

ポリウレア樹脂で被覆された RC 版の繰り返し衝撃力に対する
耐荷性に関する実験的検討

九州大学大学院 学生会員○影山 幹浩
九州大学大学院 フェロー会員 園田 佳巨
清水建設(株) フェロー会員 奥石 正己
三井化学産資(株) 正会員 井出 一直

1. はじめに

近年、構造物の設計が性能照査型に移行するに伴い、構造物の限界状態と要求性能を明確にすることが求められている。都市内の高架橋の防護柵においては、車両の衝突事故に対する安全性だけでなく、衝突時のコンクリート片の飛散による第三者被害を防止することも重要な要求性能の一つとして考えられる。そこで、本研究では、RC 部材の崩壊に至るまでの累積衝突エネルギーを大幅に増加させ、崩壊の抑制効果を有するポリウレア樹脂を被覆した RC 版を対象に、中速度（10m/sec 程度）の繰り返し衝突荷重を与え、コンクリート板構造に対するポリウレア樹脂の補剛効果、衝突荷重に対する緩衝効果や局部破壊抑制効果の把握などを目的とした実験を実施した。

2. 実験方法

2.1 供試体

ポリウレア樹脂は、イソシアートとポリアミンを 2 液混合スプレーで結合させ、構造物表面に生成させたものであり、引張強度 24MPa、破断ひずみ 200%以上の強度を有する。本実験では、ポリウレア樹脂による被覆効果を基礎的に把握するために、RC 版の表面、裏面、両面を被覆した試験体と被覆しない RC 版の 4 種類を用いて、中速度の飛翔体に対する耐衝撃性能を比較検討した。試験体の形状、寸法を図-1 に示す。試験体は、縦 600mm×横 600mm×高さ 90mm とした。コンクリートの配合を表-1 に示す。内部鉄筋は D6（SD925A）を 5 本引張側に用いた。また、ポリウレア樹脂の塗布は 2mm の厚みである。

2.2 中速衝突実験装置

中速衝突実験には、高速水平衝撃力载荷試験装置（(株) 前川試験機製作所）を用いた。本実験に用いた飛翔体を図-2 に、実験装置を写真-1 に示す。本実験では、直径 50mm、質量 3kg、先端形状が平面の飛翔体を本装置から発射し、上下端を 500mm の支点間距離で二辺支持された試験体に衝突速度 10m/sec の一定速度で繰り返し载荷を行った。繰り返し载荷は安全面を考慮し、試験体が裏面剥離、又は衝突部の圧縮破壊が進行し内部鉄筋まで到達するまでを計測した。

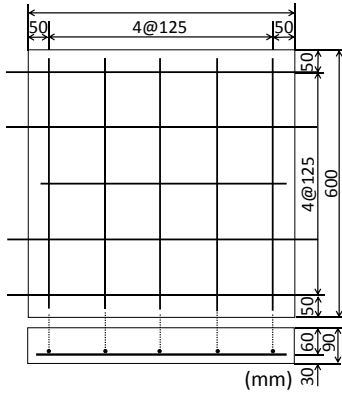


図-1 コンクリート版の形状・寸法

表-1 コンクリート配合

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)			
		水	セメント	細骨材	粗骨材
66.5	48.6	171	257	887	972



図-2 飛翔体の形状・寸法

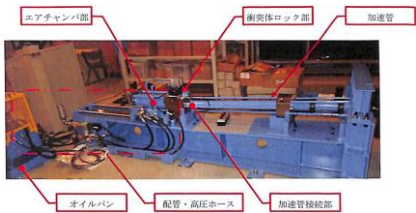


写真-1 高速衝突実験装置

3. 実験結果及び考察

高速衝突後の最終載荷時の試験体の表面、裏面の状況を表-2に示す。無被覆の試験体は5回目の載荷で、鉄筋かぶり厚に相当するコンクリートが裏面剥離する破壊を生じた。一方、前面にポリウレア樹脂を被覆した試験体は、10回目の載荷で裏面にコーン状の剥離が生じる破壊に至った。裏面に被覆させた試験体では、載荷6回目に裏面に剥離が生じ始めたが、ポリウレア樹脂の被覆効果で、13回目の載荷で衝突部に顕著な圧縮破壊が発生し、裏面のポリウレア樹脂に小さな亀裂が生じるだけの損傷にとどまった。両面にポリウレア樹脂を被覆させた試験体では、裏面剥離が生じるまでに10回の載荷を要し、裏面被覆の試験体と同様の状況(顕著な衝突面側の圧壊)で試験を終了するまでに、24回の載荷を要した。

図-3に1回目に衝撃荷重の時刻歴応答波形を示す。ポリウレア樹脂を被覆することで無被覆の場合よりも最大衝撃力が低減されていることが明確に認められるが、力積を比較すると、試験体表面を被覆したケースは衝撃荷重の継続時間が長くなるため、力積は減少していないことが認められた。同様に、繰り返し載荷数5回目と10回目の衝撃力波形を図-4、図-5に示す。これらの図より、RC版を裏面側の4点で支持するロードセルで計測した衝撃力の最大値は、載荷回数の増加とともに減少傾向にあることが分かる。この理由として、載荷数の増加で試験体の破壊が進行し、衝撃荷重の作用時に部材の破壊(飛翔体の貫入や裏面剥離の進展)に大半のエネルギーが消費され、RC版の曲げによる全体変形に寄与する割合が減少したためと推察され、それにともなってロードセルに伝達される衝撃荷重も低下したと考えられる。

4. 結論

ポリウレア樹脂を表面に被覆させると、RC版に作用する最大衝撃力が減少する緩衝効果が確認できた。また、裏面にポリウレア樹脂を被覆させることにより、明確な裏面剥離抑制効果を確認できた。ポリウレア樹脂による被覆することでRC版が破壊するまでの載荷回数が顕著に増加し、耐荷性能が向上することが確認できた。

参考文献

- 1) 高梨和光, 井出一直, 藤掛一典, 大野友則: ポリウレア樹脂で表面被覆したRC構造物の衝撃力に対する形状保持効果, 平成26年度全国大会 第69回年次学術講演会
- 2) 興石正己, 高梨和光, 西村淳, 井出一直, 藤掛一典, 大野友則: ポリウレア樹脂で表面被覆したRC壁の衝撃挙動と樹脂被覆による安全性向上効果, 平成26年度全国大会 第69回年次学術講演会

表-2 実験結果

実験ケース	1.RC供試体B (無被覆)		2.前面被覆供試体 (タフネスコート)		3.背面被覆供試体 (タフネスコート)		4.両面被覆供試体 (タフネスコート)	
	表面	裏面	表面	裏面	表面	裏面	表面	裏面
写真								
破壊形式	かぶり部の裏面剥離		コンクリートのコーン破壊		かぶり部の表面剥離後、 表面タフネスコートの亀裂破壊		コンクリートのコーン破壊後、 表面タフネスコートの亀裂破壊	
破壊時の衝突回数	5		10		13		24	
破壊時の外力エネルギー(J)	750		1500		1950		3600	
備考	破壊時の表面くぼみ: 2mm 裏面剥離面積: 75000mm ² 裏面剥離深さ: 45mm		破壊時の表面くぼみ: 7mm 表面剥離面積: 62500mm ² 裏面剥離深さ: 68mm		破壊時の表面くぼみ: 57mm 表面剥離面積: 87500mm ² 裏面盛り上がり: 20mm		破壊時の表面くぼみ: 59mm 表面剥離面積: 100000mm ² 裏面盛り上がり高さ: 15mm	

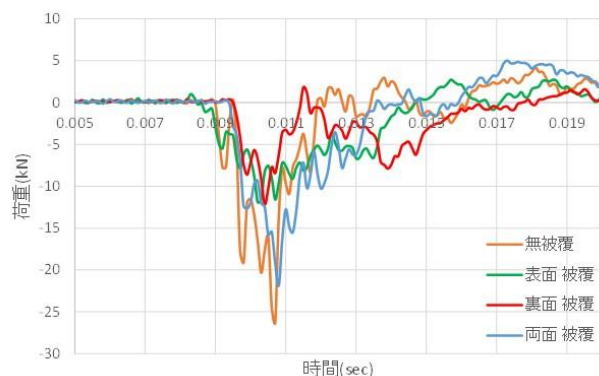


図-3 載荷1回目

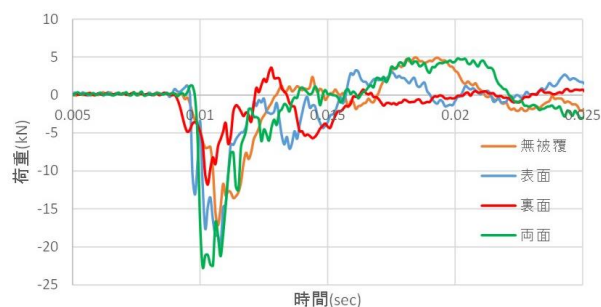


図-4 載荷5回目

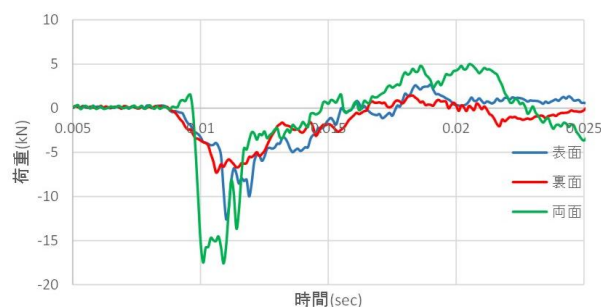


図-5 載荷10回目