

中国漢代におけるアーチ構造の出現*

"A Study on the Emergence of Arch Structure in Han dynasty China."

菊地 雅彦**

By Masahiko Kikuchi

Abstract (英文要旨)

The origin of the structure of the Chinese arch is a subject which has been debated for many years. Most have argued that the arch structure arose through the influence of Western Asia or spontaneously within China.

Analysis of the structure of the arches found in several Han dynasty brick chambers demonstrates that there is a large possibility that the arch structure was completed in the Han dynasty, without influence from Western Asia.

A close examination of the development of the structure of the arch in two Henan tombs—the Luoyang - shaogou Han tomb and the Xinye - fanji Han tomb—will demonstrate that the Chinese arch structure developed wholly within China.

はじめに

中国のアーチ構造については中国土木・建築史上、その起源が問題となっているものである。これまでは主に橋梁架橋の立場から触れられてきたが¹⁾~¹⁰⁾、実際に出土した遺構の詳細な分析に基づくものは少なく、状況的な見方から西アジアからの伝来説、および中国自生説がそれぞれに唱えられている。

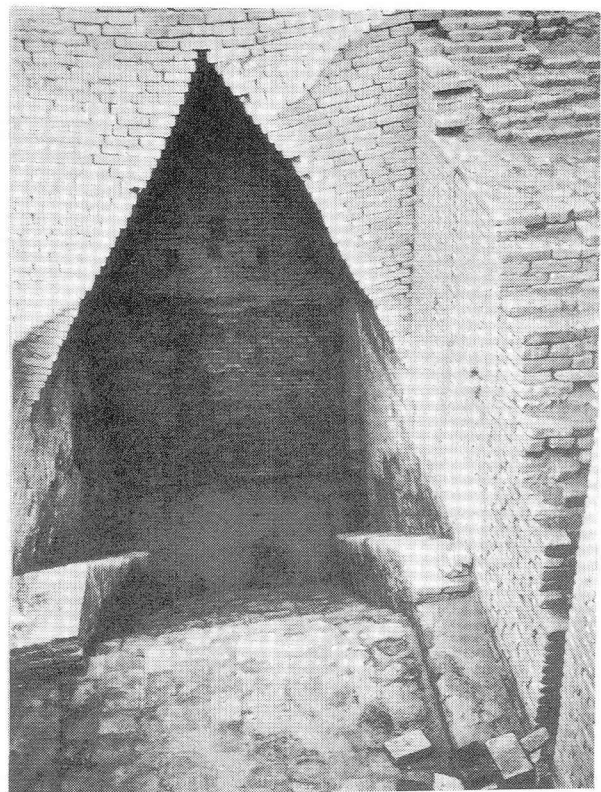
しかしながら、前漢の中期から後期にかけての中原地区(長安や洛陽のあたり一帯)の磚室墓(磚とは中国古代の煉瓦の呼称)を検討すると、その発達過程のなかに、注目すべき真正アーチ出現のプロセスが見て取れる。

このたびは中国の中原地方を中心とする地域における組積造のアーチ磚室墓の構造の分析を通じて、中国におけるアーチの出現の問題について考えてみたいと思う。

1 アーチ構造の起源

そもそも、組積造のアーチ構造は西アジアで発生したもので、エジプトでは紀元前13世紀の王墓や神殿の倉庫でこのようなアーチ、またメソポタミアでは早く紀元前21世紀のウル第三王朝で、後で述べる擬似アーチが用いられている[写真1]¹¹⁾。

古代メソポタミア地方はレンガの誕生の地で、紀元前7



写真—1 ウル第三王朝の擬似アーチ構造
(文献¹¹⁾ 図101より)

*keyword: アーチ 漢代 磚室墓

**学生会員 北京大学考古系(学部) 博士課程

(100871 中国北京市海淀区 北京大学勺園8-414室 : 〒321-0962 宇都宮市今泉町672)

千年紀にはすでに日乾煉瓦が、前5千年紀には型を用いてつくった日乾煉瓦による組積造がすでに始まっている。そして紀元前3千年紀から前2千年紀ごろには、焼成煉瓦の使用が始まり、シュメールのウルの遺跡では石材も用いる一方で、焼成煉瓦によるアーチ構造も出現している¹²⁾。

アーチ構造の素材は二種類ある、すなわち石とレンガである。先の紀元前21世紀のウル第三王朝期の例では、擬似アーチの手法により焼成煉瓦の屋根が完成されている。また、紀元前14世紀から紀元前9世紀にかけてのアッシュールの地下墓室にはまさに後に述べる真正アーチ構造の墓室があり、後で述べる漢代でいう“横列”積みみのアーチ構造墓室と似ている[写真-2]¹³⁾。



写真-2 アッシュールの真正アーチ構造
(文献¹³⁾ 図77より)

このように、紀元前3千年紀から前2千年紀にかけて、メソポタミアでは日乾煉瓦及び焼成煉瓦による擬似アーチや真正アーチのヴォールト構造が使用されるというバラエティーに富んだアーチ構造技術のあり方を示す。

メソポタミアの東、イランにおいてはチョガー・ザンビールの前13世紀の王墓内部には焼成煉瓦を使った真正アーチ構造が見られる[写真3]¹⁴⁾。奥行12.60m、幅3.65m、天井高さ3.80mとのことであり、アッシュールの地下墓室例と同様に漢代の“横列”積みみのアーチ構造墓室によく似ている。

また、アッシュールのパルティア期の宮殿遺構では、漢代でいうところの“並列”積みみの技法によって積み上



写真-3 チョガー・ザンビールの真正アーチ構造
(文献¹⁴⁾ 図7より)

げられた上部構造が復元されているという。¹⁵⁾

一方西方に普及したアーチ技術は、一般的に言うところでは、エトルリア人がアーチ技術を継承し発展させた。石製アーチにである。彼らはこの技術を橋梁建築に応用した。後にローマ人がエトルリア人よりこの石を使ったアーチ架橋技術を継承しローマ帝国全土に拡大させた。ローマ人が作った石製アーチ橋梁は保存がよくガール水道橋はその例である。その他に、紀元81年建設のコロッセオ競技場は石材を組み上げた大建築として、それに総コンクリート製のパンテオン廟は大ドーム建築として、どれもローマの建築技術水準の高さを示す世界史に残る傑作である。

2 アーチ構造はいかなるものか

アーチ構造に関して考える前に、以下の土木・建築用語を整理しておく。

- アーチ[Arch]………迫石の継目の面をアーチの中心に向かせ、弧形を形成する構造
- ヴォールト(トンネル)[Vault]……アーチ構造を引き伸ばした構造
- ドーム[Dome]…アーチ構造を旋回させた構造

これから墓室構造を考えるにあたり、その他の専門用語と建築原理が必要となる。

(1) 疑似アーチ……………“疑似アーチ”には二種類ある。

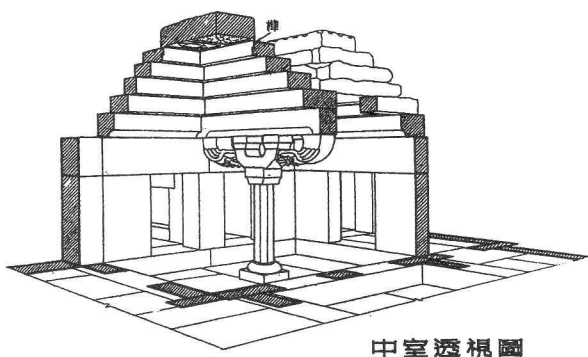
a) 持ち送り……………一種類目はいわゆる「持ち送り」で、墓室の天井を形成するため、石材を積み上げる際に、一層かさ上げするごとに石材の石を内側に向かって少しずつせり出していく。空間にせり出した石材は裏込めの石材とともに、更に上に載せられた石材により押さえつけられるので安定し落下しない。こうすることで両側から内側に向けて、下から上に向けて石材を一緒に積み重ねることで天井を形成する。遺構の実例では先のウル第三王朝の[写真 1]がその典型的な例である。ほかに、前1350年ごろのギリシアのミュケナイの「アトレウスの宝庫」と通称されているトロス墓の玄室もまさにこの構造である。

b) “藻井”、“叠涩”……………二種類目は、整形した石材を相対して向かい合わせて積み上げて墓室の天井を形成していくもので、藻井(そうせい)ともいう。

石材の組み方で「平行叠涩(へいこうじょうじゅう)」と「大抹角叠涩(ダイマッカクジょうじゅう)」の二通りの組み方がある。この原理は上記のa)の「持ち送り」や、以下に述べる“B) 真正アーチ”とはまったく異なり、完全に別の原理である。

① 平行叠涩(へいこうじょうじゅう)【藻井の一種】

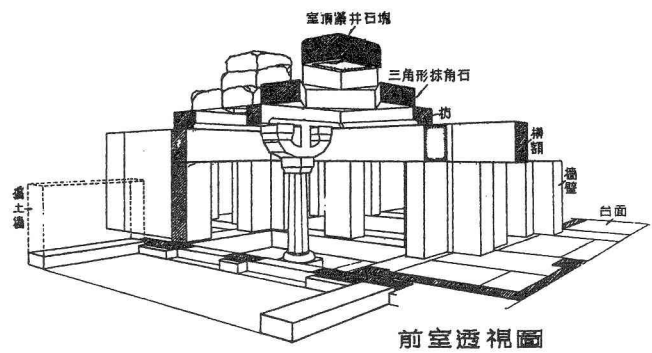
方形の墓室の天井を形成する方法で、石材を組んで作った方形の墓室の壁体の上に、長方形の石材を壁体に沿って平行に一層づつ積み上げていく[図-1]¹⁶⁾。



図一1 山東省沂南古画像石墓 中室 平行叠涩 (文献¹⁶⁾より)

② 大抹角叠涩(ダイマッカクジょうじゅう)【藻井の一種】

これも方形の墓室の天井を形成する方法で、同じく石材を組んで作った方形の墓室の壁体の上に、長方形の石材を一段目は壁体に沿って積み、二段目からは適宜に加工した石材を使って一段目で現れた角を抹消するように、相互に角が45度をなすように交差させて積み上げていく方法である[図-2]¹⁷⁾。



図一2 山東省沂南古画像石墓 前室 大抹角叠涩 (文献¹⁷⁾より)

以上、①平行叠涩(へいこうじょうじゅう)と②大抹角叠涩(ダイマッカクジょうじゅう)の両者はどちらも断面方形をした石材を用いて建築されている。この種の建築構造を用いれば、内側から仰ぎ見た際に一種の芸術的効果を発揮し、中には壁画を持つ壁面もある¹⁸⁾。

(2) 真正アーチ[Arch]……………名称の如くアーチの構造原理を正しく体現した形態で、疑似アーチとは原理上まったく異なる。疑似アーチ屋根はただ上面からの圧力のみによって固定されるが、真正アーチは全体が放射状に積み重ねられた楔形の迫石の両側から発生する“すべり摩擦圧力”によって固定される形態である。

もっとも重要な迫石はアーチ頂部の“キーストーン”で、それが差し込まれることで鉛直方向にかかっていた荷重が両隣の迫石に働き、さらにその外側の迫石を経てアーチの端に伝わり、受け止められることで迫石相互が支えあってアーチ全体を支える力が発生し、はじめてアーチが固定されるのである。“すべり摩擦圧力”があってこそアーチ全体が支持されるので、積み重ねられる迫石の両側面の継目は必ずアーチの中心に向かっていなければならない。

真正アーチの形態は4種類ある。アーチの形態を数値的に表示するのに、“平坦率(アーチ高/半跨度)”がある。この“平坦率”は、アーチ橋の形態をあらわすのに利用される。“アーチ高(矢高: Rise [Stich])”はアーチの高さ、“跨度Span”はアーチの幅である。“アーチ高(矢高: Rise)”を“跨度Span”の二分の一で割ったものが“平坦率”で、架橋には“平坦率”が小さければ小さいほどよい。

以下に、アーチの4種類の形態を示す。

- a) 半円アーチ……………迫石の継目の面がアーチの中心を向き、弧度が半円形をなす。平坦率(アーチ高/半跨度)は「1」である。
- b) 欠円アーチ……………迫石の継目の面がアーチの中心を向き、なおかつ弧度は円の数分の一。平坦率(アーチ高/半跨度)は「1」より小さく、一般的に「0.5」前後である。

c) 多心円アーチ………迫石の継目の面がアーチのいくつかの中心を向き、なおかつ弧度はいくつかの弧形をなす。平坦率(アーチ高/半跨度)は「1」より小さく、一般的に「0.5」前後である。

d) 尖頭アーチ………迫石の切断した面がアーチの二つの中心を向き、アーチの頂部は尖形をなす。平坦率(アーチ高/半跨度)は「1」より大きく、一般的に「1」前後である。

アーチはもともと建築物の圧力を支えるものであり、そのために多く門口や墓室、橋梁に用いられた。とくに発達したのは橋梁で、アーチが土木史上最もその効能を発揮したのは橋梁構造においてである。人が河を渡るために便利なアーチの高さは低ければ低いほどよい、それで、架橋技術も橋の高さを低く、かつ幅をひろくするように発達してきた。上に掲げた a) 半円アーチ屋根→ b) 欠円アーチ屋根の発展は橋梁がより便利に、使いやすくなるように作り出されたものである。c) 多心円アーチはより美しい外観を目指し、また、d) 尖頭アーチは天井を高く、高い室内空間を上方に確保しようとしたものとも言われている。ただし構造力学上、欠円アーチと多心円アーチ構造は施工が困難であった。

真正アーチ構造の要点はまさに上からの圧力をよりよく地下に逃がすことにある。そのため構造力学上さまざまな要求に見合う形態が考え出されてきたのである。これらのアーチの力学原理は以下のようなものである¹⁹⁾。

a) 半円アーチ………アーチの高度が半円形の時、アーチの脚の外側に向かう推力(pulse)は大変小さく、そのため、半円形アーチ構造は比較的安定する。古代の多くのアーチ構造、中でも最も有名なローマ人によるフランス・ガール水道橋もまさにこの形式である。

b) 欠円アーチおよびc) 多心円アーチ………アーチ形の弧度が欠円形の時、アーチ脚の外側に向かう推力(pulse)は大きい。そのため、このアーチ形構造を安定的に作るのは困難で、ローマ人にもこの方法は難しかった。しかし、中国の隋代人はこの構造を完成させた。それが世界でもすばらしいアーチ橋の“安濟橋”である。

d) 尖頭アーチ………アーチの頂部は尖形をなす、そのため平坦率は時に「1」を超える。この種のアーチ橋は比較のおくれて現れた形態である。中国の墓室構造において、漢代以降の墓室の天井の断面形はまさにこの形に発展してゆく。

また、ヨーロッパの教会建築においても、ロマネスクからゴシックに移行する際に天井が尖頭化していった。

3 中国のアーチ構造の出現の状況

～墓室の中のアーチ構造～

(1) アーチ出現以前の状況

中国の黄土高原地区においては、殷周時代に地下式土洞墓と呼ばれる埋葬方式が現れるようになる。それは地上から垂直に堅坑を掘り下ろし数メートルの深さに達した後で今度は横方向に洞窟状に横穴をうがって墓室を設けるというやり方である。これは同じ時代の王侯貴族の墓において、深く大きな堅穴墓坑を掘った底に巨大な木槨を築いて埋葬するという葬法とは大きく異なる。

この地下式土洞墓の葬法は、中国において黄土高原を中心とする黄河流域の緻密で堅固な黄土の土壌が分布する“北方”*地域でこそ可能な葬法であると思われる。地表から何メートル、時には十数メートルもの深さに堅穴を掘り、さらに何も土留めすることなしに横方向に、かなり大きな墓室とする横穴を掘るこの構築法は、日本や朝鮮、それに中国の長江流域の“南方”**の湿潤で軟弱な土壌ではおよそ不可能な葬法であるといえよう。

春秋戦国時代を通じて、中原地方においてはこの地下式土洞墓が中規模の墓に採用され普及するが、戦国時代晩期に至って注目すべき現象が現れる。例えば陝西省臨潼の劉庄戦国墓において、M3号墓およびM19号墓などの墓室に小形の磚を用いて床を敷き壁を築くものが現れたことである²⁰⁾。天井部はどうかというと、ここでは磚の壁と壁の間に木材が渡されて天井として葺かれていた。まだ、磚の屋根はなかった。しかし、私にはこれが後の漢代における中原地方における磚室墓の起源であると思われる。

(2) 漢代磚室墓におけるアーチ構造の状況

ここでは中原地区の河南省洛陽の焼溝漢墓群²¹⁾と、同じく河南省の新野樊集の漢墓群²²⁾の例を中心に見ていきたい。

これまでの発掘と研究の成果によれば、前漢前期の墓室はみな平屋根であるが、前漢中期頃に墓室の天井の形態が変化し、アーチ構造の天井を持つ墓室が出現する。

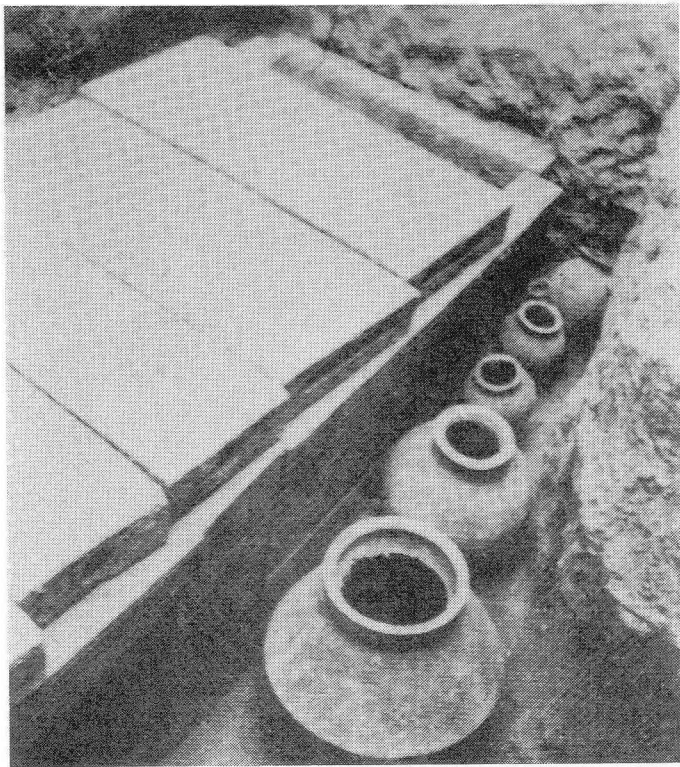
a) 洛陽焼溝漢墓群における状況

洛陽の焼溝漢墓群では、前漢の中期から後漢の後期までの漢墓が225基発掘されている。1950年代の調査ではあるが、これほどまとまったものは貴重で、今もって非常に重要な資料となっている。

ここではM184号墓などで、前漢の中期の平屋根の空心磚墓が検出されている[写真—4]²³⁾。空心磚とは前代の戦国時代から使われるようになった大きな方形の中空の磚で、主に建築部材として、宮殿の床や土間の装

* 黄河と長江の間の淮河より北の地域は“北方”と呼ばれ、西の砂漠地帯からの非常に細かい降砂のため土質は緻密である。

** 淮河より南側、長江流域以南は“南方”と呼ばれ、湿潤で植生も“北方”とは大きく違い、土壌も異なる。



写真一四 洛陽燒溝漢墓 M184 平屋根の空心磚墓
(文献²³⁾より)

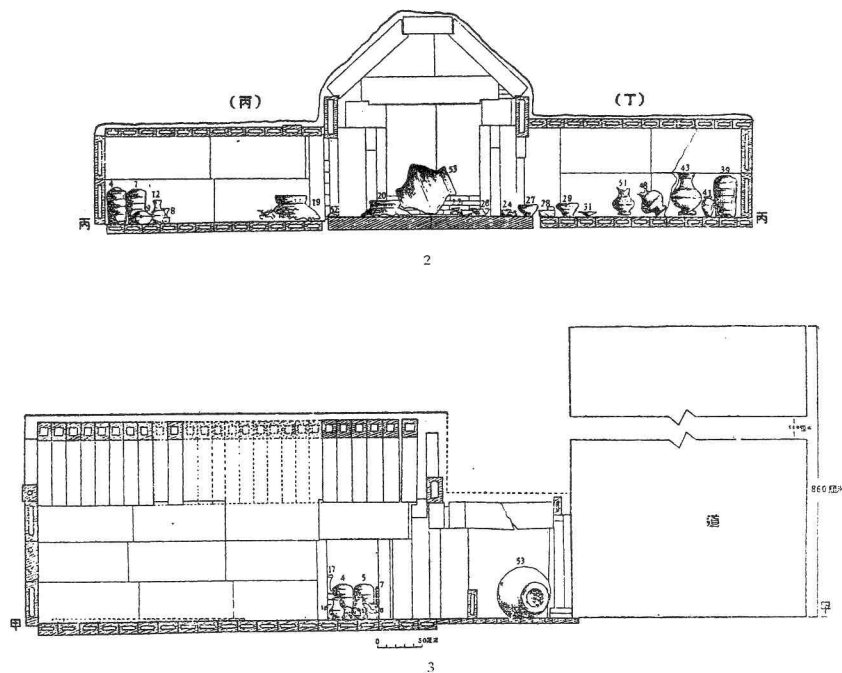
飾に使われたり、墓室の構築に使われたものである。

前漢の後期から後漢の初めにかけて、漢墓の構造にまったく新しい重要な構造が現れる。

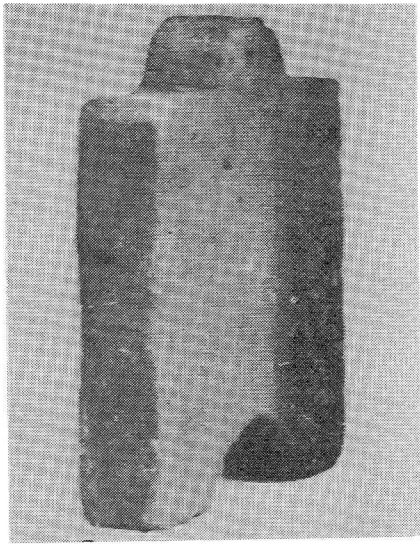
先の平屋根の空心磚墓からおくれて、洛陽燒溝 M102号墓 (Mとは中国語の“墓葬”の略号) のように、空心磚墓ではあるが、天井が平屋根から断面が変形「八」字形に変化したものが現れる[図 3]²⁴⁾。外形的には、「折線ヴォールト構造」に当たる。これは、それまで墓室の壁体に横にして渡していた空心磚を三つ縦に、立て掛けるように組み合わせることで天井を架けようとしたもので、中央の空心磚を両側の空心磚が斜めに支柱のように支え合って、天井全体が「八」字形をなしている。

ここに真正アーチ構造技術の萌芽が見られる。しかし、接合面をよく見ると、両側の空心磚は受け口状の突起を造り出して、鉛直方向に荷重のかかっている中央の空心磚を引っ掛けて受け止めており、厳密にはいわゆる迫石相互のすべり摩擦圧力によってのみ安定を保つという真正アーチの原理には見合っていない。したがって、この段階は真正アーチそのものとみなすことはできない。

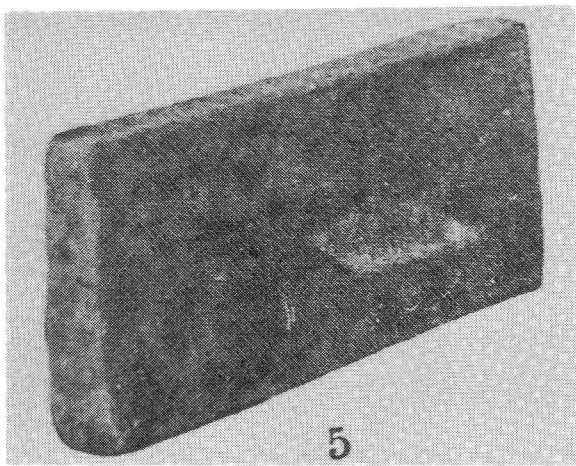
さらに建築材料に新しい形のものが見られた。それはこれまでの空心磚と小磚以外の磚積み材料として、独特



図一三 洛陽燒溝 M102号墓 側面図 「八」字形天井 (文献²⁴⁾より)



写真—5 “子母磚” (文献²⁵⁾より)

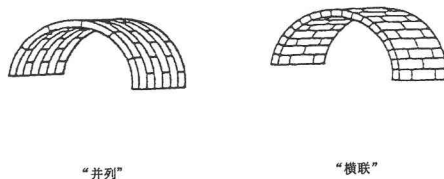


写真—6 “楔形小磚” (文献²⁶⁾より)

な形態の磚が現れたのである。いわゆる“子母磚”[写真—5]²⁵⁾と、“楔形小磚”[写真—6]²⁶⁾である。

“子母磚”は磚の両小口の形が、一方が凸、もう一方が凹をなしているもの。また、“楔形小磚”は断面が楔形を呈しているもので、磚の厚さが平(磚の広い面)の両長辺でそれぞれ異なるものである。これらの磚の形態は、その積み方に直接関係している。

中国のアーチ積み上げ技術には二つの方法がある。“並列”積みと、“横列”積みの二種類である[図—4]²⁷⁾。



図—4 “並列”(左)積みと、“横列”(右)積み (文献²⁷⁾より)

“子母磚”はまさに“並列”積みで、お互いの磚の小口の凸をもう一方の凹に組み合わせてアーチ形を形成する

もので、構造上の特性は、ただつなげるのに便利な凸凹形にあるだけである。荷重を支える上で、この形態には構造力学上の利点がないことが経験的にわかると、この“子母磚”使われなくなっていった。この“子母磚”はある意味で、アーチ構造の発展の一つの過渡的な試行錯誤の状況下における産物と見ることもできよう。

そして“楔形小磚”こそが、漢墓における真正アーチ構造を可能にした最も重要なものである。

“楔形小磚”は、その断面が楔形を成しており、磚の平の面の上に“横列”積みにより持ち式に積み上げることで傾きをつけていき、内側を弧状に傾斜させてアーチ形を形成するためのものである。つまり、その“楔形小磚”の形状は正しく真正アーチを形成するためのものである。

真正アーチの原理は「放射状に積み重ねられた楔形の迫石の両側から発生する“すべり摩擦圧力”によって固定される。」(前述)のものであるが、この“迫石”に“楔形小磚”を置き換えてみるとまさに“楔形小磚”同士の両側から発生する圧力により固定されていることが見て取れる。もっとも実際の遺構においては、アーチ頂部の“キーストーン”こそ特定することが難しいことがあるが、「迫石(ここでは“楔形小磚”)の両側面の継目は必ずアーチの中心に向かっていなければならない。」(前出)という外形的特徴も問題なく満たしている。

M49号墓[写真—7]²⁸⁾、M82号墓、M403号墓およびM632号墓においてはこの“楔形小磚”を使用して、磚の真正アーチ構造の墓室が構築された。これらは外形的には完全な「円筒ヴォールト構造」である。

“楔形小磚”はまさに、漢墓において真正アーチの組積造を生み出すためのものだったのである。これより“楔形小磚”は、焼溝漢墓においてはもとより、中国の他地域の磚室墓においても広く使用されるものである。

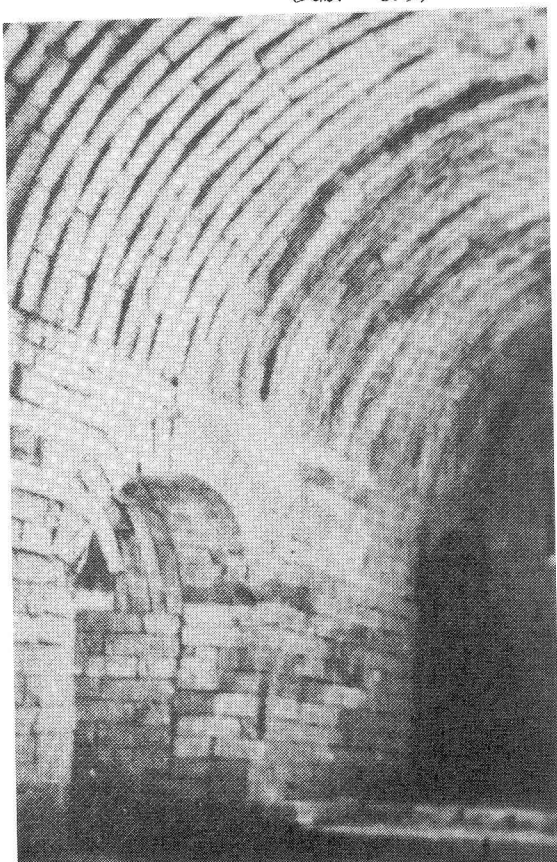
さらに焼溝漢墓では時代は下るが後漢の後期のM1035号墓においては、“横列”積みの“楔形小磚”に代わって、“子母磚”のような使い方、“弓背磚”と呼ばれる磚による“並列”積みも見られる[写真—8]²⁹⁾。

これも“楔形小磚”によるアーチのように、真正アーチの条件を満たしている。“楔形小磚”は磚の厚さが平の両辺でそれぞれ異なるものであったが、“弓背磚”は長辺の長さが平の両辺でそれぞれ異なり、一方が長くもう一方がやや短い、そしてやや弧状を成すのである。そのために、縦に積み上げていくと、やはり真正アーチ構造をなす。

このように、洛陽焼溝漢墓では前漢中期の平屋根の空心磚墓の後に、空心磚の「八」字形天井、“子母磚”による“並列”積みアーチ形天井、及び“楔形小磚”による“横列”積み真正アーチ構造天井、そして“弓背磚”による“並列”積み真正アーチ構造天井など画期



写真一七 洛陽焼溝 M49号墓
“楔形小磚”による“横列”積み真正アーチ構造
(文献²⁸⁾より)



写真一八 洛陽焼溝 M1035号墓
“弓背磚”による“並列”積み真正アーチ構造
(文献²⁹⁾より)

的な組積造の構造の出現が見て取れる。

b) 河南省新野樊集の前漢墓群

この一方で、注目されるのは河南省新野樊集の前漢墓群である。ここでは四十七基の漢墓が調査された。そのなかで、M23号墓、M24号墓、M28号墓、M39号墓そしてM16号墓、M36号墓は前漢中期のアーチ形の屋根の墓室で、その屋根は“特殊な形の磚”および“子母磚”で形成されている[図一5]³⁰⁾。これらは外形的には「折線ヴォールト構造」にあたる。

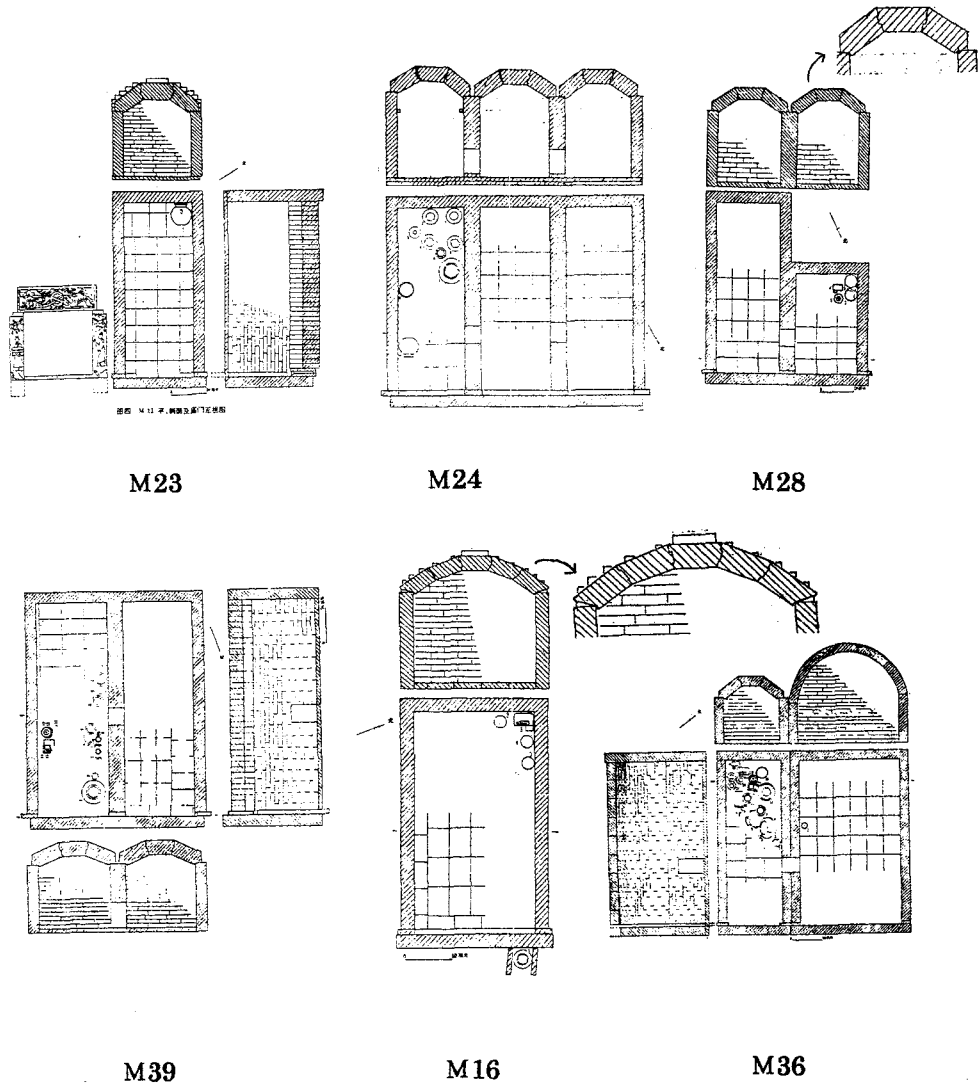
M23号墓、M24号墓、M28号墓、M39号墓そしてM36号墓の南側墓室天井の形態は三つ一組の“特殊な形の磚”[図一6]³¹⁾で構成された「八」字形天井であり、M16号墓の天井は五つ一組の“子母磚”で構成されたアーチ形天井である。

注意すべきはこのM23、M24、M28、M39そしてM36南側墓室の「八」字形屋根を形成する“特殊な形の磚”の形状である[図一6]³¹⁾。

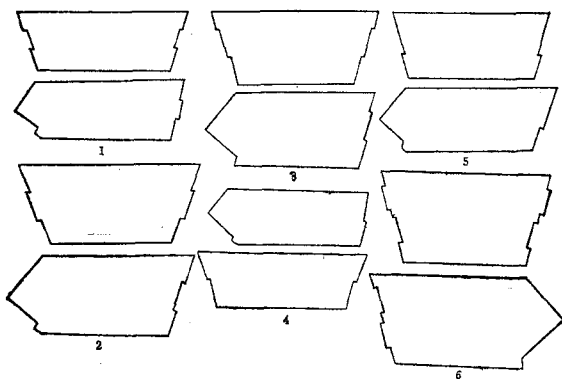
[図一6]³¹⁾の1～6はこの新野樊集漢墓の屋根にみられる六種類の“特殊な形の磚”の、天井に使われた磚と、それを側面から支えた磚の組み合わせである。これを見ると、天井に使われた磚については、側面の磚と組み合わせる接合面において、左右対称に凹凸が加工されており、また、側面の磚においては、天井の磚とつなぐ凸凹、そして墓室の壁体の磚を咬みほぞがはっきりと加工されている。報告書によると「非常に厳密にはめ込まれている」³²⁾と表現されている。これらは、まさに上面からの圧力によってかみ合わせて固定される形態である。原理的には先の洛陽焼溝漢墓M102号墓の「受け口状の突起を造り出して、鉛直方向に荷重のかかっている中央の空心磚を引っ掛けて受け止めており、…」という原理と同様に中央の天井の磚を凹と凸とで受け止めて支えており、技術的には同一の系譜にあるものであろう。

一方、M16の弧形屋根の五つ一組の“子母磚”の凸凹構造は、先にも述べたように、ただ相互につなげるのに便利な凸凹形のため、アーチ全体としてみると接合面の形が左右対称でなく、天井を支えるときに加重を左右均等に散らすことさえできない構造的に弱いものといえよう。

これらの“特殊な形の磚”による「八」字形天井と、“子母磚”で作られたアーチ形の屋根は、外形上アーチの一種ということにはできるものの、真正アーチの定義に照らせばすべて真正アーチではない。これらの構造は力学強度からいって真正アーチに及ぶべくもなく中原地区からはやがて姿を消す。



図一五 河南省新野樊集前漢墓 M23 M24 M28 M39
M16 M36 平面図 及び 断面図 (文献³⁰⁾より)



図一六 新野樊集漢墓の“特殊な形の磚”の形状
[1~6の六種 各(4以外)上側が天井磚、下側が側磚]
(文献³¹⁾より)

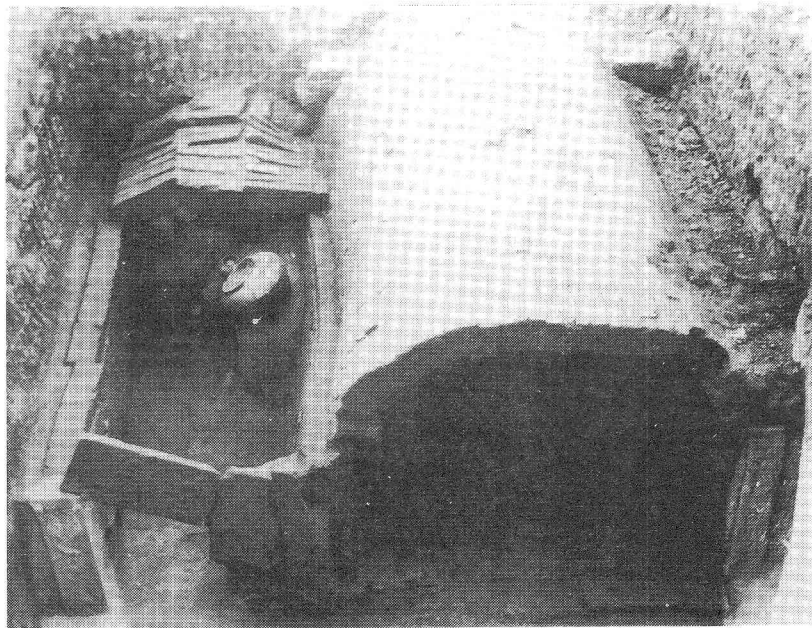
重要なのはM36号墓の南北両磚室の磚積みの構造である[写真-9]³³⁾。この墓において注目すべきは、北側墓室では“子母磚”と“楔形小磚”を合成したつくりの“楔形子母磚”という磚を用いて“横列”積み真正アーチ構造の天井を形成している点である[図-7]³⁴⁾。これは外形的にも完全な「円筒ヴォールト構造」をなしてい

て、先の洛陽燒溝漢墓のM49号墓[写真-7]²⁸⁾と全く同じ外観である。

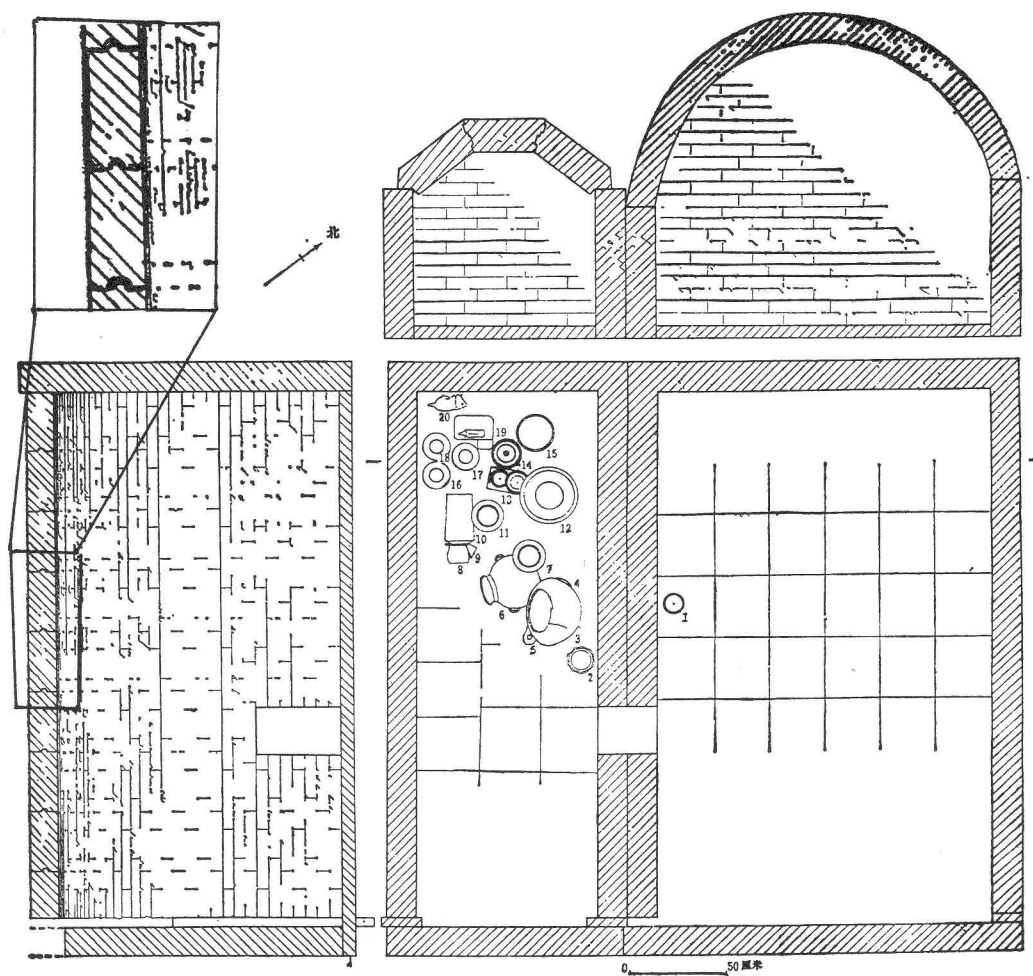
そして、南側墓室では先の凸凹をお互いにかみ合わせて固定する“特殊な形の磚”の“並列”積みによる「八」字形天井を形成している。

このようにM36号墓においては、“特殊な形の磚”の“並列”積み「八」字形天井の南側墓室と、“楔形子母磚”の“横列”積み真正アーチ天井の北側墓室が一緒に並んでおり、両系統の積み方の技法と磚が共存している。これは大変興味深い重要な事実である。

[図-7]³⁴⁾の北側墓室の長軸方向の断面図を見ればわかるように“楔形子母磚”の“子母磚”方向は、アーチにかかる支持力線の方向に対して90度の角度で“横列”につながれており、本来の用法である“並列”つなぎにより、縦につないでアーチの端から端へかかる力を“子母磚”の小口で受け止めて次に伝えるという機能は、この場合、まったく働いていない。“楔形子母磚”のこの事実は何を意味するのだろうか？



写真—9 河南省新野樊集漢墓 M36号墓 全景
 [左側 南側墓室 「八」字形天井, 右側 北側墓室 真正アーチ天井]
 (文献³³⁾より)



図—7 河南省新野樊集漢墓 M36 平面図 及び 断面図 (左の図は北側墓室の長軸方向の断面図)
 [右の図の左側 南側墓室 “特殊な形の磚”の“並列”積み「八」字形天井
 同 右側 北側墓室 “楔形子母磚”の“横列”積み真正アーチ天井]
 (文献³⁴⁾より)

わたしは、やはりそれが中国における真正アーチ出現までの試行錯誤の一つの過程を反映したものではないだろうかと考える。

4 中国の真正アーチの起源

私は中国の真正アーチ屋根の起源の問題については二種類の見方があると思う。

(1) 中国発生説

第一は中国内部で発生したという見方である。私は真正アーチが中国内部で発生した可能性はあるとみなしている。なぜならば河南省洛陽燒溝漢墓群と、河南省新野樊集前漢墓群の内部の墓室の構造を見ていくと、真正アーチ屋根への発展の過程が読み取り得るからである。

真正アーチへの発展過程には、おそらく次のような段階が考えられるのではないか。

① 空心磚の平屋根の出現[戦国時代～前漢中期]

墓室の床を磚で敷き、奥壁と両側の壁を磚で積み上げた天井を板材の代わりに、大型の長方形の空心磚で蓋を架けるように横にして天井を渡すもの。

② 空心磚の「八」字形屋根の出現[前漢中期～後期]

磚造りの墓室を拡大し容積を大きくするためであろうと思われるが、単一の空心磚では渡しきれない幅に天井を架けるために、横にして渡していた空心磚を三つ縦に“並列”積み、もしくは横に組み合わせて天井を架けようとしたのが「八」字形天井である。また、「八」字形にしたことは、切妻屋根の形態を模したものかもしれない。

構造原理としては、中央の空心磚をもたせ掛けるように両側の空心磚で支柱のように支えている。先にも述べたように、ここに真正アーチにつながる組積造の技術の萌芽が見られるのである。しかし、すべり摩擦圧力によってのみ安定を保つという真正アーチの原理には完全には符合していないので、真正アーチそのものとみなすことはできない。しかしながら、前段階と比べて、画期的な組積造の技術の誕生であり、真正アーチ構造の形成のための大きな飛躍が遂げられた段階である。

また、河南省新野樊集漢墓群の中の、“特殊な形の磚”の三つ一組の「八」字形天井の出現もこれに準ずる動きであろう。

③ “子母磚”による“並列”積みの試行

前段階で誕生した組積造の磚室の空間をさらに拡大する試みとして、幅の広がった壁体と壁体の間を渡すため、縦に組み合わせていた磚の数を増やそうとした。そのため磚と磚をつなぎ合わせるために工夫がなされた。小口

の一方を凸状に造り反対側の小口を凹状にしてお互いに凸と凹を咬み合わせる“子母磚”や先の河南省新野樊集漢墓群の中の、“特殊な形の磚”の方法である。しかし、荷重を支えるための構造としては特に役には立たないことが判明して表舞台から消えていった。

④ “楔形磚”及び“弓背磚”による真正アーチ構造の出現

③と同じく、磚室をさらに拡張する上で突き当たった問題が、如何にして幅の広がった壁体と壁体の間に、強固で安定した構造の屋根を架けるかということである。

ここでもっとも大きな変革が現れた。“子母磚”や新野樊集漢墓群の中の、“特殊な形の磚”のような凹凸を組み合わせる形の磚を更に縦につなぎ足すことでは組積造構造の強度の観点から脆弱なことを理解し、積み方を根本的に変えたのである。それは両側の壁体の上に、横に置いた磚の平の面の上に“横列”積みに磚を迫り持ち式に積み上げていき傾斜させて真正アーチ構造を形成するものである。そのために考案されたのが“楔形磚”である。

また、一方で縦に置いた磚の小口を使って“並列”積みに迫り持ち式に積み上げていくために考案されたのが“弓背磚”である。

そして、これらの新しい構架方法こそが、これまでの段階の中でもっとも大きな画期的な技術的変革である。

ただし、以上の発展過程において、①→②→③→④というそれぞれのステップアップの時期と、それが中国で初めて達成された地点は何処かという問題については、慎重を要する問題である。また、①から②の変化と、③の“子母磚”と④の“楔形磚”の出現は、形式学的には前後関係が見て取れるが、実際の時間的な差はほとんどないかも知れず、あるいは仮定していた順序が実際には逆転しているかもしれない。注意深い検証が必要であり、厳密を期すにはこれからさらに資料の蓄積を待たなければならない。しかし、大まかに言えば平屋根から真正アーチへの発達は、時期的には前漢の前期から中期を前後する時間内で、地域的には中原地方を中心とした地域で達成された可能性が高い。

(2) 西方伝來說

第二には中国内部における技術の発展の上に、さらに西方からの新技術が加わってアーチが成立したという考え方である、私は現在の西アジアの考古学的な状況から見るとこれもまだ完全には排除できないとみなしている。

先の“並列”積みから“横列”積みへ、②→③→④の移行、もしくは②から④への直接の移行がどのように推移したのかという問題について考える時、はじめに見たように、西アジアではアッシュールのアーチ構造の地下墓室やイランのチョガー・ザンビールの王墓において、

中国の漢代よりもずっと早くからすでに“横列”積みが使われており、また、アッシュールのパルティア期の宮殿遺構では、“並列”積みのアーチの上部構造が復元されていて、中国の漢代までには“横列”積みと、“並列”積みによる真正アーチ構造が達成されている事実を視野に入れておかなければならないと思っている。

なぜならば中国でまさに真正アーチ構造が出現しようという時期、つまり戦国時代から秦漢時代は、トンボ玉、ガラス、(中国にはない)“獅子”の図像など、西アジアからの文化が大挙して流入してきた時期なのである。その様な状況下でも、西アジアの完成した真正アーチ構造が、上記の④の段階の出現に際してヒントにならなかった。影響をまったく与えなかった。つまり言い換えれば、アーチ構造は西アジアからはまったく伝わらなかったと断定するには、やはり新疆や中国西部地方などの、西アジアと中国中原地方を結ぶ地域における資料の蓄積が必要ではないかとも思うのである。

5 アーチのその後の発展

前漢後期の中原地区では真正アーチを応用したドーム構造の屋根が出現した。

それは、洛陽焼溝漢墓M6 3 2号墓に見られるように、おそらくヴォールト構造の屋根の通路を墓室のなかで「十字形」に交差させる必要に迫られた際に、交差した場所で発案されたものであるかもしれない。

ドーム構造の屋根の発展は中国の墓室構造発達の一つのピークである。その核心部分の技術は真正アーチ構造にある。

後漢時代になると、焼溝漢墓M1 0 2 9号墓にも見られるように、ヴォールト構造の屋根はドーム構造の屋根とともに中国各地に普及した³⁶⁾。この現象は真正アーチ構造の技術が十分に中国において消化され定着し、さらに成熟し、それが中国の墓室の基本構造となったことを示している。

しかしながら、山東省と、江蘇省北部その他の地域における石造り墓室の壘澀(藻井)構造は中原と異なっている(高句麗古墳の墓室も壘澀構造を採っている)。

この地区で発展した壘澀構造は真正アーチのドーム屋根ではない。真正アーチによるドームは外形的には全体が弧をなす完全な半球形でなければならない。壘澀構造では断面は段差がついていて弧をなさない。また、真正アーチ構造の迫石に当たる役割のものも見当たらない。

それゆえわたしは壘澀(藻井)構造は、真正アーチによるドームではないことを明確にしておく必要があると思う。

以後、中国では三国時代、南北朝時代、隋唐時代を経て清代にいたるまで、地下墓室の墓室構造はずっと真正アーチ構造のヴォールト構造とドーム構造の屋根

を採用し続けた。

隋唐の墓室を考える際、もう一つの遺跡がわれわれに重要な示唆を与えてくれる。

それは河北省にある安濟橋、またの呼び名は趙州橋、隋代の大業年間に架けられた橋である。安濟橋をして世界的に著名なものとしているのは、この橋がアーチ構造の優れた点を完全に体現した構造であることにある。橋を架けた工人はアーチ構造の原理と利点を完全に理解していた。それで彼らは半円アーチよりも、より施工が難しい次円アーチ構造を採用した。これは非常に重要な事実である^{36)~39)}。

隋代の工人が既に石製アーチの構造を完全に把握していたのであれば、彼らはこの技術を墓室の構造に使うことができたはずである。もし彼らが広大で巨大な空間の墓室を造ろうとしたならば、例えば北京の明の十三陵の定陵の墓室のようなものを造ることは十分可能であった。

6 おわりに

このアーチの構造の問題はそれ自体大変重要で、そこから派生する問題も多い。今回はアーチ構造の出現を中心に検討したため、これからはヴォールト構造の墓室の構築技術、そしてドーム構造の墓室の構築技術はどのようなものかということについて、私はこれから西アジアとも比較しつつ検討を重ねていきたいと思っている。

最後に、今回この文章をまとめるに当たりお世話になった方々にお礼申し上げる。特にこの学会への発表を助めてくださった馬場俊介先生、中国での発表に際して参考意見を頂くために精華大学の方東平先生を紹介してくださった宮本裕先生には本当にいろいろご指導ならびにご高配をいただきました。記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) ベルト・ハインリッヒ編著 宮本裕、小林英信共訳『橋の文化史一桁からアーチへ』鹿島出版会 pp. 12~35, 1991年 [Bert Heinrich: BRUCKEN: Vom Balken zum Bogen 1983]
- 2) 二宮公紀・馬場俊介・福田光修「歴史的石造アーチ橋の安全性評価に関する考察」第9回日本土木史研究発表会論文集 pp. 210~211, 1989年6月
- 3) 馬場俊介・二宮公紀・小川元秀「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. 42~43, 1990年6月
- 4) 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. 25~26, 1992年6月
- 5) 宮本裕・出戸秀明「アーチ橋の土木技術史的考察」岩手大学工学部研究報告 第43巻 岩手大学工学部

- p p. 14~16, 1990年
- 6) 宮本裕・岩崎正二・出戸秀明「アーチはどのようにして日本に伝来したか」 土木史研究 第13号 p p. 270~275, 1993年6月
- 7) 武部健一「アーチは東漸したか」 第9回日本土木史研究発表会論文集 p p. 217~226, 1989年6月
- 8) ジョゼフ・ニーダム (東畑精一、藪内清監修) 『中国の科学と文明 10 土木工学』思索社 p p. 234~258, 1979年
- 9) 山本宏「アーチ橋—その発生と伝播—」 土木学会誌 p p 41~46, 1985年1月号
- 10) 山本宏『橋の歴史—紀元一三〇〇年ごろまで—』 森北出版 p p. 26~28, p p. 152~173, 1991年
- 11) 堀内清治 増田義郎責任編集『世界の建築』 第1巻 古代オリエント・古代アメリカ 学習研究社 p p. 97, 1983年
- 12) 岡田保良「古代西アジア組積造建築の系譜—とくにその上部構造について—」『ハギア・ソフィア調査報告会 報告集』ハギア・ソフィア学術調査団, p p. 215, 2001年3月
- 13) **Gernot, Wilhelm : Zwischen Tigris und Nil**
Verlag Philipp von Zabern, Mainz am Rhein pp.63
Abb.77a 1998.
- 14) 文献 12) p p. 219. 図7
- 15) 文献 12) p p. 219. 図9
- 16) 南京博物院, 山东省文物管理处『沂南古画像石墓 发掘报告』1956年
- 17) 文献16) に同じ
- 18) 姜仁求『韩半島古墳』 p p. 198~203. 2000年
- 19) 文献10) p p. 172など
- 20) 陕西省考古研究所秦陵工作站、临潼县文物管理委员会《陕西临潼刘庄战国墓地调查清理简报》,《考古与文物》1989年第5期 p p. 10 1989年
- 21) 洛阳区考古发掘队《洛阳烧沟汉墓》中国田野考古报告集 考古学专刊 丁种第六号 中国科学院考古研究所 科学出版社 1959年
- 22) 河南省南阳地区文物研究所《新野樊集汉画像石墓》《考古学报》1990年第4期 中国社会科学院考古研究所 科学出版社 p p. 475~509 1990年
- 23) 文献21) 図版 壹 4
- 24) 文献21) p p 29 図十三丙
- 25) 文献21) 図版拾参 6
- 26) 文献21) 図版拾参 5
- 27) 茅以升 主编『中国古桥技術史』北京出版社 p p. 72~74 1986年. この中国における磚のアーチ積み上げ法の名称については、現在の中国において
- も未統一な部分がある。そこで、本稿では茅以升 主编『中国古桥技術史』に拠って、積み方の中国語の呼称の「并列」をそのまま“並列”積み、「横联」をここでは“横列”積みと呼んでおく。
- 28) 文献21) 図版肆(四) 5
- 29) 文献21) 図版拾 3
- 30) 文献22) p p 479. 図四 ~487. 図一〇
- 31) 文献22) p p 478. 図三
- 32) 文献22) p p 478. L1
- 33) 文献22) 図版拾陸
- 34) 文献22) p p 487 図一〇
- 35) 黄晓芬 『中国古代葬制の伝統と変革』 勉誠出版 2000年
- 36) 文献4) p p 29~30.
- 37) 文献5) p p 14~16. 等
- 38) 罗英 唐寰澄『中国石拱桥研究』人民交通出版社 1993年
- 39) 唐寰澄『中国古代桥梁』 文物出版社 1987年