

I-B299 各種 PRC 桁の衝撃耐荷性状

秋 田 県 正 員 佐 藤 大 室蘭工業大学 正 員 岸 徳光
三井建設（株）フェロー 三上 浩 北海道開発局 正 員 今野 久志
北海道開発局 正 員 佐藤 昌志

1. はじめに

本論文では、耐衝撃性に優れた PRC 部材の合理的設計法を確立することを目的として、PC 鋼材の有効緊張比率、PC 鋼材本数および異形鉄筋量をそれぞれ変化させた 5 種類の PRC 桁について重錘落下衝撃実験を行い、その耐衝撃性に関して、主にエネルギー吸収量に着目し検討を行った。

2. 実験の概要

2.1 実験方法

図-1 に実験状況の概略図を示す。衝撃力は重量が 3 tf、直径が 1m の重錘を所定の落下高さから自由落下させることで与えている。また、桁の載荷点部には重錘の転倒を防止するため、桁の局部破壊を防止するために厚さ 20cm の敷砂を設置している。両支点は試験体の跳ね上がり防止し、かつ回転を拘束しないように鋼製の治具を用いてピン支持に近い構造としている。実験は、最初に落下高さ 1m からの実験を行い、その後高さ 2.5m から 2.5m 刻みで桁が破壊に至るまで落下高さを増加させる繰り返し載荷実験を行った。測定項目は重錘加速度、両支点反力、載荷点直下に設置したレーザ式変位計から得られる変位である。

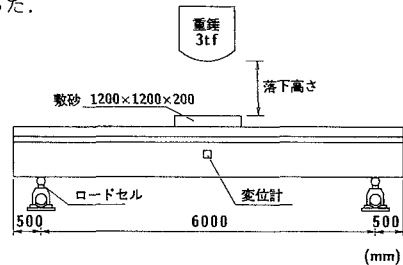


図-1 実験概略図

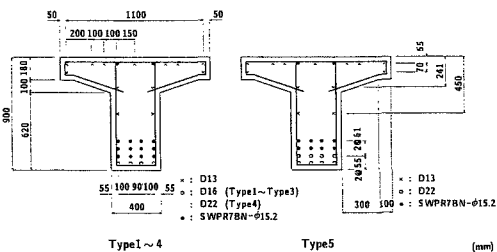


図-2 試験体の配筋断面図

表-1 実験ケース一覧

試験体名	有効緊張力 (kgf/本)	換算 鋼材比	落下高さ (m)
Type1 P1.0×14-D16×4	13.6	0.0157	1.0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0
Type2 P0.5×14-D16×4	6.9	0.0157	1.0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5, (15.0)
Type3 P0.25×14-D16×4	3.4	0.0157	1.0, 2.5, 5.0, 7.5, (10.0)
Type4 P1.0×14-D22×4	13.6	0.0174	1.0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, (12.5)
Type5 P1.0×10-D22×8	13.6	0.0156	1.0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0

表-1 に実験ケースの一覧を示している。表中の試験体名は「PC 鋼材の緊張比率×PC 鋼材本数-異形鉄筋の種類×異形鉄筋本数」

を表している。PC 鋼材の緊張比率（以下単に緊張率とする）は通常の使用状態における許容緊張力（15.8tf/本）に対する実際の有効緊張力比をラウンドナンバーで示している。なお、落下高さが（ ）付きの実験についてはコンクリート破片の飛散による危険防止のため変位計を取り外して実験を行ったことを意味している。

3. 実験結果と考察

3.1 支点反力-載荷点変位

図-3 に実験より得られた全支点反力と載荷点変位から求めたヒステリシスループを落下高さが各 1m, 5m および変位を測定した最大の落下高さの場合について示す。また、表-4 に各実験ケースにおけるエネルギー吸収

量を示している。なお、エネルギー吸収量はループで囲まれた第一象限部のみの面積を考慮して算出した。

図より、1m 落下時に関しては、全ての試験体においてループの形状が類似であり、エネルギー吸収量もほとんど見られずば弾性域における応答であることがわかる。落下高さが 5m の場合における結果を比較すると、緊張率を低減させた Type2、Type3 試験体では他に比較して支点反力が小さく、かつ変位量が大きく示されており、剛性が低下していることがわかる。しかしながら、緊張率の大小によってエネルギー吸収量に大きな差は見られず、このことから、緊張率を低減した桁は緊張率が 100% の場合に比較してより大きく変形することで重錘落下によるエネルギーを吸収しているものと考えられる。変位測定が可能な最終落下高さにおける結果より、緊張率が 100% である Type1、4 の試験体に関する結果はいずれも大きい支点反力と除荷後の小さな変形により鋭角な三角形形状のループを描いており、緊張率が大きいこ

とにより、見かけ上剛性が大きく評価されているものと考えられる。一方、緊張率が 50% である Type2 の場合は最大支点反力が小さく、かつ除荷後の変形量も大きく示されており、明らかに緊張率が 100% の場合と異なった特性を示している。緊張率 25% (Type3) の場合には落下高さが 7.5m と最も低い段階で測定可能な最終段階に至っており、緊張率の大幅な低減によるエネルギー吸収量の増大は期待できないことがわかる。

エネルギー吸収量を比較すると、落下高さが 7.5m 程度までは各試験体においてその値に大きな差はみられない。しかしながら、落下高さが 10m の場合では緊張率を 50% とした Type2 試験体で緊張率を 100% とした試験体の約 6 割程度の値を示している。同一の落下高さに対してエネルギー吸収量が小さいことはその段階での桁の破損度が小さいことを意味しており、この結果は Type2 試験体が、他の桁に比べ残存耐力が大きいことを示唆している。また、Type1、4 試験体は支点反力、変位の各最大値、ヒステリシスループの形状ともに類似しているが、PC 鋼材量を減じ、異形鉄筋量を増加させた Type5 試験体は Type1、4 試験体と同程度のエネルギー吸収量であるものの、残留変位量も大きく示され、桁が終局状態に至っている。このことは換算鋼材比が同程度の条件下で、必ずしも PC 鋼材量を減じ、異形鉄筋量を増加させることにより耐衝撃性が向上するものではなく、適度な剛性確保のためにプレストレス力の導入が必要であることを意味している。また、Type3 試験体についても落下高さが 10m で終局状態に至っており、Type5 と同様の現象が現れているものと推察される。

4. まとめ

- 1) 損傷程度の小さい段階では、PC 鋼材の緊張率を低減することでエネルギー吸収量は大きく変化しないものの、吸収メカニズムは異なり、緊張量の大きい桁は大きな反力を生じさせることによりエネルギーを吸収する。一方、緊張量の少ない桁は大きな変形量によって同程度のエネルギー吸収を行っている。
- 2) 緊張率を 25% 程度まで低減させた試験体および換算鋼材比を類似の値に保ち異形鉄筋量を増加させた試験体に関しては耐衝撃性の向上は見られず、耐衝撃性を向上させるためにはプレストレス力の導入により適度な剛性の確保が必要である。本実験の範囲では緊張率を 50% 程度に低減した試験体において最も大きな耐衝撃性向上が得られた。

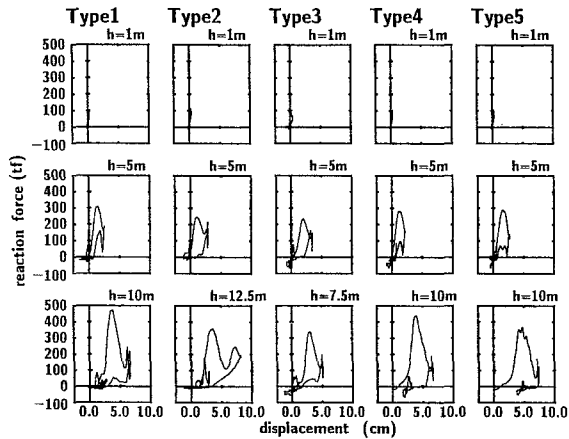


図-3 支点反力-載荷点変位

表-2 エネルギー吸収量 (tf・cm)

試験体	落下高さ (m)					
	1.0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5
Type1	7.5	86.8	324.0	542.2	1009.7	—
Type2	15.5	122.4	379.5	**	581.9	1127.0
Type3	20.6	94.0	326.9	545.0	*	—
Type4	14.2	109.1	317.4	596.4	1002.9	*
Type5	17.1	124.2	345.8	664.2	988.6	—

* : 変位測定なし

** : 支点反力計測不良のため算出不可