

V-257

軸方向引張応力を有するRC梁のせん断耐力について

徳山高専 正員○田村隆弘

徳山高専 正員 重松恒美

豊橋技科大 正員 原 隆

呉 高専 正員 中野修治

1. まえがき

RC棒部材の設計せん断耐力に関する算定式は改訂された示方書にも示されており、そこでは軸方向応力を有する部材に対する項も、CEB/FIBのモデルコードに採用されているデコンプレッションモーメントの考え方を採用することにより、安全側への回避を行っている。しかし、改訂委員会の報告にもあるように軸方向力を受けるRC部材のせん断耐力に関する研究は十分とはいえず特に軸方向引張力を受ける場合についての研究はきわめて少ない。このことより著者らは、先年より軸方向引張力を受けるRC部材についてせん断スパン比を1.75から4.0の領域で調査してきた。本報告では、示方書の算定式によるせん断耐力と実験で得られたせん断耐力結果とを比較し算定式の有効使用域について検討した。また、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ているが、ここでは、アイソパラメトリック要素、レイアモデルによる耐力および挙動解析について報告する。

2. 実験

2-1 実験概要：供試体は図-1に示すように、梁幅10cm、全高20cmの複鉄筋長方形梁で、両端に軸方向力を導入するための張出し部を持つ。せん断耐力試験については、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方向引張力を導入し、初期軸方向引張応力（ $\sigma_n=0, 10, 15, 20, 30, (kgf/cm^2)$ ）を誘発させる。そして、この軸方向引張力を固定した後、各せん断スパン比にて、曲げ载荷される。

2-2 実験結果と考察：実験で得られたせん断耐力と示方書の算定式により求められた部材のせん断耐力の比を表-1に示す。また、これを図に示したものが、図-3であるが、結果のほとんどが安全側を表しており算定式の有効性を示し

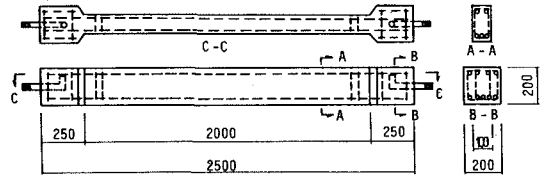


図-1 供試体断面



図-2 曲げ载荷試験

表-1 実験値と算定値の比較

a/d	V_u/V_{yd}				
	$\sigma_n=0kgf/cm^2$	10	15	20	30
1.75	2.886	3.540	2.516	2.048	2.341
2.0	2.346	--	2.463	1.841	1.936
2.25	1.951	2.135	2.053	1.559	1.624
2.5	1.844	1.745	1.266	1.657	1.046
2.75	1.433	1.396	1.250	1.312	1.040
3.0	1.368	1.448	1.115	1.285	1.265
3.5	1.082	1.389	1.193	1.362	1.271
4.0	1.045	1.248	1.138	1.273	0.941

σ_n : 軸方向力による応力 a/d : せん断スパン比

V_u : せん断耐力 (実験) V_{yd} : せん断耐力 (示方書)

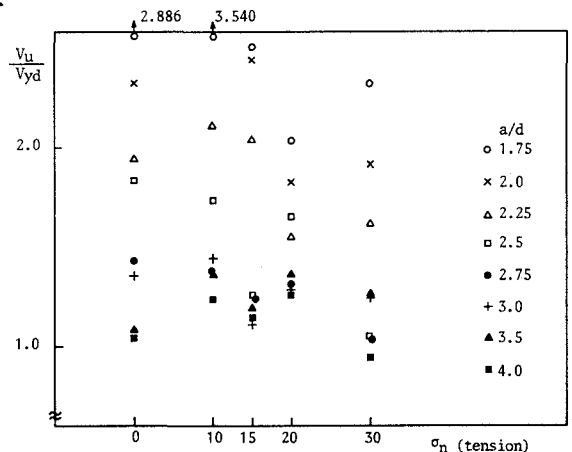


図-3 実験値と算定値の比較

ている。しかし、せん断スパン比が約2.5より小さくなるとき、算定式の性質（せん断スパン比の影響を省略している）から、大きな精度の低下が現れて来る。この、約2.5のせん断スパン比の点は、終局モーメントとせん断スパン比の関係から得られるせん断の谷の谷底にあたる。軸方向引張力の影響に対する算定式の有用性も、図に示されるように十分であるといえるが、軸方向引張応力大きくなるほど安全率の減少がわずかであるが大きくなる。しかし、これは採用されたデコンプレッションモーメント式 $\beta_n = 1 + 2M_0/M_0$ の係数を少し検討することで解決するであろう。

3. 有限要素法によるシミュレーション解析

3-1 解析手法：RC構造物の実設計へのFEM解析の適用は、非線形性の考慮等において現在そのガイドラインの整備が急がれているが、その設計が高い安全性を要求されるほど構造物の忠実な解析が求められることから、さまざまな手法により研究が進められている。著者らは前回、三角形定ひずみ要素によるFEM解析を試みたが、構造物の2次元化の影響や鉄筋の付着の影響等、またその解の収束度等に課題が多くみだされた。そこで今回の解析では、図-4に示すようなアイソパラメトリック双二次元シェル要素によるRC梁部材のせん断解析を行った。前回行った手法との相違点を以下に列挙する。

- 1) 構成則：（前回）単軸の応力-ひずみ（Misesの降伏条件）、ひずみ硬化-バイリニア
（今回）三次元の応力-ひずみ（Kupferのモデル）、ひずみ硬化-放物線（Madrid パラボラ）

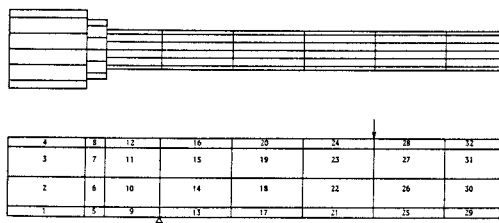


図-4 解析モデル

- 2) Layerモデル：（前）平面応力問題に限る。
（今）層方向の応力分布まで解析。
- 3) コンクリートの引張剛性：（前）考慮せず。
（今）鉄筋の付着力、骨材インターロックを考慮したコンクリートの引張剛性を考慮。

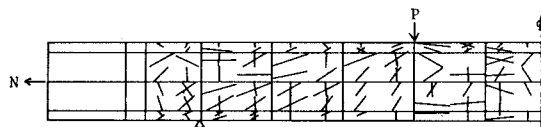


図-5 ひび割れ図

- 4) 引張強度：（前）単軸引張-最大引張主応力で判断する。
（今）圧縮力を考慮した引張強度式を使用。
- 5) 破壊条件：（前）応力を基準
（今）ひずみを基準
- 6) 計算制御：（前）荷重制御
（今）変位制御と荷重制御の連用。

3-2 解析結果：図-5に解析により得られたひび割れ図の例を示す。ここでは、せん断スパン比3.0、軸方向引張力 $2t$ の条件のものをしめすが、ひび割れ性状についてもよくその方向を示し、また、各計算ステップでの各要素内（各層）での応力の状態を知ることができ、また、終局耐荷力においても、コンクリートの引張剛性パラメータの適当な選択により、実験値とよく一致する。

4. あとがき

実験結果を示す方書の算定式により評価することでは、この算定式の有効域を知ることができた。軸方向力に対する取り扱いとは通常の構造形態のもとではデコンプレッションモーメントの考え方の採用で問題はないと言える。しかし、その精度を言う場合、せん断スパン比2.5以下の領域での評価は、検討されるところであろう。また、今回行ったアイソパラメトリック要素によるFEM解析では、部材の耐荷力や挙動特性等をよく表現できるものであり、実用性の高いものであると思われる。