

鉄筋の発錆による付着劣化機構

北海道開発コンサルタント（株） 正会員 米田直也
 長岡技術科学大学 工学部 正会員 丸山久一
 長岡技術科学大学 工学部 正会員 清水敬二

1. はじめに

既往の研究において、鉄筋腐食を受けたRC梁の耐荷性状には、鉄筋とコンクリートの付着劣化が大きな影響を及ぼすことが認められて、鉄筋腐食とひびわれの進展に伴う鉄筋とコンクリートの付着機構を実験的に解明しようとする試みもなされている[1,2]。しかし、付着破壊において割裂作用が支配的な条件下においては、まだ未解明な部分が残されている。

鉄筋の腐食膨張によりコンクリートにひびわれが入る場合の鉄筋とコンクリートの付着耐力は、このひびわれが急激に開くことによって失われる。これは、ひびわれを有しているコンクリートの耐荷性状と関係しており、本研究では、この性状を解析的に検討したものである。

2. 有限要素法によるモデル化

2. 1 有限要素解析モデル

文献[2]で実験を行なった引き抜き試験の供試体から単位厚さあたりの要素を切り出し、そこに引き抜き荷重に応じて発生する割裂力を作用させたモデルを考えた。解析対象としては、供試体が鉄筋を通る軸に対して対象であることから半分とし、図-1に示すように6、8節点アイソパラメトリック要素によって分割した。なお、解析は、2次元平面応力解析によって行なった。材料定数としては、実験値を参考にし、圧縮強度を 300 kgf/cm^2 、引張強度を 30 kgf/cm^2 、弾性係数を $2.67 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ 、ポアソン比を0.2、破壊エネルギーを 0.12 kgf/cm とした。コンクリート要素の応力～ひずみ関係については、圧縮においては完全弾性とし、引張域については、ひびわれ先端の破壊進行領域による荷重分担を考慮するため、引張軟化則を採用した仮想ひびわれモデルを用いた（図-2）。想定したひびわれパターンは、実験より鉄筋軸から横方向に直線にのびたものである。ひびわれ先端の評価については、図-2に示す様なx、y方向にばねを挿入した

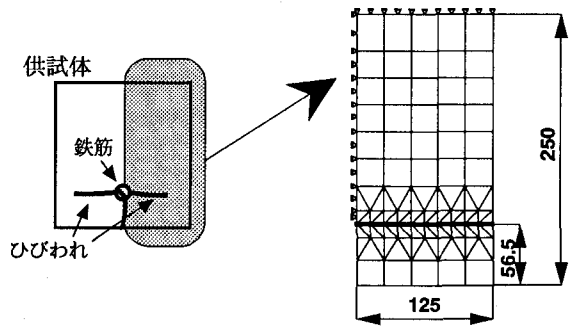


図-1 要素分割図

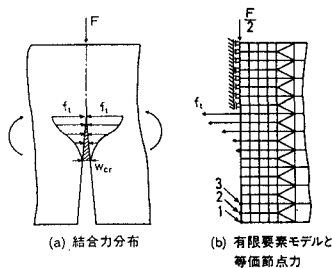


図-2 仮想ひびわれモデル

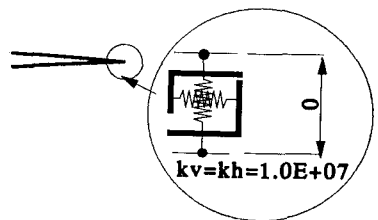


図-3 クラックリンク要素

クラックリンク要素を用い、そのばねにおける応力が引張強度に達したときがそのひびわれ長さにおける最大荷重作用(最大付着応力)と考えた。なお解析は、弾性解析で行なった。

2. 2 解析結果

1) 最大割裂荷重～初期ひびわれ長さ

本供試体において、鉄筋の腐食膨張によって発生する横方向のひびわれ長さや最大割裂荷重との関係を図-4に示す。これより、仮想ひびわれモデルによる計算結果においては、ひびわれ長さが2cm以下になると耐力が低下する。この理由として、仮想ひびわれモデルで、ひびわれ先端の破壊進行領域における引張力の伝達を大きめに評価してしまったものと思われる。今回のモデルでは、仮想ひびわれは、ひびわれ先端の引張主応力がその材料がもつ引張強度に達したときに伝播するものとしたが、このような基準のもとでは、ひびわれ長さが極く短く、弾性域の負担の大きい範囲においては、荷重を過小評価することになる。特に今回計算を行なった供試体は寸法が小さく、ひびわれ長さの小さいときにひびわれ先端の応力集中の評価が充分ではなく、誤差が大きくなったと思われる。

2) 実験値との比較

解析により得られた最大割裂力と、実験で得られた付着応力と比較するために、割裂力から付着応力を算出する必要がある。今回は、実験によってえられた付着応力と拘束力との関係式(Gambarovaによる[3])により割裂力を求めることとした。その結果を図-5に示す。さらに、解析値における付着応力と実験値における付着応力の比較を図-6に示す。この図より、ひびわれ長さが極く短い点においては、解析値が実験値を過小評価する事となった。

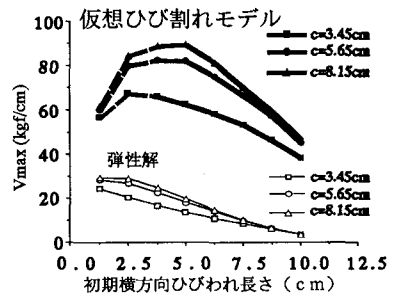


図-4 最大荷重～初期ひびわれ長さ

3. まとめ

鉄筋が発錆したRC部材の付着抵抗機構において、コンクリートの割裂に着目した場合、コンクリートのモデル化に、引張軟化則を考慮した仮想ひびわれモデルを導入することにより、腐食による拘束度合いの低下を表現することができる。

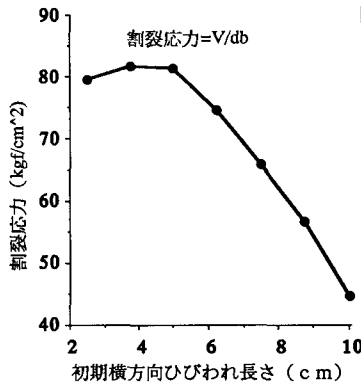


図-5 割裂応力(解析値)

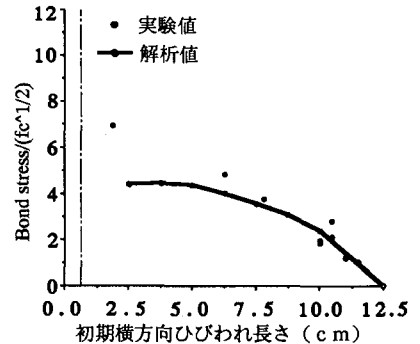


図-6 解析値と実験値との比較

4. 参考文献

- [1] 佐々木淳、丸山久一、清水敬二、米田直也：鉄筋の発錆が付着性状に及ぼす影響、コンクリート工学年次論文報告集、第13巻 第2号、pp. 139～144
- [2] 米田直也、丸山久一、清水敬二、柳益夫；鉄筋の発錆による付着劣化機構、コンクリート工学年次大会、1992、投稿中
- [3] P.G.Gambarova, et al :Steel-to-concrete bond after concrete splitting :constitutive laws and interface deterioration : Materials and Structures,1989,22,pp.347～356