

9. 建築歴史・意匠—6. 建築論 建築歴史・意匠

ネルヴィ, EUR' 42, アーチ, 無筋コンクリート, イタリア近代建築

1. はじめに

ピエル・ルイジ・ネルヴィ(Pier Luigi Nervi, 1891-1979)はイタリアの鉄筋コンクリートの建設技術の発展に貢献したエンジニア・アーキテクトである。ネルヴィ&バルトーリ社は第二次世界大戦が始まる直前にはオルヴィエートで、戦時中にはオルベテッロにて飛行機格納庫を建設している。前期の格納庫では現場打ちコンクリートで、後期の建設ではプレキャスト工法で施工がされている。これらの変化は戦時中という資源物資が乏しい状況下で、経済性が最優先されるアウトルキー期であることの影響が大きい。鉄筋や型枠としての木造が十分に使えなくなったことに対する、対処法として新しい建設技術が導入されている。また、経済性や資源の節約が求められる中で、ムッソリーニ首相により国家を象徴する様式の確立も当時の建築家達には要求されていた。

その最中にネルヴィは1942年にローマで開催予定であった万国博覧会に関係する各種のパビリオンの設計に携わっている。特に関係が強いパビリオンは、水と光の宮殿(II Palazzo dell'Acqua e della Luce)と展示館(I padiglioni espositivi)であるが、本論考では博覧会場の中心にある「帝王のアーチ」(L'Arco dell'Impero)を取り扱う。その基本設計はA.リベラ(Adalberto Libera, 1903-1963)が行い、構造の検討や施工図の作成をネルヴィが担当している。そのアーチの支間長は200m、高さが100mで設計されている。鉄を使用せずに、どのように無筋コンクリートで施工しようとしたのか。また、検討されていた施工システムはどういったものだったのか。それらの分析を行うことによって、ネルヴィが捉えようとしていたこの構築物の意義や歴史に対する考え方を明らかにすることを試みる。研究対象はパルマ大学附属資料館(CSAC)に所収されている原図や雑誌掲載されている記事などとする。

2. EUR' 42の概要

ネルヴィがこの計画に関与したのは1937年であると言われている*1。会場はローマ以南にあるエウル(EUR)地区でありローマ万国博覧会(Espozizione Universale di Roma 42, EUR'42)の頭文字を取って地区名が付けられている。場所はコロッセオからサン・パオロ門を通過して、ティレニエ海に向かって南西へと走るインペリアーレ通り(クリストフォロ・コロンボ通り)の途中に位置する。その地区を利用して、ファシスト党進軍20周年を記念する博覧会が開催されるはずであった。しかし、第二次世界大戦の勃発を受けて、軍事費用が嵩んだため、工事費に当てる予算が無く、工事は中断している。

その後の1950年代から70年代にかけて、建物として利用可能なものは改修し、廃墟に近いものは解体されるなど、再整備が進んでいる。今回研究対象とする帝国のアーチは実施されることはなかったが、無筋コンクリートでの大規模構築物の検討ということで、RC建設史には重要なプロジェクトである。その計画案から読み解くことのできる伝統的な技術とその当時の技術との関連性について着目して、分析を進めていきたい。

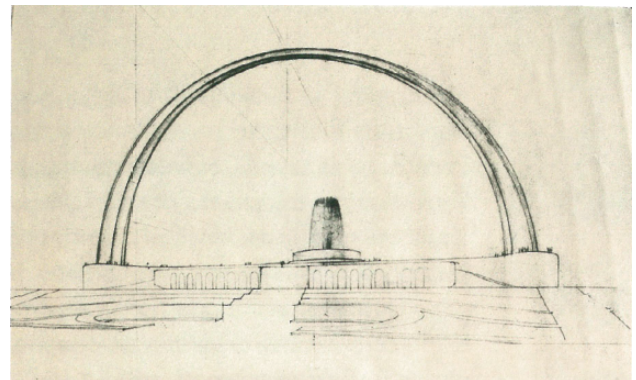


図1: 帝国のアーチと水と光の宮殿のスケッチ

3. ローマ式アーチの模索

1942 年に開催予定だったローマ万国博覧会の中心施設の一つである帝国のアーチに最初に着手したのはネルヴィ達ではなかった。建築家のダゴベルト・オルテンシ(Dagoberto Ortensi, 1902-1975)とチェザレ・パスコレッティ(Cesare Pas-coletti, 1898-1986)らのグループが最初期であり、1937 年 3 月に金属製のアーチを提案している。同時期に並行して建築家のリベラとエンジニアのヴィットリオ・ディ・ベラルディーニ(Vittorio Di Bernardino, 生没年不詳)からなる、もう一つのグループがコンクリートによる半円のアーチを提案する。ムッソリーニがイタリアの様式として確立を求めている「ローマ的な」(romano)性格との相性も良かった。

1930 年代後半はアウトルキー期という状況下であり、コンクリートであればイタリア国内だけでほぼ全材料を入手可能ということもあり、この案は評価を得ていた。さらに、1938 年 3 月にリベラ達はスパンが 200m の半円のアーチ案を提案する。アーチの断面は基礎から頂点に向かって先細りで、楕円形となっている。頂上には展望テラスが計画されており、地上から 100m の高さから博覧会全体を見渡すことが可能になっている。

ネルヴィは C.E.オッポ(Cipriano Effisio Oppo, 1891-1962)大臣から要請を受けて、リベラ達が設計したアーチの実現可能性を確認している。その結果は 1938 年 12 月 13 日に提出されている。概要として、巨大な構造物を実現するためには、構造計算の問題よりも建設において困難が生じるということである。ネルヴィはアーチ型枠の設置と打設時の型枠の変形という主に 2 つの問題点を指摘している。それらの解決策について検討した結果として、1939 年に 2 つの特許を提出している。

1 つ目は断片化されたアーチを段階的に持ち上げること、それらの要素または部分を支えるための支持部材の同時実現の方法である。2 つ目は大規模なアーチの型枠の建設方法とその方法で得るアーチ枠の特徴と詳細についてである。

ネルヴィは特許の中で過去に他のエンジニア等によって建設された寺院、記念碑および城塞などをより高いものにするために利用した巨大な工事用装置の伝統の中に、自分が開発した装置を位置付けようとしている。特許内で提案されているのはケーブル、つなぎ梁、滑車、水力ジャッキ、建設物の足元に置かれて一時的な支持部材となる格子型の骨組みである。またネルヴィ自身もリベラ案

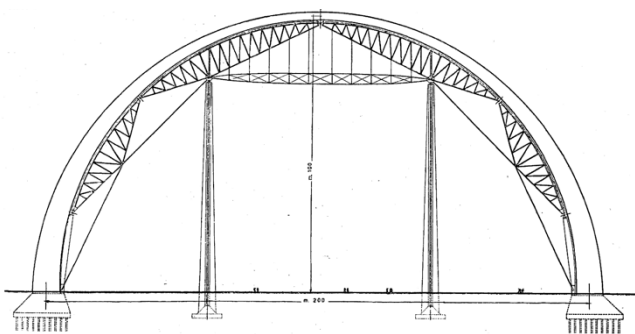


図 2: 帝国のアーチの立面図

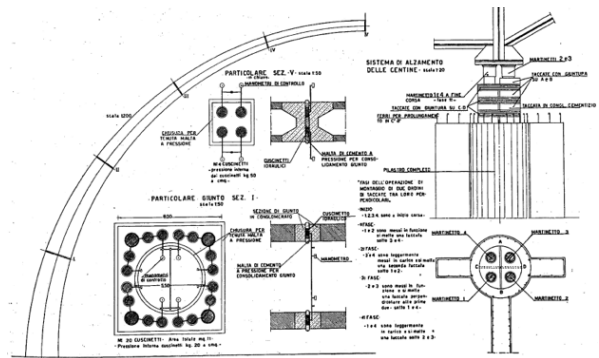


図 3: 帝国のアーチの詳細図

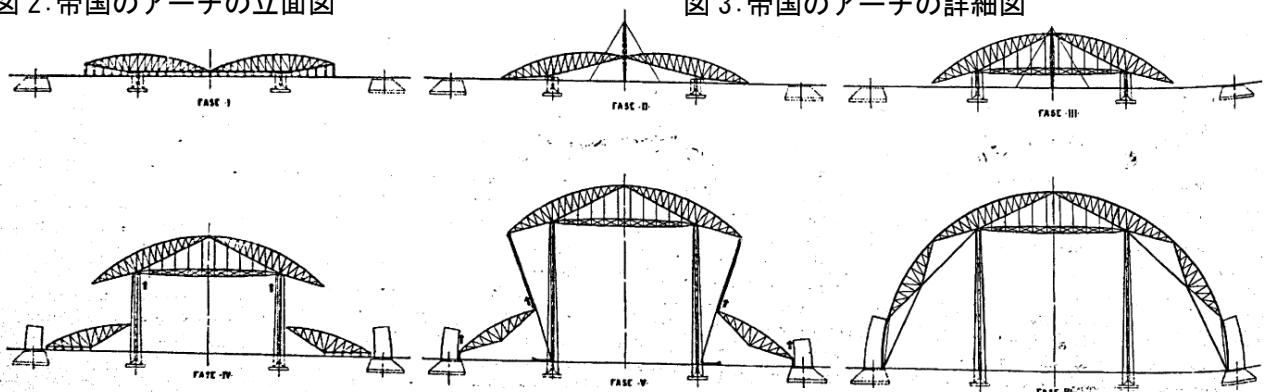


図 4: 帝国のアーチの施工計画図

を発展させ、鉄筋をほぼ使わないアーチ案の改良を提案している。それは1942年8月号のカサベラの記事や*2、1945年出版の著書『建設の科学か？あるいは芸術か？』の中で紹介されている*3。

さらに1939年2月には、ネルヴィ&バルトリー社はミラノ工科大学の建設科学研究所と協力して、模型作成と建築家ディ・ベラルディーニ氏の構造計算結果を確認するための実験を行う権利を与えられた。技術的研究、計算と実験の監修はEUR'42委員会の相談役でもあるアルトゥーロ・ダヌッソ教授(Arturo Danusso, 1880-1968)であった。模型が完成すると、グイード・オベルティ教授(Guido Oberti, 1907-2003)が風洞実験を担当している。最初はミラノの研究所で、続いてグイードニア(Guidonia)の研究所で行われている。

1939年3月にはアーチの計画を最初に提案した建築家たちとエンジニアのジーノ・コブレ(Gino Corve, 生没年不詳)らがバドニー(Badoni)社と協力して、アルミニウム合金でのアーチの建設案を提出している。ここからはネルヴィが検討した無筋コンクリートでの各種検討について記述する。

4. 仮補強

半径100mの半円形アーチを建設するために計画された仮補強の支柱は鉄筋コンクリートで製作し、直接アーチを支持する補強は鉄製となっている(図2)。主アーチの施工時の変形に、より追従できるように補強の形状もアーチ状となっている。

このアーチ型枠は3区間に分かれており、左右対称のために全部で6区間ある。それらが段階的に組み上げられることが想定されている(図3)。第1段階では、鉄製のアーチ型枠を支柱間の中央で組み合わせる。地面から束を立てて、左右対称の型枠を水平に維持する。第2段階では、十字の支柱が立つ点とアーチ型枠の位置が合わさったところまで、組み合わせた型枠の中央を吊り上げていく。第3段階では、十字の支柱間にブレースを設けたつなぎ梁をかける。また、型枠の下弦からその梁に対して吊り材を設けて水平性を保たせる。同時に型枠全体を上部に吊り上げながら、コンクリートの打設を行い支柱の高さを上げていく。第4段階では、2本の支柱の高さをさらに上げなが

ら、主アーチの基礎部からアーチを積み上げていく。アーチ型枠の追加部品を準備する。第5段階では十字柱の最下部から、吊り上げたアーチ型枠の最下部との間にケーブルを設ける。2区間目のアーチ型枠の左端は、コンクリート造の主アーチの基壇部分に沿わせ、右側は設置したケーブルに添わせながら持ち上げて行く。最後の第6段階では、コンクリートのアーチを打設し、2番目のアーチ型枠も吊り上げて、1番目の型枠と接続させる。3番目の型枠をアーチと2番目の型枠間に接続し、半円アーチの型枠を完成させるという、施工計画の検討が行われている。さらには主アーチが完成した後、アーチ型枠を順番に解体して、使用した鉄を完全に回収することも想定されていた。

5. 実験的研究

この計画案は図面の提出だけではなく、実験的研究が求められていた。論理的な調査と計算結果による裏付けが必要とされている。ネルヴィはこのアーチの建設前に検討が必要な問題として、以下の4点を挙げている。

- 1) 流線型トンネルのモデルにおけるアーチ正面・側面に当たる風力の値を定義する調査
- 2) アーチ型枠とアーチの張力モデルにおける最大の負荷下の様々な状況の調査
- 3) 最終的なものと同条件下で何ヶ月かに渡って行われる土台となる支柱への負荷試験
- 4) コンクリートの最も適切な構成、調合、振動についての順序立った調査

これらの調査を進めている途中で、EUR'42委員会はアルミニウム合金でのアーチ建設を決定する。ネルヴィらが着手した研究は無駄となった。そうした決定が下された後で、ネルヴィは客観的にアルミニウム案に対する意見を述べている。

6. アルミニウム製でのアーチ建設に対する意見

ネルヴィはまずアルミニウムが完全にイタリアのものではなく、ローマ的な特徴を持つべきアーチの素材としては不適切であると指摘している。材料費から考えても、アルミナを準備するためのナフサや石炭、電気分解のための松ヤニ、石油、コークスなどが必要となり、鉄製型枠を用いた時よりも高額な費用がかかることを危惧している。

2つ目の意見としては、光沢を伴う金属製薄板によって大きな構築物が建てられることで生じるものに、美的な結果が得られるか、ということであった。アルミニウムの表面にキズが付くなどといった繊細さという問題も生じる。その対策として、保護用の塗料を塗ることは可能だが、記念碑的として不適切であると、ネルヴィは主張をしていた。

3つ目の意見は、目新しい素材を使って大衆に驚きを与えるという、稚拙な考え方についてである。以前は鋼鉄製建築物も驚きを大衆に与える対象であったが、その当時では状況は異なっている。鋼鉄ではなくアルミニウムを使って、その新規性を持って、この象徴的なアーチを建設するのは、不適切であると批判的に捉えていた。そして、ネルヴィは以下のように、無筋コンクリート案を肯定する見解を示した。

コンクリート製アーチ — 今日の技術的可能性と精神における真の統合体、古代ローマ文化の最も典型的な構成要素 — の美的結果の明らかな違いについて固執しなくとも、それを見る各々の人はこの簡単なフレーズ「鉄無しである」の中に、完成した表現と、それに続く勝利の感覚で満たされるであろうことは明らかだ^{*4}

以上のようにネルヴィは雑誌記事の最後を締めくくっている。古代ローマ文化を最も端的に示す素材としてはローマン・コンクリートがあるが、その素材を意味的に再び復活させることがネルヴィの想定にあった可能性もある。以下に建設技術の起源としての伝統的建設方法への彼の見解が示されている。

技術的發展により我々の嗜好と美的感性を導く新しい様式の最も注目すべき特性のひとつは、その起源がそれ自体にもたらす不変的で、普遍的な特徴の中にある^{*5}

ネルヴィは伝統的工法の応用により得られる新しい技術によって得られるものについて述べている。彼が第二次世界大戦中のイタリア国家の様式を確立

していく過程で、伝統的なコンクリート建設方法の起源を意識していたことを指摘することができる。

7. まとめ

今回の調査ではネルヴィが関わったローマ万国博覧会の主要なモニュメントである帝国のアーチの計画概要と経緯、施工計画、そしてネルヴィの設計理念について、彼が書いた雑誌記事や図面などを手掛かりにして明らかにすることを試みた。アーチ自体は建設されることはなかったが、実施可能な段階までネルヴィによって図面が作成されていた。

その過程でネルヴィは、ファシズム期イタリアに相応しい様式の検討を行っている。無筋コンクリートを手掛かりにイタリアにあった伝統的な建設技術の起源や建築材料に着目することで、ローマ的な様式の確立という問題に対応しようとした。こうした考察により、ネルヴィは歴史や伝統的な工法を尊重し、それらを起源として新しい建設方法を開発しようとする、彼の歴史観の一端が明らかになった。

注

*1 Claudio Greco: PIER LUIGI NERVI Dai primi brevetti al Palazzo delle Esposizioni di Torino 1917-1948, Quart Edizioni Lucerna, 2008, p.127.

*2 Pier Luigi Nervi: Un arco monumentale in conglomerato non armato, Casabella, n.176,1942.8.

*3 Pier Luigi Nervi: Scienza o arte del costruire?, Caratteristiche e possibilità del cemento armato, Edizioni della Bussola, Roma, 1945.

*4 Ibid, 1942.8, p.25.

*5 Pier Luigi Nervi: La tecnica ed i nuovi orientamenti estetici, Atti del convegno di Ingegneria dell'anno XVIII, Sindacato fascista ingegneri di Milano, 1939, pp.1-4.

図版出典

図 1 : パルマ大学の付属施設である Centro Studi e Archivio della Comunicazione(CSAC)に所収

図 2 : Casabella, n.176, 1942.8, pp.23-25 に掲載

図 3 : Ibid.

図 4 : Ibid.