

R/C I 型梁のせん断耐力に及ぼすフランジ幅の影響

徳山高専	学生員	○久次	昭彦
徳山高専	正会員	原	隆
徳山高専	正会員	田村	隆弘
九建設計	正会員	仲敷	憲一

1. まえがき

鉄筋コンクリート部材のせん断強度は、コンクリートの強度、鉄筋比、断面の有効高さ、せん断スパン比、作用軸力等、いくつかの要因によって決定される。土木学会コンクリート標準示方書（以下示方書）においても、棒部材の設計せん断耐力を、それらの要因を考慮した式により算定している。これらに加えてIまたはT型梁においては、フランジ幅に対するウェブ幅の比が、そのせん断破壊性状を左右することが知られている。これはフランジ幅に対するウェブ幅の比率が減少すると、曲げ応力に比べてウェブのせん断応力が急激に増加するためである。そのためI型（T型）断面における腹部の幅 b_w は、部材の最小幅となるウェブの幅としている。しかしながら、一定のウェブ幅に対してフランジ幅を拡大させてもその影響は考慮されない。そこで本研究では、ウェブ幅に対するフランジ幅の増大が、せん断耐力に及ぼす影響を実験的に調査した。

2. 実験概要

供試体の断面形状及び配筋を図-1 に示す。ウェブ幅に対する上フランジ幅の比率を、3.0 から 6.0 まで変化させるとともに、曲げに対する耐荷力を等しくするように、ウェブ高さを変化させた。いずれの供試体も引張鉄筋 D13(SD295A)を3本、圧縮鉄筋 $\phi 6$ (SR235)を6本配置した複鉄筋I型梁で、また部材の有効スパン長は150cmである。実験条件として、せん断スパン比については $a/d=1.50$ とし、また軸方向引張力に関しては、平均応力に換算して、ほぼコンクリートの引張強度で部材にひび割れを生じる状態(3.0N/mm^2)、ひび割れを生じない状態(2.0N/mm^2)、そして軸方向力のない状態の3種類とした。図-2 に軸方向引張力を伴う曲げ載荷試験の状況を示す。水平載荷装置により所定の軸方向引張力を導入し、その後鉛直載荷装置により4点曲げ載荷試験を行う。1ステップ当たり約 $1/10\text{mm} \sim 1/20\text{mm}$ の範囲の鉛直変位を漸増させていき、各変位ステップにおいて、荷重、コンクリート上縁ひずみ、圧縮・引張鉄筋ひずみ、およびスパン中央と載荷点下の変位をダイヤルゲージで測定する。また同時に、各荷重ステップにおけるひび割れの進行状況を供試体表面にマーキングする。

3. 実験結果および考察

実験を行った12本の供試体の実験条件、実験結果および示方書算定式との比較を表-1 に示す。設計曲げ耐力(M_u)は終局理論により計算されたものであり、どの形状においてもほぼ等しい値となっていることが示されている。全ての供試体は曲げ耐力の30%~60%程度の値において、供試体の形状及び軸方向力の大きさに関わらず、せん断破壊により終局に至った。また設計

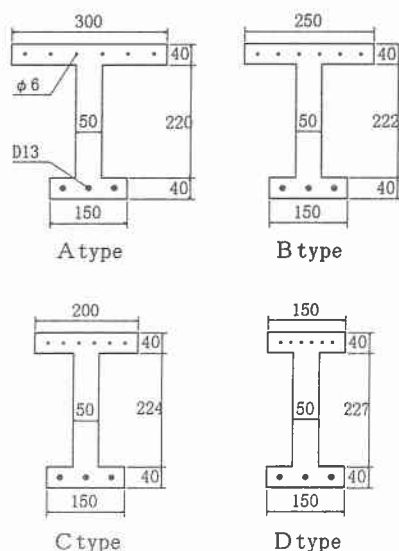


図-1 供試体断面形状

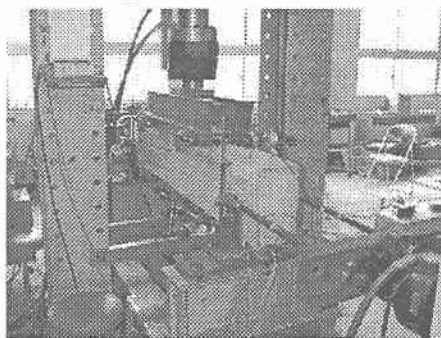


図-2 実験状況

表-1 実験条件及び結果

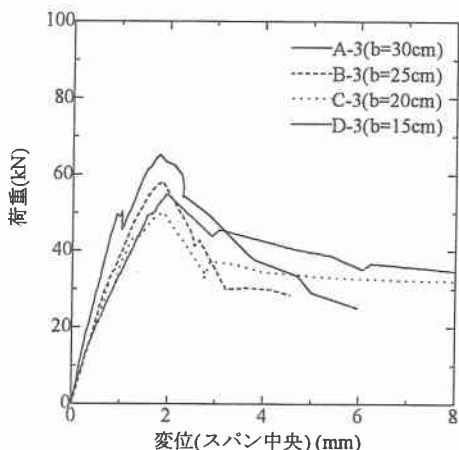
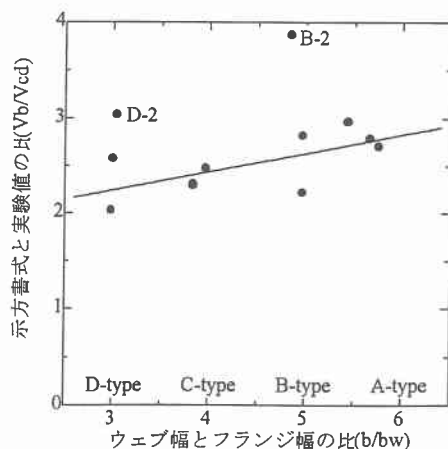
Type	実験条件				実験結果			示方書式との比較		
	b/b _w	I	f _c	σ _n	P _b	M _b	M _u	V _b	V _{cd}	V _b /V _{cd}
A-1	5.75	42381	33.7	0	94.3	19.80	36.73	47.15	17.38	2.713
A-2	5.66	44466		1.8	73.2	15.37	36.38	36.60	13.10	2.794
A-3	5.43	42618		2.8	65.2	13.69	35.96	32.60	10.97	2.971
B-1	4.96	40571		0	75.5	15.97	36.35	37.75	16.97	2.225
B-2	4.84	40354		1.9	90.9	20.94	36.31	49.50	12.77	3.876
B-3	4.96	40421		2.9	58.2	12.31	36.05	29.10	10.30	2.825
C-1	3.96	37184		0	83.6	17.81	35.53	41.80	16.87	2.478
C-2	3.83	37991		1.9	60.1	12.80	35.85	30.05	13.09	2.296
C-3	3.83	37457		2.9	50.1	10.67	36.39	25.05	10.84	2.311
D-1	2.98	33985		0	69.2	14.90	35.99	34.60	16.99	2.036
D-2	3.04	34734		2.0	76.4	16.45	36.53	38.20	12.55	3.044
D-3	3.00	34508		3.0	54.9	11.82	36.49	27.45	10.63	2.582

b/b_w : ウェブ幅に対するフランジ幅の比 I: 断面二次モーメント(cm^4) f_c : コンクリート圧縮強度(N/mm^2)
 σ_n : 軸方向引張応力(N/mm^2) P_b : 終局荷重(kN) M_b : 終局モーメント(kNm) M_u : 曲げ耐力(kNm)
 V_b : 終局せん断耐力(kN) V_{cd} : 設計せん断耐力(kN)

せん断耐力(V_{cd})は、軸方向力の大きさの等しいものを比較する限り、形状による差異は見られずフランジ幅拡大の影響はあらわれない。図-3 は最大の軸方向引張力が作用した場合の形状別の荷重—スパン中央の変位曲線である。弾性域では形状による差異はほとんど見られないが、ひび割れ発生後の塑性域においては、フランジ幅が大きくなるにつれて、その剛性が高まっていることが確認できる。このことから、断面二次モーメントの増大が、ひび割れ発生後の I 型梁の挙動すなわち終局耐力に影響を及ぼすことが推測される。終局荷重については、直接評価するには供試体製作誤差等いくつかの難点があるため、それぞれの試験について示方書算定式による無次元化処理を行い比較を行った。図-4 にフランジ幅とウェブ幅の比(b/b_w)と、実験での終局せん断耐力と設計せん断耐力の比(V_b/V_{cd})の関係を示す。図中の実線は、今回の実験での 12 個のデータのうち、軸方向引張力が作用したにもかかわらず終局耐力が上昇した特異な 2 点(B-2,D-2)を除いて、最小二乗法により相関関係を表したものである。その直線は、右上がりの勾配を示し、フランジ幅の拡大に伴いそのせん断耐力が上昇傾向にあることが確認された。

4. あとがき

一定のウェブ幅に対してフランジ幅を拡大した場合、そのせん断耐力への影響は、安全側となるため示方書式には考慮されていない。しかしながら、本研究においては若干ではあるが、せん断耐力を上昇させる傾向が確認され、I 型梁の形状がせん断耐力へ及ぼす影響を再認識させる結果となった。

図-3 荷重—変位図 ($\sigma_n=3.0\text{N/mm}^2$)図-4 V_b/V_{cd} と形状の関係