

ハザマ技術研究所 正員 坂田英一
ハザマ技術研究所 正員 稲葉孝子
ハザマ技術研究所 角 一行

1. まえがき

本研究では、P R C梁の載荷試験を行ないプレストレス導入量およびグラウト材の有無が部材の曲げひびわれ性状に及ぼす影響を比較検討した。

2. 実験方法

2. 1 供試体の種類

供試体の断面寸法および鋼材配置状態を図-1に、試験体諸元を表-1に示した。

実験の主なパラメータに関する説明を以下に記す。

- ① 終局プレストレス率 λ は、P C鋼棒と鉄筋の組み合わせにより90%、80%、40%の3レベルとする。
- ② 通常にシース内にグラウト材を注入したものをボンド(B)、市販のアンボンドP C鋼棒を用いたものをアンボンド(U)と称する。

ただし、鋼材係数 q_s を0.25程度、コンクリートの圧縮強度を350kgf/cm²で一定の条件とした。また、載荷時の有効引張応力度が実降伏点強度の60%程度となるように初期緊張力を決定している。

曲げひびわれの観察は、断面高さの約2倍の等曲げ区間において行なうこととし、区間中央に高さ1.0cmのノッチを設け、初期ひびわれを誘引している。使用材料においては、

粗骨材は6号碎石、鉄筋はSD30B、P C鋼材には、SBPR110/125(B2, U2のみSBPR130/145)を使用した。また、グラウト注入には高性能セメントグラウト用混和剤をプレミックスした普通ポルトランドセメントを用い、載荷時圧縮強度は208kgf/cm²であった。

2. 2 載荷および計測方法

試験は単純梁のアムスラー内における対称二点集中載荷とした。載荷方法は、ひびわれ発生後および鉄筋降伏後に一度ずつ繰り返しを行ない、除荷再載荷過程を含め終局までの挙動を観察した。計測は、鉄筋のひずみ、P C鋼棒のひずみ(B)または緊張力(U)、圧縮域コンクリートのひずみ、ノッチ部梁下面の変形量(ひびわれ発生後に、ひびわれ幅とみなす)および梁のたわみについて行なった。

3. 試験結果および考察

3. 1 試験結果

全試験体とも、鉄筋降伏後圧縮域のコンクリートの圧壊で実験を終了し、B試験体のみP C鋼材が降伏に達していた。本実験では λ が小さい試験体ほど鋼材総断面積が大きいため、B、Uいずれにおいても、ひびわれ発生後の剛性は大きくなっている。また、除荷過程においては λ の大きいもののほど復元性が高く、鉄筋降伏後の残留ひびわれが小さく現われている。主要な結果を、荷重については予測値と併せ表-2に示す。ただし、本研究において使用荷重とは、B3試験体で鉄筋ひずみが1000 μ となる荷重(6.88tonf)を指すものとする。

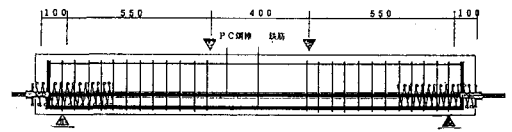


図-1 部材軸方向の鋼材配置

表-1 試験体諸元

	主鉄筋	P C鋼材	A _{ps} (cm ²)	σ_{cl} (kgf/cm ²)	f _{pe} (kgf/cm ²)	λ
ボンド試験体	B1	2-D6 ϕ 15	2.40	99	8213	0.9
	B2	2-D10 ϕ 13	2.75	92	10170	0.8
	B3	2-D16 ϕ 11	4.92	44	6819	0.4
アンボンド試験体	U1	2-D6 ϕ 15	2.40	85	7078	0.9
	U2	2-D10 ϕ 13	2.75	78	8603	0.8
	U3	2-D16 ϕ 11	4.92	47	7280	0.4

表-2 主要実験結果

	曲げひびわれ発生 実験値/計算値 (2)	使用荷重作用時 (P=6.88 tonf) $\epsilon_s (\mu)$	$\epsilon_{ps} (\mu)$	δ (mm)	最大荷重時 実験値/計算値 (3)	$\Delta \sigma_p$
B1	6.00/5.76	833	0.18	1.81	11.94/11.26	2847
B2	5.30/5.47	516	0.15	1.67	12.81/12.48	3099
B3	4.00/3.64	1000	0.15	1.95	13.82/14.55	4288
U1	5.60/5.23	1666	0.28	2.07	10.88/ 8.37	3319
U2	4.80/4.84	1182	0.19	1.95	11.63/ 9.70	2566
U3	3.80/3.74	1003	0.18	1.93	12.58/13.06	2064

*1 曲げひびわれおよび最大荷重の実験値・計算値の単位: tonf, *2 $\Delta \sigma_p$ の単位: kgf/cm²

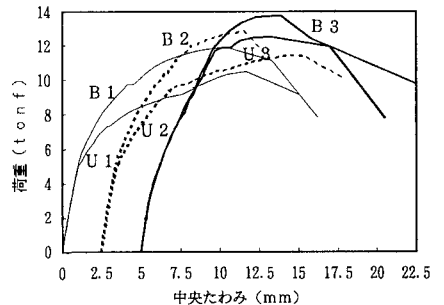


図-2 プレストレス率とたわみ特性

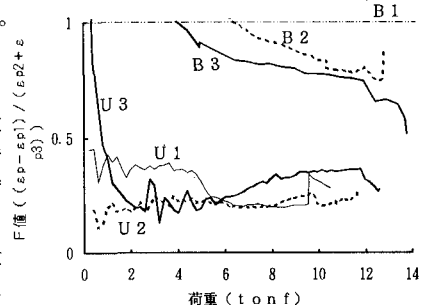


図-3 荷重レベルとF値

3. 2 考察

(1) 曲げ変形特性

図-2に示で分類したB試験体とU試験体の荷重たわみ曲線の比較を示す。図-2から、レベル1,2のU試験体では、B試験体と比較してひびわれ発生後の剛性低下が確認される一方、レベル3では鉄筋降伏に至るまで有意な剛性低下は認められなかった。

図-3は、文献[4]で定義されるひずみの適合条件係数F値と荷重の関係を示したものである。ここでは、荷重増加に伴ないP C鋼棒の付着性状がどのように変化したかを、ひびわれ断面における、実験で得られたコンクリート圧縮域におけるひずみなどからその経時変化を計算した。図-3より、U試験体ではプレストレスレベルに関わらず、使用荷重時においてすでにF値は0.25程度に収束しており付着劣化の性状に関してはほとんど同じと考えられる。

以上のことより、丸鋼棒とアンボンドP C鋼棒の付着性状の相違が使用荷重下のたわみに及ぼす影響はプレストレス率により異なる結果が得られたことがわかる。

(2) ひびわれ性状

各試験体の、使用荷重下における曲げひびわれの発生本数、ひびわれ間隔（ l_1 （1次）または l_2 （2次））[1]およびひびわれ幅を図-4に示す。同一の鋼材配置では使用荷重下でのB、U試験体間におけるひびわれ間隔の差は小さく、 λ レベル1,2の試験体では鉄筋ひずみがB試験体の約2倍であるのに対し、 λ レベル3ではともに1000 μ 程度であったことが、各レベルでのB、U試験体間のひびわれ幅の差に反映されていることがうかがえる。

鉄筋ひずみの増加に伴うひびわれ幅の増大の様子を図-5に示す。B試験体では λ レベルの違いによるひびわれ幅の増加率のばらつきが大きく、 λ 3レベルではU試験体と同程度、 λ 1ではそれより大きな値を示している。

(4) F値による使用時性状および耐荷力の試算

ひびわれ断面において、B試験体では平面保持の成立を仮定し、U試験体ではF値=0.25と仮定することにより、使用荷重下における瞬時のたわみ、鉄筋ひずみならびに耐荷力の算定を行なった。結果の一覧を表-3に示す。

4. まとめ

丸鋼棒を用いたP R C梁の曲げひびわれ性状に関する基礎実験を行ない、検討の結果、以下の結論を得た。

(1) アンボンドP C鋼棒を使用した試験体では、本実験における使用荷重レベルですでにF値の値は0.25程度に低下していた。

(2) アンボンドでも終局プレストレス率が40%程度の試験体では、ボンド試験体と同程度の曲げひびわれ性状を示し、鉄筋降伏までのたわみ特性もほぼ同様の様相を呈した。

(3) F値を0.25と仮定して計算した、使用荷重下におけるU試験体の変形・ひびわれ性状は実験結果の傾向と比較的よく一致した。

表-3 F値を用いた計算結果

	使用荷重状態				終局状態	
	たわみ (mm) [5]		鉄筋ひずみ (μ)		最大荷重 (ton)	
	実験値	計算値	実験値	計算値	実験値	計算値
B1	1.81	1.20	833	541	11.94	10.99
U1	2.07	1.59	1666	1284	10.88	9.98
B2	1.67	1.24	516	555	12.81	11.96
U2	1.95	1.57	1182	1006	11.63	10.34
B3	1.95	1.58	1000	777	13.82	14.25
U3	1.93	1.61	1003	811	12.58	13.56

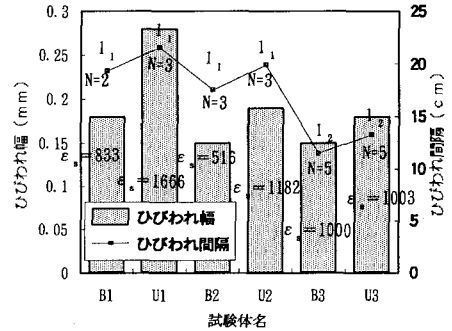


図-4 使用荷重時の曲げひびわれ

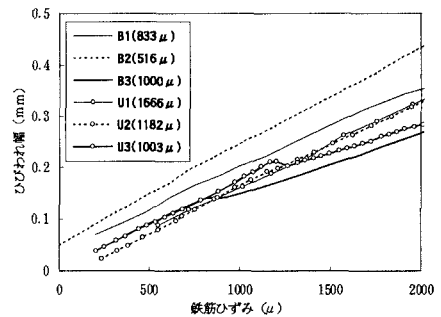


図-5 ノッチ開口幅（ひびわれ幅）と鉄筋ひずみ

向と比較的よく一致した。

参考文献

- [1] 森田司朗：鉄筋コンクリート部材のひびわれに関する一連の研究（訳文）、コンクリートジャーナル Vol. 4, No. 2, Feb. 1966, pp. 64-76
- [2] 岡村 甫：コンクリート構造の限界状態設計法（第2版）、共立出版、pp. 17-19
- [3] 日本建築学会：プレストレスト鉄筋コンクリート（Ⅲ種P C）構造設計・施工指針・同解説、1986、pp. 11
- [4] 六車ほか：アンボンドP C部材の曲げ終局耐力に関する研究、プレストレストコンクリート、Vol. 26, No. 1, Jan. 1984, pp. 10-16
- [5] たとえば、R. Park and T. Paulay : Reinforced Con-