

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物においては、鉄筋には運搬できる長さに限りがあるために、構造物中で鉄筋をつなぐ継手が必要となる。継手は、鉄筋母材に対して弱点になる可能性があるために、鉄筋が高応力を受けて降伏する塑性ヒンジ部に継手は設けけないのがよい。鉄筋継手の位置を設計するためには、塑性ヒンジ長の算定が必要である。しかし、現在の塑性ヒンジ長の算定式は仮定を用いて求められた式であるため、実の塑性ヒンジ長を求める式とは言いがたい。そこで、本研究では鉄筋コンクリートの柱部材の実の塑性ヒンジ長を算定する式を過去に行われた実験結果を参照して構築することを目的とした。

2. 研究の現状と問題点

コンクリート標準示方書に提案されている塑性ヒンジ長を計算する式¹⁾は次式である。

$$L_p = 0.5d + L_a \quad (1)$$

- L_p : 塑性ヒンジ長
- d : 断面の有効高さ
- L_a : せん断スパン

次式は耐震設計の終局変位の算定式¹⁾である。

$$\delta_u = \theta_u \times \left(L_a - \frac{L_p}{2} \right) \quad (2)$$

δ_u : 塑性ヒンジ部の曲げ変形による変位

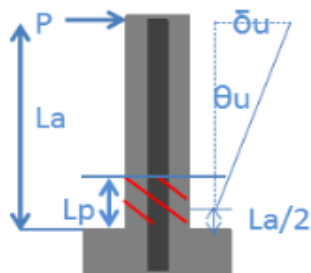


図-1 正負交番繰返し実験

θ_u : 塑性ヒンジ部の回転角

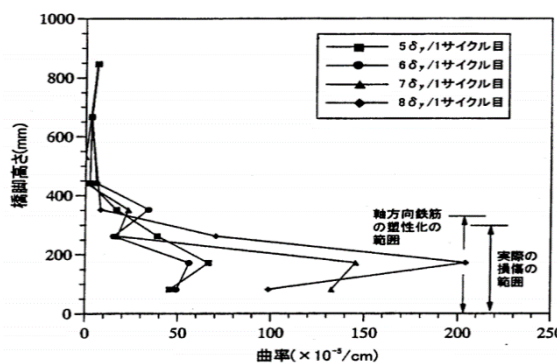
式(2)の θ_u は単純に仮定された式であり、式(1)の L_p は式(2)の仮定に合うように仮定された式である。そのため、仮定を用いられていない実の塑性ヒンジ長を算定する式がないのが現状であり、問題点である。

3. 研究方法

過去の正負交番繰返し実験により、図-2 に示すような曲率分布と図-3 に示すような履歴曲線が掲載されている論文の中の6つの供試体²⁾³⁾⁴⁾を対象とした。

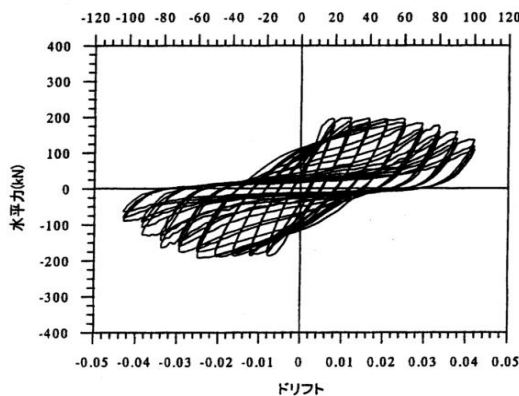
4. 結果

各載荷ステップの塑性ヒンジ長を読み取り、縦軸に



(c) S1 供試体

図-2 参照した曲率分布²⁾



(c) S1 供試体

図-3 参照した履歴曲線²⁾

キーワード 鉄筋コンクリート, 塑性ヒンジ長, 算定式

連絡先 〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノロ185 高知工科大学システム工学群建築・都市デザイン専攻

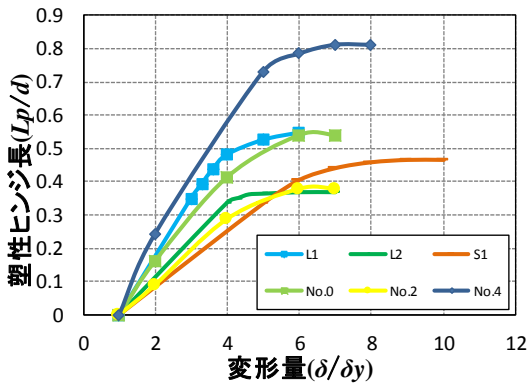


図-4 塑性ヒンジ長の変化

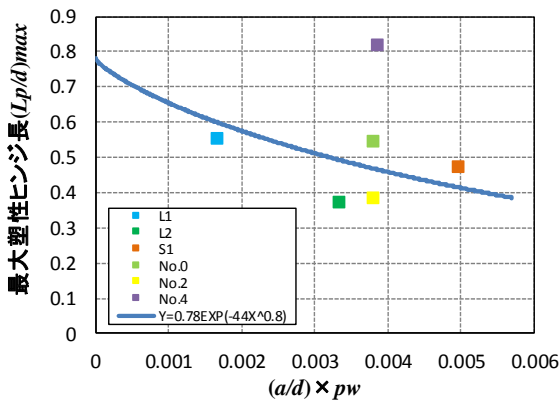


図-5 最大塑性ヒンジ長

L_p/d , 横軸に δ/δ_y を取り, 図-4のようにグラフ化した。塑性ヒンジ長は, 変形とともに大きくなり, 最大値に収束する。この最大値を有効高さで除して, 最大塑性ヒンジ長 L_p/d_{max} とする。

5. 考察

塑性ヒンジ長は, せん断力に対するトラス的な抵抗機構によって軸方向鉄筋の応力が大きくなるモーメントシフトの影響で大きくなると考えられる。したがって, 塑性ヒンジ長に対する影響因子は, せん断力の外的要因であるせん断スパン a/d に加えて, せん断力による圧縮ストラットの角度は帯鉄筋比 p_w によって変わると考える。そこで, 縦軸に L_p/d_{max} , 横軸 $(a/d) \times p_w$ を取ってプロットしたものを図-5に示す。

図中の曲線は式(3)である。

$$L_p = 0.78e^{-44((a/d) \times p_w)^{0.8}} \times d \quad (3)$$

ここで, a/d : せん断スパン比 a : せん断スパン

d : 断面の有効高さ p_w : 帯鉄筋比

本研究より得た式とコンクリート標準示方書の式と

表-1 塑性ヒンジ長の比較

	標準示方書 L_p (mm)	本研究 L_p (mm)
L1供試体	1620	1042
L2供試体	1620	1122
S1供試体	403	234
No.0供試体	428	260
No.2供試体	428	260
No.4供試体	252	172

の比較を行った結果を表-1に示す。コンクリート標準示方書の式は, せん断スパンと有効高さのみでの算定となるため, せん断スパン比が同じ部材であると, 塑性ヒンジ長も同じになってしまう。そこで, 供試体の帯鉄筋比を考慮することにより, せん断の影響を反映させることができ, 実の塑性ヒンジ長の算定ができたと考える。鉄筋コンクリートの塑性化は, せん断力により左右されることから, 帯鉄筋比は塑性ヒンジ長の算定には重要な指標であると考えられる。

6. まとめ

- (1) 塑性ヒンジ長は, 変形とともに大きくなり, ある最大値に収束する。
- (2) コンクリート標準示方書の式では, 帯鉄筋比に関わらず, せん断スパン比が同じであると塑性ヒンジ長も同じになってしまう。
- (3) せん断抵抗の影響を考慮するために, 帯鉄筋比を取り入れた塑性ヒンジ長を算定する式を作成した。

参考文献

- 1) 2017年制定, コンクリート標準示方書[設計編:標準], 5編5章 5.2.3.3(解 5.2.9)pp.25
- 2) 星隈順一, 運上茂樹, 長屋和宏: 鉄筋コンクリート橋脚の変形性能に及ぼす断面の影響に関する研究, 土木学会論文集, No.669/V-50, pp.215-232, 2001,2
- 3) 星隈順一, 運上茂樹, 長屋和宏, 塩島亮彦: 軸方向鉄筋の配置方法に基づくRC橋脚の耐震性能の向上に関する実験的研究, 土木学会論文集, No.745/I-65, pp.1-14, 2003,10
- 4) 米田大樹, 三島徹也, 島 弘: 曲げ耐力分布を作用曲げモーメントに合わせた鉄筋コンクリート柱部材の変形性能に関する研究, 土木学会論文集E, Vol. 65, No. 3, pp. 392-403, 2009. 9