

平成 19 年度土木学会重点研究課題  
調査研究報告書

歴史的構造物の保全に関する研究

歴史的構造物保全技術連合小委員会

## 目 次

序 文	五十畑 弘	
例 言		
<b>第1章 保全理念の整理・分析</b>		
第1節 構造物のメンテナンスの観点から	久田 真	1
第2節 文化財の観点から	北河 大次郎	15
<b>第2章 保全事例の収集・分析</b>		
<u>計画論</u>		
第1節 保全の歴史	田中 尚人	31
第2節 河川	知花 武佳	39
第3節 活用	岡田 昌彰	43
<u>設計・施工</u>		
第4節 橋梁技術	五十畑 弘	53
同 補遺	植野 芳彦	63
第5節 ダム技術	樋口 輝久	69
第6節 石垣技術	笠 博義	77
第7節 地盤	三村 衛	85
第8節 トンネル技術	小野田 滋・小島 芳之	101
第9節 土木デザイン	中井 祐	109
第10節 建築技術・デザイン	後藤 治	117
<b>第3章 ケーススタディー</b>		
第1節 フランスの事例	アンドレ・ギエルム	125
第2節 余部鉄橋	佐々木 葉	133
第3節 歴史的ダム保全事業	樋口 輝久	139
<b>第4章 保全事業の一般化に向けた論点の整理</b>		
第1節 職能、教育、資格に関する国内外の動向	五十畑 弘	145
第2節 論点の整理	北河 大次郎	153
<b>参考資料</b>		
・「日経コンストラクション」(岡田昌彰)、「トンネルと地下」(小島芳之) 文献調査		
・石垣に関する文献調査(笠博義)		

## 序 文

土木遺産に対する社会的関心の高まりを背景として、国土整備における土木遺産の役割が拡大するとともに、文化財として保全される土木遺産の数も増加している。これに伴って、従来の土木遺産の保全・活用の概念から、より実務的な視点を加えた維持補修の技術から制度までをカバーする文化的、歴史的価値に配慮した土木構造物の維持管理の要請に応えることが求められている。

本研究報告は、この課題に対して「土木学会歴史的構造物保全技術連合小委員会」において、平成19年度土木学会重点課題研究として取り組んだ成果をまとめたものである。

「土木学会歴史的構造物保全技術連合小委員会」とは、コンクリート、水工学、構造工学、鋼構造、地盤工学、土木計画学、土木史研究、景観デザインの8委員会を横断的に統合して構成した委員会で、平成18年7月から3カ年の予定で調査研究活動を継続している。

委員会の調査研究の活動内容は、文化的、歴史的価値に配慮した土木構造物の維持管理に関わる課題について、維持計画、設計、施工の制度的、技術的課題等を土木分野全体で把握し、ケーススタディーも取り入れて歴史的価値に配慮した土木構造物の維持管理の方向性を実務的な視点を加えて探るものである。この委員会活動の中には、土木遺産保全への普及啓発を狙って、研究成果を積極的に発信することも含まれる。

過去2回の土木学会全国大会では、研究討論会等で土木遺産の維持補修を取り上げ、平成19年度の土木学会全国大会の研究討論会では、「歴史的構造物保全の計画と技術」と題した共通セッションを行った。土木学会誌でも、「土木遺産保全の新局面—実務的課題と方策—」と題したミニ特集（平成20年8月予定）において委員会の研究成果の公表を予定している。学会以外では、日本土木工業会の月刊機関紙「建設業界」で、平成20年1月より「土木遺産の新時代」と題した記事を、委員が分担して1カ年に亘り連載中である。

本研究報告の内容は、委員会活動うち平成19年度の委員会の研究成果を中心としてまとめたものであるが、委員会活動の中核の部分占める。平成21年度には、この重点課題の成果を踏まえて、土木分野全体に対する歴史的構造物の維持補修の方向性を示した指針として、委員会最終成果とする予定である。

平成20年5月  
土木学会歴史的構造物保全技術連合小委員会  
委員長 五十畑 弘

## 例 言

- 一 本報告書は、平成 19 年度土木学会重点研究課題として採択された「歴史的建造物の保全に関する研究」の成果をとりまとめたものである。
- 一 本報告書は、土木学会歴史的建造物保全技術連合小委員会（構成員は以下の通り。）が、平成 19 年度に開催した 5 回の会合における検討結果に基づき、編集を行っている。

委員長 五十畑 弘（日本大学）  
幹事長 北河 大次郎（文化庁）  
委 員 植野 芳彦（(株)長大）  
岡田 昌彰（近畿大学）  
小野田 滋（(財)鉄道総合技術研究所）  
小島 芳之（(財)鉄道総合技術研究所）  
笠 博義（(株)間組）  
後藤 治（工学院大学）  
佐々木 葉（早稲田大学）  
田中 尚人（熊本大学）  
知花 武佳（東京大学）  
中井 祐（東京大学）  
樋口 輝久（岡山大学）  
久田 真（東北大学）  
三村 衛（京都大学）

- 一 執筆は、基本的に歴史的建造物保全技術連合小委員会の各委員が担当したが、その他にも、平成 19 年 9 月 10 日に開催された「産業景観シンポジウム＋写真展：風景としてのテクノスケープ」（土木史研究委員会、景観・デザイン委員会共催）におけるアンドレ・ギエルク氏（フランス国立工芸院教授）の基調講演の訳文を掲載した。
- 一 巻末には、本研究の一環として行った歴史的建造物保全に係る文献調査の成果を、参考文献一覧として掲載した。

# 第1章 保全理念の整理・分析

## 第1節 構造物のメンテナンスの観点から

久田 真（東北大学）

### 1. はじめに

イタリアには、フォロロマーノ（ローマ）をはじめ、多数の歴史的土木構造物が存在する。これらの多くは、古代ローマ帝国時代に建造されたものが大半であり、すでに2000年以上経過した構造物である（写真-1）。ここで特筆すべきことは、古代ローマ帝国時代の建造物の多くにコンクリートが使用されていることであり、古代ローマ帝国におけるコンクリートの製造方法や施工方法に関しては、小林一輔先生の「コンクリートの文明誌」に詳細に述べられている<sup>1)</sup>。これらのことから容易に想像がつくところであるが、イタリアは、歴史的構造物の保存・修復を専門とする学問分野が発達しているようである。と同時に、構造物の歴史的価値に対する造詣が深く発達しているだろうということも類推できるであろう。

しかしながら、これらの歴史的土木構造物に対して、その文化的価値を保持しつつ、モノとしての構造物を保存・修復するような、しっかりとした技術体系を持ち合わせていない。その結果、遺産としての価値が危ぶまれるという状況が懸念されているのが実状であると思われる。昨今では、コンクリート構造物の耐久性確保や合理的なメンテナンス技術の体系化が重要視されているが、これらの技術体系をそのまま適用した場合、構造物の歴史的土木構造物としての価値が失われる危険性がないとは言えない。しかしながら、一般の構造物のメンテナンスに関する議論の中で登場する技術の中にも、歴史的土木構造物を守るために十分に資する技術もある。

本章では、通常の構造物をメンテナンスする場合のメンテナンスの方法論を概説し、対象となる構造物が歴史的価値を有する場合の技術的課題として、構造物の情報、構造部の状態の把握および構造物の保存修復技術についてまとめた。

### 2. 一般の土木構造物に対するメンテナンスの方法論

土木構造物には数多くの種類があるが、一般的には、構造物の構成材料の違いによって鋼構造物、コンクリート構造物、地盤構造物などに区分されることが多い。このうち、鋼構造物およびコンクリート構造物については、交通荷重や気象などの外力の作用によって鋼やコンクリートが劣化するので、メンテナンスの基本的な方法論については共通する部分が多い。ここでは、土木構造物全般について、共通すると思われるメンテナンスの方法論について概説する。

#### (1) メンテナンスの基本的な流れ

土木構造物のメンテナンスは、構造物の重要性などに基づいて定められるメンテナンスの基本方針（維持管理の区分）と予定供用期間を定め、予定供用期間を通じて構造物が保有すべき要求性能（安全性、使用性、第三者影響に関する性能、美観・景観、維持管理のし易さなど）を許容範囲内に維持できるように、適切な計画を策定することが基本となる。計画においては、点検の時期や点検の内容、生じると考えられる劣化機構の推定な

らびにその進行の予測、構造物の保有性能の評価および対策の要否判定のほか、実施する対策の内容および記録の保管方法なども含まれる。なお、耐震基準の変更などに伴い、当該の構造物が既存不適格と見なされる場合には、新しい基準に基づいてメンテナンスすることになる。

点検は、構造物の安全性、使用性、復旧性、第三者影響度に関する性能、美観・景観などの、構造物の保有性能に関する情報を得るために、その目的に応じた適切な時期および調査方法で実施される。劣化の進行予測および性能の評価にあたっては、メンテナンスの基本方針、予定供用期間、劣化状況などを考慮して、適切な方法によって行われる。対策の要否の判定では、対象とする構造物の残存供用期間を明確にしたうえで、構造物あるいはその部位・部材が、この期間中に要求される性能を満足しているか否かを見極め、これを満足しない場合には、適切な方法で補修、補強などの対策を実施する。これらの各プロセスで実施された内容は、しかるべき方法によって記録し、一般には構造物の供用が継続する期間中は保存されることになる。

## (2) 土木構造物の対策（保全）技術

土木構造物の現在または将来の性能低下が問題となる可能性があるとして評価され、対策が必要と判定された場合には、目標とする性能水準を定め、適切な種類の対策を選定し、これを実施することになる。すなわち、現状で構造物が保有する性能、例えば、安全性、使用性、復旧性、コンクリート片などはく落などを含む第三者影響度、美観や景観のいずれか一つまたは複数の性能が低下しており、供用する上で許容しうる限界を下回っていると評価され、対策が必要と判定された場合には、対策が実施される。

また、現状では問題なくても、劣化予測をして、残存供用期間中に構造物の性能低下が問題となる可能性があるとして評価され、予防としての対策が必要と判定された場合や、作用荷重や耐震性に対する設計基準などが見直され、基準に適合するよう対策が必要と判定された場合などでも、土木構造物には対策が実施されることになる。

対策の種類には、点検強化、補修、補強、供用制限、解体・撤去などがあり、いずれかの対策を適宜選定することになる。なお、目標とする性能の水準としては、図-1に示すように、①建設時と現状の中間の性能水準もしくは対策を実施する段階の性能水準、②建設時の性能水準、③建設時よりも高い性能水準、の3つが考えられる。

一例として、コンクリート構造物に適用される代表的な対策方法を示す。

### ア) 表面処理工法

コンクリート表面の微細なひび割れ（一般にはひび割れ幅で0.2mm以下）の上に塗膜を構成させ、防水性、耐久性を向上させる目的で行われる工法で、ひび割れ部分のみを被覆する方法と、全面を被覆する方法がある。ただし、この工法は、ひび割れ内部の処置ができないことやひび割れが活性の場合にはひび割れの動きに追随し難いことなどの欠点がある。このため、ひび割れ幅の変動に対しては、伸び能力を有する材料を採用するなどの工夫が必要である。

### イ) ひび割れ注入工法

この工法は、幅0.2~0.5 mm程度のひび割れに樹脂系あるいはセメント系の材料を注入

して、防水性、耐久性を向上させるものであり、仕上げ材がコンクリートの躯体から浮いている場合の補修にも採用される。注入工法として一般的に行なわれているのは、エポキシ樹脂注入工法であり、従来は手動や足踏み式の機械注入方式で行われている。なお、注入方法では、注入した量のチェックができないこと、貫通していないひび割れでは奥まで材料を注入することが困難であること、および注入圧力が高すぎるとひび割れを押し広げてしまうことなどの問題があったが、最近では低圧低速の注入工法が種々考案されている。

#### ウ) ひび割れ充てん工法

0.5 mm 以上の比較的大きな幅のひび割れの補修に適する工法で、ひび割れに沿ってコンクリートをカットし、その部分に補修材を充てんする方法である。なお、この工法は、鉄筋が腐食していない場合と鉄筋が腐食している場合とで補修の方法が異なる。鉄筋が腐食していない場合には、ひび割れに沿ってコンクリートをUまたはV形にカットした後、このカットした部分にシーリング材・伸び能力を有するエポキシ樹脂およびポリマーセメントモルタルなどを充てんし、ひび割れを補修する。また、鉄筋が腐食している場合には、いったん鉄筋の発錆腐食している部分を十分に処置できる程度にコンクリートをはつり取り、鉄筋のさび落としを行い、鉄筋の防錆処理を行なう。その後、コンクリートへのプライマーの塗布を行った後にポリマーセメントモルタルやエポキシ樹脂モルタルなどの材料を充てんする方法で行う。

#### エ) 断面修復工法

コンクリート内部の鉄筋が腐食した場合などでは、鉄筋を保護するためのかぶり部分のコンクリートには、塩化物イオンなどの劣化因子が多量に含まれている場合が多い。このような場合には、かぶり部分のコンクリートを除去し、鉄筋を防錆処理して、改めて物質透過抵抗性のある材料で修復する方法が採られる。このような後方を断面修復工法という。

#### オ) 電気化学的防食工法

電気化学的防食工法とは、コンクリート内部の鋼材に外部より陽極を通じて直流電流を流すことにより、鋼材腐食に関わるコンクリート構造物の劣化を防止する工法である。

電気化学的防食工法には、電気防食工法、脱塩工法、再アルカリ化工法および電着工法がある。電気防食工法は、コンクリートに設置した陽極システムから鋼材へ継続的に電流を流すことにより鋼材の電位をマイナス方向へ変化させ、鋼材の腐食を電気化学的に抑制する工法である。脱塩工法は、コンクリート構造物の表面に電解質溶液と陽極材からなる陽極電極を仮設し、コンクリート中に埋設されている鋼材との間に直流電流を一定期間のみ流し、電気泳動の原理でコンクリート中の塩化物イオンをコンクリート外に抽出する工法である。再アルカリ化工法は、コンクリート構造物の表面にアルカリ性の電解質溶液、陽極材、保持材からなる仮設陽極を設置し、陽極材からコンクリート中に埋設されている鋼材との間に直流電流を一定期間のみ流すことでアルカリ性の電解質溶液を電気浸透させ、中性化しているコンクリートのアルカリ性を回復させる工法である。電着工法は、コンクリート構造物に埋設されている鋼材を陰極とし、電解質溶液を介して仮設陽極との間に一定期間のみ流すことによって、コンクリート構造物の表面に不溶性無機系物質の電着物を析出させる工法である。

### 3. 歴史的土木建造物の保全における技術的課題

前述の通り、土木建造物の一般的なメンテナンスの方法論においては、美観・景観などの性能を位置づけてはいるものの、歴史的あるいは文化的な側面については、建造物の要求性能として取り上げていないのが現状である。

ここでは、歴史的要素を有する土木建造物に対して、一般的なメンテナンスの方法論を適用した場合の諸課題について整理する。

#### (1) 建造物の情報に関する課題

##### ア) 歴史的価値を評価するための情報

土木建造物を何らかの理由で遺産として保存するためには、当該の建造物が何故に歴史的に評価されるのか、その建造の経緯、歴史的要素、芸術的要素、考古的要素を十分に把握しておく必要がある。

例えば、日本初の水力発電所、〇〇工法を用いて建設された世界初の建造物などのように、建設の経緯は歴史的土木建造物を守るにふさわしい要素のひとつである。また、広島市内に保存されている原爆ドームや、神戸港の一部の岸壁のように、戦禍や被災を象徴する遺構としての歴史的要素、アーチ形状の建造物や跳ね橋のように、〇〇様式で現存する唯一のものというような芸術的要素、当時の生活様式などを後世に伝えるために残すといった公庫的要素なども、歴史的土木建造物として保存するための評価の側面として重要な要素である。

##### イ) 使用材料に関する情報

当該の土木建造物にはどのような材料が使用されたのか、といった使用材料に関する情報も重要である。例えば、わが国において初めてセメントが製造されたのは1875年とされているが、それ以来、セメント産業は様々な技術革新を経て、今日のセメントを製造している。すなわち、外観では同じように見えるセメントでも、製造年代等によってその性質が微妙に異なるものなのである。また、骨材や鉄筋、レンガなど、土木建造物に使用される材料も歴史的に変遷していると考えらるべきである。恐らく、古墳内から発掘された壁画や彫像などは、ごく当たり前に材料的な側面に関する考慮を踏まえて保存されているのが通常である。このことは、歴史的土木建造物を守る技術体系を構築する上でも十分に考慮されるべき要素である。

##### ウ) 今後の取扱いに関する情報

土木建造物は、供用されることで存在意義があるのが通常である。しかしながら、場合によってはこれからも「現役」として使用するものだけでなく、今後は保存のみで使用しない場合もある。また、土棒遺産を公園内のオブジェ的な形で保存利用がなされている例（写真-2）に見られるように、史跡としてその場に存置するような場合もあり得る。このように、歴史的土木建造物の守り方として、手を加えた後の取り扱いなどについても十分に考慮すべき要素となる。

#### (2) 建造物の状態の把握に関する課題

##### ア) 材料的、構造的な状態の把握



歴史的土木構造物として守るべき構造物は、通常は長期の経年による劣化が進行している場合が多い。また、先に述べた原爆ドーム（写真－3，4）や神戸港のように、ある意味で「朽ちている」からこそ、その価値が認められる場合もある。このような観点から、保存対象となる歴史的土木構造物に関しては、現段階での材料的、構造的な状態の把握が重要である。写真－5，6および図－2，3は、大河津分水路洗堰（新潟県）から採取したコアコンクリートの分析した結果であるが、これらの結果からも、当時のコンクリート製造技術がどのようなものであったか、また、100年近く経過したコンクリートの物性がどのように変化するのか、といった知見が数多く得られるのである。

また、保存しようと考えている状態で自立するか、また、耐震性能などの構造的な状態の把握が重要である。また、使用材料の劣化程度についても、十分に把握しておく必要があるが、タウシュベツ橋梁（北海道、写真－7，8）のように、顕著な材料劣化が顕在化していることが歴史的土木構造物としての価値となっている場合も少なくない。この点に関しては、先に述べた歴史的価値を評価するための情報と組み合わせるなどして、歴史的土木構造物の状態を適切に評価することが重要である。

#### イ) 構造物の状態把握について留意すべき事項

通常の場合と異なり、歴史的土木構造物の場合には、その状態を把握する際の技術上の制約がいくつか考えられる。例えば、通常の場合であれば、分析試料としてコアを採取することがしばしば行われるが、歴史的土木構造物の場合には、このような試料の採取が困難な場合がある。また、試料が採取できたとしても、分析に用いることのできる試料量が少ない場合が十分に考えられる。さらに、分析の結果に対する評価基準も、通常の場合で指標となる安全性、使用性、第三者影響に関する性能などが必ずしも当てはまらない場合も考えられる。さらには、今後の取扱い（使い続けるか、そのまま居てくれるか、良いのか）によっても、構造物の状態に関する評価は異なってくると思われるので、歴史的土木構造物の場合にはこれらの各点を考慮する必要がある。

### （3）土木構造物の保存・修復技術に関する課題

#### ア) 保存・修復の方法

通常の場合であれば、その状態を把握し、補修補強の要否を見きわめ、適切な処置を施すことでメンテナンスは可能である。この場合に実施される補修補強には、様々な方法と程度があるが、一般的には、前述した通り「現状維持」「元通り」「元通り以上」などの方針がとられる。

しかしながら、歴史的土木構造物の場合には、復元あるいは復原などのように、元に戻す場合ばかりではなく、元に戻すにしても、どの時点に戻すか？といった復元のポイントとなる時期が重要となる。例えば、近年の風化による崩壊が懸念されているエジプトのスフィンクスの場合、風化の抑制を目的として復元するとしても、19世紀にナポレオンが残した歴史的な銃痕を残しつつ復元することで、その歴史的価値を温存することが可能となる。この場合、復元のポイントとなる時期は、スフィンクスが建造された古代ではなく、ナポレオンが銃痕を残した19世紀が妥当ということになる。このほか、現状の状態を維持する目的で実施される保存、同じものを新たにレプリカとして建造し、本物の歴史的構

造物は別途補完するといった方法も考えられる。

このように、歴史的土木建造物の保存・修復技術に関する課題のひとつとして、どのような修復の方法を適用するかについての技術論が課題となる。

#### イ) 保存・修復に要求される要素

保存・修復の方法論として考慮されるべき要素は、前述の保存・修復の方法のほか、当時の技術を再現しこれを踏襲するか、または最新技術を駆使するか、などの技術的側面、外観のみを修復するか、内部まで修復するか、自立支援（支保）を行なうか、防災基準を満足させるための処置を施すか、などの機能的側面、本体と修復部分とのコントラストの是非、などに関する景観的側面が考慮すべき課題として考えられる。

また、保存・修復の方法に期待する年数、すなわち、いったん保存・修復を行なった後は何もしないか、劣化が顕在化する度に対応するか、などの時間的側面や、保存・修復のための予算確保、施設を公開する場合には運用上の費用の確保などの経済的側面も重要な要素のひとつである。

#### 4. まとめ

冒頭に述べたイタリアでの事情を追記する。**写真－9**は、イタリア中部のナポリ近郊にあるポンペイ遺跡である。ここで、筆者は歴史的遺産の保存・修復に関する光景をいくつか目撃した。**写真－10**は今日行なわれている保存・修復の現状であり、**写真－11**は、過去に行なわれてきた修復の履歴の一風景である。これらを眺めるだけでも、遺跡の修復には、ローマ時代にはない材料と工法が用いられていること（ドラムミキサはローマ時代にはなかったと推定されるので）、本当に長い間、保存・修復を繰り返すと、それ自体が歴史を刻むことが容易に見て取れる。

また、**写真－12**は、ポンペイ遺跡内の神々を祀ったとされる神殿であるが、この写真では、コンクリートはり中の鉄筋の腐食により、かぶりがはく落し、鉄筋が露出しているのが良くわかる。鉄筋コンクリートという構造形式は、19世紀半ばに発明された技術であるから、この部分は、近現代の人々が遺跡の保存・修復の目的で製造したものである。2000年前の建造物を保存・修復しようとした今日の技術の方が、先に劣化しており、保存・修復に関する技術が発達したイタリアですら、このような状況であるのは、皮肉なことである。

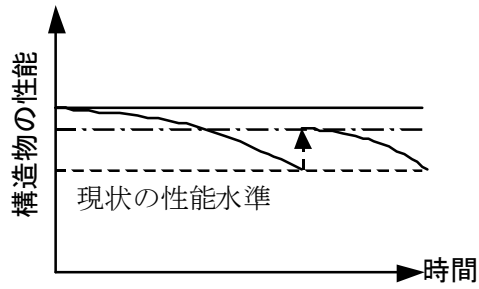
歴史的土木建造物の保全技術を確立するにあたり、ともあれまず100年間でも良いから、いかなる理由があろうとも維持保存を続けてみるべきではないかと思われる。100年すら続かないようでは、数百年の歴史を支えることは不可能であるし、本質的な維持保存の方法論は確立し難いと思われる。また、土木建造物の歴史性を保存する場合には、建造物という実体の保全のほか、歴史の証人として当時の材料、製造、施工技術などは保存の対象とはならないだろうか？

わが国の土木、特に明治以降の土木技術者の大きな使命のひとつに、わが国を世界一級の国とするために必要となる土木建造物を、一刻でも早く整備することが挙げられよう。これはこれできわめて重要な使命であるが、その一方で、一旦建造した土木建造物をいか

によく、長く活用するか、ということに対する方法論を持つこともまた、土木技術者の果たすべき重要な役割であると思う。また、今後の日本を考えると、わが国の歩んできた歴史を象徴する重要な構造物を保存・修復し、次世代、次々世代に引き継ぐことも、土木技術者の果たすべき重要な役割になりつつあるのではないかとと思われる。

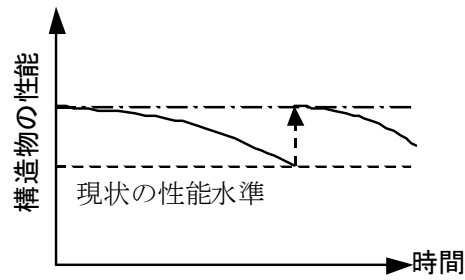
- 1) 小林一輔：コンクリートの文明誌，岩波書店
- 2) <http://www.jsce.or.jp/committee/hsce/isan/index1.htm>

目標とする性能水準 < 建設時の性能水準



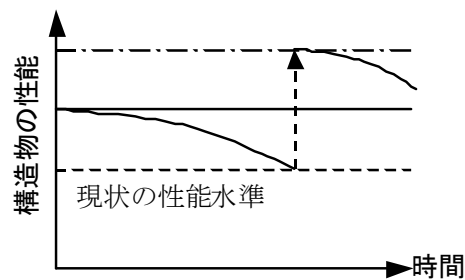
① 建設時と現状の中間の性能水準への回復  
もしくは現状の性能水準の維持

目標とする性能水準 = 建設時の性能水準



② 建設時の性能水準への回復

目標とする性能水準 > 建設時の性能水準



③ 建設時よりも高い性能水準への向上

図1 目標とする性能水準の分類  
(2007年制定 コンクリート標準示方書 [維持管理編] より)



写真1 フォロロマーノ（ローマ市内）

※イタリアでは、この状態での保存が行なわれている。

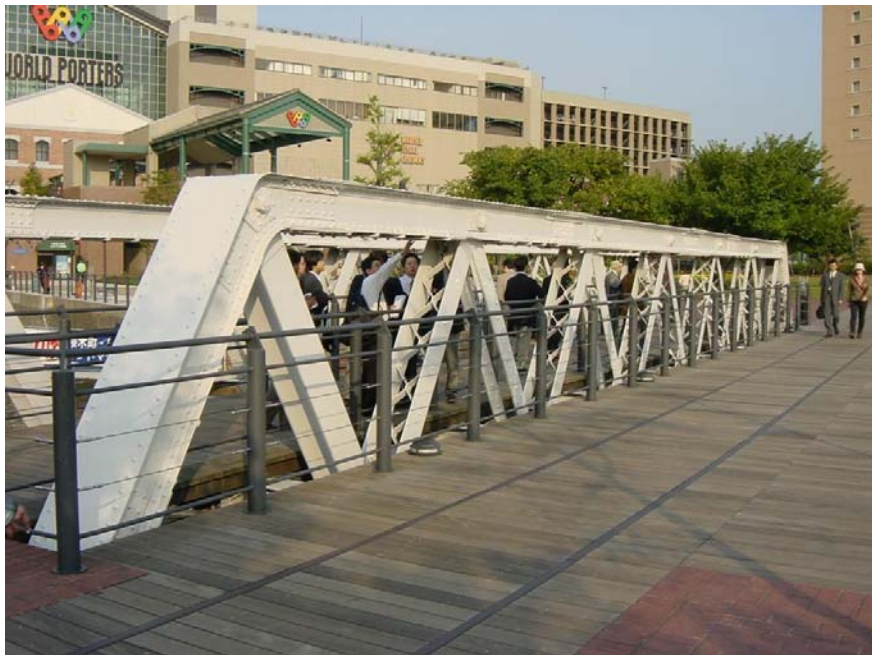


写真-2 港第三橋梁（旧大岡川橋梁）

※1906年に北海道で架設され、1928年に横浜に移設の後、1997年に公園内の遊歩道として保存された。



写真－3 原爆ドーム（広島県）



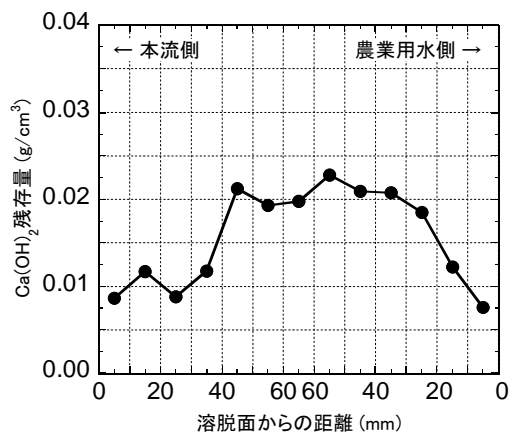
写真－4 原爆ドームにおける保存・修復の状況  
（曲がった柱はそのまま曲がったまま保存する）



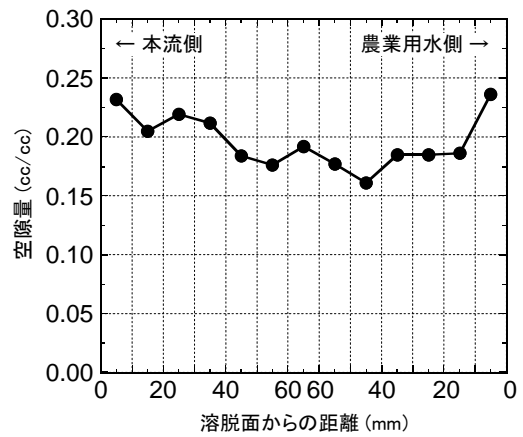
写真－5 大河津分水路洗堰の側壁断面  
(1922年完成)



写真－6 側壁から採取したコアの切面  
※見事な玉砂利が使用されている。



図－2 採取コアの分析結果(1)  
(水酸化カルシウム)



図－3 採取コアの分析結果(2)  
(空隙率)



写真-7 タウシュベツ橋梁（北海道）



写真-8 タウシュベツ橋梁の近撮（北海道）  
（材料耐久性として眺めると、劣化の顕在化は著しい）





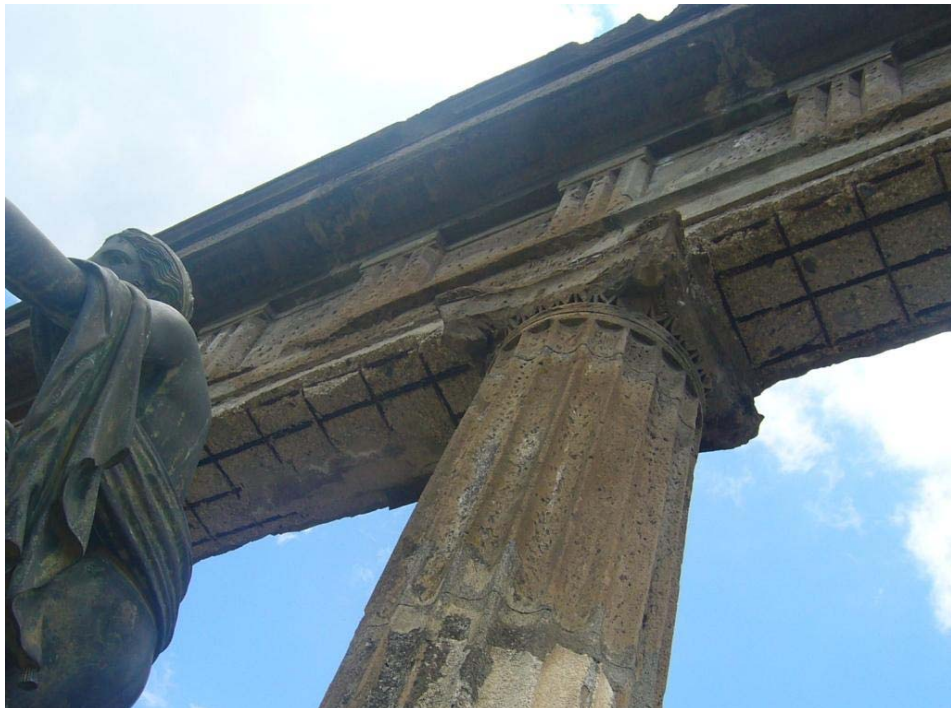
写真－９ ポンペイ遺跡（イタリア，ナポリ近郊）



写真－１０ ポンペイ遺跡内で行なわれていた保存・修復の現状



写真－１１ ポンペイ遺跡内の保存・修復の履歴の例



写真－１２ ポンペイ遺跡の神殿にて  
(現代の技術によって修復された部分が先に劣化している)

## 1. はじめに

我が国は、100年を超える文化財保護の歴史の中で、数多くの古建築を修理し、その理念と手法を確立してきた。この理念と手法は、文化財保護の制度が生まれる前から連綿と続けられてきた木造建築の修理の実践を反映したものであり、それ自体、日本の文化的、歴史的または地理的な特性を踏まえた、未来に受け継ぐべき貴重な遺産となっている。

一方、世界的に見れば、数多くの石造又は煉瓦造の古建築を抱える欧米を中心として、修理の理念と手法が検討され、いわばその議論の結果が国際的な基準を形作ってきた。そのうち最も有名なのが、「記念建造物および遺跡の保全と修復のための国際憲章」（1964年）、いわゆる「ヴェニス憲章」である。世界遺産が注目を集め、歴史や文化を活かした地域づくりが世界的な潮流となっている近年においても、文化財関係の国際的議論をリードしているのは相変わらず欧米諸国である。

欧米とは異なる文化財修理の歴史をもつわが国としても、その文化財の価値を世界の人々と広く共有するためには、固有性だけを主張するのではなく、修理の正当性、言い換えれば、国内で培われてきた修理の理念と手法が、国際的な認識と矛盾しないことを明らかにしなければいけない。実際、根本修理の扱い一つをとっても、国内と国外の理解には隔たりがあるように見える。しかし、「オーセンティシティに関する奈良会議」（1992年）をはじめとする専門者間の数々の国際的な対話を経て、わが国の修理理念と手法は、国際的な理解を得るところとなり、そればかりか従来西洋を中心に議論されてきたオーセンティシティ概念の拡大や、木造建築物の修理手法の再考を促す結果となったのである。このことは、わが国における古建築の修理の理念と手法が、地域的固有性だけでなく、普遍性も兼ね備えていることの証左といえよう。

我々は、この連合小委員会において、木造の古建築と比べまだ建築年数が浅く、修理実績も少ない非木造構造物を主な対象として、保全の理念や手法について検討しようとしている。それは、木造建築の場合と同じように、

- ① わが国の地域的特性（例えば地震や台風など）を反映した固有の性格をもちつつも
- ② 文化財保護に関する国内的かつ国際的理解から逸脱しないもの

でなければならないだろう。そして、その理念と手法を十分咀嚼した上で、保全業務に取り組み、必要となる技術開発の方向性を見定めていかなければならない。

ただし、その検討を進める上での課題は山積している。上記の2点に照らして考えると、まず①については、つくられてからせいぜい100～150年程度しか経過しておらず、根本的な保存修理の実績がほとんどない鋼構造やコンクリート造の構造物については、そもそもわが国の文化、歴史、地理等の特性に根ざした伝統的な修理理念や手法が何なのか考察するための基礎情報が足りない。これはわが国だけでなく世界的にもいえることで、②と関連させていえば、こうした構造物が、従来の修理の伝統と比べて何が同じで、何が異なるのか、諸外国においてもまだ十分な検討が行われているわけではないのである。

そこで、本稿では、歴史的構造物の保全理念と手法を確立するための準備作業として、

できるだけ土木構造物に関連させながら、文化財分野において蓄積されてきた修理の理念と手法を整理してみようと思う。というのも、我々の扱おうとしている構造物が、これまで文化財の世界で扱われてきた木造、石造又は煉瓦造の構造物とは性質が異なるとはいえ、その保全の基本となる理念と手法については、あくまで従来の文化財分野における思考の蓄積を踏まえて構築されるだろうと考えるからである。

また、前節で紹介したメンテナンス工学における保全理念と本稿を併せて読むことで、これまで接点の少なかった土木の専門家と文化財の専門家の共通認識が深まることも期待したい。

(なお、文化財分野では「保全」という言葉はあまり用いられないが、本稿では連合委員会の名称にならい、保存と活用の両面を含む意味で「保全」という言葉を使用する。)

## 2. 文化財保全の基本理念

### (1) はじめに

以下、文化財の保全に関する基本理念を説明する。実際の保全にあたっては、これらのすべてを満たすことが望まれる。なお、理念を実現するための手法(次章を参照のこと。)とあわせた全体像は、**図1**に示す通りである。

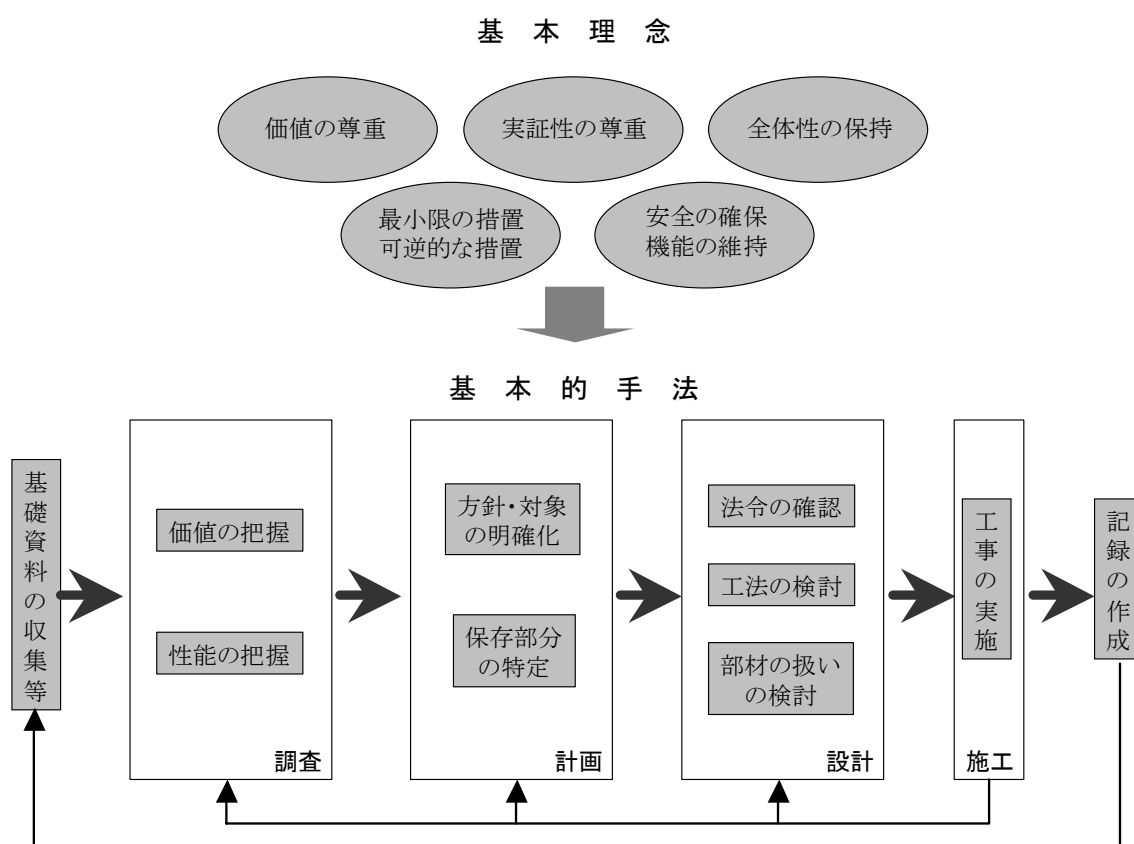


図1. 文化財保全の基本理念と基本的手法

## （２）価値の尊重

文化財は、それが建設された背景、建設にあたり適用された技術・意匠・工法、あるいは建設後の保存活用状況等に応じた、固有の価値を有している。その価値は、他の文化財によって代替することのできない、唯一性の高いものであることが多く、一度失われれば、それを取り戻すことは困難である。したがって、文化財の保全においては、その価値を尊重し、次世代へ適切に継承すると共に、現代社会においても多くの人々がそれを享受できるよう、その明示を心がけるべきである。

ここで留意すべき点を２つ挙げたい。まずは、地域活性化や観光振興の名の下に、本来の価値を拡張して、集客を目的とした機能の付加や企画、そしてそれに伴う過度の安全対策をとることによって、結果として構造物を痛めてしまい、本来の価値が減じるような事態となつては本末転倒である。社会の一時的な盛り上がりで惑わされて、文化財を“消費”することなく、将来の人々も現代人と同様又はそれ以上に構造物の価値を享受できるよう、節度ある措置を持続的に講じていくことが肝心である。

２点目は、人々の価値観は時と共に変化し、それに伴い文化財の価値の捉え方も変化するという点である。したがって、一言で価値の尊重といっても、現在の我々と１００年後の人々とで観点が異なることは十分に考えられる。そのため、思考を単純化して、構造物の価値を一面的にとらえるのではなく、現段階では肯定的にも否定的にも捉えられる価値の多面性や潜在性にも留意する必要がある。

## （３）実証性の尊重

文化財の分野においては、部材の詳細な痕跡調査や史料調査等に基づき、構造物の旧態を復する行為を「復原」と呼ぶのに対し、構造物の実体がすでに失われており、もっぱら史料等に基づきそれを再現する行為を「復元」と呼び、互いに区別している。この「復元」は、行為としては"reconstruction"である。例えば、一度撤去した後に、同形状のものを再現した稚内港北防波堤ドームは「復元」であり、土木の分野でしばしば見られるいわゆるイメージ復元に対しても、この字をあてる。一方、文化財建造物又は本連合小委員会に主に関係するのは、「復原」行為の方である。

「復原」を行う場合には、とりわけ実証的根拠に基づく措置が求められる。原則として推測に頼ってはならない。例えば、研究所における科学的な実験によって根拠の確かさを実証したり、入手しやすい二次資料（原資料そのものではなく、それらを編纂してなる建設史、社史など）ではなく、その原典にあたり内容を確認するなどして、事業にあたっては、少しでも不確実な要素をそぎ落としていくことが求められる。もし、部材の痕跡や一次資料等の実証的な根拠に基づく措置が困難と判断される場合には、現時点ではそれを行わず、後世の研究の成果などを待って改めて具体的に検討すべきである。

## （４）全体性の保持

現状の文化財には、一つの全体性が備わっている。それは、建設時の状態をそのまま保持している場合だけでなく、建設後の歴史の中で様々な物理的又は機能的変遷等を経た末に形成される場合もある。文化財の保全においては、その全体性を損なうことがないよう

にすべきである。

例えば、ある部分又は部位を、保存や安全上の観点から変更しなければならない場合には、それぞれの価値を見極めて、部分・部位の整合性の確保に留意する必要がある、また部材を付加する場合には、それが構造物の価値を構成する既存部分と調和するよう、形状、材料、構造、工法等を慎重に選択すべきである。ただし、調和といっても、その具体的な姿は一樣ではなく、例えば同化による調和もあれば、対比による調和もあることに留意すべきである。

また、復元行為による全体性の保持について考えると、例えば絵画や彫刻のように作品性が高く、歴史的価値よりも芸術的価値が顕著なものならば、原作者の意図を尊重して、製作後の変遷又は追加された部位を復元・撤去することに異論をいう人は少ないだろう(もちろん技術的にそれが可能ならばの話だが)。その際には、歴史的変遷を無にし、当初のかたちに復元することが、全体性を保持することになる。しかし、土木に関係する歴史的構造物について考えると、もちろん設計者の意図を尊重することは重要であるが、それと同時に、各世代の技術者が時代状況に応じて管理、補修を行い、その時々々の姿に様々な利用者が個人的思い出を重ね合わせてきた、より社会的な存在と考えることができ、その過程で付加された新たな価値を無視するのは難しい。むしろ、様々な変遷の末に形成された全体的な価値を吟味し、その上で保全措置を検討すべきといえよう。

なお、欧米においては、一般に歴史的記念建造物 **Historical Monument** の復元行為に対し、とりわけ慎重な対応が求められる。例えば、**ICOMOS** のヴェニス憲章では、

「ある記念建造物に寄与したすべての時代の正当な貢献を尊重すべきである。様式の統一は修復の目的でないからである。ある建物に異なった時代の工事が重複している場合、隠されている部分を露出するのは、例外的な状況、および、除去される部分にほとんど重要性がなく、露出された部分が歴史的、考古学的、あるいは美的に価値が高く、その保存状況がそうした処置を正当化するのに十分なほど良好な場合にのみ正当化される。」(日本イコモス国内委員会訳より)

と記述されているし、**TICCIH** の「産業遺産のためのニジニ・タジル憲章」も、

「復元や今知ることのできるかつての状態への復元は例外的な措置であり、それらは施設の全体性を高めるか、暴力的行為により破壊された場合のみ適切と考え得る。」

としている。このことは、歴史的記念建造物という呼び名に込められている、対象の歴史性や記念性を尊重しようとする意思と符合するものと考えられる。

#### (5) 最小限の措置、可逆的な措置

素材や工法、構造物の性能評価などに関する技術進歩はめざましい。例えば、現在の建設又は分析技術は、100年前のものとは比べ格段に多様化し、かつては不可能と考えられて

いたことが実現していることもあるし、その逆に今我々が最新と考えている工法も、数10年経てば陳腐なもの又は時代遅れのものとなる可能性がある。

文化財の分野では、100年、200年さらにはそれ以上のスパンを考えて、技術的な措置を講じなければならない。そのため、ある時代の最新技術による工事が時を経て陳腐化し、そのことによって価値が減少することがないように気をつけなければならない。

このことに関連して留意点を2点挙げたい。まずは、最小限の措置を講じるということである。次世代の担当者が、我々と同様に時代の知識や技術を駆使した最善の措置を講じることを期待して、我々は、次世代に受け継ぐための現段階における最小限の措置を見極め、それを講じるべきである。何をもちょう最小限の措置とするか、それを明らかにするためには、文化財としての価値、現代的な要求、維持管理及び将来的な保全の容易性等を十分検討し、従来の保全の経験や、各種専門家の意見を踏まえて、慎重に検討するべきである。

もう一点は、できるだけ可逆的な措置をとるということである。前記のように今後の技術開発によって、将来、現在のものとは違う、新たな代替措置が開発されることが想定される。そのため、構造物に新たに付加する部材については、将来の除去や更新が容易かつ完全に行われ、さらにその際に既存部分を痛めることがないように、工法及び仕様等を慎重に選択すべきといえる。

一般に、土木工事は予算規模が大きく、文化財保護の観点からは過大と思われる内容の工事が行われることがある。例えば、まだ十分に使用可能な部位を取り替える、又は歴史性を誇張した懐古的なデザインを施す（もともとなかったガス灯風の街灯をつけるなど）、などなど。最小限の措置という原則から考えると、こうした行為は文化財保護の理念とは相容れないものである。

#### **(6) 安全の確保、機能の維持**

文化財の保全に際しては、安全の確保に努めると共に、公共施設としての機能が十全に維持されるよう留意すべきである。これは管理者にとってはあたりまえのことなので多くを書かない。ただ一点だけ、文化財においては機能を維持していること自体が、その価値の一部であることもあるので（現役最古の可動橋、など）、価値の維持の観点からも、安易に機能を変更・停止すべきでない、ということ付記しておく。

### **3. 文化財の保全の基本的な手法**

#### **(1) 基礎資料の収集等**

供用中の施設の場合、日常管理に必要な図面や諸元は、法令に基づき台帳に整備することが義務づけられていることが多い。また、定期的な点検や調査の結果も、施設の現状を示す基本的な情報として記録されていることが多い。しかし、それを文化財として保護するときには、それだけでは情報が足りないことが多い。例えば、文化財の価値に立脚した保全の方針を定めるためには、現状を正確に示す図面・写真の作成や、建設の経緯・補修履歴を示す文書の整理、また通常ならば廃棄されてしまう古い設計資料や契約書類といった、通常管理の範囲を超える、より幅広い基礎資料を収集することが求められる。そして、それらを継続的かつ適切な時期に使用することができるよう、台帳へ添付するなどして確

実に保管する必要がある。

こうした地道な作業は、計画的に保全事業を行うときはもちろんのこと、非常災害後の緊急的な工事においても役に立つ。これまでの緊急工事においては、文化財としての基礎資料が十分に整備されていなかったために、その価値の保存が迅速に計画へ反映できず、やむを得ず安全確保や機能回復に偏った措置がとられることが多かったのではないだろうか。そういう意味で、基礎資料の収集、保管等は、神社仏閣などの文化財よりも、むしろ供用中の施設において、優先的に行われるべきといえよう。

## (2) 価値の把握

土木の分野においては、歴史や文化の問題が、景観や環境の問題の一環として捉えられることが多い。そのためか、文化財を視覚的対象ととらえ、その保全を対象の見え方つまり外観の保持の問題と同一視されることが多い。

しかし、文化財は単なる視覚的対象ではない。より多面的な価値を有しており、外観に表れる材料・形状・意匠等の他には、例えば、

- ・ 外観に表れない中詰め材や基礎部分、
- ・ 構造・形式・規模・機能といった構造物の属性、
- ・ 構造物の実体と不可分な関係にある建設過程の工法又は技法、
- ・ 構造物を構成する要素の位置関係や、運搬等を含めた関連のシステム、
- ・ 地形、植栽などの周辺環境との関係性、

などの、構造物に内在又は外在する多様な要素から、その価値を考慮しなければならない。特に、土木構造物は、周辺地形との関係から、規模、構造、形状、材料等が決められることが多いため、ここに挙げた最後の点には特に注意を払う必要がある。

これらの価値判断の対象を、どのように評価すればよいのか。前記のとおり、ものの価値評価は絶対的なものではなく、時代の価値観に大きく依存し、時代と共に変化する。そのため本来ならば、価値を固定的に捉えるのではなく、様々な価値観を許容しうる包括的な見方が求められるのかもしれない。しかし、あまりに多様な価値観を許容していると、結局何も判断できなくなってしまう可能性がある。そこで、例えば公的に文化財を保護する際には、文化財の種別ごとに指定や登録の基準を定め、その基準に即して各文化財の特徴評価を行うことで、指定、登録という行政的な措置の根拠を明示している。

また、文化財の固有の価値を明らかにするためには、類例との比較調査を通じた相対的な価値の把握も求められる。このことは、「国宝及び重要文化財指定基準」にいう「各時代又は類型の典型」であることの証明にも通じる。

参考として、巻末に国の文化財指定・登録に係る基準を掲載しておく（ただし、不動産関係のみ）。土木構造物については、ここに示された評価基準の他に、社会基盤施設としての価値、つまり社会の形成に果たした役割等の観点から評価することも可能であろう。

## (3) 性能の把握

文化財としての価値と共に、その構造物が現在保有している性能についてもあらかじめ把握しておかなければならない。これについては、土木構造物の維持管理においても従来から実践され、調査研究も行われてきたことである（例えば、橋梁については本報告書の



第2章第4節に解説されている)。

ただし、文化財などの歴史的な構造物については、経年による部材の劣化・損傷や、躯体の歪みなどが、その性能評価に大きく影響する可能性が高いため、それらの諸条件を十分に勘案すべきである。性能評価の精度が、本節2(5)「最小限の措置、可逆的な措置」にいう最小限の措置の内容に影響するということにも留意が必要である。

#### (4) 方針及び対象の明確化

供用中の構造物の保全には、価値評価や性能評価の他に、将来的な利用状況の予測や、現利用者の要望事項等、多岐にわたる要素が複合的に関係する。そのため、保全により目指すべき姿や、その保全対象自体が、従来の文化財よりも明示的でないことが多い。

例えば、

- ・ 土木に関係する歴史的構造物については、その構造・工法上の特性や、利用上の制約等から、従来文化財建造物において行われてきた復原工事の実施が困難である、
- ・ 土地との一体性が高く、広域に点在する要素からなることが多いなど、周辺環境との関連性が強い土木に関係する歴史的構造物については、その価値の向上を図るために必要な対象範囲の設定が困難である、
- ・ 構造物の価値が、建設だけでなく環境や社会などの複数の専門分野にまたがると共に、立場の異なる不特定多数の人が利用する公共施設であるため、意見や立場の異なる人々の合意形成が求められる

等の問題が生じることが考えられる。

したがって、歴史的構造物の保全に際しては、特定の専門家や個人の意図を反映するのではなく、委員会等を設置して幅広い専門家や関係者の意見を反映しながら、関連する諸要件を総合的に勘案して、その方針を明確に設定すべきといえよう。また、対象についてはできるだけ周辺環境を含めた範囲を検討することが望ましい。

要素が複合的で、一度に全体の解決を図ることが困難な場合には、確実に実施できる範囲に事業を限定し、さらに必要な措置については将来計画的に行うなどの段階的措置の実施を見込んだ方針を立てることも考えられる。

#### (5) 保存部分及び部位の特定等

供用中の歴史的構造物については、その全体を凍結的に保存することは現実的に困難である。良好な状態で次世代に受け継ぐためには、将来、部材の一部が取り替えられる可能性も想定しておくべきである。その際には、構造物の価値又は性能が、それを構成する部分及び部位の歴史性、意匠性又は材質、劣化状況等の違いに応じて異なることに留意し、それらの各特性に応じた個別の保存方針を検討すべきである。

具体的な部分と部位の特定にあたっては、平成11年に文化庁文化財保護部が定めた「重要文化財(建造物)保存活用計画策定指針」が参考になる。この指針では、屋根、壁面外観又は各部屋などを単位として「部分」を定め、その各部分を構成する一連の「部材」等の保存方針について設定するよう求めている。図2に示すように、基本的に「保存部分」は基準1、2の部位、「保全部分」は基準3、4の部位、そして「その他部分」については基準4、5の部位から構成される。この指針は、主に建築物を想定しているが、基本的な

考え方は土木に関係する歴史的建造物においても有効と考えられる。

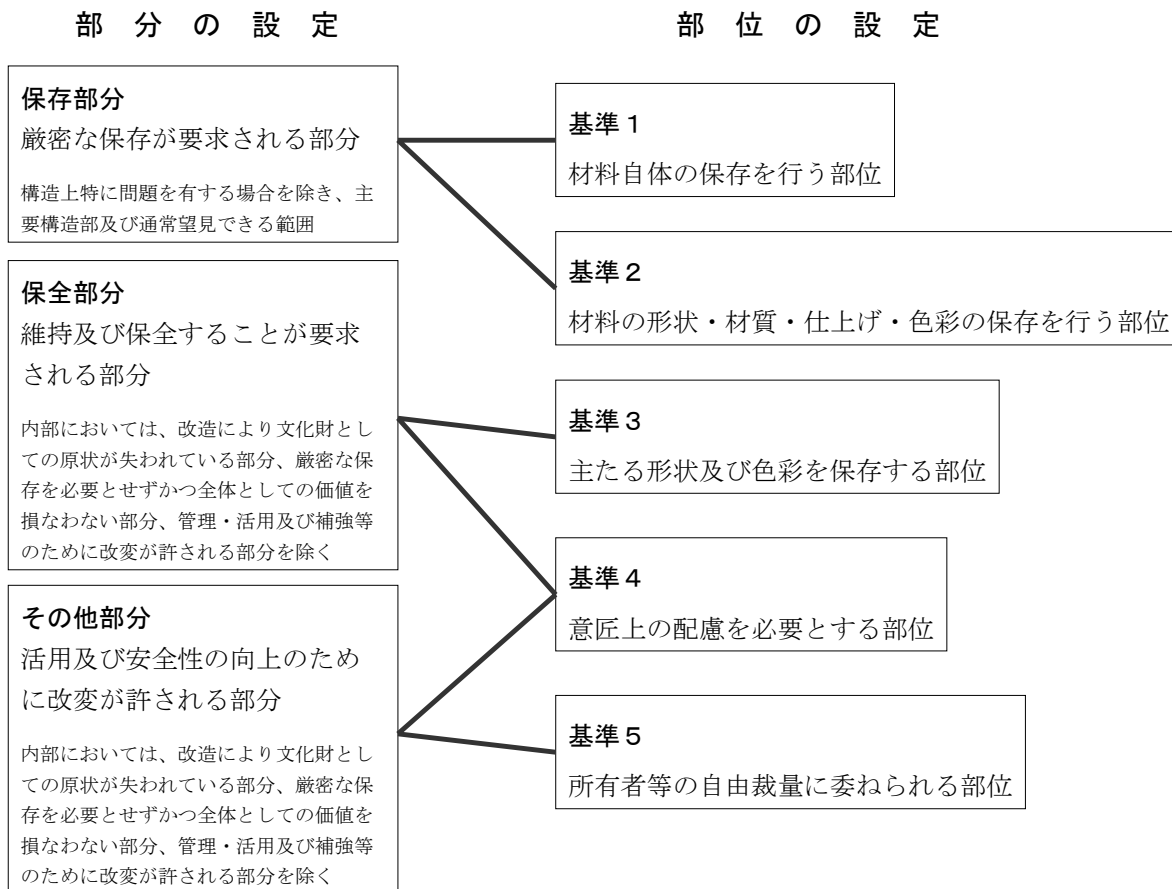


図 2. 「重要文化財（建造物）保存活用計画策定指針」に示された建造物の部分及び部位の設定の考え方

### (6) 法令の確認

土木に関係する歴史的建造物の保全の難しさを語る上でしばしば引き合いに出されるのが、安全確保及び機能維持といった供用施設としての措置と、文化財としての価値を保持するための措置の齟齬の問題である。多くの場合、その難しさは、管理者が従来からの維持管理の手法を変更しないまま、片手間に文化財保護を行おうとすることに起因するが、場合によっては、関係法令の規定上、その両立が困難となることもある。

確かに、従来の重要文化財（建造物）の大半を占める建築物については、建築基準法第 3 条に基づき同法から適用が除外され、安全確保、機能維持等が個別に図られてきたのに対し、土木については重要文化財に係る適用除外の規定のない河川法、道路法、港湾法等（政令や通達を含め）への遵守が求められる場合が多い。

しかしながら、これらの法令をよく読むと、様々な運用が可能な場合がある。運用に当たっては、法令を遵守しながらも、現行の関係法令における規定の多くが新築行為を想定していることを踏まえつつ、法令の趣旨、当該物件への適用の範囲、仕様規定と性能規定

の違いなどを十分把握した上で措置を講じるべきである。

例えば、

- ・ 性能規定である場合には、実験を行うなどして当該物件が現に保有している性能を詳細に把握し（施工精度の高い空石積の具体的な耐力分析等）、それを踏まえて個別の措置を検討する、
- ・ 隣接する施設へ機能を分担し、当該物件に要求される機能の水準を下げることで、大規模な改造や部材の取替を防ぐ

等の措置が考えられる。

特に、近年は仕様規定から性能規定に移行する傾向があるので、法令改正の動向も踏まえて、措置を検討する必要がある。

なお、災害時の対応については、文化財に関する規定がある。河川管理施設等の災害復旧の流れ、査定などに関する法令等を収集した「災害手帳」（（社）全日本建設技術協会）には、災害査定を行う前に事前打合せが必要な対象箇所例として、

「10）特殊な災害や特殊な構造物

なお、登録有形文化財等として指定または登録された公共土木施設、並びにこれらに準ずる施設に係る災害については、「特殊な災害や特殊な構造物」に該当するものと想定される。

が挙げられている（第1章第3節第3）。つまり登録有形文化財等については、被災後に自動的に通常の災害復旧措置（空石積の堰堤をコンクリート造で復旧する、など）をとるのではなく、関係者が工法等について打ち合わせした上で、災害査定することが可能である。

（7）工法の検討

本節3（2）「価値の把握」に示すように、歴史的構造物の価値は、その実体をつくりだし、保持するために長年使われてきた工法又は技法（以下、「伝統的工法」という。）と不可分の関係にある。保全の際にも、伝統的工法を用いることが、価値の保存・向上に結びつくことが多いので、それを優先的に用いるべきである。特に、リヴェット工法のように、その工法自体に独自の価値が認められる場合には、極力それを行うよう努力すべきといえる。

ただし、供用中の歴史的構造物の多くを占める近代の構造物については、他の文化財建造物と比べて建設年数が浅く、鉄筋コンクリートや鋼構造などの従来の文化財とは異なる構造を持つものが多いため、現在行われている工法が建造物に与える長期的な影響についても明らかでないなど、保存に係る伝統的工法自体が確立していない場合が多い。そのため、このような構造物については、在来の工法についても、文化財保護の観点から適切かどうか改めて検討し、継続的に調査する必要がある。

また、伝統的工法の再現が著しく困難な場合、又は他の工法がより適切であることが明らか場合には、現代的な工法を用いることも考えられる。その代表例が、免震工法や部材の化学的処理等である。こうした技術を用いる際には、とりわけ慎重な対応が求められ、具体的には、当該物件又は同類の建造物の保存に対してその工法が悪影響を及ぼさないことがすでに実証しておかなければならない。

なお、土木に関係する歴史的構造物に適用する工法については、今後も関係機関において研究を継続することが求められる。現状では、そのデータさえ不足している状況なので、保全工事を行う際には、少なくとも工事のデータや工事後の経過のデータなどを収集、整理しておくことが望ましい。

#### (8) 部材の扱いの検討

本節3(5)「保存部分及び部位の特定等」の作業に基づき、具体的な部材の扱いを定める必要がある。部材取替の判断に関連していうと、

例えば、

- ・ 文化財としての高い価値が認められる部分については、極力全体をそのまま存置させ、その周辺等に安全上必要な部材を付加する、
- ・ 文化財としての高い価値が認められる部位であるが、劣化が進行して使用に耐えず、かつ他所における性能の強化が不可能であると判断されたときには、その部材を最小限取り替え、旧材については別途保管する
- ・ 建設当初のものではなく、本来周期的に取替られるべきと考えられる劣化部材については、同等の材質、形状の材料を用いて取り替える、

等の措置が考えられる。

また、部材の付加や周辺環境整備を実施する場合には、本節2(3)にいう「全体性の保持」に留意しながら、新たな部分・部材が既存部分よりも“主張”して全体のメリハリや調和を失うことがないように心がける必要がある。例えば、もともと石積堰堤の周囲に土手の護岸が築かれ、石積部分が景観の凶になっていたのが、歴史的環境整備の一環として、護岸に同様の石積を施したために、当初の歴史的部分が景観の中に埋もれてしまうことはこれまでも度々見られた。このように歴史的環境を意識したにもかかわらず、逆に全体の歴史的価値を損なう結果になってしまうことがないようにしなければならない。

また、付加部材は、既存の部材と区別するために、刻印や報告書への記録等によって、後捕であることを認識できるようにすべきである。また、本節2(4)「最小限の措置、可逆的な措置」にいう可逆性を確保するために、付加部材を将来的に除去又は更新できるよう、その工法と仕様等を慎重に選択すべきである。

#### (9) 工事の実施

工事の実施に当たっての留意点を2点挙げたい。まず、工事中に判明した価値や性能に関連する新事実を、調査、計画、設計に遡って反映できるような、事業運営の柔軟性がほしいという点である。工事の計画変更を許容する事業運営ということである。特に、新築工事と異なり、当初の設計図や文書などが残っていない歴史的構造物については、部材の痕跡・刻印又は劣化などに関する新事実が、工事中に発見されることが多い。解体工事を行う場合には、特にそれが顕著である。ただし、こうしたフィードバックの内容が、すでに定められた方針や方法自体を大きく覆すことがあってはならない。それを避けるためには、事前に方針や方法を定める段階で、目視や史料調査等だけではその価値や性能を十分に把握できないような構造物については、確実な方針・方法の策定のため、躯体の詳細な調査工事を行うべきであろう。

2点目は、調査、計画、設計と順を追って具体化されてきた方針や方法の一貫性を、工事の段階でも確保するということである。前記の通り、歴史的建造物の保全事業においては、価値判断などの数値化し得ない要素が含まれ、調査・計画・設計の経緯を知らないで、仕様書だけを見て工事を行うのが困難な場合が多い。実際の工事では、文書化し得ないグレーゾーンの案件がしばしば出てくるのだ。また1点目に示したとおり、工事から設計へのフィードバックも考慮しなければならないので、それを矛盾なく行うためには設計と施工の両方に通じた技術者が必要となる。一般に、国庫補助を受けて実施される重要文化財（建造物）の修理は、文化庁が承認する文化財建造物保存修理主任技術者が設計監理（設計及び工事監理）することとされ、事業の一貫性の確保が図られる。土木に関係する歴史的建造物については、各種専門家を集めた委員会が、調査、計画、設計から施工に至るまで監修することがあるが、できればそれだけでなく、現場レベルでの具体的な事項に細かく対応するため文化財に詳しい技術者を、事業の最初から最後まで配置することが望ましい。

#### （10）記録の作成

工事終了後には、その記録を速やかにまとめるべきである。記録は、工事が信頼にたるものであったことを示すものであり、実際、変更箇所や変更にあたっての考え方を示した正確な記録がなければ、工事後に建造物の価値の所在を改めて把握するのは難しい。また、工事によって得られた知見が、後世における工事や、類例の工事にも参考になることがある。

修理、管理、活用の別によって、まとめ方は異なるが、工事の規模が大きければ、できるだけ単なる記録でなく、工事の方針や方法やその検討過程の考察、さらには工事によって得られた新たな知見を盛り込んだ内容を報告書としてとりまとめることが望ましい。

ちなみに、重要文化財の修理工事報告書は、現在まで1,500冊以上刊行されている。それは、わが国の修理理念と手法が信頼にたるものであることを示す重要な情報源であると共に、今やそれ自体が学術研究の対象となりうる貴重な知的財産である。ちなみに、文化財保存修理事業において、前記の文化財建造物保存修理主任技術者が現場に常駐する工事の場合には、報告書に、

- ・ 本文 （建造物の概要、修理事業の概要、仕様等、調査事項、文献・史料、挿図）
- ・ 写真 （外観〈正面・両側面・背面・正側面・背側面〉、外部詳細〈軒廻り・向拝・縁等〉、内部〈各室内〉及び内部詳細〈天井・建具・須弥壇・彫刻等〉など）
- ・ 保存図 （配置図、平面、立面、断面、見上げ、軒規矩及び矩計図並びに詳細図）

を収録すべきとしている。写真は、中版以上のフィルムの使用を原則とし、建造物内外の形態、架構、各部の概要が判るよう留意し、さらに、それぞれ修理前と修理後が比較できるように同じアングルで撮影する。保存図についても、修理前と修理後についてそれぞれ作成する。製図には、ケント紙（98.5cm×68.0cm。A0版よりも若干小さい大きさ。）を用い、烏口や面相筆による墨入れ仕上げで作成する。鉛筆下図は、修理前図については解体完成時まで、竣工図については実施設計前までの作成に努め、各部詳細図も含め墨入れ図は、工事期間内に作成する。また、平面・立面・断面・見上げは同一縮尺を

原則とし、寸法はミリメートル単位で記入する。こうした一連の作業は、修理記録の作成・整理という意味ではもちろんのこと、担当技術者の能力の向上という面でも、重要な役割を果たしている。

なお、こうして報告書等としてとりまとめられる工事の記録は、それ自体貴重な資料であることから、本項3(1)「基礎資料の収集等」にいう基礎資料の一部として保管すべきである。

#### 【参考文献】

- 1) 「重要文化財（建造物）の活用に対する基本的な考え方」（文化庁 1996）
- 2) 「重要文化財（建造物）保存活用計画策定指針」（文化庁 1999）
- 3) 「重要文化財（建造物）耐震診断指針」（文化庁 1999）
- 4) 「文化財保存・管理ハンドブック [改訂版]」（（社）全国国宝重要文化財所有者連盟 2005）
- 5) 「記念建造物および遺跡の保全と修復のための国際憲章」（ヴェニス憲章）（ICOMOS 1964）
- 6) 「オーセンティシティに関する奈良ドキュメント」（文化庁・UNESCO・ICRROM・ICOMOS 1994）
- 7) “ICOMOS Charter : Principles for the analysis, conservation and structural restoration of architectural heritage”（ICOMOS 2003）
- 8) “Nizhny Tagil Charter for the Industrial Heritage”（TICCIH 2003）

### 参考 : 不動産に関する国の文化財指定・登録基準

#### ■ 国宝及び重要文化財指定基準

昭和26年5月10日文化財保護委員会告示第2号  
平成8年10月28日文部省告示第185号 最終改正

##### 重要文化財

建築物、土木構造物及びその他の工作物のうち、次の各号の一に該当し、かつ、各時代又は類型の典型となるもの

- (一) 意匠的に優秀なもの
- (二) 技術的に優秀なもの
- (三) 歴史的価値の高いもの
- (四) 学術的価値の高いもの
- (五) 流派的又は地方的特色において顕著なもの

##### 国宝

重要文化財のうち極めて優秀で、かつ、文化史的意義の特に深いもの

#### ■ 登録有形文化財登録基準

平成8年8月30日文部省告示第152号  
平成17年3月28日文部科学省告示第44号 改正

建築物、土木構造物及びその他の工作物（重要文化財及び文化財保護法第98条第2項に規定する指定を地方公共団体が行っているものを除く。）のうち、原則として建設後50年を経過し、かつ、次の各号の一に該当するもの

- 一 国土の歴史的景観に寄与しているもの
- 二 造形の規範となっているもの
- 三 再現することが容易でないもの

■ 重要有形民俗文化財指定基準

昭和 29 年 12 月 25 日文化財保護委員会告示第 58 号  
平成 17 年 3 月 28 日文部科学省告示第 42 号 最終改正

一 次に掲げる有形の民俗文化財のうちその形様、制作技法、用法等において我が国民の基盤的な生活文化の特色を示すもので典型的なもの

- (一) 衣食住に用いられるもの 例え、ば、・ ・ ・ (中略) ・ ・ ・ 住居等
- (二) 生産、生業に用いられるもの 例え、ば、・ ・ ・ (中略) ・ ・ ・ 作業場等
- (三) 交通、運輸、通信に用いられるもの 例え、ば、・ ・ ・ (中略) ・ ・ ・ 関所等
- (四) 交易に用いられるもの 例え、ば、・ ・ ・ (中略) ・ ・ ・ 店舗等
- (五) 社会生活に用いられるもの 例え、ば、・ ・ ・ (中略) ・ ・ ・ 若者宿等
- (六) 信仰に用いられるもの 例え、ば、・ ・ ・ (中略) ・ ・ ・ 社祠等
- (七) 民俗知識に関して用いられるもの 例え、ば、・ ・ ・ (中略) ・ ・ ・ 教育施設等
- (八) 民俗芸能、娯楽、遊戯に用いられるもの 例え、ば、・ ・ ・ (中略) ・ ・ ・ 舞台等
- (九) 人の一生に関して用いられるもの 例え、ば、・ ・ ・ (中略) ・ ・ ・ 舞台等  
・ ・ ・ (中略) ・ ・ ・

二 前項各号に掲げる有形の民俗文化財の収集でその目的、内容等が次の各号のいずれかに該当し、特に重要なもの

- (一) 歴史的変遷を示すもの
- (二) 時代的特色を示すもの
- (三) 地域的特色を示すもの
- (四) 技術的特色を示すもの
- (五) 生活様式の特色を示すもの
- (六) 職能の様相を示すもの

三 我が国民以外の人々に係る前二項に規定する有形の民俗文化財又はその収集で、我が国民の生活文化との関連上特に重要なもの

■ 登録有形民俗文化財登録基準

平成 17 年 3 月 28 日文部科学省告示第 45 号

有形の民俗文化財(重要有形民俗文化財及び文化財保護法第 182 条第 2 項に規定する指定を地方公共団体が行っているものを除く。)のうち、次の各号のいずれかに該当するもの

- 一 形様、制作技法、用法等において我が国民の生活文化の特色を示すもので典型的なもの
- 二 有形の民俗文化財の収集であって、その目的、内容等が歴史的変遷、時代的特色、地域的特色、技術的特色、生活様式の特色又は職能の様相を示すもの
- 三 我が国民以外の人々に係る有形の民俗文化財又はその収集であって、我が国民の生活文化との関連を示すものうち重要なもの

■ 特別史跡名勝天然記念物及び史跡名勝天然記念物指定基準

昭和 26 年 5 月 10 日文化財保護委員会告示第 2 号  
平成 7 年 3 月 6 日文部省告示第 24 号 最終改正

史跡

左に掲げるもののうち我が国の歴史の正しい理解のために欠くことができず、且つ、その遺跡の規模、遺構、出土遺物等において学術的価値のあるもの

- 一 貝塚、集落跡、古墳、その他この類の遺跡
- 二 都城跡、国郡庁跡、城跡、官公庁、戦跡その他政治に関する遺跡
- 三 社寺の跡又は旧境内その他祭祀信仰に関する遺跡
- 四 学校、研究施設、文化施設その他教育・学術・文化に関する遺跡
- 五 医療・福祉施設、生活関連施設その他社会・生活に関する遺跡
- 六 交通・通信施設、治山・治水施設、生産施設その他経済・清算活動に関する遺跡

- 七 墳墓及び碑
- 八 旧宅、園池その他特に由緒のある地域の類
- 九 外国及び外国人に関する遺跡

#### 名勝

左に掲げるもののうちわが国のすぐれた国土美として欠くことのできないものであって、その自然的なものにおいては、風致景観の優秀なもの、名所のあるいは学術的価値の高いもの、また人文的なものにおいては、芸術的あるいは学術的価値の高いもの

- 一 公園、庭園
- 二 橋梁、築堤
- 三 花樹、花草、紅葉、緑樹などの叢生する場所
- 四 鳥獣、魚虫などの棲息する場所
- 五 岩石、洞穴
- 六 峡谷、瀑布、溪流、深淵
- 七 湖沼、湿原、浮島、湧泉
- 八 砂丘、砂嘴、海浜、島嶼
- 九 火山、温泉
- 十 山岳、丘陵、高原、平原、河川
- 十一 展望地点

#### 特別名勝

名勝のうち価値が特に高いもの

### ■ 登録記念物登録基準

平成 17 年 3 月 28 日 文部科学省告示第 46 号

#### 遺跡関係

政治、経済、文化、社会に関する遺跡その他の遺跡（史跡及び文化財保護法第 98 条第 2 項に規定する指定を地方公共団体が行っているものを除く。）のうち、原則として近代までのものであり、かつ、次の各号のいずれかに該当するもの

- 一 我が国の歴史を理解する上で重要なもの
- 二 地域の歴史の特徴を表しているもの
- 三 歴史上の人物等に関するもの

#### 名勝地関係

公園、庭園その他の名勝地（名勝及び文化財保護法第 98 条第 2 項に規定する指定を地方公共団体が行っているものを除く。）のうち、原則として人文的なものにあつては造成後 50 年を経過したもの又は自然的なものにあつては広く知られたものであり、かつ、次の各号のいずれかに該当するもの

- 一 造園文化の発展に寄与しているもの
- 二 時代を特徴づける造形をよく遺しているもの
- 三 再現することが容易でないもの

### ■ 重要文化財景観選定基準

平成 17 年 3 月 28 日 文部科学省告示第 47 号

一 地域における人々の生活又は生業及び当該地域の風土により形成された次に掲げる景観地のうち我が国民の基盤的な生活又は生業の特色を示すもので典型的なもの又は独特なもの

- (一) 水田・畑地などの農耕に関する景観地
- (二) 茅野・牧野などの採草・放牧に関する景観地
- (三) 用材林・防災林などの森林の利用に関する景観地
- (四) 養殖いかだ・海苔ひびなどの漁ろうに関する景観地
- (五) ため池・水路・港などの水の利用に関する景観地
- (六) 鉱山・採石場・工場群などの採掘・製造に関する景観地
- (七) 道・広場などの流通・往来に関する景観地
- (八) 垣根・屋敷林などの居住に関する景観地



二 前項各号に掲げるものが複合した景観地のうち我が国民の基盤的な生活又は生業の特色を示すもので典型的なもの又は独特のもの

■ 重要伝統的建造物群保存地区選定基準

昭和50年11月20日 文部省告示 157号

伝統的建造物群保存地区を形成している区域のうち次の各号の一に該当するもの

- (一) 伝統的建造物群が全体として意匠的に優秀なもの
- (二) 伝統的建造物群及び地割がよく旧態を保持しているもの
- (三) 伝統的建造物群及びその周囲の環境が地域的特色を顕著に示しているもの



## 第2章 保全事例の収集・分析

### 計画論

#### 第1節 保全の歴史

田中 尚人（熊本大学）

##### 1. はじめに

景観法や観光、まちづくり活動などの高まりを受け、また日本各地の地域の取り組みが世界遺産や文化的景観として認められるなど、地域と景観、地域と文化財、地域と近代産業遺産、などの関わりに対する議論が盛んである。このような背景を受け、土木や交通分野を含む近代化遺産に対して社会的関心が高まるなか、インフラストラクチャーと呼ばれる土木構造物、またそれに付随する社会システムの Authenticity を議論することが、必要であると考ええる。

本節では、土木構造物の保全に係る思想、技術を整理し、公共の用に供しながら地域のために、土木構造物を遺産として保全する価値について考察した。また、この価値体系に基づき、日本国内における土木遺産の保全活動について事例分析を行った。

##### 2. 土木構造物の保全技術に関する概念の整理

土木構造物は、公共の用に供することが機能として求められる社会資本である。用・強・美を果たしてこそ、地域の資産として価値づけられるものであるが、これまで経済性、安全性が優先され、美しさや構造物が支える景観などが軽視されていた面も否めない。しかし、文化財的価値が見出され、その構造物が経験してきた時代の履歴が価値を持つと、改修や保存、復元や活用など保全技術の体系に影響が及ぶ。

ここでは、一部第1章と重複するが、建設以降、維持・管理を含む保全の技術的体系における用語や概念を整理する。これらは、既存の技術体系における価値の所在などを明らかにするとともに、歴史的土木構造物に係る今後の技術体系の見直し、技術と法制度の積極的な連携に貢献できると考える。

###### (1) 建築物における改修・保全の概念

これまで、文化財の多くを占めてきた建築物の改修や保全に関する用語をまとめたものが表-1 である。

###### (2) 都市・地域における改修・保全の概念

文化財や建築物単体ではなく、街並みや都市に対する「保全」と「保存」に関して、西村は以下のように定義<sup>i)</sup>している。

表-1 建築物の改修・保全関連用語<sup>ii)</sup>

用語	意味	対応英語 (参考)
改修	劣化または、陳腐化した建築物、またはその部分の性能や機能を初期の水準もしくはそれ以上の要求される水準にまで改善すること。	refurbishment
モダニゼーション	建築物の陳腐化などを解消するために、躯体の大部分を残して、内外装・設備などの大部分を改修すること。	modernization
更新	劣化または陳腐化した部材・部品や機器などを新しいものに取り替えること	renewal
修繕	劣化した、または陳腐化した部材・部品や機材などの性能・機能を原状あるいは実用上支障のない状態まで回復させること。ただし、保守の範囲に含まれる定期的な小部品の取り替えは除く	repair
修復	故障、劣化または不具合を生じた建築物・部材・部品や機器などの性能・機能・外観を原状あるいは実用上支障のない状態まで回復されること	restoration
補修	部分的に劣化した部位などの性能、機能を実用上支障がない状態まで回復させること	amendment
リハビリテーション	建築物の歴史的、文化的、建築的な価値を有する部分を保存するとともに、改修、修復などによって、建築物の現代的な使用を可能にすること。修復再生ともいう	rehabilitaion renovation
復元	一度失われたか、改造を受けた建築物などを建設当初または実在時の状態に再現させること	restoration reconstruction rebuilding
復旧	不測の要因によって故障または破損した建築物などの性能または機能を回復させること	restoration
保存	歴史的遺産の現状を維持するのに必要な対策を講じること。現状保存ともいう	preservation
補強	建築物などを強度的に改良すること	reinforcement
保全	建築物（設備を含む）および諸施設、外構、植栽などの対象物またはその部分の機能および機能を使用目的に適合するように維持または改良する諸行為、維持保全と改良保全とに分けられる	maintenance and modernisation
維持保全	建築物またはその部分の初期の機能および性能を維持するために行う保全	maintenance
改良保全	建築物またはその部分の初期の機能および性能を上回って改良するために行う保全	modernisation improvement
維持管理	維持保全の諸活動ならびにその関連事務を効率的に実施するために施す管理活動	maintenance and management

「保存」とは、建造物や都市構造の文化財的価値を評価し、これを現状のままに、あるいは必要な場合には現状と同様の素材を用いた最低限の構造補強等をおこなって、対象の有する特性を凍結的に維持していくことを指す。

「保全」とは、建造物や都市構造の歴史的な価値を尊重し、その機能を保持しつつ、必要な場合には適切な介入をおこなうことによって現代に適合するように再生・強化・改善することも含めた行為を指す。場合によっては復元等の再建も含まれる。

つまり西村は、「保全」と「保存」が相容れない場合も認めながら、「保全」をよりひろい概念として用いており、「都市保全とは、生きた都市を生きたまま、その特質を活かした

がら補強再生させることである」としている。

また、近年注目されている世界遺産の保全<sup>iii)</sup>に関しては、①保護 (protection)、②保存 (preservation)、③保全 (conservation) の三段階があり、「こと地域を形容する用法としては注意を要する」とある。

①保護地域：人為・自然現象にかかわらず、保護対象物にマイナスになる要因を除去して管理する地域

②保存地域：保護対象物に対して一切手を加えず管理する地域

③保全地域：自然資源の賢明かつ合理的利用を目指し、積極的で統括的な管理をする地域  
一方博物学や保存科学上では、概念的に大きい順に、「保全」、「保護」、「予防保存」、「修復」となっている。

### (3) 土木構造物保全に関する概念整理の必要性

建築物や文化財の分野では、改修・保全に関する技術や法制度がこれらに関する概念や用語と密接に結びついている。例えば、修復士の資格が存在したり、保全計画策定に補助金を検討したりすることも可能となる。

このように、土木構造物が文化財、遺産的価値を有するのであれば、その価値を継承していくためには、技術革新のみならず、法制度の整備も必要となる。その際、土木構造物の遺産的価値とは何か、またその価値を継承するための概念、用語の検討も重要となる。

単体ではなくネットワークとして機能し、現役の施設として安全性を確保しながら価値を認められるべき土木構造物に「残された」または「過去の」遺産としての価値は認めにくい。モノとしての価値に加え、構造物の計画や設計の先見性や時代を生き抜いてきた技術を評価し、

a) 目に見えぬ地域との関係性：

地域の生活基盤、都市基盤、国土基盤として果たし続けてきた社会的役割

b) 目に見える地域との関係性：

地形やその他の構造物、地域の生活などを含めた風景との調和

の2点をその土木構造物が果たしてきたコト、として評価する概念が必要である。

## 3. 日本における土木構造物保全の歴史

### (1) 土木構造物保全の歴史

土木構造物の遺産的価値、Authenticity について考えるために、土木学会誌 (2000)<sup>iv)</sup> に掲載された、特集「土木遺産は世紀を超える－保存・活用の今」を下敷きに、戦後の土木学会誌の目次を整理し表-2 を作成した。さらに、土木構造物の歴史的保存、改修、活用事例について表-3 を作成した。

上記の資料をもとに、社会的背景や法制度の改変などを考慮<sup>v)</sup> し、土木構造物の保全に係る歴史を3期に時代区分した。

表-2 土木学会誌掲載の歴史的土木構造物関連記事

西暦・号	種別	内 容
1914. 2	会長講演	昔の日本の土木事業と今の土木技術（中原貞三郎）
1930. 12	彙報	日本土木史料
1931. 1	彙報	日本土木史料（續）
1931. 9	彙報	日本土木史料（續）
1931. 1	彙報	日本土木史料（續）
1931. 12	彙報	日本土木史料（續）
1944. 2	報文	黄河治水の歴史的考察（安藝皎一）
1955. 6	会長講演	九州地方の古い石のアーチ橋（青木楠男：早稲田大学理工学部長、会長）S30. 5. 28・通常総会
1955. 1	特別講演	筑紫の古代文化について（長沼賢海）
1957. 7	特別講演	北海道の古代史（更科源蔵）
1964. 9	寄書	『土木と文化財—具体例から問題点を考える』（藤沢長治）
1966. 1	論説	開発と文化財<論説>（稲垣栄三）
1971. 1	特集：開発と保護	日光の通称「太郎杉」伐採をめぐる訴訟事件の経緯（赤尾勇）
1971. 2	坪井清足	古代の土木（全国大会特別講演）
1973. 8	委員会報告	日本土木史（S16～S40）の完成と今後の課題 （日本土木史編集委員会）
1975. 1	対談	土木と文明—歴史は我々に何を教えるのか（司馬遼太郎／高橋裕）
1977. 3	著者と語ろう	『九州の石橋を訪ねて』の山口祐造さん、ききて・河村忠夫
1977. 4	土木海へ望む	「のこる」構造物（松下圭一）
1977. 12	土木海へ望む	文化財・文化遺産の保存に思う（久保田正光）
1979. 8	寄書	九州の石造アーチ橋 （山本宏：九州工業大学助教授 開発土木工学科）
1984. 4	寄書	伝統的な町並み環境と私 妻籠は残った、しかし— （小林俊彦：長野県松潮築木曾老人福祉施設組合第四桔梗荘建設事務局）
1990. 11	特集	近代土木の保存と再生
1993. 1	土木博物館めぐり	博物館 明治村（五老海正和）
1994. 5	構想拝見	野蒜築港と安積疏水による東北開発構想 1. 野蒜築港（佐藤昭典：日本上下水道設計（株）技術顧問） 2. 安積疏水と原野開墾の構造（藤田龍之：日本大学教授，工学部土木工
1994. 1	プロジェクトレポート	歴史と文化を伝える道づくり—東海道ルネッサンス（本宿）—（柴山智） 歴史的遺産を活かす海峡のまち—門司港レトロ事業—（昌子住江）
1998. 6	支部のページ	西部支部、甲突川五石橋の移設復原計画（吉原進：鹿児島大学）
2000. 6	特集	土木遺産は世紀を越える
2003. 11	現場/第4回/歴史	土木遺産の現在（鈴木崇之：横国大学院、アマティア・シャイレンドラ：岐阜大大学院）
2004. 8	特集	社会資本へのアセットマネジメント導入に向けて→「歴史的地区」の資産評価を考える（垣内恵美子：政策研究大学院）

a) 建築的文化財保存の流れ（昭和期まで）

戦後まもなくの1955年（昭和30）、当時の土木学会会長青木楠男（早稲田大学）は通常総会において「九州地方の古い石のアーチ橋」<sup>vi)</sup>と題し、石橋群保存の必要性を唱えた。

高度経済成長期には、博物学的な興味によって、土木構造物の一部が明治村に他の建築物同様、移設保存がなられるなどした。

寺社仏閣などの建築的遺産行政の進んだ昭和期においては、昭和末期に碓氷峠、昇開橋などの鉄道廃線跡の保存が熱を帯びたことが特筆される。

b) 土木遺産の保存・活用（1990-2000）

1992年（平成4）ユネスコの世界遺産条約に日本が批准し、1996年には登録文化財制度が確立した。この時期、1990年（平成2）には文化庁の近代化遺産調査（建造物等）総

合調査を開始し、1993年から3ヶ年（社）土木学会が近代土木遺産の全国調査を行った。この学会調査のパイロットとなった東海五県の近代土木遺産の調査を行った馬場<sup>vii)</sup>は、5事例（桃介橋、横利根閘門、西田橋、錦帯橋、湊川隧道）を示し、土木独自の保存再生工学を確立する重要性を指摘した。

これらの流れが、2000年（平成8）の近代土木遺産の選奨制度設立に繋がる、とした小林<sup>viii)</sup>は、「土木遺産の存在」を実感することが可能となり、「共有できる懐かしさ」つまり歴史的景観を支えることが、土木構造物の役割の一つであるとして、景観継承の課題は実践の時代へと突入しつつある、と指摘した。

この平成初期10年間は、近代化遺産へ注目が集まるとともに、土木構造物に係る遺産行政が本格化した時代と位置づけられる。

表-3 土木構造物の保全に関する年表

年代	関連事項
1897(M30)	古社寺保存法制定（著名な社寺、住宅）
1919(T8)	史跡名勝天然記念物保存法制定 ①
1929(S4)～	国宝保存法制定（城郭、霊廟など） ②
1933(S8)	重要美術品等の保存に関する法律 ③
1950(S25)	文化財保護法制定（①～③が廃止）以後、数回改正
1965(S40)	明治村開村
1966(S41)	(～S52)：民家緊急調査
70年代	土木の計画や建設に際し、歴史、文化や景観は軽視
1975(S50)	国宝及び重要文化財指定基準改正
1977(S52)	(～H2)：近世社寺建築緊急調査
80年代	歴史的な近代土木遺産を再評価しようという動き（胎動期）：小樽運河、四谷見附橋
1990(H2)	特集：学会誌（11月）「近代土木の保存と再生」 文化庁：近代化遺産（建造物等）総合調査開始
1991(H3)	(～H4)：土木学会が東海5県の近代土木遺産調査
1992(H4)	近代和風建築総合調査
1993(H5)	(～H7)：土木学会：近代土木遺産の全国調査（8,000件あまり） →「近代土木遺産の保存・修復・活用に関する研究報告書」
1993(H5)	藤倉水源地水道施設（秋田市）、碓氷峠煉瓦造り鉄道アーチ橋（群馬県松井田町）が土木部門の近代化遺産としてはじめて重文登録 史跡として：琵琶湖疏水
1993, 94年	建設省：歴史的・文化的土木施設の保存・活用に関する調査・研究（土木学会へ委託）
1994(H4)	碓氷峠の隧道群、読書発電所（長野県南木曾町）が重文登録
1996(H8)	「文化を守りはぐくむ地域づくり・まちづくりの基本方針」→「有形文化財登録制度」が確立 → 四日市市旧港湾施設と末広橋梁、旧横浜船渠株式会社第二号船渠、富岩運河水閘施設が重文登録
1999(H11)	日本橋が重文に指定（H8改正の成果）
2000(H12)	土木学会が全国10組の選奨土木遺産を初指定
2004(H16)	景観法制定

### c) その後の8年(2000-2008)

選奨土木遺産の指定が蓄積され、今年までに全国で137件(8ヶ年:2007年度まで)の土木遺産が選奨選定されている。これらの土木遺産は、学会による価値評価を得て文化財へと格上げされるものもあり、地域においてはまちづくりへの展開が期待されている土木構造物も存在する。

また、熊野古道、石見銀山など、実際に道路などの土木構造物を核として地域一帯が、国内の文化財よりも世界遺産の認証を受けようと、申請する事態も起きている。

しかし一方で、都市部におけるブランド化やツーリズムなどを意識した近代産業遺産に抜かれている、との指摘もあり、土木構造物の機能性と遺産的価値の共存の問題など課題は山積している。

そのような中、2004年(平成16)12月には、景観法が制定され、地域の固有性や歴史・文化を評価する動きが活発化している。文化財であり、かつ景観重要公共施設ともなりうる土木構造物のAuthenticityを理解するために、地域史は必須の調査事項であり、まちづくりの盛り上がりなどととも、土木遺産に対する期待はさらに高まっている。選奨土木遺産制度も実働し始め、これらの事後評価や、土木遺産保全のための本質的な議論が期待される。

#### (2) 土木構造物保全の事例分析

土木構造物保全の歴史において、エポックメイキングな保存・活用・保全の事例を整理した。

##### a) これまでの保存・活用・保全に対する指摘

伊東<sup>ix)</sup>は、土木構造物の保存・利活用をむずかしくさせてきた原因を、「行政当局と住民との対立、情報と権力の偏在、価値観の相違、意思疎通のまずさ、法制度の不備、技術的処理や財源の不備、デザインの扱い」などと指摘している。また同時に、土木遺産の観光的な価値、インフラ的な特徴に着目し課題を抽出している。

野村<sup>x)</sup>は、単独で「地域づくり」に貢献できるほどの「土木遺産」はあまり多くはないであろう、という分析に基づき、全国で求められる「豊かな地域づくり」に対して、「行政サイドが地域をよく理解し、適切に説明責任を果たし、よりよい意見を集約し、積極的に行動することで、インフラ整備が人々の身近なものとなり、管理や活用にも愛着をもってご協力いただけるものとなるに違いない。」と指摘し、歴史以前に土木構造物の地域に対する役割を根源的に問うことの必要性を指摘した。

また篠原<sup>xi)</sup>は、土木遺産を「発掘する人材(属地的専門家)」、「鑑定できる人材(土木史家)」、「遺産を巧みに保存、再生、活用できる人材(景観とデザインの研究者、実践家)」の育成の重要性を指摘している。

##### b) 保存要望書の事後評価

これまで(社)土木学会土木史研究委員会が発表した「土木構造物の保全的存続・活用に関する要請」を表-4にまとめた。

これら10件の保存要請(橋梁:6件、水利構造物:2件、炭坑施設:1件、公園:1件)のうち、4件が解体など保全されなかった事例、移設保存が1件、処置が未定な事例



が3件、保全を意図した改修が実践された事例が2件となる。

この保全が実践されなかった4件の事例を中心に、追加調査を行い、当時の社会的背景や技術者・学会の果たした役割、保全思想の変遷、保全の課題や問題点などについて分析を行う。

表-4 歴史的土木構造物に対する保存要請（土木学会土木史研究委員会）

日付	対象	提出先	結果
H 11. 6. 1	宇治発電所石山制水門の保全的存続に関する要請	関西電力（株）土木建築室土木部長 手塚昌信氏	H12建て替え
H 11. 6. 1	第一白川橋梁の保全的存続に関する要請	建設省九州地方建設局長	未定（現存）
H 11. 6. 1	伊勢大橋の保全的存続に関する要請	建設省中部地方建設局長	補修（現存）
H 12. 6. 2	海幸橋の保全的存続に関する要請	東京都中央区長	H14年解体
H 13. 3. 21	神戸堰の保全的存続に配慮した河川改修に関する要請	国土交通省中国地方整備局局長 久保田荘一氏	歴史・景観を考慮した改修が進行中
H 14. 4. 2	志免壱坑槽の保全的活用に関する要請	福岡県志免町町長 南里辰己	立入禁止措置、凍結保存
H 15. 5. 7	餘部橋梁の保全的活用に関する要請	余部鉄橋対策協議会会長 井戸敏三兵庫県知事	2008（H20）解体
H 16. 8. 2	平木（水路）橋の保全的活用に関する要請	井戸敏三 兵庫県知事	移設保存
H 17. 11. 9	潮見橋の保全的活用に関する要請	鹿児島市長 森 博幸	2006（H18）解体
H 18. 7. 6	文京区立元町公園の保存・活用の検討に関する要望書（+景観・デザイン委員会）	表記無し。おそらく文京区長（※造園学会一区、都、文化庁）	未定（現存）

#### 4. おわりに

本節では、土木構造物の保全に係る歴史を、取り組み、その思想、法制度、体制などから整理し、土木構造物を遺産として保全する価値について考察した。

成果として、以下の2点をあげる。

- ①各専門分野での保全に関する課題や問題点の抽出の重要性を指摘した。また、そのための土木分野全体での横断的議論の意義を示した。
- ②土木学会土木史研究委員会が行ってきた「土木構造物の保存要請」に関する調査、考察を行った。

今後、選奨土木遺産の認定以後の事後調査や、各地の近代土木遺産の地域における価値づけや現状の問題点に関する調査などを行い、引き続き土木構造物の遺産的価値、または土木構造物に係る文化的景観、土木遺産などに関する評価、価値の考察を深めたい。

参考文献：脚注

- i 西村幸夫：都市保全計画，東京大学出版会，p. 10，2004. 9.
- ii （社）日本建築学会編：建築物の改修の考え方・同解説，丸善，pp. 2-5，2002. 2.
- iii D・オルドリ・R・スシエ・L・ヴィラール著・水嶋英治訳：世界遺産，白水社，p. 22，2005. 6. より（原著：Le Patrimoine Mondial，1998）
- iv 特集「土木遺産は世紀を超える－保存・活用の今」，土木学会誌，Vol. 85，2000. 6.
- v 伊藤延男・新建築学大系編集委員会：歴史的建造物の保存，新建築学大系 50，1999. 4.
- vi 青木九州地方の古い石のアーチ橋（青木楠男：早稲田大学理工学部長、会長）S30. 5. 28・土木学会通常総会
- vii 馬場俊介：具体化し始めた「保存再生工学」，特集「土木遺産は世紀を超える－保存・活用の今」，土木学会誌，Vol. 85，pp. 37-39，2000. 6.
- viii 小林一郎：景観的価値を活用した保存・再生手法，特集「土木遺産は世紀を超える－保存・活用の今」，土木学会誌，Vol. 85，pp. 42-44，2000. 6.
- ix 伊東孝：何が保存・利活用をむずかしくさせてきたのか，特集「土木遺産は世紀を超える－保存・活用の今」，土木学会誌，Vol. 85，pp. 45-47，2000. 6.

- 
- <sup>x</sup> 野村和正：土木遺産の保存・活用の財源・維持管理をどうするのか，特集「土木遺産は世紀を超える－保存・活用の今」，土木学会誌，Vol. 85，pp. 45-47，2000. 6.
- <sup>xi</sup> 篠原修：人材の育成とそのネットワーク，特集「土木遺産は世紀を超える－保存・活用の今」，土木学会誌，Vol. 85，pp. 49-51，2000. 6.

### 1. はじめに

ここでは、河川における歴史的建造物の保全事例について情報を集めると共に、それらをうまく管理・活用していくための計画論について検討することとする。

### 2. 河川における歴史的建造物保全事例のタイプ分類

まず、「歴史的建造物が保全されている。」といっても、そこには様々な状態が含まれている。そこで、まずはその状態をタイプ分類した上で、それぞれの問題について検討することとする。これまで収集してきた事例に基づけば、以下のようなタイプが存在する。

**Type0:** 本来の建造物と似た雰囲気別の物を建築。

→ 保全事例としては含めない。

**Type1:** かつての役割を終え、運用せずに残されている。

(イベントなどの際にのみ運用される.)

(Type1': 河道内から別の場所へ移築して残されている.)

→ 可能な限り、治水安全度に配慮し河道内で保存できないか？

**Type2:** 補強や修復により本来の機能に問題がないため、継続運用されている。

→ 大事に使っていくのが理想。ただし、治水安全度の観点からいつまで使えるかの判断が重要。どのような修復技術が必要か？

**Type3:** 現在の技術から見て非効率ではあるが、継続運用している。

(一部の有名な建造物に限られている.)

→ モノに加えかつての「システム」が本当に残っているか？

**Type4:** 新たな価値を見出し、従来の建造物を再生・活用している。

→ 現在の技術に比べ、本来の基本的機能（利水、運用の作業等）では一見非効率なようでも、観光あるいは環境の観点から見たときに、現状のものに勝る価値を見出す必要がある。

Type0 の事例はたくさんあるが、ここでは特に紹介しない。Type1 の事例としては、関東近辺では荒川の岩淵水門（大正 13 年）や、養老川の西広板羽目堰（明治 18 年）などが挙げられ、後者はイベントの際にのみ運用されている。Type2 の事例としてはダムや砂防堰堤が多く、勅使川の芦安堰堤（大正 5 年）などが挙げられる。Type3 の事例は極めて限られているが、多摩川の羽村堰（明治 44 年）は貴重な事例である。Type4 の事例も多く見受けられるが、近年の環境へ配慮した川づくりの観点から、伝統工法が見直されていることが多く、聖牛の類や木工沈床などが各地で新築されている。

### 3. 現在の技術から見て非効率ではある建造物を継続運用するための計画論

上述した、各 Type に共通する問題として、歴史的建造物が現在の建造令にそぐわないものが多い点が挙げられる。

例えば、Type1 の事例としてあげた岩淵水門の場合は、現在の河道の線形から見て、建

設地点がちょうど止水域となり洪水流を阻害しないことが確認されたため残されているという稀な例である。たいていの場合は河積阻害となるだけでなく、河床洗掘に伴う倒壊の恐れもあることから Type1' となることが多い。

よって、Type2 に掲げた、現状でも問題なく使用しているものは、上述した通り、ダム、堰堤、堤防など非可動式の構造物で、現行の構造令に反しないものに限られている。ただし、これらは石張りコンクリートの構造物が多く、こういったものをどの様に修復していくかについても、今後技術を確立していく必要があるだろう。

こうした状況であるため、Type3 の事例としては極めて限られたものになる。例えば、船頭平閘門（明治 35 年）は明治期の閘門として唯一現役の施設ではあるが、その位置が木曾川と長良川をつなぐ河川上にあるため、治水面では問題となることがないという特徴がある。一方、上述した羽村堰は多摩川本川に位置しており、唯一現役の投げ渡し堰である。これまでその操作技術も伝承されている貴重な例ではあるが、今後問題となることも多い。一つはその後継者の問題である。現在の技術者の高齢化が進んでおり、どう引き継いでいくかは当然重要な問題である。そしてもう一つが先程から述べている構造令の問題である。現行の構造令に従えば、この地点の計画高水流量に適合した構造にする必要があり、現在の羽村堰の径間長 13m は求められる長さよりも短くなっている。羽村堰地点における計画高水流量は定められていないが、その上流の調布橋でも  $2600\text{m}^3/\text{s}$  であり、構造令第 38 条によれば、径間長は 30m 必要なはずである。よって流下能力不足であるとの指摘もあり、特に今後の温暖化対策ではなんらかの対策が必要となる可能性は高い。また、それ以前に、羽村堰は投げ渡し堰と固定堰の組み合わせの湾曲斜め堰であり、「堰の河川横断方向の線形は洪水の流心方向に直角の直線形（直堰）とする」という原則にも合致していない。すなわち、今後河川改修が進み、他の治水上のボトルネックが解消されてきた際に、この堰の存在をどの様に捉えていくかは重要な問題となるであろう。

Type4 に関しては、新設するものであるので問題は少ない。また、上述した羽村堰の近辺では、かつて大聖牛が設置されていたことを踏まえ、近年小型の川倉と呼ばれる構造物を設置しているという事例もある。ただし、かつての使い方と大幅にずれたものは設置すべきでなく、かつてその構造物がどの様に機能していたのか、どういった背景で設置されたのかを踏まえ、従来のシステムは継承する必要がある。

#### 4. まとめ

このように、Type ごとに問題は多少異なるが、どの Type にも共通するのが治水とのかねあい、すなわち Type3 のところで触れたように、構造令の規定のもとで、歴史的構造物の維持管理をどの様に行うかである。これには大きく分けて二つの方法が考えられる。一つは、流域スケールでの流量低減策を考え、そもそもその構造物を流下する流量を削減し、現行の構造令に合致させるという方法が考えられる。例えば、流水のバイパスを建設することで対応するという方法である。これにより下流への流水を阻害することはない。ただし、径間長に関して言えば、どれだけ流量を下げてでも 15m は必要であり、限界もある。もう一つは、逆に現在の構造物で流せる流量しか下流へ流さず下流を守り、逆に上流側で流

しきれない分を貯留するという発想である。理想的な対策のようにも聞こえるが、実際は上流域の低平地全域が水没することも考慮する必要があるため、かなり長期的に議論を続けていかねばならず、少なくともすぐにこの方法を考えるのは非現実的であるだろう。

いずれにせよ、単に構造令をどこにでもあてはめ、適格、不適格を判断するという方法では歴史的構造物の大半は不適格な構造物となってしまう、それらを守ることはできない。しかしながら、河道内だけで安全性を講じることなく、流域全体での治水を考えることを考えれば、必ずしも現行の構造令に合致させるだけでは十分ではないのではなかろうか。もちろん、多くの河道内構造物は、この構造令を参照しつつ作った方がよいことは言うまでもない。しかし、今後想定外の洪水が起こる可能性が高まる中で、とにかく河道の流下能力を全域で上げていこうとする治水方針から、溜めるところでは溜める、流すところでは流す、といった柔軟な治水方針へ移行する必要があることは間違いない。また、今後の人口減少まで考慮すれば、狭窄部を拡幅し下流への負担を増やす方針から、狭窄部上流を今一度河道の一部として再生するという方針への転換も必要であろう。そうした治水方針の転換と歴史的構造物の保全を合わせて考え、「歴史的構造物」という河積阻害構造物を逆に活用していく手段はないのかといったことまで含めて議論していく必要があるだろう。

#### 参考文献

1)財団法人 国土技術研究センター編，(社) 日本河川協会：改訂 解説・河川管理施設等構造令，山海堂，2000.



### 1. はじめに

歴史的建造物の「活用」について、さまざまな手法による実践が各方面で既に展開されている。土木遺産や産業遺産に対する社会的関心の高まりに加え、既存の建造物をストックとして捉え直し、新たな用途の付与により継続使用する「リノベーション」の方法などが建築界においても議論されている。いっぽうで、土木遺産を対象とする“観光振興”を軸とする活用も実施されているが、特にオーセンティシティとの両立については課題がある。あるいは、所与の機能を喪失した対象に対するアプローチとして、まちづくりへの援用や公的認知の向上を意図した利活用事業なども出てきている。

本稿では、このような活用の「手法」を理解するうえで有益と思われる事例を挙げ、それぞれの意義と課題について論考を加えることとしたい。

### 2. 活用の類型

産業文化財を観光に活用する「産業観光」の概念が1994年に提唱されたが、土木建造物を観光対象として活用する考え方はさらに長い歴史をもっている。1924年に竣工した大井ダムによって形成された恵那峡など、土木建造物とその形成する環境が観光対象となる例は戦前から既に存在している。戦後も全国105件の土木物件を探訪本スタイルにまとめた「土木モニュメント見て歩き」の刊行（土木学会，1991年）、土木學會選奨土木遺産認定制度の発足（2000年）に続き、2007年には「近代土木遺産ウォーク関西」と銘打たれた観光ガイドが旅行会社の出版部門から刊行されるなど、土木遺産観光に対する社会的関心は高まりつつあると言える。

土木遺産の保全と観光活用の共存のあり方に関する議論は発展途上にある。原型維持を前提としながらも建築界で既に確立されているファサード保存やイメージ保存等の手法も部分的には参照できると思われるが、土木空間が面的な拡がりによって人々の活動を誘発する点は考慮されるべきであろう。このような土木固有の特性を価値として維持・アピールできれば、土木遺産を活用することの社会的意義はより豊かなものとなる。

#### （1）原型保全とソフト戦略の相乗：山田の凱旋門（写真1）

ここでは、わが国の近代化における先駆的地域として注目されている<sup>1)</sup>鹿児島県内の土木遺産をいくつか挙げてみたい。モリソン号事件（1837）や薩英戦争（1863）に代表されるように、常に外圧に対峙せざるを得ない地理的条件をもっていたが、同時にこの条件によって海外の情報・技術の導入拠点としての地位も確立された。島津斉彬（1809-58）ら優れた指導者の下、薩摩藩が西洋技術を高水準の在来技術と融合させ、非西欧諸国では初の近代化をきわめて短期間に実現したことは今日に至るまで内外の研究者からも高く評価されている。2007年12月には、九州・山口の6県11市が“非西洋世界における近代化の先駆け”と題した世界遺産暫定一覧表記載資産候補提案書を文化庁に提出しているが<sup>2)</sup>、このような価値が世に広く認められることは観光振興の上でも大きなメリットとなるものと考えられる。

始良町にある「山田の凱旋門」は、日露戦争出征兵の凱旋を記念して1906年に山田村兵事会によって建造された。現在わが国に僅か2基しか現存しない同時代の凱旋門として

も希少価値があるが、村史のみならず近代日本史を勘考する上でも重要な記念碑的建造物である。2005年にはアーチ部などに大規模な改修が行われたが、凱旋門の原型は明確に維持・保全されており、この遺産の意味するストーリーは今後も訪問者に伝わり続けるであろう。なお、2001年の登録文化財登録を記念し、地元の酒造店によって「山田の凱旋門」という銘柄の薩摩焼酎が販売されている。このように特産品を活用・創造する手法は“観光振興の地域価値”<sup>3)</sup>として観光学でも理論化されており、原型保全とソフト戦略が相乗する事例として捉えられる。



写真. 1 山田の凱旋門（左）“薩摩焼酎・山田の凱旋門”（右）<sup>4)</sup>



写真. 2 旧曾木発電所（2007年12月撮影）

## （2）偶発的な観光要素の活用：曾木発電所（写真. 2）

鹿児島県大口市の山間部にある「曾木発電所」は1909年に付近の金山と市への電力供給を目的に建設され、その余剰電力を水俣市のカーバイド生産工場に送っていた。1966年の鶴田ダム竣工に伴い、廃止された発電所上屋は大鶴湖の湖底に沈むこととなり、現在は水位の季節変動によって姿が見え隠れするという特徴的な景観を呈している。

水没と現出を繰り返す現状は建造物の保全上決して理想的とは言えまい。実際、産業遺産としての可能性に言及した研究<sup>5)</sup>においてもこの現状は評価されていない。しかし、湯



水期のみ姿を現すというこの特異な“様態”は観光対象としての価値を偶発的に生み出し、産業観光に関する文献<sup>6)</sup>や観光ガイド<sup>注(1)</sup>などにおいては歴史的価値よりもむしろこの“様態”のほうがかローズアップされている。この魅力的な“移ろい景観”がダム建設という土木の営為によって生成していることを考えれば、この様態自体も広義の土木遺産ひいては保全・活用の対象と捉えることができる。



写真. 3 仙巖園に現存する「就成所」関連の遺構

左上) 水力発電用石造タンク 右上) 石造水路と調整用水門  
左下) 曲水の庭 右下) 調整用水門から余水の流入する「瓢池」

### (3) 遊観所を形成する土木遺産：仙巖園（写真. 3）

鹿児島市東郊にある仙巖園は薩摩藩主島津氏の別邸跡で、1658年に第19代当主島津光久によって文字通り“遊観所”として造成された。1857年にこの遊観所を舞台として、島津斉彬による日本初の近代工業事業「集成館事業」が開始され、様式船や鉄製砲、紡績、写真、印刷、ガラス、電信といった数々の新事業が展開された。この遺構の現代的利活用については土木学会誌 Vol. 93No. 1 に詳しく紹介されているので、ここでは現存する土木遺産の特徴と活用の現況を概観してみたい。

集成館事業着手の背景には列強の日本侵略に対する強い危機感があったと言われていたが<sup>8)</sup>、一方で斉彬は進取の気性に富む開明的人物であったともされている<sup>9)</sup>。第26代当主・島津重豪（1745-1833）が個人的趣味を藩営事業に直接移行させ財政破綻をもたらした経緯があり、28代当主の斉彬はこの失策と集成館事業との差異を世に明確に示し事業の社会的有用性を強調している<sup>10)</sup>。1892年前後に著されたとされる維新史料叢書<sup>11)</sup>においても、斉彬が「(集成館事業は)一時の好奇心にあらず」と述べたと記されているが、このことは逆に斉彬の好奇心の強さを端的に示していると言える。

その後事業は一時休止となるが、次代島津忠義（1840-97）により再興し、就成所の設

置をはじめ水力発電（1892）や濾過（1907）など一見奇抜とも思える最先端の事業が試みられている。園内には水力発電用の石造タンクが現存するが、これに達する石造導水路には調整用水門が5基施されており、余水を直下の“造園処理された”余水処理施設である「瓢池（ひさごいけ）」へと流下させている（写真. 3右下）。また、導水路上流部には「曲水の庭」があり、宴の用水と発電用水とを同水源で併走させるというユニークな導水計画が確認できる。このように、近代施設に造園的要素を巧妙に重ね合わせる手法は戦前の土木遺産によく見られるが、ここにその嚆矢の1つを読み取ることができよう。現在この土木遺産は観光対象となっているが、そもそも“遊観”すなわち現代的”活用”の対象とすべく配慮されたいわば「観光土木遺産」とでも呼ぶべき人文観光資源である。ここで保全されるべきは個々のハードのみならず、“遊観”すなわち観光という行為自体も含まれよう。

斉彬が集成館などという工業コンビナートを自らの別邸に建設した理由に対しても明快な回答を文献から得ることはできない。ただ、斉彬公略伝<sup>13)</sup>には「国政指揮の余暇又此製錬に従事し玉ひ一工一技の微といへとも之を忽にせず身躬ら工場に臨み方法を案し講究専攻主として工手と之を俱にし玉ふこと周到精緻なり」との記述があり、当時斉彬が事業所に頻繁に出向き“講究専攻”していたことがわかる。1857年に斉彬は園内の石灯籠にガス点火まで達成しているが、忠義はこのような遺志を継ぎ、「一面科学的な、しかも他面生産的な」仕事を目指していたとされる<sup>12)</sup>。二人のアカデミックな探究心と弛まぬ創意工夫の精神が活用を通して訪問者に伝われば、園内に点在する土木遺産の意味もより一層深みを増していくであろう。

#### （4）移築による活用：石橋記念公園（写真. 4）

観光・活用の対象として土木遺産がもちうる価値は多岐に渡っており、オーセンティシティとの間に相克が生じた場合の優先順位を一概に規定することは困難である。この両者の相対的関係を考える上で課題を投げかける事例を挙げてみたい。

鹿児島市中心部にかつてあった「甲突川の五石橋」（江戸時代末期竣工）は、中国伝来の技術とわが国の石垣伝統技術との融合体として評価すべき貴重な土木遺産であったが、1993年の集中豪雨による一部流失とその後の河川改修によって全て撤去された。うち3橋は郊外に移築復元され、敷地は「石橋記念公園」として整備されている。

現地保存が実現せず、さらに規模の縮小や人工流水の付加、橋軸に並行する遊歩道の整備など、土木遺産のオーセンティシティという観点からはこの事業に対し否定的意見があるだろう。だが、これを観光や住民とのふれあいという別の観点から見直すと、全く異なる価値が見出せる。夏季には子供たちや家族連れが水深の浅い水辺で遊び、かつては決して体感し得なかった橋脚の質感やつくりを至近距離で観察することが可能となったのである。たとえ現橋が剥製化されたフェイクであるにしても、その結果市民の石橋に対する意識が少なからず向上しているとすれば、一概にオーセンティシティの概念のみでこの事業を社会的に否定してしまうことは困難であろう。

本物の土木遺産の価値を次世代の土木技術者に語り伝えることは、現世代の技術者に課せられた重要な課題の1つである。しかし、機械遺産や産業遺産と異なり、土木遺産は遊観空間を作り出し、広く一般市民の観光対象となりやすい特質を潜在的にもつことも確かである。この特質が生成する条件をオーセンティシティ担保との関連とともに明らかにすべく、地道な事例分析を継続して進めていく必要があるだろう。



写真. 4 石橋記念公園 左) 高麗橋 右) 西田橋

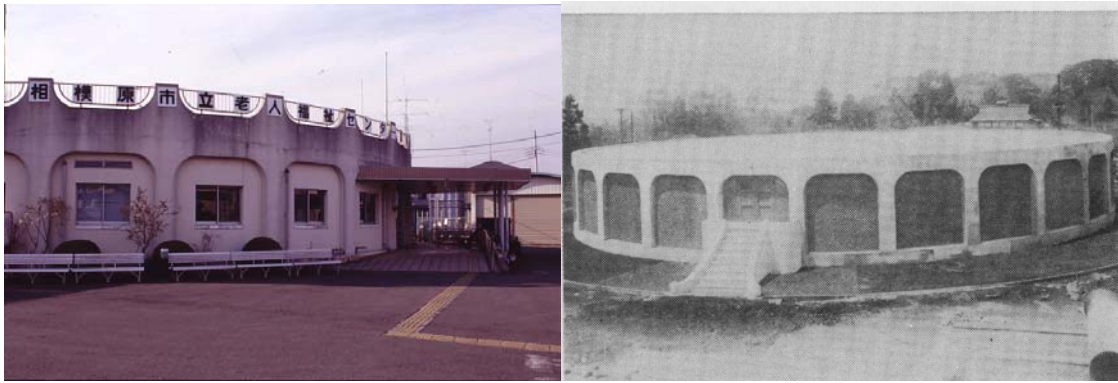


写真. 5 左) 相模原市老人福祉センター-溪松園 (筆者撮影) 右) 大島送水井<sup>16)</sup>

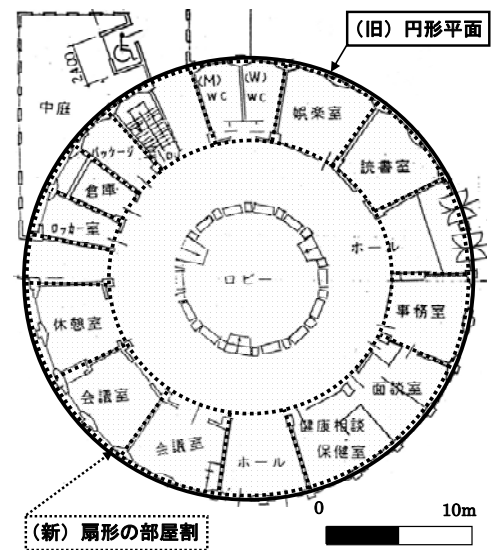


図. 1 相模原市老人福祉センター-溪松園の内部 (筆者撮影) 及び平面図 (同園蔵に筆者加筆)

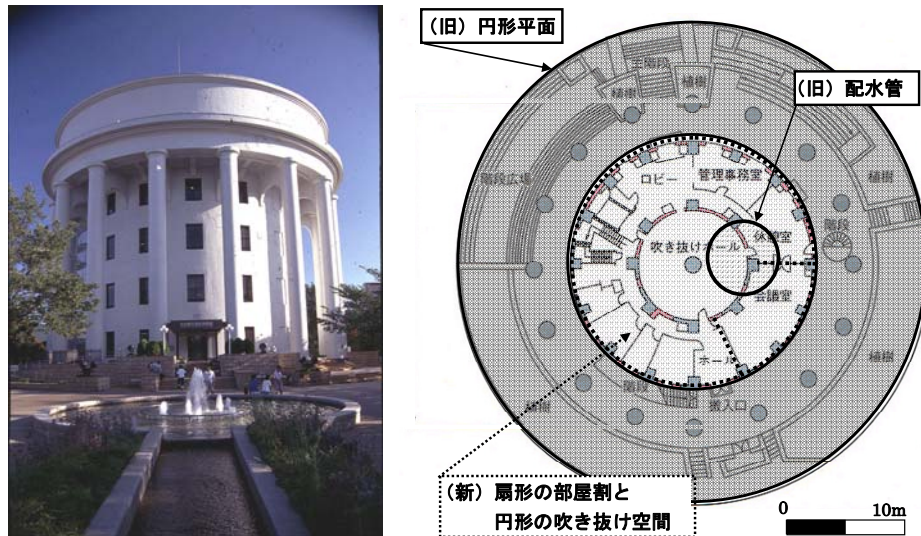


図.2 名古屋市演劇練習館（筆者撮影）及び平面図（同館蔵に筆者加筆）

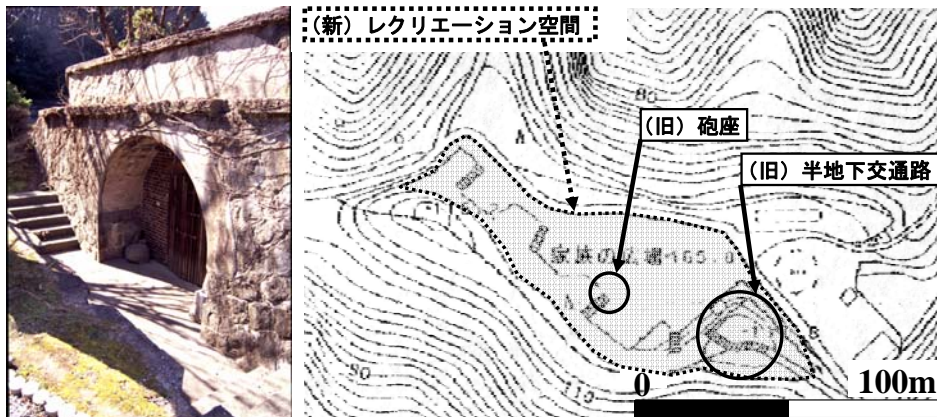


図.3 和歌山市少年自然の家“家族の広場”（筆者撮影）及びその平面図（和歌山市文化振興課蔵に筆者加筆）

### (5) リノベーションによる活用

既存の建造物に新たな機能を与えて用途転用し、ハードを有効に活用しようという「リノベーション<sup>注(2)</sup>」が内外で実施されている。リノベーションの意義として「既存施設の再活性化」「文化的ストック蓄積の機会の提供」<sup>16)</sup>「ふるさと資源の積極的活用」<sup>17)</sup>などが指摘されているほか、新築に比べ経済的であるケースがある点も近年注目されている<sup>18)</sup>。また、建築界においては新たな創造の手法としても注目されている。大江は建築保存手法として(1)守る保存及び(2)攻める保存の2種を挙げ、前者が単なる原型保存であるのに対し後者（リノベーション）を内部プログラムの変更による「再生」手段として位置づけている<sup>19)</sup>注(3)。

神奈川県相模原市の「老人福祉センター溪松園」（写真. 5）は、横浜水道の導水勾配上昇による導水能力の向上を目的として整備された「大島送水井」（1934年竣工）を1972年に老人福祉センターに転用した施設である。1972年当時はリノベーションの意義に対する議論は盛んではなかったであろうが、送水井廃止によって遊休化していたハードの効率的な活用を意図し転用するに至っている<sup>20)</sup>。

また、同じ上水道施設である配水塔は、一般に20m前後の高さを有することによって地

域のランドマークとしての地元住民の愛着を獲得するケースが少なくない<sup>注(4)</sup>。名古屋市西部地区の上水道供給を目的として1937年に竣工した旧稲葉地配水塔は、約30mの高さとともに道路と一体的な空間処理がなされ、1989年の名古屋市都市景観重要建造物指定を経て1992年に演劇練習館に転用されている。

これら2事例においては、有蓋建造物であることが新旧用途の共通形態であるが、配水機能により現出した円形平面に重層的に扇形の部屋割や円形の吹き抜け空間が生起しているほか、旧用途を示す配水管が保存展示されている。ここでは、配水機能と演劇活動とのイメージの距離感によって特徴的な空間が形成されており、既存ハードの活用によって新しい空間の価値が生成する事例として注目されてよい。

いっぽう、旧要塞のような機能的空間を用途転用する事例も近年数多く見られる。和歌山市加太地区の「和歌山市立少年自然の家」は、1906年に竣工し戦後廃止された田倉崎砲台跡を利用し1974年に整備された。半地下交通路や斜堤、砲座など、相手に発見されることなくかつ相手の位置を死角なく見定める工夫が施されたいわば国防目的の「眺望一隠れ場的空間」が生起している。現在はこの空間を活用した昆虫観察や肝試し探検などができる「家族の広場」が整備されている。特に肝試し探検には「眺望一隠れ場」的感覚が伴うと考えられ、この性質が新旧両用途の共通形態として位置づけられる。旧国防空間に現代的レクリエーション空間が重層しており、さらに“国防”と“レクリエーション”とのイメージの距離感によって空間の特長が引き出されていると考えられる。国防なる機能がリアリティを希薄化させた現代において、旧用途の認識がきわめて困難となり、国防空間が元来もっていた意味に比してその空間的特徴が強く認識されるという考え方もできる。また、「眺望一隠れ場」が動物行動学的な空間的性質<sup>21)</sup>であることは特徴的であるが、国防そのものの具体的なイメージ認知と空間特性との関係についてはさらに検討する必要がある。

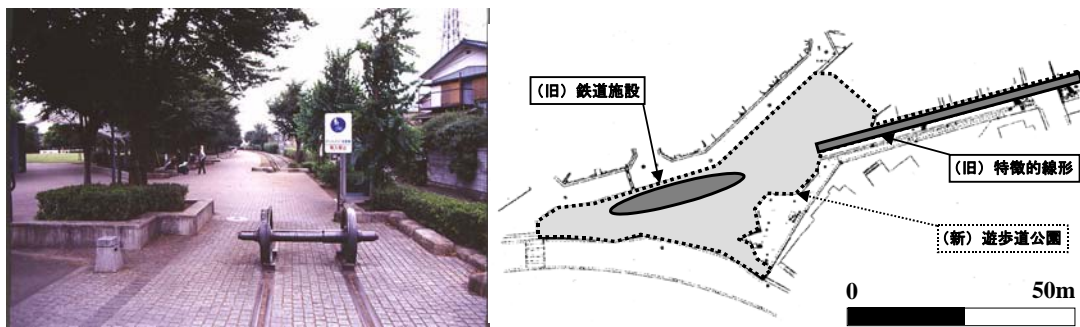


図.4 一之宮公園（筆者撮影）及びその平面図（神奈川県寒川町都市計画課蔵に筆者加筆）

加えて、ここ10年以上にわたって社会的注目を集めている鉄道廃線跡が、自転車道や遊歩道に転用される事例が各地に見られる。神奈川県寒川町の一之宮公園・緑道は、相模川の砂利輸送を目的として1922年に開通した全長1.9kmの支線で、1984年に廃止となった「旧国鉄相模線西寒川支線」跡地が、旧用途の記憶を地域に留めるべく1986年に緑道公園として整備されたものである。園内には100mほどの軌道と「車止め」に転用された車輪が保存され、軌道跡はそのまま緑道として整備されている。

線的空間であることが新旧用途の共通形態であるが、軌道機能によって現出した特徴的

な曲率半径や旧鉄道施設の展示を伴いながら緑道が重層的に施されている。軌道や車輪の展示により、鉄道空間と遊歩空間とのイメージ的距離感がさらに強調され特徴的な空間が生成しているといえる。

これらいずれのリノベーション事例においても、残存施設や空間形態などによって旧用途の形態が明快に継承され、そこに新たな用途が重層的に共存しながら活用されている。

“見立て”の前提となる新旧用途の「共通点」は、溪松園と演劇練習館においては有蓋構造物として、また非建築物の砲台跡と廃線跡においてはそれぞれ眺望—隠れ場的空間や線形的空間形状において実現している。一方、両者の「距離感」は「送配水、鉄道輸送、国防」といった人間超越的な旧機能と、遊戯・遊歩・市民交流といったヒューマンな新用途との間のイメージ的距離感のほか、旧機能が明快に反映された空間や旧施設に対するパブリックアクセスの供与が旧用途を強調し、“距離感”の創出を助長しているものと考えられる。これら4事例は旧用途のほかスケールや立地条件なども異なるため、より多くの事例精査に加え訪問者の創造イメージを調査・類型化した上で多義性生成を検証する必要があるが、例えば演劇練習館と一之宮公園については既存空間の記憶継承を前提とした景観・空間整備が意図されていることから、立地地域の原風景としての旧施設への愛着が既存の意味として存在するものと考えられる。また、各事例において特徴的空間に展開するアクティビティの多様性など、さまざまな意味の生成が実現していると考えられる。活用が結果的に単に元来構造物もっていた意味の継承のみならず「新たな空間の意味」を誘発することが予測され、特にアンチヒューマンな土木空間においてはこの可能性が期待される場所である。

#### (6) 過去の用途の復元ならびに民俗啓発と視座導入による顕在化

ここでは堰を対象として、旧用途の復元のほか、民俗の啓発ならびにアート作品による視座の導入によって、その存在感を顕在化させる活用事例を挙げる。

滋賀県大津市の旧南郷洗堰において、沿川住民の組織する「旧南郷洗堰を保存する会」と国土交通省琵琶湖河川事務所が企画・運営した「ふれあいイベント」(2006年11月)においては、角落としの復元による体験やウォークラリーの実施によって、堰に対する親密感の醸成と地域における堰の役割を啓発する試みが行われている。これに加えて、堰のもつ現景観の啓発装置としてのアート作品の可能性を検証する実験を行った。SS40角パイプを用いた写真、7のような「視座ボックス」なる作品を製作し、内部にはカーテンやテーブルといった日常的文脈を導入し、堰の景観あるいは存在意義の「見直し」が意図されている。訪問者を対象に簡易なアンケートを実施したところ、構造物と作品の新旧による対峙や室内外のコンテクスト的差異による堰の風景の顕在化、あるいは対象観察の促進自体を作品の効果として指摘された。また、「室内」という性格を具備する本作品内の空間が訪問者に“堰に対する意見交換の場”を創出した点も本作品の効果として挙げられた。このように、土木遺産の立地する空間をアーティストの表現の場として開放し視覚的にインパクトのある作品を現地に投げ込むことの賛否についてはその都度検討を要するが、少なくとも訪問者に対し既存の土木遺産に対する価値認識の誘発装置としてアートが機能する可能性を示す事例であり、活用の一手法としてここで挙げておきたい。



写真. 6 旧南郷洗堰の現況



写真. 7 アート作品による土木遺産の顕在化  
「視座ボックス」(2006年11月18日)  
南郷洗堰(大津市)(近畿大学・北口直人による)

### 3. おわりに

以上、土木遺産の活用において今回見出すことのできた手法を概観し、その意義を論考した。構造物の役割や形態、スケール、ロケーションなどによって、構造物に対する人々のアクセスの方法や思い入れの度合いは異なるであろう。従って、一概に活用法を表面的な類型のみで定義するだけでは不十分であることも事実であり、各土木遺産の諸特性に応じた活用法を吟味することが今後必要である。

あるべき活用の形を仮説的に定義し、その有効性を実践を通じて検証していく方法もあるが、上記の事例のいくつかはこのような”あるべき形”の仮定に基づくものではなく、むしろ地元が眼前の遺産に手を加え知恵を出しながら各々活用しているという状況である。活用の成否を判定するファクターの規定も現状では多様であり、訪問観光客数、地域経済への寄与、公的認知の向上、あるいは物理的な外観の保持から所与の機能の完全維持に至るまで、”活用”と呼ばれている事象にはあまりにも幅がある<sup>注(5)</sup>。現在も歴史的構造物の活用は各地で逐次行われているが、まずは各事例を悉皆的に精査したデータベース作りをさらに継続することで、その体系化を演繹的に導くことから着手したい。全近においても近代化遺産のデータベース化が進められているが、ここには「活用形態」も項目として加えられており、まずはこの充実を継続していきたいと考える。

注.1 例えば、日本観光協会 HP

(<http://www.nihon-kankou.or.jp/index.html>), リクルートじゃらん ([http://odekake.jalan.net/spt\\_46209ae2180154420.html](http://odekake.jalan.net/spt_46209ae2180154420.html)) などいずれにおいても、主に湯水期の一時的現出について触れられている。

注.2 リノベーション(Renovation)は「刷新」「修繕」「回復」などを意味するが、建築界では「既存の建築を有効に再利用し、増改築することで以前とは別の用途として機能させる再生手法」とされている<sup>14)</sup>。また、国土交通省都市地域整備局により大都市空間の修復・更新・有効活用を目的として2000年に策定された「東京圏のリノベーション・プログラム」<sup>15)</sup>等に見られるように、この用語には個別の建造物のみならず都市や空間も対象とする概念が含まれるため、構造物の景観あるいは空間全体を対象とする本研究における援用概念にも合致する。従って本稿では、主に建物の異種用途への変更(転換)を意味する「コンバージョン」などの類語に優先させ「リノベーション」を用いることとした。

注.3 大江は、「攻める保存」において「2つの時感が互いの異質性を認めながら共生する」、すなわち既存 VS 新築の系が重ね合わされることにその特性の1つを見出している。

注.4 例えば東京都の駒沢配水塔、高岡市の水道公園配水塔などがあるほか、ドイツ・マンハイム市、米国・シカゴ市などのように、町のランドマークとなった配水塔を観光資源として活用する事例も見られる。

注.5 例えば、主に歴史的建築を扱った文献<sup>22)</sup>では活用が「歴史的建物の利用」と定義され、「再生」がその手段として位置づけられている。

#### 【参考文献】

- 1) 松尾千歳(2004)幕末維新时期における薩摩藩の近代化, 鹿児島県の近代化遺産, 鹿児島県教育委員会
- 2) 鹿児島県公式 HP:  
<http://www.pref.kagoshima.jp/kyoiku-bunka/isan/kindai/touroku.html>(2008年3月現在)
- 3) 香川真編(2007)観光学大事典, 日本国際観光学会, p.120
- 4) 白金酒造株式会社提供 2008年3月
- 5) 小森治夫・有馬晋作(2000)観光資源としての産業遺産の可能性～曾木発電所からの考察, 鹿児島県立短期大学地域研究所「研究年報」第23号
- 6) 例えば、須田・安村・徳田(2002)新・産業観光論, すばる舎
- 7) 西尾敏和(2007)薩摩藩の集成館事業を活かした観光整備事業—鹿児島市磯地区の集成館事業関連施設を見学して, 土木学会誌 Vol.93no.1
- 8) 尚古集成館(2003)集成館事業・島津斉彬の挑戦
- 9) 上田篤(2008)西郷隆盛—「明治維新」に異議をとらえたラストサムライ, 文明開化 島津斉彬になぜ心酔したか, 國文學 2008年4月号, 學燈社
- 10) 村野守治(2007)島津斉彬のすべて, 新人物往来社
- 11) 日本史籍協會編(1892?(1973 覆刻))野史臺維新史料叢書十, 伝記一贈従一位島津斉彬公略伝, 東京大學出版會, p.132
- 12) 島津忠重(1983)炉辺南国記, 島津出版会
- 13) 前掲 11) pp.130-131
- 14) 高木伸哉ほかフリックススタジオ(2001):東京リノベーション:廣済堂
- 15) 例えば, 国土交通省都市・地域整備局 HP:  
[http://www.mlit.go.jp/crd/daisei/tokyo\\_renovation/](http://www.mlit.go.jp/crd/daisei/tokyo_renovation/)(2008年4月現在)
- 16) 五十嵐太郎ほか(2003):リノベーション・スタディーズ～第三の方法:INAX 出版, p.7
- 17) 自治大臣官房地域政策室監修(1990):再発見ふるさと資源&ランドマーク, ぎょうせい:わが国における初期の用途転用事例集と言える。
- 18) 建築家・中谷ノボル氏は新築マンションに比較したリノベーションの経済性を提唱している。(朝日新聞 2004年6月8日号)
- 19) 大江匡(1994):創造行為としての保存・再生:建築設計資料 45 保存再生, 建築資料研究社:pp.95-97
- 20) 浜松園へのヒアリングによる(2003年1月実施)
- 21) ジェイ・アブルトン(菅野訳)(2005):風景の経験:法政大学出版局
- 22) 大河直躬編(1997)歴史的遺産の保存・活用とまちづくり, 学芸出版社



## 設計・施工

### 第4節 橋梁技術 —事例にみる歴史的橋梁の適切な点検と補修・補強—

五十畑 弘（日本大学）

#### 1. 歴史的橋梁の点検

歴史的に評価を受ける橋梁に関する点検においては、一般的な橋梁点検の事項に加え、以下のような特徴がある。

点検項目としては、一般の橋梁構造の点検範囲に加えて、歴史的構造物であることによる項目が追加される。一般の構造物の点検において、構造上の弱点や劣化の部位が点検上のチェックポイントとなることと同様に、歴史的価値を有する場合は、その歴史的価値のある部位などの点検が行われる。これは対象構造物の歴史的価値評価に基づく歴史的機能によって異なるため、あらかじめ文献などによる予備調査により確認しておくことが必要となる。点検においては、その部位のオリジナルからの改変の有無など現況を調査することになる。

保全の目的が、点検が定常的な管理の一環ではなく、補修・補強・改造等による構造物の現状の変更、あるいはその他特定の目的である場合は、それに沿った項目が補修・補強の設計情報入手として実施される。

しかし、歴史的橋梁の点検は、歴史的価値のみについて独立して実施されるのではなく、通常点検と一体となって実施される。特に、主構造部分（高欄、親柱、照明などの以外）については、構造物の基本的機能（安全性、耐久性）と歴史的機能の双方を有することから、総合的な判断によって補修・補強工法の設計がされるための情報となる。

歴史的橋梁の点検では、当該構造物の歴史的価値が評価される点に沿って、点検項目が設定されることになる。したがって、対象とする構造物の歴史的評価が明確でない場合は、点検に先立って歴史的価値の評価を行なうことが必要となる。

対象橋梁の歴史的価値の評価は、土木学会「近代化土木遺産の評価基準」に則り、「技術」（年代の早さ、珍しさなど）、「意匠」（デザイン）、「系譜」（地域性など）をもって行う。

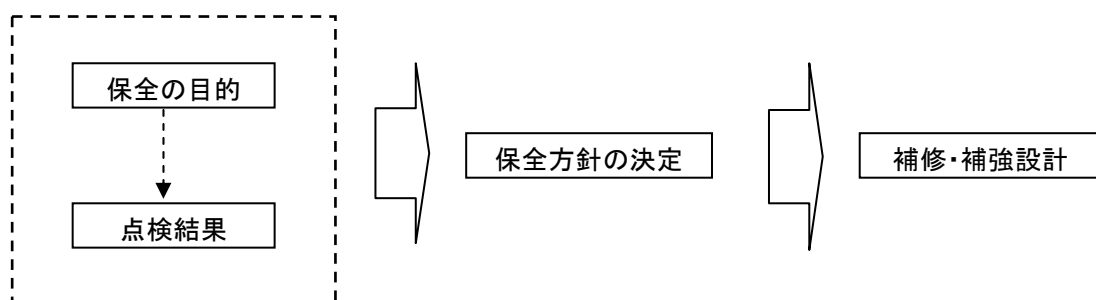


図1. 保全方針の決定と補修・補強設計

## 2. 診断（点検結果の分析とそれにもとづく保全方針の検討）

補修・補強設計では、保全の目的（定常管理、現状変更を伴う改造等）に沿って点検結果を分析して保全方針を決定することになる。保全の方針とは、表1に示すように、目的に応じてとる対応の種別としてどれを選択するかを決定することである。補修・補強の設計は、この方針に基づいて行う（図1）。

表1 保全方針

No.	種別	概要	保全の目的				例
			歴史的機能		基本機能		
			復元	利活用	維持管理	機能追加	
1	継続的維持	現状機能維持			○		部分的、軽微な補修、同色塗装塗替
2	保守	小規模な改変、改造		△	○	△	床版、床組補強、耐震補強
3	再生	外観の変更を伴う大規模な改造、改変	△	○		○	幅員拡幅、歩道追加、用途変更・拡大
4	復元	オリジナルの機能や外観等を再現	○				高欄、照明等を当初設計に復元
5	保存	現状の状態を維持	×	×	×	×	六郷川鉄橋

注1. 重要文化財における「現状変更」(許可要)の①保存修理にともなう復元的行為 ②保存管理上の行為 ③活用のための行為は、それぞれ上表の保全の目的の歴史的機能「復元」、基本機能「維持管理」および、歴史的機能「利活用」にあたる。

注2. 登録有形文化財の現状変更(位置、材質、形状、色合いなど 1/4 以上を変更する場合届出要)は、上表の基本機能「維持管理」を除いた保全の目的について該当する可能性がある。

## 3. 補修・補強工法の留意点

歴史的・文化的価値の拠り所として、鉄・鋼橋で共通的に継続のための留意をすべき構造ディテールがいくつかある。例えば、リベットとレーシングバーで形成された部材やピン結合トラスの格点部は典型的な例である(写真1, 2)。したがって、これらの特徴を阻害する部材の追加、補強工法は望ましくない。

犀川大橋の垂直材や、金名橋の下弦材にプレストレスを導入して補強を行ったケーブル、PC鋼棒などの補強はコンパクトな収まりから有効な工法である(写真3~6)。また、リベットの代用としてTCボルトを使用する方法もある(写真7)。

好ましくない事例としては、歴史的価値の拠り所である国内で最初のフィーレンディール構造豊海橋の構造フォルムに影響を与えるアップライト照明装置を垂直材に取り付けた事例がある(写真8)。



写真 1. リベットとレーシングバーで形成された部材

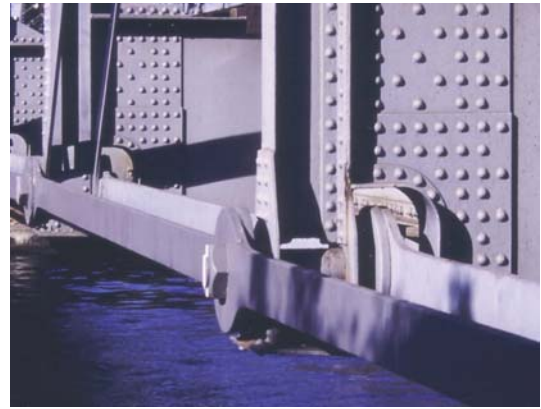


写真 2. ピン結合トラスの格点部



写真 3, 4 犀川大橋の垂直材のPC鋼棒による部材補強



写真 5, 6 金名橋の下弦材のPCケーブルによる部材補強

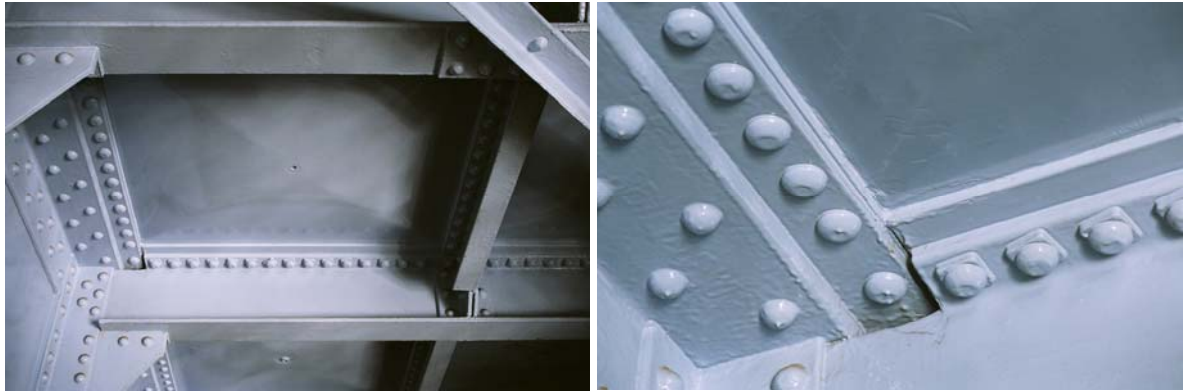


写真7. バックルプレート床版を打ち替えた例（TCボルトを使用）



写真8. 豊海橋（垂直材の両側面に照明装置が追加された）

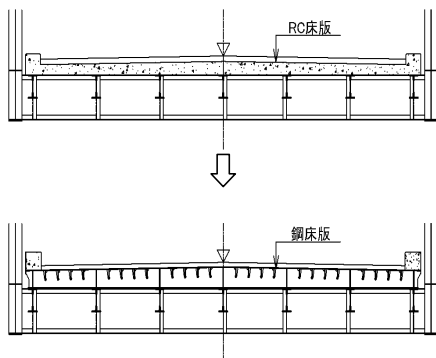


図2. RC床版の鋼床版化



写真9. 下路トラスの鋼床版化例



写真 10. 木床版化の例(港一号橋)

一方、床版は構造外観全体に与える影響が少なく、かつ軽量化等によって耐荷力を向上させることができることから、特に床版の構造や形式そのものに特別の歴史的価値が認められない場合は、効果的な歴史的橋梁の保全工法である。床版工法としては、PC コンクリート、鋼床版(図 2, 写真 9)、木床版などがある。

#### 4. 保全方針と補修・補強事例

##### (1) 継続的維持

継続的維持の事例として松齢橋(写真11)がある。この橋は 1925 (大正 14) 年に建設されたボーストリントラス橋であり床版や床組などは幾度かの補修が行われている。しかし、すぐ隣接して新橋が架設されたため、荷重制限付きで落橋防止システムなども取り付けられずに供用されている。したがって、完成後 80 年以上経た今も橋の外観やディテールは架橋当時のままを保っている。また、(写真 1 2)は 1931 (昭和 6) 年に建設された末広橋梁である。この橋は建設後 70 年以上を経た現在も現役で開閉している可動橋であり重要文化財にも指定されている。可動橋としての機能を維持するため駆動装置の点検やグリスアップなどの維持管理が継続的に行われている。



写真 11 継続的維持の例 (松齢橋)



写真 12 継続的維持の例 (末広橋梁)

## (2) 保守

B 活荷重対応や耐震補強など社会から要求される機能に適応するため、部分的に改変を許容する保全方針である。ただし、当該橋梁のシルエットやイメージが大きく変わるものはなるべく避け、新たに追加する部材などが、歴史的、文化的価値に沿ったものであり、それらを引き立てるものであることが望ましい。

保守の例として群馬大橋がある。この橋は 1953 (昭和 28) 年に建設された戦後を代表するランガートラス橋の一つであり、1999 (平成 11) 年に (写真 13) に示すような床組補強、落橋防止システム追加などさまざまな補強工事が行われた。床組補強により下横構が主構下面より突出してしまっただが、(写真 14) に示すように外観はオリジナルからと大きく変わっていない。



写真 13 群馬大橋の補強(縦桁, 耐震補強)



写真 14 群馬大橋の外観

## (3) 再生

要求される機能や用途の変更に応じて、多くの改変が許容される保全方針である。当該橋梁の歴史的価値が評価されている部位、ディテールなど歴史的機能の継続を確保することで、基本的機能の維持・向上、あるいは利活用のための設備の増設など大規模な改造が可能である。例えば、歩道の添架や、鉄道橋から道路橋への転用、拡幅などがこれに相当する。は何らかの方法で継続されなければならない。

(写真 15)は鉄道トラス橋を歩道橋に再生した例である。この橋は 1912 (大正元) 年に建設された初期の国産鉄道トラス橋であり、腐食の著しかった下弦材は(写真 16)に示すようにすべてリベット継手で再製作された。また、木床版の橋面にレールの跡を残すことにより歴史的・文化的価値の継続が保たれている。



写真 15 再生の例(新港橋梁)



写真 16 リベットで再製作された下弦材

写真 17～20 は 1864 年に建設されたロンドンのテムズ川にかかる錬鉄製トラス桁のハンガーフォード鉄道橋である。ブラケット方式の幅員の狭い歩道が主構のすぐ外側にあったが、頻繁に通る列車のすぐ脇を歩く利用者には不評でこの歩道部に代わるものとしてこの鉄道橋の両側に、その橋脚を利用して、2003 年に建設された。傾斜したパイプ構造の塔をもつ斜張橋で、鉄道橋とは独立した構造であるが、鉄道橋の橋脚基礎の一部を構造的に利用している。橋桁は桁高を 65cm と薄く抑えた RC エッジガーダーで床版は 15cm 厚の RC 床版が採用されている。歴史的鋼橋である既設桁とは間隔を置き、路面も鉄道トラスより少し低い位置に配置された薄い桁は、既設桁の側面にまわり付くように覆った多くの歩道増設事例の失敗を繰り返していない。



写真 17 ハンガーフォード歩道橋



写真 18 ハンガーフォード鉄道橋



写真 19 鉄道橋の橋脚の利用



写真 20 鉄道橋(右)と歩道橋

写真 21～22 は、ドイツ、ケルンでライン川を渡る中央支間長 378m のローデンキルヘン吊橋である。第 2 次世界大戦で破壊された 1940 年完成の旧橋を 1954 年に再建されたものである。基礎と主塔は一部補修して再利用され主ケーブルとハンガーロープには新材料が使われた。交通増加に対応するために 1994 年に 4 車線から 6 車線に拡幅工事が行われた。拡幅工事では外面に旧部材と同じ補剛材のある主塔を 1 本追加して 3 本柱にし、ケーブルも 3 本にしてその外観が保たれた。



写真 21 拡幅前のローデンキルヘン橋



写真 22 拡幅後のローデンキルヘン橋

写真 23～25 は、イギリスの下流のセバーン川に架かる 1799 完成の鑄鉄アーチでアイアンブリッジとならんで、第 1 級の歴史的橋梁である。現在も荷重制限がされているとはいえ道路交通に供用されている。本橋は 3tf の荷重制限で 1 時に 1 台の車両のみの通行が許容される管理がされてきたが、2004 年に荷重制限を 3tf、車両台数の制限なしに補強をする工事が 2004 年に実施された。5 本の鑄鉄製の矩形のアーチリブが 16mm 厚の鋼板が両面からサンドイッチ状に接着され補強された。



写真 23 補修前のコールポート橋



写真 24 補修・補強されたコールポート橋



写真 25 鋼板接着によるアーチリブ断面補強

(Borough of Telford & Wrekin and Shropshire County Council)



写真 26～27 は、ロンドン中のウェストminster橋である。補修・補強のポイントは、歴史的価値に対しての考慮を前提として、全ての構成部材を 40tf 対応に補強をすること、メタルの腐食発生のような橋の損傷の原因を取り除く構造改善をすることであった。自動車、歩行者交通の多い幹線道路に架かる橋であることから補修・補強工事にあたっては自動車交通、歩行者とともに、通行河川の船舶交通への影響を最小限に抑える供用下で施工された。



写真 26 補修・補強された Westminster 橋



写真 27 橋脚部

#### (4) 復元

復元とは、歴史的価値がオリジナリティーに拠る場合で、改変、変更される前の材料、構造および意匠などに歴史的・文化的価値が認められたオリジナルの状態に戻すことである。

写真 28 は、1913（大正 2）年に建設された旧四谷見附橋を復元した例である。この橋は我が国の鋼道路アーチ橋では 2 番目に古く、近くの旧赤坂離宮（現迎賓館）とデザイン的に対応したネオバロック調の高欄や橋灯の意匠に価値があると評価された。したがって、高欄、橋灯や煉瓦積みの橋台を含め、可能な限りオリジナルに近い形で八王子市内の公園に移設、復元された。



写真 28 復元の例（長池見附橋）



写真 29 復元された橋灯と高欄

## (5) 保存

例えば、現存する最古のプレートガーダーなど、その稀少価値、文化的、歴史的価値の保全を最優先する考え方であり、構造物としての機能や供用可能性は必ずしも問題としない。ただし、腐食や損傷箇所は取り替えずにそれ以上の進展を防ぐなどの措置が必要である。

**写真 30** は 1913（大正 2）年に建設された鉄道下路トラス橋を保存した例である。この橋は 1975（昭和 50）年に道路橋に転用され 1997（平成 9）年には新橋が架設されたため廃橋となった。大正初期の国産トラス橋であり森林鉄道の橋梁としては最大規模であり稀少であることから保存されている。また、**写真 31** は 1905（明治 33）年に愛媛県新居浜市に建設された上路アーチ橋を保存した例である。別子銅山の産業遺構であり、また、数少ない明治期の鋼アーチ橋の一つであることから、主構造には荷重を負担させずに、その直上に吊橋を架けて保存した珍しい例である。



写真 30 保存の例(鬼淵橋)



写真 31 保存の例(遠登志橋)

歴史的に評価を受ける橋梁に関する点検は、通常の一般的な維持管理の中で、追加的に行なわれることになる。したがって、ここでは、一般的な点検について、補足的に以下に概説する。

### 1. 維持管理

一般的な橋梁の維持管理における点検は、橋梁のライフサイクルコストを考慮し、使用上のリスクを勘案しながら、使用期間中に橋梁として求められる“性能”を安全に提供し続けられるように、橋梁全体及び部分的な劣化を発見し適切な判断を下すために行う。橋梁は一般的に公共構造物であるがゆえに、現状ではライフサイクルコストに対する管理者の認識が薄く、初期建設に厚く支援がなされ、運営維持についての支援は限られている。橋梁の規模が大きくなると、建設コストが高くなるとともに、維持管理コストも上昇する。

表 2 維持管理の仕様（例）

項目	頻度
塗装塗り替え	10年目
支承取り替え	なし
伸縮装置取り替え	15年目
床版補修	20年目
高欄取替え	20年
通常点検	月1回、 パトロールによる目視点検
定期点検	隔年、 定期点検（小規模補修含む）
詳細点検	10年毎、 詳細点検（中規模補修含む）

現在、我が国の橋梁においても、老朽化が懸念され、実際に致命的と思われる不具合も発見されている状況から、国土交通省による「長寿命化修繕策定事業費補助事業」の策定や、「予防保全」的維持管理の考え方の導入等の新たな動きもある。

## 2. 点検の評価

### (1) 橋梁の性能劣化に関する評価指標の設定

橋梁の性能劣化に関する評価としては、「健全性」、「耐荷性」及び「耐震性」が考えられる。

#### ① 健全性に関する評価指標

健全性の評価指標の設定は「橋梁定期点検要領（案）」（平成 16 年 3 月、国土交通省、以下「橋梁定期点検要領（案）」とする）で設定されている各部材について「コンクリートのひび割れ」、「鋼構造物の腐食」等の 26 項目の視点で設定する。

なお、「ASR（アルカリ骨材反応）」、「塩害」、「凍害」等が原因である劣化現象については「コンクリート標準示方書（維持管理編）」（H13.1、日本土木学会）及び「コンクリート橋の塩害に関する特定点検要領（案）」（平成 16 年 3 月、国土交通省）に準拠し個別対応とする。

表 2-1 対策区分の判定区分

判定区分	判定の内容
A	損傷が認められないか、損傷が軽微で補修を行う必要がない。
B	状況に応じて補修を行う必要がある。
C	速やかに補修等を行う必要がある。
E1	橋梁構造の安全性の観点から、緊急対応の必要がある。
E2	その他、緊急対応の必要がある。
M	維持工事で対応する必要がある。
S	詳細調査の必要がある。

（出典：「橋梁定期点検要領（案）」、P20）

表 2-2 損傷の種類

材料	番号	損傷の種類	点検の標準的方法	必要に応じて採用することができる方法の例	材料	番号	損傷の種類	点検の標準的方法	必要に応じて採用することができる方法の例
鋼	①	腐食	目視、ノギス	超音波板厚計による板厚計測	その他	⑭	路面の凹凸	目視、コンベックス、ボール	—
	②	亀裂	目視、テストハンマー	渦流探傷試験、磁粉探傷試験、超音波探傷試験、浸透探傷試験		⑮	舗装の異常	目視	—
	③	ゆるみ・脱落	目視	ボルトヘッドマークの確認、たたき試験、超音波探傷（FIT 等）、軸力計を使用した調査		⑯	支承の機能障害	目視	移動量計測
	④	破断	目視	—		⑰	その他		—
	⑤	防食機能の劣化	目視	写真撮影（画像解析による調査） インペダンス測定、膜厚測定、付着性試験		⑱	定着部の異常	目視	たたき試験、赤外線調査
コンクリート	⑥	ひびわれ	目視、クラックゲージ、写真	写真撮影（画像解析による調査）	共通	⑲	変色・劣化	目視	—
	⑦	剥離・鉄筋露出	目視、写真	—		⑳	漏水・滲水	目視	—
	⑧	漏水・遊離石灰	目視、写真	—		㉑	異常な音・振動	聴覚、目視	—
	⑨	抜け落ち	目視	—		㉒	異常なたわみ	目視	—
	⑩	コンクリート補強材の損傷	目視	たたき試験、赤外線調査		㉓	変形・欠損	目視	—
	⑪	床版のひびわれ	目視、クラックゲージ	写真撮影（画像解析による調査）		㉔	土砂詰り	目視	—
	⑫	うき	目視	たたき試験、赤外線調査		㉕	沈下・移動・傾斜	目視、水系、コンベックス	—
	⑬	遊間の異常	目視、コンベックス	—		㉖	洗掘	目視、水系、ボール	カラーレーザー

（出典：「橋梁定期点検要領（案）」、P10）

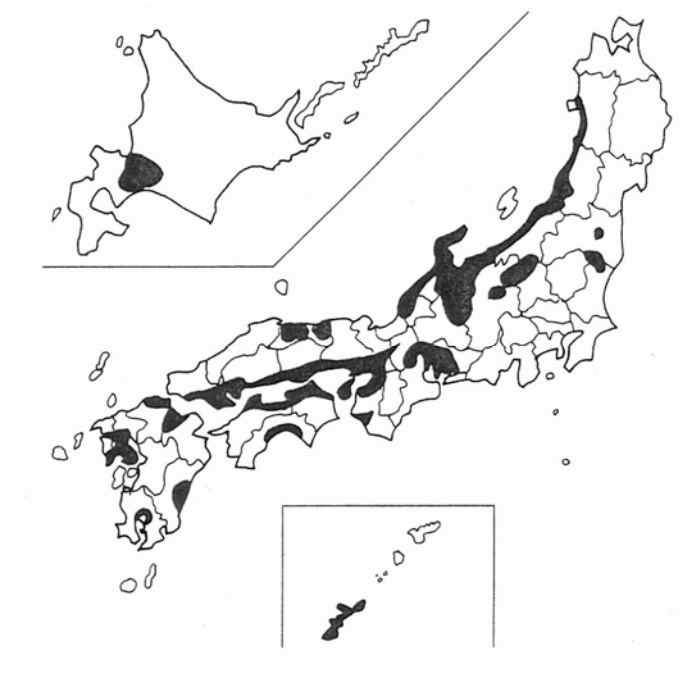


図3-1 ASRによる構造物の損傷が報告されている地域  
(出典：コンクリート診断技術 '02 基本編)

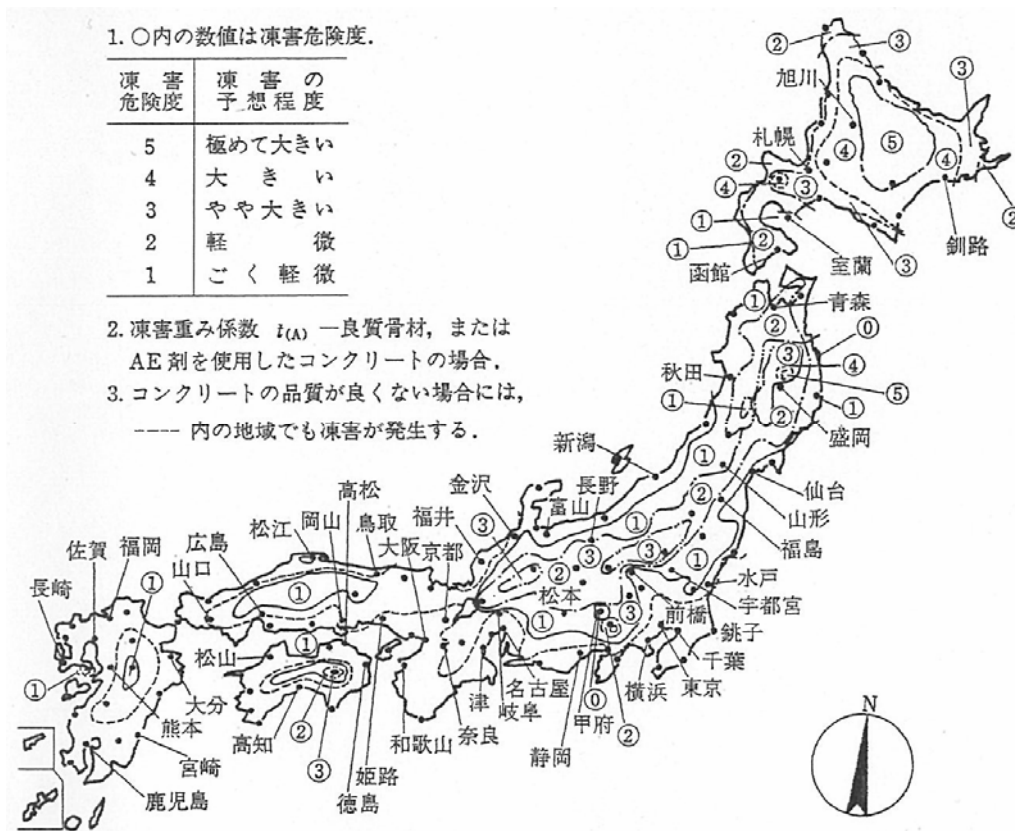


図3-2 凍害危険度の分布  
(出典：コンクリート診断技術 '02 基本編)

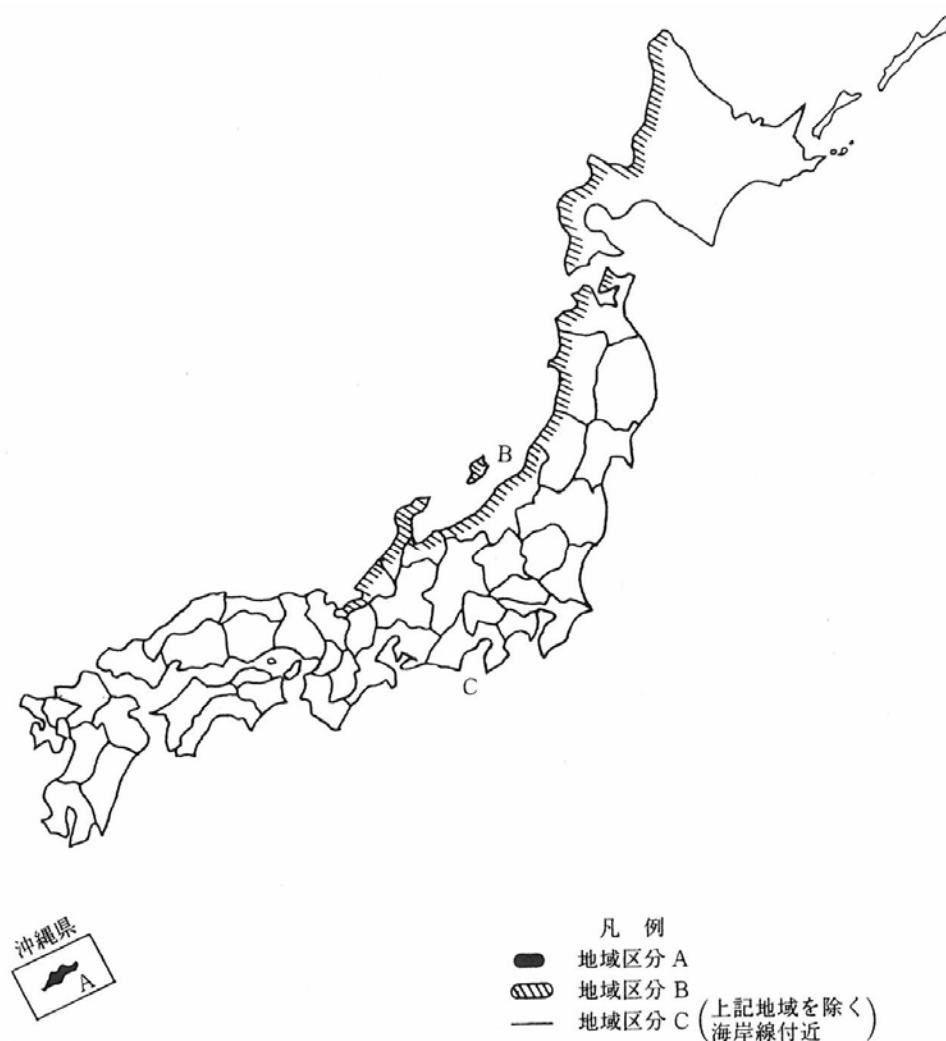


図 3-3 塩害の影響度合いの地域区分

(出典：道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅲコンクリート橋編）・同解説

② 耐荷性に関する評価指標

耐荷性の評価指標の設定は「既設橋梁の耐荷力照査実施要領（案）」（H6.4、（財）道路保全技術センター）に準拠し耐荷力照査Ⅰ'の判定結果を準用する。

③ 耐震性に関する評価指標

耐震性の評価指標の設定は H14 道示に照らし、既往の設計・補強経緯から診断する。

④ 健全性・耐荷性・耐震性の評価付け

損傷等に対する補修、耐荷力および耐震性の向上に対する補強を行うべきか総合的に評価するために指数を定義し算出する。

考え方としては、

- 1) 複数の性能評価項目とのバランス

健全性・耐荷性・耐震性の性能評価を横並び的、性能規定的、対策内容的に表現すると表 2-3 のようになる。

## 2) 複数性能の個別評価

健全性・耐荷性・耐震性それぞれの性能について調査・評価を行い、個別に対処すべき事項は実施することが先決である。

例えば、橋梁点検を行い二次部材に著しい損傷が認められる場合は、個別に補修を早急に行っておくべきである。対処後はすべての評価項目とも評価換えをする（例えば、損傷度ランク C や損傷度ランク E1 で補修したら A に換える）。

各性能評価の内、点数評価を行うべき対象項目と点数の付け方を表 2-4 に示す。

表 2-3 健全性、耐荷性、耐震性の性能評価項目とのバランス

健全性	耐荷性	耐震性	点数
危険。すぐに交通をストップして補修する。 (損傷度ランク E1)	耐荷力が極めて乏しい。早急に補強を行う。 (設計荷重が TL-14 未満)	L <sub>1</sub> に耐えられず耐震性がなく、危険。 すぐに補強が必要。 (S.14 道示以前)	0
安全性に劣るので、速やかに(概ね3ヶ月以内)補修する。 (損傷度ランク C)	耐荷力が劣るので、速やかに補強を行う。 (耐荷力照査：C 判定)	L <sub>2</sub> のタイプ I、II ともに耐えられず、耐震性が劣るので、速やかに補強を行う。(S.31～S.55 道示)	1
安全性に劣るので、早期に(概ね次年度内)補修する。 (損傷度ランク C)	耐荷力が劣るので、早期に補強を行う。(耐荷力照査：B 判定)	L <sub>2</sub> のタイプ II に耐えられず、耐震性が劣るので、早期に補強を行う。(H.2 道示)	2
安全性度が低下する懸念があるので、継続的に監視する(点検を続行する)。 (損傷度ランク B)	—	—	3
安全性度が低下しないように維持管理を継続する。 (損傷度ランク A)	耐荷力は満足するので、暫定供用可能である。 (耐荷力照査：A 判定)	—	4
健全である。 (A)	B 活荷重で設計されているので、耐荷力は十分である。	L <sub>2</sub> 対応で設計されているので、耐震性に優れている。 (復旧仕様,H.8 道示以降)	5

表 2-4 点数評価を行うべき対象項目と点数の付け方

	健全性	耐荷性	耐震性
評価対象	各主部材の損傷度診断の結果を準用する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・床版</li> <li>・主構</li> <li>・塗装（コンクリート橋の場合は満点とする）</li> <li>・支承</li> <li>・下部工</li> </ul>	耐荷力照査 I' の結果を準用する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ A 判定</li> <li>・ B 判定</li> <li>・ C 判定</li> </ul>	耐震性診断の結果を準用する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 落橋防止システム</li> <li>・ 橋脚</li> <li>・ 転倒（アップリフト）</li> <li>・ 液状化</li> <li>・ 基礎</li> </ul>
点数付け	$\alpha \cdot \sum_{i=1}^5 0.2 \times \frac{n_i}{5}$ <p>ここに、  <math>n_i</math> : 評価項目 <math>i</math> の点数  <math>\alpha</math> : 損傷度 I が 1 つでもあれば 0、なければ 1.0  0.2 : 5 項目のウェイトを均一にした場合のウェイト</p>	$\frac{n_j}{5}$ <p>ここに、<math>n_j</math> : 耐荷性の評価点</p>	健全性の項と同様に考える。 $\alpha \cdot \sum_{i=1}^5 0.2 \times \frac{n_i}{5}$ <p>ここに、  <math>n_i</math> : 評価項目 <math>i</math> の点数  <math>\alpha</math> : S.14 道示以前（L<sub>1</sub>に耐えられない）が 1 つでもあれば 0、なければ 1.0  0.2 : 5 項目のウェイトを均一にした場合のウェイト</p>

3) 総合評価

健全性、耐荷性、耐震性それぞれについて評価を実施し、供用安全性指数（ S.I.S. : Safety Index for Serviciability ）を、健全性×耐荷性×耐震性 で算出する。

ここで、

すべて、O.K.の場合、	S.I.S.=1.0	}	となる。
損傷ランク I がある場合、	S.I.S.=0.0		
設計荷重が TL-14 未満である場合、	S.I.S.=0.0		
けたかかり長 : S <sub>E</sub> が満足しない場合、	S.I.S.=0.0		
橋脚が S.14 以前に設計の場合、	S.I.S.=0.0		

橋梁毎に、供用安全性指数（ S.I.S. : Safety Index for Serviciability ）を算出し、補修整備計画の策定の判断材料とする。



## 1. 歴史的ダムの保全

ダムの場合、改修工事となるといずれも大がかりなものとなる。堤体あるいは基礎地盤へのグラウト注入など、外観上、堤体に大きな影響を及ぼさない改修に関しては、差ほど問題にならないが、嵩上げ、補強のための堤体の増厚、洪水吐やゲートの改修・設置など構造的にも、景観的にも大きく改変される場合は、ダムの歴史性にも配慮して、その保全方法を検討する必要がある。

歴史的なダムの改修事例は、橋梁など他の構造物と比較してそれほど多くはなく、かつ、型式、地形条件、劣化の程度といったダム構造物としての要件に加え、歴史的価値、意匠、周辺環境など、それぞれのダムに対して個別に対応しなければならない。したがって、本節では具体的にいくつかの事例を取り上げながら、その保全方法について検証する。

## 2. 形式別にみた保全方法

### (1) アースダム

アースダム（土堰堤）の場合、嵩上げ、補強を行おうとすれば、旧堤体を覆うように盛土を施工せざるを得ず、当初の形態を保つことは困難である。

わが国最古のため池とされる狭山池（大阪府、7世紀前半）、空海の改修で知られる満濃池（香川県、大宝年間（701～704年））でも、洪水や地震によって度々決壊し、復旧工事が繰り返されてきた。したがって、創建当初の形態は、当然、保たれていない。しかし、各時代の改修歴が堤体に残されており、狭山池では堤体の断面の一部を取り出し、博物館に展示保存された（第3章 ケーススタディ 歴史的ダム保全事業 参照）。

近代に築造されたアースダムでも、例えば東京都水道局の山口ダム（埼玉県、昭和9年）では、兵庫県南部地震の後、耐震補強工事として、上下流に抑え盛土を施工し、堤体法面の上流側にはコンクリートブロック、下流側には張芝が施され、天端幅も7.3mから10mに、堤体積も140万 $\text{m}^3$ から237万 $\text{m}^3$ に増加した。同じく村山下ダム（東京都、昭和2年）でも、同様の耐震補強工事が、現在、施工中である。

機能性、安全性を維持向上させながら、アースダムを現役で使い続けるためには、形態の改変はやむを得ないのかもしれない。逆に、歴史的価値に配慮しようとして、外観（形態）や樋管を残そうとすると、本河内高部ダム（長崎、明治24年）のような結果となり、ダムとしての機能は完全に失われてしまう（第3章 ケーススタディ 歴史的ダム保全事業 参照）。何を残し、何を捨てるか、歴史的価値と安全性・機能性の兼ね合いを考慮しながら、保全のあり方を検討していかなければならない。

### (2) 重力ダム

重力ダムは、構造的に見れば歴史的価値やオリジナルの外観等を保ちながら、改修を行うことが最も可能なダム型式と言えよう。しかし、堤体を越流させることができる型式のため、堤体上にゲートや洪水吐けが設置されており、それらの改修に際しては、配慮が必要である。

一般的には、上流側に旧堤体と一体化させるようにコンクリートで補強し、テクスチャーに配慮したり、既存の堤体と同質材料（表面石張り等）で嵩上げ、あるいは切り下げを

行えば、当初の姿を十分に維持することができる。その例として、布引ダム（兵庫県，明治33年），美敷ダム（鳥取県，大正11年）がある。いずれもダムの歴史的価値，周辺景観，そして安全性に配慮して改修が行われ，後に国の重要文化財に指定されている（詳しくは後述）。

老朽化の度合いと，どこまで安全性を向上させるかにもよるが，堤体を増厚させることなく，補強できれば，本来はそれが最も望ましい。松江市水道局の千本ダム（島根県，大正7年）では，堤体の漏水防止のためグラウト注入を行い，PCアンカーによって堤体と基礎岩盤を結合し，地震時の安定性を高めた。堤体の外観には一切，手を加えていない。

嵩上げの例としては，福岡市水道局の曲淵ダム（福岡県，大正12年）を挙げておく。昭和9年の段階で，表面を御影石による布積にして約6mの嵩上げが行われている。なお，平成5年には外観に配慮して，上流側を補強する改良工事が実施された。

ゲートの改修例としては，わが国初の発電用コンクリートダムである東京電力の黒部ダム（栃木県，大正元年）がある。22門が連なる木製のスルースゲート及び巻き上げ装置が老朽化したため，昭和62年，8門のゲートに改修され，イメージが大幅に変わった。日光国立公園内という景観的配慮と，土石の流下が激しい鬼怒川の摩耗対策として，三次元曲面の堤体は以前と同様に表面石張で切り下げが行われた点は評価できるが，ゲートの改修に関しても配慮が欲しかったところである。

嵩上げ，補強によって外観が大幅に変わってしまったものとして，アメリカのルーズヴェルトダム（アリゾナ州，1911年）を紹介しておく。1996年の改造で，下流側に補強コンクリートを打設して，嵩上げを行ったため，当初の美しい石積みダムの姿は完全に失われてしまった（写真-1）。左右に大規模な洪水吐けも設置されている（写真-2）。

一方，歴史的ダムとして，堤体はそのまま保存されたが，ダムとしての役目が終わったのが，西山ダム（長崎県，明治37年）で，その保存のあり方が問われる事例である（第3章 ケーススタディ 歴史的ダム保全事業 参照）



写真-1 改修中のルーズヴェルトダム  
（出典：www.usbr.gov）



写真-2 改修後のルーズヴェルトダム  
（撮影：樋口輝久）

### (3) アーチダム

砂防ダムを含めれば，戦前に数基が建設されたが，わが国でアーチダムが本格的に建設されるようになったのは戦後のことであり，歴史的ダムとして該当する例はなく，大規模

な改修事例もない。しかしながら、コンクリート材料を節約するために薄くした堤体は、いずれ近いうちに改修が必要な時期を迎える。さらに、複雑な解析によって設計された構造物であるため、その改修には十分な検討が必要となってくるであろう。

#### (4) バットレスダム

わが国に 10 基ほどしか現存していないにもかかわらず、改修が行われている割合が最も多いのがバットレスダムである。その要因として、セメント量を減らす目的で、また、地盤条件があまり良くない場所でも施工できるように、細いバットレスと薄い遮水壁からなる非常に華奢な構造をしているためである。その上、寒冷地での建設が多く、凍結融解によるコンクリートの剥離が生じるため、日常的に点検、補修が行われ、中には大規模な改修工事を実施したダムもある。

その代表例が、函館市水道局の笹流ダム（北海道、大正 12 年）で、バットレス、水平梁、遮水壁を数倍に加厚して、旧堤体の全面を巻立てたため、非常に重厚なイメージに一変した（写真-3、4）。安全性が最優先されるダムにとってはやむを得ない改変であるが、バットレス上部をアーチにしたのは誤りであった。笹流ダムほどではないが、恩原ダム（岡山県、昭和 3 年）でもコンクリートの巻立て補修が行われたため、ダムとしては弱々しい当初のイメージは見られない。バットレスダムは華奢な構造物であるため、長年にわたって使い続けるためには、ある程度の改変は致し方ないのが実状である。



写真-3 改修前の笹流ダム

（出典：「函館水道のダム」パンフ）



写真-4 改修後の笹流ダム

（出典：「函館水道のダム」パンフ）

一方、マルチプルアーチの豊稔池ダム（香川県、昭和 5 年）では、バットレス（表面石積）の巻立てはしていないが、遮水壁のアーチ部を上流側からコンクリートで補強している（詳しくは後述）。



写真-5 改修前の手井ダム

（出典：『土木建築工事画報』）

根本的に型式が変わってしまった例としては、戦前の植民地であるが、樺太工業（のちに王子製紙）がサハリンに建設した手井ダム（旧・南樺太，大正7年）がある（写真-5）。鉄筋コンクリート造のマルチプルアーチダムとしては、わが国唯一の例であったが、ソ



写真-6 改修後の手井ダム（下流側）  
（撮影：樋口輝久）



写真-7 改修後の手井ダム（上流側）  
（撮影：樋口輝久）

連時代に下流側に土盛りをして、土堰堤に変更されてしまった（写真-6）。嵩上げもされたが、上流側にかろうじてマルチプルアーチの痕跡を見ることができる（写真-7）。

### 3. 事例

歴史的なダムの改修に際して、その歴史的重要性に配慮し、ダムとしての機能、外観を保ちつつ、事業が実施された事例として、布引ダム（兵庫県）、美歎ダム（鳥取県）、豊稔池ダム（香川県）を示す。いずれも、改修後に国の重要文化財に指定されたものである。

#### (1) 布引ダム

##### a) 概要

布引ダム（写真-8）は、神戸市の水道ダムとして、明治33年、わが国で最初に建設された重力式コンクリートダムである。堤高33.3m、堤長110.3m。設計・施工は、佐野藤次郎が指揮した。平成10年に国登録有形文化財に、平成18年に国の重要文化財に指定された。

##### b) 保全の経緯

昭和26年、漏水防止のため、堆泥面より上部にモルタル吹き付けを行い、温度ひびわれ防止のため、左岸側及び右岸側2箇所伸縮目地を施した。

昭和42年の水害後、再び漏水が問題となり、翌年にグラウト注入を実施した。また、堤体の安定性を計測するため、たわみ計、温度計を設置している。

平成7年の兵庫県南部地震では、漏水量、亀裂の増加が見られたが、大きな被害はなかった。しかし、確実な安全性が要求されたた



写真-8 改修後も外観の変化はない  
布引ダムの下流側  
（撮影：樋口輝久）

め、特に漏水による揚圧力の増加に対しては、早急な災害復旧工事が必要となった。そのため、平成8年に堤体の亀裂、空隙も充填する目的で、堤体の全体にグラウト注入を施工した。

第三次布引調査会（平成11～12年度）において、堤体等の恒久的な耐震補強対策と景観への配慮が検討され、平成13～17年にかけて、「布引五本松堰堤補強及び堆積土砂撤去工事」が行われた。

### c) 保全の内容

「布引五本松堰堤補強及び堆積土砂撤去工事」の工事内容は、①堤体補強工事、②堆積土砂撤去工事、③水辺環境整備工事、④管理橋の補強工事であった。

堤体補強の工事に関しては、堤体の上流側に補強コンクリートを設置し、岩盤と固定するためフーチングを設けた(図-1)。なお、旧堤体と一体化するため、せん断補強筋を入れ、クラックが発生しないように慎重に施工した。新設のコンクリート上部は、景観に配慮して白御影石(中国産)を張っている(写真-9)。また、堤体低部の岩盤が風化していたため、もろい部分をコンクリートに置き換えた。

本体のグラウト注入は、前回に施工済みであったため、補強コンクリートの部分のみにカーテングラウトを施工し、前面岩盤に遮水壁を構築することにより、揚圧力の低減を図った。

その他、これまでの水害などにより、貯水池内には約34万 $\text{m}^3$ の土砂が堆積しており、建設当初の有効貯水量約76万 $\text{m}^3$ の半分近くが埋まっていた。そのため、約20万 $\text{m}^3$ を搬出して、貯水容量を約60万 $\text{m}^3$ まで回復させた。放水路の越流部に架けられている管理橋については、橋梁形式を極力変更せず、建設当初の部材を可能な限り再使用して復元された。

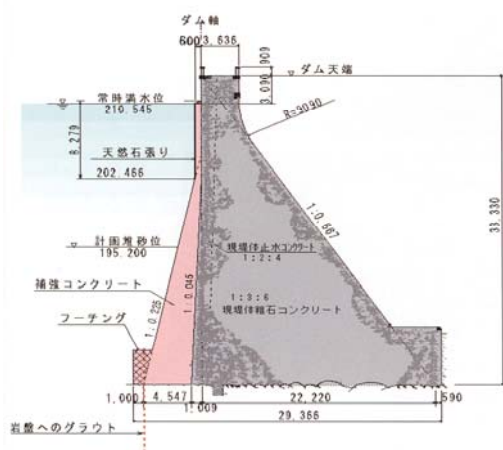


図-1 布引ダム改修後の断面図  
(出典：『布引水源地下水道施設記録誌』、  
神戸市水道局、2006)

写真-9 改修後の布引ダムの上流側  
(出典：『布引水源地下水道施設記録誌』、  
神戸市水道局、2006)

## (2) 美敷ダム

### a) 概要

鳥取市の水道用ダムとして、大正4年に土堰堤が完成したが、大正7年の大洪水により、土堰堤が決壊し、死者、家屋の流失の被害が出た。翌年、復旧工事に着手し、大正11年、

型式を変更し、現在の重力式コンクリートダムが完成した。堤高 20.9m、堤長 103m。平成 11 年に砂防ダムとして生まれ変わり、平成 19 年に国の重要文化財に指定された。

### b) 保全の経緯

昭和 53 年、老朽化と他の水源地の完成により供用を休止した。さらに、平成元年、建設省が計画する殿ダムへ鳥取市が利水参加することになったため、水道用ダム及び水源地施設が廃止された。

本来、河川法によれば廃止されたダムは全面撤去しなければならないが、膨大な費用がかかること、下流の集落が土砂災害の危険にさらされることから、砂防ダムとして残すことになった。その背景には、鳥取県内最古の近代水道としての歴史性と周辺環境の良さから、ろ過池等の水源地の施設を含めた保存活用が考慮されていた。平成 4 年、都市対策砂防事業により砂防ダム化への工事に着手し、平成 11 年に完成した。

### c) 保全の内容

砂防ダム化への改良工法に関しては、(財)砂防・地すべりセンターに設けられた「砂防施設に関する研究委員会」で検討された。

断面の不足に関しては、滑動、転倒とも安定条件を満たしていないため、上流側をコンクリートで補強した(写真-10)。旧ダムと一体化させるため、石張は取り外されたが、景観保持のため、補強コンクリートの表面上部は再び石張とされた。砂防ダムとしては、天端幅が 1.6m と狭く、逆に水通し幅は 37.6m と広いため、越流部の 20m を 1.6m 切り下げ、天端幅を 2.5m とした(図-2、写真-11)。

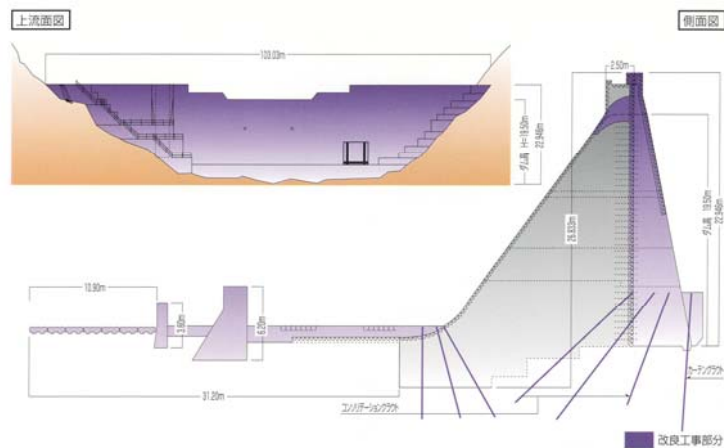


図-2 美敷ダムの改修図

(出典:「美敷川都市砂防工事」パンフ)



写真-10 改修後の美敷ダム(上流側)  
(撮影:樋口輝久)



写真-11 改修後の美敷ダム(下流側)  
(撮影:樋口輝久)

基礎地盤の風化が進んでいるため、コンソリデーショングラウト(104本)を、堤体下部からの漏水に対しては、カーテングラウト(102本)を実施した。

### (3) 豊稔池ダム

#### a) 概要

豊稔池ダム（写真-12）は、灌漑用ダムとして、大正 15 年に着工し、昭和 5 年に完成したわが国で唯一のマルチプルアーチダムである。当初、直線重力ダムで計画されていたが、基礎の掘削を始めた段階で、地盤が悪いことが判明したため、急遽型式が変更された。堤高 31.1m、堤長 145m。設計指導は顧問の佐野藤次郎、型式選定は杉浦翠であった。平成 9 年に国登録有形文化財に、平成 18 年に国の重要文化財に指定された。

#### b) 保全の経緯

昭和 6 年、サイフォン式洪水吐からの放水による衝撃が、予想以上に大きく、堤体への振動が心配されたため、下流側に衝撃を和らげる減勢工（プール）が設置された。

昭和 22 年、左岸側の第一アーチの両端付根部分に亀裂が生じて、漏水しているのが発見された。おそらく前年の南海地震が原因と思われ、昭和 23～24 年度に、亀裂部と堰堤左右両岸の岩着部へのセメント注入が実施された。しかし、アーチ部の壁厚が薄いため、低圧注入しかできず、完全に止水することはできなかった。

昭和 50 年代後半から、堤体にクラックと漏水が目立つようになってきたため、昭和 61 年、修繕工事を農水省の県営ため池整備事業として実施されることが採択された。同時に、全国で唯一のマルチプルアーチダムであるため、学術的重要性を考慮し、現ダムの評価、修繕工法について慎重な検討が行われた。その結果、工費が当初予想の 7 億 1200 万円から 15 億円に倍増し、補助率の高い「防災ため池工事」に変更して実施されることになった。改修工事の設計において、最も重要視されたことは、現在の堰堤の外観を極力損なわないように配慮する点であった。平成元年、改修工事に着工し、平成 6 年に竣工した。

#### c) 保全の内容

工事の内容は、①堰堤基礎地盤の補強と止水のためのグラウト工事、②アーチ部の補強、③バットレスの補強のためのコンクリートフーチングの施工と洪水吐放水の衝撃緩和のため



写真-12 改修後も外観の変化はない  
豊稔池ダムの下流側  
(撮影：樋口輝久)

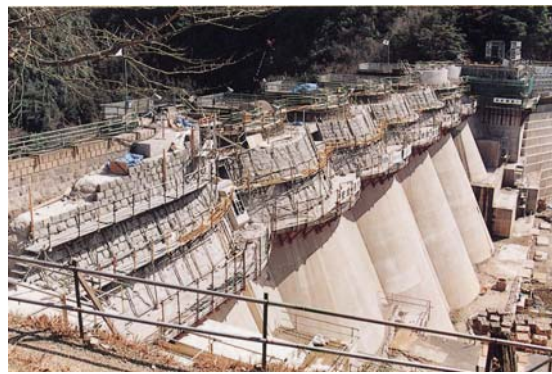


写真-13 アーチ部をコンクリートで  
補強した豊稔池ダムの上流側  
(提供：三豊土地改良事務所)

めの減勢工の拡張などであった。

基礎処理については、基礎全体の支持力を補強するために、コンソリデーショングラウトを、基礎からの漏水と揚圧力を抑えるために、カーテングラウトを実施した。また、両

サイドの地山との接着部を補強するために、上流側の取付部に階段状のフィレットコンクリートを打設した。

アーチ部は、劣化が激しく漏水が著しいため、既設アーチ部の上流側に無筋コンクリートを新設し（写真-13、図-3）、そのアーチ版のみで全荷重を支えるようにした。なお、外壁は石張のため、アーチ部の頂部から5mまでを化粧石張とし、景観を保全した。

バットレス部については、ダム軸方向の地震力に対する安全性を高めるため、バットレス間の基礎部分にコンクリートを打設し、コンクリートフーチングを設けて補強した。さらに、既設の減勢工を拡大した。

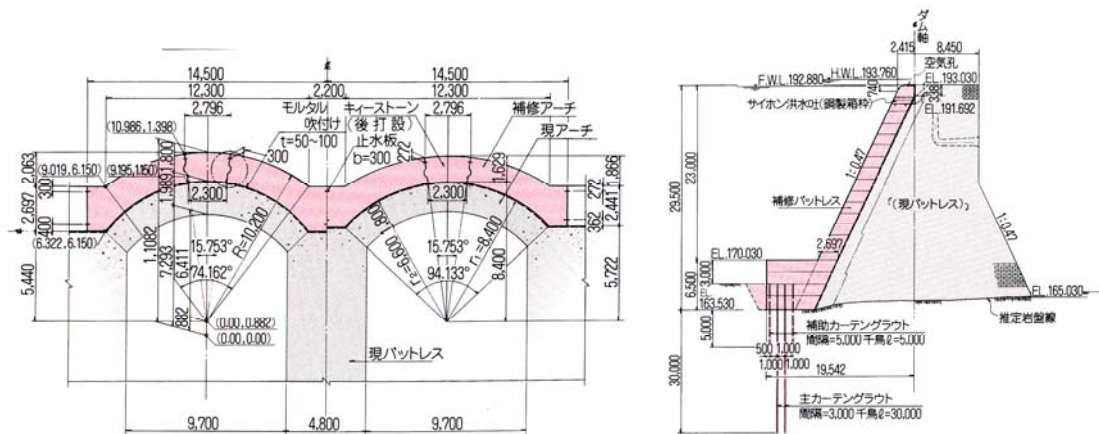


図-3 豊稔池ダムの改修図

(出典：『豊稔池の築造』，豊稔池土地改良区，1994)



## 第6節 石垣技術

笠 博義 ((株) 間組)

### 1. はじめに

我が国には、戦国時代から江戸初期に構築された壮大な城郭から中世以前の古代の城に至るまで多数の城跡が存在している。こうした城跡の中には世界遺産に指定された姫路城(写真-1)のように、天守をはじめとした多数の建造物が現存しているものもあれば、長い歴史の中でわずかに痕跡を留めるだけのものもある。こうした中で、天守、櫓、塀などの建造物は火災や地震、



写真-1 姫路城天守と石垣

明治維新期の取り壊しに加えて戦災によって消失したものも多く、石垣のみが残存しているケースが少なくない。このような城跡では、この石垣が当時の姿を留める貴重な文化遺産となっており、文化財としての指定を受けているものも多数ある。

一方、多くの城跡は明治維新後に各種官庁・学校や軍隊などの諸施設が配置される例が多かったが、戦後、文化遺産の保全の動きが活発になるにしたがって、公園として再度整備される例が多く、金沢城や熊本城のように積極的に当時の姿に復元されつつ城も増えている。

このように、城跡石垣は文化財的な価値が高く、同時に多数の人が集まる場所に位置することから、その安定性についても十分な検討が必要である。これに加えて、公園としての機能に着目した場合、石垣は景観を構成する要素として重要な役割を担っており、維持・管理においてはこうした側面に関しても配慮する必要がある。以下に、それぞれの側面に対する検討の留意点をまとめるものとする。

なお、城郭以外では、寺社・仏閣においても石垣が構築されている例があり、ここではこうした石垣も検討対象とするが、棚田等の石垣(石積み)については、伝統的な石積み方法の流れを汲むものもあるが、一般に構築方法やその目的も大きく異なることから、検討対象から除外するものとする。

### 2. 文化財的な側面からの石垣保全

城郭石垣は1m程度の低いものから20mを超える高いものまでがあり、石材の加工、石積み工法、法・反りの設計法など、世界的にも類を見ない、我が国独特な石積み技術が至る所に反映されている。また、こうした石垣は、現代工法とは異なり、コンクリートなどを一切用いることなく構築された空積みによる構造物でありながら、400年以上も健全であるものも見られる。その反面、地震や豪雨という自然災害で大きく変形したり、あるいは崩壊してしまった石垣も少なくなく、その時点の技術により補修が施され、一つの石垣でありながら、複数の時代の石積み技法が混在しているものも決して稀ではない。

こうした石垣の多くは、前述のように国や自治体の文化財に指定されているものも多く、極力手を加えることなく維持・管理していくことが求められており、変状が進み、何らかの補修が必要な場合でも近代工法の適用は必要最小限に留めることが要求される。石垣の文化財としての価値を守ることを念頭においたの留意点は以下のようにまとめられる。



野面積み

打ち込みはぎ

切り込みはぎ

写真-2 石垣の構築方法

(1) 石垣の断面形状

変状の進んだ石垣の補修は一般的には解体・積み直しとされることが多い。この方法では石垣の断面形状（法・反り）の決定が大きな課題である。これは通常、変状前の形状が不明確であることや、過去にも積み直しがなされた石垣では、時代によって形状が変化していることなどから、簡単には復元設計をすることができないためである。現状では、隣接する石垣の勾配や古文書などを参考にして、専門家の判断で断面形状を決定していることが多いが、専門家でも判断に迷う事例も少なくない。図-1に古文書（後藤家文書）による法・反りの決定法の概要を示す。

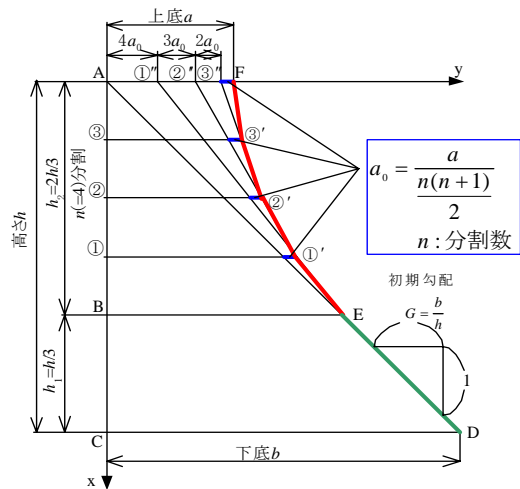


図-1 「後藤家文書」による石垣の設計手法

(2) 石積み技法

文化財としての石垣の補修では、石積み技法も伝統的なもので行なう必要がある。すなわち、石材の運搬等には重機は用いるものの、モルタルやアンカーなどの近代工法は使用せず、極力かつての石積み技法により石垣を構築することが必要である。写真-2に代表的な伝統的な石積み技法である、野面積み、打ち込みはぎ、切り込みはぎの大きく3つの種類を示した。実際の補修工事は、こうした石積み技術を保有する石工によって行なわれるが、石垣構築に対する伝統的な技法は文書による技術の標準化が困難な面が多く、経験によって受け継がれていく側面が大きい。このため、実際にこうした工事を実施できる施工者が限られているのが実態である。伝統的 stone 積み技法による石垣補修工事の状況を写真-3に示した。



写真-3 石垣積み直し状況

こうしたことから、石垣の補修工事においては伝統的な石積み技法を十分に伝承している石工の手による石積みが必要条件となっている。

なお、解体の結果、劣化や割れなどで再利用ができない石材については、新たに石材を加工して補充する必要があるが、この加工も基本的には伝統的な技法で仕上げを行ない、石材の加工面が周辺の石材と調和するようにならなければならない（写真-4）。

### （3）工事に伴う文化財的調査

石垣の解体補修工事は、同時に貴重な発掘調査の機会でもある。そのため、通常の補修工事においては解体に伴って文化財的な発掘調査が実施される。また、解体された石材には「刻印」、「墨書」や「矢穴」が残されていることがあり、これらの調査・記録も工事に合わせて実施され、工事工程の決定に際しては、こうした調査の工程も考慮したものとする必要がある。



写真-4 伝統的技法での石垣修復

## 3. 土木構造物の側面からの石垣の保全

石垣を土木構造物からの側面から検討した場合、石垣の現況把握に関する調査手法、既存の石垣の安定性評価技術と工事において石垣の安定性を確保するための設計・施工があげられる。以下にそれぞれについて留意点をまとめる。

（1）石垣の現況調査手法：石垣の現況を正しく把握することは、健全性の評価のためにも文化財調査においても基本となる事項である。しかし、従来はこうした調査が各城郭ごとに系統的に実施されているとは限らなかった。このため、現在、文化庁から石垣カルテの整備が求められており、徐々にではあるがこうした作業が進められている。この背景にはこうした所管官庁からの指導も大きく影響しているが、他方では土木分野等で使われてきた調査技術が石垣調査にも適用されるようになってきたことも関係しているものと考えられる。以下にこの分野で近年適用事例が増えているいくつかの調査技術等について示す。

石垣の現況調査は精密写真測量と断面測量により行なわれることが一般的であったが、最近では石垣の3次元形状をより正確に把握できる方法としてレーザースキャナやデジタルカメラを用いた手法が広く利用されるようになりつつある。

また、石垣背面の調査は、これまで文化財であるが故に、背面地盤のボーリングが行なわれる程度で、正確な構造の推定ができない状況であった。これに対しては、石垣表面からのレーダー探査によって、石垣背面の構造についてもある程度推定可能となり（図-2）、この結果と測量結果やボーリング調査結果を総合的に判断することでより正確な石垣の構造の把握が可能である。

こうした技術で得られた石垣に関する

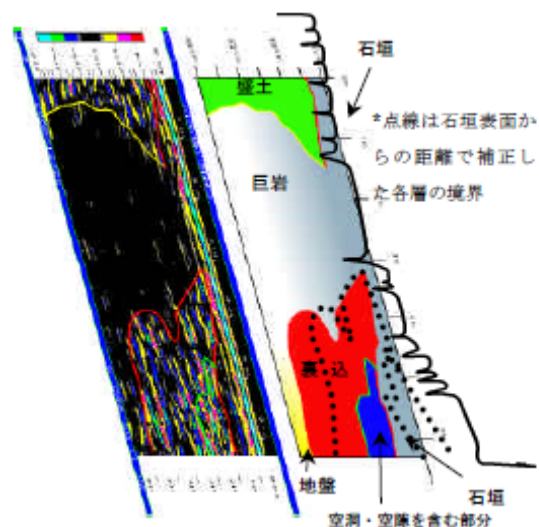


図-2 レーダー探査による石垣背面調査事例

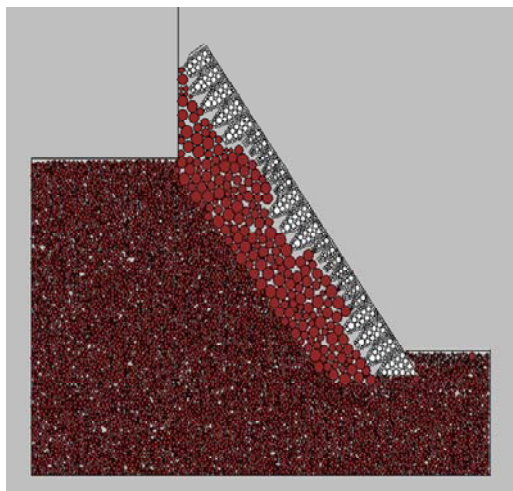
情報は従来は報告書としてまとめられ、その後の活用が円滑にできない状況も見られたが、最近ではこうした情報を GIS で管理し、維持管理や歴史的な研究にも役立てようという試みがなされつつある。

このように、土木分野での調査・情報管理技術は石垣保全の分野でも有効に活用できることから、石垣の調査や維持管理においては、こうした新技術の活用も考慮する必要がある。ただし、その中で文化財に影響を与えない非破壊の技術であるということが要求されるのはいうまでもない。

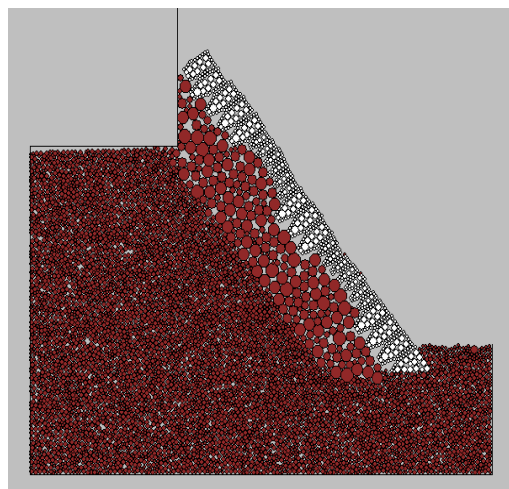
(2) 石垣の安定性評価技術：石垣は空積みによる構造物であり、現在の擁壁の基準などには適合しない構造物であることから、その安定性の評価方法も標準的なものはない。このため、これまでは、主に経験豊富な専門家の判断により石垣の安定性が評価されてきたが、最近、数値解析などを用いたいくつかの方法が提案されつつある。表-1 にこれまでに

表-1 石垣の安定性評価手法のまとめ

分類・手法名	原理・概要	石垣への適用事例など	課題	
経験的・統計的方法	目視による判断	石垣の外面的特徴(孕み出しや目地の開口など)をもとに経験豊富な技術者(管理者)が安定性の判断を行なう。	現状では、ほとんどの石垣の安定性評価がこの方法によってなされている。	客観的なデータに基づかないため、個人差が大きく、判断基準の共有も困難である。
	孕み出し指数による評価	西田らにより提案された手法 <sup>9), 10)</sup> で、石垣の高さ(H)に対する孕み出し量( $\delta$ )の比(%)を用いて安定性を評価する。代表的な城郭石垣の実測データをもとに導き出したものであり、現場で容易に安定性が評価できる。 $\delta/H < 6\%$ が安定限界とされている。	検討に適用した城郭(6城)石垣のデータに基づいている。	今後、計測事例を増やして妥当性の向上を図る必要があるものと思われる。
理論式による方法	篠原らによる方法は <sup>11)</sup> 、石垣石の自重と主動土圧、石材と石材の接触面方向の分力がどの位置でもつり合っているという仮定のもとに理論式が組み立てられている。 八尾らは <sup>12)</sup> 、石垣を接合面をもつ直線形の擁壁のように仮定して、主動土圧とのつり合い式を用いて石垣の安定性を検討する方法を提案した。その他の仮定条件は篠原理論と同様である。	研究論文の中で、実際の城郭石垣に適用して、それぞれの方法の有効性が示されている。	これらの理論では粘着力を導入することはできないこと、また、背面の地盤は均一であり、基礎地盤の支持力は問題にならないという仮定に基づいている。このため、背面が不均一な地盤である場合や、石垣の構造自体が複雑な場合はモデル化が難しい。	
数値解析による方法	有限要素法	広く使われている FEM に改良を加えた方法である。石垣および背面地盤を連続体としてモデル化し、石材間にはジョイント要素等を、また間詰め石を表現する特殊な要素を石垣の挙動を再現することを試みている <sup>13)</sup> 。	この手法は土木構造物の解析に幅広く用いられており、不連続面を有した岩盤解析にも広く適用されている。	弾性解析では、石垣を連続体として扱うため、石材のずれや孕み出しなどの変形の評価は困難である。また、間詰め石等を表現するパラメータの設定が難しい。
	個別要素法	対象を個々に分離する円形の要素として扱う方法で、落石や雪崩のシミュレーション等に用いられる。石垣解析では石垣を個々の要素として表現できるので、孕み出しや地震時の抜け落ちも直接的に評価することが可能である。また、視覚的にわかりやすい解析が可能であり、動的な解析が容易であることから、地震時等のシミュレーションに適する。	石垣の地震時の安定性を評価した事例 <sup>14)</sup> などがある。	石垣のモデル化およびパラメータの設定が難しい。特にパラメータと実際の地盤乗数の関係式に不明確な部分が残っている。
	不連続体モデル解析法	個別要素法の要素が円形であったのに対して、任意形状の弾性体ブロック間の接触、すべりを表現できる。任意の要素間の接触、分離は自由であるが、ブロック間の食い込みは許容しないため、石垣のような構造解析には適している。	石垣では新たに構築された石垣の安定性評価の研究で適用された事例 <sup>15)</sup> がある。	石垣の背面構造のモデル化を正確に行う必要がある。また、地震時の挙動については解析上の工夫を要する。



変状が発生していない状況



地震動入力後の状況  
(200gal 正弦波×10 波)：震度 5 強程度

図-3 DEM による動的解析事例

提案されている。石垣の安定性評価に関する主な手法をまとめて示した。この表に示した安定性の評価手法の中で、個別要素法（DEM：図-3 参照）や不連続要素法(DDA)は、パラメータの設定方法や解析結果の検証においてまだ課題が残っているものの、個々の石材の動きを不連続体として表現できる手法である。この石垣の地震時の変状の予測や対策工の効果の推定などの面で活用できることが考えられ、今後の石垣の安定性評価において有効な手法の一つであると考えられる。

このように、ここでも土木分野で発展してきた解析手法が石垣の安定性評価に大きく役立つものと考えられ、これまで経験的、主観的な評価だったものを客観的な評価へと変えることが可能となるものと考えられる。

### （3）石垣の安定性確保のための設計・施工

前述したように石垣の補修では近代工法の使用が大きく制限されることから、補修工事においても、基本は背面地盤の掘削部分の強度を締固め等により確保し、裏栗の充填を十分に行い、適切な寸法の石材を正しく配置するという点に集約される。ただし、基礎地盤に軟弱層が存在するなど問題がある場合や、当初は水堀だったものが空堀になった場合など環境の変化が生じた場合は、適切な対策を講じる必要がある。なお、この対策工についても監督部署との協議が必要であり、安易に地盤改良などを採用できない点などに留意する必要がある。

また、法面の安定性を向上させるために通常の土木分野では、勾配の検討を行うことが一般的であるが、石垣については、勾配は歴史的な側面から決定されることとなり、安定性の側面から勾配や断面形状が変更されることは、まずないと考えてよい。ただし、先に述べたように、築造後 400 年以上を経過し、何回かの地震を経験しても安定している石垣も少なくないことから、石垣の構造メカニズムを現代の解析技術で検討し、先人が経験的に知り得た知恵を再確認した上で、現在の保全事業に活用することが、今後求められるも

のと考えられる。

#### 4. 景観的な側面からの石垣保全

城跡を歴史的に貴重な観光資源として活用する場合は、石垣が持つ景観構成要素の持つ重みはかなり大きいものと考えられる。例えば、石垣と天守という典型的な組合せだけではなく、樹木と石垣が構成する要素も日本的な景観として広く市民権を得ていると考えられる（写真-5）。



写真-5 石垣上の樹木（大阪城）

しかし、本来、石垣の上部は建造物が作られており、外的の侵入を容易にする樹木を植えることはなかったことから、こうした景観は明治以降、多くは戦後の公園化事業

の中で行なわれたものである。さらに、石垣上部の樹木は根の張り出しにより石垣に悪影響を与える可能性もあり、決して保全上は望ましいものではなく、文化財保全の視点からはむしろ樹木の伐採が要求されることがある。

こうした問題に対しては、純粋に技術的な側面からは、根による石垣への影響を正確に把握することや、その影響を最小限に留めるための技術などが活用できるものと考えられるが、むしろさまざまな価値観を調整し、一つの対応策を見出す努力が必要である。

こうしたことから、文化保全の見地と公園整備の見地が一致しない場合は、市民を含めて、文化財担当者、公園管理者とのコンセンサスを得る必要がある。こうした異なった価値観の中で合意形成を図るケースは、土木分野では一般的であり、こうした面でも土木事業の分野での経験や技術が石垣保全においては有効に役立つものと考えられる。

#### 5. まとめ—今後の石垣保全の在り方について—

以上、本稿では石垣の保全における「文化財的な側面」、「土木的な側面」と「景観的な側面」の3つの側面から検討を行ってきた。こうした側面は他の土木遺産の保全でも重要ではあるが、石垣が他のものと大きく異なることは、その歴史の古さにあるものと考えられる。すなわち、橋梁やトンネル等の土木構造物の多くは構築されてから古いものでも100年程度のものが大半を占めると考えられるが、石垣はそのほとんどが既に400年程度の時間が経過している。このため、石垣は土木遺産と認識される以前に文化財として捉えられていることが他のものとの大きな差になっているものと考えられる。

こうした違いは、例えば保全にかかわる法律が、石垣では文化財保護法となり、現状の変更自体が法律上で大きく制約されていることや、専門家委員会等の構成も歴史や考古学系の研究者が主体を占めてきたことも、このことによるものであると考えられる。また、建築の分野では古建築に関する研究が古くから行なわれており、古い木造建築物に関する工学的な研究もなされてきたのに対して、石垣を土木工学的に研究する研究者が少なく、その分野が成立してこなかったことも大きな課題であると考えられる。

こうした背景において、今後は、石垣の土木構造物としての側面についての研究を進め、文化財としての石垣に加えて、土木構造物としての石垣の特性を明らかにした上で保全に

についても考えていく必要があるものと考えられる。また、同時に伝統技術の持つ工学的な意味を再確認し、後世にその意味を伝承することも重要なことと思われる。これは単に旧来の徒弟制度の中で技術の伝承を図るのではなく、可能な部分は極力一般知識化し、それができない部分については経験をしっかり積むことができる教育制度の作ると同時に、そうした技術者・技能者が十分に生活できる量の仕事量の確保も課題であると考えられる。

一方で、天然資材である石材を土木材料として効果的に利用することは環境問題を考える上でも、有利であると考えられ、十分な安全性を確保することと、標準的な設計方法が確立すれば、石垣構築技術は新しい土木技術として再確認される可能性がある。こうした動きが、技術の伝承と仕事量の確保についても一つの解決策を提示することとなるのではないかと考えられる。





## 1. はじめに

土木遺産の中でも地盤構造物となると非常に限定される。地盤構造物はいうまでもなく土で構築されたものであり、鉄やコンクリートに比べると、風雨や地震、飛来物の衝突、動植物による損壊などといった外力に対して脆弱であるため、そのままの形で長期にわたって残存させるのが難しい。逆にこの加工しやすさを、破損しても人力でも容易に修復できるという特長として、被災時にも早期に復旧することができる構造物であることが強調されることもある。

土木遺産“社会基盤インフラとして現役で利用されている地盤構造物”ということでは、遺産という古い構造物としての残存率はきわめて低くなること、残っていても何度も修復されて結果的に新しい構造物となっていて、もはや遺産としての真正性を担保できないことなど、鉄やコンクリートを用いた構造物である橋梁やトンネルと比べて格段に少なくなる。城壁の石垣や堰堤、潜堤など石ベースのものを別とすると、わずかに、堤防、道路（街道）などがあげられるが、堤防は河川の改修や付け替えなどで補修や作り替えが行われており、ほとんどが遺産と呼べるものではない。土木学会選奨土木遺産リストをみても、土のみで構築された土木遺産は見あたらない。

本章では、地盤構造物遺産として、古墳など土盛りの文化財を対象として議論を展開する。文化財は社会基盤インフラではないが、古代からそのままの形で現代に残存している地盤構造物であり、その調査、修復、保存技術は、考古学や保存科学のみならず、土木工学や地盤工学の知見と技術を駆使することによって、社会共有の財産である文化財を適切に次世代に受け渡していくという重要なミッションを達成する一助となるものと考えられる。

## 2. 地盤遺跡の調査技術

地盤遺跡を形成している材料は土であり、その保全のためには土の特性に沿った調査を行い、補修や保存に必要な物性値や力学定数を適切に把握することが必要となる。一方、通常の土木構造物建設のための調査と異なるのは、対象とする地盤を損壊したり、大きく変状させてはならないという制約が課せられることである。

### (1) 発掘調査と平行して実施できる物理特性調査

地盤遺跡が発見されると、まず発掘調査が行われる。いわゆる考古学的な調査である。通常、考古学的な価値を探るために丁寧に土層を削りながら観察が行われるが、この時削り取られる土は、遺跡として存在していたものと同じものではあるが、地盤工学的には現地でも有していた構造を失った「乱れた試料」という範疇の土になる。考古学調査では、削り取られた後に現地盤に残されたものに遺跡として価値を認め、研究の対象となる。削り取られた土も遺物であるが、基本的には既に破壊されたものであり、供試体として土質試験に使用することへのハードルはさほど高くない。土は構造を乱してしまうと剛性や強度といった力学量は現地存在する状態でのものを再現できないが、基本的な物理量の評価には問題なく用いることができる。

#### ア) 含水比

土は土粒子と土粒子間の空隙から構成されるが、空隙には空気と水が存在する。土の全重量  $W$  を測定し、それを炉乾燥させて乾燥重量  $W_d$  を測定する。元々  $W$  の中に含まれていた水の重量  $W_w = W - W_d$  となる。この時、含水比  $w_n$  は  $w_n = W_w / W_d$  と定義される。つまり、土に含まれる水の土粒子に対する重量比であり、この値が高いと水が多く含まれる土、少ないと乾燥気味の土ということになる。一般に同じ土であれば、含水比が高くなると強度が低下する傾向があり、直接強度を測定できない場合であっても含水比の情報があれば、土の状態やおよその強さを推定することができる。

#### イ) 土粒子密度

土を構成している土粒子の密度であり、ピクノメータと呼ばれる装置によって求めることになっている。詳細は地盤工学会編：土質試験の方法と解説<sup>1)</sup>を参照されたい。土粒子密度  $\rho_s$  は土を構成する土粒子の鉱物組成に依存し、火山性の岩片が卓越するような材料では大きくなり、火山灰や凝灰岩系の鉱物が多ければ小さくなる。

#### ウ) 粒度分布

土を構成する土粒子の大きさがどのように分布しているのかを調べるために、砂質土についてはふるい分け試験<sup>1)</sup>が、粘性土については沈降分析試験<sup>1)</sup>が行われる。これにより、粒径加積曲線が求められ、対象としている土が粗いものから細かいものまで配合されているのか、単一粒径の材料で構成されているのかといった情報を得ることができる。一般的に粒度の良い土（土が粗いものから細かいものまでまんべんなく配合されている土）は締固めによって高密度化しやすく、強固な土構造物を構築することができる。とされている。

#### エ) X線回折試験

結晶物質に X 線を照射すると、反射する X 線は結晶物質が持つ格子面間隔と X 線波長によって決定される回折角のところで強くなるという原理を利用して、X 線回折のパターンから土に含まれる結晶物質を特定することができる。一例として、図-1 に奈良県高市郡明日香村にある 2 つの古墳から採取された墳丘の土に対する X 線回折試験結果<sup>2)</sup>を示す。カヅマヤマ古墳は真弓丘陵に構築された磚積古墳であり、スメクタイトやパーミキュライトといった粘土鉱物が多く含まれているのに対し、同じ明日香村でも檜隈地区に構築された高松塚古墳の墳丘土は典型的な花崗岩起源のマサ土であり、カヅマヤマ古墳の墳丘土に用いられている土とはかなり異なっていることがわかる。

### (2) 原位置試験法による物性値の評価方法

(1) では発掘調査に伴って得られる土の削り取られた試料を活用して室内試験によって比較的簡単に測定できる物性値について紹介した。実際の発掘調査においても、こうした諸量については求められている場合もある。しかしながら、非常に重要でありながら、求めるのが難しい物性値として、土の湿潤密度  $\rho_t$  をあげておく必要がある。土の湿潤密度の定義は、よく知られている密度の定義そのものの、(土の重量/同じ土の体積) であり、一見容易に測定できると思われるかもしれない。ところが、2.1 の含水比のように重量比であれば構造を崩してばらばらになった状態でも測定できるが、現場で乱さずに試料を採取し、かつ体積を正確に求めるのは非常に難しい。密度は土の締まり具合そのものであるため、力学特性に直結する。すなわち、密度が高くなれば土は強くなり、低くなれば強度低下を引き起こす。このように、非常に重要な物性値であるにもかかわらず、原位置における地盤の密度を測定するのは容易ではない。そこで用いられるのが、ガンマ線を用いた原

位置測定法である。ガンマ線を土中に照射すると、土の密度の高低によって土中を通過するガンマ線量が規定されるため、通過してきた到達ガンマ線をカウントすることによって非破壊で現地盤の密度を測定することができる。代表的なものとして、図-2 に示す表面透過型 RI 密度測定器がある。測定原理は、線源から放射されるガンマ線のうち、土中を通過してくるものをヨウ化ナトリウムシンチレーション検出管で測定し、別途実施する校正試験から得られている密度～ガンマ線カウント関係によって測定されたガンマ線カウントを密度に変換することによって地盤中のある領域の平均的な湿潤密度を測定するものである。

### (3) 原位置における盛土の構造評価

地盤遺跡は盛土構造物に分類され、自然地盤上に構築されている。構造物の健全性評価や保存のための処置に関する検討にあたり、保全すべき構造物の形状や規模を正確に把握する必要がある。土質試験と同様に、非破壊試験、調査法によって遺跡を損壊することなくこうした情報を得なければならない。このような条件をクリアする方法は、物理探査・検層である。物理探査は地下資源調査の探査に用いられたもので、種々の物理量を用いて間接的に地盤性状を解析する調査技術である。その意味では前節で紹介した RI による密度検層も物理探査の一種であるが、本節では地盤遺跡としての人工盛土構造物の同定という目的に適う試験法を説明する。地盤遺跡の規模を考慮すると、対応深度が 10m までを最も得意とする表面波探査と地中レーダー探査が適している<sup>3)</sup>と考えられ、地盤遺跡調査への適用実績も考慮して、以下、この2つのタイプの探査法について簡単に紹介する。

#### ア) 表面波探査

ハンマーや起震機によって地表面に人工的な弾性波動を生じさせると、P 波、S 波が地中を伝播し、地表面には表面波が伝播する。この表面波を用いて地盤の速度構造を評価する探査手法を表面波探査という。表面波探査は通常の屈折法による弾性波探査の弱点である硬軟互層地盤の探査が可能であり、沖積地盤、盛土、埋土、地下空洞など地盤内部の異種構造の探査には適している。また 10m 程度の深度であれば、震源として掛矢で十分であり、大がかりな装置を必要としないので衝撃も少なく、遺跡への悪い影響も最小限に抑えられるという特長を併せもっている。

#### イ) 地中レーダー探査



地中レーダー探査では、図-3 に示すように送信アンテナから電磁パルスを地中に向けて発信し、地中にある異物から反射する信号を受信アンテナで観測する。図では、地盤遺跡の盛土が自然地山を覆っているケースを想定しているが、送信した電磁パルスが受信されるまでの時間を計測しておき、自然地山の位置と深さを推定することになる。地下遺構の調査や土器などの地中遺構の調査にもよく使われているが、その他にもガス管などの埋設管調査、埋立地の旧地形調査、路面下の空洞調査などにも広く用いられている。


### 3. 地盤遺跡の強度特性評価





地盤遺跡の保全に際し、その真正性を確保しつつ修復など人的な働きかけを行う場合、地盤の強度と安定性の担保は最重要課題である。もちろん遺跡を崩壊させるようなことがあってはならないし、小規模な損壊であってもできる限り避けなければならない。つまり、2. で述べた土の諸物性や遺跡の構造調査と同様、非破壊に近い条件でという制約は免れず、個々の現場の条件にしたがって最も適切で効果的な方法を選択する必要がある。

### (1) 試料採取やサウンディングが認められる場合

地盤遺跡からの試料採取は、遺跡の一部を切り取るということであり、一種の損壊行為である。したがって、通常は発掘時に削り取られる土を転用して試料とすることで対応せざるを得ない。2. のような物性試験についてはそれでほぼ問題ないが、本節で説明するような強度特性ということになると、現地の土の構造をそのまま試験室に再現する必要があるが、削ったり崩したりした土は既に現地の構造を失っているため基本的には使えない。このため、通常地盤工学で行われる試料の不攪乱サンプリング+室内試験という手法が適用できるのは例外的であると考えておかなければならない。ここでは、その希少な事例として2004年度に実施された、国宝高松塚古墳壁画恒久保存対策に関わる発掘調査に際して、極めて例外的に行ったいくつかの試験について紹介する。

高松塚古墳壁画はカビや細菌、虫類による生物被害と漆喰の劣化、墳丘の不安定化など生物的被害と物理的被害を受け、現地保存が不可能になったという判断に基づき、石室を解体し、壁画を取り出して、温湿度環境を完全に管理した保存施設に保管して壁画の修復を行うことになった。そのためには、墳丘の発掘と掘削、石室石材の吊り上げという土木工事が付随して行われることになり、古墳の地盤構造物としての強度特性、安定性についての慎重な検討が必要となる。こうした要請のなか、2004年度に実施された発掘調査に際して、に示す石室まわり3ヶ所(●で示すB-1, B-2, B-3)において、墳丘構造の把握と、壁画被害の要因調査、さらには墳丘土の力学特性の把握のために、石室周辺の墳丘土および高松塚古墳墳丘土の不攪乱試料採取を実施した。試料採取にあたっては、①墳丘を傷めない、②石室への水の侵入を防止する、③振動による壁画面の剥落を防止するという制約のため、単管支持の空中に突き出した工事用パネル上に機材を設置し、振動の少ない電気モーター制御のボーリングマシンを使用し、孔壁保護およびずりの排出のための泥水を使用せず、圧縮空気を送気するという非常に特殊な「エアーボーリング方式」を採用した。に採取試料の一例を示す。外から見えるようにということで、アクリルの透明サンプラーを使用した。数cmごとに縞模様が認められるが、これは版築(土を数cmごとに撒きだして、杵のような搗棒で突き固めて高密度化し、これを繰り返すことによって締固め層の積層構造を持った盛土に仕上げる)という構造で、同図に示すように、RIコア密度測定によって約5cmごとに密度の高低が認められる。これは、搗棒が当たる面では強く締まり、撒きだした下面ではエネルギーが分散してさほど高密度化しないことによって生じるものであり、当時の密度構造が現代まで1400年の時空を超えて残存していることがわかる。

採取した現場試料を供試体化するにあたり、凍結させ、トリミングすることになるが、砂質系のマサ土であり、三軸圧縮試験用の所定の円柱形には成型できないため、圧密試験用の試料押し抜き器で周囲を拘束しながら直径60mm、高さ20mmのサイズに切り取り、一面せん断試験によって強度特性を評価した。結果の一例をに示す。一連の試験結果から墳丘版築土の強度定数、 $c$ 、 $\phi$ を求めた。

高松塚古墳墳丘の試料採取を行ったボーリング孔(に示す3地点)にケーシングを入れ、古墳墳丘地山の剛性を知るためのダウンホール式PS検層試験と、墳丘の密度構造を知るためのRI密度、水分量検層を実施した。それぞれの結果を, に示す。より、墳丘のS波速度は70~160m/sで非常に低い値を示していることが分かる。採取試料

による室内ベンダーエレメント試験によって健全な供試体レベルの S 波速度を測定すると 120~186m/s となり、現地の値を大きく上回る。この差の要因として、発掘時に発見された地震による墳丘内部の無数の地割れの存在が考えられる。写真-1 はその一例であるが、こうした地割れによって古墳そのものは大きく損傷していたことが明らかとなった。PS 検層とベンダーエレメント試験結果の比較から、版築土そのものは硬く、高い剛性を有する一方で、集合体としての古墳地山は地震による被害によって健全度がかなり低下していることが工学的数値として明確に示された。図-8 に示す RI 密度、水分検層結果をみると、古墳墳丘地盤はおよそ 15%程度の含水比を有し、深さ方向に含水比が低くなる傾向を示している。

## (2) 地盤の改変が認められない場合

地盤遺跡の調査に際して、3-1 で紹介したような、試料採取やサウンディングが実施できるのは例外的であり、通常は地盤の損壊を伴うような行為として許可されない。このような場合、どのようにして必要な地盤情報を得るのかについて実例をあげて論じてみたい。まず、一般論として、強度を求めるには対象とする土をある条件で破壊させ、破壊時の応力を測定してこれをその土の強度と定義する。非破壊で強度を求めるというのは自家撞着であり、厳密には不可能である。そこで、限りなく非破壊に近く、損壊を最小限にとどめる手法を適用することになる。遺跡として残っている土構造物は砂のような非粘着性の完全な摩擦性材料ではなく、粘着力を有する土質材料で構築されている。古墳に見られるように、版築構造のような硬く締固めた構造体を構築するためには比較的粗い砂質成分から細粒のシルト、粘土成分まで幅広い粒度分布をもっている材料が望ましい。こうした土質材料からなる地盤遺跡の強度を求めるために、針貫入試験を適用した。針貫入試験機の模式図と校正曲線を図-9 に示す。針貫入試験機は軟岩硬度計とも呼ばれ、主としてトンネル現場など、サンプリングが難しく、かつ迅速に現場強度が必要な場合に適用されることが多い。測定するのは、先端の針部分を測定対象地盤に人力で貫入したときの、スプリング部分の圧縮によって生じるスピンドルの変位量から換算される貫入力 P(N)である。こうして求められた P を用いて

①針貫入量 L が 10mm になった時の P(N)

②最大貫入力 P(N)の時の針貫入量 L(mm)

のいずれかを用いて針貫入勾配 $\Delta=P/L$  (N/mm) を算定する。 $\Delta$ と一軸圧縮強さ  $q_u$ (kN/m<sup>2</sup>)がほぼ一義的な関係にあることが図-9 (b)からもわかっているので、原位置試験によって D がわかれば、対応する一軸圧縮強さを換算することができる。この試験機は構造も簡単で、試験時にピンホール程度の孔を地盤に空ける程度の改変しか残さないもので、地盤遺跡の現場強度調査には有用である。当然のことではあるが、この装置が適用できるのは粘着力を有する自立できるような土質に対してであり、完全な砂質土には不適である。奈良県高市郡明日香村の高松塚古墳において実施した版築部分の結果と、同カヅマヤマ古墳の崩落面で実施した結果をそれぞれ図-10, 11 に示す。図-10 より、高松塚古墳の墳丘表面近くに存在する“土壌化した版築”や平安~鎌倉時代のもと思われる削平跡では低い換算強度を示している。これは土壌化することによってきちんとした版築構造をもはや有していないこと、トレンチ掘削時の応力解放や表面の乱れによってもはや十分な強度を保っていないことを示している。これに対して、版築とされた部分については、200~1000kN/m<sup>2</sup>という

かなり値にばらつきはあるが、大きな換算一軸圧縮強さを示しており、突き固めと乾燥に伴う含水比の低下によって石室まわりの地山が、健全な状態を保っていれば比較的強い固結力を有していることがわかる。一方、地震によって崩壊したカヅマヤマ古墳の崩壊面で測定された結果(図-11)は、高松塚古墳に比べてかなり低い値を示しており、山腹斜面に構築された盛土という観点から十分な強度を有しているとはいえないことがわかる。このように、発掘調査において考古学的な知見とともに、物性や強度といった地質学や地盤工学てきなアプローチを加味することで、古代の技術や地盤構造物の構築方法に関する情報を明らかにすることができる。また、地盤遺跡の保全となれば、工学的技術のサポートが不可欠であり、現地の土質材料に関する地盤工学的な試験に基づく情報なくして合理的な保全対策を打つことはできない。特に土で構築された構造物は短期的には鉄やコンクリートに比べて低強度、高変形性であり、保全措置の重要性はより高いということを心しておかなければならない。

#### 4. 地盤遺跡の保全技術とは？

土木遺産としての地盤構造物として地盤遺跡を取り上げて議論してきた。土構造物は鉄やコンクリートの人工構造物と比べて強度自体が低く、外力によって損壊しやすいという特徴があり、そのため元の形で残存しているものが非常に少ない。一方特長としては、堤防や未舗装道路などが一部被災しても、比較的容易にかつ短時間に復旧できることがあげられる。その結果、後から人工の手が入った構造物が残りやすく、遺産というよりは新たな構造物と見ざるを得ないということになる。本稿では、社会インフラではない遺産として文化財、特に土構造物ということで古墳について議論してきた。あらためて古墳のような地盤遺跡の保全技術とは？と考えてみよう。地盤遺跡の保全は元の状態で保持することによって尽きるため、構造形式を変えたり、現代的な材料で補強したりするということは選択肢にない。したがって、発掘して学術的な知見が得られると現状復帰することになる。まず調査に際しては、前節でも示したように、限りなく非破壊に近い条件で実施する必要がある。発掘調査で掘削される以上の変状を与えないという試験方法を考えなければならない。地盤遺跡ということで、土が対象となるので重要なパラメータは、まず土質分類(砂なのか粘土質なのか、有機質土なのか)、自然含水比、湿潤密度、土粒子密度(比重)、鉱物塑性といった物理特性に分類されるものがあげられる。幸いなことにこれらは発掘調査で出る掘削土を実験室に持ち帰り、そのまま試験に供することができる。これに対して強度や剛性についてはばらばらになった土では現地の構造を有した状態の強度を再現させることができない。したがって、原位置試験それも限りなく非破壊に近い条件ということになる。種々の試験方法を概観しても現段階で使用可能なものとしては、本稿で紹介した軟岩硬度計(針貫入試験)くらいしかないと思われる。針貫入試験は完全な砂質土には不向きであるが、幸いなことに残存するような地盤遺跡は、粘着力を有する自立するような材料で構築されているので、本試験法は概ね全ての現場で適用できると考えられる。こうした一連の工学的知見を併せて採っておくことで、その後の長期的な構造物の保護や保全に資する情報を与えることができる。

次に長期的な保全という側面からみると、地盤遺跡に対してできるおそらく唯一の人工的働きかけは、表面土の保護が考えられる。土をそのままにしておいては、風雨に遭うと

ガリ侵食や、土の流出が起こり、内部の遺跡に被害が及ぶことになる。したがって、植生工を施したり、植生土嚢のような補強+植生という工法を適用して内部の遺構を保護することが行われる。遺跡としての原型を変えないということで真正性を担保するということができれば、地盤遺跡の保全技術としては、埋め戻した後、異物を挿入したりする工法以外の、植生工の設置、植生土嚢などを敷くことによって地表面から損壊しないように保護するということになる。土木工学で使用されるような、セメント系材料を混ぜて土を補強する地盤改良や、アンカーや土留めを打設して変形を止めるような手法は適用できない。

## 5. おわりに

地盤遺産の保全について、調査と保存という側面から検討した。土木遺産の中で地盤構造物の占める割合は非常に小さく、ここでも紹介したように、古墳などの文化財が中心とならざるを得ない。これは、橋梁やトンネル、石垣などはコンクリートや鉄、石材など風雨や動植物による破損といった短期的な破損を受けにくい材料で構築されているのに対し、土はたとえ締固めたといっても自然外力によって容易に破損してしまうという特徴をもっているが故の宿命なのかもしれない。盛土構造物の特長として、地震や豪雨で破損してもすぐに積み直して復旧できるということがよく言われる。これは特長でもあるが、長期にわたってそのままの形で残るといふ土木遺産という目から見ると大きな問題点と言わざるを得ない。堤防など土積みの土木構造物であっても洪水などで破壊されるたびに修復（積み直し）が繰り返し行われ、そのたびに社会基盤としての機能は回復して人々の生活の安定に大きく寄与はしているが、積み直しによって結果的に新しい構造物となっていたり、地盤改良や変形防止のために矢板や土留めが土中に施工されていたりするため、土木遺産という範疇からはずれてしまう場合が多い。

一方で、1000年以上前に構築された古墳は特に何の補強もしていないにもかかわらず、現在にその形を残しているという事実は重い。しっかり構築すれば土構造物はとてつもなく長期化間その形を残すことができる。現代の土木構造物の耐用年数を考えるとその差異がよくわかる。実際、版築構造に見られる技術的な工夫と大きな強度、積層構造にすることによる浸水への抵抗性など、保全技術が凝縮されているといっても過言ではなかろう。さらに人工材料が経年劣化するのに対し、土構造物はそのメカニズムは解明されていないが、時間とともに新たな粒子間結合の発達やエイジングによる強度の増加があるとされている。その意味では、初期に構築された時点で保全に対する工夫は内蔵されているのかもしれない。逆に現代の人間による発掘調査によって部分的に破損を受けた箇所をどのように修復、保全するのかについて考えてみると、同じ土でそのまま埋め戻すか植生土嚢で保護するか、適用できる方法は非常に限られていることが確認できた。何もしなければさらに長期間保全されたはずの構造物を、手を加えたことによってその命を縮めるようなことがあってはならない。

## 参考文献

- 1) 土質試験の方法と解説，地盤工学会編
- 2) カヅマヤマ古墳の調査，明日香村教育委員会，2007

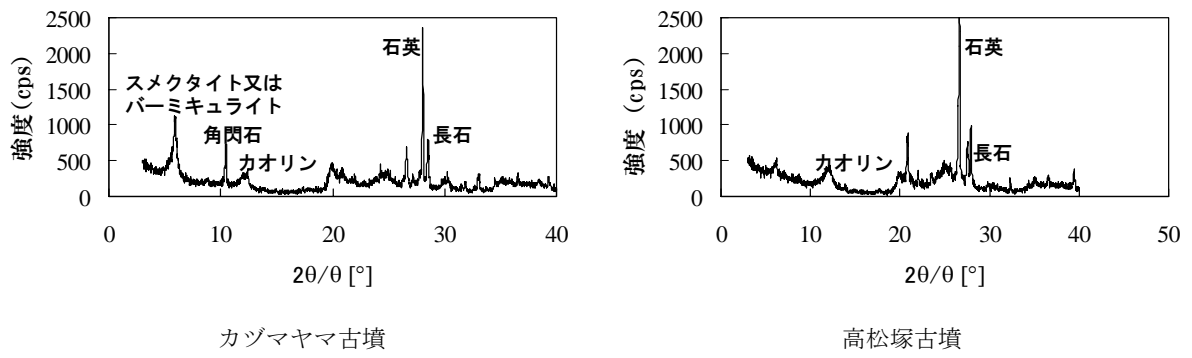


図-1 X線回折試験によるカヅマヤマ古墳と高松塚古墳墳丘土の鉱物分析結果<sup>2)</sup>

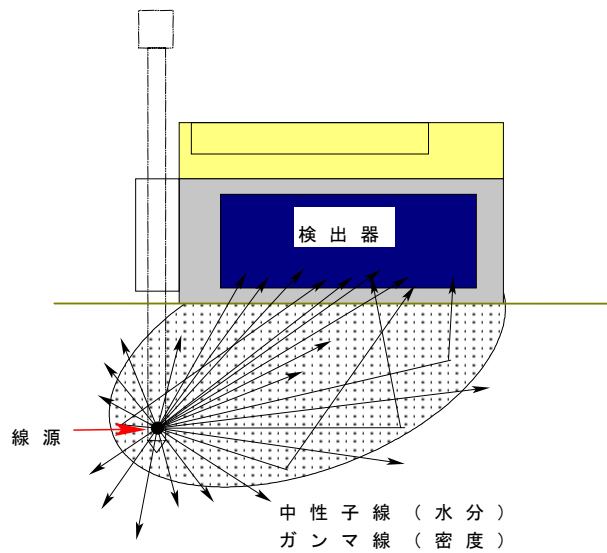


図-2 表面透過型 R1 密度・水分計の測定原理

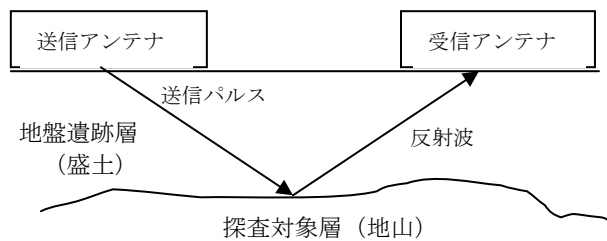


図-3 地中レーダーによる地盤調査測定原理



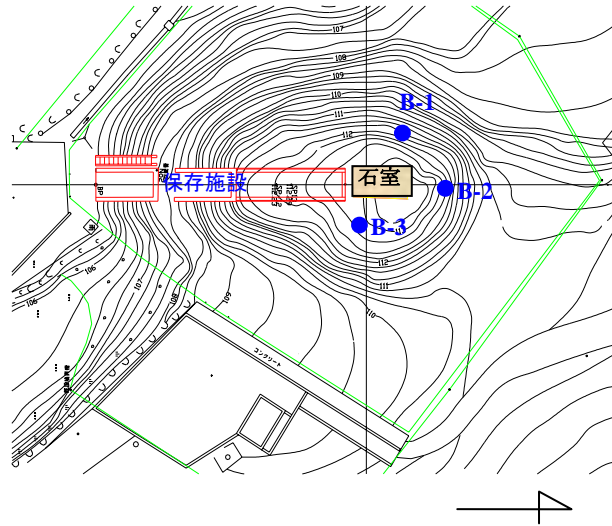


図-4 高松塚古墳平面図と調査ボーリング位置

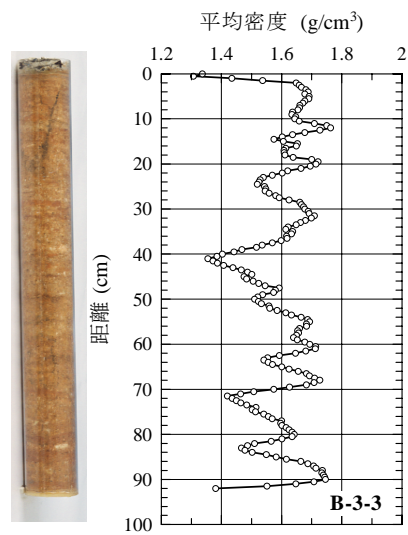


図-5 高松塚古墳墳丘版築部から採取した試料と RI コア密度測定結果  
 (B-3-3 は図-4 における B-3 孔から採取した上から 3 番目のコアであることを示す)

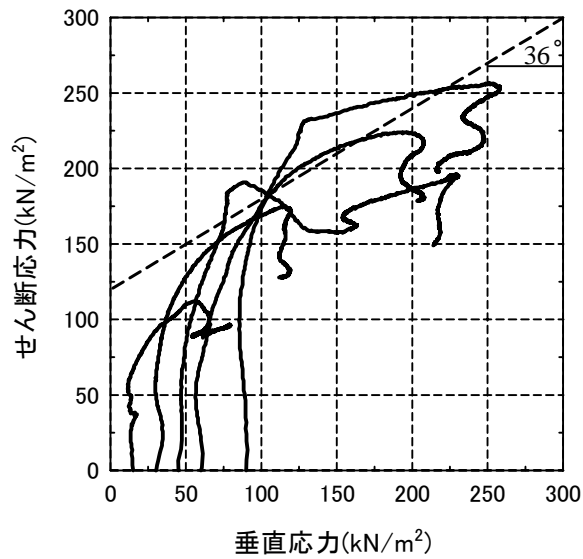


図-6 高松塚古墳墳丘版築土 (B-3) の排水排気一面せん断試験における応力経路と破壊線

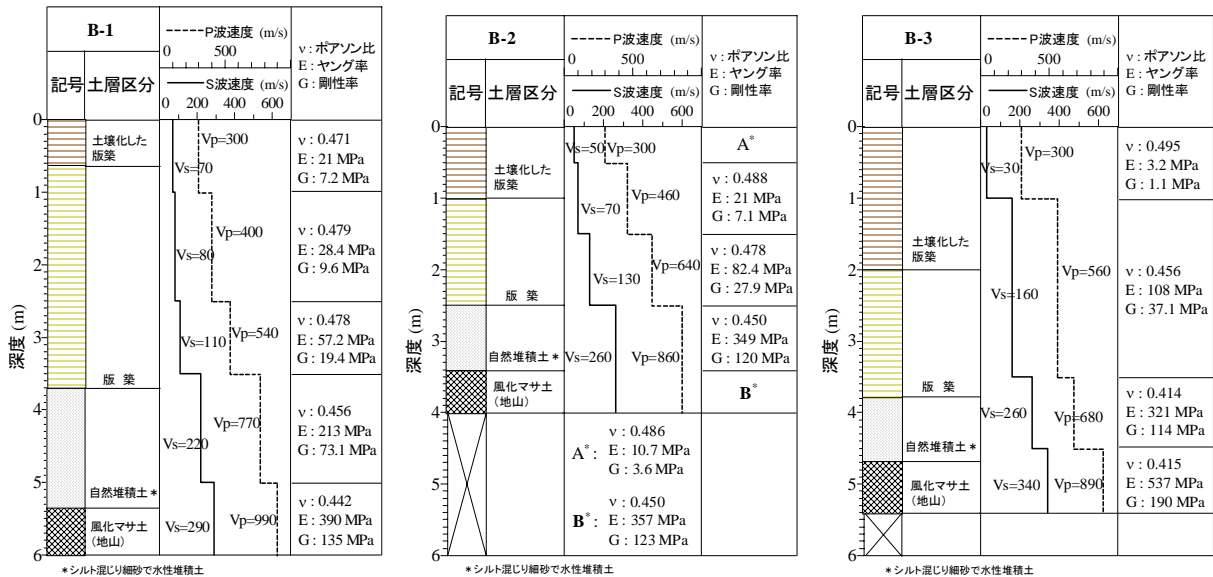
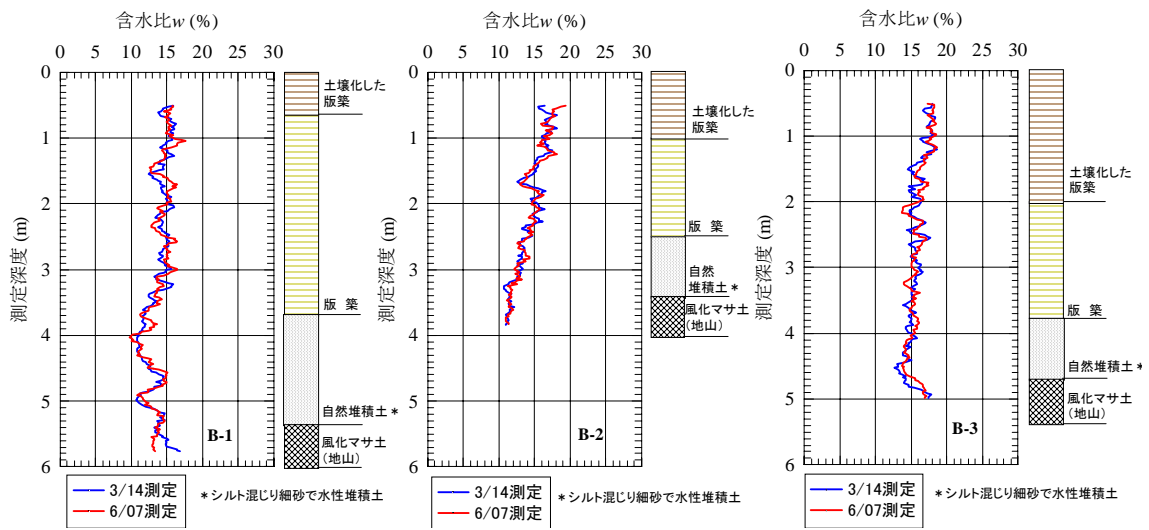
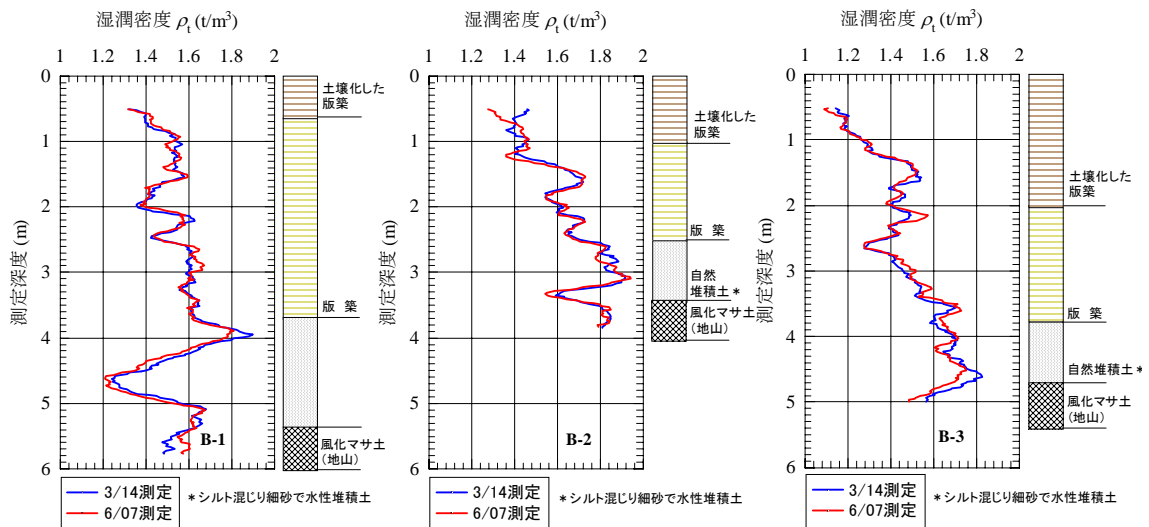


図-7 高松塚古墳墳丘におけるPS速度検層試験結果

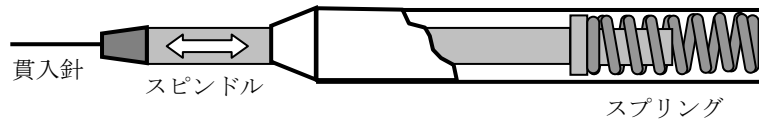


(a) RI 水分量検層による墳丘の含水比分布

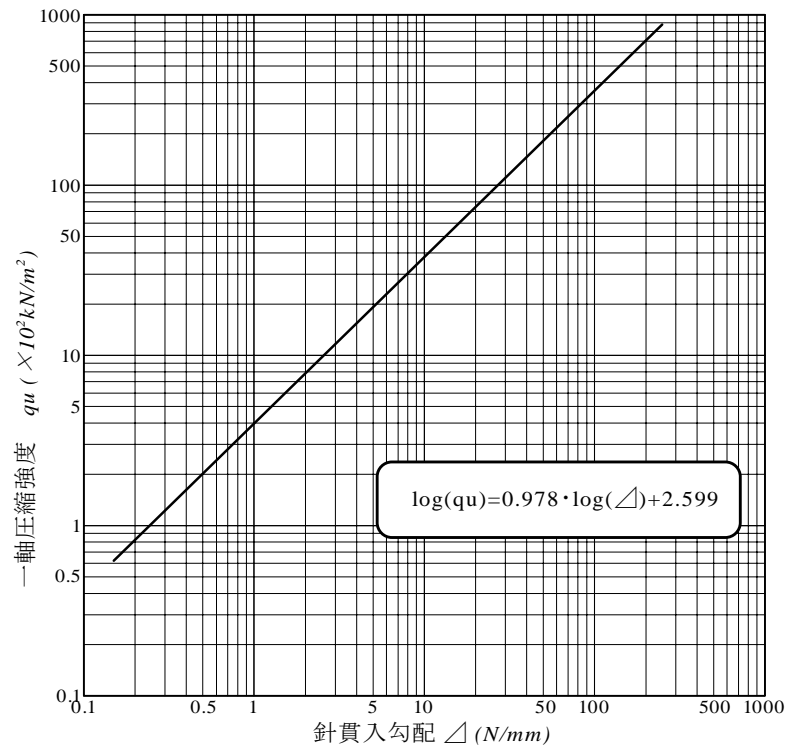


(b) RI 密度検層による墳丘の湿潤密度分布

図-8 ボーリング孔内 RI 水分量，密度検層による高松塚古墳墳丘内部地盤状況評価



(a) 針貫入試験機の構造



(b) 針貫入勾配と一軸圧縮強さの関係

図-9 針貫入試験機の構造と測定値と土の一軸圧縮強さとの校正関係

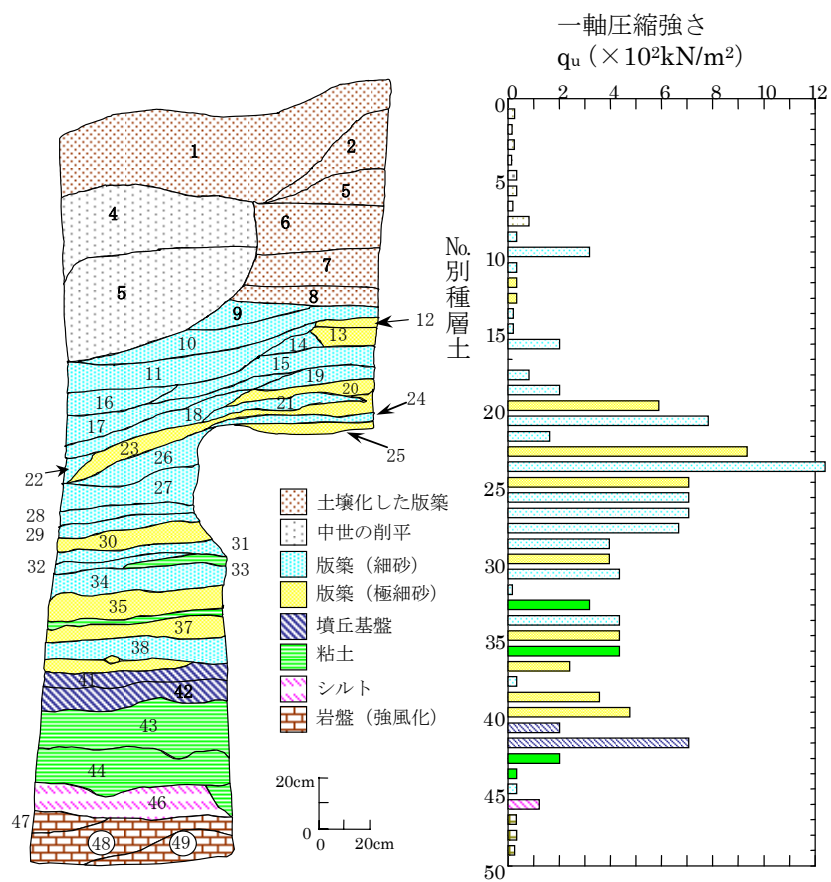


図-10 高松塚古墳墳丘断面における針貫入試験による強度分布の一例

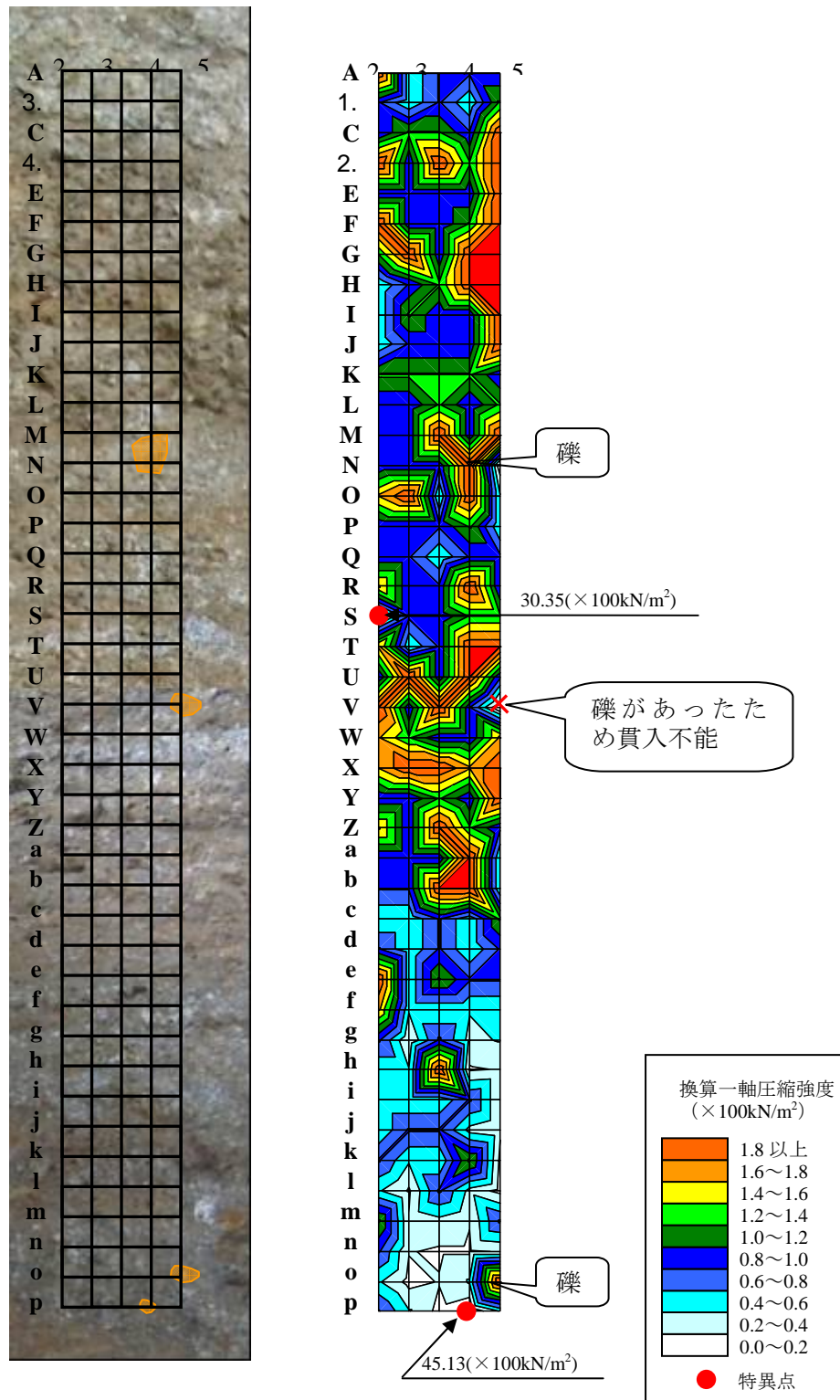


図-11 カツマヤマ古墳墳丘すべり面における針貫入試験による強度分布<sup>2)</sup>



写真-1 発掘調査で発見された高松塚古墳墳丘版築層内の地震による地割れと亀裂





## 第8節 トンネル技術

小野田 滋・小島 芳之（(財) 鉄道総合技術研究所）

### 1. 保存対象としてのトンネルの特徴

トンネルは、地中に所定の空間を確保することを目的として建設される線状の土木構造物で、一般にその内部は同じ断面の空間が連続しているだけである。もちろん、トンネルの出入り口に設けられる坑門（ポータル）にそれなりのデザインが施されたりもするが、トンネルの本体となる部分はいくまでも地中の空間を構成する部分なのである。

トンネルはまた、解体してどこかほかの場所へ移設することができないため、現地での保存を余儀なくされる。特にトンネルは、地形条件や地質条件など、自然環境の影響を強く受けて建設される構造物なので、山奥から坑門だけ移設しても、それ自体にトンネルとしての意味はない。

従って橋梁などのように、全体を周囲から見渡すことができず、その内部を通過することによってのみ、トンネルの構造そのものを認識することが可能となる。トンネル自体も、地中に空間を確保して歩行者や自動車、列車、河川などを通すことにその存在意義があるため、保存・活用にあたっては内部を何らかの方法で観察できることが望ましい。

### 2. トンネルの維持管理方法

#### (1) トンネルの維持管理基準の沿革

トンネルの維持管理方法について、鉄道分野における事例を紹介すると、1974（昭和49）年に日本国有鉄道が制定した「土木建造物の取替標準（土木建造物取替の考え方）」に遡ることができる。この「標準」では、それまで個々に行われてきた土木構造物の維持管理方法をはじめ統一したマニュアルとして体系化し、共通した基準を設けたという点で画期的な意義があった。1987（昭和62）年の国鉄民営分割化以後も、JR各社等ではこの考え方を基本として維持管理を続けてきたが、トンネルに関しては、1990（平成2）年10月に「トンネル補強・補修マニュアル」を作成し、その後、1999（平成11）年のトンネル覆工剥落事故を受けて同年2月、運輸省により「トンネル保守管理マニュアル」が全ての鉄道事業者に通達された。さらに2000（平成12）年5月には、これを補足した形で「トンネル保守マニュアル（案）」が、また2002（平成14）年3月には都市トンネル向けとして「都市トンネル保守マニュアル」が相次いで作成された。

一方、平成13年12月には、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」が制定され、鉄道の技術基準を性能規定化することが示された。こうした背景に基づいて、2007（平成19）年1月に国土交通省より「鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編）」（以下、「維持管理標準」と称する）が通達され、コンクリート構造、鋼・合成構造、基礎・抗土圧構造、土構造、トンネルの各構造物ごとに、その維持管理の基本的考え方が示された。このうちトンネル編については、「土木建造物の取替標準（土木建造物取替の考え方）」「トンネル補強・補修マニュアル」「トンネル保守管理マニュアル」「トンネル保守マニュアル（案）」「都市トンネル保守マニュアル」の成果をベースとして、その改訂版として位置付けられており、現在に至っている。

#### (2) トンネルの維持管理の考え方

トンネルの維持管理標準では、1) 列車の運行と旅客公衆の安全性を確保するために性

能照査型の体系を構築すること、2) 全ての鉄道事業者に適用するため幅広い技術レベルを含んだ体系とすること、3) トンネル以外の構造物と共通した体系とすること、4) これまで実施されてきた維持管理体系を大きくは変更しないこと、という基本方針が示され、①検査区分、②検査周期、③検査員、④調査項目と方法、⑤健全度判定、⑥措置、⑦記録、の考え方と方法が整理された。

維持管理標準の適用範囲は、山岳工法トンネル、シールド工法トンネル、開削工法トンネルの各工法を含み、覆工材料も石、煉瓦、コンクリートブロック、無筋コンクリート、鉄筋コンクリート、セグメントと多岐にわたる材料・構造からなる覆工全体を対象としている。また、覆い工（緩衝工、落石覆い等）についても、はく落に関する安全性の項目はトンネル編を準用できることとした。トンネルにおける維持管理の全体の流れは、図-1のように示される。

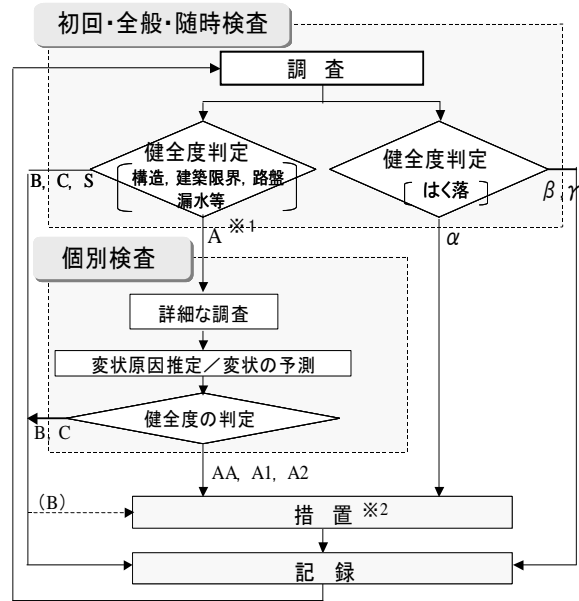
維持管理標準では、構造物の要求性能について、安全性、使用性、復旧性に分類している。このうち安全性は、構造物が使用者や周辺の人々の人命を脅かさないための性能で、構造物としてのトンネルの安定性、建築限界と覆工との離隔、路盤の安定性、はく落に対する安全性、漏水・凍結に対する安全性が含まれる。使用性は、構造物の使用者や周辺の人々に不快感を与えないための性能および構造物に要求される諸機能に対する性能で、漏水・凍結に対する使用性、表面の汚れ、周辺環境への影響などが考慮される。復旧性は、構造物の機能を使用可能な状態に保ったり、短期間で回復可能な状態に留めるための性能で、万一災害を受けても崩壊せずに早期に復旧できることが求められる。

### (3) トンネルの検査

トンネルの検査は、初回検査、全般検査、個別検査、随時検査に区分され、このうち全般検査はさらに通常全般検査と特別全般検査に区分されている。鉄道トンネルの全般検査の検査周期は、通常全般検査が2年、特別全般検査が新幹線トンネルで10年、新幹線以外のトンネルで20年と定められている。なお、トンネル以外の構造物では、特別全般検査を行った上で構造物が良好な状態にあることを確認し、ある一定の条件を満たせば通常全般検査の周期を延伸することが可能であるが、トンネルの場合は覆工の一部がはく落した場合は運転保安に重大な影響を及ぼすことから、検査周期の延伸は考慮されていない。

初回検査は、新設トンネルおよび大規模な補修・補強を行った箇所の初期状態を把握するために行われるもので、検査方法は特別全般検査と同様である。

通常全般検査は、変状の有無とその進行性、変状発生箇所の状況を把握することを目的として、トンネルの全般にわたって定期的実施する検査で、トンネルの安全性に直接影響を及ぼす変形、ひび割れ、漏水等の項目を重点的に調査するほか、変状の発生・進行に



※1 AAの場合は緊急に措置を講じた上で個別検査を行う  
 ※2 αの場合は劣化・剥落対策工等の補修・補強の措置が必要

図-1 鉄道トンネルの維持管理の手順

表－１ 健全度の判定区分

(a) 剥落以外の変状に対する判定

健全度	構造物の状態
A	運転保安, 旅客および公衆などの安全ならびに列車の正常運行の確保を脅かす, またはそのおそれのある変状等があるもの
	AA 運転保安, 旅客および公衆などの安全ならびに列車の正常運行の確保を脅かす変状等があり, 緊急に措置を必要とするもの
	A1 進行している変状等があり, 構造物の性能が低下しつつあるもの, または, 大雨, 出水, 地震等により, 構造物の性能を失うおそれのあるもの
	A2 変状等があり, 将来それが構造物の性能を低下させるおそれのあるもの
B	将来, 健全度 A になるおそれのある変状等があるもの
C	軽微な変状等があるもの
S	健全なもの

注1: 健全度 A1, A2, および, 健全度 B, C, Sについては, 各鉄道事業者の検査の実状を勘案して区分を定めても良い。

(b) 剥落に対する判定

健全度	変状の状態
$\alpha$	近い将来, 安全を脅かすはく落が生じるおそれがあるもの
$\beta$	当面, 安全を脅かすはく落が生じるおそれはないが, 将来, 健全度 $\alpha$ になるおそれがあるもの
$\gamma$	安全を脅かすはく落が生じるおそれがないもの

結びつくような周辺環境の変化についても把握する。全般検査の終了後は、表－１に示す健全度判定区分に従って判定区分を行い、健全度 A のうち、安全を脅かす変状等がある場合は AA と判定して緊急に使用制限や補修・補強等の措置を行うほか、健全度 A と判定された場合は、個別検査を実施して詳細な健全度判定を行う。

特別全般検査は、健全度判定の精度を高めることを目的として行われるもので、高所作業車等を用いて覆工に接近して入念な目視検査を行うほか、打音調査などが実施される。特別全般検査の周期は、新幹線で 10 年、新幹線以外で 20 年で行うこととしており、通常全般検査に代えて実施することも可能である。

個別検査は、全般検査や随時検査で健全度 A と判定されたトンネルに対してより精度の高い健全度（健全度 A1, A2 等）の判定を行うことを目的とした検査で、健全度 A 以外のトンネルに対しても、予防保全的な観点から必要に応じて個別検査が行われる。個別検査では、変状原因の推定および変状の進行の予測を行うためのデータ収集に主眼が置かれ、計測器によるモニタリングや、サンプルによる強度試験、化学分析、数値解析などが実施さ

れ、これらのデータに基づいて変状原因の推定や変状の予測が行われる。

トンネルの変状原因は、図-2に示すように変状を生じさせる直接の原因である「外因」と、外因による変状を促進させる「内因」の2つに区分される。トンネルの変状は、長期にわたって緩慢に進行し、地形・地質や地下水等の周辺環境に依存することが多い。このため、精度の高い予測が難しく、丹念な調査によって精度を上げる必要がある。また、トンネルの建設時の状況などの文献調査や、過去の類似例などの調査も、変状原因を推定する上での重要な情報である。

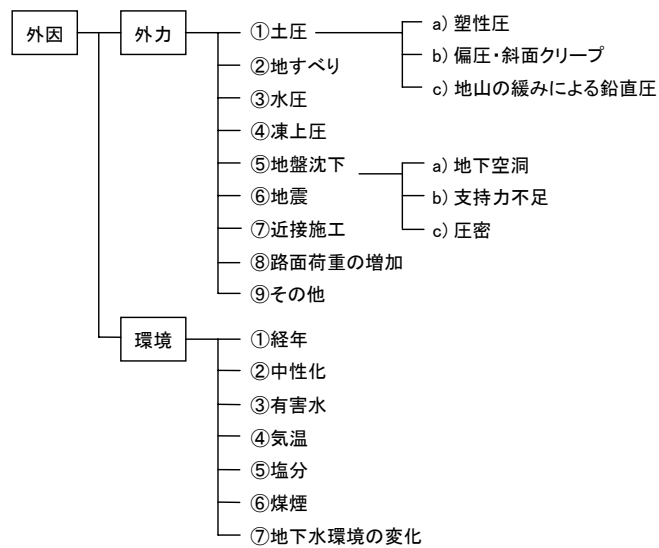
随時検査は、地震、大雨、火災、近接施工などによって変状の発生または進行のおそれがある場合に行われるもので、全般検査、個別検査以外に必要なと判断された場合に不定期で実施される。また、あるトンネルで変状が発見された場合に、他のトンネルを対象にして緊急に行う検査も随時検査に相当する。

#### (4) 補修・補強対策工

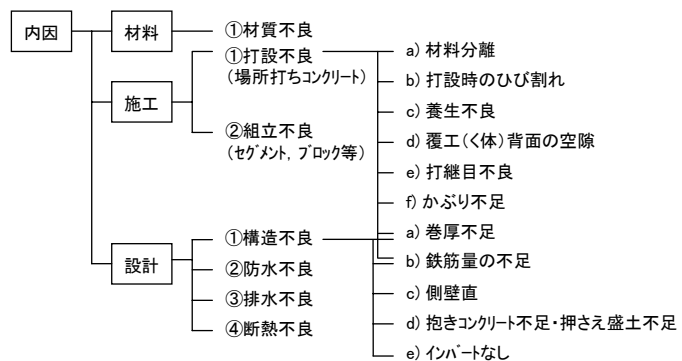
トンネルの機能低下に起因する事故や、災害を未然に防ぐため、検査後の措置としてトンネルの監視、補修・補強対策工が行われる。

監視は、目視等により変状の状況や進行性を確認する措置で、これに対して補修・補強は、変状が生じた構造物の機能を回復させるか、機能の低下を遅らせるための措置として行われる。このほか、トンネルに使用上の制限を加え、列車の運転停止、入線停止、荷重制限、徐行などが行われる場合や、改築・取替えによって構造形式を部分的あるいは全体的に取り壊して変更する措置も採用される。

トンネルでは、補修・補強対策工を、①劣化・はく落対策工、②漏水・凍結対策工（漏水対策、凍結対策、路盤沈下対策など）、③外力対策工に区分している。図-3はこのうち劣化・はく落対策工の分類を示したものであるが、トンネルは閉鎖空間であるため、対策工の施工位置や作業時間、施工スペースなどを十分に考慮する必要がある。



(a) 外因



(b) 内因

図-2 トンネルの変状原因(外因・内因)の分類

なお、維持管理標準では、補修・補強工法の実例を示していないが、これらについては「トンネル補修・補強マニュアル」（鉄道総合技術研究所・平成19年1月）を参照することとしている。

### （5）文化財としての保存への配慮

残念ながら、現行の維持管理標準を含むトンネルの保守管理に関するマニュアル等では、歴史的遺産としてのトンネルの維持管理、復元・保存を前提とした記述はなく、個々のトンネルの実情によって対応しているのが現状である。したがって、検査や健全度の判定基準、その結果に対する措置、補修・補強工法の選択などは、維持管理標準などのマニュアル類に

準じて、これを適用することになる。この際に、文化財としての価値を損なわないための措置（外観や材料の変更など）に対し、特段の配慮が求められることになるが、重要な点は、外部に露出した坑門部分だけではなく、トンネルとして最も重要な存在価値がある内部の空間に対しても、オリジナルの姿をとどめるよう留意しなければならない。

また、後述する利活用にあたっては、トンネルという暗所を使用することになるため、見学者の安全・防災対策や、見学の際の照明設備なども考慮する必要がある。

### 3. トンネルの利活用

用途廃止されたトンネルや、供用中ではあるが代替ルートなどの建設によってサブルートとなったトンネルを利活用した事例としては、表-2に示すようなものがある。これらの事例は、①一定の断面が線状に連続する空間であること、②一年間を通じて温度や湿度の変化が少ないこと、③地中に構築されるため照明を設置しない限り暗闇であることといったトンネル固有の特徴を利用した点に特色がある。ここでは、トンネルの利活用の事例として、神戸市の湊川隧道について紹介してみたい。

六甲山系の再度山を源流として神戸市内を流れる湊川は、かつて兵庫区東山町付近から湊川公園、新開地を経て東川崎町へと流下していたが、河川は勾配も急で、平野部では天井川となっていたため、しばしば氾濫して水害をもたらしていた。また、河口は神戸港へとそそいでいたため、堆砂によってその機能の低下が懸念されていたほか、天井川が存在によって神戸の市街地が東西に分断されるなど、都市の発展が阻害されていた。このため、明治初期から湊川の流路を付け替える計画が取りざたされるようになり、1896（明治29）年8月の大水害で氾濫したことを契機に、本格的な改修工事が実施されることとなった。

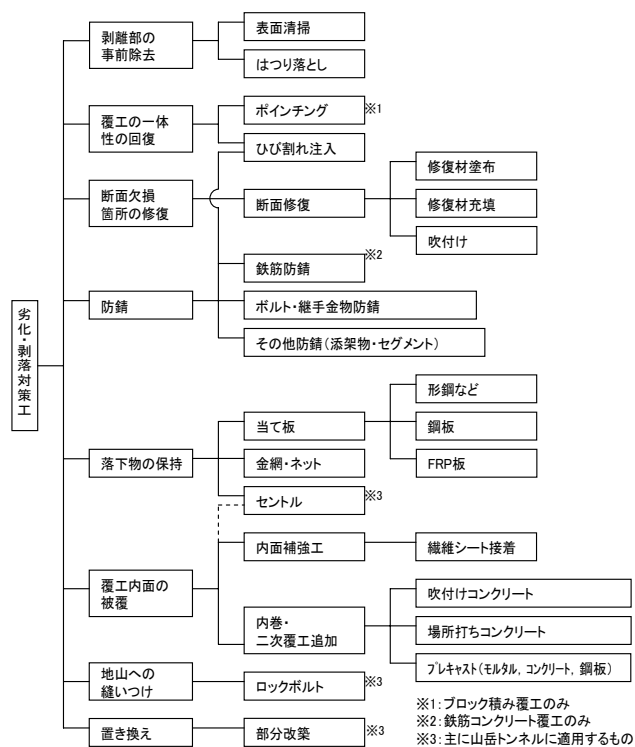


図-3 劣化・剥落対策工の分類

※1: ブロック積み覆工のみ  
 ※2: 鉄筋コンクリート覆工のみ  
 ※3: 主に山岳トンネルに適用するもの

表－２ トンネルの利活用例

利用方法	特徴	事例
見学施設	・廃止された状態でそのまま利用	旧湊川隧道（兵庫県）
トロッコ列車	・廃止された鉄道線路をそのまま利用	嵯峨野観光鉄道（京都府）
遊歩道、サイクリングロード	・廃止された鉄道線路敷や廃道をそのまま利用	アプトの道（群馬県） 天城隧道（静岡県）
貯蔵施設	・定温、定湿、暗所であることを利用	旧勝沼トンネル（山梨県）
醸造施設	・定温、定湿、暗所であることを利用	旧鶴形トンネル（秋田県）
栽培施設	・定温、定湿、暗所であることを利用	旧新前山トンネル（兵庫県） →現在は利用中止
観測施設	・地中であることを利用	旧逢坂山トンネル（滋賀県）
アミューズメント施設	・暗所であることを利用して異世界を演出	旧広瀬トンネル（山口県）
博物館	・廃止された状態でそのまま利用	地球回廊（岐阜県） 下水道博物館（パリ市）

湊川の流路変更にあたっては、いくつかの案が考えられたが、最終的に、東山町で旧湊川と分岐し、会下山をトンネルでくぐり抜け、七番町、六番町を經由し、長田付近で既存の荻藻川に接続する案が採用された（現在の湊川）。この計画を具体化するために、地元の実業家と大阪財閥の藤田伝三郎、東京財閥の大倉喜八郎などの発起により、湊川改修株式会社が設立され（湊川の付け替え工事が、公共事業ではなく民間資本によって実施されたのは、湊川が中小河川であったことや、旧河川敷を造成して土地開発－現在の新開地－を行うという営利目的があったためとされる）、大阪市から瀧川刃二技師を招聘した。

こうして、会下山の直下に延長 332 間（603.5m）のトンネルを掘削することとなり、1898（明治 31）年 8 月に呑口（東口）を、同年 10 月に吐口（西口）を起工し、翌年 9 月に導坑が貫通、1901（明治 34）年 3 月に竣工した。トンネルの断面は、内空幅 24 尺（7.3 m）、内空高 25 尺（7.6m）とやや縦長で、約 45m<sup>2</sup>という断面積は、複線鉄道トンネルに相当し、当時としては大断面であった。地質は大阪層群の砂礫、砂、粘土からなる互層で、掘削は人力により行われた。また、覆工は煉瓦巻で、インバートとスキューバックに石材を用いた。坑門は、西洋の城門を思わせる意匠が施され、小松宮彰仁親王の揮毫により、呑口側に「湊川」、吐口側に「天地長久」の扁額が掲げられた。その後、呑口方は 1928（昭和 3）年、神戸電鉄の建設にあたって 66m 延長され、同時にトンネルの坑門も改築された。

1995（平成 7）年 1 月 17 日に発生した阪神淡路大震災は、この地域に未曾有の被害をもたらしたが、湊川隧道も吐口の坑口斜面が崩落し、坑門が全壊したほか、トンネル本体も覆工の変形、煉瓦の剥落、クラックの発生などが生じた。このため、坑門をコンクリート構造で応急復旧したほか、吹付けコンクリートや鋼板による内巻補強が行われた。

湊川隧道の復旧にあたっては、新トンネルの掘削案、旧トンネルの改築案などを比較検討した結果、両坑口を全面的に改築し、中間部の北側にバイパスとなる内空幅 12.80m、内空高 10.24m、内空断面積 105m<sup>2</sup>、延長は 683.24m の新トンネルを建設した。そして旧トンネルの中間部は、歴史的遺産として保存し、呑口側に見学のためのアプローチトンネル（延長 80.0m）を新設した。

新トンネルの建設工事では、旧トンネルの坑門の意匠を踏襲することとし、無事だった扁額のみを再利用した。また掘削工法は、ベンチカット工法または側壁導坑先進工法による NATM で、土被りが薄かったため、補助工としてフォアポーリングを用い、神戸電鉄

との交差部にはパイプーフ工法を使用するなどした。工事は、災害復旧助成事業として兵庫県により行われ、1996（平成8）年3月に着工し、2000（平成12）年12月に通水が行われた。

一方、中間部の約400m区間のみが現状のまま残された旧トンネルの保存方法について検討するため、2002（平成12）年2月に「会下山トンネル保存検討委員会」が設置され、地域の歴史を伝える文化的遺産として保存すべきであるとする提言がまとめられた。この提言にそって、旧トンネルを一般見学者が利用可能な状態に整備されることとなり、保存された中間部の約400m区間のうち、40m区間は鋼板により、また別の40m区間は吹付けコンクリートにより、それぞれ内巻補強を行ったほか、照明などが設置された。インバート部分は、当初、見学者の便を考慮して碎石が敷かれていたが、歩みにくいことや、特徴のひとつである切石によるインバートの構造が隠れてしまうため、兵庫県産の間伐材を用いた幅2.5mの木道とした。このほか、新トンネルからの逆流を防止するためのマウンドの設置、アプローチトンネルに対する門扉の新設などが行われ、一般市民が安全に見学できる設備が整えられた。

湊川隧道では、利活用を支援するための団体として湊川隧道友の会が設立され、市民、自治体関係者、学識経験者などによるボランティア組織として活動を行っている。友の会の役割は、①会が主催または共催する行事に対する参加者への説明、誘導、整理、②会報の発行、③総会・講演会の開催とされ、第1回目の見学会が2002（平成14）年10月20日に実施された。当初、見学会は不定期で開催されていたが、2006（平成18）年5月20日からは、年10回の一般公開が開始されているほか、講演会、学習会、トンネル内でのミニコンサートや写真展など、多彩なイベントが開催されるようになった。

湊川隧道は、震災によってそのシンボルであった坑門を失い、旧状を模した新しい坑門が設けられて往時の姿を甦らせたが、それ自体に文化財としての価値はない。むしろ、内部に入らなければ体験できない地下空間のスケール感や、今となっては再現が困難な煉瓦積みによる覆工の構造など、地下に設けられた内部の空間そのものに存在価値があり、湊川隧道が保存された意義もそこにある。湊川隧道の存在は、土木遺産としてのトンネルにとって、後世に伝えなければならないものは何かを示している。

#### 参考文献

- 1) 日本国有鉄道：土木建造物の取替標準，日本鉄道施設協会，1979
- 2) 鉄道総合技術研究所：トンネル補強・補修マニュアル，1990
- 3) 鉄道総合技術研究所：トンネル保守マニュアル（案），2000
- 4) 小島芳之，野城一栄，朝倉俊弘，小山幸則：鉄道トンネルの覆工剥落事故と原因推定，トンネルと地下，Vol. 31，No. 9，2000
- 5) 運輸省：トンネル保守管理マニュアル，2000
- 6) 小島芳之，野城一栄，朝倉俊弘，小山幸則：鉄道トンネルの新しい保守管理，トンネルと地下，Vol. 31，No. 10，2000
- 7) 鉄道総合技術研究所鉄道技術推進センター：都市トンネル保守マニュアル，2002
- 8) 土木学会トンネル工学委員会：山岳トンネル覆工の現状と対策（トンネルライブラリーVol. 12），2002
- 9) 土木学会岩盤力学委員会：トンネルの変状メカニズム，2003
- 10) 土木学会トンネル工学委員会：トンネルの維持管理（トンネルライブラリーVol. 14），2005
- 11) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編）トンネル，2007
- 12) 鉄道総合技術研究所：トンネル補修・補強マニュアル，2007.
- 13) 湊川隧道保存友の会：湊川隧道と共に歩む，2007





## 1. 歴史的建造物保全のための土木デザイン

### (1) 保全のための土木デザイン

歴史的建造物の保存活用にあたってもっとも重要なのは、**Authenticity** という概念である。(記念建造物の) 真正な価値、という意味であり、かみくだいていえば、そのものがそのものである所以ないし根拠、という意味に解してよいであろう。1965年のベニス憲章において、歴史的建造物の保存に際しては **Authenticity** を完全に守りながら後世に伝えることが重要である、ということが提唱され、以後遺産の保存活用にあたって一般的な考え方として認められるようになっていく。

したがって、歴史遺産保全のための土木デザインとは、当該土木施設に対して、その **Authenticity** を保持することを前提に、時間の経過(時代の変化)により新たに求められるようになった構造的、機能的、社会的要請等に合致するように、修復、補強、増改築等の手を加えることである、といえる。

### (2) デザインの方法論

保全しようとする対象に手を加えることを **Intervention** (介入) と呼ぶ。歴史的建造物の **Authenticity** は、一義的には「もの」としてのオリジナリティ、すなわちその建造物の意匠、技術、稀有性などによって根拠づけられる。したがって、保存対象に恣意的に手を加えてその外観や内部空間を改変することは、原則として避けられるべきである。しかし、たとえば歴史的町並みのように、一個一個の建物にオリジナリティがあるというよりは、建物が群として連担することによって環境として独自の文脈を形成し、むしろその文脈としてのオリジナリティにこそ **Authenticity** が認められる、というような場合には、その文脈が破壊されない限りにおいて、個々の建物に対する一定程度の改変は許されるべき、という考え方が、**Intervention** の前提となっている。

たとえば Fitch によれば<sup>1)</sup>、**Intervention** の手法は次のように分類される。

- **Preservation** : 現在ある状態をそのまま維持すること。
- **Restoration** : 建物の姿を、ある一時点の状態に戻すこと。
- **Conservation** : 基本的には構造補強を意味する。老朽化して危ない部分は補強が、その他の部分は原則としてさわらない。
- **Reconstitution** : 地震や戦争などで破壊された箇所を、できるだけ旧来の部材を使いながら元の状態に復元すること。もしくは、老朽化した建物を一度分解して、再度組み直すこと。移築も含む。
- **Adaptive Reuse** : 転用。新たに要求される機能に合致するよう、内部空間等を改築すること。
- **Reconstruction** : なんらかの理由によって失われたものを、もと通りにつくり直すこと。
- **Replication** : オリジナルとは別の場所に正確なコピーを造ること。オリジナルと対になって存在することで価値をもつ。複製をつくって展示する、という場合などが該当する。

Fitch の分類で、「もの」を対象とする Intervention 手法は、概念レベルではひととおり整理されているとみてよいであろう。しかし Fitch の議論は基本的に建築遺産の保全を前提に展開されたものであり、土木構造物の場合、この分類で充分であるかどうかは検討が必要である。土木施設は、道路、橋、トンネル、川や海岸の護岸、河川構造物、港湾施設、鉄道施設、上下水道、発電施設、などきわめて多様であり、また建築物のように自己完結性が高くない（地形や環境との一体性が高く、構造物という「もの」だけが独立した形・空間として存在していない）ため、この点について吟味しておく必要がある。

### (3) 土木構造物の Authenticity

土木施設に対する Intervention の手法を考えるには、その前提として、土木に特有の Authenticity について検討しておく必要がある。

建築遺産の場合であれば、たとえばコルビュジェのサヴォア邸が、仮に砂漠にぽつんと建っていても、パリの街並みにまぎれていても、建物自体の歴史的価値の本質は、さして影響を受けない。もちろんものによって程度の差はあるが、建築の場合、遺産としての Authenticity は、第一義的にはものとしてのオリジナリティ（形態、意匠、技術、内部空間、・・・）によって保証されている、と考えてさしつかえない。

一方、**図 1** は高知県の物部川にある山田堰の遺構である。一部分とはいえ河川構造物が現地保存された先駆的な例であるが、元来は**図 2**のように水が越流する景観を呈していた。現地保存したことはもちろん高



図 1 一部が現地保存された山田堰<sup>2)</sup>

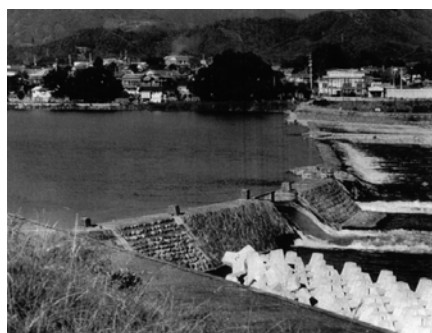


図 2 現役時代の山田堰<sup>3)</sup>

く評価されるべきであるが、同時に、この遺構を見てかつての景観を想像できる人間がどれほどいるだろうか、という疑問が生じざるをえない。遺構（「もの」）として保存することと、土木遺産として保存することは、本質的に異なるのではないか。

あるいは、白水ダム（**図 3**；重要文化財）が役目を終えて土木遺産として保存することになったとき、水が流れていない状態で残す、あるいは堤体だけどこか別の場所に移築するということは、まず考えられない。つまり建物にくらべて土木構造物は、周囲の地形や水と一体になってはじめて、その機能的な意味や視覚的な美しさ、おもしろさを発揮するのである。

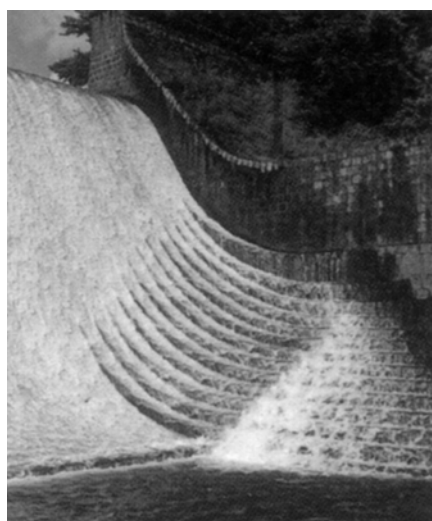


図 3 白水ダム<sup>4)</sup>

現在土木学会では、技術、意匠、系譜という三つの側面から近代土木遺産を評価することになっている。これらは基本的には、構造物単体すなわち「もの」としての評価である。水と一体になってはじめて生じる美しさをどう評価すればいいのか、地形と一体になったところの風景をどう評価するか、という点の評価の

方法は、非常に困難なのである（したがって、定式化して評価することが困難な部分こそ、デザインという創造的実践行為によって補うべきであろう）。

土木構造物の **Authenticity** は、次のように理解すべきであると考ええる。

第一に、（工法や技術、使われている材料、意匠などの要素、つまりものとしてのオリジナリティはもちろん重要であるが）その構造物と地形や水や周囲の環境などとのあいだに成立している「関係のオリジナリティ」である。たとえば白水ダムであれば、地形と一体になったダムの造形、その造形と一体となった水の流れ、すなわち地形と構造物と水が三位一体になった独自の関係がああ美しさを生みだしている本質、**Authenticity** の根源なのであり、たとえば石の積み方そのもの、堤体の造形そのものが直接美しいわけではない。一般的に価値の評価は、評価項目という「要素」に還元して行われる。たとえば「形」「技術」「意匠」・・・と要素ごとに個別に評価し、総合するのである。しかし土木構造物の場合、それだけでは不足である。要素に還元しきれない価値、つまり構造物と周囲の環境とのあいだに成立している関係とその独自性を見きわめる必要があるのである。

第二は、「システムとしての意味」である。土木は交通や治水、土地利用など、環境を改変して社会生活の基盤を形成する役割を有している。換言すれば、治水、交通体系、土地利用など、土木構造物にはそれぞれ、その時代の文明における社会生活や環境を成立せしめている基盤システムの一部としての意味が必ず存在している。したがって、土木施設とはすなわち、環境や風景のアイデンティティの根源であり、歴史的に見ればその都市や地域形成の履歴の証である。そのような土木施設としての根源的なありかたを正しく現代に保全し、後世に継承することが、土木遺産として（「遺構として」ではなく）保全することの真の意味であろう。そのためには、その土木構造物が有している過去の文明のシステムの一部としての意味を、現代文明の文脈のなかで保持することは可能か、あるいはその意味を翻訳して現代文明の文脈の一部に（ものとしてのあり方が多少変わっても）組み込むことが可能か、ということを考えねばならない。

以上より、土木施設の **Authenticity** を保持するための **Intervention** は、ものとしての構造物の歴史的価値を（建築物と同様）保存する措置を含むことは当然であるが、加えて下記のふたつの観点がより重要となる。

- ・ 当該構造物と周囲の環境（地形、水など）とのあいだに成立している「関係のオリジナリティ」を保持すること
- ・ 当該構造物が果たしてきた基盤システムの一部としての意味を保持すること、もしくは当該構造物を含むシステム全体を保持すること

次章で、土木構造物の **Authenticity** とは何かという考察に基づいた保存デザインを行った例として、北上川分流施設改築のプロジェクトについて紹介する。

## 2. 事例～北上川分流施設の改築～

### (1) 北上川分流施設について

図4に、改築前における分流地点付近の北上川の様子を示す。写真の左端に見える分流施設が、改築の対象である。

北上川はもともと、流域の農産物や生糸を石巻に運搬する近世以来の重要な舟運路であったが、同時に、石巻でよく氾濫をおこしていた。その解決のため、明治後半から大正にかけて放水路をつくる工事が行われた。北上川の北東方向から追波湾に注いでいる追波川に北上川を連結する放水路を設けて本川とし、大部分の水を追波湾に導くと同時に、主に舟運のために必要な流量を旧川側すなわち石巻に導くことが、分流施設の目的である。

分流施設全体は二本の滞筋が大きな中州を囲む形態で、滞筋にはそれぞれ脇谷洗堰、鴫波洗堰と呼ばれる構造物が存在している。このふたつの洗堰は、平常時は一定水量を旧北上川に分派するとともに、洪水時は、大半の水を新しく開削した放水路のほうに導く機能を有している。両洗堰は、中州を分断するように築かれている堤防によって連結されており、旧北上川側に流れ込む流量のコントロールラインを形成している。

脇谷洗堰本体はドラム缶を伏せたような形状で(図5)、水はこの堰体にトンネル状に設けられた水路を通して、常に一定の量だけが旧北上川に流れこむ仕組みになっている。一定以上の洪水がくると、このドラム缶の上を越流し、旧北上川もある程度は洪水を受けもつことになる。また、閘門も併設されている。

一方、中州をはさんで脇谷洗堰の反対側にある鴫波洗堰は、堤防が部分的に切り欠かれて地面に伏せたような形状をしており、脇谷洗堰と同様の構造によって、一定水量だけが石巻側に流れると同時に、一定量以上の洪水が堰体を越流する(図6)。



図4 北上川分流施設を俯瞰する<sup>5)</sup>



図5 北上川分流施設全景。手前が脇谷洗堰<sup>6)</sup>



図6 鴫波洗堰<sup>7)</sup>

## (2) 改築の目的と原案

この脇谷と鴛波の洗堰が、現行河川計画への不適合および老朽化を理由として改築されることが決定したのが1996年のことである。事業主体の建設省(当時)北上川下流工事事務所による計画は、本川から旧北上川に流れこむ洪水時の流量を完全に遮断するというもので、そのためには、平時の分流機能を維持しつつ、洪水時のみ旧北上川への流れをシャットアウトする機能をもつ構造物を、新たに造る必要がある。これが、改築の目的である。

工事事務所による当初案を図7に示す。現存する洗堰や堤防の位置とは無関係に、新しい堤防を本川右岸沿いに築造し、中州の中央を分断するように新しい水路を設けて水門を一基造る。通常時は、必要な流量を石巻側に流せるよう水門を上げておき、洪水時は水門を落として旧北上川側への分派を完全に遮断するのである。

この当初案に基づいて、地元の三町が作成した河川歴史公園の整備プランが図8である。脇谷の閘門と洗堰を現地に凍結保存し、鴛波は撤去する計画である。全体の印象として遊園地のような公園で、歴史的な施設をどのように位置づけ、保存するべきかという本質的な考察が欠落しているといわざるをえない。

## (3) デザイン案

北上川分流施設は、ふたつの滯筋と洗堰、閘門、堤防、中州によって構成されている治水システムで、日本では他に類例を見ない、きわめてユニークな分流施設である。つまりこの洪水制御のシステムとしてのあり方にこそ、土木遺産としてのAuthenticityがあると考えねばならない。加えて、両洗堰の水の流れる姿は非常に印象的で、このような堰の景観も他に例を見ない。したがって、脇谷、鴛波いずれも水の流れる独特の景観を維持することはもちろん、本来は、滯筋も中州も堤防も一体のシステムとして保全することが求められる。つまり改築デザインの眼目は、旧来のシステムを保ったまま、洪水のときに石巻側に流れる洪水を完全に遮断する機能をどのように付け加えるか、ということになる。

図9は、当初案に対して、分流施設計画検討委員会(委員長:篠原修東京大学教授<当時>)により提案された三案である。

第一は、中州の上流側を堤防で締め切る案である。堤防の位置は当初案と同じであるが、二本の滯

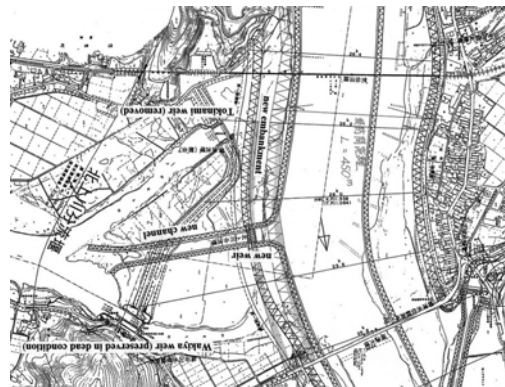


図7 改築当初案<sup>8)</sup>



図8 地元三町による河川歴史公園構想<sup>9)</sup>

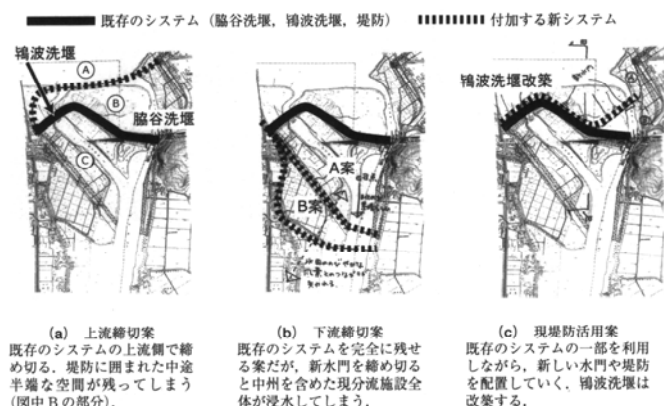


図9 委員会で提案された三案<sup>10)</sup>

筋を残してそれぞれの洗堰の直上流に新水門をそれぞれ設ける。

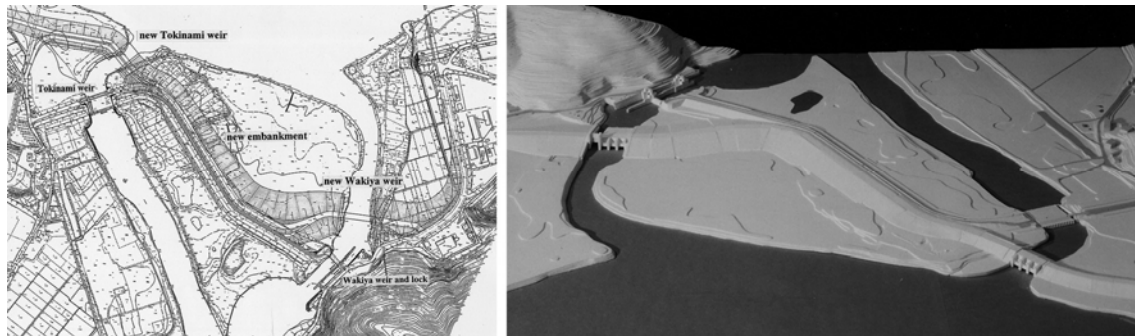


図10 最終案<sup>11)</sup>

第二は、中州の下流側で締め切る考え方である。この場合、分流施設のシステムはほぼ完全に保全が可能であるが、洪水時は分流施設の下流側の水門の位置で締め切るため、中州を含めた分流施設全体が死水域になって水が溜まり、構造物の老朽化の度合いを進める危険がある。

第三案が、実現した計画の原案となっている。鵜波の洗堰を改造し、洪水を遮断するゲートを現在の構造体に付加するとともに、現堤防をそのまま活かして必要な高さまで盛土して活用し、脇谷洗堰の直上流側に新しい水門を設ける。旧来のシステムの使える部分できるだけ使おうとする発想である。

最終案を図10に示す。鵜波洗堰は改造するのではなくそのまま保存し、脇谷と同様、滯筋上の直上流に新水門を設けている。この案では、新しい水門と旧来の洗堰が、堤防を共有しつつ同じ滯筋上に並んでいる。つまり、旧来のシステムとその空間構成を保持したうえで、平時は旧来の洗堰により一定流量だけを旧北上川に分配し、洪水時は新しい水門の機能によって旧北上川に洪水が流れ込むのが遮断される、という計画である。洗堰と新水門が、平時と洪水時で役割分担しているシステムである、と言えるであろう。

### 3. 補遺～これからの課題～

近年の歴史遺産の概念の広がりにより、単に建造物を単体のモニュメントとして残せばよいというわけではなく、現役の施設として共用しながら、かつその建造物をとりまく環境をも含めて保全すべき、という考え方は、少しずつ広まっているといえる。しかし、本稿において歴史的土木構造物の Authenticity であると述べた「関係のオリジナリティ」「システムの一部としての意味」を保存を実現していくためには、従前の縦割り管理（道路、鉄道、河川、港湾、公園、農地、森林、文化財、・・・）を横に貫く枠組みがなければ不可能であることは言うまでもない。

現在そのような枠組みにもっとも近いのは、景観法に基づく景観計画であろう。景観重要建造物（樹木）および景観重要公共施設の指定、景観地区指定による都市計画との連携、「文化的景観」による文化財行政との連携など、従前の縦割りの制約を超えて地域のあり方を構想するツールになり得る潜在的可能性を、景観計画は有している。しかしその主体は基本的に基礎自治体（景観行政団体）であり、今後ますます、歴史遺産の保全活用を進めてわが国の文化基盤を築いていくうえで、自治体によるまちづくりの重要性、まちづくり戦略の当否が重要になってくることは間違いないであろう。

## 引用文献

- 1) J.M.Fitch, Historic Preservation, The University Press of Virginia, 1998
- 2) 筆者撮影
- 3) 山田堰記録保存調査委員会編『山田堰』（土佐山田町，昭和 59）口絵写真より転載
- 4) 筆者撮影
- 5) 『北上川下流写真集』（建設省東北地方建設局北上川下流工事事務所，平成 8）p20 より転載
- 6) 筆者撮影
- 7) 筆者撮影
- 8) 建設省（当時）による検討資料より転載
- 9) 建設省（当時）による検討資料より転載
- 10) 中井祐「土木遺産をどう活かすかーその思想とデザイン」（藤野陽三・野口貴文編著『アーバンストックの持続再生』所収，技報堂出版，2007）p88 より転載
- 11) 建設省（当時）による検討資料より転載





### 1. 近年の修復事例

保存対象とされている歴史的建築物は、各時代、各種構造のものがある。ここでは、歴史的建築物に関する近年の保存事例について、近代に建設された鉄筋コンクリート造の建築物を対象に報告する。近代の鉄筋コンクリート造の歴史的建築物は、保存が必要とされる多くの歴史的な土木構造物と、建設年代・構造といった点で最も共通点が多いもののひとつと考えられる。

近代の鉄筋コンクリート造の歴史的建築物で、比較的近年に保存修復された事例については、平成 17 年度に財団法人建築保全センターがまとめた『高齢鉄筋コンクリート造建築物の評価手法および修復技術に関する基礎的調査検討業務調査報告書』(平成 18 年 2 月、以下「報告書」と略す)に報告されている。報告書に関わる事例収集及び事例の紹介は、筆者の研究室(工学院大学工学部建築都市デザイン学科後藤研究室)が行っているので、ここではそれに基づいてその概略を報告する。

「報告書」に紹介した事例は、以下の雑誌に記事としてとりあげられたもの(コラムのような簡略な紹介事例は除き、事例として詳細に内容が報告されているもの)で、かつ、修復の規模が軽微でなく、外観の保存修復を重視しているものである。

- ①『新建築』(新建築社) 1986 年 1 月号～2005 年 12 月号/月刊
- ②『日経アーキテクチュア』(日経 BP 社) 1986 年 1 月号～2005 年 12 月号/隔月刊
- ③『BELCA news』(建築・設備維持保全推進協会) 1986 年 1 月号～2005 年 11 月号/隔月刊
- ④『建築保全』(建築保全センター) 1986 年 1 月号～1996 年 1 月号/隔月刊及び『Re』(建築保全センター) 1996 年 3 月号～2005 年 10 月号/隔月刊、季刊

事例の総数は、56 件であった(表 1)。「報告書」では、このうち、22 件について、実地調査を含む詳細な調査を実施し、データシートを作成した。

### 2. 建築物の収益性・便益性

土木構造物と建築物を比較した場合、最も大きな違いのひとつに、土木構造物のほとんどが公共の所管する公共施設であるのに対して、建築物には企業、個人等が所有する私有財産であるものが多いことがある。実際に、上記の 56 件のなかにも多数の私有財産である建築物が含まれている。

私有財産の保存修復では、公共施設の保存修復と比較して、価値の保存よりも収益性の確保が重視されるという傾向がある。このため、私有財産である建築物の保存事例には、価値の評価があつたにもかかわらず、保存箇所が部分的に限定される事例が多い。また、新たな建築物と一体の計画の下に保存の事業が行われている例が多いという傾向がみられる。特に大都市の中心部では、高層の建物が新築されていることが多い(図 1)。これは、建築物の部分更新や新たな建築物の付加によって、歴史的建築物に不足する機能や利便性並びに経済的な収益性を確保するためである。

公共施設は、私有財産の建築物のように収益性を確保する必要はないが、公共施設であっても近年は、費用対効果といった便益性が問題とされることが多くなっている。このた

め、「報告書」では、歴史的建築物に対する便益性に関する評価手法の検討も行っている。その検討内容は、建築保全センターが「報告書」に続き平成19年2月にまとめた『歴史的公共建築物の資産価値向上および便益評価技術に関する調査検討業務報告書』に継承されている。

表1 鉄筋コンクリート造の歴史的建築物に関する近年の修復事例（「報告書」から転載）

名称	所在地	構造	建設当初			修復・保存・活用別表-1 既往の修復事例 リスト					
			用途	竣工年	設計者	用途	文化財指定・受賞	竣工年	設計者	施工者	所有者
1 ペテルブルグ美術館(旧ホテル1・2・3小棟) (旧北海道拓殖銀行小樽支店)	北海道小樽市	RC造 地上4階・地下1階	美術館	1928	矢嶋賢吉	美術館 (→ホテル)	BELCA賞、小樽市歴史的建造物	1995	大成建設	大成建設	
2 群馬県和庁舎 (旧群馬銀行佐倉支店)	群馬県前橋市	RC造 地上3階・地下1階	庁舎	1928	佐藤功一	庁舎 (会議研修室)	BELCA賞 登録文化財	1999	佐藤総合計画	清水建設・地下工業	群馬県
3 清風亭	埼玉県深谷市	RC造 平屋建	集会所	1928	西村好時	集会所	埼玉県指定	2001	吉岡設計事務所	清水・古都特別共同企業体	深谷市
4 佐倉市立美術館 (旧川崎銀行佐倉支店)	千葉県佐倉市	RC造 地上4階・地下2階	銀行	1918	矢部又吉	美術館	千葉県指定	1994	坂倉建築研究所	奥村組	佐倉市
5 近三ビルディング (旧森五商店東京支店)	東京都中央区	RC造+一部S造 地上8階・地下1階	貸事務所	1931	村野善吾	貸事務所	東京都選定 BELCA賞 docomomo100	1993	村野・森建築事務所	竹中工務店	近三商事
6 キハチチャイナ館商店 (巴川ビル)	東京都中央区	RC造 地上5階	事務所	1920頃	不詳	飲食店	BELCA賞	2000	大成建設	大成建設	大成建設(株)
7 川崎定徳本館・日本信託銀行本店 (旧川崎銀行本店)	東京都中央区	SRC造 地上9階・地下2階	銀行	1927	矢部又吉	銀行	BCS賞	1989	坂倉建築研究所	清水・戸田・中野・西松建設共同企業体	川崎定徳(株)
8 交詢ビルディング	東京都中央区	S・RC造 地上10階・地下2階	商業ビル	1880	横河工務所 (横河時介)	商業ビル		2004	清水建設	清水建設	交詢社
9 丸石ビルディング (旧大塚ビルディング)	東京都千代田区	SRC造 地上8階・地下1階	ビル	1933	山下勇郎	ビル	BELCA賞 登録文化財	1991	竹下設計	竹中工務店	(株)大洋商會
10 大手町野村ビル (旧日清生命館)	東京都千代田区	S造+一部SRC造 地上27階・地下5階	事務所	1932	佐藤功一	事務所	東京都選定 千代田区景観	1997	大成建設	大成・清水・野村・長谷工・白石建設JV	東京生命保険、大和銀行
11 日本工業倶楽部会館	東京都千代田区	RC造 地上5階	集会所	1920	横河工務所 (松井貴太郎)	事務所、集会所	登録文化財	2003	三菱地所設計	清水建設	(社)日本工業倶楽部、三菱地所
12 DNタワー21 (旧第一生命館、旧農林中央金庫ビル)	東京都千代田区	S・SRC造 地上21階・地下5階	事務所	1933 1938	渡辺仁 松本寿作	事務所	東京都選定 千代田区景観	1995	清水建設、 ケビン・ローチ、ほか	清水建設	第一生命、農林中央金庫
13 東京国立近代美術館	東京都千代田区	SRC造+一部S造 地上4階・地下1階	美術館	1969	谷口吉郎	美術館		2001	関東地方整備局 坂倉建築研究所	鹿島・松村特定建設工事共同企業体	独立行政法人 国立美術館
14 お茶の水スクエア A棟 (旧主婦の友社ビル)	東京都千代田区	RC造 地上13階・地下3階	事務所	1925	WM.ウォーリス	事務所	千代田区景観	1987	徳崎新アトリエ		大林組 日本国土開発JV 主婦の友不動産
15 山の上ホテル (旧佐藤新興生活館)	東京都千代田区	RC造 地上5階・地下2階	宿舎	1936	WM.ウォーリス	ホテル	千代田区景観	1980	澤野建築研究所	鴻池組	(株)山の上ホテル

名称	所在地	構造	建設当初			修復・保存・活用別表-1 既往の修復事例 リスト					
			用途	竣工年	設計者	用途	文化財指定・受賞	竣工年	設計者	施工者	所有者
16 文房堂ビル	東京都千代田区	SRC+S造 地上7階・地下1階 塔屋1階	店舗	1929	手塚亀太郎	店舗	千代田区景観 都市景観賞	1990	佐野建築研究所	前田建設工業	ジャパン・アーツ
17 港区立基輪小学校 (旧東京市高輪尋常小学校)	東京都港区	RC造 地上3階・地下1階	小学校	1935	東京市	小学校	東京都選定	2008			港区
18 麻布郵便局 (旧郵政省郵舎分館)	東京都港区	RC造 地上5階	庁舎	1930	大蔵省官庁建築部	郵便局		1987	郵政大臣官庁建築部	鎌高・古久根JV 守谷商會	日本郵政公社
19 新宿御苑旧新宿門・大木戸門	東京都新宿区	RC造 平屋建	門衛所	1927	宮内省内匠寮	門衛所	建築保全センター 調査物件	2003	関東地方整備局官庁部	清水建設	環境省
20 早稲田大学内藤多仲博士記念館 (旧内藤多仲邸)	東京都新宿区	RC造+壁式 地上2階	住宅	1926	不子七郎 内藤多仲	記念館		1986	早稲田大学施設部	清水建設	早稲田大学
21 東京大学工学部1号館	東京都文京区	SRC+S造 地上4階	大学施設	1935	内田祥三	大学施設	登録文化財	1996	東京大学施設部、 香山壽夫+環境造形 研究所	戸田建設	東京大学
22 東京大学工学部2号館	東京都文京区	RC造	大学施設	1924	内田祥三	大学施設		2000	東京大学施設部、 東京大学工学部建築 計画室	清水建設	東京大学
23 東京大学農学部3号館	東京都文京区	RC造 地上3階	大学施設	1941	内田祥三	大学施設	東京都選定		東京大学施設部		東京大学
24 拓殖大学国際教育会館 (旧東方文化学院東京研究所)	東京都文京区	SRC造 地上3階	研究所	1933	内田祥三	大学施設		2003	千代田設計	大林組	拓殖大学
25 東京文化会館	東京都台東区	SRC造、S造 地上5階・地下2階	文化施設	1961	東京都財務局官 構部、前川建築 設計事務所	文化施設	建築学会賞 BCS賞 docomomo100	1984 1999	東京都財務局官構部、 前川建築設計事務所	清水・関建設共同企業 体	東京都文化教育財 団
26 国立西洋美術館	東京都台東区	RC造 地上3階・地下1階	美術館	1959	ル・コルビュゼ 坂倉、前川、吉 坂、他	美術館	東京都選定 docomomo100	1998	関東地方整備局官構 部、前川建築設計事務 所、他	清水建設(株)	独立行政法人 国立美術館
27 浴風会本館	東京都杉並区	RC造 地上2階・地下1階 塔屋1階	福祉施設	1925	内田祥三 土岐建	老人福祉設 施、事務所	東京都選定	2005			社会福祉法人 浴風会
28 BankART1929 Yokohama (旧第一銀行横浜支店)	横浜市中区	S造+一部SRC造 地上27階・地下3 階	銀行	1929	西村好時	事務所、店 舗、ギャラリー	横浜市認定	2003	都市基盤整備公団 複合設計事務所	竹中・清水・戸田建設 工事共同企業体	都市基盤整備公団 神奈川地域支社
29 横浜税関本庁舎	横浜市中区	SRC造 地上7階	庁舎	1934	大蔵省官庁建築 局	庁舎		2003	香山・アール設計JV	戸田・鶴高工事JV	財務省横浜税関
30 横浜市情報文化センター (旧横浜工芸奨励館)	横浜市中区	RC+SRC+S造 地上12階・地下3階	展示場	1929	横浜市官構課	事務所、ホー ル、店舗	BELCA賞 横浜市認定	2000	日建設計	鹿島建設、和同建設、 共栄社、ほか	(株)横浜産業復興 公社

No.	名称	所在地	構造	建設当初			修復・保存・活用別表-1 既往の修復事例 リスト					
				用途	竣工年	設計者	用途	文化財指定・受賞	竣工年	設計者	施工者	所有者
31	横浜都市発展記念館・横浜ユーラシア文化館 (旧横浜市外電話局)	横浜市中区	RC・SRC・S造 地上12階・地下3階	事務所	1929	逓信省	展示施設、 事務所	BELCA賞 横浜市認定	2002	横浜建築局教育施設課、日建設計	和同建設、共栄社、ほか	横浜市教育委員会
32	横浜シルクビル	横浜市中区	RC造 地上10階・地下2階	ホテル	1959	坂倉建築研究所	事務所 店舗	BCS賞	1998	空間創造研究所	鹿島建設	(株)セコックジャパン (株)SOHO
33	横浜地方気象台庁舎	横浜市中区	RC造 地上3階・地下1階	気象台	1927	神奈川県営構管財課	気象台	横浜市認定		関東地方整備局、安藤忠雄建築研究所		東京管区気象台
34	丸栄百貨店	名古屋市中区	RC・SRC造 地上10階・地下3階 塔屋2階	デパート	1953	村野・森建築事務所	デパート	建築学会賞	1989		清水建設	(株)丸栄
35	京都五神センター (旧京都市立明倫小学校)	京都市中京区	SRC造 地上2階・地下1階	学校	1931	京都市営構課	事務所	BELCA賞	1999	京都市住宅局	太平工業	京都市
36	新風館 (旧京都中央電話局)	京都市上京区	RC造 地上3階	電話局	1923	吉田鉄郎	複合商業施設	BELCA賞	1998	NTTファシリティーズ リチャード・ロジャース・ パートナーシップ	清水建設	NTT都市開発(株)
37	1928ビル (旧毎日新聞社京都支店)	京都市中京区	RC造 地上3階・地下1階	事務所	1928	武田五一	店舗 貸ギャラリー	登録文化財	1998	若林広幸		若林広幸建築研究所
38	カーニバルタイムズ (旧京都中央電話局上分局)	京都市上京区	RC造 地上3階	電話局	1923	吉田鉄郎	レストラン、 フィットネス クラブ	京都市登録 登録文化財	1987	奥井設計工房、 NTTファシリティーズ	清水建設、タジマ建設	(株)NTTファシリティーズ
39	大阪城天守閣	大阪市中央区	SRC造 地上6階(5層)	歴史博物館	1931	大阪市建設課	文化施設	登録文化財	1997	大阪都市整備局、 大阪建築設計事務所、 東海建築事務所	大林組	大阪市
40	大阪ガスビルディング	大阪市	RC造 地上8階・地下2階	事務所	1953 1966	安井武雄 佐野正一	事務所	登録文化財 docomomo100	1966		大林組	大阪ガス(株)
41	大阪松竹産	大阪市中央区	RC・SRC造 一部S造 地上8階・地下2階	劇場	1923	木村博三郎 (大林組)	劇場		1996	ユーアソシエイツ、 杉山建築設計事務所、 他	大林組・清水建設共同 企業体	松竹(株)
42	大丸神戸店	神戸市中央区	RC造 地上9階・地下2階	百貨店	1926	村野藤吾	百貨店	BELCA賞	1992	北山孝二郎+ K計画事務所	大林組	(株)大丸
43	旧居留地38番館 (旧ナショナルレインック神戸支店)	神戸市中央区	RC造 地上4階	銀行	1929	WM・ヴォーリス	店舗	神戸景観A'イン	1987	サザビー	大林組・大丸木工	(株)大丸
44	高船三井ビル (旧大阪商船神戸支店)	神戸市中央区	SRC造 地上7階	事務所	1922	渡辺節	物販店・海運 会社				大林組	(株)高船三井
45	海岸ビル (旧三井物産神戸支店)	神戸市中央区	RC造、石造 地上15階・地下1階	事務所	1918	河合浩蔵	事務所	神戸重要景観	1998	昭和飛行機工業 竹中工務店	竹中工務店	昭和飛行機工業 (株)

No.	名称	所在地	構造	建設当初			修復・保存・活用別表-1 既往の修復事例 リスト					
				用途	竣工年	設計者	用途	文化財指定・受賞	竣工年	設計者	施工者	所有者
46	神戸税関本庁舎	神戸市中央区	S・SRC・RC造 地上10階・地下1階 塔屋4階	庁舎	1927	大蔵省営構課	研習所	BELCA賞 神戸景観A'イン	1999	近畿地方建設局営構 部、日建設計	東急・前田・新井建設 工事共同企業体	財務省神戸税関
47	フロイド邸本店 (旧神戸ユニオン教会)	神戸市中央区	RC造 地上3階・塔屋1階	教会	1929	WM・ヴォーリス	レストラン	BELCA賞 登録文化財	1999	コラム設計事務所	竹中工務店	(有)ジャーマン
48	淀川製鋼所迎賓館 (旧山邑家住宅)	兵庫県芦屋市	RC造 地上4階	住宅	1924	F.L.ライト	迎賓館	重要文化財 docomomo100	1988	建築研究協会	藤木工務店	(株)淀川製鋼所
49	ルネサンスホール (旧日本銀行岡山支店)	岡山県岡山市	RC・煉瓦造 地上2階	銀行	1922	長野宇平治	多目的ホール		2005	佐藤建築事務所、 岡山県設計技術セン ター	大木組	岡山県
50	広島平和会館 原爆記念陳列館	広島県広島市	RC造 地上3階	資料館	1952	丹下健三	資料館	docomomo100	1991			広島市
51	世界平和記念聖堂 (カトリック権町教会)	広島県広島市	RC造 地上3階	教会	1954	村野藤吾 近藤正志	教会	docomomo100	1986	村野・森建築事務所	清水建設	カトリック権町教会
52	カラコロ工房 (旧日本銀行松江支店)	鳥根県松江市	RC造一部木造 地上3階・地下1階	銀行	1938	長野宇平治	店舗 ギャラリー	BELCA賞	2000	建築技術センター	金見・松尾・伊藤特別 協同企業体	松江市
53	宇部市渡辺翁記念会館 (旧宇部市民館)	山口県宇部市	RC造・S造 地上4階・地下1階	劇場	1937	村野藤吾	劇場	重要文化財 docomomo100	1994	村野・森建築事務所	高砂・大和・村上・ 佐々木共同企業体	宇部市
54	長崎総合科学大学人間環境学部棟 (旧長崎水産館)	長崎県長崎市	SRC・S造 地上4階	水族館	1959	武雄雄	学部棟	長崎都市景観賞	2001	石野治・日建設計	西日本重要資産	長崎総合科学大学
55	ピーエス株式会社オランジュリ (旧第一銀行熊本支店)	熊本県熊本市	RC造 地上4階・地下1階	銀行	1920	西村好時	オフィス・ ショールーム	BELCA賞 登録文化財	2002	トーベシ・ピンドネス	五代建設	ピーエス(株)
56	熊本県立美術館分館 (旧熊本県立図書館)	熊本県熊本市	RC造 地上2階・地下1階	図書館	1958	熊本県土木部 建築課	美術館	BELCA賞 登録文化財	1992	トーレス&ラベニヤ + 大設計	浅沼組・坂口建設JV	熊本県

下線付き番号のものが今回、現地調査を行った事例。(22件)

### 3. 保存修復と建築物の機能

土木構造物と建築物の修復事例を比較した場合、建築物にみられる特徴のひとつとして、修復の前後において、機能の変化が行われることが多い点があげられる。これは、多くの土木構造物とは異なり、建築物が内部空間をもつという性格による。「報告書」で現地調査した22例についても、そのうちの16例において、機能の転用が行われていた(表2)。



図 1-1 DN タワー21



図 1-2 日本工業倶楽部会館

外観		所有者の変更	活用の形態		用途の変遷	
			転用型	継続型	創設時	現在
現状保存	ホテル1・2・3小樽	○	○		銀行	ホテル
	旧居留地 38 番館	○	○		銀行	商業施設
	ピーエスオランジュリ	○	○		銀行	事務所
	1928ビル	○	○		事務所	商業施設
	フロインドリーブ	○	○		教会	商業施設
	淀川製綱所迎賓館	○	○		住宅	文化施設
	群馬県昭和庁舎		○		庁舎	公共施設
	京都芸術センター		○		小学校	公共施設
	カーニバルタイムズ		○		電話局	商業施設
	近三ビルディング			○	事務所	→
	丸石ビルディング			○	事務所	→
大阪城天守閣			○	観光施設	→	
増築を伴う現状保存	BankART1929 Yokohama	○	○		銀行	公共施設
	横浜市情報文化センター	○	○		展示施設	公共施設
	新風館		○		電話局	商業施設
	DNタワー21			○	事務所	→
	横浜税関本関庁舎			○	庁舎	→
神戸税関本関庁舎			○	庁舎	→	
部分保存	海岸ビル	○	○		事務所	商業・事務所
	熊本県立美術館分館		○		図書館	美術館
	大手町野村ビル			○	事務所	→
	日本工業倶楽部会館			○	事務所	→

表 2  
鉄筋コンクリート造の歴史的建築物に関する近年の改修事例にみる  
所有形態の変化、改修後の活用形態、改修による用途変更

歴史的建築物の場合、その歴史性・文化性に対して一定の評価を行った結果、保存修復が実施されることになる事例もある。こうした場合には、従前の機能に対して、修復後の機能が、不特定多数への公開性に配慮した機能へと変わることが考えられる。実際に、横浜税関の庁舎では、修復によって新たに展示室が設けられている。

後にも述べるが、保存修復時には、建築基準法、消防法等の現行法令の適用によって、歴史的建築物の歴史的・文化的な価値に影響が及ぶことが多い。機能を転用する場合には、新たな機能に応じて法令が適用されることになる。不特定多数が利用する施設の場合には、安全の確保等について、より高度な性能が求められることもあるため、保存箇所や保存方

法に通常以上に影響が及ぶ場合もあることを注意する必要がある。

#### 4. 建築物の修復デザイン

修復に関わるデザイン上の課題は、土木構造物と建築物に大きな違いは基本的に無い。

細かな違いとしてはまず、建築物においては、内装等を中心に、土木構造物より装飾性に富んだ部位や部材が多く、その修復に技術開発や技術・技能の保存や継承といった課題を多く抱えていることがある。具体的にいえば、照明器具、カーテン、絨毯等の装飾に様々な材料や技術・技能が用いられていることから、これらの修復が課題となる。

とくに技術・技能が失われているような場合には、それを復活するのか、別のもので代用するかが課題となる。同時に、いずれの場合も、工期並びに建設費用をどの程度見込むかも課題となる。装飾を別のもので代用することは、保存という観点から批判を呼ぶことも多いが、例えば、従前の仕様に経年劣化の速度や安全上の問題がある場合には、それは許容されるべきものと筆者は考える。「報告書」の事例においては、石造や左官による外部彫刻について、新たな技術を用いて代用品に置き換えたもの（図2）が確認できた。



図2 群馬県庁旧庁舎

頂部のコーニス（突出部）は、落下危険性があることから、意匠のみを継承して、GRC（ガラス繊維強化コンクリート）を使ったものに交換した。

なお、装飾部のように、歴史的建築物の修復にとって重要な箇所であるにもかかわらず、修復に関わる建設費用の見積もりが難しい箇所については、工事前の費用の見積もり算定が、修復の結果や評価に大きな影響を及ぼすことになる。こうした箇所については、工事のなかで詳細な見積もりを行うのではなく、予め工事の計画段階で、十分な調査時間と費用を見込むなどによって確実な見積もりを行い、工事の実施中に工事内容の変更や工事額の不足等が生じないようにすることが望まれる。

次に、建築物の保存については、先述のように、部分更新や新たな建築物の付加を一体に計画することが多いため、更新部や新たに付加する部分のデザインと保存する箇所のデザインをどのように扱うかという課題がある。

方法としては、更新部や付加部分を保存する建築物にならう方法と、更新部や付加部分を保存する建築物と対比的に扱う方法に大別される。実際には、更新部や付加部の範囲が小規模な場合には前者が、大規模な場合には後者が採用されていることが多い。一部の事例では、対比的な扱いをする場合であっても、軒高や構成といったデザインの一部を保存建築物にあわせるといった工夫がみられる。こうした工夫は、保存建築物と新たな建築物の関係性を持たせるためだけでなく、周辺の街並との関係を意識したものであることも

多い。報告書の 56 事例には含まれていないが、重要文化財三井本館とそれに隣接して新築された三井タワー（図 3）は、その例である。街並とデザインとの関係について、土木構造物が象徴的な存在となることが多いことに対して、建築物は街並の連続性を構成する要素のひとつとなることが多いことも、両者の違いのひとつといえる。

ちなみに建築家の田原幸夫は、その著書『建築の保存デザイン』（学芸出版社、2003 年）で、保存建物にならう方法を「修復」、対比的に扱う方法を「付加」と呼び、さらに対比的な扱いとしながらデザインの一部をあわせる方法を「置換」と呼んでいる。



図 3 三井本館と三井タワー

新築された三井タワーの低層部が、軒線・コーニスのラインや、柱が連続して立つ立面のデザインを三井本館にあわせている。

## 5. 諸外国の修復基準

アメリカの内務省は、歴史的建築物の保存修復について、推奨される方法として、4つの基準（Preservation Standard）を掲げている。これは、建築物の保存修復にともなう国税の税制優遇を行う場合に、この基準に該当することが要求される形である（基準への該当の判断は、州単位で行われている）。

具体的には、①Preservation ②Restoration ③Reconstruction ④Rehabilitation の4つである。①②③は日本の文化財建造物の保護で行われているような方法で、④は前項に述べた更新や付加を積極的に行うための方法を示したものとなっている。

イギリスの独立行政法人イングリッシュ・ヘリテイジは、歴史的建造物の保存修復に対して、以下の4つの原則を示している。

### ①Minimum Intervention ②Compatible ③Sensitive ④Legal Compliance

これらは、いずれも部分的な更新や付加を行う場合の原則となっている。①は、歴史的建築物に対する損傷を最小限にとどめるということ、②は新たに付加する部分については容易に取り外せる方法を採用するということ、③は更新部分や付加部分のデザインについて慎重な配慮を払うこと、④は現代の法令が要求する性能に適合させることを意味する。この原則は、歴史的建造物保存に関わる国際組織である ICOMOS (International Committee of Monuments and Sites) が 1965 年に採択した国際憲章（「ヴェニス憲章」と呼ばれる）の考え方をより具体的に示したものである。

## 6. 法令適合上の課題と技術開発

歴史的建築物を保存修復する際には、現代の法令が要求する性能を満足させる必要があ

る。一方、法令への適合によって、歴史的建築物の構造や仕様に変更を行わなければならない事態が生じると、歴史的建築物の歴史的・文化的な価値が損なわれる恐れがある。建築物については、建築基準法、消防法が代表的な法令になるが、施設のバリアフリー化に関わる法律のように、建築物の変更が必要となる法令については、すべて同じ問題が存在することになる。

このため、歴史的建築物への法令の適用については、一定の特例的な扱いがなされていることが多い。例えば、我が国では、国が指定した国宝・重要文化財である歴史的建築物については、建築基準法の適用が除外されることになっている。適用を除外すると、安全上の性能確保に問題が生じるため、国（文化庁）が独自に「重要文化財（建造物）耐震診断指針」（平成13年）を示し、その安全確保に関わる考え方を示している。

筆者がイギリス・フランス・ドイツについて行った調査では、各国とも歴史的建築物の安全確保については、一定の性能をみたせば、法令で示されている基準とは異なる方法で安全を確保することができる措置がとられていた。このため、保存が必要な箇所では、そのデザイン等に影響を及ぼさないような技術開発が行われていた（図4）。我が国でも、建築基準法や消防法に、同様の考え方（性能規定）が導入されているが、基準と異なる方法が認可されるためには、実験データを示す必要があるなど様々な要件があり、実質上その適用に多大な手間を要す形になっている。

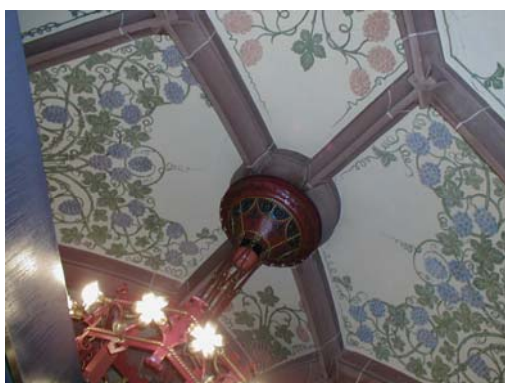


図 4-1 照明器具に組み込まれた火災報知器



図 4-2  
歴史的建造物  
にあわせて目  
立たなくつく  
った防火シャ  
ッターのボッ  
クス

さらにイギリス・フランスでは、新築の建築物では建物の規模や利用人数に応じて建物全体に法令が適用されるのに対して、歴史的建築物（フランスでは歴史的建築物以外の既存建築物を含む）では部屋や場所ごとに利用人数や使用方法に応じて法令の適用を変える方法がとられていた。この方法によると、利用人数や使用方法を限ることによって、法令上の安全要件が軽減されるため、歴史的建築物の変更箇所が少なくて済むことになる。なお、利用人数や使用方法を限る前提条件として、管理者の責任が重く、個別の建築物の管理責任を個別の管理者が負うことが、広く認識されていることがあげられる。

今後、我が国でも歴史的建築物に対する安全関係の法令の適用について、性能規定の弾力的な運用、管理者の責任や管理能力を重視した弾力的な運用を検討していく必要があるものと考えられる。土木構造物については、安全法令のあり方が建築物と異なることや公共が管理する公共施設であることが多いことから、建築物と同列の扱いはできないものと

考えられる。けれども、歴史的価値を保存・継承するという観点に立つと、安全法令の適用の方法については、諸外国の先進的な制度にならい、その手法の見直しをしていくことには一定の意義があるものと考えられる。



### 第3章 ケーススタディー

#### 第1節 フランスの事例：パンタン大製粉工場

アンドレ・ギエルム（フランス国立工芸院）

##### 1. はじめに

パンタン大製粉工場は、ウルク運河沿いの、ポルト・ドゥ・ラ・ヴィレットとポルト・ドゥ・パンタンに挟まれたところに位置する、パリ東部の主要な景観要素のひとつである。この産業施設は、歴史、機械装置、建造物、経済、人間工学、都市など、様々な点で注目に値する。しかし、2000年の操業停止後、施設所有者であるスフログループは、改築することを決め、セヌ川沿いの大規模な製粉工場施設のいくつかは、不動産業者の手により撤去され、オフィスに改造された。

こうした状況の中で、2001年にパンタン市立文書館から連絡を受けたイル・ドゥ・フランス地方文化財インヴェントリー部局は、指定を視野に入れた緊急調査を開始する。そして結局、所有者等の理解も得て、この施設は、国の文化財として保護、修復されることとなった。2009年には、BNP・パリバ銀行グループ関連の、2,500のオフィスとして、活用される見込みである。

フランスでは、公的遺産の価値は、考古学的研究、インヴェントリー作成、そして文化省や地方公共団体が委嘱した専門家による価値付けを通して、公に認識されていく。そして、この一連の知的作業において、保護しようとする建造物の「典型性」、「歴史性」、「唯一性」、「芸術性」が明らかにされる（CHOAY, F., *L'allégorie du patrimoine*, Paris, Seuil, 1993 参照のこと）。パンタン大製粉工場の場合、小麦の貯蔵と粉挽きが社会の安定にもたらした役割（歴史性）、製粉工場の機械化に関する先駆的・モデル的役割（典型性）、パリ郊外の産業化や国富の増大における役割（唯一性）などが検討される。さらに専門家は、シンボリックな形態をもつこの施設の芸術的価値を言葉に表すのである。

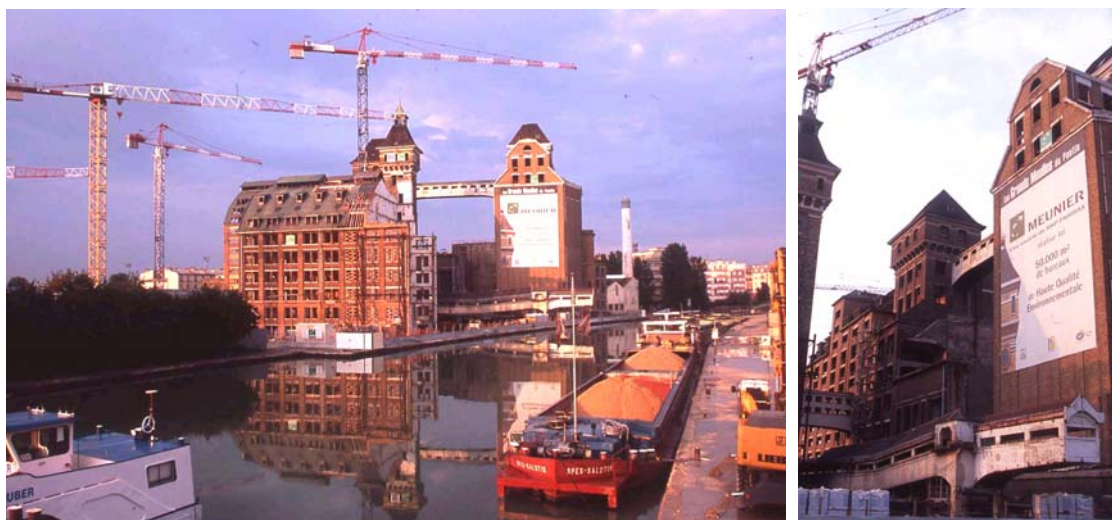


写真1 パンタン大製粉工場（撮影：岡田昌彰）

## 2. サイロ：公共的な穀物倉

小麦は、ヨーロッパの米である。しかし、小麦は米と違い、パン、そして 15 世紀以降にはパスタの原料として、粉のかたちで消費される。穀物は、ローマ帝国時代から政治的な存在であり、それが不足すると、飢饉や暴動、さらには革命（1789 年のフランス革命のように）が引き起こされた。よって、小麦や小麦粉は、政府によって監視される存在であり、食料不足のリスクに弱い、人口集中地域に公的権力が集まっていたフランスではなおさらであった。

ただ、収穫は気候に左右されるため、公的権力による監視にもかかわらず、穀物は投機の対象となり、製粉業者と関係を有する者が富を得ていた。温暖化が進み、温度調節の技術も進んだ 19 世紀には、それまでのような収穫の危機は解消されるが、その一方で、パンが労働者の食卓のシンボリック的存在となるなど、小麦粉の消費が急増するため、都市近郊の穀物倉は、人々の食事を保障する役割を担うことになる。例えば、1825 年には、20,000 人の兵士と 5,000 頭の馬を管理するパリの軍事責任者が、セーヌ川沿いの新港サン・トゥアンと、パリよりも上流側のイヴリに、水密性の高い地下サイロの建設を命令している。なお、この時使われた silo サイロ（フランス語ではシロと読む）という言葉は、スペイン語からきている。

実際、穀物は、乾燥して、風通しのよい土地に保存されなければならない、またカビを避けるために、厚く積み重ねるわけにもいかない（そういう意味で、伝統的な屋根裏の穀物倉は、確かに理想的な場所だが、そこには齧歯類（ネズミなど）や小鳥も隠れている）。大飢饉が起こった 14 世紀以降、市は、より広くて高い石造の倉庫を建設、管理してきた。この民生的なモニュメントは、市によって厚く保護、管理され、夏には中が穀物で満たされ、春にはすべてがなくなる、という状況であった。この種の倉庫は、市役所、鐘楼に続く、都市の 3 つめの民生的モニュメントといえよう。この巨大建造物は、民主主義の自治性、王政の寛容、そして商人の力を象徴している。カテドラルが信仰を、城の天守閣が力を示しているように、この建物は、都市の豊かさを示しているのである。

18 世紀末には、貯蔵技術が変化する。貯蔵庫の形状は水平から垂直に変化し、通風口を設けることで、低いところから高いところへ乾いた空気が循環するようになるのだ。サイロが高くなるほど、効率的に循環されるという事実は、風の流入口と流出口の温度の違いを調査したペクレが 1827 年に示している。さらに、耐火性、耐水性に優れ、滑らかな材料で建造物の表面を覆うことで、水密性を高めることができる。コンクリートは、早くからそのための最善の材料と考えられていた。

ただ、この種のサイロは、フランスでは第一次世界大戦と第二次世界大戦の間によく実現している。それは、大穀倉地帯の収穫物を貯えるアメリカ五大湖コーンベルト地帯周辺に建設されるよりずっと後のことである。川の下流から曳航され、あるいは上流から流れつく平底船が、そのサイロに横づけされる。そして、民生的な塔屋がそうであるように、多くは砲台と共に建設されるか、砲台の上に建設される。このコンクリート色の建造物は、まるでモニュメントのようで、巨大で、かつ水面に反射されることで、大聖堂のよ

うな印象を生み出している。河港、海港に位置するサイロは、船乗りにとっては、新たな信号所のような役割も果たしている。

### 3. 機械化施設としての典型性

小麦粉製造の機械化の歴史は古い。水車は、紀元 1 世紀に西ヨーロッパに登場し、6 世紀には、日々の粉挽き作業から修道僧を解放するために、ベネディクト派修道院で発展を見、その後、宮廷での迅速な食事の準備のためにカロリング朝の城に備え付けられる。そして、10 世紀には、「ヨーロッパに、教会の白いコートを着せる」(ラオル・グラベ)といわれるほどの、教会建設の隆盛を支える。というのも、水車は人々を日々の粉ひき作業から解放し、余時間を建設作業にあてることができたからである。また水車は、カール・マルクスが『資本論』で指摘しているように、作業分担を促し、支配勢力をつくり出す。いずれにしても、このようにして中世的な都市に複雑かつ機能的な極めて革新的な製造機械が備え付けられるのだ。12 世紀中期になると、水車は、鉛の圧延や木材の切断、樹皮のすりつぶし、羊毛の圧縮などにも使われるようになる。そして、その 2 世紀後には、鉱山の排水ポンプや、噴水への水の供給などにも用いられる。

また、水車は、蒸気機関のプロトタイプでもある。水車の建設には、高度な設計とメンテナンス、特に振動や衝撃に対する性能が求められる。水車は、石材やレンガで充填された木骨トラスで組み立てられるという、材質の均質性を欠き、つまり統一性のない構造物なのである。厚い壁体にトラスの小屋組を載せる通常の安定したつくりの建造物とは異なり、水車は引張や圧縮または横断的動きや波動に耐えられるものとしてつくられる必要がある。前者が静的構造物とすると、水車は建設に力学的知識を必要とする動的構造物なのである。圧縮力、せん断力、曲げ、引張力、振動、などなど、車輪の張り出しを支え、回転部分の荷重を受けるなどする巨大な弾性体なのである。

当初、水車の建設者は、水の流れを操るために悪魔払いを受け、邪悪な怒りと対峙するための大胆さを持ちあわせた、有能な実践家であった。また、ベネディクト派修道僧は、地方の大工やセメント工と共に作業する、直感、交渉、技法、そして自然を扱う繊細さを持ち合わせた芸術家でもあった。都市の発達と共に、こうした建設者は、エンジニアの役割を果たすようになる。

16 世紀、水車建設の学術的側面がより発展する。例えば、都市化されていない土地の金属鉱床のそばに、水車建設者が派遣され、金属の抽出、選鉱、砕石などが行われている。1690 年頃につくられた水車と蒸気機関の唯一の違いは熱利用の有無で、その違いは、小屋組に木材ではなく鋳鉄、土壁の代わりにレンガを用いることで解消される。その他、振動や動力伝達の強さは、両者ほぼ同じである。

18 世紀後半の英国、19 世紀のフランスでは、水車の原動力としての利用が、新たな産業を生み出した。英国では **millwright**、フランスでは **usine** と呼ばれるもので、技術的使用、中でも蒸気機関に必要な水力や豊富な水量の一部を得るために、大建造物が溪谷に築かれる。そして、蒸気を用いた最初の製粉工場は、1824 年から 1826 年の間に、パリ周辺に築かれていく。例えば、ヌイイ (パリ西部郊外) では 10 馬力、グルネル (パリ西南部

郊外)では130馬力、40炉、ラ・ガランヌ・コロンでは、4つの炉付きのパン製造機をもつ10馬力の工場がつけられた。

1825年から1880年にかけて、フランスの製粉業は、集中と分散をみる。そして、金属製の歯車の採用、タービンの羽根の増加、小麦にかかる圧力調整の自動化、そして運搬用の陸路・水路の改良、などにより生産量は倍増する。そして、水と蒸気を組み合わせることで、水車は「産業」施設と呼ばれるようになる。

1860年から1920年にかけては、蒸気の発達により、効率が悪く気候に左右される水力や風力が利用されなくなり、産業的製粉機はより大きくより騒がしいものになり、さらに電気やガスの時代になると、費用はより低廉になる。

このように、西ヨーロッパの技術文化において、水車は貴重な民生的施設で、交流と大衆の豊かさを示してきた。それが、20世紀後半になると、先駆的な技術遺産のひとつとなり、革新的な機械化を表す偉大な証、そして、水門、歯車、動力伝達、減速機、ブレーキなどを備えた機械の典型を示すモデルとなるわけである。こうして、現在500近い製粉施設がフランス文化省により登録されており、この数は産業遺産全体の三分の一にのぼる。

#### 4. 景観と記憶

パンタン大製粉工場の周辺は、歴史的にはそう古い土地ではない。この土地は、フランス第一次産業革命期に初めて整備されている。1804年頃、ボナパルト(後のナポレオン一世)と内務相シャプタルは、公共の水汲み場に水を供給し、兵器廠内に喫水を確保し、ブリ地方やシャンパーニュ地方の産物(ワイン、穀物、飼料、油など)を運び込むために、マルヌ川の支流からパリまでの航行可能な運河を建設する。それが、ボンディヤやパンタンを横切り、ラ・ヴィレットの巨大な舟だまりに注ぎ込むウルク運河である。ラ・ヴィレットより先は、サン・マルタン運河となり、水は兵器廠に引き込まれ、最後にセヌ川へと注ぐ。この水路は、未開拓ではあるが、潜在的に豊かな土地を横切っている。実際、運河は非鉄冶金工、木工、ガラス工、ニス工といった職人地帯の際を通り、1824年の開通によって、この職人技が花開くのである。

一方ラ・ヴィレットは、運河の建設に伴い、製糖工場、腸処理加工場、膠生産工場などからなる工業都市と化す。パンタンは、この食品加工業の拠点と、污水集積場と大規模な肥料生産場があるボンディヤに挟まれ、野菜の集約栽培と穀物生産という、パリの栄養源としての役割を担うことになる。そして、運河が横切る50haのルヴレの農場は、最も豊かな土地のひとつとなる。一方、パンタンの工業化という点については、オスマンのパリ大改造後、つまり1870年代に東鉄道が開通して、ようやく進展していく。

パリ北東の近郊、クリシーとバニョレの間は、フランスの主要工業地帯となる。地形が割と平坦で、川や運河の間にうまく位置し、道路網も密で、いうならば地形的に見て、フランス北部の石炭、菜種油、糖蜜や、ロレーヌ地方の鉄、ブリ地方やピカルディ地方の小麦を受け入れる、漏斗のような役割を果たす。そのためいち早く工場が建ち並んだが、同時にあばら屋も多くつけられた。悪液質にかかった大量の労働者が、パリの市場に送られるこれらの産物を加工、精製、梱包していたのである。公害は毒性が強く、こうした労働

条件は、19世紀の衛生学者を驚かせたという。この一帯は、フランス最初期の都市労働者の死の記念碑ともいえよう。

20世紀の後継者たちは、この歴史を重要なものにとらえ、伝えていこうと考える。こうして工場は、遺産的価値を持ち、労働の記憶、辛苦、社会的争いなどの保存装置となると共に、「時には我が家よりも重要な第二の家」（かつての労働者の言葉）となるのだ。労働者が多いほど、場の記憶や社会的関係は強くなり、それらの修復はより審美的なものになる。

1970年代に始まり、第一次オイルショック以降とりわけ進んだこの地域の脱工業化と、近年進められているヨーロッパの門としての高速道路や鉄道の建設、そして住宅政策と不動産投機の気運が、この少々謎に満ちた記憶の場を、刷新しようとしている。そのような状況の中で、知識人たちは、フランスの国力を大きく増進させたこれらの産業遺産の文化的認識を高めるために、活動を展開している。

## 5. パンタン大製粉工場の唯一性

ウルク運河沿いに建設された、『セヌ・サン・ドゥニ地方の産業遺産の象徴的な施設』（Haug, Zublin, Bailly, *Minoterie appelée Grands Moulins de Pantin*, Ministère de la Culture, Mérimée, 2005）は、その記念碑性によって、パリ周辺の密な都市構造からは、切り離された存在である。

最初の製粉工場は、ルブランによって1882年に建設された。ルブランは、もともとコルベユの製粉工場（当時フランス最大級。ダルブレイが所有）の主任で、1846年頃にマルヌ川沿いのクロミエの小さな製粉工場を取得し、高級パン用の細かく白い粉を作る英国式粉挽機によって、施設の近代化に務めた職人である。彼は、その後20年の間に、万博や国内博の賞をいくつも獲得し、100人程度の労働者を雇い、1年に10,000トン以上の小麦粉を生産するようになる。高品質な小麦粉の生産は広く知れわたり、彼はより工業化された製粉工場をパリ近郊に建設するようになる。そして、1859年、前記のルヴレの農場から2区画を購入し、1885年になって回転砥石ではなくシリンダーを応用した設備によって、生産を開始することとなる。

鉄道で運びこまれた小麦は、螺旋水揚機をつかって、それぞれ橋で結ばれた5層のサイロに貯蔵される。そして、4基の粉砕機と5基のコンバーターを備えた高さ15mの製粉機に一日に45トンずつ送り込まれる。これは、パリに供給する製粉工場の中では、7番目に大きい施設であった。しかし、1889年に工場全体が焼失。2年後に、工場はより大規模なものに再建され（130トン規模のサイロが4基）、電気照明や世界最大となる120馬力のモーターを備えるなど、近代化が進められる。そして1921年に、ドイツから第1次大戦の賠償金を得たストラスブール大製粉工場によってこの工場は買い取られ、新たな市場に向けた生産を開始することとなる。

この新たな所有者は、生産機能を集中させ、生産量の増加と都市の需要を満たすために、施設を完全に更新した。設計は、アルザス地方の建築家ウジェーヌ・アウグに委ねられ、彼は、製粉工場に隣接して40m<sup>3</sup>の容量をもつ防火水槽を設け、「アルザス風の小尖塔が、

建物の冠となっている」と表現したように、高い小屋組と平瓦の屋根をかぶせた。

1924年から1926年にかけては、1,000トンの容量を持つ、鉄筋コンクリート造、表面煉瓦貼のサイロをつくる。そして翌年、運河沿いの、1880年代に築かれた古いサイロのあった場所に、その7倍の規模を有する穀物サイロ〈運河〉を4基建設する。高さは34mで、1933年から翌年にかけて、さらに3基加えられた。こうして、一日あたり500トン、計13,000トンの貯蔵が可能となる。小麦は、まずサイロの8層目から入れられ、ここで金属の微粒子が取り除かれる。その後、こし器を通してより軽い粒子を取り除き、5層目で石を除去、さらに振動させた後、滑り台を伝って3層目に送り込み、粉の均質化を図り、湿る前に初層で分離される。分離されたものは、もう一度8層目に上げられ、再降下しながら複数の作業が行われ、縦溝のあるシリンダーで細かくすりつぶされる前に、約12時間、貯蔵される。そして最後に、頑強な体をもつ約100名の貨物取扱係が、100kg用のジュートのサックに製品を袋詰めするのだ。そして小麦粉は、人力によって貨物車、トラック、平底船などに積み込まれる。

給水塔は、高さ53mにも達する。高さ47mの正方形の塔の各面には時計が付けられ、内部には螺旋階段が取り付けられている。1924年から1926年にかけて、容量1200トンの石炭用サイロに併設する火力発電所が建設され、その他にも鉄道のプラットフォーム(1930)や、パン製造所(1933)がつくられている。

1944年8月の火事後、旧小麦粉倉庫は撤去された。そこで、1945年から1948年の間、レオン・バリが再建の指揮をとり、製粉工場、ボイラー室、サイロなどを修復。1952年には、セモリナ製粉場、1958年にはバウアーの図面を基に新たなサイロがそれに並置してつくられる他、アトリエ、ガレージ、研究所、オフィスが建設される。そして、最終的に製品の半分は輸出され、半分はパリに供給される。1960年代には消費者の食生活が変化し、スープや白いパンの消費が減り、ウィーン風菓子がはやりだす。そうした状況の中、クオスト技師は1962年に小麦粉用の、1969年には粉末飼料用の新たなサイロを建設し、1948年に600トンだった一日あたりの生産量が1981年には1,500トンに増加し、労働者は200人に達する。衛生と防火の対策には特に注意が払われ、強力な機械換気装置が設置されている。

1970年から1990年にかけてパンタン大製粉工場は、輸出市場において、協同組合の競争にさらされ、生産力を伸ばすことができずに、パン製造業(ブランド名:バゲピ Baguépi)に乗り出す。同時に、工場の無人化を進め、従業員を減らしていく。そして、1985年にはセモリナ製粉場が閉鎖、1996年にはスフログループにより買い取られ、施設は2001年6月に製粉工場が操業停止、2004年3月には袋詰めの業務も終えた。

## 6. 遺産の活用

この産業の大聖堂ともいえる大規模な建造物は、新地方主義のスタイルをもち、環状道路やパンタン駅からも見える、パリ郊外の労働者のシンボルである。それが解体撤去から免れることとなった。公的機関や地元から、この施設の遺産的、文化的豊かさを認識させられた所有者は、文化省とパンタン市と協力し、「(床面積)約50,000㎡の第3次産業の

集積地をつくるために、「施設全体を再構築する」ことを目的とした、建築デザインコンペを開催したのである。

コンペに勝ったのは、すでに文化遺産の修復の世界ではよく知られているレイシェン・エ・ロベール建築事務所。投資総額は、1億6千万ユーロ（約240億円）である。

「場の精神は保存される」と、所有者であるBNP・パリバ銀行グループの系列会社ムニエ不動産の社長はいつている。ただ、2棟の製粉工場については、屋根とファサードが簡単に修復されたが、内部はすべて取り壊されて再建され、穀物倉庫と小麦粉倉庫は、オープンスペースに生まれ変わっている。小さな製粉工場の間仕切りは取り払われ、自然光が内部まで差し込むよう改造される一方で、鐘楼は将来のテナント会社の一種のシンボルとして、保存されている。サイロを結ぶ橋も同様である。大製粉工場については、自然光がウルク運河に反射されながら内部に差し込む2つのアトリウムが穿たれ（担当建築事務所の職員によると「一種の冷えた温室」）、そのうちの1つには、唯一の動産である1920年代のバブコック・ウィルコックス社のボイラーが置かれる。「機械類の最後の思い出は、大製粉工場のシステムの中央部におかれる。未来の建物に演出され、周辺設備（貯水槽、可動橋、鉄製煙突の基部など）が残念ながら取り払われたにも関わらず、このボイラーはある種の雰囲気をつくりだしている」（セヌ・サン・ドゥニ県文化遺産担当ロール）。平底船での積み換えに便利なウルク運河沿いの長い建物が、この技術遺産の偉大な歴史を物語る模型や説明板の設置により（それが少なくとも私の願いであるが）、一種のメディアテックとなるわけである。

パン製造工場は、ほとんど変更が加えられていない。しかし、より多くの意味をもつ建物群を際立たせるために、かつてヴィオレ・ル・ドゥックが大聖堂の周辺の民家をそうしたように、セモリナ製粉場、ガレージ、またいくつかの事務所は撤去される。

さらに厄介なのは、食料産業の先端的な塔であるサイロが、不用だということはいくつか壊されるという点である。この問題は、現在、他の地域でも起こっている。例えば、マルセイユ港やサン・ナゼール港の使われなくなった穀物倉庫や、灯器のない灯台を今後どのように活用したらよいか、水密性に優れているからといって文書保管庫にすればよいか。また、居住性が低いからといって、段状の構造を変えてしまうのか。

パンタン大製粉工場に残された産業遺産は、敷地全体の中核を担っている。それらの横には、統一感を出すために表面にレンガが貼られた、サービス業に供する3棟の新しい建物がつくられる。起工は2007年6月。2009年からの使用が予定されている。パリの飢えとフランスの土地資本のシンボルであるパンタン大製粉工場が、パリの財政とヨーロッパの銀行資本のシンボルとなるというわけである。

（翻訳：北河大次郎）





### 1. はじめに

2007年3月にJR西日本山陰本線余部橋梁の新橋の建設工事が始まり、現存する余部鉄橋は数年後(新橋の工期は2010年度末まで)に供用を停止する。その後の取り扱いについては決定していないが、新橋梁の建設のためには一部を撤去する必要があるため、現在の形で残されることはない。明治45年(1912年)に建設された「日本の近代土木遺産2800選」においては、Aランク、重要文化財級と評価されている余部鉄橋は、建設百周年を目前に少なくともその一部を失うこととなった。ここではその経緯の概略を振り返ったうえで、余部鉄橋の架け替えから学ぶべき問題点をまとめることとする。

### 2. 余部鉄橋の架け替え経緯の概要

余部鉄橋の架け替えにいたる経緯を表にまとめた。以下に、表の事象に沿って説明を加える。

回送列車が強風にあおられて転落し、車掌と橋下の住民の計6名の死者がでるという事故を機に、列車走行の風速規制が強化された(No.1,2)。そのため列車の遅延、運休が増加し、地元がその対策を協議すべく、対策協議会を設立する(No.3)。本協議会は、兵庫県知事、鳥取県知事および周辺の自治体首長によって構成され、その後も余部鉄橋の扱いに対する意思決定機関となる。風速規制への対策を技術的に検討するために、学識経験者および関係者からなる余部鉄橋技術研究会によって、防風壁設置の技術的課題の検討が行われた(No.4)。そこでは、当時の橋梁の健全性、防風壁の高さ・充実度と防風効果、防風壁の概略設計が調査された。その結果、腐食は認められるがその進行は確認されず、ボーリング調査、衝撃振動試験の結果からは健全であると判断、高さ2m充実度100%の防風壁によって列車の転覆を防ぐことが可能、といった結論が出された。これを元に、より詳細な検討を行うため、鉄道関係者と自治体からなる余部鉄橋調査検討会が組織された(No.5)。ここでは先の技術研究会の検討にほぼ沿ったより詳細な調査検討が行われたが、結論はほぼ同様であった。つまり、防風壁を設置した場合一部の部材に許容応力度を若干超過する計算結果がでたが何らかの対策を講ずることで対応可能であり、その他については安全性が確認された。しかし最終結論としては、余部鉄橋の補強は困難が伴い、補強による部材バランスが崩れるなど、将来的に耐久性を損なう恐れもあるため、鉄道事業者による慎重な検討と判断が必要である、とされた。

これを受けて、鉄道事業者としては防風壁設置は困難という判断を下し、風速規制を緩和し、定時性を向上させるためには、新橋への架け替えという方策を提案する(No.6)

以上の経緯をうけて、地元自治体に対して、架け替えへの賛否を問うアンケートが行われた。その詳細は不明だが、架け替えによって定時性が確保されることは好ましいが費用負担の程度によるという意見が多く、明快な判断としての賛成が必ずしも多かったようではない。同時に架け替え反対を明快にする意見も多くはない。なお、こうした地元の意向を問う際に、それまでに行われた技術的な検討結果と意味が、どのように説明されていたかは不明である。

現橋の改修による定時性確保が鉄道事業者によって困難であると判断された状況のなか

で、地元対策協議会は、新橋への架け替えの意向を固めてゆき（No.7）、新橋の形式等の検討を行うことを承認する（No.10）。兵庫県の交通対策課が主催する新橋梁検討会が設置され（No.11）、短期間で多数の橋梁形式を比較し、PC ラーメン橋をコストと実績の面から高く評価するという結論にいたる（No.16）。なお、この新橋梁検討会開催期間中に、土木学会土木史研究委員会は、この問題を重視し、兵庫県との情報交換や保存要望書の提出を行う（No.13,15）。

新橋検討会の提言が、最終委員会終了後約4ヶ月をへてまとめられ、そこには、PC ラーメン橋が適しているが他の形式の検討の可能性や並行して検討すべき課題などが併記された。これを受けて、地元対策協議会では、PC ラーメン橋による架け替えという意向がまとめられる。

以上の経緯に、新橋梁検討会のメンバーの一員であった佐々木が強い疑問を持ち、現橋の改修の可能性を一定程度技術的に検討した結果も添えて、再度慎重に代替案を検討することを要望する文書を、兵庫県知事あてに提出するが、約半年をへて、兵庫県としては本要望の検討はできないため文書を返却するという回答が出された（No.19,20）。その際、新橋建設後の現余部鉄橋の扱いに対して土木学会などの協力を得たいという要望がなされ、その後の兵庫県と土木学会との懇談の機会が設定される（No.22）。

山陰本線の高速化もふくめて、鉄道事業者および関係自治体の費用負担も目処がつき兵庫県の交通対策の一環として新橋建設が事業化される。新橋の形式はエクストラドーズ橋となり、工事が開始された（No.29）。なお新橋の事業化が決定後、残る余部鉄橋の利活用について、兵庫県および地元での議論が行われ、橋脚を一部残すことなどを提言した利活用の方策案がまとめられる（No.28）。一方、地元にて利活用の議論がなされるなかで、やはり現橋の保存を望む声が一部の市民からあがり、地元有志にて議論の場が設定された（No.24）が、すでに事業化された計画の変更にいたるまでの結果にはいたらなかった。

表 1 余部鉄橋架け替えの経緯

No.	年・月	できごと
1	1986.12	列車転落事故発生
2	1988.5	風速規制強化25m/s→20m/s
3	1991.3	余部鉄橋対策協議会設立
4	1994.7	余部鉄橋技術研究会（1997.3まで）
5	1998.7	余部鉄橋調査検討会（2000.8まで）
6	2001.11	鉄道事業者として防風壁設置は困難と判断 定時制確保の一方策として新橋架け替えの提案
7	2002.1	地元市町へのアンケート
8	2002.3	余部鉄橋対策協議会総会にて新橋架け替えの意向を確認
9	2002.7	新橋架け替えの方針決定
10	2002.11	検討会の設置承認
11	2002.12	余部鉄橋定時性確保のための新橋梁検討会第1回
12	2003.2	新橋梁検討会第2回（開催地香住町）
13	2003.3	土木学会にて「歴史的鉄橋の保存・利活用に関する講演会」開催
14	2003.3	新橋梁検討会第3回
15	2003.5	土木学会土木史研究委員会「余部橋梁の保全的活用に関する要請」兵庫県知事あて提出
16	2003.5	新橋梁検討会第4回（最終回）PCラーメン橋が最適と評価
17	2003.9	「余部鉄橋定時性確保対策のための新橋梁の形式選定に関する提言」
18	2003.10	余部鉄橋対策協議会総会にて、新橋梁検討会の提言内容を尊重し、協議会としてもPCラーメン橋を主とした取り組みを行う」
19	2004.5	佐々木葉「余部鉄橋定時性確保対策のための代替案検討のお願い」兵庫県知事あて提出
20	2004.10	兵庫県担当者より上記要望書返却
21	2005.3	余部鉄橋対策協議会 新橋デザイン（エクストラロード橋）了承
22	2005.3	兵庫県担当者と土木学会土木史研究委員会景観デザイン委員会有志委員が懇談
23	2006.3	余部鉄橋利活用検討会（第1回）
24	2006.7	余部鉄橋を思う会開催
25	2006.7	余部鉄橋利活用検討会（第2回）
26	2006.9	余部鉄橋利活用検討会（第3回）
27	2007.1	余部鉄橋利活用検討会（第4回）
28	2007.3	余部鉄橋利活用検討会（第5回）最終回
29	2007.3	新橋建設工事着工

### 3. 余部鉄橋の事例から得られる課題

2で述べた経緯により、最終的に余部鉄橋は現役で存続することが不可能となった。重要文化財に匹敵する歴史的土木建造物の維持存続がなされなかったことは、まことに残念である。また、供用停止後の扱いについても、十分満足できる結果となる補償は現段階で得られていない。こうした結果に終わった本事例から、学ぶべき課題として、維持存続が不可能となった要因と思われる点を、以下にまとめる。

#### （1）改修の技術的検討方法の課題

余部鉄橋については、列車の通行を確保するために、防風壁を設置するという新たな機能的付加が求められた。これを解決するための技術的検討が、余部鉄橋技術研究会と余部鉄橋調査検討会という2つの場において行われた。それぞれ、専門家を含め、風洞実験や振動実験なども行い、詳細な検討が行われたと思われる。その結果は、検討過程で用いた条件は相当に安全側を見たものでありながら、なお防風壁の設置の可能性と現橋の健全性を支持するものであった。とはいえ、理論的には一部の部材に許容応力を超える計算結果がでたことから、補強の必要性が指摘された。また現実の補強工事を行う際の具体的な方法と、補強後の維持管理の方法に対する検討は、理論のみで進められるものでもなく、

この点についての検討は事実上なされていない。そのため、管理者はリスクを回避するという観点から、改修による維持存続を受け入れないという判断をしたと思われる。ただし、補強による部材バランスが崩れるという論点については、理論的にも検討が可能であったと推察されるが、それは行われていない。

なお、表中 No.15 の要望書に添付した改修の代替案では、No.4,5 で用いられていたあまりに過大と思われる条件設定を見直すなどして検討した結果、許容応力を超える部材がでることはなかった。

以上より、改修や補強の技術的検討においては、その際に用いる条件の設定の仕方と根拠に対して、現在まだ十分な基準がないのではないかという課題がある。さらに、理論的に健全性、安全性を指示する計算結果がでたとしても、それが実際に適用された場合に生じる課題や問題についての経験的蓄積がないため、改修改築を含む補強というチャレンジを後押しすることが困難という課題がある。これらの課題に対しては、やはり海外も含めてより多くの実験や事例からの経験的な知見のストックを得ること、またそのためのチャレンジの根拠となるさらなる理論的検討の推進が必要であろう。

## (2) 歴史的土木構造物に求める性能の設定に関する課題

余部鉄橋は、防風壁を設置するという新たな構造性能の上乗せをせず、現状のままで列車を通過させるという使用であれば、安全性に支障はなく、腐食の進行も特に認められていなかったため、当面の存続は可能であった。新橋に架け替えることとなったのは、新たな性能を求めたためである。強風による列車の走行障害という問題は、見過ごせない。しかし、建設後長期間を経たインフラストラクチャにどこまでの性能を求めるかは、総合的な観点から判断する必要があるのではないか。余部鉄橋の場合で言えば、新橋に架け替えたとしても強風による走行障害が 100%なくなるわけではない。風速 30m/s を超えれば列車の走行は規制される。また、余部鉄橋を通過する列車の本数と乗降客数の絶対数および地域交通に占める割合を勘案した場合、防風壁の設置や新橋への架け替えによって解消される走行障害の程度がどの程度であるか、という検討が冷静になされる必要があったと考える。構造物としての安全性の検討だけでなく、地域におけるインフラストラクチャとしての担うべき性能、機能とその実現に掛かるコスト、すなわちコスト・ベネフィットをどのように算定するかという観点から、歴史的土木構造物の担うべき適切な性能を評価し設定するための、計画論的検討技術が求められる。そこには、歴史的構造物の存在価値（観光資源としての価値、地域住民の愛着の対象としての価値など）を組み込んだ場合のみならず、人口減少社会において維持可能なインフラストラクチャのマネジメントという観点から、どの程度の性能を既存の構造物に求めるかを評価することが必要である。

## (3) 合意形成の場に提供される技術評価に関する情報に関わる課題

上記①、②に示した課題は、それ自体専門家による理論的また経験的議論として取り組まれなければならない。しかしその結果は、白黒がはっきりしたものとはならないであろう。構造物の安全性についても、絶対安全か絶対危険かのどちらかであると結論付けられることはまれであるはずだ。いくつかの仮定を含んだ検討のなかで導かれる専門的検討の結果を、地域住民をはじめとする多くの人々にどのように情報提供するかは、その合意形成に極めて大きな影響を与える。余部鉄橋の場合においては、表中の No.4,5 で検討された結果が、具体的にどのように伝えられていたかは不明であるが、地元においては、余部鉄

橋は老朽化がすすみ改修の余地はない、という認識がなされていた可能性が高い。また新橋をかける際にも、現橋と同様な鋼トレスルを復元することはコンクリート橋に比べてコストが数倍にも登るため断念せざるを得ない、といった認識が比較的早くにもたらされていた可能性がある。歴史的土木構造物に対する評価は、新設の構造物の計画設計以上に、不確定要因が多く、現物の評価や改修などの条件をどのように設定するかなどによって、結論がかなり変化する。こうした幅のある議論を専門家以外の人々に適切に伝えるためには、十分な情報開示と丁寧な解説が不可欠である。それを含めた合意形成の場の運営は、極めて重要な課題であろう。

#### (4) 現状維持の補修補強を超えたり・デザインに関する課題

歴史的土木構造物のオーセンティシティを尊重し、できるだけ原型または現状に近い形での補修補強を行うことは、言うまでもなく重要である。しかし、それが困難となった場合、取り壊してまったく新しい構造物を建設するのではなく、既存の構造物を大胆に改修するという、いはばリ・デザインの発想とチャレンジも必要である。余部鉄橋の場合には、新橋検討の過程で、現橋の鋼トレスル橋脚の中に新たなコンクリート橋脚を立ち上げ、現橋の桁を巻き込んだメラン式のアーチ状の構造とするという案も出された。R. マイヤールが同様の方法で大胆な改修をした例からヒントを得た案であったが、その可能性を十分検討するにはいたらなかった。こうした大胆なデザインの発想と技術的チャレンジは、新橋の建設よりも困難ではあるが、意義があるといえるのではないか。あるいはまた新しく構造物を建設するに際しても、歴史的構造物の損失を埋めて余りあるような存在価値を有するデザインへのチャレンジがなされるべきであろう。そうした機会を積極的につくっていく努力が必要である。

#### 参考文献

- 1) 兵庫県 「余部鉄橋定時性確保対策のための新橋梁検討会 報告書」2004年3月
- 2) 余部鉄橋利活用検討会 「余部鉄橋の保存と再出発に向けた提言—鉄橋からはじまる多彩な交流と余部の元気あふれる地域づくりに向けて—」2007年3月
- 3) (社)土木学会土木史研究委員会 委員長中村良夫 「余部橋梁の保全活用に関する要請」2003年5月 <http://www.jsce.or.jp/committee/hsce/y-ama.htm>
- 4) 佐々木葉 「余部鉄橋架け替えは必要か」神戸新聞 2004.8.23



## 1. 歴史的ダム保全事業の概要

### (1) 概要

歴史的ダム保全事業とは、平成2年度から当時の建設省が、河川総合開発事業として実施したもので、歴史的に価値のあるダムについて、その健全な保存と、歴史的価値をなくすことなく、その構造的安定性を増進するとともに、治水、利水機能の新たな開発を行うこと。さらに、ダムの歴史、技術等の資料の収集、展示等を行うことにより、ダムに関する知識の学習、教育の場を設け、住民の河川行政に関する意識の向上、啓発をはかることを目的としている。既存の貯水池の再開発事業が、機能の増進・回復を目的としているのに対して、この歴史的ダム保全事業は、既存貯水池が現在有する歴史的意義、環境保全上の重要性に配慮した再開発事業を行うもので、その効果として、下記の5項目が掲げられた。

- (i) 歴史的ダム構造物の修復保全と新たな治水、利水機能の開発
- (ii) 歴史的環境の保全（旧ダムに係わる土木構造物等の保全と再生、展示、建設技術の展示）
- (iii) ダムの建設の歴史に関する資料の収集整理
- (iv) ダムに関する資料保管のための資料庫の建設
- (v) ダムに関する知識、教育の場を設け、住民を啓発する

### (2) 実施ダム

平成2年度に採択されたのは、狭山池ダム（大阪）、辰巳ダム（石川）、西山ダム（長崎）、本河内高部ダム（長崎）の4箇所であった。それぞれ簡単に事業内容を解説する。

#### a) 狭山池ダム（大阪府）

狭山池ダムは、日本最古とされる灌漑用の土堰堤であったが、洪水調節等の機能を付与するために、昭和63年から1.5mの嵩上げと堤体の補強を行い、均一型フィルダム形式の治水ダムに改修された。保全事業は、ダム本体よりも、発掘された過去の破壊、修復の跡を博物館にどのように保存するかが焦点で、堤体の断面をブロックに区切って実物の一部分を保存・展示した（平成11年保存工事着工、平成13年博物館開館）。

#### b) 辰巳ダム（石川県）

辰巳ダムは、多目的ダムとして建設が計画されたダムで、このダムの場合は本来の“歴史的ダム”の保全という観点からすれば、ややズレた事業といえよう。ダム建設予定地内に辰巳用水の取水口があり、水没の恐れがあるため、その保存・復元、ダム本体のデザインを含めた周辺環境の整備への対応のため、歴史的ダム事業に指定された。しかし、建設反対派住民との対立が続いており、現在、土地収用法に基づくダム建設の事業認定の取り消しを訴えた裁判へと発展している。

### c) 西山ダム（長崎県）

西山ダムは、長崎市の水道用ダムとして、明治 37 年に建設された重力式粗石コンクリートダムで、わが国における初期のコンクリートダムである。昭和 57 年 7 月 23 日の長崎大水害をきっかけに、既存の上水道用ダムに治水機能を付加する事業（昭和 58 年「長崎水害緊急治水ダム事業」、昭和 63 年「長崎水害緊急ダム事業」へ変更）が実施され、平成 4 年、直下に新西山ダムが建設された（写真-1）。そのため、視認できるのは、湖中に浮かぶ上部のみとなり、ダムとしての機能は失われてしまった。「旧ダムは貴重な土木遺産であるので、新ダムの貯水池内に保存した」とされるが、補強で対処する等、“ダム”本来の姿のまま保存できなかったのか疑問が残る。



写真-1 西山ダム

### d) 本河内高部ダム（長崎県）

本河内高部ダムは、長崎市の水道用ダムとして、明治 24 年に建設された土堰堤で、わが国最初の水道用ダムである。本河内高部ダムも西山ダムと同様に、長崎水害緊急ダム事業により、平成 18 年、直上流部に新本河内高部ダムが完成した（事業竣工は平成 22 年の予定）（写真-2）。そのため、旧ダムは、“ダム”としての機能は完全に失われ、単なる土盛りとなってしまう、両ダムの間は土捨場として利用されている。



写真-2 本河内高部ダム

## 2. 西山ダム・本河内高部ダムの事例

「歴史的ダム保全事業」と謳いながら、ダム本来の機能が完全に失われてしまった長崎の西山ダム、本河内高部ダムについて、その経緯と問題点を述べる。

### (1) 経緯

昭和 57 年 7 月 23 日、九州地方で豪雨があり、特に長崎市を中心とする地域で大きな被害が生じた。市街中心部を流れる中島川、浦上川沿い等の地域では、土石流、崖崩れ、河川の氾濫などにより多数の家屋が倒壊、浸水し、死者・行方不明者 299 名、被害総額 3000 億円以上の被害を被った。

この長崎大水害を契機に、洪水被害の防止を図るため、総合的なダム事業が検討され、翌 58 年から「長崎水害緊急治水ダム事業」が実施された。中島川については、既設の水道ダムである本河内高部ダム・西山ダムの利水容量を治水目的に変更し、ダムによる洪水調節と河道改修によって対処するというものであったが、実質は新規に本河内高部ダム、西



山ダムを建設し、旧ダムはそれぞれ撤去するというものであった。この時点で、事業主体は長崎市水道局から長崎県へと移管された。

昭和 63 年、多目的事業への計画変更を建設省から打診され、「長崎水害緊急ダム事業」へ変更、実施される。これにより、本河内低部ダム等が追加され、7 ダム 1 事業として、総容量は 755.6 万 m<sup>3</sup> から 1,515.7 万 m<sup>3</sup> に大幅にアップした。

平成元年頃、建設省から長崎県に対して、歴史的ダム事業に関する打診があり、翌 2 年、歴史的ダム保全事業を採択し、新ダム完成後も本河内高部ダム・西山ダムの旧ダムは残すことになった。この頃、ダムの周辺環境を整備する「新レイクシステム構想」が立ち上がっている。

#### a) 西山ダム

水害の翌月（昭和 57 年 8 月）には、長崎水害緊急治水ダム事業計画が策定され、旧ダムの下流 60m に重力式コンクリートダムを新設する案が計画された（図-1）。大きな河川がなく、水の乏しい長崎市にとって、水道水の確保は重要な課題であり、旧ダムの水を溜めたままダムの建設が可能であることから、他のダムとの建設順を考慮して、この案が採用されたという。他の方法も検討されたと言われているが、水害後の緊急事業で、計画策定まで約 1 ヶ月という短期間であったため、詳細な検討記録は残されていない。昭和 59 年頃には新西山ダムの詳細設計に入っている。

新ダム完成後、旧ダムは撤去される予定であったが、平成 2 年に歴史的ダム保全事業に採用されたことを受けて、旧ダムは保存されることになった。

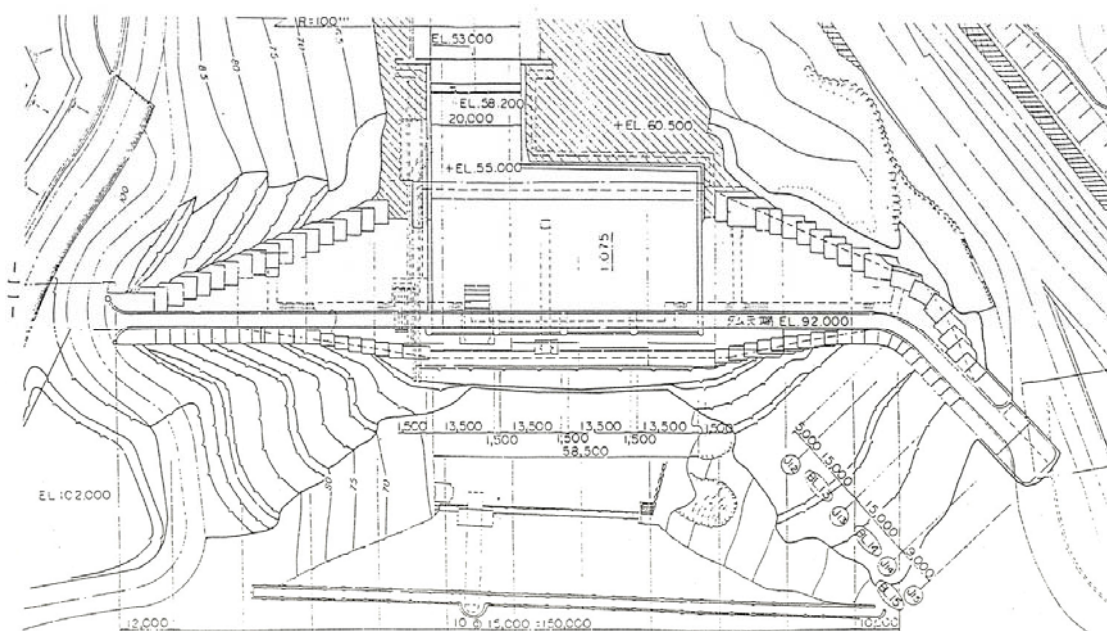


図-1 西山ダム平面図（出典：「長崎水害緊急治水ダム事業計画書」，昭和 57 年 8 月）

#### b) 本河内高部ダム

昭和 57 年 8 月には、土堰堤の旧ダムを全面撤去し、同じ位置に重力式コンクリートを新設する案が、長崎水害緊急治水ダム事業計画の中で策定された（図-2）。しかしながら、国道 34 号線の取付、ダム下流の浄水場への影響、ダム周辺に土捨場がないこと等、技術上、施工上、多くの課題が残されていた。そこで、昭和 61～62 年頃から、旧ダムの上流に重力

式コンクリートを建設する案が検討され始めた。

さらに、本河内高部ダムはわが国最初の水道ダムであるため、保存の要望が各方面からあり、平成元年3月には事業の計画変更がなされ、旧ダムを残し、上流に重力式コンクリートを建設する案、表面遮水型のフィルダムにより嵩上げする案など種々の型式が検討された(図-2)。平成2年には、建設省の歴史的ダム保全事業に指定された。

比較検討の結果、旧ダムの上流50mに重力式コンクリートを建設した場合、嵩上げ高を当初より0.5m下げることが可能で、国道取付の施工が容易となり、浄水場への影響も少なくなる。また、旧ダムとの間を土捨場として利用できることから、工事費が削減され、埋戻し跡地は、本河内高部ダムのモニュメント公園として整備できる等の理由により、現在の案が採用された。

平成18年、新ダムは竣工し、平成22年頃までに、新旧ダムの間を土捨場が公園として整備される予定である。

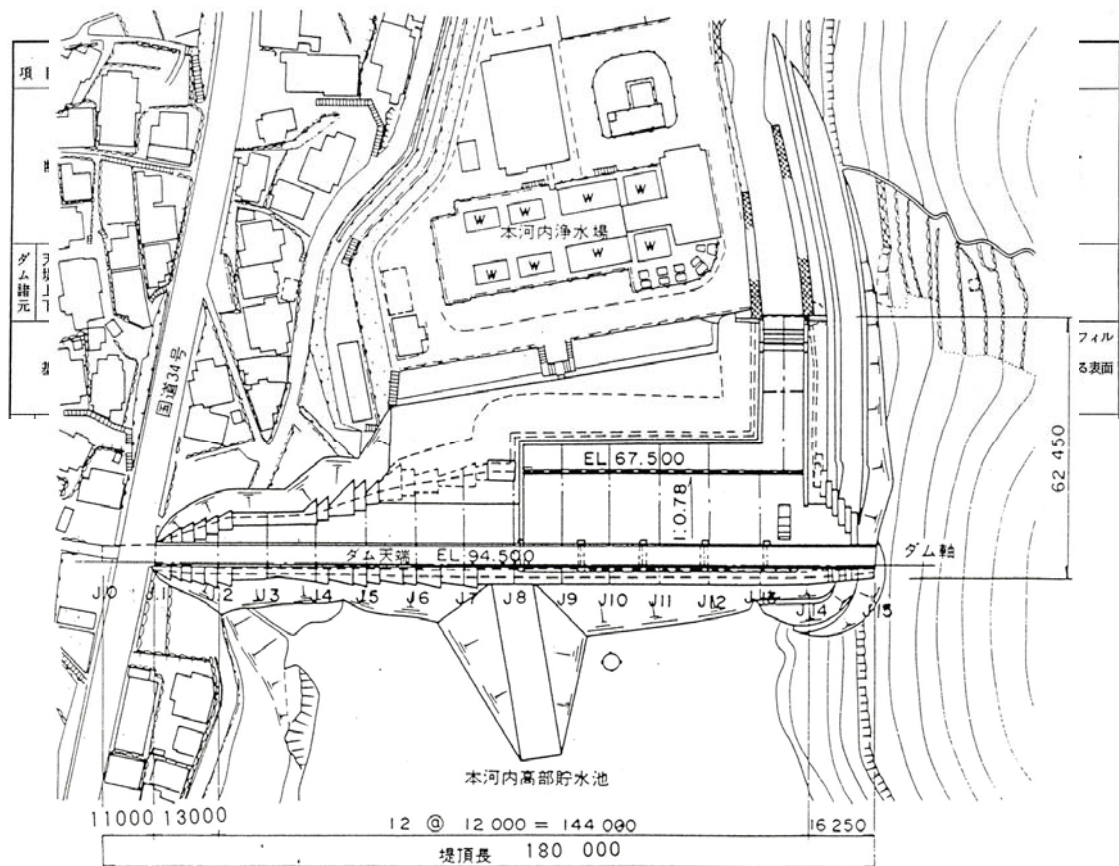


図-2 本河内高部ダム当初案の平面図

(出典：「長崎水害緊急治水ダム事業計画書」，昭和57年8月)

### c) 本河内低部ダム

本河内低部ダムは、長崎水道の拡張工事の一環として、明治37年に建設された重力式粗石コンクリートダムで、神戸市水道の布引ダム、舞鶴鎮守府水道の桂ダムに次ぐ、わが国3番目のコンクリートダムである(写真-3)。

長崎水害緊急治水ダム事業が実施されていた本河内高部ダムだけでは治水効果が不明であることから、平成元年頃、河川として高部ダムと低部ダムを一括して管理することが検討されはじめた。その結果、高部ダムを利水専用ダムとし、低部ダムに新たに治水機能を持たせ、治水+利水ダムとすることになった。そして、平成3年、これまでの「長崎水害緊急治水ダム事業」から、「治水」の取れた「長崎水害緊急ダム事業」に変更された。

低部ダムに洪水調整機能を持たせるため、堤体の左岸側を切り抜き、洪水吐けを設ける案などが検討されたが、ダム直下に住宅地が密集しており、減勢工を設置するには困難であること、国道の改良工事が先行し、限られた空間での改築工事が余儀なくされること、さらに、歴史的ダムを保存するため、堤体の上流側を補強して、地下に豎坑型のトンネル式洪水吐けを設ける案が採用された。

これによって、本河内低部ダムは、形態も、“ダム”としての機能も、そのまま活かされことになった。



写真-3 本河内低部ダム

## (2) 問題点

すべてが歴史的ダム保全事業の効果というわけではないであろうが、この事業に指定されたことによって、明治期の西山ダム、本河内高部ダムのいずれもが保存された。しかしながら、その保存方法は決して好ましいものとは言えない。問題点をそれぞれ整理した。

### a) 西山ダム

西山ダムの場合、旧ダムの前面に新ダムが、立ちはだかり、美しい石積みのダム下流面が一部しか見えないという、ダム景観としてはありえないものになっている。さらに、水位が下がれば、境界線のできた山肌ならぬダム肌によって、醜い姿をさらけ出してしまう。

こうした保存の方法は、悪しき事例を生んでしまった。兵庫県淡路島の成相ダム（昭和25年、重力式粗石コンクリートダム）の場合、平成11年、500m下流に新ダムが建設されたが、歴史的ダムとしてその価値が認められたため、西山ダムと同様の方法で湖中に保存された。7つある越流部のうちのひとつと、取水塔の一部に穴をあけて上流から下流への流水の流れを確保しているが、旧ダムの上部のみが視認でき、さながら湖中に浮かんだ石積みの通路になってしまった。

西山ダムの場合、約1ヶ月間という極めて短期間に計画され、実地調査を飛び越して事業が開始されており、新規ダムを建設すること以外に検討の余地はなかったのかもしれないが、既設ダムを補強、嵩上げして対応することはできなかったのか疑問が残る。歴史的ダム保全事業の指定が早ければ、もう少し違った結果になっていたのかもしれない。

### b) 本河内高部ダム

本河内高部ダムの問題点は、わが国最初の水道ダムであるにもかかわらず、ダムとしての機能を完全に失い、単なる土の塊として残されたことである。

ダム下流面の底樋の入口、両側から上部で一つになる階段（写真-4）は、このダムの特徴で、下流側から見れば、ダムの形態は変わっていないが、新旧ダムの間は埋められたため、取水塔をはじめ、上流側の石張、底樋は撤去された。しかも、取水塔は輪切りにされた一部分が展示されており（写真-5）、その保存方法についても問われる。

保存要望と歴史的ダム保全事業によって、撤去は免れたとは言え、西山ダム同様に、まずは重力式コンクリートダムの新設ありきだった点が問題で、画一的なダム行政を象徴している。

いずれにしても、緊急治水事業として、既存の利水ダムに治水機能を付加させる際に、既存のダムを改築するのではなく、まずは新規ダムの建設ありきというその姿勢に問題がある。しかも、わが国のダム史上、水道史上貴重なダムであるにもかかわらず、既存の歴史的ダムを撤去することが前提であった。

大水害後の治水事業という緊急性、歴史的構造物に対する関心のそれほど高くなかった昭和57年という時代性、ダム直下に住宅地が広がっており安全性を優先しなければならないという状況を鑑みれば、致し方なかったのかもしれないが……。

### (3) 歴史的ダム保全事業の評価と課題

当初は、西山ダム、本河内高部ダムとも撤去される予定だったが、歴史的ダム保全事業に指定されたことによって、いずれのダムとも旧堤体は一応、保存されることになった。そのことは、歴史的ダム保全事業の効果として、一定の評価ができる。

しかし、ただ保存さえすれば良いというものではない。ダム本来の機能は全く考慮されず、単なる見せ物として、残しただけでは、真の意味で保存したことにはならない。我々は、先人達の偉業を後世に正しく伝える責務があり、今の時代の都合によって貴重な遺産を勝手に改変してならない。

歴史的ダムを“ダム”としての機能を維持しながら、運用していくにはどうようにしたらよいか、十分な検討が必要である。とりわけ、ダムのように規模が大きく、周辺に与える影響が非常に大きい構造物の場合、安全性とのバランスをどう保つのが重要な課題である。



写真-4 本河内高部ダム下流面の底樋と階段



写真-5 輪切りにされた本河内高部ダムの取水塔

## 第4章 保全事業の一般化に向けた論点の整理

### 第1節 職能、教育、資格に関する国内外の動向

五十畑 弘（日本大学）

#### 1. はじめに

歴史的建造物の保全を実務として進めてゆくためには、建造物の安全性、耐久性などに関する知識に加え、歴史的視点からの保全に関する知識、能力などが求められる。これと同時に、この知識、能力の背後には、歴史的建造物の保全を動機付けのレベルで支える一般知識がリベラルアーツとして存在することが必要である。従来、実務での関与の機会の少なかった歴史、文化の価値観による建造物保全という役割が、土木技術者の職能の範囲であることを理解し認識をすることである。これは、技術者倫理に関わる大きな課題に含まれ、土木史教育の目的のひとつでもある。

一方、歴史的視点を建造物保全の実務に組み込むには、歴史的価値や修復技術などに関する土木技術者の知識や能力の向上を図り、さらには一定の能力保証をするための制度や資格の整備も将来的には求められる。ここでは、今後の課題として論点と関連情報の整理を行う。

#### 2. 歴史的建造物保全に関する職能について言及している規定類

##### (1) はじめに

土木技術者の職能として歴史的建造物の保全に関するものがどのように認識されているかについて示すものとは、技術者倫理の規定、ISO等の規定策定の動きがある。

##### (2) 土木学会技術者倫理規定

土木学会の「土木技術者の倫理規定（1999）」では、歴史的建造物の保全に関する部分は以下のように示されている。

「基本認識」では、「土木技術は、有史以来今日に至るまで、人々の安全を守り、生活を豊かにする社会資本を建設し（中略）、人類の生活を飛躍的に向上させた。しかし、技術力の拡大と多様化とともに、それが自然および社会に与える影響もまた複雑化し、増大するに至った。（中略）技術の行使にあたって常に自己を律する姿勢を堅持しなければならない。」「現代の世代は未来の世代の生存条件を保証する責務があり、自然と人間を共生させる環境の創造と保存は、土木技術者にとって光栄ある使命である。」とある。

続く倫理規定の条項で、土木遺産の保全に関わる倫理規定の条項としては以下の項目がある。

すなわち、

- 1) 「美しい国土」、「安全にして安心できる生活」、「豊かな社会」をつくり、改善し、維持するためにその技術を活用し、品位と名誉を重んじ、知徳をもって社会に貢献する。
- 2) 自然を尊重し、現在および将来の人々の安全と福祉、健康に対する責任を最優先し、人類の持続的発展を目指して、自然および地球環境の保全と活用を図る。
- 3) 固有の文化に根ざした伝統技術を尊重し、先端技術の開発研究に努め、国際交流を進

展させ、相互の文化を深く理解し、人類の福利高揚と安全を図る。

- 11) 土木施設・構造物の機能、形態、および構造特性を理解し、その計画、設計、建設、維持、あるいは廃棄にあたって、先端技術のみならず伝統技術の活用を図り、生態系の維持および美の構成、ならびに歴史的遺産の保存に留意する

「基本認識」では、①技術の影響力の拡大による、その行使での自己を律することの必要性、②自然と人間の共生環境の創造、保存の使命を示している。以上のうち、第1項「美しい国土」、第2項「安全と福祉」、「持続的発展」、第3項「伝統技術」、「福利高揚」、第11項「伝統技術の活用」、「美の構成」、「歴史的遺産の保存」が、それぞれ土木技術者の使命と責任として土木遺産の保全に関わる規定である。

### (3) その他の技術者倫理規定

日本技術士会およびその他の国外の技術者組織の倫理規定におけるみると、以下のとおりである。

日本技術士会の倫理規定は土木学会の倫理規定と共通点が多いが、土木遺産の保全に関する直接的な規定はない。アメリカ土木学会(ASCE)の倫理規定は、ABETの倫理綱領に準拠する4項目の基本的原則(Fundamental Principles)に基づいて「技術者は」を主語として7項目が基本的規定(Fundamental Canons)として設定されている。第1項では持続的開発における公共の安全、健康、福祉を旨とする規定がある。イギリス土木学会(ICE)の倫理規定は、「学会員は」を主語として、会員の倫理的に行動する義務につづいて能力範囲での遂行、公共の福祉、自然、資源の持続など6項目で専門家の行動のルールが規定されている。ドイツ技術者連盟(VDI)は、2001年に技術者の責務として4つの項目を策定している。専門的職務に対する結果、職位、社会、雇用者への責務などである。フランス科学技術者委員会(CNISF)は倫理綱領の中で技術者倫理について倫理憲章(Charte d' Ethique)を設定している。社会における技術者、技術者能力、技術者の仕事、および使命の4つの項目で構成される憲章の中で、公益を目指すこと、技術経験による奉仕、技術の環境への影響、能力の刷新、専門職の良心などについて規定している。

海外のいずれの倫理規定も土木遺産の保全に関する規定は、間接的には含まれるものの直接的な規定はされていない。

### (4) ISO、ICOMOS等における歴史的構造物保全に関する動向

ISOは、世界的にもっとも影響力の大きな基準組織であり、この中の既設構造物に関する国際基準ISO13822では、構造物保全に歴史的視点を取り込む動きが進められている。これまでの同基準では、構造要素の強度劣化や、常時荷重や風、地震などについての扱いについて書かれているが、いわゆる歴史的建造物の特徴を視野に入れたものではなかった。これに対して歴史的視点を追加するものである。これは土木建築の技術者の職能としての認識の表れである。

歴史的視点の取り込み決定は、2001年規定の5年後の定期見直しにあたって「歴史的構造物」を附属書の形で取り入れることがICOMOS(International Council on Monuments and Sites 国際記念物遺跡会議)の支持も受けて2006年に決定されたものである。

このISOの決定に先立って、ユネスコの外郭団体であるICOMOSは、「歴史的構造物」

に関連する内容のガイドライン「建築遺産の解析、保存と復原に対する勧告書」の原案をすでに2001年に策定し、2003年のICOMOS総会で承認がされた。この後、ICOMOSの内部のISCARSAH (International Scientific Committee for the Analysis and Restoration of Structures of Architectural Heritage 国際科学委員会構造解析委員会)でISO13822と連携することが決定された。ISOの決定はこれを受けたもので、さらに2007年3月から6月末までの間で、ISO加盟国の間で投票が実施されて「歴史的構造物」を附属書の形で取り入れることが正式に決定された。

### 3. イギリスにおける土木史教育

#### (1) はじめに

安全性、耐久性の視点とともに、歴史、文化の価値観によって構造物を保全することが土木技術者の職能の範囲に含まれることを理解し認識をすることは、土木史教育の目的のひとつである。ここでは、歴史的構造物保全については、先進的事例をもつイギリスの事例として、イギリスの大学での土木史教育の状況、および日英の比較を示す。

#### (2) 教育システムにおける土木史教育の位置づけ

イギリスではJBM(Joint Board of Moderator)が、エンジニアリング・カウンシル(ECuk :Engineering Council UK)より委託を受け、建設関連の各教育プログラムの認証を行っている。このJBMが、教育プログラムを技術者認証基準(UK-SPEC(2004))、およびJBMガイドラインで規定される要求水準(11)に従って審査の上認証をしている。

土木史教育は、このJBMガイドラインの持続的開発(Annex C- Sustainable Development in Degree Programmes)分野の中で位置づけられている。この中で、「歴史的アプローチ (A historic approach)」がカリキュラムに含まれる項目とされている。JBMガイドラインは、持続的開発の教育は理想的には、既存の科目全体で行うことが望ましいとしており、狙いとして、技術者の身につける態度・自覚(attitude/ awareness)、スキル(Skills)、そして広く深い知識(Knowledge- Broad and Deep)の3点を挙げている。

JBMガイドラインの持続的開発で示されるこの「歴史的アプローチ」は、この他の教育プログラムの要件で、特にデザイン分野(Annex B (Design) July 2005)とも密接な関係があり、前述の具体的な3点の狙いを達成するための授業の項目の一つとして示されている。このように、イギリスでは、社会の持続的開発の視点から、技術者教育の中で、歴史的なアプローチとして土木史教育が位置づけられている。

#### (3) ICEが実施した土木史教育に関する調査

イギリス土木学会には、土木史を扱う委員会として、歴史的遺産に関するパネル(PHEW: Panel for Historical Engineering Works)がある。このPHEWによって、ICEの大学土木史教育への支援の可能性を探るために、土木史教育と教材リソースに関する調査が実施された。この調査は、eメール調査が2004年8月実施され、この調査の後にロンドン、エジンバラの2箇所で開催されヒアリングが行われた。eメールによるアンケート調査の対象は50大学の建設系コース(内2校はアメリカおよび、アイルランド、回答率54%)で、ヒアリング会議に出席したのは大学が10校、これにICEの他、CARE、English Heritage、

Historic Scotland および JBM などの団体であった。

イギリスでは、土木史科目は1年生の導入科目の場合と、修復などを含む内容として最終学年、修士科目として設定される場合に分化しており、前者では主要科目の変遷、発達史として講義がされている。

土木遺産の補修・修復については、卒業生、教師の継続教育として重要であるとの認識は高い。歴史的建造物の維持管理をしている公的機関では、大学における構造物の修復に関する知識の学習に対する期待も見られる。これは早くからインフラ投資が進んだイギリスにおける既設土木構造物の蓄積の多さや、土木分野以外の建築、産業考古学分野の保存・修復の実績の影響によるものと思われる。教材としては、デジタル情報の使用が進んでいるようで、ICE は大学への提供には積極的である。しかし、企業や政府など実業界からの教材情報については進んでいない面もある。教員については、担当教員の高齢化による後継者の問題が指摘されている一方、土木遺産の修復などの分野を除いて大学側は外部からの講師派遣に対して消極的である。また、一部の大学では、一般の歴史と技術史のギャップを埋める教育も行われている例がある。

#### (4) 日英の比較

土木史教育に対する関係者の関与の仕方にまず大きな相違が見られる。イギリスでは、ICE だけではなく、JBM、これを構成する民間団体、歴史的遺産の保全に関わる組織 (English Heritage、Historic Scotland)、修復技術の認証に関する組織 (CARE) など、多くの関連組織がそれぞれの活動分野の立場から、共通分野として土木史教育に制度として関与している。この連携は JBM の組織、関連基準の整備などにみるように有機的でシステムの的である。

この結果、教育に対する要求事項がより実務的な視点から検討が行われ、具体的なガイドライン体系が整備されている。このような中から、歴史的土木遺産修復の知識など大学の教育に対する具体的な要請が産業界から出ている。

国内でも土木学会、技術者認定機構、工学教育協会などいくつかの組織が、工学教育の一分野として土木分野の教育に直接、間接に関与をしているが、建設事業に係わる産業界の団体・組織が、工学教育、特に土木史教育に関わることは多くはない。これは、産業界の工学教育に対する土木史による関わりが希薄であるために、土木史を専門科目よりも一般教養として捉える傾向が強いことにも原因の一端があると思われる。このため国内でも建設関連協会では土木遺産の保全への関心は必ずしも低いわけではないものの、これらの組織が土木史教育へ関与するシステムが確立されておらず教育に対する具体的、実務的な要請も出ていない。

土木史教育の位置づけについても、日英においての違いがある。イギリスの JBM ガイドラインでは、当初より技術、人間活動の環境への影響に関する社会の懸念に応えることが基準の中に盛り込まれてはいたものが、現在はこれに時間概念を入れて持続的開発とされるように改善が行われている。これは政府や公共の要請は変化しており、持続的開発の中で環境、社会、経済活動の間のバランスを継続的にとることが必要と判断されたものである。この持続的開発への認識は、国内でもほぼ同じであり認識には共通的なものがある。ただし、国内ではこの持続的開発に対する認識を具体的に土木史教育の科目レベルまで結



びつける例は少ない。

イギリスでは、JBM ガイドラインの中で、明確に「歴史的アプローチ」を科目の中で含めるべき項目として制度として規定がされている。国内ではこれに相当するものとしては JABEE において、技術者倫理として技術史科目を含めることが示されているものが唯一の制度的な記述である。しかし、イギリスでも実際の大学における土木史の授業の運営では日本と同様の課題も抱えている。例えば、土木史を担当する教員の高齢化による後継者、歴史的建造物の修復技術に関する教員の知識向上などである。専門科目対して、土木史科目が主流科目でないことによるカリキュラム編成上の問題も共通する面がある。土木史教育における産業界からの大学への講師派遣も、イギリスでは ICE としてはその必要性は認めながらも必ずしも進んでいるわけではない。

産業界の土木史教育に対する情報提供による連携についても、イギリスでは国内と共通する課題がある。ICE では土木史教育に教材提供しうる技術情報を多数保有し大学教育への提供を役割としている。しかし人的資源の提供を含めてそれらをいかに教育の場に結びつけるかというシステム（制度）としての方法論の面で課題をもっている。これは国内においても同様である。

#### 4. 歴史的構造物保全の技術者資格

歴史的建築物の修復などの資格を除けば、土木構造物などの供用下にある構造物の保全のための資格は現在ではイギリスにおける資格が唯一である。これは、CARE (Conservation Accreditation Register for Engineers) と呼ばれる歴史的構造物の保全技術資格で 2002 年から開始された。この資格の認証は、ICE と構造工学学会 (IStructE) が共同で 2002 年に設立した歴史的建造物の修復に関する技術者認証組織で行われている。

この制度の目的は、構造物の管理者や一般の建設技術者に対し、歴史的構造物や歴史的地域の保全方法や方針に精通した技術者を育成し供給することにある。資格認証は、5 カ年の有効期限で技術者個人の有資格者リストが登録され公表される。2006 年現在 16 名が登録されている。この制度では、技術者の認証による資格付与とともに、評価基準とガイドラインの策定、歴史的構造物の修復に関する技術の研修などの活動も行われている。

注 1) JBM とは、構造工学会 (IStructE : Institution of Structural Engineers)、道路連合工学会 (IHIE: Institution of Highway Incorporated Engineers)、道路・交通協会 (The Institution of Highways & Transportation)、土木学会 (ICE: Institution of Civil Engineers) の 4 団体によって構成される組織である。地球規模の持続的な経済成長に寄与する技術者の育成と倫理基準にもとづく教育プログラムの開発のために大学との連携強化を目的として設立された。

#### 参考文献

1) Joint Board of Moderators : Guidelines for developing degree and further learning programmes General Statement, P.1, 2004. <http://www.ice.org.uk/JBM/docs.asp>

- 2) Joint Board of Moderators : Annex C –Sustainable  
development in Degree Programmes, P.1, 2004, <http://www.ice.org.uk/JBM/docs.asp>
- 3) American Society of Civil Engineers : Code of Ethics,  
<http://www.asce.org/inside/codeofethics.cfm>
- 4) The Institution of Civil Engineers : Code of Professional Conduct, Royal Charter, By-laws,  
Regulations and Rules, pp.36-43, 2005. <http://www.ice.org.uk/homepage/index.asp>,
- 5) 熊谷浩二, 高橋康造 : 技術者の倫理、技報堂出版、p.53-54, 2006.6

表 1 土木学会以外の技術者倫理規定

機関名	規定の内容
(社)日本技術士会 技術士倫理要綱 1999年改訂	①品位保持 ②技術的良心で専門業務のみ遂行 ③中立公平 ④正当な報酬 ⑤明確な契約 ⑥秘密保持 ⑦公正自由な競争 ⑧相互の信頼 ⑨広告の制限 ⑩他の専門家との協力
アメリカ土木学会 Code of Ethics 1996年改訂	①人類の福祉、環境改善に貢献 ②社会・雇用主・契約者に誠実 ③職業能力と威信の増進 ④専門家集団への支援
イギリス土木学会 Code of Professional conduct, Rev.0 2004年	①誠実さをもって職務義務遂行 ②能力の及ぶ仕事のみ遂行 ③公共の福祉に配慮 ④自然資源の継続に配慮 ⑤継続的な職業能力向上の学習 ⑥学会報告義務
ドイツ技術者連盟 Bekennnis des Ingenieurs 2001年改訂	①専門的職務の結果に対する責任 ②職位、社会制度、雇用者、委託者、利用者への責任 ③専門職にとって重要な法規の遵守 ④使用者の安全確保のための情報提供
フランス科学技術者委員会(CNISF) Charte d'Ethique 2001年	①科学技術と社会の関係認識 ②知識普及、経験による社会奉仕 ③技術成果の環境への影響認識 ④持続的発展の認識 ⑤行為決定者の認識 ⑥知識・能力の刷新 ⑦能力限界の認識 ⑧専門職としての良心 ⑨経済、社会、環境的諸次元の勘案

表2 JBMガイドラインで規定される教育項目

目 標	科目に含める教育項目
態度・自覚 (Attitude/ Awareness)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-環境的倫理</li> <li>-環境改善のための開発</li> <li>-ステークホルダーの強調, ステークホルダーの識別</li> <li>-<b>歴史的アプローチ</b></li> <li>-持続的開発と倫理基準、技術実務基準との関係</li> <li>-開発に関する社会、経済、環境および政治の相互関連の認識</li> <li>-ニーズ、対応案、および代替案における問題</li> </ul>
スキル (Skills)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-選択肢評価</li> <li>-費用便益分析</li> <li>-環境影響評価</li> <li>-社会影響評価</li> <li>-健康影響評価</li> <li>-環境マネジメントシステムの利用</li> <li>-汚染計測</li> <li>-地理情報システムとリモートセンシング</li> <li>-エネルギー、環境および輸送システムのモデル化とシミュレーション</li> <li>-コンサルテーションと合意形成</li> </ul>
知 識 (Knowledge)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-持続的開発の原則</li> <li>-国際条約、国内、EU環境法との関係</li> <li>-国際環境経済学</li> <li>-エネルギー供給と環境</li> <li>-安全衛生、厚生と持続的開発</li> <li>-自然システム</li> <li>-生命サイクルとシステム</li> <li>-地球物理学的サイクル</li> <li>-非持続資源の使用と自然システムへの影響</li> <li>-光化学</li> <li>-建設材料とプロセスと環境</li> <li>-交通計画、土地利用、建設環境の計画</li> <li>-建設と健康</li> <li>-消費、水資源、エネルギーマネジメント概論</li> <li>-環境資源、社会経済情報の認識</li> <li>-評価ソールの認識</li> <li>-CEEQUAL(土木工学の環境評価賞)、BREEAM(建設分野の環境評価方法)</li> </ul>

表3 ICEの土木史教育に関する調査

アンケート調査結果 (50大学の建設関連コースで調査を実施し、回答27コース(内海外2)、回答なしが23)	
主な結果項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 半分のコースで土木史を1年生の前期、あるいは最終学年、修士で教えている。</li> <li>■ 講義は、ほとんどで主要科目の構造、土、水の分野の事例の歴史として示している。</li> <li>■ 生きた事例を含むデジタル情報が使われている。</li> <li>■ 学会、産業界など外部への講師の依存は消極的。</li> <li>■ 現状の科目で手一杯の状況があり、学生も専門科目に比べ土木史科目への意欲が低い。</li> </ul>
ヒアリング会議 (大学10校、および、ICE、CARE、English Heritage、Historic Scotland、JBMの技術史関連組織が出席)	
主なヒアリング項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 歴史的建造物の維持管理の任にある公的機関は補修、修復などの適切な知識を修得している卒業生を採用するのに困難を感じている。また、卒業生、教師の継続教育として、土木遺産の補修・修復知識は重要であると考えている。</li> <li>■ 2000年にEnglish Heritageが実施した調査では一般の歴史と技術史のギャップを埋める教育が必要との認識で教育をしている例は、建築のコースで1例があったのみ。</li> <li>■ 技術史では、30年前には土木史が大きな比率を占めていたが、近年では医学やその他の分野が中心となっている。</li> <li>■ 土木史の教師はほとんどが引退近い教員が担当しており、後継者の問題がある。</li> <li>■ いくつかの大学では土木遺産の修復の面で外部講師を雇用している。</li> <li>■ ICE図書館は、一部アクセスし難い情報もあるが、土木史教育に提供できる情報を多数もっている。- 論文集は1838年以降すべてデジタル化している。土木史に関わる多くのパンフレットや資料を出してきた。</li> <li>■ 文科系分野だが歴史情報のデジタル化オンラインアクセスが進んでおり、工科系でも有用。例えばECCO(Eighteen Century Collections Online)では18世紀の15万点の図書がオンライン化されているが18世紀のほとんどの機械工学の本が含まれる。</li> <li>■ 企業、政府など実業界での情報の教材化についてはこれまでかなりの時間をかけて議論がされているが、アクセスが容易な状況になっていない。</li> </ul>

(ICE提供)

## 1. はじめに

土木技術者と文化財担当者の会話は、うまくかみ合わないことが多い。その理由の一つが「遺産」という言葉の捉え方の違いにあると思う。例えば、文化財担当者が「この橋は貴重な遺産だ」というと、「いや、これはまだ遺産ではない」といった答えが施設管理者から返ってくることもある。この場合、管理者は「遺産」という言葉を、すでに使われなくなった構造物と理解している。まだ現役で使い続けている立派な橋なのだから、「遺産」などといわないでくれ、というわけである。

しかし、そもそも「遺産」(heritage (英語)、 patrimoine (仏語))とは、先人から受け継がれた事物や事象を指す言葉であって、使われている、使われていないという状態には関係ない。確かに、これまで土木遺産という名で紹介されてきた構造物には、過去の遺物ともいふべき、現役施設としての役割を終えたものが多かった。そしてその多くには、公園施設や観光資源などの当初とは別の役割が与えられている。しかし、本来の意味に立ち帰れば、「遺産」の意味はそんなに限定的なものではない。新たに建設された構造物の管理が、次の担当者に委ねられた時点で、その構造物は「遺産」となるのである。

「遺産」の中には、優れたものもあれば、そうでないものもある。また、美術品のよう  
に金銭的価値を有し、処分が容易なものもあれば、そうでないものもあるだろう。土木施設について考えると、それぞれ質の優劣はあるものの、公有・企業有に関わらず人々の生活を長期間支えることが意図された公共施設であり、ある特定の個人の判断によって処分するわけにはいかず、また物理的・経済的に考えても一度つくられれば撤去が困難な物件が多い。つまり、工業製品や私有の建築物とは違い、土木施設には世代を超えて存続する公の「遺産」になりやすいという属性が元来備わっているのだ。(注1)。

もう一つ、会話のすれ違いの主な要因は、構造物(遺産)の歴史的、文化的価値を尊重した管理手法のイメージが、関係者の間で共有されていないということにある。従来、構造物の価値を専ら経済性や安全性の面から捉えていた技術者が、歴史や文化などの、より多面的な価値を考慮しようとするとき、具体的には何をしたらよいか、これまでの維持管理と何が違うのか、といった実務的対応がわからないというわけである。そもそも施設に一番詳しいはずの管理者が、建設の経緯や建設後の履歴、または施設が果たした社会的役割に関する知識を持ち合わせておらず、現状しか把握していない、ということさえある。そのような状態では、面倒だから従来の通りの管理手法を踏襲する、あるいは歴史や文化に対する高い意識はもっていても、知識が十分でないため不適切な工事を行い(歴史や文化を褒に誇張するなど)、結局価値を損なってしまうという結果に陥るのが関の山である。

本連合小委員会の研究は、これらの問題意識に対応している。メンテナンスや文化財保護の理念は何なのかという基本的な事項から、それを踏まえた実務的対応の是非(何をすべきで、何をすべきでないのか)について、各論考が一定の見解を示しているのではないかと思う。こうした研究の積み重ねが、歴史的構造物の優れた保全事例の増加に結びつくことに期待したい。

## 2. 課題の整理

### (1) 取り組みの現状

それでは、今後適切に保全事業が行われていくために（あるいは、土木技術者と文化財担当者の会話がよりかみあっていくために）、今回の研究だけで十分なのかと問われれば、残念ながらそうとはいえない。今回の研究は、歴史的建造物の保全の問題点を提起・整理し、今後の進むべき方向性を幅広い関係者の間で共有する上では貢献していると思うが、そもそもそれは保全を進める上での第1段階に過ぎない。最終的には、歴史的建造物がわが国において当たり前のように適切に管理され、国土をさりげなく彩り、人々の心の豊かさを育んでいくよう、社会環境や技術環境を整えていかなければならない。技術者の視点からいえば、保全事業をより一般化していく必要がある。

それを実現するためには、幅広い研究の取り組みが必要である。また研究だけでなく、住民を取り込んだ実践や、政治的・行政的取り組みも求められよう。しかし、多くの取り組みは着手さえしていない。今スタート地点に立ったばかりの我々の目の前には多様な課題群が混在しており、それを解決する方向性さえ定まっていないのである。

そこで本稿では、多岐にわたるこれらの課題を整理し、保全事業の一般化に向けた論点を整理してみたいと思う。まずは課題群の見通しをよくするために、その性質に応じて2つのグループに分けて考えてみたい。

### (2) 課題群の第1グループ

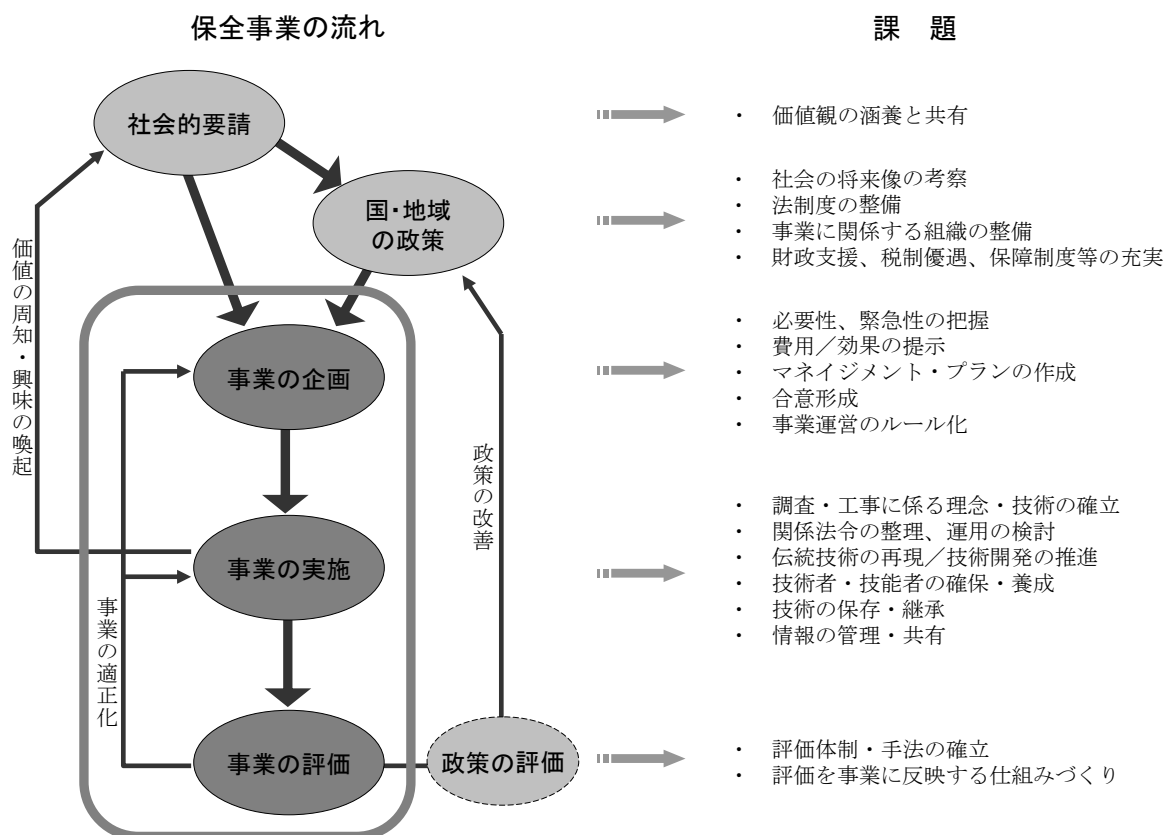


図1 保全事業の流れとその実現にあたっての課題

まずは、事業の実施に直接関係する課題について考えてみたい。それを事業の流れに即して整理したのが図1である。事業自体に関する部分を枠で囲い、事業そのものではないが、その実施に密接に関わる事項をその枠外に示している。

この中では、「事業の実施」に関連する課題に対する研究が最も進んでいる。本研究の論考もほとんどこれに関連したものである。ただし、研究だけではなく、業界や行政の具体的な取り組みが求められる技術者の養成や、技術保存、情報管理・共有については、十分な取り組みが行われておらず、未だ有効な解決策が得られていない。また、技術そのものについては、本報告書第1章第2節3(7)「工法の検討」に記されているように、リヴェット工法などの歴史的・文化的価値を構成するかつての技術の再現に努めると同時に、様々な現代的な要請を加味した、新たな技術開発が求められる。このことについても、現状では対応が図られていないが、歴史的構造物に関する技術的イノベーションは、今後環境や文化の問題と関係して、ますます求められていくことだろう。

「事業の企画」については、必要性や緊急性の把握といった管理者が事業を予算化するにあたり必要な作業の他に、予算措置の理論的裏付けとなる、歴史的、文化的価値を考慮した費用対効果の考え方など、理論研究においても対応が不十分な課題もある。とにかく今まで通りの事業企画の考え方では、予算的な問題がネックとなり歴史的構造物の維持管理が広がっていないので、現状を打開するためには、費用と効果に関する考え方を転換し、新たな手法を生み出す必要がある。

「社会的要請」(社会のニーズ)は、現代社会において、公共事業の是非を判断するための重要な要素である。しかし、それらは多面的で、かつ漠然としていることが多いので、それを適確に把握、解釈し、政策や事業企画に置き換える専門家が必要である。場合によっては、その過程において関係者間で合意形成を図る必要もあろう。また、実際に行われた事業が当初のニーズに忠えていたかどうか社会に問うことで、社会のニーズ自体がより明確に浮かび上がることもあるだろう。歴史的構造物の保全に関して言えば、工事の後に構造物の価値を周知し、人々の関心を新たに喚起することで(「土木の日」や「近代化遺産の日」の企画事業を活用するなどして)、次なる事業の必要性や内容をよりの確に把握することが期待できる。

「国・地域の政策」に関しては、現在、歴史や文化が政策的に等閑視されているわけではない、という事実をまず押さえておきたい。平成10年に定められた「21世紀の国土のグランドデザイン」、15年の「美しい国づくり大綱」など、歴史や文化は、今後の国土を考える上での一つのキーワードであることは確かである。問題は、現在のままで「スローガン」のような状況から、すこしでも現実味あるものに変えていくことにある。実際、財政措置などを伴う実効性のある施策には十分に反映されていない。そこで、まずは歴史や文化の重要性をただ漠然と唱えるのではなく、その本質を捉え(後掲(3)中の職能に関する記述を参照のこと)、欧州ですでにとりくまれているように、より戦略的なアプローチに変換していかなければならない。実際、歴史や文化の問題は、重要であるという漠然とした認識は共有できても、その必要性や緊急性が具体的に表現されないため、結局後回しに

されることが多い。今後は、環境問題、民族問題、経済（観光）活性化、社会問題などの差し迫った問題との関係性にも着目して、議論を組み立てる必要があるかも知れない。

「事業の評価（政策の評価）」は、現状ではほとんど手がつけられていない。実例が少ないのだから仕方がないともいえる。

この図によって、保全事業を円滑に実施する上で、今何が欠けているのか、その全体像が大凡つかめるのではないかと思う。課題は多様で、関係者も技術者、行政、住民など多岐にわたる。おそらくこれらの課題が一気に解決することはない。実践やケーススタディーを積み重ねながら、現状に照らして問題の本質を明らかにし、徐々に改善していくという、継続的な取り組みが必要となるだろう。

### （3）課題群の第2グループ

図1に示した実務レベルの課題に対応するだけでは、保全事業の一般化を進めることはできない。図1は、いわば事象の表面に表れた課題を整理したものであって、その背後にはより根本的な課題があることを忘れてはならない。その概略を示したのが図2である。

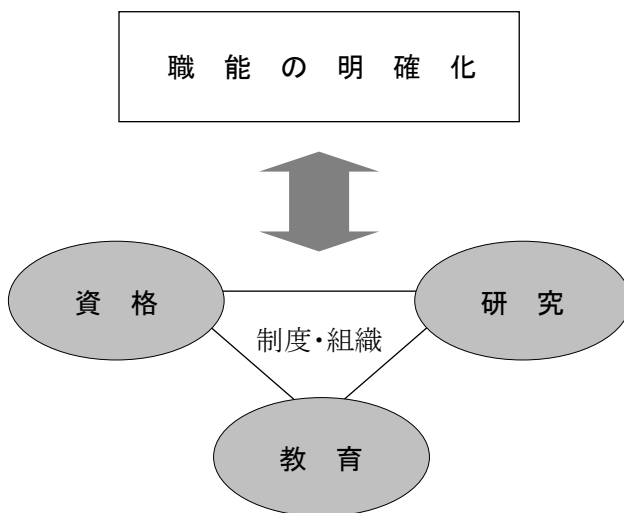


図2  
保全事業の一般化を支えるインフラストラクチャー

いずれも長期的視野で対応すべき、保全事業の一般化を支えるインフラストラクチャーに関わる課題である。個別に説明してみよう。

#### ア) 職能の明確化

まず、職能に関しては、今後必要とされる技術者像を明確にしておかなければならない。その像は固定的なものではなく、社会の価値観や世界又は国家のヴィジョンを反映して、時代と共に変化しうるものである。例えば、イギリス土木学会は1828年に、

「civil engineering は、人の利用と便のために、自然界の偉大な資源を操作する技術である。（中略）。civil engineering の最も重要な目的は、内外の交易のために、域内の生産と交通の手段を改善することである。」



とし、この文章によって *civil engineering* の担い手である *civil engineer* の職能も同時に示した。確かにこれは、19 世紀・20 世紀における世界の土木技術者たちの行動規範を示している。彼らは、自然の偉大な力を利用又は制御して、世界経済を活性化し、同時に人々が快適に過ごすことができる新たな環境創造に邁進したのである。

しかし、今、社会の価値観は大きく変化している。近代以降のわが国では、土木分野に限らず社会全体において、新しいモノやコトを追い求める風潮が広がった。長い間、多くの日本人にとっての豊かな生活とは、古いモノを壊し、新しい設備や道具に囲まれて暮らすことを意味していた。そして技術者は、こうした社会的価値観に支えられ、国土・都市開発を強力に推し進めてきたのである。しかしその一方で、長い年月をかけて育まれてきた自然環境や、人の営みと共に形成され洗練されてきた伝統的な環境が、いとも簡単に壊されていくことに危機感を抱く人々も増えていった。それは、技術力が際限なく拡大していくことに対する不安であると共に、大量生産・大量消費型の工業文明に対する批判でもあった。そして、20 世紀後半から主に 2 つの問題意識が社会に生まれ、今身近なレベルにまで広く浸透しつつある。

その一つが環境問題で、実業家、政治家、科学者からなるローマクラブが 1972 年に発表した『成長の限界』が、環境に対する我々の認識を変える大きな契機となった。この報告書では、人類が歩んできた開発と発展の歴史を省みながら、「現在の政策は、持続可能な将来に繋がっているのかだろうか。それとも崩壊に繋がっているのか。」という問題提起と、それに即した具体的なデータ分析が行われている。その後、環境問題は、1992 年に開催された「国連環境開発会議」いわゆる「地球サミット」を経て、国際的な政治課題として本格的に位置づけられ、今や地球温暖化の問題と併せて、活発に対策が検討されている。環境問題の根幹となる科学的裏付けについては、まだ不確実な点が多く、実際のところ問題の本質はまだ明らかになったとは言い難いが（地球温暖化の事実の有無など）、少なくとも環境をめぐる情報が巷に溢れることで、環境をめぐる人々の価値観に何かしらの変化がもたらされていることは確かである。

もう一つが、歴史・文化の問題である。フランスにおける 1962 年のいわゆる「マルロー法」や、イギリスにおける 1967 年の「シビック・アメニティー法」、そしてわが国では 1966 年の「古都における歴史的風土の保存に関する特別措置法」や 1975 年の伝統的建造物群保存地区制度など、歴史的環境を保護する仕組みが 20 世紀後半に徐々に整えられていく。そして今、西洋ほどではないとしても、古いモノを現代生活に適応させながら残すことで、その優れた歴史的価値を享受でき、国土や生活の質を高めることができると、少しずつ実感できる社会になりつつある。

歴史的価値を見出す対象は、古い社寺や民家、洋館などの著名な文化遺産だけでなく、より身近な建造物にまで広がり、欧州の「20 世紀遺産」や、わが国の「機械遺産」、「東京遺産」、「温泉遺産」、「日本夜景遺産」などの造語が示すように、遺産という概念もここ数年で一気に拡大している。身近な事物や事象に、知的好奇心や懐かしさを覚える。つまり現代的な生活と身近な遺産との共存は、倫理的な問題であると同時に、人の価値観に関

わる問題として浸透しつつあるのだ。

土木構造物についても同様である。土木学会が選奨したもの、文化財として指定・登録されたものを含め、「土木遺産」として後世に残すべき構造物は近年急増している。その中には現役の施設が多く含まれている。近代以降の歴史の流れから考えると、かつて歴史的な環境をむしろ破壊してきた国土開発事業の産物である近代の土木構造物さえも、その一種の文化資源として認識されるほど、人々の価値観が変化したのだ。そして、これまであたりまえのように利用してきた構造物に、「遺産」としての価値が再発見されることで、社会に新たな価値が創り出されている。前述した土木構造物の「遺産」としての属性と、身近な歴史と文化をめぐる近年の社会的価値観の変化を考慮すれば、土木遺産の数は今後さらに増加していくことだろう。

こうした変化は、当然の事ながら、社会の形成を支える土木技術者自身の使命の変化ももたらす。土木学会が1999年に定めた「土木技術者の倫理規定」（前節2(1)を参照のこと。）を引用しながら、そのことについて考えてみよう。本規定によると、土木技術は、これまで「人類の生活を飛躍的に向上させた」。しかし、現在においては「技術力の拡大と多様化とともに、それが自然および社会に与える影響もまた複雑化し、増大するに至り」、土木技術者は「技術の行使にあたって常に自己を律する姿勢を堅持しなければならず」、「現代の世代は未来の世代の生存条件を保証する責務があり、自然と人間を共生させる環境の創造と保存は、土木技術者にとって光栄ある使命である」としている。前記のイギリス土木学会の定義と関連づけて解釈すれば、現在の我々は、未来の歴史に対する責任があり、その責任は、何のためらいもなく「人の利用と便のために、自然界の偉大な資源を操作」しては全うできない。単に環境を「創造」することだけを考えて、従来通りの開発を続けるのではなく、環境の「保存」に向けた行動もおこし、その2つを車の両輪のように連動させることが、技術者の新たな任務である、というわけである。

ここに、技術者の職能の変化を見て取ることができよう。我々の活動に関連づけて言えば、現代の土木技術者には、環境の創造と保存を両立させるために、既存の構造物の歴史と文化を含む多面的な価値を尊重し、それを現代社会に適応させながらも、適切に次世代に伝えていく責務がある。リサイクルも、耐久性の高い構造物の新築（例えば、2000年住宅構想）も、環境に配慮していることは間違いないが、環境問題を正面からとらえるならば、まずは今ある良いものを使い続ける方策を考えることが重要である。この新たな使命は、既存構造物の維持管理という土木界が抱える課題にも対応している。

## イ) 資格

この新たな使命を全うし、具体的な成果を残すためには、多方面の取り組みが求められる。ここではさしあたり「資格」、「教育」、「研究」の分野について考えてみたい。

「資格」については、有資格者が体現すべき技術者像はもちろんのこと、何をもってその技術者像の体現と考えるか、そしてどのようにその質を確保するかなど、継続的に検討すべき事項が数多く存在する。そのため、その資格の管理などを担う母体を整えることが望ましい。イギリスでは、前節で紹介されたように、その母体は学会であった。また、技術者一般に視野を広げれば、技術士の制度を所管する国（文部科学省）、上級土木技術者な

どを認定する土木学会、RCCMを認定する建設コンサルタンツ協会など様々である。

ここで、海外の事例としてフランスについて考えてみよう。フランスでは、*ingénieur* という呼び名自体が、日本でいう医師や弁護士のように職能と資格を同時に表す言葉であり（国家資格）、国立の工学系高等教育機関に学んだ学生が卒業と同時に得ることができる。日本の工学士が一種の資格として位置づけられているようなもので、これが *ingénieur* に関する唯一の資格である。ちなみに建築については、*diplôme d'architecture* というものがあり、国立建築学校の卒業と同時にそれを取得できれば、日本の1級建築士と同じような職を行使することができる。いずれにしても、ここでは資格が教育と密接に関わっている。また、技術者については、大臣の任命する委員から構成される国の付属機関である *Commission des titres d'ingénieur*（技術者称号委員会。1934年設立。構成員のほとんどが学校関係者。）が、資格のあり方や管理について統一的に担当しているので、技術者の職能が変化する時には、そのことを資格と教育（さらには研究）に直接的に反映することができる。こうした一連の仕組みの利点として、資格を与える母体が競合したり、各資格と業務との結びつきが複雑又は曖昧でないため、資格による差別化が明快でという点を挙げることができる。なお、有資格者がさらに経験を積むことができるよう、各学校は継続教育のプログラムを提供している。例えば、国立の土木学校であるエコール・ナショナル・デ・ポンゼンジョセでは、社会人を対象とした"Formation continue"（継続教育）というプログラムの充実に力を入れ、有資格者の他に若い政治家も受講するような、実践的な技術や政策に関する講座が持たれている。ちなみにこうした仕組みは、フランスだけでなく、他のヨーロッパ諸国においても見られるものだという。

ここで保全事業の一般化に向けた資格について考えると、土木学会による資格制度でさえまだ試行錯誤が続いている中で、新たな資格や母体を創設するには相当な困難が予想される。もし新たなものを作るのならば、各種資格が目指す技術者像が矛盾していないか、各資格を付与する団体間の関係、資格を持つことによる業務上の利点、などを整理しなければならないが、それを明快なかたちでまとめるのは容易ではない。それよりも、既存の技術者資格の要件に、歴史的建造物に関する知識や技術を含めるなどして、既存の制度を利用した方がよいのではないだろうか。例えば、土木学会の資格制度の中に組み入れるとしたら、体现すべき技術者像は前記の倫理規定に合致しているので、学会の方針と矛盾しないだろうし、業務との関係についても、土木学会の選奨する土木遺産の保全事業に有資格者をあてるなどいくつかやり方が考えられる。また選奨土木遺産制度を発展させて、保全事例自体を顕彰する制度もつくること（あるいは既存の賞における対象の拡大）ができるかも知れない。その他、もしも歴史的建造物に関する技術を資格獲得後にさらに磨きたいというのであれば、学会を介して有資格者の連絡協議会のようなものを組織し、フランスの例に見たように、教育や研究（後述のとおり。）との関係を深めることも可能ではないだろうか。

## ウ) 教育

「教育」については、学校教育と技術者に対する教育という2つの側面がある。学校教育においては、スキルを磨くよりも、歴史の基礎知識や研究の基本的手法を徹底して教え、

さらに現在の技術者の使命を自らの将来像に関連づけさせるような教育が求められよう。技術者に対する教育については、資格を得るまでの教育と、取得後の教育という大きく分けて2つの段階が考えられ、取得前については学会などにおける講習を中心としたもの、取得後については、連絡協議会のようなものを組織するなど、技術者同士が互いに研鑽しあう仕組みを考えることができるだろう。

ちなみに文化財分野においては、前記の主任技術者を養成するための講習を文化庁又は(財)文化財建造物保存技術協会が主催して、その種別に応じて600時間程度の研修から、120時間、60時間の講習等を実施している。また、主任技術者になると、行政担当者を含めて「文化財建造物保存修理関係者等連絡協議会」(文化庁主催)や、「主任技術者研修」・「幹部技術者研修」(財)文化財建造物保存技術協会主催)など、技術者のレベル等に応じて、業務の円滑な遂行や互いの研鑽を図るための会合への参加が求められる。ここでは、最新の修理情報の発表も行われ、貴重な意見交換の場となっている。土木に係る歴史的建造物の保全については、まだ実例が少なく、試行錯誤しながら進められている現場が多いので、このような最新事例を題材にして意見交換を行うことはとりわけ有効ではないかと思う。

## エ) 研究

「研究」については、これまで歴史的建造物に対して主に関わってきた土木史研究者が、他の領域の研究者と密接に連携していくことが重要ではないかと思う。もちろん土木史研究において過去を明らかにすることは大切であるが、それだけではなく過去の事物や事象を検証する態度を養い、現在の技術的課題にも積極的に関与する、そして逆に他の分野の研究者については、前記した技術者の新たな使命を意識しながら、歴史的問題をただ趣味的に扱うのではなく、研究テーマとして扱うということである。歴史的建造物保全技術連合小委員会のような組織的な試みを拡大していくことも有効であろう。

具体的な研究テーマは数多く残されている。例えば、伝統技術の性能評価は保全を進める上で不可欠であるだけでなく、新たな建設事業にも役立つテーマである。さらに新たな技術開発にも繋がる可能性がある。また、計画論についていうと、歴史や文化といった数値化が困難な要素を勘案した費用対効果の分析方法や、最善を尽くしたにも関わらず歴史的建造物で事故が発生した際の、事故を検証する組織や方法に関する実践的な研究などが、今後求められることだろう。

## 3. おわりに

多くの土木建造物は、地形を不可逆的に改変しながらつくられる大規模な建造物であり、それを積極的に維持する意義が薄れたからといって、簡単に除去することはできない。建築物に比較的近い存在である橋梁については、交通需要や河川管理上の問題から撤去・架替されることもあるが、環境や歴史・文化の問題に対する意識の高まりや、近年の公共事業関係予算の減少ぶりを見ると、今後その数は減少を免れないと思われる。つまり、各時代の要請に応えつつ、地形又は環境の一部となって残り続ける土木建造物は、今後ますます増えていくということである。まさに環境を形成する、未来に受け継ぐべき「遺産」と

して。

本稿では、現代社会の変化にも言及しながら、技術者が新たに取り組むべき課題を、実務（課題第1グループ）とそれを支えるインフラ（課題第2グループ）に関するものに分けて整理した。このグループ分けと図式化は、別に歴史的建造物だけに有効なわけではなく、他の土木事業にも通じる一般的なものである（保全事業の一般化について考えているのであるから当然のことである）。今後はここに示した論点を踏まえ、第1グループについては、従来の事業と歴史的建造物の保全事業の違いを、事例を交えてよりわかりやすく提示しながら、担当者が具体的な行動を起こす上での指針となるようとりまとめ、第2グループについては、議論をさらに深めつつ、社会や業界などに向けた提言としてとりまとめ、解決に向けた長期的な取り組みの方向性を、広く共有していきたいと思う。

注1： 既存の建造物を幅広く「遺産」と捉える動きは、日本よりも欧米各国で活発である。例えば、1973年に建設されたシドニーのオペラハウスは、建設から10年も経たないうちから、世界遺産登録へ向けた具体的作業が着手され、最終的に2007年に登録されたことは記憶に新しい。また、ヨーロッパでは20世紀の建造物（もちろんほとんどが供用中の施設である。）を「20世紀建造物遺産」として保護する動きが1980年代以降活発化しており、例えばリストにはカラトラバ設計の橋梁も含まれている。フランス文化省は、「Patrimoine XX」（20世紀遺産）というロゴを付けた銘板を、該当する建造物に与える事業も行っている。つまり、本文中の「遺産」の定義に関連づけていえば、ここでは、次世代に受け継がれる前から、すでに将来の「遺産」として位置づけられているのである。

一方、日本では「遺産」という言葉を使うと、本文中に説明したような誤解が生じる可能性が高く、本研究が廃止施設に関する研究であるという誤解を避けるため、「遺産」の代わりに「歴史的建造物」という言葉を用いている。

#### 参考文献

- 1) 高橋裕：『現代日本土木史』、彰国社、1990年



参考資料

歴史的建造物の保全に関連する文献一覧（「日経コンストラクション」掲載分のみ）

岡田 昌彰（近畿大学）

年	月日	タイトル	場所	歴史的建造物	建造物	備考
2002	0308	錦帯橋架け替え工事	山口県岩国市	1	橋	—
2004	0423	錦帯橋	山口県岩国市	1	橋	—
2003	0110	山口貯水池の耐震補強	埼玉県所沢市	1	ダム	—
2004	1210	十六橋水門改修工事	福島県猪苗代町	1	水門	—
2004	0213	堀川運河の保存	宮崎県日南市	1	運河	—
2006	0127	アセットマネジメント:高速道路の舗装	—	—	舗装	アセットマネジメント
2006	0127	舗装の LCC	—	—	舗装	LCC
1999	1022	コンクリートの劣化対策	—	—	橋	—
1999	0827	橋の連続化	建設省福島工事	—	橋	—
2000	1027	新構造形式で維持管理費低減	—	—	橋	—
2000	1027	コンクリート補修(2)点検調査と診断	—	—	橋	—
2000	1110	コンクリート補修(3)非破壊検査	—	—	橋	—
2001	0928	コンクリート補修入門⑦橋台橋脚の補修	—	—	橋	—
2001	1214	補修の値段	—	—	橋	—
2001	0713	上輪橋	新潟県柏崎市	—	橋	—
2001	0209	鋼橋補強	福島県福島市	—	橋	—
2001	0223	城山高架橋床版速硬モルタル吹付補修	山口県	—	橋	—
2002	0322	電気通電による塩害補修	—	—	橋	—
2002	0628	失敗しないコンクリート補修(1)床版の点検	—	—	橋	—
2002	0712	コンクリート補修(2)床版コア抜き	—	—	橋	—
2002	0913	コンクリート補修(5)床版補修時の仮設	—	—	橋	—

2002	0927	コンクリ補修最前線	—	—	橋	—
2002	1011	鋼製橋脚の疲労亀裂補強	東京都	—	橋	—
2002	1122	アーチ形補強材による耐震向上	福岡県遠賀町	—	橋	—
2003	1114	外ケーブルと繊維シートの併用	広島県広島市	—	橋	山手橋拡幅工事
2003	0328	P-Put 工法の橋梁補強	長野県	—	橋	—
2003	0328	アーチ形パイプによる耐震向上	福岡県遠賀町	—	橋	—
2004	0423	外ケーブルによるトラス補強	石川県吉野谷村	—	橋	—
2004	0423	下弦外ケーブルによる PC 桁補強	大阪市	—	橋	—
2005	0225	安方橋補修工事	青森県三戸町	—	橋	LCC
2005	0923	アセットマネジメント2	青森県	—	橋	—
2005	0422	落橋防止鋼製ストッパー	青森県天間林村	—	橋	—
2005	0610	合成床版の鋼板補強	岩手県北上市	—	橋	—
2005	0527	谷開橋の補修	東京都八王子市	—	橋	—
2005	0722	熊ヶ根橋拡幅・補強工事	宮城県仙台市	—	橋	—
2006	0825	補修技術	—	—	橋	—
2006	0526	アラミド繊維補強	東京都	—	橋	—
2001	1026	コンクリート補修入門⑨トンネル覆工剥落対策	—	—	トンネル	—
2002	0726	コンクリート補修③トンネル覆工調査	—	—	トンネル	—
2003	0314	コンクリート補修(11)トンネル裏込め	—	—	トンネル	—
2006	0210	RC 製貯水施設の補強	—	—	貯水池	—
2004	0312	布引ダム補強	兵庫県神戸市	—	ダム	—
2005	0722	PC 鋼棒挿入による橋・防波堤補強	—	—	港湾・橋	—
2002	0111	コンクリート補修実践 14 栈橋劣化特徴	—	—	港湾	—
2002	0125	コンクリ補修栈橋	—	—	港湾	—
2004	0213	女岩の保全	富山県高岡市	—	港湾	—



2006	0127	パラレル工法	東京都北区	—	建築	聖学院小学校
2001	1109	コンクリート補修(10)下水道	—	—	下水道	—
2001	1123	コンクリート補修(11)下水道	—	—	下水道	—
2001	1214	コンクリート補修実践(12)下水道施設の補修工法と品質管理	—	—	下水道	—
2000	0128	コンクリート耐久性委員会	—	—	—	—
2000	0811	コンクリート構造物の維持管理に戦略を	—	—	—	—
2000	1013	コンクリ補修:コンクリ劣化とは?	—	—	—	—
2000	1208	コンクリート補修入門⑤ひびわれ補修①	—	—	—	—
2000	1222	コンクリート補修入門②ひびわれ補修施工	—	—	—	—
2001	0126	コンクリート補修入門⑧電気化学的方法	—	—	—	—
2001	0223	コンクリート補修入門⑩LCC	—	—	—	—
2001	0622	コンクリ補修用語解説	—	—	—	—
2001	1012	コンクリート補修入門⑧付属物の点検調査補修	—	—	—	—
2001	1228	コンクリート補修(13)管きよ	—	—	—	—
2003	1226	アセットマネジメント	—	—	—	—
2004	0423	補強技術	—	—	—	—
2006	0224	アセットマネジメント:マニュアル化	—	—	—	アセットマネジメント
2006	0210	難条件の耐震補強	—	—	—	—



石垣に関連する文献一覧

笠 博義 (株) 間組

基本情報(必須)										内容					
No.	雑誌名	論文名	著者名	発表年・月	巻	号	頁	地域		事業者・設計者、等	対象			コメント	
								都道府県	市町村		分野	施設	構造物		
1	土木学会土木史研究自由投稿論文	大阪城石垣築造技術”普請”に関する地盤工学的考察について	渡辺武、北川央、佐々木良作、石川浩次、溝口昭二、小野諭	1996			16	601-609	大阪府	大阪市	大阪城	調査	大阪城	石垣	地盤調査結果を工学的に考察
2	土木学会土木史研究自由投稿論文	大阪城石垣の歴史的崩壊記録と安定に関する研究	西田一彦、山野寿男、中村博司、久武勝保、玉野富雄、中川光雄	1996			16	608-618	大阪府	大阪市		調査・解析	大阪城	石垣	石垣勾配の安定解析
3	土木学会土木史研究自由投稿論文	徳川期大阪城石垣構造の力学的考察	天野光三、西田一彦、久武勝保、玉野富雄、矢野順子、西田美津子	1997			17	337-388	大阪府	大阪市		調査・解析	大阪城	石垣	石垣勾配の安定解析
4	土木学会論文集	日本の城郭石垣の変遷と現状	田中邦照、新谷洋二	1997	10	576	IV-37	101-110				調査・総論	全国の城郭	石垣	計測・調査の統計分析
5	土と基礎	石造文化財の保存 日本の石造建造物—古墳と城の石垣を中心として—	内田昭人	1997	3	45	3	49-54				総論	古墳・城郭	古墳石積み・石室、城郭石垣	古墳・石垣の保存整備事業の概要
6	第32回地盤工学研究発表会	徳川期大阪城城郭石垣構造の力学的安定に及ぼす形状効果	西田一彦、久武勝保、矢野純子、玉野富雄、西田美津子	1997	7	32		65-66	大阪府	大阪市		調査・解析	大阪城	石垣	石垣の安定解析
7	土木学会第52回年次学術講演会	大坂城石垣の力学特性について	矢野純子、久武勝保、玉野富雄、松原 章	1997	9	52		642-641	大阪府	大阪市		解析	大阪城	石垣	石垣の安定解析
8	土木学会第52回年次学術講演会	城の石垣の高さと長さに関する基礎的研究	山口大介、新谷洋二	1997	9	52		640-641				統計分析	江戸、名古屋、伊賀上野、熊本、八代、人吉	石垣	石垣の長さ高さの関係の検討
9	土木学会土木史研究自由投稿論文	旧江戸城石垣の崩壊および復旧工事に関する研究—関東大震災復興を中心として—	岡松泰弘、新谷洋二	1998			18	513-520	東京都	東京都	宮内庁	史料分析	江戸城	石垣	関東大震災後の石垣復旧工事の概要
10	土木学会第53回年次学術講演会	城郭石垣の健全性診断への非破壊探査技術の適用性について	前田信行、笠 博義、平井光之、大沢克比古	1998	10	53		100-101	愛知県	名古屋市		調査	名古屋城	石垣	石垣調査への非破壊探査の適用
11	土木学会第53回年次学術講演会	城郭石垣の変遷と安定性判定手法の比較検討	田中邦照、新谷洋二、山田清臣	1998	10	53		102-103				統計分析	全国の城郭	石垣	安定性判定法の比較
12	土木史研究自由投稿論文	石垣断面解析にFEMを適用するための間詰め石の考え方と解析事例	田中邦照、新谷洋二、山田清臣	1999			18	491-501				数値解析		石垣	モデル化した石垣でFEMの適用性を検討
13	土木史研究論文	石垣の安定性に関する各種判定手法の比較検討	田中邦照、新谷洋二、山田清臣	1999			18	139-152				統計分析	全国の城郭	石垣	安定性判定法の比較
14	第33回地盤工学研究発表会	城郭石垣の力学的安定性に関する考察	西田一彦、玉野富雄、鈴木功二、西田美津子	1998	7	33		271-272				統計分析	全国の城郭	石垣	孕み出し指数による安定性評価
15	土木学会論文集	城郭石垣の形状寸法および間詰状態に関する安定性低減率を用いた安定性判定手法	田中邦照、新谷洋二、山田清臣	1999	12	638	III-49	371-382				安定性の力学的検討		石垣	モデル化した石垣でもたれ擁壁設計法の検討
16	第34回地盤工学研究発表会	城郭石垣の健全度診断への非破壊調査技術の適用性について—電磁波を利用した石垣控え長の測定—	笠 博義、平井光之、大沢克比古、荏林茂徳、小林 力	1999	7	34		371-382	愛知県	名古屋市		調査	名古屋城	石垣	レーダー探査による控え長の測定
17	第34回地盤工学研究発表会	城郭石垣の変遷に関する数値評価法	森本浩行、西田一彦、西形達明、玉野富雄	1999	7	34		353-354				統計分析	大阪、名古屋、彦根、伊賀上野、熊本、松代、松本	石垣	石材寸法による城郭の分類
18	土木学会第54回年次学術講演会	城郭石垣の健全性診断—電磁波探査による石垣内部構造の推定—	平井光之、笠 博義、大沢克比古、荏林 茂徳	1999	9	54		360-361	愛知県	名古屋市		調査	名古屋城	石垣	レーダー探査による内部構造の推定
19	土木学会論文集	城郭石垣の三次元形態の発生起源に関してFEMを適用する手法と解析事例	田中邦照、新谷洋二、山田清臣	1999	9	631	III-53	383-396				数値解析	(大阪、二条、岡山、金田を参考9)	石垣	モデル化した石垣でFEMの適用性を検討
20	土木学会論文集	築石の形状・寸法などからみた城郭石垣の分類と変遷	田中邦照、新谷洋二、山田清臣	2000	1	639	IV-46	23-37				統計分析	全国の城郭	石垣	石材寸法等による城郭の分類
21	土木学会論文集	徳川期大坂城城郭石垣構造の土木史的研究	天野光三、玉野富雄、西田一彦、渡辺 武、中村博司	2000	10	660	IV-49	101-110	大阪府	大阪市	(大阪城)	調査・解析	大阪城	石垣	調査結果による安定性評価(孕み出し指数)
22	土木学会論文集	城郭石垣の隅角部形状とその数値評価法	森本浩行、西田一彦、西形達明、玉野富雄	2000	12	666	III-53	159-168				調査・解析	大阪、名古屋、彦根、伊賀上野、熊本、松代、松本	石垣	数値評価による石垣の分類
23	土木史研究自由投稿論文	城郭石垣補修復元のための安定性判定手法—実用的試案—	田中邦照、新谷洋二、山田清臣	2001			120	225-262							



49	土木学会第58回年次学術講演会	城郭石垣管理におけるデータベース構築に関する検討	日向哲郎、笠博義、黒台昌弘、平井光之	2004	9	58	VI	309-310										
50	土木史研究講演会	FEM-3D(L27)による石垣の動的挙動の数値解析実験	田中邦熙、新谷洋二、小林善勝、谷 勇作、木村真也	2004		124		261-268										
51	土木史研究講演集	石垣模型肩部の静的載荷実験	小林善勝、新谷洋二、田中邦熙、谷 勇作	2004		124		251-254										
52	土木学会第59回年次学術講演会	石積み修復システムと石積職人・高開文雄	庄野武郎、三宅正弘、市川宏規、山中英生	2005	9	59	IV	251-254										
53	土木学会第59回年次学術講演会	地震時における城郭石垣の変形挙動に関する検討 -修復前と修復後の相違について-	浅羽英男、根岸明廣、稲川雄宣、山本彰、疋田喜彦、田中修平	2005	9	59	III	137-138										
54	土木学会第59回年次学術講演会	城郭石垣修復トータルシステムの開発	小野和芳、左子齊、水本雅夫、佐田達典、大津慎一	2005	9	59	VI	341-342										
55	土木学会第59回年次学術講演会	電磁波レーダーを使用した城郭石垣の控え長に関する実験について	前川聡、疋田喜彦、古屋弘	2005	9	59	VI	213-214										
56	土木学会誌	歴史の営みと対話する江戸城石垣の修復	浅羽英男、埴 守幸	2004	9	89		9 77-80										
57	土木史研究講演集	個別要素法(DEM)による城郭石垣の変状に影響を及ぼす地盤条件に関する考察	森本浩行、西形達明、西田一彦、玉野富雄	2005		125		317-322										
58	土木史研究講演集	城郭石材構成要素の物性値が石垣安定性に与える影響	田中邦熙、新谷洋二	2005		125		307-316										
59	土木学会論文集	城郭石垣の断面形状と石垣構築技術の変遷に関する考察	森本浩行、西形達明、西田一彦、玉野富雄	2005	12	806	III-73	45-54					調査・解析	大阪城、姫路城、彦根城	石垣		石垣勾配の安定解析	
60	土と基礎	日中城郭石垣の歴史的関連性と現状	田中邦熙、新谷洋二	2005	3	53	3	30-32										
61	日本建築学会構造系論文	石垣築石部の長期荷重時安定性について	八尾眞太郎、榊井 健	2005	7		593	82-86										
62	第40回地盤工学研究発表会	石積壁の耐震補強対策工法の効果に関する実験的検討	太田直之、杉山友康、山田祐樹、鳥井原誠、山本 彰、岡田勝也	2005	7	40		2277-2278										
63	第40回地盤工学研究発表会	石積壁の耐震補強対策の実験的評価	山田祐樹、山本 彰、鳥井原誠、太田直之、杉山友康、岡田勝也	2005	7	40		2279-2280										
64	土木学会第61回年次学術講演会	空石積み護岸の耐波安定性に及ぼすアンカー材の補強効果について	中村隆幸、西川嘉明、森勇	2006	9	61	II	299-300										
65	土木学会第60回年次学術講演会	城郭の石垣石同士のすべり挙動に関する実験的研究	池本敏和、林平宋大、北浦勝、宮島昌克	2006	9	60	VI	443-44										
66	土木史研究講演集	石垣の地震時挙動解析にFEMを適用する手法の可能性	田中邦熙	2006		126		287-298										
67	土木史研究講演集	城郭石垣の反り曲線勾配配分への2次曲線の適用に関する考察	森本浩行、西形達明、西田一彦、玉野富雄	2006		126		281-286										
68	第41回地盤工学研究発表会	石積壁耐震補強工法に関する裏グリスの注入固化実験	山田祐樹、山本 彰、鳥井原誠、太田直之、杉山友康、岡田勝也	2006	7	41		2089-2090										
69	第41回地盤工学研究発表会	実物石積壁を用いた石積壁安定化工法の施工性確認実験	太田直之、杉山友康、山田祐樹、鳥井原誠、山本 彰、岡田勝也	2006	7	41		2091-2092										
70	土木学会第61回年次学術講演会	石垣構成石材の原位置摩擦実験	笠博義、阿波谷宜徳、西田一彦、西形達明	2007	9	61	VI	457-458										
71	土木学会第61回年次学術講演会	石積壁の新しい耐震補強工の施工実験	太田直之、杉山友康、布川修、渡邊諭、岡田勝也、山田祐樹、山本 彰、鳥井原誠	2007	9	61	VI	695-696										
72	土木学会第61回年次学術講演会	実物石積壁を用いた石積壁耐震補強工法に関する注入固化実験	山田祐樹、山本 彰、鳥井原誠、太田直之、杉山友康、布川 修、岡田勝也	2007	9	61	III	405-406										

土木学会:論文集、年次学術講演会論文集、土木史研究講演・論文集、土木学会誌  
地盤工学会:地盤工学研究発表会講演概要集、土と基礎  
建築学会:構造系論文集、大会学術講演梗概集  
\*建築学会計画系論文集、雑誌応用地質には該当論文なし

検索対象範囲:1997年  
~2006年