

せん断補強筋間隔が異なる軽量コンクリート RC 梁の耐衝撃性状

ドーピー建設工業（株） 正 会 員 ○ 竹本 伸一 室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光
三井住友建設（株） フェロー 三上 浩 北海道開発土木研究所 正 会 員 今野 久志

1. はじめに

本研究では、せん断補強筋の有無およびその量を変化させた軽量コンクリートを用いたせん断破壊型 RC 梁のせん断耐荷性状を検討することを目的に、せん断補強筋比を変化させた軽量コンクリート RC 梁の重錘落下衝撃実験を実施した。

2. 実験概要

図 - 1 には、本実験に用いた試験体の概要図の一例を示している。試験体は、断面（梁幅×梁高）が 230 × 320 mm の複鉄筋矩形 RC 梁である。上端鉄筋には D25 を用い、下端鉄筋には曲げ耐力をせん断耐力よりも大きくするために、直径 26 mm の総ネジ PC 鋼棒 (G26) を用いている。本研究では、せん断補強筋を配置しない場合の他、D6 のせん断補強筋を 140 mm，70 mm 間隔で配置し、せん断補強筋量を変化させた 3 種類、全 12 体で実験を実施した。表 - 1 には、試験体の一覧を示している。試験体名は英文字 LW にせん断補強筋の配置間隔 (mm) を組み合わせて示している。試験体はいずれも、せん断耐力を曲げ耐力で除したせん断余裕度 α が 1.0 以下であることより、静載荷時に設計的にはせん断で破壊することが予想される。本実験は、質量 400 kg で載荷点部直径が 150 mm の円柱状鋼製重錘を一度だけ自由落下させる単一載荷法により実施している。測定項目は、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、RC 梁側面に生じたひび割れをスケッチしている。

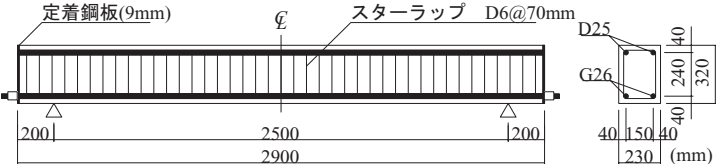


図 - 1 試験体概要図 (LW70 梁)

3. 実験結果および考察

3.1 支点反力－変位履歴曲線

図 - 2 には、各梁の支点反力 - 変位履歴曲線を示している。LW0 梁の $V = 3.5 \text{ m/s}$ の場合には、せん断破壊型特有の三角形分布を示している。 $V = 4 \text{ m/s}$ では、 $V = 3.5 \text{ m/s}$ 時よりも底辺が広く残留変位が大きい三角形の分布を示し、かつ除荷後の支点反力零近傍における変位振幅も小さくなっていることより、破壊がより進行している状態であることが分かる。LW140 梁の $V = 6 \text{ m/s}$ の場合には、衝撃初期に三角形の分布を示すものの、せん断補強筋の効果によって後続の波形が励起され、その後、変位は原点近くにまで復元している。 $V = 6.5 \text{ m/s}$ では衝撃初期の立ち上がり勾配が多少ゆるやかとなり、衝撃荷重除荷後の残留変位が大きくなっていることから塑性化が進行していることが推察される。LW70 梁の $V = 8 \text{ m/s}$ ， $V = 8.5 \text{ m/s}$ 場合は、LW140 梁の $V = 6 \text{ m/s}$ ， $V = 6.5 \text{ m/s}$ の場合とほぼ同様な分布性状を示す。

表 - 1 試験体の一覧

試験体名	せん断補強筋間隔 (mm)	せん断補強筋比 P_s	せん断余裕度 α	衝突速度 $V \text{ (m/s)}$
LW0	-	0	0.25	3, 3.25, 3.5, 4
LW140	140	0.197	0.44	5.5, 5.75, 6, 6.5
LW70	70	0.393	0.63	7.5, 7.75, 8, 8.5

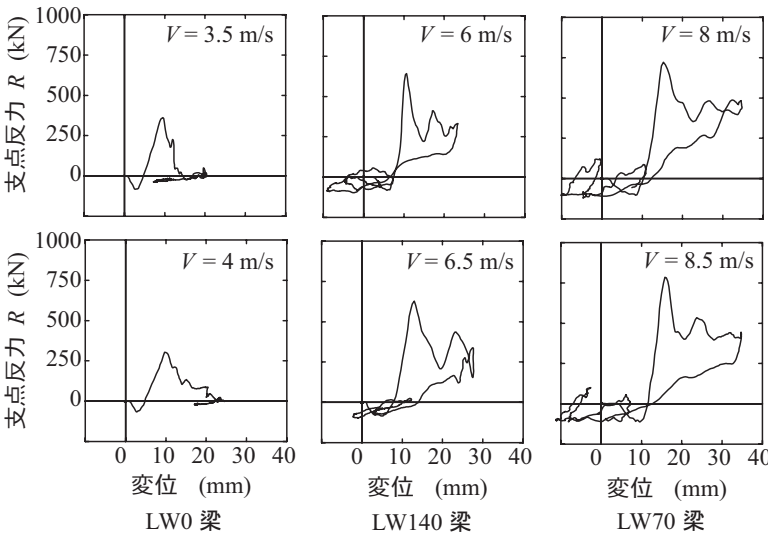


図 - 2 支点反力－変位履歴曲線

3.2 ひび割れ分布性状

図 - 3 には、実験終了後におけるひび割れ分布性状を示している。LW0 梁の場合には、載荷点部から支点部へと進展するアーチ状のせん断ひび割

キーワード：RC 梁，軽量コンクリート，耐衝撃性，せん断補強筋間隔，重錘落下衝撃実験

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

れが発生している．このひび割れは衝突速度が増加するにつれて顕在化し， $V = 3.5 \text{ m/s}$ 以降では下縁かぶりコンクリートが剥落しており，脆性的なせん断破壊に至っていることが分かる．一方，LW 140 梁の場合には，載荷点部から支点部へ向けてアーチ状および斜めひび割れが発生していることが確認できる．また，ひび割れは LW0 梁に比べて梁全域に分散している． $V = 6.5 \text{ m/s}$ では載荷点部および下縁かぶり部のコンクリートが大きく剥落している．LW70 梁の場合には，載荷点部からアーチ状および斜めひび割れが多数発生し，衝突速度の増加とともに梁上縁コンクリートの剥落範囲が広くなる傾向にある．しかしながら，LW70 梁では下縁かぶりコンクリートの剥落が見られない．これは，せん断補強筋が PC 鋼棒に沿った割裂ひび割れの進展を抑制しているためと考えられる．なお，LW70 梁も LW140 梁と同様に，支点反力 - 変位履歴曲線からは未だ限界状態には至っていないものと推察されるが，コンクリート剥落等の損傷度合も考慮して，各々 $V = 6.5 \text{ m/s}$ ， $V = 8.5 \text{ m/s}$ を終局とみなして以後の考察を進めることとする．一方，LW0 梁の終局は，履歴曲線およびひび割れ性状から， $V = 3.5 \text{ m/s}$ とする．

3.3 せん断補強筋による衝撃耐力向上効果の検討

表 - 2 には，各梁の終局衝突速度時の最大支点反力および別途実施し

た静載荷実験により得られた実測静

的のせん断耐力を示している．最大支

点反力比はせん断補強筋を配筋して

いない LW0 梁の値に対する比であ

る．なお，LW140/70 梁のせん断

補強筋による動的・静的分担耐力も

併せて示している．また，図 - 4

には動的応答倍率および最大支点

反力比と衝突速度の関係を示した．

図 - 4 (a) より，動的応答倍率は

せん断補強筋量が増加すると小さ

なる傾向にあることが分かる．こ

れは，せん断補強筋を配筋すること

により，ひび割れが分散してせん断

破壊型のモードが緩和され，靱性に

富んだ挙動を示すためと考えられる．

それに対して，せん断補強筋の分

担耐力に関する動的応答倍率は補強

筋量にかかわらず，1.7 程度の値を

示している．図 - 4 (b) より，最

大支点反力比（動的耐力比）は，

せん断補強筋量に対応して，ほ

ぼ線形的に増大していることが分

かる．

4. まとめ

- (1) せん断補強筋量を増加させることにより，せん断破壊型のモードが緩和され靱性に富んだ挙動を示す．
- (2) 支点反力に関する動的応答倍率はせん断補強筋を配筋することで低下するが，大略 2 程度である．また，せん断補強筋の分担耐力に関する動的応答倍率はせん断補強筋量にかかわらず 1.7 程度である．
- (3) 最大支点反力比（動的耐力比）はせん断補強筋量にほぼ比例して増大する．

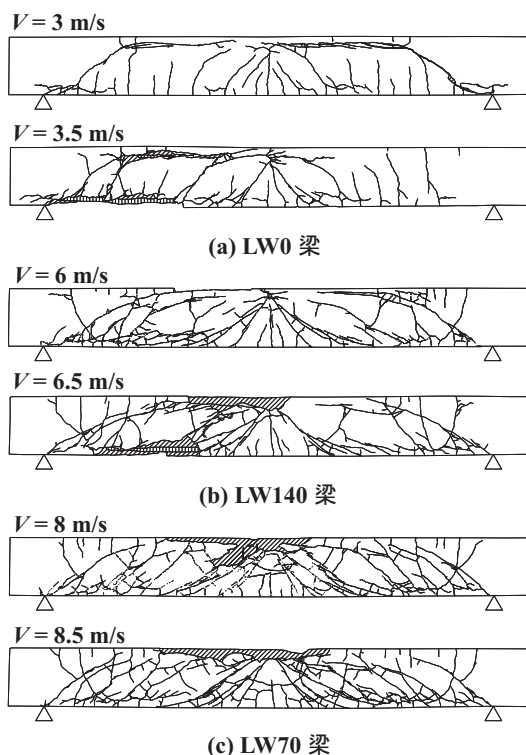


図 - 3 実験終了後のひび割れ分布性状

表 - 2 終局時における各梁の静的・衝撃実験の結果一覧

試験体名	衝撃実験		静載荷実験		支点反力に関する動的 応答倍率 R_{ud}/P_{us}	せん断補強筋の 分担耐力の動的 応答倍率 R_{sd}/P_{sd}	最大 支点 反力比
	最大 支点反力 R_{ud} (kN)	せん断補強筋 の分担耐力 R_{sd} (kN)	実測静的 せん断耐力 P_{us} (kN)	せん断補強筋 の分担耐力 P_{sd} (kN)			
LW0-3.5	361.9	-	140.5	-	2.57	-	1
LW140-6.5	628.2	266.3	291.6	151.1	2.15	1.76	1.74
LW70-8.5	785.0	423.1	385.5	245.0	2.04	1.73	2.17

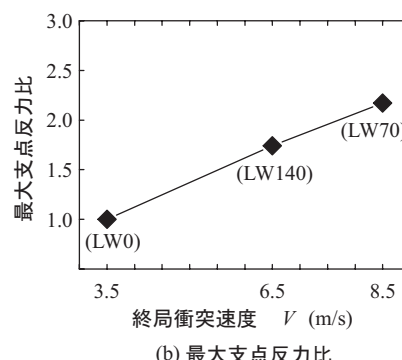
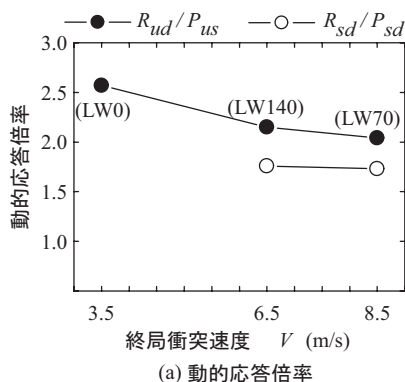


図 - 4 動的応答倍率および最大支点反力比と終局衝突速度の関係