

V-210

重錘落下衝撃を受ける各種 PRC 梁の耐荷性状

室蘭工業大学	学生員	吉 川 卓
室蘭工業大学	正 員	岸 徳 光
開発土木研究所	正 員	佐 藤 昌 志
ドービー建設工業	正 員	竹 本 伸 一

1. 研究目的

耐衝撃性に優れた PC (PRC) 落石覆工の部材断面設計法を確立することを目的として、PC 鋼材の本数、緊張率やひびわれ制御のための異形鉄筋量を変化させた 6 種類の矩形 PRC 梁を用いた重錘落下衝撃実験を行い、耐衝撃性およびエネルギー吸収量について検討を行った。なお、本実験では全ての PC 梁にひびわれ制御のための異形鉄筋は導入していないが、煩雑さを避けるためこれらを総称して PRC 梁と呼ぶこととする。

2. 実験概要

各 PRC 梁はプレテンション方式で製作した。用いた緊張材は SWPR-7A 9.3 mm (公称断面積 51.61 mm^2) である。その特性は、公称引張荷重、降伏点荷重がそれぞれ 9.06 tf、7.70 tf であり、使用状態の許容緊張力を 5.88 tf としている。本実験に用いた試験体の一覧を表-1 に示している。試験体は、PC 鋼材の有効緊張率 (以下、単に緊張率と呼ぶ)、PC 鋼材本数、ひびわれ制御用異形鉄筋本数をパラメータにとった全 6 種類である。なお、PC 鋼材の緊張率 (使用状態における許容緊張力 5.88 tf に対する) はラウンドナンバーで表し、また補強筋量 D10 × 2 本、D13 × 3 本をそれぞれ R1、R2 としている。図-1 に試験体の配筋図を示している。コンクリートは実験時の平均圧縮強度が 663 kgf/cm^2 、弾性係数が $3.27 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ である。実験はコンクリート打設後 37 ~ 46 日経過後に行っている。

梁の純スパンは 3.2m として実験を行った。衝撃荷重は円柱状のロードセル付鋼製重錘 (重量 300 kgf、載荷点部直径 20 cm、2 mm のテーパ付) を所定の高さにセットして梁中央部に自由落下させることにより載荷している。支点は供試体端面から 15 cm の位置で梁の上下を支点反力測定用ロードセルを介し鋼製のピンを用いて単純支持した。載荷実験は載荷速度 $V = 1 \text{ m/sec}$ から 1 m/sec ずつ破壊に至るまで増加させる繰り返し荷重載荷とした。測定項目は重錘と支点部に設置したロードセル出力としての重錘衝撃力、支点反力、および載荷点部の変位である。なお、梁破壊の基準は、当初最大残留変位が純スパンの 2 % を越えた状態として設定したが、いずれの梁においても基準値に達する前に梁上端部が圧壊しコンクリートが剥離した状態となっ

表-1 試験体の一覧

試験体名	PC鋼材 緊張率	PC鋼材 本数	異形鉄 筋本数	有効緊張 力 (tf/本)	全有効緊張 力 (tf)
P-1.0-3	1.0	3	-	5.43	16.28
P-0.5-3	0.5	3	-	2.61	7.82
P-0.5-6	0.5	6	-	2.78	16.70
P-0.25-6	0.25	6	-	1.34	7.98
P-1.0-3-R1	1.0	3	D10×2	5.44	16.34
P-1.0-3-R2	1.0	3	D13×3	5.46	16.46

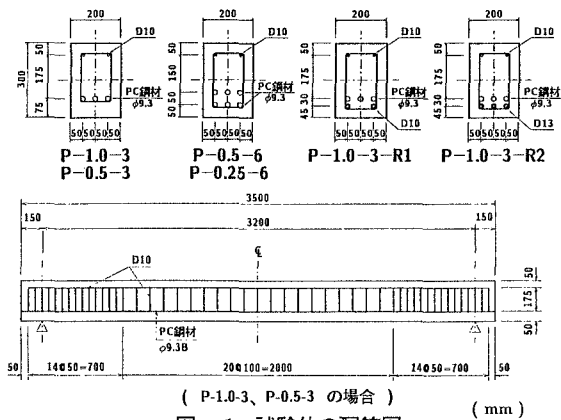


図-1 試験体の配筋図 (mm)

キーワード：PC 覆工、PRC 梁、エネルギー吸収、耐衝撃性、重錘落下衝撃

連絡先：〒050 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 Tel 0143-47-3168 Fax 0143-47-3169

たため、この時点を終最終段階とした。全ての梁の最終載荷速度は $V = 7 \text{ m/sec}$ である。

3. 実験結果および考察

衝撃荷重載荷によるエネルギー吸収量を検討するために、全支点反力（以後、支点反力）と載荷点変位（以後、変位）を用いた荷重載荷時のヒステリシスループを求めた。本来入力エネルギーを議論する場合には、荷重は重錘から得られた波形を用いなければならないが、重錘衝撃力は重錘と梁の接触問題の現象や重錘中を伝播する弾性波動を含む高周波で物理的に複雑な波形であること、支点反力波形は重錘衝撃力波形に比較して変位波形とより類似なものとなっており、静載荷時の考え方の延長上で議論が可能であると判断されることより、本研究では入力荷重として、支点反力波形を用いることとした。なお、エネルギー吸収量は正載荷状態（第一象限）の面積で評価した。

図-2には最終載荷速度である $V = 7 \text{ m/sec}$ における各梁の全支点反力-載荷点変位曲線を示している。P-1.0-3、P-0.5-3のエネルギー吸収量は、他の梁に比較して大きく示されている。また、P-1.0-3-R2は他の梁と比較して複雑なヒステリシスループを示している。

表-2には上述のエネルギー吸収量と、静載荷実験におけるエネルギー吸収量及びその値に対する正載荷状態におけるエネルギー吸収比率を示している。従って、エネルギー吸収比率がより小さい場合は、残存エネルギー吸収能が大きく、耐衝撃性に優れていることを意味している。表より、P-1.0-3の場合は静的エネルギー吸収量と同程度に達しており耐衝撃能が限界に近いことを示している。P-0.5-3の場合は70%前後で緊張率低減による効果が示されている。P-1.0-3-R1、-R2の場合は68%、43%と異形鉄筋量に対応してエネルギー吸収比率が低下しており、異形鉄筋量のエネルギー比率低減に関する効果が明確に示されている。本研究では、緊張率を50%とし鋼材量を2倍としたP-0.5-6のエネルギー吸収比率が最も小さく、耐衝撃性に優れていることがわかる。また、静載荷時のエネルギー吸収量が多い梁ほどエネルギー吸収比率が小さく示されていることがわかる。

以上、繰り返し衝撃載荷実験結果より、ひびわれ制御のため下端に異形鉄筋を配置してPRC梁にすることや、PC鋼材の緊張率を50%程度に小さくすること、あるいはPC鋼材数を増やすことにより、PC鋼材の許容緊張力を有効に利用して断面設計したPC梁よりも、耐衝撃性が向上することが明らかになった。

4. まとめ

PRC梁の耐衝撃性能は、静載荷時のエネルギー吸収容量の大きさに対応していることが明らかになった。

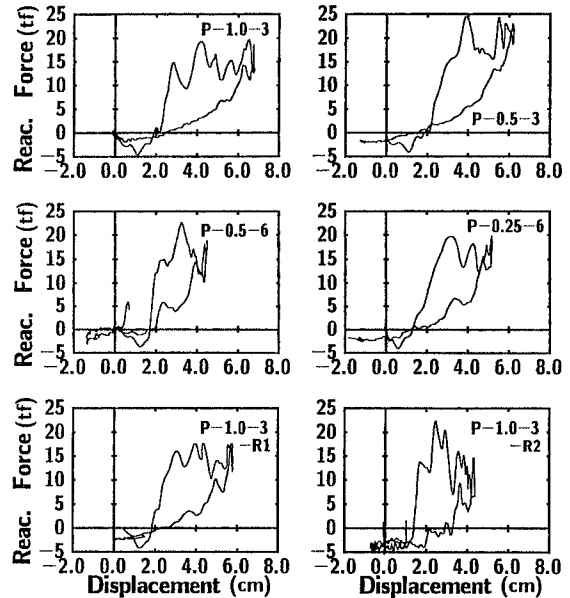


図-2 全支点反力-載荷点変位曲線 ($V=7\text{m/sec}$)

表-2 エネルギー吸収比率

試験体名	① $V=7\text{m/sec}$ 時のエネルギー吸収量 (tf·cm)	② 静載荷時のエネルギー吸収量 (tf·cm)	エネルギー吸収比率 ① / ②
P-1.0-3	33.55	31.05	1.08
P-0.5-3	33.53	46.24	0.73
P-0.5-6	20.48	81.05	0.23
P-0.25-6	28.28	59.54	0.47
P-1.0-3-R1	30.18	44.65	0.68
P-1.0-3-R2	28.60	66.95	0.43