

中部5県の近代土木遺産 — 道路隧道・砂防堰堤・発電堰堤の評価

名古屋大学	正 会 員	馬場 俊介
同	学生会員	増田 智彦
同	学生会員	岩村 高正

Civil Engineering Heritage in Chubu Provinces — Classification of Tunnels and Dams

By Shunsuke BABA, Tomohiko MASUDA and Takamasa IWAMURA

概 要

本論文は1991～93年にかけて実施された中部5県の近代土木遺産調査の第2報にあたる。前報では道路橋の技術評価基準について種々の提案を行ったが、本論文では、道路隧道、砂防堰堤、発電堰堤の3種類の構造物に対する評価基準作りをめざした。これら3種類の構造物はあちこち普遍的に存在する割にデータとして文書化されておらず、個々の構造物に対する歴史的・技術的資料も皆無に近く、外見上も「ごくありふれたトンネルやダム」であることが多い。近代土木遺産調査でも、客観的評価が最も困難な部分である。本論文では、数少ない全国的資料と調査データを合体させることで構造物の経年的な発達過程を把握し、技術評価のベースとした。また、意匠的な観点からの評価についてもガイドラインを示した。こうして作られた評価基準を325件の調査データに実地適用し、5件の第1級構造物、20件の第2級構造物、42件の第3級構造物を試行的に選定した。本論文の評価結果そのものは、母数の少なさから最終判定とは言い難いが、1993～95年にかけて実施中の全国調査により母数が増えれば、よりの確な評価へと結び付けることができる。 [明治～昭和・隧道、堰堤]

1. はじめに

著者らは、土木史研究委員会の幹事会活動の一環として、1991～93年にかけて「中部5県の近代土木遺産調査」を実施してきた。本調査は、①資料調査による「現存構造物のデータ・ベース化」、②現地視察による「審査」、そして、③体系化と評価による「重要構造物の特定」という3つのフェイズから成っており、1992年の後半から1993年にかけては③に専心してきた。その間、全データ1482件の4割程度を占める道路橋について、前報¹⁾では技術評価基準を提案し、その基準を調査データに当てはめて重要橋梁のリスト化も試みた。また、道路橋で大きなウェイトを占める意匠について、橋の高欄、親柱、橋脚などの形態を分類して意匠評価につなげる試みも行った²⁾。こうしたノウハウは、1993年秋に発足した「近代土木遺産調査小委員会」による全国調査のための調査マニュアル³⁾に活かされている。また、1994年2月に刊行された中部5県調査の最終報告書⁴⁾では、道路橋以外の構造物に対しても評価基準を設け、全調査データ1482件の評価を行

った。本論文は、最終報告書⁴⁾の中から、道路用隧道、砂防用堰堤、発電用堰堤（坊主堰堤とハイダムの2種類）に関する部分を抽出し、評価基準に関する詳細な解説を加えたものである。

近代土木遺産調査に対する著者らのスタンスは、「上記①～③の全てが揃ってこそ調査は完璧」というものである。これまで刊行されてきた数多くの資料集・年表が客観的なデータの集積を目的としてきたのに対し、中部5県の調査では構造物にランク付けをして差別化を図ることを最終目標としてきた。それは、近代土木遺産調査を緊急に実施することの意義を「立派な土木遺産を1つでも多く後世に残すこと」と捉え、そのためには「地元に重要性を納得させるためのお墨付き」を用意することが先決と確信したからである。従って評価の柱となるのは、土木構造物にとって本筋の「技術的な優秀さ」だけではない。ランドマークに相応しい「見てくれの良さ（意匠性）」や「筋の良さ（系譜性）」も評価の重要な柱となっている。また、評価は割りと「甘く」「乱発気味」に行ったが、それは、「重要文化財の候補者」を指名することが目的ではなく、「将来地域のランドマークとなり得る立派な構造物」のリストを作ることが目的だったからである。土木構造物の場合、どの構造物が文化財として生き残っていくかは、構造物の価値で決まるのではなく、維持・管理上の制約の有無で決まると言っても過言ではない。出来るだけ多くのリストを用意し、数少ない保存活用のチャンスに備えようという訳である。

2. 中部5県調査の概要

調査の概要について、本論文の読解に最低限必要と思われる要点を表-1に示した。より詳細には、前報¹⁾もしくは最終報告⁴⁾を参照されたい。

表-1 調査のアウトライン (a) 調査の対象

構造種別	橋梁・拱渠、隧道、樋門・閘門、堰堤、河川・海岸構造物、その他、建屋
建造年代	幕末期（1850年）～昭和20年（1945年）
地域	愛知、岐阜、三重、静岡、長野の5県
現状	現存する（建造当時の姿を留めている）もの
規模	小規模で、かつ、技術・意匠・系譜のいずれの面でも特徴のないものは対象外

(b) 調査の手順

調査手順	①資料調査、②現地視察、③評価
①資料調査	5県の土木部・教育委員会、全市町村の土木課・教育委員会、国の出先機関、電力・鉄道関連の企業 → 全回収データ数：2329件、有効データ数：1482件
②現地視察	現状確認、写真撮影、意匠評価、調査中の発見
③評価	(i)技術的観点、(ii)意匠的観点、(iii)系譜的観点

表-1中の「①資料調査」のところで「有効データ数：1482件」とあるが、その内訳を、次ページの表-2に示した。表-2は最終報告書⁴⁾からの再録であるが、本論文の対象が道路隧道と砂防・発電堰堤なので並べ方を少し組み替えた。表-2によれば、道路隧道はじめ三者のデータ数は325件、率にして22%と、全体の2割を占める重要なグループを形成している。これに前報¹⁾の道路橋を含めると、全調査データのほぼ半数がカバーされたことになる。これにさらに、鉄道トラス橋に関する小西の研究⁵⁾、鉄道隧道・鉄道拱渠に関する小野田の研究^{6, 7)}、発電所関係の資料^{8, 9)}を合わせれば、全体の8割のデータについて何らかの客観的分析を下し得る環境が整ったことになる。ただし、治水施設（堤防）、農業施設（堰堤・樋門）、運

表－２ データの構成 （実数と比率）

構造種別 重要度		橋 梁		隧 道		樋門 閘門	堰 堤			河川 海岸 構造物	その他	建 屋	小 計	計
		拱渠	鉄道 他	道 路	砂防		発 電	農業 水道						
愛 知	明 治	12	2	3	3	19	1	5	2	14	10	1	72	3 2 2
	大 正	26			1	2		10		3	7	6	55	
	昭 和	131	1	11	3	7		4	4	8	16	10	195	
岐 阜	明 治	9	8	7		2	9	3	2	13		3	56	3 4 1
	大 正	18		4	2	3	4	22	1		2	17	73	
	昭 和	115		2	11	7	20	23	6	9	2	17	212	
三 重	明 治	4	6	5	2		1	1		5	3	1	28	1 9 1
	大 正	12	1	5	7	2	2	5	2	3	1	1	41	
	昭 和	78	1	7	12		2		9	6	5	2	122	
静 岡	明 治	6	9	9	10	4	2	1	1	15	5	5	67	2 9 4
	大 正	11	2	3	6	1		18		1		12	54	
	昭 和	86		9	28	2		17	1	11	3	16	173	
長 野	明 治	11	13	11	3		5			8	4	7	63	3 3 4
	大 正	16	3	1	6	2	2	14		4	11	19	78	
	昭 和	89			14	1	14	32		2	12	29	193	
5 県 計	明 治	42	38	35	18	25	18	10	13	51	25	11	286	1 4 8 2
	大 正	83	6	13	22	10	8	69	3	11	21	55	301	
	昭 和	499	2	29	68	17	36	76	20	36	38	74	895	
		624	46	77	108	52	62	155	36	98	84	140		
比 率 %		4 2	3	5	7	4	4	1 1	2	7	6	9	1 0 0 %	

輸施設（閘門・港湾施設・道路）、水道施設については全国データが少なく、個別の評価になってしまった。

本論文で用いる評価基準は、道路橋に係わる前報¹⁾の評価基準をそのまま踏襲した。すなわち、表－１中の「③評価」の項に書かれているように、(i)技術、(ii)意匠、(iii)系譜の３つの観点からの評価を総和する形で構造物のランクを決めた。この部分を最終報告書⁴⁾より再録したものが表－３である。本論文の目的は、表－３(a)の「技術評価」と「意匠評価」について、A～Cのランク付けを行うための基礎資料を示すことで、以下、３章で技術評価、４章は意匠評価について基準案を示す（５章では系譜評価の例も示す）。なお「系譜評価」にAランクがないのは、技術・意匠に比べて系譜の重要度が低いと判断したことによる。

表－３ 数量的評価 (a) ３つの観点のランク付け

技 術	A, B, C, なし の４ランク
意 匠	A, B, C, なし の４ランク
系 譜	B, C, なし の３ランク

(b) 配点

ランク付け	A	B	C	なし
配 点	3	2	1	0

(c) 重要度（保存活用の対象としての優先度）

技術・意匠・系譜の総和	6以上	5, 4	3, 2	1以下
構造物の重要度	第１級	第２級	第３級	級 外

3. 技術評価

(1) 道路隧道

道路橋の技術評価¹¹⁾では、戦前に建造された重要な道路橋のほとんどが『本邦道路橋輯覧』¹⁰⁾と『橋梁史年表』¹¹⁾によってカバーされているため、橋梁形式ごとの最大スパンや橋長の推移をかなり正確に把握することができた。ところが道路隧道の場合は、『本邦道路隧道輯覧』¹²⁾から得られるデータは僅かに93件、それも大正末期～昭和13年に集中している。その他の資料^{13)~17)}から追加されるデータはさらに減って31件、今度は明治期のものが多い。これらに調査データを加えると221件となる。この数値は、『日本土木史一大正元年～昭和15年』¹⁴⁾に記載されている5県分の道路隧道の本数201（昭和11年現在）のほぼ半数でしかない（表－4参照）。道路橋の場合は戦前の橋の大半が架け替えられてしまったので、この半数という数字は多く見える。しかし道路隧道では、新隧道の完成後に旧隧道を埋め戻すようなことはしないので、半数という数字はやはり少ない。つまり、表－4からは、隧道データの把握率が低いことが読み取れる。

表－4 隧道データの把握件数

	愛 知	岐 阜	三 重	静 岡	長 野	5 県	全 国
昭和11年時点の隧道本数 ¹⁴⁾	15	27	20	108	31	201	1710
調査データ中の隧道総本数	7	13	21	41	23	105	221
『本邦道路隧道輯覧』 ¹²⁾	1	2	2	9	5	19	93
調査中の発見によるもの	0	1	8	3	1	13	

データの把握率が低くても、重要な隧道が漏れなく把握されているならば問題はない。道路橋の場合は、鋼トラス、鋼桁、鋼アーチがそうであった。ところが、RC桁とRCアーチは全国資料にかなり漏れがあることが判り、調査データの貴重さが身に沁みた経験がある。道路隧道の場合にも、それに似たことが起こった。すなわち、当初のアンケート調査では把握できず、調査中に偶然発見されたものが13件もあったのである（表－4の最下欄＝内数）。しかもそのほとんどが調査終了間際に集中した。例えば、三重県では1回の調査で8本の隧道を「発見」したが、それは何れも新隧道の脇に残置された旧隧道であった。これら8本の大半は長大煉瓦隧道で、それまで「煉瓦隧道は稀」という評価を下していたのが「完全な間違い」となってしまった。こうしたデータ欠損による誤評価は、最も避けなくてはならないことである。かくして煉瓦隧道の本数は、現地調査の終了3ヶ月前に把握していた3本（愛知1、静岡2）から17本（愛知1、三重9、静岡7）へと急増し、同時にその価値も下落した。同様な事態は7ヶ所（愛知1、岐阜4、三重1、長野1）から26ヶ所（愛知1、岐阜4、三重2、静岡18、長野1）へと一気に急増した木造発電所でも見られた。

道路隧道の全長と全幅（有効幅）の経年的な変化をまとめたものが、図－1(a)(b)である。道路隧道に関しては、表－4で示したようにデータも限定されている上に、工事の計画や実施、それにまつわる秘話など評価に必要な情報も大幅に欠損している。先に触れた『日本土木史一大正元年～昭和15年』¹⁴⁾も、鉄道隧道については33ページも費やしているのに、山岳道路隧道には5ページしか割かれていない。この数値の差が全てを物語っている。国策として日本中をレールで覆い尽くそうとした鉄道と、補助的な輸送施設と位置付けられ冷遇された道路とで差が出るのは当然としても、どうしてこれほどの差が付いたのか。鉄道橋と道路橋とでは、材料・形式ともにバラエティに富む道路橋の方に活気があったのに、道路隧道はほとんど無視されている。このように、鉄道隧道と道路隧道で取扱い上大きな差のついた理由は、①資料分類上の違い、②技術的な魅力のなさの2点に絞ることができよう。①は、土木資料における記載方式に係わることで、橋梁は個別の構造物として独立した形で扱われることが多いのに、隧道は道路の一部とみなされ、道路事業の記述の中でごく簡単に触れられることが多い（全長などの基本的な数値もほとんど記されていない）、とい

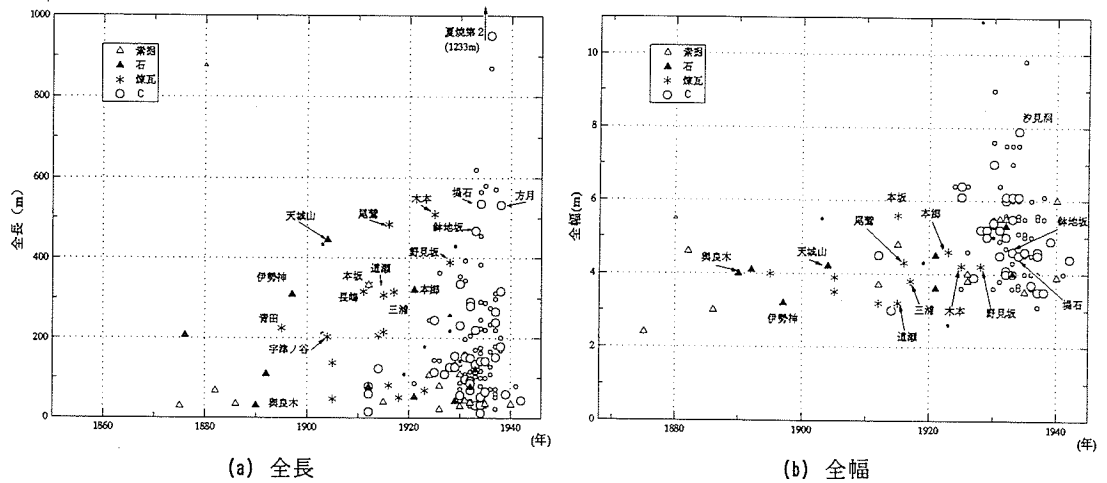


図-1 道路隧道の全長と全幅の推移

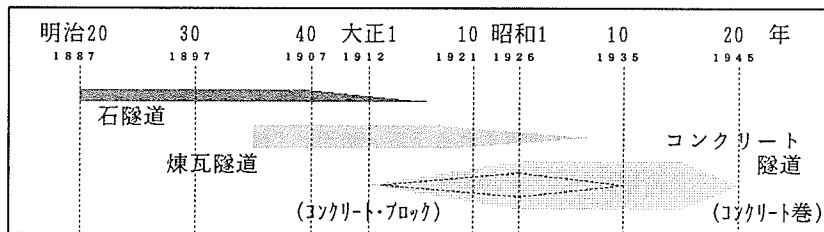


図-2 道路隧道の素材の変遷

表-5 道路隧道の技術評価基準

ランク	判断基準
A	初出 長大 考古 施工 「石、煉瓦、コンクリートの各タイプごとの隧道」の第1号 「同上」の全長あるいは全幅がナンバー1 「同上」の現存する日本最古 日本初の技術が数多く採用された当時として最大級の難工事
B	初出 長大 考古 典型 施工 「同上」の初期に属するもの 「同上」の全長あるいは全幅がトップクラス 「同上」の現存する中部最古 時代的・地域的に特徴ある隧道群の中核的な存在 施工技術史上特筆される工事
C	長大 考古 典型 施工 「同上」の全長あるいは全幅が上位1/3以上 「同上」の現存する県最古 時代的・地域的に特徴ある隧道群 独自の施工技術の採用

〔初出：第1号，長大：大規模，考古：現存希少性，典型：時代性・地域性，施工：新規性・困難さ〕

表-6 技術評価の高い道路隧道 (一部)

隧道名	建造年	材料(ボ-トル)	全長	全幅	所在地	評価ポイント
伊勢神隧道	明30 ¹⁸⁹⁷	石 (石)	308	3.2	愛/足助町	B 明治期を代表する道路トンネルの1つ
天城山隧道	明37 ¹⁹⁰⁴	石 (石)	445	4.2	静/天城湯ヶ島・河津町	A 明治末期を代表する道路トンネル
尾鷲隧道	大5 ¹⁹¹⁶	煉瓦(煉瓦)	483	4.3	三/尾鷲市・海山町	A 大正初期を代表する道路トンネル，大正期特有の煉瓦トンネル
木本隧道	大14 ¹⁹²⁵	煉瓦(煉瓦)	509	4.2	三/熊野市	B 大正末期を代表する道路トンネル，大正期特有の煉瓦トンネル
堤石隧道	昭9 ¹⁹³⁴	C (C)	536	4.5	愛/設楽町	B 昭和初期を代表する道路トンネルの1つ，戦前の県下最長
汐見洞隧道	昭9 ¹⁹³⁴	C (C)	53	7.9	静/熱海市	C 当時のトンネルとしては最大級の幅
夏焼第2隧道	昭11 ¹⁹³⁶	C (C)	1233	3.7	静/水窪町	A 戦前に完成した道路トンネルの最長

う事実に基づいている。②は、道路隧道の規模が（鉄道隧道に比べて）小さいため、技術的な挑戦を重んじる技術者にとって魅力に乏しかったのではないか、という推論に基づいている。鉄道隧道で全長1キロを超えるものは明治期だけで25本に達しているが、道路隧道は判っている限りでは1本しかない（関門は除外する）。長ければいいという訳ではないが、長い隧道にはある程度シンボリックな意味もあり、それが少ないということは、道路隧道は二流の存在でしかなかったと考えられる。ところで、隧道の長さや技術力の関係は、どのように捉えられるべきであろう。もちろん、全長と技術力の間に比例関係などは存在せず、施工の困難さはもっぱら地質、断層、地下水帯によって決まる。ただ、同じ施工条件であれば長い方が費用がかかる訳だし、地山は均質ではないから、隧道が長ければ長いほど破碎帯などの難関に遭遇する可能性が増える。全体として見れば、長い道路隧道にはそれなりの技術的困難さが伴っていると考えてよいであろう。

一方、幅の広さは技術力の高さともっと密接に結び付いている。しかも道路隧道の場合、100%近くが単線だった鉄道隧道と違って広幅員の隧道も掘られており、技術評価のキーポイントとなり得る。日本の戦前最大は神奈川の山の手隧道の10.9m（昭和3年）であるが、中部5県にはそれほど広幅員のものはなく、最大でも汐見洞隧道（静岡）の7.9mに過ぎない。

図-1を素材（隧道の本体とポータルの材質）の点から整理すると、前ページの図-2に示したように、第Ⅰ期石の時代、第Ⅱ期煉瓦の時代、第Ⅲ期コンクリートの時代というように大きく3分類できる（例えば石の隧道とは、アーチ部が石材で構築されている隧道のこと）。また、コンクリートの時代の初期には、コンクリートブロックを石や煉瓦のように積んだ時期が出現する。

道路隧道の技術評価に関して、図-2より得られる「石=明治」「煉瓦=大正」「コンクリート=昭和」という区分は、時代性を表わす要因として大いに加味されるべきであろう。従って、道路隧道の技術評価基準は、前ページに掲載した表-5のように、構造材によって個別に評価される形態をとることが望ましい。この表-5の評価基準を調査データに適用し、結果として評価の高かったものの一部を、前ページの表-6で示した。

（2）砂防堰堤

砂防堰堤に対するデータ数は、全国資料、調査データともに、道路隧道に比べても遙かに少ない。本論文では、砂防関連の文献として『日本砂防史』など数点¹⁸⁻²⁰⁾を利用したが、戦前の堰堤に関する記述は特定の水系に限られ、またその中でも、個別の堰堤について詳細な解説のあるものはごく少数でしかなかった。しかも、43件しかない調査データのうち、22件は堤高・堤長とも不明という有様であったから、砂防堰堤の技術評価は、きわめて不十分なデータの上に立って行わざるを得なかった。

砂防堰堤の時代による堤高、堤長の変遷を、図の形にまとめたものが、次ページの図-3 (a) (b) である。また、図-3や『日本砂防史』¹⁸⁾など参考にして、砂防堰堤の構造変遷の過程を概念的に示したのが、図-4である。それによれば、砂防堰堤は、構造的には明治期（空石積）と大正中期以降（練石積）とで、はっきりと区別できる（大正期には、移行的な存在として野面風の割石を用いた練石堰堤が見られ、昭和期になると整形的な間知石に取って替わられる）。練石堰堤は、当初、抱石コンクリートとか石積粗石コンクリートと呼ばれていた。それまでの巨石の積み重ねただけの空石堰堤はしばしば出水で崩壊したので、コンクリートの表面を野面石で補強した堰堤が導入されたのである。初出については、水系によっては判明している場合もあるが、全国的な観点からの確定的なデータはない。また、砂防堰堤と違い、明治期からコンクリートが使われた発電堰堤との関連についても、今のところ不明である。なお、空石堰堤の最後も、1936年の下山川石堰堤という記述があるものの¹⁸⁾、確たることは判らない。

砂防堰堤の技術評価基準は、道路隧道に準じて表-7（次ページ）のように規定した。施工に関する項がないのは、特筆すべき技術的内容に乏しいからである。表-8には、この評価基準に照し重要であると判定されたものの例を示した。

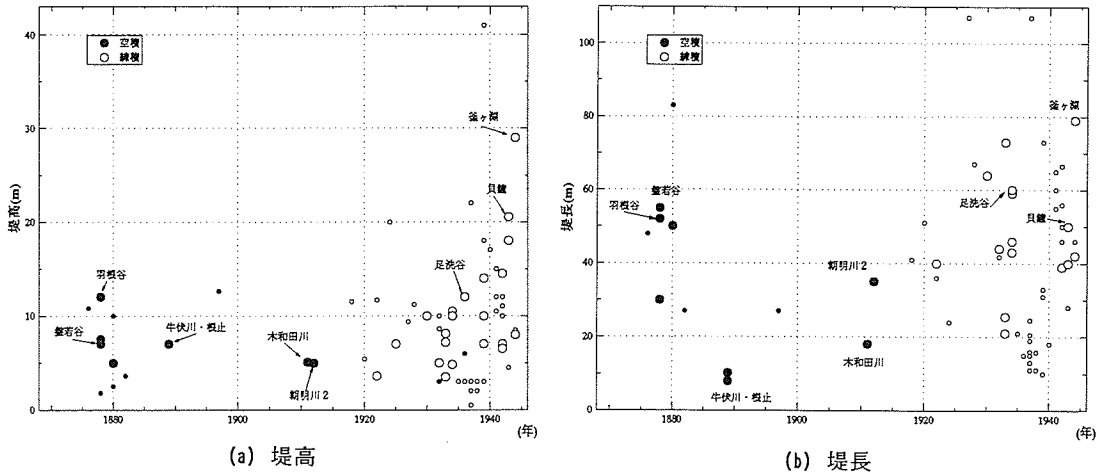


図-3 砂防堰堤の堤高と堤長の推移

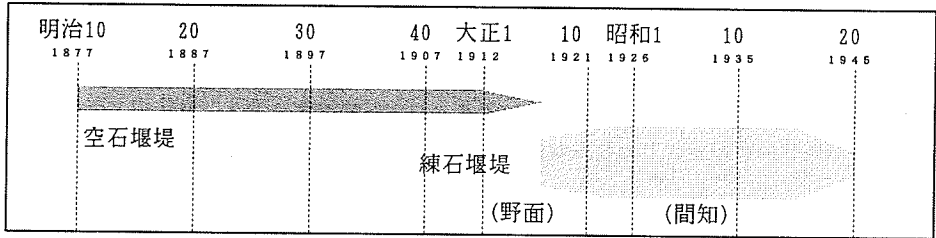


図-4 砂防用堰堤の構造の変遷

表-7 砂防堰堤の技術評価基準

ランク	判断基準
A	初出 長大 考古 特異 「空石、練石など各タイプごとの堰堤」の最初期のもの 「同上」の堤高がナンバー1 「同上」の現存する日本最古 全国で数ヶ所しか造られなかった特異な形式の堰堤
B	初出 長大 考古 典型 「同上」の初期に属するもの 「同上」の堤高・堤長がトップクラス 「同上」の現存する中部最古 時代的・地域的に特徴ある堰堤群の中核的な存在
C	初出 長大 考古 典型 「同上」の水系における最初期のもの 「同上」の堤高・堤長が上位1／3以上 「同上」の現存する県最古 時代的・地域的に特徴ある堰堤群

表-8 技術評価の高い砂防堰堤 (一部)

堰堤名	建造年	構造	堤高	堤長	所在地	評価ポイント
磐若谷堰堤(101)	明11 ¹⁸⁷⁸	空石	7	55	岐/南濃町	B 明治の空石堰堤として大規模、養老砂防の第1号
羽根谷巨石堰堤	明11 ¹⁸⁷⁸	空石	12	52	岐/南濃町	A 明治初期の空石堰堤として最大規模(堤高・堤長とも)
大崖堰堤	明12 ¹⁸⁷⁹	空石	5	50	長/南木曾町	B 現存する最初期の砂防堰堤(県下最古)、野面石の乱積
木和田川堰堤(2)	明44 ¹⁹¹¹	空石	5	18	静/岡部町	C 野面風の割石の乱積、典型的な明治の空石・石堰堤
牛伏川フランス式流路工	大7 ¹⁹¹⁸	練石	延長	131	長/松本市	A フランス式砂防の代表(フランスのデュエス川のサニエル渓谷を参考)
朝明川堰堤(1)	大11 ¹⁹²²	練石	4	40	三/益野町	C 県下で最大級の石堰堤、鈴鹿の砂防で最初の練積コンクリート堰堤
貝鐘堰堤	昭18 ¹⁹⁴³	練石	21	50	長/山ノ内町	B 戦前の石堰堤の中で立山の白岩・本宮堰堤に次いで高い
釜ヶ淵上流堰堤	昭19 ¹⁹⁴⁴	練石	29	79	長/安曇村	A 戦前少数の大砂防堰堤(立山の白岩堰堤に次ぐ)、アーチ式砂防堰は珍しい

（３） 発電堰堤

発電堰堤は、戦前を通じて小規模発電所で一般的に採用されていた水路式発電用の取水堰堤と、昭和に入ってから急速に普及したダム式発電用のハイダムとに分けることができる。ただし水路式の取水堰堤の中には、練石積の坊主堰堤（通称。常時もしくは洪水時に堰全体を溢水が流下するタイプの小規模堰堤）ではなく、高さが低いことを除けば普通のコンクリート・ダムと変わらないものまであり、両者を厳密に分けることは困難である。こうした形態分類上の問題を除けば、発電堰堤のデータはきわめて豊富であり、砂防堰堤とは両極に位置する。全国資料としては、『日本発電用高堰堤要覧』²¹⁾が戦前の主なダムを、毎年刊行される『ダム年鑑』²²⁾が現在供用中の全ダム（堤高15m以上）を網羅しており、データ不足とは無縁である。ただし両資料は、前者が通商産業省、後者が建設省のまとめになるもので、堤高の定義が異なるため数値が一致しない場合がある。ここでは、統一的に後者の数値を使用した（戦後に高上げされた場合は、前者の数値を使用する）。一方 調査データに関しては、堰堤を保有する各電力会社の管理台帳により100%把握することができるものの、似たような小規模堰堤が大半を占め、データ過剰に悩まされることとなった（上流部の小規模堰堤の全てを視察することなどとてもできないので、予めデータを選抜することにした）。

発電堰堤について、時代による堤高と堤長の変遷を図にしたものが、次ページの図-5 (a) (b)である。図によれば、中部山岳を控えた中部5県（岐阜、静岡、長野）がハイダム建設の中心的な存在であったことがよく判る。また、図-5と『日本発電用高堰堤要覧』²¹⁾などを参考にして、発電堰堤の構造的な変遷を概念的に示したものが、図-6である。図-6によれば、坊主堰堤が戦前の発電施設の定番であること（明治期には切石積のものが見られた）、石張りされたハイダムが大正期の典型であったこと（中部5県には少ない）、扶壁式ダムが時代的に限定された特殊な構造形式であったこと（中部5県には1つもいない）、などが読み取れる。

発電堰堤の技術評価基準は、次ページの表-9のように規定される。発電堰堤、特にハイダムにおける最大の特徴は、ダムの立地点調査、設計、機械化施工などに関して、どのダムにどのような技術が新しく使われたかという情報が豊富に存在することである（例えば『関西電力水力技術百年史』⁹⁾）。これらの情報により、発電堰堤については、堤高・堤長といった画一的な評価だけではなく総合的な評価が可能となった。次ページの表-10には、表-9の評価基準に照し重要であると判定されたものの例を示した。

4. 意匠評価

意匠的な評価は、見る者の主観的な価値判断によって大きく左右されるので、評価結果そのものは「参考記録」でしかない。もちろん、高い鑑定眼を有する専門家が輩出するようになれば、新たな「定評」が生まれることであろう。

現時点においてできることは、意匠を評価するにあたって注目すべき「見どころ」を整理しておくことである。そして、「見どころ」ごとに、時代的・地域的な特徴とか、その変遷・流行のようなものを明らかにしていくことができれば、「デザインの流派」「設計者の系譜」などの観点から客観的な評価を加えることも可能となると考えられる。本章では、その第一歩として、隧道と堰堤の「見どころ」について簡単にまとめた。

（１） 道路隧道

隧道を意匠的な観点から捉える場合、評価の主対象となるのはポータル（坑門）である。「生活圏の境界に聳える山に穴を開けて別世界への扉口を出現させる」という隧道の象徴的な役割は、暗く長い管路としての坑道よりも、輝かしく人目を惹くポータルによって具現化される。そういった意味で、ポータルは、技術的にはほとんど重要性を有しないものの、意匠的には最重要の部分となっている。

鉄道隧道のポータルの意匠については、小野田の詳しい研究⁷⁰³⁾により、明治期の典型が冠木門型のポー

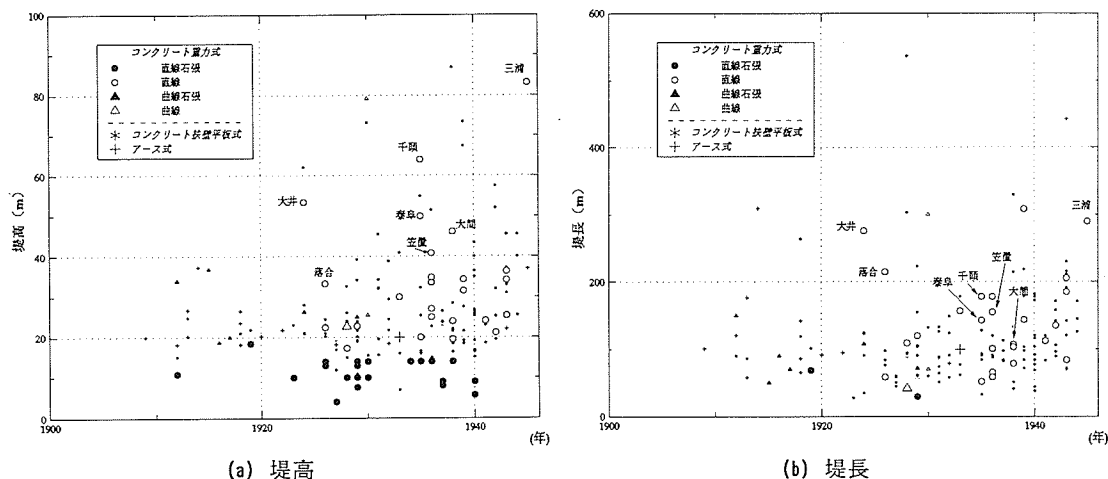


図-5 発電堰堤の堤高と堤長の推移

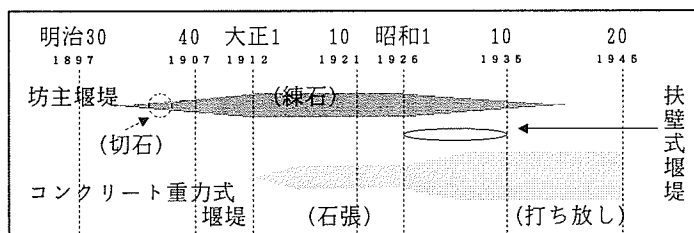


図-6 発電用堰堤の構造の変遷

表-9 発電堰堤の技術評価基準

ランク	判断基準
A	初出 長大 考古 特異 施工 「坊主、重力式など各タイプごとの堰堤」の第1号・本格的第1号 「同上」の堤高がナンバー1 「同上」の現存する日本最古 全国で数ヶ所しか造られなかった特異な形式の堰堤 日本初の技術・施工法が数多く採用された革新的な大工事
B	初出 長大 考古 典型 施工 「同上」の初期に属するもの 「同上」の堤高・堤長がトップクラス 「同上」の現存する中部最古 時代的・地域的に特徴ある堰堤群の代表的な存在 先進的な技術・施工法を使用
C	長大 考古 典型 施工 「同上」の堤高・堤長が上位1/3以上 「同上」の現存する県最古 時代的・地域的に特徴ある堰堤群 技術・施工法に新しい試み

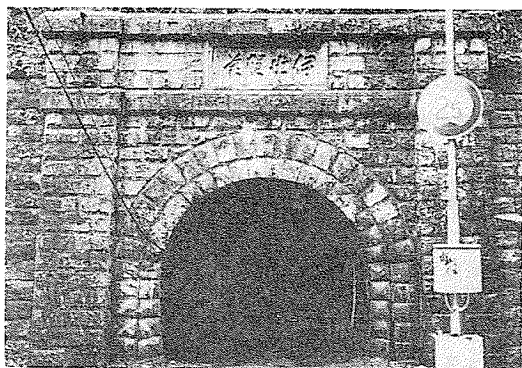
表-10 技術評価の高い発電堰堤 (一部)

堰堤名	建造年	構造	堤高	堤長	所在地	評価ポイント
岩津堰堤	明30 ¹⁸⁹⁷	切石	5	28	愛/豊田市・岡崎市	A 中部初の水力発電所の取水堰堤、直線状の溢流部は明治期の堰堤に特有
須川堰堤	大1 ¹⁹¹²	間知石	11	45	静/小山町	C 高さ10mを超える横壁コンクリート堰堤は珍しい
大井堰堤	大13 ¹⁹²⁴	C重力式	53	276	岐/恵那市・姶川村	A わが国最初の本格的ハイダム、当時のダム技術をリード
千頭堰堤	昭10 ¹⁹³⁵	C重力式	64	178	静/本川根町	B 完成時、日本第3のハイダム
泰阜堰堤	昭11 ¹⁹³⁶	C重力式	50	143	長/秦皇村・阿南町	C 戦前のダムとしてはかなり高い
笠置堰堤	昭11 ¹⁹³⁶	C重力式	41	155	岐/瑞浪市・恵那市	B 機械化施工を一段と進める、コンクリートの重量配合を初実施
三浦堰堤	昭17 ¹⁹⁴²	C重力式	83	290	長/王滝村	A 戦前では坂原ダムに次いで2番目に高いダム

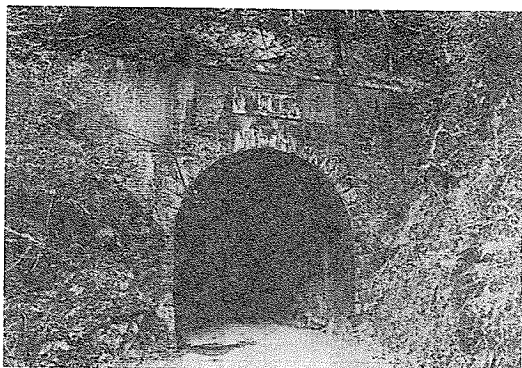
タルであり、その対極にあるのが破風型のポータルであることが示された（用語は、全国調査マニュアル³⁾に従う）。ただ、鉄道隧道のポータルは、鉄道トラスがそうであったように、官鉄としての標準様式化が徹底に行われた結果、バラエティに乏しいという弊害が生まれてしまった。それに比べ、道路隧道のポータルは、道路橋の高欄や親柱と同じように自由闊達である。重厚な古典風、端正なルネサンス風、奇抜なゴシック風から愉快的なバロック風まで千差万別のデザインが見られる。これらの雰囲気は、ポータルを構成する壁面、坑口両脇のピラスター（端柱）、坑口上部の笠石（あるいは帯石）、坑口を巻き立てるアーチ環といった個々のパーツと、石なら明治時代らしさ、煉瓦なら大正時代らしさといった材料の組合せによって生み出されている。道路隧道のポータルは、全国資料からはほとんど把握できず、僅かに『本邦道路隧道輯覧』¹²⁾の巻頭に写真集が載っている程度であった。今後の全国調査によって、現在判っている以上のユニークなデザインが沢山発見されることを期待したい。

写真－1には、道路隧道を代表する4つの様式として、(a) 石ポータル、(b) 煉瓦ポータル、(c) バロック風のコンクリート・ポータル、(d) ゴシック風のコンクリート・ポータルの例を示した。また、次ページの図－7には、ポータルの構成要素である (a) 壁面、(b) ピラスター、(c) 笠石、(d) アーチ環について、意匠的な観点から注目すべき「見どころ」を示した。図中には、それぞれの要素について特徴的な2ないし4種類のパターンが描いてある。

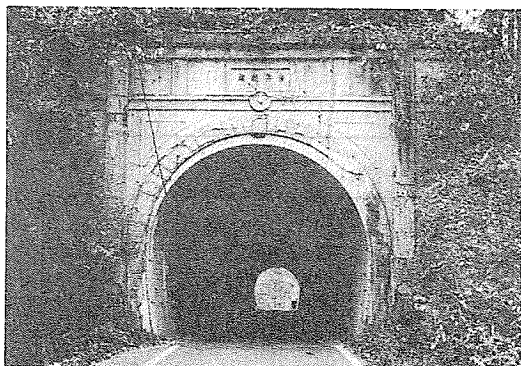
さらに、図－7に示したような意匠上のチェックポイントを加味した上で、中部5県の道路隧道の意匠評価を試行的に行った例を、表－11に示した（2ページ後に掲載）。写真－1の (a) 伊勢神隧道、(b) 尾鷲隧道、(c) 豊昇隧道、(d) 高尾谷隧道は、いずれも表－11から取られている。



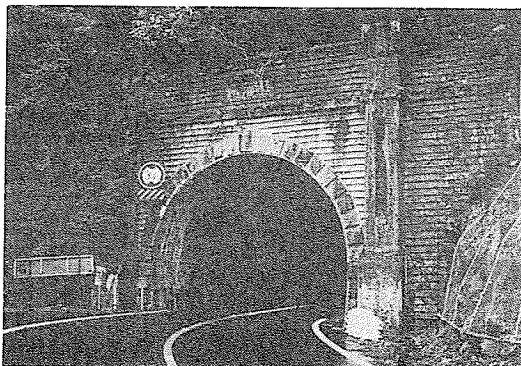
(a) 明治期の典型＝重厚なルスタカ積ポータル



(b) 大正期の典型＝端正な石と煉瓦のポータル



(c) バロック風のコンクリート・ポータル



(d) ゴシック風のコンクリート・ポータル

写真－1 道路隧道を代表する4つの景観

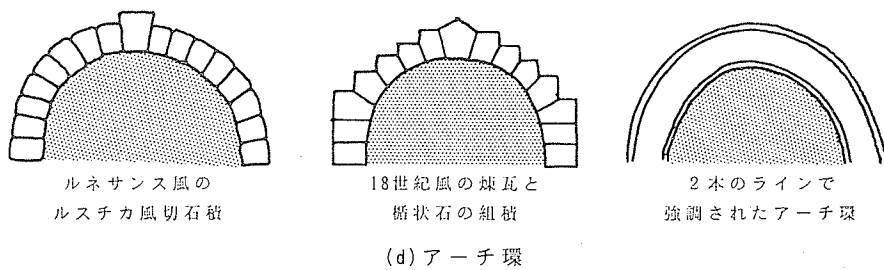
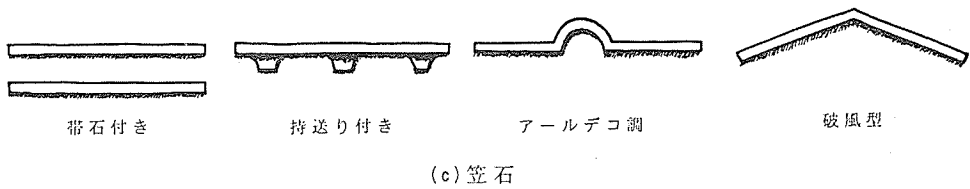
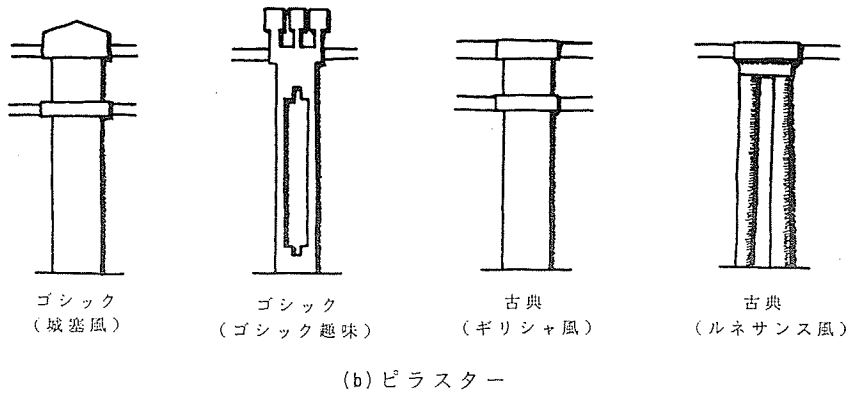
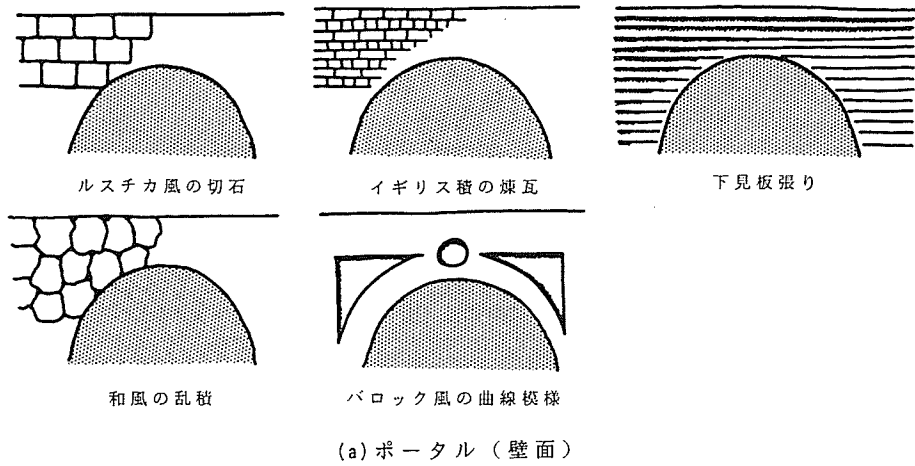


図-7 道路隧道の意匠上の注目点

表-11 意匠評価の高い道路隧道（一部）

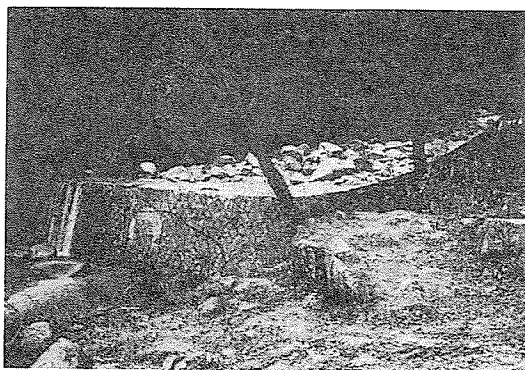
隧道名	建造年	材料(ポータル)	延長	全長	所在地	評価ポイント
伊勢神隧道	明30 ¹⁸⁹⁷	石 (石)	308	3.2	愛/足助町	C 重厚なスチカ模様のポータル、変体ガナの大いなる趣
天城山隧道	明37 ¹⁹⁰⁴	石 (石)	445	4.2	静/天城湯、島町・河津町	C 笠・帯石が入るのだが、総石造からくる重厚感に圧倒的、持送り付の趣
豊昇隧道	大1 ¹⁹¹²	C (C)	79	4.5	長/朝代町	C 鳥居型のポータルに装飾＝逆三角形のブロック風の飾り模様、帯石中央に円飾り
本坂隧道	大4 ¹⁹¹⁵	煉瓦 (煉瓦+石)	215	5.5	愛/豊橋市・静/三ヶ日町	B 道路では珍しい冠木門型のポータル、笠・帯・要石の白さと煉瓦の落ち着いた対比
尾鷲隧道	大5 ¹⁹¹⁶	煉瓦 (煉瓦+石)	483	4.3	三/尾鷲市・海山町	C 全面煉瓦で、アーチ環だけ縮状の追石を用いる定型的な様式
彌陀山隧道	大12 ¹⁹²³	煉瓦 (石)	69	4.6	静/南伊豆町	B 端正な煉瓦トンネル＝総切石積でアーチ環のみ煉瓦の「赤」が引き立つ
高尾谷隧道	昭7 ¹⁹³²	Cブロック (C)	70	6.0	三/熊野市	B ゴシック風の三洋を模したピラミッド、ポータル壁面全体に下見板張り風線模様
網代隧道	昭7 ¹⁹³²	C (石)	291	6.1	静/熱海市	C 笠石の突出しない冠木門型(鳥居型)のポータル、側部に使われた切石が重々しい
宇久須隧道	昭7 ¹⁹³²	C (石)	78	5.3	静/賀茂村	C 道路トンネルでは珍しい冠木門型のポータル(ウイングより若干高くなっている)
鉢地坂隧道	昭8 ¹⁹³³	C (C)	468	4.6	愛/蒲郡市・隣市	C ポータルに多様な装飾＝歯飾り、部分スチカ仕上げ、逆三角形の飾り模様

(2) 砂防堰堤

砂防堰堤は、道路隧道のポータルなどと違って、もともと意匠デザインを意識して設計されたわけではない。従って、意匠的な評価を行うにしても、その視点は、人工的な美の創出などという観点からではなく、自然環境との調和という点に絞らざるを得ない。

写真-2は、自然環境との調和という観点から、砂防堰堤を代表する景観を選んだものである。砂防堰堤の美しさの基準を何に求めるかは意見の分れるところであるが、本研究ではまず、堰堤の形状そのものとした。すなわち、直線的で角ばった堰堤は人工的で自然の景観から遊離してしまうが、(a)の朝明堰堤の「縄だるみ」の優雅な曲線は、構造物を自然の中に違和感なく融け込ませるのに役立っている。もう一つは、堰堤から流れ落ちる水であるとした。人工の段差から水が単に落ちているというだけでは到底自然の景観とは言い難い。一方、(b)の牛伏川のフランス式流路工の美しい水の流れは、どこにでもある溪流に水の激しい動きを加えることで、新しい景観美を創造した例である。

表-12には、高い意匠評価を与えた砂防堰堤のリストを示した。



(a) 堰堤そのものの自然さ (形態・素材)

(b) 溪流を思わせる水の流れ

写真-2 砂防堰堤を代表する2つの景観

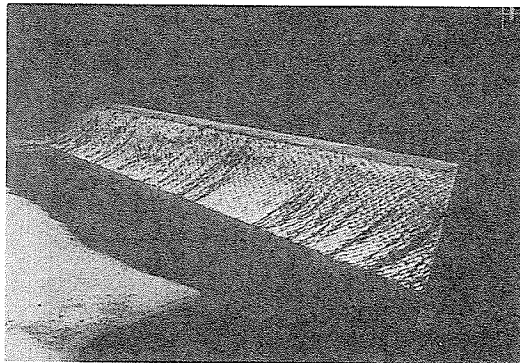
表-12 意匠評価の高い砂防堰堤（一部）

堰堤名	建造年	堰堤構造	堤高	堤長	所在地	評価ポイント
羽根谷巨石堰堤	明11 ¹⁸⁷⁸	空石	12	52	岐/南濃町	C 高さ、幅ともに大きく(巨石が累々として)雄壮
朝明川堰堤(2)	大初	空石	5	35	三/菰野町	C 整形された巨石の重圧感(明治期のいわゆる巨石堰堤とは全く違う)
牛伏川フランス式流路工	大7 ¹⁹¹⁸	練石	延長	131	長/松本市	A カスケードを思わせる美しい溪流
朝明川堰堤(1)	大11 ¹⁹²²	練石	4	40	三/菰野町	B 朝明川の「なわだるみ」堰堤＝堰両端の曲線が非常に優美
阿多野堰堤(1)	昭17 ¹⁹⁴²	練石	7	28	岐/下呂町	C 水の落ち方(流紋)が場所により様々に変化して美しい
釜ヶ淵上流堰堤	昭19 ¹⁹⁴⁴	練石	29	79	長/安曇村	C 下流側の副堤と合せ巨大な瀑布が出現

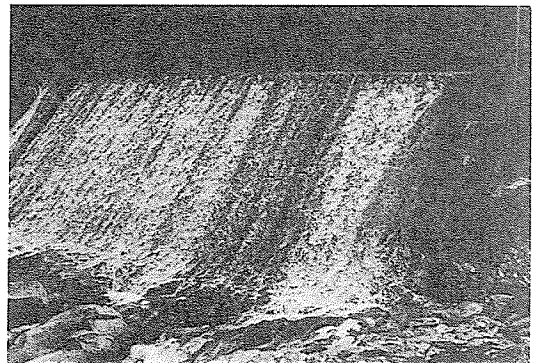
(3) 発電堰堤

発電堰堤、特に、ダム式発電用のハイダムには、時としてハッとするような見事な造形を見せることがある。その代表例が、写真－3 (c) に示した南向堰堤のR型のゲート・ピアで、普通はピアの上に機械類が所狭し並んでいるのを、すっきりとまとめてみせた。これに比べると、(d) の大間堰堤のゲート頂部の通路の細部デザインは、それなりに優れてはいても、局部的で目立たない。これら以外の「見どころ」としては、ダムの溢流面の3次元的な曲面、ゲート上部の通路橋、ゲート本体（特にローリング・ゲートは面白い）、放水口、魚道などがある。一方、小規模な坊主堰堤については、(a) の蟹寺堰堤のような石組の美しさ、もしくは、(b) の東大見堰堤のような流水の美しさ、など砂防堰堤と同じ「見どころ」が並ぶ。他には、排砂口などゲート部の石積、魚道などが注目点である。

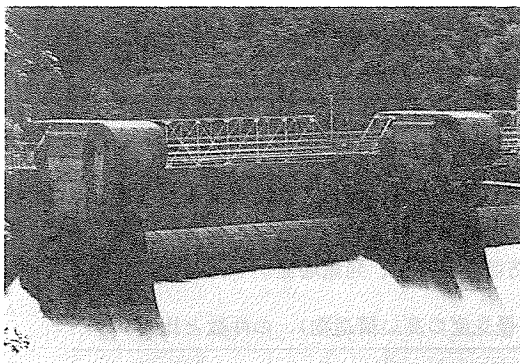
表－13には、高い意匠評価を与えた発電堰堤のリストを示した。



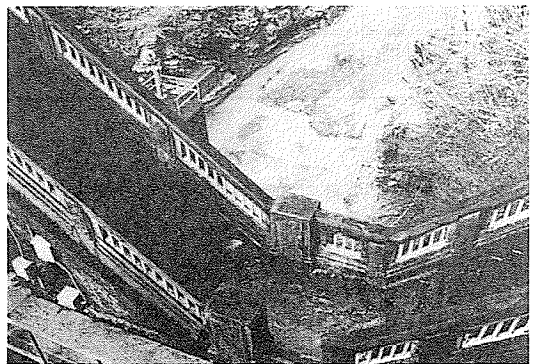
(a) 坊主堰堤＝石組の美しさ



(b) 坊主堰堤＝溪流を思わせる水の流れ



(c) ハイダム＝ゲート・ピア部の構造



(d) ハイダム＝細部の意匠

写真－3 発電堰堤を代表する4つの景観

表－13 意匠評価の高い発電堰堤（一部）

堰堤名	建造年	堰堤構造	堤高	堤長	所在地	評価ポイント
岩津堰堤	明30 ¹⁸⁹⁷	切石	5	28	愛/豊田市・岡崎市	B 直線断面の溢流部、水玉が細かく降り散る流水紋が美しい
長篠堰堤余水吐	明45 ¹⁹¹²	自然石	8		愛/新城市	A 自然の岩肌の上にナイアガラのよう一列となって水が流れ落ちる
波多瀬堰堤	大10 ¹⁹²¹	練石	5	59	三/飯沼町	B 2段の配のため流れ落ちる水が美しい、あちこちに岩が露出し自然風
蟹寺堰堤	大15 ¹⁹²⁶	練石	7	103	岐/宮川村	B なだらかで優美な曲面を描く堰堤、美しい石積
上麻生堰堤	大15 ¹⁹²⁶	C重力式+石	13	75	岐阜/白川町	B ゲート・ピア上に突出するように円形・方形の建屋があり、きわめて異例
南向堰堤	昭4 ¹⁹²⁹	C重力式	8	124	長/御ヶ根市	A ゲート部のR型の形状がきわめてユニーク（機能とデザインがよくマッチ）
笠置堰堤	昭11 ¹⁹³⁶	C重力式	41	155	岐阜/瑞浪市・恵那市	B 排砂口前面の半円形の機室、高曲した堤体終部
大間堰堤	昭14 ¹⁹³⁹	C重力式	46	107	静岡/本川原町	A 一段高くなったゲート・ピア上の通路と、昇降用の階段が特徴

4. 系譜評価

「系譜」という区分で評価されるポイントは、次の2つとした。

- ①筋の良さ： 著名な技術者・設計者の作品、歴史上の人物・事件との関連
 ②運の良さ： 文化財・景観構造物への指定、公園の一部として整備・保全

これらの項目については、調査中に付帯情報として判った場合に評価の対象とすることとし、系譜評価のため別途全国資料を調査することはしなかった。

表-14～16には、道路隧道、砂防堰堤、発電堰堤のそれぞれの場合について、系譜面で評価されたものの例を示した。

表-14 系譜評価の高い道路隧道（一部）

隧道名	建造年	材料(ボ-ル)	延長	鋼	所在地	評価ポイント
宇津ノ谷隧道	明37 ¹⁹⁰⁴	煉瓦(煉瓦)	203.4		愛/岡部町・静岡市	B 日本初の有科トンネル(明治9)→32年火災→37年改築したもの
天城山隧道	明37 ¹⁹⁰⁴	石(石)	445.4.2		静/天城湯ヶ島・神津町	B 『伊豆の踊子』の舞台として有名＝レリーフ・解説版など
尾鷲隧道	大5 ¹⁹¹⁶	煉瓦(煉瓦+石)	483.4.3		三/尾鷲市・海山町	C 紀伊南部の煉瓦トンネル群、岩井蔵太郎(設計)と大野久(施工)のコンビ
高尾谷隧道	昭7 ¹⁹³²	Cブロック(C)	70.6.0		三/熊野市	C 鈴鹿隧道と同一デザイン、三重の下見板張りトンネル
和田嶺隧道	昭8 ¹⁹³³	C(C)	280.5.0		長/下瀬町・和田町	B 峠止のエスplanト語の英文『人類の願望のために、人類愛の努力をもって』

表-15 系譜評価の高い砂防堰堤（一部）

堰堤名	建造年	堰堤構造	堤高	堤長	所在地	評価ポイント
羽根谷巨石堰堤	明11 ¹⁸⁷⁸	空石	12	52	岐/南濃町	B 谷口に砂防公園、砂防資料館、町の文化財にする動き
大崖堰堤	明12 ¹⁹²³	空石	5	50	長/南木曾町	C 昭和57年発掘、木曾三川百周年事業の一環として保存
牛伏川フランス式流路工	大7 ¹⁹¹⁸	練石	延長131		長/松本市	C 池田門男(内務技師)の基本設計、上下流に大規模な砂防公園

表-16 系譜評価の高い発電堰堤（一部）

堰堤名	建造年	堰堤構造	堤高	堤長	所在地	評価ポイント
下切堰堤	明37 ¹⁹⁰⁴	練石	5	35	岐/丹生川村	C 飛騨最初の電気を生んだ住民の熱念の結晶、排砂門の新設以外は保存良好
大井堰堤	大13 ¹⁹²⁴	C重力式	53	276	岐/恵那市・蛸川村	B アメリカ人顧問→石川榮次郎の指揮、恵那峡を生み出す

5. 総合評価

技術、意匠、系譜の3項目の評価を、全調査データに対して適用し、表-3の規定に則ってランク付けを行った結果をまとめたものが表-17であり、各構造種別ごとの重要構造物の件数が示されている。表によれば、全重要構造物に占める割合は、道路隧道が6%、砂防堰堤が4%、発電堰堤が7%となっている(重要

表-17 重要構造物(保存活用の対象として優先度の高い構造物)の件数と比率

構造種別 重要度		橋 梁		隧 道		樋門 閘門	堰 堤			河川 海岸 構造物	その他	建 屋	計
		拱渠	鉄道 他	道 路	道 路		砂防	発 電	農業 水道				
重 要 度	第1級	8			1	4	2	2		1	2	4	24
	第2級	45	3	2	7	10	5	8	2	14	7	11	114
	第3級	100	9	10	16	15	10	16	2	20	9	28	235
	小計(%)	44		3	6	8	5	7	1	9	5	12	100%
級 外		471	34	65	84	23	45	129	32	63	66	97	1109
総 計		624	46	77	108	52	62	155	36	98	84	140	1482

度の欄の小計(%)の数値を見よ)。これらの数値を表-2のデータ数(最下欄の比率の数値=7%、4%、11%)と比べると、道路隧道が7%から6%に低下、発電堰堤が11%から7%に大幅低下していることが判る。数値の低下は「重要構造物の割合の低さ」を物語っているが、特に発電堰堤でその傾向が顕著である。発電堰堤は、件数が多い割にどれも似たもの同志の坊主堰堤なので、評価が低迷したものと考えられる。一方、砂防堰堤では4%から5%に上昇しているが、これはひとえに母数が少ないため「数少ない故に過大評価に傾いた」ためと思われる。

本論文で対象とした道路隧道、砂防堰堤、発電堰堤について、第1～第3級に該当すると判断された重要構造物の一覧を表-18に示した。ただし、技術評価は全国調査の進展により変更される可能性があるし、意匠評価には多分に個人差があることは避けられない。ここで、表-18の件数を時代ごとにカウントすると、表-19のようになる。表-19の各時代区分は、明治初期を除いて10年単位で選ばれているが、採択された重要構造物の件数には大きな隔たりがあり、大正6年から15にかけての大正盛期と、昭和2年から昭和11年にかけての昭和初期の件数が群を抜いて多い。この時代は、第2次大戦前のわが国では経済的に最も豊かで、社会的にはダイナミックで自由な空気に溢れ、土木技術者も一点一点吟味して設計を行おうとしていた時期にあたる。また、関東大震災の復興を契機として道路橋梁が大変革を遂げ、産業の原動力としての水力開発が飛躍的に伸びて大ダムもあちこちに誕生するなど、西洋伝来の近代土木技術を使いこなすだけの経済力と技術力を着々と自家薬籠中の物としていた時期でもある。さらに、建築様式の面では、ネオ・ルネサンスの

表-18 重要構造物(保存活用の対象として優先度の高い構造物)の一覧

	道路隧道		砂防堰堤		発電堰堤	
第1級	旧・天城山隧道	静 明37	羽根谷巨石堰堤 1 フランス式流路工	岐 明11 大 7	中電 長篠堰堤 余水吐 関電 大井堰堤	愛 明45 岐 大13
第2級	旧・伊勢神隧道 旧・本郷隧道 鉢地坂隧道 旧・尾鷲隧道 高尾谷隧道 旧・宇津/谷隧道 和田峰隧道	愛 明30 愛 大10 愛 昭 8 三 大 5 三 昭 7 静 明37 長 昭 8	盤若谷堰堤 101 朝明川堰堤 2 朝明川堰堤 1 貝鐘堰堤 金ヶ淵上流堰堤	岐 明11 三 大初 三 大11 長 昭18 長 昭19	中電 岩津堰堤 中電 下切堰堤 関電 蟹寺堰堤 中電 上麻生堰堤 関電 笠置堰堤 中電 波多瀬堰堤 中電 大間堰堤 中電 南向堰堤	愛 明30 岐 明37 岐 大15 岐 大15 岐 昭11 岐 大10 三 昭14 静 昭 4
第3級	與良木隧道 堤石隧道 旧・本坂隧道 坂下隧道 棚橋隧道 旧・道瀬隧道 旧・三浦隧道 旧・木本隧道 野見坂隧道 旧・彌陀山隧道 宇津/谷隧道 網代隧道 宇久須隧道 夏焼第2隧道 豊昇隧道 大平隧道	愛 明20 愛 昭 9 三 大 4 三 明44 三 大 3 三 大 4 三 大 6 三 大14 三 昭 3 三 大12 静 昭 5 静 昭 7 静 昭 7 静 昭11 長 大 1 長 昭17	盤若谷堰堤 105・6 桑谷堰堤 1 足洗谷堰堤 1 阿多野谷堰堤 1 岩坪堰堤 木和田川石積堰堤 2 大崖堰堤 牛伏川根止石積堰堤 横湯川流路工 箱繕堰堤	岐 明11 岐 大 9 岐 昭 9 岐 昭17 岐 昭17 三 明44 静 明12 長 明22 長 昭12 長 昭18	中電 東大見堰堤 中電 笹戸堰堤 代々 広瀬堰堤 神岡 土第2堰堤 関電 落合堰堤 関電 兼山堰堤 東電 須川堰堤 中電 長貴堰堤 東京 北原堰堤 東京 深良川第1堰堤 東京 大鹿窪堰堤 東京 狩野川堰堤 中電 千頭堰堤 中電 男女倉沢川堰堤 中電 泰阜堰堤 関電 三浦堰堤	愛 明44 愛 昭10 岐 大14 岐 昭10 岐 大15 岐 昭18 岐 大 1 静 大 9 静 大11 静 大11 静 昭 3 静 昭 5 静 昭10 静 大 5 長 昭11 長 昭17

表-19 重要構造物の件数の時代による変遷

時 代	明治初期 ～1886	明治20年代 1887～96	明治30年代 1897～1906	明治末期/大正初期 1907～1916	大正盛期 1917～1926	昭和初期 1927～1936	戦争影響期 1937～1945
全構造物 ^{*)}	2 2	2 4	3 3	6 0	7 9	1 2 2	3 1
道路隧道、砂防・発電堰堤	4	2	5	1 2	1 5	1 8	1 0

影響を引きずりつつ、アールヌーヴォー、表現派、モダニズムなど様々な試みが一斉に花開き、それが土木構造物の意匠にも影響を与えてユニークな装いをまとわせる結果にもなった（特に昭和初期）。この時代の土木構造物は、いわば時代の生んだ申し子とも言えるもので、明治～大正初期にかけての素朴な構造物とは一線を画し、特徴あるグループを形成している。

6. 結 語

平成3・4年度に実施された中部5県の近代土木遺産調査で 全有効データ1482件の2割強を占める道路隧道、砂防堰堤、発電堰堤について、技術評価と意匠評価の判定基準を作成した。土木遺産の評価は、特にそれが保存活用への動機付けとして働く可能性を考えれば、より良いものを次の世代に伝えるという姿勢が大切である。残存するものが多い場合には、技術的な評価が高く、あるいは、意匠的に優れたものを候補にあげるべきである。また、残存するものが少ないようであれば、どのくらい少ないかをはっきりと把握した上で、その重要性を主張すべきである。本研究における評価判定のスタイルは、この方針に忠実に沿って、技術的な価値では、初出、長大、典型、特異、考古、施工 という6つの視点を設けて、A～Cの3ランクで評価しようとするものである。また、意匠的な価値では、評価のキーポイントとなる「見どころ」だけを指定し、その後のランク付け（A～C）は個人の好みに任せるという立場を取った。最後に、全調査データに対し、技術、意匠、並びに、系譜的な観点からの評価を加えて総合評価した結果を示した。

最後になったが、調査を実施するにあたり、データの収集・現地視察・各種の問い合わせ等で、実に多くの人々のお世話になった。心からの感謝を捧げたい。

参考文献

- 1) 馬場俊介：『中部5県における近代道路橋梁技術の発展の推移と特性』，土木史研究（13），1993.6，pp.33-46.
- 2) 増田智彦：『中部五県の近代道路橋の意匠要素の分析』，名古屋大学提出卒業論文，1993.2.
- 3) 近代土木遺産調査小委員会：『近代土木遺産の全国調査 ①用語・図解集，②調査カード記入要領 名称／形式／諸元』，1993.12，p.31.
- 4) 馬場俊介：『近代土木遺産調査報告書一愛知・岐阜・三重・静岡・長野』，1994.2，p.109.
- 5) 小西純一，他：日本土木史研究発表会論文集（5）1985，pp.207-214／（6）1986，pp.48-57／（7）1987，pp.193-198，199-206／（8）1988，pp.134-141／（9）1989，pp.227-238／土木史研究（10）1990，pp.53-64／（11）1991，pp.131-142／（12）1992，pp.13-24.
- 6) 小野田滋，他：土木史研究（10）1990，pp.199-210／鉄道ビクトリアル（520）1989，pp.45-48／（531）1990，pp.97-100／（556）1992，pp.61-67.
- 7) 小野田滋，他：日本土木史研究発表会論文集（8）1988，pp.113-124／（9）1989，pp.245-254／土木史研究（13）1993，pp.255-268.
- 8) 日本動力協会：『日本の発電所（1）-（3）』，工政会，1933.
- 9) 関西電力：『関西電力水力技術百年史』，1992.
- 10) 内務省土木試験所・編：『本邦道路橋輯覧』（1）1928／（増補）／（3）1935／（4）1939.
- 11) 藤井郁夫・編：『橋梁史年表』，海洋架橋調査会，1992.
- 12) 内務省土木試験所・編：『本邦道路隧道輯覧』，1941.
- 13) 工学会：『明治工業史 土木篇』，1929.
- 14) 土木学会・編：『日本土木史一大正元年～昭和15年』，1965.
- 15) 土木学会西部支部・編：『九州土木紀行』，九州大学出版会，1989.
- 16) 宮城県土木部・宮城県建設技術協会：『宮城の土木史』，1972.
- 17) 香川県建設技術協会：『香川県土木史』，1976.
- 18) 全国治水砂防協会：『日本砂防史』，1981.
- 19) 建設省北陸地方建設局・編：『信濃川百年史』，北陸建設弘済会，1979.
- 20) 砂防学会・監修：『砂防学講座 砂防総論（2）』，山海堂，1991.
- 21) 通商産業省公益事業局・編：『日本発電用高堰堤要覧』，発電水力協会，1954.
- 22) 日本ダム協会・編：『ダム年鑑 1993』，1993.