

吹付けモルタルを用いた埋設型枠に対する養生方法の一検討

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

1. はじめに

RC 躯体構築現場の型枠工事は、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、今後熟練の型枠大工が減少することにより、生産性および構造物の品質が低下することが懸念されている。そこで筆者らは、従来工法に対し、コストを同等以下としつつ、豊富な経験を有する型枠大工を必要としない構造・施工技術について検討を行っている。柱部材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対してモルタルを吹付け、現場で埋設型枠（以下、吹付け埋設型枠）を作製し、その内部にコンクリートを打ち込むことで RC 部材を構築する。また、本工法で用いるモルタルは高強度で緻密な組織を持ち、塩分浸透や凍結融解、化学的侵食に対して優れた抵抗性を示すため、従来工法と比較し耐久性を大きく向上させることも可能である。一方で、多量のセメントを使用することによる自己収縮や埋設型枠が薄い部材であることによる乾燥収縮によるひび割れが発生した場合、吹付けモルタルが持つ優れた耐久性が十分に発揮されない。そこで、本稿では、ひび割れの抑制方法の一つとして、打込み後の養生に着目し、効果的な養生条件を検討した。

2. 実験概要

本実験では、吹付けモルタルで平板を作製し、養生方法の差異が、収縮特性およびひび割れに与える影響を確認した。配合を表-1 に示す。結合材にシリカフュームセメント、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。水セメント比を 16%，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。

作製した試験体を図-2 に示す。長さ 500×幅 500×厚さ 40mm の木製型枠に、拘束体として φ6、150mm ピッチのメッシュ筋を設置した。埋込み型のひずみ計を平板中心付近に設置し、打設直後から測定を開始した。試験体は、表-2 の実験ケースに従い、それぞれ養生を行った。なお、「封かん→水中養生」については、打込み直後から 27 時間後まで仕上げ面をラップフィルムで封かんした。その後フィルムを取り外し、底面および側面の木製型枠を取り付けたまま、水を張った水槽に沈めて材齢 154 日まで水中養生を行った。

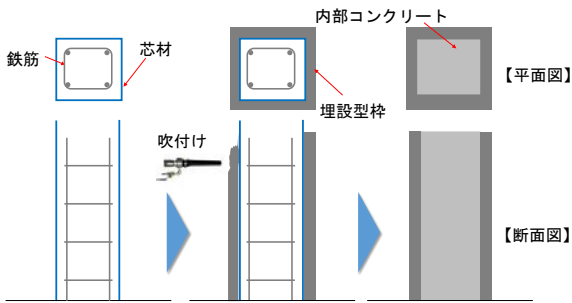


図-1 柱部材におけるコンセプト

表-1 吹付けモルタルの配合

W/C (%)	S/C	空気量 (%)	単位量(kg/m³)			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

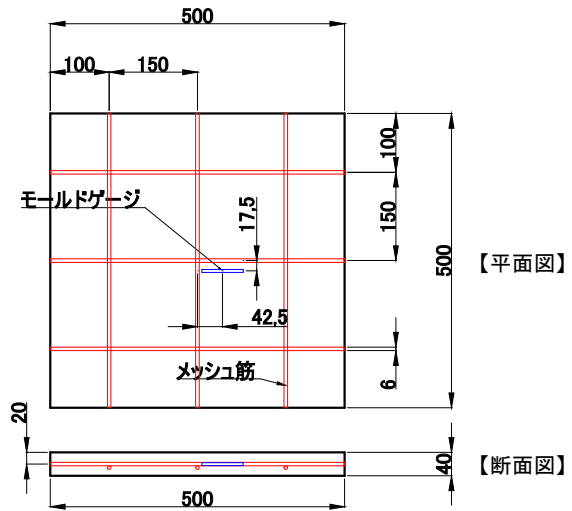


図-2 試験体寸法およびゲージ位置

表-2 実験ケース

実験ケース	打設～27 時間	27 時間～154 日
気中養生	20℃60%RH 環境下で気中養生	
封かん養生	ラップフィルムで 20℃封かん養生	ラップフィルムで 20℃封かん養生
封かん→水中養生		20℃水中養生

キーワード 吹付け，高強度モルタル，収縮，ひび割れ

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

3. 実験結果

打込み直後から材齢 36 時間までのひずみを図-3 に示す。気中養生を行った試験体では、打設から 6 時間経過後、急激に収縮が大きくなり、12 時間経過後に変化が緩やかになった。27 時間後の養生変更時点で試験体表面の観察を行ったところ、ひび割れがメッシュ筋に沿って発生していることを確認した(図-4)。なお、ひずみ計付近にもひび割れが発生していることから、応力解放が起こっている可能性があるため、ひび割れ発生後のひずみは参考値とした。一方で、封かん養生を行った試験体の収縮は、気中養生と同様に、急激な収縮のあと緩やかな収縮が起こる傾向を示したが、ひずみは $200\mu\text{m}$ 程度となっており、ひび割れは確認されなかった。既往の文献²⁾より、高強度コンクリートに発生する収縮ひび割れは、乾燥開始材齢が早いほど、また、相対湿度が低いほど顕著に現れることが示唆されており、本実験でも同様の結果を示した。本モルタルは多量のセメントを使用しているため自己収縮が大きくなるが、初期材齢においては、自己収縮以上に乾燥収縮がひび割れに与える影響の方が大きいと考えられた。

次に、打込み直後から材齢 154 日までのひずみを図-5 に示す。気中養生を行った試験体では、先に述べたとおり、初期材齢で既に応力解放が起こっていた可能性が高く、緩やかに収縮し続けた。154 日経過後、試験体表面の観察を行ったところ、ひび割れ幅、分布ともに 27 時間時点と同程度であることを確認した。一方で、封かん養生を行った試験体も緩やかな収縮傾向を示したが、154 日時点でもひび割れが確認されなかった。なお、水中養生を行った試験体では、乾燥が防止されたため養生変更後の収縮はほとんど確認されなかった。

以上より、初期材齢においては、乾燥による急激な収縮によってひび割れが発生すると考えられる。一方で、長期材齢においては、強度が発現することで収縮により発生する引張応力に抵抗でき、ひび割れが発生しないと考えられる。これらのことから本工法では、初期材齢において吹付けモルタル表面の相対湿度を高い状態に保つことが、ひび割れの抑制に効果的であると言える。

4. まとめ

吹付け埋設型枠のひび割れを抑制することを目的として、効果的な養生条件について確認した。その結果、初期材齢において、乾燥による急激な収縮が生じ、試験体にひび割れが発生した一方、長期材齢においては収縮が生じても、ひび割れが発生しなかった。そのため、初期材齢においてモルタル表面の相対湿度を高い状態に保つことが、ひび割れの抑制に効果的であると考えられる。今後の課題として、実施工では封かん養生を続けることが困難な場合があるため、途中で気中養生に変更した場合のひび割れ発生の有無について確認していく。

参考文献

- 1) 小林ら：鋼繊維補強コンクリートを用いた新しい外殻構造に関する検討，土木学会第 74 回年次学術講演会論文集，pp.120-121，2019
- 2) 岩城ら：高強度コンクリートに発生する収縮ひび割れに関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.24，No.1，2002，pp.447-452

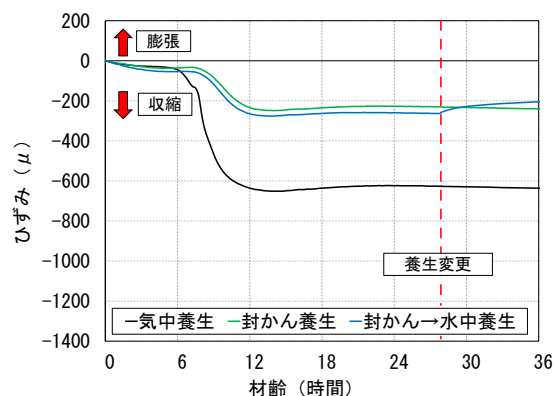


図-3 材齢 36 時間までのひずみ

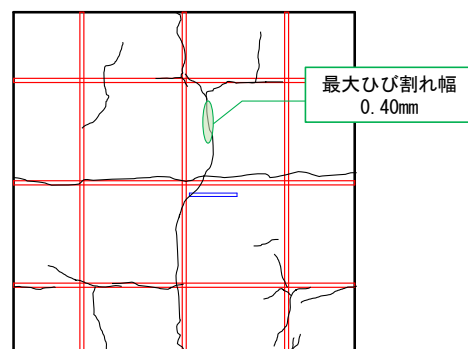


図-4 ひび割れ発生分布図（気中養生）

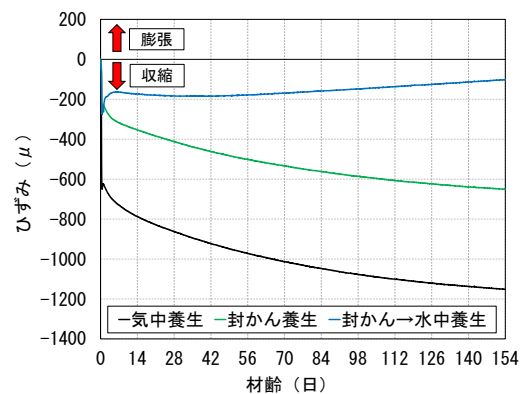


図-5 材齢 154 日までのひずみ