

V-318 軸方向引張り力を受けるRC梁のせん断挙動について

徳山高専 正員 田村隆弘
 徳山高専 正員 重松恒美
 呉 高専 正員 中野修治
 豊橋技科大 正員 原 隆

1. まえがき

一般に、外力によりコンクリート梁部材に軸方向引張り応力を誘発することはまれであるが、ラーメン構造等部材の自由な変形が拘束される場合においては、コンクリートの乾燥収縮等の初期内部応力は不可避なものであり、構造物の条件等によっては、この影響は無視できないものとなることは周知の所である。しかし、この軸方向引張り力が梁部材のせん断耐力に及ぼす影響については研究事例も少なく、その破壊機構も明確にされていない。ここでは、これらのことを踏まえて実験解析を行ない、併せて有限要素法によるシミュレーション解析も検討したことを報告する。

2. 実験概要

供試体は、図-1に示すような梁幅10cm、全高20cmで、公称径10mmの異形鉄筋を引張り側に3本圧縮側に2本配した復鉄筋長方形梁で、部材両端には軸方向力を受けるための張り出し部を持つ。曲げ試験については、図-2に示すように、センターホールジャッキにより所定の軸力(N=8t, 6t, 4t, 3t, 2t, 0t)を導入し初期軸方向引張り応力を誘発させる。そして、この軸方向引張り力を固定した後、所定のせん断スパン比(a/d=1.75, 2.0, 2.25, 2.5, 2.75, 3.0, 3.5, 4.0)のもとで、対称2点曲げ載荷試験を行ない、各載荷ステップにおけるひび割れ進行状況、コンクリート上下縁、および引張主鉄筋ひずみ、そして、スパン中央および載荷点下のたわみを記録した。

3. 実験結果と考察

試験された全ての供試体の諸パラメータ、破壊荷重および終局モーメント等を表-1に示す。図-3は、破壊モーメント(Mb)と、曲げ終局モーメント(Mu)の比を縦軸にとり、横軸にせん断スパン比(a/d)をとったものである。これは、Kaniのせん断の谷として知られる評価法であるが、軸方向

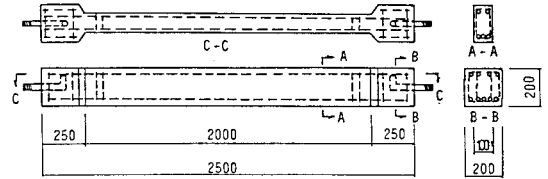


図-1 供試体断面

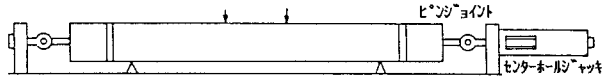


図-2 曲げ載荷試験

Table 1 実験結果

供試体 No.	軸力 (kgf)	a/d	σ_c kgf/cm ²	σ_t kgf/cm ²	B.L. (kgf)	Mb kgfcm	Mu kgfcm	Mb/Mu
1	8000	1.75	360.	37.	6180	97335	154820	0.628
2	6000	1.75	360.	37.	8520	134190	155146	0.865
3	4000	1.75	360.	37.	7520	118440	153991	0.769
4	3000	1.75	323	33	9000	141750	134195	1.056
5	2000	1.75	360.	37.	14000	220500	149146	1.478
6	0	1.75	360.	37.	12100	190575	150210	1.269
7	8000	2.00	356.	33.	4610	82980	159385	0.521
8	6000	2.00	356.	33.	7000	128500	158283	0.791
9	4000	2.00	356.	33.	6740	121320	164432	0.738
10	3000	2.00	342	31	9000	162000	131129	1.235
11	0	2.00	356.	33.	9600	176400	157390	1.121
12	6000	2.25	313	32	5600	113400	143578	0.790
13	4000	2.25	342.	33.	5620	113805	221379	0.514
14	3000	2.25	356.	31.	7600	153900	132662	1.160
15	2000	2.25	342.	33.	7840	158760	222619	0.713
16	0	2.25	342.	33.	8040	162810	220265	0.739
17	6000	2.5	323	34	3900	87750	136971	0.641
18	4000	2.5	342.	33.	6000	135000	211707	0.638
19	3000	2.5	440.	41.	5000	112500	148839	0.756
20	2000	2.5	342.	33.	6400	144000	221692	0.650
21	0	2.5	342.	33.	7600	171000	222626	0.768
22	6000	2.75	301	30	3700	91575	135714	0.675
23	4000	2.75	320.	30.	8040	122760	219634	0.558
24	3000	2.75	429.	38.	4900	121275	138494	0.876
25	2000	2.75	320	30.	5000	123750	218577	0.566
26	0	2.75	320	30	5200	128700	211511	0.608
27	8000	3.00	422.	35.	3780	102060	151847	0.672
28	6000	3.00	422.	35.	4850	130950	155830	0.840
29	4000	3.00	422.	35.	4990	134730	151930	0.887
30	3000	3.00	422.	36.	5500	148500	143668	1.038
31	2000	3.00	422.	35.	5700	153900	155278	0.991
32	0	3.00	422.	35.	5670	153090	152082	1.007
33	6000	3.50	330.	32.	4500	141750	139042	1.019
34	4000	3.50	442.	36.	5400	170100	146504	1.161
35	3000	3.50	430.	37.	4700	148050	142915	1.036
36	2000	3.50	294.	32.	4850	152775	130402	1.172
37	0	3.50	339.	28.	4000	126000	134570	0.936
38	6000	4.00	297	29.	3560	128160	136928	0.936
39	4000	4.00	428.	41.	5000	180000	143230	1.257
40	3000	4.00	457.	42.	4580	164880	141390	1.166
41	2000	4.00	392.	32.	4800	172800	136365	1.267
42	0	4.00	376.	32.	4000	144000	130402	1.074

a/d: せん断スパン比 σ_c : コンクリート圧縮強度 σ_t : コンクリート引張強度
 B.L.: 破壊荷重(実験) Mb: 破壊モーメント(実験) Mu: 曲げ終局モーメント

引張り力の大きなものほど谷が深くなり、すなわち終局耐荷力の低下が示され、また、せん断スパン比が小さいものほど、軸方向引張り力の影響を大きく受けることが言える。

図-4、図-5は、破壊時の供試体のひび割れ状況であるが、図-4では、導入軸力を一定（3t）とし、せん断スパン比を変化させていったものである。これに見られるように、3tの軸力が入った場合、せん断スパン比が3.0から3.5の間でせん断破壊から曲げ破壊に移行したことが言える。また、図-5に示すように、 a/d を3.5とし、軸力を0t, 2t, 3t, 4tと導入した各供試体では、軸力が大きくなるに従って、せん断破壊から、曲げ破壊に移行していることが確認される。これらのことより、軸方向引張り応力が大きくなるに従ってせん断破壊から曲げ破壊に移行するせん断スパン比の値は小さくなることが言える。

4. 有限要素法によるシミュレーション解析

前述した軸方向引張り力を受ける梁について、有限要素法によるシミュレーション解析を試みた。材料特性については、実験で得られたものを用い実験解析で取り扱った供試体を対象として、図-6に示すような要素分割により、2次元弾塑性解析を行った。図-7には、解析結果のうちひび割れ図を示すが（条件： $a/d=4.0$ 、軸力 $N=4t$ ）、点線で表した実験結果とよく一致している。また、軸方向引張り力の終局耐荷力への影響もよく表されたが、その精度については検討が残された。

5. あとがき

実験結果においては、軸方向引張り力を受ける梁のせん断破壊機構の様子（せん断破壊から曲げ破壊への移行等）が、調べられた。せん断耐荷力については、今回の実験では明確な算定式を確立するには至らなかったが、今後検討する上での方向性が確認された。有限要素法によるシミュレーション解析については、今回のかなり大きな要素分割によって、ひび割れ性状を比較的良好に表現できたが、しかし、ひび割れについてもその方向しか表現できないことや各計算ステップにおける誤差の問題、構造物の2次元化の問題により終局耐荷力における精度等においては、検討課題も多く認められた。

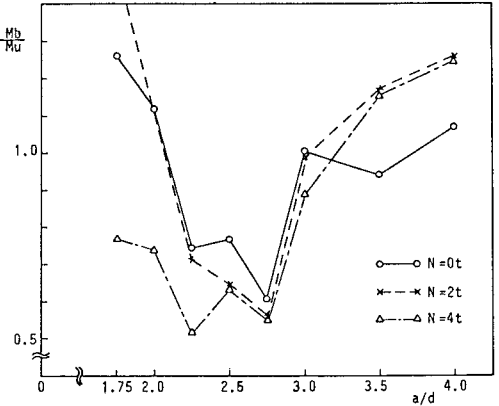


図-3 曲げ終局モーメントに対する破壊モーメントとせん断スパン比の関係

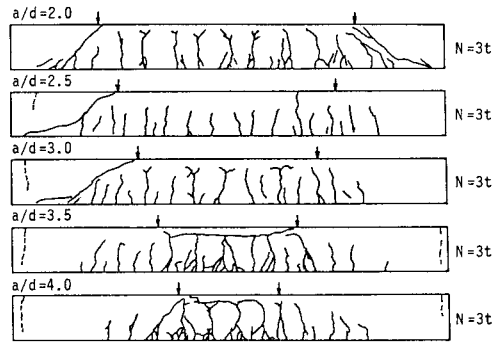


図-4 せん断スパン比をパラメータとした破壊時のひび割れ図

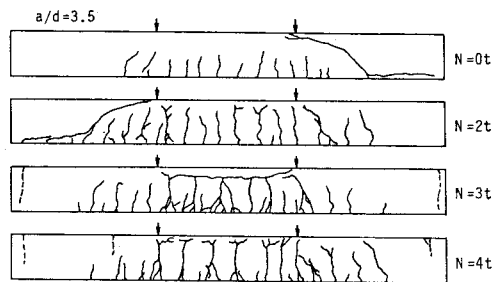


図-5 軸方向引張り力をパラメータとした破壊時のひび割れ図

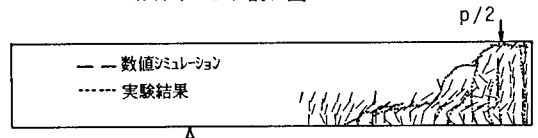


図-7 シミュレーション解析によるひび割れ図

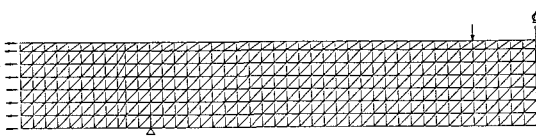


図-6 要素分割図