

超速硬化ウレアウレタンシステム ハイボンド RUS 工法

大同塗料株式会社 森山 伸明

1. ウレアウレタンとは

ウレアウレタン樹脂は、ポリイソシアネートとポリアミンの2液が反応し、ウレア結合を生成することで硬化する樹脂で、広くはポリウレタン樹脂に分類される。この反応は高い反応性を示し、瞬時で硬化し、強靱な膜を形成する。得られる膜は一般的なポリウレタン樹脂に比べ、高強度で柔軟性が高く、耐摩耗性に優れ、引裂き強さが大きく切れにくい特性を有している。このことから、水利施設の保護・補修に適していると考えられる。

2. ハイボンド RUS 工法の特長

ハイボンド RUS 工法は上述のウレアウレタン樹脂の特性を活かした鉄筋コンクリート開水路や鋼矢板水路の補修工法で、以下のような特長を有している。

(1) 超速硬化性

主材のハイボンド RUS は超速硬化性で、施工面積が少ない場合は、最短1日で施工完了ができ、工期短縮が期待できる。表-1に標準仕様を示す。

(2) 強靱な塗膜物性

引張強さと引裂き強さが高く、且つ柔軟性に優れ、強く伸張性に富んだ膜を生成する。一

般的に伸び率が大きい塗膜は強度が低く、強度が高い塗膜は伸び率が小さい傾向にあることから、JIS A 6021（建築用塗膜防水材料）では、ウレタンゴム系屋根用塗膜防水材料の性

能として高伸長形と高強度形の2種類に分けて規定されているが、ハイボンド RUS 工法は両方の性能規定に適合する。ハイボンド RUS 工法の塗膜物性を表-2に示す。

(3) 耐摩耗性

水と共に土砂などが流れる開水路では、耐摩耗性は重要な要素である。ハイボンド RUS 工法の水砂噴流摩耗試験10時間後の摩耗深さは0.04mmであり、2.8mmであった標準供試体との相対比率は0.014となり耐摩耗性に優れていることが実証された。水砂噴流摩耗試験10時間後の試験結果を図-1および表-3に示す。

(4) 高耐久性

フリーフィルムをダンベル3号で打ち抜き、引張試験機で標線間20mmを伸び率100%になるように40mmまで伸ばし、直後に20mmまで戻す操作を繰返し行った。1液ウレタン工法の塗膜は、この操作を1,900回繰返したところで塗膜が破断したが、ハイボンド RUS 工法は10,000回繰返しても塗膜は破断せず異常は確認できなかった。このことより、ハイボンド

表-1 ハイボンド RUS 工法 標準仕様

工程	使用材料	塗布量 (kg/m ²)	塗装方法	塗装間隔 (23°C)
下塗	ハイボンド プライマーSE ポルトランドセメント	0.16	はけ ローラー	4時間以上 7日以内
主材吹付	ハイボンドRUS	2.2	吹付け	5分以上 7日以内
上塗	ハイボンドRUS トップコート	0.16	はけ ローラー	16時間以上

表-2 塗膜物性

試験項目	ハイボンド RUS工法	ウレタン防水材料 JIS A 6021	
		高伸長形	高強度形
引張強さ (MPa)	13.0	2.3以上	10以上
伸び率 (%)	480	450以上	200以上
引裂強さ (N/mm)	56.8	14以上	30以上

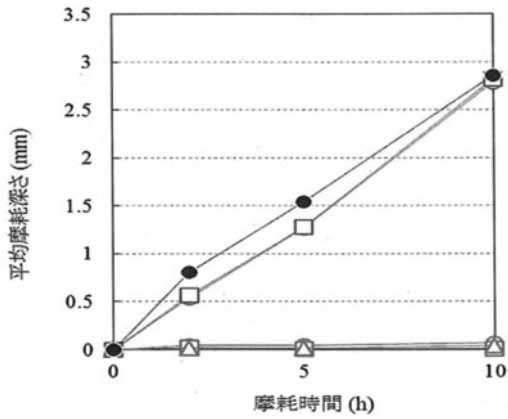


図-1 水砂噴流摩耗性試験結果

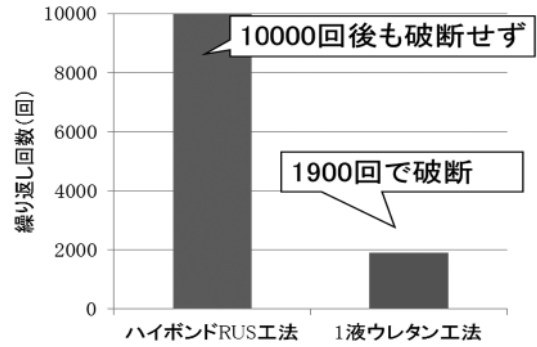


図-2 繰返し引張試験結果

表-3 試験10時間後の平均摩耗深さ

	ハイボンド	標準供試体
	RUS工法	
平均摩耗深さ(mm)	0.04	2.8
摩耗深さ比	0.014	1



図-3 押抜き試験状況

RUS工法は繰返し引張り疲労に強く、耐久性に優れていることが確認できた。(図-2)

(5) はく落防止性

ハイボンドRUS工法は強靱な塗膜を形成するので、コンクリート片のはく落防止としての性能を有している。土木学会試験方法JSCE-K533押抜き試験ではφ100mmのコアを50mm押し出した時の最大荷重は2.3kNと高く、さらに70mm押し出しても破断しない。このようにはく落防止性に優れており、開水路で発生する目地段差やコンクリートのひび割れや、剥離が起きた場合であっても塗膜は破断しにくく、防水性を保持する効果が期待できる。(図-3)

(6) 防錆性

ブラスト処理(ISO 8501-1 Sa2 1/2)を行った鋼板にハイボンドRUS工法を施工し、塩水噴霧0.5時間—湿潤状態1.5時間—熱風乾燥2時間—温風乾燥2時間の複合サイクル試験を行った。200サイクル(50日)経過後も塗膜に異常がなく、カット部からのさびやふくれも発生せず、防錆性に優れている。

3. 耐衝撃性試験

開水路には山などから砂や土を含んだ雨水が流れ込みそれらは徐々に開水路内に堆積する。開水路の流水性を確保するために、堆積した土砂は除去する必要がある、その場合にはショベル等が使用される。ショベルの先端は鋭利な鋼製であることが多く、補修・補強材が裂けることが懸念される。そこでショベルで土砂を掘り起こす作業を想定した試験方法を提案し評価を行った。

(1) 試験方法

厚み1.6mm、長さ100mm、幅50mmの鋼板を、試験体の上にバックアップ材などを使用して垂直に固定する。JIS K 6741(硬質塩化ビニル管)に規定されているVP呼び径75(D89.0mm、t5.5mm)長さ1,050mmの硬質塩化ビニル管を、鋼板が中心を通るように被せ、垂直に立てる。図-4に示す垂直に立てた硬質ポリ塩化ビニル管(VP)の中を通して1kgの鉄球を繰返し落下させる。鉄球を50回落下させた後、目視により塗膜に裂け目やかけ、へこみ状態を確認

する。試験は室温で養生した標準状態と、キセノンウェザーメーターで2,000 および 4,000 時間の促進耐候性試験を行った試験体で行った。また、比較として2mm厚のJIS A 6021（建築用塗膜防水材料）に適合する2液ウレタン工法（高伸長形）も同時に試験を行った。

(2) 試験結果

ウレタン防水材料の塗膜は標準状態でも破断が見られたが、ハイボンドRUS工法は促進耐候性試験後の試験体でも破断は見られなかった。以上の結果から、ショベルで堆積土砂を除去する作業を行った場合でも、塗膜の損傷はほとんどないと推察される。

4. 施工方法

ウレアウレタン樹脂は超速硬化なので、ローラーやコテなどでの施工は不可能で、専用の吹付け機を使用する。ハイボンドRUS工法には、

図-5に示すハンドガンに材料カートリッジを装着して（図-6）吹付けるハイボンドRUS HG工法と、専用の吹付け機を使用するハイボンドRUS 270工法がある。

(1) ハイボンドRUS HG工法

HG工法に使用する機器は専用のハンドガンと3馬力程度のコンプレッサーのみであり、コンパクトな設備で占有面積が少ないことが特長である。材料カートリッジは1.4kgセットで、約0.6㎡の施工が可能で、図-7に示す開水路の目地補修など、移動しながら単発的に行う補修工事や部分的な緊急補修工事に適している。1日の施工量は15～20㎡程度で、1日で施工完了が可能である。

(2) ハイボンドRUS 270工法

270工法は図-8および図-9に示す専用の吹付け機を用い、タンクに充填した材料を圧送して連続的に施工する工法で、吹付け機の他に

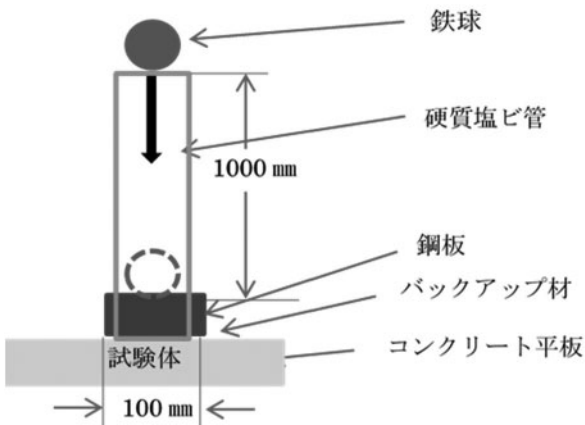


図-4 耐衝撃性試験概要

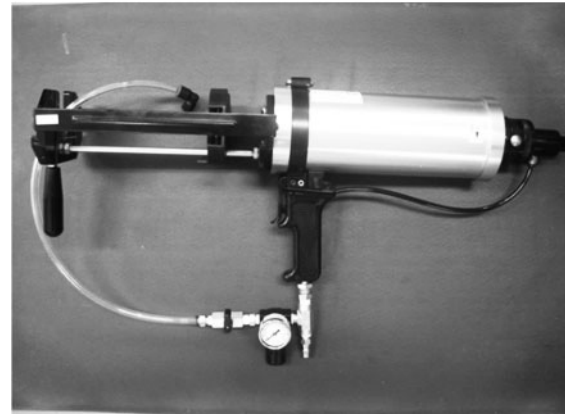


図-5 専用ハンドガン

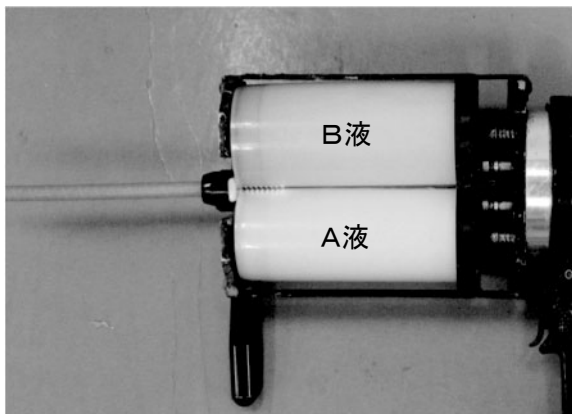


図-6 材料カートリッジ装着状況



図-7 開水路目地補修

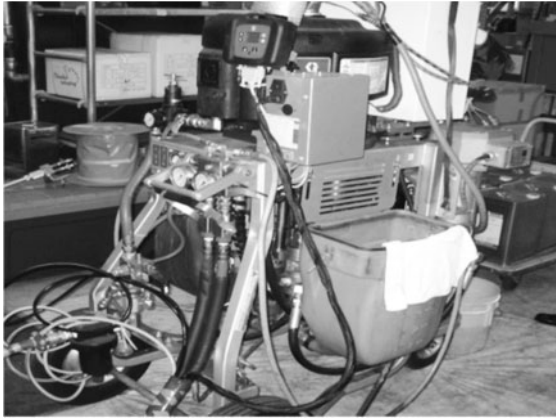


図-8 専用吹付機

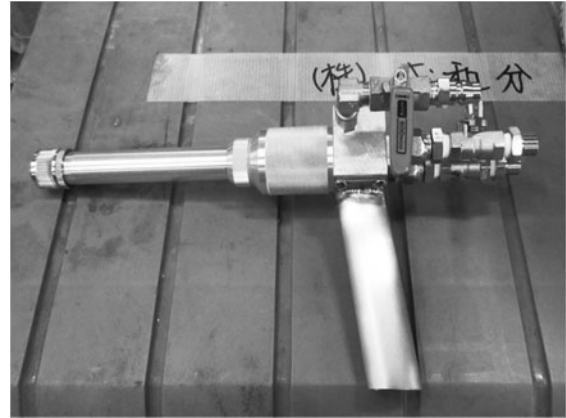


図-9 専用ガン

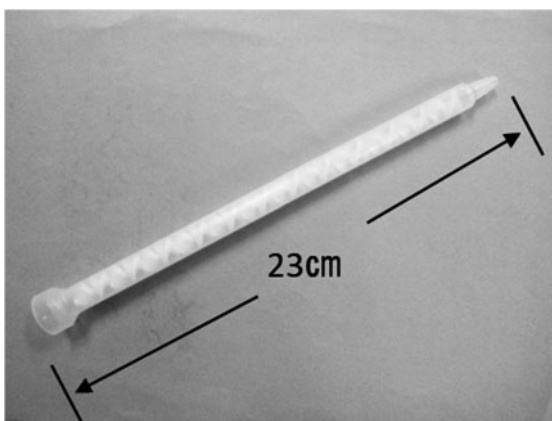


図-10 スタティックミキサーノズル



図-11 ノズル内のプラスチックエレメント

コンプレッサーと発電機を使用する。1日の施工面積は100～150㎡で、開水路全面の補修など大面積を塗装するのに適している。

(3) 混合方式

ハイボンドRUS工法はA液とB液の2種類の材料を図-10および図-11に示すスタティックミキサーノズル内を通して混合する。スタティックミキサーの内部はエレメントが螺旋状に並んでおり、その中を材料が通過することで均一に混合される。スタティックミキサーを通過して混合された材料は、エアによって微粒化される。吹付け時の材料温度は30～40℃が適温で、吐出量や微粒化するエア圧は小さく設定できる。材料温度を60℃まで上げて高圧で送り霧化する衝突混合方式のウレアウレタンと比較して飛散が少ないことが大きな特長

である。

5. まとめ

ハイボンドRUS工法は超速硬化であり、少ない工程数で施工ができるので、工期短縮が可能である。耐摩耗性に優れ、高強度で柔軟性のある強靱な塗膜を形成し、繰り返し疲労性他、耐久性に優れている。材料の混合はスタティックミキサー方式で吹付け時の飛散が少ない等のメリットがあり水利施設の補修に適した材料である。