

メッシュ筋を埋設した高強度モルタルによる外殻部のひび割れ発生強度

鹿島建設(株) 正会員 ○横田祐起 Devin Gunawan 曾我部直樹 小林 聖

1. はじめに

筆者らは、RCの柱や壁部材を対象に、型枠工を省力化できる施工技術として、吹付け可能な高強度モルタルによる外殻構造について検討を行っている¹⁾²⁾。外殻構造は、コンクリート打込み時に型枠として機能するものであるため、コンクリート側圧に対して大きく変形しないこと、ひび割れが生じないことが重要である。ここでは、吹付けによって形成した外殻構造の曲げじん性、およびひび割れ発生強度に関する検証について報告する。

2. 吹付けによる外殻構造の概要と課題

外殻構造を用いたRC躯体構築では、**図-1**に示すように、組み立てた補強筋の外周に設置した芯材に対して高強度モルタルを吹き付け、躯体のかぶりに相当する外殻部を形成する。モルタルが硬化した後、外殻部の内部にコンクリートを打ち込むことでRC躯体が完成する。これにより、型枠組立作業の多くを吹付け作業で代替でき、解体作業も省略できるため、RC躯体構築における型枠工を省力化することができる。

吹付け可能な高強度モルタルで構成される外殻部は、コンクリート打込み時に型枠として機能させることから、たわみやひび割れに対して一定の曲げじん性を確保する必要があると考えた。そこで、格子状に加工された補強筋(メッシュ筋)を外殻部に埋設することとした。

既往の検討では、吹付け可能な高強度モルタルに鋼材を一体化させた場合、モルタル硬化時の収縮を鋼材が拘束することで生じる引張応力によって、想定よりも小さい曲げ応力でひび割れが生じたことが報告されている²⁾。メッシュ筋を埋設した場合でも同様のメカニズムで外殻部のひび割れ発生強度が低下する可能性があり、外殻構造を設計するためには、その影響を考慮して外殻部のひび割れ発生強度を適切に設定する必要がある。

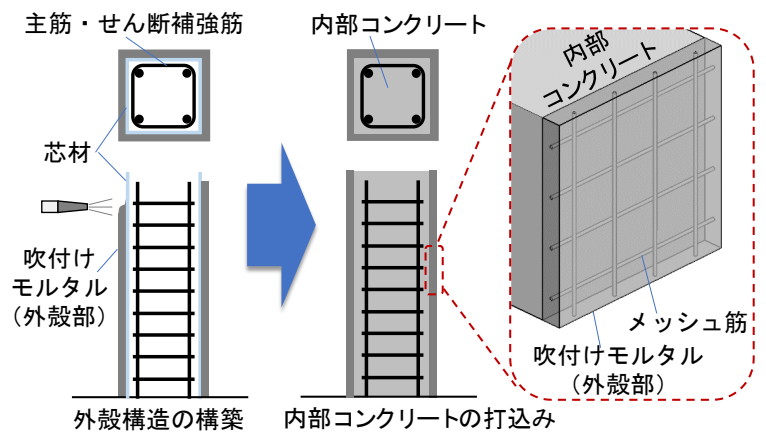


図-1 外殻構造によるRC躯体の構築

3. メッシュ筋を有する外殻部のひび割れ発生強度確認実験

メッシュ筋を埋設した外殻部のひび割れ発生強度を確認するために、外殻部を模擬して吹付けで製作した高強度モルタルによる平板に対して載荷実験を行った。

試験体の概要を**図-2**に、試験体の製作状況を**写真-1**に示す。まず、長さ2000mm、幅1000mmの大型の平板に芯材として開口率44.3%のラス網を設置し、メッシュ筋は、異形鉄線D6を100mm角目に溶接したものを吹付け面上から20mmのかぶりになるように配置した。これに対して高強度モルタル¹⁾を垂直方向に吹き付けて大型の平板を製作した。硬化後に長さ1000mm、幅400mm、厚さ50mmの試験体を3体、切り出して採取した。

載荷実験の概要を**図-3**に示す。等曲げ区間、支点-載荷点間は、メッシュ筋の鉄筋間隔より大きくなるように、いずれも200mmとした。

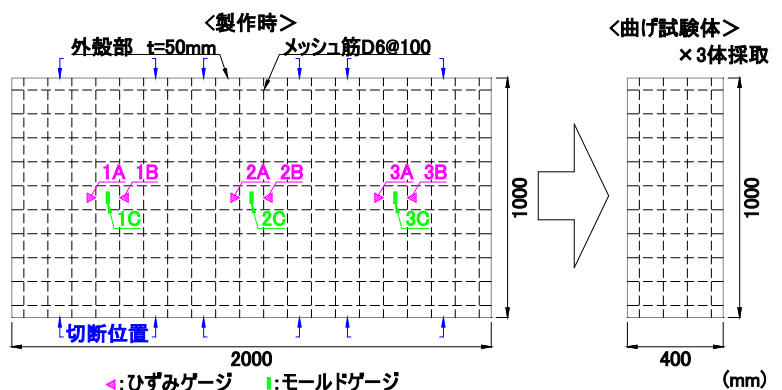


図-2 試験体の概要(平面図)

キーワード 型枠, 生産性向上, 高強度モルタル, 吹付け, 外殻構造, ひび割れ発生強度

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

図-4 に荷重実験における荷重—変位関係を示す。実験では、曲げひび割れ発生直前で最大荷重を示した後、荷重が低下した。その後、最大荷重の半分程度の荷重を保持しながら曲げ変形が進んでいることから、メッシュ筋を埋設することでひび割れ後の曲げじん性が確保できたと考えられる。

表-1 に使用材料の特性を示す。材料試験は、別途、メッシュ筋を埋設しない条件で製作したモルタル平板 (500×500×100mm) から、圧縮試験用の供試体 (φ50×100mm) と曲げ試験用の供試体 (40×40×160mm) を材齢 14 日で切り出し、大型の平板と同じ場所で封緘養生をし、平板の荷重実験と同材齢 (21 日) で試験を行った。

表-2 にひび割れ発生時の荷重から算出したひび割れ発生強度を示す。メッシュ筋を埋設した平板試験体のひび割れ発生強度は、材料試験結果 (9.6N/mm²) に対して 83.3~91.7%程度であった。

図-2 に示す位置で計測した平板試験体のモルタルが硬化する過程の収縮ひずみ、およびメッシュ筋のひずみの推移を図-5 に示す。メッシュ筋に生じた圧縮ひずみは、モルタルの収縮ひずみと同程度であり、モルタルの収縮をメッシュ筋が拘束している状況を確認できる。メッシュ筋に生じた圧縮ひずみの反力がモルタルに引張応力として作用することで、ひび割れ発生強度が低下したと推察される。

荷重実験材齢 (21 日) におけるメッシュ筋の圧縮ひずみは最大 433 μである。このひずみを用いて、図-3 の断面緒元 (D6 鉄筋 4 本分考慮) と表-1 の材料特性で計算した場合、メッシュ筋の反力による平板試験体の引張縁応力は 0.54N/mm²であり、実験におけるひび割れ発生強度の低下傾向と評価できる。

このように、本実験においても外殻部のひび割れ発生強度が低下する傾向が確認されたが、外殻部に H 鋼を一体化させた既往の検討²⁾ (ひび割れ発生強度が 5 割以上低下) に比較して、その影響は小さかった。

4. おわりに

RC 躯体構築時の型枠の代替を目的とした外殻構造において、吹付け可能な高強度モルタルで構築する外殻部にメッシュ筋を埋設することで、ひび割れ後の曲げじん性を確保できることを示した。また、吹付け後の高強度モルタルの収縮をメッシュ筋が拘束することによって、ひび割れ発生強度が低下する傾向が確認されたが、今回の実験で想定した仕様ではその影響は平均で 1 割程度と小さいものであった。

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 76 回年次学術講演会公演概要集，V-126，2021.
- 2)松田ら：壁部材の型枠工の省力化を目的とした吹付け可能な繊維補強モルタルと鋼材による外殻構造，土木学会第 76 回年次学術講演会 講演概要集，V-480，2021.

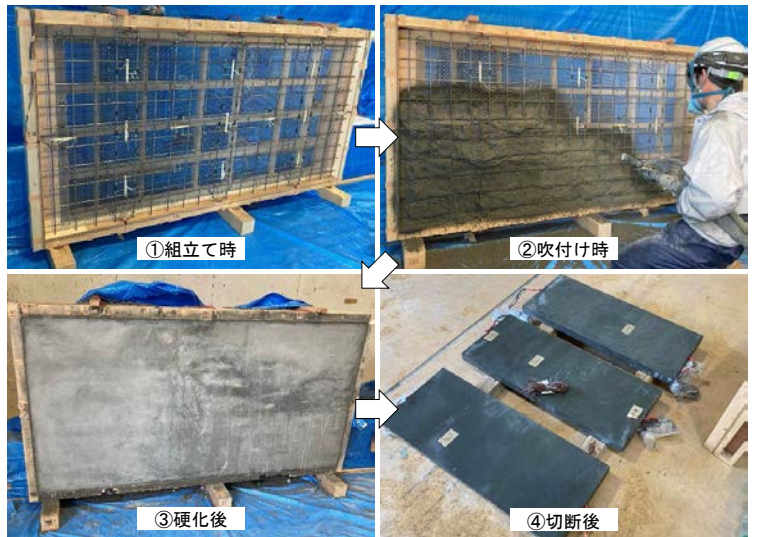


写真-1 試験体の製作状況

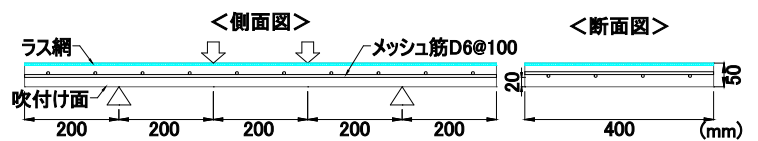


図-3 荷重実験の概要

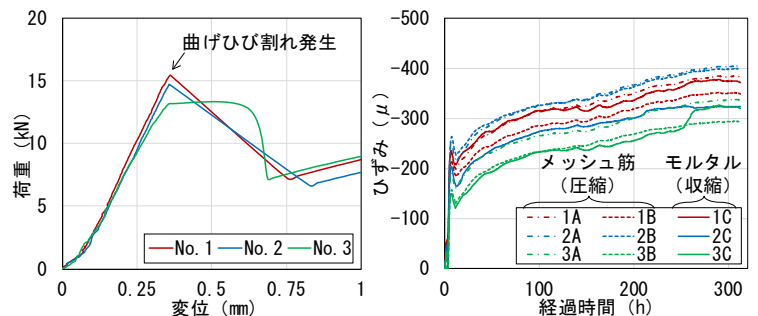


図-4 荷重—変位関係

図-5 ひずみの推移

表-1 使用材料特性

項目		
メッシュ筋	降伏強度	395.7 N/mm ²
	弾性係数	159.8 kN/mm ²
モルタル (材料試験)	圧縮強度	119.7 N/mm ²
	弾性係数	39.2 kN/mm ²
	ひび割れ発生強度	9.6 N/mm ²

表-2 実験結果

ひび割れ発生強度		
平板試験体 荷重実験	No.1	8.8 N/mm ²
	No.2	8.8 N/mm ²
	No.3	8.0 N/mm ²
	平均	8.5 N/mm ²