

V-382

損傷を受けたRCはりのPC鋼棒による補強効果

中部大学 正会員 愛知 五男

中部大学 学生員 近藤 晃史

1. はじめに

RC構造物の補強は、一般に耐荷力の低下あるいは変形による許容限界ひびわれ以上のひびわれが生じている場合、使用方法と作用荷重の変更による耐荷力ならびに耐震性能の向上を図る目的で行われる。現在開発されている補強には、新材料・施工技術が多く採り入れられおり、構造系への影響では補強形態、補強法（部材増設・増厚、被覆法、補強筋挿入法など）により大きく異なることが知られている。

本報告は、RCはり部材に高荷重レベルの前載荷試験を行い、曲げ変形により所定のひびわれ幅の損傷を生じさせ、このはり部材の断面内と側面にそれぞれPC鋼棒を配置し所要の軸力を導入したのち、曲げ試験を行いPC鋼棒による補強効果を検討したものである。

2. 実験概要

実験に使用した材料および主要な強度は次のようである。主鉄筋：SD295 $f_{sy}=343\text{N/mm}^2$, $A_s=2\text{D}13$ 圧縮筋：SD295 $f_{sy}=333\text{N/mm}^2$, $A_s'=2\text{D}10$ スターアップ筋と圧縮螺旋筋は、 $\phi 6\text{mm}$ の伸線でスターアップ間隔 $s=8\text{cm}$ 螺旋ピッチ $t=2.5\text{cm}$ 、内径6.5cmのものを用いた。PC鋼棒：呼び名17mmのB種1号アンボント、 $f_{py}=931\text{N/mm}^2$ 実験時の平均コンクリート強度： $f_c'=45.8\text{N/mm}^2$, $f_b=4.4\text{N/mm}^2$, $E_c=32\text{kN/mm}^2$ 試験体の形状寸法は、 $b \times h \times L=15 \times 20 \times 180\text{ (cm)}$ 載荷スパン： $l=160\text{cm}$ である（図-1参照）。PC鋼棒の配置は、供試体の内部に1本用いる場合（以下IP）と側面に沿って配置する場合（以下OP）の2種類である。OPタイプはりには、部材とPC鋼棒の曲げ変形が可能な限り同じとなるよう図-1に示した剛性の高いコ字形の

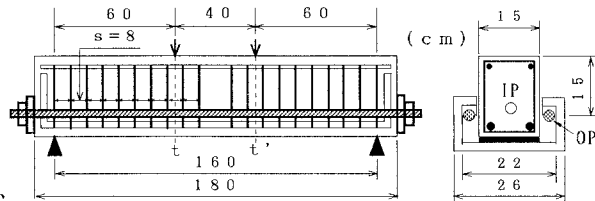


図-1 試験体の形状寸法

荷重受け治具（幅5cm、厚さ2cm、可動タイプ）を載荷点はり底面 t 及び t' の位置に設けた。試験に供したはり合計10本であり、次の試験要因を組み合わせる漸増載荷による曲げ試験を行った。ひびわれ幅0.2mm、0.5mmの2タイプ、プレストレスト導入量40KN、80KNの2タイプ、PC鋼棒の配置は2タイプである。以下記号でRC：基準はり IP2-8：PC内部配置・ひびわれ0.2mm・導入量80KN OP5-4R：PC外側配置・ひびわれ0.5mm・導入量40KN・圧縮側螺旋筋有り

3. 結果と考察

表-1 各試験体の実験結果

表-1に各試験体の実験結果を示した。ひびわれ荷重の実測値1)は損傷を与えた試験体で、コンクリートの下縁または主鉄筋ひずみが所定のひずみに達した時の荷重で表している。実測値2)は補強後、曲げ試験により鉄筋のひずみの挙動と増加量から求めた。計算値2)は、補強後曲げ力によるはり断面の釣合条件により、コンクリート下縁に生ずるひずみが0.015%に達する

試験体 記号	ひび割れ荷重 P_{cr} (KN)		※ひび割れ荷重 P_{cr} (KN)		降伏荷重 P_y (KN)		最大荷重 P_u (KN)		補強による 増加率	
	実測値1)	計算値1)	実測値2)	計算値2)	実測値	計算値	実測値	計算値	P_{yr}	P_{ur}
RC	17.8	17.6	—	—	53.9	46.3	63.1	47.0	1.00	1.00
OP2-4	13.8	17.6	14.7	31.4	88.2	77.6	142.3	117.6	1.64	2.26
OP2-8	13.8	11.4	25.2	36.3	100.3	89.0	140.1	117.8	1.86	2.22
OP5-4	11.8	11.4	12.3	25.3	79.8	70.4	105.6	87.3	1.48	1.67
OP5-4R	15.7	14.7	14.8	28.4	78.7	76.7	128.7	105.9	1.46	2.04
IP0-4	—	—	24.9	26.3	93.0	92.6	109.3	119.7	1.73	1.73
IP0-8	—	—	29.3	35.7	98.9	93.0	120.0	119.1	1.83	1.90
IP2-4	13.8	14.4	17.7	25.9	88.6	93.0	112.3	119.1	1.64	1.78
IP2-8	15.9	15.4	24.7	36.7	98.0	92.6	126.6	118.2	1.82	2.01
IP5-4	16.0	15.4	10.1	27.0	75.8	92.6	120.6	118.2	1.41	1.91

注) ※ひび割れ荷重：プレストレスト導入 P_{yr} ：降伏荷重比 P_{ur} ：最大荷重比

キーワード：補強、曲げ試験、PC鋼棒、ひびわれ幅

連絡先：〒487-0027 愛知県春日井市松本町1200 TEL 0568-51-1111 FAX 0568-52-0134

に要する荷重として求め、※計算値2)は実測値1)+2)に相当するものであってほぼ近似した結果となった。

最大ひびわれ幅0.2と0.5mmを生じさせたときRCの降伏耐力に達するまでの余力耐力は、各試験体平均で前者が13KN(24%),後者が5KN(9%)である。降伏荷重の実測値は、鉄筋またはコンクリートのひずみが概ね0.2%として求めたが計算値とほぼ一致した。ひびわれ0.5mmでは、0.2mmに比べてOP・IP共に小さな値を示したが、これらの試験体は補強前に残留変形ならびにひびわれ(0.3mm程度)が生じており、プレストレス導入時に既に鉄筋が降伏点付近に達し、圧縮部コンクリート領域はクラックの進展により損傷が生じていると考えられる。最大荷重は、等価応力ブロック法を用い計算した。RCと補強はりと比較すると明らかに補強効果が現れており、PC鋼棒が曲げ力に対して効果的に分担していることが示された。補強によりRCに比べ降伏荷重(P_y)で0.2mmひびわれで平均1.74倍、0.5mmひびわれで1.45倍となり、最大荷重(P_u)では、それぞれ2.07倍と1.87倍となる。OPとIPと比較すると P_y はひびわれの程度によっても差は殆どないが P_u では、0.2mmひびわれでOPが大きい。これは圧縮部におけるコンクリートの損傷を殆ど受けていないためPC鋼材量の影響を受けたものと思われる。ところがひびわれ幅が0.5mmの場合は鋼材量を増しても効果はあまり見られない。

図-2 荷重増加による鉄筋ひずみの変化を示した。降伏点近傍に達すると急激に伸びるものと一定で荷重だけが增えるものが現れる。後者は降伏点付近に達するとこれ以降引張力の殆どがPC鋼棒に移るため鉄筋ひずみは増加しない。この時若干ひずみが小さくなる傾向がみられる。これはコンクリートが圧潰に近づくにつれてPC鋼棒による軸力の減少に伴い鉄筋ひずみも小さくなると思われる。一方、コンクリートの圧縮縁ひずみと荷重の関係(図-3)で補強はりの場合は鉄筋が降伏点付近に達した時点からPC鋼棒が引張力を負担することにより荷重は緩やかに増加する。終局ではすべてコンクリートの圧壊により決定するが、次の2タイプに区分される。鉄筋が降伏に達した付近からコンクリートの圧潰が始まるもの(例OP5-4, OP2-4)と鉄筋が降伏点に達する前にコンクリートが圧潰するもの(例OP2-8, IP5-4)の2通りであった。

荷重とたわみの関係を図-4に示す。OPとIPのたわみは、補強材量に差異があるにも関わらず同様な線形で推移している。これは、治具接触面にも左右されるが、鋼材量による影響は少ないと思われる。IPの0.5mm損傷は、損傷の無いはりと比較べ若干下回る程度で補強効果が認められている。しかし、RCに比べ補強はりでは、圧縮縁側コンクリートの圧潰が先行してしまうためたわみ変形は大きくはない。

4. まとめ

1) RCに比べ損傷ひびわれ0.2mmの補強はりは、降伏および最大荷重で約1.9倍、0.5mmでは1.7倍の耐力増加となった。2) 鉄筋が降伏点付近に達するとこれ以降引張力は、PC鋼棒に依存する傾向にあり破壊の形態はコンクリートの圧潰によるものが殆どであり靱性の改善が必要である。3) IPとOPの鋼棒配置の違いによる降伏および最大荷重への影響は少ない。

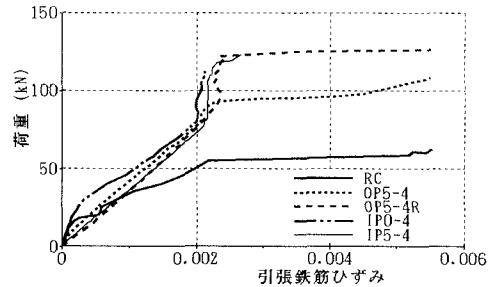


図-2 荷重と鉄筋ひずみ

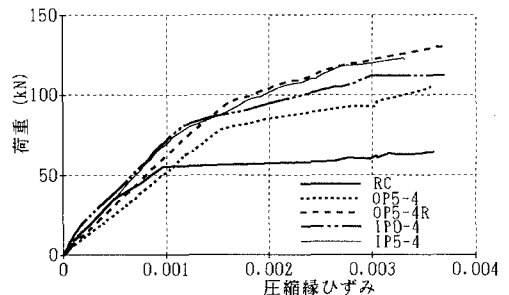


図-3 荷重と圧縮縁ひずみ

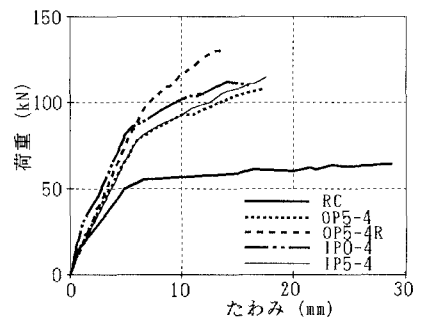


図-3 荷重とたわみ