

重錘落下衝撃を受ける単鉄筋RC矩形床板の耐衝撃挙動

専修大学北海道短期大学 正員 三上 敬司
 室蘭工業大学 正員 岸 徳光
 三井建設（株） 正員 三上 浩
 室蘭工業大学 正員 松岡 健一

1. まえがき

著者らは、これまでコンクリート部材の耐衝撃性を検討するために、RC、PC床板やAFRPロッドを補強筋としたコンクリート床板等の衝撃実験を行ってきた。^{1)~3)} これらの実験では、弾性から塑性初期領域までのコンクリート床板の衝撃応答性状を明らかにすることを目的として、鉄筋比が片側約1%の複鉄筋断面の供試体を用いている。衝撃的外力を受けるRC床板は、衝撃の初期における応力波伝播により、また衝撃力による振動状態の励起により交番応力が発生し、複鉄筋断面とすることの意義が認められた。しかし、静的外力を受けるRC部材は、単鉄筋断面として設計することが一般的であることから、単鉄筋断面部材の耐衝撃特性を明らかにすることも重要であるものと考えられる。

本研究では、主として衝撃荷重載荷による単鉄筋RC床板の破壊性状への付着特性、鉄筋比、コンクリート強度の影響を検討することを目的として実験を行った。

2. 衝撃実験

衝撃実験は、円柱状鋼製重錘（ $W=100\text{kgf}$ ）を所定の高さにセットし、自由落下させて衝撃荷重を試験体中央に載荷して行っている。また、試験体支持部は、単純支持条件とするために床板四辺を上下から鋼製ローラーを用いて支持している。試験体名は、表-1に示しているように補強筋として丸鋼および異形鉄筋を用いている場合をそれぞれRC、DC、コンクリート強度に関しては高強度、低強度をH、Lとし、鉄筋比1%、0.5%をそれぞれ1、5としている。

コンクリートは、粗骨材の最大寸法が15mmのレディミクストコンクリートで、高強度の場合はW/Cが38.0%、単位セメント量が423kgで、低強度の場合は、W/Cが62.0%、単位セメント量が210kgである。表-2には、材令28日におけるコンクリートの力学的特性を示している。

図-1は、コンクリート床板の配筋図、歪ゲージおよび変位計位置を示している。配筋図の左、右は、鉄筋比がそれぞれ0.5%、1%の場合であり、鉄筋間隔がそれぞれ10cm、5cm間隔となっている。床板は、衝撃実験装置の能力の関係から、厚さを抑えて寸法150cm×150cm×7cmでかぶり1cmの単鉄筋断面としている。なお、本実験は、供試体を有効に利用するために同一床板に衝撃荷重を繰り返し載荷して

表-1 試験体名一覧

名称	鉄筋の種類	圧縮強度 (kgf/cm^2)	鉄筋比 (%)
RC-L5	丸鋼 R6	171	0.5
DC-L5	異形鉄筋 D6	171	0.5
RC-L1	丸鋼 R6	171	1.0
DC-L1	異形鉄筋 D6	171	1.0
RC-H5	丸鋼 R6	461	0.5
DC-H5	異形鉄筋 D6	461	0.5
RC-H1	丸鋼 R6	461	1.0
DC-H1	異形鉄筋 D6	461	1.0

表-2 コンクリートの力学的特性

試験体名	弾性係数 (kgf/cm^2)	ポアソン比	単位重量 (tf/m^3)
RC-L5 ~ DC-L1	1.82×10^5	0.230	2.127
RC-H5 ~ DC-H1	2.71×10^5	0.195	2.314

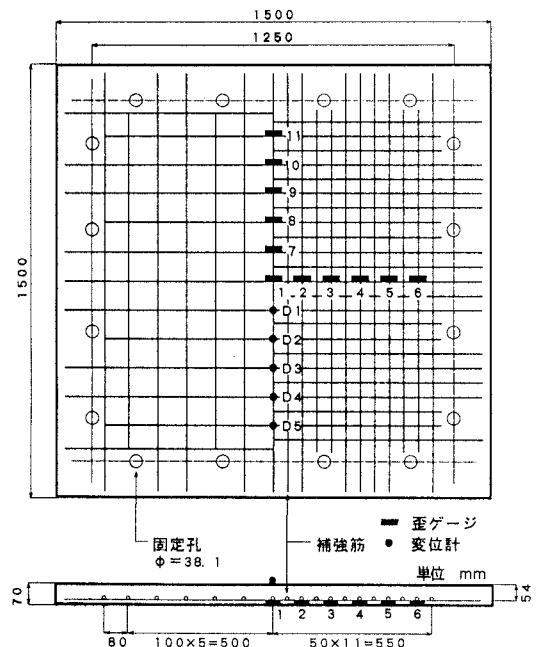


図-1 コンクリート床板の配筋図

いる。また、実験は、床板に対する重錘の貫入や裏面剥離が生じるまで行うこととし、衝突速度を最大 7.5 m/sec までとした。なお、重錘が床板に貫入した時点で実験を終了している。

3. 実験結果

3.1. 破壊時の衝突速度とコンクリート強度および鉄筋比との関係

図-2、3は、それぞれ破壊時における衝突速度とコンクリート強度および鉄筋比との関係を示している。DC-L1 以外の低強度コンクリートでは衝突速度が $V=6\text{m/sec}$ で床板が破壊している。高強度コンクリートの場合では、RC-H5のみが $V=6\text{m/sec}$ で破壊しているが、それ以外の床板では $V=7\text{m/sec}$ で破壊している。この結果から、低強度のコンクリートでも鉄筋比が1%で付着強度が大きい異形鉄筋を用いると耐衝撃性が向上することがわかる。一方、鉄筋比および付着強度が小さい場合にはコンクリート強度を高くしても耐衝撃性が向上しないようである。

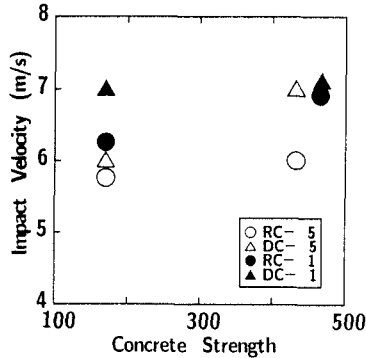


図-2 衝突速度とコンクリート強度の関係

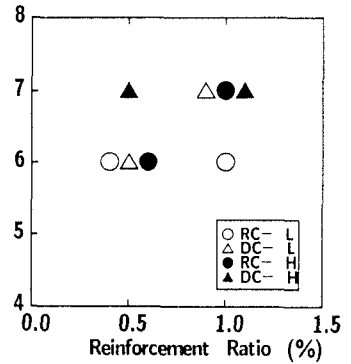


図-3 衝突速度と鉄筋比の関係

図-2、3は、それぞれ破壊時における衝突速度とコンクリート強度および鉄筋比との関係を示している。DC-L1 以外の低強度コンクリートでは衝突速度が $V=6\text{m/sec}$ で床板が破壊している。高強度コンクリートの場合では、RC-H5のみが $V=6\text{m/sec}$ で破壊しているが、それ以外の床板では $V=7\text{m/sec}$ で破壊している。この結果から、低強度のコンクリートでも鉄筋比が1%で付着強度が大きい異形鉄筋を用いると耐衝撃性が向上することがわかる。一方、鉄筋比および付着強度が小さい場合にはコンクリート強度を高くしても耐衝撃性が向上しないようである。

3.2. 破壊時の衝突速度と貫入量との関係

図-4は、破壊時における衝突速度と押し抜け部貫入量との関係を示している。低強度コンクリートで鉄筋量も少なくかつ付着強度が小さいRC-L5では、破壊時の衝突速度が $V=6\text{m/sec}$ で貫入量も約54mmとなり、他の低強度コンクリートに比べて破壊時の損傷が非常に大きくなっている。また、低強度コンクリートで、鉄筋比が1%かつ付着強度が大きいDC-L1は、他の低強度コンクリートに比べて破壊時の衝突速度が $V=7\text{m/sec}$ となり、貫入量もそれ程大きくないことがわかる。一方、高強度コンクリートでも、RC-H5では破壊時の衝突速度が $V=6\text{m/sec}$ で貫入量が約20mm、DC-H5では、破壊時の衝突速度が $V=7\text{m/sec}$ で、貫入量が約54mmと大きくなり、いずれも破壊時の損傷が大きくなっている。しかし、高強度コンクリートで、付着強度が大きくかつ鉄筋比が1%の場合のDC-H1は、破壊時の衝突速度が $V=7\text{m/sec}$ で貫入量も極く僅かとなり、他に比べて破壊時の損傷がかなり少ないことがわかる。

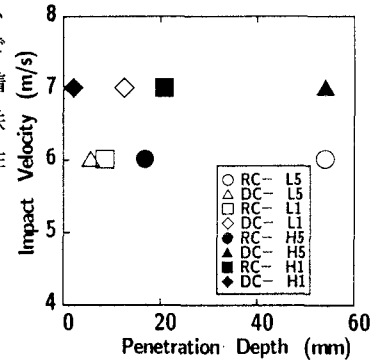


図-4 衝突速度と貫入量の関係

図-4は、破壊時における衝突速度と押し抜け部貫入量との関係を示している。低強度コンクリートで鉄筋量も少なくかつ付着強度が小さいRC-L5では、破壊時の衝突速度が $V=6\text{m/sec}$ で貫入量も約54mmとなり、他の低強度コンクリートに比べて破壊時の損傷が非常に大きくなっている。また、低強度コンクリートで、鉄筋比が1%かつ付着強度が大きいDC-L1は、他の低強度コンクリートに比べて破壊時の衝突速度が $V=7\text{m/sec}$ となり、貫入量もそれ程大きくないことがわかる。一方、高強度コンクリートでも、RC-H5では破壊時の衝突速度が $V=6\text{m/sec}$ で貫入量が約20mm、DC-H5では、破壊時の衝突速度が $V=7\text{m/sec}$ で、貫入量が約54mmと大きくなり、いずれも破壊時の損傷が大きくなっている。しかし、高強度コンクリートで、付着強度が大きくかつ鉄筋比が1%の場合のDC-H1は、破壊時の衝突速度が $V=7\text{m/sec}$ で貫入量も極く僅かとなり、他に比べて破壊時の損傷がかなり少ないことがわかる。

4. あとがき

本研究では、衝撃荷重載荷によるコンクリート床板の破壊性状を明らかにするめに、床板の寸法を $150\text{cm} \times 150\text{cm} \times 7\text{cm}$ とし、単鉄筋断面として衝撃実験を行い、鉄筋の種類、コンクリート強度、鉄筋比を変化させた場合のコンクリート床板の破壊性状に与える影響について検討した。得られた実験結果から、高強度コンクリートで、付着強度が大きくかつ鉄筋比が1%の場合は、破壊時の損傷がかなり少ないことが明らかになった。今後は、上述した3つの因子が変位分布、歪の時刻歴応答、最大衝撃力と衝突速度との関係、床板表裏のひび割れ性状などに与えている影響についても検討を行いたいと考えている。

参考文献

- 1) 三上浩・岸徳光・松岡健一・能町純雄：組紐状AFRPロッドを用いたコンクリートスラブの重錘落下衝撃挙動，構造工学論文集，Vol.37A，pp.1591~1602，1991年2月。
- 2) 岸徳光・松岡健一・大沼博志・能町純雄：四辺単純支持RC矩形板の重錘落下衝撃実験，構造工学論文集，Vol.38A，pp.1587~1596，1992年3月。
- 3) 三上敬司・岸徳光・松岡健一・能町純雄：四辺単純支持PC矩形板の衝撃載荷実験，構造工学論文集，Vol.39A，pp.1621~1630，1993年3月。