

埋設型枠代替に用いる高強度吹付けモルタルの耐久性

鹿島建設(株) 正会員 小林 聖 ○中村真人 田口翔也 Devin GUNAWAN 曾我部直樹

1. はじめに

鉄筋、型枠の組立てやコンクリートの打込みなどの作業を人力で施工する RC 躯体構築現場では、建設作業員の高齢化に伴う担い手不足が強く懸念されている。特に、型枠工事は現場の状況に応じて型枠を加工して組み立てる必要があり、歩掛りや出来形が作業員の経験や能力に影響されやすく、今後の型枠大工の減少により生産性および構造物としての品質確保が課題となる。これに対して、筆者らは、RC 躯体の型枠工を省力化できる構造・施工技术について検討を行っている¹⁾。新しい柱部材の構築におけるコンセプトを図-1 に示す。事前に設置した芯材に高強度モルタルを吹き付けて埋設型枠（以下、外殻と称す）を形成し、外殻内部にプレハブ化した鉄筋を設置した後にコンクリートを打ち込むことで鉄筋コンクリート部材を構築するものである。これまでに筆者らは吹付け可能な高強度繊維補強モルタルによる外殻形成に関する検討を行っており、硬練りの高強度繊維補強モルタルを吹き付けることなく自立して仕上げられることを明らかにしている²⁾。さらに、一般構造物に広く適用することを目的として、汎用的な材料で構造物の外殻形成を可能とする高強度モルタルの配合を選定した³⁾。構造物の外殻として適用するには、吹付け性能のみでなく、十分な耐久性を確保する必要があるため、本検討では、選定した配合における各種劣化因子に対する耐久性の評価を行った。

2. 実験概要

配合を表-1 に示す。結合材にシリカフェュームセメント、細骨材に一般的な砕砂（JIS A 5005 適合品）を用い、ポリカルボン酸系の高性能減水剤を 1.0% 添加した。水セメント比は 16% とし、細骨材/セメント比を 1.2 として吹付け後の自立性を確保した。なお、自立性の指標としてモルタルフロー試験（打撃無し）で $105 \pm 5\text{mm}$ を目標値とした。

試験項目を表-2 に示す。試験用の供試体は、 $L500 \times W500 \times t100\text{mm}$ の平板に高強度モルタルを一般的なスクイーズ式のモルタルポンプ（200V、最大吐出量 100ℓ/分、最大吐出圧 2.5MPa）により鉛直に吹き付けて作製し、所定のサイズに切り出して用いた。供試体の切出し方法を図-2 に

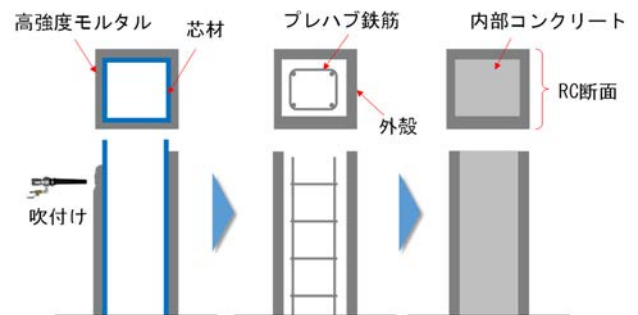


図-1 新しい柱部材の構築におけるコンセプト

表-1 高強度モルタルの配合

W/C (%)	S/C	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)			高性能減水剤 (C×%)
			水 W	セメント C	細骨材 S	
16	1.2	2.0	170	1063	1228	1.0

セメント：シリカフェュームセメント、密度 3.08g/cm³細骨材：砕砂、表乾密度 2.64g/cm³、粗粒率 2.73

表-2 試験項目

試験項目	試験方法	供試体サイズ	材齢
細孔径分布	水銀圧入法	φ50×h100mm	28, 91日
塩分浸透	JSCE-G 572	□100×L400mm	浸漬後3カ月
凍結融解	JIS A 1148 (A法)	□100×L400mm	100, 300, 500 サイクル
化学的侵食	JSTM C 7401 (硫酸ナトリウム, 硫酸マグネシウム)	φ50×h100mm	浸漬後1, 2, 4, 8, 13週

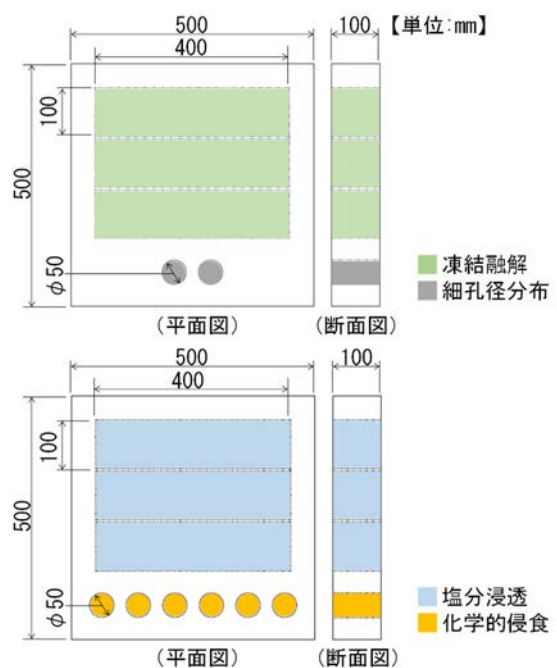


図-2 供試体の切出し方法

キーワード：吹付け、埋設型枠、外殻、高強度モルタル、耐久性

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

示す。吹付け完了から 1 時間後に表面をこて仕上げし、20℃の室内で封緘養生した。切出しは材齢 21 日に実施し、その後封緘養生を継続し、材齢 28 日から各種耐久性試験に供した。各種試験は JIS 等の規格に準拠し、細孔径分布については水銀圧入法により 3nm~60 μ m の空隙量を計測した。

3. 試験結果

材齢 28 日および 91 日における細孔径分布の測定結果を図-3 に示す。全空隙は材齢 28 日で 5.5%、材齢 91 日で 4.5%であり、材齢経過に伴い空隙率が低下した。超高強度繊維補強コンクリートの空隙率が 4.2%程度³⁾であることから、本モルタルが非常に緻密な硬化体であることが分かる。

塩分浸漬試験後の試験体を切断し、EPMA にて塩化物イオン濃度の測定を行った。吹付け表面からの塩化物イオン濃度分布を図-4 に示す。塩分の浸透はごく表層のみに認められる程度であった。このグラフを Fick の拡散方程式によりフィッティングし、現時点での拡散係数を算出した結果、拡散係数は 0.006cm²/年と算出された。超高強度繊維補強コンクリートの浸漬期間 6 カ月における拡散係数が 0.0059cm²/年³⁾であることから、本モルタルが非常に高い塩分浸透抵抗性を有していることが分かる。

凍結融解試験の結果を図-5 に示す。500 サイクルにおいても相対動弾性係数の低下は確認されておらず、高い凍結融解抵抗性を有していることを確認した。前述のとおり、緻密な硬化体であるため外部からの水分供給が著しく少ないためと考えられる。

化学的侵食に対する抵抗性を評価するために、硫酸ナトリウム溶液と硫酸マグネシウム溶液に浸漬した結果を図-6 に示す。浸漬期間 13 週においても質量の変化はなく、モルタル表面に溶脱などの変状もないことから、硫酸塩に対して優れた抵抗性を有していることを確認した。

4. まとめ

新しい RC 躯体の構築方法において、外殻を形成する高強度モルタルは吹付け後に緻密な硬化体となり、塩害や凍害および化学的侵食に対して優れた抵抗性を有することを確認した。今後も試験を継続し、長期的な耐久性について確認する予定である。

参考文献

- 1) 中村ら：吹付けによる外殻形成を目的とした高強度モルタルの配合検討，土木学会第 76 回年次学術講演会講演概要集，V-126，2021.
- 2) 小林ら：構造物の外殻形成を目的とした吹付け用繊維補強モルタルの検討，土木学会第 76 回年次学術講演会講演概要集，2021.
- 3) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針（案）

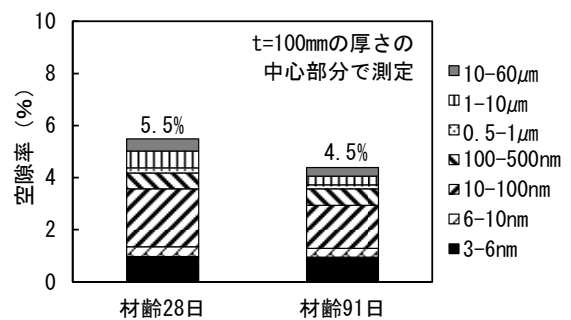


図-3 細孔径分布

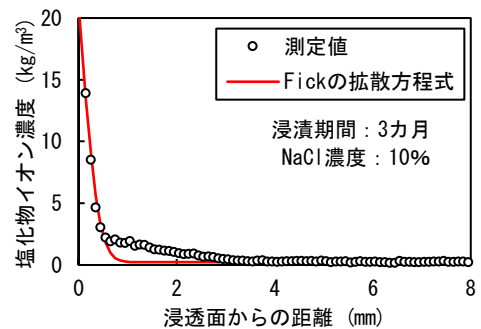


図-4 表面からの塩化物イオン濃度分布

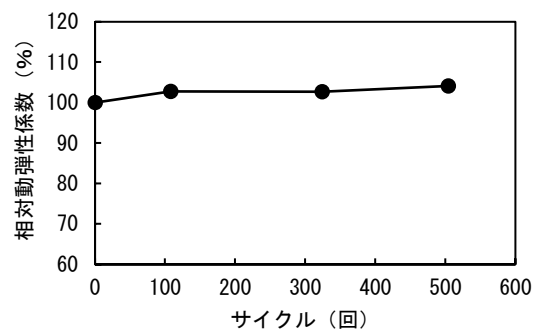


図-5 凍結融解抵抗性

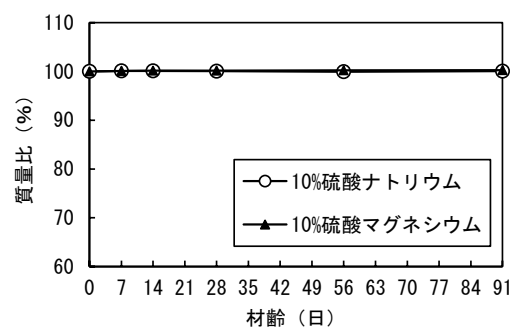


図-6 化学的侵食に対する抵抗性