

せん断補強筋を一体化した吹付け埋設型枠による RC 壁部材の施工実験

鹿島建設（株） 正会員 ○横田祐起 永島史晟 Devin GUNAWAN 曾我部直樹 小林 聖

1. はじめに

著者らは、RC 製の柱や壁部材の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埋設型枠（吹付け埋設型枠）の開発を行っている¹⁾²⁾。本工法では、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付け、埋設型枠を形成する。その際、せん断補強筋の定着部を巻き込むように吹き付けることで、せん断補強筋と埋設型枠が一体化し、打込み時の側圧に対してせん断補強筋がセパレータとして抵抗するようにした。ここでは、RC 壁部材を対象とした施工実験を通じて、せん断補強筋を一体化した埋設型枠の施工性、およびコンクリート打込みに対する型枠としての性能を検証した事例を報告する。

2. 試験体概要と吹付け埋設型枠の施工

製作した試験体は図-2 に示すカルバートの隅角部を模擬した L 字型 RC 部材の壁部であり、鉛直部である壁部の構築に吹付け埋設型枠を適用した。壁部は厚さ 0.6m、高さ 3.0m、長さ 1.0m であり、壁面となる 2 面を吹付けによる厚さ 40mm の埋設型枠とし、側面は木製型枠とした。壁部は参考とした実際の RC 躯体を模擬した配筋とし、高さ方向・長さ方向ともに 250mm 間隔で配置されたせん断補強筋（SD345 D16）をセパレータとして活用できるようにした。

写真-1 に施工状況を示す。鉄筋組立後、高強度モルタルを定着させるための芯材を配置した。芯材は網目が約 3.5mm の耐アルカリ性を有するグラスファイバー製ネットを使用し、線形 2.6mm、角目 50mm のメッシュ筋に結束して補強した。セパレータとして機能させるせん断補強筋については、定着部が芯材を貫通するように配置した。その上で同部分を巻き込むようにしながら、芯材に対して高強度モルタルを吹き付けて埋設型枠を形成した。吹付け後には、こて仕上げを行い、表面をビニールシートで養生した。養生終了後に埋設型枠表面および内部の観察を行い、せん断補強筋の定着部が埋設型枠に埋め込まれていること、埋設型枠に有害なひび割れが発生していないことを確認した。

3. コンクリートの打込みに対する吹付け埋設型枠の挙動

吹付け施工の 25 日後に、吹付け埋設型枠の内部にコンクリートを打ち込んだ。表-1 に、打込み当日におけるモルタルおよびせん断補強筋の材料特性を示す。表-2 に、打込み条件から算出される埋設型枠表面とせん断補強筋の発生応力、およびその許容値を示す。計算では、最下部の側圧がせん断補強筋間の埋設型枠に等分布荷重として

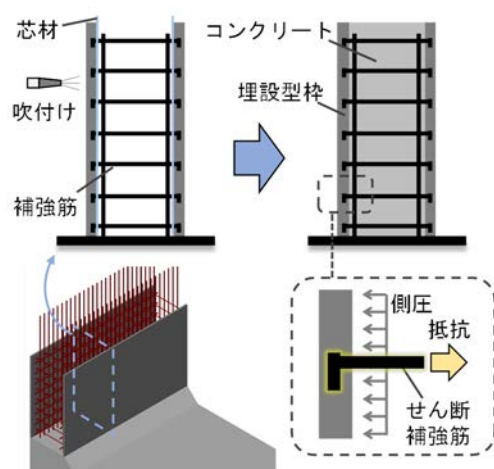


図-1 吹付け埋設型枠による RC 躯体構築

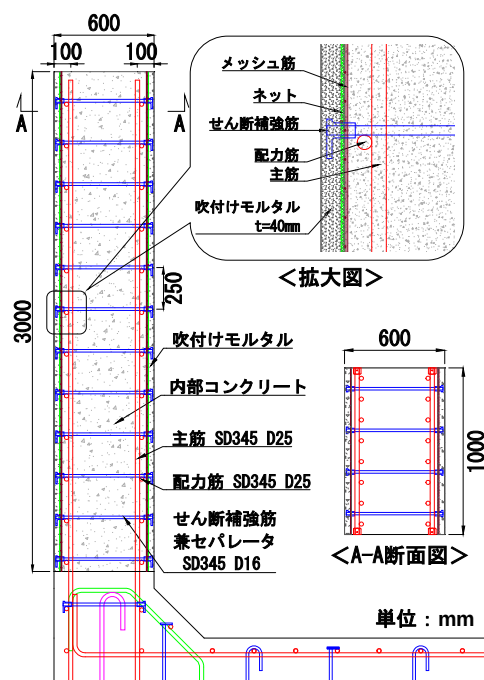


図-2 試験体概要

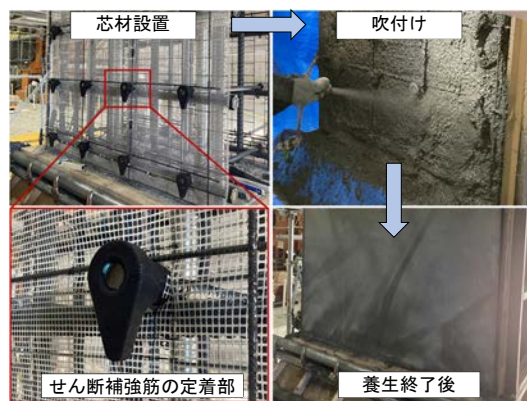


写真-1 埋設型枠の施工状況

キーワード 生産性向上、高強度モルタル、吹付け、外殻構造

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

作用する場合を想定した。埋設型枠表面の応力は、**図-3**に示すように、せん断補強筋位置を単純支持と仮定し、最大曲げモーメントによって引張縁に作用する応力として算出した。せん断補強筋の応力は、1本のせん断補強筋が250×250mmの範囲で側圧に抵抗する際の荷重から算出した。計算の結果、埋設型枠表面に生じる引張応力が、吹付けモルタルの曲げ強度の試験値を下回ることを確認した。また、せん断補強筋に生じる最大引張力が吹付けモルタルからの引抜き耐力を下回ることを、最大引張応力が規格降伏強度を下回ることを確認した。以上のことから、前述の仕様でコンクリートの打込みを行った。

コンクリートは、早強ポルトランドセメントを使用した配合（24 12 20 H）であり、W/Cは55.0%、スランプは12cm、打込み時の型枠内の温度は13℃であった。コンクリートは高さ3mに対して、50cmを一層として、3m/hの打上がり速度で打ち込んだ。**写真-2**に打込み前後の写真を示す。打込み終了時点で吹付け埋設型枠には大きな変形やひび割れ、ノロが漏れた個所などは確認されなかった。

打込みに際しては、せん断補強筋および吹付け埋設型枠表面のひずみを計測した。**図-4**に、ひずみゲージの設置位置と、各打込み高さにおけるひずみ分布を示す。**図-4**から分かるように、せん断補強筋および埋設型枠表面のひずみは、打込み高さの上昇に伴って、基部から増加していく傾向がみられ、概ね埋設型枠の設計時に想定した側圧分布に対応したひずみ分布となった。打込み時におけるせん断補強筋と埋設型枠表面の最大ひずみについて、前述した許容値および計算値と比較した結果を**表-3**に示す。せん断補強筋、埋設型枠表面ともに計測された最大ひずみは許容値と計算値を下回っていた。以上のことから、せん断補強筋がセパレータとして機能し、想定したメカニズムで埋設型枠がひび割れや大きな変形を生じることなく、コンクリートの打込みによる側圧に抵抗できたと評価できる。

4. まとめ

せん断補強筋をセパレータとして活用した吹付け埋設型枠構造のRC壁部材を製作し、コンクリート打込み実験を行った。その結果、同構造を吹付けによって製作できること、コンクリート打込み時にせん断補強筋がセパレータとして機能することで、埋設型枠が型枠として十分な性能を発揮できることを確認した。

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，土木学会第76回年次学術講演会 講演概要集，V-479，2021
2) Gunawanら：せん断補強筋を活用した外殻構造の構築に関する実験的検討，土木学会第77回年次学術講演会 講演概要集，V-369，2022

表-1 材料特性

吹付けモルタル	圧縮強度(N/mm ²)	115.2
	弾性係数(kN/mm ²)	40.6
	曲げ強度(N/mm ²)	15.1
せん断補強筋	降伏強度(N/mm ²)	391.8
	弾性係数(kN/mm ²)	194

表-2 計算結果

	計算値	許容値
最大側圧 (N/mm ²)	0.0689	—
吹付けモルタル	最大曲げモーメント (N・m)	134.6
	最大引張応力 (N/mm ²)	2.0
せん断補強筋	最大引張力 (kN)	4.3
	最大引張応力 (N/mm ²)	21.7
		345

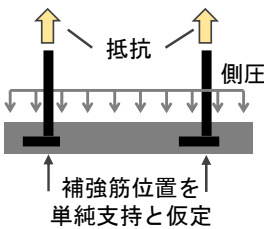


図-3 埋設型枠の照査



写真-2 打込み前後の状況

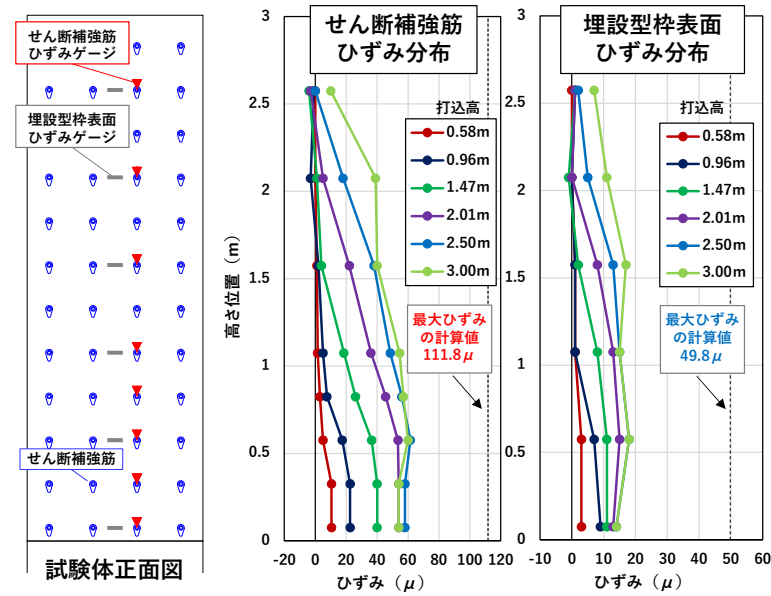


図-4 打込み時の計測データ

表-3 打込み時の最大ひずみ

	計測値	計算値	許容値
せん断補強筋ひずみ(μ)	62	111.8	252.1※1
埋設型枠表面ひずみ(μ)	18	49.8	372.3※2

※1 吹付けモルタルからの引抜き耐力(表-2)と弾性係数(表-1)から算出したひずみ

※2 曲げ強度および弾性係数(表-1)から算出したひずみ