

I-498

重錘落下により衝撃を受ける鉄筋コンクリートはりの実験について

鹿島建設(株) 正○柴田 豊

金沢大学工学部 正 榎谷 浩

金沢大学工学部 正 梶川康男

1. まえがき

1989年7月16日に越前海岸において岩石崩落によりロックシェッドが破壊して15名の犠牲者が奪われた事故を契機に、ロックシェッドのように比較的ソフトな衝撃を受ける構造物の設計に用いる衝撃荷重の評価、衝撃荷重下における構造物や部材の破壊挙動の解明が求められるようになってきた。このような観点より、本研究では衝撃荷重に対する基礎的な問題として、重錘落下による比較的ソフトな衝撃を受ける鉄筋コンクリートはりの衝撃実験を行うことにより、荷重特性、破壊形態と吸収エネルギーについて議論したものである。

2. 実験方法

実験に用いた供試体は、図-1に示すように断面が20cm×15cmのものであり、圧縮側と引張側にそれぞれ1本ずつ鉄筋(SD30, D16)を配置した複鉄筋矩形はりである。実験は、供試体の長さは1.5m, 2.0m, 2.5mの3種類とし、補強筋については配置しないもの、15cm間隔で配置するもの、10cm間隔で配置するものの3種類とし、全体では表-1に示すように5種類(10本)について行った。また、測定

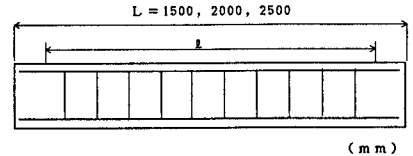
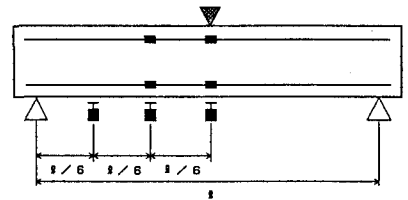


図-1 実験供試体



△：光学式変位計
■：ひずみゲージ(鉄筋)
▽：ロードセル

図-2 測定項目と測定位置

項目は、図-2に示すように荷重、スパン中央の変位、4点の鉄筋ひずみとした。なお、実験に用いたコンクリートの圧縮強度は296kg/cm²、弾性係数は 2.70×10^5 kgf/cm²、鉄筋の降伏応力は4350 kgf/cm²、弾性係数は 2.10×10^6 kgf/cm²である。衝撃試験は、図-3に示すように、ロードセルと一体化させた重錘を電磁石で釣り上げ、供試体の上に所定の高さから自由落下させて行った。なお、衝撃荷重の作用時間を長くしソフトな衝撃とするために荷重作用点に厚さ1cmのゴム(ネオプレン)を敷いて実験を行った。なお、比較のために静的載荷試験も行った。

3. 実験結果および考察

図-4は長さ2.0m(スパン長1.8m)のはりに対して、質量 $m =$

116kgの重錘を高さ $H=225$ cmから自由落下させた衝撃試験のひびわれ図の一例を示したものである。補強筋がない場合には、載荷点において大きく打ち抜かれるような直接せん断型のクラックが顕著に認められるが、補

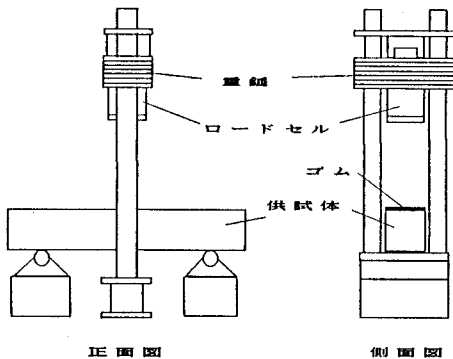
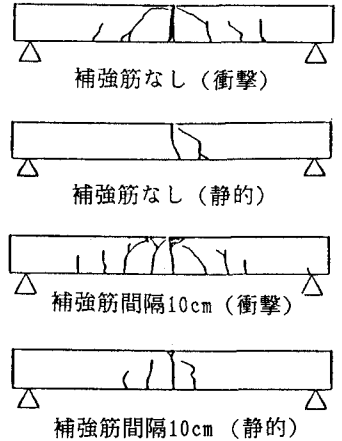
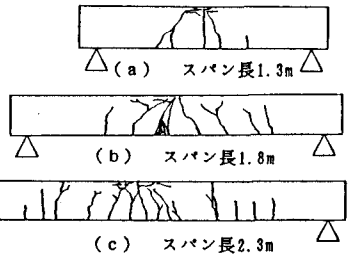


図-3 衝撃試験装置

表-1 実験の種類

供試体長さ L (cm)	スパン長 S (cm)	補強筋間隔	重錘落下 高さ (cm)	重錘質量 (kgf)	供試体 本数
150	130	10 cm (14本)	75		2
			150	116	2
			225		2
		なし	75	321	1
			75		2
			150	116	2
200	180	10 cm (18本)	225		2
			75		2
			150	116	2
			225		2
			75	227	1
			150		1
		15 cm (12本)	75	321	1
			75		2
			150	116	2
			225		2
			75		2
			150	116	2
250	230	10 cm (24本)	225		2
			75		2
			150	116	2
			225		2

強筋がある場合には、打撃点における曲げひびわれ幅が大きく、全体としては、曲げせん断あるいは曲げによる破壊となった。また、補強筋なしの供試体では荷重の作用点まで一直線にひびわれが達しており、補強筋のある供試体では途中で分かれたり、届かないでいることも確認している。図-5は、補強筋間隔が10cmのはりに質量 $m=321\text{kg}$ の重錘を高さ $H=75\text{cm}$ から自由落下させた場合のひびわれ図の例を示したものである。スパンが1.3mの場合スパン中央にせん断ひびわれが認められるが、それ以外の位置では曲げひびわれがあまり発達していないことがわかる。それに対してスパン長が1.8mや2.3mと長い場合には、スパン中央部に曲げせん断ひびわれが認められるが、それ以外の部分すなわちスパン中央と支点の中央付近にいたるまでの比較的広い範囲に曲げひびわれが認められた。また、スパン長が大きい場合に、はり上面と下面を結びひびわれが認められるケースがいくつかあった。


図-4 ひびわれ図 ($m=116\text{kg}$, $H=225\text{cm}$)

図-5 ひびわれ図 ($m=321\text{kg}$, $H=75\text{cm}$)

作用荷重とスパン中央の変位との関係を表したものを図-6に示す。スパン長の違いによる結果を見ると、どの場合も鋭い立ち上がりの後、荷重の減少に伴い変位が増加しているが、スパン長が大きいほど最大荷重が低いことがわかる。また、重錘落下高さの大きさの違いによる結果を見ると、荷重-変位関係は落下高さにより異なるが、荷重の最大値はほぼ同じ変位のときに生じており、落下高さが大きいほど見かけ上剛性が大きくなっている。

吸収エネルギーは、図-6に示したような荷重-変位曲線の下側の面積で表されるが、

図-7は最大荷重までの吸収エネルギーと重錘の落下高さとの関係を示す。スパンが短い方が吸収エネルギーが小さく、落下高さが高くなるとその差は小さくなることがわかる。また、補強筋間隔による比較では、補強筋の

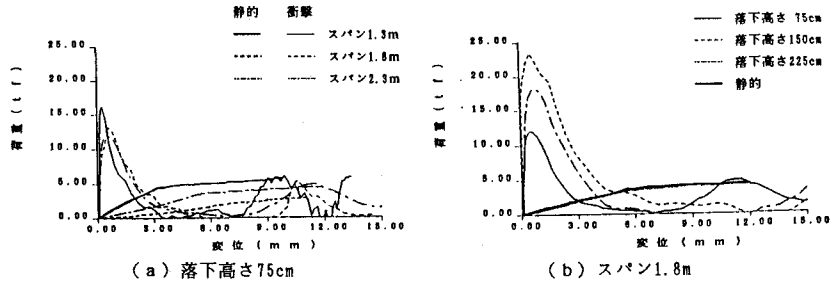


図-6 荷重-変位関係（補強筋間隔10cm）

ない供試体がエネルギーの吸収が少し大きくなっていることがわかる。これより、補強筋が少なくほど衝撃初期に打撃点付近により大きな変形（破壊）を生じていることが推論される。

4. あとがき

本研究では基礎的な問題として、比較的ソフトな衝撃を受ける鉄筋コンクリートはりの衝撃実験を行うことにより、荷重特性と吸収エネルギーについて検討した。この他に異なった荷重や変形レベルでの吸収エネルギーの違い、コンクリートのひび割れ形成に費やされるエネルギーなどについても現在検討中である。

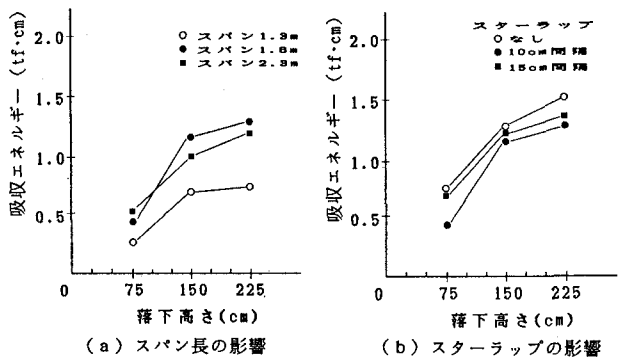


図-7 最大荷重までの吸収エネルギー