

犬山頭首工エプロンにおける摩耗対策工法試験施工のモニタリング Monitoring of Test Construction on Wear protection Method at Apron of Inuyama Headworks

渡辺 純子* ○熊澤 明** 寺島 裕貴** 長岡 誠也**
WATANABE Junko KUMAZAWA Akira TERASHIMA Hirotaka NAGAOKA Seiya

1. はじめに

頭首工のエプロンは基礎地盤の洗掘・パイピング・揚圧力に対する安全と本体の摩耗に対する耐久性が求められる。このため、既存施設の対策工法選定に当たり、施設の要求性能を把握した上での確かな材料・工法の品質規格の設定が重要となる。今回、頭首工エプロンの耐摩耗性について要求性能に対する対策工法の適用性確立に向けた基礎資料収集を目的として、犬山頭首工エプロンを対象に摩耗対策工として、H24年度に試験施工、H25年度からモニタリングが実施されてきた(工法選定時より有識者による「第三者技術評価委員会」に諮問)。本稿では、計7回に及ぶモニタリングから確認された状況を踏まえ、モニタリングの重要性、計画立案に当たっての留意点について考察する。

2. 摩耗対策工法及びモニタリングの概要

エプロンの摩耗対策工法は、摩耗防止効果が期待できる4工法(A:高強度コンクリート工法($\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$), B:A工法+浸透性常温硬化ガラス形成塗布工法, C:高強度プレキャストコンクリート版工法, D:耐摩耗性エポキシ樹脂モルタル工法)が選定された。

モニタリングは、施工時の初期段階、施工後5年目までの短期段階(5年目まで毎年)、5年目以降の長期段階(10年目)で各種試験を実施し、今回、対策工法の評価を行った。

3. 特徴的なモニタリング結果

【摩耗計測のバラツキ】：摩耗調査は現地に1.0m間隔のメッシュ状交点をマーキングし、水準測量にて標高計測を行い、断彩図を作成することで摩耗状況を可視化した。計測点は496点に及び、計測年毎でバラツキが多く精度に課題があった。

【付着強度の不足】：D工法は付着強度が求められ、コアカッターで縁切りし、建研式により付着強度試験を行った。対策工は母材の不陸により各材料の厚さが異なるため、調査・施工記録を基に削孔長を判断し、樹脂モルタルと樹脂コンクリートの界面(■)、樹脂コンクリートと母材の界面(■)、母材(■)の付着力を確認した。削孔時にて母材で破断してしまう場合もあり、樹脂コンクリートと母材の付着強度は、施工後1年目から基準値の 1.0N/mm^2 を満足していないと判断された。

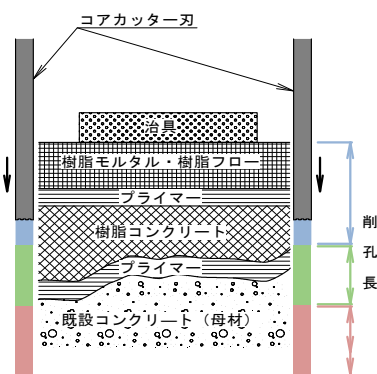


図-1 工法断面と削孔長模式図

【材料の剥離・局所的な摩耗】：エプロンには予備ゲートの戸当りが設置されており、戸当りの下流部において材料の剥離や局所的な著しい摩耗が確認された。

4. モニタリングの留意点

【摩耗計測のバラツキ】：摩耗調査においては、材料の耐用年数推定に向け、経年変化(摩耗速度:mm/年)の把握が重要となるため、計測のバラツキに対し、3年目より基準点を設け

* 東海農政局 木曾川水系土地改良調査管理事務所, Kisogawa River System Land Improvement Investigation and Management Office

** NTC コンサルタンツ(株), NTC Consultants Inc. キーワード：工法・施工

計測点を座標管理することで精度とデータの信頼性が向上した。また、各対策工法は同一エプロン内を区切り施工され、施工後の標高を初期値とし、その後の摩耗量を計測した。しかし、同一エプロンでも場所により流水状況が異なり、それに伴って摩耗状況も異なる。

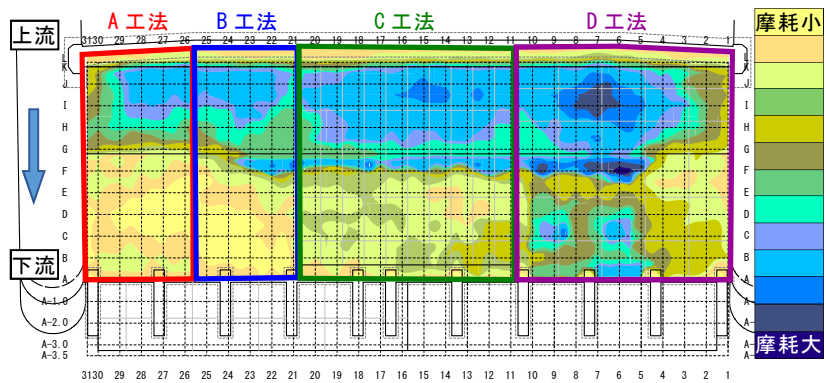


図-2 6号制水門エプロン摩耗状況（対策施工前）

このため、各工法の耐摩耗性評価は工法範囲毎の摩耗速度(mm/年)の実績値と施工前の摩耗状態を比較することが必要であると考え。このため、施工前の初期状態の把握が重要であり、モニタリング計画は試験施工前の準備も含め立案することが望まれる。

【付着強度の不足】: D工法の付着強度不足の原因は、母材の不陸調整時の研り作業にハンドブレイカーを用いたことによる母材表面の脆弱化、囲いが強風で飛ばされたことによる養生時の温度管理不足が考えられる。対策工法の耐久性は施工状況の影響が大きく、天候・気温・湿度等の施工時環境の他、養生の状況、アクシデント等の発生の有無についても記録として残すことが重要であり、付着力を求める場合の研り作業の施工方法の留意点も含めモニタリング計画に盛り込み、工法評価に反映することが望まれる。

【材料の剥離・局所的な摩耗】: 戸当り下流で確認された劣化変状の原因として”構造的な要因による水流の衝撃”が考えられる。材料厚さ(15mm程度)分だけ生じた戸当りとの段差が対策工の不連続部分となり、上流からの高速流が不連続部分に繰り返し衝撃を与え、剥離へ進展したものと考えられる。加えて、材料の熱膨張率は既設コンクリートの0.58~ $1.5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ に対し、エポキシ樹脂モルタルは $3.5 \sim 5.0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ と2~9倍大きいため、直射日光等による熱膨張により端部から剥離が進展したとも考えられる。このため、耐摩耗性向上を目的とした対策工施工箇所が摩耗に対して弱部とならないように配慮した設計が望まれる。

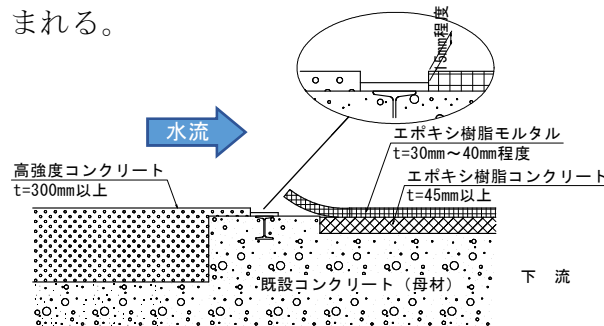


図-3 水流による剥離進展現象の概念

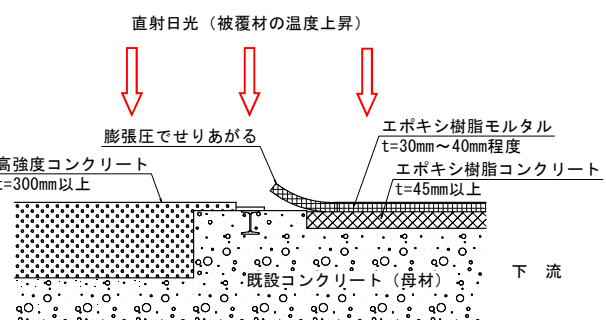


図-4 直射日光による剥離現象の概念

5. おわりに

全国に1,951箇所設置されている頭首工のうち国営施設は384箇所、2030年に耐用年数を超過する施設は164箇所(43%)に及ぶ。このうち補修対策が実施されているのは、11施設のみであり適切な機能保全の実施が求められている。

エプロンの耐摩耗性の評価で重要となる摩耗量調査では、従来からの水準測量による標高計測の他、スキャナー測器、タブレット端末やUAVにて取得した点群データによる断面図の作成や3DCADの活用等、効率的で高精度なモニタリング手法の確立も急務である。