

ポリウレタンエラストマーによる繊維シート保護被覆

The protection coating by Polyurethane Elastomer on the reinforcing fiber sheet layer for earthquake-proof.

国土交通省 北海道開発局	中島 燈
国土交通省 北海道開発局	正員 中井健司
(株)土木技術コンサルタント	正員 三好章人
武田薬品工業(株)	○正員 竹ノ内信一郎

1. まえがき

コンクリート構造物の耐震補強工において、炭素繊維やアラミド繊維からなるシートにエポキシ樹脂を含浸、巻き立てする場合、水・紫外線などの劣化因子や衝撃・摩耗といった外力に対してなんらかの保護工を行わなければならない。対象が河川橋の場合、特に河道内に橋脚がある場合は、流木・漂砂などの衝突による衝撃、摩耗などの外力に耐える保護材を使用する必要があるが、高耐候性塗料やポリマーセメントモルタル(PCM)に代表される既存の保護被覆材料ではこれら外力に対して高度な耐久性を有しているとは言い難い。そこで我々は特に耐摩耗性に優れ、衝撃反発係数が高く、なおかつ施工においても重機などを必要としないで均一な厚みの保護被膜を短時間で形成出来る無溶剤型ポリウレタン(PU)エラストマーによる被覆を検討することになった。本報告では、河川橋橋脚の保護被覆を想定して、上記の PU エラストマーの諸性能について検討した結果を示す。さらに、国道 274 号瑞穂橋(夕張市)において、この PU エラストマーを保護材として使用した工事内容について報告する。

2. 無溶剤型ポリウレタンエラストマーの概要

2.1 施工システム、基本性能と耐久性能

無溶剤型 PU エラストマーは二成分ポリウレタン原液を専用の混合機を用いて吹きつけ、得られるものである。また、無溶剤型 PU エラストマーの基本物理性能、耐久性能について表-1 に示す。このシステムでは吹き付け後瞬時に硬化反応が始まり、垂直面に対しても任意の膜厚でシームレスな被覆層を形成することが可能である。この被覆層は耐水性、耐候性試験においても性能低下が起らず、ポリマーセメントモルタル保護材料に比べるとおよそ 15~20 倍の耐摩耗性を有している。

2.2 反発弾性

JIS K 6255(リュブケ式)による反発弾性率の測定結果を図-1 に示す。無溶剤型ポリウレタンエラストマーは衝突エネルギーの吸収性能が極めて高い材料と言える。

3. 実際の仕様を想定した各種耐久性試験

実際の仕様、すなわち繊維シートにエポキシ樹脂を含浸、硬化させた耐震補強(FRE)層上に、保護被覆層として無溶剤型 PU エラストマーを積層した複合層の性能評価を行った。

3.1 接着性

試験体および試験手順は次のとおり行った。まず 25℃室内でアラミド繊維シートにエポキシ樹脂 1.0 kg/m² を含浸し、24 hr. 硬化養生を行う。この上に無溶剤型ポリウレタンエラストマーを厚さ 2 mm で塗布し、24 hr. 硬化養生を行う。このようにして得られた複合体シートを幅 25 mm の短冊状に裁断し、T 字剥離試験(引張速度 50 mm/min.)を行い、接着強度、剥離界面状況について確認を行った。さらに河道内では長時間水中浸漬された状態も想定する必要があることから、この試験体を 60℃温水中(劣化促進条件)に 4 週間浸漬した後に同様の試験を行い、接着力の耐水性についても調べた。試験の結果は表-2 に示すとおりであり、温水浸漬後も接着性の低下は認められず良好な結果であった。

表-1 無溶剤型 PU エラストマーの概要

項目	測定値	試験方法
基本性能	硬度 Hs [JIS A]	76 JIS K 6301
	引張強さ [MPa]	12.00 JIS A 6021
	伸び率 [%]	600 JIS A 6021
	引裂強さ [N/mm]	60.0 JIS A 6021
	抗張積 [N/cm]	14112 JIS A 6021
耐摩耗性	摩耗量(g)	0.16 JIS K 7204(H22)
耐水性	吸水率 [wt%]	2.6 60℃温水
	引張強度 [MPa]	11.16 4W.浸漬後
耐候性	引張強度 [MPa]	11.76 S.W.O.M
	伸び率 [%]	610 2000 Hr.曝露後

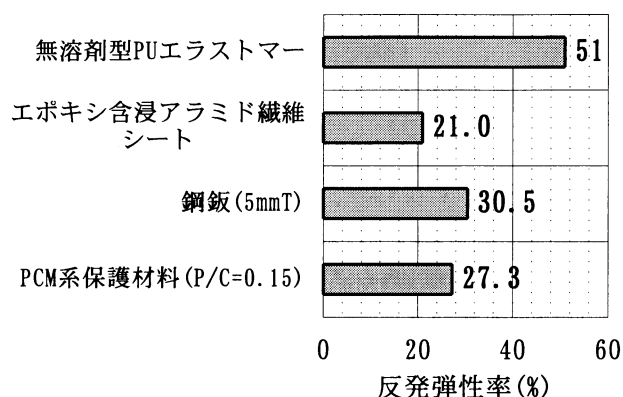


図-1 各種素材の反発弾性

キーワード；ポリウレタン、保護被覆、耐震補強、耐衝撃性、耐摩耗性

連絡先；大阪市淀川区十三本町 2-17-85、TEL 06(6300)6148, FAX 06(6300)6807

表-2 FRE とポリウレタンエラストマーの接着性

	接着強さ [N/25mm]	備考
初期接着性	149	PU 凝集破壊
耐久接着性	138	FRE 凝集破壊

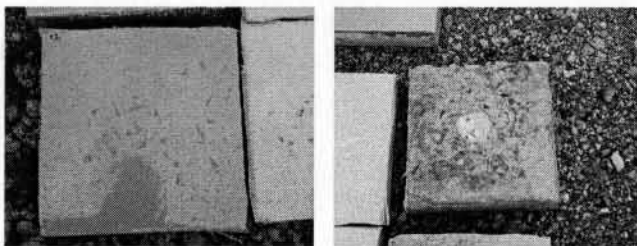
3.2 耐衝撃(衝突摩耗)性

試験体は次の手順で作成した。25℃室内で、予めプライマー処理を行ったコンクリート板(300×300×60 mm)にアラミド繊維シートを用いて FRE 層を形成し、この上に無溶剤型 PU エラストマーを塗布、保護層を形成した。ここで保護層の膜厚としては2 mm および 5 mm の2種類とした。また比較のために、保護材料なし、および 30 mm 厚さの PCM(アクリル混和剤、ビニロン繊維混入)を保護材料として用いた試験体も作成した。以上のようにして作成した試験体の上に各種の物体を高さ 5m から繰り返し自然落下・衝突させて、その損傷の度合いを調べた。試験の結果を表-3 および図-2 に示す。

無溶剤型 PU エラストマーは厚さ 2 mm の試験体において、先端が鋭利な衝突物の場合に若干の損傷が認められたが、FRE 層には損傷が認められなかった。厚さ 5 mm の場合には衝突物の形状、重量、衝突速度に関係なく、破断、剥離などは認められず、繊維シートにも損傷はないものと推測される。一方、PCM を保護材として用いた試験体においては、特に先端の鋭利な物体が繰り返し衝突した場合の摩耗が顕著であった。

表-3 衝突落下試験結果

保護材料	落下物	落下高さ	結果
PU(2mm)	丸石 (7.0kg×1 個)	2m	10 回表面擦過傷
	ナット (0.35kg×50 個)	5m	10 回部分的に貫通
PU(5mm)	ナット	5m	10 回貫通傷なし
PCM (30mm)	丸石	2m	5 回割れ・剥離
	ナット	5m	6 回摩耗顕著
なし	ナット	5m	5 回繊維破断顕著



PU(5mm) ナット落下

PCM(30mm)ナット落下

図-2 衝撃落下試験結果例

4. 実施工例

以上に示した一連の試験結果より、無溶剤型 PU エラストマーは繊維シート補強層の保護材料としての適用性が高いと判断される。次に、実際の施工例を紹介する。

4.1 工事の概要および仕様

工事は国道 274 号瑞穂橋で実施した。本橋は河川橋であり、耐震補強工を実施した 4 本の橋脚のうち 3 本は常時河道内にある。図-3 は実際の施工仕様を示したものである。ここで保護ウレタン層の膜厚が厚い方が、衝撃吸収性能が高く、衝突摩耗性においても有利であり、また最初の現場実施例ということで、安全サイドを考慮し 5 mm 厚の被覆とした。

4.2 経過状況

図-4 に施工状況および施工後約 1 年経過後の状況を示す。河道内ではかなりの速度での水流が認められ、流木や石などが激しく衝突している状況が観察された。しかしながら、PU 保護被覆層表面には損傷は認められず、良好な状態を維持していた。

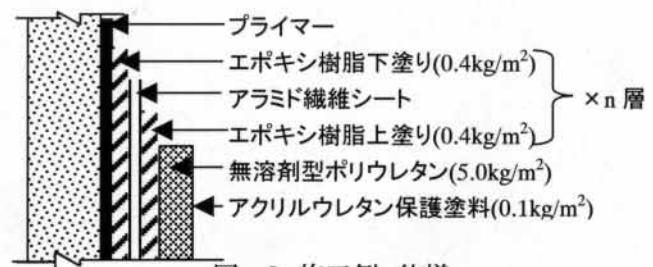


図-3 施工例仕様



図-4 施工状況と経過状況

5. まとめ

本報では繊維シート耐震補強層の表面保護材として無溶剤型 PU エラストマーの適用を検討した。その結果、

- (1) PCM 系保護材料と比べて、高い耐摩耗性、耐衝撃性を有し、FRE 層の保護という目的を十分に果たす。
- (2) 施工においては重機等を使用する必要がなく、機械施工により均一な継ぎ目のない被覆を、短時間で行うことが出来る。
- (3) 今回確認された性能は、河川橋橋脚の保護被覆において特に有効である。

謝辞

実施工においてはフクタカ工業(株) 小畑敏広様の協力を頂きました。心よりの謝意を表します。

参考文献

- 1) 山下俊彦・佐伯浩・浅川典敬・佐藤光一・仮屋園義久：漂砂による鋼管の摩耗に関する実験的研究, 海洋開発論文集 Vol.5, pp109-112
- 2) 山下俊彦・佐伯浩・仙田昌功・佐藤光一・仮屋園義久：漂砂による重防食鋼管杭の摩耗特性と砂粒子の衝突エネルギー, 海洋開発論文集(1991), pp.231-236