

中部大学 正会員 ○愛知 五男

中部大学 正会員 平澤 征夫

1. まえがき

コンクリート構造物を設計施工する場合構造物の継目の問題が生ずる。RC構造物（例えば、はりまたはスラブ等）の施工打継ぎは、せん断力の小さいスパン中央付近に設けられることが多い。これは圧縮応力が鉛直な打継目に直角に働き、打ち継ぎを設けても耐力低下が少ないためと考えられる。土木学会標準示方書では、構造物に要求される性能を勘案し、その位置、方向、構造形式および施工方法を施工計画の段階で定めておくよう規定している。作用モーメントが大きく、また鉄筋比の小さいはりなどの構造物では、変形に伴い打継目付近のひびわれ性状が打継ぎ処理方法により影響を受け、この結果耐久性と安全性に問題が生じる場合が考えられる。

無筋コンクリートの打継目の処理方法とその性能評価方法には多くの提案がなされているが、RCに対して検討した例は少ない。本研究は、小型はりのスパン中央部に鉛直打継ぎを設け、この位置に差し筋を用いてその付着力を利用することにより、ひびわれ強度の改善とひびわれ幅の低減効果を実験的に検討した。

2. 実験概要

供試体の形状と載荷方法を図-1に示す。供試体の寸法は、幅(b) 15cm、高さ(h) 20cmの矩形断面でスパン(l) 90cmであり、主鉄筋に 2D13 または2D10を用いた小型はりである。打継ぎ箇所は、はり中央部とし、差し筋には、D10、 $\phi 6$ を1本または2本引張鉄筋の重心位置に配筋した。差し筋の長さは、打継ぎ側(新)に主筋の5D, 10D, 15Dとした。既設側(旧)は、先端が滑動しないよう打継ぎ側に1.5倍の長さとした。なお、はりの中央下縁に 4 ± 1 mmの切り欠きを設けた。載荷は、荷重漸増載荷とし、ひびわれ荷重は底面に貼付けたひずみゲージと π ゲージの動きより求めた。

ひびわれ幅の測定は、鉄筋位置側面と底面の π ゲージにより行なった。これらの測定と同時に圧縮縁と鉄筋のひずみ、たわみ及びひびわれ進展状況を観察した。供試体は同一条件で2体作成し、結果は平均値で示した。

打ち継ぎ面の処理は、旧コンクリート打設後一週間でブラッシング水洗いをして新コンクリートを打継いだ。また、一部の供試体は湿潤面用樹脂接着剤を用いて打ち継いだ。試験材令は、コンクリート打継ぎ後28日で行い、試験時の平均強度は圧縮 278 kgf/cm^2 引張 25.6 kgf/cm^2 であった。供試体の記号は次の内容を表す。A：主筋D13 B：主筋D10 N：無打継ぎ S：接着剤 D、 ϕ ：鉄筋径(mm)

3. 実験結果と考察

はり中央部（打継ぎ部）のひびわれ荷重と使用設計荷重(A：約4.2tf, B：約2.9)におけるひびわれ幅の実測値と計算値を表-1に示した。ひびわれ荷重の計算値は、差し筋も引張鉄筋の断面積とし、また、打継目処理の違いによって求めた次の処理強度により算出した。標準曲げ強度に比べて、ブラッシングで40% 樹脂接着で90% であった。AN, BN では実測値と計算値がよく一致した。OD及びO ϕ に対して、打継ぎに差し筋を用いた長さ10D以下では、1本の場合以外は全ての供試体で実測値が計算値を下回っていることがわかる。これは鉄筋周囲にコンクリートが十分に充填されていない箇所が部分的に生じたこ

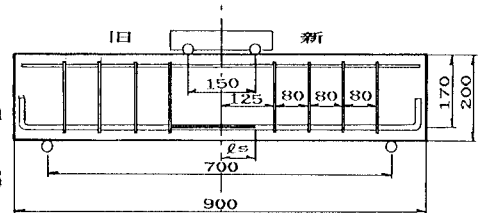


図-1 供試体の形状寸法

表-1 試験結果

供試体種類 記号	ひびわれ荷重 (kgf)		P _u : ひびわれ幅 (mm)		比率*	
	実測値**	計算値	鉄筋側面	底面	鉄筋側面	底面
AN	1900	2128	0.068	0.106	1.00	1.00
A0D	480	890	0.111	0.175	1.63	1.65
A5D	520	920	0.094	0.156	1.38	1.47
A10D	620	878	0.082	0.129	1.21	1.22
A15D	960	878	0.074	0.114	1.09	1.08
A15D2	1480	977	0.067	0.095	0.99	0.90
AS0D	1440	1787	0.118	0.174	1.74	1.64
AS5D	1680	1867	0.084	0.120	1.24	1.13
AS5D2	1740	1928	0.050	0.078	0.74	0.74
BN	1950	2006	0.060	0.092	1.00	1.00
B0 ϕ	530	846	0.140	0.202	2.33	2.20
B15 ϕ	380	863	0.131	0.198	2.18	2.15
B15 ϕ 2	750	890	0.099	0.147	1.65	1.60
BS5 ϕ 2	1920	1756	0.118	0.175	1.97	1.90

* : 標準供試体に対するひびわれ幅の比率

** : ひびわれ荷重の実測値は下縁ゲージ240 μ を基準とした。

と、乾燥収縮による鉄筋拘束による引張応力の影響によるものと考えられる。しかし、差し筋長15D または接着剤を併用すれば、かなりひびわれ荷重を向上させることが可能である。ひびわれ幅は、鉄筋側面と底面の2箇所によって比較した。側面と底面では1.5倍とかなり差が現れているが、これは供試体の曲率が小さいためと測定方法の違いによるものと考えられる。

使用設計荷重時のひびわれ幅を、基準供試体と各実験要因により比較すると、Aタイプは、差し筋15D あるいはS5D2でほぼ等しいか下回っている。一方、Bタイプでは、鉄筋比がかなり小さいため、打継目部のひびわれ幅が極端に大きく、また、差し筋を用いた場合も付着があまり期待できない丸鋼であったためひびわれ幅の低減効果は小さい。

ひびわれ幅の算出には、多くの提案式がある。一般にひびわれ幅が最も影響するものは鉄筋ひずみであり、つぎにかぶり、鉄筋径、有効引張断面積があげられる。これらを考慮した最大ひびわれ幅の算定式¹⁾に本実験の供試体条件を代入して求め計算値とする。

$$W_{max}/D = a_0 (\epsilon_s - 0.0002) R$$

$$\text{ここに、 } a_0 = 159 (t_b/h_2)^{4.5} + 2.83 (A_1/A_{s1})^{1/3}$$

$$R = h_2/h_3 \quad (\text{記号は図-2参照})$$

$$A_1 = A_0/m = b \cdot h_1/m : \text{コンクリートの平均有効断面積}$$

$$A_{s1} : \text{鉄筋の断面積} \quad m : \text{引張鉄筋の本数}$$

$$h_1 = h_2^3 / (3h_3^2)$$

荷重～ひびわれ幅の関係をAN, A0D, A5Dについて図-3に示す。また、打継目から新コンクリート側のひびわれ間隔の測定値と鉄筋平均ひずみの積²⁾からひびわれ幅を求め併せて図に示した。

荷重2tfでANに初期ひびわれが生じたが、この時差し筋の無いA0D はすでに0.03mmのひびわれ幅が見られる。この2種類の供試体では、荷重によって若干の差異が生じているものの線形はその差を保ちながらほぼ直線的で平行に推移している。これは、打継目とこの近傍で両者とも鉄筋が弾性的な挙動を示した結果と考えられる。打継目での主鉄筋と差し筋は、差し筋の自由端が滑動するまでは同一な動きをするものとして、差し筋単独の引抜き試験から得られた張力と主鉄筋の張力を考慮し、差し筋の滑り始めの荷重を求めれば3.7tf であり、滑動量0.1mmでは8.3tfに相当する。A5D は、初期荷重においてA0D と大差はないが、差し筋の滑り始め直前からひびわれ幅の増加率が小さくなり、8tf 付近でANより小さくなる傾向を示した。

図-4に差し筋の定着長がひびわれ幅に及ぼす影響を示した。使用設計荷重段階までは、定着長が大きくなるにつれてひびわれ幅が低下する傾向が見られた。しかし、それ以降顕著な差は見られない。

4. まとめ

打継目の処理を簡易化する目的で差し筋を用いる場合について検討した結果、初期ひびわれの改善には接着剤などを併用することが必要であるが、ひびわれが若干生じてからのひびわれ幅の低減に対しては差し筋は有効であることが明らかになった。

参考文献 1) B.H.Oh and Y.J.Kang: New Formulas for Maximum Crack Width and Crack Spacing in RC Flexural Members, ACI, Journal, Vol. 84, No. 2, pp. 103-112, March-April 1987

2) 鈴木, 他: PRC部材の曲げひびわれ幅算定法, プレストレストコンクリート vol. 24 1982

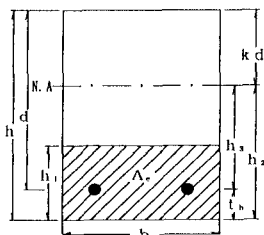


図-2 記号の説明

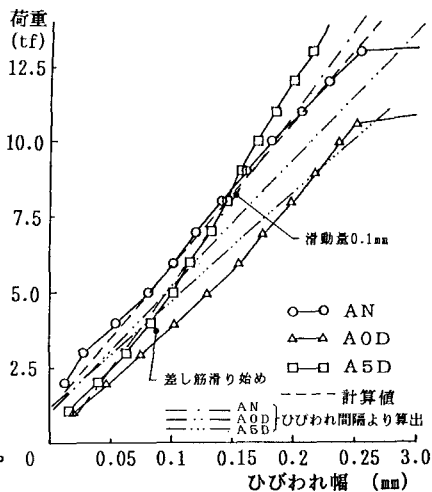


図-3 荷重とひびわれ幅

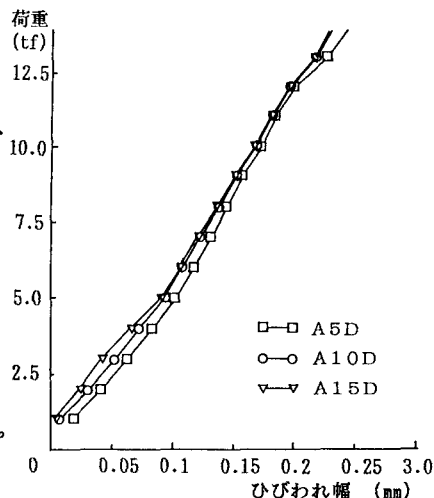


図-4 差し筋による影響