

衝撃を受けるRCはりの応答特性に関する研究

金沢大学大学院 学生員 森嶋芳大
 金沢大学工学部 学生員 熊谷貴秀
 金沢大学工学部 正 員 榎谷 浩
 金沢大学工学部 正 員 梶川康男

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、不明な点が多いのが現状である¹⁾。

そこで本研究では、衝撃問題研究小委員会で統一された形状の鉄筋コンクリートはり（以下RCはりと呼ぶ）を用いて静的載荷実験、衝撃実験を行い、衝撃荷重によるRCはりの応答特性を調べた。また、個別要素法による解析も行った。

2. RCはりの衝撃実験

2. 1 実験概要

重錘落下式実験装置を用いて、単純支持された供試体に重錘（193.03kgf）をスパン中央に衝突させた。スパン中央部の残留変位が純スパンの2%に達した状態を終局状態とし、繰返し落下実験では終局状態まで衝突速度を1m/sec刻みで上げて測定し、単一落下実験F4では繰返し落下実験における終局時の衝突速度を用いた。図-1に供試体と解析モデル図を、表-1に供試体名、載荷方法の一覧を示す。

2. 2 各実験での破壊性状

各供試体の破壊性状を図-2に示す。静的載荷では、はり中央から左右60cmの範囲において曲げひび割れが生じ、破壊した。繰返し落下実験においても曲げひび割れが見られ、C1、C2、C3と衝突速度を上げて落下回数を重ねるとひび割れは発達し、C4の終局状態では支間中央に押し抜きせん断ひび割れが生じた。この押し抜きせん断ひび割れは曲げによるひび割れをもとに発達していくものである。F4では、押し抜きせん断破壊と曲げ破壊が生じた。

2. 3 吸収エネルギー

本研究では、第一打撃目に働くエネルギーで考察し、荷重-変位曲線を積分して得られる吸収エネルギーおよびその吸収率を表-2に示す。

これより、衝突速度が上がるたび、エネルギー吸収率が減少することが確認できる。

表-1 供試体名の一覧

供試体名	載荷方法	載荷点	落下高さ (cm)	衝突速度 (m/sec)
STA	静的載荷	スパン中央	—	—
C1	繰返し落下1回目	スパン中央	5.1	1
C2	繰返し落下2回目	スパン中央	20.4	2
C3	繰返し落下3回目	スパン中央	45.9	3
C4	繰返し落下4回目	スパン中央	81.6	4
F4	単一落下	スパン中央	81.6	4

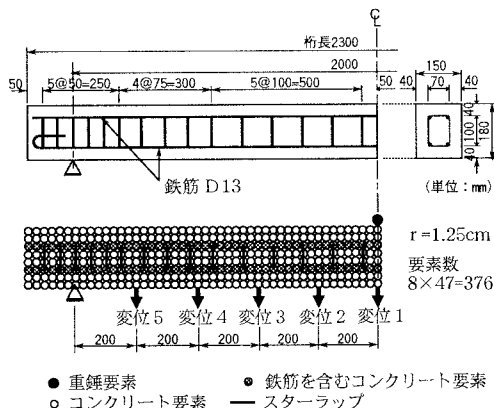


図-1 供試体と解析モデル

表-2 吸収エネルギー

	C1	C2	C3	C4	F4
①初期重錘位置エネルギー (tf・mm)	9.8	39.4	88.6	157.5	157.5
②重錘の跳ね返りに費やされるエネルギー (tf・mm)	3.5	12.6	13.5	13.6	12.3
①-② (tf・mm)	6.3	26.8	75.1	143.9	145.2
③吸収エネルギー (はりの変形に費やされるエネルギー) (tf・mm)	6.0	24.7	67.5	125.9	116.7
エネルギー吸収率 ③/①-② ×100(%)	95.2	92.2	89.9	87.5	80.4

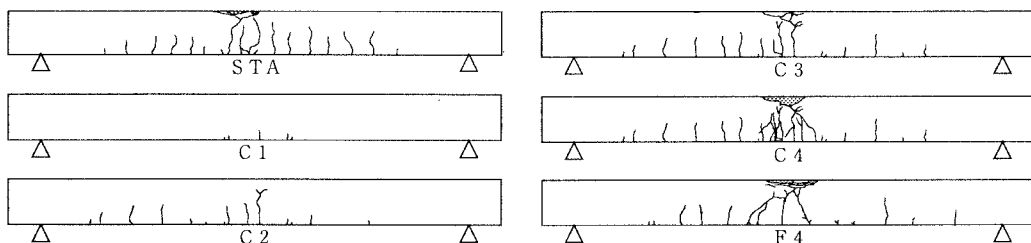


図-2 各供試体の破壊性状

3. 個別要素法による解析

ここでは、F 4の実験を対象に個別要素法による解析を試み、材料のひずみ速度効果による影響について比較検討した。

解析のケースは、ひずみ速度効果を、鉄筋とコンクリートのどちらも考慮しないもの (CASE A)、コンクリートのみを考慮するもの (CASE B)、鉄筋のみを考慮するもの (CASE C)、そして鉄筋とコンクリートのどちらも考慮するもの (CASE D) の4種類とした。

図-3は荷重波形を示したものである。初期の荷重最大値はコンクリートのひずみ速度効果を考慮していないCASE AとCASE Cで小さく、コンクリートのひずみ速度効果を考慮したCASE BとCASE Dでは大きくなっている。これよりコンクリートのひずみ速度効果の方が鉄筋のひずみ速度効果に比べ最大値に与える影響が大きいことがわかる。一方、力積については、CASE Aで最も小さく、CASE B、CASE C、CASE Dの順で大きくなっている。これより、鉄筋のひずみ速度効果の方がコンクリートのひずみ速度効果に比べ力積に与える影響が大きいことがわかる。また、本計算例ではCASE D、すなわちコンクリートと鉄筋双方のひずみ速度効果を考慮した場合が、最も実験をよく再現している。

図-4は供試体中央下端における変位波形を示したものである。変位の最大値はCASE Aで最も大きく、CASE C、CASE B、CASE Dの順で小さくなっている。これよりコンクリートのひずみ速度効果の方が鉄筋のひずみ速度効果に比べ最大値に与える影響が大きいことがわかる。本計算例ではCASE D、すなわちコンクリートと鉄筋双方のひずみ速度効果を考慮した場合の変位波形が最も実験波形を再現している。

4. まとめ

本研究では、RCはりを対象に落下条件を変えて衝撃実験を行い、衝撃現象下でのRCはりの応答特性について検討を行った。その結果は以下のようにまとめられる。

- (1) 本実験のような載荷・落下点が支間中央の場合では、支配的な破壊形式は曲げ破壊であった。
- (2) 衝撃実験では、衝撃荷重下特有の押し抜きせん断破壊が認められた。
- (3) 衝突速度の上昇によるエネルギー吸収率の減少が認められた。
- (4) 本解析法によれば、コンクリートと鉄筋双方のひずみ速度効果を考慮することにより、実験で得られた衝撃応答を比較的良好に再現できることを示した。

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

謝辞

衝撃共通実験および共通解析を企画した土木学会衝撃問題研究小委員会，ならびに試験体を製作していただいた北海道開発局土木研究所，日本サミコン（株）に深く感謝する。

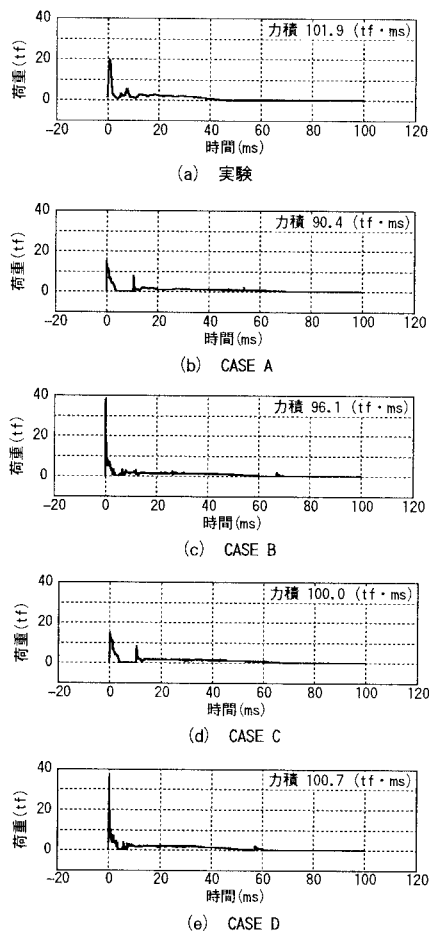


図-3 荷重波形

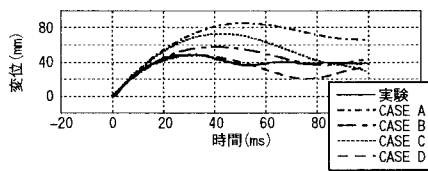


図-4 変位波形