

I - B199 断面寸法の異なる RC 梁の耐衝撃性状に関する実験研究

構研エンジニアリング 正 員 小番 一広
 室蘭工業大学 正 員 岸 徳光
 三井建設 正 員 三上 浩
 室蘭工業大学 正 員 松岡 健一

1. はじめに

本研究では、RC 梁の合理的で汎用性のある耐衝撃設計法を確立することを目的として、同一のスパン長を有し断面寸法および静的曲げ耐力の異なる RC 梁を用いた衝撃荷重実験を行い、RC 梁の耐衝撃性状と既往の耐衝撃設計法の適用性について検討を行った。

2. 実験概要

表-1 に試験体および実験結果の一覧を示す。実験に用いた試験体は 8 体で、断面寸法ならびに補強筋比をそれぞれ変化した複鉄筋矩形梁である。なお、試験体名は断面の種類および用いた補強筋の呼び径を組合わせて表示している。表中の静的曲げ耐力は、コンクリートおよび鉄筋の力学的特性を用いて断面分割法によって算出した。実験に用いたコンクリートの強度は、設計基準強度が $f'_{ck} = 240 \text{ kgf/cm}^2$ で実験時材令における圧縮強度が $252 \sim 284 \text{ kgf/cm}^2$ である。

図-1 に試験体の形状寸法および配筋位置を示す。本実験では、支点部のリバウンドを防止するため梁の両端面から 25 mm の位置で梁の上下を固定している。衝撃荷重は、重量が 200 kgf、直径が 15 cm の鋼製重錘を自由落下させることによって載荷している。載荷方法は載荷速度 $V = 1 \text{ m/sec}$ から 1 m/sec 刻みで破壊するまで繰り返し載荷とした。破壊は累積残留変形量が梁の純スパンの $1/50$ (4cm) 程度に達した状態と定義した。なお、支点部には衝撃荷重測定用ロードセルを設置して動的支点反力を測定し、スパン中央部には容量 80 mm の非接触式変位計を設置して変位応答ならびに残留変形量を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1. 静的曲げ耐力と支点反力の関係

図-2 に各梁の静的曲げ耐力と衝撃実験で得られた最大載荷速度における支点反力の関係をまとめて示す。図中の細破線は静的曲げ耐力と支点反力が等しい線を示している。図より、梁の衝撃破壊時における支点反力は、補強筋量や断面寸法の違いに関わらず静的曲げ耐力とほぼ同程度か若干大きい程度であることが分かる。これは、RC 梁の衝撃曲げ破壊が静的曲げ破壊と同様に補強筋の降伏と密接に関連していることを示している。なお、断面タイプの違いに関わらず静的曲げ耐力が大きな梁ほど支点反力も大きく励起されている。また、衝撃曲げ耐力と支点反力が等しいと仮定すると、衝撃曲げ耐力は静的曲げ耐力と同程度か若干大きい程度であることより、衝撃荷重載荷時の RC 梁の耐力を静的曲げ耐力で評価することは設計的に安全

表-1 試験体および実験結果

試験体名	補強筋比 (%)	静的曲げ耐力 (tf)	載荷速度 (m/sec)	残留変形量 (cm)
A-19	1.88	6.59	1 ~ 6	3.10
A-22	2.55	8.49	1 ~ 6	1.90
B-10	0.42	1.72	1 ~ 4	4.56
B-13	0.75	2.74	1 ~ 4	2.42
B-19	1.69	6.00	1 ~ 6	3.48
C-10	0.74	1.16	1 ~ 3	3.37
C-13	1.32	1.73	1 ~ 3	2.00
C-19	2.98	3.86	1 ~ 5	3.90

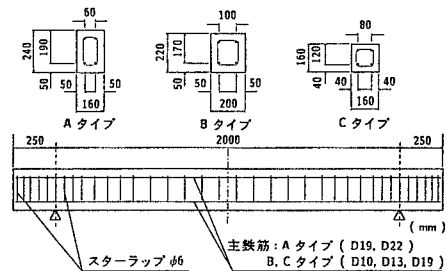


図-1 試験体の形状寸法および配筋位置

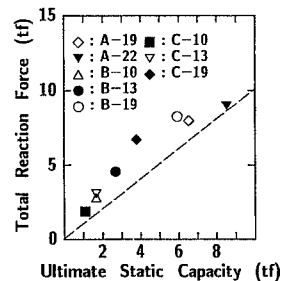


図-2 静的曲げ耐力と支点反力

キーワード：RC 梁，重錘衝撃，吸収エネルギー，静的曲げ耐力

連絡先：〒050 北海道室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 TEL 0143-47-3168 FAX 0143-47-3169

側であるものと考えることができる。

3.2. 断面寸法の耐衝撃性に与える影響

図-3 に断面寸法が異なり静的曲げ耐力が同程度の梁 (A-19 と B-19, B-10 と C-13) の支点反力および累積残留変形量と载荷速度の関係を示す。A-19 梁と B-19 梁の梁幅と梁高は若干相違しているが、断面 2 次モーメントは大差がなく、また用いた鉄筋径は両梁で同様である。よって両梁の静的曲げ耐力は同程度となっている。一方、B-10 梁と C-13 梁の梁幅と梁高は大幅に異なり、断面 2 次モーメントも大きく異なっている。しかし、断面 2 次モーメントの小さな梁を太径の鉄筋で補強したため、この場合も両梁の静的曲げ耐力は同程度となっている。図より、両者とも支点反力および累積残留変形量と载荷速度との関係は極めて良く一致していることが分かる。以上から衝撃荷重载荷を受ける RC 梁は、断面寸法や補強筋比の違いに関わらず静的曲げ耐力が同等であれば同様の動的挙動を示すことが分かる。

3.3. 耐衝撃性のエネルギー論的考察

本研究では、衝撃破壊時における RC 梁の吸収エネルギーを、梁破壊時の支点反力と梁中央変位の関係がなすループの面積と仮定して、梁破壊時の重錘の運動エネルギー (载荷エネルギー) と吸収エネルギーの関係について考察する。図-4 に、梁破壊時の载荷エネルギーに対する各梁の吸収エネルギーの比率をまとめて示す。図より、エネルギー比率は断面寸法の違いや補強筋の違いに関わらずほぼ同様の値を示しており、これらを平均すると約 30 % であることがわかる。また、既往の研究¹⁾ではこの比率が 36 % 程度であることから、梁破壊時の吸収エネルギーは断面寸法に関わらず载荷エネルギー (E_K) の 1/3 程度であるものと判断される。

本実験結果と既往の研究結果¹⁾より、衝撃破壊近傍の载荷速度における RC 梁の支点反力-変位関係は図-5 のような平行四辺形状に模式化されることが明らかになっている。また、図中の関係は、梁破壊時の支点反力が静的曲げ耐力 (P_{us}) とほぼ等しいことより、残留変形量 (δ_u) を用いて下式のように表すことができる。

$$P_{us} \times \delta_u = 1/3 \times E_K \quad \therefore \delta_u = E_K / 3 P_{us}$$

この関係は、既往の研究¹⁾においても同様に示されていることから、本研究結果は既往の研究¹⁾と同様に扱うことができるものといえる。すなわち、既往の耐衝撃設計法は断面寸法の異なる RC 梁にも適用可能であるといえる。

4. まとめ

断面寸法および補強筋量の異なる RC 梁を製作し、重錘落下衝撃力を载荷して耐衝撃性状を比較検討し、併せて既往の耐衝撃設計法の適用性を検討した。本研究の範囲内で明らかになったことを要約すると、

- (1) 断面寸法や補強筋比の違いに関わらず、静的曲げ耐力が同等な梁の耐衝撃性状は同様である。また、静的曲げ耐力と最大支点反力はほぼ同程度である。
- (2) 梁破壊時の载荷速度における支点反力より求めた吸収エネルギーは载荷エネルギーの 30 % 程度である。
- (3) 既往の耐衝撃設計法は断面寸法の異なる RC 梁にも適用可能である。

参考文献 1) 三上, 岸, 松岡, 田村: 低速度衝撃を受ける RC 梁の耐衝撃設計法の一提案, 構造工学論文集, Vol.42A, pp.1255-1260, 1996.

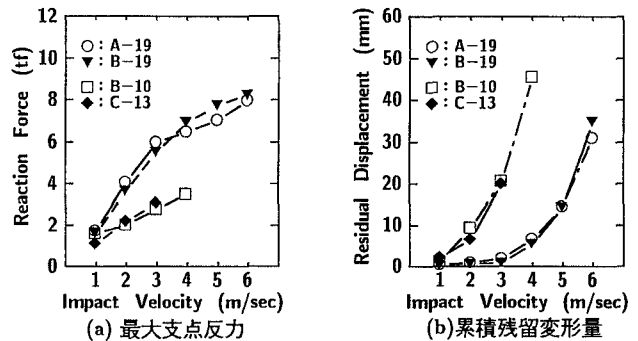


図-3 断面寸法の耐衝撃性に与える影響

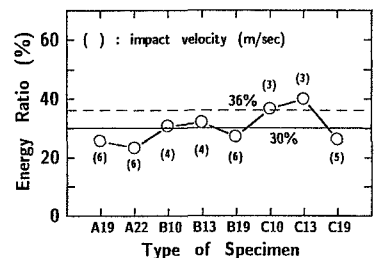


図-4 エネルギー比率

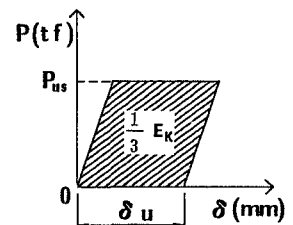


図-5 吸収エネルギー模式図