

東京都立大学 正会員 池田尚治
同上 大学院 学生員 ○宇治公隆

(1) はじめに 鉄筋コンクリートはりのせん断耐力は、一般に腹部に発生する斜めひびわれに大きく影響される。腹部補強のないはりのせん断耐力は、斜めひびわれ発生と同時に急激に破壊する場合と、斜めひびわれ発生後にある程度の耐力を示す場合とがある。前者はせん断支間けた高比 a/d が比較的大きい場合のせん断破壊状態を示し、斜め引張破壊と呼ばれている。後者の場合は a/d が比較的小さいはりのせん断破壊の状態を示し、この耐力は斜めひびわれ発生後の残存アーチ機構に依存している。これらの耐力は、図-1に示されるように a/d の関数として表わされている⁽¹⁾。一方、近年鉄筋の高強度化及び太径化が進められ、その結果、コンクリート表面のひびわれ幅を制限する必要から、付着のよい異形鉄筋が広く使用されている。鉄筋の付着の良好なことは、ひびわれの分散性、鉄筋とコンクリートとの一体性及び定着性等に比べて極めて重要なことであり、したがって、鉄筋コンクリート部材の耐力に対しても、付着の良好なことが必要であると一般に考えられているようである。しかしながら、鉄筋の付着性能が劣っている方が、はりのせん断耐力を増加させるという報告もあり⁽¹⁾、鉄筋の付着と部材の耐力との関係については、未だ基本的な点で解明されていない重要な事柄が存在しているものと思われる。本研究は、鉄筋コンクリート部材のせん断破壊耐力に及ぼす鉄筋の付着の影響について基礎的に研究を行うものであって、付着がせん断破壊の形態に及ぼす影響、付着とせん断耐力との関係及びはりの残存アーチ機構等に関する事柄を実験により求め、これらを有限要素法による解析結果と比較考察するものである。

(2) 実験概要 鉄筋は主筋に $3 \times D13$ (SD30) を使用した。コンクリートの圧縮強度は 24.0 kg/cm^2 とした。実験は、腹部補強のないはりについて、 $a/d = 1.5 \sim 5.0$ とし、各々、付着あり、付着なしの供試体を製作し、集中2点荷重で行うこととした。又、同時に、腹部補強のある供試体 ($a/d = 1.5, 2.5$ のそれぞれに対し付着あり、付着なしの2種類) を製作し、耐力に及ぼす腹部補強の効果を調べた。鉄筋の付着を除く方法としては、鉄筋のふし間を蠟で埋め、その上にビニールテープを巻き、更にその上にグリースを塗って完全に付着のない状態とした。せん断補強鉄筋としては、鉛直スターラップ及び 45° 筋 (いずれも $\phi 6$, SR24) を

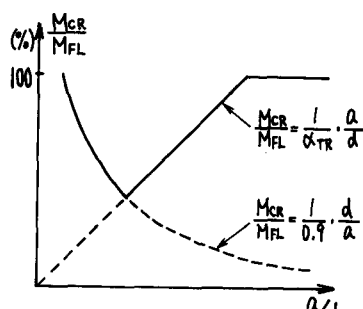


図-1 はりの耐力と a/d の関係

用い、スターラップは 7.5 cm 間隔、 45° 筋は 15 cm 間隔である。各供試体の a/d の値、付着の有無、腹部補強の有無は、表-1の記号部分に示すとおりである。供試体の断面は幅 10 cm 、高さ 20 cm ($d=18 \text{ cm}$) の長方形である。

表-1 実験結果

No.	記号	破壊荷重	破壊モード	せん断応力度	No.	記号	破壊荷重	破壊モード	せん断応力度
1	15-N-0	11.70 t	1.58 t-m	37.1 kg/cm ²	9	25-B-0	4.79 t	1.08 t-m	15.2 kg/cm ²
2	20-N-0	10.54	1.90	33.5	10	30-B-0	4.42	1.19	14.0
3	25-N-0	10.21	2.30	32.4	11	35-B-0	4.70	1.48	14.9
4	30-N-0	8.00	2.16	25.4	12	50-B-0	4.34	1.95	13.8
5	35-N-0	7.45	2.35	23.7	13	15-N-W	15.00	2.03	47.6
6	50-N-0	4.88	2.20	15.5	14	25-N-W	10.56	2.38	33.5
7	15-B-0	11.56	1.56	36.7	15	15-B-W	13.60	1.84	43.2
8	20-B-0	5.76	1.04	18.3	16	25-B-W	12.20	2.75	38.7

(注) 記号は、 a/d の値、付着あり:B 付着なし:N, 補強あり:W 補強なし:0 を表わす。

(3) 実験結果 破壊状況としては、No. 1 (1.5-N-0)、2 (2.0-N-0)は割裂。No. 3 (2.5-N-0)、4 (3.0-N-0)、5 (3.5-N-0)、6 (5.0-N-0)、14 (2.5-N-W)、16 (2.5-B-W)は曲げ破壊であった。No. 7 (1.5-B-0)、8 (2.0-B-0)、9 (2.5-B-0)、10 (3.0-B-0)、11 (3.5-B-0)、12 (5.0-B-0)、13 (1.5-N-W)、15 (1.5-B-W)はせん断破壊であった。各供試体の最大耐力は表-1に示す値で、それより最大モーメント及び最大せん断応力度を求めると、同じく表-1に示す値を得る。これらを、 a/d を横軸として図示すると、図-2及び図-3のようになる。(各供試体の記号の意味は表-1の注に示してある)。腹部補強がない場合、斜めひびわれ発生機構及び残存アーチ機構が、付着の有無で全く異なることがわかる。すなわち、付着がない場合には、割裂を除き斜めひびわれは起こらない。付着がないと、最初から一種のせん断破壊の状態にあり、主筋より上側のコンクリートが有効に働き、強固な残存アーチリブが形成され、断面のせん断耐力を著しく高めることになる。付着があると、斜めひびわれ発生後、斜めひびわれより上側のコンクリートだけで圧縮を受けもつことになり、せん断耐力を低下させる。付着がある場合には、図-1に類似して、 $a/d = 2.0 \sim 2.5$ 付近で大きな落ち込みが見られるが、付着がない場合には、そのような落ち込みは見られないのである。

一方、腹部補強がある場合、付着なしについては、斜めひびわれを起こさないで、補強は不要であるといえる。しかしながら、 a/d が小さくて、割裂でこわれる場合には、補強の効果がみられ、補強があると有利であるといえる。 $a/d = 2.5$ について、付着の有無で比較すると、付着がある方が高い値を示す。これは、付着がある場合、補強鉄筋がせん断力を受けもち、曲げ耐力まで達するが、付着がない場合、鉄筋が伸びて平面保持が成り立たないからである。

(4) F.E.M.による解析 腹部補強のない供試体について、弾性問題としてF.E.M.による解析を行なった。ひびわれ発生後は、実験から得られたひびわれ位置の内側のコンクリートを取り除いて要素分割を行ない解析を進めた。破壊状態の判断は、残存アーチ破壊では、斜めひびわれ上側の圧縮破壊により破壊を決定し、曲げ破壊では、コンクリート上縁での圧縮破壊により決定する。このようにして得た計算結果は、図-2及び図-3に示すように実験値とよく一致しており、残存アーチ機構及び斜め引張破壊機構を、解析的にも把握できることが判明したのである。

(5) 結論 付着が十分であることは、ひびわれ分散性、鉄筋とコンクリートとの一体性等の面で望ましいことであるが、腹部補強がない場合には、付着がせん断耐力を著しく低下させるという注目すべき現象が実験的かつ理論的に明らかにされた。又、残存アーチ機構等ののはりのせん断耐荷機構が定量的に把握されたのである。

本研究は文部省科学研究費一般研究C(255180)を受けて行ったものであることを付記して謝意を表する。

参考文献

(1) KANL, G.N.J., The Riddle of Shear Failure and Its Solution, Proc. ACI Apr. 1964

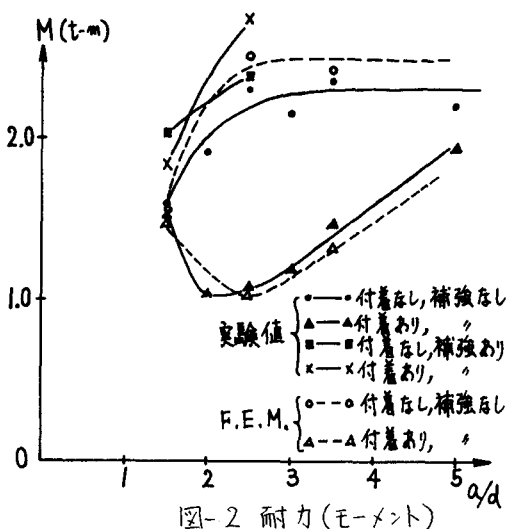


図-2 耐力(モーメント)

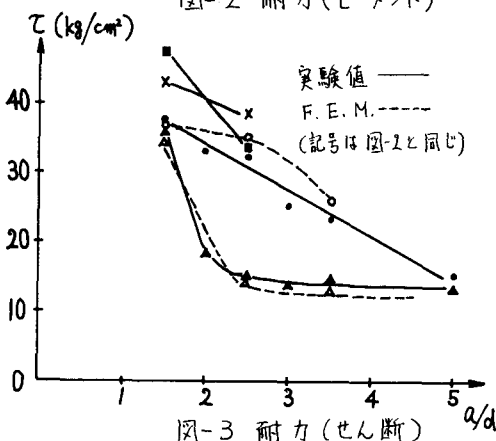


図-3 耐力(せん断)