

接合面を有する両端固定支持 RC はりのシアキーによるせん断補強効果の実験的検証

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○山上晶子 中田裕喜 渡辺健 田所敏弥
鉄建建設株式会社 正会員 土井至朗 西村知晃 安保知紀

1. はじめに

プレキャスト構造では接合面がせん断耐力等に影響を及ぼす。また、棒部材の接合面にシアキーを設けて補強する場合、シアキーによる接合面の拘束や、負担するせん断力等を明らかにする必要がある。本研究では、ラーメン高架橋の支持条件を模擬した RC はりに対し、シアキーによるせん断補強効果の検証を目的とした。

2. 実験概要

図-1 および表-1 に、供試体の概要および材料諸元を示す。供試体は接合面を有しない DB604、モルタル目地の接合面を有する DB604-20、シアキーを有する DB604-20S および DB604-20FS の 4 体とした。なお、シアキーの隅角部からのひび割れが試験区間両端の圧縮縁に発生するようにシアキーを配置した。また、DB604-20FS は、試験区間両端を鋼繊維で補強した。鋼繊維は両端がフック形のものであり、アスペクト比 65、繊維混入率 1.0% である。引張鉄筋比 p_t は 2.14% とし、軸方向鉄筋は供試体端部の鋼板に溶接で固定した。載荷では両端の固定度を同一とし、試験区間で逆対称曲げモーメントが発生するように供試体を支持した。

3. 実験結果

図-2 に、DB604-20S および DB604-20FS の、せん断力 V が最大値 V_{uexp} に達した直後の損傷状況を示す。

DB604 では、下方の圧縮縁側に斜めひび割れが発生し、その後、下方の引張縁側の軸方向鉄筋に沿ったひび割れが発生した。なお、 V_{uexp} 直後まで支間中央の斜めひび割れは発生しなかったことが報告されている¹⁾。

DB604-20 では、 $V=60\text{kN}$ で接合面付近の軸方向鉄筋に沿ったひび割れが発生した。その後、支間中央の斜めひび割れが発生し、せん断力が低下した¹⁾。

DB604-20S では、 $V=60\text{kN}$ で軸方向鉄筋に沿うひび割れとシアキーの隅角部からのひび割れが、 $V=190\text{kN}$ 、 250kN で斜めひび割れが発生した。 $V=270\text{kN}$ でせん断補強鉄筋が降伏した。 $V=367\text{kN}$ で下方の圧縮縁側に多数の斜めひび割れが発生し、せん断力が低下した。なお、支間中央の斜めひび割れは発生しなかった。

DB604-20FS では、 $V=150\text{kN}$ 、 245kN で斜めひび割れが、 $V=180\text{kN}$ で右側のシアキーの隅角部からのひび割れが発生した。 $V=250\text{kN}$ でせん断補強鉄筋が降伏した。 $V=462\text{kN}$ で支間中央の斜めひび割れや軸方向鉄筋に沿ったひび割れが発生し、せん断力が低下した。

図-3 に、せん断力と層間変位の関係を示す。DB604-

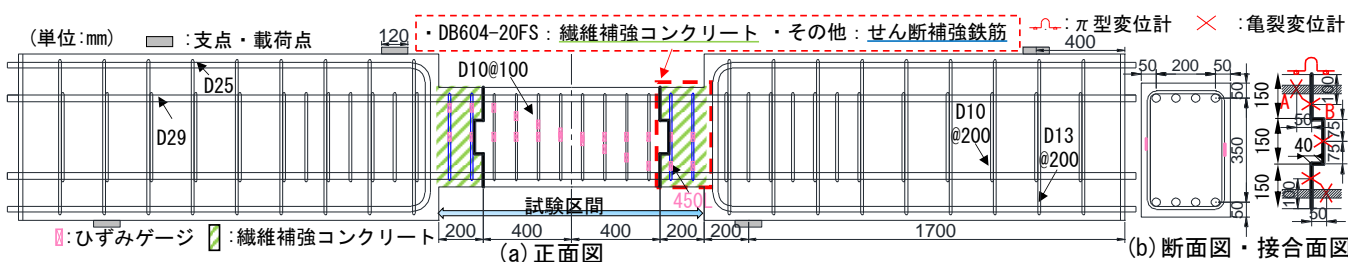


図-1 供試体の概要

表-1 供試体の一覧と材料諸元

供試体	a/d	せん断補強鉄筋	接合面の補強	コンクリート		鋼繊維引張強度 (N/mm ²)	軸方向鉄筋降伏強度 (N/mm ²)	せん断補強鉄筋降伏強度 (N/mm ²)
				打設箇所	圧縮強度 (N/mm ²)			
DB604	1.5	SD345 D10@100 ($p_w=0.48\%$)	なし	左右/中央	30.8 / 26.2	—	758	390
DB604-20			シアキー	左右/中央	32.9 / 33.6	—	716	364
DB604-20S			繊維補強部	左右/中央	56.1	1573 ※1	883	385
DB604-20FS			繊維補強コンクリート	左右/中央	32.8 / 34.2	—	—	—

※1 鋼繊維の引張強度はメーカーの最低保証値による

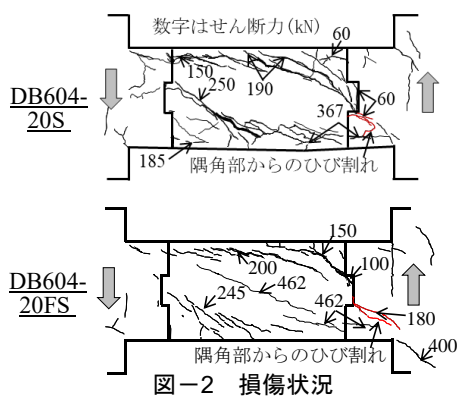


図-2 損傷状況

キーワード 接合面, シアキー, 両端固定支持, せん断耐力, プレキャスト

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7281

20S は、軸方向鉄筋に沿ったひび割れの発生後、DB604 に比べて剛性と V_{uexp} は小さくなった。DB604-20FS は剛性および V_{uexp} の低下はみられなかった。図-4 に図-1 中の亀裂変位計 A でのせん断力と軸方向鉄筋に沿ったひび割れ幅 ω_L の関係を、図-5 および図-6 に亀裂変位計 B でのせん断力と接合面の水平開口変位 ω_H の関係および接合面のずれ変位 δ の関係を示す。DB604-20S の ω_L , δ は、軸方向鉄筋に沿ったひび割れの発生以降、DB604-20 に比べて抑制されるため、接合面でのずれが生じ始めてから、シアキーの拘束効果が発揮されると考えられる。DB604-20FS については、 V_{uexp} までは軸方向鉄筋に沿ったひび割れが発生しないため、 ω_L , δ は小さい。

図-7 に、図-1 中の接合面近傍のせん断補強鉄筋 450L のひずみを示す。DB604-20 および DB604-20S は、 $V=60\text{kN}$ でひずみが増大した。損傷状況を踏まえると、DB604-20 は軸方向鉄筋に沿ったひび割れに、DB604-20S は隅角部からのひび割れに起因し、接合面近傍のせん断補強鉄筋はこれらのひび割れの進展を抑制すると考えられる。なお、DB604-20S は V_{uexp} 時に降伏ひずみに達しており、450L の降伏によりシアキーによる拘束が減少しせん断力が低下したと考えられる。DB604-20FS では、繊維の架橋効果および繊維補強コンクリートの強度が大きいいため、シアキーの隅角部からのひび割れ発生後もひび割れの進展が拘束され、DB604 と同等の剛性とせん断耐力を維持できたと考えられる。

図-8 に両側の圧縮縁を結ぶ直線上で計測したせん断補強鉄筋の V_{uexp} 時のひずみ分布を示す。DB604 と DB604-20S は試験区間両端のひずみが相対的に大きく、DB604-20 と DB604-20FS は接合面間のひずみが大きくなる傾向となった。DB604-20S は接合面のずれをシアキーが抑制することで、DB604¹⁾と同様に斜めひび割れは試験区間両端のみで発生し、DB604-20FS は繊維補強コンクリートの剛性がひび割れ後も確保されるために圧縮ストラットが接合面間で形成され、接合面間の圧縮縁を結ぶ斜めひび割れが発生したためと考えられる。

図-9 に、せん断力とシアキーの支圧力を示す。せん断力はシアキーの水平面に支圧力として作用するが、この支圧力は、計測したコンクリートひずみから、土木学会コンクリート標準示方書に示される応力-ひずみ関係を用いて算定した。接合面のずれや軸方向鉄筋に沿ったひび割れにより支圧力は増加し、 V_{uexp} 時のせん断力に対する割合は、DB604-20S で 18%、DB604-20FS

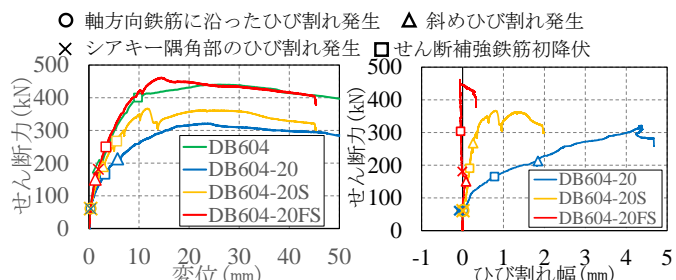


図-3 せん断力と変位の関係 図-4 せん断力と ω_L の関係

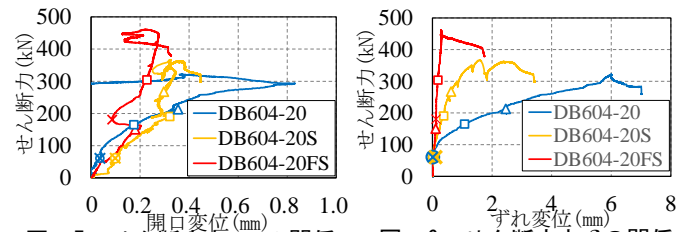


図-5 せん断力と ω_H の関係 図-6 せん断力と δ の関係

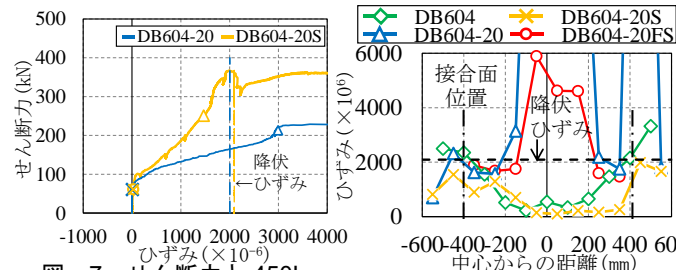


図-7 せん断力と 450L 鉄筋ひずみの関係 図-8 せん断補強鉄筋のひずみ分布

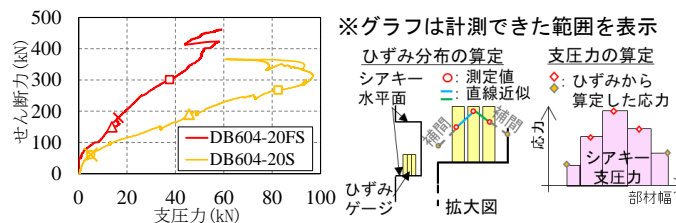


図-9 せん断力とシアキーの支圧力の関係

で 13%となった。また、同一せん断力における支圧力は、DB604-20FS は DB604-20S の 1/2 程度となった。繊維補強により ω_L および ω_H が小さくなったことから、接合面における摩擦や軸方向鉄筋のダウエル力などといった、シアキー以外が負担するせん断力が大きくなったことが示唆される。また、DB604-20S, DB604-20FS の平均支圧応力は、支圧強度の 1/4 および 1/6 程度であり、シアキーの支圧破壊に対して余裕のある結果となった。

4. まとめ

せん断力に対するシアキーやそれ以外の貢献度は、接合面近傍のせん断補強鉄筋やコンクリート強度等に応じて相互に関連する。今後、有限要素解析によりこれらの関係を明らかにすることで、両端固定支持 RC 梁に適切な接合面の提案が可能になると考えられる。

参考文献

1) 本田健二郎, 山上晶子, 中田裕喜, 渡辺健: 接合面を有する両端固定支持 RC ディープビームにおける接合面周辺のせん断補強鉄筋の効果, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.44, No.2, 2022.