

北海道大学 正員 佐藤 靖彦
 北海道大学 正員 上田 多門
 北海道大学 正員 角田 典史雄

1. はじめに

これまでの研究成果として、連続繊維補強プレストレストコンクリートはりの曲げ耐力は、RCはりと同様に従来のはり理論を適用できることが報告されている¹⁾。しかし、連続繊維補強プレストレストコンクリートはりのせん断性状およびその耐力に関しては、未だ不明瞭な点が多い。本研究は、プレストレス力が作用することにより、はりのせん断耐荷性状にどのような影響が現れるものであるか、また、緊張材およびせん断補強筋の弾性係数の大きさによりプレストレストコンクリートはりのせん断耐荷性状が如何に異なるものであるか有限要素解析により比較検討する。

表-1 解析供試体諸元

Analyzed specimen	P_{st} (kN)	Tendon		Shear reinforcement		V_u (kN)
		E_s (GPa)	f_u (MPa)	E_s (GPa)	f_u (MPa)	
AP-P	196	69	1255	206	1255	213
PA-P	196	206	1255	69	1255	232
PP-P	196	206	1255	206	1255	260
PP	0	206	1255	206	1255	240

 P_{st} : Prestressing force E : Young's modulus f_u : Tensile strength V_u : Ultimate shear force

2. 解析の概要

2.1 解析プログラム

本研究で用いた解析プログラムは、鉄筋コンクリートはり部材のせん断問題に対し開発されたものであり、分散びり割れモデルを用いた非線形有限要素解析プログラムである²⁾。

2.2 解析供試体

本解析における着目変数は、プレストレス力の有無、緊張材及びせん断補強筋の弾性係数の大きさであり、これらの比較が可能な4体の解析供試体を設定した(表1参照)。本解析供試体は、せん断スパン比が2.4、緊張材比及びせん断補強筋比が、それぞれ4.0%、0.42%と等しい。また、コンクリート強度は39MPaである。要素分割を図-1に示す。

3. せん断耐荷性状

3.1 せん断耐荷モデル

本研究では、作用せん断力に対するせん断抵抗力として、せん断ひび割れが進展していないせん断ひび割れ上部のコンクリート圧縮域(以下「非ひび割れ圧縮域」と言う)でのせん断抵抗力(V_{uc})、斜めひび割れ域でのせん断補強筋が受け持つせん断抵抗力(V_{web})、斜めひび割れ域でのせん断補強筋以外が受け持つせん断抵抗力(V_{str})を考え、次式で表されるせん断耐荷モデルを仮定する³⁾。

解析において、上式における抵抗力は各ガウスポイントが受け持つ領域面積に各応力を乗ずることにより求めるものである³⁾。

3.2 せん断耐荷性状

(1) プレストレス力の影響

図-2は、非ひび割れ圧縮域と斜めひび割れ域よりなる抵抗断面(図-1参照)における各分担せん断力の作用せん断力に対する推移を示す。プレストレス力が作用する供試体PP-Pにおいて、非ひび割れ圧縮域での分担力 V_{uc} が大きく、斜めひび割れ域での分担力 V_{dcz} ($V_{web}+V_{str}$)が小さいことが明かである。これは、プレストレス力が作用する供試体PP-

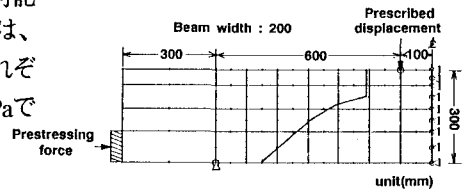


図-1 要素分割及び仮定した抵抗断面

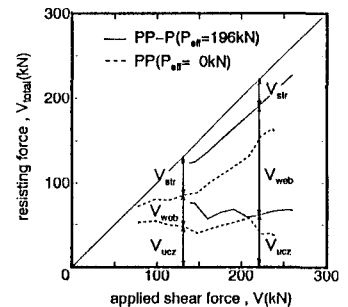


図-2 作用せん断力と各分担力

Pにおいて、プレストレス力が作用しない供試体PPに比べ斜めひび割れの上部への進展が遅く、分担力 V_{ucz} を負担する領域が大きい為である。また、図-2より明らかなようにせん断補強筋の受け持つ分担力 V_{web} は、プレストレス力を受けるものの方が大きい傾向にある。これは、プレストレス力が作用する供試体PP-Pは、プレストレス力の作用しない供試体PPに比べ、斜めひび割れ角度が小さく、せん断補強筋を跨ぐ斜めひび割れ領域が大きくなる為にせん断補強筋による抵抗力 V_{web} が大きくなるのである。一方、図-2より斜めひび割れ域でのせん断補強筋以外が受け持つ分担力 V_{str} は、供試体PP-Pの方が小さいことが明かである。図-3は、プレストレス力が作用する場合には、せん断補強筋の引張応力が等しいときに骨材の噛み合わせによる伝達応力が小さいことを示す。また、斜めひび割れ域での抵抗応力は、ひび割れに沿う伝達応力の鉛直方向成分であるから、ひび割れ角度が小さくなることによりその応力は小さくなる。よって、斜めひび割れ域での鉛直方向応力を積分して得られせん断抵抗力 V_{str} は、プレストレス力が作用する場合の方が小さい。

(2) 緊張材の弾性係数の影響

図-4は、供試体PP-Pと供試体AP-Pの作用せん断力に対する各分担せん断力の推移を示す。緊張材の弾性係数が小さい供試体AP-Pにおいて、非ひび割れ圧縮域での分担力 V_{ucz} が小さく、斜めひび割れ域での分担力 V_{dcz} が大きい。これは、弾性係数が小さい供試体AP-Pの方が、斜めひび割れの上部への進展が速く、分担力 V_{ucz} を負担する領域が供試体PP-Pに比べ狭いためである。

(3) せん断補強筋の弾性係数の影響

図-5は、せん断補強筋の弾性係数の大きさが異なる供試体PP-Pと供試体PA-Pの作用せん断力と各分担力との関係を示す。せん断補強筋の弾性係数が小さい供試体PA-Pは、せん断補強筋の弾性係数が大きい供試体PP-Pに比べ、作用せん断力が130kN付近より斜めひび割れ域でのせん断補強筋以外が受け持つ分担力 V_{str} が大きく、せん断補強筋による分担力 V_{web} が小さくなる傾向にある。また、これらの分担力を足し合わせた斜めひび割れ域での分担力 V_{dcz} は、せん断補強筋の弾性係数が小さいものの方が大きい。

4. まとめ

(1) はりにプレストレス力が作用する場合には、プレストレス力が作用しない場合に比べ、せん断補強筋が受け持つ分担せん断力が大きく、せん断補強筋以外が受け持つ分担せん断力が小さい。

(2) 緊張材およびせん断補強筋の弾性係数が小さい場合には、弾性係数が大きいものに比べ、非ひび割れ圧縮域での分担せん断力が小さく、斜めひび割れ域での分担せん断力が大きい。

【参考文献】

- 1)土木学会：連続繊維補強材のコンクリート構造物への適用，コンクリートライブラリー72（1992）
- 2)ナレス パンタラトーン：鉄筋コンクリート梁におけるせん断抵抗機構の有限要素解析，東京大学博士論文（1991）
- 3)佐藤靖彦，上田多門，角田與史雄：有限要素解析による連続繊維補強コンクリートはりのせん断耐荷性状の定性的評価，土木学会論文集，第484号（1994）

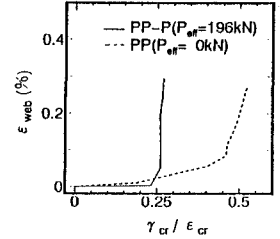


図-3 斜めひび割れ域でのせん断補強筋ひずりと引張ひずみ／せん断ひずみとの関係

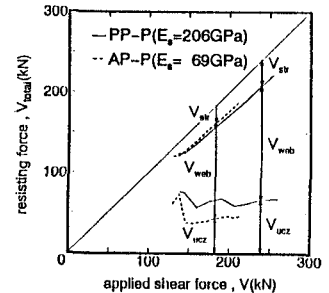


図-4 作用せん断力と各分担力

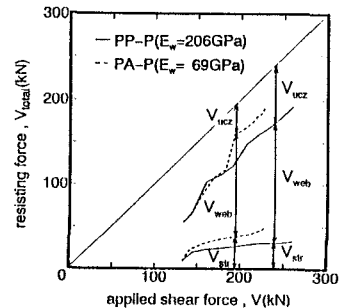


図-5 作用せん断力と各分担力