

東京大学 正員 岡村 南

東京大学 学生員 ○松本 進

鉄筋コンクリート構造物の長大化に伴い、施工の簡易化と省力化 については迅速化と経済化のために、従来より太径の鉄筋の使用に対する要望が高まってきた。この要望に応じて、直径41mm以上の高張力異形鉄筋が数社で製造されるようになり、研究が進展しその使用上の問題点が逐次解明されるに伴って、直径51mmの鉄筋も地下壁や高速道路の橋脚などにも使用され始めている。これは市販され始めた51mm異形鉄筋のデフォーメーションが想像以上に良好であつて、付着性状が優れており、これに関する設計指針の案も制定されたからである。⁽¹⁾しかし、太径鉄筋の使用を更に広範囲に拡大するための障害となっているものは、従来の慣習から逸脱する危懼の外に施工が容易で信頼度の高い継手方法の考案が遅れていることであると思われる。⁽²⁾

東京大学土木教室でも太径鉄筋の継手工法についての研究を実施しているが、本報告はこれに関する現在までの研究成果を取纏めたものである。

研究の実施に当って 終始御懇切なる御指導を賜った國分正胤先生ならびに熱心に実験に従事して下さい土木教室コンクリート研究室の方々に厚く御礼申上げる。

ガス圧接継手

現在直径32～36mm程度の太径鉄筋の継手に用いられているのは、主としてガス圧接継手であり、重ね合せやフックが要らないため、鋼材の節約が得られ、鉄筋の配置が複雑になることも避けられる利点がある。しかし、通常のガス圧接方法では鉄筋が太径化するにしたがつて圧接面にフラットと称する金属酸化物の層ができやすくなり、継手の強度も不安定となることが、41mm以上の太径鉄筋への使用の障壁となっていた。⁽³⁾最近接合面を密着させるまでアセチレン過剰の強還元炎で加熱する方法が開発され、この種のガス圧接方法によればフラット破面がほとんど生成しない安定した圧接継手が得られるようになり、太径鉄筋の継手としてはほとんどガス圧接継手が用いられているのが現状である。これはこれまで通常の径の鉄筋について積み重ねられたガス圧接継手の良好な施工実績にもよるが、これに代る他に適当な継手方法がないことにも原因があると思われる。ガス圧接継手方法には、作業に専門の熟練者を要すること、現場で火炎を使用するため風雨の影響を受けやすく高所の作業に適さないこと、鉄筋を組み終つてから継手を設けることが不可能なこと、鉄筋端面の仕上げが必要なこと、など施工上の問題点は多く、これに代る施工が容易で信頼性の高い継手方法の開発が待たれている。

重ね継手

鉄筋の直径があまり大きくない場合には、重ね継手が便利であるが、太径鉄筋の場合には重ね合せ長さが長くなるばかりでなく、継手端部に発生するひびわれの幅が過大となるおそれも多い。特に

直径 51mm のような太径鉄筋を重ね継手とした場合には、破壊に対して十分な安全度となる継手長を採った場合でも、同一断面ですべての鉄筋を継ぐと、ひびわれ幅が過大となることは避けられない。同一断面にすべての継手を集めることを避けるのは当然であるが、一部の鉄筋だけに継手を設けた場合の実験結果はほとんどなく、太径鉄筋における重ね継手が部材のひびわれに及ぼす悪影響の程度は定かではない。また重ね継手を設けたはりの剛性や強度が大きな繰返し荷重を受けると低下することとも報告されており⁽⁵⁾、太径鉄筋の場合には特にこの点も検討しておく必要がある。

そこで、これら太径鉄筋の重ね継手に関する問題点を明らかにするために、以下の実験を計画したのである。

(i)静的載荷では十分 100% の継手効率が確保できる継手長 35D (D は公称直径を示す) の鉄筋 2 本を配置したはりの疲労性状を、D 51mm の場合と D 22mm の場合と比較検討する。

(ii)重ね継手長 25D の場合の疲労性状について、3 本の鉄筋中、1 本を継手とした場合、2 本を継手とした場合をすべて継手とした場合と比較検討する。

(iii)重ね継手長 25D の場合のひびわれ性状について、継手部に細径の鉄筋を添えることによつて改善する効果を検討する。

これらの試験に用いる供試体は図-1 に示すようである。なお、試験は一部継続中であるので、これらの試験結果は講演会当日まで公表するのをさし控えたい。

スリーブ継手

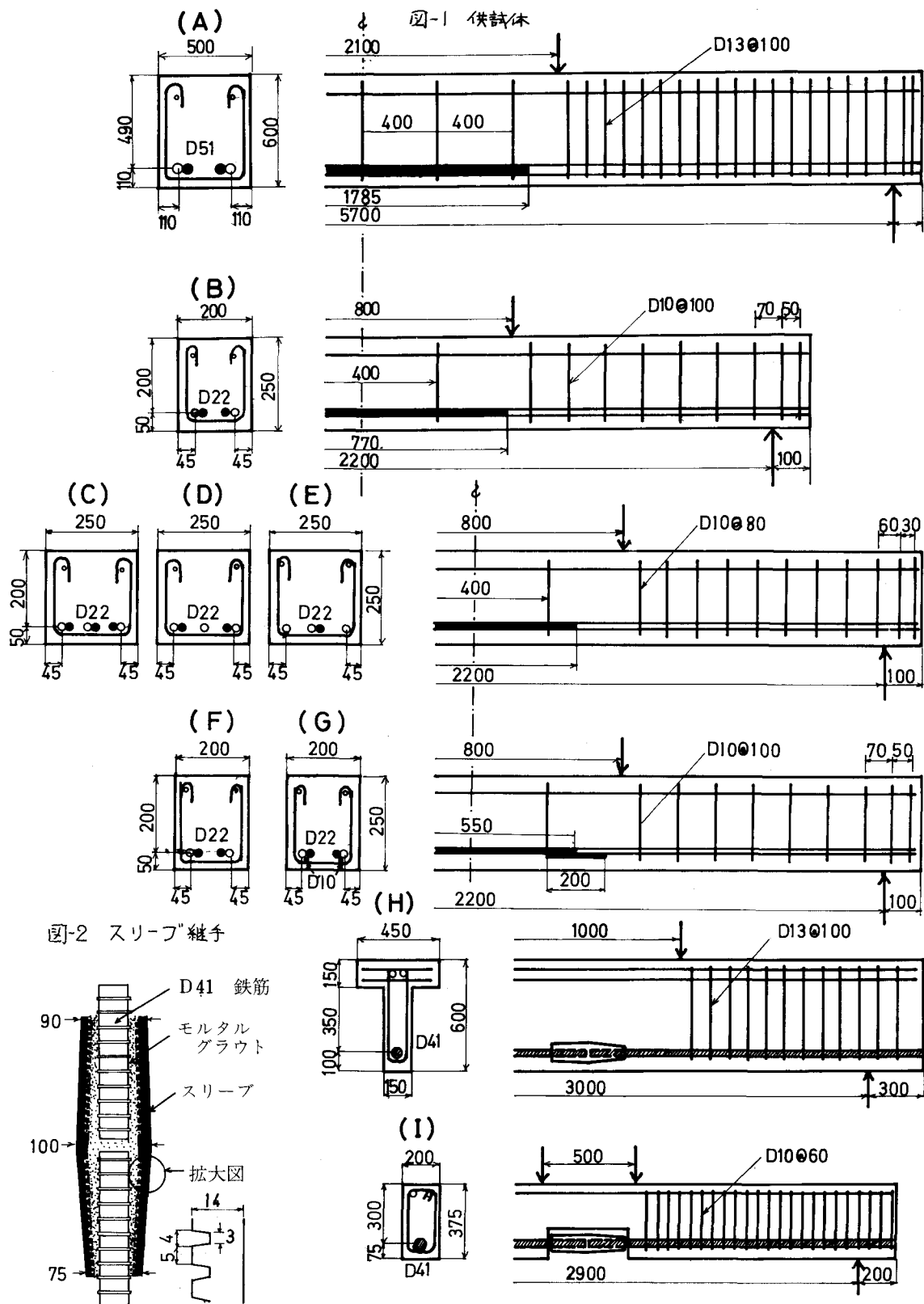
セメントモルタルを鋼製のスリーブと突き合せた鉄筋との間に注入するいわゆるスリーブ継手は、わが国における土木工事にはほとんど用いられていないが、太径鉄筋の継手として将来有望な方法と思われる。この方法は図-2 に示すように鉄筋に作用する力をセメントモルタルを通して鋼製のスリーブに伝達し、スリーブから更にもう一方の鉄筋へと伝達する継手方法であつて、施工の容易なこと、特に鉄筋を組立てた後に数本の鉄筋を同時に継ぐことが可能なこと^{*}、などの利点があり、ガス圧継手やカドウエルド継手のように鉄筋を加熱する必要もないので施工の安全の面からも有利である。なお、セメントモルタルの代りにエポキシ樹脂を用いる“樹脂接着継手”に関しては小林一輔助教授の優れた研究が発表されている⁽⁶⁾。

スリーブ継手は Eriksson によつて詳細に研究され、デンマークに於てはプレキャスト部材の接合に用いて良好な結果も得ているが、この方法は応力の伝達をモルタルとの付着に頼っているので、スリーブ長が短いと鉄筋とスリーブとの間に相対変位の生ずるおそれがあるのが欠点である。それで

^{*}鉄筋のリブとフシ部にネジを切つて、カフラーによつて継ぐ方法やガス圧継手方法では困難である。

表-1 試験計画

継手 方法	鉄筋直径 (mm)	継手長 25 スリーブ長	変 数		供試体 (同一条件)	
重 ね 継 手	22	35D	鉄筋直径 継手の占める 割合	D51	A	2個
		25D		D22	B	2
				100 %	C	2
	22	25D	添え筋	67	D	2
				33	E	2
	22	25D	添え筋	D10・100	F	3
スリーブ 継手	41	10D			G	2
					H	4
					I	3



Eriksson は鉄筋の降伏点の 125% の応力度に対しては荷重端における相対変位を 0.25 mm 以下に制限するためにスリーブ長を 10D 程度とすることを推奨しているのである。⁽⁷⁾

以上に述べたようにこの方法は太径鉄筋の継手方法として有望ではあるが、わが国における施工実績も乏しく、疲労性状も明らかにされていない。そこで、直径 41mm の鉄筋をスリーブ長 40cm のスリーブを用いて継ぎ、これを主鉄筋とするはりの繰返し載荷試験を行い、その疲労性状を検討した。

疲労試験の結果、鉄筋に作用する応力振幅を 1500 kg/cm^2 (下限応力度を 500 kg/cm^2 とした) とした場合には、200 万回の繰返し載荷によつては破壊しないことが確かめられ、応力振幅を 2000 kg/cm^2 とすると数 10 万回の載荷ではりは破壊した。大部分のはりの破壊は鉄筋がスリーブより抜け出すことによつて起つたが、二個の供試体は鉄筋母材が疲労破断した。また、これらの結果を以前に行つた継手をもたないはりの試験結果⁽¹⁾と比較すると、継手のない場合も応力振幅を 2000 kg/cm^2 とすると、80 ~ 130 万回の繰返し載荷で鉄筋が疲労破断しており、継手による疲労強度の低下はごく僅かであつて、ガス圧接継手の場合のように母材の疲労強度の 80% となるようなおそれはないものと思われる。⁽⁸⁾

この試験に用いた鋼製のスリーブは $\frac{1}{20} \sim \frac{1}{40}$ のテーパを持ち、内側に図-2 に示すような凹凸を設けたものであるが、その凹部の幅が深さの割合に比して小さいので、凸部の幅を $\frac{1}{2}$ 程度に減ずればその付着性状は更に良好となる可能性がある。また、注入モルタルは無収縮性と高強度とを兼備しているエンボコモルタル (日曹マスタービルダーズ製) としたが、注入モルタルの膨脹性と強度の点から更に適当なものも考えられる。更に、この試験に用いた鉄筋の付着性状は良好なものではないので、更に良好な付着性状の鉄筋を用い、以上に述べた諸点を改良すれば、スリーブ長を 10D 以上に増さなくとも、この種継手の疲労強度を母材鉄筋と同等とすることも可能であると思われる。

参 考 文 献

- 1) 国分正胤, 岡村 甫: “太径鉄筋の使用に関する研究”, 土木学会論文報告集 202 号, 昭和 47 年 6 月, PP. 103-113.
- 2) 太径鉄筋実用化研究委員会: “太径鉄筋 (D51) を用いた構造物の設計指針 (案)”, 昭和 46 年 2 月 (近く公表を準備中)
- 3) 山崎 淳: “高張力異形鉄筋の溶接部の性状について”, 東京大学工学部土木工学科論文集録, 第 4 輯, 昭和 42 年, PP. 125-131.
- 4) 土堅 秀, 伊藤慶典, 道下明雄: “太径鉄筋のガス圧接法”, 土木学会年次学術講演会講演集, 第 5 部, 昭和 46 年 10 月, PP. 157-160.
- 5) 鋼材倶楽部: “高強度異形鉄筋コンクリート設計法 I”, PP. 91-96.
- 6) 小林一輔, 伊藤利治: “樹脂接着継手とその応用”, コンクリート ジャーナル, Vol. 10, No. 4, 1972, PP. 1-11.
- 7) Don L. Ivey: “Fatigue of Grouted Sleeve Reinforcing Bar Splices”, Journal of the Structural Division, Proceedings of ASCE, Jan. 1968, PP. 199-210 より引用.
- 8) Masatane Kokubu and Hajime Okamura: “Fatigue Behavior of High Strength Deformed Bars in Reinforced Concrete Bridges”, Journal of the Faculty of Engineering, University of Tokyo (B), Vol. 29, No. 3, 1968, PP. 181-198.