒木の流下した箇所の現地調査をおこない、崩壊地の高さや河岸までの距離を条件にして、現地調査相関式を作成し、倒木の河川への流入量を推定した。

③ 支流・溪流からの土石流による発生流木量

支流・溪流からの土石流や洪水流ともなって河川に流入してくる流木量は、航空写真や現地ヒアリング等から河川への流入は確認されていないことから、河川への流入は0とする。

上記の方法による発生流木量の総数は1,027本が推定され、このうち針葉樹が841本、広葉樹は186本となり、針葉樹が多く、崩壊パターン別には、沿川斜面からの発生流木量が多い。

(表-4) 倒木からの発生流木量推定結果

	河岸部(本)	淵・縮部(本)	合計(本)
針葉樹	304	537	841
広葉樹	78	108	186
合計	382	645	1,027

c) 実績から想定した流木量

8.6水害で甲突川の橋梁にかかった流木や氾濫地での残留流木量を考慮して河川を流下した流木量は、全体で820本程度となり、本・支川上流部の狭い箇所での堆積、河川から海へ流出したものを推定すると実績発生流木量は、倒木から推定した発生流木量と同程度と考える。

(表-5) 実績から想定した流木量

確認箇所	流木量(本)	備考
飯山橋	40	実績
玉江橋	10	実績
西田橋	10	実績
他橋梁(10橋)	200	径間長13m以下の橋梁の推定
河頭中校庭	160	実績
河岸に残留	400	中流山間部の残留流木
その他	210	上流部の堆積、海への流出

8.6水害で甲突川流域で発生した流木の中で、河川に影響をおよぼす流木は、1,030本と推定されたが、これは、流域内総倒木量の約1%程度である。また、倒木の発生は、シラス斜面の崩壊面積と密接に関連し、中でも、表層崩壊はシラス斜面の崩壊の基本形の一つであり、崩壊後の表層土の再生され、立木の成育とともに、100年程度の短い期間で繰り返し発生している。

甲突川流域は約65%が山地であり、8.6水害での崩壊面積(130ha)は、この2%程度にしか過ぎず、その対策にもきわめて、長期間を要することから、今後も斜面崩壊とともに、倒木が発生し、河川に影響をおよぼす流木が生ずると考える。

3. 治水対策の検討^{1,2)}

甲突川における8.6水害での被害は、河岸欠壊等の河川災害、橋梁流失等の道路災害、山腹崩壊等の治山・砂防・急傾斜災害のほか、市街地部では家屋浸水、ガス、上下水道、電話通信の不通など生活関連施設の被害が大きく、応急対策を進めながら、本格的復旧に緊急に取り組む必要があった。

甲突川の流下能力は、300m/s(8.6時速)であり、8.6水害での洪水流出量700m/sを安全に処理できる治水対策を進める必要がある。

甲突川の治水対策については、これまで長年にわたって石橋を残したままの治水対策として、分水路、ダム、遊水池、放水路等についての調査検討を行ってきた。いずれの方法も問題点が多く、今すぐ実現出来るものではない。8.6水害の状況に鑑み、緊急かつ確実な治水対策として、河床の掘り下げや河幅の狭い区間の拡幅等による河川改修を進めることにした。

(1) 緊急対策としての治水対策の検討評価

甲突川の8.6水害での洪水流出量700m³/sに対する治水対策については、1970年に改修に着手以来行ってきた調査検討の内容を石橋の保存の対策も含めて検討評価した。

① 暫定河道掘削 400m³/s+放水路300m³/s

石橋が現地保存出来る河道掘削を行ない、残りを放水路により分流させて洪水流出量700m³/sを確保する方式。

放水路は甲突川中流部の花野口から吉野台地を通り花倉方面で錦江湾へ放流する約7kmルートである。放水路は大断面のトンネルのため、建設には地質調査等を含めた調査設計や用地買収、また長大なトンネルのため長期的な工期等を要する大規模な工事となる。さらに放水路は完成まで治水効果が得られないことから災害後の緊急治水対策としては困難である。また、洪水時に発生する流木等の流下物は、現河道に流れることになり、8.6水害のように石橋が流失する危険性は解消されない。

② 暫定河道掘削 400m³/s+ダム300m³/s +遊水池70m³/s+放水路200m³/s

石橋を現地保存出来るよう、流域全体でダム、遊水池、放水路を組み合わせる洪水流出量700m³/sを確保する方式

ダムは郡山町上常盤地区に建設できるが、地形条件から貯水容量が小さく300m³/s程度カットできるダムしか出来ず、また、ダムサイトがシラス地帯になることから、地質を含めた調査検討、建設に長期間を要する。

遊水池は中流部の小山田地区の田畑44haを活用するものであるが、用地確保の問題に加えて、河床勾配(約1/300)が急であることから遊水池の構造等の調査設計に長期間を要し、緊急に建設することは困難である。

③ 石橋に分水路を設置した河道掘削 700m³/s

現河道で河幅の狭い区間の拡幅をおこない、河床の掘り下げで700m³/sの流下能力を確保するが、石橋を現地保存出来るよう、石橋部の横に分水路を設ける方式。

700m³/sの計画河床までは、約2mの掘削が必要であるが、石橋部には張石があり河床が固定されているため、分水路で河床の連続性を確保する。分

水路は左岸側の緑地公園を利用するが、幅が制限されるため洪水時は石橋部も流下することになる。このため、石橋を現地保存した場合の洪水時の流況について、1981年から1984年にかけて水理模型実験をおこなった。実験結果では、洪水時において本川部から分水路部に分流するときに複雑な流れが生ずるため、分水路呑み口や石橋の上流部には土砂の堆積が、分水路吐き口部では河床洗掘が生じると共に、流木等の流下物は、石橋に集中してかかった。8.6水害では、甲突川だけでも流木がかかるなどにより、新上橋など15橋が流失している実態があること、8月1日、6日と連続して出水した実績を勘案すると確実に堆積土砂を取り除くことは出来ず、分水路は確実な治水対策と石橋保存策になりえない。この分水路の検討については、第4章で述べる。

④ 河道掘削 700m³/s

石橋は移設保存し、現河道で河幅の狭い区間の拡幅をおこない、河床の掘り下げで700m³/sの流下能力を確保する方式。

石橋は移設することで、歴史的建造物として安全に保存され、河床の掘り下げや河幅の狭い区間の拡幅等による河道改修をおこなうことで緊急かつ確実な治水対策及び石橋保存対策ができる。

4. 甲突川で検討した分水路の技術的評価

甲突川の治水対策の検討にあたり、石橋を現地に残す方法として調査検討されたものに分水路がある。

この分水路は、下流部にある武之橋、高麗橋、西田橋、新上橋を現地に残すために河川の左岸や右岸にある緑地公園を活用するものである。

これらの中で、西田橋の分水路について、治水対策と石橋現地保存について水理模型実験と8.6水害で踏まえた検討と技術的評価を行なう。

(1) 水理模型実験¹³⁾

石橋を現地に保存したときの河道改修における問題点を把握するため、河口から昭和橋上流の区間4,100mを縮尺1/40の模型で再現し実験を行なった。

この模型実験では、洪水時の状態で行なえないことから、水、土砂、流下物に分け、これらを組み合わせ洪水時の状況を再現することとした。石橋を現地に保存したときの現況河川の流下能力、石造橋

よる水位のせき上げ状況、石造橋アーチ型による生ずる流れの状況、また、石造橋の横に分水路を設けた場合での、分水の状況、分水路付近の河床洗掘、土砂の堆積状況、流木等の長大流下物による石造橋アーチ部の閉塞状況など、計算では得られない現象を把握するために行なった。

模型実験における西田橋の分水路は、平田橋から高見橋間の左岸緑地公園を利用するもので、石橋の橋台背後にある反力石積みの影響範囲を除外した幅となり、延長 $l=270\text{m}$ 、幅 $W=18\text{m}$ である。(A案)

分水路を設置した場合は、西田橋は現況のまま、上下流では分水路側を 2m 掘り下げた条件としているので、西田橋部は 2m 突出した状態となっている。水理模型実験の結果は次の通りである。

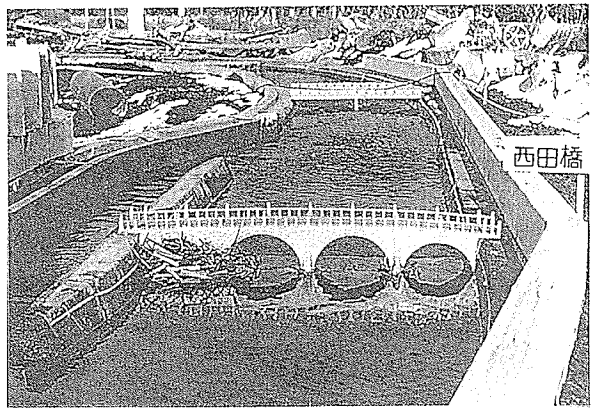
- ① 現況河川の堤防満杯での流下能力は、甲突橋から新上橋までの 1.7km の間では、約 $300\text{m}^3/\text{s}$ であり、これ以上の流量に対しては、相対的に低い右岸側の堤防から溢水する。
- ② 石造橋の橋脚による水位のせき上げは、流量 $300\text{m}^3/\text{s}$ に対し、 8cm から 47cm であり、特に新上橋は他の石造橋に比べて河積を阻害する度合いが大きく、 $500\text{m}^3/\text{s}$ の流量に対しては、せき上げが 76cm に達

し橋面を越流する。

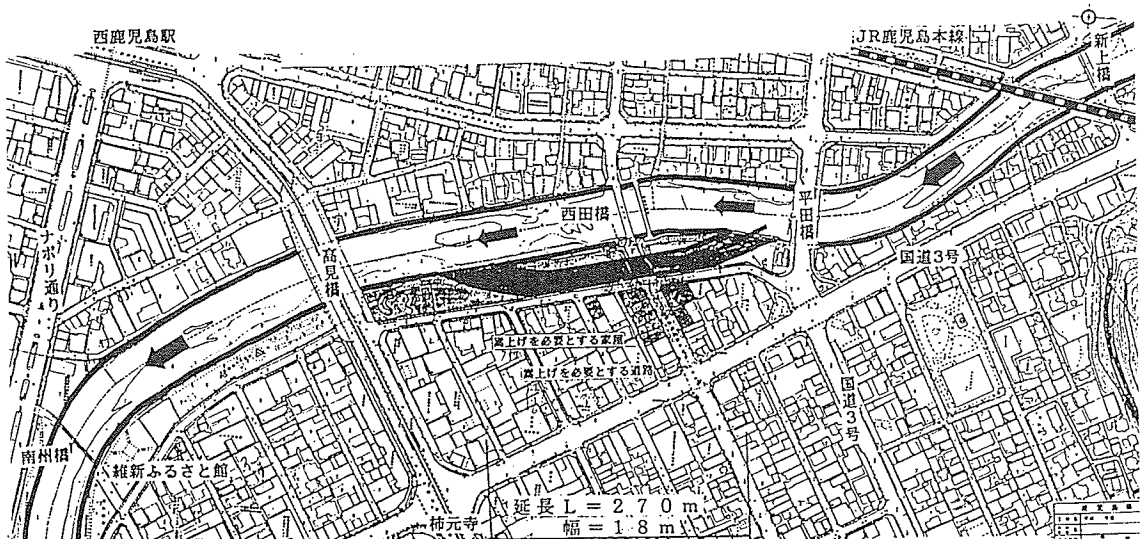
③ 石造橋地点の流下能力を増加させるために、分水路を設置した場合、西田橋では本川に $440\text{m}^3/\text{s}$ 、分水路に $260\text{m}^3/\text{s}$ の分流となる。

④ 分水路内や呑口付近では土砂の堆積が、吐口付近では河床の洗掘が生じた。

⑤ 木材等の長大流下物は、本川に集中して流れ、石造橋アーチ部の径間が短いために、アーチ部が閉塞され、上流の水位が上昇し溢水する。



(写真-1) 水理模型実験による流下物の状況



(図-4) 水理模型実験分水路案 (A案)

(2) 分水路設置に伴う問題点に対する技術的検討及び評価

前項の水理模型実験の結果に基づき、水理模型実験案をA案として、分水路設置に伴う治水と石橋

保存の問題点に対する技術的検討を行ない、次に示す分水路呑み口修正案 (B案)、現河床分水路案 (C案)、河川完全代替案 (D案) の3タイプの分水路を検討した。

① 分水路呑み口修正案（B案）

A案では呑み口部が流れにくい構造であるという意見により、A案の呑み口部を拡げ、上流部にある平田橋を架け替えて入り口部をスムーズにした分水路である。（ $L=310\text{m}$ 、 $W=18\text{m}$ ）

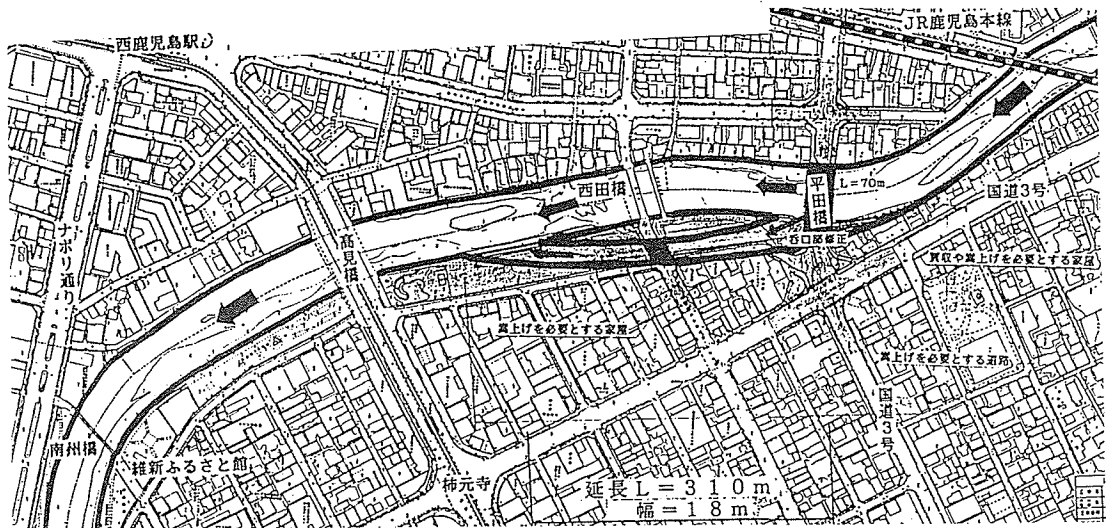
構造的にはA案に比べ呑み口部の河幅が拡くなるため、平田橋の架け替えや、これに取り付く国道3号等の高上げや用地買収が必要となる。

分流量については、A案同様分水路幅が変わらないので、分水路には4割程度の $260\text{m}^3/\text{s}$ しか流ず、6割が本川に流れると考えられ、流木等の流下物についても、分流量にあわせ6割が本川に流れ、西田

橋にかかると考える。

本川にある西田橋の河床がA案同様 2m 突出しているため、呑み口付近では土砂の堆積が、吐口付近では河床の洗掘が生じる。この分水路吐き口部での河床の洗掘は、護岸の基礎部を深く設け、護床工を設置することで対処することができるが、分水路呑み口部付近に発生する堆積については、梅雨末期に繰り返される洪水に対して、洪水直後に確実に土砂を取り除くことは困難であると考えられる。

また、洪水時に発生する流木等の流下物を即座に除去することは困難であり、これらが橋脚の間隔の狭い西田橋にかかることにより、いぜんとして流失する危険があり、確実な対策ではない。（図-5）



（図-5） 分水路呑み口修正案（B案）

② 現河床分水路案（C案）

西田橋の河床が敷石保全のため 2m 突出する計画を見直して、分水路の河床を石橋部と同じ高さにして、上流部の堆砂を改善する分水路である。このため、石橋から上流の河床は水平にして $L=1800\text{m}$ 、下流は $1/300$ の勾配として延長 $L=700\text{m}$ で取り付ける。

上流部の河床勾配が緩やかになり分水路は延長 $L=2,500\text{m}$ 、幅 $W=55\text{m}$ が必要になる。このため、新たな橋梁の架け替えやこれらの取付道路を含む道路の高上げが必要となり、河川の拡幅や道路の高上げで支障となるビル・建物等が 200 戸以上、用地面積 $68,000\text{m}^2$ の買収が必要となる。

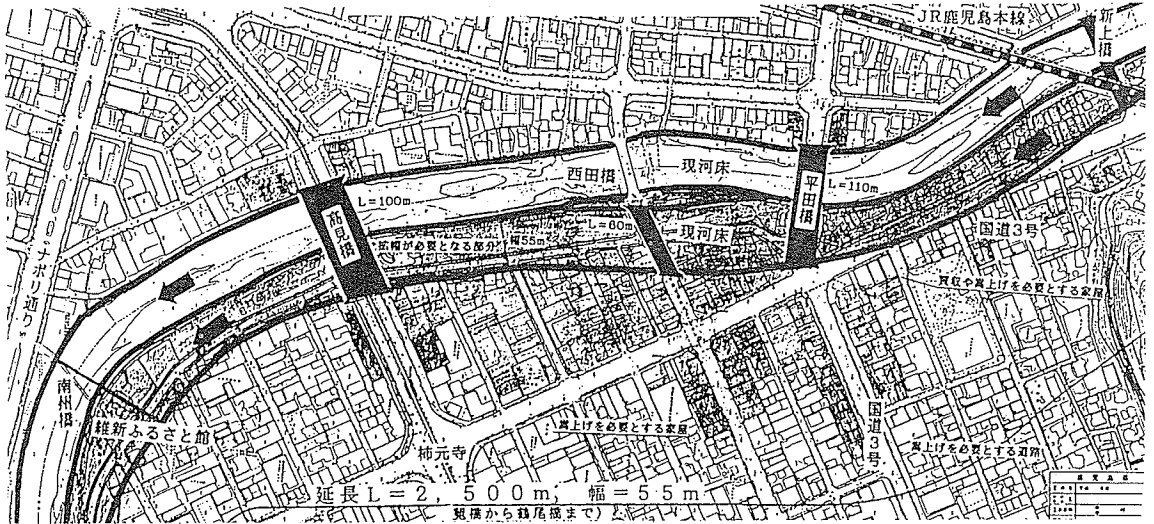
分流量については、本川に約 45% の $325\text{m}^3/\text{s}$ 、分水路に約 55% の $375\text{m}^3/\text{s}$ が流れ、流木等の流下物もこれに比例して流れると考えられる。このため西田橋が流失する危険性は解消されず、併せて建物移転や用地買収など、社会的条件から実施は困難である。（図-6）

③ 河川完全付替案（D案）

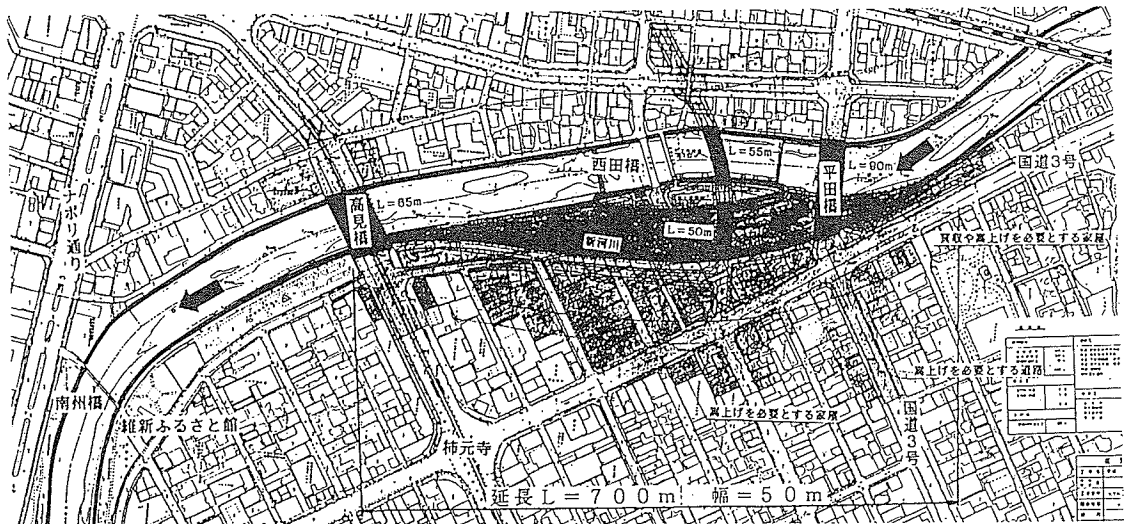
A案、B案、C案とも洪水時に発生する流木等の流下物により西田橋が流失する危険性があることから、西田橋を確実に現地に保存するために、平田橋上流から高見橋下流にかけて河川を付け替えて $700\text{m}^3/\text{s}$ を流すもので捷水路に相当する分水路案である。

上下流とスムーズに取り付けるために、分水路は延長 $L=700\text{m}$ で、現在の河川幅の 50m と市道や管理道を含めて約 70m の幅が必要となる。このため、高見橋、西田橋、平田橋の架け替えやこれらの取付道

路を含む道路の嵩上げが必要となり、河川の拡幅や道路の嵩上げで支障となる 150 戸のビル・建物等の移転、 $21,000\text{m}^2$ の用地買収、長期の工期が必要となり、社会的条件から実施は困難である。(図-7)



(図-6) 現河床分水路 (C案)



(図-7) 河川完全付替案 (D案)

石橋保存を前提にした分水路の中で、用地等の社会的条件を含めると、西田橋横の公園を利用したA案の分水路が、最も可能性が高く考えられたことから、水理模型実験を行なった。B案、C案、D案で検討評価した通り、土砂堆積、流木対策の技術的問題点が早急に解決出来ないことに加えて、河床が掘削されることにより石橋部が突出し、石橋周辺の景観が変化してしまうことの新たな問題点が生じてくる。

元来、分水路はその施設が完成してはじめて効果を発揮するものである。しかし分水路呑み口部から下流吐き口部までの区間の本川部は、分水路の長い工事期間中、流下能力は現状のままである。治水安全度の向上が図られないことはもとより、これまで流木がかかってきた石橋の上流部にある径間の狭い橋梁は改築されるため、流木は石橋に集中してかかることが懸念され、石橋はこれまで以上に流失の危

険にさらされることになることから、石橋保存のための分水路を設けることは困難である。

5. おわりに

甲突川の8.6水害に対する、治水対策と石橋の保存策の決定にあたっては、石橋が建設された状況と、現在の流域の状況から、河川の流下能力が3章で記したように、これまで検討した各種の治水対策の検討を踏まえて行なった。中でも、石橋現地保存の可能性のある分水路については、4章で記したように、水理模型実験の結果の問題点を再度検討し、その可能性のあるタイプについて3案検討したが、いずれの案の分水路も技術的に石橋を確実に現地保存出来るものではなかった。

治水対策は流域住民にとって、安全に生活するための生存権に関する問題であり、8.6災害のように激甚な被害を受けた場合、緊急に確実な対策を行なうことが必要である。

この場合においても、流域の歴史、文化に配慮して治水対策を立案することは当然のことである。

しかしながら、河川内にある石橋など歴史的建造物は、建造当時とその後の流域の状況の変化が創建時の設計外力以上のエネルギーを受ける状況になってきている。

甲突川における石橋は、歴史的建造物として現地保存のための各種の方策を検討したが、現在の流域の状況で現地に保存するには、今後の洪水により流木がかかり、流失してしまう危険性が高く、後世にその技術を残すためにも移設して保存することが、現時点での最善の方法であると考えられる。

この決定が、8.6水害以前になされていれば、新上橋、武之橋の流失は防ぐことが出来たと考えられる。

このことは、今後も治水対策を進める中で、河川内にある歴史的建造物保存のあり方についての問題に対し様々な論議がなされるものと考えられる。その論議を行なう中で検討されたものについては、技術的評価を提示し、この技術的評価や社会的条件等を踏まえた上で、現代、将来にわたっての歴史的建造物保存の方策について判断出来るよう、十分な説明を行ない理解を得ていくことが、必要であると考えられる。

参考文献

- 1) (財)日本気象協会九州センター：「鹿児島県気象月報」, 1993年1月~12月
- 2) 鹿児島県建設部消防防災課：「平成5年夏鹿児島豪雨災害の記録」, p. 1~34, 1995年3月
- 3) (社)土質工学会：「1993年鹿児島豪雨災害」, p. 1~44, 1995年3月
- 4) 鹿児島県鹿児島土木事務所：「甲突川都市河川改修新築委託1号報告書」, 1993年10月
- 5) (社)日本河川協会：「建設省河川砂防技術基準(案)調査種」山海堂出版, p. 120~129
- 6) 鹿児島県鹿児島土木事務所：「河川湛水災害対策特別緊急調査委託(7210号) - 甲突川流域樹木・流木量調査 - 報告書」, 1995年11月
- 7) 自然災害総合研究班：「平成5年8月豪雨による鹿児島災害の調査研究 - 研究成果報告書」 p. 64~75, 1994年3月
- 8) 鹿児島市地盤団福集委員会：「鹿児島市地図」, p. 3~13, 1995年3月
- 9) 鹿児島土木事務所：「甲突川都市河川改修設計委託 - 甲突川新総合治水対策検討報告書」 p. 8~13, 1992年3月
- 10) 前出7) p. 64~75
- 11) 前出7) p. 48~63
- 12) 鹿児島県土木部河川課：「甲突川河川改修計画調査報告書」, 1979年2月
鹿児島県土木部河川課：「甲突川・別府川水系基本計画調査報告書」, 1979年3月
鹿児島県土木部河川課：「甲突川河川改修計画検討報告書」, 1980年3月
鹿児島県土木部河川課：「昭和55年度甲突川総合治水対策調査報告書」, 1980年12月
鹿児島県土木部河川課：「甲突川ダム調査委託報告書」, 1981年3月
鹿児島県鹿児島土木事務所：「甲突川河川計画調査委託報告書」, 1983年11月
鹿児島県鹿児島土木事務所：「甲突川都市河川改修工事計画調査委託報告書」, 1984年12月
鹿児島県鹿児島土木事務所：「平成3年度甲突川都市河川改修設計委託報告書」, 1992年2月
鹿児島土木事務所：「甲突川都市河川改修設計委託 - 甲突川新総合治水対策検討報告書」 1992年3月
鹿児島土木事務所：「平成4年度甲突川都市河川改修設計委託 - 甲突川新総合治水対策検討報告書」 1993年2月
- 13) 鹿児島土木事務所：「都市河川改修1種工事 - 甲突川水理実験業務報告書」, 1982年3月
鹿児島土木事務所：「都市河川改修(中小河川) - 甲突川水理調査業務報告書」, 1982年12月
鹿児島土木事務所：「甲突川水理調査業務委託報告書」, 1984年2月
鹿児島県鹿児島土木事務所：「昭和59年度甲突川都市河川改修 - 水理調査業務報告書」, 1984年11月