

V-253 打継目を有するはり部材の強度とひびわれ性状

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

RC構造物の多様化に伴いコンクリートを一度に打ち込むことの出来ない構造物(例えば、RCはりの主桁、道路床版、その他の既存構造物など)の機能改善のため、または施工上の都合などで今後一層打継ぎ施工の必要性が増大するものと予想される。そして、これらの打継目を設けたRC部材の挙動は構造物全体の耐久性と安全性に影響を及ぼすものと考えられる。また、構造物の耐久性と変形の観点からは、コンクリート打継ぎ箇所でのひびわれ強度とひびわれ幅及びその付近におけるひびわれ性状を十分に把握しておく必要がある。

本研究は、打継ぎ処理方法と鉄筋比などを実験要因とし、矩形断面はりの中央部に打継目を設けた供試体を作成して2点载荷により曲げ実験を行なった。これより、ひびわれ強度、ひびわれ幅の増加量、間隔、進展状況などを求め検討したものである。

2. 実験概要

コンクリートは、粗骨材の最大寸法20mm、試験材齢28日における目標強度を $f_c = 300\text{kgf/cm}^2$ 、スランプ 8~10cmとして水セメント比 53%、細骨材率 45.5%、単位セメント量 306kg の配合を用いた。

主鉄筋には、D10, D13, D16 の市販異形棒鋼を用い、これらの鉄筋比は、それぞれ0.58%, 1.03%, 1.61%である。

供試体(記号)は、配筋位置により標準無打継ぎ(N)、上端配筋(U)、の2種類とした。打継目は供試体中央部に設け処理方法は、ラッピングシール(L)、ブラッシング水洗い(W)、ブラッシング水洗い後セメントペーストでコテ塗り(P)、および湿潤面用エポキシ樹脂接着剤塗り(S)、の4種類とした。供試体の作成は、旧コンクリート打設7日後に打継面処理を施して新コンクリートを打継ぎ、湿布で28日間養生した後試験に供した。本数は同一条件に対して2本づつとして結果は平均値で求めた。なお、中央部の引張縁に深さ3~4mmの三角形の切欠を入れた。

供試体の形状寸法と载荷方法を図-1に示す。ひびわれ荷重は、供試体側面中央の切欠と主筋位置中間に貼付したストレインゲージ及び底面に取付けた π ゲージの動きにより決定した。ひびわれ幅の測定は、底面と鉄筋位置側面の π ゲージにより行なった。また、コンクリート圧縮・引張縁ひずみ、たわみの測定及びひびわれ進展状況を観察した。

3. 実験結果と考察

表-1にひびわれ荷重の実験値と計算値ならびに設計荷重を示す。D13の標準供試体の実験値を基準にして比較して見ると、打継目に処理を施した中で接着剤を用いたものを除いて25%程度とかなり下回っている。これは、打継面の接着強度不足による応力集中、若干の乾燥収縮また切欠を設けたことによる影響等が相乗的に作用したため、ひびわれが予想よりも早期に入ったものと思われる。一般的には、このような引張力の大きな位置に打継ぎ目を設ける場合まれであるが、やむを得ないケースでは、適切な鋼材など配置して補強しなければならないことが標準示方書にも示されている。

図-2は、各供試体の使用設計荷重(表-1参照)をそれぞれ载荷した時における最大たわみ量を示した。

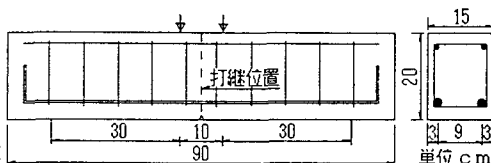


図-1 供試体の形状寸法と载荷方法

表-1 ひびわれ荷重の試験結果

供試体種類 (記号)	ひびわれ荷重(kgf)		ひびわれ荷重比		使用設計 荷重 (kgf)	終局荷重 (kgf)
	実験値	計算値	(1)	(2)		
D13-N	1960	2195	1.00	0.89	4266	9029
D13U-N	2120	2214	1.08	0.96	4258	8926
D13-L	500	2229	0.26	0.22	3965	8866
D13U-L	480	2266	0.24	0.21	3905	8647
D13-W	410	2229	0.21	0.18	4016	8875
D13-P	530	2229	0.27	0.24	4016	8875
D13-S	1350	2207	0.69	0.61	4253	8962
D16-N	2230	2317	1.00	0.96	5050	13470
D16U-N	1700	2317	0.76	0.73	5094	13482
D16-L	450	2307	0.20	0.20	5125	13506
D16U-L	780	2317	0.35	0.34	4992	13424
D16-W	1060	2307	0.48	0.46	5125	13506
D16-P	1600	2307	0.72	0.69	5125	13506
D10-N	1780	2158	1.00	0.82	2568	5361
D10-L	1020	2158	0.57	0.47	2573	5363

(1) 標準供試体に対する実験値の比 (2) 実験値/計算値

通常の連続版、桁などの支点上における状況を考慮して主筋を上端に配筋したものは、上縁におけるコンクリートの品質低下が鉄筋との付着力等に影響を及ぼすため、標準体と較べてたわみは50%以上大きくなった。一方、継目を設けた供試体の内で鉄筋比1.03%ではたわみの増大は20%以下であったが、鉄筋比の若干大きい1.61%では平均50%程度とかなり大きく現われた。これらの違いは、はり全体のたわみ線形が鉄筋量に影響し、前者が曲線的な変形に対して後者は折れ曲げによる影響が現われたものと考えられる。

標準体(N)が一定ひびわれ幅(0.1mm)を生じた時の荷重を1とし、また、鉄筋の降伏応力度付近と予想されるひびわれ幅0.25mmを生じさせるまでに与えられる荷重の割合をそれぞれ要因別に図-3に示した。D13-Nに対して継目を有したP, Sは、0.5~0.7でありD16の場合は、0.8前後とやや大きい。しかし、処理面ををブラッシング水洗いを施したものは、鉄筋量に関わらずかなり小さい。ひびわれ幅を2.5倍である0.25mmまで増加した時、D13-Nでは1.8に対してD16の継ぎ目を有した供試体でもほとんど2.0以上の荷重比が得られている。

ひびわれ幅は引張鉄筋応力度に比例して増加することは良く知られている。切欠までの初期ひびわれが生じた後の新たなひびわれは、引張力が鉄筋とコンクリートの付着によって伝達され、コンクリートの引張強度に達した時これに隣り合う箇所が発生する。荷重とひびわれ幅の関係を図-4に示した。計算値1は、切欠の左右に生じた平均ひびわれ間隔と鉄筋の平均ひずみ $\epsilon_{s,av}$ を求め次式から算出した。

$$W_w = k (\epsilon_{s,av} - \epsilon_{c,av}) L_{cr}$$

ここに、 $\epsilon_{s,av}$:コンクリートの引張弾性ひずみ

k:実験定数

計算値2は、標準示方書の曲げひびわれの検討項目で示されている算定式により求めた。Nに較べ継目処理したWのひびわれ幅はかなり増加している。これは、継目部における接着力の低下及びこの部分に応力集中を受けて、鉄筋とコンクリートの付着応力分布パターンが異なったためと考えられる。強度的に母材と同等と思われたS(P)で継目処理したケースでひびわれ幅は、NとWのほぼ中間に位置し各荷重でNより0.02~0.03mm増加した。ひびわれ幅が0.25mmを越え付近から鉄筋の降伏のため急激にひびわれ幅は増大している。

4. まとめ

継ぎ目の処理方法がひびわれ性状に及ぼす影響を曲げ試験により各測定結果の内容を検討した。これより、S, P処理はNに較べ若干低下が認められたがそれほど弱点にはならないと考えられる。L, Wの処理ではかなり諸性能が低下した。ひびわれ間隔と鉄筋平均ひずみから求めたひびわれ幅の計算値と実験値は比較的よく一致している。

【参考文献】1)鈴木,他:P R C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

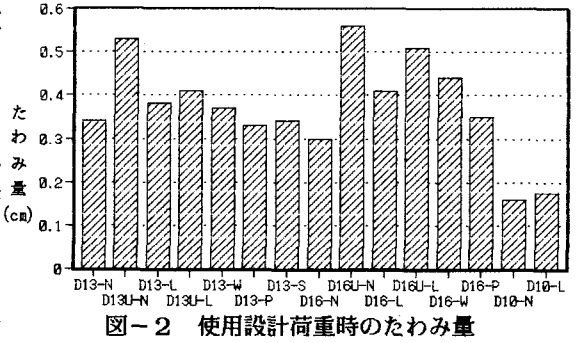


図-2 使用設計荷重時のたわみ量

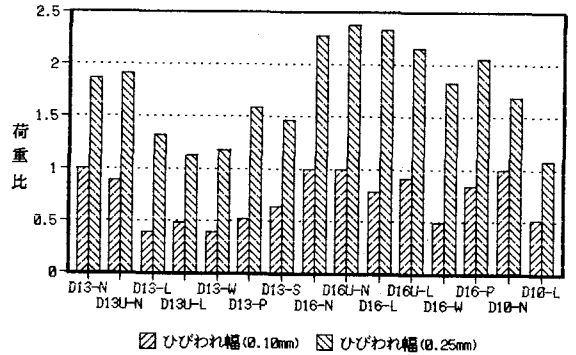


図-3 一定ひびわれ幅における荷重比

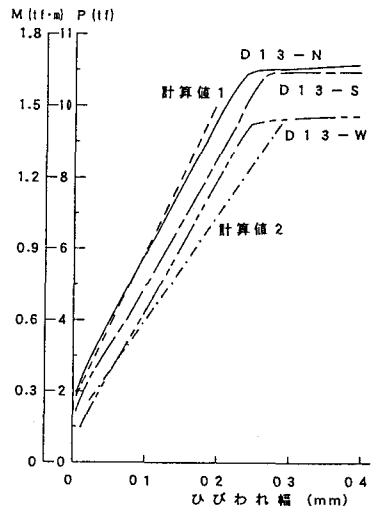


図-4 曲げ力とひびわれ幅

ひびわれ幅が0.25mm