

歴史的土木遺産を核にした新しい街づくりの試み*

A trial urban planning based on structures as historical heritages

中原和見 Nakahara, Kazumi *¹

福吉康祐 Fukuyoshi, kousuke *¹

○駒走健一 Komabashiri, kenichi *¹

阿久根芳徳 Akune, yoshinori *²

吉原不二枝 Yoshihara, fujie *³

吉原 進 Yoshihara, susumu *⁴

概 要

街づくりにあたり重要なことは、住民の健康で安心できる豊かな暮らしを支え、誇りをもってその責任を果たし得るように、地域資産を生かしながら経済活性化を目指し、多様なソフト展開を可能とする環境対応型のしっかりしたハード整備を行うことである。地域資産として、天恵や天災をもたらしてきた自然環境、この中で展開されてきた先人の諸々の活動、それを支えてきた施設などがある。これらをバランスよく活かし、蘇らせ、新しい時代に起こる問題を解決できるように新たに創造することが必要である。

鹿児島県湧水町には100年前に建設されて以来肥薩線を支えてきた石・煉瓦による橋、暗渠、トンネルなど歴史的土木遺産に相当する構造物が多数当時のままに供用されていて、これらは同地域の記憶となり、何よりの財産となっている。これらを単なる歴史的土木遺産として存在させるだけでなく、今日の環境問題(資源枯渇・廃棄物蔓延)に対処する核として、住民の誇りの源泉となしうるような新しい街づくり計画が進められている。本論ではそれを紹介する。

1. はしがき

国土交通省都市・地域整備局による「まちづくり交付金」の目的は、「地域の歴史・文化・自然環境等の特性を活かした個性あふれるまちづくりを実施し、全国の都市の再生を効率的に推進することにより、地域住民の生活の質の向上と地域経済・社会の活性化を図ることを目的とする」である。鹿児島県湧水町では、この「まちづくり交付金」を活用して地域活性化事業に取り組むこととなった。まずその背景を簡単にとりまとめる。

ものづくり技術の海外移転や食材の海外依存から生じている実体なき賭場経済による雇用減少や地方経済の疲弊、環境荒廃を放置したままの街づくりでは、ハードが優れていても諸々の社会問題の解決になりえない。

人口減から今後増加する耕作放棄地、放置家屋が、これまで効率に傾きすぎて生じた山林・原野・田畑の荒廃を促進し、くらしや活動により生み出した廃棄物ないしリサイクル残滓や中間処理済み材の埋設やエネルギーや各種燃料使用に伴う排気・排出が増加する。この一方向の流れを循環させる力となる街づくりが必要である。

地域の特性や風土は、その地の自然や住民意識に摺り

込まれ、蓄積された地域の記憶である。これを尊重しつつ、併せて新しい課題解決のための計画により、豊かで多様な風土形成に役立つ街づくりが必要である。

2. 街づくりと自然・環境の関わり

以下、街づくりに欠かせない環境問題に対して、実現すべき対応策を、筆者の一人が提案する自然の区分¹⁾によって、一般論として述べる。

★資源系

国土交通省の海砂問題と既往建造物の老朽化対応に関するホームページ²⁾によると、社会資本の水準を維持する上で、今後相当量の資金と資材が集团的に必要とのことである。海砂採取が強く規制される状況から、確実な代替資材の調達と構造物の長寿命化が求められる。

海砂の枯渇に対して、輸入で賄うとの声もあるが、売り手市場による品質悪化や外来生物の侵入の心配がある。いわゆるシラスなど特殊土壌やゴミ焼却灰溶融物の活用など代替資源や廃棄物の資源化が不可欠である。ヘドロや下水汚泥、ゴミ焼却灰の煉瓦化は実現していても、小さな固化物だから用途が制約されるが、拘束離散体構造物の主要材として活用できる。中小構造物の多い街中の社会資本の主要材としての出番は多くあり得る。

エネルギー問題では、脱外国依存・脱化石燃料を達成するため再生型自前エネルギー調達が重要である。地方自治体で新エネルギー策定や省エネルギー策定に取り組

* keywords: 土木遺産、環境問題、街づくり

* 1: 湧水町都市計画課(〒899-6292 鹿児島県湧水町木場222)

* 2: 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17-15)

* 3: 有限会社環境経済研究所(〒899-2501 鹿児島県日置市伊集院町下谷口1185-44)

* 4: 正会員 工博 鹿児島大学名誉教授(〒899-2501 鹿児島県日置市伊集院町下谷口1185-44)

み、各地に自然エネルギーの変換機器が増えているが、自然エネルギーの密度は小さく効率が悪いからコスト面で普及が難しい。自然エネルギーには環境負荷低減コストの導入とか、多角多段階利用によるコスト低下など複合性や戦略性が必要である。例えばバイオマスは量的・コスト的に難しいが、大規模栽培による花絨毯景観の形成や食・葉・工芸など新商品づくり、間伐材、廃食油、生ゴミ回収への住民の協力体制や転換物の受け入れ体制づくりを進めておくべきである。また、原子力発電への依存度が下げられない状況では、斬新な発想で夜間電力を活用することが重要である。エネルギー問題は、意識転換、機器開発ともに街づくりの大きなテーマである。

食と水も街づくりの中で取り組むべき重要課題で、表層水、地下水の水質悪化から可飲水量の減少や食材の汚染が心配となる。生活排水、農業廃水の健全化が不可欠で、山林・原野・河川の再生のため啓発的事業と独創的実践が街づくりの重要なテーマである。

★立地系

条件の良い場所から土地利用が進み、技術の進歩と共に危険地、急傾斜地や低地に街を形成してきたことから絶対安全はない、安全と危険は表裏一体との認識に基づく街づくりが重要である。人口減から、今後放置家屋、耕作放棄地が増え、手入れ義務を放棄して所有権だけが残る山林・原野のさらなる荒廃が大問題となる。街の安全は山林・原野や里山、棚田の健全さに係っている。街づくりのみならず国家政策の緊急課題として、土地の管理責任と所有権について思い切った対応が求められる。

鉄道、道路、空港、港湾などのターミナルはこれまでは地域興しの起爆剤であった。一時的利便や他地域との対抗からではなく、魅力的な物づくりや街づくりなど物や人の移出量や流入量を増やす地域計画が先決である。

精緻、完璧で固定的、観覧的な施設が街づくりになる時代ではない。特殊なテーマパークでない限り、参加者の主体的で多様な活動を刺激し、生み出しようような余裕のある多目的施設の計画が求められる。

★現象系

これまでの治山治水の成果は評価されるとして、将来の最大外力が不明の中で絶対安全が可能との幻想を与えた点は反省すべきで、気象記録が毎年何回も更新されることから天変地異は不可避で、避難が必要なことを周知させる必要がある。現状では「文明が高度になるほど災害が激しくなる」との寺田寅彦の皮肉がなお生き続ける。道路や駐車場、広場などへの徹底した透水舗装や雨水貯留、山林・原野の保全を織込んだ街づくりが求められる。

コンクリートジャングルを嫌いながら、熱循環を忘れてエアコンを多用し、クールビズや散水運動でヒートアイランドを防ごうとする。徹底した緑化(空地・屋上)、保水性舗装や屋上滞水の他、省エネのための抑制意識を促進する模範を提示し、普及を促進すべきである。不十分でも日本型の自然的人為による僅かの寒暑や湿気や風を防ぐ喜びを取り戻せる施設を見直すべきである。

★生態系

国土の1/3を占める人工林は人手が入らなくなつて数十年で死林になり、猿、熊、猪、鹿を里に追いやり、斜面を崩落させて生態を荒廃させる。放置は自然ではない。絶滅危惧種の増加は人為であるとするのは間違いで、それらを絶滅から救うのが人間である。多自然型河川とかミチゲーションやビオトープは人間が管理し運用する模倣自然にすぎない³⁾。自然を無視した街づくりがあり得ないように、人間を否定した自然や限定した狭い場で自然をつくっても意味はない。人為を否定する放置や過剰な欧米風の人為的自然ではない日本古来の自然的人為に回帰し、天濁・地毒を除去して天恵・地利を増やし⁴⁾、まさかの際のねばりや余裕となりうるムダを包含するような街が環境に配慮した本当のエコタウンである。

★分解系

家庭・農業・産業からの排水、排気、排出は物質によらず水・大気に拡散するが、土壌に一時保存され、土壌水により拡散し、最後に魚貝類や動植物に濃縮される。数が多く、密度が薄いから危機感を持たないが、個々の排出源で断つという意識を持ち、実践することが重要である。環境対応型街づくりで特に重要なことは、天恵・地利を誇り、分配・収奪するだけではなく、自らが濁し、毒した天地を速やかに回復することに尽きる。

廃棄物と単純に言ってもゴミは努力で削減できるが、排泄は削減できない。いずれも人間の近くに存在して無尽蔵である。資源としてこれほど優れたものはない。

表一1 廃棄物処理の現状、H15年(括弧内はH12年)⁵⁾

	一般廃棄物、万ト	産業廃棄物、万ト
再生利用量	917(786)	20,100(18,000)
減量化量	3,676(3,648)	18,000(17,700)
最終処分量	845(1,051)	3,000(4,500)
排出量	5,438(5,236)	41,100(40,600)

注1)最終処分量に占める汚泥、ゴミ、動物糞尿、鉍滓、煤塵など建設資材化が可能なものの割合は約80%を越える。

注2)埋立て処分費用は約30,000円/㎡。

表一1の結果はリサイクルや減量化技術は進んでも、処理済み後に大量の滓がのこることを示す。リサイクル率だけではなく、リサイクル残滓にも目を向けるべきである。これらは使い道がないとか、自然に優しくコストが小さいとして埋設し、土地の尊厳を犯す。今日の最終処分場は、今日の安全を確保するだけで、将来的には不法投棄と同じかそれ以上の危険を持っている。安定型はまだしも遮断型・管理型は、生活や環境に支障や被害をもたらす恐れのある毒物を承知で蓄積して埋設する。管理され、遮断されているとはいえ、それらの長期安全性は当分の間は確認できない。山間部にしろ、海浜部にしろ、増え続けるリサイクル残滓、中間処理残滓を埋設し続けるのは将来世代への犯罪に等しいと言える。

不法投棄については罰則が強化されたものの、人が山林に入らないからいつでも第2、第3の豊島事件が起りうる上、長年月後の関係資料散逸による処分場の幽霊化がおこる。地震や洪水、高波による浸食や崩落で突如暴

露して大騒ぎとなる。新規処分場の建設取りやめ、既埋設物の掘起しにより早急にこれらを資源化して活用すべきである。多方面からこの資源を奪い合うような状況になれば、真のミチゲーションが達成されたといえる。

★景観系

永年非自然な都市生活をしたためか自然愛好家が増え、里山や棚田の景観や生態が好まれる。多くは鑑賞型でプラスの価値は共有物と意識してか絶賛しても、それがもたらすマイナスの価値や維持する努力には無関心な他人事になる。生活・生産に伴い形成される景観こそ価値あるものとして、街づくりに活かすべきである。

街の景観といえば違和感ある人工物を嫌い、眺望を妨げる障害物を排除する。落葉を嫌う住民がいる。ダイオキシンが発生すると焚き火を禁ずる役所がある。道路沿い広場など可能な場に徹底した植樹を進め、積極的管理から生まれる景観は人間の諸々の醜さを隠すであろう。

★風土系

伝統施設は住民の郷愁となり風土の根幹となっているが、安全・便利・快適な近代施設に憧れる改変圧力と葛藤する⁶⁾。風土はその醸成や維持に努力した地域そのものであるが、地域を停滞させることにもなる。先人の努力を今日の問題解決に活かすことが、地域の記憶に基づく時代に即した新しい風土形成の契機となる。街づくりにおける歴史的土木遺産の役割はここにある。

著名作家の芸術作品を街角に置けば、見る人の感性が涵養され、街の品格が上がるものではない。特にリアルな裸体像は不特定多数が目にする街角に適さない。限定された場に展示すべきである。著名でなくても、未熟でも住民に近親観を与え、挑戦の意欲を刺激する多様な作品は新しい風土形成に役立つ。街づくりの新テーマである。

★循環社会

5年前に「循環社会形成推進基本計画」が閣議決定されている⁷⁾。この目標達成のためには、最終処分量および天然資源(土石系)投入量を減らすことが不可欠で、最終処分物の資源化が鍵を握る。数値目標は明確でも、具体的に実行する方策・決断がなくては全く意味がない。

また、中央環境審議会総合政策部会が、2005年12月に「都市における良好な大気環境の確保に関する取り組み」を提言した⁸⁾。抽象的な文言ではなく、今後街づくりに使用する基本資材はその街から排出する廃棄物で賄うゼロエミッションの具体例を多数提示すべきである。

循環や持続の実現可能性は美辞麗句や前例にはなく、勇氣ある実践にしかない。今後の街づくりは自治体の決断、土木技術者のセンスにかかっている。とりわけ住民の意欲がなくてはならない。

3. 街づくりの新しい試み

歴史建造物は古いから貴重なのではない。地理的障壁が大きく、生存基盤の脆い日本国土へ適応しようとした先人の努力の痕跡だから重要なのである。超自然生活に傾き、土着性の薄らぐ今日では特に貴重である。以前は

古くて機能的でないとか、危険だとして撤去されたり、撤去の費用さえ惜しむかの如く放置される場合が多々見られた。最近は極端なほど歴史的建造物を顕彰するようになった。良いことであるが案内板が虚しく立っているのは侘びしい。単なる保存は過去に停滞する歴史観しかなく、昨日から今日への歴史認識の構築に役立たない。むしろ過去と現在を断絶させる危険がある。歴史的人物の極端な神格化や過度の崇拜において表れている。また、近年はそれらを観光の目玉とか、地域興しの核にしようとする下心が強すぎる。過去に拘ると存在証明に期待が掛かりすぎ、脚光を浴びようとして特定権威者に依存したり、恣意的存在証明を容認し、批判を封じることになる。これが捏造や過大評価の動機になる。十分な調査のないまま、簡単に不存在の証明ができたと確信してしまう。これは再現性を持たない停滞型歴史観の最大の弱みである。歴史の責任ではなく、その学び方の問題である。

地域に密着する問題は、その地域の歴史に学ぶべきである。環境問題というかつての人間が体験していない今日の大課題を解く鍵を探す視点を持たなくては、歴史に学ぶ意義はない。未体験を歴史に学ぶというこの逆説が成立するのは、新しい歴史が誕生した瞬間はいつも未体験を初めて体験した瞬間だからである。具体事例そのものを学ぶばかりでなく、未体験へ如何に対処したか、その精神を学ぶのである。これが歴史の最大の強みである。

土木史は技術史であって、現在に遺るものに骨董的评价を加えることのみではない。これは過去の一時点に停滞する博物的歴史観に過ぎず、「玩物喪志」⁹⁾に陥る。建設に至る社会的、自然的課題を解決しようとした目的、そこに託された関係者の「心情・気迫・執念」から社会の「仕組み」やその完成を待望する社会状況などを通して、建設された「もの」が社会に与えた効果、新しく引き起こし、取残した問題などを検討する。そこから現在の課題ならびに将来の課題を解決するための理念を問い、新しい創造や前例に囚われない独創を加える。文化論、文明論の構築には、このような過去から未来への流れる歴史観と発生的歴史観がいる。未曾有の事態に備えて国土と国家の持続性を担保すべき土木技術や土木史の拠がここにある。この意味で歴史的土木遺産を街づくりの中核として取り込むことの意義は極めて大きい。

今後の社会の最重要課題は循環であり、持続であって、これをどのように実現していくか。個人資産の持続性は誰もが古くから実現してきた。利害損得や権利義務の分配・分担や主張・協調が遺伝子や家訓を通して使い分けられたからである。街の社会資本も天恵・地利の獲得のみでなく天変・地異による損害の回避およびなにより天濁・地毒の排除を街の遺伝子としての地域風土あるいは掟としての地域教育を通して、必要性の認識が深まれば持続性が実現できるはずである。山林から原野、河川から海への繋がりの一環として街づくりにおいて、その場に課された責任を果たすように意識を高め、実践することがその地にくらし、活動する上で何よりの誇りとなる。

実施計画に先立って、「名水丸池に集い、住む人・訪れる人が和み癒される交通拠点の創造」を実現するため、1) 地域振興、2) 駅前と丸池の一体化による中心市街の賑わい、3) 湧水と近代化遺産を活用した個性豊かな生活環境の向上と定めた目標に対して、近隣地区住民に限定して、アンケートを実施して反応をとりまとめた。

街づくりの原動力は交付金や役場ではなく、住民にあることをテーマにして街づくりフォーラムを開催する。ハード主体の街づくりはすでに終わった。ハードの恩恵は一過性、地域限定性が強いからである。ソフトは継続性、波及性が大きく、環境対応ハードの住民抜きの建設は意味がない。リサイクル材活用により環境啓発、実践促進など多様なソフトを誘発するハードを整備し、ハードの特徴を活かしたソフトを多数生み出すことを喚起する。

昔は社会資本建設に果たした地元地域民の貢献度は大きかった。これが地域財産としての誇りになり、大切に使う意識に繋がったに違いない。事例は各地にあるが、明治中期の鹿児島県道路建設の例を示す¹⁰⁾。ところが今日では巨大完璧型工事のため専門職の領域となり、計画段階ではまだしも安全性や能力の点から施工段階では住民が参加することはなくなった。細かな環境対応を実践するのは弱小連携型工事が主体であるから、希望者を募って可能な限り建設に参加して貰うことにしている。

この街づくりに使用する資材として、自然資源は原則使用しないでリサイクル材、自然冗余物を用いる。下水汚泥、ゴミ焼却灰、石炭燃え殻、ガラス屑、間伐材、ヘドロ、シラスなど研究途上のものも積極的に取り込む。やむなくバージン材を用いる場合は、用済み後の対応を明確にしておく。対象区域で用いる機器は原則として可能な限り長寿命型や省エネルギー型とし、また斬新で戦略的な新エネルギー機器開発にも積極的に挑戦する。

表一3 アーチ石橋、アーチ煉瓦橋、煉瓦暗渠、煉瓦トンネルなど拘束離散体構造物の特性

	一次要因	二次要因、対応法	備 考
○耐荷性	作用応力が軸力 低応力(アーチリンク) 荷重の分散	応力分布単純(ほぼ一様)で、部材 全断面が有効に働き、無駄がない 中詰め材	西田橋(許容応力/10, 10 kg/cm ² 程度) 蘆溝橋(400トンの貨物車を通過させた)
○耐震性 吸震機能 耐振動衝撃	合端・目地材 地盤への逸散エネルギー △壁石(非拘束組積造)	震動エネルギー吸収・逸散 鈎石・ラカン鉄・扇積壁石	関東震災(0.6G)、阪神淡路(0.8G)、鹿児島県 北西部(0.9G)で致命的大損傷例なし 100年以上鉄道用橋梁で用いられている
○耐火性	火に強い素材		関東震災時日本橋の橋上下で炎上
○耐久性 極めて長い寿命	低応力(アーチリンク) 自重で安定	修復・補修・リング石の部分更新	セゴビア水道橋、ファブリーチヨ橋など 2000年以上の現役橋多い
○造形性 創意・工夫 技術の原点	機能適応性 地盤適応性 地形適応性(南船北馬)	拡幅(下駄歯継手・リブリング) 反力石垣埋設・橋体軽量化 広狭・高低・長短	道路橋・水路橋・鉄道橋 岩盤・洪積地盤・沖積地盤 スパン最大120m、最長1,000m、最高80m
○美観・景観 意匠的拘り 長い感性寿命	多様性・不規則性 意匠への拘り 加齢「汚れ」が風格 長寿命→生活者の郷愁	統一・標準に馴染まず 装飾(妖怪・悪魔、聖人・武人) こけ・かび・汚れ	山間・原野・都市どの空間にも適う 下関内日めがね橋、備前三石煉瓦橋群 水路閣 撤去反対運動
○リサイクル性	同系自然素材 解体容易、再利用容易	残滓(ゴミ焼却灰・下水汚泥) 離散体の本性	北薩もどり橋、さいせい橋
○安全性	解明より解決(経験)	解決→解析・解明	
△耐洪水性 離散体の弱点 妖怪・悪魔 (安全祈願)	洗掘(基礎・河床) 抗力 浮力、吸い出し力 流積阻害大(閉塞・堰上げ)	未広り小型水切・護床敷石 大型水切・空腹壁石 「だぼ石」結合(浅いと効果なし) 低水位、治山(流木・土石流)	新上橋、武之橋(いずれも8.6豪雨で流失) 潮見橋(船が閉塞促進、2連流失)

昔の技術者がアーチ石橋などの拘束離散体構造物を解明しないまま経験で建造していたから信頼性に欠けると

4. 拘束離散体構造物

湧水町にある近代化遺産の主要部を占めるアーチ煉瓦橋、煉瓦暗渠について、鹿児島県近代化遺産調査に際してその一部をすでに報告したが^{11)、12)}、今回改めて調査し、その結果を 表一2 および 写真一1 に示す。

表一2 湧水町にあるアーチ煉瓦橋・煉瓦暗渠

路線	橋梁・暗渠名	スパン m	ライズ m	延長・ 幅m	巻 数	拱環 厚m
肥薩線	瀬久谷川	4.58	2.29	38.60	5	0.58
肥薩線	第一馬置川	1.83	0.91	64.40	3	0.37
肥薩線	山下須屋川	3.66	1.83	59.80	4	0.47
肥薩線	第二宇都川	3.06	1.52	16.20	4	0.47
肥薩線	小山ヶ谷川	2.40	1.20	13.70	4	0.47
肥薩線	迫田川	3.10	1.55	22.90	4	0.47
肥薩線	二反田川	1.84	0.92	9.80	4	0.47
肥薩線	第一境谷川	1.20	0.60	13.25	3	0.34
肥薩線	第二境谷川	1.20	0.60	16.40	3	0.34
肥薩線	竹下川(立野原)	4.58	2.30	30.70	5	0.57
肥薩線	丸池湧水(2連)	0.92	0.46	67.40	4	0.47
肥薩線	梨木川	3.20	1.60	14.00	4	0.47
肥薩線	第一会田川	2.45	1.23	29.35	4	0.47
肥薩線	第二会田川	2.43	1.24	11.00	4	0.47

昭和初期まではこれらの拘束離散体構造物が多く建設されていた。しかし離散的構造物は地震国に適さないと誤解され、構造物の高機能化、大型化指向が高まり、これに応える多様な新材料や施工法が開発されて、多様な新型・大型構造物の効率的施工を可能とする材料として石材や煉瓦は不適合とみなされた。

しかし石材や煉瓦によるアーチ橋、トンネルや建築物は愛好者が多く、文化財的価値が高いから大切に保護すべきとの声がある。その裏には、これらは再び造れない、時代遅れの構造物との認識がある。誤解も甚だしい。拘束離散体構造物は近代的構造物が持たない今後の社会資本に適した優れた数多くの特性を持っている。

このような拘束離散体構造物の特性を表一3に示す。

考えるのは、今日の技術者の思い上がりである。実は、これら構造物は極めて合理的な構造物で、人類が生み出

した究極の構造物である。改めて特徴を抜き出すと、

- * 自重で自らを拘束し安定する。
- * 構造安定のために材料にムダな力を働かせない。
- * ほぼ均等な応力の作用する部材全てが効率的に機能
- * 合端や目地における吸震力(制震力)が大きい。
- * 感覚的安全率が数値的安全率より劣るものではない。
- * 構造美、造形美の他完璧の中で揺らぐ不完全美を持つ。
- * 安全装置、権威・感謝・顕彰装置として装飾美を持つ。
- * 苔や黴などによる加齢汚れは風格に転化される。
- * 統一美ではなく、多様美を形成しうる。
- * 便利で寿命が長く、住民の郷愁の源泉となる。
- * 機能性や安全性の観点から改変圧力も強くなる。
- * 自然に近い構造物で、雑草木が繁茂して醜態を晒す。
- * 補強・補修が容易で、安易な修復跡が醜くなりやすい。
- * 自然資源に代わり各種リサイクル残滓を使用できる。

このような優れた特性を持つ拘束離散体構造物を甦らせるについて、2001年の土木学会で、研究討論会¹³⁾が行われ、技術的可能性は確認されたが石材の確保等自然資源調達が課題とされた。とはいえ今後も社会の要請に応じて土木施設を造り続けるために、自然資源の代替物として蔓延する廃棄物やヘドロなど自然冗余物の活用の場として、長大橋はまだしも街中の中小構造物の主要材には問題なく適応できる。

* 北薩もどり橋、さいせい橋

写真-2 は、2004年8月鹿児島県さつま町(旧宮之城町)の県立北薩広域公園内に完成した「北薩もどり橋」と、同10月鹿児島市の中山ふれあいスポーツランド内に完成した「さいせい橋」である。前者はスパン約3.3m、全長約5m、幅員2mの、後者はスパン3.3m、全長6.4m、幅員2.5mの歩行者用のアーチ煉瓦橋である。

これらの橋の主要材としてゴミ焼却灰に粘土を混合して焼成した煉瓦(通称エコ煉瓦)を1,500個および5,100個使用している。前者では下水汚泥煉瓦やゴミ焼却灰溶融物も各所に用いた。臭くて汚くて、時にはダイオキシンなど有害物質を含む嫌われものの廃棄物残滓が華麗な姿に転身できることを実証した意義は大きい。

リサイクル残滓による構造物建造という試みは、甲突川五石橋⁹⁾に込められた秘術を解くことにより到達しえ

た世界でも稀な誇るべき事例と考えていた。しかしその後、鉾津煉瓦の使用が明治末期には試みられ、それが今日も使用されていることがわかった¹⁴⁾。ただ、なぜ今日まで引き継がれなかったかはわからない。

これら建設の前に室内実験を行い、煉瓦単体および拘束離散体の耐荷能力に心配ないことを確認している¹⁵⁾。

5. 湧水町 JR 栗野駅周辺整備計画

◇全体コンセプト

様々な地域財産を尊重・活用し、近年各分野で開発されている環境技術を採用しながら、住民の積極的参加を前提として、将来の街の産業活性化が図れる地域づくりを目指し、丸池を訪れた人々や地域住民が、和み癒され安らげるような交流空間・魅力ある街を創造する。

少し具体的に言えば、自然の中で生存し、活動するための人為を否定しないが、極端で思い上がった人為を容認せず、地域の記憶を大切に、地域に新しい風を起こし、地域の排出は可能な限り地域で処理できるよう一貫した総合的、戦略的街づくりを目指す。

◇基本的な考え方

丸池のあるJR栗野駅前周辺では、現在都市区画整理事業による市街地整備が進められている。また、近隣に鹿児島空港や九州自動車道の栗野ICがあり、一般国道268号、主要地方道栗野加治木線が乗り入れるなど、当該地区は地域交通拠点としての役割を担っている。一方、丸池はJR栗野駅の南側に位置し、湧水量が豊富で、日本名水百選に選ばれた自然及び観光資源であり、湧水町の市街地中心にあって、地域住民や観光客にとって重要なポイントであるが、JR栗野駅前から駅南側の丸池に直接アクセスできない。

そこで、図-1の中央部に示す3つの重点項目について、ハード整備のみならずソフト面の整備を実施し、地域の記憶と誇りの実現、他地域に誇りうる環境適応性の高い空間創造、地域住民の熱意により、駅前広場と丸池公園が連動・一体化した「丸池湧水自然公園」として整備を行い、自然と湧水、近代化遺産を最大限に活用して、

地域住民や観光客が身近に利用でき、和み癒され安らげる空間づくり、魅力ある街づくりを目指す。

これらの施設整備及びここから派生するソフトは、それぞれが完結した事業として計画し、実施されるものがあるが、同時にそれらは近い将来における循環型経済社会として湧水町全域に波及することを期待している。さらにこれを契機として自然環境と経済活動の穏当な関係を持続できるイーエコタウン¹⁶⁾が、歴史的土木遺産を核とした街づくりで実現し、県下、全国に波及することを期待している。

図-1 街づくりの 基本方針

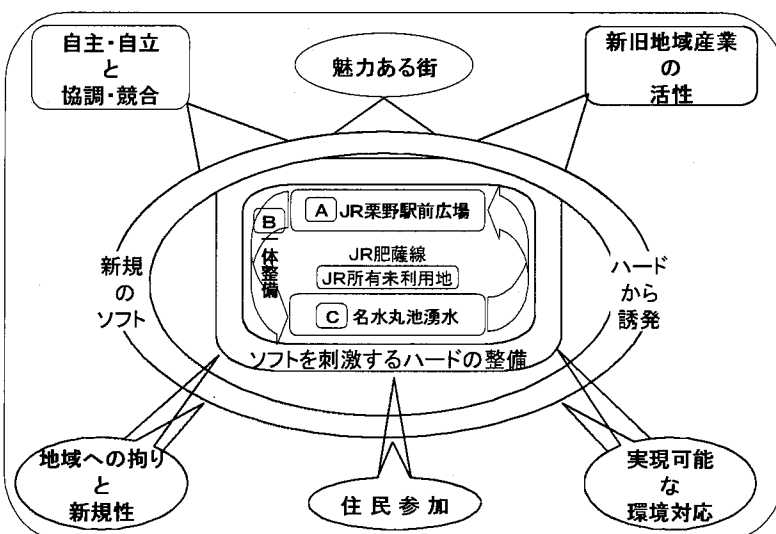
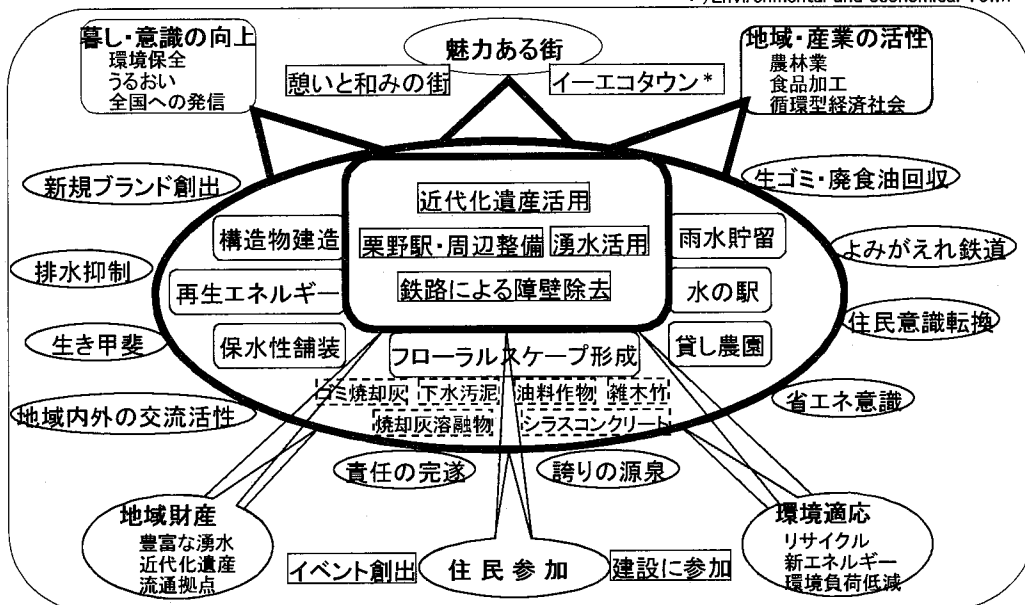


図-2
街づくりの実施計画

*) Environmental and economical Town



◇重点実施項目

A. 駅前広場の整備

- ①歴史(近代化遺産)が感じられる風格ある広場とする。
- ②新エネルギービジョン策定¹⁷⁾に基づき、地域の自然エネルギーを活用する。
- ③リサイクルを重視し、「イーエコ」を標榜した安全で快適な広場を目指す。
- ④人々が湧水と接

し、湧水と親しみ、「湧水のまち」を印象付ける個性豊かで魅力のある空間を目指す。

- ⑤高齢者や障害者にやさしい空間づくりを目指す。

B. 駅前広場と丸池の一体的な整備

- ①駅前が丸池地区への入り口であり、丸池地区公園の一部であることの位置付けを行う。
- ②駅周辺に訪れた人々がスムーズに丸池地区へ誘導されるゆとりある空間を目指す。
- ③人と自然が織りなす芸術のまちを象徴するような四季折々の花絨毯景観(フローラルスケープ¹³⁾)を創造する。
- ④駅周辺のJR未利用地を有効活用し、道路や多目的広場(駐車場等)を整備して観光客の誘導を図る。
- ⑤若年層や高齢者、障害者など全ての人に分かりやすいユニバーサルデザインを目指す。
- ⑥駅南側のJR未利用地を活用し、将来的な新エネルギーの実験的な取り組みの場を整備し、新エネルギーという共通テーマで駅前と丸池地区の一体感を創出し、かつ駅前や丸池の照明は省エネルギータイプを使用する。

C. 丸池の湧水の活用

- ①訪れた人々が湧水と親しみ、湧水を自由に利用できる「水の駅」としての空間づくりを目指す。
- ②丸池の豊かな湧水量を活用する施設整備を行う。
- ③豊富な湧水や地形という自然資源を生かし、訪れた人々が五感を通して楽しめる空間づくりを目指す。
- ④丸池湧水の生い立ち(循環系統)や水の状態を全ての人々に理解してもらええる施設整備を目指す。

6. 拘束離散体構造物の建造手順

環境対応型街づくりの実施計画の中で、地域の記憶を重視する近代化遺産(アーチ煉瓦橋)に倣い、多くの拘束離散体構造物をリサイクル材で建造することになっている。その内、駅前の町道にスパン5mから7mの数個のアーチ煉瓦橋の計画がある。これは公道であって、とりわけ安全性と経済性が求められる。

リサイクル煉瓦の耐圧強度は、旧来煉瓦はもちろん、高強度コンクリートを凌駕しているが¹⁵⁾、引っ張りや曲げ強度は構造材として劣り、サイズの小さな固化体である。拘束離散体構造物の主要材として使用しうが、仕様書を含め既往の技術資料がない。解析による安全確認は高価で、小さな案件毎に負担するのは非現実的である。公道橋の安全を低コストで確認し、妥当な設計と建設を行う手順について、現実的な案を示す。

・技術資料は散逸し、設計に使える資料がない

昭和初期までは多くの煉瓦構造物が建設されていたが、諸般の事情や誤解からその後新規に建造される機会がなくなったことから、今回の設計に使用できる技術資料は破棄されたり、戦災で失ったものと思われる。

・安全性確保の方法

(1) 構造解析の手法

コンクリートや鋼などの連続体構造物は多様な解析手法によりその安全性の事前確認ができる他、設計仕様書によりコストを掛けないで有効な設計が可能である。

石や煉瓦による離散体構造物に対して、旧来の解析法その他、最近では有限要素法や個別要素法などが実用レベルに達している。多くのアーチ石橋でみられる空積み離散体構造物は、応力、変形ともに精度よく解析できる。したがってこの場合設計仕様書がなくても、設計の段階でこれらの解析により、安全性の確認は可能である。

しかし、橋、トンネル、建築を問わず煉瓦を主要材とする練り積み離散体構造物に対して、現段階では応力や変形を精度良く解析することは不可能である。その理由は、煉瓦間に挟み込まれる目地材の物性変化や免震効果を現行の解析モデルでは再現できないからである。これを無視して解析を進めれば拘束離散体構造物が本来的に持つ優れた諸特性を正当に評価できず過小評価することになり、現実離れした過剰設計となる。これは今後解決すべき研究課題である。その上、規模の小さな構造物に対して、その都度この種解析を必要とするなら、設計コ

ストが大きくなり、リサイクル煉瓦構造物はいつまでも普及できないことになる。

(2) 安全で妥当な煉瓦拘束離散体構造物の設計

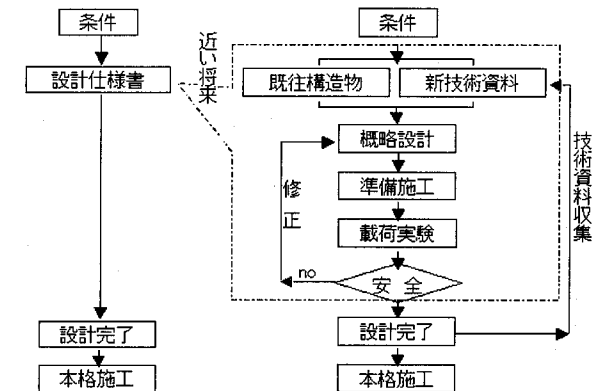
中小規模のアーチは数多く残る実例を参考にして設計する。この概略設計に基づいて施工計画を立てる。なお、この際、載荷実験後アーチリングが積み増しされるなど、設計に修正があることを想定しておく。

施工初期のアーチリングができた段階で載荷実験を行う。部材応力や変形が危険につながると予想される場合は、リング厚を増やすような設計変更を加える。

コストをかけないで、安全で妥当な設計のための資料を整備するために、当分の間リサイクル煉瓦によるアーチやトンネルについて本格施工の前に載荷実験を行い、その結果を公開して関係者の自由な閲覧、活用に供し適切な設計や構造解析用モデルの創出に役立たせる。

・リサイクル煉瓦による拘束離散体構造物の建設手順

概略設計に基づく施工段階の載荷実験を参照して最終設を完結させたあと、本格施工に入る。これにより安全で妥当なリサイクル煉瓦拘束離散体構造物が建設できる。これは近代構造物の建造手順に比し回りくどいが、解析手法が確立し、技術資料が蓄積して設計仕様書が確立するまでは、リサイクル煉瓦を構造物材として使用する機会を増やす適切な方法と考えられる。



通常構造物の建設 当面の煉瓦拘束離散体構造物の建設

図-3 煉瓦拘束離散体構造物の建造手順の比較

目地材の物性変化を取り込める解析手法が確立し、また技術資料が蓄積した段階で、設計仕様書を制定し、これにより設計に大きなコストをかけない、今日普通に行われている構造物建造手順によることにすればよい。

* 既往アーチ煉瓦橋のアーチリングの調査

アーチ橋の美観的、景観的設計は土木技術者のセンスに委ねるとして、アーチ橋の耐荷性能または安全性に関わる設計は、アーチリングにより定まると考えられるので、既往データを参考にすることにした。アーチリングの耐荷性能には活荷重の大きさ、土被りの厚さ、リングの扁平率やリングの幅員の他に、煉瓦の耐荷性能、目地材の変形特性と厚さなど様々の要因が複雑にかかわる。

現存する鉄道用煉瓦橋を調査し、リングを構成する煉瓦層数とスパンの関係を、表-2および表-4の他、関係資料¹⁶⁾を含め合計61橋分を用いて調べた。

表-4 九州内のアーチ煉瓦橋の主要諸元

線名	橋梁・暗渠名	スパン	ライズm	延長:幅m	巻数	拱環厚m
鹿児島	酔之尾川	3.65	1.83	26.00	5	0.58
鹿児島	豊岡川	6.13	3.31	14.49	4	0.45
鹿児島	豊岡川暗渠	1.84	0.92	18.60	4	0.45
鹿児島	二日市(上り)	10.95	2.99	3.96	7	0.81
鹿児島	二日市(下り)	10.95	2.99	4.54	6	0.69
鹿児島	川原(上り)	10.80	2.82	4.57	6	0.68
鹿児島	川原(下り)	10.80	2.82	4.59	7	0.84
日豊	門の木園	3.00	1.50	8.00	4	0.47
日田彦山	櫛坂(ケキサカ)	6.46	2.42	8.95	6	0.68
佐世保	西谷峠第三	9.15	4.57	29.26	6	0.69
佐世保	西谷峠第二	2.42	1.21	22.80	4	0.46
佐世保	上西山第三	0.91	0.45	39.65	2	0.23
佐世保	西谷峠第一	4.59	2.30	5.26	4	0.45
佐世保	踊瀬国道	7.31	2.53	4.55	6	0.69
佐世保	大曲	4.26	2.13	—	4	0.45
旧鹿児島	城山三連	4.55	2.27	4.74	4	0.45
三角線	波多第三	5.47	2.73	18.40	5	0.56
三角線	波多第二	5.44	2.72	14.98	5	0.56
三角線	石打第三	5.49	2.74	11.00	5	0.56
三角線	石打第二	4.55	2.27	10.00	5	0.56
山手線	日隆町橋	8.00	—	—	4	—
山手線	第二源助町橋	8.00	—	—	4	0.45
山手線	第二源助町橋	5.00	—	—	3	0.34
山手線	内幸町橋	11.00	—	—	5	0.57
山手線	内幸町橋	11.80	—	—	5	0.55
山手線	第一有楽町橋	12.00	—	—	5	0.53
山手線	有楽町駅横2連	8.00	—	—	4	0.43
山手線	新石町橋	6.00	—	—	4	—
山手線	新石町橋	10.00	—	—	5	0.57

結果は図-4のように、両者には強い相関関係がある。図中に比例関係にあるとして一次直線を書き加えた。▲印および下側の直線は山手線を支える煉瓦高架橋の結果で、他地域の結果に比べ、リングが扁平で土被りも小さいにもかかわらずリング厚が薄くなっている。

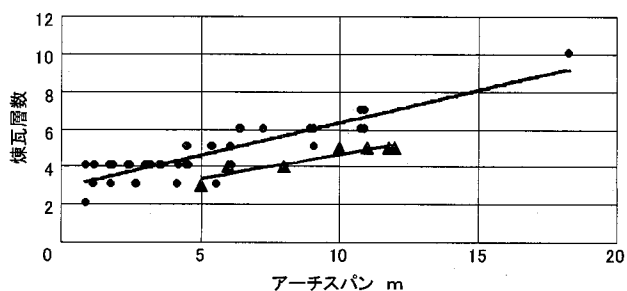


図-4 鉄道用煉瓦暗渠、アーチ煉瓦橋のスパンと層数

リサイクル煉瓦は当時使用された煉瓦に比して数倍以上の強度を有することから、リサイクル煉瓦で新規にアーチ橋を建設する際、この図に従ってリング構成を定めれば、その耐荷性能や安全性に心配はない。

なお、基礎構造は耐荷・耐震安全性の他、特に耐久性に大きな影響を与える。鋼杭、コンクリート杭など現代工法は短期的な確実性に懸念すべき点はないが、100年を超える長期を考えると杭体の耐久性に心配がある。旧来工法を採用するのが望ましい。

7. むすび

1人の年間排泄量分の下水汚泥から2個の煉瓦ができる。これは資源量として取るに足りないとい誤解されそうであるが、東京都を例にすると毎年東京駅舎2棟分の資源となり、それに見合う廃棄物埋設量と自然資源使用量

が削減される。ゴミも動物尿尿もある。古来人間は命を賭して資源争奪を繰り返してきた。今自らの天濁・地毒に子孫の命を賭けようとしている。無尽蔵な資源に転化して新しい街づくりに乗り出すときであるはずである。

明治期の煉瓦に支えられた鉄道が街に新風を吹き込んだように、高度成長期に積み残してきた環境問題に対応

参考文献および備考

1) 吉原進「持続可能な日本-土木哲学への道-」, 技報堂出版2000年
2) 国土交通省のホームページ「道路構造物の今後の管理・更新等」
<http://www.mlit.go.jp/road/index.html>, および「骨材需給動向調査-西日本の砂需給動向とその対応-」
http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha01/01/010606_.htmlを要約して示す、

(1) 砂の将来需給見通しと不足量について。* 平成21年度の砂供給量は平成11年度実績の78%程度に減少。* 需要量減少を勘案して砂不足量は西日本で830万立米(約1,500万ト)、需要量の17.4%)と推測。* 主因は海砂供給不足。早急な代替策が必要。* 海砂依存度が小さな東日本を含め全国規模の砂需給も類似。* 10年後約1億トの新規コンクリート構造物の建設に支障が出ると推測。

(2) 高齢化が進む道路構造物について。* 高度成長期に現有の約40%の道路橋を建設し、50年以上経過した橋梁が、今後10年に現在の約4倍(20年後には約17倍)に増加。* 現有直轄国道橋梁約19,000橋のうち、ピーク時には年間800橋が更新対象、費用は約5,600億円(現在の当該予算の約2.6倍)必要。* 近年コンクリート構造物の劣化や疲労損傷が増加。今後、①適切な補修による道路構造物の延命化、②新設構造物の長寿命化、③補修・更新費用の平準化・最小化が必要(トンネルも同様な事情)。

3) ビオトープBiotop 動植物の小さな生態圏、ミチゲーションMitigation: 緩和、沈静、回復。自然の模倣を一概に否定しないが、何かにつけてエコをとんでも、人為を反省しないまやかしは、天をも恐れぬ行為である。

4) 自然現象系における天変・地異、資源系の天恵(テノミグミ)・地利(チリイキ)に倣って、現行の廃棄物から起こる結果を天濁(テンノコス)・地毒(チノクス)と表した。人為の結果を自然本来の特性と区別するために案出した用語。濁りや毒なら放置しておけない気分になるだろうと期待。

5) 環境省のホームページから、「一般廃棄物の排出量及び処理状況について」と「産業廃棄物の排出量…」より抜粋した。

6) 甲突川五石橋の移設問題は、市民感情の中にある旧土木施設に対する「郷愁」と「改変圧力」の葛藤から社会問題になった。反対、推進に関わる訴訟、報道その他の経緯から調査・工事の結果、国内外の類似構造物の視察結果など、第16回以降数カ年にわたって土木史研究に20数編の論文として報告。その他に、「西田橋移設復元工事報告書」、鹿児島県土木部、平成12年4月、がある。

また鹿児島市内にある潮見橋が河川改修により解体されている。現地活用の声や、撤去の場合は移設復元を望む声がある。昭和26年のルース台風で左岸側2スパンが流失、一部コンクリートを用いて再建。他に適地の選定、工費など検討すべき課題がある。

7) 循環型社会形成推進基本計画(2003年3月閣議決定)

目 標	平成12年	平成22年
1) 資源生産性(万円/ト)	28	39
2) 循環利用率(%)	10	14
3) 最終処分量(万ト)	5,600	2,800

注1) 資源生産性=GDP/天然資源等投入量。注2) 循環利用率=循環利用量/(循環利用量+天然資源等投入量)。注3) 最終処分量=廃棄物最終処分量、ここに、天然資源等投入量[約18億ト]=金属系+パイオマス系+化石系+非金属鉱物系(土石系)[約10億ト]。

8) 中央環境審議会総合政策部会は「都市における良好な大気環境の確保に関する取り組み」2005年12月1日で次の提言。

* 人工排熱の低減、* 地表面被覆の改善、* 新エネルギーの活用、* エコ改修の実施、* 建築物屋上・壁面や敷地の緑化、* 環境負荷の小さい建築物の選択・都市開発、* 環境的に持続可能な都市交通システム整備。

9) 五十嵐日出夫北海道大学名誉教授が土木計画学研究会の講演会で話された中で使われた。「玩物喪志」は、土木史研究において「もの」に拘りがちになることを戒める言葉と理解している。

10) 鹿児島市山下町の国道3号、10号および225号線の分岐点に建つ碑文を現代文に直すと、「この後、渡辺知事に代わった山内堤雲はこの事業の必要性を大いに認め、自ら先頭に立って吏員や県民を、この

すべく生まれたりサイクル材によって湧水町に新しい風が起り、全国に吹き出ることを期待している。

町民の責任と自覚が誇りと創意の源泉となって湧水町の活力を持続的に高め、町内外から郷愁や憧憬の対象となる「愛郷心」を育む街となることを願うものである。その実現可能性は町民の意欲にかかっている

大事業を為し遂げうるのはいかにつらくともこの仕事の他にないと督促し、激励した。明治20年6月着工、5カ年を費やして完成した。資金は50数万円で、開削した道路の総延長は100里余りであった。」

11) 「鹿児島県の近代化遺産-鹿児島県近代化遺産総合調査報告書-」、鹿児島県教育委員会、2004年3月

12) 阿久根芳徳、吉原進ほか「鹿児島県下に残る煉瓦アーチ暗渠を通してみる技術論」、土木史研究、Vol. 24、2004年6月

13) 吉原進、阿久根芳徳「甲突川五石橋の復元を通してみたアーチ石橋建設の可能性」、土木学会平成13年度全国大会研究討論会「平成に石造アーチ橋は甦るか!」の配付資料。

14) 鋳造煉瓦は明治末期頃から小型アーチ橋や橋台、塀などに使われ始めたようである。福岡、山口などで初めて視察したときは、指で擦れば、ばらばらと表面から粒子が落ちるほど脆いにもかかわらず、いまだに現役構造物として機能しているのに驚いた。

15) 平成15年度土木学会全国大会「リサイクル煉瓦によるアーチ橋建設の可能性」、第25回日本道路会議「循環型土木構造物としてのアーチ橋建設の可能性」、3rd CECAR "Feasibility of Constructing Structures by Waste Materials and Their Recycled Residuum"などで報告。1列1重の下水汚泥煉瓦製スパン1.5mのアーチの耐荷力が20トであった。下水汚泥煉瓦の驚異的な強度が発揮された。

以下実験に用いた煉瓦の耐圧強度、ヤング率を示す。

普通煉瓦4種(市販品)	>300kgf/cm ²	JISR1250
下水汚泥煉瓦(自治体A)	4015kgf/cm ²	JISA5209
下水汚泥煉瓦(自治体B)	865kgf/cm ²	H9実績
ゴミ焼却灰溶融物(試行品)	7,827N/cm ²	JISA5003
ゴミ焼却灰+粘土混合物	>700kgf/cm ²	

* 下水汚泥煉瓦Aの結果は3資料平均で強度最小~最大は2,346~7,267kg/cm²。ヤング率は38.6N/mm²程度。* ゴミ焼却灰溶融物は8資料平均で含水比0.40~0.60に対し強度最小~最大は3,120~12,150N/cm²。* 明治期の煉瓦強度55kgf/cm²以上(鉄道院の規格)⁶⁾。なお、肥薩線矢岳トンネル抗口付近に散乱していた煉瓦の載荷試験の結果、4資料の平均で約190kgf/cm²。ただしバラツキが大きく最小値100kgf/cm²、最大値350kgf/cm²であった。確証はないが当時同トンネルの建設に使用された煉瓦であると考えられている。

* 市販の普通煉瓦の強度は54.8N/mm²、ヤング率は18.4N/mm²。

* 目地材に用いた石膏の強度 2.0N/mm²、ヤング率1.8N/mm²。煉瓦間の目地材に用いた石膏固化物自身の強度は小さいが、厚みが小さくなると強度が増すようである。そのメカニズムが解明できれば、より精度の高い解析が可能となる。早期解明が望まれる。

16) 「イーエコ」あるいは「イーエコタウン」とは、Environmental and Eco-nomical Projects あるいは・・・Town からつくった用語で、「環境と経済の両立する」事業あるいは街の意味で用いている。これは「人間の存在を忘れたかのような理想的環境倫理」ではなく、将来世代抜きの「あまりにも今日の利益主義に偏した開発」でもない、本当の意味で「持続可能な日本」を実現する上の基本的概念を表す用語と位置づけている。「フローラスケープ」とか「花絨毯」は、遊休地や耕作放棄地を年中花で一杯にして荒廃をくい止め、街に新しい景観を形成しようとするもの。

17) 湧水町「新エネルギー策定ビジョン報告書」2005年。

今日多くの自治体では新エネルギーに関わる事業に取り組まれているが、ほとんどが風、太陽の活用が主体となっている。湧水町では太陽・風やバイオにも取り組もうとしているが、町は文字通り湧水や大河川に恵まれていることから、ローカル水力の利用に挑戦する。ローカル水力の有効性がそれなりに実証できるなら、日本では至る所で水力エネルギーの転換が可能となる。このように波及効果が極めて大きい試みで、是非とも成功させたいと考えている。

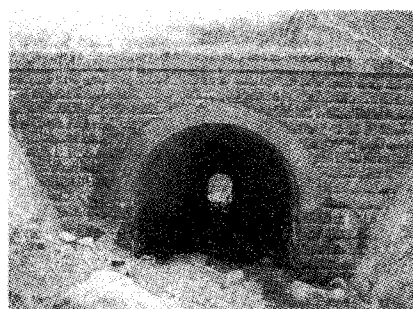
18) 小野田滋「わが国における鉄道用煉瓦構造物の技術史的研究」、(財)研友社、平成11年1月は鉄道用煉瓦構造物について網羅的にとりまとめている。その他、アーチ石橋やアーチ煉瓦橋に強い関心を寄せて貴重なデータを公開されている次のページに最大の敬意を表する。<http://5.travel-way.net/~niemon/4/index.html>。



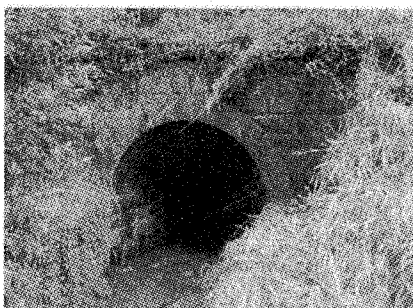
瀬久谷川暗渠



第一馬置川暗渠



山下須屋川暗渠



第二宇都川暗渠



小山ヶ谷川暗渠



迫田川暗渠



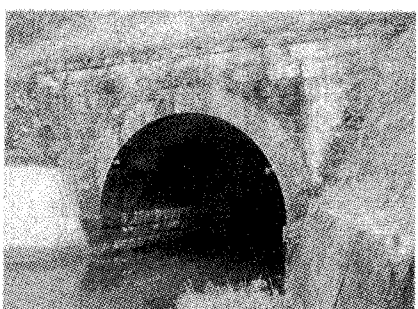
二反田川川暗渠



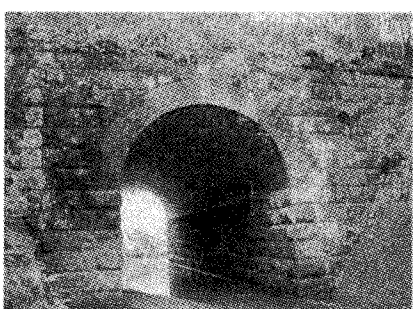
第一境谷川暗渠



第二境谷川暗渠



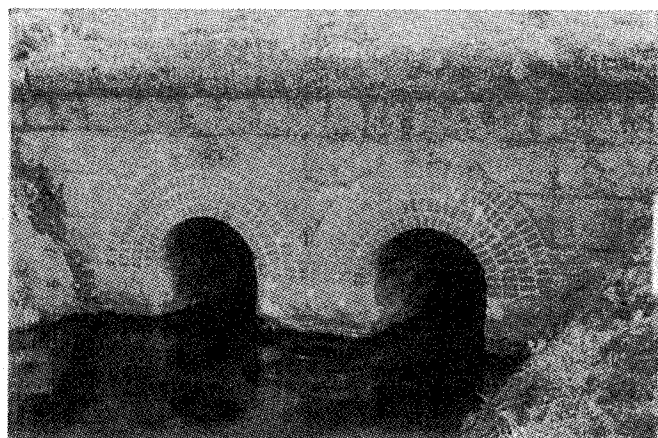
竹下川暗渠



梨木川暗渠



第一会田川暗渠



丸池湧水暗渠



第二会田川暗渠

写真－1 湧水町にあるアーチ煉瓦橋・煉瓦暗渠

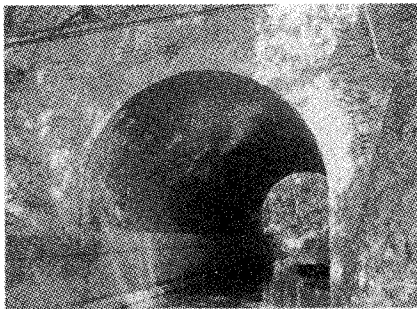


北薩もどり橋(鹿児島県さつま町北薩広域公園)

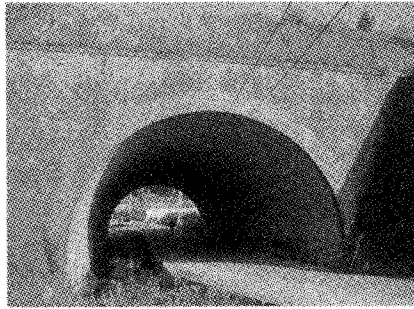


さいせい橋(鹿児島市ふれあいスポーツランド)

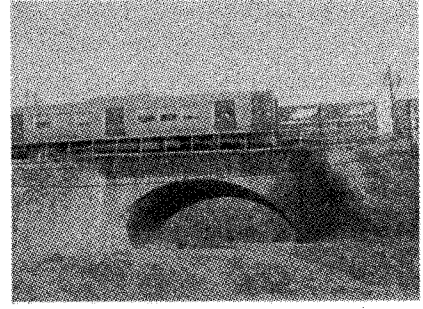
写真-2 ゴミ焼却灰煉瓦によるアーチ橋



波多第三橋梁



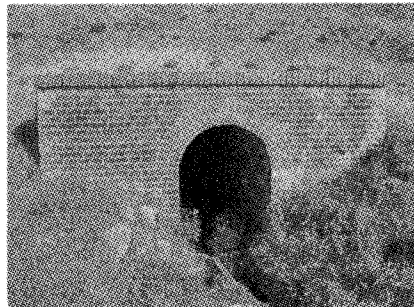
西谷峠第三橋梁



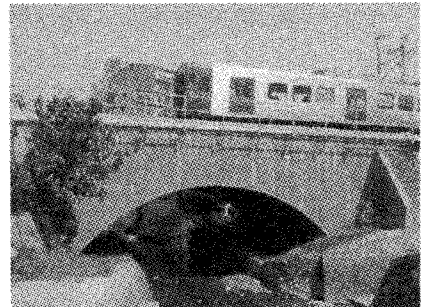
川原橋梁(上り)



波多第一橋梁



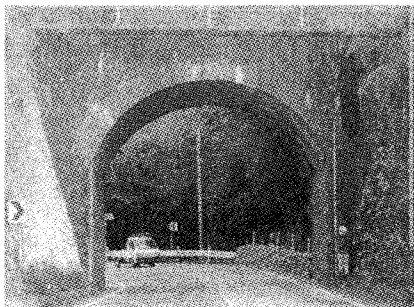
上西山第二暗渠



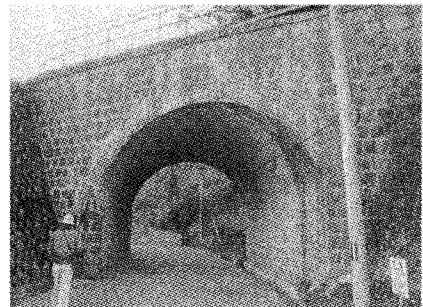
二日市橋梁(上り)



石打第三橋梁



踊瀬国道橋梁



櫛坂橋梁

写真-3 九州内の鉄道を支えるアーチ煉瓦橋