

東北大学 学生員 ○佐野 正
 東北大学 正 員 三浦 尚
 東北大学 高橋正行

1. はじめに.

鉄骨とコンクリートとを組合せた合成構造である鉄骨コンクリート(以下、SCと略称する。)構造は、鉄骨とコンクリートとの付着性が劣ることから、発生するひびわれの幅が大きくなるという欠点があり、通常は、鉄骨と鉄筋とを組合せた鉄骨鉄筋コンクリート(以下、SRCと略称する。)構造とすることで付着性を高め、ひびわれ分散性を良くしている。そこで、本研究では、引抜き試験及び梁の曲げ試験を行なうことにより、SRC梁のひびわれ分散性を調べ、その結果をSC梁の場合の結果と比較するとともに、試験方法の簡単な引抜き試験の結果のみから、梁供試体のひびわれ分散性を推定する方法を検討したものである。

2. 実験材料及び養生.

使用鋼材は、異形棒鋼D13と厚さ9mm、幅75mmの平鋼、さらに梁供試体用のH型鋼(寸法200×100×5.5×8(mm))である。材質は、平鋼及びH型鋼がS41、異形棒鋼がSD30である。セメントは早強ポルトランドセメント。コンクリートの平均圧縮強度は380kg/cm²、平均引張強度は30kg/cm²である。全供試体とも、材令1日で脱型し、実験日まで水中養生(水温21℃)した。

3. 実験内容及び方法.

(1). 引抜き試験.

図-1に示すような形状の供試体を用いて、異形棒鋼D13及び平鋼について引抜き試験を行なった。D13を用いた供試体はφ6mmの丸鋼により4mmのピッチでスパイラル補強した。載荷は材令7日で60t引張試験機を用いて行ない、鋼材の自由端すべりを1/1000mmのダイヤルゲージで測定した。

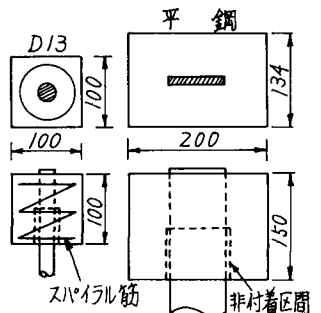


図-1 引抜き供試体形状(mm)

(2). 梁の曲げ試験.

図-2に示すような供試体を用いて、梁のひびわれ分散性を調べた。曲げスパンは80cmとし、最大ひびわれ間隔の推定は次のようにして行なう。すなわち、梁供試体の引張側に順次、少しずつ間隔を変化させてノッチを設けておき、SRC梁では引張側鉄筋の応力度が、SC梁では鉄骨の引張側フランジの応力度が1400kg/cm²となるように載荷し、ノッチ以外の断面にひびわれの発生するノッチ間隔のうち最小のノッチ間隔と、ノッチ以外の断面にひびわれの発生しないノッチ間隔のうち最大のノッチ間隔を求めれば、これらの2つのノッチ間隔の間に最大ひびわれ間隔があることを利用して、引張側鉄筋あるいは引張側フランジの応力度が1400kg/cm²での最大ひびわれ間隔を推定する。ひびわれ幅は、供試体側面にコンタクトポイントを設置しておき、SRC梁の引張側鉄筋の応力度あるいはSC梁の引張側フランジの応力度が1400kg/cm²となるように荷重を加え、コンタクトタイプのみずみ計を用いて測定した。載荷は、材令7日で200t圧縮試験機を用いて行なった。

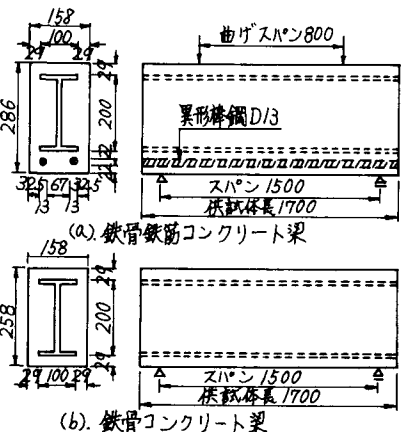


図-2 梁供試体形状(mm)

4. 結果

引抜き試験の結果を図-3に示す。次に、SRC梁及びSC梁のノッチ間隔と、ノッチ以外の断面にひびわれが発生した時の曲げモーメントとその時の鉄筋及び鉄骨の引張側フランジの応力度を表-1、表-2に示す。表-1より、鉄筋の応力度が1400 kg/cm²の時点でのSRC梁の最大ひびわれ間隔は25cmと推定され、この時、実測した供試体側面の鉄筋レベルでの最大ひびわれ幅は80×10⁻³mmであった。また、表-2より、SC梁の最大ひびわれ間隔は約45cmと推定される。表より、SRC梁の最大ひびわれ間隔は、SC梁の最大ひびわれ間隔の6割程度となることかわかる。

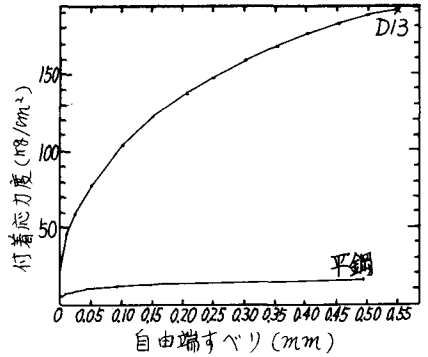


図-3 引抜き試験結果

次に、文献2)と同様の方法により、引抜き試験の結果からSRC梁のひびわれ分散性を検討してみる。梁断面を一定幅の矩形断面とし、ひびわれ断面における中立軸以下の部分について考えると、SRC梁の最大ひびわれ間隔 L_{max} は、フランジの平均付着応力度 $\bar{\sigma}_f$ 、ウェブの平均付着応力度 $\bar{\sigma}_w$ 、鉄筋の平均付着応力度 $\bar{\sigma}_s$ を用いて、次式で表わされる。(図-4参照)

$$L_{max} = \sigma_c \cdot A_b / (\bar{\sigma}_f \cdot l_f + \bar{\sigma}_w \cdot l_w + \bar{\sigma}_s \cdot l_s) \quad \text{--- ①}$$

ここに、 σ_c : コンクリートの曲げ強度、 A_b : B-B断面での中立軸以下のコンクリート断面積、 l_f 、 l_w 、 l_s : それぞれC-C断面の中立軸以下のフランジ、ウェブ、鉄筋の周長、 $\bar{\sigma}_f$ 、 $\bar{\sigma}_w$ 、 $\bar{\sigma}_s$ の算出法は、文献1)及び2)の通りである。ただし、SRC梁での $\bar{\sigma}_f$ は、ひびわれが、中立軸位置とひびわれ面との間で直線的に変化すると仮定し、 $\bar{\sigma}_w$ の算出の際に用いた鉄筋レベルでの最大ひびわれ幅 W_{max} に、 A/B を乗じてフランジレベルでのひびわれ幅を求め文献1)と同様の方法により算出する。

表-1 SRC梁曲げ試験結果

NO.	1	2	3
ノッチ間隔 (cm)	23	25	27
ひびわれモーメント (t·m)	ひびわれ発生せず	2.45	2.28
引張鉄筋応力度 (kg/cm ²)	—	1440	1240

表-2 SC梁曲げ試験結果

NO.	1	2	3	4	5
ノッチ間隔 (cm)	40	45	50	55	60
ひびわれモーメント (t·m)	5.70	5.70 2.45	1.75	1.66	1.05
フランジ応力度 (kg/cm ²)	2500	2400 1220	680	640	360

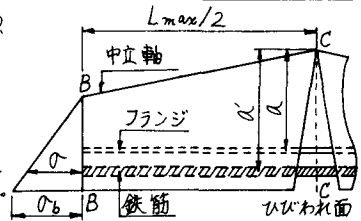


図-4 コンクリートの応力度分布

次に、鉄筋レベルでの最大ひびわれ幅は、次式より求まる²⁾

$$W_{max} = L_{max} \cdot \{ (\sigma_s + \sigma'_s) - n \cdot \sigma \} / 2E_s \quad \text{--- ②}$$

ここに、 σ_s : C-C断面での鉄筋応力度、 σ'_s : B-B断面での鉄筋応力度、 n : ヤング係数比(今回の実験では $n=7$ と仮定する。) σ : B-B断面で、コンクリートの引張応力度の分布を三角形分布と仮定した場合の、鉄筋中央でのコンクリート応力度(図-4参照。) E_s : 鉄筋のヤング率。

①、②式を用いて計算した結果を表-3の(2)に示す。ここで、表中の最大ひびわれ幅の計算値とは、実測した L_{max} を②式に代入して計算した値である。なお、異形SC梁の場合の結果も合わせて示す²⁾。結果より、各供試体の最大ひびわれ間隔の実測値と計算値との比は、ほぼ同様の傾向を示し、また、最大ひびわれ幅の計算値は、実測値と良く合っている。従って、SRC梁においても、引抜き試験の結果のみから、そのひびわれ分散性を推定できることかわかる。

表-3 最大ひびわれ間隔 (cm)
() 内は最大ひびわれ幅 (×10⁻³mm)

タイプ	(1) 実測値	(2) 計算値	両者の比 (1)/(2)
SRC梁	25 (80)	15.7 (83)	1.6 (0.96)
普通SC梁	約45	31.7 (159)	1.4
異形SC梁	26 (100)	16.4 (92)	1.6 (1.09)

なお、本実験を行なうに際し、御協力頂きました。もと4年生、佐野 真氏に対し、深く感謝致します。

参考文献1)、三浦、佐野、田中、「鉄骨鉄筋コンクリートのひびわれ分散性に関する研究。」

昭和59年度 セメント技術年報

2)、三浦、佐野、佐藤、「異形鉄骨を用いた鉄骨コンクリート部材の性状に関する研究。」

第6回コンクリート工学年次講演会講演論文集 1984年