フランジを有する UFC はりのせん断耐荷機構に及ぼすウェブ配置の影響

東京工業大学	学生会員	○加藤	雅基	
東京工業大学	正会員	大窪	一正	

1. はじめに

超高強度繊維補強コンクリート(以下、UFC)は、圧 縮強度 150N/mm²以上、ひび割れ発生強度 4N/mm²以上 と優れた力学特性を有するセメント系複合材料である. そのため、橋梁に対し UFC を用いることで、十分な構 造性能を確保しながら断面を縮小させることが可能と なる.実際に建設された橋梁の多くは、ウェブおよびフ ランジを有する T 形断面桁あるいは中空断面箱桁であ る¹⁾.しかしながら、上記のような UFC 特有の断面形 状に着目した研究は少なく、その破壊性状は十分に明 らかにされていない.現在の設計法では、UFC はりに おける薄肉化された上フランジ、または様々なウェブ の配置などはせん断耐力を算定する上で考慮されてお らず¹⁾、今後それらの影響を適切に評価することで、よ り効率的な断面設計が可能となると考えられる.

本研究では、UFC はりのせん断耐荷機構に及ぼすウ ェブ配置の影響を明らかにするため、ウェブ配置の異 なる UFC はりの静的 4 点曲げ試験を実施した.

2. 実験概要

図1に試験体概要図、表1に試験体諸元を示す.全 ての試験体のウェブ幅は合計で 60mm であり、試験パ ラメータはウェブ配置のみとしている.したがって、全 ての試験体で断面積ならびに断面二次モーメントとい った断面量の理論値は同等の値となる.表2にUFCの 日本コンクリート工業(株) 正会員 山下 悠貴東京工業大学 フェロー 二羽 淳一郎

配合を示す.

3. 実験結果概要

図2に荷重-変位関係を示す.図2より、各試験体で 最大荷重、最大荷重時の変位、剛性および最大荷重後の 挙動が大きく異なることが確認された.最大荷重は II 形が最も大きく、次に大きかった箱形の 1.11 倍、最も 小さかった I 形の 1.26 倍となった.

4. 破壊性状

図3に各試験体のせん断破壊時のひび割れ性状を示 す.また、せん断破壊時に大きく変形が生じた領域が主 にせん断力に抵抗していたと仮定し、せん断力に抵抗 した領域を図中に点線で示した.I形においては、最大 荷重時に破壊に支配的であった一本の斜めひび割れ (以下、主ひび割れ)が大きく開口することにより、緩 やかに荷重が低下した.主ひび割れはせん断スパン中 央付近のウェブ下端から発生した.II形において、主ひ

表1 試験体諸元

試験体名	<i>b'</i> _w (mm)	d (mm)	<i>t_{f1}</i> (mm)	<i>t</i> _{<i>f</i>2} (mm)	a/d	р _w (%)
I形	0					
Ⅱ形	120	260	25	80	3.5	9.4
箱形	240					

 $b'_w: ウェブ間距離、d: 有効高さ、<math>t_{fl}: 上フランジ厚、$ $t_{f2}: 下フランジ厚、a/d: せん断スパン比、<math>p_w:$ 鋼材比

表2 UFC の配合



キーワード UFC はり, せん断耐力、ウェブ配置、フランジ張出し部、ウェブとフランジの一体性 連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 M1-17 TEL 03-5734-2584



(a) I形(b) 箱形図4 ひび割れ進展性状

び割れは支点付近のウェブ下端から発生した. 最終的 に、上フランジがウェブに急激に押上げられ、せん断ス パン中央で大きく曲げられたことにより、荷重が急激 に低下した. 箱形において、主ひび割れはせん断スパン 中央付近のウェブ下端から発生した. 最終的に、載荷点 近傍の上フランジが圧壊し、急激に荷重が低下した. そ の際、下フランジに主ひび割れが貫通していた.

図3に示されるせん断力に抵抗した領域を比較する と、せん断耐力が最大となったⅡ形においてのみ、ウ ェブが部材軸方向に広い範囲で抵抗していたことが確 認された.また、次にせん断耐力が大きかった箱形にお いては、ウェブにおけるせん断抵抗領域は一部分だけ であったものの、上下フランジによるせん断抵抗への 貢献が確認された.したがって、Ⅱ形および箱形におい て、I形と比較してより広い領域でせん断力に抵抗でき たことがせん断耐力の増大に寄与したと考えられる.

5. ウェブ配置の影響

せん断抵抗領域に違いが生じた要因として、ウェブ 配置の違いに伴う、フランジ張出し部の有無およびウ ェブとフランジの一体性の影響について検討する.

図4にI形と箱形の主ひび割れ進展性状を示す.フラ ンジ張出し部を有するI形およびII形では、主ひび割 れの進展がフランジ張出し部によって遮られていたこ とが確認された.一方でフランジ張出し部を有さない 箱形では、主ひび割れがウェブからフランジに連続的 に進展した.これにより、箱形においてのみ、せん断破 壊時に上フランジの圧壊および下フランジへの主ひび 割れの進展が生じたと考えられる.

フランジ幅方向におけるウェブの配置に着目すると、 I形ではウェブがフランジの中央に集約され、箱形では ウェブがフランジの両端に配置されている.したがっ て、上フランジにおけるせん断力がウェブの直上に集

(a) I形
(b) II
図5 上フランジひび割れ性状

中していたと推測できる. 一方で II 形では二本のウェ ブがフランジに対し分散して配置されていたため、せ ん断力もまた上フランジで広く分散されていたと推測 できる.図5にI形とII形のせん断破壊直前の上フラ ンジのひび割れ性状を示す.図5から、I形では上フラ ンジのウェブ直上で部材軸方向のひび割れが多数発生 したのに対し、II 形では上フランジ上でひび割れは確認 されなかった.したがってI形および箱形では上フラン ジのウェブに沿ったひび割れにより、ウェブと上フラ ンジの一体性が損なわれ、上フランジのせん断抵抗へ の貢献が小さかったことが考えられる.一方でⅡ形で は、ウェブおよび上フランジが一体となってせん断力 に抵抗したことで、上フランジを介してせん断力が部 材軸方向に広く分散されたと推測できる. これらのこ とにより、箱形およびⅡ形において、I形と比較してせ ん断力に抵抗した領域が広くなったと考えられる.

- 6. 結論
- (1) ウェブ幅の合計が等しい断面であっても、ウェブ 配置によって、せん断耐力およびせん断力に抵抗 した領域が大きく異なった.また、せん断力に抵抗 した領域が増大したことによってせん断耐力が大 きくなったことが確認された.
- (2) フランジ張出し部を有さない場合、斜めひび割れ がウェブからフランジに連続的に進展し、上下フ ランジがせん断力に抵抗したことが確認された。
- (3) ウェブがフランジに対し分散して配置されている 場合、ウェブおよび上フランジが一体となってせ ん断力に抵抗し、ウェブおよび上フランジの広い 領域でせん断力に抵抗したことが確認された.

参考文献

土木学会:超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)、土木学会、2004.8