

I - B 178

各種 R C ばりの衝撃破壊実験について

金沢大学大学院 学生員 ○熊谷 貴秀
 金沢大学 正会員 榎谷 浩
 小松市 正会員 中田 吉彦
 鹿島建設（株） 正会員 森嶋 芳大

1. まえがき

衝撃現象下でのコンクリート構造物の挙動は静的な場合と大きく異なることが知られており、その研究は盛んに行われているが¹⁾、不明な点が多いのが現状である。そこで本研究では、まず、各種衝撃力を受ける鉄筋コンクリート（以下 R C と呼ぶ）はりの基本的な応答性状を実験的に調べるため、R C はりの静的載荷実験と重錘落下衝突による衝撃実験を行った。最後に、実験から、衝撃力や挙動特性に関し得られた知見を示す。

2. 鉄筋コンクリートはりの衝撃実験

実験で用いた一供試体の諸元を図-1に示す。また、衝撃実験で用いた装置を図-2に示す。これは、鉄板を重ね合わせロードセルと一体化した重錘を磁石を用いて所定の高さまで吊り上げ、自由落下させるいわゆる自由落下式の実験装置である。

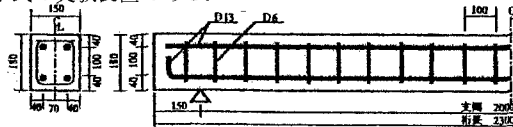


図-1 供試体諸元

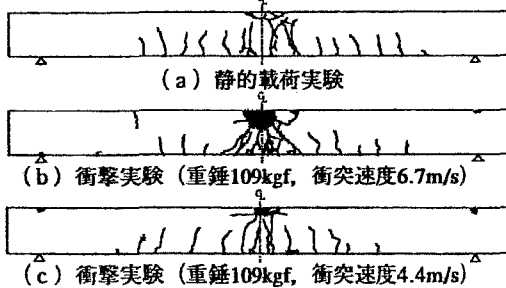


図-3 ひび割れ状況

実験終了後のひび割れ状況の一例を図-3に示す。静的載荷では、曲げによる破壊が生じている。衝撃実験では、載荷点であるはり中央で押し抜きせん断破壊が確認でき、はり中央上面での圧壊、剥離も見られた。また、はり上面からのひびわれも確認できる。これら押し抜きせん断破壊やはり上面からのひび割れは静的載荷では見られない衝撃荷重下特有のものである。また、表-1に供試体名、載荷方法の一例を示す。

衝突速度の相違による荷重応答の比較例を図-4に示す。衝突速度5.0m/sの場合の方が、2.5m/sの場合に比べて荷重最大値は約2.5倍大きく、荷重継続時間は、約1.5倍大きいことがわかる。重錘重量の相違による荷重応答の比較例を図-5に示す。重錘重量194kgfの場合の方が109kgfの場合に比べて荷重最大値は約1.3倍大きく、荷重継続時間は約1.8倍大きいことがわかる。

キーワード：衝撃，R C はり，破壊エネルギー

連絡先：920-8667 金沢市小立野2-40-20 Tel 076-234-4603 Fax 076-234-4632

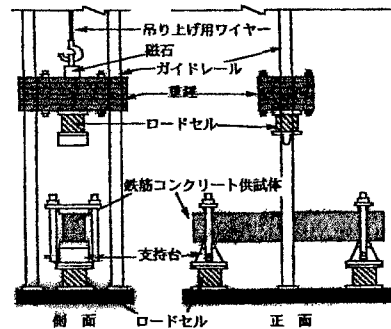


図-2 実験装置図

表-1 供試体名の一例

	供試体名	スパン (cm)	重錘重量 (kgf)	高さ (cm)	速度 (m/sec)
静的載荷実験	sta2301	200	—	—	—
	sta140	110	—	—	—
	sta9010	70	—	—	—
	F23011	200	194	128	5.0
衝撃実験 (第一落下)	M109M1	200	109	100	4.4
	M109M2	200	109	100	4.4
	M109E1	200	109	227	6.7
	M109E2	200	109	227	6.7
	F1401	110	194	128	5.0
	F1402	110	194	128	5.0
	F901051	70	194	128	5.0
	F901052	70	194	128	5.0
衝撃実験 (繰り返し落下)	C230	200	194	32	2.5
	C140	110	194	32	2.5
	C90	70	194	32	2.5

また、本実験では、せん断補強筋比の異なる供試体を用いて実験を行っており、次にせん断補強筋比の相違による応答の比較を行う。せん断補強筋比の相違による荷重応答の比較例を図-6に、載荷点変位の比較例を図-7に示す。

せん断補強筋の有無で比較すると、せん断補強筋のない場合には、荷重応答波形で、2つ目の大きな波は見られず、荷重・変位の最大値は、せん断補強筋のある場合に比べ、若干大きな値となった。

せん断補強筋比0.84%と0.38%を比較すると、荷重応答、変位応答ともにほぼ一致しており、せん断補強筋比の相違による明確な差異は認められなかった。

次に、吸収エネルギーについて考察する。ここで示す吸収エネルギーは、荷重-変位曲線を積分して得られたものであり、はりの変形に費やされるエネルギー

である。なお、ここでは、落下前の重錘の位置エネルギーから重錘の跳ね返りに費やされるエネルギーを差し引いた、第1打撃目にのみ働くエネルギーで考察した。重錘の跳ね返りに費やされるエネルギーについては、荷重応答のグラフより第1打撃応答から第2打撃応答までの時間を調べることで、跳ね返り高さを計算して、跳ね返りに費やされるエネルギーを求めた。跳ね返り高さの計算については、高速ビデオにより撮影された衝撃実験の映像により、その妥当性を確認している。

スパンの2%の変形量（載荷点）に対するエネルギー吸収量を表-2に示す。なお、表-2の（ ）内の数値は静的載荷実験を基準とした値である。純スパンの2%の変形量に対するエネルギー吸収量は、衝撃実験では静的載荷実験に比べて約1.1～1.5倍大きくなっているのが確認できる。

4. まとめ

以上より、本研究の成果をまとめると、

- 1) RCはりの衝撃実験より、はり上面からのひびわれや押し抜きせん断破壊など静的載荷では見られない衝撃荷重特有の破壊形態が確認できた。
- 2) 本実験において、衝突速度の相違は荷重最大値に、重錘重量の相違は荷重継続時間に大きな影響を及ぼした。
- 3) 本実験における程度のせん断補強筋比の相違は、載荷点の破壊性状や応答特性にほとんど影響を及ぼさない。
- 4) 同一変形量でのエネルギー吸収量は、衝撃載荷時では、静的載荷時の1～5割増となるのが確認できた。

今後、これらの挙動がより精度良く再現できるようDEMを用いた解析手法について検討していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 土木学会衝撃問題研究小委員会：構造物の衝撃挙動と設計法，土木学会，構造工学シリーズ6，1994,1

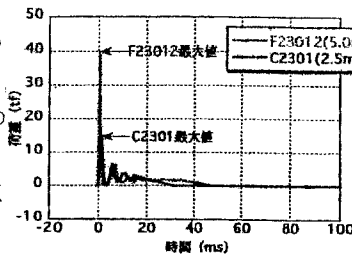


図-4 衝突速度の相違による荷重応答の比較

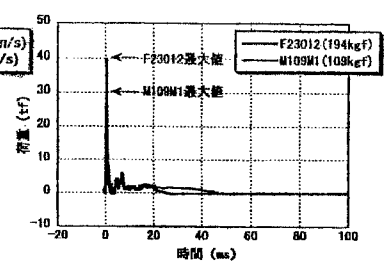


図-5 重錘重量の相違による荷重応答の比較

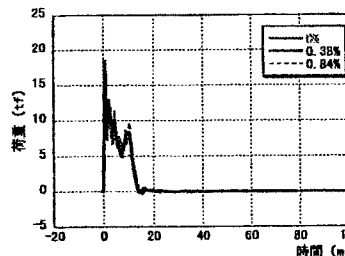


図-6 せん断補強筋比の相違による荷重応答比較

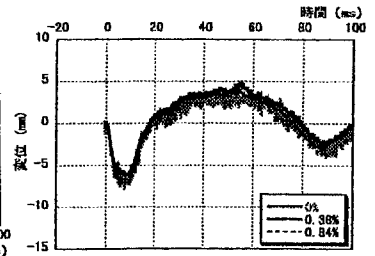


図-7 せん断補強筋比の相違による変位応答比較

表-2 エネルギー吸収量

供試体名	スパンの2%の変形量に対する 吸収エネルギー (tf・mm)	
sta2301	111.4	(1.00)
F23011	130.0	(1.17)
F23012	124.0	(1.11)
sta140	112.8	(1.00)
F1401	118.4	(1.05)
F1402	160.8	(1.43)

() 内は静的載荷実験を基準とした値