

大阪工業大学大学院 学生員 ○錦織 靖 学生員 三方 康弘
大阪工業大学 正員 井上 晋 フェロー 小林 和夫
正員 仁枝 保

1.はじめに

地震動のような正負交番繰返し荷重下では、コンクリートが負担するせん断力が著しく低下することが指摘されている。ここでは、PRC はり部材の耐震性能、特にせん断耐荷特性に及ぼすプレストレスの効果を評価することを目的として行った実験結果について報告する。

2.実験概要

本実験では、図 1 に示すように、幅×高さ＝100×200mm、全長 1800mm の矩形断面 PRC はり部材を対象とした。なお、いずれの供試体もコンクリートの設計基準強度 ($f_{ck}=35\text{N/mm}^2$) とし、主鉄筋には 2・D16($f_{sy}=356\text{N/mm}^2$)、スターラップには D6($f_{sy}=415\text{N/mm}^2$)、また PC 鋼材には $\phi 13\text{mm}$ ($f_{py}=1289\text{N/mm}^2$) を用いた。実験要因は、スターラップの配置間隔 s として、 $s=80\text{mm}$ (せん断補強筋比： $p_w=0.79\%$)、 $s=160\text{mm}$ ($p_w=0.40\%$) の 2 種類、断面内のプレストレス導入応力として、コンクリートの上下縁にそれぞれ 0.0N/mm^2 、 3.0N/mm^2 、 5.0N/mm^2 の 3 種類、PC 鋼材の付着の有無として、PC 鋼材緊張後にセメントペーストグラウトを注入するボンダタイプとアンボンダタイプの 2 種類を選定した。主たる載荷は降伏変位の整数倍で各 1 回の正負交番繰返しとした。

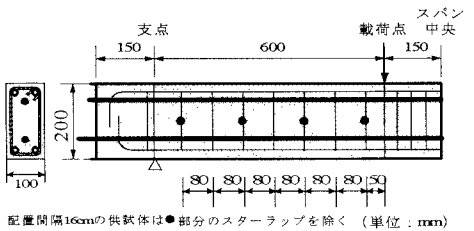


図 1 供試体断面図

3.実験結果と考察

表 1 供試体の詳細と実験結果

(1) 破壊形式

表 1 に各供試体の詳細と実験結果を示す。

表 1 より、 $s=80\text{mm}$ の供試体は計算上曲げ破壊先行型であるにもかかわらず、B・3・1・1、U・5・1・1 以外の供試体は曲げ降伏後、最終的にせん断破壊した。これは、正負交番繰返し載荷によりコンクリートの負担せん断力が急激に低下したため、このような結果に至ったと考えられる。一方、 $s=160\text{mm}$ のボンダタイプはりではせん断破壊先行型であるにもかかわらず、プレストレスの効果によりせん断ひび割れの発生・進展がある程度抑制され、設計で考慮される以上にコンクリートのせん断抵抗が向上したことが認められた。

(2) 荷重－変位関係

図 2 に正負交番載荷の荷重－変位包絡線の一例を示す。一部の供試体(U・5・1・1、U・5・2・1)を除き $p_w=0.40\%$ の供試体よりも、 $p_w=0.79\%$ の方が耐力低下を生じる変位が大きくなった。また、プレストレス量について比較すると、 $p_w=0.40\%$ の供試体では、プレストレス量が大きな供試体ほど耐力低下を生じる変位が増加し

供試体	PC 鋼材の付着	せん断補強筋配置間隔 (mm)	載荷形式	*1 プレストレス量 (上下縁の応力)	*2 曲げ破壊荷重 (計算値)	*2 せん断破壊荷重 (計算値)	*2 最大荷重 (実測値)	*3 破壊形式
B・3・1・1	有	80	繰返し	3.0	123.0	155.8	132.1	M
B・3・2・1		160	繰返し	3.0	123.0	105.6	120.3	FS
B・5・1・1		80	繰返し	5.0	123.4	159.5	132.4	FS
B・5・2・1		160	繰返し	5.0	123.4	109.3	128.4	FS
B・3・2・0		160	一方向	3.0	123.1	105.6	135.1	S
B・5・2・0		160	一方向	5.0	123.4	109.3	132.8	M
U・0・1・1	無	80	繰返し	0.0	91.7	151.4	126.7	FS
U・0・2・1		160	繰返し	0.0	91.7	101.2	106.9	FS
U・3・1・1		80	繰返し	3.0	100.8	158.6	119.9	FS
U・3・2・1		160	繰返し	3.0	100.6	108.4	117.2	FS
U・5・1・1		80	繰返し	5.0	105.5	162.8	118.7	M
U・5・2・1		160	繰返し	5.0	105.5	112.6	123.6	FS

*1：単位は N/mm^2 、*2：単位は kN 、
*3：S はせん断圧縮破壊、M は曲げ引張破壊、FS は曲げ降伏後のせん断破壊

ており、せん断補強筋量、プレストレス量が正負交番繰返し荷重のじん性に影響を与えることが明らかになった。

(3) コンクリート負担せん断力ー変位関係

図3にコンクリート負担せん断力ー変位関係の一例を示す。

図中の V_c の実測値は作用せん断力 V から V_s を差し引いたものである。なお、 V_s の実測値は、支配的なせん断ひび割れと交差するスターラップひずみの実測値の平均値と最終的に支配的となった斜めひび割れの傾斜角 θ を計測し、トラス理論によって計算したものである。全体的な傾向として、ひび割れ発生以後のコンクリート負担せん断力の低下については、プレストレス量が多い供試体の方が緩やかになり、また、コンクリート負担せん断力の各変位における値にはばらつきがあるものの、プレストレス量の増加に伴い、同一変位におけるコンクリート負担せん断力が大きくなる傾向を示した。このことから、プレストレスは、コンクリートの負担せん断力を増大させるというよりは、せん断ひび割れを抑制し急激な耐力低下を防ぐ効果があると考えられる。

(4) 曲げ・せん断変形量の分離

図4に曲げ・せん断変形量の割合と載荷変位の関係の一例を示す。

ここでは曲げスパンにおいて測定した曲率からスパン全長にわたる曲率分布を想定し、計算上の曲げ変形量を算定するとともにせん断変形量は全変形量から曲げ変形量を差し引いた値とした。 $1\delta_y$ におけるせん断変形量はプストレス量によらずほぼ同じであるものの、プレストレス量の増加に伴って、 $1\delta_y$ 時以降の同一変位におけるせん断変形量が小さくなる傾向を示した。これらの結果から、プレストレスがせん断変形量の抑制に大きく寄与していることが認められた。

4.まとめ

- (1) プレストレスやせん断補強筋は、コンクリート負担せん断力を増大させるというよりは、正負交番繰返し荷重下におけるせん断ひび割れの進展を抑制し急激な耐力低下を防ぐことが確認された。
- (2) プレストレスが地震荷重のような繰返し荷重下においてせん断変形量を抑制し、じん性の向上に寄与することが確認された。

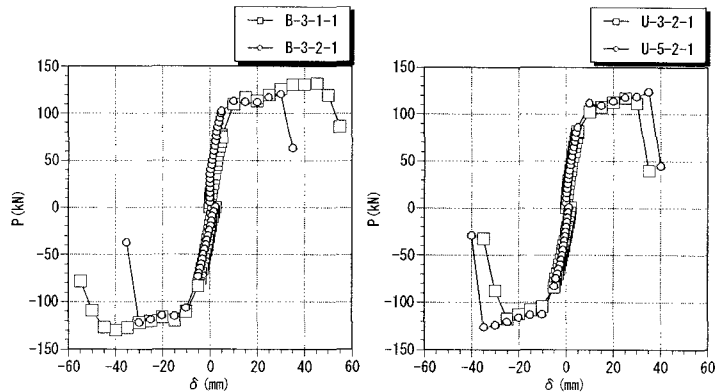


図2 荷重ー変位包絡線

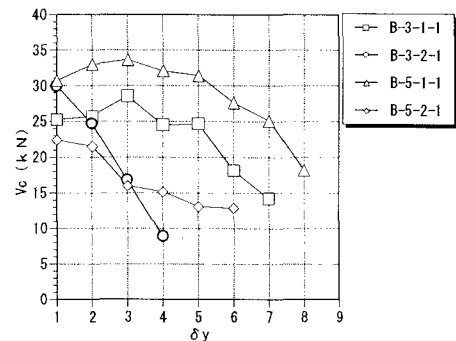


図3 コンクリート負担せん断力ー変位関係

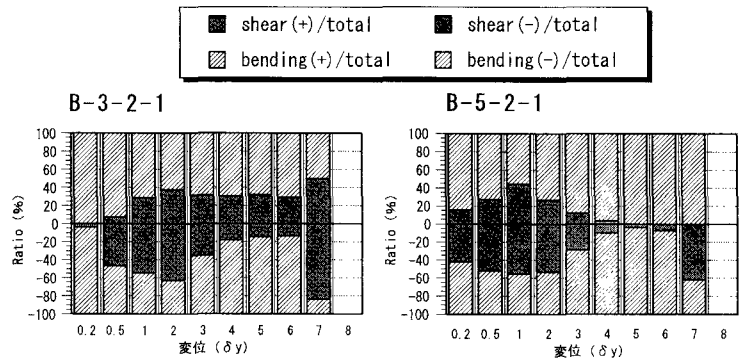


図4 曲げ・せん断変形の割合