

VI-236

空気膜と吹付けコンクリートを用いたドームやカルバートの構築法

フジタ	正会員	神田 亨
HPドームジャパン		湊 寿馬
フジタ	フェロー	青景平昌
フジタ	正会員	岡野幹雄

1. はじめに

一般にドームやアーチは曲げより圧縮が卓越する構造形式であり、柱のない大スパン構造物に適している。また最も経済的な断面設計となるためコンクリートボリュームや鉄筋量が少なくすむという利点を有している。しかしながらコンクリートで建造する場合には複雑で高価な型枠支保工を必要とするため採用される例は比較的少ない。ここでは空気膜型枠と吹付けコンクリートを用いることで仮設費の削減や工期の短縮を可能にしたドームやアーチカルバートの新しい構築法について報告する。

2. 工法の概要

この工法は米国で開発されたもので欧米では130基以上の実績があり、主にドーム形状の貯蔵施設やアーチカルバートに採用されてきた。我国では吹付けコンクリートを永久構造物に使用した例は少ないが、法枠や補修用としての実績が存在する。一般に吹付けでは急結剤を使用するが、急結剤を添加したコンクリートは長期強度の伸びが阻害されたり、アルカリ量が多くなりアルカリ骨材反応の危険性が増すなどの問題を生じる場合がある。こうした観点から法枠用の吹付けには急結剤を使用しないことが多いが、本工法でも急結剤を添加しない低水セメント比の高品質吹付けコンクリートを使用する。工法の特徴を列挙すれば

- 1) 内圧を通常の空気膜構造の10倍程度の250mmAq以上に維持し、出来形精度を確保する。
- 2) 急結剤を用いない高強度吹付けコンクリート(設計基準強度36~40 N/mm²)を使用。
- 3) アンボンドPCケーブルによるプレストレスを導入することで施工継目をなくすことが可能。
- 4) 工期が短い(100m級のアーチカルバートや直径60m級のドームでも1~2ヶ月で躯体工事は完了)。
- 5) 高所作業車のみで施工でき、支保工、足場等が不要。

3. 施工手順

はじめにベースコンクリートを打設し膜材を設置する。プロアを用いて空気膜を膨らませ所定の内圧を維持する。形状保持とスペーサーの役割を兼ねたワイヤーケーブルを設置する。ケーブルにはケーブルチェアと呼ばれる樹脂製のスペーサーが取り付けられており、所要のかぶりを確保できるようになっている。図1に断面の模式図を示す。溶接金網をケーブルに取り付け、その上に下層の配筋を行う。その後、第1層目のコンクリートを3~4cmの厚さで吹付ける。その後は適切な養生期間をとりながら、何層かに分けて所要の厚さまでコンクリートを吹付ける。その間、所定の位置にPCケーブルを配置する。上層の鉄筋の位置まで達したら再び配筋作業を行い、最後の層のコンクリートを吹付ける。空気膜は吹付け終了まで存置してもかまわないが、第2層のコンクリートが完了した時点で撤去可能である。また膜材は3~7回程度まで転用可能である。

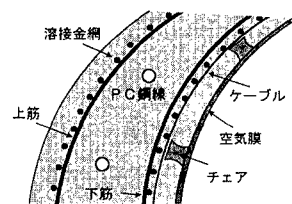


図1. 断面の模式図

4. 試験施工

本工法の有用性を検証するために、図2に示すようなドームとアーチカルバートを合体させたような形状の実大規模の試験体を作製する実験を行った。内空断面は高速道路の2車線トンネルの標準断面以上の寸法を有している。鉄筋はD19を250mm間隔で上下2層に配置し、溶接金網は100×100mmの

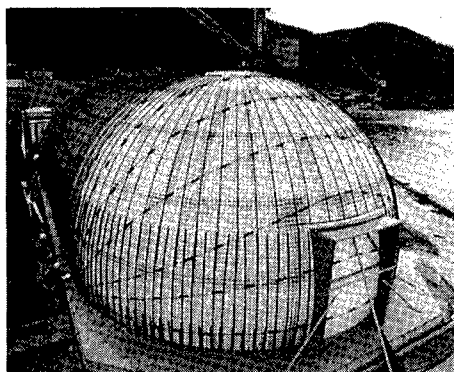


写真1. 配筋状況

空気膜、吹付けコンクリート、ドーム、カルバート、プレストレス

〒224 横浜市都筑区大瀬 74 TEL 045-591-3911 FAX 045-592-5816

Kanda @giken.fujita.co.jp

ものを使用した。プレストレスは乾燥収縮によるひびわれを防ぐために長軸方向に応力に換算して 0.2 N/mm^2 程度を導入した。長軸方向に圧縮応力を導入することで100m級のカルバートでも施工ジョイントを設ける必要がなくなる。ドーム形状の場合にはプレストレスは円周方向に導入することになる。写真1に下層の配筋状況を示す。開口部は妻枠を設けることで任意の位置に設けることができる。

使用した施工機器は18m級高所作業車、コンプレッサー、ブロー、コンクリートポンプ車等であり、何れも市中で容易に調達可能な汎用の機器である。ベースコンクリートの打設からプレストレス導入までに要した期間は40日間、吹付けに要した期間は2週間程度であった。写真2に高所作業車を用いた吹付け作業の状況を示す。

5. 吹付けコンクリートの品質

吹付けコンクリートの配合は施工場所の骨材事情を勘案して試験練りによって決定するが、 $W/C=30\sim39\%$ 、スランプ8cm、空気量6%、最大寸法15mm以下という基準値を満足するようにする。空気量が若干大きめの値となっているのは吹付けによる空気量のロスを補うためである。

図3に吹付け後コア採取した供試体と生コン車から直接採取してモールドに詰めて作製した供試体との強度比較を示す。何れの材令においてもコア供試体の強度の方が高くなっているが、この理由は吹付けにより空気量が減少したことや高圧で吹付けるので突棒で締め固めるより密実なコンクリートとなっているためと考えられる。図4に実体顕微鏡による気泡径分布の測定結果を示す。吹付けにより気泡総数は減少するが凍結融解性状に影響を与える細かな気泡の割合は増している。また吹付け後も4%の空気量は確保されている。凍結融解試験を実施したところ300サイクル経過後も全く劣化は見られなかった。

図5はD16鉄筋を使用しJSCE-G503に準拠した付着強度試験の結果である。0.002Dにおける付着応力度は吹付けによって作製した供試体の方が高く、最大付着応力度は型枠に打設して作製した供試体の方が若干高くなったがその差は軽微である。JSCE-G503では圧縮強度に応じた補正係数 $\alpha=30/f_c$ で付着応力度の補正を行う。このためモールド供試体に比べ圧縮強度の高い吹付け供試体は最大付着応力度の値としては若干小さくなっているが、引抜き荷重自体はモールド供試体よりも大きい。こうした点から考えて鉄筋との付着強度に関しては通常の方法で施工したコンクリートと同等とみなしてよいと思われる。

この工法ではコンクリートを層状に吹付けていくため、層間の付着性状が問題となる。この点については、打継目を含む純引張試験や曲げ試験等を実施して検討を行った。その結果、一体で型枠に詰めて製作した供試体と全く遜色ない強度が得られたが、データについては紙面の都合上省略する。

6. まとめ

試験施工の結果、本工法を用いることで従来工法に比して、工期、工費とも2~3割削減できることが確認された。今後は吹付けコンクリートの長期的な品質に関するデータの蓄積に努めるとともに、ドームやアーチカルバート以外の適用分野についても検討していきたいと考えている。

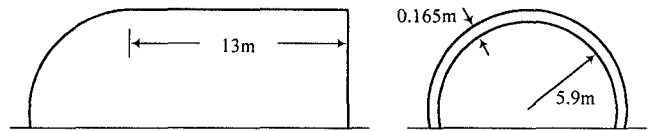


図2. 試験体の寸法

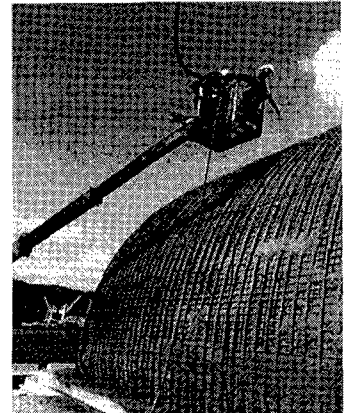


写真2. 吹付け作業

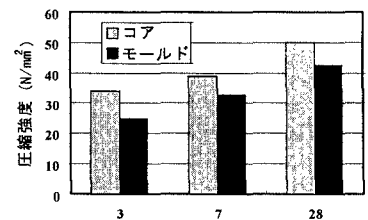


図3. 圧縮強度 材令（日）

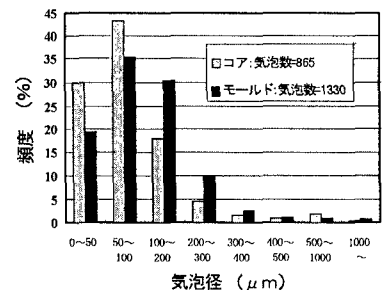


図4. 気泡径の分布

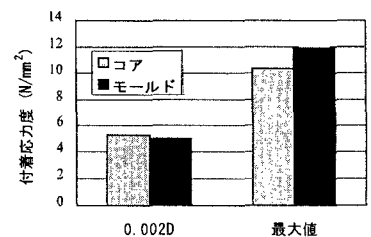


図5. 付着強度