

1. はじめに

現在、建設業界では人手不足が深刻な問題となっている。そのため、近年では鉄筋コンクリート構造物の施工における生産性向上が叫ばれている。その解決策の1つとして、溶接継ぎ手に比べて施工の容易な機械式継手の導入がある。現状の鉄筋継手を有する部材の設計法は、用いる継手単体の性能を規定するものである。しかし、継手単体の特性と部材の性能との関係は明らかでない。言い換えれば、要求される部材性能を満たすための継手単体に必要とされる特性を知る必要がある。

そこで本研究では、機械式継手の中でもねじ節鉄筋継手に着目し、さらなる施工時間の短縮としてグラウト材の注入を行わない場合において、継手単体のすべり特性が部材の耐震性能にどのような影響が及ぼすのかを解析し、部材性能との関係においてどのように変化するかを検討した。

2. 研究の現状と問題点

鉄筋継手を有する部材の耐震性能に関する実験は数多くなされている。たとえば、後藤ら¹⁾は継手単体の性能が良い継手を塑性ヒンジ内に同列配置しても部材の耐震性能は確保されることを報告している。しかし、継手単体の滑りなどの特性と部材の耐震性能との関係については研究がされていないのが現状で、関係を明らかにされていないのが問題点である。

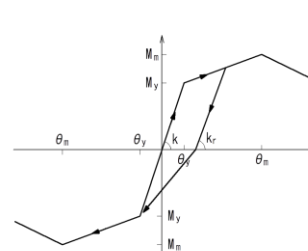
3. 研究方法

3.1 解析方法

論文やコンクリート標準示方書をもとに Excel を用いて解析を行う。はじめに、Excel を用いてモーメント曲率関係を計算し、2直線で定式化を行う。次に、高さ方向の曲率分布を2回積分し、変位を求めるプログラムを作成する。このプログラムを「荷重は降伏後の正負交番繰り返し」において、「継手の滑り(がたつき量)」を取り入れるように拡張し、解析を行う。

3.2 部材の履歴モデル

本研究は、土木学会コンクリート標準示方書²⁾に掲載されている図1を参考にし、それをもとに履歴モデル作成を行った。図1に示すような剛性低下型モデルを用いる場合の除荷剛性は、式(1)から定めることができる。一般に剛性低下率 β の値は0.5であるため、本研究でも同値を使い、計算を行った。



$$k_r = k \left| \frac{\theta_{\max}}{\theta_y} \right|^{-\beta} \quad (1)$$

k_r : 除荷剛性
 k : 降伏剛性
 θ_y : 部材降伏点の部材回転角
 θ_{\max} : 応答部材回転角
 β : 剛性低下率

図1 部材の履歴モデル

3.3 継手の滑りの定義

継手の滑りは、図2のように荷重がかかってから滑るとし、継手の引張側と圧縮側で滑りが生じると想定した。また、継手の入れる位置は試験体の大きさから塑性ヒンジ長を算定して、塑性ヒンジ長に入らないところにずらして入れた。「継手の滑り(がたつき量)」と、柱(壁)との荷重-変位関係の変化との関係を図1や式(1)、論文³⁾を参考に履歴ループを計算する。

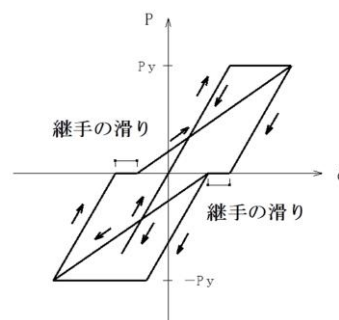


図2 履歴モデルの継手の滑り

3.4 解析要因および部材諸元

本研究は、解析を行うにあたって、論文⁴⁾などを参考にしながら、表1に示すように部材諸元を設定した。計算するにあたって、主鉄筋の鉄筋径と部材のせん断

スパン比(a/d)に着目した。

表 1 部材緒元

	断面			主鉄筋		せん断スパン比 a/d
	断面高 D (mm)	断面幅 b (mm)	かぶり c (mm)	本数-径	引張鉄筋比 P_t (%)	
No.1	1100	1600	84	10-31.8	0.50	2.0
No.2	900			10-31.8	0.62	2.5
No.3	766			10-31.8	0.75	3.0
No.4	900			10-19.1	0.22	2.5
No.5	900			10-25.4	0.39	2.5

4. 研究結果

それぞれの条件で解析を行い、 $M-\Phi$ 関係や $P-\delta$ 関係から部材の履歴ループ計算に必要な数値を導き出した。それらの解析結果をもとにし、図 3 のような $P-\delta$ 履歴曲線を描いた。 $P-\delta$ 履歴曲線の 5 ループ目の荷重の時に継手の滑りを加えていき、内部履歴ループ面積の減少量からその条件のときの継手の滑りによる部材の耐震性能の低下を算出した。

鉄筋径とせん断スパン(a/d)をパラメータとして、内部履歴ループの面積率が 0.9, 0.8, 0.7 となる時の継手単体の滑り量をそれぞれ図 4 および図 5 に示す。

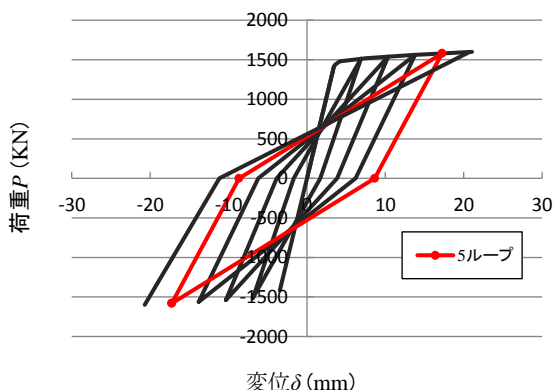


図 3 No.1 の $P-\delta$ 履歴曲線

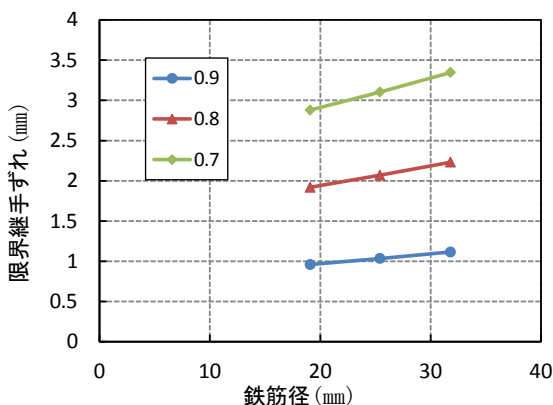


図 4 鉄筋径に対する限界継手ずれ

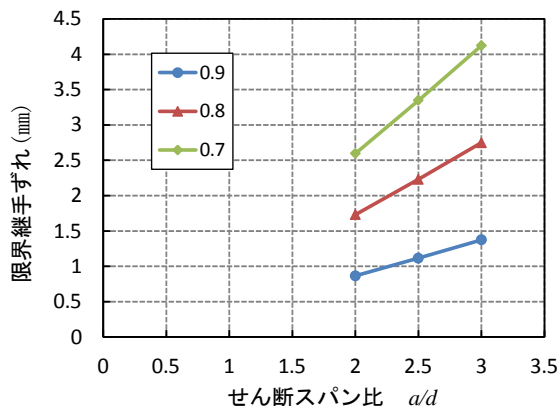


図 5 せん断スパン比に対する限界継手ずれ

5. 考察

継手の滑り量と耐震性能の低下との関係は、耐震性能が 0.9, 0.8, 0.7 に低下するのは滑り量がそれぞれ 1mm 程度, 2 mm 程度, 3 mm 程度となった。

図 4 から鉄筋径を変化させても継手の滑りによる耐震性能にあまり変化しなかった。よって、鉄筋径は部材の耐震性能に対してそれほど影響を与えないと考えた。

また図 5 のように、せん断スパン比 (a/d) が大きくなるにつれて限界継手ずれも大きくなった。つまり、グラフの傾きが大きいことから、継手の滑りによる部材への耐震性能の影響が大きくなると分かった。

6. まとめ

本研究より以下のことが得られた。

- (1) 継手単体の滑り量が 1mm 程度の時には、耐震性能が 0.9 倍となるという結果となった。
- (2) 継手の滑りを考慮するとき、鉄筋径の違いが所定の耐震性能に対する継手滑りの限界値に与える影響は小さい。
- (3) せん断スパン比 (a/d) が大きくなるほど所定の耐震性能に対する継手滑りの限界値は顕著に大きくなる。

参考文献

- 1) 後藤ら：機械式継手を用いた鉄筋の座屈抵抗性と実大壁部材の変形性能との関連性, 土木学会論文集 E2, Vol. 73, No.2, pp.150~164, 2017
- 2) 土木学会：2017 コンクリート標準示方書[設計編], pp.24~27, p.52, 2017
- 3) 瀧口将志, 大塚久哲, 池永貴史：鉄筋とコンクリートの荷重分担を考慮した RC 部材の履歴モデルの提案, 構造工学論文集 Vol.55A, 2009.3.
- 4) 鉄筋コンクリート, KUT 建設構造シリーズ 1, 2017 年度