

V-161 腐食した鉄筋の付着特性に関する実験

前田建設工業株式会社 正会員 佐藤 文則
 前田建設工業株式会社 正会員 河野 一徳
 前田建設工業株式会社 正会員 出頭 圭三

1. まえがき

近年RC構造物の大型化に伴い、施工上の理由より鉄筋の組み立て開始からコンクリート打設まで長期間を要す場合がみられるようになった。特に、その対象となる構造物が海洋構造物であれば、コンクリートを打設するまでに鉄筋が腐食し始めることも考えられる。鉄筋が腐食している状態でコンクリートを打設した場合、コンクリートと鉄筋間の付着性能の低下が懸念される。

本報告は、腐食程度を変化させた異形鉄筋を用いて引き抜き試験を行い、付着性能の検討を行ったものである。

2. 実験

実験は、図-1に示す手順に従った。

2.1 実験条件

実験要因は鉄筋の腐食程度とし、D19鉄筋を3.3%塩化ナトリウム水溶液に浸漬する時間を調整し腐食程度を変化させた。腐食程度は、①鉄筋が腐食していないもの、②鉄筋が赤錆程度に発錆しているもの、③鉄筋に浮き錆が認められるものの3水準とした。

2.2 供試体

供試体は、15×15×15(cm)の立方供試体としその中央に異形鉄筋(D19, SD35)をコンクリート中に埋め込み標準養生を行った。供試体数は、各腐食程度に対して3体とした。コンクリートは、粗骨材最大寸法25mm, 水セメント比52%, 目標スランプ15cmとした。

2.3 引き抜き試験

引き抜き試験は、日本コンクリート工学協会の試験方法(案)に基づき行った。試験材令は28日とし、引き抜き荷重と自由端すべり量を各々油圧変換器および変位計で測定した。その概要を図-2に示す。付着応力は、 $\tau_o = P / \pi \phi l$ (P:引き抜き荷重, ϕ :鉄筋直径, l :埋め込み長さ)として評価するものとした。

2.4 腐食量の測定

引き抜き試験終了後、鉄筋をコンクリート内部から取りだし、10%クエン酸二アンモニウム溶液(60°C)に48時間浸漬後、素地をいためないように腐食生成物を除去した。鉄筋の腐食量は、鉄筋単位長さ当たりの腐食減量(mg/cm)で評価するものとした。

表-1に各腐食程度に対する鉄筋の腐食量とコンクリートの圧縮強度測定結果を示す。

3. 実験結果および考察

3.1 付着応力と自由端すべり量の関係

図-3に各腐食程度における付着応力と自由端すべり量の関係を示した。なお付着応力は、コンクリートの圧縮強度の影響を考慮するため、『エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いる鉄筋コンク

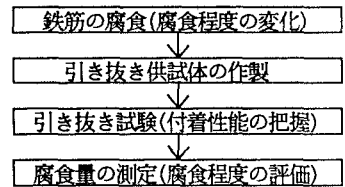


図-1 実験手順

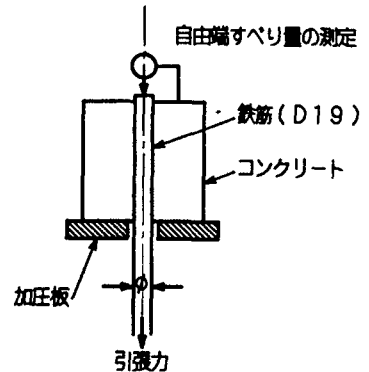


図-2 引き抜き試験

表-1 腐食量と圧縮強度

鉄筋の腐食程度	腐食量(mg/cm)	圧縮強度(kgf/cm ²)
黒皮状態	0	311
赤錆状態	202.1	270
浮き錆状態	373.5	245

リートの設計施工指針』に基づき、補正係数 $\alpha = 300/\sigma_c$ (σ_c :材令28日の圧縮強度)を掛け補正した。これより、鉄筋の自由端がすべり始める付着応力は、腐食した鉄筋と腐食していない鉄筋とはほぼ等しいが、その後の同一付着応力下でのすべり量は、鉄筋の腐食程度が高いほど大きい結果となっている。

図-4に各腐食程度における付着応力比とすべり量の関係を示した。ここで付着応力比は、腐食していない鉄筋の付着応力に対する、腐食した鉄筋の付着応力の比と定義した。腐食程度の違いが、鉄筋とコンクリートとの付着性能に及ぼす影響は、特に鉄筋のすべり量が小さい時点で顕著となっている。この傾向は、エポキシ樹脂塗装鉄筋の付着性状と近似している。なお赤錆状態の鉄筋の付着応力は、腐食していない鉄筋に対して、自由端すべり量0.65mm時点でその大小が反転している。

これは、コンクリートの補正係数の取り方に問題があるとも考えられるが、その理由は不明である。

3.2 付着応力と腐食量の関係

図-5に腐食量と付着応力の関係を示した。自由端すべり量が小さい時点(0.25mm以下)では、腐食量が多いほど付着応力が小さくなる傾向が認められる。また、この自由端すべり量の範囲内では、鉄筋は降伏応力に達しておらず、鉄筋降伏による急激な付着剛性の低下はないものと考えられる。

すなわち、鉄筋の腐食程度が大きいほど、付着性能は低下するといえる。一方、最大付着応力は腐食程度が変化しても同等であるが、これは鉄筋降伏により耐力が決定されたためと思われる。

鉄筋とコンクリートの付着は、異形フシの前面での機械的支圧抵抗に起因し、付着強度には支圧面積係数、すべり量にはせん断面積係数が影響すると言われている。この観点より上記の現象を考えれば、鉄筋が腐食したことにより生じた腐食生成物の影響を受けてせん断面積係数は変化するが、支圧面積係数は大きな変化をしないものと推察される。

4. まとめ

腐食した鉄筋をコンクリート中に埋設した場合、今回の実験範囲においては、鉄筋が腐食しても同等の最大付着応力は保有するものの、付着性能は低下することが認められた。付着性能が低下するとひびわれ幅が大きくなり、特に耐久性の観点等でひびわれ幅が問題となる構造物ではより慎重な検討を要すものと思われる。

<参考文献>

- 1)川上英男:鋼材の錆がコンクリートの付着性能に及ぼす影響 昭和57年日本建築学会北陸支部研究報告集
- 2)日本コンクリート工学協会 コンクリート構造物の腐食・防食に関する試験方法ならびに規準(案)

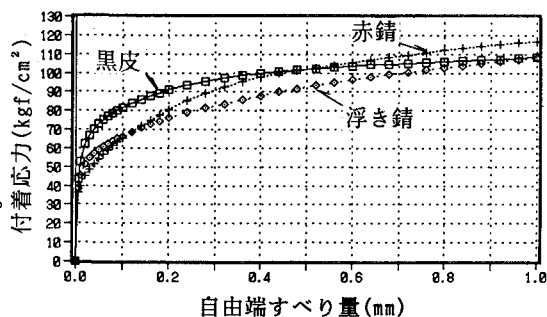


図-3 付着応力と自由端すべり量の関係

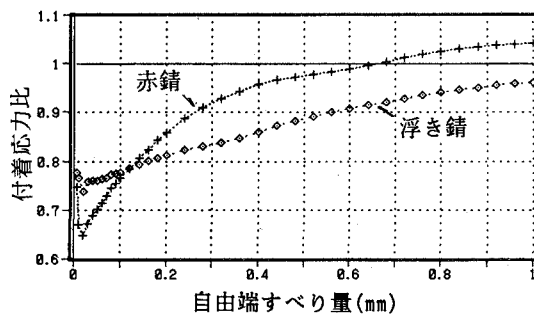


図-4 付着応力比と自由端すべり量の関係

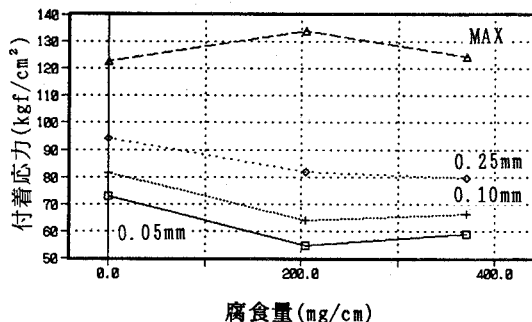


図-5 付着応力と腐食量の関係