

## スパイラル筋による重ね継手の拘束効果に関する解析

前橋工科大学 フェロー ○岡野 素之  
(株) 大林組 佐々木 裕明

## 1. はじめに

スパイラル筋による拘束効果により継手長さを短くした重ね継手を研究してきた(図1)<sup>1)</sup>。これまでスパイラル筋の拘束効果が未解明であったため、継手の引張性能の解析では、端部開放による拘束効果の低下を、暫定的にヤング係数を割引いて解析を行った<sup>2)</sup>。本研究では、この拘束効果を明らかにするために、スパイラル筋の端部がそのままの開放モデルと、端部が閉じたフープ筋の閉合モデルを比較して拘束効果の差を明らかにし、閉合モデルで置き換えることを試みる。そして置き換えた閉合モデルで既往の引張実験結果を解析しその適合性を検討する。

## 2. 拘束効果の解析

## 2.1 解析の概要

開放モデルと閉合モデル(図2)の拘束効果の差を明確にするため、表1に示す円柱型(高さ210mm)の試験体を想定し、開放モデル16体と継手寸法が対応した閉合モデル16体の合計32体で、モルタルを膨張させることによる鉄筋の拘束効果を比較した。パラメータはスパイラル鉄筋直径、ピッチ、継手直径である。構造解析ソフトFINAL<sup>3)</sup>を用い、モルタルを六面体要素、スパイラル鉄筋を線材要素、付着力はLine要素とした。付着応力と滑りの関係は引張実験時の測定結果などを用いモデルを作成した。また、モルタルの構成則は引張側を出雲モデル、圧縮側を修正Ahmadモデルとし、鉄筋はバイリニアモデルとした。

## 2.2 解析結果

両モデルのモルタルが2000 $\mu$ 膨張時の、水平方向膨張量(mm)の鉛直方向分布の一例を図3に示す。鉄筋のある位置は拘束されて小さく、鉄筋のない位置では膨れているのがわかる。端部(図の上端)では開放モデルと閉合モデルの差が明確である。端部以外では両モデルの膨張量がほぼ同じで、拘束効果は両モデルとも同程度といえる。また、代表的な解析結果を図4に示した。鉛直のZ座標値(mm)をスパイラル筋のピッチ(mm)で除したものを縦軸、開放モデルの膨張量から閉合モデルの膨張量を減じた値を横軸として整理した。ほぼすべてのモデルにおいて両モデル

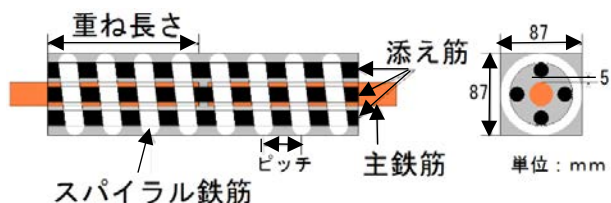


図1 拘束型重ね継手の例

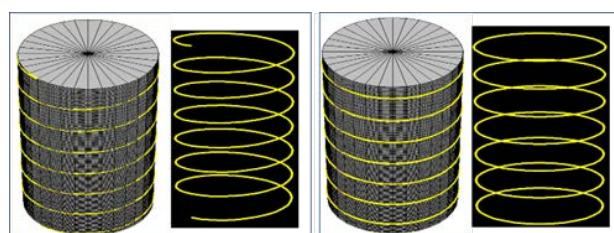


図2 開放モデル(左)と閉合モデル(右)

表1 解析ケース(開放モデル)

モデル名	鉄筋直径(mm)	ピッチ(mm)	継手直径(mm)
D0620MM	D06	20	100
D0630MM		30	
D0630SM			70
D0630LM		150	
D10シリーズ	D10	同上	
D13シリーズ	D13	同上	
D16シリーズ	D16	同上	

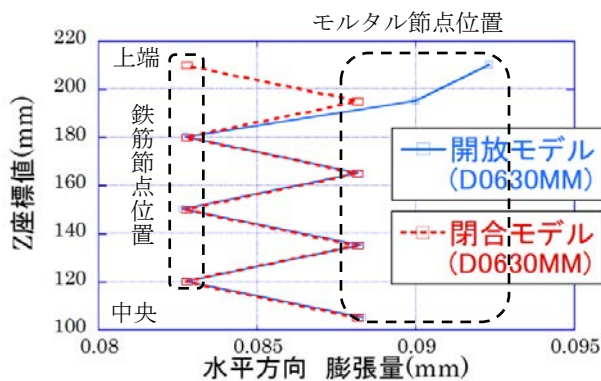


図3 膨張量の鉛直方向分布の比較例

キーワード 重ね継手, FEM 解析, 拘束効果, プレキャストコンクリート

連絡先 〒371-0816 前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 建築・都市・環境学群 TEL27-265-7387

の差が著しいのは端部の1リング分であり、閉合モデルの鉄筋を1リング減らすことで開放モデルと同様の拘束効果の下で解析ができることがわかる。

### 3. 拘束型重ね継手の解析

#### 3.1 解析の概要

既往の引張実験結果<sup>1)</sup>の内、表2に示す4ケースについて試験体を選定し1リング減じた閉合モデルを用い解析を行った。実験での破壊形態は、主鉄筋が降伏後に抜出すYc型と、主鉄筋が降伏後に破断するYb型に分かれている。試験体の対称性を利用し継手長さ1/2でモデル化した。各要素は、モルタル、主鉄筋、および添え筋を六面体要素、帯筋を線材要素、附着性能をFilm要素とした(図5)。モルタルの材料構成則は前述の解析と同じである。鉄筋の構成則は材料試験結果にしたがいトリリニアモデルとした。すべてのモデルで主鉄筋にのみ引張荷重を入力し引張実験を再現した。

#### 3.2 解析結果

解析値の荷重と変位の関係を実験値と比較した例を図6に示す。全体的に解析値は実験値に整合している。全般に解析値は実験値より剛性が低い傾向があるが、その理由として、①実験では主鉄筋降伏後のポアソン効果による直径の減少に伴う付着力の低下が想定できること、②モルタルの破壊による付着面積が減少することを反映できないこと、が考えられる。

### 4. まとめ

スパイラル筋による重ね継手の拘束効果に着目し、モデル化に関する解析を実施した。本解析の範囲で以下のことがわかった。

拘束効果の解析より、端部開放モデルは1リング減らす調整をすることで端部閉合モデルとして同程度の効果であることがわかり、モデルを置き換えた解析が可能である。

拘束型重ね継手の引張実験結果を、スパイラル筋を帯筋に置き換えて解析すると、全体的に整合した解析結果が得られた。

#### 参考文献

- 1) 飯塚豊, 岡野素之, 森田俊哉: 拘束型重ね継手によるプレキャスト接合部の施工の合理化に関する研究, 土木学会論文集 E2, Vol. 77, No. 4, 2021.
- 2) 深澤祐輔, 岡野素之, 飯塚豊: 附着モデルを考慮した拘束型重ね継手のFEM解析, コンクリート工学年次論文集, Vol. 40No. 2. 2018.
- 3) FINALHP: <http://www.engineering-eye.com/>

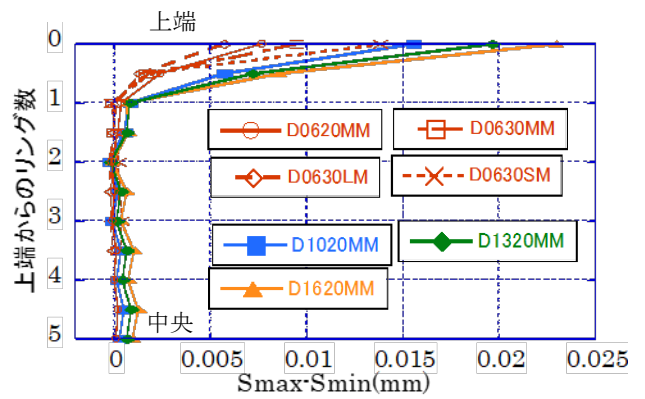


図4 膨張量の差の鉛直方向分布

表2 重ね継手解析モデル一覧

モデル名	主鉄筋直径 (mm)	継手長さ (mm)	ピッチ (mm)	継手直径 (mm)	破壊形態
N05204	25	125	20	87	Yc
N08204		200			Yc
N08304		200	30		Yc
N15204		375	20		Yb

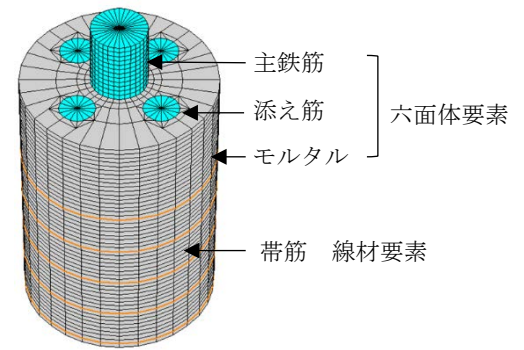


図5 試験体モデル図(N05204)

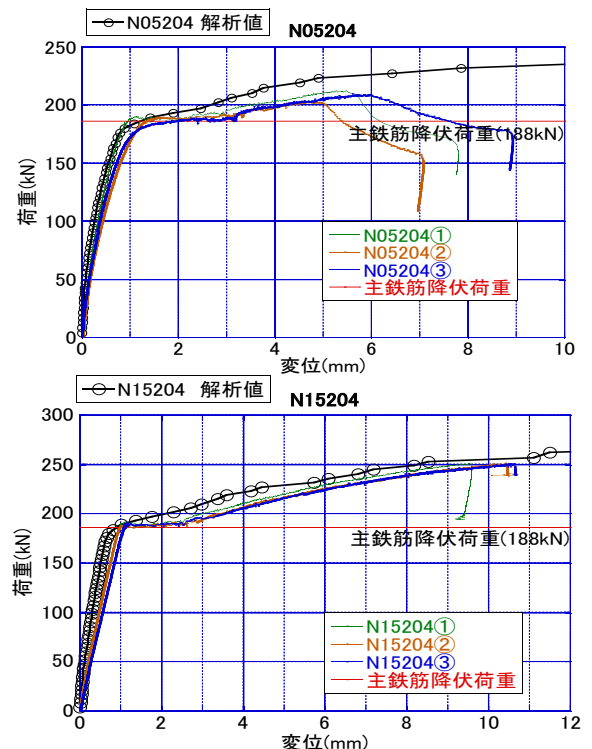


図6 荷重変位関係の一例