ビニロン短繊維混入軽量コンクリートを用いたせん断破壊型 RC 梁の耐衝撃性状

室蘭工業大学	学生員	○ 津田	裕介	室蘭工業大学	フェロー	岸	徳光
ドーピー建設工業(株)	正 員	竹本	伸一	三井住友建設(株)	フェロー	三上	浩

1. はじめに

本研究では,軽量コンクリートにビニロン短繊維(以下,短 繊維)を混入したせん断破壊型 RC 梁の耐衝撃性状を検討する ことを目的に,短繊維の体積混入率(以下,短繊維混入率V_f) を3種類に変化させたビニロン短繊維混入軽量コンクリート RC 梁を用いて重錘落下衝撃実験を行った.

2. 実験概要

図-1には、RC 梁の形状寸法および配筋状況を示している. 本実験に用いた試験体は、断面寸法(梁幅×梁高)が20×30 cm、純スパン長が2.0mで,上下端鉄筋にD22を2本ずつ配置 した複鉄筋矩形 RC 梁である. **表**-1には、試験体の一覧を示 している.なお、表には軽量コンクリートの材料特性値も併せ て示している.試験体名は $V_f = 0, 0.5, 1.0, 1.5$ %の順にF0,F1, F2,F3としている。表中のせん断余裕度 α は計算曲げ耐力に対する計算

せん断耐力の比であり、いずれの場合も短繊維を混入しないものとして 算出している.本実験に用いた試験体はいずれもα<1.0を示している ことより、静載荷時にはせん断破壊すると予測される.実験は、ピン支持 に近い構造を持つ跳ね上がり防止用治具付の支点治具上に設置した RC 梁 のスパン中央部に、所定の高さから質量 300 kg 重錘を自由落下させるこ とにより行っている.また、載荷方法は、初速度および増分速度を1 m/s と設定して終局に至るまで繰り返し重錘を落下させる漸増繰り返し載荷法 を採用している.なお、本実験では RC 梁の終局状態を、梁側面に明瞭な アーチ状のひび割れが発生し試験体が著しく損傷した場合、あるいは過去 の研究に基づき累積残留変位が純スパン長の2% (40 mm) に達した時点と

規定した. 測定項目は, 重錘衝撃力 P, 合支点反力 R(以下,支点反力)および載荷点変位 δ(以下, 変位)である. また,実験終了後には梁側面に生 じたひび割れを記録している.

3. 実験結果および考察

3.1 **ひび割れ分布性状**

図-2には、各梁の実験終了後におけるひび割れ ^{6 m/s 650} 0 分布性状を示している.図より、F0の場合はアー - 650 1300 チ状のひび割れが大きく開口するとともに、上縁お 7 m/s 650 0 よび下縁のかぶりコンクリートが広範囲にわたっ - 650 で剥落しており、せん断破壊により終局に至って いることが分かる、F1の場合には、かぶりコンク



図-1 RC 梁の形状寸法および配筋状況

表-1 試験体の一覧

試験	短繊維	せん断	衝突	軽量コンクリートの材料特性値			
	混入率	余裕度	速度	圧縮強度	弾性係数	下电	
仲石	V_f (vol. %)	α	V (m/s)	(MPa)	(GPa)	山里	
F0	0	0.58	$1 \sim 4$	49.4	21.2	1.8	
F1	0.5	0.55	$1 \sim 4$	38.9	18.8	1.9	
F2	1.0	0.58	$1 \sim 7$	47.9	20.5	2.0	
F3	1.5	0.48	$1 \sim 7$	21.8	14.5	1.7	



図ー2 ひび割れ分布性状



キーワード:RC 梁, 軽量コンクリート, ビニロン短繊維, 重錘落下衝撃実験, 耐衝撃性状 連絡先:〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 TEL 0143-46-5230 FAX 0143-46-5227

リートの剥落は見られないものの、アーチ状のひび割れや割裂ひび割 れが大きく開口しており,終局に至っている。一方,F2,3の場合に は、梁中央部から両支点側に進展する斜めひび割れおよび下端鉄筋に 沿った割裂ひび割れが見られるものの、曲げ変形が卓越する形で終局 に至っている.なお、F2,3ともにアーチ状のひび割れが顕在化してい ないが、これは短繊維の架橋効果によるものと考えられる。また、最 終衝突速度がV = 4 m/sからV = 7 m/sに推移していることより、入力 エネルギーから見た耐衝撃性は3倍程度以上に向上したことが分かる.

3.2 重錘衝撃力,支点反力および変位波形

図-3には、各梁の重錘衝撃力 P,支点反力 R および変位 δ に関す る各応答波形を V = 4 m/s 以降について示している. 重錘衝撃力波形 Pは、終局前では衝撃初期の振幅が大きく周期の短い第1波と、その

後の振幅が小さく周期の長い第2波から構成されている。しかしながら、終局時には第 2波目の波形性状がいずれの梁の場合も終局前とは異なっている。これは、終局時の第 1波目における衝突衝撃によって梁が著しい損傷を受けたことによるものと考えられる。 支点反力波形 R は、各梁とも終局前の段階では、継続時間が 10~30 ms 程度の三角形波 と周期が3ms程度の波形が合成された波形性状を示している。しかしながら、終局時に は、F0,1では、三角形波の継続時間が長くなっており、塑性化が進行していることが分 かる. これに対して、F2.3では、周期が延びているものの波形性状が終局前のV=6m/s の場合とほぼ同様となっており、急激な塑性化は起きていないことが推察される。変位 波形δを見ると、各梁とも終局前の段階では減衰振動状態を示し、振幅は衝突速度Vの 図-5 最大応答変位と 増大に伴い増加する傾向にある。終局時には、F0においては、応答変位、残留変位が急





激に増大しており, 脆性的な破壊により終局に至ったことが分かる. F1 においては F2,3 に比べて周期が長くなって いることから、塑性化が進行していることがうかがえる。一方、F2.3の場合には、終局時において変位が増大してい るものの、未だ減衰自由振動を示しており、脆性的な破壊が抑制されていることが推察される.

3.3 支点反力 - 変位履歴曲線

図-4には、各梁の支点反力-変位履歴曲線をV=4m/s以降について示している。図より、V=4m/sの場合には、 F0 は最大支点反力到達後, 除荷とともに変位が急増していることからせん断破壊により終局に至っていることが分か る. また、F1 は F0 の場合ほど顕著ではないものの、除荷に伴い変位が増大していることより塑性化が進行しているこ とが分かる.一方, F2,3の場合には、V=5m/s まではせん断破壊型の三角形状の分布を示しているが, V=6m/s 以降 の場合には曲げ破壊型の特長である平行四辺形状の分布を示していることが分かる。以上のことより、V_fの増大とと もに、終局時の衝突速度 V が増加し、破壊性状がせん断破壊型から曲げ破壊型に移行することが明らかとなった。

3.4 最大応答変位と衝突速度の関係

図-5には、最大応答変位 δ_{max} と衝突速度 V との関係を示している. 図より、F0の δ_{max} は V = 4 m/s において急激 に増加して終局に至っていることが分かる。一方, F1の場合には V = 4 m/s において終局に至っているものの, その増 加割合は小さい.これは短繊維の架橋効果によるものと推察される.これに対して、F2,3の場合には、衝突速度Vの 増加に伴い両梁ともに2次放物線状に増加しており、損傷が徐々に進行していることが分かる。以上より、脆性的な 破壊が短繊維の架橋効果によって抑制されていることが明らかとなった。

4. まとめ

- 1) 軽量コンクリートにビニロン短繊維を混入することにより、ビニロン短繊維の架橋効果によってコンクリートの 剥落やひび割れの開口を抑制することができる.
- 2) 短繊維混入率を増加させることにより, RC 梁のせん断耐力が飛躍的に向上し, 破壊形式をせん断破壊型から曲 げ破壊型に移行させることができる.