

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

清水建設(株) フェロー会員 ○興石 正己 清水建設(株) 正会員 高梨 和光 三井化学産資(株) 正会員 西村 淳
三井化学産資(株) 正会員 井出 一直 防衛大学校 正会員 藤掛 一典 防衛大学校 正会員 大野 友則

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日の東日本大震災以降、発生する確率は小さいが地震・津波災害時の大きな作用荷重に対する安全対策が急務となっている。特に防波壁の破壊による津波被害の拡大¹⁾や橋桁や建築物の物的被害などが報告されており、効果的な「防災」「減災」技術の研究開発が望まれている。著者らはライニング材料で RC 構造物を被覆することにより、構造物の崩壊を抑制し、大変形しても耐荷力を保持できる技術「タフネスコート」を研究開発中である。本研究は、基礎的段階として高速道路の壁高欄を一部切出した RC 片持ち梁試験体をライニング材料で被覆し、設計荷重の 2.0~3.5 倍程度を想定した衝撃載荷実験を行なった。実験では、衝撃載荷で損傷した試験体に設計荷重レベルの衝撃力を繰返し作用させることにより崩壊までの挙動を確認した。また、無被覆の RC 片持ち梁試験体と比較検討することにより、タフネスコートの効果を定量的に把握した。

2. 実験概要

図-1 に衝撃実験試験体の概要を示す。RC 片持ち梁試験体は、幅 600mm、高さ 200mm、長さ 1,000mm で、主鉄筋およびせん断補強鉄筋には D10 (SD345) を使用した。RC 片持ち梁の主鉄筋は厚さ 570mm のフーチングに十分定着し、片持ち梁の基部における主鉄筋の拔出しを防止した。ライニング材料は、試験体の梁部の上下面及びフーチングの上面、側面に厚さ 4mm で一様に塗布した。

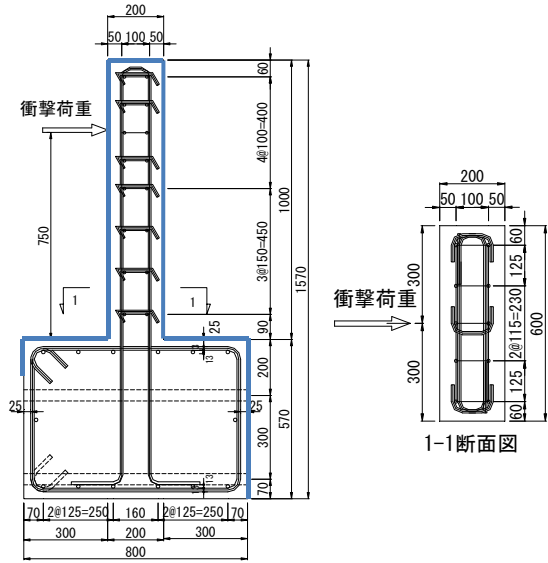


図-1 衝撃実験試験体

写真-1 に衝撃実験装置の概要を示す。スパン長 0.75m で片持ち支持された RC 梁試験体に質量 1000 kg の重錘を所定の落下高さ (300, 500, 600mm) から自由落下衝突させた。さらに初期衝撃載荷実験後に損傷した RC 片持ち梁試験体の損傷程度を定量的に評価するために、設計荷重レベルの衝撃力として落下高さ 50mm から質量 1000kg の重錘を繰返し自由落下させた。表-1 に実験試験体の一覧を示す。



写真-1 衝撃実験装置

表-1 衝撃実験試験体の一覧

試験体	重錘質量 (kg)	初期落下高さ (mm)	繰返し落下高さ (mm)	ポリウレア樹脂塗布厚 (mm)
RC1	1,000	600	50, 100	0.0 (無)
RC2	1,000	500	-----	0.0 (無)
RC3	1,000	300	50, 100, 150	0.0 (無)
RCT1	1,000	600	50, 100	4.0
RCT2	1,000	500	-----	4.0
RCT3	1,000	300	50, 100, 150	4.0

3. ライニング材料

タフネスコートに使用するライニング材料としては、ポリウレア樹脂、エポキシ樹脂、ポリウレタン樹脂などがある。ポリウレア樹脂は引張強度が 25MPa と大きく、破断時のひずみは 200 %程度である。エポキシ樹脂は引張強度 70MPa と非常に大きい、破断時のひずみ 5 %程度と小さい。また、ポリウレタン樹脂は破断時のひずみレベルは 400 %程度と大きい、引張強度は 10MPa と小さい。そこで、本研究では引張強度と伸び性能に優れたポリウレア樹脂を採用した。ポリウレア樹脂は反応性に富むイソシアネートとポリアミンを 2 液混合スプレーでウレア結合させ、構造物表面に塗布するものである。その特徴として、施工直後に瞬間的に硬化する、早期に強度を発現する、毒性が無い、耐候性 (紫外線) に優れる等が挙げられる。

衝撃力による大きな荷重を受ける RC 構造のライニング材料としては大きな変形能力及びひずみレベルが大きい領域での復元力を確保する強度が必要であり、破断時のひずみレベルが小さいエポキシ樹脂、引張強度が小さいポリウレタン樹脂は適していない。一方、ポリウレタ樹脂は従来の樹脂材料になかった引張強度と伸び性能を併せ持った材料であり、タフネスコートは、このポリウレタ樹脂の持つ力学的特性を利用して、構造物をラッピングし、衝撃力に対する安全性向上と長寿命化を図る技術である。

4. 衝撃実験結果

RC1 及び RCT1 試験体に対して初期衝撃载荷を実施した後に、設計荷重レベルの繰返し衝撃载荷を追加した。この実験にて得られた入力エネルギーと変位の関係を図-2 に示す。また、図-3 に RC3 及び RCT3 試験体に対する同様の実験結果を示す。

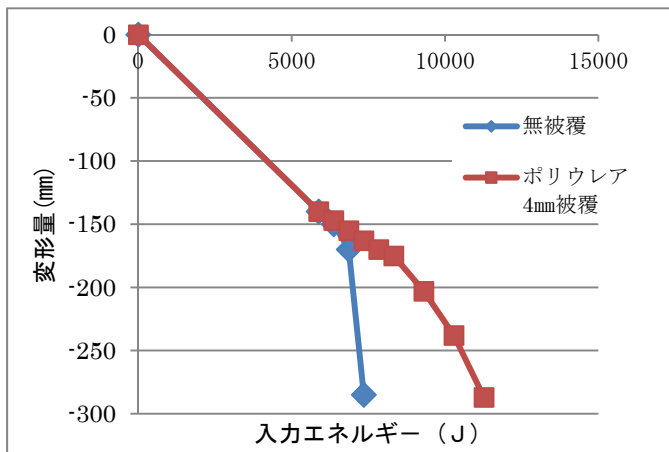


図-2 入力エネルギーと変位の関係 (H=600mm)

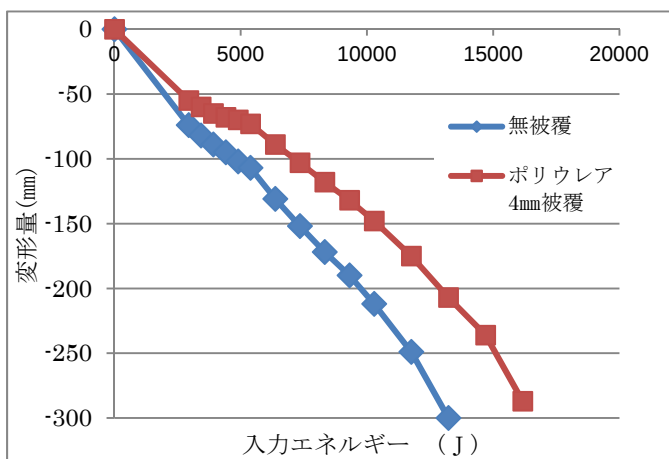


図-3 入力エネルギーと変位の関係 (H=300mm)

両図より、試験体の崩壊(変形が 300mm 以上)までに入力したエネルギーの総和はポリウレタ樹脂で被覆した場合には、無被覆の RC 試験体に比べて 22~53% 程度増加することが確認された。なお、繰返し衝撃実験においては同一高さからの载荷を 5 回までとし、順次入力エネルギーを増加させた。写真-2,3 に RC1 及び RCT1 試験体の崩壊状況を示す。RC1 試験体では圧縮

側(下面側)のコンクリートが崩落するため、ひび割れがフーチング内部まで進展し引張鉄筋 5 本の破断と同時に急激に崩壊した。一方 RCT1 試験体はポリウレタ樹脂により圧縮側のコンクリートが保持されるため、ひび割れが壁体基部に留まり引張鉄筋の 2 本だけが破断した後に緩やかに崩壊した。



写真-2 RC1 試験体の崩壊状況



写真-3 RCT1 試験体の崩壊状況

5. まとめ

- 1) 初期衝撃载荷実験では、ポリウレタ樹脂(4mm)で被覆することにより、破壊時における圧縮側(下面側)のコンクリートの剥落を防止できる。さらに、RC 壁の基部に発生するひび割れは、圧縮側では壁体内に留まりフーチング部へは損傷が波及しない。
- 2) 初期衝撃载荷実験では、ポリウレタ樹脂(4mm)の有無による変形量には有意な差は認められなかった。
- 3) 繰返し衝撃载荷実験では、ポリウレタ樹脂(4mm)で被覆することにより、試験体への入力エネルギーは 22~53% 程度増大する。すなわち初期衝撃载荷実験における入力エネルギーが大きく、損傷の大きい RC 試験体ほどタフネスコートによる安全性向上効果は大きいことが確認できた。

参考文献

- 1) 中央防災会議；東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門委員会(中間とりまとめ)、2011 年 6 月 26 日。