

ハギア・ソフィア大聖堂のドームについて

——大聖堂とドームの建設経緯および予備調査報告——

日高健一郎

筆者は1988年3月21日、4月8日の2回にわたり、イスタンブールのアヤ・ソフィア博物館（旧ハギア・ソフィア大聖堂）の上層部とドームにのぼって目視による簡単な予備的調査を行なった。本稿のⅠではドームを中心とした大聖堂の建設経緯を整理し、Ⅱではこの予備的調査の概要を報告して、ハギア・ソフィア大聖堂のドームに関する研究の現状と今後の問題点に関する考察を述べる。



[Fig. 1] ハギア・ソフィア大聖堂 イスタンブール 外観

I

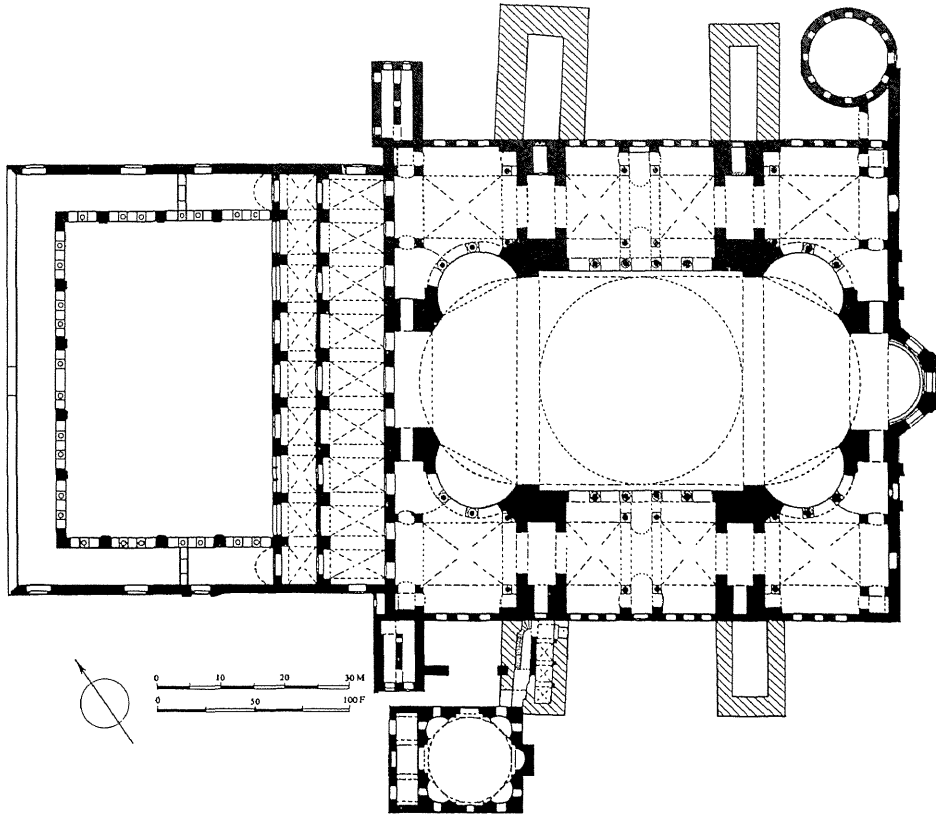
ハギア・ソフィア大聖堂 [Fig. 1] は、単にユスティニアヌス 1 世時代の教会堂建築ないし初期ビザンティン建築を代表するばかりでなく、西洋建築史全体の流れのなかでも最も重要な作品のひとつに数えられる大建築である。ボスポラス海峡を見降ろす高台にあって、その美しい丸屋根は中世コンスタンティノポリスの魅惑的な景観の中心であった。教会堂として創建され、1453年のコンスタンティノポリス陥落後はモスクに転用され、さらに、1935年に博物館として世俗化されたが、建築物全体としては創建時の様相をよくとどめている。

最初のハギア・ソフィア大聖堂はコンスタンティウス 2 世（在位 337～361）治下の 350 年頃にその建設が開始され、360年に献堂された⁽¹⁾。この最初の会堂が創建と同時にソフィアの名をえたか否かは定かでないが⁽²⁾、以後その堂宇は、隣接するハギア・イレーネ聖堂にかわり、聖都コンスタンティノポリスを代表する大聖堂として長い歴史を刻むことになったのである。

会堂の威容が整ったのは 5～6 世紀の二度にわたる火災を経てのことであった。まず 404年、コンスタンティノポリス主教ヨアンネス・クリュソストモスの異端弾劾にともなう騒乱により会堂が焼失、再建工事はテオドシウス 2 世（在位 408～450）治下の 415年に完成した⁽³⁾。この焼失と再建がどの程度の規模にわたったかは明らかでない。すでにメイストーンが指摘したように、同時代の史料にこの最初の会堂の形態に関する記述が全く見出されないことは、それが当時ごく一般的な形式すなわち翼廊のない長方形のバシリカ式会堂であったことを暗示していると考えられる⁽⁴⁾。さらに 532年 1月、戦役と重税を不満とした市民による「ニカの叛乱」が起こり、教会堂はその烽火で全焼した。暴徒の勢いに狼狽した皇帝ユスティニアヌス 1 世が皇妃テオドーラの激しい諫言によってようやく乱の鎮圧をなすとげたことはよく知られている⁽⁵⁾。

騒乱が静まると、ユスティニアヌス 1 世はただちに新しいハギア・ソフィア大聖堂の建設に着手した [Fig. 2, 3]。新会堂の計画および工事を指揮する人物としてトラレス出身のアンテミオスとミレトス出身のイシドルスを選ばれたが、よく知られているように、この二人の人物はハギア・ソフィア大聖堂の建設を伝える同時代の記録のなかで、建築家（アルヒテクトン）としてではなく、技師（メヒャノポイオイ）として資格づけられている⁽⁶⁾。6 世紀の時点で後世の建築家に相当する職能が確立されていたとは考えにくいので、この職称は彼らがハギア・ソフィア大聖堂の建設を主導したいわゆる建築家であったことを否定するものではない。建設事業が無名の石工ないしその親方によってではなく、幾何学と工学に優れた技師によって指揮されたという事実は、むしろ、ハギア・ソフィア大聖堂の設計と建設が前例のない巨大にして斬新な構造への挑戦として、それまでのありふれた建築現場にはみられなかった優れた工学的才能を必要としたと理解すべきである。

工事は 5 年 11 か月というきわめて短期間のうちに完了し、537年 12 月 27 日には皇帝ユス



[Fig. 2] ハギア・ソフィア大聖堂 平面図

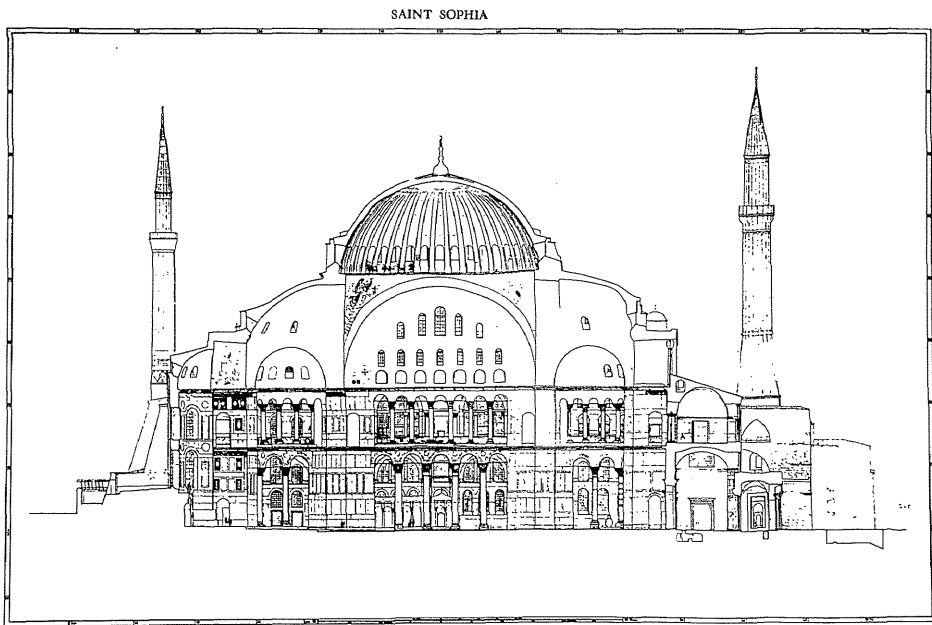


PLATE 5. LONGITUDINAL SECTION, LOOKING SOUTH
244-1124

[Fig. 3] ハギア・ソフィア大聖堂 東西方向の断面図 (Van Nice 1965による)

SAINT SOPHIA

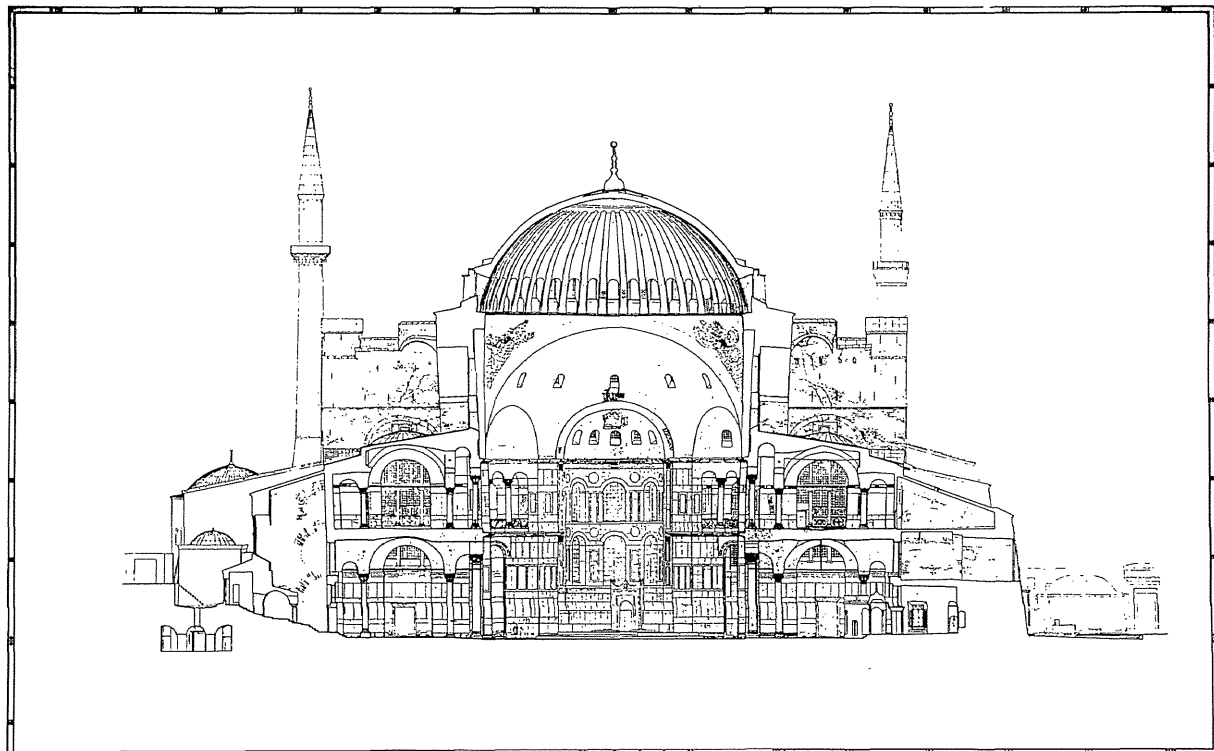
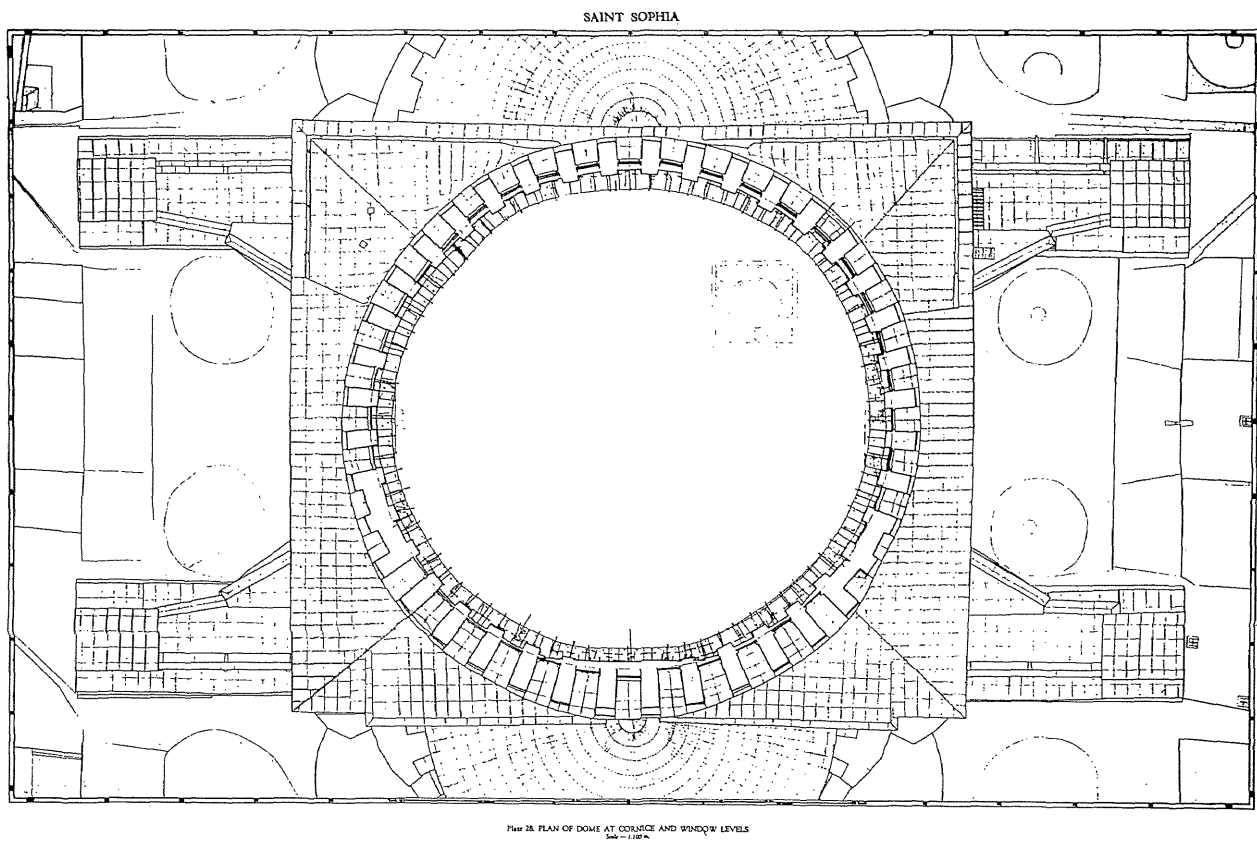


Plate 4. TRANSVERSE SECTION, LOOKING EAST
Scale - 1:250 m.

[Fig. 4] ハギア・ソフィア大聖堂 南北方向の断面図 (Van Nice 1965による)



[Fig. 5] ハギア・ソフィア大聖堂 ドーム平面図 (Van Nice 1965による)

ティニアヌス1世を迎えて総大司教メナスの指揮下に荘厳な献堂式が行われた。燦然たる会堂の威容に感激したユスティニアヌス1世が、「この偉業をなすにたと認め給いし神に栄光あれ。ソロモンよ、われ汝に勝てり」と叫んだという『ナラーティオ（伝記）』の伝説的な記述⁽⁷⁾は、たとえ完全なる真実ではないにせよ、献堂式に臨んで神の奇跡ともいえる大建築に圧倒された当時の人々の歓喜を的確に伝えている。

献堂式の様子を最も詳しく書き残したのは歴史家プロコピウスであった。その記述は現在なお537年の時点でのハギア・ソフィア大聖堂の様子をうかがい知る最も貴重な資料となっている。

皇帝は、費用に関するあらゆる考慮を無視して工事の開始を急ぎ、全世界から工人たちをよびあつめた。工人たちの作業を統率し、建てられるべきことがらをあらかじめ計画として準備することにより、この皇帝の情熱に奉仕した人物は、技術とよばれる分野において単に同時代人のみならず、遙か昔に生きた人々と比べてもなお最も傑出した人、トラレスのアンテミオスであった。彼には、協力者としてイシドルスとよばれたもう一人の技師がいた。イシドルスはミレトスの出身であり、すべての点で優れ、皇帝ユスティニアヌスに仕えるにふさわしい能力を持っていた。…こうして、教会堂は偉大なる美の殿堂として完成された。それは、それを見る者にとって驚嘆すべきであったばかりでなく、それを聞く者にとってもまたほとんど信じ難いほどであった。その幅と長さは、かくも巧みに比例づけられていたので、それは非常に長くしかもきわめて広いと表現したとしても決して不適當ではない。…その空間は外部から入る陽光によって照り映えるのではなく、光輝が堂内で造り出されるのだといっても過言ではあるまい。かくも豊かな光が、この会堂の全体に満ち溢れているのである⁽⁸⁾。

プロコピウスはこの記述につづいて会堂の内部を詳しく描写し、前例のないその美しさを強調したのち、中央の大ドームに言及している。

この円形〔ペンデンティヴの上縁によって形成されるドーム基部の円〕から、会堂を比類なく美しいものとしている巨大な半球形のドームがたちあがっている。それは、強固な石の構造の上に築き上げられているのではなく、あたかも天空からかの金の鎖で吊り下げられ、空間を覆っているかのように感じられる⁽⁹⁾。

しかし、この荘麗なドームはその美しさにみあうほどに永続的ではなかった。557年12月14日に大きな地震が起り、翌558年5月7日に東側の大アーチと半ドームが倒壊し、中央ドームの約半分が崩落したのである⁽¹⁰⁾。マララスの『年代記』には次のような記載が見られる。

この年の5月7日火曜日の5時に、この大きな教会堂の修復が行われていたとき、——というのも、その前の地震で会堂にはかなりの箇所亀裂が生じていたのである——、そしてイザウリアの工人たちが働いていたとき、祭壇の上部にある丸屋根の東側が崩れ、キボリウム、祭壇およびアンボが破壊された⁽¹¹⁾。

一方、シレントリウスはこの大事件をより詳しく報じている。

広大な教会堂のすべてが地に沈んだわけではない。…東側のアーチの上半分が崩れ、ドームの一部が灰塵にまみれたのである。ドームの一部は床の上に落ち、残りの部分は——見る者にとっては驚くべきことに——あたかも支持されていないかのように空中に吊り下がっていた⁽¹²⁾。

再建工事はただちに開始された。残存していたドームの西側部分は取り壊され、ドーム全体が建てかえられたが、新しいドームの頂部は崩壊した旧ドームのそれより高い位置に設定されたことが史料から知られる。

教会堂は地震によって屋根の中心部、すなわち他の部分よりも高い部分の多くを失ったわけではなかった。皇帝はそれを修復し、補強し、より高くした。この時すでにアンテミオスは没していたが、若きイシドルス [イシドルスの甥] と他の建築家たちが以前の計画について考え、残っていた部分から崩壊した部分を推定してもとの構造とその弱点を明らかにしたのである。東および西側では大アーチがかつてあったように残された。北および南側では曲線にそって建設が進められたが、それが他の部分によりよく対応するように、そして等辺形の調和をより完全なものにするために、その部分を僅かに幅広くし、内側に向けて突出させた。こうして、空間の歪みを抑え、平面を方形に整えるためにその歪みが緩和されたのである。このようにして、彼らは [会堂を] 覆う中心部——天球、球殻、あるいは他の呼び名でもよいが——を再建した。これは、より完全に近く、十分な曲面をもち、あらゆる点で曲線に忠実であり、その外形はより狭く高かった。それは、以前ほどには見る者を驚かせなかったが、より安全に設置されていた⁽¹³⁾。

再建されたハギア・ソフィア大聖堂の献堂式は562年12月24日に行われた [Fig. 4]。皇帝ユスティニアヌスと総大司教エウテュキオスはチャリオットに乗って人々の賛歌の合唱が響きわたる会堂内に入ったと伝えられている⁽¹⁴⁾。この新しいドームの建設に要した4年半の歳月は、537年に献堂された旧聖堂全体の工期と大きな差がなく、新ドームの建設がいかに慎重かつ綿密に行われたかを想像させる。現在のドームは、562年竣工のこの第二ドームの形態をほぼ正確に残しているが、その頂高と最初のドームの頂高の差はいくつかの同時代史料に約20ビザンティン・フィート（1ビザンティン・フィート=0.312m）であったと記録されている⁽¹⁵⁾。

19世紀のある研究者によれば、7世紀はじめから15世紀半ばまでの間にコンスタンティノポリスでは計27回の大地震が記録されている⁽¹⁶⁾。一方、今世紀初めに刊行された大著によってハギア・ソフィア大聖堂に関する資料研究の端緒を開いたアントニアデスは、コンスタンティノポリスに関する資料を精査して、537年の創建以降少なくとも16回の大規模地震を確認している⁽¹⁷⁾。より合理的な形態に改められたとはいえ、おそらく回を重ねて構造物に影響を与えたこれらの地震を直接の原因として、第二のドームはその後二度にわたって部分的に崩壊した。989年10月26日と1346年5月19日である。この10世紀と14世

紀の崩落およびその後の再建工事については、エマーソンとファン・ナイスの研究がある。彼らはドーム基部内側の大コーニス上面を精査し、そこに刻されたリブの施工基準線の有無などから、10世紀の崩落はドームの西側約3分の1部分、また14世紀の崩落は東側から南東側にかけての半分であったと認定した⁽¹⁸⁾。したがって、現在のドームは6世紀、10世紀、14世紀の三時代にわたって建設されたものであり、そのうち、6世紀に建設された最も古い部分は南側および北側、すなわち半円形の大テュンパナムを下部構造とする部分になる [Fig.5]。

10世紀の工事（989-994/995年）は当時の建築技術の先進地であったアルメニア出身の建築家タルダットによってなされた。後述のように、ドーム内側の大コーニスの上に立つと、この再建部分とその両側の6世紀の部分とは比較的明瞭な違いを示していることが確認される。一方、14世紀の修復工事（1346-1356年）を行った建築家の名はアストラスおよびジョヴァンニ・ペラルタと記録されている。

第二のドームが竣工した翌年563年には、イシドロスによって、四基の塔状バットレスが建設された。これらのバットレスは、側廊の外側で会堂の主構造に接するように地上からドーム基部までたちあがり、その位置が堂内の四本のピアに対応していることから、明らかに中央の大ドームの推力を支持する補強構造として建設されたと考えられる。現在四基のうち三基が現存するが、その内部にはいずれも折れ曲り階段による通路が設けられている。

ドームの部分的崩壊と修復という大きなできごとと前後して、中世のハギア・ソフィア大聖堂では補強の目的からいくつかの付加構造物が建設され、部分的改修がなされた。なかでも大規模な工事となったのは9世紀の南側及び北側テュンパナムの大々的な改修であった。メインストーンによればこの改修工事の際、もしくはタルダットによる10世紀のドーム再建工事の際にナルテックス前面のフライング・バットレスが建設されたが、後述のようにこの構造物の建設年代については異説がある。

ラテン帝国時代（1204-61）にいくつかの改修、補強工事が行われた可能性は否定できない⁽¹⁹⁾。しかし、13世紀の歴史家ニケタス・コニアテスは、ある程度の客観性と信頼性がおけるその『年代記』のなかで、十字軍によってハギア・ソフィア大聖堂の内装が破壊され、調度と装飾品が掠奪されたと伝えている⁽²⁰⁾。

ハギア・ソフィア大聖堂の外観を変化させたバットレスの付設工事のうち最も大規模なものは1317年にアンドロニコス・パレオロゴスによってなされた。14世紀の歴史家ニケフォロス・クレゴラスはこの補修工事を次のように記録している。

その2つの側面、すなわち南側と東側は、年を経て古びていることから、もしもその状況がすみやかに変えるように何事かがなされないならば、すぐにも崩落する危険があるということを熟練した建築家から聞いた彼は、すでに述べたように、ピラミッドを建設するために数千の金を与えた⁽²¹⁾。

クレゴラスによってピラミッドと表現された大規模なフライング・バットレスは会堂の

南西端に現存するが、それら二基のバットレスの建設がアンドロニコスの補強工事のすべてであったか否かはさだかでない。

1453年5月23日、コンスタンティノポリスが陥落し、オスマン・トルコ帝国のスルタン、ムハメット2世はハギア・ソフィア大聖堂をモスクに変えた。東方教会の総主教座聖堂は約半世紀のカトリック教会支配を経験し、15世紀以降はイスラム教の寺院となったのである。しかし、アヤ・ソフィア・モスクへの変更は必要最小限の改修にとどめられた。東側の2つのペンデンティヴのセラピムが残され、テュンパヌムのニッチの聖人、教父像が残存していることはこの時の内装の変化が意外と少なかったことを物語っている。

外部では、四基のミナレットが建設され、会堂に隣接した総主教館が取り壊され、会堂南側に帝国王室の墓所が置かれた。四基のミナレットはその後今日にいたるまでアヤ・ソフィア・モスクのシルエットを特徴づけるきわだった要素となっている。ボスポラス海峡からこの由緒ある建築を望む旅行者がまず初めに目をとめるのもこのミナレットであろう。しかし、オスマン・トルコ帝国の宗教建築への変更は、その後の西ヨーロッパ世界の人々にとって、この大建築に親しむ機会を著しく制限することになった。かつてのハギア・ソフィア大聖堂は、東洋帝国の神秘のヴェールに包まれ、近世ヨーロッパにおける学術研究の進展とは無縁の謎の「遺跡」となったのである。

オスマン・トルコ時代にも幾つかの改修、補強工事が行われたが、それらはいずれも旧大聖堂の外観を大きく変貌させるほどのものではなかった。オスマン・トルコ最大の建築家ミマル・シナンも何度かアヤ・ソフィア・モスクの保全工事に従事している。スレイマニエ・モスク、バヤジット・モスクをはじめとするシナンの数多くのモスクに見られるハギア・ソフィア大聖堂の構造的、構法的影響は、近年のトルコ人研究者による研究によって十分に解明されているとはいえず、今後に残されたきわめて興味深い研究課題の一つである。

1847年、アブドゥル・メジト1世はイタリア人の建築家ガスパーレ・フォッサーティにアヤ・ソフィア・モスクの補強を命じた。フォッサーティは現在スイス領となっているベリンゾーナの出身で、レニングラードに移り住んで建築家としての名をあげ、イスタンブールのロシア帝国大使館を設計したのち、この地で名高い建築家として活躍していた⁽²²⁾。フォッサーティは地上およびギャラリーのレベルでピアの断面を太め、創建時からすでに挿入されていたタイ・バーに加え、堂内の幾つかの部分に補強材を設置した。特に大ドームの基部二ヵ所に鉄製の環状補強材を埋め込んだが、これは、ドームの自重によってその基部に生じる水平外向きの推力に対抗し、ドーム基部の外向き変位を抑制するためのテンション・リングとして設けられたものである。しかし、すでに筆者を中心とする研究グループが明らかにしたように、ドームの構造解析を行うと、このフォッサーティの鉄製リングはほとんど有効な役割を果たしていないことが確認される⁽²³⁾。テンション・リングによるドーム基部の補強に伴い、フォッサーティは塔状バットレスとドーム基部を連結していたフライング・バットレスを撤去した。このフライング・バットレスはオスマ

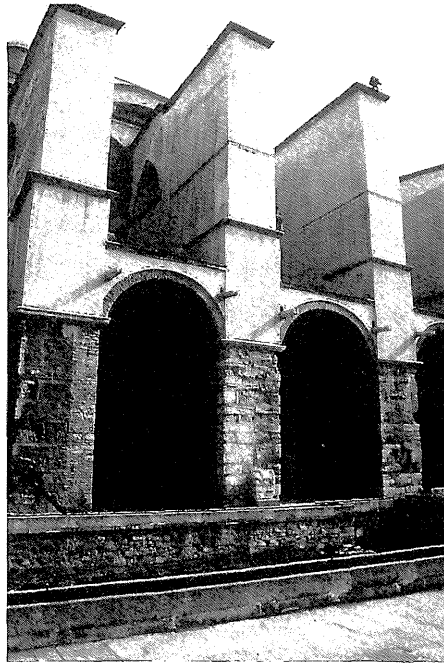
ン・トルコ時代に建設されたと考えられる⁽²⁴⁾。会堂内のモザイクの上塗りが一時的に除去され、塗り直しが行われたのもこの時期である。同時に、ピアには、それまでの方形の装飾板にかわってアラビア語の銘文を記した大きな円形板が取り付けられた。

フォッサーティは一連の修理工事によって得られた成果をハギア・ソフィア大聖堂に関する研究書としてまとめようとした。しかし、彼の修理と時を同じくして別の外交ルートからアヤ・ソフィア・モスクの調査を許されたドイツ人建築史家 W. Salzenberg も同様の出版を意図したため、両者はハギア・ソフィア大聖堂に関する最初の本格的な研究書の著者という名誉を求めて争い、結局フォッサーティは大判の彩色図集を、またザルツェンベルクはやはり大判の研究書を公刊した⁽²⁵⁾。

1934年、ケマル・アタテュルクはアヤ・ソフィア・モスクを世俗化し、翌1935年、旧ハギア・ソフィア大聖堂は博物館として公開されることになった。宗教建築としての長い使命を終えたこの建築物は、ビザンティン建築の最高傑作として訪れた多くの旅行者を魅了すると同時に、西欧の美術史、建築史研究者の研究対象として限りなく多くの手がかりと刺激を与えはじめたのである。

II

ビザンティン建築を代表するこの大聖堂については、これまでも何度か調査がなされているが、表装のモザイクを除き、建築と構造に関する組織的な実測調査ないし学術調査の試みは意外と少ない。その後の研究にとってきわめて重要な成果を残したのは、ファン・ナイスらによるハーバード大学の实測調査である [Fig. 2, Fig. 3]。ファン・ナイス



[Fig. 6] ナルテックス入口

は会堂のすべてにわたる詳細な調査結果を大判の図面集として公刊したが⁽²⁶⁾、これは現在では稀覯書となり、入手はおろか閲覧さえも比較的困難な状況にある⁽²⁷⁾。全28葉の図は縮尺100分の1ないし250分の1で詳細に描かれ、目立ったクラック、床面の目地、ドーム基部のコーニスの接合状態等も記入されている。特に、クラックの記入は貴重である。今後の実測調査においても、まずこの図集が出発点となるであろう。ファン・ナイスの調査グループが実測のために印した測定点のマークの一部は現在もドーム基部のコーニス下面などに残されている。

今回の予備的調査は二度にわたって行われたが、いずれも目視による簡単な調査となった。これは、トルコの場合、その国柄から、歴史的な建築物、特にハギア・ソフィア大聖堂のような重要な建築物を対象とした現地調査には、きわめて複雑かつ不明瞭な手続きが必要となるため、今回はその予備調査として、アヤ・ソフィア・博物館の特別の配慮から、器材を持ち込まないという条件付で、暫定的に取り付けられた修復用の仮設の足場を利用してドームへのぼることが許されたからである。

よくいわれるように、この会堂は集中形式と長堂形式を巧みに融合させた平面形態をもつが、入口から最奥のアプシスへと向かうその長軸は方位の東西軸に対して約33°ずれている。しかし、会堂の方位については、誤解の恐れがないかぎり、便宜上このずれを無視して、例えば入口は西側に、また最奥のアプシスは東側にあるといった表現を用いることにする。なお現在、観光客用の入口は会堂の南西端に設けられている。

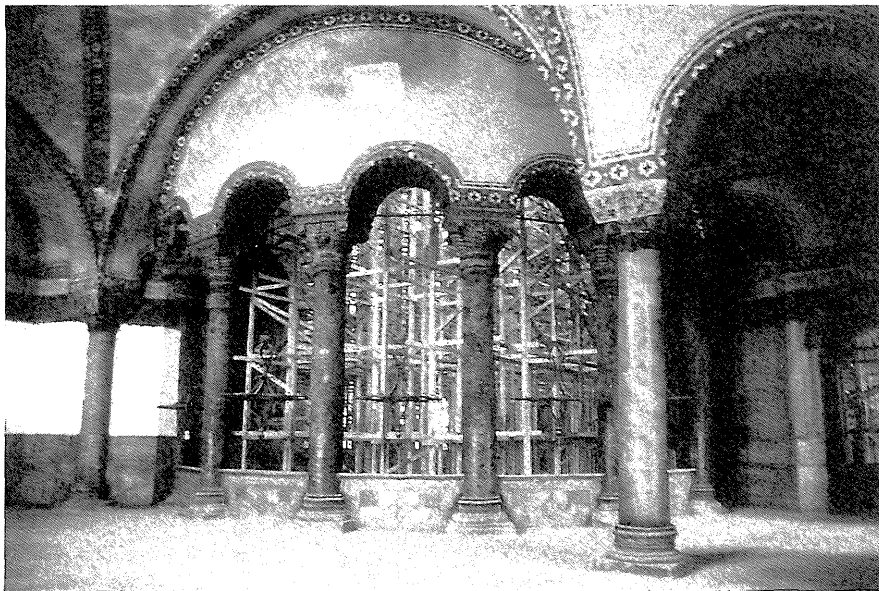
会堂の西端には、創建時にアトリウムが設けられていたが、現在はその東端部（会堂入口に接する部分）の一部が残されているに過ぎない。この当初のアトリウムに相当する前庭では、1935年にドイツ人考古学者シュナイダーの指揮下に「ニカの叛乱」で焼失した第一教会堂の発掘調査が行われ、第二教会堂（ユスティニアヌス帝によるハギア・ソフィア大聖堂）のアトリウムの基礎とともに、それとは約3°のずれをもつ第一教会堂の入口柱廊と6段の入口階段が出土した⁽²⁸⁾。発掘された大理石の断片の多くは未だに整理収納されないまま現場に放置されており、発掘の事後処理も完全にはなされていないので、適切な方法によって発掘状況とその成果を保存することは当面の急務であると思われる。

聖堂の入口には、四基のフライング・バットレスに類似した重厚な構造物がたち [Fig. 6]、その間に設けられたアーチがアトリウムとナルテックスをへだてている。スウィフトはかつてこのバットレスをラテン帝国時代（1204～1261）の補強工事によるものとしたが⁽²⁹⁾、メインストーンはこの判断に異義を唱えている⁽³⁰⁾。スウィフトは11世紀のコンスタンティノポリスで比較的大規模な地震が数多く記録されていることから、ラテン帝国の支配を受ける直前のハギア・ソフィア大聖堂はおそらく構造的補強を必要としていたと仮定し、ほぼ同時期のフランスで考案されたフライング・バットレスが補強のために採用されたと考えた。これに対しメインストーンは13世紀のハギア・ソフィア大聖堂に関する建設記録が欠落していること、及びこのアトリウムのフライング・バットレスが必ずしもゴシックの大聖堂のそれと構造的類似を持たないことを根拠にこの構造物の建設年代を南北

のテュンパヌムが大きな改修を受けた9世紀ないし崩落したドームと西側半ドームが再建された10世紀に求めている。

2階のギャラリー [Fig. 7] へのぼる通路は北西、北東、南西の隅部三か所に設けられている。南東の隅部にはこれらに対応する通路がないが、当初は存在し、のちに破壊された可能性は高い⁽³¹⁾。現在、通路として用いられるのは北西隅の斜路である。ギャラリーのレベルでは、北側および南側のコロネードの床面に創建時のものと思われる施工線が部分的に残存する。これはコロネードの円柱の柱基の位置を定めるために刻された線であるが、現在の柱基の位置とは一致していない。さらに、北側では柱基の位置が線として刻されているが、南側ではその中心位置がしるされているのみである。これらは、6世紀のドーム再建の際、ドームを支持する会堂中央部の歪みが修正されたことに関連すると思われるが、柱の軸線の傾きを含むより詳しい調査が今後の考察にとって必要である。すでに指摘されたように⁽³²⁾、コロネードの上のアーチの下面のモザイクは、エクセドラの同じ位置におけるモザイクと調和せず、この部分は、テュンパヌム同様、後世に改修を受けた可能性が高い。

身廊隅部のエクセドラでは、半ドームの基部とコーニスにクラックが生じている。堂内床面からの観測では、南西のエクセドラのコーニスに最も大きな縦方向のずれが認められたので、この2階ギャラリーのレベルでも南西隅を中心にエクセドラの頂部を観察した。コーニスにずれを引き起こしているクラックはあきらかに構造クラックである。このクラックの発生時期を特定することはできないが、南西エクセドラのコーニス上面に設置された弧状の鉄製タイ・バーはこの構造的変位を少しでも抑制しようとする試みであったと思



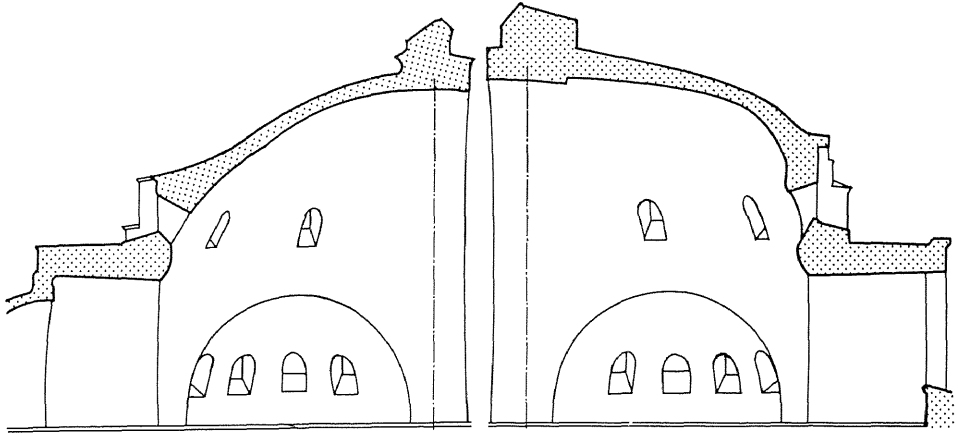
[Fig. 7] エクセドラ2階のギャラリー

われる。このタイ・バーのうち最大のもは断面60mm×40mm、長さ3.9mであり⁽³³⁾、教会堂内のすべてのタイ・バーのなかで最も太く長いものの一つである。端部にはバーを連結ないし固定するための丸穴が設けられているが、そこに差し込まれるべき連結部材あるいはアンカー・ボルト等はみあたらず、隣接するバーも存在しない。したがって、タイ・バーの両端は自由端となっており、構造的にはまったく機能していない。エクセドラのコーニス上面にはこれらのタイ・バーを受ける溝が掘られているが、タイ・バーのうち一本はそこからみ出している。この部分に関しては、まずエクセドラのクラックが比較的長期間にわたって生じたものか、あるいは地震によって瞬時に引き起こされたものかを判定する必要がある。タイ・バーについては、表面処理をより詳しく見なければならぬが、拙撰ともいえる大まかな設置方法からしても6世紀創建時のものでないことは確実である⁽³⁴⁾。

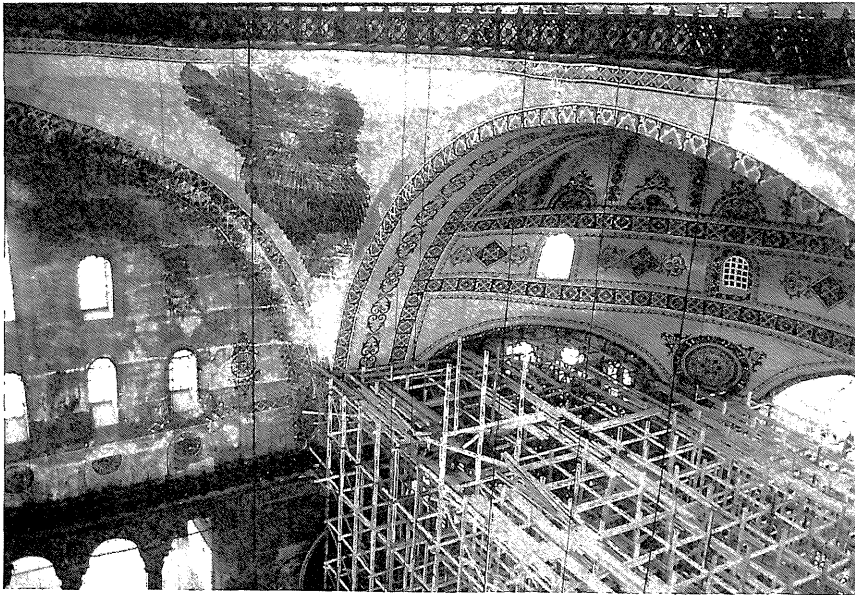
メインストーンは、南西エクセドラのコーニス上面に開いたクラックの隙間から約50mmほど奥に、寸法30mm角のクランプ材を確認しているが、今回の調査では、クラックの幅が狭く、光を照射することもできなかった。このクランプ材は確認できなかった⁽³⁵⁾。このクランプ材の存在とある程度の構造的有効性が確認されれば、エクセドラのコーニスのレベルで身廊を囲むようにクランプで緊結された帯状構造が存在することになる。施工精度にもよるが、この種の構造は水平推力に対抗するテンション・リングとして機能しうるので、下部構造の力学的評価にとっては重要である。

エクセドラのコーニスのレベルでは、南側のテュンパナム下端のコーニスも観察することができた。この部分の構造クラックは、あきらかに南西エクセドラのコーニスに比べて微小である。しかし、右側から二番目のニッチの下方には、コーニスの石材とレンガ壁とのあいだにクラックが生じており、その隙間を通しておそらく創建時のものと思われるクランプ材の存在が確認できた。しかし、その寸法を測定することはできなかった。また、南側テュンパナムのコーニスの石材のうち、一番右側のニッチの下方に位置する二つには、それらを連結していたと思われるクランプを受けるための溝が掘り込まれているが、現在クランプは存在せず、本来同じ位置に対応すべき二つの石材の溝は相互にずれている。これは、すでにメインストーンが論じたように、南側テュンパナム中央部が再建されたものであることを示す重要な証跡であると考えられる⁽³⁶⁾。なお、南北のテュンパナムには、三段にわたってアーチが組まれ、最下段は奥行きが浅いニッチ、上二段は窓となっている。北側のテュンパナムでは、3つのニッチでそのなかにモザイクによって描かれた人物像が残されている。これらの人物は、像の左右に記された銘から、コンスタンティノポリスの聖イグナティウス、教父ヨハネス・クリュストモス、およびアンティオキアのイグナティウス・テオフィロスであることが容易に認定できる。

エクセドラのコーニス（テュンパナム下端のコーニス）のレベルから観測される最も主要な構造要素は中央ドームを支えるペンデンティヴと東西の半ドームである。四方のペンデンティヴのうち、北東のペンデンティヴには著しい凸状の隆起が見られる。これは、前



[Fig. 8] 東側半ドームと西側半ドームの形状 (Mainstone 1965/66の Fig.7に基づいて作図)



[Fig. 9] 西側半ドームと内装修復用の足場

述のように、14世紀にドームの東側が崩落し、再建された部分と6世紀の創建にかかる部分とが強引に接合された跡を示す隆起である。

東西の半ドームは、中央ドームとともに会堂の内部空間の特性を決定づけているきわめて重要な建築要素である。筆者が調査した時点では、西側の半ドームの内装修理工事が進められていたため、その工事用の仮設足場を利用して半ドームの頂部付近まで登ることができた[Fig. 9]。工事担当者によれば、西側の修理が完了したのちは足場を解体して東側に移し、再び組み上げて東側ドームすなわちアプシスの修理に取りかかるとのことであった。

東西の半ドームは、会堂の平面計画からは中央ドームに対して対称的な構造であるが、その細部においてはさまざまな違いが見られる。外観からも容易に判別しうる相違点は、ドームの形状の違いである。東側に比べ西側の半ドームはより扁平でその基部の位置は東側よりも著しく高い。この形状の違いは半ドームの内側においてもはっきりと観測され、球面の一部に近いプロフィールを見せる東側に対し西側の設面は基部に近い部分ではほぼ垂直に近いちあがりを示し、頂部は扁平である [Fig. 8]。

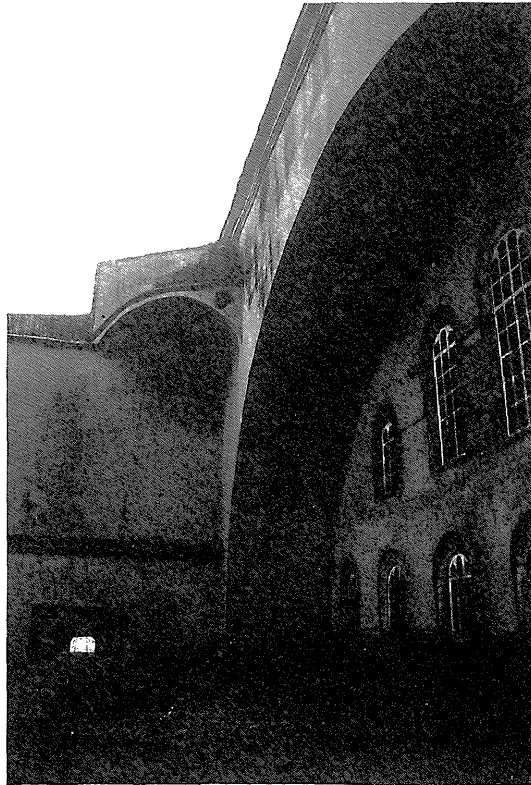
両者の外形上の差異は南側すなわちスルタン・アーメットのモスク（ブルーモスク）の方向から見るとははっきりととらえることができ、東側半ドームは下部構造の中に沈みこんだような印象を与える。この方向から見た南側ファサードは、中央の大ドーム、東西の半ドーム、南側の大アーチとテュンパナムを見せ、会堂の空間構成を最もよく表現している。大ドームの下にあって深い陰影をつくる大アーチとテュンパナムの単純にして彫塑的な効果は、その両側に広がる複雑なヴォールト架構の屋根と著しい対比をなしている。テュンパナムの窓は外壁側で軽い尖頭形をとるが、これは明らかにオスマン・トルコ時代の様式である。

今回の調査では、補修工事用の足場を利用して西側半ドームの内面を間近から観測したが、ほとんど水平とも思えるその扁平さにあらためて驚かされた [Fig. 9]。この半ドームの中心付近には、径十数cm（目測による）の丸穴があげられている。これは、会堂がモスクとして用いられた後に円形のランプを吊り下げのために設けられたものであろう。仮設の足場の頂部からおおよその測定をした限りで正確ではないが、この穴は約1 m70cmの奥行きをもち、測定のための棒を差し込んだ様子では、少なくともこの部分で半ドームは二重殻になっているようであった。この穴は半ドームの構造を知る上できわめて重要な手がかりを与えてくれると思われるが、そのためには、ファイバースコープによる写真撮影等の工夫が必要となろう。

建築史の研究にとって、対象とする建築物の正確な構造と寸法を知ることはあらゆる方法論に先行する重要な前提となるが、奇妙なことに、西洋建築史に関しては、特に断面図の表現がきわめて曖昧なままに軽視されてきた。ハギア・ソフィア大聖堂のような代表的な建築物についてさえ、ドーム及び半ドームの断面図は内部の空隙部の存在を確認しないまま、単殻構造として表現されてきた⁽³⁷⁾。今回、西側半ドームの内面にあげられた小穴



[Fig. 10] 西側半ドームの頂部



[Fig. 11] 北側側廊の屋根上から塔状バットレスと会堂をつなぐスクィンチ・アーチを見る。

からも、このような表現が必ずしも現状を正確に伝えていないことが示されたわけで、今後の正確な実測調査に残された課題は予想以上に広がることもありえる。やはり、今回実測をすることはできなかったが、中央の大ドームで覆われる空間から東西の半ドームを区切る横断アーチは、いずれもそのイントラドス（内弧面）で会堂中心部の方向に迫り出すようにして傾いている [Fig. 10]。

東西の半ドームのもう一つの相違点は基部の開口部の処理である。これは、西側の半ドームが入口に近い身廊の一部を覆い、東側の半ドームがアプシスに近い部分を覆うという空間機能の差に由来する違いである。すなわち、東側の半ドームはさらにその下方にあってアプシスおよびエクセドラを覆う三つの半ドームによって支持されるが、西側ではこのような入り組んだ空間的なヒエラルキーを排し、東側のアプシスに対応する中央部には採光用の大きな半円形の窓が設けられている。この半円窓は会堂内の窓のうち最大のもので、開口部を縦に三分するよう方立てが挿入され、いわゆる浴場窓ないしディオクレティアヌス窓の形となっている。

しかし、第二の相違点は必ずしも対応する部分の構造的相違にまで及ぶものではない。会堂の西正面を構成する重要な要素となっているこの半円窓は、奥行き約7mに及ぶ重厚なバレル・ヴォールトで覆われている。今回の調査では、足場が立てられていなかったため、東側アプシスの半ドームを詳しく見ることはできなかったが、東側でもこれとほぼ同様のヴォールトに半ドームとアプシスが連結されている⁽³⁸⁾。この点については、今後の本格的な調査で正確に確認する必要があるが、身廊入口部分とアプシスという異なった空間に応じて半円窓と半ドームというまったく別の形式を見せる会堂の両端部が、構造的には同一の形式で造られていることになり、中央の大ドームに対する東西軸に沿った対称性を考慮するときわめて興味深い構成となる。

中央の大ドームのコーニス上面に出るためには、会堂の外から方形のドーム・ベースの上に登らなければならない。これには、エクセドラのコーニスのレベルで一度西北端の塔状バットレスに入り、階段を登ってその頂部からドーム・ベースの下部に出ることになる。この移動の過程で、エクセドラと隣接建造物の屋根に出ることも可能であり、会堂の南側および北側では、塔状バットレスの間に側廊ギャラリーの屋根が付くので、この移動の過程でこの部分、すなわち南北のテュンパヌムの外側に出ることも可能である。側廊ギャラリーの屋根の上に立つと、大ドームを支える南北の大アーチの奥行きを改めて強く印象づけられる。また、この位置からは、塔状バットレスと会堂とを連結するスクインチ・アーチを観察することができる [Fig. 11]。

エクセドラの屋根のレベルからドーム・ベースまでは保守用の簡易な鉄製の梯がとりつけられている。ドーム・ベースは、南北の大アーチ、東西の半ドームを区切る横断アーチ、およびそれらに挟まれたペンデンティヴを覆う方形の構造で、外観では大ドームがこのドーム・ベースの上に直接載っているかのように見える。しかし、いうまでもなくこれは会堂の外観を整える単なる覆いであって、ドームの支持構造の体系とは無関係である。ドーム

ム・ベースの老朽化が目立つようになったため、1986-87年にかけて、それまでのドーム・ベースには手を加えることなくその上に新たに別の屋根が築かれ、ドーム・ベースの位置が若干高められた⁽³⁹⁾。現在の新しい屋根には、1ヵ所で小窓が付けられ、古い屋根を覗き見ることができるようになっている [Fig. 12]。

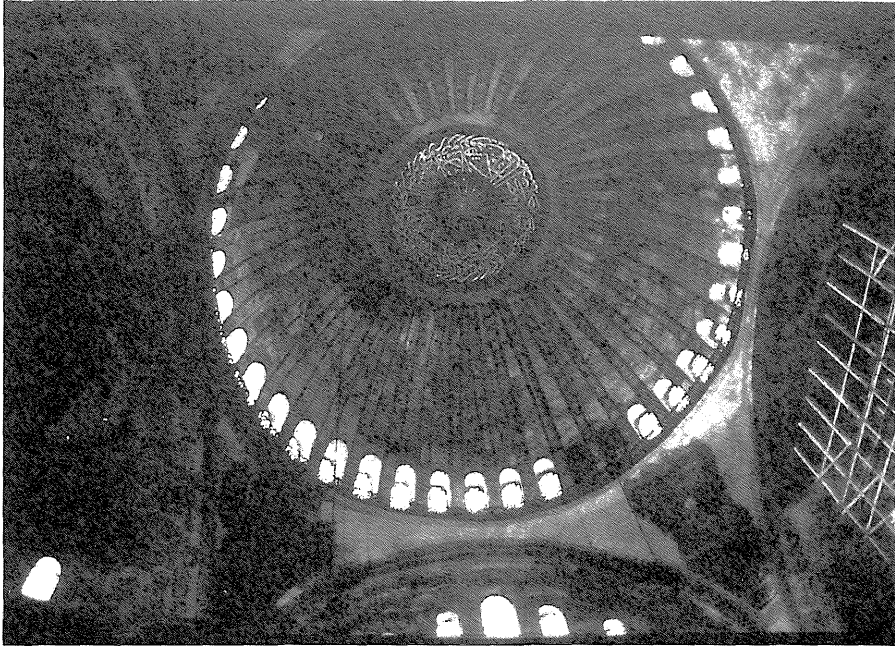
他の部分同様、このドーム・ベースにも歪みが観察される。すなわち南北辺は中央部が外側へ膨らみ、東西辺は逆に中央部で内側に湾曲している。この歪みはドーム・ベースの端部に立つと目視によってもはっきりと確認できる。ドーム・ベースの上面はさしたる外力を受けないので、施工誤差としては大きすぎるこのひずみは下方の大アーチに対応して生じたものであろう。

ドーム内面への入口は南東側の窓の下に設けられている。ドーム基部のコーニスは地上約41.2mに位置し、堂内における最も高い観測点となっている。ドームは単殻のれんが造で、40本のリブによって構成される [Fig. 13]。ドラムに相当する基部では、リブが奥行きのある重厚なバットレスとなり、そのあいだにはアーチが挿入され、採光用の窓が開かれている [Fig. 14]。このうち、北西のペンデンティヴの上に位置する二つの窓、北東のペンデンティヴの上に位置する二つの窓はれんがによって塞がれ、漆喰の上塗りの上に窓枠と窓棧が描かれている。この二組の盲窓は6世紀創建部分と10世紀再建部分の境界にあり、10世紀の再建工事によって閉じられた可能性が高い。殻面からのリブの突出は基部に向かうほど大きく、ドーム頂部では殻面と等厚になって凹凸が消失している。今回の調査では、ドームの殻厚を測定することができなかったが、ファン・ナイスの実測図によれば、殻面は中心角 162° （したがって、球殻の中心はコーニスのレベルより下にある）、厚さ約60cmの球殻である。

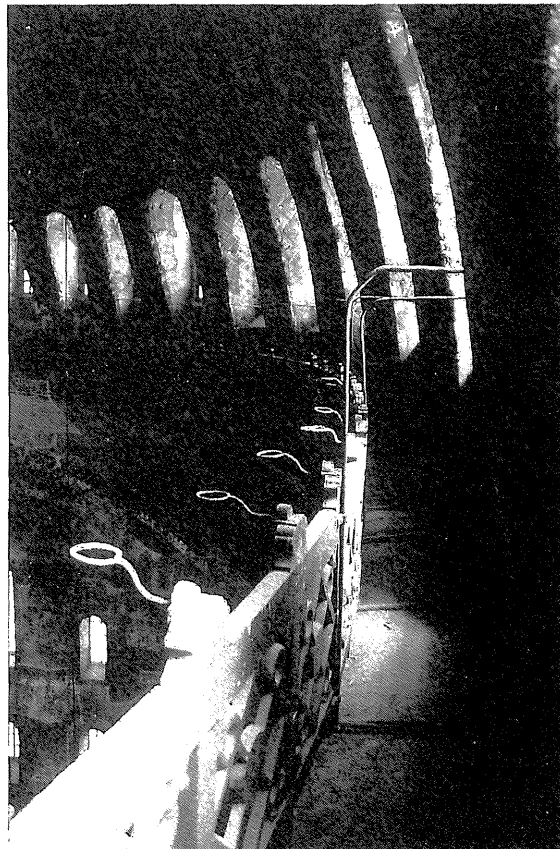
ドームのリブが幾何学的な円弧からは程遠い不規則な歪みをもつことは、会堂の床面から



[Fig. 12] ドーム・ベースの屋根。小窓を通して古い屋根を見ることができる。



【 Fig. 13 】 ドーム内観



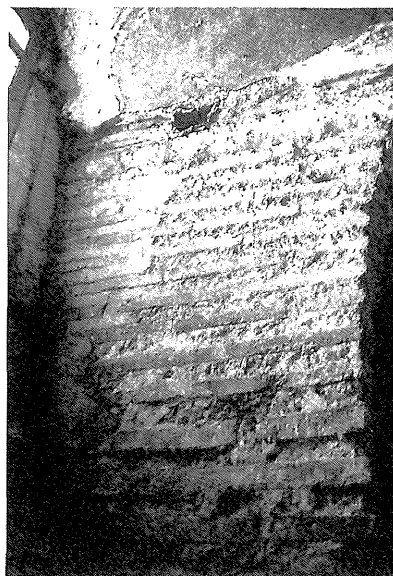
【 Fig. 14 】 ドーム基部のコーニス上面から見たリブ・バットレス

もはっきり見ることができる。コーニス上面に立つと、リブが波を打つようにして足元からドームの中心に伸びてゆく様子は、この一見対称的に見える構造の非対称性と複雑さを改めて強く印象づける。リブの線の揺らぎが最も著しいのは、6世紀創建の部分と14世紀創建の部分とが接する北東隅である。この部分では、前述のように、対応する下方のペンデントイヴにも顕著な隆起が残されている。

前述のように、現状のドームは三つの異なる時期に建設されているが、すでにエマーソンとファン・ナイスの研究によって指摘されたように、この差異はコーニスの上面に明瞭に表れている⁽⁴⁰⁾。6世紀創建の部分（北側および南側）では、コーニスを構成する石材ブロックが上面で内側に約9°の傾斜をもち、個々のコーニス・ブロックはドーム・リブの各々に対応するよう正確に配置されている。会堂の他の部分のコーニスでは、このような上面の傾斜は見られない。また、この最も古い部分ではコーニス上面に露出したクランプは見られないが、おそらく目に見えない部分で石塊を緊結するためのクランプが挿入されているはずである。隣接する部分から観測すると、コーニスの前面も後世の仕上げより丁寧であり、規則的な弧を形成している。

この6世紀創建部分と後世に再建された部分との最も明瞭な差異はコーニス上面の施工線の有無である。これは、ドーム・リブの前面の位置を確定するためにノミで刻された弧状の線で、6世紀創建部分には見られるが、9世紀再建部分、および14世紀の再建部分には見出されない。

アルメニアの建築家タルゲットによって10世紀に再建された部分（西側）では、その中心部すなわち西側半ドームの頂部付近で、半ドーム端部を形成する横断アーチの頂部がドーム・コーニスの上面に突出している。突出部分は最も高いところで高さ1m11cmに達し、アーチの一部がコーニス上面を塞ぐので、それを切り欠いてコーニス上面の通路を



[Fig. 15] ドーム基部のリブ・パツモレスに見られる繋ぎ部材の跡

確保している。この切り欠き工事もあきらかに10世紀の再建時になされたと考えられる。突出したアーチは長さ55～60cm、厚さ6cmの大型のれんがで造られているが、これはれんがの色からすると6世紀のものである可能性が高い。再建にあたっては崩落した部分の再利用が試みられたであろうが、アーチのエクストラドス（外弧面）が突出していることから想像されるように、横断アーチをはじめ、各部材の断面寸法は大幅に増やされ、もちろん建材は多量に追加される必要があったはずである。そして、おそらく、構造的に最も重要と思われる部分には、6世紀のれんがが用いられたのであろう。前述のように、この部分のコーニスの上面は北および南側に比べて約50cmほど高い。ドーム基部におけるリブの奥行きにも、明らかな差異が認められ、6世紀創建部分の寸法2mに対し、この部分では、最大寸法が3mに及んでいる。以上のように、10世紀の再建部分では、崩落に対する反省からか、すべての構造を従来よりも大きく強固に造ろうとする意図が感じられる。しかし、例えばこの部分のコーニスのブロックがリブに対して不規則に配置され、また目地も放射状に揃えられてはいないなど、6世紀と比較して10世紀の石工技術は明らかに劣っているため、すべてに厚みをもたせた再建は、一面で架構技術に対する自信の無さを印象づける。6世紀創建部分と10世紀再建部分の境界に位置する二組の窓が閉じられたのも、おそらく同様の構造的な配慮によるものであろう。

14世紀の再建部分（東側）は、創建部分に対し、9世紀の部分ほどには著しい差異をもたない。コーニスの上面は創建部分と同様、内側に傾いている。しかし、表装が部分的に剥落した箇所で見られるれんがの大きさは、先行する9世紀および6世紀の部分よりかなり小さい。この部分のコーニスの前面は比較的なめらかな円弧を見せるが、その曲率が創建時の弧と異なるため、すでに指摘したように、両者の接続部分ではドームとペンデンティヴに著しい不連続曲面が生じている。しかし、この接続部分において隣接する新旧のリブの差異は、9世紀と6世紀の接合部分におけるそれと比べ、より目立たないものとなっている。

ドーム基部ではリブがバットレスとして厚みを増すが、その壁体を貫通し、開口部を横切るようにして、おそらく木材と思われる繋ぎ部材が挿入されていた痕跡が幾つかのリブに残されている。これは、15～20cm角の部材に鉛の被覆を施して壁体内に挿入したもので、繋ぎ部材は失われているが西側の10世紀再建部分二ヵ所で被覆用の鉛が残されている〔Fig. 15〕。二つの穴の高さはコーニス上面から測定して3m14cmと3m33cm（いずれも穴の下端で測定）である。またいくつかのリブでは、明らかにこの穴を塗り込めたと思われる充填材の跡が見出される。しかし南側および北側の創建部分では表装のモザイクの保存状況が良かったため、繋ぎ部材用の穴の痕跡を確認することができなかった。今後の調査で創建部分にその痕跡が確認できれば、繋ぎ部材は創建当初の施工時に挿入されたことになろう。ドーム基部におけるこの繋ぎ部材の機能（テンション・リングとしての有効性）については、ドーム全体の構造特性を理解した上で今後詳しい解析をする必要がある。

多くのリブの基部には一つにつき二ヵ所ずつ板状の大理石が挿入されている。大理石板

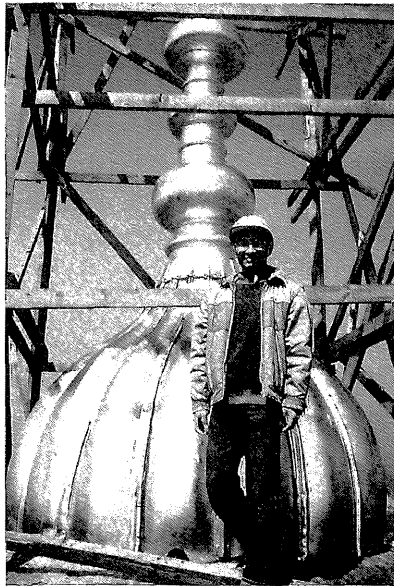
の厚さは15～20cmで、その位置はコーニス上面から、低い方が1 m50cm～1 m70cm、高い方が3 m～3 m20cm（いずれも下端で測定）である。表面には鑿打ちの跡が残されている。これはおそらくリブの施工面を揃え、新たに据えられたれんがを安定させる目的で挿入されたと考えられるが、その傾斜は必ずしも一定ではなく、疑問が残る。繋ぎ部材の痕跡同様、今後すべてのリブにわたってより詳しく調査する必要がある。

ドームのコーニス上面からの観測では、殻面に著しいクラックは見られなかった。モザイクによる内装が下方からのクラック調査をきわめて困難にしているので、今後はクレーン等の建設機械を堂内に入れてドーム内面を精査するといった思いきった方策が必要である。コーニス上面に近いリブの基部では、創建部分に近い14世紀の再建部分（北東側）で横方向のクラックが観測された。

ドーム、半ドームなど会堂上部の主要な架構はすべてれんが造であるが、目地のモルタルはきわめて厚く、60mm内外の寸法に達することもある。したがってドーム部分に関しては、れんがと等量ないしそれ以上のモルタルが構造物に含まれていることになり、今後上部構造の解析を行う場合には、材料試験等によりモルタルの材料特性を正確に把握する必要がある。同じく筆者を中心とする研究グループによって構造特性の研究が進められているフィレンツェのサンタ・マリア・デル・フィオーレ大聖堂のドームでは、フィレンツェ大学の研究者たちによってコア・サンプリング・テストが実施され、材料試験が行なわれている。この種の試験は、貴重な歴史的建造物から直接試験体を抜き取るので、非常に慎重に行なわれなければならないが、実験によって材料特性が確定できれば、これまでは場合に応じて安全側ないし危険側で行なわれてきた解析計算の確度はより厳密なものとなる。ドームを支持する下部構造についてのデータを得ることも重要であり、これは下部構造がドームに及ぼす影響を解析モデルの設定においてどのように評価するかという理論的問題とも関わっている。ドームの構造解析については、すでにわれわれの研究グループが内外でいくつかの研究発表を行なっているが、特にハギア・ソフィア大聖堂のドームについては稿を改めて詳しく論ずる予定である。

測定機器を持込まずに短時間で行うという条件付きで許可された今回の調査では、予備調査としても決して十分な成果を得るにはいたらなかった。しかし、今後の本調査を計画する上できわめて貴重な手がかりを得ることができたことも事実である。筆者の熱心な依頼に快く応じて調査を許可してくれたアヤソフィア博物館建築局のアルパスラン・コユル氏をはじめとするスタッフの方々、調査に協力してくれた芝浦工業大学工学部の三宅理一助教授、ミマル・シナン芸術大学の山本達也助手、東京都立大学大学院の谷水潤氏には心から感謝申し上げます。また、ミマル・シナン没後400年を記念してイスタンブールで開催された歴史的なドーム建築に関する国際会議の折、豊橋技術科学大学工学部の加藤史郎教授、長崎大学工学部の青木孝義助手らとともに再度アルパスラン・コユル氏を修復現

場に訪ね、チャイ（トルコ紅茶）をいただきながら、今後の調査の抱負を語り合ったことも楽しい思い出である。アルパスラン・コユンル氏とともにドームの外側に設けられた仮設の足場を登り、日本人として初めてハギア・ソフィア大聖堂の頂部に立ち [Fig. 14], 足下にトプカプ宮殿を、彼方にボスポラス海峽を見晴した時の感動は、ビザンティン建築史上最大最美の大建築に関する今後の研究と調査にとって大きな支えになることであろう。



[Fig. 16] ハギア・ソフィア大聖堂のドーム頂上にたつ筆者
（アルパスラン・コユンル氏撮影）

注

- (注1) "About this time [これはおそらく350ないし351年と考えられる], the Emperor constructed the Great Church now called Sophia, alongside that called Irene which, because it was too small, the Emperor's father had enlarged and beautified. Today both churches are enclosed by a single wall and served by a same clergy." (Socrates, *Historia ecclesiastica*, II, xvi, English translation, Zenos 1979, pp.1-178) "Eudoxius having been made bishop of the imperial city, the great church called Sophia was at that time dedicated, in the tenth consulate of Constantians and the third of Julian Caesar, on the 15th February." (Socrates, *Historia ecclesiastica*, II, xliii, English translation, Zenos 1979, pp.1-178). ユスティニアヌス1世以前のハギア・ソフィア大聖堂については Millet 1947参照。ただし、コンスタンティノポリスの初期の大聖堂については不明な点が多い。Krautheimer 1965, p.317, n.27は、ハギア・イレーネ、ハギア・ソフィア両聖堂は二重聖堂 (double church) として大聖堂の役割を果たしていたと考えている。Krautheimer によれば、創建時のハギア・ソフィア大聖堂はアトリウムとプロピュレイオンを備えたバジリカ式会堂であったと想定される。
- (注2) 創建時のハギア・ソフィア大聖堂は、おそらく偉大なる教会堂を意味するメガレ・エクレシアとよばれていたと想像される。ソフィアの名は5世紀初めに記録されているが、ハギアという前辞が冠せられるのはより後世のことである (Cf. Mainstone 1988, pp.132-133)。
- (注3) 1935年に発掘された遺構はこの第二聖堂のプロピュレイオンの一部であると考えられている (Schneider 1941)。
- (注4) Mainstone 1988, p.134
- (注5) Procopius, *Wars*, I, xxiv; Malalas, *Chronographia*, col. 689-92. Cf. Mainstone 1988, p.134. ニカの乱による烽火はハギア・イレーネ聖堂にも燃え移った。
- (注6) Procopius, *De aedificiis*, I, i, 23ff.; Mango 1972, p.72.
- (注7) *Narratio*, 27
- (注8) Mango 1972, pp.72-74
- (注9) Mango 1972, pp.75
- (注10) Emerson-Van Nice 1951a
- (注11) Malalas, *Chronographia*, col.708-709. Cf. Mainstone 1988, p.213, and p.267, n.23
- (注12) *Silentarius, ecclesia*, I, 186-204. Cf. Mainstone 1988, p.214
- (注13) Agathias, *Historiae*, col.1566-1557. Cf. Mango 1972, pp.78-79; Mainstone 1988, p.90
- (注14) *Silentarius, ecclesia*, I, 286ff. Mango 1972, pp.80-91; Mainstone 1988, p.219
- (注15) Malalas, *Chronographia*, col. 708-709, 716. Theophanes, *Chronographia*, col. 509. Cedrenus, *Compendium*, col. 737 Cf. Mainstone 1988, pp.90-91, p.264, n.5
- (注16) Von Hammer-Purgstall 1822, pp.36-44
- (注17) Antoniades 1907-1909, p.25
- (注18) Emerson-Van Nice 1951b
- (注19) Swift 1939, *passim*
- (注20) Niketas Choniates, p.758.
- (注21) Nicephorus Gregoras, col. 448.
- (注22) Mango 1962,
- (注23) Hidaka, Aoki, Kato 1989
- (注24) Mainstone 1988, pp.102-103
- (注25) Fossati 1852; Salzenberg 1854
- (注26) Van Nice 1965

- (注27) イスタンブール, アテネおよびローマのドイツ考古学研究所, ハギア・ソフィア大聖堂修復建築事務所などの機関が所蔵している。
- (注28) Schneider 1941, *passim*.
- (注29) Swift 1935, pp.459-460; Swift 1940, pp.87-88, 117-119
- (注30) Mainstone 1988, p.104
- (注31) Mainstone 1988, p.53
- (注32) Underwood-Hawkins 1961, pp.212-213. Mainstone 1988, pp.97-98
- (注33) Mainstone 1988, p.70は, このタイ・バーの寸法を, 断面40mm×50mm, 長さ3.7mとしている。
- (注34) Mainstone 1988, p.63, および p.63, fig.77
- (注35) Mainstone 1988, p.77, および p.78, fig.93. Mainstone は, このクランプを創建時のものと考えている。
- (注36) Mainstone 1988, p.63, および p.63, fig.78
- (注37) Mainstone 1965/66 および Mainstone 1988に描かれている図もやはりこのような従来の傾向をそのまま踏襲している。
- (注38) Mainstone 1988, pp.72-73, fig.38
- (注39) より低いドーム・ベースをもつ会堂の様子は, 例えばSwift 1939, p.463, Fig.5にみられる。
- (注40) Emerson-Van Nice 1943, pp.423 ff

参考文献

- Agathias, *Historiae*; Agathias, *Historiae*, *Patrologia Graeca*, ed. J. P. Migne, Paris, 1844-66, vol.88
- Antoniades 1907-1909; E. M. Antoniadis, *Hagia Sophia* (written in Greek), Athens, 1907-1909
- Cedrenus, *Compendium*; Cedrenus, *Compendium historiarum*, *Patrologia Graeca*, ed. J. P. Migne, Paris, 1844-66, vol.121
- Emerson-Van Nice 1943; Emerson, W.-Van Nice, R. L., *Hagia Sophia, Istanbul: Preliminary report of a recent examination of the structure*, *American Journal of Archaeology*, vol.47 (1943), pp.403-436
- Emerson-Van Nice 1951a; Emerson, W.-Van Nice, R. L., *Hagia Sophia: the collapse of the first dome*, *Archaeology*, vol.4 (1951), pp.94-103
- Emerson-Van Nice 1951b; Emerson, W. -Van Nice, R. L., *Hagia Sophia: the construction of the second dome and its later repairs*, *Archaeology*, vol.4 (1951), pp.162-171
- Fossati 1852; Fossati, G., *AyaSofia, Constantinople, as recently resored by order of H. M. the Sultan Abdul Mediid*, London, 1852
- Hidaka, Aoki, Kato 1989; Hidaka K., Aoki T., Kato S., *Structural stability and profile in the dome of Hagia Sophia, Istanbul. Transactions of the International Conference on Structural Studies, Repairs and Maintenance of Historical Buildings, 'STREMA 89', (1988), in course of print*
- Krautheimer 1965; Krautheimer, R., *Early Christian and Byzantine architecture, The Pelican History of Art*, Harmondsworth, 1965
- Maintone 1965/66; Mainstone, R. J., *The structure of the church of St. Sophia, Istanbul*, *Transactions of the Newcomen Society*, vol.38 (1965/66), pp.23-49
- Mainstone 1988; Mainstone, R. J., *Hagia Sophia. architecture, structure and liturgy of Justinian's great church*, London, 1988
- Malalas, *Chronographia*; Malalas, *Chronographia*, *Patrologia Graeca*, ed. J. P. Migne, Paris, 1844-66, vol.97

Mango 1962; Mango, C., *Materials for the study of the mosaics of St. Sophia at Istanbul*, *Dumbarton Oaks Studies* 8, Washington DC, 1962

Mango 1972; Mango, C., *The art of the Byzantine Empire, 312-1453, Sources and documents in the history of art series*, London, 1972

Millet 1947; Millet, G., *Sainte-Sophie avant Justinian*, *Orientalia Christiana Periodica*, vol.13, 1947, pp.597-612

Narratio; *Narratio de structura de templi S. Sophiae*, in Preger, T., *Scriptores originum Constantinopolitanarum*, Leipzig, 1901, vol.1, pp.74-108 (Partial tr. in Mango 1972, pp.96-102)

Nicephorus Gregoras; *Nicephorus Gregoras*, *Patrologia Graeca*, ed. J. P. Migne, Paris, 1844-66, vol.148

Niketas Choniates; *Niketas Choniates, Chronike Diegesis*, *Corpus scriptorum historiae byzantinae*, Bonn, (1828-97).

Procopius, *De aedificiis*; *Procopius, De aedificiis*, ed. Haruy, J., *Procopii Caesariensis opera*, III/2, Leipzig, 1913; ed. with Engl. trans. by Dewing, H. B.; Downey, G., *Procopius*, VIII (Loeb Classical Lib.), London-New York, 1940

Salzenberg 1854; Salzenberg, W., *Altchristliche Baudenkmale von Constantinopel vom V bis XII Jahrhundert*, Berlin, 1854

Schneider 1941; Schneider, A. M., *Die Grabung im Westhof der Sophienkirche zu Istanbul*, *Istanbulischer Forschungen*, vol.12, Berlin, 1941

Silentarius, *ecclesia*; *Paulus Silentarius, Descriptio ecclesiae sanctae Sophiae et ambonis*, *Patrologia Graeca*, ed. J. P. Migne, Paris, 1844-66, vol.86. Revised ed. with German tr., Friedländer, P., *Johannes von Gaza und Paulus Silentarius*, Leipzig-Berlin, 1912. Partial tr. in Mango 1972, pp. 80-96. Cf. *Mainstone* 1988, p.214

Socrates, *Historia ecclesiastica*; *Socrates, Historia ecclesiastica*, *Patrologia Graeca*, ed. J. P. Migne, Paris, 1844-66

Swift 1935; Swift, E. H., *The Latins at Hagia Sophia*, *American Journal of Archaeology*, vol.39 (1935), pp. 458-474

Swift 1940; Swift, E. H., *Hagia Sofia*, New York, 1940

Theophanes, *Chronographia*; *Theophanes, Chronographia*, *Patrologia Graeca*, ed. J. P. Migne, Paris, 1844-66, vol.108

Underwood-Hawkins 1961; Underwood, P.A.-Hawkins, J. W., 'The mosaics of Hagia Sophia at Istanbul 1959-60. The portrait of the Emperor Alexander', *Dumbarton Oaks Papers*, vol.15 (1961), pp.212-213.

Van Nice 1965; Van Nice, R. L., *St. Sophia in Istanbul; an architectural survey*, Washington, 1965

Von Hammer- Purgstall 1882; *Joseph Von Hammer- Purgstall, Constantinopolis und der Bosphorus*, I, 1822

Zenos 1979; Zenos, A. C., *English translation of Socrates, Historia ecclesiastica*, *Select library of Nicene and post-Nicene fathers of the Christian Church*, 2nd series, ed. P. Schaff-H. Wace, repr. 1979, Grand Rapids, Michigan.

Summary

A Summarized Report of the Preliminary On-the-spot Survey of the Dome of Hagia Sophia, Istanbul

Dr. Kenichiro HIDAHA

Thanks to the generous aid of the directing architect of the restoration work of Aya Sofia Museum, Mr. Alpaslan Koyunlu, our research group was able to conduct a series of rapid on-the-spot surveys on March 21 and April 8 1988. It is our great pleasure to have been allowed to investigate one of the most monumental and beautiful domes in the history of western architecture.

The examination work, which was done mainly on the great cornice at the base of the dome, was not too well prepared. It was because we had not hoped that we would be given the permission to get on to the higher part of this famous structure.

Anyway, we draw up a brief resume of the results of our on-the-spot survey as follows.

- 1) In the lower part of the structure, that is the part between the ground floor and the bases of the great semidomes, there are cracks and displacements most probably caused by past earthquakes. The situation seems to be worst in the south-west exedra, where the upper cornice shows a considerable gap in the center. The jog corresponds approximately to the deep crack to be seen in the semidome-base of the exedra. At an unknown point of time long iron ties were installed to block the advancement of the structural movements in the exedra. The iron ties measure 40 by 60 mm in section and 3.9m in length on the average. The longest one is 7.47m long. They were not straight but arciform, and put in a chase which runs along the arc of the base of the exedra semidome. This structural device does not seem to have been much effective from the structural point of view in that the chase is not deep enough to receive the ties and that the anchorage was not sufficiently resistant. In fact, the easternmost tie is now completely free from its anchorage and sprung out of the chase. In other words, they have no structural efficiency at all. We can safely suppose that this type of haphazard expedient should not pertain to the original structure.
- 2) As an attempt to check structural movements in the exedra, a series of iron cramps

should have been more appropriate. There are cramps on the upper surface of the exedra cornice but they are set too abruptly to be considered original. Through the deep crack of the semidome-base of the south-west exedra, referred to in the point 1), we can see an old iron cramp at the depth of about 50 mm. It seems very difficult to install this cramp 'after' the construction of the cornice. The fact makes us suppose that it is an original cramp added to secure the structure.

- 3) On the upper south cornice of the nave, that is the cornice of the south gallery, we observed less cracks in comparison with the upper part of the south-west exedra. On the cornice, near the south-west exedra, we found a set of adjacent blocks having a half of a chase to receive a common iron cramp that connects them. Significantly enough, the two halves of the chase do not correspond with each other. The fact will be of importance in defining a reconstructed part of this cornice, and consequently, a reconstructed part of the south tympanum. Under the second shallow niche at the foot of the south tympanum an old iron cramp can be seen through a split between the vertical wall and the horizontal surface of the cornice. The cramp is supposed to be original in view of its position.
- 4) The section of the great main dome is an approximate arc subtending an angle of about 162 degrees. The upper surface of the cornice at the base of the dome is not horizontal but inclined inward. The inclination is stronger in the northern and the southern parts with an angle of 9 degrees. In the western part which was rebuilt in the 10th century and in the eastern part which was rebuilt in the 14th century, the blocks of the cornice are set almost horizontally. Thus, we can clearly see differences in the treatment of the dome cornice. In addition, the northern and the southern portion have no visible cramps on the upper surface, while many iron cramps are seen on the surface of the eastern and the western part of the cornice. Most decisively, a continuous curve was cut with a chisel into the surface of the northern and the southern part. In all probability, this was a setting line for the inner surface of the dome-ribs and, was settled by 6th century architects during the construction of the dome. This kind of simple but reliable expedient for the construction of the rib is not observed on the surface of the other portion of the cornice. The fact contributes to date the corresponding parts of the dome.
- 5) In the western section, the uppermost part of the underlying main western arch projects above the cornice. The top of the extrados is 1m and 11cm high from the upper surface of the cornice. It is also worthy of note that in this section the surface of the cornice is almost 50cm higher than at the north and south. An average measure of bricks composing the visible top layer of the western main arch is 55x6cm.

- 6) From the cornice rise the hemisphere of the dome supported by the forty ribs. Close inspection shows many differences among them corresponding to the date of construction. Especially, the irregularity at the north-east is conspicuous. Two ribs are pierced with a lead-lined square hole approximately at their springing point. Other ribs bear an evident trace of this sort of hole. The center of these holes is about 3m and 20cm high from the surface of the cornice. Though no remnants of a certain encircling structure has been found, this seems to be a clear evidence that timber tie beams had been inserted through the ribs to secure the construction. It will be interesting to inquire the origin of this idea to bind the base of a hemispherical dome. Also it should be studied whether the encircling wooden ring was used only during the construction of the dome or it decayed and disappeared in the course of time. The actual state of the holes does not seem to agree with the second possibility.

We are now discussing objects and methods of our future on-the-spot survey of the great dome of Hagia Sophia. For example, an exhaustive examination about cracks on the surface of the dome will be indispensable to understand its structural characteristics and to quest for efficient devices in securing the structure against progressive deformations. In course of these researches, the structural efficiency of the restorations carried out by Fossati, in particular the structural role of the Fossati-ring embedded at the base of the dome, will be questioned. It goes without saying that any study about Hagia Sophia should be advanced in close cooperation with Turkish scholars and authorities. Having prepared the initial program of our research concerning the dome, we are going to ask the Japanese government an official financial support to cooperate with Turkish scholars and to contribute to the cultural exchange between Turkey and Japan.