

都立大学 正員 村田二郎
川崎製鉄 " 村木幸春
日本鋼管 中島 勉

1. まえがき

鉄筋コンクリート桁では、コンクリートの圧縮縁に鉄筋を定着するのが原則であるが、太径鉄筋D51の場合は施工上の配慮から引張縁に定着する方法がとられている。しかし引張縁に定着する場合は、定着部周辺に大きなひびわれが発生するため、十分な定着長をとって定着するか、定着部周囲に十分な補強用の横方向鉄筋(スターラップまたは補強筋)を配する方法が考えられる。本研究は、横ぶし太径鉄筋D51を用いた鉄筋コンクリート桁の引張縁定着部に補強筋を配したときの定着部の挙動について検討し、その結果に基づいて引張縁に定着する場合の補強方法を見出そうとしたものである。試験は、定着部に曲げ引張応力と比較的大きなせん断応力を作用させることのできる桁を用いて行った。

2. 試験方法

試験体の種類は図1に示すとおりである。また、補強用の横方向鉄筋(補強筋)は図2のような形状とした。補強した試験体は、図1に示すQ2、Q4およびQ5の右側(Q5R)で、Q1、Q3は無補強である。この中で、Q2、Q4の補強筋は、施工性を考慮して上部を開口状としている。補強筋の間隔は14cmである。なお、Q5は左右の定着法を変えて実験したもので、補強筋はQ5Rの定着端に用いている。使用した鉄筋は、横ぶし太径鉄筋D51(SD35, $\sigma_y = 3780 \text{ kg/cm}^2$)であり、コンクリートはスランプ5.5cm, W/C55%で、圧縮強度 $\sigma_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$ のものである。

荷重は中央部1点荷重とし、300t試験機を使用して行った。荷重は、0t-設計荷重の繰返しを10回、0t-設計荷重 $\times 1.5$ の繰返しを10回行ってから破壊荷重まで荷重した。引張鉄筋の応力はワイヤストレーンゲージを用い、定着鉄筋の抜け出し量およびひびわれ幅はコンタクトゲージを用いて測定を行った。なお、ひびわれ幅の測定位置は1段目の主鉄筋位置である。測定に用いたコンタクトゲージは、抜け出し量の方は1/1,000mmであり、ひびわれ幅の方は標点距離が100mmのものである。

3. 試験結果とその考察

(1) 応力性状について

図3に、定着した鉄筋の先端から30cmの位置における応力度

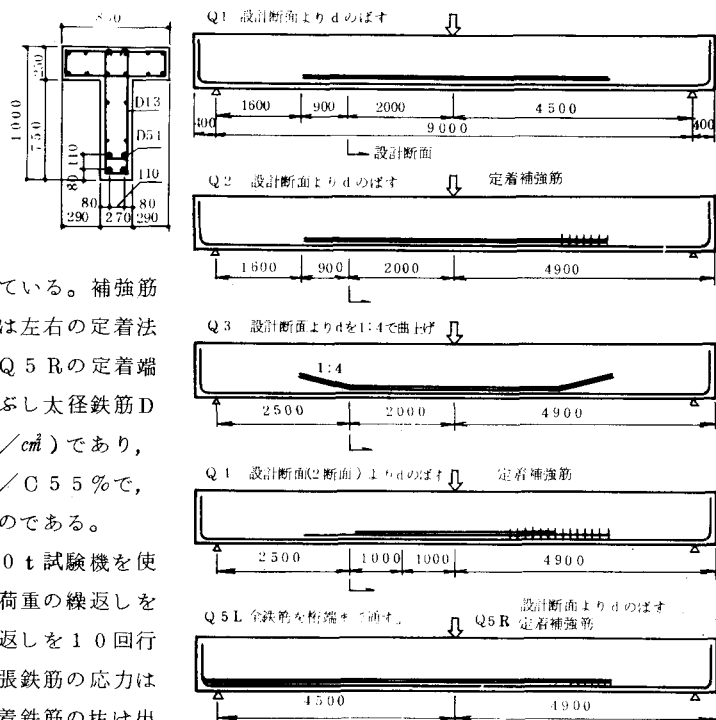


図 1. 試験体

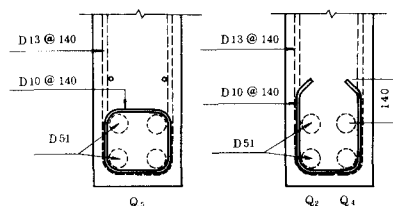


図 2. 補強方法

を示す。4本の主鉄筋のうち2本を同時に定着して、定着部に補強筋をスターラップの間に配置したQ2は、補強しないQ1に比べて荷重が大きくなると効果を生じ始め、設計荷重 $\times 1.5$ 以上になると先端部の付着応力度が約 5 kg/cm^2 大きい値を示している。鉄筋を2断面に分けて定着したQ4は、2本同時に定着した場合より定着した鉄筋の設計断面における応力度は大きくなるが、先端部の最大付着応力度が 110 kg/cm^2 以上もあり補強筋は十分補強効果のあることを示した。

定着した鉄筋の定着部における引張応力度分布を図4に、付着応力度分布を図5に示す。定着部における付着応力度分布は先端ほど大きくなる三角形分布となるが、定着補強筋のある方がない場合より全般的に付着応力度が大きく、補強筋の効果が明瞭に出ている。主鉄筋を2断面で定着したQ4は、2本同時に定着した場合より定着部の付着応力度が大きい、これは鉄筋本数が少ないことから引張応力度が大きくなったためと考えられる。

定着した鉄筋先端の抜け出し量と鉄筋先端部30 cmの区間における平均付着応力度との関係を図6に示す。この図から明らかなように、抜け出し量は、定着した鉄筋本数ではなく、定着補強筋の有無によってのみ異なる傾向を明瞭に示している。すなわち定着補強筋を配置した場合は、配置しない場合より同じ抜け出し量に対して付着応力度が 15 kg/cm^2 程度以上大きくなっている（抜け出し量が0.05 mmの時、Q2、Q4： 67 kg/cm^2 、Q1： 53 kg/cm^2 である）。

(2) ひびわれ柱状

定着した鉄筋の先端部における2段目位置の最大曲げひびわれ幅を図7に示す。図7のQ1、Q2から定着した鉄筋先端の2段目位置におけるひびわれ幅は、補強を行った場合の方が補強を行わない場合よりひびわれ幅が小さく（設計荷重 $\times 1.5$ 時、Q1： 0.46 mm 、Q2： 0.31 mm ）、定着補強を行えば定着した鉄筋先端の曲げひびわれ幅を小さくできることを示している。

一方、鉄筋を2断面に分けて定着したQ4は、2本同時に定着したQ2と比較した場合、設計断面より遠い方の鉄筋先端では、設計荷重 $\times 1.5$ 時にひびわれ幅（2段目）がQ2： 0.31 mm 、Q4： 0.34 mm となって両者はほとんど変わらないが、設計断面では、Q4の場合定着した鉄筋の先端でもあるため、設計荷重 $\times 1.5$ 時ではQ2： 0.15 mm 、Q4： 0.32 mm となり、約2倍のひびわれ幅となった。このように本実験の結果は、定着部のせん断応力が比較的大きくモーメントこう配が大きい場合には、2断面に分けて引張応力の大きい位置で定着する方が、引張応力の小さい位置で2本同時に定着するよりひびわれ性状が悪くなることもあることを示した。

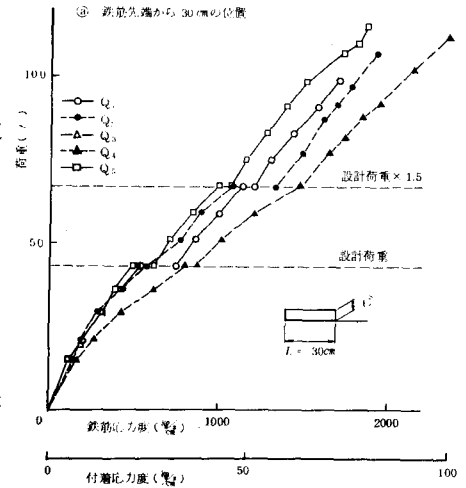


図3. 定着した鉄筋の応力度

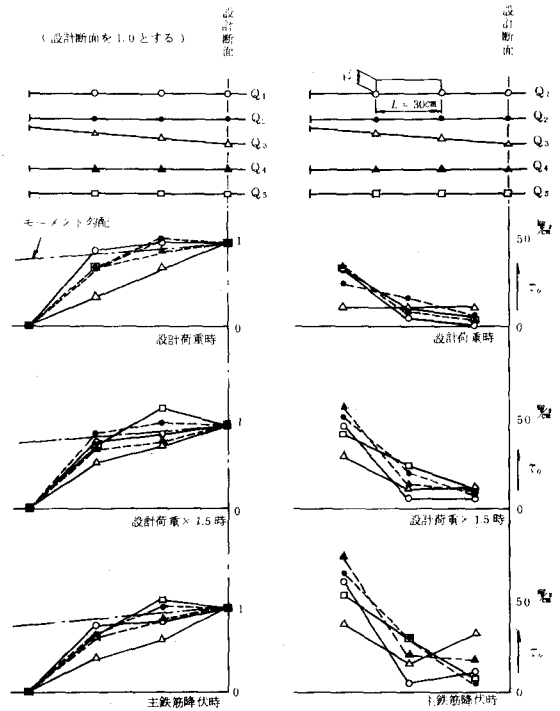


図4. 引張応力度

図5. 付着応力度

定着部の縦ひびわれ幅は、早い場合では設計荷重で発生したが ($\sigma_s : 700 \text{ kg/cm}^2$, ひびわれ幅 $\leq 0.05 \text{ mm}$), 大部分は設計荷重 $\times 1.5$ 時に発生した ($\sigma_s : 1,000 \text{ kg/cm}^2$)。荷重および鉄筋応力の増大による縦ひびわれ幅の増加は少なく, 最大荷重時においても 0.2 mm 程度である。これは定着補強筋の効果が十分であったことを示している。

4. まとめ

本実験の結果, 定着性状に関して次のことが明らかとなった。

- (1) 曲げに対し鉄筋が不要になった断面より有効高さ分のばして切断する場合, 定着部に補強筋を配置することによって定着強度を増し, 鉄筋の抜け出し量を減少させ, 定着部のひびわれ幅を小さくする十分な効果がある。
- (2) 4本の主鉄筋のうち2本を桁端まで通し, 2本を同位置で定着した場合は, 1本づつ分けて定着した場合より, 定着長が長くなり鉄筋応力度の小さい位置で定着されるので, 定着強度およびひびわれ性状とも必ずしも不利とはならない。
- (3) 補強筋を入れると最大付着応力度が大きくなり, 縦ひびわれが発生したとしても耐力上問題がないことが明らかとなった。

この結果, 本実験に用いたような定着補強筋を定着部に配置すれば, 太径指針 (参考文献1) と同程度の補強効果があることが明らかとなっただけでなく, 過剰スターラップ (参考文献2) に替えて用いても十分な効果のあることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 村田, 池田: 太径鉄筋D51設計指針, 橋梁と基礎, 昭和49年6月
- 2) 村田, 藤川, 横溝: 太径鉄筋D51の定着に関する基礎的研究, 第29回年次学術講演会, 昭和49年10月
- 3) 村田, 小間, 清野: 太径鉄筋 (横ぶしD51) によるはりの引張縁定着に関する研究, 第30回年次学術講演会, 昭和50年10月

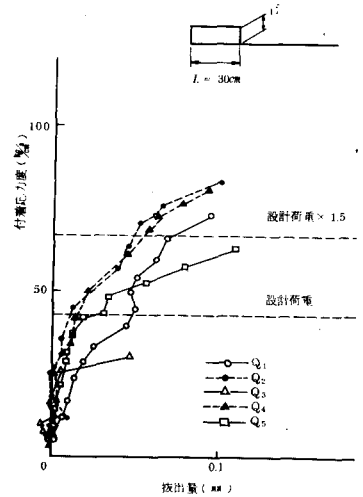


図6. 鉄筋先端の抜け出し量

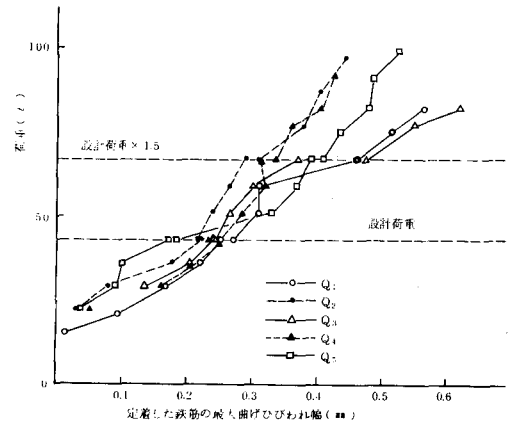


図7. 鉄筋先端の最大曲げひびわれ幅