

軸方向引張力とせん断を受ける高強度鉄筋コンクリート梁部材の破壊に関する実験的研究

徳山工業高等専門学校 一般会員 田村隆弘

徳山工業高等専門学校環境建設工学専攻 学生会員 ○徳田匡秀

1. 緒 言

鉄筋コンクリート梁のせん断耐力に対して、軸方向力は主要な影響要因の1つとなっている。一般に軸方向圧縮力の作用により、部材のせん断耐力は増加し、軸方向引張力の作用した場合にはせん断耐力は減少する^{1) 2) 3)}。

近年では、高層建築物の低層部構造体に高強度コンクリートを使用するなど、その需要も高まりつつある。高強度コンクリートは従来のコンクリートと比較して、3倍超の圧縮強度が期待でき、なおかつ高耐久性を発揮する。その特性から、建築物の超高層化、部材の縮小化の実現が可能となり、有効な土地利用、大スパンの居住空間が現実化し、その結果、建築構造物の可能性を拡大した。しかし、圧縮応力強度は高いが、引張応力強度は期待できるほど向上しない、破壊が脆性的であるといった、マイナス面も指摘されている。そのような現状にあっても、高強度コンクリートの軸方向引張力とせん断耐力に関する研究はあまりなされていない。

これらのことを背景に本研究では、軸方向引張力を受ける高強度鉄筋コンクリート梁部材のせん断耐力試験を行い、軸方向引張力を受けない高強度鉄筋コンクリート梁部材と比較し検討する。

2. 実 験

2.1 実験条件

実験は、せん断スパン比を 3.2 とし圧縮強度を 27N/mm²、45N/mm²、71N/mm²、100N/mm²に変化させた供試体に、それぞれに軸方向力引張力を 0 kN、40kN 導入したときの計 8 パターンの条件で実験を行う。また供試体形状は図-1 に示す通りである。（土木学会では 60N/mm²～80N/mm²を高強度コンクリートとして取り扱う。）

2.2 実験方法

まず、軸方向力を伴う載荷試験は、水平アクチュエータから 40kN の軸方向引張力を導入し、また垂直アクチュエータにより、所定のせん断スパン比 ($a/d=3.2$) の位置に 2 点載荷を行った。荷重は、供試体が破壊するまで増加させていき、歪みゲージを梁中央部に、変位計を両載荷点下及び梁中央部に設置し、歪み・変位を測定した。その様子を図-2 に示す。

比較のための軸方向力を伴わない載荷試験は、垂直アクチュエータでのみを用い、と同様に、所定のせん断スパン比 ($a/d=3.2$) の位置に 2 点載荷を行った。

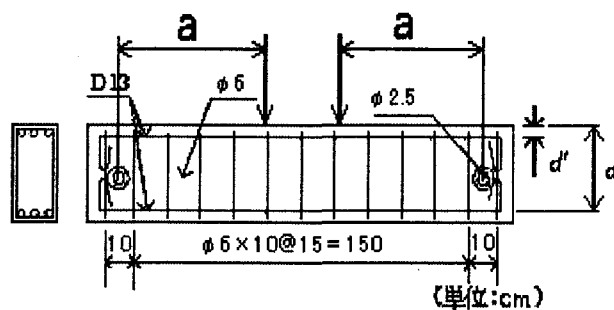


図-1 配筋図

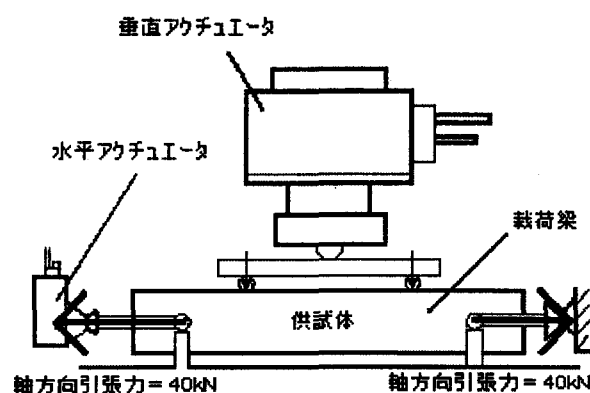


図-2 実験方法(軸力=40kN)

表-1 実験におけるパラメータおよび結果

供試体	軸力 (kN)	破壊形状	σ_c (N/mm ²)	実験結果		M_d (kN·cm)	M_u (kN·cm)	M_b/M_u
				P_b (kN)	M_b (kN·cm)			
A-1	0	せん断	27	69.26	1995	1995	1793	1.11
A-2	40	曲げ	27	69.52	2002	2002	1793	1.12
C-1	0	曲げ	71	107.1	3085	3085	1849	1.67
C-2	40	曲げ	71	99.16	2856	2856	1849	1.54
D-1	0	せん断	100	91.90	2647	2647	1860	1.42
D-2	40	曲げ	100	83.72	2411	2411	1861	1.30

表-2 セン断耐力

供試体	f_{vcd} (N/mm ²)	β_d	β_p	β_n	V_{cd} (kN)	V_{sd} (kN)	V_{yd} (kN)	V_b/V_{yd}	V_b/V_{yd}
A-1	0.64	1.5	1.28	1.00	34.6	17.0	13.4	30.4	1.14
A-2	0.64	1.5	1.28	0.89	34.8	15.2	13.4	28.6	1.21
C-1	0.80	1.5	1.28	1.00	53.6	21.3	13.4	34.7	1.54
C-2	0.81	1.5	1.28	0.94	49.6	20.3	13.4	33.7	1.47
D-1	0.87	1.5	1.28	1.00	45.9	23.1	13.4	36.5	1.26
D-2	0.88	1.5	1.28	0.95	41.9	22.3	13.4	35.7	1.17

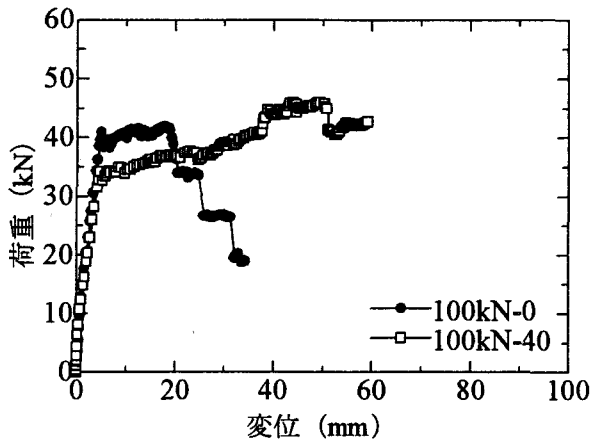


図-3 荷重-変位

3. 結果

3.1 破壊荷重

実験による結果と、理論値の計算結果を比較したものを、表-1、表-2 に示す。靱性に乏しい高強度コンクリートにおいては、土木学会示方書により算定した理論値と実測値の差が大きくみられた。

ここで、 f'_{cd} ：設計圧縮強度 (N/mm²)， N ：軸方向力 (kN)， M_u ：設計曲げモーメント (kN/cm)， β_n ：軸方向力の項， β_p ：鉄筋比の項， β_d ：有効高さの項， V_{cd} ：コンクリートにより受け持たれるせん断耐荷力〔理論値〕 (kN)， V_b ：せん断耐荷力〔実験値〕 (kN)， V_{sd} ：せん断補強鋼材により受け持たれる設計せん断耐力

3.2 荷重変位の関係

供試体中央部の変位の関係を表したグラフで代表的なものを図-3 に示す。

軸方向引張力を受けない梁は、変位 20mm 付近から著しく耐力が低下しており、脆性的な破壊を示しているのに対し、軸方向引張力を受ける梁は、粘り強い破壊を示し、最終破壊強度では、軸方向引張力を受けないものよりも大きな強度を示した。

3.3 ひび割れ性状

供試体の破壊形状を図-4 に示す。設計強度の小さいものに関しては、軸方向引張力を加えることで、曲げひび

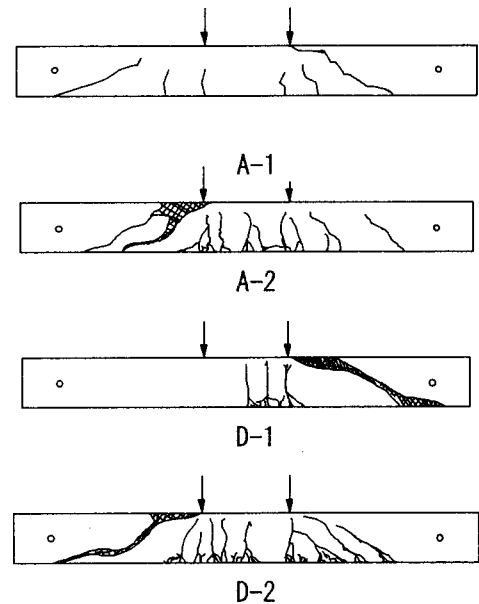


図-4 梁の破壊形状

割れが増加し、脆性的な破壊形状を示した。また、高強度設計のものは、軸方向引張力を加えない状態では、脆性的な破壊形状を示し、軸方向引張力を加えた状態では、脆性的な破壊形状に加えて数多くのひび割れが生じる結果となった。

4. 結 言

軸方向引張力の影響により、コンクリート梁のせん断耐力は低下した。また、71N/mm²、100N/mm²の破壊形状の相違から、高強度になるに従って靱性が損なわれることが示唆される。

文 献

- 1) 岡田清, 伊達和幸, 不破昭, 平澤征夫=共著：鉄筋コンクリート工学, 鹿島出版会, 1997 第二版
- 2) コンクリート標準示方書, 2002 年制定, 土木学会
- 3) 森中博之：軸方向引張力を受ける高強度コンクリート部材のせん断耐力に関する実験的研究, 平成 15 年度徳山工業高等専門学校専攻科特別研究論文集, pp. 117-124