

せん断スパン比の小さい梁部材のせん断補強筋に関する解析的検討

九州工業大学
阪神高速道路公団正会員 ○佐々木誠
正会員 西岡 勉九州工業大学
独立行政法人土木研究所正会員 幸左賢二
正会員 小林 寛

1. はじめに

せん断スパン比とせん断補強筋比(以下、 a/d , ρ_w)をパラメータとした、せん断補強筋を有するディープビーム部材の載荷実験(表-1 参照)¹⁾を対象に 2 次元 FEM 解析を行い、せん断補強筋の負担する耐力に関する検討を行った。

2. 解析手法と解析結果

本解析には FEM による二次元弾塑性解析を用いた。図-1 に解析モデルを示すが、部材幅 240mm、有効高さ 400mm を一定とし、せん断スパン比を変化

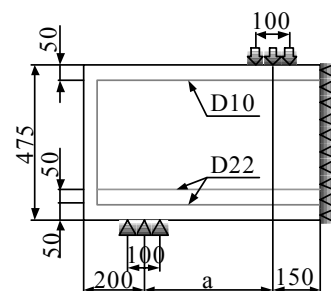


図-1 解析モデル

表-1 実験結果

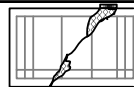
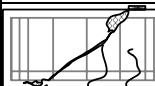
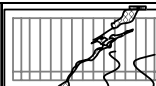
a/d \ p _w		0.0[%]	0.4[%]	耐力差[kN]
0.5	供試体No.	B-2	B-3	-14
	最大荷重	1550[kN]	1536[kN]	
	破壊形態	せん断圧縮破壊		
	ひび割れ図			
1.0	供試体No.	B-6R	B-7R	131
	最大荷重	1050[kN]	1181[kN]	
	破壊形態	せん断圧縮破壊		
	ひび割れ図			
1.5	供試体No.	B-10	B-11	410
	最大荷重	615[kN]	1025[kN]	
	破壊形態	斜めせん断破壊		
	ひび割れ図			

表-2 解析結果

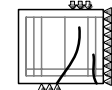
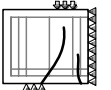
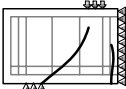
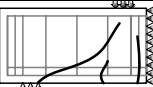
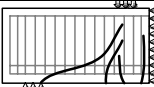
a/d \ p _w		0.0[%]	0.4[%]	耐力差[kN]
0.5	供試体No.	B-2	B-3	23
	最大荷重	1525[kN]	1548[kN]	
	破壊形態	せん断圧縮破壊		
	ひび割れ図			
1.0	供試体No.	B-6R	B-7R	158
	最大荷重	812[kN]	970[kN]	
	破壊形態	せん断圧縮破壊		
	ひび割れ図			
1.5	供試体No.	B-10	B-11	254
	最大荷重	670[kN]	924[kN]	
	破壊形態	斜めせん断破壊		
	ひび割れ図			

表-2 に解析結果¹⁾を示す。 a/d 1.0 の部材は、圧縮ストラット内の載荷板直下または、支承板直上付近で圧縮力が卓越し、せん断ひび割れが発生することで、せん断圧縮破壊に至った。また、 $a/d=1.5$ の部材は、初期段階は圧縮ストラット下部に斜めひび割れが進展し、ひび割れが載荷板付近に達すると同時に、斜めせん断破壊に至り、圧縮ストラット下部に発生するせん断ひび割れが、せん断耐力を支配すると考えられる。

3. せん断補強筋の負担するせん断耐力

図-2 に各 a/d におけるせん断補強筋の負担する耐力を示す。

実験値、解析値は ρ_w が 0.4% と 0.0% の部材耐力の差を示し、計算値はコンクリート標準示方書（以下、標準

キーワード ディープビーム、せん断スパン比、せん断補強筋比、FEM 解析

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学工学部建設社会工学科 TEL 093-884-3123

示方書）に示されるせん断補強筋の負担する耐力 $V_{sdd}^{2)}$ を示す。 $a/d = 0.5$ の部材は、実験値及び解析値共に、せん断補強筋の効果はほとんど見られなかった。 $a/d = 1.0$ の部材は、実験値及び解析値共にほぼ計算値と一致し、150kN 程度となった。また、補強筋の負担率は約 10% であった。負担率は、せん断補強筋が負担する耐力を補強筋の有する耐力で除した値とする。 $a/d = 1.5$ の部材は、実験値は計算値の約 1.7 倍、解析値は計算値とほぼ一致し、負担率は実験値で約 40%、解析値で約 30% と、実験値と解析値との間に差が生じた。全体的には a/d が大きくなるにつれて、せん断補強筋の効果が得られる傾向となった。図-3 に、せん断補強筋のひずみより算出した、せん断補強鉄筋の負担する耐力を示す。対象としたせん断補強筋は、最もひずみが大きく発生した鉄筋であり、得られたひずみから式(1)を用いて負担する応力を算出し、標準示方書のせん断耐力算定式²⁾を用いて耐力 V_{sdd} を算出した。耐力差より求めた図-2 と比較すると、全体的に傾向は同じであるが、 $a/d=0.5$ では実験値が計算値に多少近くなり、 $a/d=1.5$ では解析値が計算値からずれる結果となった。また、計算値は $a/d = 0.5$ の部材で過大評価し、 $a/d = 1.5$ の部材で過小評価することが分かった。

$$\sigma_{sexp} = E_s \times \varepsilon_{sexp} \quad \dots\dots (1)$$

4．破壊メカニズムとせん断補強筋効果

図-4 にせん断破壊面における最大主ひずみと、ポアソン比 ν （弾性域：0.2，塑性域：0.4）を考慮した最小主ひずみの進展状況を示す。 $a/d = 0.5$ の部材はポアソン比を考慮した最小主ひずみが、最大主ひずみより大きくなり、 $a/d = 1.0$ の部材はひずみがほぼ一致し、 $a/d = 1.5$ の部材は最大主ひずみが大きく進展している結果となった。以上の結果より、せん断補強筋効果の模式図を図-5 に示す。 $a/d = 0.5$ の部材は、載荷板及び支承板付近のコンクリートの圧壊により破壊に至るため、せん断補強筋の効果はほぼ無いものと考えられる。 $a/d = 1.0$ の部材はポアソン効果による割裂ひび割れ、 $a/d = 1.5$ の部材は引張による斜めひび割れが破壊の主要因となるため、十分にせん断補強筋の効果を発揮するものと考えられる。

5．まとめ

以下に本研究で得られた結論を示す。

- (1) $a/d = 0.5$ の部材は、支点部付近の圧壊が破壊の主要因であるため、せん断補強筋の効果があまり見られない。
- (2) $a/d = 1.0$ の部材はポアソン効果による割裂ひび割れ、 $a/d = 1.5$ の部材は引張による斜めひび割れが破壊の主要因のため、せん断補強筋の効果が十分に見られる。

参考文献 1)中越亮太,幸左賢二,西岡勉,小林寛:せん断スパン比の小さい部材のせん断挙動に関する解析的研究,コンクリート工学年次論文集,2004(投稿中) 2)コンクリート標準示方書[構造性能照査編],土木学会,2002.3

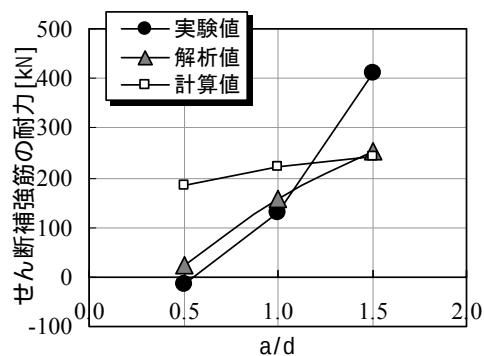


図-2 せん断補強筋の負担する耐力

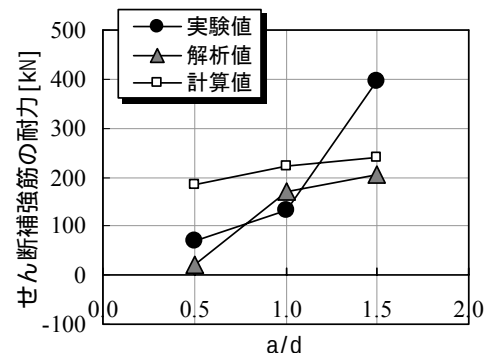


図-3 ひずみより算出した
せん断補強筋の負担する耐力

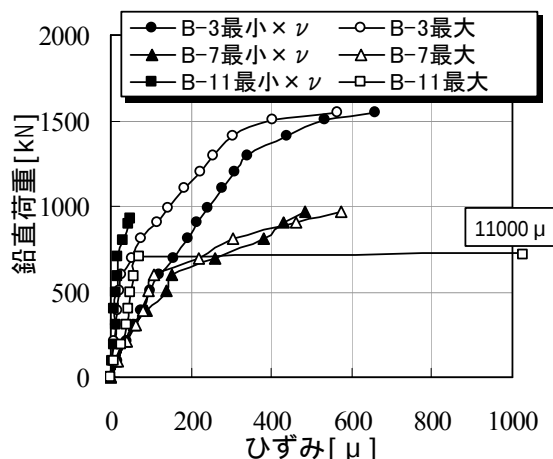


図-4 ひずみの進展状況

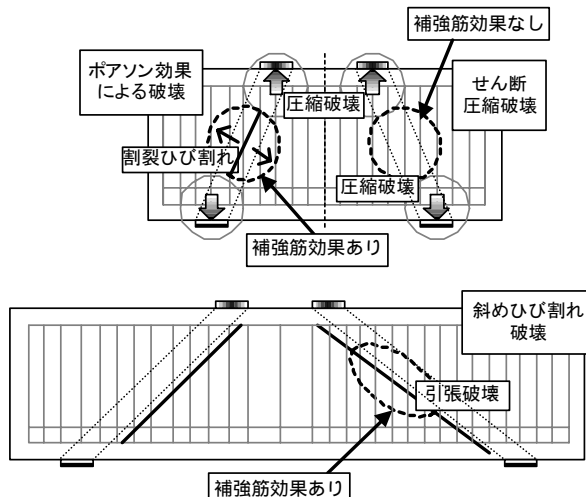


図-5 補強筋効果模式図