

超高強度材料を用いた薄型 RC 床版の押抜きせん断性状

(株)エスイー 正会員 ○野澤 忠明 正会員 濱口 祥輝
大阪大学名誉教授 名誉会員 松井 繁之
近畿大学理工学部 正会員 東山 浩士

1. はじめに

筆者らは、超高強度繊維補強コンクリート（UFC）と超高強度鉄筋（USD685）からなる薄型かつ疲労耐久性を備えた道路橋床版の開発を進めている。その一環として、超高強度材料を用いた RC 床版の押抜きせん断耐力を確認するとともに、疲労による耐力の低下具合を確認すべく、輪荷重走行による繰返し载荷を与えた供試体の押抜きせん断試験を実施した。既往の研究¹⁾と交え結果を報告する。

2. 本床版の押抜きせん断耐力に関する基礎実験¹⁾

2. 1. 試験概要

UFC と USD685 を用いた RC 版の基本的な押抜きせん断試験を実施した。床版厚を $t=110\text{mm}$ とし、主鉄筋・配力筋ともに USD685（主鉄筋、配力鉄筋ともに D16@125mm ピッチの単鉄筋）とした。UFC の圧縮強度は、 172.4N/mm^2 （Case1）、 138.2N/mm^2 （Case2）の 2 種で実施した。支持条件は、直交 2 方向ともスパン長 1000mm の 4 辺単純支持とし、 $50\times 50\text{mm}$ の載荷板を用いた。

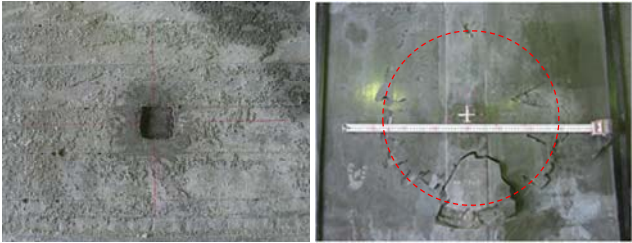


表-1 押抜きせん断試験結果一覧

ケース	実測値 (kN)	松井式値 (kN)	実測値 /松井式値
Case1	391.9	458.0	0.86
Case2	343.7	397.1	0.87

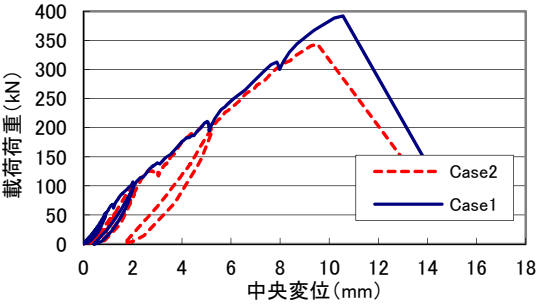


図-1 載荷荷重-床版中央変位

2. 2. 試験結果

両供試体とも載荷板直下が押抜かれる典型的な押抜きせん断破壊形態を呈した。載荷荷重と床版中央変位の関係（図-1）でも同様の変形状を示し、最大耐力まで直線的に変位し、塑性領域を経ることなく最大耐力を迎え、ぜい性的に破壊に至った。実測耐力と松井式²⁾による計算耐力を比較すると、その値は概ね 85%であった。

3. 輪荷重走行試験後の押抜きせん断耐力

3. 1. 供試体

供試体寸法を $2500\times 2300\times 120\text{mm}$ とし、主鉄筋に D16（USD685）、配力鉄筋に D13（SD390）を使用した。図-2 と表-2 に配筋概要を示す。この配筋量や床版厚さは、梁状化した床版の押抜きせん断耐力（ P_{sx} ）²⁾を求め、S-N 曲線から設計輪荷重による走行回数が 1×10^{10} 回以上となるよう計算し決定した。

表-2 の供試体 B、C、CJ には輪荷重走行による繰返し载荷を与えた。載荷パターンは初期荷重 100kN から最大荷重 220kN まで 30kN 刻みで段階的に荷重を増加させ、各段階で 4 万回走行を行い、最終的に 24 万回走行を与えたものである。この輪荷重走行後に押抜きせん断試験を行った。また、比較のため、輪荷重走行を行っていない供試体 C'、CJ' についても試験を行った。

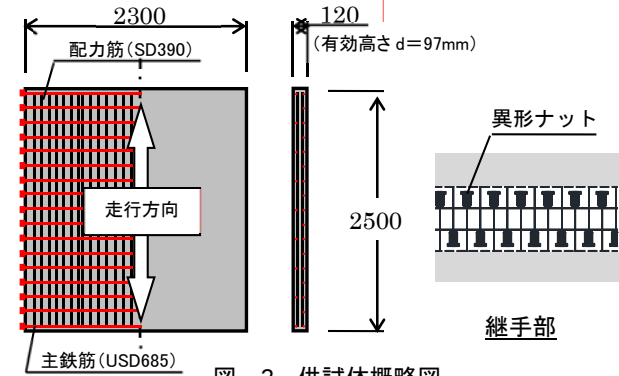


図-2 供試体概略図

表-2 各供試体条件

タイプ	配筋（主鉄筋：D16）		継手	輪荷重走行
Type-B	単鉄筋	@100mm	なし	有り
Type-C	複鉄筋	@100mm	なし	有り
Type-C'	複鉄筋	@100mm	なし	なし
Type-CJ	複鉄筋	@100mm	有り	有り
Type-CJ'	複鉄筋	@100mm	有り	なし
配力鉄筋	単・複	D13@85mm	－	－

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート，超高強度鉄筋，道路橋床版，押抜きせん断，輪荷重走行試験，疲労
連絡先 〒163-1343 東京都新宿区西新宿 6-5-1 (株)エスイー 新製品開発部 TEL03-3340-5500

3. 2. 供試体の支持条件

主鉄筋方向に支間長 2000mm をとり, 2 辺単純支持とし, ほかの 2 辺を自由とした. 床版中央で 500×200mm の載荷板を通じて載荷を行った (写真-3).

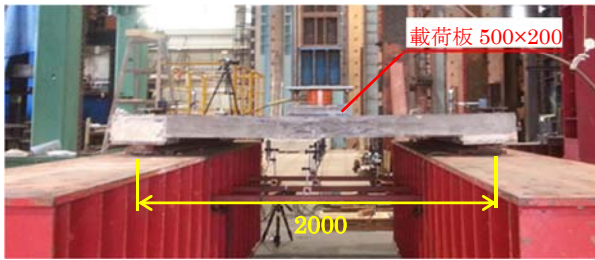


写真-3 試験状況図

3. 3. 試験結果および考察

図-3 に載荷荷重と床版中央の関係を示す. 図-1 と異なり, 最大荷重の間まで非線形な挙動を示した. 荷重 600kN を超えた辺りから傾きが小さくなり, 700kN 辺りから圧縮側上面の橋軸方向中心線上に UFC の圧壊現象が現れ, 主鉄筋断面が曲げ破壊を先行させた. その後, 500mm 幅の載荷板端で押抜きせん断破壊を併発した. 上記, UFC 圧壊の前に主鉄筋も降伏したものと推定できる. (因みに, 単純梁として弾性解析した際の主鉄筋降伏時の載荷荷重は約 635kN である.)

実測耐力と松井式²⁾による計算耐力との比率は概ね 60%程度となり, 表-1 での比率 (約 85%) よりも小さくなった. これは, 床版厚さが従来の RC 床版と比較し約半分の厚さであるため, 曲げ耐力が小さく, 曲げ破壊が先行したためと言える.

次に輪荷重走行による疲労の影響について, 走行荷重を与えた床版と, 与えていない床版との比較で考察する. UFC の圧縮強度が異なり, 耐力で直接比較することができないので, 実測値と計算値²⁾との比率を見てみ

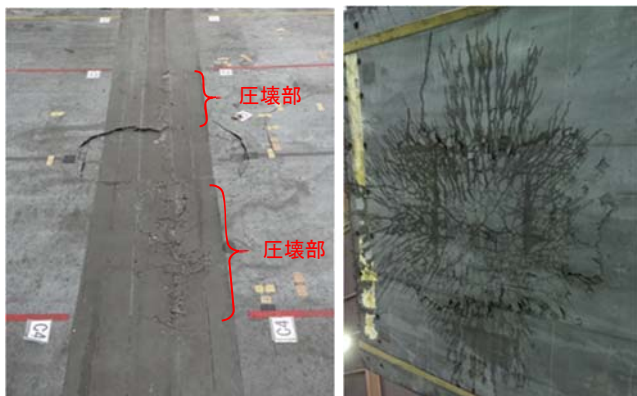


写真-4 上面破壊状況

写真-5 下面破壊状況

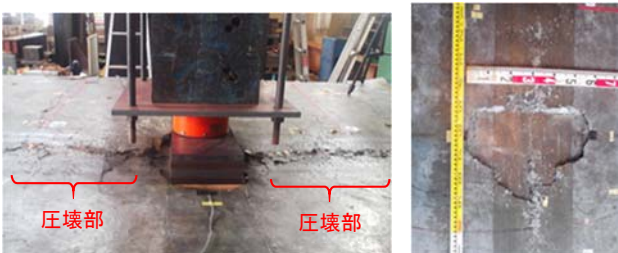


写真-6 押抜き状況

写真-7 上面破壊状況

ると, 輪荷重走行を与えた Type-C および Type-CJ の比率が 0.59 と 0.60 であるのに対し, 輪荷重走行を与えていない無走行床版である Type-C' および Type-CJ' の比率は 0.62 と 0.63 であった. 両供試体も 3%比率が低下しており, 若干ではあるが疲労の影響がうかがえるが, その値は小さく, ほとんど影響ないものとも言える.

また, 輪荷重走行の有無による 500kN までの弾性域の直線勾配に差が見られないことから疲労による断面剛性の低下はほとんどないものと考えられる.

さらに, 押抜きせん断破壊時の変位量を見ると, 無走行床版である Type-C' および Type-CJ' の変位量が約 70mm であるのに対し, 輪荷重走行を与えた Type-B, C の変位量は約 50mm, Type-CJ は約 60mm であり, 破壊時の変形量が小さくなっている. これは走行荷重を与えた床版は残留たわみがあったのに対し, 無走行床版では, ひび割れ劣化分のたわみが加わったためであると考えられる.

表-3 押抜きせん断試験結果

タイプ	実測値 (kN)	松井式値 P ₀ (kN)	実測値 /松井式値	コンクリート 強度(N/mm ²)
Type-B	761	1320	0.58	175
Type-C	784	1318	0.59	171
Type-C'	790	1268	0.62	161
Type-CJ	781	1306	0.60	167
Type-CJ'	793	1261	0.63	158

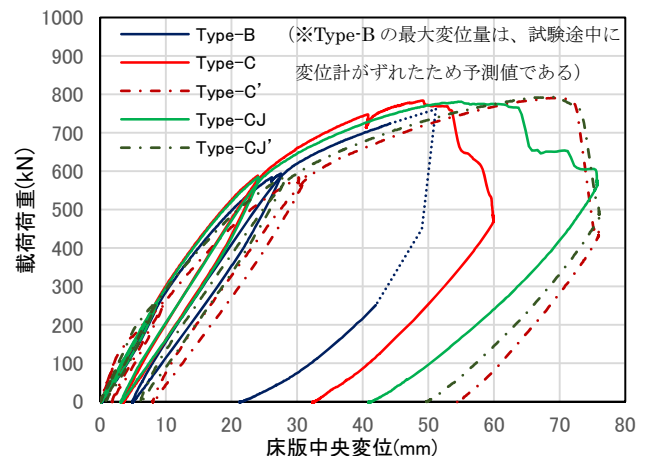


図-3 載荷荷重-床版中央変位

5. おわりに

超高強度材料を用いた薄型床版では, 曲げ先行型押抜きせん断破壊を示したが, 十分な耐力を有することが確認できた. 今後は PVA 繊維を用いた UFC の強度特性を明らかにして超高強度領域に対応した曲げ耐力, 押抜きせん断耐力の算定式を提案し, さらに疲労寿命の推定方法の検討を行っていきたい.

<参考文献>

- 1) 野澤志明ら: 超高強度材料を用いた薄型 RC 床版に関する検討, 土木学会第 69 回年次学術講演会講演集, pp519-520, 2014
- 2) 松井繁之: 道路橋床版 設計・施工と維持管理, 森北出版, 2007