第I部門

腐食損傷を有する鋼矢板護岸の残存性能に関する研究

京都大学工学部	学生員	○伊藤	颯馬
京都大学大学院工学研究科	正会員	杉浦	邦征
京都大学大学院工学研究科	正会員	松村	政秀
京都大学大学院工学研究科	正会員	鈴木	康夫

1. はじめに

海水や河川水などの環境で長期間継続使用されている 鋼矢板護岸の多くには腐食の進行と腐食に伴う断面欠損 による耐荷力減少が認められ,斜面崩壊の災害が発生する 危険性を孕んでいる. 図-1 に示すとおり, 鋼材の腐食速度 は暴露環境によって異なり, 鋼矢板護岸の適切な維持管理 のためには、腐食実態および耐荷力の正確な理解を要する.

本研究では,腐食損傷を有する鋼矢板護岸の耐荷力評価 に向けて、U型鋼矢板を用いた自立式鋼矢板護岸を対象に FEM 解析を実施し、腐食減肉した場合の耐荷力を汎用有 限要素解析コード Abaqus (ver.6.14)を用いて,正確に把握 することを目的としている.

2. 解析概要

対象とする U 型鋼矢板(型式 SP-II, 1 枚あたりの幅 400mm)を図-2に示す. 鋼種はJISA 5528 (熱間圧延鋼矢 板)に基づき製作された鋼矢板とし,弾性係数205kN/mm², 降伏応力 295 N/mm², 引張応力 450N/mm², ポアソン比 0.3 を入力する.また,図-2に示すように2枚の鋼矢板を, 継手嵌合を簡略化してモデル化する.設計基準1)に従い, 側辺, 基部等の境界条件は与えていない. 多数の鋼矢板を





図-2 対象鋼矢板断面(寸法単位:mm)

k 160



図-3 対象地盤面(寸法単位:mm)

嵌合させている鋼矢板護岸の挙動を再現するため,部材断 面を決定する際に、中立軸および線対称性を考慮した形状 を採用した.

また,図-3に示す地盤条件および鋼矢板頭部を原点と する座標を想定し, 主働土圧と残留静水圧の和が受動土圧 と等しくなる高さを仮想地盤面と呼ぶ. 主働土圧, 受動土 圧,残留水圧をそれぞれ σ_a , σ_p , p_w kN/m²とする.

$\sigma_a = 0.291(18z + 10)$	$(0 \le z < 1.5)$	(1)	
$\sigma_a = 2.91(z - 1.5)$	$(1.5 \le z \le z_0)$	(1)	
$\sigma_p = 4.807(10z - 3)$	$(3 \le z \le z_0)$	(2)	
$p_w = 10.1(z - 1.5)$	$(1.5 \le z < 2)$	(2)	

$$p_w = 5.05 \qquad (2 \le z \le z_0) \tag{3}$$

Soma Ito, Kunitomo Sugiura, Masahide Matsumura, Yasuo Suzuki ito.soma.45x@st.kyoto-u.ac.jp

式(1)~(3)を用いると、仮想地盤面深さ $z_0 = 3450$ mm と算出 できる.また、仮想地盤面以下、すなわち $z \ge 3450$ mm で は 455mm 間隔で、ばね剛性 6406.4kN/mを有する地盤ば ねを設定する.ただし、仮想地盤面、鋼矢板底部の地盤ば ねの剛性は 3203.2kN/mとする.さらに、 $0 \le z \le 750$ mm を 海上大気部、 $750 \le z \le 1750$ mm を飛沫帯、 $1750 \le z \le 2250$ mm を干満帯、 $2250 \le z \le 2500$ mm を海中部、 $2500 \le z \le 8000$ mm を海底地中部とし、それぞれの部分で板厚を設定した.板 厚は、鋼管杭の平均腐食速度に基づいて、健全状態(t =10.5mm)から i年(i=10,19,30,40,50)経過後に減肉し た板厚(図-4)を算出し、各部分に設定した.このモデル を Det i モデルとし、健全状態のモデルを Health モデルと する.なお、海上大気部の板厚は飛沫帯と同様とした.

本解析では,設計基準を参考にし,最小要素寸法は8.5mm とし,はり要素を用いた.構成則はバイリニア型を適用し, 載荷荷重は,主働土圧,受動土圧,残留水圧を図-3に示す ように分布載荷する.

3. 解析結果 · 考察

それぞれの解析結果をまとめたものを**表-1** に示す. 同 表は,各経年劣化時の頭部変位 δ_i ,最大曲げ応力度 σ_i につ いて,Healthモデル(頭部変位 δ_0 ,最大曲げ応力度 σ_0)と の比($\delta_i/\delta_0, \sigma_i/\sigma_0$)で示す.応力分布の一例としてHealth, Det-50モデルの解析結果をそれぞれ図-5,6に示す.

表から,健全状態から経過年数が増えると矢板頭部変位 および最大曲げ応力が増加傾向にあることがわかる.特に, Det-50 では曲げ応力が急激に上昇した.各モデルにおいて, 荷重状態に変わりはないため,板厚の腐食減肉により,応 力集中が生じるため,曲げ応力の増加につながったと考え る.また,最大曲げ応力が生じる位置は,Health,Det-10-40 のいずれの場合においても地盤との境界付近 (z=3200mm) であった.一方で,Det-50モデルは,飛沫帯の板厚が健全 時の10%以下となるため,断面が変動する z=1500mm に 応力が集中し,腐食減肉が耐荷力減少に与える影響が顕著 となる.

4. まとめ

本研究では、腐食減肉が鋼矢板護岸の残存性能に与える影響を検討するために、FEM 解析を行った.その結果、供用50年で、最大曲げ応力度、応力集中箇所に著しい変化が見

られた.腐食実態は環境に依存するため、対象環境に応じた検討、さらにはモデリングの手法について検討をする必要がある.

表-1 経過年数および頭部変位,最大曲げ応力度

モデル	年数	頭部変位 δ _i [mm]	δ_i/δ_0	最大曲げ 応力度 σ _i [N/mm ²]	σ_i/σ_0
Health	0	9.79	1.000	35.9	1.000
Det10	10	10.53	1.075	38.3	1.066
Det19	19	11.31	1.155	40.7	1.134
Det30	30	12.50	1.276	44.1	1.228
Det40	40	14.06	1.436	47.8	1.330
Det50	50	18.32	1 871	1164	3 240





図-5 応力分布図(Health モデル)(単位mN/mm²)



図-6 応力分布図(Det 50 モデル)(単位mN/mm²)

参考文献

1) 一般社団法人 鋼管杭協会・鋼矢板技術委員会:鋼矢板 施工から設計まで, 2000,3