

腐食した鋼矢板水路の構造性能評価

Performance evaluation of the corroded steel sheet-pile in the agricultural canal

高島攻次*・前田和美*・○森井俊廣**

TAKASHIMA Koji*, MAEDA Kazumi* and MORII Toshihiro**

1. はじめに

農業用の水路の護岸に用いられる鋼矢板は一般に無防食であり、供用年数の経過とともに腐食が進行し構造性能の低下を引き起こす。このような状況が年々深刻となっていることから、農林水産省により「農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル 鋼矢板水路腐食対策(補修)編(案)」^{1,2)}(以下、「マニュアル(案)」という)が制定され、その中で、構造性能の評価手法が例示された。鋼矢板では、腐食によりその板厚が減少するとともに、往々にして、矢板壁部の水位変動帯あたりで開孔や断面欠損が生じる。鋼矢板に特有なこれらの劣化要因を体系的に取りまとめている点で実際的であるといえる。本文では、マニュアル(案)にしたがい、あらためて、腐食した鋼矢板の構造性能の評価手法を紹介するとともに、一般的な軟弱地盤に建設される自立式鋼矢板の性能評価例を通して、構造性能の低下の特徴を検討する。

2. 鋼矢板の構造性能の評価手法

2.1 構造性能(曲げ応力度と頭部変位)の評価

構造性能の評価手法を簡略に示すと図1となる。鋼矢板は、仮想地盤面より下部の十分に長い弾性支承の梁とそれより上部の片持梁で構成される。片持梁には、下端を固定端として土圧等の分布荷重(その合力を P_0 、仮想地盤面からの作用点の高さを h_0 とする)が作用する。弾性支承の梁の下端は固定端で、上端にはせん断力 $S_0=P_0$ と曲げモーメント $M_0=P_0 \times h_0$ が作用する。これらの境界条件で弾性支承の梁と片持梁に成立つたわみ方程式を解けば、鋼矢板に生じる曲げモーメント M と変位(たわみ) δ の分布を算定できる。それぞれから曲げ応力度 $\sigma_b=M/Z$ (ここで Z は断面係数)と矢板頭部の変位量 $\delta_T=\delta_1+\delta_2+\delta_3$ を求め、許容値と比較することにより安全性を照査する。

2.2 板厚減少および開孔・断面欠損の考慮

腐食が進み板厚が減少すると、構造中立軸を基準として算定される断面2次モーメント I が減少しそれに応じて Z も低下し、それぞれ矢板に生じる δ (および δ_T)と σ_b を大きくすることになる。構造力学の定義に基づき腐食深さに応じた I と Z の低減率 η を試算すると図2のようになる。ここでの例示と比較すると、板厚と高さが相対的に小さい軽量鋼矢板で、腐食に伴う低下がより顕著に現れている。腐食前の鋼矢板の壁幅1m当たりの断面性能を I_0 および Z_0 とすると、腐食後は $I_a=\eta \cdot I_0$ 、 $Z_a=\eta \cdot$

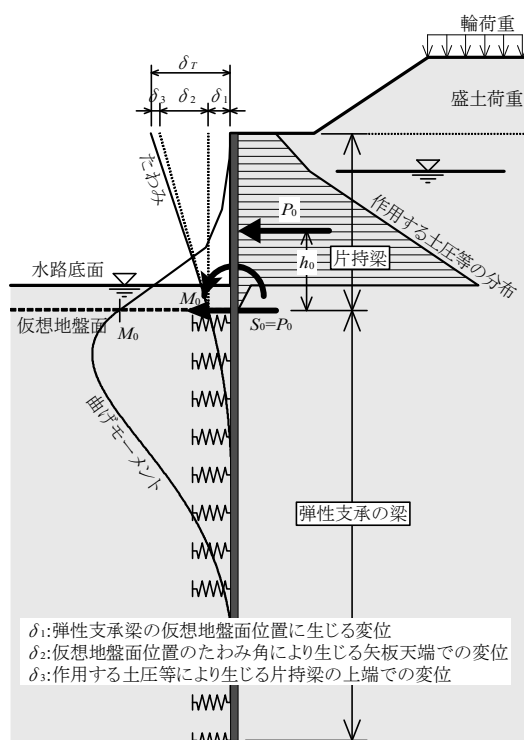


図1 鋼矢板の構造性能の評価手法

* 北陸農政局土地改良技術事務所 Hokuriku Regional Agricultural Administration Office, MAFF, **新潟大学自然科学系フェロー Institute of Science and Technology, Niigata University

キーワード: 工法・施工, 鋼矢板水路, 板厚減少, 開孔・断面欠損, 構造性能, 性能評価

Z_0 で算出できる。

次に、図3のように、矢板壁部のウェブに幅 D ×高さ L_D の開孔・断面欠損がある場合を考える。矢板の構造中立軸からの高さを h_{sp} 、板厚を t として、この幅 D の領域が受け持っていた断面性能は $Z_b=I_b/h_{sp}=(D/3) \cdot \{h_{sp}^3-(h_{sp}-t)^3\}/h_{sp}$ となり、重ね合せの原理に基づけば、 σ_b を評価する際の Z は Z_a-Z_b となる。図1に示したように片持梁として δ_3 を算定する際、この領域による梁の壁高方向全体での I_a の低下を考慮する必要がある。 L_D の高さを持つ開孔・断面欠損部の欠落による断面2次モーメントの減少分 I_b を壁高 H で重みつき平均すると、開孔・断面欠損部領域を有する壁部の断面2次モーメントは $I_3=\{(I_a-I_b) \cdot L_D+I_a \cdot (H-L_D)\}/H$ で求められる。

3. 鋼矢板の性能評価例

軟弱な粘性土地盤に建設された鋼矢板 SP-II を事例に、 M 分布、 δ 分布および M より算定した σ_b の評価結果を図4にまとめる。①は矢板の全面にわたって一律片面1mmの腐食が進んだ状況、②はこれに加え矢板壁部に80mm×80mmの開孔・断面欠損部が生じているとした場合、ならびに③は矢板壁部前面に被覆防食が施工されたのち20年を経過(0.0333mm/yの腐食速度を設定)した時点での評価結果である。

①と②の比較から、当該の試算例で設定したサイズでは、開孔・断面欠損部が頭部変位に及ぼす影響は小さく、壁部の σ_b に対して顕著に現れる。 δ と σ_b のいずれにおいても、①・②から③への増加は、矢板の壁部背面および地中部で20年の間に進行する板厚減少に因るものである。

4. おわりに

自立式鋼矢板を対象に、マニュアル(案)に基づき、腐食による板厚減少と開孔・断面欠損を考慮した構造性能の評価手法を紹介した。性能評価の試算例から、当然のことであるが、被覆防食を施工したのちの δ および σ_b の増加は壁部背面と地中部の腐食速度の大きさに依存することを確認した。今後、この腐食速度に関する調査データあるいは知見の蓄積が求められている。

参考文献

- 1) 農林水産省農村振興局(編)：農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル 鋼矢板水路腐食対策(補修)編(案)，一般社団法人農業土木事業協会，2020。
- 2) 中井雅・高島攻治・有働卓・北田智子：腐食した鋼矢板水路における性能評価手法の導入，水土の知，87(12)，pp.100~101，2019。

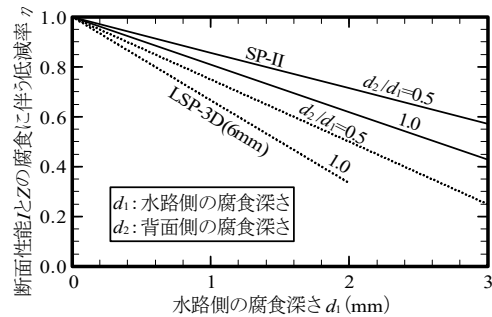


図2 腐食深さに伴う断面性能の低減率

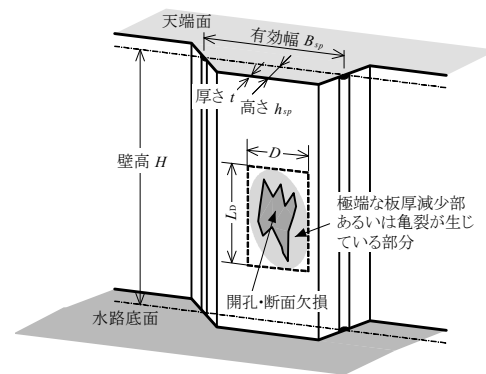


図3 矢板壁部の開孔・断面欠損部

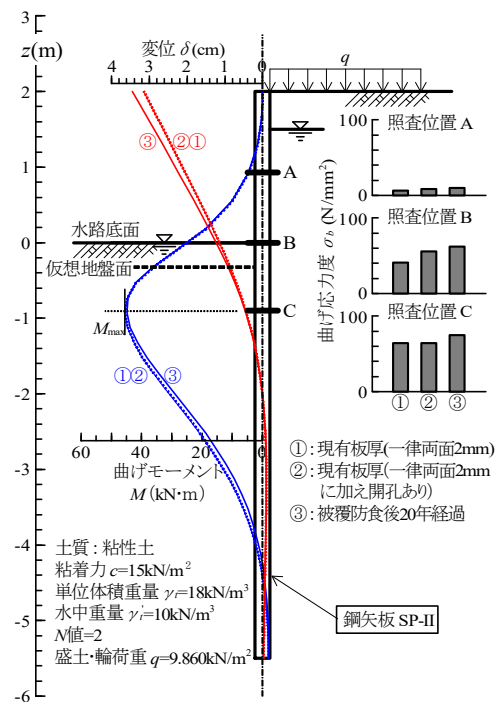


図4 鋼矢板の構造性能の評価試算例