

I-128 異形棒鋼を用いたずれ止めについて

異形スタッド研究会 正員 山本 稔

1. はじめに

合成桁のずれ止めは、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を防止する役割を持つ。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補助手段に用いられる。ボルト状のスタッドは、頭部の引抜き抵抗によって接合面の分離を防止するずれ止めであるが、異形鉄筋の出廻っている現時点においては、その締結効果を利用したずれ止めにも実用化の途が開かれていると考えられる。

異形棒鋼をずれ止めを利用する研究開発は、すでに昭和36年に着手され、基礎実験による設計資料の作成とその効果に基づく実橋の架設が行われた。これらの研究結果は、すでに部分的には報告され、作用効果の期待できるずれ止めであることが確認されている。ただし、スタッド溶植の一方式としてサイフアーク方式が国内に導入されて日の浅い当時においては、異形棒鋼両端のフシとリブを切除し、丸棒と同一条件で溶植しなければ技術に信頼が置けなかった。このため、ずれ止めの経済的効果は不問に付さざるをえなくなり、作用効果のみでは普及に尙早であるとして使用を差し控えてきた。

しかしながら、最近になって異形棒鋼の溶植にサイフアーク方式と多少異なるフリックス方式を採用したところ、端部に何の加工を加えることなく単に切抜しの状態で溶植できることが明らかになった。技術の進歩は日々新しであるから、どの溶植方式によらねばならぬとは一概にいえませんが、このニュースは、異形棒鋼の利用に關する問題点を霧消させる朗報として受取れた。もちろん、異形棒鋼は、溶植性の向上から材質を指定しなければならないが、製造については異形鉄筋と同じであるから、材料の供給についても本質的な問題はない。

かくのごとく、立ち足かかる困難が解消した現在、ずれ止めとして異形棒鋼の利用価値を再認識すべき好機であると考えらる。このときに当り、異形スタッド研究会は、異形棒鋼をずれ止めを利用する実験的研究として

(1) 引抜き試験 (2) 静的押抜き試験 (3) 押抜き疲労試験

を計画し、過去の資料を補足するとともに比較考察することにした。利用した異形棒鋼は、JIS規格品であり、溶植は、すべてフリックス方式によっている。(1)は、単に過去の資料を補充するにすぎないが、(2)は、ずれ止めの形状と溶植法の相違による試験結果の対比と考察に、(3)は、活荷重の増大に伴う動的挙動の調査と設計公式の検討に利用される。

次に順を追って試験の概要を述べるが、この機会に未発生であった過去の試験結果も収録し、対照して資料の信頼性と利用価値の向上に努めることとする。

2. 引抜き試験

ずれ止めの設計計算とそのせん断抵抗力で行うとすれば、ずれ止めは、合成桁に発生する如何なる引抜き力に対しても十分に抵抗し、スラッシュにおける亀裂の発生や接合面の分離など、使用上の不都合

が生じないようあらかじめ寸法を決定しておかなければならない。合成桁のずれ止めには作用する引抜き力の実際には不明な点が多いように見えるから、ずれ止めとして異形棒鋼の最小標準寸法を定めるに当っては、ボルト状のスタッドによるずれ止めの引抜き抵抗力に対応するよう規定するか、または異形棒鋼の降伏荷重あるいはそれに近い荷重までずれ止めの締結効果に異状が認められないように規定するのが实际的であると思われる。すでに行われたボルト状のスタッドの引抜き試験によれば、後述するように最小標準寸法に対する引抜き抵抗力は、ずれ止め材の降伏荷重にはほぼ同じであることが明らかであるから、異形棒鋼の引抜き試験に当っては判断の明確な降伏荷重を標準として最小標準寸法を定めるものとする。

引抜き試験は、この目的に沿う資料をうるために行われる写真-1のような試験で、コンクリートブロックに対する異形棒鋼の埋込み長さ l と引抜き抵抗力との関係を調査する。

供試体の数は、今回の試験において36個、過去の試験において80個である。今回の試験では、異形棒鋼のみ試験され、コンクリートブロックに22φの異形棒鋼1本を埋込んだもの20個、2本埋込んだもの16個である。後者は、ピッチの引抜き抵抗力に与える影響を調べるのに用いられる。過去の試験においては、ボルト状のスタッドと異形棒鋼に關するもの各40個で、19φを中心にして16φ、22φのずれ止め1本の引抜きに係るものである。

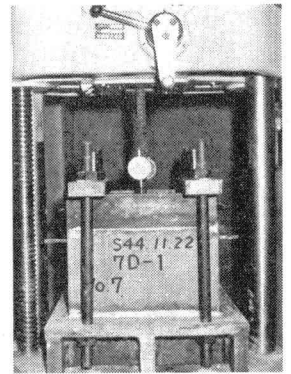
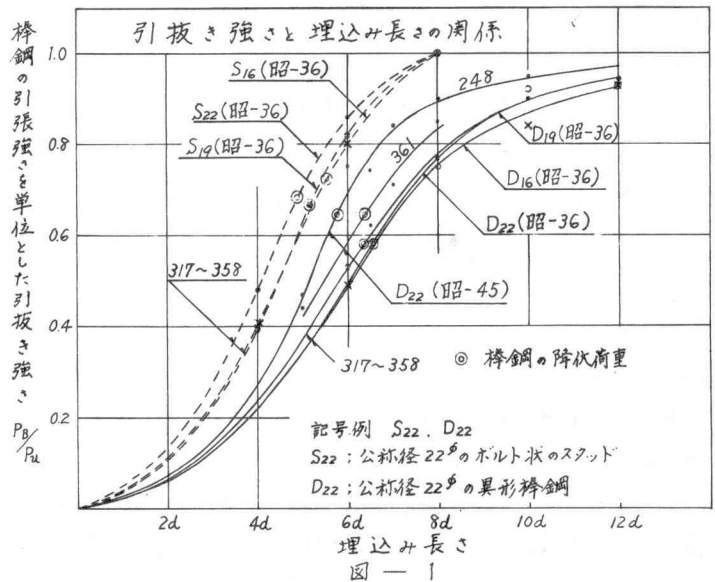


写真-1

図-1には引抜き強さと埋込み長さの関係を棒鋼の引張り破壊降伏荷重 P_u と公称直径 d を単位として無名数で表わされている。図に示す二重丸の継座標は、棒鋼の降伏荷重に当るから、横座標は、引抜き強さが棒鋼の破壊限度に達する埋込み長さを与える。この長さは、異形棒鋼に対し $6.5d$ 、ボルト状のスタッドに対し $5.5d$ と置くことができる。合成桁設計施工指針によれば、ボルト状のスタッドずれ止めの許容せん断力がずれ止めの長さ



に無関係になる最小寸法は、 $5.5d$ である。したがって、この寸法をずれ止めの最小標準寸法と呼べば、これを埋込み長さとするずれ止めの引抜き抵抗力は、ずれ止め自身の引張り降伏荷重に等しくなる。この事実、ずれ止めのせん断変形に伴うコンクリートの二次的引張応力がせん断抵抗力に影響を与えなくなる境界のずれ止め長さが、最小標準寸法に相等すると考えることによって説明できるように思われる。先に最小標準寸法をずれ止めの降伏荷重によって定めることにしたのはここに源がある。

異形棒鋼2本の引抜き試験結果の詳細は省略するが、引抜き抵抗力はボッチの影響を受けて低下し、例えば埋込み長さが最小標準寸法の6.5dで通常のボッチの場合、異形棒鋼1本の引抜き試験結果の約67%となる。しかし、この関係を鋼材の降伏応力と許容応力の関係に置き換えれば、設計上の問題にならないと考えるが、なお、ここにおいても異形棒鋼の降伏荷重を基準とすれば、6.5dは8dと読み替えないといけない。

3. 静的押抜き試験

異形棒鋼をサイクアーフ方式によって溶植したすれ止めの押抜き試験は、すでに実施されている。しかし、フリッパス方式の採用によって単に切放しの状態で異形棒鋼の溶植が可能になり、溶植部の形状にも相違が生じたから、ふたたび押抜き試験を実施し、実用資料を提出する必要性が認められる。もちろん、フリッパス方式もサイクアーフ方式と比べ溶接上本質的な差異はないから、試験結果は、過去の資料と類似な成績を示すものと推察される。

押抜き試験は、すべて過去の試験にならって計画された。試験の概略は、写真-2からうかがわれる。荷重と接合面のすれの関係、破壊状況などが調査され、すれ止めのせん断抵抗力を定める資料がえられる。試験された供試体は、今回の試験において14個、過去の試験において22個である。試験結果は、図-2、-3に示されている。図-2から明らかなように、すれ止めの長さH=6~12dにおいて押抜き試験の降伏荷重は、すれ止めの長さに関係なくあると考えられる。

一方、引抜き試験から $H \geq 6.5d$ とすれば、スラフの締結は完全である。したがって、異形棒鋼をすれ止めとして用いる場合、その最小標準寸法は6.5dとすればよいことがわかる。また、図-3からすれ止めの抵抗力は、方に直角方向のボッチには影響を受けないことがわかる。

異形棒鋼をすれ止めとして用いる場合の許容せん断力公式は、合成桁設計施工指針におけるボルト状のスタッドに対する公式を異形棒鋼の最小標準寸法およびその公称径がもつ誤差を考慮して修正すれば

$$H/d \geq 6.5 \text{ に対し } Q_a = 52d^2\sqrt{\sigma_{ba}}, \quad H/d < 6.5 \text{ に対し } Q_a = 8dH\sqrt{\sigma_{ba}}$$

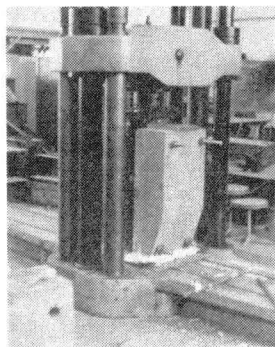


写真-2

ここに σ_{ba} は、コンクリートスラフの許容支圧応力度 (Kg/cm^2) で、 $\sigma_{ba} = \sigma_{28}/3$ である。図-4には上式による計算値と実験値との相関関係が与えられている。図の実験値は押抜き試験にお

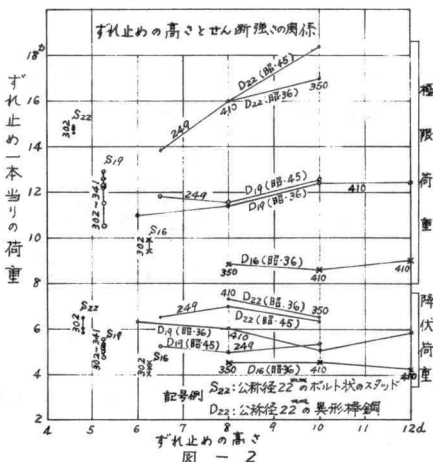


図-2

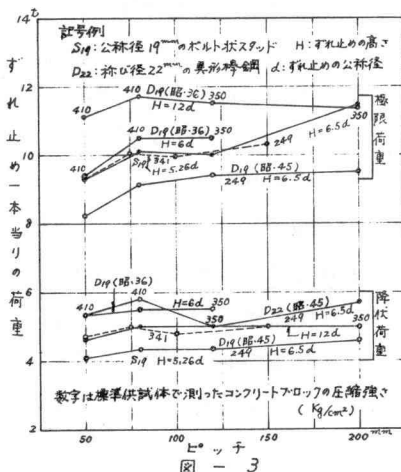


図-3

けるずれ止めの降伏荷重に対して2.5、極限荷重に対して5以上の安全率をもつよう定められた値である。全資料のうち計算値が10%以上の誤差を危険側に推定するものは1例にすぎない。また、計算値は、実験に用いたコンクリート強度 $\sigma_{28} = 249 \sim 410 \text{ kg/cm}^2$ に対し、ずれ止めの平均せん断応力 $\tau_{28} = 249 \sim 770 \text{ kg/cm}^2$ を与える。この値は、次に述べる疲労試験や過去の同種の試験結果を参照して許容できると考えられるから、上の公式は、設計公式としての安全性を確保しているといえよう。

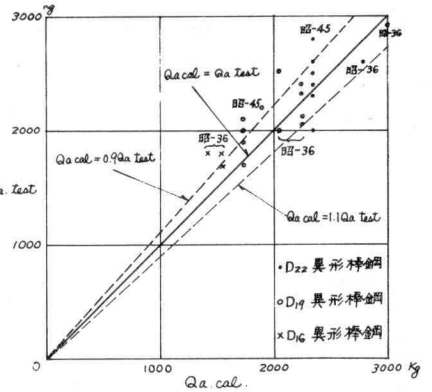


図 - 4

4. 押抜き疲労試験

押抜き疲労試験は、アムスレー型疲労試験機の片振り圧縮運転によって写真-3のように行った。応力の下限は、載荷が安定である限り低くとることとし、ずれ止めの平均せん断応力で $\tau_{min} = 22 \sim 44 \text{ kg/cm}^2$ とした。供試体は同種のもの11個で、静的押抜き試験用と同じである。試験結果は、図-5に示すが、片振り荷重の上限に当る τ_{max} 曲線から疲労限度を推定すれば、約 870 kg/cm^2 である。

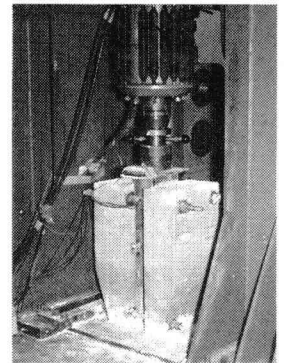


写真 - 3

5. おわりに

この研究は、異形スタッド研究会のもとに昭和44年9月から実施した実験的研究である。ここに研究会の名簿を掲げ、謝辞にかえる

新井国広(東京都) 池田南(道路公団) 井上啓一(建設省) 片原敏夫(東京都) 古津彰三(首都公団) 松本忠夫(阪神公団) 山本崇史(建設省) 山寺徳明(首都公団) 山本稔(都立大) 吉田明(東京都)

内野和雄(石川島播磨重工業K.K.) 近藤正己(日本車輛) 高橋昌(岡部K.K.) 船越三朗(石川島播磨重工業K.K.) 吉田英行(松下電器産業K.K.)

協賛会社、石川島播磨重工業K.K.、日本車輛製造K.K.、松下電器産業K.K.、岡部K.K.

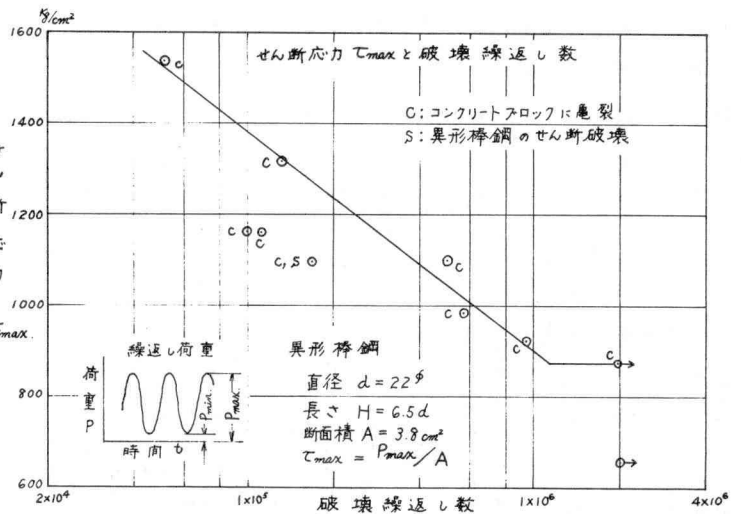


図 - 5