

落石覆工用 PRC 桁の重錘落下衝撃実験

大成建設(株) 正 員 ○武井 信雄
(独)北海道開発土木研究所 正 員 今野 久志

室蘭工業大学 正 員 岸 徳光
ドーピー建設工業(株) 正 員 竹本 伸一

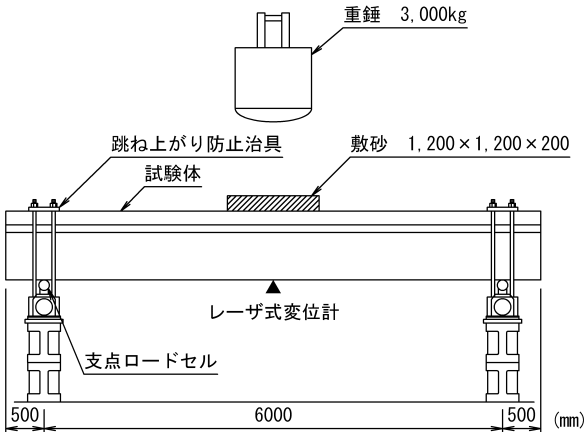
1. はじめに

本研究では、PRC 部材（PC 部材にひび割れ制御用の異形鉄筋を配筋した部材）を対象に効果的な耐衝撃性向上法の検討を目的として、静的せん断余裕度を同程度とし、PC 鋼材の緊張比を 0.5 と低減する場合、下端筋を二段配筋とする場合、および下端筋鋼材として高強度鋼材を適用する場合の実規模 PRC 桁模型を用いた単一重錘落下衝撃実験を行った。

2. 実験概要

2.1 実験方法

図－1 には実験状況の概略図を示している。試験体の純スパン長は 6 m である。衝撃荷重は、直径が 1 m, 3,000 kg 重錘を所定の高さから桁のスパン中央部に自由落下させることにより与えている。実験は、過去に実施した実験結果に基づき、残留変位が純スパン長（6 m）の 100 分の 1（6 cm）に達した時点を終局の目安として実験を実施している。载荷方法は単一载荷とし、過去の実験結果を参考にして落下高さを全ての試験体に対して 22.5 m と固定している。測定項目は、重錘加速度、両支点反力（以下、支点反力）、レーザ式変位計から得られる载荷点変位である。



図－1 実験概略図

表－1 試験体一覧

試験体名	PC 鋼材 緊張比	下端筋鋼材 種類*・径×本数	静的せん断 余裕度	桁高 (cm)
Type 1	1.0	D16×4	1.30	90
Type 7	0.5	D16×4	1.30	90
Type 9	0.8	D16×8	1.30	90
Type 10	0.5	G23×4	1.31	65

* D：異形鉄筋，G：総ネジ PC 鋼棒

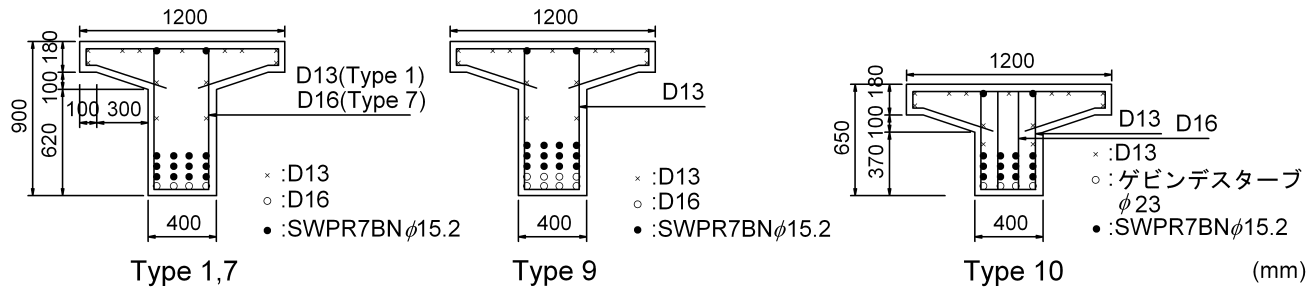
2.2 試験体

表－1 には試験体の一覧を示している。試験体は、PC 鋼材の有効緊張力および緊張比、下端筋鋼材の種類と本数、せん断補強筋量を変化させた全 4 種類である。

また、静的せん断余裕度（静的せん断耐力 / 静的曲げ耐力）は各試験体間で同一としている。なお、せん断余裕度評価のための静的曲げ耐力は、後述の材料特性値を考慮し断面分割法を用いて算出している。各試験体は過去の実験ケースの連番としており、Type 1 は過去の実験ケースと同一で本シリーズの基準となる試験体である。Type 7 は、緊張比の影響を検討するための試験体であり、Type 1 を基本とし、緊張比を 0.5 に低減したものである。Type 9 は PC 道路防災構造物マニュアルによる設計断面であり、緊張比を 0.8 とし、さらに下端筋鋼材を二段配置として鉄筋の依存度を高めたものである。Type 10 は下端筋鋼材を高強度材料とした場合の影響を検討するための試験体であり、緊張比を 0.5、下端筋を総ネジ PC 鋼棒、桁高を 65 cm とし、他 Type に対して約 20 %の容積減となっている。

図－2 には各試験体の断面寸法図を示している。いずれの試験体もプレテンション方式により製作された単純 T 型断面の PRC 桁である。使用した PC 鋼材は全て SWPR7BN-φ15.2（降伏点 $f_y=1770$ MPa）である。また、下端に配筋されている軸方向異形鉄筋および総ネジ PC 鋼棒は、それぞれ SD345-D16 ($f_y=394$ MPa) およびゲビンデスターφ23 ($f_y=1070$ MPa) であり、圧縮側鉄筋には SD295-D13 ($f_y=373$ MPa) を使用している。

キーワード：衝撃実験，PRC 桁，緊張比，せん断余裕度，落石覆工
連絡先：〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学建設システム工学科 Tel 0143-46-5226 FAX 0143-46-5227



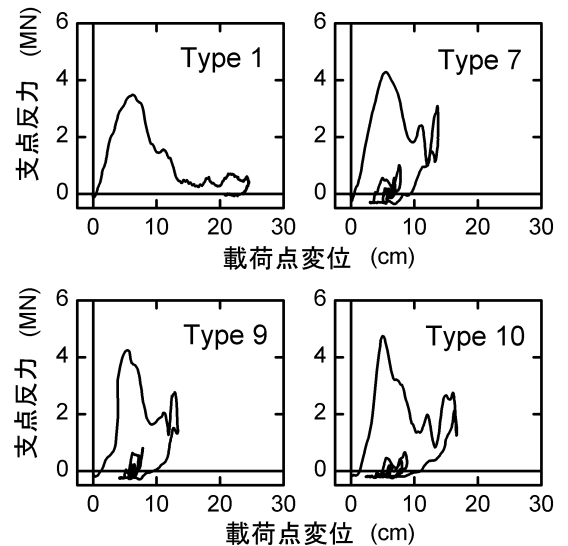
図－2 試験体の断面寸法図

コンクリートは設計基準強度が 58.8 MPa, 実験時の材令は 22～30 日で平均圧縮強度が 68.4 MPa, 弾性係数が 34.7 GPa, ポアソン比が 0.20 である。

3. 実験結果および考察

3.1 支点反力－載荷点変位履歴曲線

図－3 には、実験結果より得られた支点反力 R と載荷点変位 δ に関するヒステリシスループを示している。Type 1 については底面の広い三角形の履歴曲線を示しており、せん断破壊に至っていることが確認できる。Type 7, 9, 10 では緊張比や下端筋鋼材の種類、本数が異なるため履歴曲線の形状が各試験体で若干異なっている。Type 10 の履歴曲線は単純な三角形の分布性状を示しているものの、除荷後は変位の小さい状態で振動傾向を示しており、未だ終局に至っていないことが分かる。



図－3 支点反力－載荷点変位履歴曲線

3.2 最大変位、残留変位およびエネルギー吸収量

表－2 には、最大変位、残留変位およびエネルギー吸収量を示している。ここで、エネルギー吸収量は、図－3 における履歴曲線の正載荷状態（第1象限）におけるループで囲まれた部分の面積を用いて評価している。現行設計法に基づいた基準試験体である Type 1 は、せん断破壊により残留変位が 20 cm 以上を示したのに対して、他の 3 試験体はいずれも残留変位が破壊基準値を多少超えた程度を示し、前述のように未だ限界耐力に至っていないことが分かる。Type 1 を除く

表－2 実験結果の最大変位、残留変位およびエネルギー吸収量一覧

試験体	最大変位 $\delta_{\max}$ (cm)	残留変位 δ_r (cm)	エネルギー吸収量 E_s (kJ)
Type 1	24.2	21.5	303.2
Type 7	13.7	6.3	311.0
Type 9	13.4	6.5	256.7
Type 10	16.6	6.8	325.2

3 試験体について比較すると、下端筋鋼材として総ネジ PC 鋼棒を用い桁高を 65 cm と他のタイプに比較して 25 cm 低減し、かつ曲げ耐力、せん断耐力を Type 1 と同程度に設定した Type 10 の場合は、最大変位、残留変位とも 3 者間で最も大きいものの限界耐力に至っていないことから、最も効率的な断面になっているものと判断される。また、Type 7 と Type 9 の比較より、最大変位に関しては緊張率を 0.8 とし下端異形鉄筋を二段配筋とした Type 9 の場合が小さいものの、残留変位に関しては Type 7 の場合が小さいことから、緊張比を 0.5 とした Type 7 の場合が耐衝撃的に優れているものと推察される。

4. まとめ

本実験の範囲内での結果をまとめると、

- 1) 現行設計法に基づく PRC 桁に対して、緊張比を 0.5 に低減することによって、終局時までの靱性能を向上でき、より大きな落石に対処可能である。
- 2) 現行設計法に基づく PRC 桁に対して、せん断余裕度を同程度とする条件下で、PC 鋼材の緊張比を 0.5 程度に低減し下端筋鋼材を高強度材料である総ネジ PC 鋼棒とする場合が最も耐衝撃性に優れている。