

東北大学○学生員 岩城 一郎
 東北大学 正会員 三浦 尚
 東北大学 学生員 瀬本 浩史

1、まえがき

コンクリート中に補強鋼材として鉄骨と鉄筋を併用した鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)は、鉄筋コンクリート(RC)に比べ、耐力に優れている反面、鉄骨とコンクリートとの付着性が悪いためにひび割れ分散性が劣るという欠点がある。しかし、SRCの付着及びひび割れに関する研究は、数少なく、不明な点も多い。そこで本研究では、簡便な引き抜き試験より求まる付着応力度—すべり曲線からRC及びSC(鉄骨コンクリート)の両引き供試体の付着応力度分布を解析し、両者を組み合わせることでSRCのひび割れ分散性を推定した。本解析の適用性を検討するため、推定値と実測値との比較が行われた。

2、実験概要

1) 引き抜き試験 日本コンクリート工学協会で提案されている引き抜き試験法により、D25、D13、平鋼について、付着応力度—すべり(自由端)関係を求めた。

2) ひび割れ分散性測定試験 鋼材比を変えたRC、SC、SRCの各供試体を両引き載荷し、最大ひび割れ間隔 L_{max} 及び、最大ひび割れ幅 W_{max} を測定した。

3) 付着応力度分布測定試験 2)で得られた L_{max} 程度またはそれ以上の供試体長を有するRC、SC供試体について、両引き試験を行い、供試体の中心から端部にかけての鋼材に沿った位置で測定した鋼材応力度から各測点間での付着応力度を求めた。

3、結果と考察

3)の結果から、RC供試体の付着応力度分布(τ 分布)は、初め供試体の中心からの距離に対して単調増加を示すがある位置から急に減少傾向を示す。これは、異形鉄筋の供試体端部付近でのフシの作用が影響していると思われる。また極値の位置は、各供試体ともばらつきが多いが、端部からの距離が L_{max} の約20%であると判断した。一方、SC供試体の τ 分布は、端部での付着の乱れを示さずば一定傾向であった。引き抜き試験より求まる各付着応力度—すべり曲線($\tau-s$ 曲線、図1参照)からRC、SCの両引き供試体のひび割れ直前での τ 分布を推定するために検討された解析プログラムを図2に示す。

付着応力度の増加部は、すべりと位置の関係を $s = (w_{max}/L_{max})x$ とおくことで引き抜き試験の $\tau-s$ 曲線を両引き供試体の付着と位置の関係に対応させた。RC供試体の減少部については、供試体端部から極値までを上に凸の2次曲線で近似した。以上より仮定される τ 分布から鋼材とコンクリートとの力のつり合いにより、ある位置での鋼材応力度、コンクリート応力度、さらに相対すべり量が求まるが、算定されたすべり—位置関係は、下に凸の曲線となった。そこで、すべ

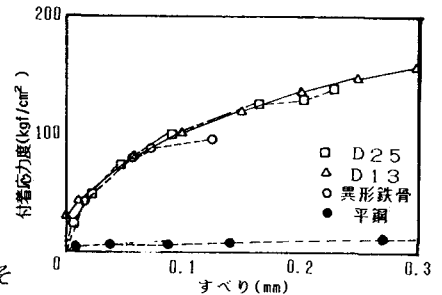


図1 引き抜き試験の $\tau-s$ 曲線

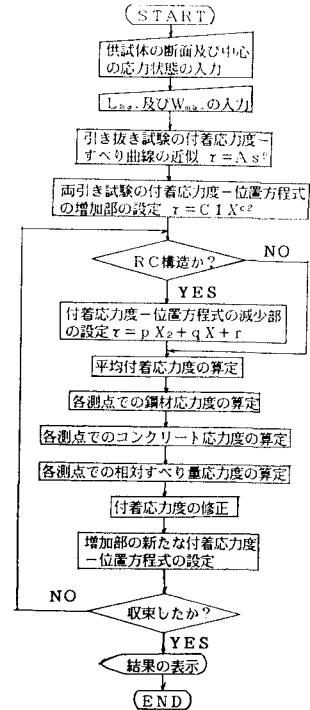


図2 解析プログラムのフローチャート

り一位置関係を直線とおいたことに対する補正を加え、新たな付着応力度を算定し、同じ解析をある精度以下に収束するまで行った。解析の結果、RC供試体については、 τ 分布を精度良く推定することができたが(図3参照)、SC供試体については、推定値と実測値にかなり開きがあった。これは、付着能力が劣る平鋼では、引き抜き試験と両引き試験の応力状態の差による影響を無視出来ないためと思われる。しかし平鋼では、表面形状は均一であり、またコンクリート強度の影響によらず付着能力が一定であることが実験から確かめられたため、引き抜き試験のデータに1/2の修正係数を乗じることにより τ 分布を推定した結果、計算値と実測値は十分な一致を見た。(図4参照)

次に、本解析に改良を加えることによって、断面のみが与えられた、RC、SC両引き供試体のひび割れ分散性を推定した。つまり、プログラム中で求めた τ を逐次、次式に代入することにより、 L_{max} を変化させて繰り返し計算し、収束した時の L_{max} 及び W_{max} を求めるのである。ここで W_{max} は供試体端部での最大すべり量の2倍とする。

$$L_{max} = \frac{2A_c \sigma_t}{\tau l} \quad \begin{array}{l} A_c: \text{コンクリートの断面積 (cm}^2\text{)} \\ l: \text{鋼材の周長 (cm)} \\ \sigma_t: \text{コンクリートの引張強度(kgf/cm}^2\text{)} \end{array}$$

解析結果を表1に示す。この結果、計算値と実測値は十分な一致を示しており、本解析法の両引き試験の適用性が認められたため、SRCの両引き供試体のひび割れ分散性の推定を同様の方法により求める。ただし、SRCの平均付着応力度は次式により求める。

$$\tau = \frac{\tau_1 A_1 + \tau_2 A_2}{A_1 + A_2} \quad \begin{array}{l} A_1, A_2: \text{鉄筋と鉄骨の付着面積(cm}^2\text{)} \\ \tau_1, \tau_2: \text{鉄筋と鉄骨の付着応力度 (kgf/cm}^2\text{)} \end{array}$$

この表よりSRC供試体についてもかなりの精度で計算値と実測値の一致を見ることができ、若干、計算値が実測値より高いひび割れ分散性を示した。これは、本解析では、鉄筋と鉄骨の付着能力が完全に発揮されているとして計算しているため、かぶりが小さく、材料の分離が問題となる実際のSRC構造物とは、その付着性状に差があるためと思われる。

図5は、RC、SRCの両引き供試体についての供試体端部での鋼材応力度の変化に対する L_{max} と W_{max} の推移を示したものである。この結果、鋼材応力度の増加に伴い W_{max} は、比例的に増加し、 L_{max} は単調減少してある値に収束すると思われる。さらにこの図から鋼材比8.2%のSRC供試体のひび割れ分散性は、8.2%のRC供試体と4.1%のRC供試体のほぼ中間に位置するものと思われる。

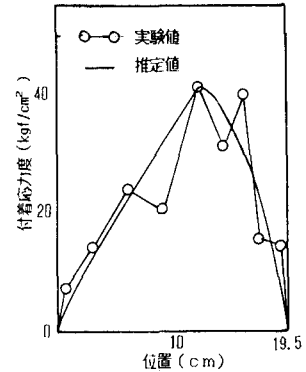


図3 RCの両引き供試体の τ 分布

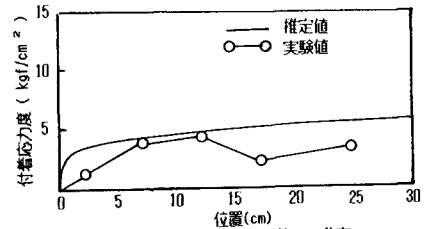


図4 SCの両引き供試体の τ 分布

表1 推定値と測定値のひび割れ分散性の比較

	鋼材比 (%)	L_{max} (cm)		W_{max} (X10 ⁻³ mm)	
		推定値	実験値	推定値	実験値
RC	8.2	15.8	18.0	81.39	93
	6.1	19.8	20.0	96.06	103
	4.1	28.7	28.0	120.07	107
SC	8.2	59.9	55.0	308.57	309
	6.1	18.6	23.0	96.47	115
SRC	6.1	23.9	28.0	115.96	121
	4.1	35.8	40.0	148.15	177

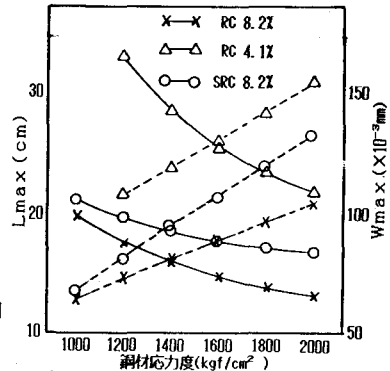


図5 鋼材応力に対するひび割れ分散性の推移