

AFRP シート補強による PC スノーシェットの耐衝撃性向上効果実験

大成建設(株) 正員 林 雄志 北海道開発局 正員 池田 憲二
 三井建設(株) フェロー 三上 浩 室蘭工業大学 正員 岸 徳光

1. はじめに

AFRP シート補強による PC スノーシェットの耐衝撃性向上効果を検討するため、T 型 PC 桁を実大規模で製作し、無補強および AFRP シート補強した場合に着目して重錘落下衝撃実験を行った。

2. 実験の概要

2.1 試験体

図 - 1 には本実験に用いた試験体の概要を示している。試験体は国道229号歌棄覆道の上部工 T 型 PC 桁を再現し実大規模で製作したものである。試験体の設計はコンクリートの設計基準強度を 58.8 MPa とし、主鉄筋には SD295A D13, PC 鋼より線には SWPR7A1T-12.4 を用い、鋼より線の緊張力を 84.63 kN/本として行っている。実験時におけるコンクリートは材齢が 31 日で平均圧縮強度 $f'_c = 60.47$ MPa であった。表 - 1 には軸方向筋の力学的特性を示している。図 - 2 に AFRP シート補強の概要を示す。本補強工法では、まず桁底面に曲げ補強材として幅 24.3 cm で保証引張耐力 1200 kN/m 程度の AFRP シート (目付量 820 g/m², 厚さ 0.565mm) を 4 枚貼り付け、さらに曲げ補強シートの剥離防止およびせん断補強を目的としてスパン全長に渡り同シート 1 枚をフランジハンチ部まで巻き付ける U 字型補強を施している。AFRP シートの曲げ補強量は TLAS を設置した場合に対し、想定落石エネルギーを 588 kJ とし、三次元弾性衝撃応答解析による結果を用いて決定している。詳細は文献 1) を参照されたい。

2.2 重錘落下衝撃実験

本実験は重錘落下高さを逐次増加させる漸増繰り返し衝撃载荷により行っている。表 - 2 には各試験体における重錘の繰り返し落下高さを示している。表中、G-N は無補強試験体、G-A は AFRP シート補強試験体を意味している。なお、本実験において G-N は载荷点近傍下縁かぶりコンクリート部に発生した割裂ひび割れによる損傷、G-A は横桁近傍における曲げ補強シートの破断により実験を終了している。実験は質量 2 ton の重錘を所定の高さから、自由落下させることにより行っている。試験体はできるだけ単純支持状態に近づけるように 50 の鋼棒上に設置している。また、リバウンドによる試験体の跳ね上がりを防止するため、支点基部に設置している H 型鋼と桁上縁に配置した押さえ治具とを PC 鋼棒により緊結している。桁中央部の重錘落下位置には重錘の転倒および桁の局所的な損傷を防止するため木枠を設け 200 × 200 cm, 50 cm 厚の敷砂を設置している。本実験における測定項目は、重錘加速度、1 m 間隔で測定した応答変位および上下端鉄筋歪分布である。

3. 実験結果および考察

3.1 応答変位および応答曲げモーメントの分布性状

図 - 3 に H = 7.5 m 落下時における応答変位分布の経時変

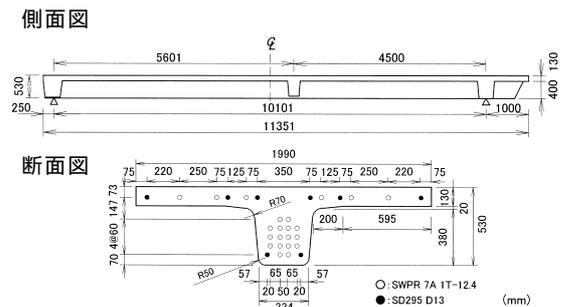


図 - 1 試験体の概要

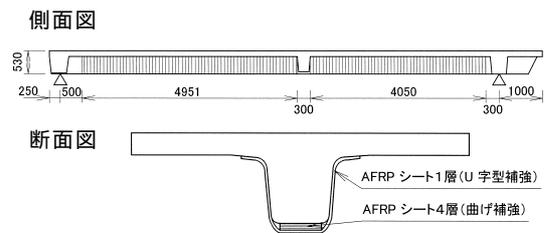


図 - 2 AFRPシート補強の概要

表 - 1 軸方向筋の力学的特性

補強材名	弾性係数 (GPa)	降伏強度 (GPa)	引張強度 (GPa)
鉄筋	205.9	0.39	0.53
PC 鋼より線	195.0	1.88	2.06

表 - 2 各試験体の重錘落下高さ

試験体名	緩衝材	補強材	重錘落下高さ (m)
G-N	敷砂	-	1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5, 13.5, 15.0
G-A	50cm	AFRP	1.0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5, 15.0, 17.5, 20.0, 22.5

キーワード：耐衝撃性向上, PC スノーシェット, AFRP シート

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

化を示している。図より、両試験体の分布性状は 80ms 程度までほぼ同様な性状を示しているが、ほぼ最大値を示す 100 ms 以降では両試験体で大きく異なった性状を示している。すなわち、AFRP シート補強した G-A は 160ms 経過後にほぼ零変位レベルに復元しているのに対し、無補強の G-N は 200ms 経過後に零変位レベルに復元しており、両者の劣化度に大きな差のあることがわかる。図 - 4 には、 $H = 7.5$ m 落下時における応答曲げモーメント分布の経時変化を示している。なお、各断面の曲げモーメント値は、桁の各構成材料の力学的特性および PC 鋼より線の初期導入プレストレス量を考慮し、上端および下端鉄筋歪波形をもとに断面内の歪の線型変化および弾性挙動を仮定し、断面分割法を用いて算出している。図より、両試験体とも

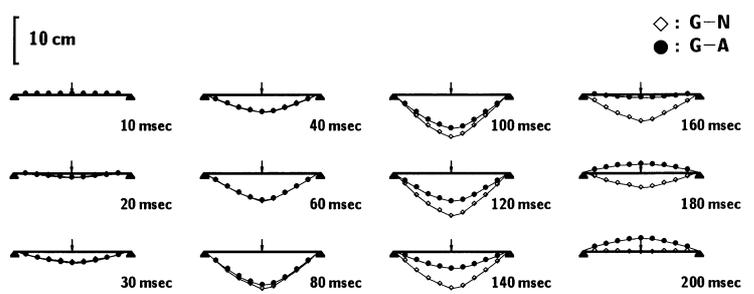


図 - 3 応答変位分布の経時変化の比較

に衝撃初期にスパン方向に 3 次モードが卓越する分布性状を示した後、最低次振動モードに移行し 140 ms 経過時までこの性状が継続している。その後、G-N の場合は徐々に負荷荷状態に推移しているが、G-A の場合は 160 ms 経過後に載荷点において鋭角な不連続となる 3 次モード状の負荷荷状態となり、時間経過とともに 1 次モード状に推移している。また、図 - 3 の変位分布では 100 ms から 140 ms 間で両者の分布が大きく異なっているのに対して、図 - 4 の曲げモーメント分布では両試験体で類似の分布を示している。このことは、同一曲げモーメントに対して G-N はひび割れの発生等により劣化が進行して変位振幅が増加しているのに対して、G-A は AFRP シートによって効率よく曲げ補強され、変位量が低減していることを裏付けている。

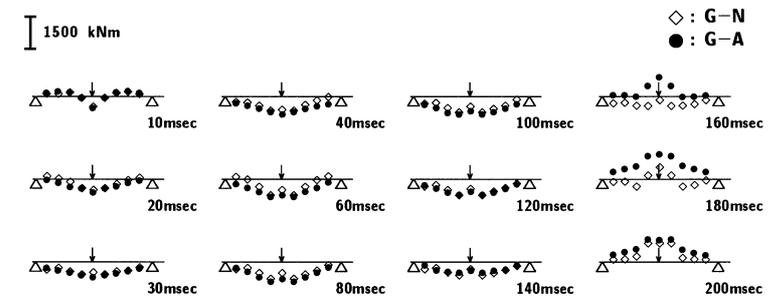


図 - 4 応答曲げモーメント分布の経時変化の比較

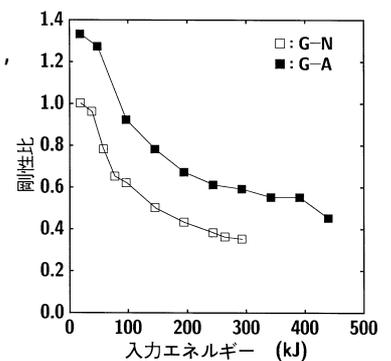


図 - 5 剛性比と入力エネルギーとの関係

3.2 剛性特性

図 - 5 には下端鉄筋歪の主波動継続時間が弾性状態における最低次固有振動状態の半周期に等しいと仮定して曲げ剛性 EI を評価し、両試験体の入力エネルギーに対する曲げ剛性の劣化状況が無補強試験体 G-N の処女載荷時における値を基準値として無次元化し、剛性比の形で整理して示している。図より、入力エネルギーの最も小さい場合における AFRP シート補強した G-A は、無補強の G-N に比較して 1.35 倍程度の曲げ剛性の向上を示していることが分かる。入力エネルギーの増加に伴い、いずれの桁もひび割れの発生等による剛性低下の傾向を示している。この減少割合は G-A で若干小さくなっており、補強効果は終局近傍まで保持されていることが分かる。また、桁を AFRP シート補強することにより、入力エネルギーを 300 kJ から 400 kJ 程度まで向上させることができ、かつその場合の剛性は無補強の G-N に対する 100 kJ 前後の入力レベルに保持することができる。なお、本実験結果は繰り返し載荷時のものであることより、実現象のように単一載荷の場合には本実験以上の補強効果が期待できるものと判断される。

4. まとめ

本実験結果により、提案した AFRP シート補強工法を採用することにより、スノーシェッド用 PC 桁の耐衝撃性能を飛躍的に向上させることができ、桁のたわみ量および剛性低下を効率的に抑制することが明らかになった。

参考文献：1) 岸 徳光, 今野久志, 三上 浩, 川瀬良司, 栗橋祐介: 実規模 PC スノーシェッドの耐衝撃性向上に関する重錘落下衝撃実験, 構造工学論文集, Vol.46A, pp.1875-1885, 2000.3