

1 まえがき

R Cはりのひびわれ発生は、材料的性質に起因するもの、施工条件に関連するもの、使用環境条件に由来するもの、構造・外力条件が原因となるもの、など種々の原因に関連している。多くのひびわれは、現段階では明確に発生機構を推定することは不可能であり、わずかに曲げひびわれのみが設計の対象となっている。

曲げひびわれを適切に制御することは、構造物の使用状態における過大なひびわれを防止し、所要の耐久性、気密性、美観などの機能を保持するために、極めて重要なことである。

本文は、鉄筋の腐食を最小限に抑えるためのひびわれの制限に関して検討を行なったものである。鋼材腐食に対して表面ひびわれ幅のみならず、かぶりが重要な影響を与えるとの既往の実験報告を背景に、提案されているひびわれ幅算定式を用いて、曲げひびわれの制御に関して2, 3の考案を試みた。

2 ひびわれ幅とかぶり

(1) ひびわれ幅の算定式

曲げひびわれ幅は多くの因子に関連を有し、既往の提案式には、鉄筋の特性（鉄筋径、表面形状など）、配筋方法（かぶり、鉄筋間隔など）、鉄筋の引張応力度などを関数として含むものが多い。

本文では、表面ひびわれ幅の算定式として、次式を用いた。

Gergely & Lutz : $w_b = 2.27 \beta \sqrt{d_c A} \sigma_s / E_s$ (簡略式)

角田 : $w_b = \sigma_s / E_s \times \ell_{\max}$ ($\sigma_{cm} = 0$, $\epsilon_{\phi} = 0$),

C & C A : $w_b = 3.3 C \beta \sigma_s / E_s$

ただし, w_b : 表面ひびわれ幅, $\beta = h_2 / h_1$ (≈ 1.2)

$A = A_e / m$, σ_s : 鉄筋の引張応力度,

$\ell_{\max} : C_c / C \leq 2.5 \quad 5.4 C$

$C_c / C > 2.5 \quad 3.72 C (1 + 0.18 C_c / C)$

他の記号は図-1参照

(2) ひびわれ幅とかぶり

ひびわれ幅が鉄筋の腐食に及ぼす影響に関しては種々の実験報告がなされており、ひびわれ幅が増加すると腐食は促進される、一定以上のひびわれ幅では腐食はひびわれ幅と関連を有さない、など多くの議論がなされている。本文では、既往の多くの試験例が示すように、かぶりが同一のときに鉄筋の腐食は表面ひびわれ幅と密接な関連を有するものとする。

一方、腐食に対しては、上述のひびわれ幅や環境条件、荷重条件（持続荷重、繰返し荷重）のほかに、かぶりも重要な因子と考えられる。表面ひびわれ幅は必ずしも鉄筋部分でのひびわれ幅と対

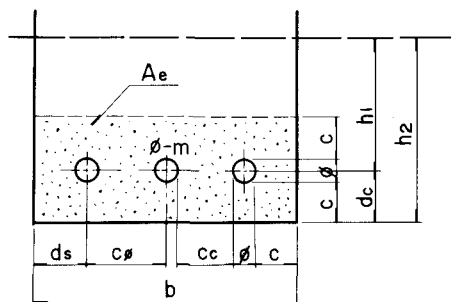


図-1 はり断面

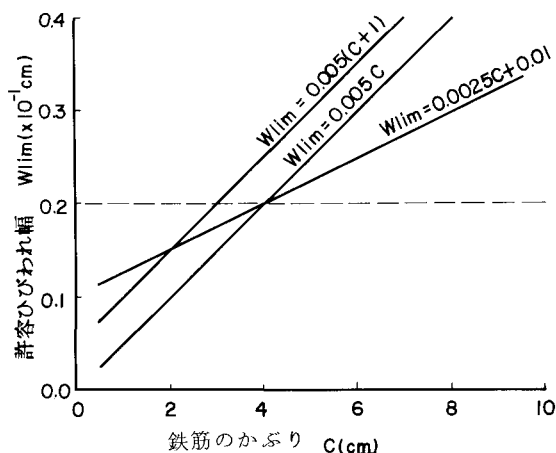


図-2 かぶりと許容ひびわれ幅

応しないようであり、鉄筋部分でのひびわれ幅は大幅に減少する。神山は許容ひびわれ幅をかぶりの2乗に比例すると考えている。

本文では、表面ひびわれ幅の許容値 (w_{lim}) をかぶりの関数と考え、図-2に示すような関係式を設定した。

3 曲げひびわれの制御

w_o と w_{lim} を等値と置いて、 σ_s および P_e を C 、 ϕ 、 C_ϕ の関数として表わす。なお、計算を簡単にするために、一般配筋のときに次式を用いた。

$$A = (C_e + \phi)(2C + \phi)$$

$$p_e = \pi \phi^2 / 4 (C_e + \phi)(2C + \phi)$$

図-3は、 $w_{lim} = 0.005(C + 1)$ としたときの C_ϕ と σ_s の関係を示したものである。この場合、C&CAの式では C_ϕ の値にかかわらず σ_s は一定となっている。しかし、Gergely & Lutzや角田の式では、 C_ϕ の増加と共に σ_s は減少しており、両者の式は類似した傾向を示している。すなわち、鉄筋間隔を大きくすると鉄筋応力度を小さく制限しなければならないこととなる。

図-2で示した種々の $C \sim w_{lim}$ の関係式を比較すると、 $\phi = 2.5\text{ cm}$ のときに図-4に示す傾向が得られる。 σ_s と C_ϕ の関係は、 $w_{lim} = f(C)$ や C の値によって著しく相違する。図-4では、 $w_{lim} = 0.005C$ や $w_{lim} = 0.005(C + 1)$ のときに、 C が大きいほど、また C_ϕ が小さいほど許容の σ_s を大きく設定できることを示している。

図-4は P_e と σ_s の関係を示したものであり、鉄筋量が多くなるとまた細径鉄筋を用いると σ_s の設定値を増加させることが出来ることを示している。

4 あとがき

R C部材の表面ひびわれ幅を制御するためには、鉄筋のかぶりや配置が重要な因子であることが示された。一般に細径の鉄筋を用いるなどによって鉄筋応力度を高く設定することが出来るが、今後、さらに、 w_{lim} を規定するための実験的な確認が求められよう。

なお、最後に本検討に御意見を賜った土木学会終局強度小委員会の委員の方々に深謝致します。

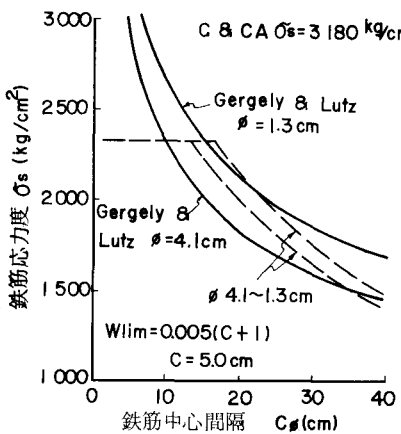


図-3 鉄筋中心間隔と鉄筋応力度 (ひびわれ幅提案式の比較)

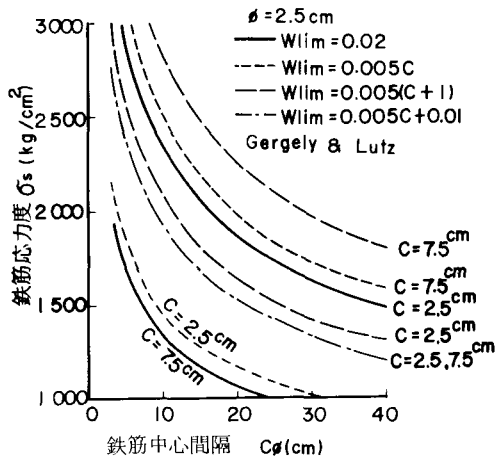


図-4 鉄筋中心間隔と鉄筋応力度 (ひびわれ制限の式の比較)

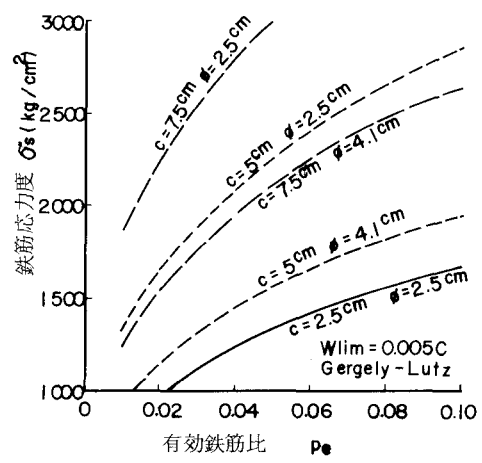


図-5 有効鉄筋比と鉄筋応力度