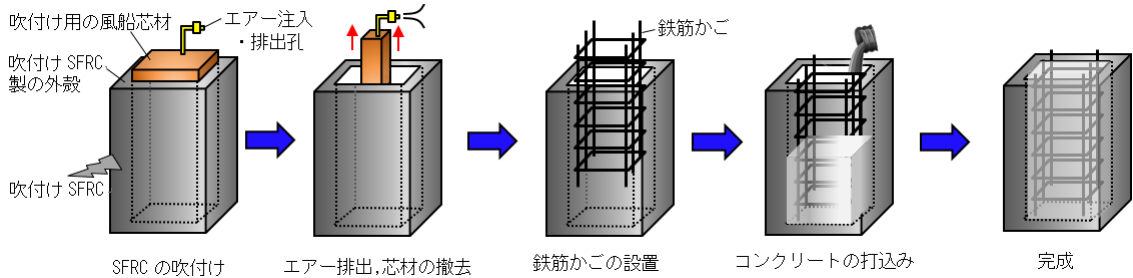


吹付け可能な鋼繊維補強コンクリートによる外殻を有する RC 梁部材の曲げ実験

鹿島建設(株) 正会員 ○横田祐起 曾我部直樹 松田有加 小林 聖 中村真人 高木智子

1. はじめに

建設業界では、今後の労働力が不足する時代の到来を見据えて、建設現場の生産性向上へ向けた取組みが行われている。筆者らは、鉄筋コンクリート（以下、RC）部材の型枠構築作業の効率化に資する技術として、吹付け可能な鋼繊維補強コンクリート（以下、吹付け SFRC）を風船状の芯材に吹き付けて RC 部材の外周部（以下、外殻）を形成し、外殻内部に鉄筋かごを設置後、コンクリートを打ち込むことで RC 部材を構築する手法を考案した（図－1）。本手法によれば、従来の型枠組立や脱型作業を省略し、省人化や工期短縮が可能となる。また、引張強度が高い SFRC で形成された外殻が構造体として機能すれば、部材断面の縮小や鉄筋量の削減などの効果が期待できる。本研究では、考案した手法で製作した RC 梁部材の曲げ実験を実施し、通常の RC 部材との耐力差や、破壊モードといった基本的な性能を検証した。



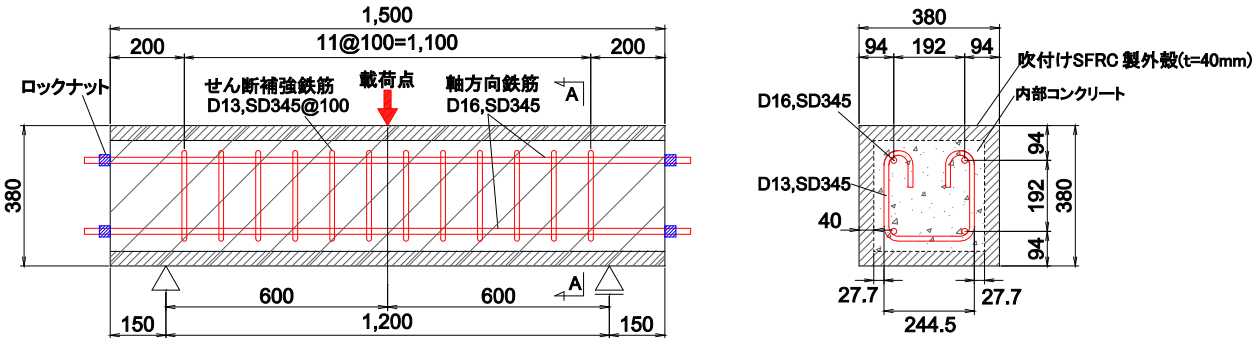
図－1 吹付け SFRC 製の外殻を利用した RC 部材構築手法のイメージ図

2. 試験体および実験方法

試験体に使用した各種材料の実験時の強度試験結果を表－1 に、試験体形状を図－2 に示す。試験体は、380×380mm の正方形断面を有する長さ 1,500mm の梁試験体である。断面の外周部に厚さ 40mm の吹付け SFRC 製外殻が配置されている。外殻が内部コンクリートを打ち込んだ際のコンクリートの側圧に対する抵抗性を確保できるよう、吹付け SFRC は表－1 に示す曲げ強度を有するものを使用した。軸方向鉄筋は、引張側と圧縮側に D16, SD345 のねじ筋鉄筋を 2 本ずつ配置した。試験体が曲げ破壊先行型となるようにせん断補強鉄筋の配筋量を決定し、D13, SD345 のねじ筋鉄筋を 100mm 間隔で配置した。試験体は、SFRC 製外殻を吹付け施工で製作後、外殻内部にユニット化した鉄筋を設置し、コンクリートを打ち込むことで製作した。

表－1 材料の強度試験結果

吹付け SFRC		内部コンクリート		主鉄筋 (D16,SD345)		せん断補強鉄筋 (D13,SD345)	
圧縮強度 (N/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	割裂引張強度 (N/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
104.5	19.0	32.6	2.8	400.6	573.4	391.6	544.5



図－2 試験体形状（左：立面図，右：A-A 断面図）

キーワード 型枠, 生産性向上, 鋼繊維補強コンクリート, 吹付け

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

載荷は支間長を 1,200mm とし、支間中央に荷重を加えた。載荷の手順は、ファイバーモデルによる予備解析に基づいて定めた表-2 に示す 8 つの目標荷重と下限荷重 (10kN に設定) の間で繰返し載荷を行い、最後に試験体圧縮縁の SFRC に圧壊の兆候が見られるまで荷重を増加させた。

表-2 加力ステップ

目標荷重		予備解析における解析モデルと鉄筋応力	
荷重No.	荷重(kN)	解析モデル	引張鉄筋の応力 (N/mm ²)
1	36.3	外殻に内部コンクリートと同じ材料特性を付与したモデル (通常のRC梁としてモデル化)	100
2	65.1		180
3	125.8		345 (規格降伏強度)
4	145.3		400.6 (実降伏強度)
5	182.7		100
6	217.9	外殻にSFRCの材料特性を付与したモデル	180
7	284.1		345 (規格降伏強度)
8	305.7		400.6 (実降伏強度)

3. 実験結果

図-3 に荷重とスパン中央の鉛直変位の関係を示す。同図中には、コンクリート標準示方書¹⁾に準じた断面計算による、外殻に内部コンクリートと同じ材料特性を付与した通常の RC 部材の計算耐力を点線で示している。本実験では、最大荷重は 393.9kN であり、通常の RC 部材の計算耐力 (185.5kN) の約 2.1 倍であった。吹付け SFRC は通常のコンクリートより負担できる引張応力が大きいため、曲げ耐力が通常の RC 部材に比して向上したと考えられる。最大荷重到達後は曲げひび割れが進展して荷重が低下し、鉄筋降伏後、圧縮縁の SFRC が圧壊する曲げ引張破壊を呈した。

図-4 に図-3 における最大荷重到達付近の拡大図を示す。また、表-1 の強度試験結果を用い、吹付け SFRC の引張軟化特性を考慮したファイバーモデル解析の結果を併せて示す。解析結果は実験結果を概ね再現できており、吹付け SFRC 製外殻を有する RC 部材の曲げ挙動がファイバーモデルによる解析で予測できる可能性があると考えられる。また、平面保持の仮定が前提となるファイバーモデルによる解析で曲げ挙動を精度よく再現できたことから、外殻が内部コンクリートと一体となって挙動し、構造体として機能していたと推察される。

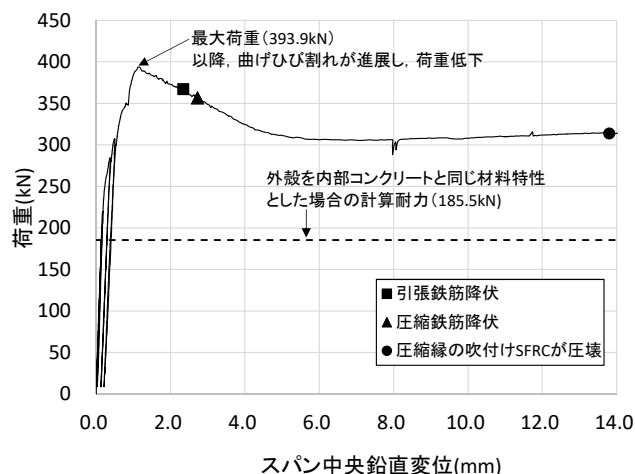


図-3 荷重とスパン中央鉛直変位の関係

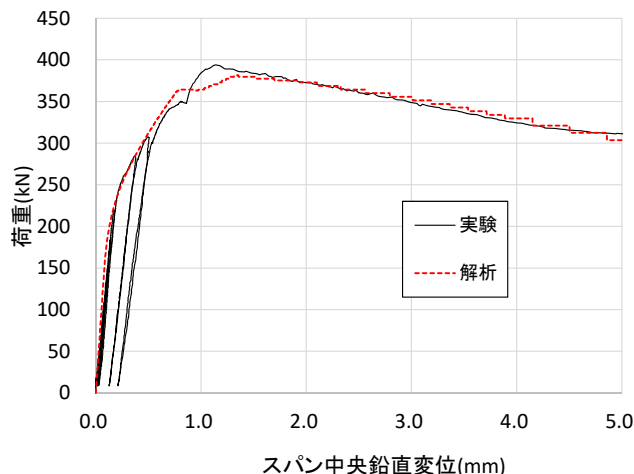


図-4 最大荷重付近の荷重とスパン中央変位の関係

4. まとめ

吹付け SFRC 製の外殻を有する RC 梁試験体の曲げ実験を行い、以下の知見を得た。

- (1) 吹付け SFRC 製の外殻を有する梁部材の曲げ耐力は、外殻のない通常の RC 梁部材に比して向上し、本実験の条件下では、外殻部を内部コンクリートと同じ特性とした通常の RC 部材の計算耐力の 2.1 倍となった。
- (2) 吹付け SFRC 製の外殻を有する梁部材の破壊モードは、通常の RC 梁部材と同様、曲げ引張破壊であった。
- (3) ファイバーモデル解析により、吹付け SFRC 製外殻を有する梁部材の曲げ挙動が予測できる可能性がある。

参考文献

- 1) 土木学会: コンクリート標準示方書【設計編】 ,pp.180-185,2017