

大阪工業大学大学院 学生員 ○木村 慎 大阪工業大学大学院 学生員 鍋嶋 徹
大阪工業大学工学部 正会員 井上 晋 大阪工業大学工学部 フェロー 小林 和夫

1. はじめに

コンクリート構造物の高性能化が積極的に行われている現在、軽量コンクリートは自重の大幅軽減、耐震性などの面から注目されている材料である。近年、新しい原料と製造技術によって高品質の軽量骨材が開発され、高強度で耐久性に富む軽量コンクリートの製造が可能になった。しかし、一般に軽量コンクリートのせん断耐力は、同じ圧縮強度を有する普通コンクリートよりも低下するとされている。そこで本研究では、高性能軽量骨材を用いた PRC はり部材を対象として、正負交番繰返し荷重下のせん断耐荷特性に及ぼす各種要因の影響について検討した。

2. 実験概要

本研究では、断面形状として図-1 に示すように、幅×高さ=100×200mm、全長 1800mm の PRC はり部材を対象とした。なお、いずれの供試体もコンクリートの設計基準強度 $f_{ck}=35\text{N/mm}^2$ 、せん断スパン比 $a/d=3.41$ とし、主鉄筋には 2-D16 ($f_{sy}=338\text{N/mm}^2$)、スターラップには D6 ($f_{sy}=350\text{N/mm}^2$) を、また PC 鋼材には ϕ 13mm ボンドタイプ ($f_{py}=1243\text{N/mm}^2$) を用いた。実験

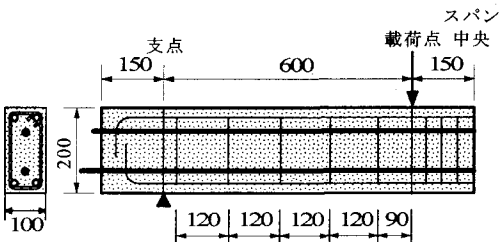


図-1 供試体の断面図(s=120mm の供試体)

要因は、断面内のプレストレス導入応力として、コンクリートの上下縁にそれぞれ、1.0N/mm²、3.0N/mm²、5.0N/mm² の 3 種類、せん断補強筋配置間隔として、80mm ($p_w=0.79\%$)、120mm ($p_w=0.53\%$) の 2 種類、コンクリートの種類として、普通コンクリート、軽量 1 種コンクリート (粗骨材: 軽量骨材、細骨材: 川砂)、軽量 2 種コンクリート (粗骨材、細骨材ともに軽量骨材) の 3 種類とし、載荷は降伏変位の整数倍で各 1 回の正負交番繰返しとした。今回の実験で用いた軽量骨材 (絶乾密度: 1.17~1.22g/cm³) は、真珠岩を原料とした造粒タイプの人工軽量骨材である。骨材内部に微細な独立気孔が均質に分散しているため、従来の軽量骨材に比べて吸水特性および強度特性が著しく改善されている。

3. 実験結果と考察

表-1 に各供試体の詳細と実験結果を示す。軽量 1 種コンクリートを用いたプレストレス量が比較的多い供試体は、せん断ひび割れ発生荷重の実測値が計算値を 20~40% 上回った。このことから、軽量 1 種コンクリートにプレストレスを導入すると、コンクリート標準示方書における軽量コンクリート部材のせん断耐力

表-1 供試体の詳細と実験結果

供試体	プレストレス量 (上下縁の応力) (N/mm ²)	せん断補強筋 配置間隔 (mm)	コンクリートの 種類	載荷方法	せん断ひび割れ 発生荷重		曲げ 破壊荷重 (計算値) (kN)	せん断 破壊荷重 (計算値) (kN)	最大 荷重 (実測値) (kN)	耐力低下が 生じた変位	*1 破壊 形式	
					計算値 P _{cs1} (kN)	実測値 P _{cs2} (kN)						
L1-1-08	1.0	80	軽量 1 種	正負交番 1 回	37.1	40	121.8	122.3	123.2	+10 δ _y	M	
L1-3-08	3.0				39.8	45	122.4	125.0	122.7	+9 δ _y	M	
L1-5-08	5.0				42.6	60	121.5	127.8	122.2	-8 δ _y	M	
L1-1-12	1.0				37.1	35	121.9	93.9	113.0	+7 δ _y	FS	
L1-3-12	3.0	120			軽量 2 種	39.8	50	122.4	96.6	121.9	+8 δ _y	FS
L1-5-12	5.0					42.7	55	121.5	99.4	125.9	+9 δ _y	M
L2-3-12	3.0		普通		38.3	40	118.9	95.1	105.6	-5 δ _y	FSB	
NB-1-12	1.0				52.2	50	120.4	109.0	116.6	-8 δ _y	FS	
NB-3-12	3.0				56.1	57	121.3	112.9	120.8	-8 δ _y	FS	
NB-5-12	5.0				60.0	55	121.3	116.8	120.0	+9 δ _y	FS	

*1: M は曲げ破壊、FS は曲げ降伏後のせん断破壊、FSB は曲げ降伏後のせん断付着破壊

に対する低減係数は、過小評価になる場合があると考えられる。

L1-5-12 は計算上せん断破壊先行型であったが曲げ破壊をした。また、耐力低下を生じる変位が普通コンクリートを用いた供試体と同じ値になった。これは、プレストレスが軽量骨材の引張強度が小さいという弱点を補い、せん断ひび割れの進展やひび割れの開口を抑制したためと考えられる。軽量2種コンクリートを用いた供試体L2-3-12は、耐力低下を生じる変位が普通コンクリートを用いた供試体に比べ $3\delta_y$ 小さくなり、変形性能が著しく低下した。

図-2に荷重-変位包絡線の一例を示す。プレストレス量について比較すると、せん断補強筋配置間隔120mmの供試体（せん断破壊先行型）は、コンクリートの種

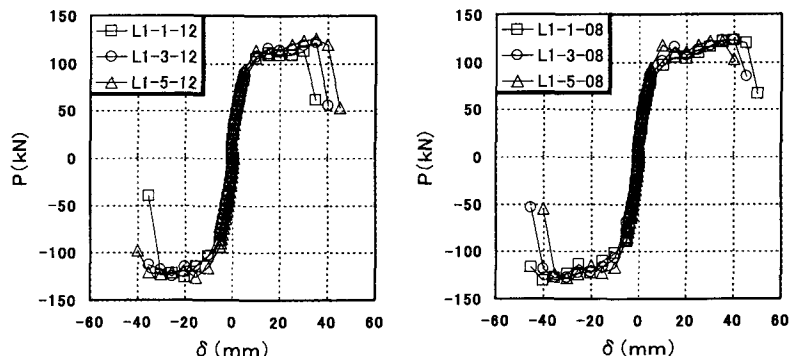


図-2 荷重-変位包絡線

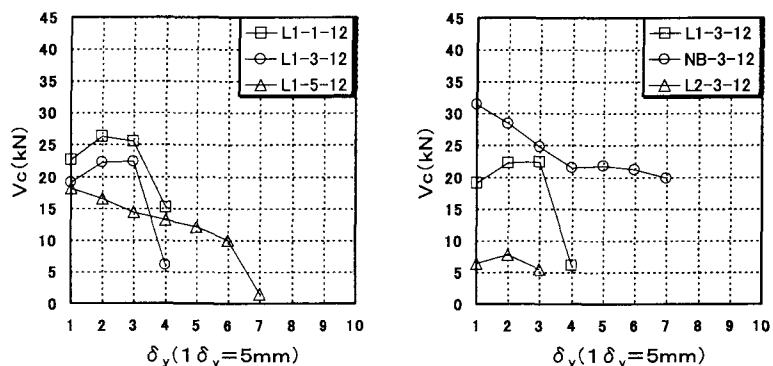


図-3 コンクリート負担せん断力-変位関係

類に関わらず、プレストレス量が多い供試体ほど耐力低下を生じる変位が大きくなり、プレストレスの導入が終局変位の増加に効果的であることが確認できた。しかし、軽量1種コンクリートを用いたせん断補強筋配置間隔80mmの供試体（曲げ破壊先行型）はプレストレス量が増加するにつれて、耐力低下を生じる変位が減少した。これらのことから、軽量コンクリートを用いる場合は、せん断補強筋量が多く計算上曲げ破壊を呈する部材に過大なプレストレスを与えると、軽量骨材の強度が弱いため、曲げスパン部のコンクリートの早期圧壊を招き、結果として変形性能が低下する可能性があるといえる。

図-3にコンクリート負担せん断力-変位関係の一例を示す。全体的な傾向として、プレストレス量やせん断補強筋量が多い供試体は、ひび割れ発生後のコンクリート負担せん断力の低下が緩やかになる傾向を示した。このことから正負交番荷重下においても、プレストレスやせん断補強筋はせん断ひび割れの進展を抑制し、急激な耐力低下を防ぐ効果があるといえる。コンクリートの種類について比較すると、軽量コンクリートを用いた供試体は普通コンクリートを用いた供試体に比べ、同一変位におけるコンクリート負担せん断力が小さくなる傾向を示した。また、軽量コンクリートを用いた供試体は、ひび割れ発生後にコンクリート負担せん断力が急激に低下した。これは、軽量コンクリートのせん断ひび割れ面が平滑であるため、骨材のかみ合わせ作用が小さいことが原因と考えられる。

4. まとめ

- (1) プレストレスやせん断補強筋は、正負交番繰返し荷重下におけるせん断ひび割れの進展を抑制し、急激な耐力低下を防ぐとともに、終局変位の増加に対して効果的であることが確認された。
- (2) 軽量コンクリート部材のせん断耐力は、普通コンクリート部材に比べ低下した。しかし、プレストレスを導入することで改善される傾向にある。
- (3) 軽量コンクリート部材は、適切なプレストレス量とせん断補強筋量の組合せによっては、普通コンクリート部材と同等の変形性能を得ることができた。