高性能軽量コンクリート製曲げ破壊型 RC 梁の耐衝撃性状に与える断面寸法の影響

鹿島建設㈱	ΙĒ	員	盛田	行彦	室蘭工業大学	ΙĒ	員	岸	徳光
防衛庁第4研究所	ΤĒ	員	安藤	智啓	ドーピー建設工業㈱	ΤĒ	員	竹本	伸一

1. はじめに

本研究では,断面寸法の違いが高性能軽量コンクリ-ト製曲げ破壊型 RC 梁の耐衝撃性状に与える影響を検討するため,断面寸法は異なるものの静的曲げ耐力のほぼ等しい2種類の高性能軽量コンクリ-ト製曲げ破壊型 RC 梁を製作し,これら RC 梁に関する重錘落下衝撃実験を実施した.

2. 実験概要

図 - 1 には,本実験に用いた断面寸法の異なる2種類の高性能軽量コンクリート製 RC 梁に関する形状寸法 および配筋状況を示している.各梁の断面寸法は各々 25×25 cm,20×20 cm である.ここでは,前者を HL25 梁,後者を HL20 梁と呼ぶこととする.表 - 1 には,両梁の静的設計値一覧を示している.表中,静的曲げ耐 力 *Puse* および静的せん断耐力 *Vuse* は,示方書に基づき算定している.両梁ともせん断余裕度は α > 1.0 である

ことより,設計的に静載荷時には曲げ破壊すること が予想される.また,別途実施した静載荷実験結果 から,両梁の実測曲げ耐力 Pusは同程度であること を確認している.

実験は,リバウンド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質量 300 kg の重錘 を所定の高さから自由落下させることにより行っ ている.治具全体は RC 梁の回転のみを許容するピ ン支持に近い構造となっている.表-2には,実験 ケース一覧を示している.本実験の載荷方法には, 繰り返し載荷と単一載荷の2種類を採用している. 前者は初速度および増分速度を1m/sとして,同一 試験体に対して梁が破壊に至るまで重錘を繰り返 し落下させる方法である.一方,後者は繰り返し載 荷の最終速度と同一速度で一度だけ重錘を落下さ せる方法である.ここでは,著者らの過去の研究に^{V=} 基づき RC 梁の累積残留変位が純スパン長の 2% (60 ^{1m/s} mm) に達した時点を破壊と定義した.測定項目は, 重錘衝撃力 P, 合支点反力 R(以後, 支点反力)お よび載荷点変位 δ (以後,変位)の各応答波形であ る.また,実験終了後にはひび割れも記録している. 実験結果および考察

3.1 各種応答波形

図 - 2 には,繰り返し載荷実験より得られた 5m/s HL25 梁と HL20 梁の重錘衝撃力 *P*,支点反力 *R*, 変位 δ に関する各応答波形を示している.まず,



図 - 1 RC 梁の形状寸法および配筋状況 (HL25, HL20 梁)

表 - 1 RC 梁の静的設計値一覧

試験	曲げ耐力	せん断耐力	せん断余裕度	実測曲げ耐力
体名	P_{usc} (kN)	V_{usc} (kN)	$(=V_{usc} / P_{usc})$	P_{us} (kN)
HL25	59.2	129.7	2.19	75.3
HL20	69.7	107.5	1.54	76.3

表-2 実験ケース一覧

試験	深	ノ返し軋何	里 一 載 何		
体名	試験体数	衝突速度 V (m/s)	試験体数	衝突速度 V (m/s)	
HL25	1	1 ~ 5	1	5	
HL20	1	1~5	1	5	



キーワード:高性能軽量コンクリート,曲げ破壊型 RC 梁,耐衝撃性状,断面寸法 連絡先 〒050-8585 北海道室蘭市水元町27番1号 室蘭工業大学工学部建設システム工学科 Tel 0143-46-5226 Fax 0143-46-5227



図-4 実験終了後のひび割れ分布

重錘衝撃力波形 Pについて見ると, Pは両梁とも衝突速度 Vの大きさに拘わらず立ち上がりから減衰に至るま で大略類似した分布となっていることが分かる.すなわち,両波動は衝撃初期に急激に立ち上がり,最大値を 示した後一旦急激に零値まで減少する(第1波).その後再度立ち上がり第2ピーク値を示した後,緩やかに減 少している(第2波).なお,最大応答値および継続時間は Vの増加に伴い増大している.この傾向は支点反 力波形 R および変位波形 δ の場合にも同様に見られる.次に,支点反力波形 Rについて見ると, R は Pの場 合と同様に Vの大きさに拘わらず両者で良く対応している.しかしながら,波動の分布性状は Pの場合とは異 なり,第1波と第2波の明瞭な分散は見られず,周期の長い正弦半波と高周波成分が合成された性状を示して いる.さらに,変位波形 δ に関しても,両梁の振幅や振動周期等の分布性状が良く一致していることが分か る.しかしながら, P や Rに見られるような高周波成分は含まれず,単純な正弦波状の分布を呈している.

図 - 3には,繰り返し載荷実験より得られた HL25 梁と HL20 梁の支点反力 - 変位曲線($R - \delta$ 曲線)を衝突 速度 V 毎に比較して示している.両梁ともループの面積として評価される吸収エネルギー量は, V の増加に伴 い増大していることが分かる.また, V の大きさに拘わらず, $R - \delta$ 曲線の分布は両梁で比較的良く対応してこ とが分かる.詳細にみると, V = 1, 2 m/s では吸収エネルギー量が非常に小さく, RC 梁が弾性的に挙動してい ることを伺わせる分布となっている. V 3 m/s では,支点反力R は若干変位の生じた時点で負載荷状態から 正載荷状態に移行し最大値まで増加している.最大支点反力値に到達後, R は増減を繰り返して徐々に減少し ていくものの,最大変位値近傍でRが再度最大値程度まで増大している.最大変位値到達後には,R は初期時 よりは勾配の小さい剛性で除荷に至っている.

3.3 実験終了後のひび割れ分布

図 - 4には, HL25 梁と HL20 梁の破壊時(衝突速度 V = 5 m/s)における各載荷実験終了後のひび割れ分布を示している.図より,両梁のひび割れ分布は,繰り返し載荷および単一載荷の場合とも,大略類似していることが分かる.すなわち,梁下縁から進展する曲げひび割れがスパン全域に,またスパン中央部には載荷点部から約45°の角度で梁下縁に進展する斜めひび割れが発生している.また,載荷点近傍ではコンクリートの剥落も生じている. なお,載荷方法の違いに関しては,繰り返し載荷の下縁かぶり部の剥落を除き,両梁には顕著な差異は見られない. 4. まとめ

本実験結果より,1)静的曲げ耐力が同程度である場合には,重錘衝撃力,支点反力,変位に関する応答波形,支 点反力-変位曲線の分布性状は断面寸法に拘わらずほぼ同様となる.2)また,実験終了後のひび割れ分布性状も大 略同様となる.なお,載荷方法の違いがひび割れ分布性状へ与える影響は小さい.3)従って,高性能軽量コンクリ ートを用いた曲げ破壊型 RC梁の場合にも,静的曲げ耐力に基づいた耐衝撃設計が可能であるものと判断される.