

I - B 305

単一衝撃荷重を受けるせん断破壊型 RC 梁の動的挙動

室蘭工業大学 正 員 安藤 智啓
 室蘭工業大学 正 員 岸 徳光
 三井建設(株) フェロー会員 三上 浩
 室蘭工業大学 フェロー会員 松岡 健一

1. はじめに

本研究では、せん断破壊型 RC 梁の耐衝撃特性に関する基礎資料を得ることを目的として、主として静載荷時にせん断破壊が卓越する RC 梁に関する単一載荷による重錘落下衝撃実験を行った。ここでは、特にひび割れ性状、各種応答波形および荷重-載荷点変位特性に着目して、RC 梁の動的挙動に関する検討を試みた。

2. 実験概要

図-1には試験体の形状寸法および配筋状況を示している。試験体はいずれも断面寸法 15×25 cm の単鉄筋矩形 RC 梁である。また、主鉄筋径には D19, D13 の2種類を、純スパン長 L には 1.0, 1.5, 2.0 m の3種類を採用し、これらの組み合わせにより試験体を製作している。表-1には試験体の一覧を示している。試験体名には主鉄筋径と純スパン長を組み合わせ用いている。表中の静的せん断耐力 V_{usc} および静的曲げ耐力 P_{usc} は、土木学会コンクリート標準示方書に基づき算定している。せん断余裕度 α は V_{usc} を P_{usc} で除した値であり、 $\alpha < 1$ の場合には静載荷時にせん断破壊が卓越することを意味している。

実験は、RC 梁のスパン中央部に 2.9 kN の円柱状鋼製重錘を所定の高さから単一に載荷させることにより行っている。また、本研究では、梁が著しく損傷し実験の続行が不可能になるまで、1 m/s ずつ衝突速度 V を増大させて実験を実施した。ただし、衝突速度が比較的遅い $V = 2$ m/s の実験は、試験体数の制約もあり D13-L1.0 を除き実施していない。なお、紙面の都合により、ここでは純スパン長 L が 1.5 m である試験体 D19/D13-L1.5 の実験結果を用いて各項目ごとに検討を行った。

3. 実験結果および考察

3.1. ひび割れ性状

図-2には、各衝突速度における実験終了後のひび割れ性状を示している。D19-L1.5 についてみると、曲げひび割れの分布は $V = 3$ m/s 以上でほぼ同程度であるものの、衝突速度 V の増加とともにせん断ひび割れが発生する傾向にあることがわかる。 $V = 5$ m/s の場合には、載荷点から支点到至る貫通する斜めひび割れが発生し、その結果主鉄筋が大きく塑性変形してコンクリート塊がアーチ状に押し上げられる破壊状態を示している。一方、D13-L1.5 の場合には、 $V = 3$ m/s 以上で同程度の曲げひび割れの分散を示しているが、衝突速度 V の増加とともにその進展度合が大きく示されている。しかしながら、曲げひび割れのみによっては終局に至らず、 $V = 5$ m/s で載荷点から支点到至

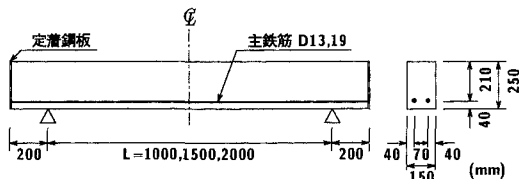


図-1 試験体の形状寸法および配筋状況

表-1 試験体の一覧

試験体名	主鉄筋径	純スパン長 L (m)	衝突速度 V (m/s)	静的曲げ耐力 P_{usc} (kN)	静的せん断耐力 P_{usc} (kN)	せん断余裕度 α
D19-L1.0	D19	1.0	1,3~6	164.1	69.8	0.43
D19-L1.5		1.5	1,3~5	109.4	69.8	0.64
D19-L2.0		2.0	1,3~5	82.1	69.8	0.85
D13-L1.0	D13	1.0	1~5	78.6	52.7	0.67
D13-L1.5		1.5	1,3~5	52.4	52.7	0.99
D13-L2.0		2.0	1,3~6	39.3	52.7	1.34

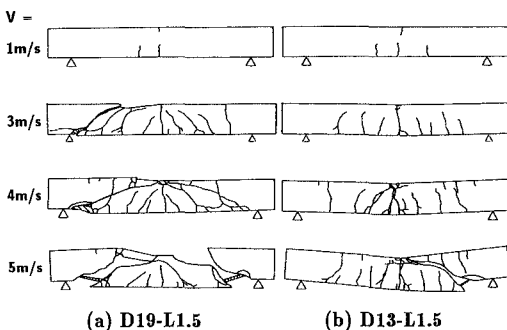


図-2 ひび割れ状況

キーワード：せん断破壊型 RC 梁、単一衝撃荷重、動的挙動、重錘衝撃力、支点反力

連絡先 〒050-8586 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 Tel 0143-46-5226 Fax 0143-46-5227

る斜めひび割れの発生により終局に至っている。

3.2. 重錘衝撃力, 支点反力および変位波形

図-3には, 重錘衝撃力 P , 合支点反力(以下, 支点反力) R および載荷点変位(以下, 変位)波形 δ を示している。D19-L1.5 についてみると, 各衝突速度において重錘衝撃力と支点反力の最大値やその発生時刻および波動継続時間が大略類似していることがわかる。また, 各波形は $V = 1$ m/s の場合には半周期 10 msec 程度の正弦半波のみの波形分布を示しているが, 衝突速度 V の増加とともにさらに振幅が $1/4 \sim 1/2$ 程度に低減した緩やかな波動が現れてくる。その継続時間は V の増大とともに延長しており, $V = 5$ m/s の場合で 60 msec 程度となっている。なお, 変位波形は, $V = 3$ m/s 時から荷重除荷後に直流成分のみが示され, この時点より梁がせん断破壊の性状を示していることがわかる。

D13-L1.5 に関しては, 重錘衝撃力波形の衝撃初期における高周波成分を除き, 重錘衝撃力は支点反力と各衝突速度でよく類似した波形形状を示している。すなわち, $V = 4$ m/s 以下では台形状の分布形状を示し, 一定振幅部の継続時間は V の増加とともに延びている。しかしながら, $V = 5$ m/s の場合には重錘衝撃力, 支点反力とも応答時間が 10 msec 前後となり, 載荷点から支点に至る斜めひび割れの発生により梁が脆性的に破壊していることを裏づけている。従って, 変位波形も $V = 4$ m/s 以下では荷重除荷後に低次の振動状態を呈しているが, $V = 5$ m/s では直流成分のみとなっている。

3.3. 重錘衝撃力, 支点反力一変位特性

図-4には, 重錘衝撃力一変位曲線 $P-\delta$ および支点反力一変位曲線 $R-\delta$ の衝突速度 V による推移状況を示している。また, 図中には別途実施した静載荷実験の結果($P_s-\delta$)も合わせて示している。図より, 両梁の $P-\delta$, $R-\delta$ の囲む面積は V の増加に対応して大きくなり, 梁の吸収エネルギー量が増大している様子がわかる。また, D13-L1.5 の変位初期の挙動を除き, 両梁の場合とも $P-\delta$ と $R-\delta$ は大略類似した分布形状を示しており, 重錘衝撃力と支点反力の変位に関する履歴曲線は同様の性状を示すことがわかる。詳細にみると, D19-L1.5 の場合には衝撃力が弾性的に増加して最大値に達した後, 急激に減少する三角形の分布特性を示している。一方, D13-L1.5 の場合には $V = 4$ m/s 以下ではほぼ最大値程度の衝撃力が作用した状態で変位が増大し, やがて初期剛性と同程度の状態で減少する平行四辺形状の分布特性を示している。しかしながら, せん断変形が卓越し終局に至る $V = 5$ m/s の場合には D19-L1.5 と同様に三角形の分布特性となっている。なお, 静載荷実験の結果と比較すると, 両梁とも $R-\delta$ の立ち上がり勾配は $P_s-\delta$ のそれとほぼ等しく, また $V = 3$ m/s 時以降の最大支点反力は最大静荷重と同等あるいは若干大きく示されている。

4. まとめ

本研究では, せん断破壊型 RC 梁の耐衝撃特性に関する基礎資料を得ることを目的として, 主として静載荷時にせん断破壊が卓越する RC 梁に関する重錘落下衝撃実験を行った。その結果, 単一衝撃荷重を受けるせん断破壊型 RC 梁のひび割れ性状, 各種応答波形および荷重-載荷点変位特性を明らかにすることができた。

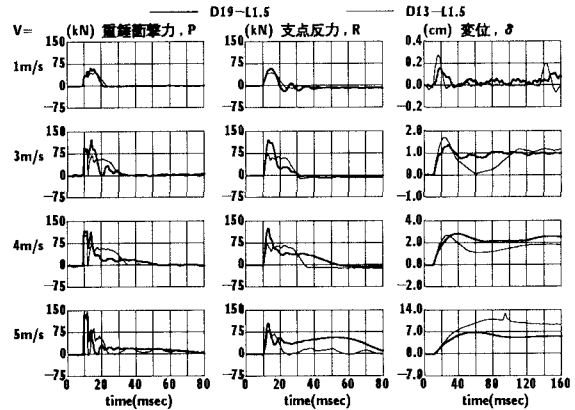


図-3 重錘衝撃力, 支点反力および変位波形

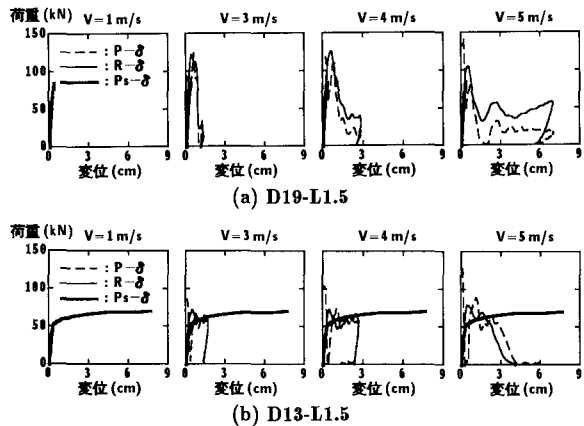


図-4 重錘衝撃力, 支点反力一変位曲線