

鹿児島市甲突川石橋「西田橋」保存考^{*)}

～歴史的土木遺産の現地保存と都市防災の両立を目指して～

Some Considerations on Preservation of Masonry Arch Bridge “Nishida Bridge” over Kotsuki River in Kagoshima City

後藤恵之輔^{**)} 松下宏 尅^{***)}

By Keinosuke GOTOH, Koichi MATSUSHITA

In this paper the authors discussed the preservation of a masonry arch bridge “Nishida Bridge” over the Kotsuki River in Kagoshima City. This bridge will be soon removed for river improvement purpose. A masonry arch bridge is a valuable structure which not only plays its own role but harmonizes the environment. The authors made a historical value study and technical investigation about the Nishida Bridge. Flood control projects built for a short time flood prevention purpose possibly impairs historical masonry arch bridges and rows of houses and stores on streets which were preserved for a long time. As a result the authors proposed a construction of underground river tunnel by which preservation of the historical civil engineering heritage may be compatible with prevention of city disasters.

1. はじめに

鹿児島市甲突川にあった五大石橋は、江戸時代に造られた石橋では、最大規模のものである。4連から5連の石造りアーチ橋が、約 500 mの間隔で架かる風景は、周辺の水辺の環境と一体となって甲突川に潤いを与えていた¹⁾。また、現在のバスやトラックなどの大型交通にも耐えて鹿児島を水害から守り、地域の発展に役立ってきた。しかし、1993（平成5）年8月6日の集中豪雨で、2橋の一部が流出すると、鹿児島県は河川激甚災害対策特別緊急事業（激特）の導入と、この石橋の移設を決定した。市民の賛同を得ないまま撤去され、現地に残る石橋は西田橋だけとなり、この西田橋も撤去されようとしている。150 年間という長い期間かけて守られてきた、鹿児島の歴史そのものと言っていい石橋を、水害後の短期間で移設する決定がなされた。

^{*)} Keywords：石橋、歴史的土木遺産、都市防災

^{**) 正 会 員 工博 長崎大学教授 工学部社会開発工学科（〒852 長崎市文教町1番14号）}

^{***) 正 会 員 川崎地質(株)}

高度成長期には、経済優先の姿勢により石橋や町並みなどの歴史的土木遺産は、治水対策や交通問題解消のために移設・撤去され、本来の価値が失われてきた。しかし、近年では価値観の変化により歴史的土木遺産を現地保存し、自然と調和した心の豊かさを求めるまちづくりが進められるようになってきた。このようななか、甲突川を時代に逆行するように特徴のない水路のような川にしようとしている。石橋は鹿児島の歴史そのものであり、周辺の環境と一体となって橋としての本来の機能を果たしてこそ、真の価値があるものであると考える。

本研究は、この「価値の創造」を目指した西田橋の歴史的並びに技術的な研究を行い、歴史的土木遺産の現地保存と都市防災の両立について検討するものである。

2. 甲突川「五大石橋」架設

(1) 石橋架設の背景

我が国のアーチ石橋文化は1634（寛永11）年に、唐僧如定によって長崎市の中島川に眼鏡橋

が架けられ、その後20橋の石橋が架けられたことが発祥とされている¹⁾。この長崎で生まれたアーチ石橋の技術を、九州各藩が取り入れ、特に、肥後の石工の活躍により九州全土に広がった。このように、石橋は九州独特の文化遺産であると言える。

甲突川の五大石橋など鹿児島の大半の石橋は、肥後の石工・岩永三五郎が架けたものである。

(2) 鹿児島市と甲突川

鹿児島市は14世紀後半の室町時代に、島津氏第6代藩主氏久が東福寺城（多賀山）を居城としたのが始まりとされている。この時期は日本全国で戦乱が絶えず、鹿児島でも島津氏が台頭し、覇権を目指して県内各地で戦いが繰り広げられていった²⁾。このように、現在の鹿児島市は戦国都市を起源としており、前に海を控え、背後に城山、多賀山、吉野台地などのしらす崖に囲まれており、敵からの攻撃に対して守りやすい場所である。このことは、93年の豪雨災害で一時的に「陸の孤島」と化したように、災害が発生しやすく地形的に厳しい場所であることにも繋がる。その後、1602（慶長7）年に島津氏18代家久が、中世の上山城を取り込んだ平山城として鹿児島（鶴丸）城に移転した。

この鹿児島市内を流れる甲突川は、鹿児島県郡山町の八重山を源として鹿児島市中心部を流れ、鹿児島湾へ注ぐ河川で、延長24.6km、流域面積106 km²である。当時は城の前から鹿児島湾に注いでいた甲突川を、南方の現在の川筋に付け替え城下地域の拡張を図っている。鹿児島城下の主な地域は、おおむね葦草の茂る荒地または砂地であった所に、都市計画により城下町を建設している。川の左岸を城下町の武家屋敷と商人町とし、西田町など川の右岸の大部分は農地であった³⁾。

薩摩藩は金沢102万石に次ぐ天下第二の藩であった。この島津藩77万石の尊厳を示すために、天保の改革の総仕上げとして、豪華な五大石橋を造らせた。石橋は当時、水田地帯だった右岸が将来、市街化することを予測して造られ、鹿児島市の発展に重要な役割を果たしてきた。

(3) 五大石橋の架設

江戸時代末の1845（弘化2）年に橋長46.8mの4連アーチの新上橋、翌年の1846（弘化3）年に橋長49.6mの4連アーチの西田橋、1847（弘化4）年に

は橋長55.0mの4連アーチの高麗橋、1848（寛永元）年には橋長71.0mの5連アーチの武之橋、1849（嘉永2）年には橋長51.0mの4連アーチの玉江橋と、次々に計5橋の石造りアーチ橋が肥後の石工・岩永三五郎により架けられた。

3. 五大石橋と水害

(1) 治水対策としての石橋の効果

岩永三五郎は石工としてだけではなく、優れた土木技術者であった。まず最初に、護岸の整備と川幅の統一、川底の浚渫から始め、川の流路を安定させた³⁾。この流路の固定の役割を担っていたのが石橋であると考えられている。石橋は構造が強固であるとともに、橋脚の水切りや河床の石張りなど洪水をスムーズに流す工夫がなされている。

石橋は、橋としての役割のみならず、治水システムの重要な施設としても位置づけられる。特に、五大石橋の中でも、前述したように最初に架けられた新上橋の役割が重要だったと考えられている。また、洪水時には石橋が貯留機能を果たし、右岸の水田地帯を遊水池として利用し洪水を氾濫させることにより、左岸の市街地を水害から守ってきた⁴⁾。

(2) 明治以降の水害と石橋

表1に1898（明治31）年以降の主な甲突川流域の水害史を示す。

被害が発生しているのは、新上橋の上流地域と、下流の右岸の高麗町、西田町、鷹師町、薬師町などの水田地帯である。左岸では、旧河道の塩屋町などで被害が見られるものの、大きな被害は発生していない。1993（平成5）年の豪雨災害では、上流で氾濫した洪水が左岸の国道3号線沿いに流下し、左岸の市街地の被害を大きくした。江戸時代に造られた治水対策を無視して、道路を拡張したことが左岸の被害を大きくした要因として考えられている⁴⁾。

終戦後は河川改修だけでなく、車の急激な増加により、石橋は幅員が狭いため、渋滞解消のため撤去の計画が持ち上がったが、市民の反対などにより50年間石橋は守られてきた。

(3) 1993（平成5）年鹿児島豪雨災害

1993（平成5）年8月6日、日雨量が甲突川上流部の郡山町役場で384mm、鹿児島地方気象台で259mm、18時～19時までの時間雨量が郡山町役場で99.5mm、

表－１ 明治～平成期の主な甲突川流域の水害史⁵⁾

洪水発生年月日	日雨量(mm)	主な被害状況（新聞報道）
1898(騒31). 7. 5	206.6	西田町鷹師馬場、薬師馬場、高麗町浸水。
1907(騒40). 7. 6	200.9	市内の大部分の家屋浸水、鷹師・薬師両町床上浸水。
1917(短6). 6. 16	305.7	甲突川氾濫。濁流全市に溢れる。西田町、薬師町、鷹師町、草牟田町浸水。山之口通り浸水。1時間に1坪1石(55mm)の雨により市内氾濫。
1919(短8). 6. 15	216.9	草牟田町、新照院浸水、水深5尺。鷹師町床上浸水。 氾濫救護に軍隊200人出動。
1928(昭3). 6. 21	255.0	空前の豪雨。1時間56mmの豪雨、西田橋被害。 甲突川増水4尺、浸水家屋736戸。
1936(昭11). 7. 23	233.8	甲突川稀有の大氾濫、浸水家屋1万戸、床上浸水300戸。
1948(昭23). 6. 25	210.4	豪雨鹿児島を襲う。西田町、塩屋町、天保山町浸水。
1949(昭24). 6. 28	238.3	塩屋町付近が氾濫。市内中央部を除き一面泥水の町と化す。
1952(昭27). 6. 8	296.8	甲突川の増水に伴う浸水。市内約1千戸が床下浸水。
1969(昭44). 7. 5	76.0	甲突川氾濫。
1989(誠1). 7. 28	257.5	甲突川氾濫。
1993(短5). 8. 6	259.0	18時～19時までの時間雨量が郡山町役場で99.5mm、鹿児島市で56mmという集中豪雨により、甲突川下流域で424ha、11586戸の家屋が浸水。五大石橋の武之橋と新上橋の2橋がそれぞれアーチを一つ残して流出。

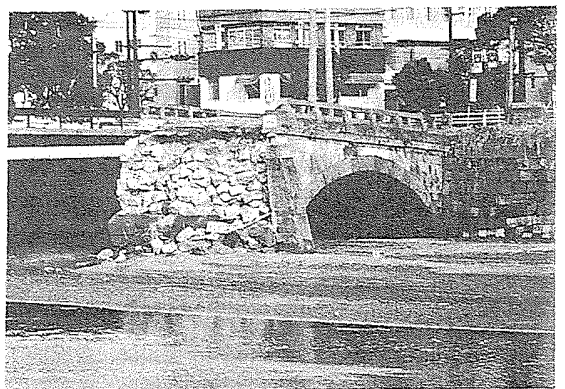
鹿児島市で56mmという局地的な未曾有の集中豪雨により、流下能力300m³/sをはるかに上回る700m³/sの洪水により、甲突川が氾濫した⁶⁾。上流では国道3号線沿いに越流し、下流の市街地に入ってから、左右岸で越流して繁華街を濁流となって流下し、下流域で424ha、11586戸の家屋が浸水し、最大浸水深は2mにも達するなど甚大な被害を受けた。被害の特徴としては、降雨強度も異常に大きかったため、しらす斜面の崖崩れや斜面崩壊が発生して多量の流木をもたらし、橋梁を閉塞する一因にもなった⁷⁾。

この水害により、150年間、水害などの災害に耐えてきた甲突川の五石橋のうち、武之橋と新上橋の2橋がそれぞれアーチを一つ残して流出した（写真－1参照）。

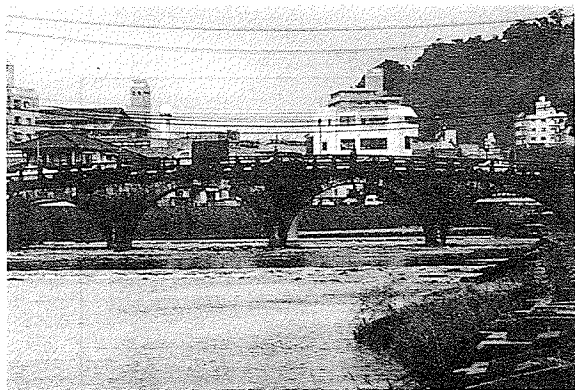
水害から10日後の1993（平成5）年8月16日、県議会は甲突川に河川激甚災害対策特別緊急事業（激特）の導入と五大石橋の解体・移設を決定した。県は今回の洪水流量700m³/sを安全に流下できるように、激特事業、助成事業、県単独事業などにより5年間という短期間で、河床の掘り下げ、護岸の整備、川幅の拡幅、橋梁の改築を行わなければなら

い。

このため、150年間という長い期間守られてきた歴史的な石橋は移設の対象となった。武之橋の残存アーチと玉江橋が1994（平成6）年5月に、高麗橋が1995（平成7）年2月に解体、撤去され、現地に唯一残る県指定重要文化財の西田橋も1996（平成8）年2月に撤去されようとしている。



写真－1 1993.8.6鹿児島大水害による武之橋の被災状況(撮影：後藤，1994.2.5)

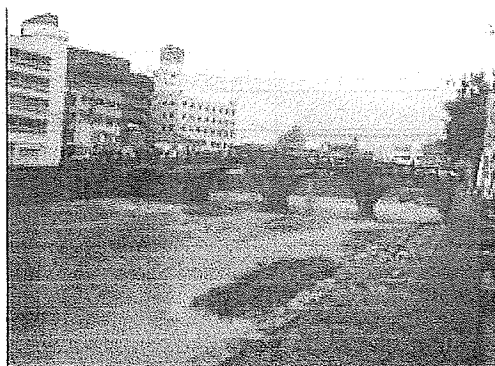


写真－2 西田橋の現況（撮影：後藤，1995.10.6）

4. 西田橋の価値

写真－2に西田橋の現況を示す。西田橋は、甲突川の五大石橋の中で最も美しい石橋と言われていた。その特徴としては、尊厳を示すための豪華な石造りの高欄がある。また、洪水と共存するにはアーチの頭を岸より高くする必要があるが、あまり高くすると石段を付けないといけなくなり、不便になる。このため、階段がない程度に中央を高めて岸辺のアーチは岸より低くしているので、橋面は緩やかな太鼓型で全体が優美である。この調和に花を添えているのが、アーチの二重作りと壁の扇積みである。4つのアーチ曲線と橋面の大きな緩曲線で素晴らしい調和を持たせてある。その間に挟まれる逆三角の壁を扇型に積んで、大小の円弧が織りなす模様で橋を引き立てている。水害対策でも工夫を凝らしている⁸⁾。

写真－3（a）は西田橋をデジタルカメラで撮影したものである。この画像を元にパソコンを用いて、西田橋が撤去された場合と、一般的な鉄筋コンクリート橋に架け替えられコンクリート護岸が整備された場合の修景シミュレーション画像を作成した（写真－3（b）、（c）参照）。西田橋は洪水に逆らわないように、中央の2つのアーチを大きく岸辺側の2つのアーチを小さくしてあるなど、経済性優先の現在の橋にはない特徴を持っている。曲線のやさしい形の西田橋は、周辺の石積み護岸や緑と調和した特徴のある都市景観である。これに対して、石橋が撤去された後の修景画像の甲突川は、殺風景で特徴のない水辺の景観である。西田橋は、鹿児島県の地形と場所を考慮して架けられており、周辺環境に溶け込んでいる。また、移設されると前述した治



（a）西田橋の現況



（b）西田橋が撤去された場合のシミュレーション画像



（c）新しい橋が架けられ、護岸が整備された場合のシミュレーション画像

写真－3 西田橋の現況と、新しい橋に架け替えられ護岸が整備された場合との比較

水対策としての橋ということも分らなくなる。

石橋は、鹿児島の歴史そのものであり、周辺の環境と一体となって本来の機能を果たしてこそ、真の価値があるものであるということが分かる。

150年の歴史を持つ4連アーチの大きな石橋が50万都市の中心にある景観は、鹿児島市独特のものである。石橋を含む水辺のプロムナードは、左岸の緑地公園とあいまって、市民の憩いの場、観光拠点ともなりうるものである。

5. 技術的検討

1994年1月から始まった激特事業で、県は川底を2m掘り下げ、流量を現在の $300\text{m}^3/\text{s}$ から $700\text{m}^3/\text{s}$ に増やす計画である。

写真-4に鹿児島県による甲突川改修後の状況を示す。1993（平成5）年の豪雨災害で、国道3号線が陥没する被害を受けた鹿児島市小山田町名越地区は、河川改修により蛇行していた川が拡幅、直線化され、地形改変がなされている。200mの落差に対して川を階段状にして流れが緩やかになるようにしているものの、災害前に比べて流量が大幅に増えている。また、山と国道に挟まれた中流域でも拡幅され、コンクリート護岸になっている。

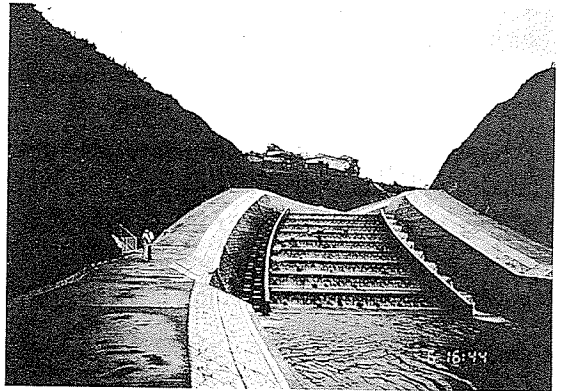
このように、上流の川幅を拡げ、川の流量を増やすために石橋を撤去する治水対策は、上流の洪水が集中して短時間に市街地に流れ込むようになるため、下流域では流量が増大し、危険が増すと考えられる。また、前述したように、石橋の真の価値を失ってしまう。このため、本章では、地下空間を利用した技術的検討を行いたい。

（1）技術的検討

激特事業では5年間という短期間で事業を行わなければならない。このため、水害から10日後にこの計画の導入が決定され、5ヶ月後には工事に着工している。石橋を現地保存するためには、長期的な治水対策が必要であると考ええる。

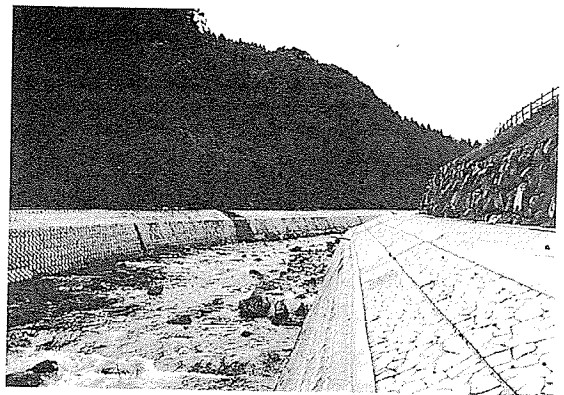
a) 東京と大阪の地下河川

地下河川は現在、アメリカ合衆国のシカゴ市やサンアントニオ市で施工されており、我が国では、東京都の神田川や石神井川などの洪水を東京湾へ排水する環状七号線地下河川、中川流域の洪水を江戸川へ排水する首都圏外郭放水路、大阪府の寝屋川の洪水を大阪湾に排水する寝屋川南部・北部地下放水路などが計画⁹⁾されている。これらの地下河川は、流域が市街化し浸透域が減少して都市型の水害が発生するようになったため、上流の洪水を一時的に地下



(a) 鹿児島市小山田町名越地区

(撮影：松下，1995.10.6)



(b) 鹿児島市河頭上流地区

(撮影：後藤，1995.10.6)

写真-4 鹿児島県による甲突川改修後の状況

に貯留し、海に排水する目的で建設されている。これらの放水路は次のような理由から地下河川とすることが計画された⁹⁾。

①既存の河道の改修は用地などの補償物件が多く、短期間の完成が困難である。

②地上の新たな河道の開削では、地域が分断されて用排水路系統が複雑になり、洪水時の維持管理が困難である。

③緊急を要する区間から優先的に施工することにより、完成した区間から順次調整池として活用することができ、治水安全度を早く向上することができる。

東京都の神田川地下調整池は、第一期事業として地下40mの深さに直径10～12.5mの大断面のトンネルが建設されており（写真-5参照）、神田川と善

福寺川の $106\text{m}^3/\text{s}$ の洪水を貯留する計画である。将来的には、東京湾まで延長され、計画流量 $505\text{m}^3/\text{s}$ 、延長 30km の環状七号線地下河川になる予定である¹⁰⁾。

b) サンアントニオ市の洪水対策と地下河川

サンアントニオ市の地下河川は、前述した理由だけでなく地上の水辺の景観を守るために、地下河川を建設することが決定された。

サンアントニオ市の洪水対策と水辺のプロムナード計画については、第一著者が1995年3月15日～17日に現地調査している。サンアントニオ川は当市の中心部を流れている。この川に遊歩道が整備され、アーチ橋が架かり、遊覧船が往来している。この水辺の景観は他にはない特徴ある都市景観を造っている¹¹⁾。この水辺のプロムナードと洪水対策は、1921年9月の水害により未曾有の被害を受けたことが主な理由となって始まり、100年近い年月をかけて造られ整備されてきた。現在のサンアントニオ市の人口は100万人少しであるが、年間1000万人以上の観光客などの市外者が訪れるなど急成長している。

この洪水プロジェクトは最初、曲がりが多く凹凸した河川を、拡幅や蛇行部のショートカットなどによりコンクリート製の水路に改修する計画で、川を魅力的なものにしようとしていた。しかし、市民はサンアントニオ川の自然の美しさや歴史的な景観を保全するために、川を埋め、まっすぐすることの代わりに、埋め立てて道路にされる予定であった都心部の蛇行部を公園（水辺のプロムナード）として、きれいに保存・整備することを望んで、実際その様になった¹²⁾。このプロジェクトにより川は魅力的なものとなったが、都市が急成長したことにより新しい洪水対策プロジェクトが必要となって、地下河川が建設されている。

図-1にサンアントニオ川洪水トンネルの諸元を示す。サンアントニオ市のダウンタウンの地下 40m に直径 7.4m のトンネルを 5km にわたり建設し、自然流下により洪水を流すものである。この地下河川の工期は1987年11月から1996年10月までの9年間の予定であり、工費は96億8千万円（1ドル=110円で換算）¹³⁾である。サンアントニオ市の年間降水量は 684mm で、鹿児島県の年間降雨量の 2236mm と比べて $1/3$ 以下である。このサンアントニオ川の地下河川の流速は約 4.6m/s 、流量は約 $190\text{m}^3/\text{s}$ である。

この地下河川 1km 当たりの工期、工費は1.8年、19億4千万円であり、これに基づいて、県の考えである鹿児島市花野口から花倉方面の約 7km の放水路のルートに工期、工費、流量を概略計算した結果を表-2に示す。工費は県の考えの $1/4$ 程度であるが、流量は不足分 $400\text{m}^3/\text{s}$ の半分以上しか流下させることはできない。過大な流速は摩擦による水路底の損傷をきたすため、一般的に流速は $4\sim 7\text{m/s}$ 程度が適当とされている¹⁴⁾。このため流量を多くするには、環状七号線地下河川のような大断面、長距離の地下河川の建設が必要であるが、建設費が高くなり工期が長くなる。

c) 長崎市中島川

1982（昭和57）年の長崎大水害では、長崎市中島川に架かっていた14橋の石橋群のうち6橋が流出、3橋が損傷した。全壊した6橋のうち4橋を、川幅を広げアーチの高さを高くするなどして、昭和の石橋群として大型の石橋に架け替えられた。この中島

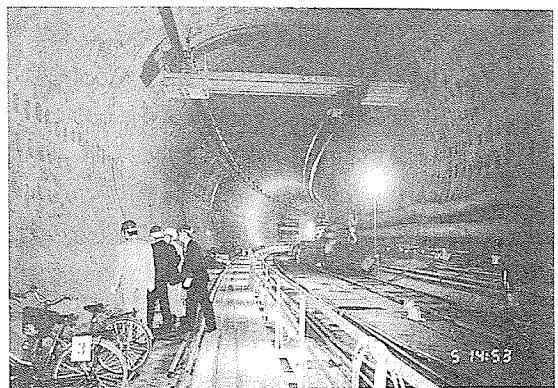


写真-5 施工中の神田川環状七号線地下調整池
（撮影：松下，1995.12.5）

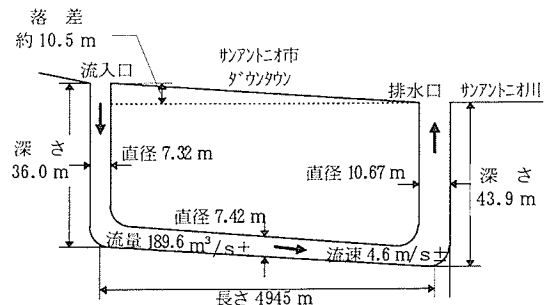


図-1 サンアントニオ川洪水トンネルの諸元

表－２ 技術的検討

		工期（年）	工費（億円）	長さ（m）	流量（ m^3/s ）
放水路 （地下河川）	著者案	13	136	7000	190
	県案	—	570	7000	300
西田橋分水路	市民案（暗渠式）	1～2	20	550	260
	県案（開渠式）	10	50	270	260
ダム	県案（郡山町常盤地区）		堤高 20（m）		30
遊水池	県案（鹿児島市小山田町）		面積 44（ha）		70

川の右岸の一部には暗渠バイパスが設けられたため、眼鏡橋のある部分は水害前の川幅が保たれ、旧石橋のまま現地に修復された（写真－６参照）。しかし、江戸時代に造られた護岸や石橋群は壊され昭和の石橋群に変わり、景観が変わってしまった¹⁵⁾。

西田橋の左岸緑地公園を利用して分水路を建設する案が、市民グループと県によって考えられている。市民の案は左岸緑地公園の地下を利用し、平田橋下流から高見橋の下流までの長さ550mとするものである。県案では開渠式で長さが短いため無理に本川に戻すのに対して、市民グループ案では暗渠式で直線的に本川に戻すなど、県と市民の案には工期や工費などに大きな差が見られる¹⁶⁾（表－２参照）。これにより流量 $260\text{m}^3/\text{s}$ が得られるが、県は流木対策や土砂堆積、河床洗掘などの問題があるとして否定的である。

（２）総合治水対策

分水路を建設することにより、長崎市の眼鏡橋のように西田橋は保存できると考えられるが、歴史的な水辺の景観が変わってしまう可能性がある。

また、地下河川の問題点としては、

- ①建設に莫大な費用と長い期間を要する。
- ②流入、排水、換気、泥水処理などの維持管理が難しく費用がかかる。
- ③通常時、有効利用できない。

ことなどが挙げられる。地下河川だけで甲突川の不足流量をすべて流すことは、前述したようにコスト面や工期の面からも無理であると考えられる。このため、地下河川だけでなく総合的な治水対策が必要であると考えられる。集中豪雨による被害を出さないために短期間でできる対策としては雨水貯留があり、公園や駐車場、校庭に貯留する方法や、路地尊、天



写真－６ 長崎眼鏡橋と暗渠バイパス
（撮影：松下，1995. 7. 19）

水尊と呼ばれる雨水タンク¹⁷⁾を設置し、洪水時の降雨を一時的に貯めるなどの対策がある。また、上流部では、森林の育成を行い、川の蛇行部を残すなどの多自然型川づくりを行うことが考えられる。

現在、表－２に示すように常盤地区に、最大86万3千tを貯留、 $30\text{m}^3/\text{s}$ の出水制御を目指すダムの建設と、小山田町に、最大88万tを貯留、 $70\text{m}^3/\text{s}$ の流量を迎える遊水池の建設などが考えられている¹⁸⁾。しかし、遊水池を造るには44haの水田地帯を掘り下げなければならず、用地買収などの課題がある。

長期的には、米国サンアントニオ市で実施されているような地下河川を上流部から約7km設け、洪水を一時的に地下に貯留し、海に流す必要があると考える。地下河川は地上に流入口と排水口を設けるだけで、広い用地を必要としない。このため、地上に放水路を造ることが困難な鹿児島市のような都市では、地下河川を活用することが有効であると考えられる。

(3) 結果

地下河川の建設には莫大な費用と長い期間を要するため、上流部を多自然型の川とし、流域で雨水を貯留するなどの総合的な治水対策により、下流への流量を少なくすることができる。地下河川は、一部完成すれば、地下貯水池として利用できる。地下河川により地上河川はコントロールされ、流れを緩やかにすることができ、流木による被害も少なくできると考えられる。

地下河川を造ることにより、地上河川はコントロールされるため、歴史的文化遺産を残した水辺のプロムナードとして整備することができ、石橋のある水辺を観光拠点として整備することができると考える。

6. むすび

石橋は洪水に逆らわないように造られており、川に架かっていて本来の機能を果たしてこそ、真の価値があるものである。地下河川を造ることにより石橋を現地に保存し、石橋の治水機能を生かした歴史的な水辺の景観を保全することができると考える。

激特事業では、短期間に重点的に事業が行われるため、長い時間をかけて造られ守られてきた歴史的な石橋や町並みなどを、壊すことになりかねない。このため、地下河川などの地下空間を利用した長期的な対策により、歴史的土木遺産の現地保存と都市防災を両立させたまちづくりが可能となる。

謝辞：サンアントニオ市訪問の機会を与えていただいた長崎アーバン・ネッサンス2001構想・水辺のプロムナード計画検討委員会（委員長：後藤恵之輔）、サンアントニオ川の洪水対策および水辺のプロムナードについての説明、資料提供をいただいたSan Antonio River Authority 主任研究員S. P. Ramsey氏とS. V. Crane氏、通訳の労をとってくれたUniversity of Arizona 後藤徹寛氏、鹿児島市甲突川の調査にご協力いただいた鹿児島県土木部河川課、東京都神田川地下河川調査にご協力いただいた東京都土木技術研究所地象部・中沢 明氏、貴重な資料を提供いただいた大林組技術研究所・崎元純治氏に、深甚の謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) 日本の宝・鹿児島県の石橋を考える全国連絡会議編：『歴史的文化遺産が生きるまちー鹿児島・甲突川の石橋保存をめぐるー』，東京堂出版，pp. 133～137，1995. 9.
- 2) 原口虎雄：『鹿児島県の歴史』，山川出版社，pp. 76～159，1973.
- 3) 吉村伸一：甲突川五大石橋と治水戦略，環境と公害，Vol. 25，No. 1，pp. 43～44，1995. 7.
- 4) 前出1)，pp. 241～250.
- 5) 鹿児島土木事務所河川災害対策課：甲突川河川激甚災害対策特別緊急事業パンフレット，p. 5，1995.
- 6) 鹿児島県土木部河川課：安全な甲突川をめざして，p. 3，1995.
- 7) 1993 年鹿児島豪雨災害調査委員会：1993 年鹿児島豪雨災害一繰り返される災害一，土質工学会，p. 40，1995. 3.
- 8) 山口祐造：『石橋は生きている』，葦書房，pp. 56～69，1992.
- 9) 金沢克己，石塚隆男，野間富弘：東京と大阪の地下河川事業，明日へのJCCA，Vol. 187，（社）建設コンサルタンツ協会，pp. 20～23，1995.
- 10) 東京都：神田川・環状七号線地下調節池パンフレット，1995. 6.
- 11) 後藤恵之輔，横松宗治，松下宏彦：米国サンアントニオ市の洪水対策から発想する石橋の架設と保存・復元，土木構造・材料論文集，第11号，九州橋梁・構造工学研究会，pp. 81～88，1995. 12.
- 12) ヴァーノン・G・ズンカー：『サンアントニオ水都物語』，都市文化社，pp. 22～34，1990.
- 13) San Antonio River Authority：Flood Control in the City of San Antonio, Texas, San Antonio River and San Pedro Creek Tunnels (San Antonio Channel Improvement Project)，13 p.，Nov. 1994.
- 14) (財)国土開発技術研究センター：『都市河川計画の手引きー立体河川施設計画編ー』，山海堂，p. 39，1995.
- 15) 前出1)，pp. 149～162.
- 16) 南日本新聞，1995年9月27日付.
- 17) グループ・レインドロップス：『やってみよう雨水利用』，北斗出版，p. 39，1994.
- 18) 南日本新聞，1995年2月26日付.