

V-63 格子状の貫通ひびわれを有するRC梁のせん断耐力と変形特性

鹿島建設技術研究所 正会員 坂野 一典
 鹿島建設技術研究所 正会員 山野 逸慎一
 鹿島建設技術研究所 正会員 秋山 暉

1. はじめに アルカリ・シリカ反応や老朽化等によってひびわれの発生したRC部材について、補修・補強の可否を判定する場合には、その保有耐力の評価が重要である。ここでは、RC部材に貫通するひびわれが発生した場合のせん断耐力を調べるために、格子状の貫通ひびわれを有するRC梁を製作し、そのせん断耐力および変形特性をひびわれのない梁と実験的に比較し、検討した。

2. 実験の概要 試験体の形状の一例を図-1に示す。試験体の種類および諸元は表-1に示したとおりで、載荷時のせん断スパン比(a/d)は1.5、2.5および4.0の3種類とした。引張鉄筋比(ρ)は、せん断破壊させるために2.17%とし、スターラップの鉄筋比(P_w)は、RC示(昭和55年版)の梁の構造細目に基いて算出した最少量、 $P_w=0.28\%$ を標準とし、さらにせん断破壊を容易に起こさせるため、その1/3の0.09%の2種類を選定した。試験体数は、合計12体とし、試験体の端部はスターラップで補強して定着部での破壊を起こさせない構造とした。

格子状貫通ひびわれのパターンは、図-1に示したように100mm×100mmの格子状で、ひびわれは支点間に限定して発生させた。ひびわれ部材の製作にあたっては、まず格子状に小孔($\phi 7, 10\text{mm}$)を設け、この孔にコンクリートの静的破砕剤を注入して水平方向の貫通ひびわれを発生させ、次に試験体の両側面から交番曲げ載荷を行って鉛直方向の貫通ひびわれを発生させた。

ひびわれを発生させる際に、各部材に生じた軸方向鉄筋の最大ひずみは降伏ひずみの50~100%であり、スターラップの最大ひずみはいずれも降伏に達していた。貫通ひびわれの最大ひびわれ幅は、鉛直方向が0.14~0.86mm、水平方向が0.19~0.61mmであった。

使用した鉄筋およびコンクリートの材料特性を表-2に示す。また載荷方法は、単純梁の2点集中載荷とした。

3. 実験結果および検討

(1) 破壊モードおよび終局耐力 各試験体の最大荷重および破壊モードを表-1に示し、破壊時のひびわれ状況の一例を図-2に示した。

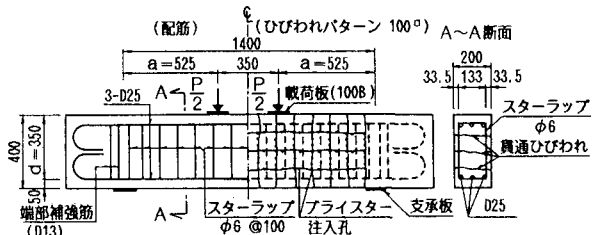


図-1 試験体の形状($a/d=1.5$)とひびわれパターン (単位mm)

表-2 材料特性 (単位 kg/cm²)

	材質	弾性係数 E	降伏強度 σ_{sy}	引張強度 σ_u
鉄筋	D25 S030		3700	5600
鉄筋	$\phi 6$	2.1×10^6	2550	3600
コンクリート	早強セメント G max=10mm	2.7×10^5	圧縮強度 σ_c 360	引張強度 σ_t 36

表-1 試験体の種類と実験結果

試験体名 注1)	せん断スパン比 a/d	スターラップの鉄筋比 P_w	スパン長 (mm)	最大荷重 $P_{max}(t)$	破壊モード	最大荷重時のたわみ δ (mm)
N1. 5S28	1.5	0.28% ($\phi 6 @ 100$)	1400	67.5	曲げ引張破壊	7.2
C1. 5S28				58.0(0.86)	すれによるせん断破壊	7.0(0.97)
N1. 5S09		0.09% ($\phi 6 @ 300$)		55.0	せん断圧縮破壊	4.7
C1. 5S09				55.0(1.0)	"	5.2(1.10)
N2. 5S28	2.5	0.28%	2100	32.0	"	8.0
C2. 5S28				35.0(1.09)	"	8.6(1.08)
N2. 5S09		0.09%		25.5	"	8.5
C2. 5S09				25.7(1.03)	"	11.0(1.29)
N4. 0S28	4.0	0.28%	3150	25.3	曲げ引張破壊	15.0
C4. 0S28				23.4(0.93)	"	13.3(0.89)
N4. 0S09		0.09%		15.0	斜め引張破壊	6.5
C4. 0S09				13.2(0.88)	"	63.0(9.70)

注1) Nはひびわれのない梁、Cは格子状の貫通ひびわれを有する梁を表す。

注2) 引張鉄筋比はすべて $P=2.17\%$ (3-D25)である。

注3) () 内の値は、Nの最大荷重、および最大荷重時のたわみに対するCの値の比率を示す。

同じ配筋を有するひびわれのない梁（Nタイプ）と格子状貫通ひびわれを有する梁（Cタイプ）を比較する。 $a/d=1.5$ で、せん断補強筋の多い $PW=0.28\%$ の場合には、Nタイプで主筋が降伏して曲げ破壊したのに対し、Cタイプでは斜めひびわれ上端の圧縮部コンクリートのひびわれ位置で鉛直方向のずれを伴ってせん断破壊し、両者の破壊モードは異なった。これに対して、 $a/d=1.5$ で $PW=0.09\%$ の場合、および $a/d=2.5$ では PW が 0.28% 、 0.09% いずれの場合も両タイプ共にせん断圧縮破壊した。また $a/d=4.0$ では両タイプ共、 $PW=0.28\%$ において曲げ引張破壊し、 $PW=0.09\%$ においては斜め引張破壊した。

このとき、破壊モードが一致したものはひびわれの有無にかかわらず両者の耐力がほぼ等しかったのに対して、破壊モードが異なった $a/d=1.5$ 、 $PW=0.28\%$ ではCタイプの耐力がNタイプの86%に低下していた。これは、 $a/d=1.5$ では他の試験体よりもせん断耐力が大きく（ $\tau=47 \text{ kg/cm}^2$ ）なり、載荷点と支点を結ぶ圧縮斜材作用力の鉛直成分がひびわれ位置での摩擦抵抗力の限界を越えたために起ったものと考えられる。

(2) 変形特性 NタイプとCタイプの平均曲げ剛性率を部材の中央たわみを用いて各荷重毎に求め、 $a/d=1.5$ と 4.0 の場合について図-3に示した。 $a/d=4.0$ 、 $PW=0.09\%$ では荷重の増加に伴ってN、C両タイプの剛性率が近づく傾向を示すが、荷重 $P=10\text{t}$ 程度でCタイプの剛性率が急激に低下した。これは、図-4に示したようにCタイプでは水平ひびわれ位置で水平ずれを伴って顕著に変形したためと考えられる。しかしCタイプは同図にみられるように最大荷重時でNタイプの約10倍のたわみを示すなど水平ひびわれによる優れた変形特性を示すことが認められた。

その他の試験体では、Cタイプの剛性は載荷初期でNタイプの0.2～0.6倍であったものが、最大荷重付近になると両者は一致する傾向を示し、また最大荷重時でのたわみは、CタイプがNタイプの0.9～1.3倍であり、変形特性の違いは特に現れなかった。

4. むすび 格子状の貫通ひびわれを有する梁についてせん断耐力と変形特性を検討したが、ひびわれのない梁との特性の違いを把握することができた。ここで得られた結果は比較的水平的ひびわれの影響の少ないものであったが、これは端部補強の効果が大きかったためと考えられる。今後さらに引張鉄筋比の影響等も考慮して検討する予定である。

参考文献：1) 石塚、他；水平ひびわれを有するPC橋脚梁の耐力について、土木学会第36回年講、S56.10
2) 関、他；貫通ひびわれが鉄筋コンクリートはりの挙動に及ぼす影響について、第4回コンクリート工学年講、1982. 3) 小林；アルカリ骨材反応を生じた部材や構造物の耐荷重性能—はり部材—、コンクリート工学 Vol. 24, No. 11, Nov. 1986.

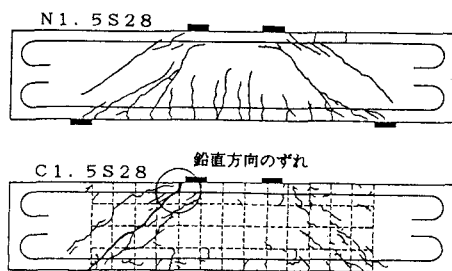


図-2 破壊時のひびわれ状況の例 ($a/d=1.5$)

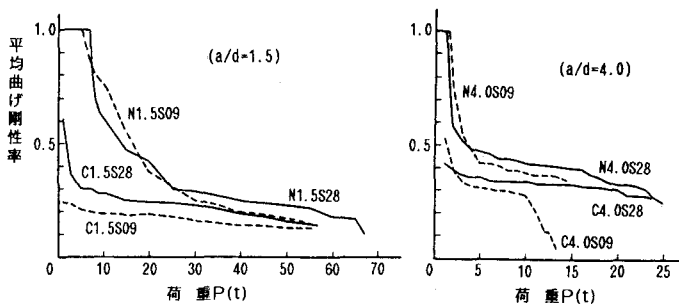


図-3 平均曲げ剛性率 ($a/d=1.5, 4.0$)

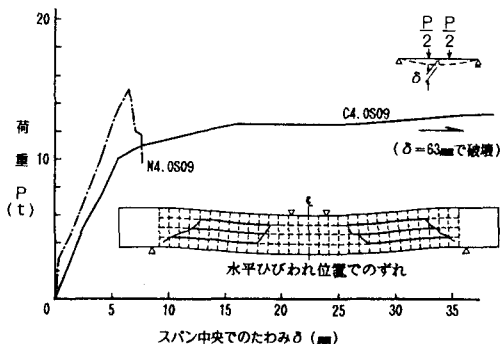


図-4 $P \sim \delta$ 曲線 ($a/d=4.0$)