

第V部門

高強度軽量コンクリート1種を用いたPC梁のせん断挙動に関する基礎的実験

神戸市立工業高等専門学校専攻科

学生員 ○渡邊 匠

神戸市立工業高等専門学校都市工学科

正会員 水越 睦視

(株)安部日鋼工業

三田 健大

(株)安部日鋼工業

横畑 勝彦

(株)安部日鋼工業

林 邦憲

1. 研究の背景と目的

軽量コンクリートを用いた場合の鉄筋コンクリート(RC)部材の設計せん断耐力 V_{cd} は、土木学会コンクリート標準示方書(RC 示方書)では軽量コンクリートの V_{cd} を普通コンクリートの70%に低減することが規定されている。しかしながら、軽量コンクリートを用いた場合のPC構造における V_{cd} の影響に関しては研究例も少なく、規定は明記されていないというのが現状である。

よって本研究では、高強度軽量コンクリート1種を用いたPC部材のせん断挙動について普通コンクリートを用いたPC部材との比較で実験的に検討し、コンクリート示方書に記されているせん断耐力式の軽量コンクリートへの適用性について検討した。なお、PC梁供試体の形状寸法・配合などは、既往の研究で用いたRC梁と同じとし¹⁾、プレストレスの影響も比較検討することとした。

2. 実験の概要

1) 使用したコンクリートの種類

本実験で使用したコンクリートは、粗骨材のみに人工軽量骨材を使用した軽量コンクリート1種(LC1)と、普通コンクリート(N)の2種類とした。

2) 鋼材およびコンクリートの物性

使用した主鉄筋の物性を表2-1に、PC鋼材の物性を表2-2に、各コンクリートの物性を表2-3に示す。

表2-1 主鉄筋の物性

鉄筋の種類	降伏強度 f_y (N/mm ²)	引張強度 σ_s (N/mm ²)	伸び率 (%)	ヤング係数 E_c (kN/mm ²)
D16(SD345)	387	569	24	200

表2-2 PC鋼材の物性

PC鋼材の種類	降伏耐力 σ_{py} (N/mm ²)	引張強度 σ_s (N/mm ²)	伸び率 (%)	ヤング係数 E_c (kN/mm ²)	リラクセーション 値 (%)
PC鋼棒 B種1号 SBPR930/1080 径23.03mm 公称断面積 415.5mm ²	1213	569	24	202	2.66

表2-3 コンクリートの強度特性

コンクリートの種類	圧縮強度 f_c' (N/mm ²)	ヤング係数 E_c (kN/mm ²)	気乾単位容積質量 (kg/m ³)
N	59.7	34.6	2375
LC1	53.4	22.1	1951
グラウト	52.1	-	-

3) PC梁試験体の製作

試験体の詳細を図-1に示す。供試体の断面寸法は幅150mm×高さ200mmとし、せん断スパン比(a/d)=3.0とした。

Nを用いたPC試験体を3本、LC1を用いたPC試験体を3本、計6本の試験体を作製した。

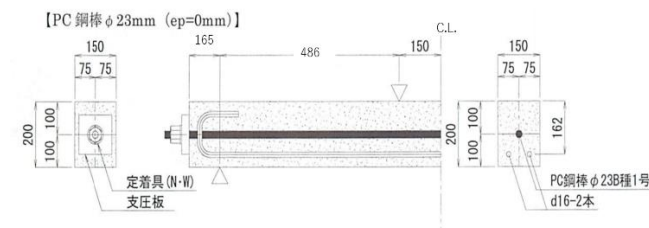


図-1 PC梁供試体の載荷状況

3. 結果と考察

1) 載荷試験結果の概要

今回載荷試験を行った2種類のPC試験体(PC-L, PC-N)およびH29年度に行った同寸法の2種類のRC梁(RC-L, RC-N)の荷重と中央たわみの関係を図3-1に示す。曲げひび割れ発生荷重は、荷重-中央たわみの関係においてたわみが最初に増加する荷重とした。また、斜めひび割れ発生荷重は、最初に荷重が低下するときの値とした。図より、曲げひび割れ発生荷重、せん断ひび割れ発生荷重および最大荷重の全てがPC梁ではRC梁に比べて大きくなった。また、軽量コンクリートを用いたPC-L梁は、普通コンクリートを用いたPC-N梁よりもせん断破壊荷重は小さいものの、プレストレスを与えていないRC-N, RC-L梁と比べて飛躍的にせん断耐力が向上していることが

Takumi WATANABE, Mutsumi MIZUKOSHI, Kenta MITA, Katuhiko YOKOHATA, Kuninori HAYASHI

r115540@g.kobe-kosen.ac.jp

わかる。

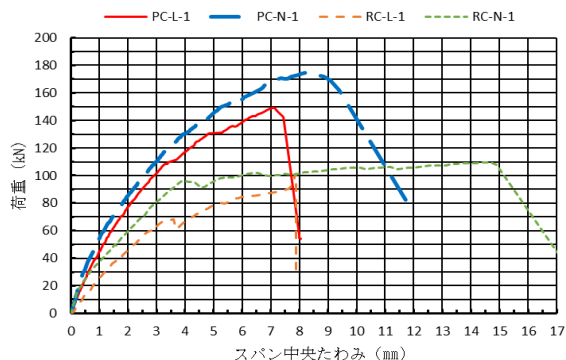


図 3-1 荷重と中央たわみの関係

2) PC 供試体のひび割れ・破壊状況

代表的な載荷試験終了後の PC-L 梁試験体の最終的なひび割れ発生状況を写真 3-1 に示す。RC 梁では斜めひび割れ発生と同時に荷重が低下する斜め引張破壊となったが、写真に示した通り PC 梁では、斜めひび割れが載荷点まで到達せずに、圧縮縁では曲げ圧壊し、それとほぼ同時にせん断破壊が生じた。このような破壊形態はせん断圧縮破壊(曲げせん断破壊)と呼ばれ、斜めひび割れが十分に発達しても耐力を失わず、コンクリートが圧縮破壊するまで耐力力を保持する破壊形態である。

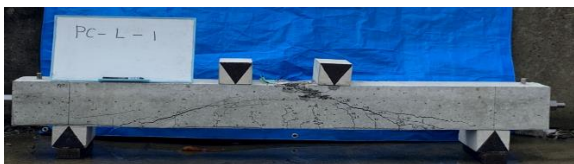


写真 3-1 ひび割れ発生状況(PC-L-1)

3) せん断耐力の評価

せん断耐力の予測値の算出には、RC 示方書の基となっている、二羽式にプレストレスによる軸方向圧縮力を考慮した式を乗じたものを適用した。軽量コンクリートの計算値は、RC 示方書に準じて 70%に低減した。

表 3-1 に計算結果及び載荷試験の結果との比較を示す。普通コンクリートの PC 梁のせん断ひび割れ発生荷重(実験値)とせん断破壊荷重(計算値)を比較すると、(実験値/計算値)の3体の平均は 1.03 となり、計算値と実験値はほぼ一致した。ただし、せん断破壊荷重の計算値と最大荷重の実験値では大きな誤差が生じた。理由としては、RC 梁では、斜めひび割れが発生すると同時にあるいは直ぐに破壊に至る斜め引張破壊であったが、PC 梁では、斜めひび割れ発生後もすぐに破壊に至ら

ず、せん断ひび割れの上部のコンクリートが圧壊するせん断圧縮破壊になったことが原因であると考えられる。また、軽量コンクリートの計算値④は普通コンクリートの PC 梁を求める際の二羽式を 70%に低減したものを用いたが、斜めひび割れ発生荷重に実験値①ではその約 1.5 倍の数値が得られた。この結果からも RC 示方書の規定は過度に安全側に評価しているということが明らかとなった。低減係数 1.0 の普通コンクリートのせん断耐力式の方が、精度よく斜めひび割れ発生荷重を推測できるといえる。したがって、(実験値①/計算値③)での評価が軽量コンクリートの PC 梁には妥当と考えられるが、③の計算式は、斜め引張破壊に適用されるものであることから、今後、研究データを増やし、実際の破壊メカニズムとリンクした評価式を検討していく必要がある。

表 3-1 計算結果および載荷試験結果

試験体の種類	破壊形式	①せん断ひび割れ発生荷重 (実験値) Ps.exp (kN)	②最大荷重 (実験値) Pu.exp (kN)	③せん断破壊荷重 (計算値) 普通 Pus.cal-N (kN)	④せん断破壊荷重 (計算値) 軽量※2 Pus.cal-L (kN)	⑤曲げ破壊荷重 (計算値) Pub.cal (kN)
L-1	せん断圧縮※1	135.8	148.9	132.9	93.0	183.2
L-2	せん断圧縮※1	119.0	128.5	132.9	93.0	183.2
L-3	せん断圧縮※1	125.6	145.3	132.9	93.0	183.2
N-1	せん断圧縮※1	140.0	174.6	132.0	92.4	199.4
N-2	せん断圧縮※1	136.9	175.2	132.0	92.4	199.4
N-3	せん断圧縮※1	132.4	180.4	132.0	92.4	199.4

試験体の種類	破壊形式	①/③ Ps.exp Pus.cal-N	①/④ Ps.exp Pus.cal-L	②/③ Pu.exp Pus.cal-N	②/④ Pu.exp Pus.cal-L	②/⑤ Pu.exp Pub.cal
L-1	せん断圧縮※1	1.02	1.46	1.12	1.60	0.81
L-2	せん断圧縮※1	0.90	1.28	0.97	1.38	0.70
L-3	せん断圧縮※1	0.95	1.35	1.09	1.56	0.79
N-1	せん断圧縮※1	1.06	1.52	1.32	1.89	0.88
N-2	せん断圧縮※1	1.04	1.48	1.33	1.90	0.88
N-3	せん断圧縮※1	1.00	1.43	1.37	1.95	0.90

※1: せん断ひび割れの進展→タイドアーチの形成→曲げ圧縮部の圧壊→ほぼ同時にせん断破壊

※2: 軽量L梁は普通N梁の算定式×0.7

4. まとめ

プレストレスを導入した場合の軽量コンクリートを用いた PC 梁のせん断耐力は大幅に向上し、普通コンクリートを用いた PC 梁よりも、プレストレスを導入していない RC 梁に対するせん断耐力の向上する割合は大きくなった。

せん断耐力の評価式は、土木学会 RC 示方書に準じて普通コンクリートの計算値の 70%に低減した場合では、過度に安全側の評価を与えることが分かった。

参考文献

- 1) 水越陸視, 林邦憲, 三田健大, 横畑勝彦: 高強度軽量コンクリート RC 梁のせん断耐力に及ぼすせん断スパン比の影響, プレストレストコンクリート工学会 第 27 回シンポジウム論文集, pp479, 482, 484, 2018