

I-475

鋼材指数をパラメータとしたPCはり部材の衝撃応答実験に関する一考察

防衛大学校 学生員○小林直行 同左 正員 園田佳巨
 同上 正員 石川信隆 (株)日本サミコン 松葉美晴

1. 緒言

近年、落石防護施設である落石覆工に対する安全性の見直しが行われ始め、特に大規模な落石に対して、落石覆工の終局限界状態を想定した安全性の照査を行う必要があることが指摘されている¹⁾。本研究は、落石覆工の終局限界状態に対する安全性照査を行うための基礎的段階として、PC(プレストレストコンクリート)はり部材の鋼材指数^{2),3)}をパラメータとした衝撃応答実験を行い、PCはり部材の鋼材指数による衝撃応答特性について検討を試みたものである。

2. 衝撃載荷実験の概要

落錘式衝撃載荷装置を用いて、支点間距離220cmの供試体上面中央部に衝突速度8(m/s)で重錘(重量400kgf)を衝突させ、衝突時の発生衝撃力および変形量について計測した。すなわち、載荷荷重については重錘下部に取り付けたロードセル(最大測定荷重200tf)によって計測し、載荷点の変位は供試体両側に取り付けた2箇所の光学式変位計により計測し、得られた変位量の平均値によって測定した。供試体としては、図-1に示す6種類の断面を製作した。ここで、PC-aとPC-b,PC-cの違いは、それぞれ鋼材指数が $q=0.189, 0.284, 0.378$ であり、また、PC-a-1とPC-a-2の違いは、後者の方に圧縮鉄筋を1本多く入れて、圧縮鉄筋量の影響を調べている。また、PCはり部材の材料諸元を表-1に示す。ここで、鋼材指数 q とは次式で定義され、プレストレス量の大小に関係するものである。

$$q = p_o (\sigma_o / \sigma_{ok}) \quad (1)$$

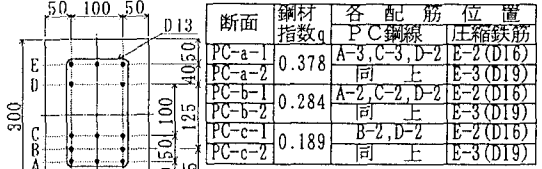
ただし、 $\sigma_{ok}=600$ (kg/cm²):コンクリートの設計基準強度、 $p_o=A_o/d \cdot b$:PC鋼材比、 A_o :PC鋼線の総断面積、 d_o :PC鋼線の有効高さ、 b :PCはり部材の断面幅、 $\sigma_o=14700$ (kg/cm²):PC鋼線の設計強度。

3. 実験結果

著者らは、過去にPCはり部材の静的曲げ実験³⁾において、鋼材指数に対応する破壊形態との関係について検討を行ったが、今回は、衝撃荷重を受けたときの吸収エネルギーの相違について調べる。

(1) 荷重～変位関係

図-2, 3は、衝突実験で得られた荷重～時間曲線および変位～時間曲線を示したもので、これらの図から、時間軸を消去して荷重～変位曲線を求めると図-4が得られる。図-4から、鋼材指数の小さいPCはり部材ほど、変形により



PC鋼線: SWPR7A φ12.4
 図-1 供試体の一般的な断面図

表-1 PCはり部材の材料諸元

コンクリート	水セメント比	0.32
	セメント (kg/m ³)	420
	水 (kg/m ³)	134
	細骨材 (kg/m ³)	668
	粗骨材 (kg/m ³)	1233
PC鋼線	片筋強度 (kg/m ²)	700
	初期引張力 (tf/本)	8

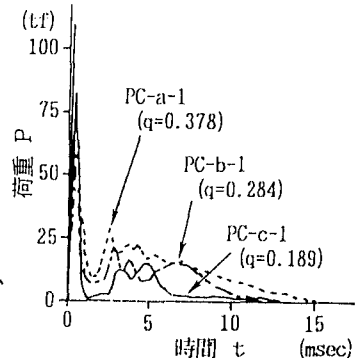


図-2 荷重～時間関係

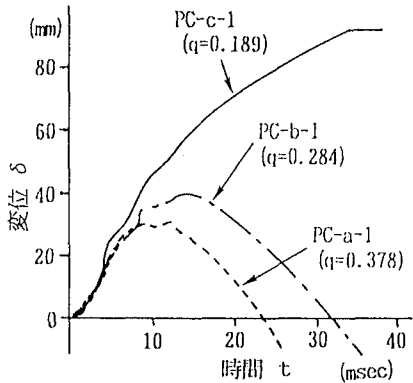


図-3 変位～時間関係

エネルギーを吸収していることが認められる。すなわち、鋼材指数 $q=0.189$ の部材は重錘の落下衝撃により、振動することなく、そのまま破壊されていることがわかる。しかし、他のケースについては、部材が完全な破壊に至らず振動していることが認められ、鋼材指数が大きい部材ほど、重錘が部材に衝突後、リバウンドする現象が顕著であった。

(2) 吸収エネルギー～変位関係

図-5は、各部材の本実験における衝撃吸収エネルギー U と変位 δ との関係を示したもので、この図から、鋼材指数により、同一変位に対する吸収エネルギー量に差異が認められた。これは、鋼材指数の変化により破壊形態が異なり、特に、鋼材指数 $q=0.284$ のときは、P C鋼線の降伏後、部材の変形が増大し、より多く衝撃エネルギーを吸収すると考えられる。また、 $q=0.378$ の部材は、本実験の重錘条件に比べて剛性が高いため、衝突後の重錘のリバウンドが大きく、部材自体に入力されるエネルギーが小さくなったため、 $q=0.284$ の部材よりエネルギー吸収量が小さくなったものと考えられる。

(3) 圧縮鉄筋の影響

図-6に示すように、鋼材指数 $q=0.184, 0.284$ の部材は、P C鋼線降伏または破断後に圧縮域の一部圧壊により圧縮鉄筋もエネルギーの吸収に寄与したため、圧縮鉄筋

筋量の多い方がエネルギー吸収量も大きくなったと考えられる。また、鋼材指数 $q=0.378$ の部材は、本実験の重錘条件に比べて剛性が高いため、圧縮鉄筋の影響が出なかったと考えられる。

4. 結言

本研究の成果をまとめると以下ようになる。①鋼材指数 $q=0.189$ の場合、変形量が大きく、破壊に至ったが、 $q=0.284, 0.378$ の場合は、 $q=0.189$ に比べ変形量は小さく破壊しなかった。②重錘への反射エネルギーは、鋼材指数が大きいほど大きくなる傾向にある。すなわち、同一の落石に対しても部材の剛性が変われば入力エネルギーも変わるため、衝突物の衝突後の挙動を考慮する必要がある。③衝撃荷重が作用する場合、終局状態においては圧縮鉄筋量がエネルギー吸収量に大きな影響を及ぼすことが認められた。

参考文献：1) 吉田、榎谷、右城、柴田：落石覆工の設計の現状と合理的設計へのアプローチ、土木学会論文集、第421号/VI-13、pp.213-222、1990.9 2) 園田、小林、石川、佐藤：ひずみ速度効果を考慮したP Cはり部材の動的曲げ耐力と変形性能、構造工学論文集、Vol.38A、pp.1455-1465、1992.3 3) 小林、園田、石川、松葉：鋼材指数をパラメータとしたP Cはり部材の静的曲げ耐力実験について、土木学会第19回関東支部講演概要集、pp.44-45、1992.3

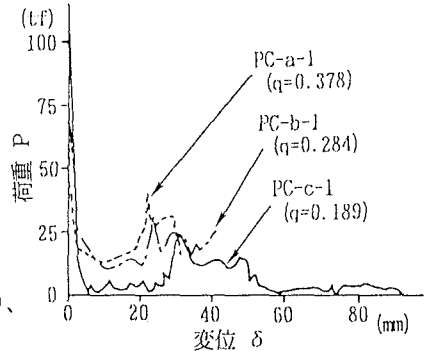


図-4 荷重～変位関係

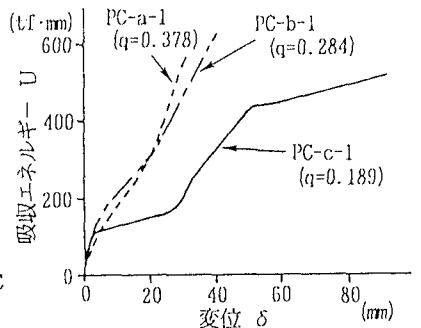


図-5 吸収エネルギー～変位関係

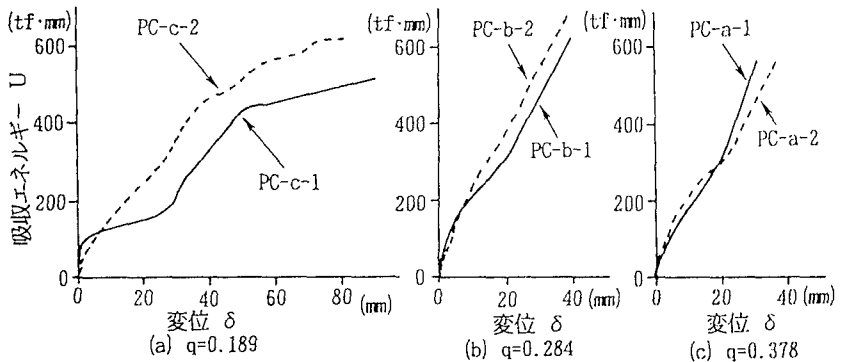


図-6 圧縮鉄筋の影響