

V-491

支圧力を受けるコンクリートと鉄筋の付着性状に関する実験的研究

中部大学 正会員 ○愛知 五男

中部大学 学生員 安藤 誠

1. まえがき

構造物のある一部に集中する荷重や断面積の減少する部所での荷重が作用する場合には、応力状態の乱れが生じ、この箇所においてほとんどが応力ピークに達することが予想される。このような局所的な応力集中の生ずる箇所は、コンクリート構造物においては数多くあり、これに起因すると考えられるひび割れ、剥離、局所的破壊の事例は少なくない。一般に局部荷重の作用を受ける箇所は、橋脚、橋台の支承部、ポストテンション方式による緊張材の定着部等において支圧応力と引張応力が作用する。

本報告は、コンクリート供試体に局部荷重(支圧力)を載荷した状態で、供試体中心部に配した鉄筋を引き抜き、コンクリートと鉄筋の付着性状を把握する目的で行った。始めに、支圧幅、鉄筋挿入並びにコンクリート強度が支圧強度比に及ぼす影響を検討した。次に、支圧力、支圧面積、拘束筋を実験要因として取り上げ、コンクリートと鉄筋の付着性状を調べた。

2. 実験概要

使用材料：引抜き鉄筋は市販の異形筋D22(SD295B, $f_{sy}=333\text{N/mm}^2$)であり、付着試験時のコンクリート平均強度は、圧縮： $f_c=43.1\text{N/mm}^2$ 、引張： $f_t=2.8\text{N/mm}^2$ 、ヤング係数： $E_c=31.9\text{KN/mm}^2$ であった。供試体：15cm立方体のブロックでコンクリート単体と鉄筋を挿入したもの。付着試験には、中心部に9cmの付着区間を取り、この両側3cmにはビニールテープ等で非付着部を設けたもの(拘束無)と引き抜き時にコンクリート割れを防ぐためφ6mmの伸線をかぶり1.5cm、ピッチが6cmとなるボックス状に加工して配筋したもの(拘束有)の4タイプの供試体を用いて試験を行った。打設と養生：棒状バイブレーターによりコンクリートを締固め、2日後に脱枠し恒温恒湿室で4週間養生を行って付着強度試験に供した。

試験方法：付着試験を行う前にコンクリート単体のものと鉄筋を挿入した供試体により、支圧幅(1D, 2D, 3D, 5D、ここにDは鉄筋の公称径22mm)を要因として支圧強度を求めた。この結果を検討して2D, 5Dを引き抜き試験による支圧幅とした。支圧力は、それぞれ支圧強度の0, 10, 30, 50, 70%(以下B0, ..., B70と記す)を所定の載荷力とした。引き抜き試験は図-1に示した装置で、支圧力は万能試験機で定荷重を与え、ロードセルによる引き抜き荷重と自由端部における滑動量を変位形により測定し、主にこの両者の関係でまとめ支圧力を受けたコンクリートと鉄筋の付着性状を検討した。

3. 実験結果と考察

支圧力が作用した場合のコンクリートと鉄筋の界面の影響を調べる目的で、鉄筋を挿入した供試体の支圧試験をまとめ図-2に示す。これに設計強度 $C20\text{N/mm}^2$, $C80\text{N/mm}^2$ の結果も併記した。この図は、縦軸に支圧強度(f'_a)をシリンダー強度(f'_c)で除したもの(支圧強度比)をとり、横軸に支承面

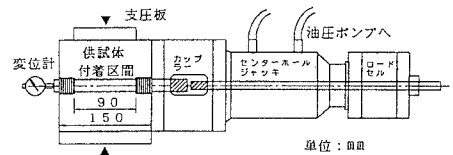


図-1 引き抜き試験装置

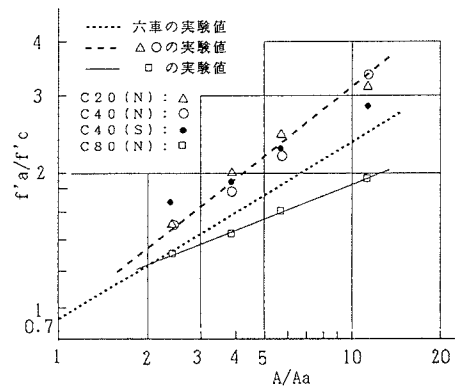


図-2 支圧強度比と支圧面積比

キーワード：支圧強度比、引き抜き力、滑動量、付着強度

連絡先：〒487-0027 愛知県春日井市松本町1200 TEL 0568-51-1111 FAX 0568-52-0134

積(A)を支圧面積(Aa)で除したもの（支圧面積比）をとって両対数目盛で示した。図の黒印は、供試体中心部にD22の鉄筋を配したものであり、支圧幅が鉄筋径(1D)と小さくなれば支圧強度比は若干減少する傾向が見られた。これは、鉄筋が連続体でしかもコンクリートとの界面近傍が滑りせん断力の作用を受けやすい応力状態になっているためである。2D, 3Dでは配筋しいものと差異はなく、逆に5Dの強度比は増加した。

付着試験の載荷支圧条件は、支圧強度の結果より所定の割合で載荷した。実験要因別に引抜き力と自由端滑動量の関係で整理して以下に示す。図-3に示した支圧幅5D, 拘束筋無では、B10（B10:支圧耐力の10%を意味する）で初期滑(0.25mm)りで他の条件の曲線と不規則な傾向が生じている。しかし、支圧応力の程度によりこれ以降の滑動量からは、支圧力による締め付けによるコンクリート組成の圧密化とポアソン効果による摩擦抵抗の増大により引き抜き力の増加が示され、支圧耐力の50%迄は概ね支圧力に比例する傾向が見られた。B0は滑動量0.35mmで支圧による拘束作用を受けず割裂破壊を生じ終局耐力も小さくなっている。図には示していないが、B70ではコンクリートの臨界応力レベルの支圧力を加えて試験を行っているため、横ひずみの増分に加え鉄筋の付着ひび割れの累加のため自由端滑りの生ずる前に破壊をしている。

上述のような割裂破壊を生じさせないために、引抜き筋との最小距離43mmとした帯拘束筋を用い、支圧幅5Dにより求めた結果を図-4に示した。B0とB30、B50とB70の引抜き力～滑動量線図は、ほぼ同様な線形を示したがそれらは滑動量が0.3mmを過ぎた頃より差が見られた。これは、B0とB30では支圧力の比較的小さなレベルであるため、B50、B70と較べてこの程度の滑動から支圧力を拘束筋が殆ど分担してしまう。このため引抜き筋付近の応力場まで支圧力の影響が及ばないものと推察される。

支圧幅を2Dと狭くして求めた結果を図-5に示した。支圧幅5Dと比べ、B30、B70の支圧力が作用した場合では、若干の差異が生じている。支圧幅が狭くなれば鉄筋とコンクリートの鉛直方向における付着面での滑りが発生するため、引抜き力は低下すると予測されB70で20%ほど低下したが、B50は差はなくB30ではむしろ支圧力による拘束効果により増加している。

引抜き最大耐力を有効付着面積で除して、付着強度を求め図-6に示した。無拘束で支圧力50%程度までの付着強度は、増加傾向にあり支圧幅5Dは、2Dに較べ平均30%増加した。一方、拘束筋有りで平均した付着強度には、支圧幅における影響は殆ど差が見られなかった。

4. まとめ

一般の構造物のひび割れ制限幅程度(0.3mm)に相当する滑動量までは、引き抜き力に顕著な差はない。支圧強度の50%迄は、支圧力の大きさに比例する傾向が認められた。付着強度への影響は、拘束筋のない場合支圧幅と支圧力の割合によって、内部応力が異なるためかなりの差が生じた。

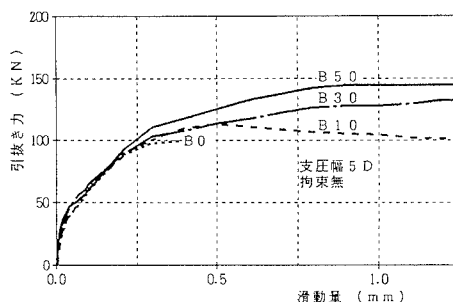


図-3 引き抜き力～滑動量

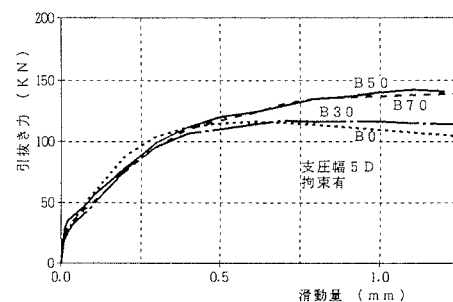


図-4 引き抜き力～滑動量

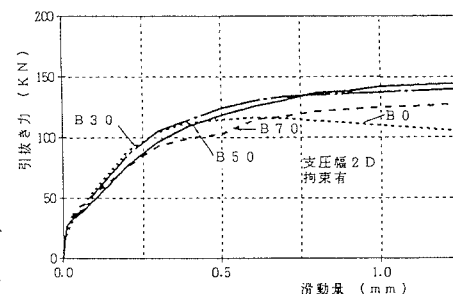


図-5 引き抜き力～滑動量

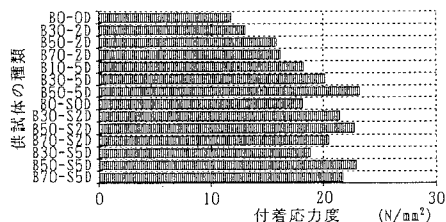


図-6 要因別付着強度