

高性能軽量コンクリートを用いた曲げ破壊型 RC 梁の重錘落下衝撃実験

ドーピー建設工業(株) 正員 竹本 伸一 室蘭工業大学 正員 岸 徳光
室蘭工業大学 正員 安藤 智啓 室蘭工業大学 フェロー 松岡 健一

1. はじめに

本研究では、高性能軽量コンクリートを用いた曲げ破壊型 RC 梁の耐衝撃挙動を検討するために、高性能軽量コンクリートを用いた RC 梁 (以後、HL 梁) および普通コンクリートを用いた RC 梁 (以後、N 梁) を 4 体ずつ製作し、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 RC 梁の形状寸法および配筋状況を示している。本実験では、コンクリート材料の違いのみに着目して耐衝撃挙動を検討するため、形状寸法および配筋は HL 梁および N 梁で同様としている。すなわち、両梁とも断面寸法 (幅 × 高さ) が 15 × 25 cm、純スパンが 2 m の複鉄筋矩形 RC 梁である。また、軸方向鉄筋には D13 (SD345) を用い、スラップには D6 (SD295) を用い 10 cm 間隔で配筋している。試験体の設計は示

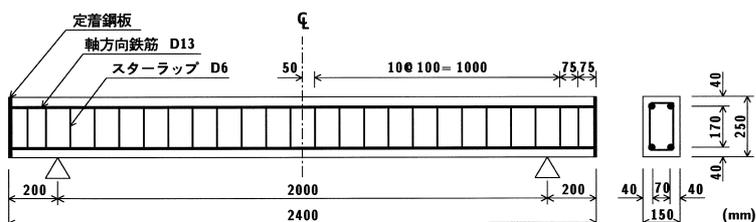


図 - 1 RC 梁の形状寸法および配筋状況

表 - 1 コンクリートの力学的特性

コンクリート	比重	圧縮強度 f'_c (MPa)	引張強度 f_t (MPa)	弾性係数 E_c (GPa)	ポアソン比 n_c
軽量	1.85	37.8	2.37	19.7	0.21
普通	2.34	34.6	2.67	25.0	0.23

表 - 2 実験ケース

試験体名	繰り返し載荷		単一載荷	
	試験体数	衝突速度 V (m/s)	試験体数	衝突速度 V (m/s)
HL 梁	1	1 ~ 4	3	4, 5, 6
N 梁	1	1 ~ 4	3	4, 5, 6

方書¹⁾に基づいて静的曲げ耐力および静的せん断耐力を算定し、静載荷時に曲げ破壊が先行するようになっている。なお、静的曲げ耐力は両梁でほぼ同等である。

表 - 1 には、実験時におけるコンクリートの力学的特性を示している。高性能軽量コンクリートには、寸法 5 ~ 15 mm の高性能軽量骨材 (比重 0.77) と天然骨材 (比重 2.66) を約 1.2 : 1.0 の重量比で配合した粗骨材を用い、普通コンクリートには粗骨材として天然骨材 (比重 2.67) のみを用いている。その結果、高性能軽量コンクリートの比重は普通コンクリートに比べて 20 % 程度小さくなっている。表 - 2 には、実験ケースの一覧を示している。実験は、RC 梁のスパン中央部に所定の高さから 300 kg の鋼製重錘を自由落下させることにより行った。載荷方法には、1) 処女載荷時の衝突速度および増分速度を 1 m/s に設定し、RC 梁が破壊に至るまで繰り返し重錘を落下させる方法 (以後、繰り返し載荷)、2) 繰り返し載荷の最終速度と同一速度 (4 m/s) およびその + 1, + 2 m/s で未使用の試験体に対して一度だけ重錘を落下させる方法 (以後、単一載荷) を採用した。なお、RC 梁の破壊は、梁中央部の累積残留変位が純スパンの 2 % (4 cm) に達した時点と定義した。

3. 実験結果および考察

3.1 各応答波形

図 - 2 には、繰り返し載荷実験の各衝突速度における重錘衝撃力 P 、支点反力 R および変位 d に関する応答波形を示している。図より、重錘衝撃力波形 P は、両梁とも衝突速度に関わらず衝撃初期の継続時間の短い正弦半波と後続の継続時間の長い正弦半波が連なった分布性状を示しており、両者でほぼ類似した分布性状を示していることが分かる。なお、両波形の最大振幅および主波動継続時間は、衝突速度の増加とともに増大している。この傾向は、後述の支点反力波形や変位波形においても同様である。支点反力波形 R を

キーワード：高性能軽量コンクリート、曲げ破壊型 RC 梁、耐衝撃挙動、重錘落下衝撃実験

連絡先：〒060-0001 札幌市中央区北1条西6丁目2 安田火災北海道ビル7階 ドーピー建設工業(株)北海道本店

TEL : 011-221-1531 FAX : 011-222-5526

見ると、荷重載荷時には若干の高周波成分が含まれるものの大略正弦半波の分布性状を、除荷後には減衰自由振動状態を呈しており、両梁で非常に良く対応していることが分かる。

変位波形 d については、160 ms までの時間に対して整理している。図より、ここでも両梁の波動は衝突速度 V に関わらず、ほぼ同様の分布性状を示していることが分かる。すなわち、波動は荷重載荷時には継続時間が重錘衝撃力 P や支点反力波形 R に対応した正弦半波の分布性状を、除荷後には正方向にドリフトした状態で僅かに自由振動している分布性状を示している。以上より、同程度の静的曲げ耐力を有する HL 梁と N 梁の各応答波形は非常に良く対応していることが明らかとなった。これは、高性能軽量コンクリートを用いた RC 梁が耐衝撃用途構造部材にも十分適用可能であることを示唆している。

3.2 支点反力と変位の関係

図 - 3 には、繰り返し載荷実験における支点反力と変位に関する $R-d$ 履歴曲線を各衝突速度毎に示している。図より、両梁の支点反力 R は、衝突速度 V に関わらず、変位の増加とともに第 1 極大値まで単調に増大していることが分かる。その後は重錘と高次振動との相互作用による除荷と載荷が交番する成分が励起され、第 1 極大値程度の荷重あるいはそれ以上の荷重が最大応答変位値まで作用した状態になっている。最大応答変位値到達後は初期剛性程度の勾配で除荷されている。このように、 $R-d$ 曲線は、波形の立ち上がりから除荷に至るまで両梁で非常に良く対応した分布性状を示している。

3.3 残留変位と衝突速度の関係

図 - 4 には、各梁の残留変位 d_r と衝突速度 V の関係を示している。図より、繰り返し載荷の場合には、 d_r が両梁とも衝突速度 V に対して 2 次曲線状の傾向を示していることが分かる。また、その値は V の大きさに関わらず両者でほぼ同様である。一方、単一載荷の場合にも繰り返し載荷時の延長線上に分布しており、入力エネルギーの小さい載荷履歴が d_r に与える影響の小さいことを示唆している。なお、単一載荷の両梁の d_r 値は、 $V=6$ m/s 時に HL 梁の場合で若干大きいものの、 $V=4, 5$ m/s 時では大略類似している。

4. まとめ

本実験結果より、1) 高性能軽量コンクリート RC 梁の重錘衝撃力、支点反力、変位波形および支点反力 - 変位曲線は、普通コンクリート RC 梁と類似の分布性状を示すこと、2) 残留変位量も衝突速度に関わらず普通コンクリート RC 梁とほぼ同様であること、が明らかとなった。従って、曲げ破壊型の高性能軽量コンクリート RC 梁は、耐衝撃用途構造部材にも十分適用可能であるものと判断される。

参考文献：1) コンクリート標準示方書（平成 8 年制定）設計編，土木学会，1996

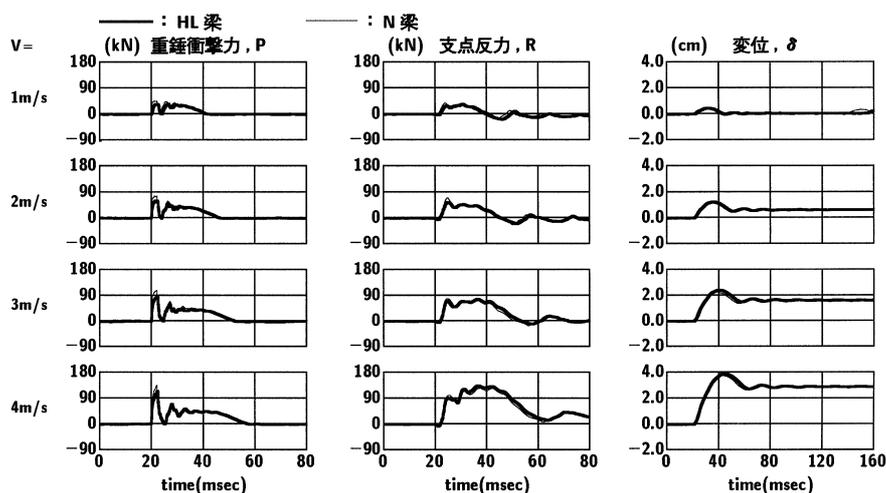


図 - 2 重錘衝撃力、支点反力および変位の応答波形 (繰り返し載荷実験)

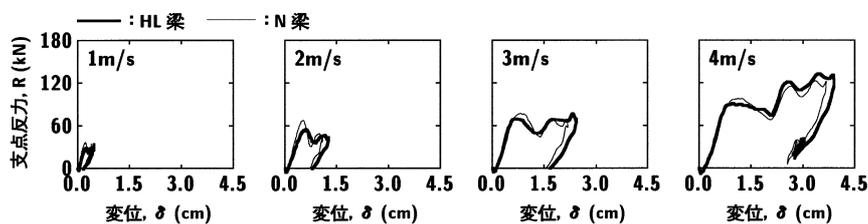


図 - 3 支点反力と変位に関する $R-d$ 履歴曲線

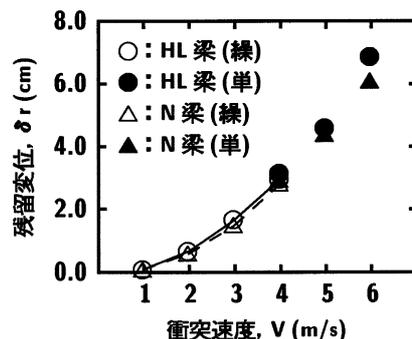


図 - 4 残留変位と衝突速度の関係