

I—5 異形鉄筋を利用したズレ止めについて

都立大学 正員 ○ 山 本 稔
都橋梁課 正員 高 島 春 生

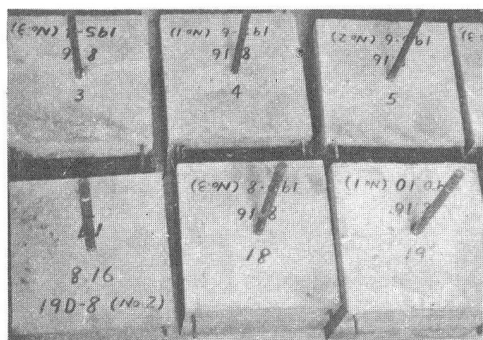
合成桁のズレ止めは、接合面に発生するせん断応力の伝達と同時に接合面の分離の防止という役割も果たさなければならない。前者は、合成効果の發揮に、後者は、構成部材を一体化して前者の作用を完全ならしめるために各要求される。従つて、ズレ止めは、何等かの形でこれら2つの役割が果たされるよう工作される必要がある。

ここにスタッドズレ止めを取り上げ、上述の觀察からなげめると、このズレ止めは、スタッドのせん断抵抗によつて合成効果を發揮し、頭部の締結作用により引抜きに抵抗して接合面の分離を防止できるように工夫されているといえる。すると、スタッドの引抜きにたいしては頭部に力が集まることになるので、頭部に接したコンクリートの隅角部には引張り応力が集中して破壊を引き起すことになる。従つて、これを防止するためには長さの制限が必要であるようにみえる。一方、鉄筋コンクリートスラブのハンチが高く、スタッドの頭部がスラブ内に達しないような場合には、引張り応力が発生することも考慮して、ハンチに補強鉄筋を挿入し、これにスターラップとしての役割を受持たしめることが望ましいように思われる。しかし、この種の補強は、スタッドの寸法を長くすることによつても解決できるものと考えられるから、この方の手段を用いることにすれば、スタッド頭部による締結効果に余裕が生じ、その形状にも一考すべき余地があるようにみえる。

そこで、異形鉄筋をスタッドズレ止めの代用として用いれば、せん断力の伝達については相違がないと推察できることはもちろん、引抜きにたいしてはフシが抵抗するので、締結装置の製作が不用になるし、また、多数のフシに力を分配して受持たしめることができるので、応力集中も緩和できるようにみえる。このようなわけで、ハンチが高い場合にも異形鉄筋を長くして使用する方が、スタッドを長くするより有効に働くと考えられるから、ここにおいてもハンチの補強の役目を果しうることが期待できるように思われる。かくて、ズレ止めとしての異形鉄筋の特性を調べ、実用への基礎資料とするため次の3項目にわたる調査が行なわれた。

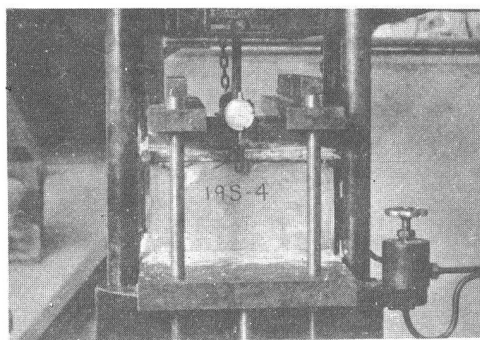
- (1) 異形鉄筋とスタッドの引抜き抵抗にかんする比較
- (2) 異形鉄筋によるズレ止めの push-out test ならびにスタッドのそれとの比較
- (3) 異形鉄筋ならびにスタッドをズレ止めとした実物大合成桁の破壊試験

(1)のために異形鉄筋とスタッドの引抜き試験が行なわれた。実験は、圧縮強度 $\sigma_{28} \geq 300 \text{ kg/cm}^2$ で底面 $350 \times 350 \text{ mm}$ 、深さ $200 \sim 300 \text{ mm}$ のコンクリートブロックに公称径 $d=16, 19, 22 \text{ mm}$ の異形鉄筋とスタッドを同じ深さで種々に埋込んで製作した計83個の供試体をアムスラー型試験機に掛けて行なわれた。なお、使用された鉄筋の材質は、異形鉄筋がSSD49、スタッドがSS41である。これら供試体ならびに試験状況の概略は、また写真(1)からもうかがわれよう。載荷法としては一様に荷重を増大させる連続載荷と繰返しながら順次荷重

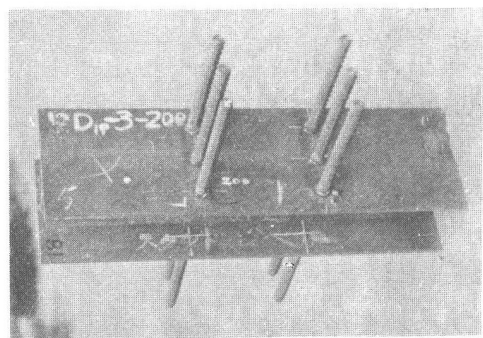


(a) 供試体

写真
(1)

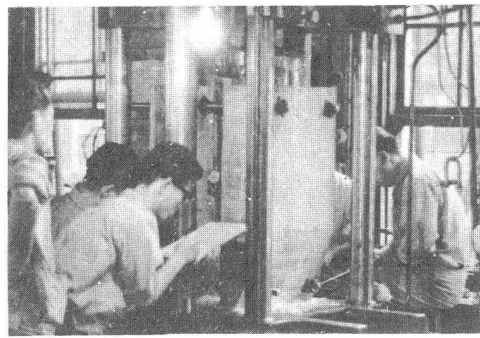


(b) 試験状況

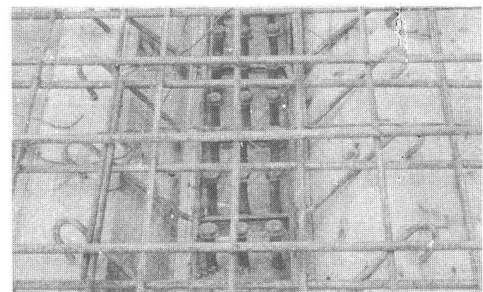


(a) 供試体用鋼筋

写真
(2)

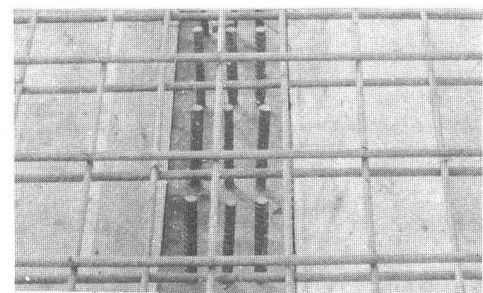


(b) 試験状況



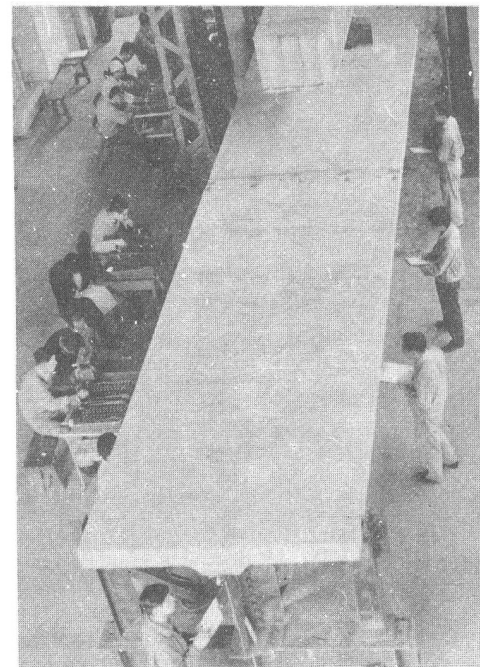
(a) スタッド側のスラブの配筋

写真



(b) 異形鉄筋側のスラブの配筋

(3)



(c) 試験状況

を增大させる繰返し載荷とが用いられた。そして引抜き抵抗力をはじめ、ズレと荷重との関係ならびに破壊状況について調査がなされた。

その結果として、(a) 同一埋込み深さの供試体におけるズレは、総ズレにおいても、繰返し載荷における残留ズレにおいても、異形鉄筋の方がスタッドより小さいという傾向が認められた。これは、力が異形鉄筋ではフシに分布して掛かるのにたいし、スタッドでは頭部に集中するという力の分布状態に起因すると思われる。この推察の妥当性は、破壊状況の相違から明瞭に観察できるようにみえた。(b) 同一埋込み深さのものについて引抜き抵抗力を比較すると、異形鉄筋の方がスタッドより一般にやや小さいといえる。(c) また、引抜き抵抗力が埋込み深さにはほぼ関係しなくなると考えられる最小の埋込み深さは、異形鉄筋が $10d \sim 12d$ であるのにたいし、スタッドでは $8d \sim 10d$ である。同様に、実用的見地から鉄筋の降伏とコンクリートブロックの破壊が等しくなる埋込み深さを求めると、異形鉄筋ではこれが $6d$ と $7d$ の中間にあるのにたいし、スタッドでは $5d$ と $6d$ の間に落ちる。これらの寸法は、ズレ止めの長さの選定にあたり有用な資料を提供するものと思われる。(d) 以上の考察にさらに使用鋼重を加味するならば、異形鉄筋の締結効果もスタッドに劣らぬ勝れたものであるといえるようにみえる。

(2) の調査のために、異形鉄筋によるズレ止めの push-out test を実施し、既報のスタッドズレ止めの push-out test と比較した。製作された供試体は 22 個である。供試体ならびに試験状況の概略は、写真(2)からうかがわれよう。ここにおいては、(a) ズレ止めの直径、長さおよびピッチの変化とせん断抵抗との関係、(b) ハンチの有無がズレ止めのせん断抵抗に与える影響ならびに (c) 普通ハンチに使用される補強鉄筋と同じ役割も受持つことができるように、ズレ止めをハンチに沿って曲げて使用したとき、ズレ止めの形状がせん断抵抗に与える影響などについての調査が行われた。

異形鉄筋は、溶接作業に使用されるフェルールの関係から一部削除して用いられたが、簡単のため試験結果を異形鉄筋の公称径を用いて処理することにした。しかし、筆者は、ここでも既にスタッドズレ止めの試験で得られている諸結果に符号する関係を認めることができたので、削除されたりブとフシは、実用上せん断抵抗に関係ないとして取り扱ってよいことをはじめ、(a) の調査結果としてスタッドズレ止めにかんする諸成果をそのまま利用してよいという、異形鉄筋の利用に当たってきわめて便利な性質を明らかにすることができた。なお、(b) の調査結果によれば、ハンチは、破壊荷重に多少影響を与えるようにみえるとはいえ、降伏荷重付近では全くその影響を考慮する必要がないことがわかった。また (c) の調査結果も (b) とほぼ同様ではあるが、ここにおいては破壊荷重への影響が (b) におけるより大きいばかりか、降伏荷重も多少影響を受けると考えてもよいように思われた。これは、ズレ止めの変形によってハンチにおけるコンクリードがカブリが押し出され、剥げ落ちるためのよう¹⁾にみえた。従って、異形鉄筋をはじめ、スタッドの使用に当たりハンチに沿って曲げることはよくないといえよう。

これら引抜きならびに push-out test の結果から判断して、異形鉄筋によるズレ止めは、スタッドズレ止め²⁾に劣らぬせん断抵抗を有することはもちろん、締結作用においてはむしろ

る勝れた点もあるように見えるので、特にハンチの高い合成桁などに用いて補強作用も受持たしめるのに有効であろうと思われる。しかし、現状においては、先に触れたように一部フシとリブとを削除して使用しなければならぬ不便さがあること、市販の異形鉄筋が不整であるため作業能率が低下すること、SSD49材を使用すると多少焼入効果が現われるなど解結を要する点もある。そこで異形鉄筋がせん断抵抗および締結効果においてスタッドに代りうるズレ止めであることおよびスタッドの頭部が鍛造によって形成されることを考慮して、別の立場として逆にスタッドの頭部を異形鉄筋のフシのような形状に変えることも考えうると思われる。

都下八王子市の浅川橋は、単純合成桁で設計されたが、橋面の横断勾配をハンチでとつたため、スラブにかなり大きなハンチが設けられることになった。そこで、前記の諸成果の検証も含めて当橋梁に施用することとし、(3)のように実物大合成桁の破壊試験が行なわれた。試験桁は支間17.6mで、浅川橋に使用されるものに同じ鋼桁と10cmのハンチ高をもつ幅200cm、厚さ17cmの鉄筋コンクリートスラブとを合成して作られた。そして、ズレ止めとしては、資料に基づきその力学的性質と同じにする意味で、桁の中央を挟み一方に径19mmの異形鉄筋が、他方に同じく径19mmスタッドが対称に配列して用いられた。なお異形鉄筋側ではズレ止めの長さを180mm、スタッド側ではそれを100mmとしたが、これはハンチにおける補強鉄筋の挙動を調べるためで、写真(3)から明らかなように、スタッド側に補強鉄筋を挿入したのにたいし、異形鉄筋側にはズレ止め補強鉄筋を兼ねさせ、これを省略してある。試験は、桁中央の2点載荷で写真のように行なわれた。かくて、試験桁の荷重の対称性に加えて、力学的構造の対称性も確保できるとするならば、変形および応力状態もまた対称性をもつはずであるから、これらの調査によってズレ止めの類似性を検討できるし、またハンチにおける局所的な変形状態の比較によって補強鉄筋の相違による影響も調べうると考えられる。

試験結果によれば、ズレ止め相互の差違は、破壊に到るまで認め難く、いずれも合成効果を十分に發揮しているとみなすことができた。従つて、先の諸成果が総合的に検証されたことにならう。しかし、破壊荷重附近に達すると、合成効果に直接関係がなかつたとはいへ、異形鉄筋側のハンチに曲げ引張り応力による小さな亀裂が発生したのにたいし、スタッド側のハンチには斜引張り応力によるかなり大きな亀裂が認められるようになった。この相違は、スタッド側の補強鉄筋が鋼桁に溶接されていないため、完全に斜張応力とすることができなかつたことを意味すると思われる。このような観点から、ハンチの高い合成桁ではスタッドは長くして用いられるべきであると思われるから、ここにおいては締結効果を考へて異形鉄筋の利用も考慮されるべきであろう。

かくのごとく異形鉄筋をズレ止めとして利用することにかんする諸考察をスタッドズレ止めと比較して種々行なつてきたが、当日は、これら諸考察を資料に基づいて具体的に御説明申し上げることにする。なお、この研究に当たつて三菱日本重工業株式会社横浜造船所、大阪変圧器株式会社、株式会社釘貫商会、東京大学奥村教授および三井建設株式会社に色々と援助をいただいた。ここに記して謝意にかえたい。