

フランスにおける石造アーチ橋の歴史的変遷と橋梁美*

THE HISTORICAL STREAM AND AESTHETICS OF STONE BRIDGES IN FRANCE

山下 真樹** 小林 一郎***

By Maki YAMASHITA, Ichiro KOBAYASHI

Abstract : In France, lots of stone bridges were constructed from Roman age to Industrial Revolution age, and many of them are used even now. The purpose of this paper is to clarify the historical stream of French stone bridges and to evaluate their Aesthetics. In chapter 2, it is defined the component of a stone bridge. Chapter 3 classifies stone bridges in six period as follows; 1) Roman age(-5c), 2) Medieval age(5-16c), 3) Renaissance(16-17c), 4) Royal age(17-18c), 5) Modern age(18-19c), 6) Industrial Revolution age(19c-). And their characterizations are described. Chapter 4 motivates 1) to evaluate Aesthetics of Bridges, 2) to get a suggestion for design of modern bridges.

1. はじめに

これまで、石造アーチ橋をテーマとした研究に関しては、我が国では馬場らによる一連の研究^{1)~3)}を除くと、大半の場合、従来の橋梁史の極めて限られたものとして取り上げられることが多く、鋼橋・コンクリート橋などの近代土木技術の時代への前史として簡単に記述されるに過ぎない。そのため、現在の我が国における石造アーチ橋の取り扱い、橋梁工学の範疇から除外されたものとして位置付けられていると言える。石造アーチ橋のみを取り扱い好著として名高いハインリッヒの著作⁴⁾も、技術史的に絞って少数の著名な石造アーチ橋のエピソードを取り上げている程度であり、詳細な体系化や評価は行っていない。

本研究における第一の目的は、西洋の石造アーチ橋の歴史的変遷の概要を明らかにすることにある。その際、フランスはガール橋などの古代ローマ時代の石造アーチ橋から20世紀前半の鉄道橋に至るまで、各時代の石造アーチ橋が現在なお数多く存在することからもわかるように事例の宝庫であり、通史的に見て石造アーチ橋建設における先進性は世界中で最も際だった国であると言える。そこで、より詳しく歴史的な認識を掘り下げるためにも、ここでは

対象をフランスの石造アーチ橋に限定する。ただし、本研究においては個々の橋の歴史に終始するのではなくフランスの石造アーチ橋の全体的な流れを把握し、その特徴を明確にする。

また歴史的変遷を明らかにする過程において、石造アーチ橋の用途の多様性に注目することで、最近のヨーロッパや我が国で橋梁の新たな景観設計として建築家を中心に試みられている「橋の定義」を大きく逸脱した橋⁵⁾（居住する橋、広場としての橋など）は、土木工学発生後に確立された「橋梁」の定義以前の橋の使用法の再現に過ぎないことなどを指摘したい。

さらに、本研究の第二の目的として、石造アーチ橋の意匠に着目し技術の発展と不可分に結びついた橋梁本来の美しさ（ここでは「橋梁美」と呼ぶ）について、2, 3の考察を行う。そのため、石造アーチ橋の歴史の変遷を概観する際に、意匠要素がどのような技術との関連で発生し、様式化していったかという観点からも論じる。また、石造構造物建設の歴史の中で、絶えることなく伝承されてきた建設用語や設計思想が、建設文化として今日の構造物の根幹にあることを述べると共に、これを見逃して表面的な橋のデザインや技術的な新規性のみを導入することの危険性を指摘したい。

従って、本研究では、2章において石造アーチ橋の構成要素の概要について述べ、3章でフランスにおける石造アーチ橋の歴史について論じる。さらに

*keywords: 石造アーチ橋、橋梁史、意匠、フランス。

**学生員 工修 熊本大学大学院 自然科学研究科

***正員 工博 熊本大学工学部 環境システム工学科

(〒860-0862 熊本市黒髪2-39-1 FAX:096-342-3507)

4章においてそれらを通じた橋梁美に関する2, 3の考察を行う。

2. 石造アーチ橋の構成要素

先に指摘したように、これまでの石造アーチ橋の取り扱い方は鋼橋やコンクリート橋などの前史として極めて簡単な記述に留まっているため、現在、我が国では石造アーチ橋の構成要素を詳細に記述している文献を目にする機会が少ないのが現状である。そのため、ここでは文献6)と文献7)をもとにして、石造アーチ橋の構成要素を明らかにする。

図-1に石造アーチ橋の基本的な構成要素を示し、その概略の説明を表-1として整理した⁶⁾。図-1によれば、橋台(culeé)、橋脚の水切り(bec)、アーチの外輪(extrados)、スパンドレル(tympan)、高欄(parapet)といった現代のアーチ橋を構成する最も基本的な要素は、石造アーチ橋以来変わっていないことが見て取れる。また、高欄や橋脚は、柱頭(bahut)、柱身(fût)、柱台(plinthe, socle)という三つの部分で構成されている。これは、高欄や橋脚が「橋の柱」

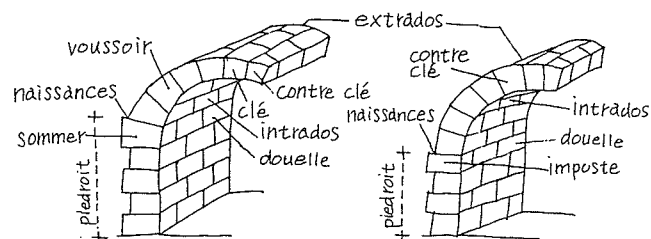
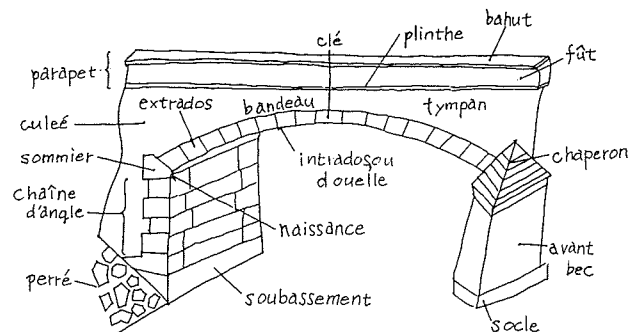


図-1 石造アーチ橋の主な構成要素
(文献6)、7)をもとに著者作成)

表-1 石造アーチ橋の構成要素の概略説明 (著者作成)

構成要素	(発音)	概略説明
parapet	バラペ	高欄。柱頭(bahut : バユ)、柱身(fût : ヒュ)、柱台(plinthe : プラント)から成り立つ。
extrados	エクストラド	アーチの外輪。
bandeau	バンドウ	アーチの見え方。構造物全体の中でアーチを引き立たせる役目を持つ。
culé	クレ	石またはコンクリートで造られたアーチの両端を受ける迫り台、橋台。
intrados	アントラド	アーチの内側の表面で、エクストラドとは対極をなすもの。
douelle	ドウエル	アーチの内側(アントラド)を形成する石材。
sommier	ソミエル	アーチにおける迫持ち受け。
naissance	ネッサンス	石積みの垂直部(ピエドロワ)とアーチが接続する石材の表面。
chaîne d'angle	シェヌ ダングル	石材の石積みを補強するために置かれた切石。
soubassement	スバスマン	台座、台石。
perré	ペレ	流れによる浸食や崩壊から土手を保護するための舗装。
tympan	タンパン	スパンドレル。三角小間。
chaperon	シャペロン	雨水からの保護を目的とした橋脚の水切り上の飾り。
avant bec	アヴァン ベク	橋脚における前方の水切り。後方は、Arrière bec (アリエル ベク)。
socle	ソクレ	橋脚に限らず、柱の柱台をなすもの。プラントと同義。
voussoir	ヴソワル	アーチを形成する迫石。
clé	クレ	要石、キーストーン。
contre Clé	コントル クレ	アーチを形成する石材の中で、要石(Clé)に隣接する石材。
imposte	アンポスト	石造アーチ橋の石積みの垂直部(ピエドロワ)の最上部に位置する層で、ネッサンスとの境界となる石材。
piedroit	ピエドロワ	石造アーチ橋の石積みの垂直部。

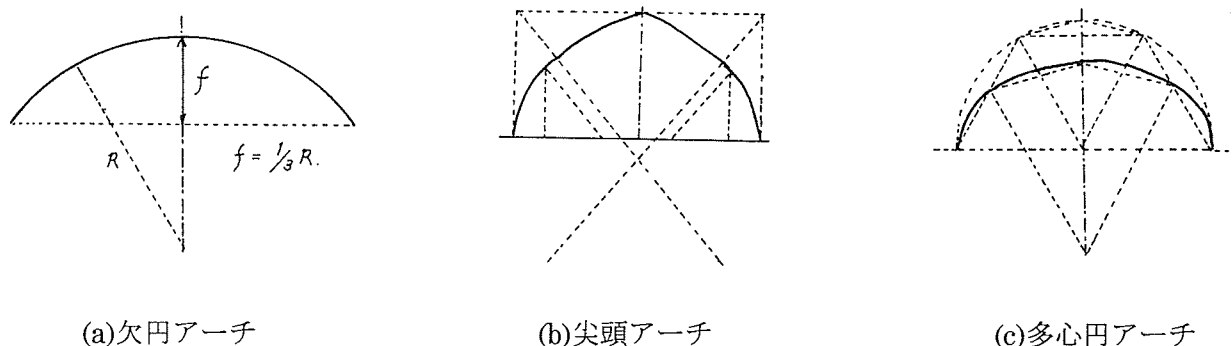


図-2 アーチ形態の概念図 (著者作成)

として捉えられ、柱に対するギリシア建築のオーダーに起源を持つ考え方が現代まで伝えられていることを意味している。このように、フランスでは、橋脚ひとつ取ってみても細部まで用語が決定されていることがわかるが、我が国では、こうした概念は取り入れられていない。また、石積みに着目すると、我が国の石造アーチ橋では「要石(clé)」程度しか特別に名前は付けられていないが、フランスでは *contre clé* (要石の隣の石)、*imposte* (石積みの垂直部の最上部に位置する石で、*naissance* との境界をなすもの)、*douelle* (アーチの内側を形成する石)、*chaîne d'angle* (石積みを補強するための切石) 等、石造アーチ橋を構成する石材の細かな部位まで名前が付けられ、石造アーチ橋を構成する重要な要素として現代にも引き継がれている。

また、図-2にはアーチ形態の概念図を示す。アーチの形態は、半円アーチ、欠円アーチ、尖頭アーチ、手籠型アーチ(*anse de panier* : アン・ド・パニエ)と呼ばれる多心円アーチの4つに大別される。ただし、欠円アーチと尖頭アーチの判別は基準をどこに設けるかの判断が難しいため、本研究においては図-2のようにひとつの円の弧を用いて扁平の円を形成するものを欠円、両側から描かれた2つ以上の円が合わさって先の尖ったアーチを形成するものを尖頭アーチと呼ぶことにした。図-2では各々のアーチの形態に対して図をひとつだけ記載したが、その形態は変化に富むものであるため、図-2は極めて一般的な概念図であることを断っておく。

また、図-3には石造アーチ橋の重要な意匠要素であるアーチの外観の様式を示した。各々の説明は図中に示すとおりである。また、馬場やプラドの

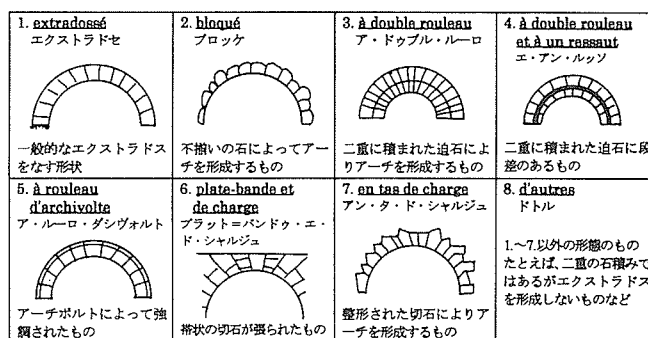
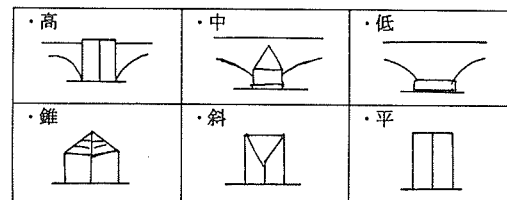


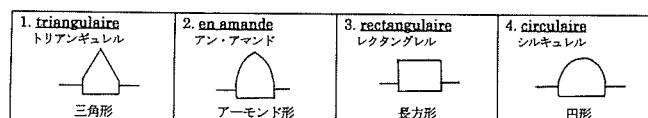
図-3 アーチの外観の様式

(文献6)をもとに著者作成)



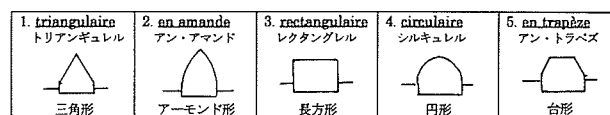
(a) 橋脚 (水切り) の形態の概念図

(文献2)より引用)



(b) 前方の水切りの形態

(文献6)をもとに著者作成)



(c) 後方水切りの形態

(文献6)をもとに著者作成)

図-4 水切りの形態

分類^{2),6)}を用いて、橋脚（水切り）の形態を図－4に整理した。

フランスでは、石造アーチ橋の建設が途絶えた現在でも、近代橋梁の細部の名称の多くは石造アーチ橋に使用された従来のものが用いられている。

3. フランスの石造アーチ橋の歴史

3.1 時代区分

ここでは、まず石造アーチ橋建設の分類を行う。ただし、教会建築などと異なり、同じ石造構造物であっても、石造アーチ橋の変遷を様式として分類することは困難である。そのため、本研究では、フランス史を通して見た社会事情の変遷や建築様式など石造アーチ橋の建設に何らかの影響を与えたと思われるいくつかの要因を考慮し、石造アーチ橋建設の時代区分を行った。その結果が、図－5に示す①ローマ（5世紀まで）、②中世（5～16世紀）、③ルネサンス（16～17世紀）、④近世（17世紀後半～18世紀初頭）、⑤近代（18～19世紀初頭）、⑥産業革命期（19世紀以降）の六通りである。

本論文では研究の対象をフランスの石造アーチ橋に限定しているため、フランスで建設された最も古い石造アーチ橋以前の歴史は除外した。

また、中世からルネサンス、近世から近代といった各時代の過渡期では年代に重なりが見られたが、これは石造アーチ橋の建設には多大な歳月を要するなどの理由から各時代の始まりと終わりを決定付けることが極めて困難であり、時代区分を行う際にそれほど支障のないものと判断したため、あえて明確化することを避けた。

3.2 歴史の変遷

ここでは、まず文献調査^{5),15)}と現地調査を行った石造アーチ橋の中から、前節で分類した時代区分に従って、表－2および表－3にフランスにおける各時代を通じた主な石造アーチ橋 85 橋を取りまとめた。表－2、3における最大スパン(S : m)およびライズスパン比(R/S)については、データの明確なものはそれを記し、明確でないものは立面図などから推測した。ただし、設計図面ほど正確ではないので多少の誤差が入る可能性も否定できない。なお、推測値については表中に*印を記した。アーチ形態にお

建築様式史	年代	時代区分	一般史
古代ローマ ビザンチン	B.C. 1C	ローマ (～5C)	BC.27 アウグストゥスによる帝政開始 96-180 五賢帝による統治
メロヴィング カロリング	500		476 西ローマ帝国滅亡
ロマネスク	1000		
	1100		
	1200	中世 (5-16C)	・キリスト教社会 ・諸侯－騎士－農民による封建制
ゴシック	1300		
	1400		
	1500	ルネサンス (16-17C)	14-15C ルネサンス
ルネサンス	1600	近世 (17-18C)	ブルボン朝による絶対王政期
バロック ロココ	1700		
	1800	近代 (18-19C)	1716 土木技師団設立 1747 土木大学設立 1789 フランス革命 19C 前半 産業革命
新古典 ネオゴシック ネオルネサンス ネオバロック	1900	産業革命期 (19C-)	1832 フランスで初の鉄道路線開通

図－5 フランスの石造アーチ橋の時代区分
(著者作成)

ける欠円アーチ、尖頭アーチ、多心円アーチの違いは前章の図－2に示すとおりであり、意匠1、意匠2も前章の図－3、図－4と対応させた。たとえば、表－2の中世カオールのヴァラントレ橋(Cahors Pont Valentré)は、アーチの外観がアーチヴォルトを有しているため、意匠1の欄に図－3の5を記した。また、橋脚が高く平らで、水切りは河川の流れに対して前方が三角形、後方は長方形なので、意匠2の欄には「高一平－1－3」などと記載した。これらの意匠要素の決定は慎重に行ったが、これも現地を訪れたことのないものについては写真や立面図から推測したため、主観的決定がなされた可能性があることを付言しておく。また、橋の上に家があったものや建築家の手になるものなど、石造アーチ橋固有の特徴となる顕著な事項については、備考欄に記述した。

以下に各々の時代について項を設け、表－2、3の結果ともあわせて各時代の石造アーチ橋における技術や意匠といった様々な特徴を明らかにする。その際、論文の構成上、表－3は第3項の後で掲載する。なお、表－2、3のフランス語原文のアクセント記号は作表の都合上省略した。

表－2 近世以前のフランスにおける主な石造アーチ橋 (著者作成)

時代	橋名	完成年	架設地	S(m)	R/S	アーチ形態	意匠1	意匠2	備考
ローマ (～5C)	Pont du Gard	A.D.1C	Nîmes	24.50	0.50	半円	1	-	
	Pont Flavien	A.D.1C	Saint-Chamas	12.45	0.49	半円	1	-	凱旋門付石造アーチ橋
	Pont d'Ambrussum	A.D.1C	Gallargues-le-Montueux		*0.50	半円	1	-	
	Pont romain	A.D.1C	Vaison-la-Romaine	16.85	*0.28	欠円	1	-	
	Pont Julien	A.D.1C	Bonnieux	16.00	*0.50	半円	1	-	
	Pont romain	A.D.1C	Sommieres		*0.50	半円	1	中-平-1	
	Pont romain	A.D.2C	le Pouzin		*0.50	半円	1	-	
中世 (5-16C)	Pont romain	A.D.2C	Viviers	12.95	*0.50	半円	2	中-錐-1-1	11径間、全長107.8m、乱石積み
	Pont du Diable	1030	Aniane	16.00	*0.37	欠円	3	低-錐-3-3	
	Pont vieux	1035	Albi	21.00	*0.83	尖頭	1	中-平-1	
	Pont Saint-Benezet	1185	Avignon	32.70	0.27	欠円	2	中-錐-1-1	教会、大水切り、橋建設兄弟団による
	Pont de Vernay	12C	Airvault	12.60	*0.46	尖頭	4	中-錐-1-	
	Pont vieux	12-13C	Beziers	18.80	0.37	欠円	4	低-錐-1-1	
	Pont Notre-Dame	1229	Mende	20.30	0.50	半円	4	高-平-1-1	
	Pont de la Guillotiere**	1245	Lyon	33.20	*0.35	欠円	1	中-錐-1-1	塔、大水切り、橋建設兄弟団による
	Pont Saint-Etienne	13C	Limoges	12.55	0.42	尖頭	1	高-平-3	
	Pont Saint-Martial	13C	Limoges	13.60	0.45	尖頭	1	高-平-3	
	Pont de Saint-Savin	13C	Saint-Savin	10.36	0.45	尖頭	5	高-平-2-3	
	Pont Saint-Esprit	1305	Avignon	34.00	0.25	欠円	1	中-平-1-1	大水切り、橋建設兄弟団による
	Pont de Landerneau	1336	Landerneau		*0.50	半円	1	-	橋上に民家(ボン・メゾン)
	Pont de Ceret	1339	Ceret	44.50	0.50	半円	1	-	Dos d'ane
	Pont de Valentre	1355	Cahors	16.50	0.53	尖頭	5	高-平-1-3	要塞橋、大水切り付船形橋脚
	Pont	1388	Entraigues	16.75	*0.57	尖頭	4	高-平-1-3	
	Pont d'Estaing	1388	Estaing	16.75	0.33	尖頭	3	高-平-1-3	
	Pont vieux	14C	Orthez	15.00	0.60	尖頭	1	高-平-1-	要塞橋
	Pont vieux	14C	Espalion	15.50	0.51	尖頭	4	高-平-1-1	Dos d'ane
	Pont Notre-Dame	14C	Bar-le-Duc		*0.50	半円	1	中-錐-1-	橋上に教会(ボン・メゾン)
	Pont	1407	Nyons	40.53	0.32	欠円	1	-	Dos d'ane
	Pont de Sospel	1430	Sospel	15.00	0.50	半円	1	高-平-1-1	橋上に民家(ボン・メゾン)
	Grand pont	15-16C	Tournon	49.20	0.36	欠円	1	-	Dos d'ane
	Pont-Grand		Pont-de-Montvert	19.00	0.39	欠円	1	-	Dos d'ane、橋台部に家(ボン・メゾン)
ルネサンス (16-17C)	Pont Notre-Dame**	1507	Paris	17.25	0.50	半円	1	高-斜-1	街路橋(ボン・リュ)
	Chateau	16C	Chenonceaux		*0.50	半円	6	高-平-1-	橋上に城
	Pont Neuf	1607	Paris	19.60	0.39	多心円	6	高-平-1-1	
	Pont Henri IV	1611	Chatellerault	11.50	0.31	多心円	6	中-斜-1-1	
	Pont Saint-Michel**	1617	Paris	14.10	0.50	半円	7	中-錐-1-	街路橋(ボン・リュ)
	Pont Neuf	1632	Toulouse	31.70	0.34	多心円	1	低-錐-1-1	
	Pont Marie	1634	Paris	17.65	0.50	半円	1	中-錐-1-1	
	Pont au Change**	1647	Paris	15.62	0.50	半円	1	中-斜-1-1	街路橋(ボン・リュ)
	Pont de la Tournelle**	1656	Paris	17.50	0.50	半円	1	中-錐-1-1	街路橋(ボン・リュ)

*:推測値、**:既に現存しない石造アーチ橋、意匠1:アーチの外観(図-3と対応)、意匠2:橋脚の水切りの形態(図-4と対応)

(1)ローマ (5Cまで)における石造アーチ橋

古代ローマ帝国は広大な属州を支配するために、大道路網の付帯施設として水道橋を含めた石造アーチ橋建設を盛んに行った。表-2からもわかるように、フランスにおける古代ローマの石造アーチ橋の建設は1世紀頃と2世紀頃の2つの時期において盛んに行われている。

古代ローマ帝国の皇帝たちは、多くの属州を文化面でも生活面でもローマと同様のレベルまで引き上げるための大型社会資本整備を盛んに行った。属州のローマ化を推進するための鍵となったもののひとつが豊潤な水道水であった。町が次第に大きくなるに連れて大量の水を必要としたため、ローマ人はよい水を求めて何キロも先にある水源から街に水を引くために延々と続く水道を建設した。その結果として、写真-1のガール橋(Pont du Gard)などに見られる水道橋が建設された。

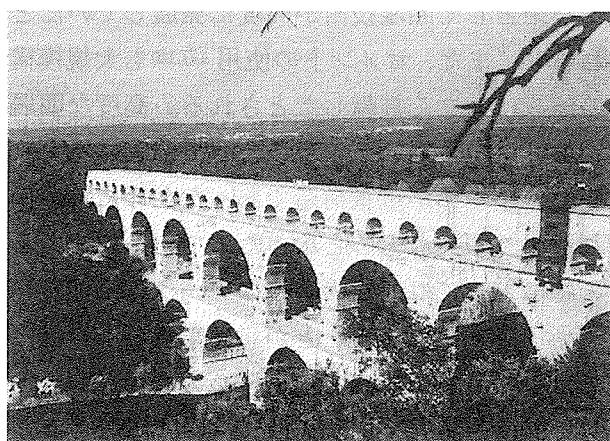


写真-1 ガール橋 (著者撮影)

また、ローマ帝国の道路網は、五賢帝後(3世紀末)のディオクレティアヌス帝の時代には主要幹線372本で86,000kmと広大なものとなり、最終的な総延長は29万kmにも及んだ¹⁰⁾。多くの属州を征服し支配するためには、前提として情報収集と命令

伝達が不可欠であり、そのためには安全で迅速な移動が可能となる交通網が必要であった。この時期の石造アーチ橋はそのような大道路網に付随するものとして建設された。つまり、この時期の橋梁建設の発達の背景には、政治的な理由とともに戦略的な理由があったと言える。表-2のフラヴィアン橋(Pont Flavien)では、領土の拡大を祝して設置された凱旋門が見受けられる。

また、戦略的な措置が十分に講じられた後で、初めてそれぞれの町との交流を保つための道路が建設されたとされる⁴⁾。表-2では、ル＝プザン(le Pouzin)の橋やヴィヴィエール(Viviers)の橋といった2世紀頃に見られる地方の比較的小規模な石造アーチ橋が、各種資料や側壁の積み方などから判断してそれに該当すると思われる。これらの比較的小規模な地方の石造アーチ橋は、これまでの「国家の橋」とは異なる地域住民の「生活のための橋」という点で、多くの中世の橋のさきがけとなるものとする。そのため、ガール橋などの大規模な水道橋などよりもむしろ興味深い事例であると言える。

次に、この時代の石造アーチ橋における技術的な特徴について触れておく。まず第一の特徴として、ローマ時代にはすでに優れた基礎工事が行われていたことが指摘できる。ローマ人は橋脚や橋台を頑丈な土台の上に直接建設したため、この時代には基礎を造る技術として囲堰技術が高度に発展していたと言われる⁴⁾。また、セメントの使用^{17),18)}も大規模構造物の建設に大きく貢献したとされる。高度な囲堰工法とセメントを用いることによって強固に造られた基礎は、橋本体が重量構造であったために締め固められ、より頑丈なものとなったのである。また2つ目の特徴としては、この時代のアーチの形態がほぼ全て半円アーチであることが挙げられる。今回の調査では、フランス国内では表-2のヴェゾン＝ラ＝ロメヌ(Vaison-la-Romaine)の橋(写真-2)が唯一の欠円アーチとなっている。しかし、この欠円アーチは、写真-2からもわかるように架設地の地形的な条件から生まれた半円アーチの延長としてのものである。つまり、ライズ比を小さくするための技術的な進展から生まれた形態の変化ではないと考えられる。また、半円アーチによって平坦な石造アーチ橋を架設するためにはかなり高度な技術が必要

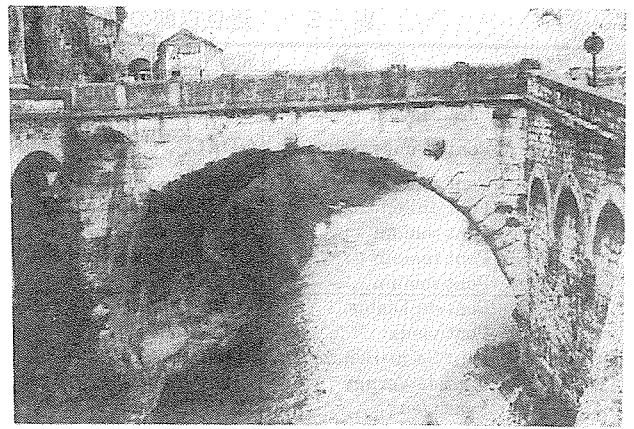


写真-2 ヴェゾン＝ラ＝ロメヌの橋
(文献6)より転載)

となるが、ローマ人は完成された測量技術¹⁶⁾と石積み技術によってこの問題を解決したものと思われる。1世紀までに見られる半円アーチは、迫石厚がスパンの1/10から1/20で、その後の石造アーチ橋では目にすることができないほど大きいこともわかった。これは、フラヴィアン橋の凱旋門と同様に、重厚感と威圧感をもってローマ帝国の威信を示すために意識的に建設されたものであると考える。

また、この時代の石造アーチ橋の多くは、石材の空積みによるものであるが、これはローマ帝国の優れた石材加工技術に裏付けされたものであると考えられる。

(2)中世(5～16C)における石造アーチ橋

表-2で見られるように、フランス国内の石造アーチ橋はローマ帝国が滅亡してから約500年間建設されていない。この時代には共同体としての村落での生活が全てであったため、大規模な道路や古代ローマが必要とした政治的・軍事的な意味合いの強い「国家戦略としての石造アーチ橋」が不要になったのだと考える。封建制が確立され経済活動などが活況を示し始めた12世紀以降には、橋が生活に必須の道具となり、石造アーチ橋建設が活発に行われた。

この時代の石造アーチ橋の大きな特徴はその多様性にある。これまで、中世は暗黒時代などと呼ばれることも多く、尖頭アーチを除くと石造アーチ橋建設でも技術的な発展も見られなかった思われがちであった。しかし、巨大な帝国の威信を示す大水道橋や幹線街道用の石造アーチ橋と対岸の村落を結ぶた

めの橋とでは、当然の帰結としてその表現方法は異なったものとなる。著者らの調査の結果において、中世の石造アーチ橋には多様な使用方法があったことがわかった。ここでは用途によって、(a)生活のための橋、(b)巡礼のための橋に大別した。以下に(a)について著者らが分類した6種類の例を示す。

(a)生活のための橋

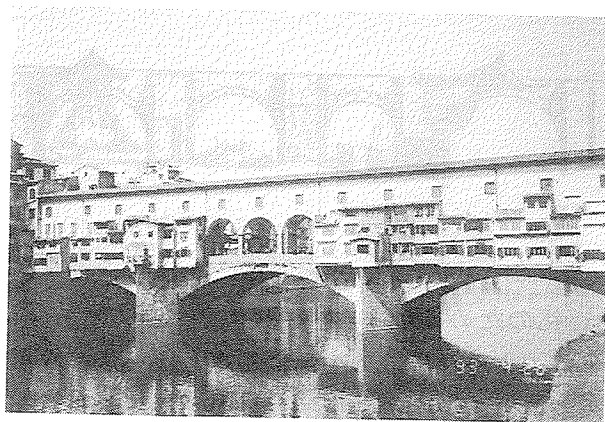
①住居としての橋：人が生活するために橋の上に家が建っている石造アーチ橋である。たとえば、表－2ではランデルノー橋(Pont de Landerneau)やソスペル橋(Pont de Sospel)がそれにあたる。

②要塞橋：ヴァラントレ橋やオルテス橋(Pont d'Orthez)に見られる要塞橋と呼ばれる橋で、封建制という社会事情を考えた軍事的意味合いの強い石造アーチ橋である。防衛上有利な高い橋脚と塔が特徴となっている。

③宗教施設を持つ橋：3つめのヴァリエーションは、サン＝ベネゼ橋(Pont Saint-Bénézet)やサン＝テスプリ橋(Pont Saint-Esprit)、バル＝ル＝デュク(Bar-le-Duc)のノートル＝ダム橋(Pont Notre-Dame)などに見られる教会や礼拝所が橋の上に建てられたものである。

④商業のための橋：①の住居としての橋と区別が付きにくいものもあるが、主として商店が建ち並んでいたものをこの分類に加える。たとえば、1387年に完成したパリのサン＝ミッシェル橋(Pont Saint-Michel)の橋上には、織物屋、染物屋、床屋、本屋、古着屋、ハーブ製作者といった多種多様な職人や商人が住んでいた¹³⁾。また、特徴的なものとして両替橋を挙げることができる。これは橋上に両替所や貴金属店などの店が建てられた橋である。パリのオ・シャンジュ橋(Pont au change)では、1141年にルイ7世によって両替所の設置が決定された。それは本橋が上流階級の居住地同士を結ぶ橋であったためである¹⁵⁾。今日フランスに両替所や貴金属店のある橋は存在しないが、イタリア・フィレンツェのポンテ＝ヴェッキオ(写真－3)が両替橋の例である。

⑤公共施設のある橋：本来橋詰は、人の集う場所であるため、公共施設が橋に付随して建設されたことは容易に想像できる。写真－4はビヨム(Billom)の橋の高欄に設置された小麦を計量するための升



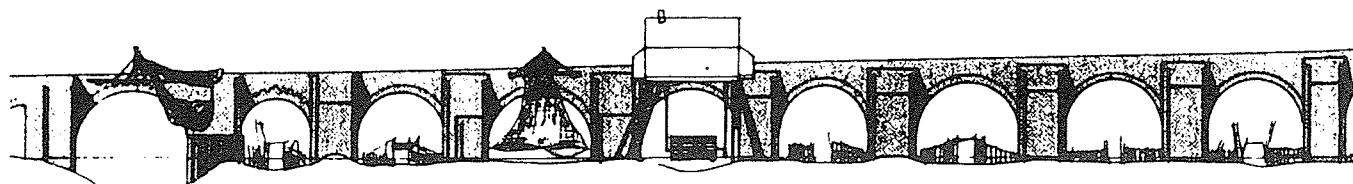
写真－3 ポンテ＝ヴェッキオ（著者撮影）



写真－4 ビヨム橋の計量升（著者撮影）

（公式計量器）である。また、この橋では付帯施設としての集会所跡なども見られる。

⑥作業場としての橋：本研究における調査の過程において、この例は、中世ではごく一般的なことであることがわかった。この時代、橋に風車や水車、漁業のための投網施設などが設けられた石造アーチ橋が数多く存在したと見られる。ただし、ほとんどの石造アーチ橋において、このような施設は近代化の過程で撤去されており、その他の種類に比べて現存例が少ない。この橋を表－2に加えなかったのは現存例がほとんどないため、諸元がはっきりしなかったためである。しかし中世の橋の多様性を示す意味でも重要であるため、セーヌ河に架かっていた橋の想像図を例として図－6に示す。これによると、橋の上に投網をするための場所（左から1番目と4番目のスパン）や水車（左から5番目のスパン）などが見て取れる。これは先の商業のための橋とは異なり、より生活に密着した橋であることがわかる。



図－6 セーヌ河に架かっていた作業場としての橋（文献 15）より転載）

(b)巡礼のための橋

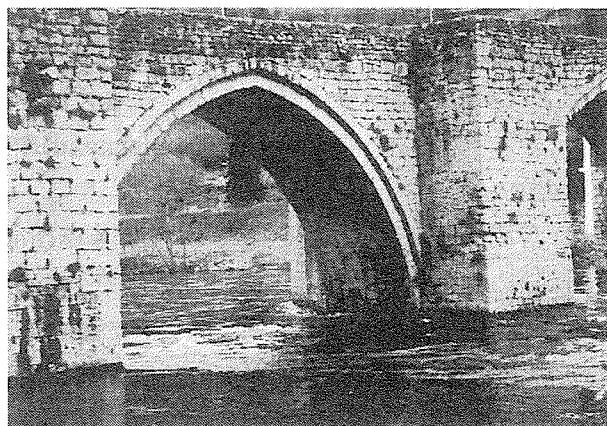
上記のような地域の生活に根ざした小規模な橋とは異なるもう一つの特徴的な橋が、橋建設兄弟団と呼ばれる修道僧によって架けられた橋である。表－2におけるサン＝ベネゼ橋やサン＝テスプリ橋、旧ギョティエール橋(Pont de la Guillotiere)などがこの橋にあたり、10 世紀以降巡礼の道上に建設された橋である。巡礼の道上であったため、広域的な道路橋としての性格が強く、先に触れた 6 つのヴァリエーションとは橋としての性格が異なる。また、この橋は大河川などを渡る場合が多く全長が長いことが特徴のひとつとなっている。

都市間の交通網の一部としての橋という性格上、これらの石造アーチ橋が、古代ローマの橋梁建設や道路建設の延長上にあるものと考えられる。

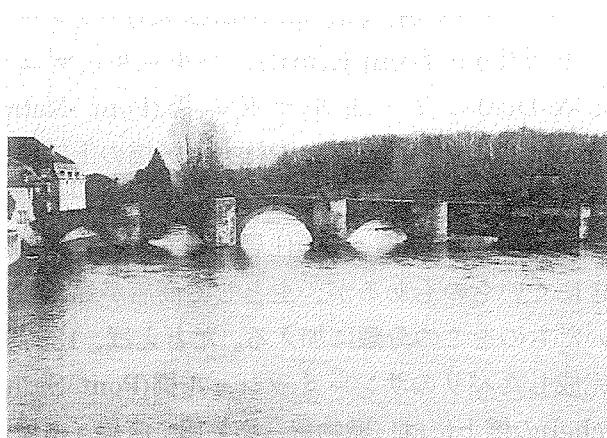
ところで、①から⑥までの石造アーチ橋は、橋の上に何らかの施設（民家、要塞、教会、商店、作業場など）が建てられていることが特徴であり、生活のために利用された石造アーチ橋であるため、このような特徴を持つ橋を、本研究では「生活橋：ポン・メゾン(Pont Maison)」と位置付ける。これまで、ポン・メゾンという言葉はルネサンスで見られた為政者による都市の街路計画の中に組み込まれた橋を表現していたが、本研究ではそれを「街路橋：ポン・リュ(Pont Rue)」と呼ぶこととする。従って、同じように橋の上に建物をもつ橋であっても、誰が何の目的で建設したかによってポン・メゾンとポン・リュは明確に区別される。

また、この時代の橋のフォルムや意匠においては、古代ローマ時代とは異なる特徴が見て取れる。

まず、アーチの外観の様式として前出の図－3 における 3、4、5 という形態が多く見られることがわかる。たとえば、エスタン橋(Pont d'Estaing)や写真－5 のエスパリヨン橋(Pont vieux;Espalion)など



写真－5 エスパリヨン橋の二重環（著者撮影）

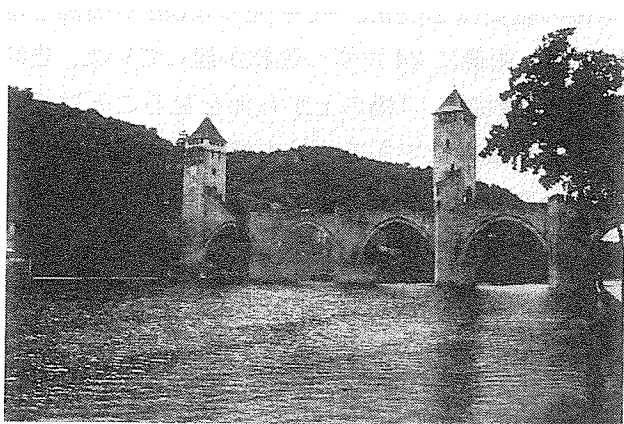


写真－6 サン＝サヴァン橋（著者撮影）

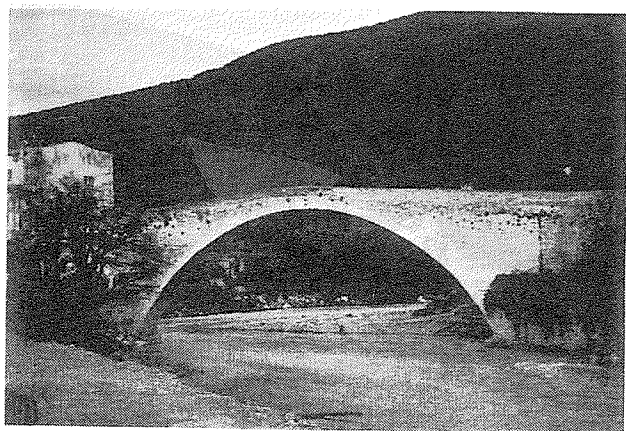
に見られる二重に構成された外観（以下、二重環）をもつ橋と写真－6 のサン＝サバン橋(Pont de Saint-Savin)に見られるようなアーチヴォルトを用いたアーチの外観（以下、アーチヴォルト環）をもつ橋である。二重環は、当初アーチの補強を目的とした形態であった。中世ではその土地の材料を用いて独自に石造アーチ橋を建設していたため、いつも良い状態の石材が手に入るとは限らなかった。そのため、柔らかい石や薄くて頁岩のような脆い石しか手に入らない場合には、一層目のアーチの質の悪さを補うために二重環をもちいて補強された。なお、二重環の持つ意匠的側面のみを利用したのが、アー

チヴォルト環であると考えられる。現在では、これらの手法は外輪を強調するための意匠デザインの一部となっていることが多い。

また、橋脚を建てるためのローマ古来の優れた技術は失われてしまったため、河道を確保する手段として、写真－7のヴァラントレ橋のように高い橋脚を用いて橋を高く保ったり、写真－8のニヨンス(Nyons)の橋のようにド・ダン(Dos d'âne)と呼ばれる太鼓橋のように中央が迫り上がった形態によって高さを保つなどの措置が講じられた。ただし、ヴァラントレ橋などの要塞橋の場合は、河道の確保のほかに防衛上の必要性も考慮されたものと考えられる。また、国家が橋梁建設に携わることがなくなったため、大量の人力を必要とするローマの囲堰技術を使用できなかったことから、まず人工の島を造ってその上に橋脚を建設し、河川の流れる洗堀を考慮することで巨大な水切りの付いた船形橋脚を建設したと考えられる。



写真－7 ヴァラントレ橋（著者撮影）



写真－8 ニヨンス橋のド・ダン（著者撮影）

また、水切りの形態ではローマ時代には見られなかったアーモンド型のものも見られる。これも河川の流れに対する解決法のひとつのヴァリエーションであった。この時代には、橋脚と水切りが明確に意識され始めたことが指摘できる。また、材料や工法技術といった様々な制限をクリアするために、水切り、橋脚、アーチなどを一体として考えるという石造アーチ橋建設に対しての思想が窺える。つまり、石造アーチ橋の機能とデザインが密接に結びついていたと言える。

(3)ルネサンス(16～17C)における石造アーチ橋

フランスは、他のヨーロッパ諸国に比べて早い時期から統一した王国を形成しており、いずれの王朝もイタリア・ルネサンス期における都市型の国家とは正反対の領土型国家として強大な力を有していた。15世紀末から16世紀にかけて当時隆盛を極めたハプスブルグ家の神聖ローマ帝国と対立しながらイタリアに介入したことで、イタリアで発生したルネサンスの影響を受けることとなった¹⁸⁾。また、この時代は、フランスの政治的、社会的な基盤が確立された時代にあたる。この社会基盤の確立によって、中世以来石工しかいなかったフランスに「建築家」という職業が誕生することとなった。

ルネサンスの建築理念はギリシア・ローマなどの古典建築のプロポーションや組み合わせの体系を目標として発達したと言われる¹⁹⁾。そのためルネサンスでは、各部分が構造物本体、あるいは周囲の都市景観との相互関連において完全に調和することが美であるとされた。また、建築家は古典建築の様式を基本的に受け継ぎながら、独自の新しい造形様式を完成させることを目指した。その結果、石造アーチ橋でもアーチの外観の石積みにおいてパリのポン＝ヌフ(Pont neuf)やシャテルローのアンリ4世橋(Chatellerault, Pont HenriIV)に見られるような、帯状に切られた石が張られたもの(意匠 1-6)や、サン＝ミッシェル橋(Pont Saint-Michel)に見られる整形された切石が積まれたもの(意匠 1-7)など、中世までは見られなかった装飾的な様式が見られることとなった。つまり、中世までは機能とデザインが一体として考えられていたが、この時代には石造アーチ橋に明確に意識された意匠という概念が融合

されたとと言える。

ルネサンスの建築様式の影響は王家とその周辺に強く反映された¹⁸⁾ため、石造アーチ橋の建設もシュノンソーの城(Chateau de Chenonceaux)の様な王家や貴族の城館やパリやトゥールーズ(Toulouse)といった比較的大規模な都市の中心となる橋において見られた。ただし、例えば、ルプト＝オー＝ノナン橋(Pont de Rupt aux Nonains)のような地方の小都市に建設された橋でも、時代の意匠デザインを色濃く反映しているものもある。

先に述べたように、ルネサンスはギリシア・ローマ時代の建築様式を基本としていたため、石造アーチ橋のアーチの形態もローマの半円アーチを出発点としていた。しかし、①スパンを延ばす、②流出断面を大きくするといった中世以来の橋梁建設における課題の解決法として、多心円アーチとコルヌ・ド・ヴァシュ(Corne de Vache : 雌牛の角)と呼ばれるアーチの形式が発達した。パリのポン＝ヌフでは、左岸側のみにコルヌ・ド・ヴァシュが見られる(図-7)。左岸では、河の流れに対して斜めに水切りが建設されているため、流れをスムーズにするための対策としてアーチの縁をけずることが考えられ、その結果としてコルヌ・ド・ヴァシュが生まれたのではないかと推測される。現在では石造アーチ橋の重要な意匠要素のひとつとして捉えられている多心円アーチやコルヌ・ド・ヴァシュは、当初は建設の

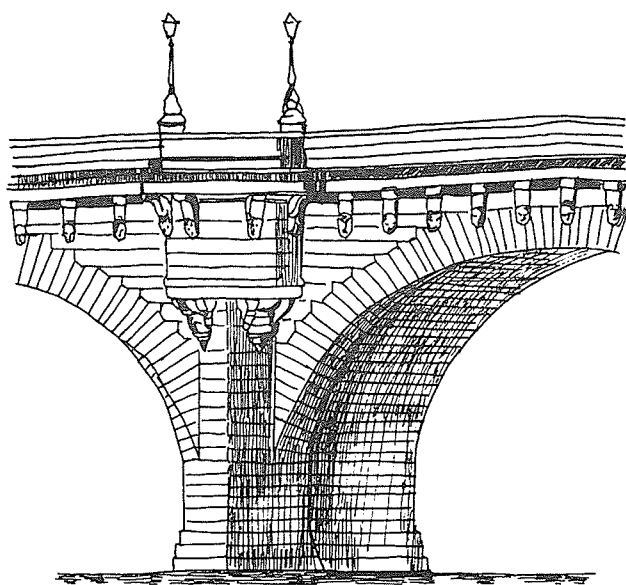


図-7 ポン＝ヌフのコルヌ・ド・ヴァシュ
(文献6)をもとに著者作成)

問題点を解決するためのひとつの手段であり、造形美の創出として表に現れたものではなかったと言える。

また、この時代の都市内の渡河橋では、慣例として橋上に家が建てられるのが通常であった。しかし、この時代から橋の上に家を持たない石造アーチ橋の建設が始められた。たとえばパリのポン＝ヌフの建設では、「家が建つことによってルーブル宮の景観が妨げられる」という大勢の意見によって、橋上に家が建てられなかったと言われている¹⁹⁾。建築対象としての橋本体の細部のおさまりだけではなく、橋と都市景観との調和も考えられ始めたと言える。

また、この時期のフランスにおける石造アーチ橋は先に述べた「街路橋：ポン・リュ」という形で姿を現すこととなった。本研究ではこれを街路橋と呼ぶ。街路橋は今日フランスでも目にすることはできないが、橋が街路に変じたものであり、商店や住居がそのまま河に架かっているものとも言える。図-8に当時セーヌ河に架かっていたパリのノートル＝ダム橋の橋上の様子を示す。この当時のノートル＝ダム橋の幅員は23.39mで、中央の6.5mが街路となっており、両側に34戸ずつ建物が建っていた。当時の記述によれば、「橋の上から河を見ることはできず、そこが橋の上であることを特別に意識することもなかった」¹⁹⁾ようである。そのため、先にも述べたように街路橋は中世に見られた「生活橋：ポン・メゾン」とは異なり、橋を都市計画の中の街路の一部として位置付けていると言える。

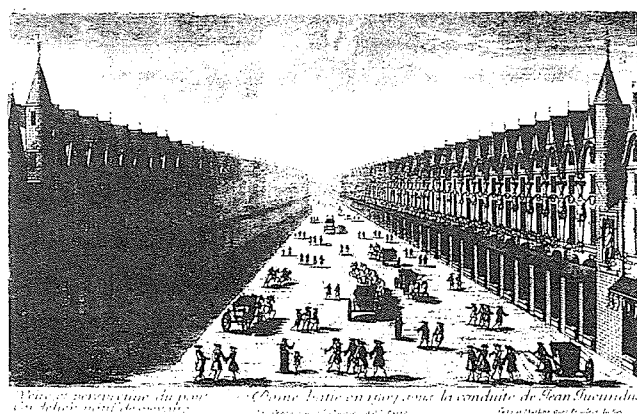


図-8 ノートル＝ダム橋の橋上の景観
(文献13)より転載)

表-3 近世以降のフランスにおける主な石造アーチ橋 (著者作成)

時代	橋名	完成年	架設地	S(m)	R/S	アーチ形態	意匠1	意匠2	備考
近世 (17-18C)	Pont Royal	1689	Paris	23.00	0.30	多心円	7	中-雉-1-1	Mansart設計、Gabriel(父)建設
	Pont de Blois	1724	Blois	26.30	0.34	多心円	7	中-雉-1-5	Gabriel作
近代 (18-19C) (サントル)	Pont de Tours	1777	Tours	24.36	0.44	多心円	7	中-雉-4-	Bayeux, de Volgietによる設計
	Pont Georges V	1760	Orleans	32.50	0.27	多心円	7	中-雉-4-4	Hupearu作
	Pont Fouchard	1773	Saumur	26.00	0.10	多心円	7	中-雉-1-1	de Volgiet作
	Pont de Neuilly**	1774	Paris	38.98	0.25	多心円	1	中-雉-4-4	Perronet作
	Pont de Brunoy	1786	Brunoy	5.90	*0.14	多心円	6	中-平-4-4	Perronet作
	Pont de la Concorde	1791	Paris	31.20	0.13	多心円	7	高-平-4-4	Perronet作
	Pont de Nemours	1804	Nemours	16.25	*0.06	多心円	7	中-平-4-5	Perronet作
(ラングドック)	Pont d'Ornaisons	1752	Ornaisons	40.20	0.50	半円	6	中-雉-4-4	Carney作
	Pont de Villeneuve-les-Maguelonn	1766	Villeneuve-les-Maguelonn	31.80	*0.30	多心円	7	中-雉-1-	Giral作
	Pont-aqueduc de Pitot	1772	Montpellier	17.55	0.20	多心円	1	-	Pitot作、給水塔はGiral作
	Pont du Sommail	1774	Salleles d'Aude	11.50	*0.14	多心円	7	-	
	Pont de Mirepoix	1776	Mirepoix	19.50	*0.18	多心円	6, 7	低-雉-2-	Garipuy作
	Pont de Gignac	1776	Gignac	50.72	0.24	多心円	3	-	
	Pont de Livron	1776	Livron	29.00	0.39	多心円	6	高-雉-4-	Bouchet作
	Pont de Carbonne	1780	Carbonne	33.80	0.34	多心円	1	中-雉-1-1	de Sajat兄作
	Pont de Rieucros	1785	Rieucros	16.70	*0.24	多心円	7	-	
	Pont de Homps	1788	Homps	21.44	*0.25	多心円	7	中-雉-2-	Garipuy作
	Pont de Lavour	1790	Lavour	48.75	0.44	多心円	4	-	de Sajat兄作
(ブルゴーニュ)	Pont	1761	Cravant			多心円	6	中-雉-4-	Beffrand, Hupearu作
	Grand Pont	1762	Dole	19.00	*0.36	多心円	6	中-雉-	Querret作
	Pont Gauthey	1766	Chalon-sur-Saone	5.00	0.50	半円	5	高- -2-2	Gauthey作(橋脚形態注目)
	Pont de Pierre	1770	Chatenoy-le-Royal	4.98	0.50	半円	5	高- -1-1	Gauthey作(橋脚形態注目)
	Pont de Rolampont	1772	Rolampont	7.50	0.50	半円	1		Ledoux作
	Pont de Neuville	1774	Neuville	29.30	*0.16	多心円	1		
	Pont des Echavannes	1783	Chalon-sur-Saone	13.00	*0.28	多心円	1		Gauthey作
	Pont de Gueugnon	1786	Gueugnon	12.10	*0.67	多心円	4	低-雉-2-	Gauthey作
	Pont de Navilly	1790	Navilly	24.25	0.27	多心円	1	低-雉-2-2	Gauthey作
産業革命期 (19C以降)	Pont-canal	1810	Carcassonne		*0.45	多心円	1	中-雉-4-4	Canal du Midiの運河橋
	Pont d'Iena	1813	Paris	28.00	0.12	多心円	7	低-平-4-4	Lamande作
	Pont de Pierre	1822	Bordeaux	26.49	0.33	多心円	7	低-平-4-4	Deschamp作
	Pont de la Dordogne	1824	Souillac	22.00	0.41	多心円	1	中-平-4-4	Vicat作
	Pont du canal	1836	Dijon		*0.50	半円	1	中-雉-4-4	Jullien作、運河橋
	Viaduc du Val-Fleury	1840	Meudon	10.70	0.50	半円	1	-	Perdonnerら作、高層化(桁高:28m)
	Viaduc de St-Chamas	1848	Saint-Chamas	6.00	0.93	尖頭	1	-雉-4-4	桁高:31m
	Viaduc de Chaumont	1856	Chaumont	10.00	0.50	半円	1	-	3層構造(19.76+15.15+15.00)m
	Pont de Berdoulet	1861	Ariege	40.00	0.29	欠円	1	-	スパンドレルの空洞化
	Pont Napoleon	1861	Luz-Saint-Sauveur	42.00	0.60	欠円	1	-	装飾的要素が多い
	Viaduc de Morlaix	1864	Morlaix	15.50	0.50	半円	1	-	Fenoux作、桁高:62.16m
	Pont du 22 Aout	1867	Tarn	27.60	0.50	半円	1	低-平-4-4	高速道、空洞化
	Pont de Lavour	1884	Lavour	61.50	0.43	欠円	5	-	18Cの旧橋を踏襲、空洞化
	Pont des Pierres	1910	Montanges	80.29	0.11	欠円	1	-	軽量化、扁平化
	Pont des Amidonniers	1911	Toulouse	46.00	0.24	多心円	4	低-雉-2-2	高欄に鋳鉄使用、断面の軽量化

*:推測値、 **:既に現存しない石造アーチ橋、 意匠1:アーチの外観(図-3と対応)、 意匠2:橋脚の水切りの形態(図-4と対応)

(4)近世(17C後半～18C初頭)における石造アーチ橋

ルネサンス期の石造アーチ橋の多くは都市の成長に合わせてつくられた都市内の橋であったが、その一方で、地方や重要でない地点の交通は中世に造られた小規模な石造アーチ橋や渡し船が担っていた¹⁴⁾。そのため、道路と運河を完全に整備することを目的として、1716年に世界初の建設行政機構である土木技師団(Corps des Ponts et Chaussées)が組織された。このことは、これ以降の石造アーチ橋建設を考えると、最も特筆すべき出来事のひとつとなった。土木技師団が設立されたことによって、18世紀初頭のセーヌ河やロワール河の流域では大規模な石造アーチ橋が建設されたとされる¹⁴⁾。表-3におけるブ

ロアの橋(Pont de Blois)は、初代技師長となったジャック・ガブリエル(Jacques Gabriel)の手になる石造アーチ橋である。この橋は、11連のアーチによる単調さを解消するために中央部分の3スパンの橋脚が大きくされたり、センタースパンの頂上に彫刻の施された尖塔形の装飾物が取り付けられた。この時代には、建築家による意匠要素へのこだわりが見受けられる。また、多心円アーチを用いることはこの時期にほぼ標準化されたとと言える。

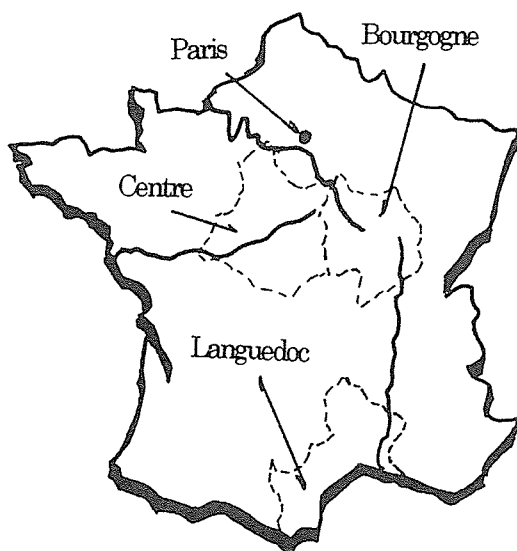
しかし、この時代には、これまでと比べて技術的な進展は見られなかった。その一方で、ルネサンス期に始まった科学技術が急速な進展を見せた結果として、橋梁建設を行う建築家は様々な実験的・理論的研究を行い、水理学や実用に則した基礎を身につ

けていた。そのため、この時代以降橋梁建設を行うものは、「建築家－技術者」(Ingénieurs-Architectes)と呼ばれる場合もあり、ルネサンス期のいわゆる建築家とは区別されることもある。

この時代は 17 世紀後半から 18 世紀初頭というごく短期間のため、文献等の調査からはこの時期の石造アーチ橋をあまり確認することができなかった。そのため、表－3 では代表的な石造アーチ橋として近代の橋の手本となった¹⁴⁾とされる 2 橋のみを記載した。この時代は、基本的にはルネサンス期の石造アーチ橋のスタイルを継承しているものの、近代で完成に至る石造アーチ橋への過渡期として位置付けることができる。

(5)近代(18～19C 初頭)における石造アーチ橋

近世からの流れを受けて、18 世紀後半からは大量の石造アーチ橋が建設された。この時代の石造アーチ橋の建設の特色は、サントル(Centre)、ラングドック(Languedoc)、ブルゴーニュ(Bourgogne)という異なる 3 つの地方での独自の発展に集約することができる。図－9 に 3 つの地方の位置を示し、以下に各地方の石造アーチ橋の特色を表す。



図－9 3 つの地方の位置 (著者作成)
(サントル、ラングドック、ブルゴーニュ)

①サントル地方の石造アーチ橋^{4),14)}

この時代の最も特筆されるべき出来事として、1747 年に土木大学(École des Ponts et Chaussées)が設立されたことが挙げられる。土木大学の設立当初からジャン＝ルドルフ・ペロネ(Jean-Rodolphe

Perronet)が、47 年間にわたって指導し、当時世界中で最も重要な技術者養成学校と言われるまでに育て上げた。ペロネの目的は、単に現場で必要とされる実務的な経験を伝えるだけではなく、橋梁技術者の仕事を学問的に論拠づけることにもあった。そのため、これまで経験と判断に礎をおいた実験的な状態で行われていた石造アーチ橋の設計が、理論的な根拠に基づいた工学の範疇で行われるようになった。

後にペロネは、1763 年に土木技師団の技師長を務めることとなり、石造アーチ橋の建設におけるペロネの影響力はますます強まった。

この時代のサントルの石造アーチ橋の特色は、ペロネが行った技術革新によって語られる。ペロネ以前の石造アーチ橋の建設は、古代ローマ方式の伝統に従い 1 スパンごとに順次工事が進められていた。しかし半円アーチでない場合にはアーチ基部に作用する水平力に抵抗できないため、ペロネは中間橋脚に可能な限り鉛直力だけ支持させることで水平力を両端の橋台で負担させることを考え出した。そのため、橋脚は鉛直力に耐えうるだけの厚さがあればよく、これまでのものよりも薄い橋脚が建設された。たとえば、通常の橋では、橋脚の厚さはスパンの長さに対して $1/5$ であったが、ヌイイ橋(Pont de Neuilly)では $1/9.3$ (橋脚厚 : 3.2m) まで縮小された。また、晩年の代表作であるパリのコンコルド橋(Pont de la Concorde)では橋脚厚は 2.9m にまで縮小されている。このペロネの新理論によって、渡河橋を建設するときに常に問題となっていた河川の流出断面を大きくするという課題は解決された。それ以前は①流れをスムーズに分流させる、②漂流物から橋脚を保護する、③洗堀を防ぐなどの問題への対処として大きな三角形の水切りが多用されていたのに対して、円形で低い水切りが採用された。これは薄い橋脚によって流れの問題を解決したため、これまでの水切りの役割が小さくなったことを表している。つまり、水切りは橋脚の支えとしての性格を強めたと言える。また、橋台にかかる水平力がバランスを保つためにはアーチのスパンは等しい方が望ましく、全てのスパンをまとめて建設する必要があった。そのため、建設では全てのスパンで同時に支保工が用いられ、建設終了時に同時に撤去された。

河川の流出断面の問題と関連して、ペロネはこれ

までのものよりも遥かに扁平な多心円アーチを建設した。当時の多心円アーチのライズースパン比の慣例はおよそ $1/3(=0.30)$ 程度であったが、表-3におけるペロネの手になる一連の石造アーチ橋4橋の平均ライズースパン比は $1/7(=0.145)$ と遥かに小さい。写真-4に示すペロネによる最後の石造アーチ橋であるヌムール橋(Pont de Numours)ではライズースパン比は僅か $1/16(=0.06)$ まで縮小されている。また、ペロネは扁平なアーチが橋台へと推移する部分の曲率を二倍にすることによってより完成されたコルヌ・ド・ヴァシュを造り上げた。

これらの全く新しい建設工法は、きめ細かな配慮のなされた基礎工事や石積みなどの成果によって実現が可能となった。ペロネは、これまで経験と判断に基づく実験的な状態で行われていた石造アーチ橋の建設に、材料実験などによって得られた理論的な根拠を提示した。たとえば、基礎工事に用いられる杭などの寸法や打ち込み方、沈下量の考慮、石積みを用いる石材の性質と強度の検討、工事に用いる様々な装置や道具に関する記述などがそれにあたる。

こうした新理論を用いて建設されたペロネの石造アーチ橋は、写真-9のヌムール橋に見られるように極めてスレンダーで、これまでの石造アーチ橋には見られない水平性を保っている。水平な道路は、ペロネが手掛けたはじめての大がかりな石造アーチ橋であったヌイイ橋の建設で既に考慮されていた。ペロネ自身が建設に関するレポートの中で述べているように、①馬車の交通を円滑化する、②景観上のおさまりがよいと言う理由からそのように造られたとされる⁴⁾。

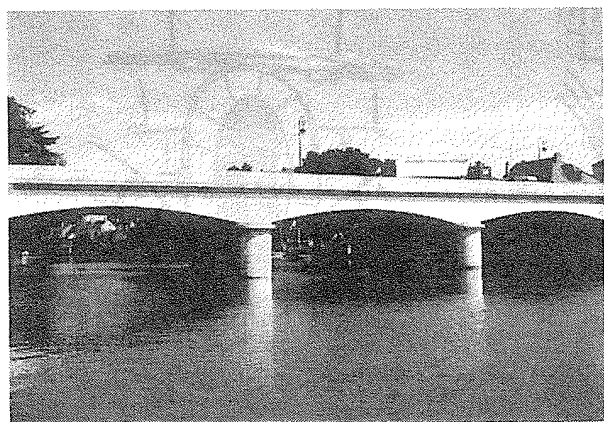


写真-9 ヌムール橋 (著者撮影)

②ラングドック地方の石造アーチ橋

当時のラングドック地方の石造アーチ橋は意匠的にも建設工法でもサントルとは顕著な違いが見られた。これは、この地方の技術者集団 (École du Languedoc) と地方土木局が、ペロネらの中央政府の直接的な影響を受けず、石造アーチ橋の建設が比較的自由に行われたことと古代ローマからの橋梁文化を継承したことに起因する。そのため、表-3のようにサントルの石造アーチ橋よりも豊富で多様な橋梁が生みだされた。

たとえば、カルネイ(Carney)によるオルネゾン橋(Pont d'Ornaisons)はド・ダンと帯状の切石が張られたアーチの外観 (意匠 1-6) が見られる橋であり、中世とルネサンス以降の石造アーチ橋の特徴を合わせもつ石造アーチ橋である。また、ソマユ橋(Pont du Sommail)は、色の違う2種類の石を積むというローマ時代の建築における混合積みという手法²⁰⁾を用いることに加えて、アーチの外観の手法 (意匠 1-7) に意匠的な配慮がなされた橋である。

また、この地方では、峡谷を渡らなければならないという地形上の必要性から、スパンの長大化や高層化といった石造アーチ橋の規模の巨大化が顕著であった。意匠的な特徴として指摘したド・ダンは、決して意匠的側面の問題だけから来るものではなく、中世で見られたものと同様に、河道の確保のために高さを保つ手法のヴァリエーションとして表面に現れたものであると考えられる。また、表-3ではジニャック橋(Pont de Gignac)の 50.72m を筆頭に、ラヴォール橋(Pont de Lavaur)の 48.75m、オルネゾン橋の 40.20m など近世以降でこれまで見られることのなかった単一スパン長が 40m を超える橋がいくつか見られる。ジニャック橋においては、スパンが 50m 以上あるため、アーチの補強と意匠的な配慮を兼ねて中世で見られた二重環 (意匠 1-3) が見られる。また、ラヴォール橋でもアーチヴォルト環 (意匠 1-4) が見られ、中世における高さを保つための手法が受け継がれ、それを意匠要素として採用していることがわかる。これらは、サントルでの石造アーチ橋建設で行われた技術革新とは異なる古代ローマ時代以来の伝統的な建設工法を手本として建設が行われたことを意味している。

古代ローマ時代にはこの地方はナルボネイズ

(Narbonnaise)と呼ばれるローマ直接統治の属州²¹⁾であったことから、古代ローマや中世を通じて地方独自の工法技術と意匠要素が伝えられていたことも理由のひとつであると思われる。そのため、中世で見られたような形式などが多く見られ、近代における石造アーチ橋の多様性を示している。

③ブルゴーニュ地方の石造アーチ橋

この地方の石造アーチ橋建設における大きな特色は、エミラン・ゴーティ(Émiland Gauthey)の手になる一連の橋梁建設によって全てが語られる。ゴーティは、シャロン＝スル＝ソーヌ(Chalon-sur-Saône)で生まれ、建築を学んだ後、土木大学の橋梁分野に入学したとされる。土木大学において橋梁技術を修めた後、ブルゴーニュ地方の技術助手、技師長、フランス全土の土木技師団の総視察官を歴任したと伝えられている。ゴーティは、「橋梁概論」(Traité des Ponts)²²⁾の著者として一般によく知られ、フランスにおける最も活動的で有能な技術者の一人として位置付けられている。

ゴーティは石造アーチ橋の建築的な可能性に興味を示し、橋脚の形態などに独特の意匠的な工夫を凝らした。彼は、橋脚の形態は流れを妨げることなく分流することが出来るものが望ましいと考えたため、橋脚の水切りの形状にピエール橋(Pont Pierre)に見られるような二等辺三角形のもの(意匠 2-1)、またはゴーティ橋(Pont Gauthey)やナヴィリ橋(Pont Navilly)のようにアーモンド型のもの(意匠 2-2)などを採用した。エシヤヴァンヌ橋(Pont

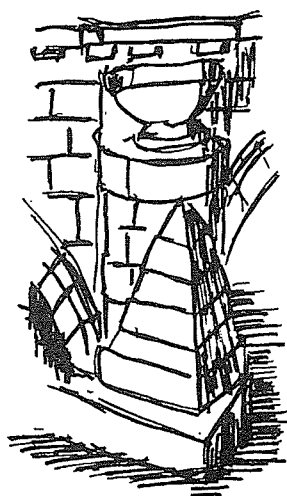
Échavannes)では大きく開かれた楕円形の開口部が見られるなど、橋脚の形態はこれまでのものと比べて多様化され装飾的なものとなっている。図-10にゴーティによる橋脚の形態のスケッチを示す。また、アーチの外観としてはピエール橋やゴーティ橋で見られるアーチヴォルト環が多用された。

半円アーチが多いという事実からもわかるように、この地方でもペロネによってサントルで行われたようなアーチの扁平化にはそれ程力を注いでいないと言える。この地方の大きな特色は、建築家とも呼べる一人の橋梁技術者によって造形的な意匠形態の追求が行われたことにある。

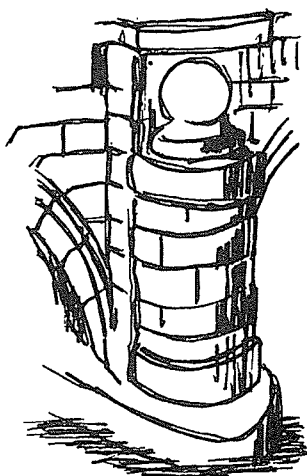
(6)産業革命期(19C以降)における石造アーチ橋

19世紀は、土木工学の発達を語る上では、最も重要な時代のひとつであった²³⁾。18世紀後半から始まった産業革命による鉄道の誕生によって、馬車の交通を主としていたこれまでの道路体系は根本的に変化を遂げた。鉄道を通すためには平坦で直線的なレールを敷設する必要があり、河川や峡谷といったような地形上の障害のある場合には、渡河橋や高架橋の建設が必要となった。また、鉄道は高速で定期的かつ大量の輸送と移動を可能としたためその需要は増え続けた。そのため、鉄道網も絶えず拡大し続け、フランスでも大量の石造アーチ橋がこの時期の数十年のうちに建設されるに至った。

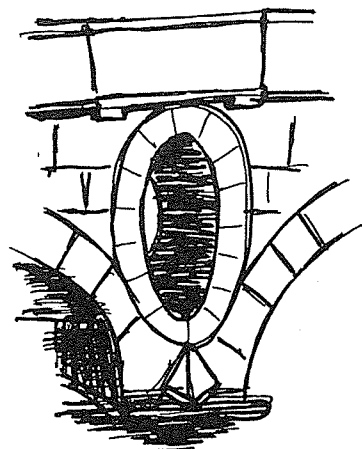
鉄道のための石造アーチ橋の建設では、貨車や客車の重量、増加する列車の速度、ピストン運動による衝撃といったこれまでの馬車社会では考えられる



(a) ピエール橋の橋脚



(b) ゴーティ橋の橋脚



(c) エシヤヴァンヌ橋の橋脚

図-10 ゴーティによる橋脚の形態(著者作成)

ことのなかった荷重条件が加わったため、これまでの建設工法が全く通用しなかった。そのためフランスでも、土木構造物を専門に設計する「土木技術者」という職業が確立され、力学の追求と技術の進展に力が注がれた。その結果、この時代にはコンクリートで補強された石造アーチ橋が多く見られた。たとえば、ヴィカ(Vicat)によって設計・施工が行われたスイヤックのドルドーニュ橋(Souillac; Pont de Dordogne)はフランスでは初めて基礎工事に水硬性セメントが用いられた橋であり、施工性を追求した結果の技術の発展と言える。

そうしてモルレー高架橋(Viaduc de Morlaix)のような桁高が 60m を超える高架橋や単一スパン長が 80m を超える石造アーチ橋、ボルドー(Bordeaux)のピエール橋のように 17 連のアーチで全長が 500m を越える巨大な橋が建設された。また、オープン・スパンドレルなどに見られる軽量化は高層化や大スパン化を推進するための技術的な解決法であり、経済性も考えた結果の現れでもあった。しかしこの時代の石造アーチ橋は、従来に比べると力学や技術が優先されたため、意匠的にはこれまでの様式がそのまま採用されている。ペロネらによってなされた強度を保ちつつ、いかにスレンダーに見せるか苦慮した末の技術革新に比べると、この時代の技術革新はいかに安く頑丈に造るかということに重点が置かれていると思われる。それは、社会基盤整備の要請に早急に應えるため、技術者が建築家と一線を画したより専門的な立場となったことで意匠デザインから離脱していったなどの理由が考えられる。ただし、技術革新から生まれた橋の造形についてはこれまでの橋と比べると大きな変化があったと言える。

4. 歴史的変遷を通じた橋梁美に関する考察

フランスにおける石造アーチ橋は各時代を通じて、その時代や地域の必要性、あるいは使用目的・使用材料によって、石造アーチ橋のフォルムが大きく変化していったと言える。

また、多くの意匠要素は橋梁建設の技術的な問題を解決するために明確な目的を持って生み出されたものであった。たとえば、石造アーチ橋の代表的な意匠要素の一つである二重環は、地域の橋梁建設でのアーチの補強という技術上の必要性から生み出さ

れた。その後、二重環の意匠的側面が強調されたアーチヴォルト環とともに石造アーチ橋のデザインにおける重要な意匠要素となっていった。コルヌ・ド・ヴァシュや極めて扁平な多心円アーチなども、はじめは河川の流出断面を確保するために考えられたものであったが、後半には河川に架からないアーチにも意匠として採用された。さらに①流れをスムーズに分流する、②橋脚の洗堀を防ぐ、③漂流物から橋脚を守るなどの課題が各時代の技術力によって解決された結果、水切りの形態は現在では実に多様なものとなっている。そのような意匠要素は、今日のアーチ型橋梁の様式美の一つとして、現在のフランスにおいても根付いているものである。また、多くの場合、石造アーチ橋の意匠には技術的な意味が含まれるため、それぞれの意匠要素がその場所になくはない明確な理由が存在すると言える。従って、それを無視した表面的な意匠デザインは、受け手に視覚的混乱を与える危険性があると指摘できる。

以上のようなことから、フランスの石造アーチ橋の橋梁美における「美学的な分析に基づく理想形態の追求」としての意匠デザインは、技術革新によって生み出された機能美と伝統的な意匠要素の集積として生み出された様式美によって実現されてきたと思われる。橋梁美の実現には、一朝一夕ではない様々な要素の蓄積が必要となると考えられる。

また、ルネサンス期以降では一環した都市計画の中で、橋を都市デザインの要素のひとつとして捉え、全体的な調和を図るようになっていった。今日の橋梁美を考える上で意匠とともに大きな柱となる風景との調和(景観)は、ルネサンス期以降の石造アーチ橋建設で既に考慮されるべき要因のひとつとなっていたと言える。そのような考え方の下、フランスを含めたヨーロッパ諸国では、橋のある風景そのものがより洗練されていったと考えられる。このような例としては、パリのセーヌ河畔や、リヨンのローヌ河畔などが挙げられる。

また、最近ロンドンでは居住橋(inhabited bridge)に関するコンペが開催された⁵⁾。この中では、ガーデン・ブリッジ(公園橋)やシティ・ブリッジ(市街橋)といった案も提出されている。このような発想は一見すると大変ユニークなもののように思われる。しかし、先述のような「生活橋：ポンメゾン」

としての中世の多様な橋の使い方が、現代の技術を用いて再現されたと言える。これは、ヨーロッパの石造構造物の歴史の中で、絶え間なく継承されてきた建設文化の思想の復権であると考えられる。従って、今後、我が国で同様に新しい形態の橋梁を生みだそうとするとき、安易にヨーロッパの橋の意匠や設計者のコンセプトの新規性のみをコピーするのではなく、その根幹にあるオリジンとしての建設文化を理解する必要があると考える。

5. おわりに

- (1)本研究の2章において、石造アーチ橋の構成要素を明らかにした。フランスでは、石造アーチ橋建設の途絶えた現在でも、近代橋梁の細部の名称の多くは、石造アーチ橋の用語が用いられている。フランスでは、橋梁の建設文化の継続として用語が存在し、技術者は文化に対する教養として言葉のオリジンを理解していると言える。
- (2)石造アーチ橋の歴史の変遷の概説を行った。その際、3.1において石造アーチ橋建設の時代区分を行い、①古代ローマ時代、②中世、③ルネサンス、④近世、⑤近代、⑥産業革命期の6つの時代に分類した。さらに、3.2ではその時代区分に従って全体的な流れを概観し、その特徴を述べた。
- (3)4章においては歴史の変遷を通じた橋梁美に関しての2、3の考察を行った。橋の意匠要素は、建築的な効果を狙った意匠設計を目的として生まれたのではなく、使用意図やそれに伴う技術の変化によって生まれたものである。そのため、それぞれの意匠要素がその場所になくはない明確な理由が存在すると言える。意匠本来の意味を無視した表面的な意匠デザインの導入は、受け手に視覚的混乱を与える危険性があることを指摘した。
- (4)ルネサンス以降は、伝統的な意匠要素を積極的にデザインの一部として取り入れたが、この頃になると、意匠デザインと同時に橋を都市デザインの要素のひとつとして捉え、全体的な調和を図るようになっていった。このことから、ある時期か

ら、フランスの石造アーチ橋建設では橋梁美を実現するための柱である「意匠」と「景観」の概念があったと言える。

- (5)我々が今日、橋梁美（橋の景観設計）について考えるとき、石造アーチ橋の歴史は本来考えなければならない事柄（技術、意匠、景観）に重要な示唆を与えてくれる。ヨーロッパの建設文化のオリジンを理解するという点からも、より深く石造アーチ橋の歴史とデザインについて学ぶべきであると考えられる。

参考文献

- 1) 馬場俊介他：歴史的石造アーチ橋の構造論的分類への試み、土木史研究第10号、pp.41-52、1990.
- 2) 馬場俊介：フランスの歴史的石造アーチ橋の形態と意匠、土木史研究第11号、pp.1-12、1991.
- 3) 馬場俊介、岩本雅伸：石造アーチ橋固有の技術の構造論的評価、土木史研究第12号、pp.25-36、1992.
- 4) ベルト・ハインリッヒ、宮本裕・小林英信共訳：橋の文化史－桁からアーチへ、鹿島出版会、1991.
- 5) Murray, P. et al.:Living Bridges,Royal Academy of Arts, London, 1996.
- 6) Prade, M.:Les Ponts - Monuments Historiques, Brissaud, 1988.
- 7) Simoni, H.:Ponts et Viaducs en Modelisme, presses et editions FERROVIAIRES, 1995.
- 8) Fève, M.:Ponts de France, Presses de l'ENPC, 1982.
- 9) Prade, M.:Les Ponts et Viaducs au XIXes.-Techniques Nouvelles & Grandes Realisations-, Brissaud, 1989.
- 10) Marrey, B.:les ponts modernes 18e-19e siècles, PICARD, 1990.
- 11) Burnouf, J. et al: le pont de la Guillotiere -Franchir le Rhône à Lyon-, DARA, 1991.
- 12) Bouguennec,R.: Pont et Merveilles, Carré Noir, 1992.
- 13) 東京ステーションギャラリー：セーヌに架かる橋－Les Ponts de Paris、1991.
- 14) Whitney, C.S.:BRIDGES - a study in their art, science and evolution, New York William Edwin Rudge Publisher, 1929.
- 15) Mesqui, J.:Chemins et Ponts -Lien entre les hommes-, R.E.M.P.ART, 1989.
- 16) 藤原武：ローマの道の物語、原書房、1985.
- 17) 山本宏：橋の歴史－紀元1300年ごろまで－、森北出版、1991.
- 18) 熊倉洋介、末永航他：西洋建築様式史、美術出版社、1995.
- 19) 藤岡通夫他：建築史、市ヶ谷出版社、1967.
- 20) 日本建築学会編：西洋建築史図集、彰国社、1953.
- 21) 新倉俊一、他編：事典現代のフランス la France d'aujourd'hui、大修館書店、p.444、1977.
- 22) Gauthey, É.: Traité des Ponts - 4^e édition, DUCHESNE, 1714
- 23) 馬場俊介、増田智彦：18世紀～20世紀前半における土木構造物の意匠の変遷、土木史研究第15号、pp.15-28、1995..