

# 鹿児島県下に残る煉瓦アーチ暗渠を通してみる技術論\*

A study of bricked arch-culverts in Kagoshima

阿久根 芳徳\*\* 稲田 博\*\*\* 吉原 不二枝\*\*\*\* 中島 一誠\*\*\*\*\* 吉原 進\*\*\*\*\*

By Yoshinori AKUNE , Hiroshi INADA , Fujie YOSHIHARA , Issei NAKASHIMA , Susumu YOSHIHARA

## 要 旨

日本の鉄道開業は1872(明治5)年の新橋-横浜間に始まる。鹿児島ではそれから遅れること37年後の1909(明治42)年に鹿児島線(八代-鹿児島間、現在の肥薩線)が開業した。同線のうち、1903(明治36)年に完成した国分(現隼人)-吉松-真幸区間では河川や水路を越えるところに煉瓦アーチ構造物が多数建設された。本論は、この現肥薩線及び日豊本線、現鹿児島本線において、2002(平成14)年4月から2年にわたり実施した近代化遺産(土木部門)調査<sup>1)</sup>で確認できた煉瓦アーチ構造物を中心に紹介し、技術的な観点より考察を加えたものである。

## 1. はじめに

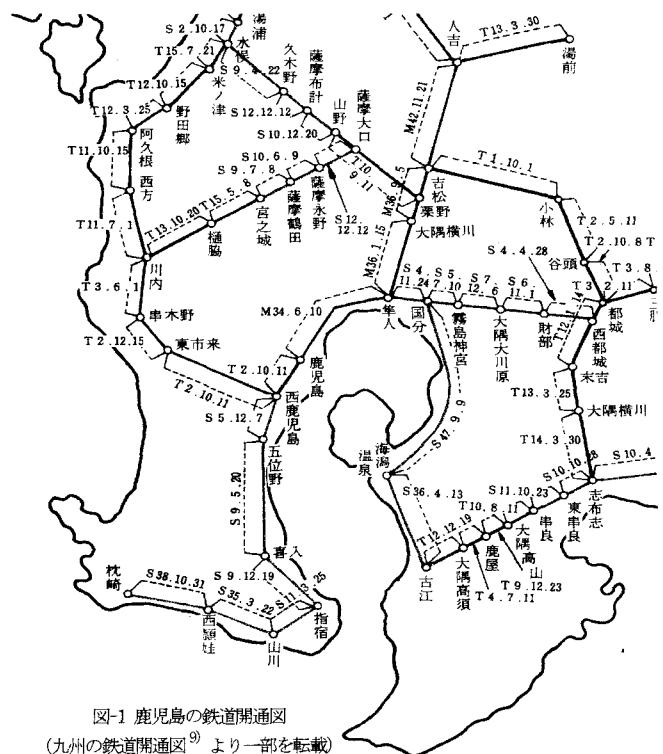
明治期に入ると日本の近代化は大きく加速していった。いわゆる文明開化と呼ばれる現象である。明治政府は西欧の近代技術、社会制度、風俗習慣を輸入し、外国人技師を招くなどして欧化政策を推進した。その結果、近代的工場の創設、鉄道の開通、蒸気船の運行、電信・郵便の開始、ガス灯の設置、西洋建築の出現などをみた<sup>2)</sup>。なかでも鉄道の開通は、物流輸送の手段として大きな支えとなり、地域の産業発展に大きく寄与してきた。鹿児島県における初めての鉄道開通は1901(明治34)年の鹿児島線(現日豊本線)の鹿児島-国分(現隼人)間であり、1909(明治42)年に鹿児島線(現肥薩線)の吉松-人吉(熊本県)間が開通した<sup>3)4)</sup>ことで、九州を縦断する鉄道が完成することとなり、九州の主要都市との距離を縮め、鹿児島県の産業経済上の発展に拍車をかけた。一方、鹿児島線(現肥薩線)の開通に引き続いて、1911(明治44)年から建設に取りかかった海岸ルート<sup>5)6)</sup>の八代-鹿児島間は、1927(昭和2)年に全通し、鹿児島本線となり、従来の鹿児島線は肥薩線と改称された<sup>5)6)</sup>。鹿児島県の大部分はシラス台地で構成され、その地形的条件より急峻な山間を抜ける鉄道ルート選択を余儀なくされた。山間部ゆえに山、谷、川、水路を横断する個所には、隧道や橋梁、暗渠などの構造物が建設され、なかでも小河川や水路を越えるところに、大小の煉瓦アーチ構造の暗渠が数多く建設され、いまでもその機能を果たしている。本論では、これまでに調査した煉瓦アーチ構造の暗渠に着目し、その一部を紹介すると共に、今後の土木構造物のあり方を考える上での布石としたい。

\* keyword: 鉄道, 暗渠, 煉瓦, アーチ構造  
\*\* 正会員 大福コンサルタント株式会社  
(〒890-0068 鹿児島市東郡元町17番15号)  
\*\*\* 技術士 稲田技術士事務所 所長  
\*\*\*\* (財)鹿児島県建設技術センター 評議員  
\*\*\*\*\* 株式会社 田島組  
\*\*\*\*\* 正会員 工博 鹿児島大学工学部海洋土木工学科教授

## 2. 鹿児島県の鉄道建設の沿革

1909(明治42)年11月、九州最初の官設鉄道として開通した鹿児島線(八代-鹿児島間、現在の肥薩線)は、1887(明治20)年春、鹿児島から球磨郡大河間を経由して松橋で、九州鉄道と連結する構想を発端とする。1888(明治21)年、両県の有志からなる鹿児島松橋間鉄道委員会が設立された<sup>7)</sup>。なお、鉄道敷設法は1892(明治25)年に施行されている。

同線の内、国分(現隼人)-吉松区間は1903(明治36)年9月5日に竣工し、1901(明治34)年完成の鹿児島-国分(現隼人)間に接続して、鹿児島-吉松間の鉄道が完成した。なお、これらは同時期に、同じ請負者(間組、太田六太郎、星野鏡三郎)によって完成したものである<sup>8)</sup>。



一方、鹿児島線（現肥薩線）のルートは急勾配が連続して輸送上の隘路となっていたため、海岸廻りのルートが計画され、1911（明治44）年2月に鹿児島―川内間を川内線として建設に着手して、1914（大正3）年に開通した。残った八代―川内間のルートを肥薩線と称して、1919（大正8）年3月に八代と川内の両方から工事に着工し、1927（昭和2）年10月、熊本の湯浦―水俣間の開通により、八代―鹿児島間の海岸廻りが全通した。これにより、それまでのメインルートであった鹿児島線（八代―吉松―鹿児島）を肥薩線と改称し、海岸廻りのルートを鹿児島本線と称することとなった。<sup>10)</sup>

これらのルートのうち、真幸―吉松―栗野間や隼人―鹿児島間、串木野―東市来間の河川や水路を越えるところに煉瓦アーチ暗渠が多数確認（現時点までで確認したのは19基）された。このうち、調査した7基の煉瓦アーチ暗渠について以下に紹介する。

### 3. 各鉄道線に残る煉瓦アーチ暗渠<sup>11)</sup>

#### (1) 丸池湧水暗渠

鉄道線：肥薩線（吉松―栗野間）  
所在地：始良郡栗野町栗野駅横  
建造年：1903（明治36）年  
構造：・径間0.92m×2連  
・煉瓦4重巻（厚47cm）半円形  
・内高1.2m，延長67.4m

丸池湧水から流出する水量に応じた暗渠断面を、軌道高さによる制約を受けながら確保するために、小型断面暗渠を2本並列させている（写真-1）。湧水量に多少の季節変動はあっても、自然河川の水量のような急激な変動はないし、流木などの流下物もないことから、必要最小限の断面を確保したようである。

当時の栗野駅の役割から敷地は広大で、その下に設置された暗渠は直線形で、長さは67.4mにおよぶ。

この規模の煉瓦アーチ暗渠は今のところ他に確認された例はない。東海道線京都大阪間の大山崎駅と長岡京駅間の円明寺暗渠（写真-2）は、径間が倍程度ある半円アーチ（ただし捻りマンボ）である。このアーチリングはわずかに煉瓦2重巻きにすぎない。にもかかわらず肥薩線よりはるかに通行頻度の多い列車荷重に耐え、傷みもない。これからすると丸池暗渠は過剰設計とみえるが、暗渠上の土被り厚さ（約1.2m）（写真-1）を考慮すれば、その合理性に納得できる。すなわち丸池湧水暗渠は、軌道高さの制約を受けて土被りが小さく、列車荷重による圧力が大きくなるからである。近代的技術によって土圧を解明したわけでもないのにこの判断はまことに適切なものであったといえる。

意匠的には、径間が小さい割に煉瓦4重巻き（写真-3）となっていてアーチの存在感がそれなりにあって、壁石とのバランスもよい。

丸池湧水からの水が、二つの美しい安定した流れに分かれて暗渠に吸い込まれていくことをイメージしたのであろうか、暗渠上流部には小さな水切りが備えてある（写真-4）。上流面には水切りを備えるのが常識となっていたとも考えられる

が、ここには必要ないことを見抜いた上であえて設置したものと考えるべきであろう。

当初の機関車をはじめ今日まで列車を支え続けて100年が経過しているとは思えぬほど傷みはなく、汚れもない。厳密に言えば汚れてはいるのだろうが、いわば汚れが風格になっている。これは離散体構造の特有の意匠的特長である。

このアーチ暗渠の規模、形式は極めて珍しい上に、施工も丹念で、離散体構造の特長がよく生かされ、工業デザインのサンプルにしてもよいほどの素晴らしさである。現在の状況からして、今後も継続して長期間供用できる。堅牢にして華麗、ここまで人を惹きつける暗渠は他に例を知らない。駅横にあって人目につきやすい。町の誇るべき文化財である。

#### (2) 竹下川暗渠（立野原暗渠）

鉄道線：肥薩線（吉松―栗野間）  
所在地：始良郡栗野町立野原  
建造年：1903（明治36）年  
構造：・径間4.6m（推定）×1連  
・煉瓦5重巻（厚58cm）半円形  
・内高、延長は計測不可

肥薩線が立野原地区の竹下川を跨ぐために造られた暗渠である（写真-5）。この付近の地盤高が全体的に低いために、機関車の走行をスムーズにする目的で、極めて高い人工盛土の上に軌道が敷設されている。

この盛土の下をくり抜くから、必然的に土被りが厚くなる。背後の山地や田園地域より発生する水量の関係から、暗渠の断面は大きくなっている。他の暗渠と同じく半円アーチであり、大きなアーチリングを5重巻煉瓦で構成した分、その存在感が強くなり、全体的なバランスもよく、見た目には安心感を与えている。下流側に農業用水取水堰が設置されている関係上、水位が高く（川底より1.0m程度）、水面下の石積み側壁の高さは明確でないが、上下流の河床高の状況から判断すると、5～6段（高さ1.5m程度）の切石が積まれているものと考えられる（写真-6）。

煉瓦や壁石の積み方は極めて丹念に行われている。壁石に使われた石材の加工状況から、丸池湧水暗渠を担当した石工とは別の石工による施工と考えられる。

目につく損傷はない。

#### (3) 会田川暗渠

鉄道線：肥薩線（栗野―大隅横川間）  
所在地：始良郡栗野町会田  
建造年：1903（明治36）年  
構造：・径間2.45m×1連  
・煉瓦4重巻（厚47cm）半円形  
・内高3.7m，延長29.4m

一般に自然河川にアーチを架けるのは難しい。河川水位の上昇とともに通水断面積が極端に減少して流れを阻害するので、河川は堰上げ効果で水位の上昇を招き、アーチは没水による浮力により石組間の摩擦力低下に加え、複雑な水流によって大きな圧力を受けて石が抜け出し、基礎の洗掘を招き致

命傷を受け易くなる。

それを避けるために、洪水時の水位を高くしないように堤防を低くして意図的に氾濫させて被害を減少させたり(甲突川では城下町を守り、甲突川五石橋を守るために右岸の護岸高さを低くしていた)、壁石に大きな穴を空けて流水の阻害を小さくしたり(ヨーロッパや中国では古くから行われていた。日本では栗野町の轟橋に例があった)、河床に敷石を敷き並べて洗掘を防ぐ(甲突川五石橋や錦帯橋に例がある)。これらの備えのないアーチは、増水による圧力や吸引力による抜け出し、流下物の衝突による崩壊、あるいは基礎の洗掘による崩壊など被災した事例が多い。

この暗渠も基本的には自然河川にかかるアーチと同じであるが、今日までほとんど大きな損傷を受けずに供用されているから、しかるべき対応があると見るべきである。しかし暗渠底が敷石で護られている(写真-7,8)他には工夫があるともみえない。

その秘密は、この暗渠の異様な高さ(写真-7)にある。会田川の増水に備えて、背の高い暗渠にして必要な通水断面積を確保している。この場所は盛り土が大きく、土被りが厚いので、暗渠を高くすることが可能であった。もし土被りが薄いならば、暗渠幅を大きくする必要があったと考えられる。洪水時の出水量に対するこの判断をした当時の技術水準は高いものであった。

ただし、現在あるいは将来この川の上流域の開発により流出状況が変化したときは、流下断面の不足で、この暗渠が水を塞ぎ止め、意外な水害を招く事態となることも考えられる。

暗渠高を確保するため、側壁には8~9段の切石積みとした。その上の半円アーチリングは、径間の小さな丸池湧水暗渠と同じくわずか4重巻きの煉瓦で構成されているにすぎない。これはアーチの径間は大きい、土被りが厚く走行列車によってアーチリングに作用する圧力が低下するからである。

側壁が高いから、大きな土圧により内側に傾斜させる力が働き、側壁石の孕み出しが起りやすくなる。アーチリング起拱部の推力の効果もあるだろうが、永年の間に培われた石積み技術の成果が発揮されたのであろうか、その他の傷みも一切無い。

特異な形態であるが、この成立には技術的合理性があり、施工も丹念に行われている。

#### (4) 瀬久谷川暗渠

鉄道線：肥薩線(真幸-吉松間)

所在地：始良郡吉松町般若寺

建造年：1909(明治42)年

構造：・径間4.58m×1連

・煉瓦5重巻(厚58cm)半円形

・内高4.7m, 延長38.6m

この暗渠の上流域は、河川水位や流水速度の増加状況は会田川暗渠上流域と相当異なっている。暗渠の形(写真-9)は会田川暗渠と類似しているが、流水部断面積は2倍強の19.03㎡で、この地区の暗渠群の中で最大となっている。これは瀬久谷川の特性を看取った上の判断であり、会田川暗渠や

山下須屋川暗渠(後出)とは異なり、アーチリングを煉瓦5重巻きにしている。

他の暗渠にもなかった事例がこの暗渠にある。

この暗渠上流部から22.4mの個所に全周に渡って、亀裂が生じていることである(写真-10)。規模が同じでリング厚の薄い会田川暗渠と載荷重に変わらない、土被りもよく似ているのにもかかわらず何故この差が出たのか。

えびの地震が発生したことである。昭和43年2月21日に発生した、マグニチュード6.1の地震である。鹿児島県下の被害は家屋全半壊429棟、河川被害21箇所、道路被害65箇所、山地崩壊29haと記録されている<sup>12)</sup>が、これは実質的にはほとんど吉松町の被害であろう。なお、前後してマグニチュード5.7から5.4の地震が数回頻発した。内陸性の地震は一般に震源が浅く、場所が少し違っても震度に違いがあり、被害状況も全く異なる。次に取り上げる吉松町の山下須屋川暗渠や栗野町の暗渠には類似の損傷は残っていない。

この暗渠に残されている亀裂は地震による振動や衝撃性の高い波動の通り抜けが原因で発生したものとは考えにくい。これらによるものなら、暗渠内部に煉瓦の剥落とか腰の高い側壁石の孕み出しとか、他の場所にも同様な亀裂が入るとか亀裂の成長跡が残るはずであるが、そのような損傷は残っていない。この亀裂は小さな断層の動きによって生じたものと思われる。

この断層がさらに大きくずれない限り、現況のまま供用していて、将来強度上の問題がずる心配はない。

しかし、この暗渠は自然河川を通してからのクラック部を補修しておくのが望ましい。補修方法としては亀裂にモルタル乳化剤を注入する程度で十分である。亀裂の成長を止めるためには、暗渠上下流面を貫通する鋼棒で締め付けることも考えられるが、列車荷重はまだしも、類似地震による断層の拡大をとめることまでは不可能である。

この暗渠のもう一点の特長は暗渠の基準線が河床勾配に合わせて大きく傾斜(上下流差1.92m, 2.85度)している(上下流部壁石は鉛直)(写真-11)。傾斜させた方が洪水時に暗渠断面が有効に機能できると考えられるが、通常は水平に設置されるので、傾けた例は極めて珍しい。当時いかなる意図でこの暗渠を設置したか、あるいは他に傾斜暗渠の事例が存在しないか、これまでの資料の再精査や現地における詳細な調査が必要と考える。

#### (5) 山下須屋川暗渠

鉄道線：肥薩線(真幸-吉松間)

所在地：始良郡吉松町般若寺

建造年：1909(明治42)年

構造：・径間3.66m×1連

・煉瓦5重巻(厚58cm)半円形

・内高3.5m, 延長59.8m

暗渠の長さは最長(特殊事由のある丸池湧水暗渠を除く)である。土被りが一番大きいからである。

暗渠内部および上下流部の河床は丹念に敷き詰めた敷石で(写真-12)、上下流部両岸は緻密に積まれた石積み護岸で保

護されている。

暗渠のある山下須屋川の上流域は相当な傾斜地で、洪水時に流下する土石が多く、暗渠上流域河床には巨岩が転々とし、右岸の護岸はえぐり取られ、高い崖の地山がむき出しになっている。また、暗渠内部の護床敷石も各所で剥がされ、下流部護床が半分えぐれている。これはかつて暗渠を通り抜けた巨岩が衝突したことを示している。

このような場にあるにもかかわらず、暗渠の上下流面や内部が現在までのところ損傷していない(瀬久谷川暗渠のように地震の影響もない)のは奇跡に近い。しかし今後、流木や土石による暗渠の閉塞や巨岩の衝突による破壊の心配があり、最悪事態の発生も予測できる。暗渠の閉塞や基礎の洗掘を避けるためには、暗渠上流部河道を少し拡大して、土石や流木止めを設置するなどの対策が必要である。

#### (6) 円ノ木園暗渠

鉄道線：日豊本線(隼人-加治木間)

所在地：始良郡隼人町小浜

建造年：1901(明治34)年

構造：・径間3.0m×1連

・煉瓦4重巻(厚47cm)半円形

・内高3.5m, 延長8.0m

日豊本線が小浜の田園地区を流下する小河川を跨ぐために造られた暗渠である。暗渠上の土被りは小さく(写真-14)、暗渠延長も他の暗渠に比較すると短い。これは、周辺一帯が背後に低山地を抱えた田園地域であり、鉄道ルート上、盛土が必要となるが、背後流域の規模に合わせた通水断面を確保するためには、必然的に土被りを小さくする必要があったものと推察する。

アーチの頂部及び45°のアーチリングには長手使いの煉瓦が配置されている(写真-15)。構造上、強度への配慮とは考えにくく、意匠的なものであると推察される。このようなデザインが施された暗渠は、現段階までの調査では、円ノ木園暗渠のみである。なお、この暗渠の近隣には、一回り小さい畑添暗渠(写真-16)があるが、アーチリングにこのようなデザインはない。

肥薩線の煉瓦アーチ暗渠にみられた、暗渠底盤を保護するための敷石は確認できず、敷石を施した形跡も見受けられなかった。

暗渠の保存状態は極めて良好である。4重巻きの煉瓦アーチには、煉瓦(22cm×11cm×6cm)が約11,700個が使われており、創建時の色彩を鮮やかに保っている。

#### (7) 酔之尾川暗渠

鉄道線：鹿児島本線(串木野-市来間)

所在地：串木野市須納瀬

建造年：1913(大正2)年

構造：・径間3.7m×1連

・煉瓦5重巻(厚58cm)半円形

・内高3.6m, 延長26.0m

鹿児島線が、二級河川五反田川及び八房川と流域を接する、酔之尾川を跨ぐために造られた暗渠である(写真-17)。

流域面積は比較的大きいが、流域のほとんどが田園地帯であることを想定して必要最小の断面を確保してあるならば、当時の技術水準の高さには驚かされる。

これまでの調査で、鹿児島本線においては最大規模の煉瓦アーチ暗渠である。

構造は肥薩線のものと同様である。

前出の円ノ木園暗渠同様、暗渠底盤を保護するための敷石は確認できず、敷石を施した形跡も見受けられなかった。

### 4. 暗渠構造にみる技術観

#### (1) アーチ構造

アーチの起拱部までは切石を積み上げて側壁とし、その上に煉瓦多重巻きアーチリングを乗せている。

まず適当な支保工(詳細は不明)の上に、アーチの両端部(起拱部)から順次煉瓦を並べ、積み上げて最下層のアーチを構成し、その上に次の層のアーチを同じように積み上げることを繰り返してアーチリングとしたようで、リング全体の要石に相当する部分はない。要石はアーチリングを構成するために最後に挟み込むか嵌入するものであって、リング全体を通る目地をつくらねばならず、アーチ半径と厚さの比から考えると、構造的な弱点になる。煉瓦の隙間(目地)にはセメントモルタルを挟み込んでいる。

特に、肥薩線エリアにおける、煉瓦アーチ暗渠の主要資材である煉瓦は、当初、球磨郡西瀬村(現在の人吉市)に1901(明治34)年操業を開始した煉瓦工場から供給された<sup>13)</sup>ようであるが、その規模などの詳細はわからない。

1909(明治42)年に竣工した長大な矢岳トンネル(延長2,095m, 25/1,000の片勾配, 単線断面<sup>14)</sup>) (写真-18)用煉瓦は真幸の水流に新設された工場から供給された。煉瓦は、トンネルの覆工、橋梁の橋台などにも石材と共に使用されるもので、短期間に大量の需要が見込まれたことから、近在に煉瓦工場を建設したものと推察される。

#### (2) 側壁構造

暗渠の内部側壁は荒ノミ仕上げで表面を加工した切石を、布積み方式で丹念に積み上げ、暗渠断面の大きさに合わせて段数を変化させ、煉瓦アーチの基礎としている。

切石の高さは、概ね1尺(30.3cm)~1尺1寸(33.3cm)に統一してある。

切石の幅が暗渠の縦断方向で違う(1尺(30.3cm)~2尺5寸(75.8cm))のは、切石を縦や横に配置し、側壁面の安定を図っているものと考えられる。

#### (3) 暗渠口壁面構造

上下流面壁石は、明らかに意匠性を意識して、飾り加工した切石を布積み方式で丹念に積み上げ、その上に薄い笠石を乗せて整形している。特に煉瓦アーチ周辺の曲線に合わせた石材加工技術は高度である。

#### (4) 暗渠底盤構造

前述したように、急流河川で基礎の洗掘は構造物にとって致命傷となる。そのため、急峻な山間を抜けるルート of 肥薩線では、河床及び基礎を保護するため、暗渠の底に割石を丁寧に敷き詰めてある。一方、平野部に近く、河川の流れが緩やかな個所にある日豊本線や鹿児島本線の暗渠には特に暗渠底盤の保護策は講じられていない。河川の流速に対する判断がされた当時の技術水準は高いものであった。

#### (5) 暗渠口前後の護岸構造

調査した暗渠は全て鉄道方向に対して直角に設置されており、斜めに横断しているものはない。鉄道を敷設する前の河川や水路は斜めに横断しているものもあつたはずで、前後の取付護岸により河川及び水路の流れの方向を調整している。暗渠前後の取付護岸は、側壁や暗渠口壁面と同様、河川や水路の方向に合わせて、きれいな曲線や直線を描きながら切石を布積み方式で丹念に積み上げてある。

### 5. おわりに

これらの一連の暗渠群は建造時期、工事関係者が同じで、しかも同じ荷重を対象として、同じ材料を用いてほぼ同じ地域に造られている。にもかかわらず大きさや、形が異なっている。これらの形状やサイズの違いは水路(河川)特性や盛土特性に配慮した結果であり、その対応の優れたことは現在の技術から説明できる。これは素晴らしい技術的成果であつて、拘束離散体構造の特性を引き出す丹念な施工技術と気迫が相まって、優れた意匠的效果を発揮している。今後とも一連のものとして供用されることが望まれる。

ただし自然河川を通す暗渠群の内、瀬久谷川暗渠と山下須屋川暗渠は上流斜面が不安定で、仮に土石や流木等で暗渠が閉塞された場合は、完全に水流が妨げられ、水位の上昇した水が、軌道盛り土を浸食し、奔流となって下流に一気に流下する心配がある。鉄道の機能が損なわれるだけでなく、川内川右岸部に点在する家屋に重大な損傷を与える可能性を残

している。

品質が安定しなかつたであろう初期の弱い煉瓦(1901年鉄道院制定の煉瓦仕様書では耐圧強度 55kgf/cm<sup>2</sup>、現行 JIS 規定では 300kgf/cm<sup>2</sup>)を用い、しかも設計資料が不十分の中、担当者の経験と気迫が造り出して 100 年、この間補修や補強履歴もなく、えびの地震によると思われる損傷の他は、ほとんど損傷を受けていない。今後も洪水からの損傷を受けなければ、間違いなく長い間歴史の証人となるに違いない。

これら暗渠群が技術の粋を集め高強度材で造られる構造物の耐久性を凌駕するのは拘束離散体構造の特性である。ヨーロッパで 2000 年を経つてなお供用されているものと同じ形式の甲突川五石橋はかつて移設問題に関連して世間の関心と呼んだが、県下の煉瓦暗渠はその存在自体が明らかにならなかつた。今回の発見を契機に、これらを近代化遺産として顕彰・保存するばかりではなく、資源問題が厳しくなる今後の合理的構造工法のあり方や材料特性の活かし方について再検討の糧とすることが求められる。

煉瓦造や石造構造物は地震に弱いと誤解されるが、地震によって壊滅的被害を受けた煉瓦造、石造のアーチ構造物は関東大地震はもちろん、800 ガルを超えた兵庫県南部地震、900 ガルを超えた鹿児島県北西部地震後において確認されていない。

砂などの自然資源が枯渇し、一方廃棄物が蔓延して埋設地が不足し始めた今日、リサイクル煉瓦(下水汚泥からつくられる煉瓦の破壊強度は 2,000kgf/cm<sup>2</sup>、ゴミ焼却灰からつくられる煉瓦は 700kgf/cm<sup>2</sup>)による拘束離散体構造による長寿命構造物建造の実現可能性を、これら暗渠群が担保していると考えざるべきである。

自然資源は偏在しているが、リサイクル煉瓦の原資である廃棄物は人間の周辺に無尽蔵に存在し、廃棄物は努力で減量化が可能でも、人畜の尿尿は削減できない。最終処分として埋設するのは毒物溶出の心配があつて処分場建設が忌避されるが、資源と考えればこんな都合のよいものはない。

(以下に示す写真は 2002. 4~2004. 3 に筆者らが撮影)

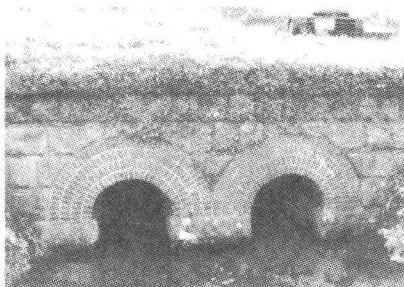


写真-1 丸池湧水暗渠 (下流)



写真-2 円明寺暗渠 (京都)

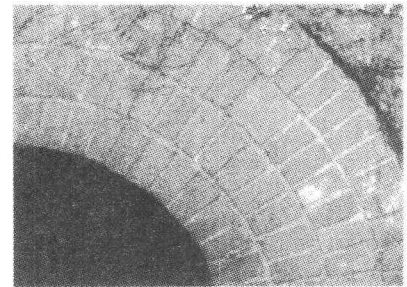


写真-3 アーチリング (拡大)

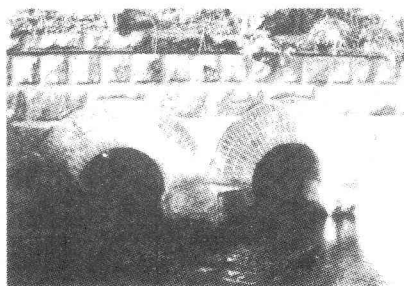


写真-4 丸池湧水暗渠 (上流)



写真-5 竹下川暗渠 (上流)



写真-6 切石積み側壁



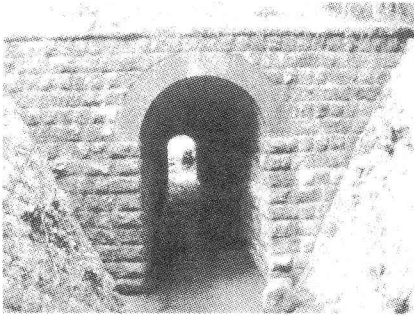


写真-7 会田川暗渠（上流）



写真-8 会田川暗渠の敷石

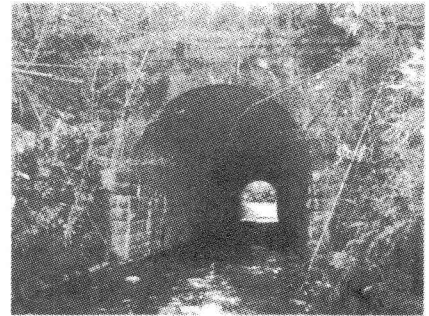


写真-9 瀬久谷川暗渠（下流）



写真-10 瀬久谷川暗渠の亀裂

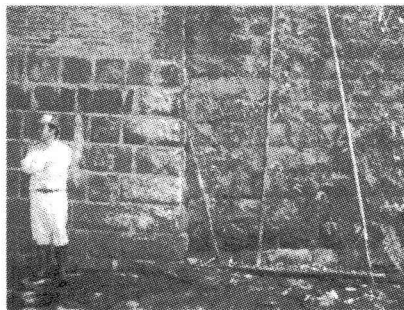


写真-11 瀬久谷川暗渠の傾き

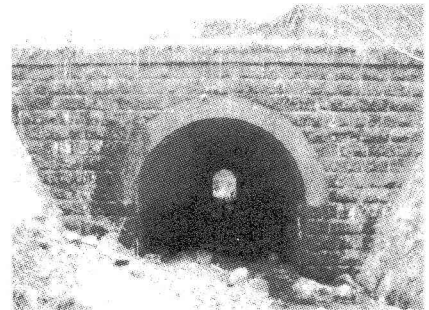


写真-12 山下須屋川暗渠（上流）



写真-13 下流護岸の損壊状況(山下須屋川)

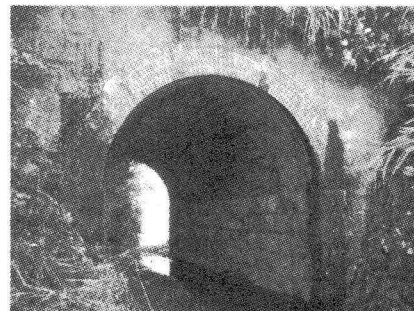


写真-14 円ノ木園暗渠（上流）

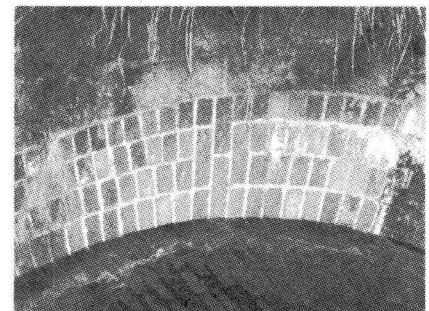


写真-15 アーチリングのデザイン



写真-16 畑添暗渠（上流）



写真-17 酔之尾川暗渠（上流）

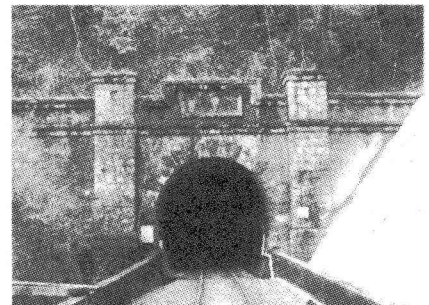


写真-18 矢岳トンネル坑口

#### 参考文献及び注記

- 1) 鹿児島県教育委員会が平成14・15年度に国庫補助事業として実施した「鹿児島県近代化遺産総合調査」の一部である。
- 2) 鹿児島県教育委員会：『鹿児島県の近代化遺産』, p. 16, 2004 (平成16)年
- 3) 日本国有鉄道九州総局：『九州の鉄道の歩み』, pp. 29～41, 1972 (昭和47)年
- 4) (社)鉄道建設業協会：『日本鉄道請負業史 明治篇』, pp. 377～381, 1967 (昭和42)年
- 5) 前出3), p. 55
- 6) (社)鉄道建設業協会：『日本鉄道請負業史 大正・昭和(前期)篇』, pp. 585～586, 1978 (昭和53)年

- 7) 守田久盛、神谷牧夫：『九州の鉄道100年』, p. 92, 1989 (平成元年)
- 8) (社)鉄道建設業協会：『図表と写真でつづる日本鉄道請負業史』, pp. 128, 1995 (平成9)年
- 9) 前出3), p. 159
- 10) 前出6), pp. 585～593
- 11) 前出2), pp. 72～85
- 12) 宇佐美龍夫：『新編 日本被害地震総覧』, p. 493, 1996 (平成10)年
- 13) 小野田滋：『わが国における鉄道用煉瓦構造物の技術史的研究』, pp. 52～53, 1999 (平成11)年
- 14) 前出4), pp. 383～388