

# 鉄筋コンクリート柱の曲げ性状におよぼす主筋継手のすべりの影響に関する解析

正 会 員 林 静 雄\*  
正 会 員 和 田 章\*\*

## §1. 序 論

近年、鉄筋コンクリート構造物の高層化や、大型化、プレキャスト化に伴って、太径鉄筋の需要が高まっており、そのため、鉄筋継手として各種の機械式継手が多く使用されるようになってきている<sup>1)~3),7),10)</sup>。機械式継手の性能判定は昭和 47 年から行われているが、昭和 50 年に建築センターより「鉄筋継手性能判定基準第二次案」が発表されるにいたり、継手単体の試験結果に基づく評定が行われるようになった。現在、「鉄筋継手性能判定基準 1982」<sup>5)</sup>によって評定が行われており、また、土木学会では「鉄筋継手指針」を設けているが、これらの性能判定基準の流れと比較については文献<sup>4),8)</sup>に詳しく解説されている。

機械式継手を有する部材の性状に関する研究は、継手工法の開発に伴って、数多く行われている（たとえば、「鉄筋の継手および定着の設計施工に関するシンポジウム」、日本コンクリート工学協会、昭和 51 年 3 月）が、機械式継手には各種の工法があり、それぞれ独自の特徴を持っているため、いずれも個別の実験報告にすぎず、継手単体の性能と部材の性状との関連について述べられた研究は少ない<sup>6),9)</sup>。したがって、現在のところ、継手単体の性状から継手を有する部材の性状を推定することは難しく、各種の応力下での部材実験が必要であろう。

そこで、本研究では継手の性状と継手を有する部材の性状との関連を、解析から一般的な形で調べることを目的としている。主筋に機械式継手を設けることによる鉄筋コンクリート部材の復元力特性への影響として、(1) 主筋の継手部に生じる、応力零近辺でのすべりが部材復元力特性におよぼす影響、(2) 機械式継手として、部材内部に大きな異物を設けることによる部材の復元力特性への影響の、2 点が考えられる。第 2 の点について、継手部では径が太くなっていることから、圧縮鉄筋の量が増し、座屈が生じにくくなること、ひっかかることにより主筋のすべりが生じにくくなることなど部材の復元力特性に良好な影響を与える場合と、逆に、かぶりが薄

くなることやひっかかることによりひびわれを誘発し、かつ、集中させるなど悪影響を与える場合とが報告されている。しかしながら、これらを解析上から説明するためには、ミクロな、かつ、三次元の解析を行う必要があり、一般論として論じることは難しく、また現状では、実験においてもこれらの性状についてまだ十分な把握がなされていないので、本論においては検討を行わないこととした。

したがって、本研究は、機械式継手単体における主筋のすべり性状について文献から概観し、塑性域で繰り返し荷重を受ける鉄筋コンクリート柱の曲げ変形状におよぼす主筋のすべり（継手におけるすべり量の多少、継手の集中度）の影響について、履歴吸収エネルギーの減少の観点から解析により調べたものである。

## §2. 継手単体の力学的性質

継手のない鉄筋に対して、継手を設けることによる力学的性質の変化は、降伏前や除荷時の剛性変化と応力零近くでのすべりの発生であるが、本論文では、すべりの発生に伴う履歴吸収エネルギーの低下に着目した。継手単体の引張圧縮繰り返し試験は、機械式継手の実用にあたって、鉄筋継手性能判定基準に準じて数多く行われているものの、継手を含む鉄筋の応力とひずみの関係についてまとめた文献は非常に少ない<sup>11)</sup>。そこで、本論文では、まず、主題とした継手を有する鉄筋のすべり量について調べた。図-1 は、継手単体の応力とひずみの関係の一例である。継手単体のひずみは、図-1 中に示したように継手部ごく近傍で測定した継手部を含む鉄筋の

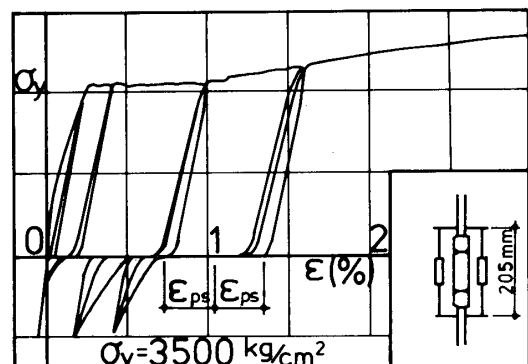


図-1 継手単体の引張試験結果例<sup>9)</sup>

\* 東京工業大学 助教授・工博

\*\* 東京工業大学 助教授・工博  
(昭和 62 年 5 月 11 日原稿受理)

伸縮を検長で除して求めている。図中に示した応力零における鉄筋のすべりをスリップひずみ ( $\epsilon_{ps}$ ) と定義し、参考文献<sup>7)~12), 14), 15)</sup>中に示されている継手単体の応力とひずみの関係について調べた。機械式継手は、その応力の伝達の方法が各種あるが、その分類は今井によって詳しく行われている<sup>8)(ε<sub>02</sub>)</sup>。本論文における機械式継手の分類・呼び名についてはこの今井の方法によることとした。すべりが生じることは機械式継手の基本的共通事項であるが、スリップひずみと最大経験ひずみ ( $\epsilon_m$ ) 関係を調べるにあたり、機械式継手としては、ねじ節鉄筋継手に限定して調べた。図-2はねじ節鉄筋継手の略図であり、二本のねじ節の異形鉄筋をカプラーでつなぎ、両側からロックナットで締め付けることにより機械的に結合する方法である。図-3.1はスリップひずみと最大経験ひずみの関係の一例である。鉄筋継手性能判定基準では継手のすべり量の多少によってA級やB級に

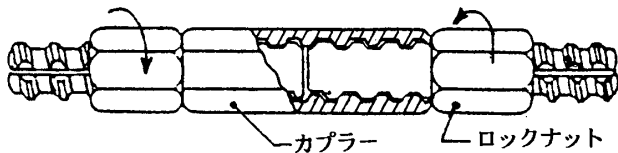


図-2 ねじ節鉄筋継手

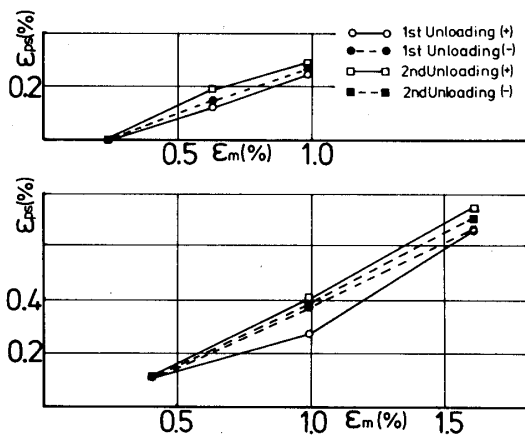


図-3.1 最大経験ひずみとスリップひずみの関係例<sup>9)</sup>

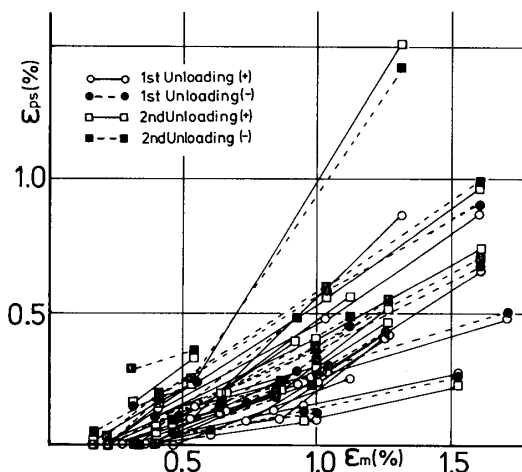


図-3.2 最大経験ひずみとスリップひずみの関係

分類されており、ほとんどの機械式鉄筋継手の単体の性能試験はこの分類に応じて行われている。図の上はA級継手の場合であるが、あるひずみからスリップひずみが生じ始め、その後、ほぼ直線的にスリップひずみが増加している。図の下のB級継手の場合、小さなひずみからスリップひずみが生じており、その後の増加の割合も大きい。図-3.2は、文献に示されていた継手単体のスリップひずみと最大経験ひずみの関係をまとめたものである。継手級の相違によって勾配に違いはあるものの、スリップひずみと最大経験ひずみは、ほぼ直線の関係になっている。図-4は、松崎らによるスリップひずみと最大経験ひずみの関係を示したものである<sup>11)(ε<sub>07</sub>)</sup>。図-4は、ロックナットの締め付け量を60, 120, 180 kg/cm<sup>2</sup>としたL3, L2, L1の3種類の継手について示している。松崎らは、L1, L2, L3といった継手級によらずスリップひずみの増加の割合はほぼ等しく、スリップひずみは最大経験ひずみの増加に対し直線的に増加するとしている。本論文では、継手を有する鉄筋のスリップひずみ ( $\epsilon_{ps}$ ) と最大経験ひずみ ( $\epsilon_m$ ) の関係を図-5のように表すこととした。また、継手を有する鉄筋の応力とひずみの関係は、継手の種類や大きさによって、降伏棚の長さやひずみ硬化の割合などが変化するものと考えられるが、前述したように、継手を有する鉄筋の応力とひずみの関係に関する資料は少ないので、ねじ節鉄筋継手を代表として選び、基本的共通事項であるすべりの影響について調べることに、また、荷重履歴は実験においても定常ループであることを考え、できるだけ簡

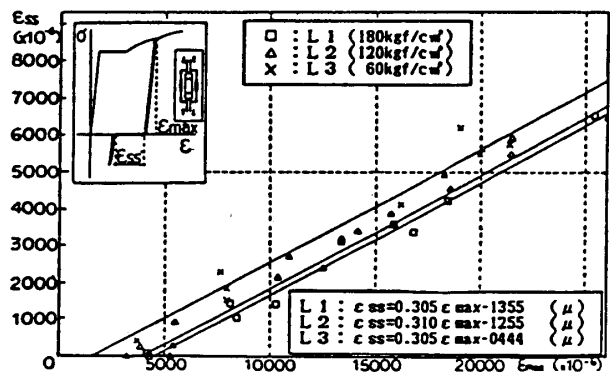


図-4 最大経験ひずみとスリップひずみの関係<sup>11)</sup>

$$\epsilon_{ps} = s\alpha \cdot \left( \frac{\epsilon_m}{\epsilon_y} - s\beta \right)$$

図-5 最大経験ひずみとスリップひずみの関係モデル

表-1 解析対象試験体一覧<sup>15)</sup>

試験体 No.	コンクリート強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	断面	主筋	継手の仕様		
				種類	集中度	性能
K 3 2 - N 0 0	2 6 0	6 0 × 8 0 c m d = 7 1 c m	ネジ鉄筋 S D 5 0	-	-	-
K 3 2 - L 1 B	2 6 9		6-D32	ロックナット	2/4	B級
K 3 2 - L 2 B	2 5 3		4-D32(p <sub>t</sub> =0.75%)	締付法	4/4	B級

単なモデルを使用することにした。ただし、鉄筋降伏後の繰返し載荷であることを考え、パウシンガー効果による剛性の低下は考慮に入れ、図-6に示すモデルとした。継手のない鉄筋の応力とひずみの関係は、図-6において常にスリップひずみがないものとして扱われている。

§3. 断面解析方法の概要

解析は文献<sup>16)</sup>に示す断面曲げ解析によるものとした。

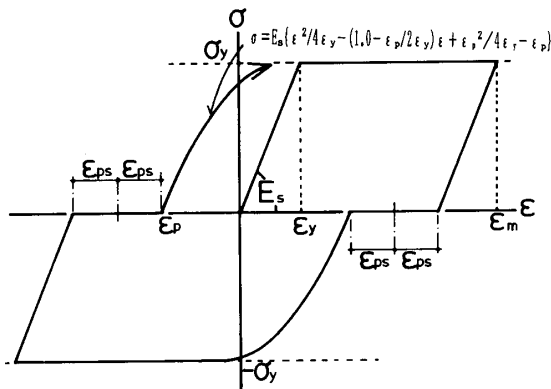


図-6 継手を有する鉄筋の応力・ひずみ関係モデル

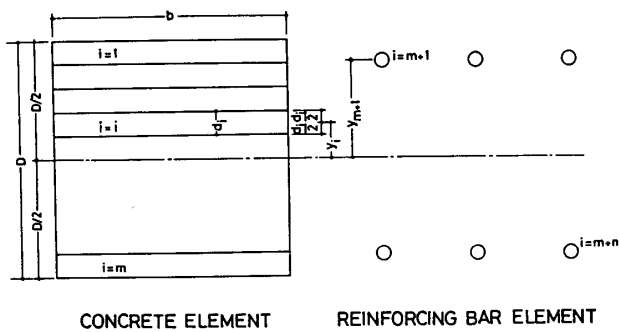


図-7 断面解析における要素分割<sup>16)</sup>

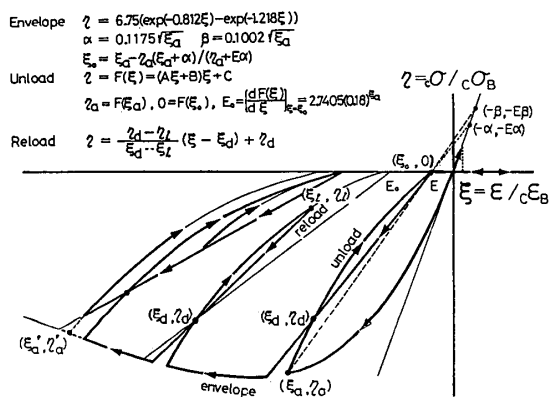


図-8 コンクリートの応力・ひずみ関係モデル<sup>16)</sup>

断面を図-7に示すようにせい方向に分割し、鉄筋要素は別に扱う。断面の平面保持を仮定し、要素内のひずみは一定で要素中央のひずみで代表する。コンクリートの応力とひずみ関係は、文献<sup>16)</sup>と同じ図-8のモデルを用いた。

計算に際しては、軸力と曲率を与え、断面中心のひずみを変化させながら断面内の軸力のつりあいが取れるまで収束計算を行った。

§4. 継手を有する鉄筋コンクリートはりの曲げ解析

今回の解析モデルの妥当性を調べるために、実験結果との比較を行った。解析の対象としたのは表-1<sup>15)</sup>に示す3体で、SD 50 D 32ねじ鉄筋継手を用いたものである。図-9に試験体の配筋例 (K 32-L 2 B) を示す。加力は2点载荷の純曲げ試験である。図-5に示したスリップひずみと最大経験ひずみの関係におけるすべり開始ひずみ (sβ) とスリップ係数 (sα) の解析に用いた値を、図-10に継手単体の引張圧縮繰返し試験結果と比較して示した。実験結果の曲率は純曲げ区間の平均的な曲率としてしか得られていないので、図-10のスリップひずみは継手単体の引張試験より得られたスリップ量を純曲げ区間の長さで除して求めている。図-11~図-

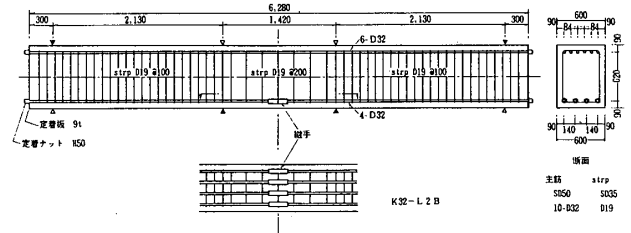


図-9 解析対象とした試験体配筋例<sup>15)</sup>

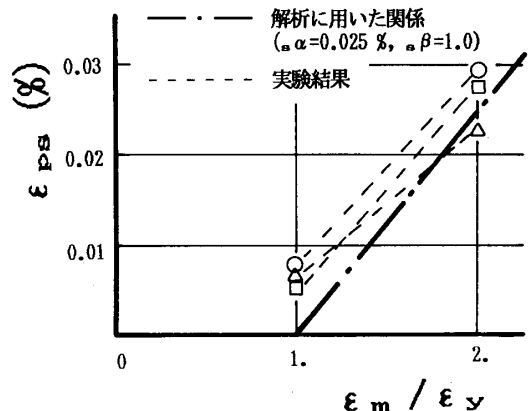


図-10 解析に用いた sα と sβ

13に実験結果と解析結果の比較を示す。図-11は継手のないK 32-N00, 図-12は下端筋4本のうち2本に継手が設けられているK 32-L1B, 図-13は下端筋4本すべてに継手が設けられているK 32-L2Bの場合である。解析結果より実験結果の方が、やや主筋のすべりの影響が少ないものの、解析結果は実験結果をよく追跡出来ていると考えられる。実験結果と解析結果の相違は、試験部の外からの主筋の抜け出しや、主筋とコンクリートとの付着によって生じるひびわれ間のコンクリートの協力などの影響によるものと考えられる<sup>16)</sup>。

§5. 履歴吸収エネルギーにおよぼす継手の影響

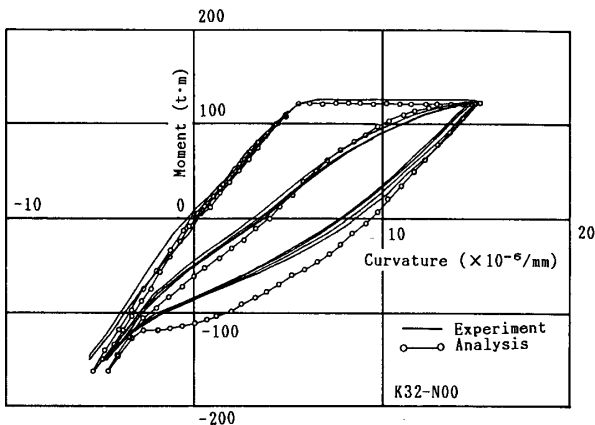


図-11 解析結果と実験結果との比較 (K 32-N 00)

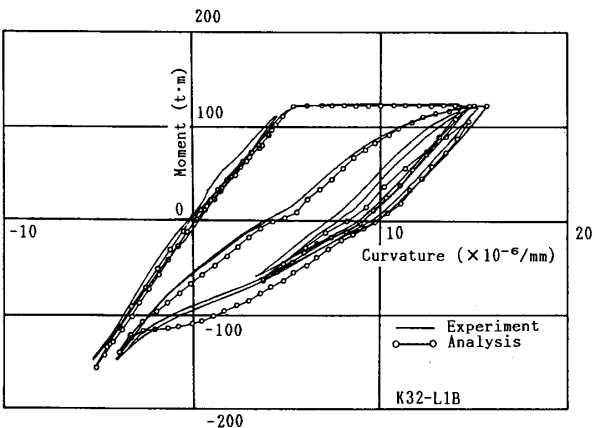


図-12 解析結果と実験結果との比較 (K 32-L1B)

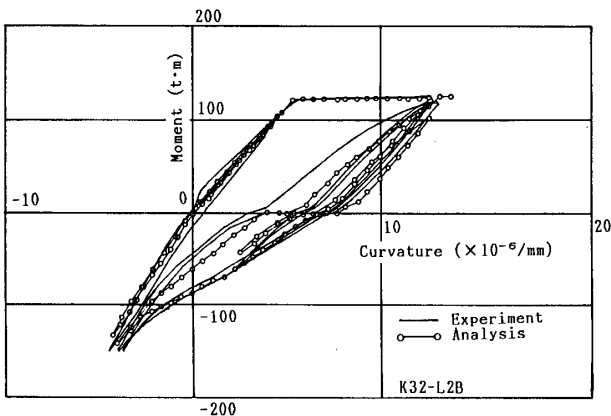


図-13 解析結果と実験結果との比較 (K 32-L2B)

5.1 解析因子

継手による主筋すべりは、鉄筋コンクリート断面の曲げモーメントと曲率の関係にスリップ性状をもたらし、履歴吸収エネルギーの減少をもたらす。この傾向は、スリップひずみが大いほど、継手数の多いほど顕著であると考えられる。ここでは、継手が鉄筋コンクリート断面の曲げ性状におよぼす影響を履歴吸収エネルギーの観点から、パラメトリックに解析することにより調べた。表2にパラメトリック解析の因子一覧を示すが、鉄筋係数、軸力比、継手数、荷重履歴、スリップ係数を因子として選んだ。断面は対称配筋である。継手数における全数とは断面内の主筋全部継手を有する場合、半数とは引張主筋圧縮主筋共に半分が継手を有し、残りの半分は継手のない場合である。鉄筋係数、軸力比で降伏時曲率

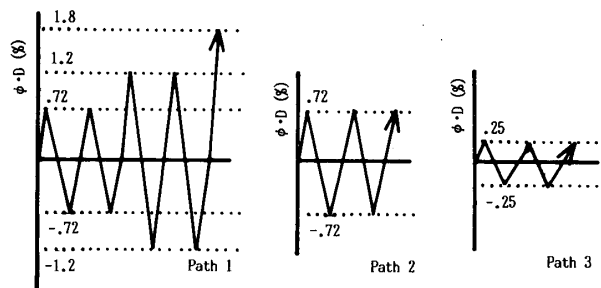
表-2 解析変動因子一覧

鉄筋係数	軸力比	継手数	荷重履歴	スリップ係数
5 %	0.0	全 数	Path 1	0.0 %
10 %	0.1		Path 2	0.021 %
15 %	0.2	半 数	Path 3	0.041 %
20 %	0.3			0.076 %
25 %	0.4			0.115 %
30 %	0.5			

鉄筋係数 =  $P_t \cdot \sigma_s / \sigma_{cs}$

軸力比 =  $N / (B \cdot D \cdot \sigma_s)$

荷重履歴



$P_t$ : 引張鉄筋比,  $\sigma_s$ : 主筋の降伏強度,  $\sigma_{cs}$ : コンクリートの圧縮強度  
 $N$ : 圧縮軸力,  $B$ : 柱幅,  $D$ : 柱せい

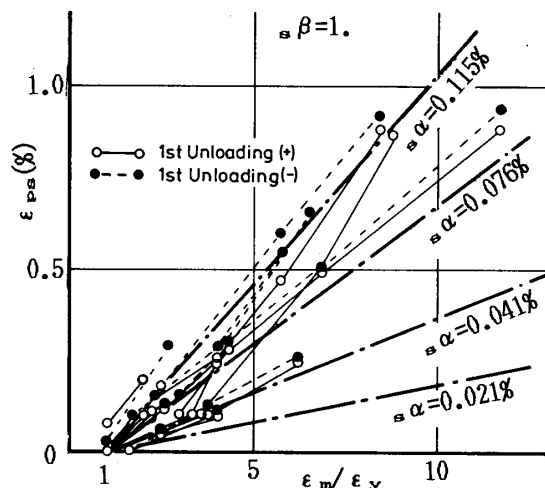


図-14 解析に用いたスリップ係数

が異なるので、荷重履歴は絶対値でコントロールした。 $\phi \cdot D = 0.72\%$  で軸力のない場合の降伏時曲率の3~4倍、1.2%で5~7倍である。軸力比が高い場合には小さな曲率でコンクリートが圧壊し断面内の力の釣り合いが取れなくなるので、Path 2, Path 3と順次繰り返す曲率を小さくした。図-14は、図-3.2で示したスリップひずみと最大経験ひずみの関係の第一サイクルだけをまとめて横軸 ( $\epsilon_m/\epsilon_y$ ) を主筋の降伏時ひずみで無次元化して示したものである。すべり開始ひずみ ( $s\beta$ ) は降伏ひずみと等しいとし、スリップ係数 ( $s\alpha$ ) を4種類選り図-14に実験結果と比較して示した。

履歴吸収エネルギー ( $E$ ) は、表2で示した荷重履歴中に吸収した全エネルギーであり、同じ荷重履歴を経験した継手のないものの履歴吸収エネルギー ( $E_0$ ) を基準として、継手を有するものの履歴吸収エネルギー性能の比較を、それらの比 ( $E/E_0$ ) で表した。

### 5.2 解析結果

図-15~図-19に、履歴吸収エネルギーにおよぼす鉄筋係数とスリップ係数の影響に関する解析結果を、Path 2 全数継手について示す。

軸力比0.2以下の場合、スリップ係数の増加に伴う履歴吸収エネルギーの低下は、スリップ係数0.076%以下ではスリップ係数の増大とともに小さくなり、それ以上スリップ係数が大きくなるとほぼ一定の値となる。またこの場合、鉄筋係数の影響はほとんどない。軸力比0.3以上の場合、鉄筋係数の影響が見られ、スリップ係数の増加に伴う履歴吸収エネルギーの低下は、鉄筋係数が高いほど大きい。また、この場合、スリップ係数0.115%まではスリップ係数の増大とともに履歴吸収エネルギーの低下は増大している。図-20にPath 1の一例を示す。履歴吸収エネルギーの低下はPath 2の場合より大きい、スリップ係数や鉄筋係数の影響について

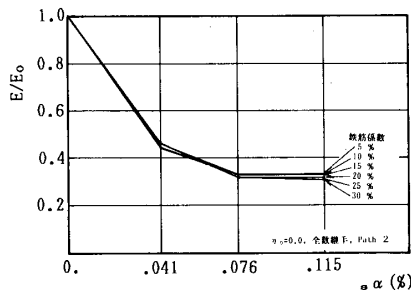


図-15 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす鉄筋係数の影響 (軸力比0.0, Path 2)

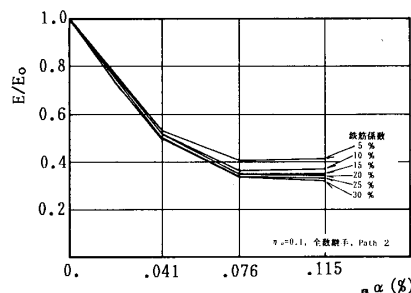


図-16 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす鉄筋係数の影響 (軸力比0.1, Path 2)

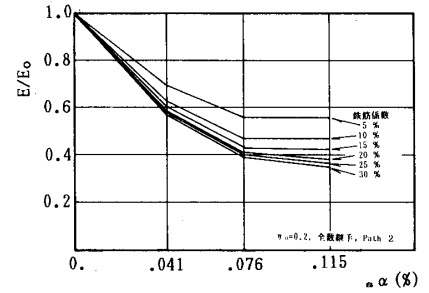


図-17 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす鉄筋係数の影響 (軸力比0.2, Path 2)

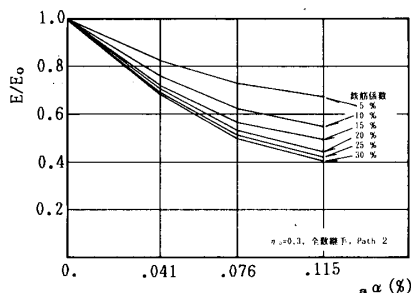


図-18 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす鉄筋係数の影響 (軸力比0.3, Path 2)

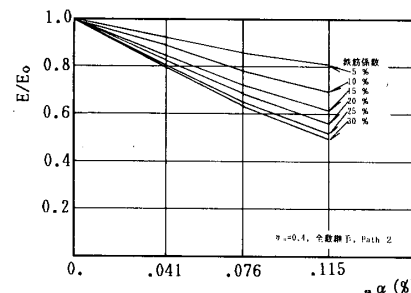


図-19 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす鉄筋係数の影響 (軸力比0.4, Path 2)

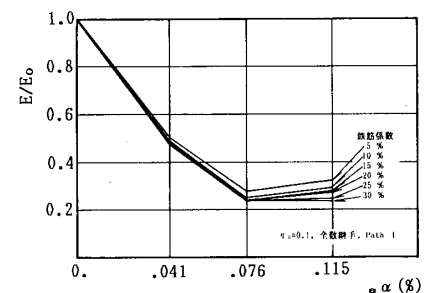


図-20 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす鉄筋係数の影響 (軸力比0.1, Path 1)

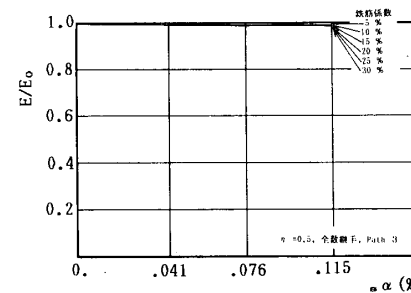


図-21 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす鉄筋係数の影響 (軸力比0.5, Path 3)

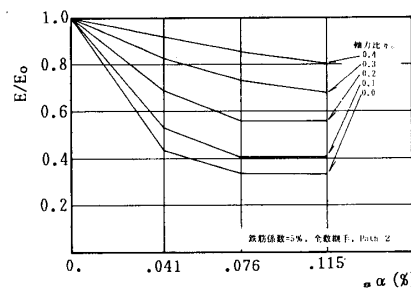


図-22 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす軸力比の影響 (鉄筋係数5%, Path 2)

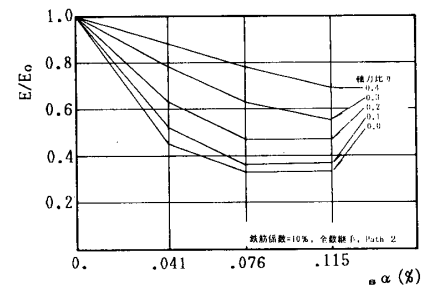


図-23 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす軸力比の影響 (鉄筋係数10%, Path 2)

は前述した通りである。図-21に軸力比0.5の場合を示す。この場合、主筋降伏とほぼ同時に圧壊し、断面内の力の釣り合いが取れなくなるので、Path 3でしか解析できない。Path 3の場合、主筋のすべりがほとんど生じないので履歴吸収エネルギーの低下もほとんどない。

図-22～図-27に履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数、軸力比の関係を Path 2 について示す。軸力比が高いほど履歴吸収エネルギーの低下は少ないが、鉄筋係数が大きくなるほど軸力比の影響は少なくなる。図-15～図-19で示したように、軸力比が高い場合には履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数はほぼ比例

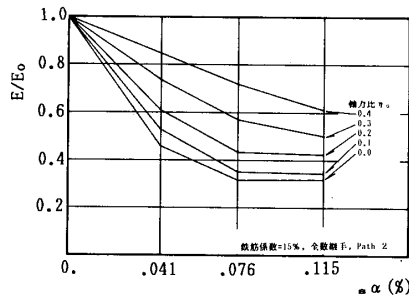


図-24 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす軸力比の影響 (鉄筋係数 15%, Path 2)

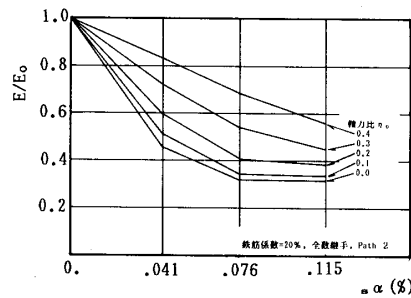


図-25 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす軸力比の影響 (鉄筋係数 20%, Path 2)

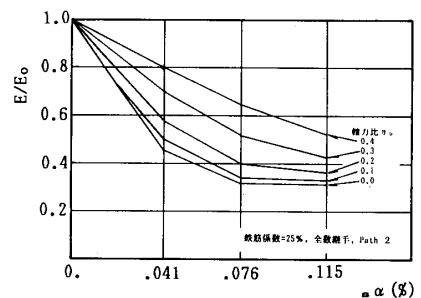


図-26 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす軸力比の影響 (鉄筋係数 25%, Path 2)

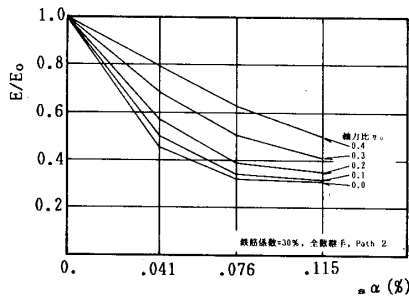


図-27 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす軸力比の影響 (鉄筋係数 30%, Path 2)

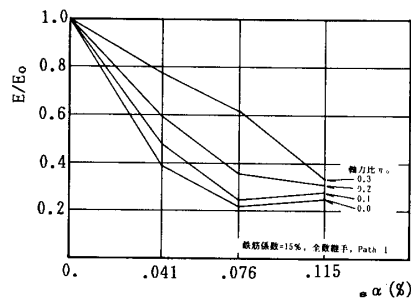


図-28 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす軸力比の影響 (鉄筋係数 15%, Path 1)

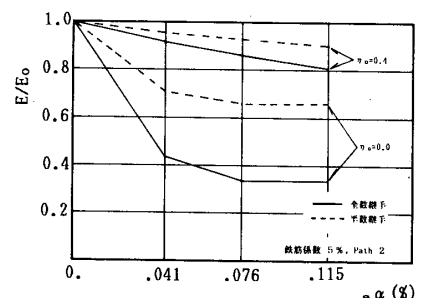


図-29 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす継手数の影響 (鉄筋係数 5%, Path 2)

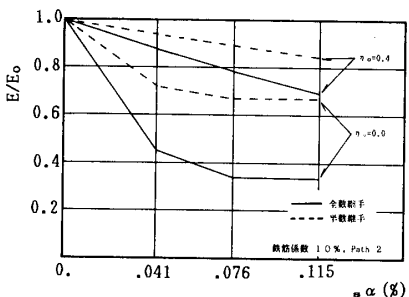


図-30 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす継手数の影響 (鉄筋係数 10%, Path 2)

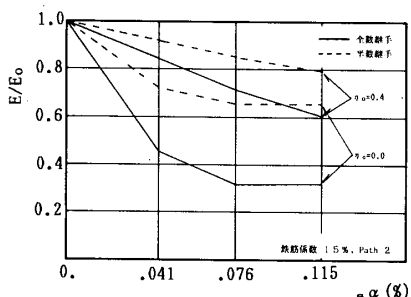


図-31 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす継手数の影響 (鉄筋係数 15%, Path 2)

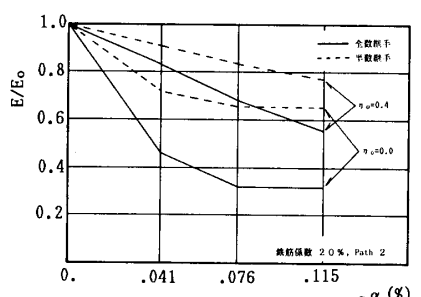


図-32 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす継手数の影響 (鉄筋係数 20%, Path 2)

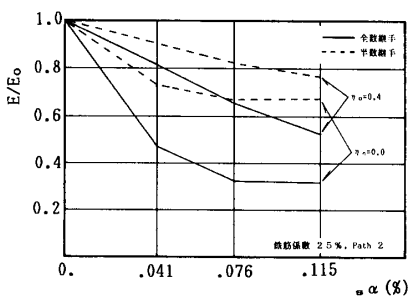


図-33 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす継手数の影響 (鉄筋係数 25%, Path 2)

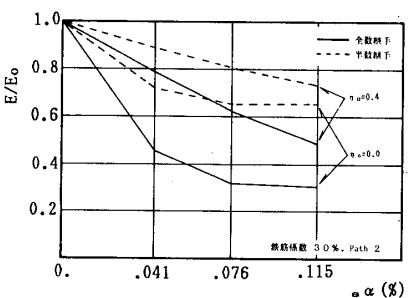


図-34 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす継手数の影響 (鉄筋係数 30%, Path 2)

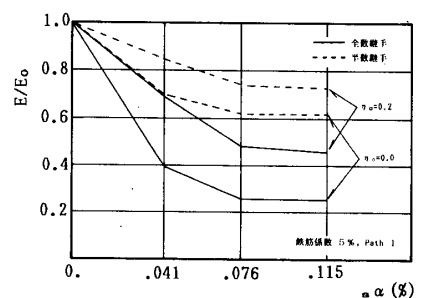


図-35 履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係に及ぼす継手数の影響 (鉄筋係数 5%, Path 1)

しており、軸力比が低い場合には小さなスリップ係数でも履歴吸収エネルギーの低下が大きく生じ、スリップ係数が大きくなっても履歴吸収エネルギーの低下はそれ以上あまり大きくならない。したがって、スリップ係数が大きくなると軸力比の影響も小さい。図-28に Path 1 の一例を示すが、同様の傾向が見られている。

図-29～図-34に全数継手と半数継手の比較を、Path 2 について示す。全数継手と半数継手では、履歴吸収エネルギーの低下とスリップ係数の関係においてほぼ同様の結果となっており、半数継手の場合の履歴吸収エネルギーの低下の割合が全数継手の場合の約半分と、継手数に比例している。図-35に Path 1 の例を示すが、同様の傾向である。以上のように、主筋にすべりが生じると鉄筋コンクリート断面の履歴吸収エネルギーの能力に低下が生じる。履歴吸収エネルギーの低下の割合は、スリップ係数、軸力比、鉄筋係数によって異なるが、A 級継手相当であるスリップ係数 0.041 % で、10 % から最大 60 % にも達する。しかしながら、4 章の実験結果との比較で行ったように、主筋のすべりは継手部分のみで生じるものであるから、実際の部材においては、継手単体の試験から求めたスリップ係数を、試験片検長/部材の降伏域長さ、で補正する必要がある。試験片の検長は D 19 で約 25 cm 程度であるから、部材降伏域が部材せいに等しいとすると部材せい 60 cm の場合、スリップ係数は 25/60 になるので、履歴吸収エネルギーの低下も  $10\% \times 25/60 \sim 60\% \times 25/60$ 、すなわち、4 % ~ 25 % 程度になろう。曲げせん断を受ける部材の場合、降伏していない領域での履歴吸収エネルギーもあるので、履歴吸収エネルギーの低下は、さらに少ないものと考えられる。継手を有する部材の曲げせん断実験は少なく定量的な検討はできないが、山本らは、せん断力・相対変形関係において継手を有する部材は継手のないものに比べて履歴面積が 20~30 % 程度少ないと報告している<sup>12)</sup>。

## §6. 結論

### 6.1 結論

本論文による結論を要約すれば以下の通りである。

- 1) 継手を設けたことによるスリップひずみは、ねじ節鉄筋の場合、主筋の最大経験塑性ひずみとほぼ比例の関係にある。この時の比例係数をスリップ係数と呼ぶ。
- 2) 軸力比 0.4 以下では、継手を有する断面の、継手のない断面に対する履歴吸収エネルギー比は、スリップ係数にほぼ比例して低下する。ただし、履歴吸収エネルギーの低下は 60 % ~ 70 % で頭打ちとなる。
- 3) 軸力比が高いほど履歴吸収エネルギーの低下は少なく、軸力比が 0.5 になると主筋降伏以前に曲げ圧壊し履歴吸収エネルギーの低下は見られなくなる。
- 4) 鉄筋係数が大きくなると軸力比の影響は少なくなり、スリップ係数が大きくなっても軸力比の履歴吸収エ

ネルギーの低下に対する影響は少なくなる。

5) 継手を設ける主筋の数を半分に減らせば、履歴吸収エネルギーの低下もほぼ半分になる。

### 6.2 今後の課題

継手を設けた鉄筋の応力とひずみの関係において、今回は、応力零でのすべりについてのみ着目し、ねじ節鉄筋についてのみ調べモデル化した。継手を有する鉄筋の応力とひずみの関係に関する実験データは乏しく、特に引張圧縮共に降伏させた繰り返し実験の例がなかった。今後の実験例の蓄積が必要であろう。また、今回の解析例は、継手単体の検長で計測したスリップひずみをもとにしている。実際の部材では、もっと長い降伏域を有するものと考えられるので、実際の部材に合ったスリップひずみ（スリップ係数）に読み替えて考える必要があるが、その読み替え方法については、さらに詳細な研究が必要である。また、継手を有する部材を曲げモーメントとせん断力を同時に受ける場合の性状を把握するためには、継手近傍へのひびわれの集中などを考えた理論的な考察も行っていく必要がある。

### 謝辞

本研究は、各種機械式継手に共通な基本的問題について検討することを目的とした、(財)日本建築センター内の鉄筋継手研究委員会(委員長 中野清司)の研究活動の一環として行われたもの<sup>13)</sup>に加筆したものであります。関係者各位に御礼申し上げます。

福井大学大谷尚子君には卒業論文の一部としてお手伝いして頂いた。厚く御礼申し上げます。

また、計算には、福井大学電子計算機室、名古屋大学大型計算機センターを利用しました。関係者各位に御礼申し上げます。

### 参考文献

- 1) 白川 潔ほか、：ねじ鉄筋継手の力学的特性、鉄筋の継手および定着の設計施工に関するシンポジウム、日本コンクリート工学協会、昭和 51 年 3 月、pp. 61-64
- 2) 志村昭太郎ほか、：鉄筋にねじ継手をを用いたプレキャスト・ラーメンの設計施工例、鉄筋の継手および定着の設計施工に関するシンポジウム、日本コンクリート工学協会、昭和 51 年 3 月、pp. 65-68
- 3) 窪田敏行ほか、：単体引張試験によるメカニカルジョイントの継手性能の評価に関する一提案、鉄筋の継手および定着の設計施工に関するシンポジウム、日本コンクリート工学協会、昭和 51 年 3 月、pp. 93-96
- 4) 小倉弘一郎、矢部喜堂：鋼材の接合—鉄筋の接合、コンクリート工学、Vol. 17, No. 7, July 1979, pp. 41-50
- 5) 日本建築センター：鉄筋継手性能判定基準 1982, ビルディングレター、昭和 58 年 8 月
- 6) 町田篤彦、睦好宏史：鉄筋継手の性能が鉄筋コンクリート部材の静的曲げ挙動に及ぼす影響に関する研究、コンクリート工学、Vol. 21, No. 4, 1983, pp. 83-93
- 7) 小山清一ほか、：ねじ鉄筋樹脂充填の力学的特性、コン

- クリート工学年次講演会論文集 第6回, 1984, pp. 385-388
- 8) 狩野芳一ほか, : 鉄筋継手を有する RC 部材の挙動に関する研究 その1—その14, 日本建築学会大会学術講演梗概集 C, 昭和60年10月, pp. 555-582
- 9) 狩野芳一ほか, : 機械式鉄筋継手を有する RC 柱部材の挙動に関する実験研究, コンクリート工学年次講演会論文集 第7回, 1985, pp. 585-588
- 10) 石渡正夫ほか, : 太径異形鉄筋のネジ付圧着継手の性能について, コンクリート工学年次講演会論文集 第7回, 1985, pp. 713-714
- 11) 槇谷栄次ほか, : 鉄筋継手を有する RC 部材の挙動に関する研究 その15—その17, 日本建築学会大会学術講演梗概集 C, 昭和61年8月, pp. 707-712
- 12) 吉野次彦ほか, : 鉄筋継手を有する RC 部材の挙動に関する研究 その18—その20, 日本建築学会大会学術講演梗概集 C, 昭和61年8月, pp. 717-722
- 13) 林 静雄, 和田 章: 主筋のすべりが断面曲げ性状に与える影響—鉄筋継手を有する RC 部材の挙動に関する研究 その21—, 日本建築学会大会学術講演梗概集 C, 昭和61年8月, pp. 723-724
- 14) 松崎育弘ほか, : 機械式鉄筋継手を有する RC はり部材の挙動に関する実験研究, コンクリート工学年次講演会論文集 第8回, 1986, pp. 585-588
- 15) (株) 神戸製鋼所: 継手性能確認に関する梁の曲げ試験報告書, SD 50 委員会, 資料 No. 4, 昭和60年
- 16) 林 静雄ほか, : 変動軸力を受ける鉄筋コンクリート柱の曲げ変形性状に関する実験研究 (その1), (その2), 日本建築学会論文報告集, 第289号, 昭和55年3月, pp. 59-67, 第312号, 昭和57年2月, pp. 28-35

## SYNOPSIS

UDC : 624. 075. 2. 012 : 693. 554 : 624. 04

### ANALYSIS OF BENDING BEHAVIOR OF REINFORCED CONCRETE MEMBERS WITH MECHANICAL SPLICES

by Dr. **SHIZUO HAYASHI**, Associate Professor of Tokyo Institute of Technology and Dr. **AKIRA WADA**, Associate Professor of Tokyo Institute of Technology, Members of A. I. J.

The stress-strain relations of the steel bar with the mechanical splice have a shallow slope near the zero stress due to the slippage in the splice.

This paper describes the investigations of the slippage in the mechanical splice by the tensile and compressive tests on the splice itself and analysis of the effects of this slippage on the bending behavior of reinforced concrete members with the mechanical splice.

The conclusions of this paper are as follows :

- (1) The amount of the slippage in mechanical splice increases in proportion to the maximum plastic strain of the bar with the splice.
- (2) The total area of the hysteresis loops for the reinforced concrete member with the splice decreases in proportion as the slippage in the splice increases.
- (3) Under the high axial stress, the effect of the slippage in the splice on this decrease of the total area is not observed so remarkably.