

東北大学 正員 加藤 鎌之

東北大学 正員 三浦 尚

仙台市 馬場政直

1. まえがき

近年、鉄筋コンクリートに比較して断面を小さくできる鉄骨鉄筋コンクリートが高架橋の橋脚部などに使用される例が多くなってきた。鉄骨鉄筋コンクリートとは、鉄骨の回りに鉄筋を配置してコンクリートを打設したものであり、鉄筋が多くふくそうする鉄筋コンクリートに比較し、コンクリート打設時にコンクリートの廻りが良い、靱性に優れる、などの利点はあるものの、一方、付着性の弱い鉄骨を用いるために、横方向のひびわれの幅や間隔が大きく、鋼材の腐食の原因となる可能性がある。本研究では、鉄骨鉄筋コンクリート構造の鋼材の腐食の原因となるひびわれの性質を調べるために基礎的な実験をおこなった。

2. 実験材料、およびコンクリートの配合

実験に用いたセメントは早強ポルトランドセメント、細骨材は宮城県白石川産川砂(比重2.51)、粗骨材は宮城県丸森産碎石(比重2.86)、鉄筋は横フシ異形鉄筋D13(SD30)、平鋼は厚さ6mm、幅75mm(SS41)、混和剤はリグニスルホン酸塩を主成分とするAE減水剤、コンクリート強度は圧縮強度 370 kg/cm^2 、引張強度 28 kg/cm^2 である。表-1にコンクリートの配合を示す。

3. 実験方法

鉄骨鉄筋コンクリート構造の引張応力を受ける部分を実際に近い

状態で再現すると思われる両引供試体を用いて実験をおこなった。各鋼材(平鋼、異形鉄筋)がどのようにひびわれに影響を与えるかを調べるために、断面Aとして、

平鋼(6×75mm)とコンクリートの組合わせによる角柱供試体(60×130mm)、断面Bとして、平鋼の両側にD13の異形鉄筋を2本配置した角柱供試体(120×102mm)の2種類を用いた。鋼材比は断面A,Bともに5.8%である。

なお、供試体の概略を図-1に示した。また、異形鉄筋とコンクリートの組合わせによる供試体は過去の実験で

作製しているので、その結果を用いた。供試体は水中養生(水温 20°C)をおこない、7日で引張載荷した。最大ひびわれ間隔の測定は、あらかじめ供試体に人為的弱点(ノッチ)を数箇所設け、荷重初期に発生するひびわれの位置を制御して供試体長さを徐々に変化させた後、荷重を増加させて新しくひびわれの発生する弱点間距離と発生しない弱点間距離を求めることによっておこなった。ひびわれ幅の測定は、供試体に前もってコンタクトポイントを設置しておき、精度 $1/1000\text{ mm}$ のコンタクトタイプのひずみ計を用いて、各荷重段階ごとにおこなった。

表-1 コンクリートの配合表

粗骨材の最大寸法 mm	スランパの範囲 cm	空気量の範囲 %	水セメント比 W/C	細骨材率 s/a
20	10 ± 1	3 ± 1	53	43
単位量 kg/m^3				
水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
W	C	S	G	co
183	345	730	221	552
			20-15	10-5
			mm	mm

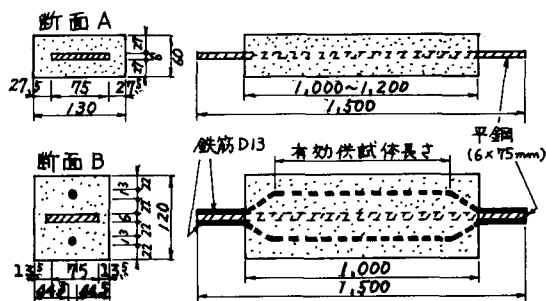


図-1 供試体の概略

表-2 ひびわれ試験結果

弱点(ノッチ)間距離	40	45	50	55	60	65	70	75	80
発生状況	○	○	○	○	○	○	○	○	○
弱点(ノッチ)間距離	15	20	22.5	25	27.5	30	35		
発生状況	○	○	○	○	○	○	○		

○ 弱点間(ノッチ間)にひびわれの発生しなかったもの
● 弱点間にひびわれの発生したもの
● どちらともいえないもの

4. 実験結果

断面Aおよび断面Bの角柱両引供試体のひびわれ試験結果を表-2に示す。最大ひびわれ間隔は、これより、断面Aが約60cm、断面Bが21cmである。断面Bでは、付着の良い異形鉄筋を用いているためか、ほとんど結果にばらつきがなかったが、断面Aでは、大きくばらつきが出た。

一般に最大ひびわれ間隔は次式で表わされる。

$$L_{\max} = 2 \times A_c \cdot \sigma_t / \ell \cdot \bar{u}$$

ここに、 $L_{\max}$: 最大ひびわれ間隔、 A_c : コンクリート断面積

σ_t : コンクリートの引張強度、 ℓ : 鋼材の周長

$\bar{u}$: “みかけの付着応力度” (と呼ぶ)

ここでのみかけの付着応力度とは、鋼材とコンクリートとの付着を一樣と仮定した時の応力度である。表-3に上式より求めたみかけの付着応力度の結果を示す。今回の実験では、断面Aの平鋼のみかけの付着応力度は異形鉄筋のそれの約10分の1と非常に小さいことがわかった。断面Bの平鋼と異形鉄筋に関しては、平鋼のみかけの付着応力度が異形鉄筋の約10分の1であることから、平鋼の周長を10分の1にして異形鉄筋の周長に換算した上で2本の異形鉄筋の周長との和によって求めたものと、平鋼の付着を無視して異形鉄筋の周長のみによって求めたものの2つを示した。その結果、前者は異形鉄筋1本の供試体から求めた値の約80%の値、後者は同じ値となり、今回実験に用いた鉄骨と鉄筋の割合では、ひびわれの定常状態(荷重を上げてても新しくひびわれの発生しなくなる状態)では平鋼の付着はほとんど切れてしまい、引張応力はほとんど異形鉄筋によってコンクリートに伝えられるものと思われる。

次に、断面Aについて鋼材応力度(荷重÷鋼材断面積)とひびわれ幅の関係、およびひびわれ間隔とひびわれ幅の関係をそれぞれ図-2、図-3に示す。ここでのひびわれ間隔とは、ひびわれ幅を測定したひびわれをはさむ両側の2つのひびわれ間隔の平均である。これらはどちらもほぼ直線的な相関があることがわかった。また、断面Bについても同じような相関がみられた。そこで、本実験の範囲で、ひびわれ幅と鋼材応力度・ひびわれ間隔の関係を各断面ごとに求めたものが次の式である。

$$\text{断面A)} \quad W_c = 6.28 \times 10^{-7} \times (6s - 480) \times (L - 6.5) \quad [\text{cm}]$$

$$\text{断面B)} \quad W_c = 10.24 \times 10^{-7} \times (6s - 660) \times (L - 6.0) \quad [\text{cm}]$$

ここに、 W_c : ひびわれ幅 (cm)、 $6s$: 鋼材応力度 (889~1556 kg/cm^2)

L : ひびわれ間隔 ($L_{\max}/2 \sim L_{\max}$ [cm]) ($L_{\max}$: 最大ひびわれ間隔)

5. あとがき

鉄骨鉄筋コンクリート構造は、断面形状、鉄骨、鉄筋、コンクリートの性質など多くの要素から構成されているため、複雑であり、多くの問題を持っている。今回は基礎的と思われる2種類の断面を用いて供試体を作製し実験をおこなったが、今後も実験を継続して各種の問題を整理し、ひびわれのメカニズム、実際の付着の状態、鋼材の腐食などについて明らかにしていく必要があると思われる。

表-3 みかけの付着応力度

断面	みかけの付着 応力度 kg/cm^2	備考
●	39	異形鉄筋
A ■	4	平鋼
■	32	平鋼の周長を異形鉄筋の周長に換算して求めたもの
B ●	39	平鋼の付着を無視して異形鉄筋のみによって求めたもの

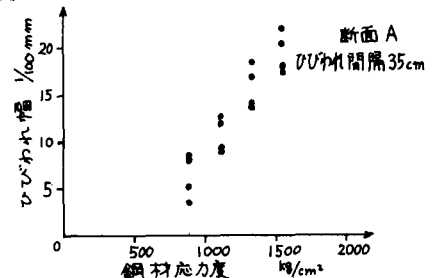


図-2 鋼材応力度とひびわれ幅の関係(例)

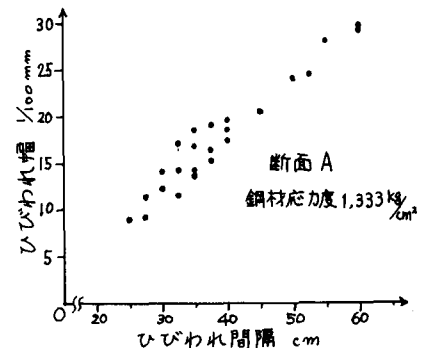


図-3 ひびわれ間隔とひびわれ幅の関係(例)