

(V-46) 高強度吹付けコンクリートの諸特性(空気膜型枠を用いたRCシェル工法への適用)

(株)フジタ 正会員 伊藤祐二

(株)フジタ 正会員 岡野幹雄

(株)フジタ 正会員 角 幸広

1. はじめに

ドームやアーチ構造は曲げより圧縮が卓越する構造形式で柱のない大スパン構造物に適し、最も経済的な断面設計となるため材料が少なくすむという利点も有している。しかしながら、コンクリートで構築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。空気膜を型枠支保工とし、急結剤を用いない高強度コンクリートを吹付けることで、仮設費の削減や工期の短縮が可能となる。本工法の有用性を検証するために実大規模の施工試験を行ったので、試験時に作成した試験体より得られた、高強度吹付けコンクリートの諸特性(主に強度特性)について報告する。

2. 施工試験の概要

2. 1 施工手順

本工法の詳細は文献1)に譲るが、施工手順の概要は、ベースコンクリート構築、空気膜型枠設置、下層補強材設置、必要厚まで繰返し吹付け(中間でPCケーブル設置)、上層補強材設置、かぶり部吹付け、仕上げ吹付け、空気膜型枠撤去、PCケーブル緊張、必要に応じてコーティング、である。

2. 2 施工試験の概要

試験体はドームとアーチカルバートを合体させた形状で、内空断面は高速道路2車線トンネルの標準断面以上の寸法を有している。使用した施工機器は18m級高所作業車、コンプレッサー、プロア、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。吹付けに要した期間は2週間程度であった。図1に実大規模試験体の形状を、写真1に吹付け作業の状況を示す。

2. 3 コンクリートの試験項目

施工試験では2層に分けてコンクリートの吹付けを行い、所定の試験を実施した。試験項目を表1に示す。本報告において「コア」はJSCE-F561に従ってコンクリートをパネル型枠に吹付け、硬化後 $\phi 5 \times 10\text{cm}$ 、 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ または $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ に切り出した試験体を、「管理」はJIS-A-1132またはJIS-A-1106に従ってコンクリートを型枠に打込んで作成した試験体を表す。コア試験体は吹付け後材齢3日まで散水養生を行い、この時点で切り出し・整形後、試験材齢まで標準養生を行った。管理試験体は全て標準養生である。

3. 高強度吹付けコンクリートの配合

本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、最大骨材寸法15mm以下、 $W/C=30 \sim 39\%$ 、

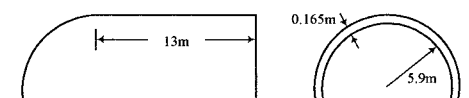


図1 試験体の形状

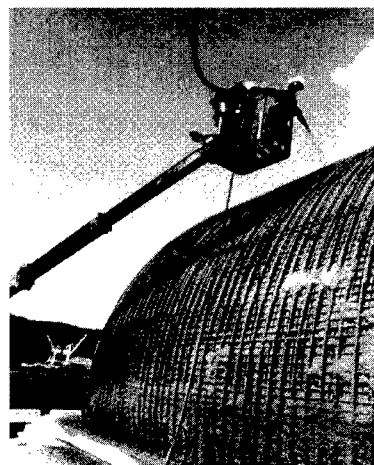


写真1 吹付け作業の状況

表1 試験項目

試験項目	
フレッシュ時	スランプ、空気量、温度、単位容積質量、リバウンド率、付着およびリバウンド材の配合推定、
硬化後特性	圧縮強度、ヤング係数、吹付け面の角度による圧縮強度の変化、曲げ強度(1層および2層吹付け)、層間引張強度、付着強度、凍結融解、気泡間隔係数測定、促進中性化、乾燥収縮、透水性、遮塩性

キーワード：空気膜、吹付けコンクリート、高強度、強度特性、耐久性

連絡先：〒243-0125, 神奈川県厚木市小野2025-1, Tel. 046-250-7095, Fax. 046-250-7139, E-mail: yito@fujita.co.jp

スランブ 8cm, 空気量 8%, という基準を満足するように定める。空気量が大きめの値となっているのは吹付けによる空気量の損失を補うためである。施工試験に用いた高強度吹付けコンクリートの基本配合を表 2 に示す。

4. 強度特性

図 2 に圧縮強度および単位容積質量の経時変化を示す。コア試験体強度は管理試験体強度を全ての材齢で上回っている。これは吹付けにより空気量が減少したことや、高压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。このことは単位容積質量の試験結果からも裏付けられる。また、コア試験体の強度は材齢 7 日で 40N/mm² に達しており、耐久性なども良好であることが予想される。

図 3 に圧縮強度とヤング係数の関係を示す。この図には RC 示方書・設計編に示されている値も同時に示した。高強度吹付けコンクリートのヤング係数は RC 示方書に示されている値に比べて 15%程度小さいので、設計に考慮する必要がある。また、本コンクリートの配合では、圧縮強度とヤング係数の関係は吹付けによりほとんど影響されないことが分かる。

図 4 に D16 鉄筋を使用し JSCE-G503 に準拠した付着強度試験の結果を示す。0.002D における付着強度はコア試験体が大きく、最大付着強度は型枠に打設した管理試験体が若干大き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 $\alpha = 30/f_c$ (f_c : 圧縮強度) で付着強度の補正を行う。このため管理試験体に比べ圧縮強度の高いコア試験体は最大付着強度の値としては若干小さくなっているが、引抜き荷重自体は管理試験体よりも大きい。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考えられる。

5. 耐久性

高強度吹付けコンクリートは過酷な自然環境に曝される場合が多いと考えられたので、種々耐久性試験を行った。その結果、凍結融解、促進中性化、透水性、遮塩性については通常のコンクリートに比べて遙かに良好であり、吹付けによる耐久性の低下もないことが明らかとなった。また、コアおよび管理試験体の乾燥収縮ひずみは材齢 26 週で 0.12%程度であり、NATM で用いられている吹付けコンクリートの場合とほぼ同様の値であった。この値は通常のコンクリートと比べてかなり大きい、施工時に収縮補償としてプレストレスを 0.2N/mm² 程度導入することで対応している。

<参考文献> 1) 神田亨ほか：空気膜型枠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方法，土木学会第 45 会年次学術講演会講演概要集，第 VI 部門，pp. 427～437，1997

表 2 高強度吹付けコンクリートの基本配合

最大骨材 寸法 (mm)	水セメント 比 (%)	細骨材 率 (%)	単位量 (kg/m ³)	
			水	セメント
10	37	75	220	595
普通ポルトランドセメント, リグニン系 AE 剤使用				

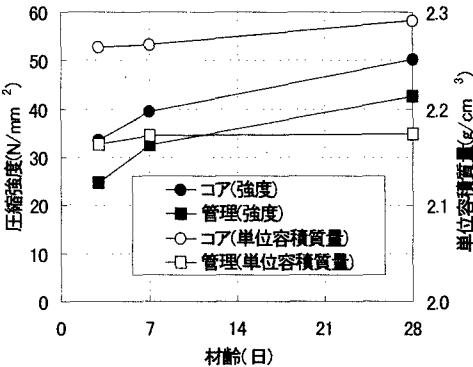


図 2 圧縮強度および単位容積質量の経時変化

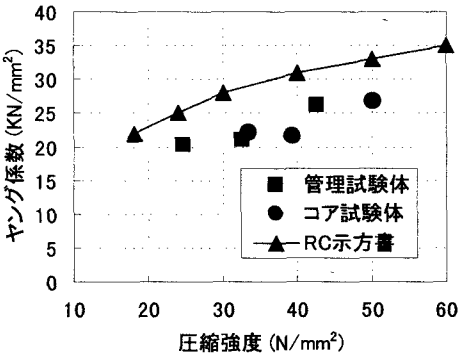


図 3 圧縮強度とヤング係数の関係

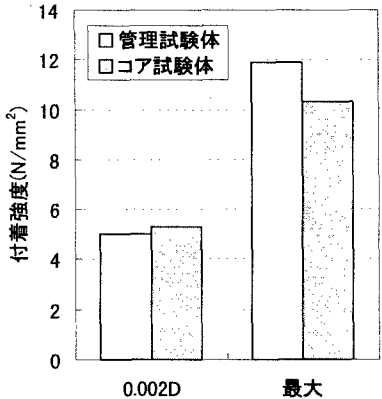


図 4 付着強度の比較