

アクリル系樹脂で補修した農業用コンクリート水路内面の耐久性に関する検討

電気化学工業 正会員 ○藤間 誠司
 デンカリノテック 玉木 俊之
 電気化学工業 加藤 貞信
 電気化学工業 正会員 高橋 順

1. はじめに

橋梁、道路をはじめとする社会基盤構造物の維持管理が注目されているが、その一つとして農業用水を補給するために建設された農水路の維持管理があげられる。高度成長期に建設された農水路では長年の使用により水路内面の損傷や劣化が予想され、適切な対処が必要と考えられている。適切な対処を行うにあたり、点検では損傷・劣化の状態を調べるだけでなく、その要因を推定し補修・補強のレベル選択を考える必要がある。また、補修・補強においては、補修・補強直後の性能改善だけでなく経年後の性能予測^{1),2),3)}、例えば農水路の流量保持性能に対する補修・補強部の影響なども考慮する必要があると考えられる。

本研究では、農業用水路の内面補修にアクリル系樹脂を用いた場合について述べる。農水路の場合は補修・補強に用いる材料に対して環境ホルモンを含有しないことが要求されるので、これを満足するアクリル系樹脂を用いた。そして、アクリル系樹脂による補修面の粗さに着目し、その摩耗形態と経年後の粗さの予測を行うことで補修面の耐久性を検討した結果について述べる。

2. 考え方

2.1 耐久性の考え方

農水路内面の経年変化を考える際、定常的には大きな石などによる衝撃はなく微小な流砂による摩耗での損傷・劣化と仮定する。次に、本検討で用いる樹脂材料の摩耗を考える。一般に、摩耗の形態としては次の4つがあげられる。

- (1)凝着摩耗 (adhesive or galling wear) (2)アブレッシブ摩耗 (abrasive and cutting wear)
- (3)腐食摩耗 (Corrosive wear) (4)疲労摩耗 (Fatigue wear)

本検討の樹脂材料の摩耗を考えると、(3)、(4)は水中での耐久性に関わり、樹脂の膨潤などの変形や変質に関する議論となる。一方、(1)、(2)は機械的な摩耗になり、路内を流れる水に混入した砂などが樹脂材表面の摩耗を促進するモデルを想定すると摩耗形態はアブレッシブ摩耗と考えられ、その時間変化は図-1のように表せる。本検討ではこのような摩耗の観点から補修面の耐久性を考えた。

2.2 検討の進め方

本検討で適用した樹脂材料を用いて補修した面の粗度係数を測定し、初期の水理性能を確認する。その後、経年劣化を想定した落砂試験(ASTM D-673)を行い落砂部と一般部の表面粗さを比較する。落砂試験をもとにした表面粗さの経年変化予測の考え方、粗さ変化から予測した経年後の粗度係数について述べる。

3. 補修材料の仕様

水路内面の表面補修材料として、環境ホルモンを含有しないアクリル系樹脂材料(デンカハードロック：電気化学社製)を用いた。この樹脂は下地調整後の表面ライニングとして塗布し、その厚さは1.2mmとした。

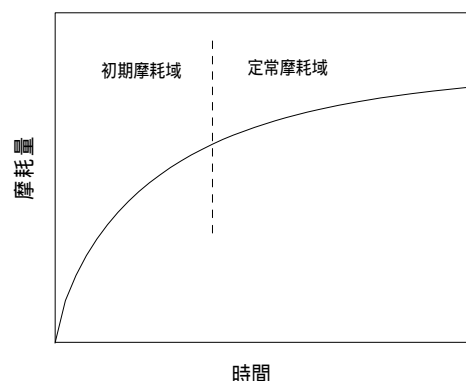


図-1 アブレッシブ摩耗における時間変化

キーワード 農水路、補修、樹脂材、耐久性、表面粗さ、摩耗

連絡先 電気化学工業(株)渋川工場 〒377-8520 群馬県渋川市中村 1135 番地 TEL 0279-25-2182 FAX 0279-25-2462

4. 検討結果

樹脂材料で補修した面の粗度係数を測定した結果，粗度係数は0.009であった．

次に，落砂試験後の表面粗さを図-2に示す．図-2の(a)は落砂していない部分，(b)は落砂して摩耗した部分である．この表面粗さは触針式粗さ測定器で測った．図より，樹脂材料で補修した面は落砂の負荷を受けて摩耗してもあまり粗さの変化が見られないことがわかる．また，図-2(b)のように，局所的に50 μ m程度の深さの摩耗が見られた．

5. 考察

5.1 表面粗さの評価と摩耗形態

表面の評価値として粗さ変動の積算値となる値を考える．

$$X = L / L_0 \quad (1)$$

ここで， L_0 は測定長で， L は測定長にわたって粗さ変動を積算した値とする．図-2(a)の初期の粗さを式(1)で評価した場合の値を X_0 ，図-2(b)のように摩耗後の粗さを評価した値を X_1 とすると，図-2の場合は $X_1 / X_0 = 1.004$ となり，平均的な粗さの変化はほとんどないことがわかった．

ここで， X_1 を最も悪い表面性と仮定することができれば，想定する経年後の評価につなげることができる．

また，砂などの異物の衝突により磨り減っていくような補修面の場合は，図-1のような時間変化をするアブレッシブ摩耗と考えることができる．これより，樹脂材料の定常摩耗域の現象をもとに長期にわたる摩耗を考えると，その摩耗深さは次式で表される．

$$(\text{摩耗深さ } D) = (\text{摩耗係数 } K) \cdot (\text{圧力 } P) \cdot (\text{速度 } V) \cdot (\text{時間 } t) \quad (2)$$

式(2)をもとに，落砂試験をもとに水路内面の樹脂材が a (mm) 摩耗するまでの時間を t_a (hr.) を予測することを考えると，水路で平均的に負荷される流砂の個数を n_a とし，落砂試験時の値を D_0 ， n_0 ， t_0 とすると，

$$D_0 / a = (n_0 / n_a) \cdot (t_0 / t_a) \quad (3)$$

式(3)と落砂試験結果によれば，水路での負荷 n_a を想定することで供用での耐久性を維持するための最低限の補修厚さを推定できると考えられる．

5.2 表面粗さと粗度係数

マンングの平均流速算定式における径深は流積 A を潤辺 S で除したものであり，壁面抵抗を受ける辺の長さあたりの流積を意味する．これより，通水流量 Q ，流速 V ，勾配 I ，粗度係数 n として次式で表せる．

$$Q = A \cdot V = A \cdot (1/n) \cdot I^{1/2} \cdot (A/S)^{2/3} \quad (4)$$

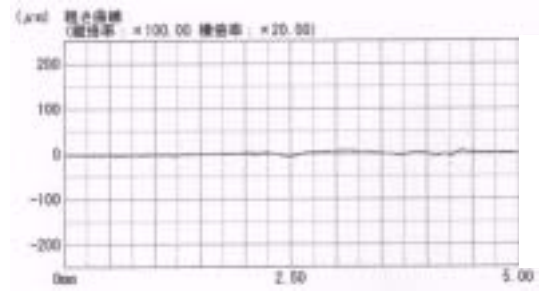
経年変化で壁面に凹凸ができて粗さが大きくなり通水流量 Q が減少した場合は，式(4)の粗度係数あるいは潤辺の増加と考えることができる．したがって，経年後の流量保持の目安になる粗度係数の増加度合いは，潤辺にかかわる式(1)の X 値を取り上げることで予測できると考えられる．

6. まとめ

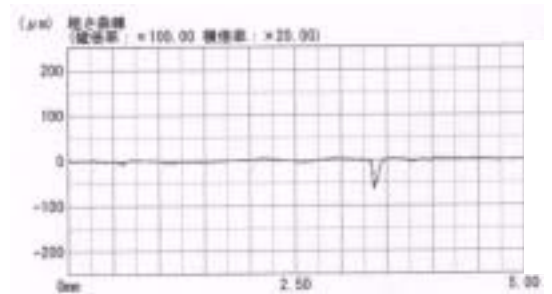
農水路内面をアクリル系樹脂で補修した場合，補修部の摩耗後の粗さを想定した評価をすることで，経年後の性能を予測できることがわかった．

参考文献

- 1)石神,他：農業用コンクリート水路における断面修復材の耐摩耗性評価,コンクリート工学年次論文集,Vol.28,No.1,1739-1744,2006.
- 2)渡嘉敷,他：水流摩耗試験機を用いたモルタルおよびペーストの摩耗試験,コンクリート工学年次論文集,Vol.28,No.1,695-700,2006.
- 3)石神,他：農業用コンクリートに生じる摩耗現象と促進試験方法に関する検討,コンクリート工学年次論文集,Vol.27,No.1,805-810,2005.



(a) 落砂していない部分



(b) 落砂して摩耗した部分

図-2 落砂試験体の表面粗さ