

大和紀伊平野農業水利事業における表面被覆工法について

大和紀伊平野農業水利事務所 田島 明彦
古賀 保

1. はじめに

大和紀伊平野農業水利事業（以下、「本事業」という。）では、築造後約40年、古いものでは60年以上経過した農業用水路の改修を行っている。建設当初、農業用水路は、農地の中を通過していたが、その農地も今や宅地化されたり、水路の上に住宅があったりと農業用水路が通過する周辺の土地利用は様変わりしている。

このような状況下での農業用水路の改修においては、開削し既存水路を撤去するなどは困難で、管水路ではパイプインパイプ（PIP）工法や推進工法の採用、同じく開水路では表面被覆工法（以下、「本工法」という。）を採用するケースが増えている。

しかし、歴史の浅い本工法の採用による改修においても、水路の標準耐用年数（40年）を確保するためには、本工法についての耐久性に関連する物理的特性（付着強度、摩耗度及びひび割れ追従性）の検証が極めて重要となる。

近年、本工法においては、数多くのメーカーが競うように技術開発している状況にあるが、上記の物理的特性について各社が公表している物性値やその試験方法に違いがあることから、その比較や、どの規格・品質を満足することが農業用水路の改修に必要とされるのか、その評価が難しいと

ころである。

本報では、本事業のうち和歌山県の紀伊平野地区における開水路改修での本工法の実施例及び事務所で行った本工法9工法を対象にした性能検証の概要及び大和平野地区での現地試験施工などについて紹介するものである。

2. 紀伊平野地区の事業概要

紀伊平野地区では、和歌山県の紀伊平野に広がる6,160haの水田、畑に農業用水を供給する農業用水路の改修を行っている。大和平野地区を含む本事業での改修対象となる農業用水路は、昭和25年度に着工した国営十津川紀の川土地改良事業等で築造されたもので、経年による施設の老朽化に加え営農体系や社会状況の変化などにより農業用水の需要に変化が生じていることから、農業用水の持続的な安定供給と適正利用を図るため農業用水路の改修を行っているものである。

なお、紀伊平野地区では農業用水路の総延長316kmを機能診断した結果、機能低下が著しい約68km（下表の改修緊急度A及びB）の農業用水路を改修の対象としており、改修を予定している開水路（54.3km）のうち、本工法を採用あるいは予定（または検討）している区間は約26.5kmであり、平成19年度までに約11.6km、約59,000m²を施工済である。

農業水利施設の改補修計画延長

	改修緊急度	山田ダム	水路				計
			トンネル	開水路	管水路	その他	
延長 (km)	A	機械設備	0.8	43.1	0.4	1.1	45.4
	B	-	-	11.2	11.1	0.1	22.4
	C	-	28.1	174.3	32.7	13.3	248.4
小計			28.9	228.6	44.2	14.5	316.2

- A**：機能低下が著しい施設（事業で改修）
- B**：機能低下が進行中の施設（事業で改修）
- C**：機能が維持されている施設

3. 表面被覆による改修工事の発注仕様

表面被覆工法は、「樹脂等有機系塗布工法」、「モルタル等無機系塗布工法」及び「成形板貼付工法」の仕様に大別され、また被覆材料によっても細分される。

紀伊平野地区が発注する工事では、その材料について、必要最小限の規格及び品質を工事特別仕様書で定めているが、この規格及び品質は、土木学会制定の施工指針及びJISのポリマーセメントモルタル基準に拠るものである。

以下、特別仕様書に定める本工法に関する仕様や施工に関する記述を抜粋する。

【以下、特別仕様書からの抜粋】

第8章 工事用材料

1. 規格及び品質

本工事で使用する主要材料の規格及び品質は、次のとおりであり、監督職員が指示する材料については、試験成績書等を提出しなければならない。

(1) 表面被覆材

被覆材の種類：繊維混入ポリマーセメントモルタル又は同等品以上

圧縮強度：24N/mm²以上（試験方法 JISA1171 準拠）

曲げ強度：8N/mm²以上（試験方法 JISA1171 準拠）

コンクリートとの付着強さ：
1.0N/mm²以上（試験方法 JHS416）

硬化収縮性（長さ変化率）：
0.075 % 以下（試験方法 JISA6203 準拠）

摩耗量：4.0g 以下（試験方法 JISK7204 摩耗輪：H22 準拠）

透水性：15g 以下（試験方法 JISA6203 準拠）

被膜養生材：被覆材適用製品又は同等品以上（以下略）

3. 監督職員の検査又は試験

次に示す工事材料は、使用前に監督職員の検査又は試験を受けなければならない。

材料名	検査・試験項目	備考
表面被覆材	外観・数量	施工完了後は空袋検査

（以下省略）

第9章 施工

1. 一般事項

(2) 検測又は確認（施工段階確認）

工種	確認内容	確認時期（一般監督）	確認時期（重点監督）
下地処理工	表面状態	初期施工段階で1箇所、以降構造変更毎に1箇所	500 m ² に1箇所（最低1箇所/路線）
	付着強度	下地処理工完了段階で1箇所、3点（両側壁・底版）	500 m ² に1箇所（最低1箇所/路線）
表面被覆工	厚さ	初期施工段階で1箇所、3点（両側壁・底版）	500 m ² に1箇所（最低1箇所/路線）

5. 水路内清掃

高圧洗浄機等を用いてコンクリート表面の泥や、藻、苔、油脂類等の付着物を除去しなければならない。

6. 下地処理工

1) 超高压洗浄機等を用いコンクリート表面の泥や、藻、苔、油脂類等の付着物および、剥離箇所などの局所的な脆弱部分を除去しなければならない。

2) 劣化摩耗度を確認するため、既設のコンクリート表面の凹凸量調査を実施するものとする。

10. 表面被覆工

1) 表面被覆の標準配合

使用する被覆材は、材料ごとに決定された所定の配合を用いるものとする。

2) 不陸調整

不陸面（凹凸）の調整は、表面被覆工に使用する材料で本施工と一体的に行うものとする。

3) 吹付け

吹付け作業に先立ち、マスキング等により目地部の養生を行わなければならない。

4) 表面仕上げ

吹付け後は、金コテ等により平坦に仕上げ、

材料毎に設定された養生材を塗布するものとする。

5) 養生

表面仕上げ後は、必要に応じシート養生を行わなければならない。なお、冬季期間に施工するものにあつては、共通仕様書第3章第10節3-10-2に既定する「寒中コンクリート」と同等の施工を行わなければならない。

6) その他

施工に際しては、前後の天候等（降雨・気候）の気象条件に十分配慮するものとする。なお、湧水又は降雨による浸透水がクラック等を通じて地山背面から浸出する場合は、その対策工法について監督職員と協議するものとする。

（以下省略）

第10章

2. 施工管理

(1) 施工管理の追加項目

施工管理基準に定めのない追加項目とその管理基準は、次によらなければならない。

1. 表面被覆工

1) 施工管理項目および基準

下記の施工段階についてそれぞれ、判定方法に基づいて施工管理を行うほか、付着試験で所要の規格値に達しない場合又は被覆の品質性能に重大な影響を及ぼす恐れが生じた場合は、監督職員と協議し、適切な処置を講じるものとする。

工 程	判定(試験)項目	判定方法
下処理工完了後	表面状態	目視、ハンマー（全線）
	付着強度	建研式単軸引張試験 1箇所平均 $\geq 1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 各供試体の試験値 $\geq 0.85\text{N}/\text{mm}^2$ ※測定頻度は3点(両側壁・底)/1箇所/100m ² (最低1箇所/路線) 1点につき3供試体の試験を行う

2) 品質・出来形管理

表面被覆工の品質・出来形管理については、施工計画書に使用する材料及び施工工法と合わせて詳細を記載するものとし、監督職員の承諾を得るものとする。

また、この計画書をもって各段階において適正な管理を行うほか、下記の項目について試験を実施するものとする。

① 出来形管理

項 目	判定(試験)方法	判定(試験)基準	判定基準
外 観	目視 触診	全線	施工全面にむらがなく、流れ、はがれ、浮き、ひび割れ、硬化不良等の表面保護性能を損なう欠陥がないこと。
被 覆 厚	被覆厚計測	3点(両側壁・底版) /1箇所/100m ²	管理基準：-0mm 規格値：-0mm
付着強度	建研式単軸 引張試験	3点(両側壁・底版) /1箇所/500m ² (最低1箇所/路線)	各供試体の試験地 $\geq 1.0\text{N}/\text{mm}^2$ (気中) 又は母材破壊

② 品質管理

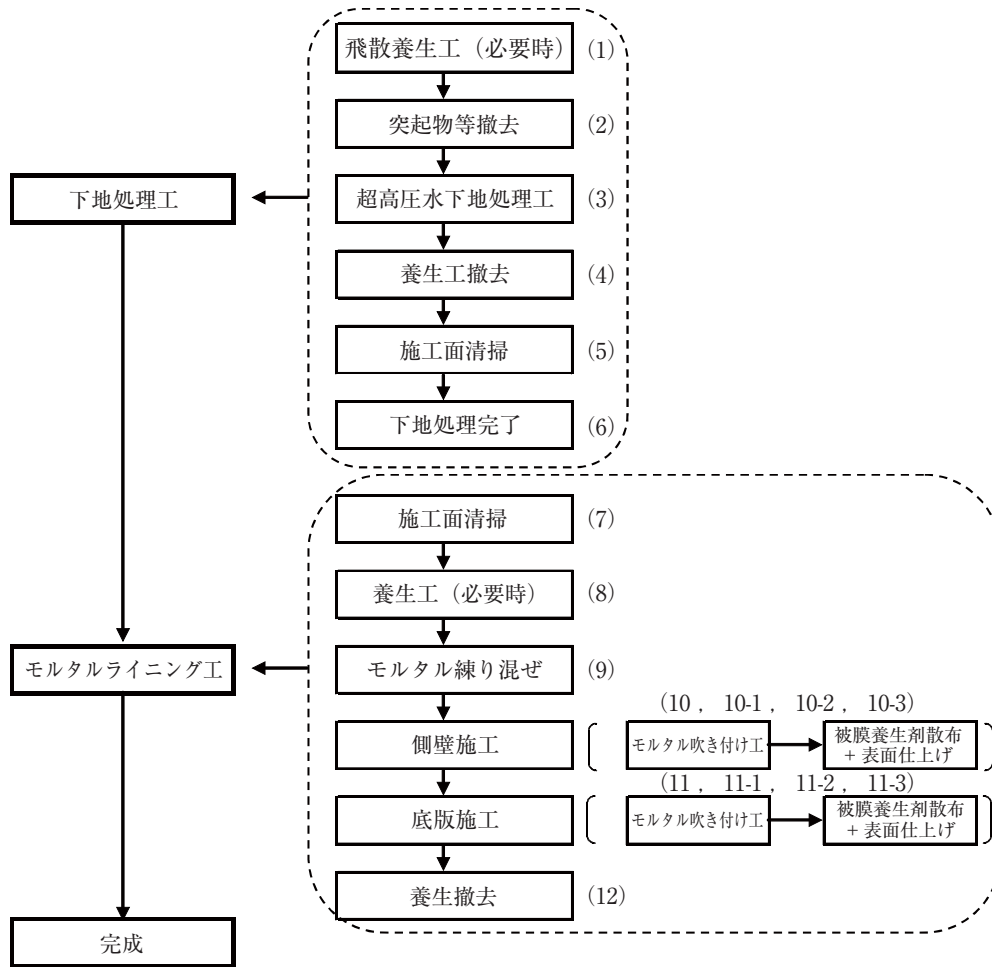
項 目	判定(試験)方法	判定(試験)基準	判定基準
曲げ強度 圧縮強度	JIS A 1171	1回/日/路線 テストピースは、1回につき6個($\sigma 7\cdots 3$ 本, $\sigma 28\cdots 3$ 本)	3個の供試体の平均値は、使用する材料ごとに決定された設計曲げ強度を下回らない。

（以下省略）

4. 表面被覆工法の施工

紀伊平野地区では、上述の特別仕様書に適合する表面被覆工法として、今まで繊維混入ポリマー

セメントモルタルライニング工法を採用しているが、その施工手順については以下に示すとおりである。



現場施工フローチャート

注) 以下の写真は、平成 20 年度に実施している大和平野国営東部幹線水路での 9 工法の現地試験施工状況から、繊維混入ポリマーセメントモルタルライニング工法の状況。

(1) 下地処理飛散養生工



(2) 下地処理前施工凸面除去



(3) 超高圧水地下地処理工



(5) 施工面清掃工



(6) 下地処理完了



(7) 施工面清掃



(9) モルタル練り混ぜ



(10) 側壁施工
モルタル吹き付け



被膜養生剤散布



表面仕上げ



(11) 底版施工

モルタル吹き付け



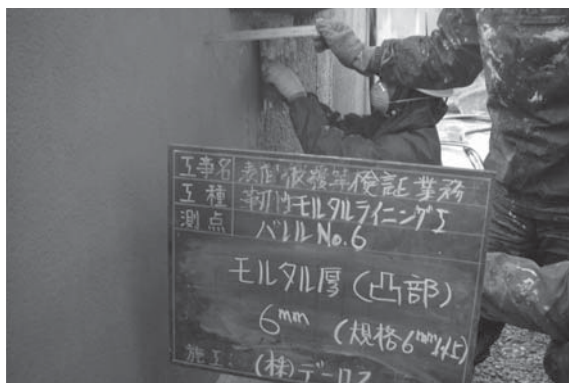
表面仕上げ



【施工前】



モルタル厚さ確認



被膜養生剤散布



モルタル厚さ確認



【施工後】



5. 表面被覆工法の設計・施工上の仕様と留意点

住宅地等に近接する開水路の改修現場は、仮設道路の設置や作業スペースの確保が難しく、また住宅地への影響などが懸念される。このため、既設開水路の躯体強度が確保されていれば、このような現場条件下での中性化防止、断面補修、漏水対策等の改修としては、表面被覆工法は経済性及び施工性から有利な工法である。

一方、本工法は、採用実績が少なく、その材料のスペックについてもメーカーによって特色はあるものの、前述のとおりその試験方法が異なるため物理的特性の比較が難しい状況にある。

特に、本工法では、流速の違いによる摩耗速度（摩耗強度）やコンクリート躯体と被覆材料の熱膨張収縮係数の違い及びコンクリート躯体背面からの水蒸気の不透過・被圧水による剥離（付着強度）、さらには日射条件の違いによる劣化速度（耐久性）などに対する物理的特性が重要となる。

このようなことから、大和紀伊平野農業水利事務所では本工法の設計・施工上の仕様と留意点について検証を行うこととした。

6. 表面被覆工法の性能の検証方法（今回の検証の場合）

表面被覆工法の性能検証方法として、各表面被覆工法の物理的特性について、同一条件下の試験等を行い比較するとともに、農業用水路として必要な物理的特性、今後の改修における留意点などについて整理・考察を行うこととしている。

検証の対象とする表面被覆工法は、有識者を加えた委員会を開催し、経済性、施工性及び維持管理性の観点から、次の条件をもとに10工法程度を選定することとした。

- ①耐火性が難燃性以上であること
- ②付着強度が1N/mm²以上であること
- ③耐衝撃性としてスコップによる水路清掃が問題なく出来ること（損傷が生じない）
- ④施工単価が50,000円/m²以下であること
- ⑤施工後の維持管理に再塗装等の手間を要さないこと

上記の結果、検証の対象として以下の9工法を選定した。

【樹脂等有機系塗布工法】

OM 水路ライニング工法

【モルタル等無機系塗布工法】

FE 工法

靱性モルタルライニング工法

ポリマーセメントモルタルによるコンクリート水路の断面修復工法（AG モルタルライニング）

GS 清流湿式工法

AS モルタル工法

TM モルタルハード工法

【パネル工法】

レジンコンクリートパネル水路再生工法

GS 清流パネル工法

その検証に当たっては、これらの工法の供試体を製作し、同一条件下で付着強度試験（せん断）、耐摩耗性試験、ひび割れ追従試験（引っ張り）を実施して、個々の工法の性能比較を行うこととした。

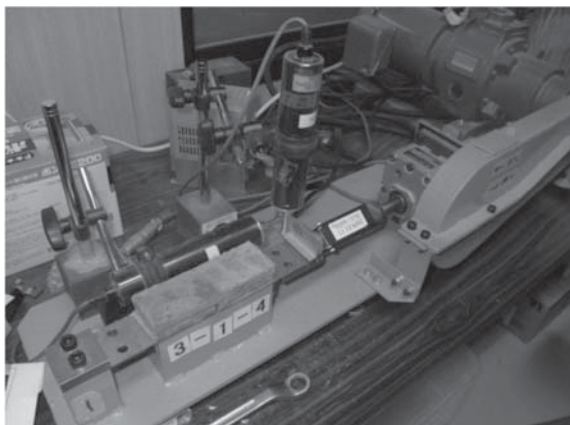
付着強度試験及び耐摩耗性試験については、新品の供試体と恒温恒湿室（63℃～-10℃の変化、紫外線は対応不可）に20日間（サイクル）及び40日間（サイクル）入れ負荷をかけた供試体の3種類のケースの供試体を使用して、経年変化を想定した付着強度及び耐摩耗強度の変化を調べることとしている。

一方、ひび割れ追従試験では、新品の供試体とウェザーメーター（ブラパネ温度63℃、湿度50%）

（付着試験状況）



(ひび割れ追従性試験状況)



に750時間及び1,500時間入れ負荷をかけた供試体の3種類のケースの供試体を使用して、経年変化を想定したひび割れ追従性の変動を調べることとしている。

また、紀伊平野地区で平成17年度に実際現場で施工した水路からコアを抜き取り、付着強度について同様の試験を行い検証を補完するとともに、今回の検証が事務所独自の条件設定、試験方法であることから、今回の試験結果と各メーカーの試験内容とも対比しながら、検証を進めていくこととしている。

7. おわりに

数ある表面被覆工法における採用の選定に当た

(摩耗試験状況)



っては、経済性、施工性及び維持管理性の総合的見地から行っているところであるが、前述のとおりその物理的特性が耐用年数を大きく左右する。施工後の経過年数実績も少なく、また自然条件等の違いによる物理的特性の変動について十分把握していないことから、恒温恒湿室やウェザーメーターなどの劣化促進機器を使用しこれら変動を調べることとしたものである。

いずれにしても、表面被覆工法の物理的特性について、あらゆる角度から検証をおこない、農用水路の改修工法として必要な物性値の検証、また現場条件を踏まえつつ最も適合した工法の選択が出来るような設計仕様・施工指針の確立が望まれる。

