

I-B 489

横衝撃を受ける鉄筋コンクリートはりの破壊過程

広島大学 正 員 佐藤 誠 広島大学 学生員 長田耕太郎
 広島大学 学生員○大石 力 広島大学 正 員 谷澤 裕司

1. はじめに

兵庫県南部地震や岩盤崩落などRC構造物に破壊的な衝撃荷重が作用する災害が相次いで発生し、土木構造物に対する耐衝撃設計法の確立が急がれている¹⁾。また、RC構造物の破壊には、静的場合のみならず衝撃荷重が作用する場合に対してもせん断力の効果が無視できない。さらに、衝撃破壊実験にしばしば採用される繰り返し衝撃の力学的根拠を検討し、衝撃実験の標準化または統一化における問題点を探る。

本研究では、横衝撃力をRCはりのスパン中央に与える場合と、せん断力の影響を考慮する目的でスパンの1/4点へ与える場合についての実験を行い、衝撃力によるはりの破壊過程を検討した。

2. 実験供試体および実験方法

Table 1に、RCはりの材料性質を示し、Fig.1に、RCはり供試体の形状および寸法を示す。

RCはりは、高さ18cm、幅15cm、スパン140cmの主鉄筋および複鉄筋にD-13を用いた矩形断面はりである。なお、このはりは静的荷重に対して曲げ破壊が先行するように設計してある。

衝撃実験は落錘式衝撃载荷装置で行った。Fig.2に実験装置の概要を示す。落錘は直径30cm、重量132kgfの鋼製で下端面にテーパを設け、直径6cmの円平面ではり上縁を衝撃する。また、落錘を载荷点へ正確に落下させるため、落錘中央の円孔に鋼製パイプを通してガイドとしている。

RCはりは単純支持で、両支点の下縁のみを半円支承で支え、この支点を十分剛な鋼製のI型台上に設置した。Fig.1には、鉄筋のひずみゲージ位置と载荷点直下のはり下縁に非接触型レーザ式変位計を設置した。

Table 2に実験方法の詳細を示す。

衝撃载荷点は、はりのスパン中央とスパンの1/4点の2種類である。衝撃载荷は、同一の供試体に落錘の衝撃速度 V を1,2,3,4,4.5m/sの順に5回载荷する繰り返し衝撃载荷と $V=3.0$ および4.5m/sで一回だけ载荷する単一衝撃载荷の2種類である。本実験では、RCはりの終局状態の目安を残留たわみが純スパンの2%(28mm)に達したときとする。

3. 実験結果

(1)衝撃力：Fig.3にスパン中央とスパンの1/4点を繰り返し衝撃した場合の $V=3.0$ m/sのときの衝撃力波形を示す。スパンの1/4点を衝撃した場合は、スパン中央を衝撃した場合に比較して、最大衝撃力は約50%大きく、衝撃継続時間は約20%短くなり、衝撃点に近い支点からの反力の効果で激しい衝撃になっていることを示している。

(2)残留変位：Fig.4に繰り返し衝撃と単一衝撃の各衝撃速度におけるスパン

キーワード：横衝撃，RCはり，衝撃破壊，落錘衝撃

広島大学工学部第四類：(〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1, TEL 0824-24-7791, FAX 0824-24-7792)

Table 1 材料性質

コンクリート (早強セメント)	W/C	圧縮強度	ポアソン比	弾性係数
	41.0%	31.4MPa	0.18	21.0GPa
鉄筋 (SD295A)		弾性係数	降伏応力	引張強度
		185.3GPa	318.7MPa	455.0MPa

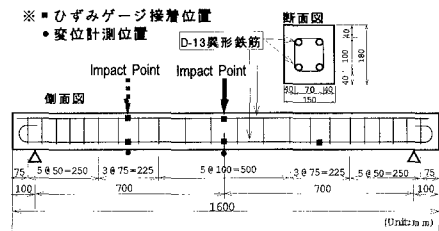


Fig.1 RCはり供試体

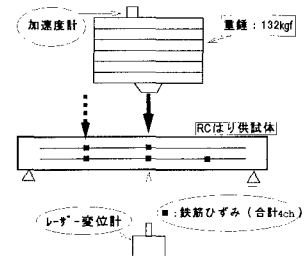


Fig.2 実験装置

Table 2 実験方法

载荷点	载荷条件	本数
スパン中央点	繰り返し	2
	単一($V=4.5$ m/s)	2
	単一($V=3.0$ m/s)	1
スパン1/4点	繰り返し	1

ン中央の残留変位を示す。繰り返し衝撃も単一衝撃も $V=2\text{m/s}$ を越えると、衝撃速度の増加とともに残留変位は加速度的に増加するが、その増加傾向は繰り返し衝撃の方が著しい。

(3)ひび割れ形状：Fig.5に、静的载荷，繰り返し衝撃($V=3, 4.5\text{m/s}$)，単一衝撃($V=3, 4.5\text{m/s}$)に対するひび割れ進展状態を示す。

a)スパン中央载荷について：静的最大耐荷力 40kN のときの残留変位 20mm が $V=4.5\text{m/s}$ の単一衝撃载荷の残留変位は 18.9mm に近いため，両者のひび割れ進展状態を比較すると，静的载荷の場合は，進展方向が载荷方向と平行であり，主として曲げ破壊が支配していると考えられる。一方，単一衝撃载荷では，スパン1/4付近から発生したひび割れは载荷点方向に向かって斜めに進展し，静的载荷より単一衝撃载荷の方がひび割れ進展に対してせん断力の効果が大きいことを表している。

繰り返し衝撃と単一衝撃では，主なき裂の発生位置はほぼ同じであるが，繰り返し衝撃の方が細かいひび割れが多く，载荷点付近の崩壊も激しい。衝撃速度 $V=3.0\text{m/s}$ で繰り返し衝撃した場合と単一衝撃した場合を比較すると，繰り返し衝撃ではこの速度以後からひび割れの進展方向が载荷点へと向かい，はり上縁からもひび割れが発生している。単一载荷ではひび割れ進展方向はほぼ载荷方向に平行であり，はり上縁からのひび割れも発生していない。

b)スパンの1/4点载荷について：静的载荷の場合，支点と载荷点の短いスパン間にもみ斜めひび割れが発生しているが，衝撃载荷した場合は衝撃回数の増加とともに，载荷点へ向かって左右両方から斜めひび割れが生じ，押し抜きせん断破壊の形状となる。

(4)スパン中央点を衝撃したときのスパン1/4点の鉄筋ひずみ：Fig.6より，波形は同様であるが，単一衝撃した場合の最大ひずみは同じ衝撃速度による繰り返し衝撃の約2～3倍になる。このことは，繰り返し衝撃では繰り返し毎にはりの剛性が低下していることを示している。

4. まとめ

- ①衝撃速度とともに残留変位は加速度的に増加するが，繰り返し衝撃の残留変位は単一衝撃の場合よりその傾向が著しい。
- ②スパン1/4点へ繰り返し衝撃した場合，衝撃点近傍に押し抜きせん断破壊が生じ，スパン中央を衝撃する場合よりせん断力が破壊形状に影響し易い。
- ③スパン中央点の繰り返し衝撃と単一衝撃では，スパン1/4点の主鉄筋のひずみ波形は同様であるが，単一衝撃した場合の最大ひずみは繰り返し衝撃のその2～3倍になる。

なお，本研究は，文部省科学研究費，基盤研究(B)(2)，課題番号08455210の補助を受けて行った。

参考文献

- 1)土木学会構造工学委員会：構造物の衝撃挙動と設計法，1993。
- 2)森嶋ほか：共通試験体を用いたRCはりの衝撃実験について，土木学会第52回年次学術講演会概要集，1997.9。

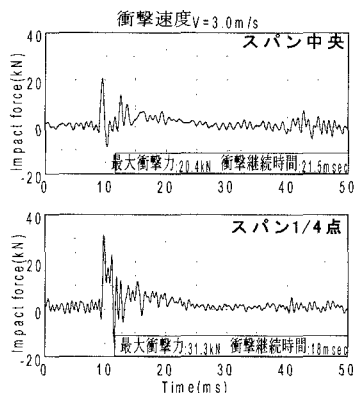


Fig.3 衝撃力波形

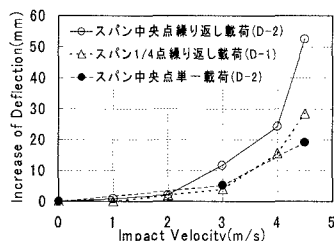


Fig.4 衝撃速度と残留変位

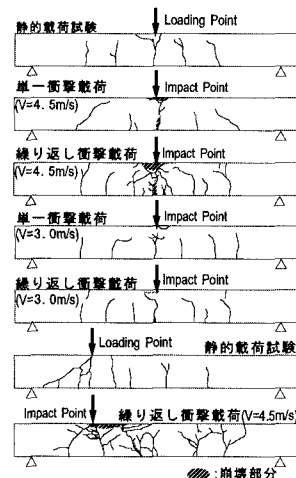


Fig.5 ひび割れ進展状態

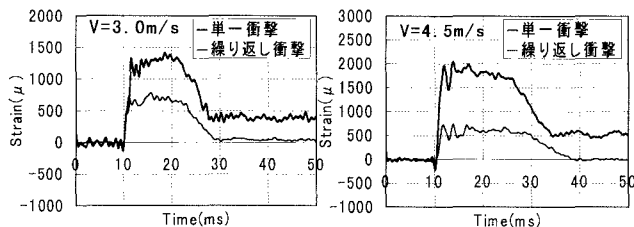


Fig.6 主鉄筋のひずみ(スパンの1/4点)