

頭首工の摩耗対策試験工事の実施事例について

東北農政局土地改良技術事務所 金平 修祐
(株)坂内工業 坂内 春彦

1. はじめに

近年、頭首工のエプロン部や土砂吐部の摩耗が各地で顕著となり、施設維持管理に重大な影響を及ぼしている。

水路施設の摩耗については、研究者や現場技術者によってその原因と形態が解き明かされつつある。原因として下記のように分類される。

- ① 河川水と砂、礫混じり土砂、玉石などによる摩耗。大雨時は大塊も摩耗に影響を及ぼす。
- ② 河川の縦断勾配が急で、流速が著しく速いため負圧等が生じるキャビテーションによる摩耗。
- ③ 河川水の成分が鉍物含有量が少ない軟水の場合、コンクリートの主成分である炭酸カルシウム (CaCO_3) が水に溶けるなど溶脱によるもの。
- ④ 河川水が酸性あるいはアルカリ性など化学的浸食によりコンクリートのモルタル分が溶けることによるもの。

また、摩耗形態としては、①モルタル分や粗骨材が一律に進むタイプ、②モルタル分が選択的に磨耗しその後粗骨材が剥落するタイプがある。

阿武隈土地改良調査管理事務所では、管内国営事業で造成された頭首工を対象に、主にエプロン部の摩耗調査と診断技術の確立を目指して平成20年度ストックマネジメント技術高度化事業を実施した。

その結果を基に平成22年度に摩耗対策試験工事を実施した。本報告は福島県会津地方にある摩耗が著しい2つの頭首工で実施した、各種パネル工法による施工性比較検証および摩耗検証フィー

ルド造成の実施事例を述べるものである。

2. 地区・施設概要及び状況

(1) 下台頭首工

下台頭首工は、国営会津北部事業（昭和47年～平成4年）で造成された施設（昭和57年完工 図-1参照）で、喜多方市他2町2村にまたがる4,640haの農業地帯に用水を供給している。しかし、近年エプロン部の摩耗等不具合が目立つようになっている。

平成20年度に実施したストックマネジメント技術高度化事業頭首工診断技術向上業務の中で摩耗レベルを、レベル1（細骨材露出なし）、レベル2（細骨材露出）、レベル3（粗骨材露出・剥離）、レベル4（粗骨材剥落）、レベル5（鉄筋露出）の5段階で整理しており、レベル4が84%、レベル3が11%という結果となっている。

下台頭首工の平面図及び摩耗厚さ測定結果、試験工事実施前の現状は図-2、写真-1のとおりである。

(2) 宮川頭首工

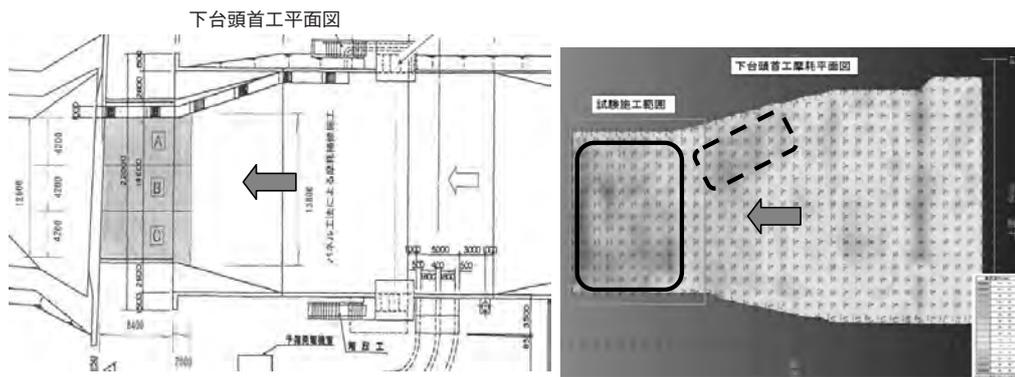
宮川頭首工は、国営会津宮川事業（昭和55年～平成16年）で造成された施設（平成7年完工 図-1参照）で、会津美里町（旧会津高田町・旧新鶴村・旧会津本郷町）、会津板下町にまたがる4,490haの農業地帯に用水を供給している。しかし、近年土砂吐工部の摩耗等不具合が目立つようになっている。

同様の業務の中で、土砂吐工部でレベル4が56%、レベル5が21%という結果となっている。

宮川頭首工の平面及び摩耗厚さ測定結果、試験工事実施前の現状は図-3、写真-2のとおりである。



図-1 位置図



注) 着色範囲上からA, B, C工法設置

注) 枠内 摩耗顕著

図-2 下台頭首工 平面及び磨耗状況図

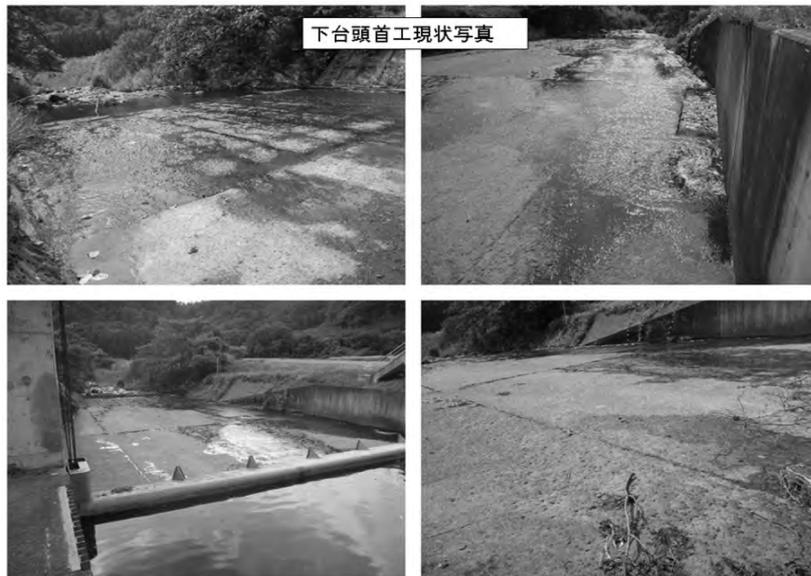
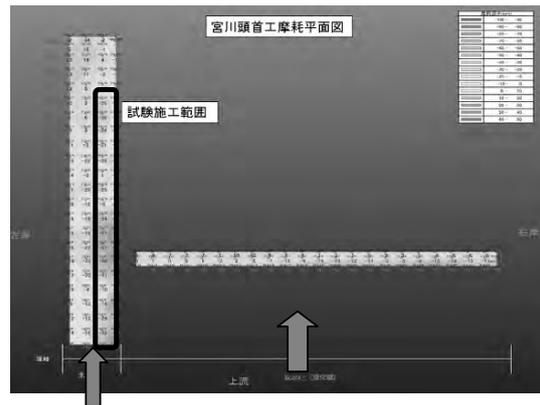
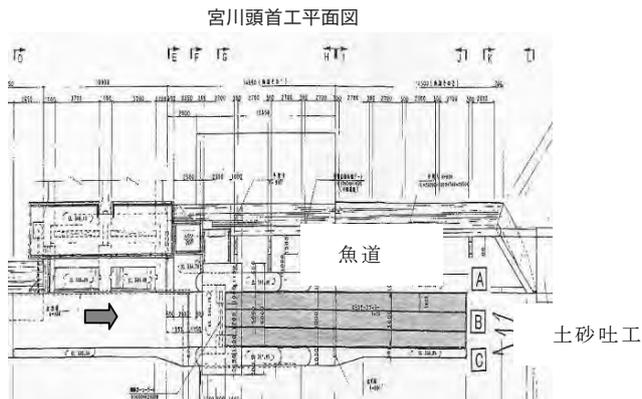


写真-1 下台頭首工現状写真図



注) 着色範囲上から A, B, C 工法設置

注) 枠内 摩耗顕著

図-3 宮川頭首工 平面及び磨耗状況図



写真-2 宮川頭首工現状写真

3. 摩耗対策試験工事の取組事例について

頭首工のエプロン部及び土砂吐工は設計時より急勾配を考慮した構造となっているが、摩耗作用による経年変化で部分的に鉄筋露出が見られる。性能維持および回復のための補修技術の確立が求められている。補修工法として高強度で耐摩耗性をもつパネルが製品化されているが、その経年変化の実績データが少ないため現場でのモニタリング調査による比較検証が必要である。

メーカーがカタログで示す耐用年数は、任意設定した要因条件下での値であるが、実際現場の構造物はいろいろな要因が複合的に絡み合って劣化が進む

ため、現場での実証が必要と考えられた。

(1) 摩耗対策工法の選定

完了図書より既設頭首工の設計上の鉄筋被りは 7.5 cm 程度である。摩耗が進んでいるが、補強鉄筋の挿入など極力鉄筋加工をせずに施工できることを対策工の選定条件とした。

摩耗に強いと言われているパネル工法として、A工法：レジンコンクリート製、B工法：FRP製、C工法：FRPM製の3種類の材質を選定した(表-1, 写真-3, 図-4参照)。

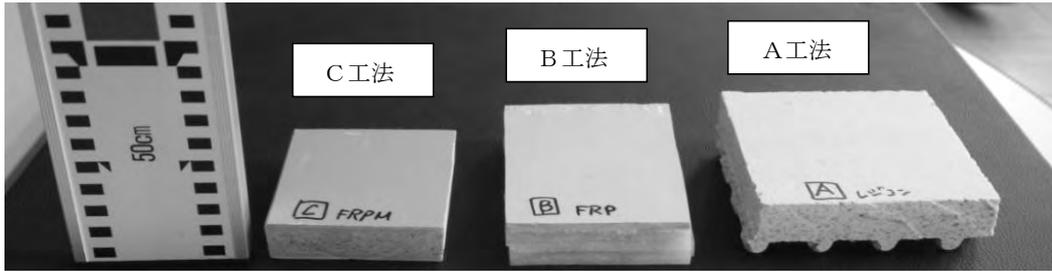


写真-3 パネル工法の状況

(2) 実施計画

比較的幅が広い下台頭首エプロン部と幅が狭い宮川頭首工土砂吐工部に同じ3種類のパネルを設置した。

またパネル設置に当たっては、3種類のパネルが河川の流れる方向と平行して各工法のパネルを設置し、できるだけ各工法のパネルに同じ流速が

かかるようにした。

摩耗対策工法に使用されるパネルは、頭首工という重要施設であることから、通常の水路に張り付ける製品より厚くすることとし、各製品の比較のため厚さ $t = 20 \text{ mm}$ で統一した。

工事を進めるに当たって図-5のとおり施工フローを計画した。

パネル工法による摩耗対策施工断面図

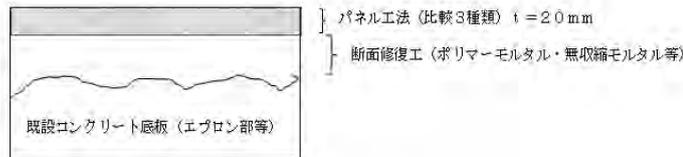


図-4 パネル工法の施工断面

表-1 パネル工法比較表

名称	パネル材質	製品厚さ	固定方法	断面修復材料
A工法	レジンコンクリート製	20 mm	アンカー止め	ポリマーモルタル
B工法	FRP製	20 mm	エポキシ樹脂接着	ポリマーモルタル
C工法	FRPM製	20 mm	アンカー止め	無収縮モルタル

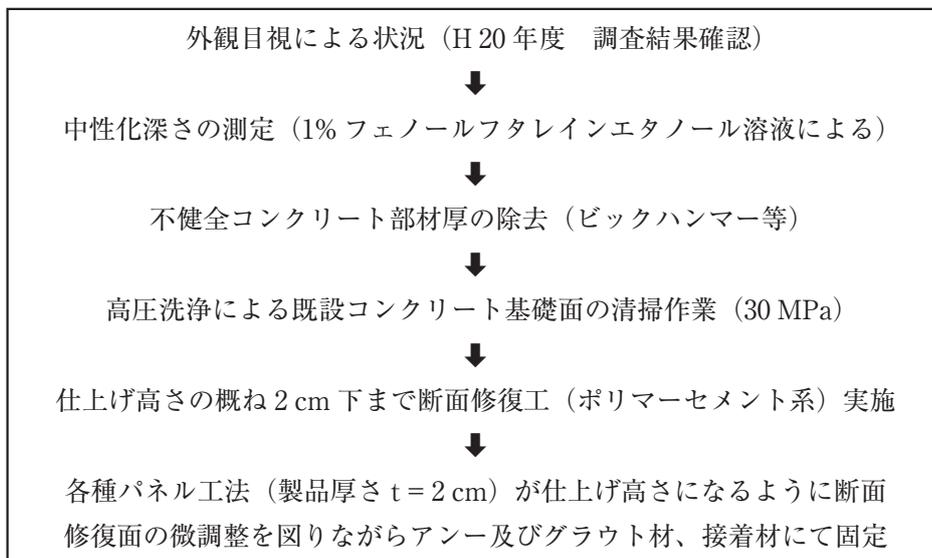


図-5 本体工事施工フロー

試験施工を行うに当たって、河川構造物であり北陸地方整備局阿賀川河川事務所と協議を進めた。施工図書作成のため異常出水時の対応等について既往河川流量を整理し、河川締め切り計画を立てた。同一年度に協議及び実施する工程であったが協議を無事に終えることができた。

なお、両施設とも工作物の完成検査を受け供用されている。

(3) 施工状況

平成 20 年度の業務調査結果を基に摩耗深さと



写真-4 中性化試験

広がりの確認を行った。平成 20 年度摩耗深さは、設計標高に対する差から算出し、平成 20 年度より摩耗が進んでいることが明らかとなった。

中性化深さ調査を行い、不健全なコンクリートを除去して、断面修復を行う面を露出させたが、施設既設コンクリート部の中性化はあまり進んではいなかった。

施設自体が絶えず早い流速で洗掘されるとともに、流水中では二酸化炭素の供給が抑えられるためではないかと考察された。



写真-5 建研式引張試験

取り上げたレジンコンクリート製パネル工法と FRPM 製パネル工法は、所定高さになるよう仕上げ基盤にアンカー止めの固定構造であり、パネルとの隙間を確保するのにメーカー指定の取り付け金具を用いるが、微調整のし易さに差があることが明らかとなった。

また、ポリマーモルタルや無収縮モルタルで基盤とパネルの間の充填する箇所から外へのリーク防止のため木板等で塞いでいるが、施工業者任せの部分があり設置の修正のし易さやリーク防止についてメーカー側でも検討の余地があると思われる。



① FRPM パネル工法 (C工法)



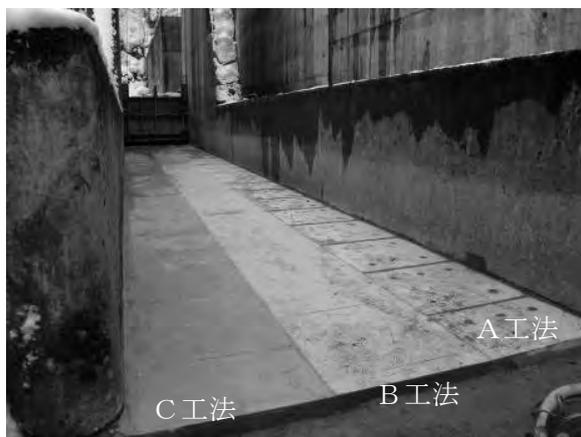
② レジンコンクリートパネル工法 (A工法)



③ FRPパネル工法（B工法）



④ 下台頭首工完了写真



⑤ 宮川頭首工完了写真

もう一つのFRP製パネル工法は、アンカー止めを行う必要がなく、FRP層の下はフェルトが3層構造となっており、施工時にエポキシ樹脂で含浸させて張り合わせながら施工する方法を採用している。

モルタルなど注入材を使用しないので、空洞等が生じる余地は少ない。しかし、含浸させるための特殊装置や作業員の配置が必要であることや半製品のため人力による仕上げが生じるため、高さ等の精度は他の工法に比べ差異があり、実際他の工法に比べ仕上がり高さに凹凸が生じている。

最後に冬期作業となり、エポキシ樹脂やポリマーモルタル等の材料が温度の影響を受けて、所定の強度が得られず試行錯誤の連続であったこと、既設構造物の補修工事であり新設構造物以上に湧水処理や止水処理などいろいろな対応が求められたことも特記しておく。

下台頭首工は、平成23年3月末に向けて最後

の追い込み時期の3月11日に起きた東日本大震災の影響を受け、資材供給が滞り工期の延期を余儀なくされたが、工期延期の河川協議を経て6月に無事完成検査を受け工事は完工した。

また宮川頭首工は、平成23年2月に河川協議を経て無事完成検査を受け工事は完工することができた。

(4) 施工後モニタリング調査結果と今後のモニタリング調査

平成23年12月に2つの頭首工のモニタリング調査を実施した。宮川頭首工のC工法に若干の摩耗が確認された。土砂吐ゲートの構造及び土砂吐底版仕上げ高さは施設造成時と同様になっており、ゲートから越流する流量及び流速はほぼ同様と考えていた。しかし実際はC工法設置箇所の流速及び流量は他工法の区間と比較して大きな値を示していた。

したがって工法の優劣は現状では判断できないと考えている。前述の現象が生じている原因の追及も併せて、どの工法が現場に合致しているのかを総合的及び客観的に評価する必要がある。このため、今後、モニタリング調査を継続し、検証、評価することが重要と考える。

4. まとめ

施設の長寿命化に向けての取組が本格化し、要因の分析から対策までの一連の流れをもった取組や農業水利施設をシステムとして捉える見方、施設のリスクマネジメントの導入などいろいろな政策が検討されつつある。その中で現場で試験的に

施工したものの有効性を検証するフィールドの整備も大切である。メーカーが開発したものが十分に機能を発揮するのかを評価する技術の検証方法など構築も必要である。これら長寿命化を進める上で山積している問題に対し、今後も取組んでいきたい。

