

## 圧縮応力の伝達を可能にする埋設型枠の目地構造に関する実験的検討

鹿島建設(株) 正会員 ○倉田和英 渡邊有寿 Devin GUNAWAN 曾我部直樹

### 1. はじめに

コンクリート工事における生産性向上および構造物の高耐久化を目的に埋設型枠工法が採用される事例が増えている。一般的に、埋設型枠の目地部は耐久性や構造上の弱点になりやすいため、目地を含む埋設型枠をかぶりの一部や設計断面としてみなす場合には、実験を行ってその性能を確認することが多い。柱などの正負交番の外力が作用する部材に埋設型枠工法を適用する場合には、埋設型枠が圧縮縁となることもあり、型枠同士の接合部（目地）を介して圧縮応力を伝達する必要がある。一方で、現場施工においては、埋設型枠の寸法精度や型枠設置時の施工精度を吸収する調整代があることが望ましい。そこで、筆者らは、施工の調整代を有し、耐久性上の弱点にならず、圧縮応力の伝達が可能な目地構造の検討を行ってきた<sup>1)</sup>。本検討では、埋設型枠を用いた RC 梁試験体を製作し、埋設型枠とその目地部を圧縮域に配して曲げ載荷実験を行った。また、埋設型枠を用いない同一形状の RC 梁部材の解析モデルと構造性能を比較することで、埋設型枠を設計断面としてみなせるかについて評価した。

### 2. 実験概要

#### 2.1 埋設型枠および目地部の概要

埋設型枠は、シリカフェームとセメントをベースとした結合材、細骨材からなるマトリクスに、合成繊維を混入した高強度繊維補強モルタルで構成される。高強度繊維補強モルタルの水結合材比は 15% 程度であり、圧縮強度は 145N/mm<sup>2</sup> 程度、塩化物イオン拡散係数は 0.0031cm<sup>2</sup>/年と高強度かつ高い耐久性を有している。既報<sup>2)</sup>では、この埋設型枠を用いた RC 梁部材の構造性能について、直接突き合せた目地部を圧縮域に配した条件にて、良好な曲げ耐力を有することを確認している。

今回検討した埋設型枠目地部の概要を図-1 に示す。目地部は直接突き合せをせず、耐候性を有するエチレンプロピレンジエンゴム（EPDM ゴム）とエポキシ樹脂モルタルを介する仕様とし、塗布したエポキシ樹脂モルタルが未硬化の段階で埋設型枠を積むことで、施工時の誤差を吸収することとした。エポキシ樹脂モルタルは、曲げ圧縮に対し、現場打ちコンクリートより目地材が先に圧壊せずに圧縮応力を伝達できるよう 115N/mm<sup>2</sup> 程度の圧縮強度を有するもの<sup>3)</sup>を選定した。また、埋設型枠の端部に段差を設けて、劣化因子が浸透しやすい目地材界面の経路を長くした。この目地構造の耐久性は、既報<sup>3)</sup>にて塩化物イオンの浸透抵抗性が十分大きいことを確認している。

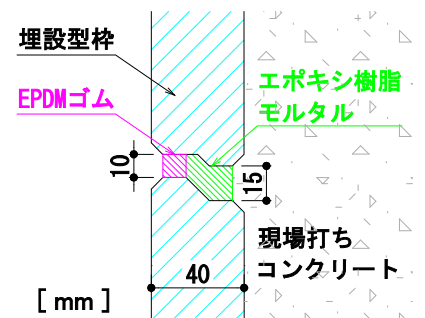


図-1 埋設型枠目地部の概要

#### 2.2 試験体および曲げ載荷実験の概要

試験体の概要を図-2 に示す。試験体は全長 3000mm、幅 300mm、高さ 400mm の RC 梁部材とした。載荷面側の曲げ圧縮域には厚さ 40mm の埋設型枠を目地間隔 500mm で 6 枚配置した。試験体および埋設型枠の寸法や配筋は既報<sup>2)</sup>と同一としており、主鉄筋には D19 (SD345) を 3 本、帯鉄筋は D10 (SD345) をせん

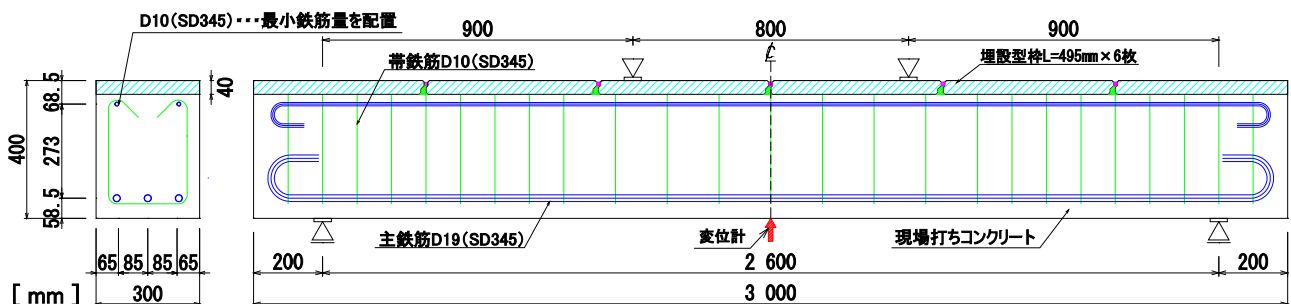


図-2 RC 梁試験体の概要

キーワード 埋設型枠, 高強度繊維補強モルタル, 目地構造, 圧縮伝達性, 曲げ載荷実験

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

断区間に 100mm 間隔, 等曲げ区間に 150mm 間隔で配置し, 曲げ破壊が先行するようにした. 圧縮側には, 最小鉄筋量として D10 を 2 本配置した. 曲げ載荷実験は 2 点載荷で行い, スパンは 2600mm, 等曲げ区間は 800mm とした. 載荷には, 容量 5000kN の圧縮試験機を用いた. 試験体中央に設置した変位計でたわみを, スパン中央から 200mm の箇所に配置したひずみゲージで埋設型枠のひずみを計測した.

### 3. 実験結果

荷重-試験体中央のたわみ曲線を図-3 に示す. 比較対象として, 埋設型枠を用いない通常の RC 部材を想定したファイバーモデルに, 本実験で用いたコンクリートおよび鉄筋の材料試験データを用いた解析結果も併記する. なお, 実験時の現場打ちコンクリートの圧縮強度は載荷時で  $53.8\text{N/mm}^2$  であった.

試験体の終局荷重は, 解析値に対して 13% 程度大きい結果となった. また, 終局荷重時の変位量も解析値より大きく, 曲げ変形性能に優れることが確認された. これは, 埋設型枠とエポキシ樹脂モルタルの圧縮強度が現場打ちコンクリートより大きく, 内側にある圧縮縁のコンクリートの圧壊を抑制したことが要因であると考えられる.

試験体中央のたわみに対する圧縮縁のひずみを図-4 に示す. 埋設型枠のひずみは, 鉄筋降伏前 (中央たわみ 7mm 程度) までは解析によるコンクリートのひずみと同等の挙動であり, 目地部を介して圧縮応力を良好に伝達していると評価できる. 鉄筋の降伏以降においては, 埋設型枠のひずみの増加量は解析値と比較して小さくなり, 通常の RC 部材のかぶりと圧縮応力の伝達性が異なっている可能性がある. この要因は, 埋設型枠やエポキシ樹脂モルタルのヤング率の違い, 埋設型枠とコンクリート間の界面などの影響が考えられる.

等曲げ区間における降伏荷重前 (載荷 200kN 時点) のひび割れ状況を図-5 に示す. 概ね等間隔に分散して発生しており, 引張縁から圧縮縁への進展も型枠目地があるスパン中央に偏ることなく, それぞれ同等に進行した. 以上より, 本検討で考案した目地部を有する埋設型枠は, 引張鉄筋の降伏に至るまで圧縮応力が局所に集中することなく均等に伝達したものと考えられる. さらに, 写真-1 に示すように, 埋設型枠は終局荷重直前まで現場打ちコンクリートから剥がれず, 一体性が確保されていることを確認した.

### 4. まとめ

本検討では, 埋設型枠設置時の施工誤差を吸収でき, 耐久性と圧縮応力の伝達を両立させた目地構造について, 埋設型枠と目地部を圧縮域に配した梁 RC 部材の曲げ載荷実験を行った結果, 通常の RC 部材を想定した解析値と比較して曲げ耐力および変形性能が優れることを確認した. 今後, 本埋設型枠工法を構造物の設計断面として適用し, コンクリート工事の生産性向上および構造物の高耐久化を図っていく.

### 参考文献

- 1) 青山ら: 高耐久性埋設型枠の目地部の耐久性に関する実験的研究, 土木学会第72 回年次学術講演会講演概要集, pp.937-938, 2017.
- 2) 本田ら: 有機繊維を用いた埋設型枠の性能と適用事例, 土木学会第70 回年次学術講演会講演概要集, pp.347-348, 2015.
- 3) 内田ら: 樹脂モルタル補強材によるコンクリート構造物の耐久性向上に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.37, No.1, pp.1633-1638, 2015.

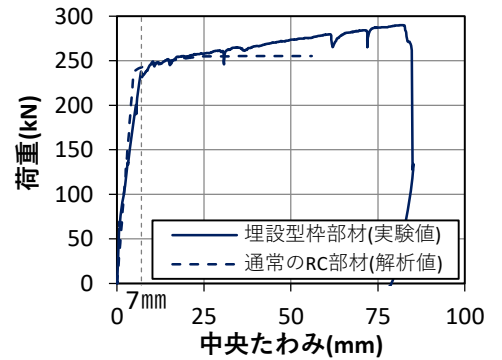


図-3 荷重-試験体中央のたわみ曲線

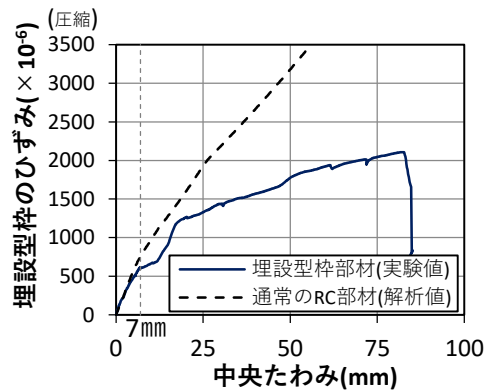


図-4 埋設型枠のひずみ

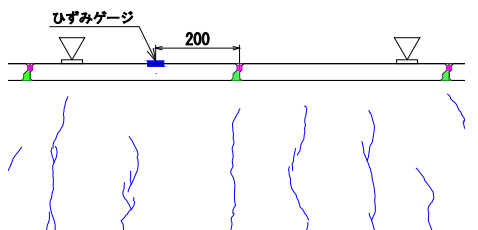


図-5 等曲げ区間のひび割れ状況



写真-1 終局荷重前の埋設型枠の一体性