

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

清水建設(株) 正会員 ○高梨 和光 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

東日本大震災では、津波による沿岸地域の貯油タンク周辺の防液堤や下水処理施設の崩壊、防波壁の崩壊による内陸地への津波流入被害等が報告されている。本研究は大地震や大津波によるRC構造物の甚大な被害を軽減するために、ポリウレア樹脂で表面被覆したRC構造物の断面降伏後における形状保持効果を現地調査及び衝撃実験により明らかにするものである。

2. ポリウレア樹脂による形状保持効果(断面降伏後)

形状保持効果とは大地震や大津波により断面が降伏した後に崩壊を抑制する効果であり、構造物の「形状」や「機能」の保持を目的としたものである。この効果を発揮する方法の一つとして、ポリウレア樹脂を構造物に表面被覆する方法が考えられる。図-1に形状保持効果のイメージ図を示す。

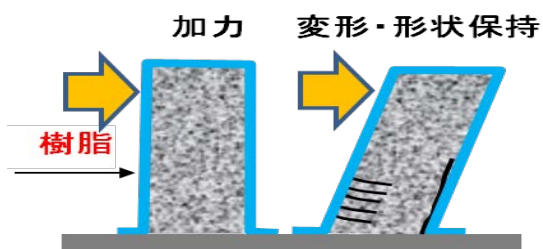


図-1 形状保持構造のイメージ図

このポリウレア樹脂はイソシアネート ($\text{O}=\text{C}=\text{N}-\text{Q}-\text{N}=\text{C}=\text{O}$) とポリアミン ($\text{NH}_2-\text{R}-\text{NH}_2$) を2液衝突混合スプレーでウレア結合させ、構造物表面に生成させたものである。図-2に3種類の樹脂材料の力学的特性を示す。この図から、ポリウレア樹脂は引張強度がポリウレタン樹脂の2倍程度大きく、破断時のひずみレベルはエポキシ樹脂の40倍程度であることがわかる。

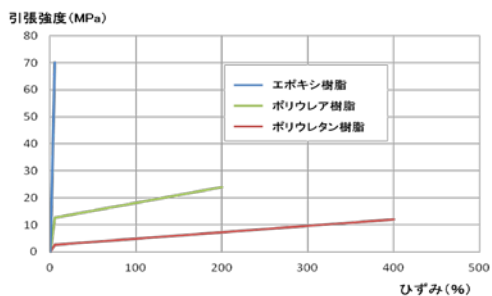


図-2 樹脂材料の力学的特性の比較¹⁾

3. 形状保持効果の現地調査事例

東日本大震災の津波被害を受けた岩手県野田村のサケ・マス養殖場において、ポリウレア樹脂で防水処理した水槽は崩壊することなく形状を留めていた。

下安家漁業協同組合サケ・マスふ化場は野田村下安家の安家川の河口から約300m上流にある。このサケ・マスふ化場は第1～第6ふ化場と呼ばれる水槽群から成っている。これらの水槽群の中で、第5、6ふ化場は稚魚に対する安全性と稚魚の食付きによる損傷が少ないとの理由から従来のようなエポキシ樹脂でなく、ポリウレア樹脂(厚さ2mm)による防水処理が実施されていた。この第5、6ふ化場は長さ24m×幅15m×深さ1mの掘り込み水槽を2基、並列に並べて1つのふ化場となっている。写真-1に津波を受けているサケ・マス養殖場、写真-2に被災後の第5、6ふ化場を示す。第5、6ふ化場における津波の浸水高は約3.0mであり、波王に換算すると約90kPaが作用したことが判明している。被害状況としては第1～第4ふ化場が津波により崩壊したが、近くにある第5、6ふ化場では水槽内部に津波が運んできた泥土が20cm程度堆積し、軽自動車や岩塊等の激突による局所的な破損はあったものの、大きな形状変形や損傷は無く、水槽としての機能は維持されていた。



写真-1 津波を受けているサケ・マス養殖場
(写真提供：下安家漁業協同組合)

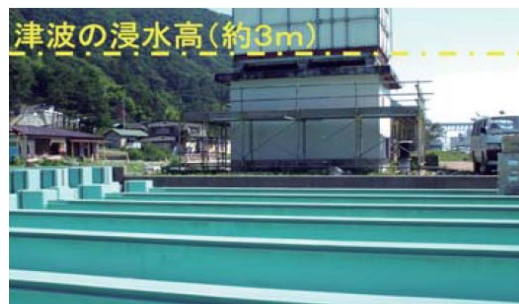


写真-2 津波被災後の第5、6ふ化場

キーワード ポリウレア樹脂, 形状保持効果, 衝撃, 津波
連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1

清水建設(株)土木技術本部技術開発部 TEL: 03-3561-3886

4. 形状保持効果の確認実験

1) 簡易衝撃実験

ポリウレア樹脂で表面被覆したU型側溝(幅 325mm×高さ 300mm×長さ 600mm, 厚さ 50mm) で形状保持効果を確認するために簡易衝撃実験を行なった. U型側溝をポリウレア樹脂(厚さ 2mm)で表面被覆したRC供試体と通常のRC供試体に対して, コの字の張りだした頂部に 20kg の錘を 1.0m の高さから落下させた. 通常のRC供試体では, 1 回目の衝撃载荷でコの字型の頂部に貫通クラックが入り, 写真-3 に示すように 3 回目の衝撃载荷で崩壊した.



写真-3 錘の衝撃载荷（3回目）後の状況

一方, 写真-4 に示すようにポリウレア樹脂で表面被覆した供試体は錘を 20 回衝撃载荷した後でも, 細かい貫通ひび割れが数本入ったものの, コの字型の形状は保持されていた. ひび割れの脇に書いてある数字は, ひび割れ発生時の錘の落下回数である. 実験結果より, 供試体をポリウレア樹脂で表面被覆することにより, ひび割れ入るものの形状を保持でき, 崩壊を防止できることが確認された.



写真-4 錘の衝撃载荷（20回目）後の状況

2) 高速载荷実験及び衝撃曲げ実験

断面降伏後の形状保持効果における载荷速度の影響を確認するため, ポリウレア樹脂で六面を表面被覆したRC梁供試体に, 载荷速度を変えた曲げ実験を行なった. 载荷速度としては準静的(0.0001m/s), 低速(0.05m/s), 中速(0.4m/s), 高速(3.0m/s)の4種類とした. さらに, 300kg 重錘を 50cm 高さから自由落下させ, 衝撃力に対する応答(約 4.0m/s)を比較検討した. 図-3 に供試体の概要を示す.

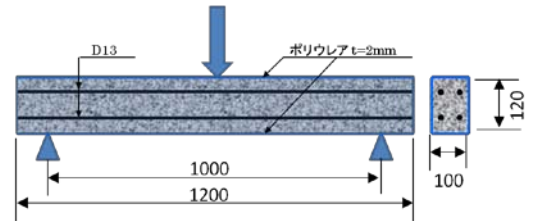


図-3 衝撃曲げ実験の供試体

図-4 に示すように, 高速载荷実験においては载荷速度が 0.4m/s 以下では, 初期降伏後の変形量が 40mm 程度まで耐荷力は 30kN 以上を維持しながら大きく変形することを確認できた. また, 衝撃曲げ実験及び载荷速度 3.0m/s の高速载荷実験では, 衝撃力として慣性力が加算されるため, たわみ量 10mm 以下で荷重のばらつきがみられるが, 変形量 30mm 以上では荷重に大きな差がなくなり耐荷力 30kN を保持できた. 以上のことから, ポリウレア樹脂で表面被覆した場合, 载荷速度に依らず, 形状保持効果が期待できることが確認できた. 写真-5 は準静的载荷試験と高速载荷試験での供試体を試験後に, 側面部分のライニングを剥いでみたものである. 共に細かいひび割れが分散して発生していることが確認できた.

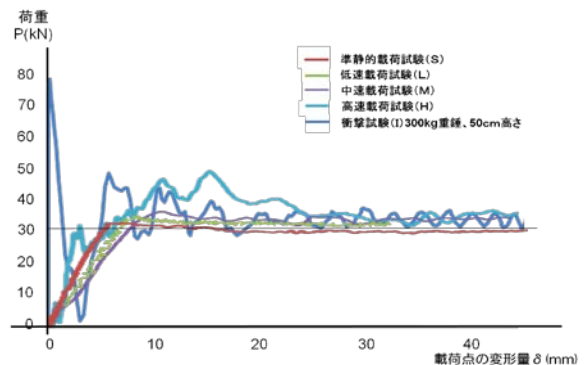


図-4 高速载荷及び衝撃曲げ実験結果



写真-5 ひび割れ発生状況（準静的载荷と高速载荷）

5. まとめ

ポリウレア樹脂で表面被覆したRC構造物では断面降伏後の形状保持効果があることが, 津波被害調査及び簡易衝撃実験で明らかにされた. さらに, 形状保持効果が载荷速度に依存しないことが高速载荷実験及び衝撃曲げ実験で確認できた.

参考文献

1) スワエールスプレシステム (ポリウレア樹脂防水防食材) スワエール 三井化学産資(株) 技術資料