

長崎県内にある小規模鋼橋の腐食状況の実態調査に関する研究

森田千尋¹、安波博道²、出水享³、牧野高平³

¹長崎大学大学院、²(財)土木研究センター、³長崎大学工学部インフラ長寿命化センター

本研究は、長崎県内にある小規模鋼橋の腐食状況の実態調査を行いデータベース化し、代表的な数橋には、ワッペン式暴露試験片による腐食減耗量の測定・予測により、塗装橋における塗替え不要の可否を検討する。その状況をデータベースで把握することや塗替え不要の鋼橋を把握することで、大幅な維持管理費の低減になり塗装橋の長寿命確保に大いにつながるものと考えられる。

1. 研究目的

全国に橋長15m以上の道路橋は約15万橋あるが、今後20年で約半分の橋梁は橋齢50年を超える。これらの橋梁は鋼及びコンクリートの経年劣化が進み、劣化損傷が多発する危険があり、全国各地で落橋に至らないまでも鋼材の破断などの報告がなされている。さらに、橋長2m以上の道路橋の数は全国で約67.7万橋あり、その約3/4の橋梁を市町村が管理している。しかしながら、市町村では技術力不足、財政的な問題、技術者の人材不足の3つを主な理由として、約83%（約1,500の市町村）が定期点検を実施していないと言われている¹⁾。このように、道路橋の保全是対象とする橋の現況を把握する点検から始まるが、実際のところは橋を診ていないのが現状である。

塗装橋に限定すれば、鋼橋の塗替え潜在需要量は総鋼重量24,784千トンあり²⁾、塗替え周期を25年としても年間1,000億円が必要となる。しかしながら、塗替え塗装の実績は、年間150~200億円程度の試算となり³⁾、約1/5の予算でしかない。したがって、塗装橋の長寿命確保の手段としては、①塗替え予算を5倍に増やす、②4/5の橋は放置する、③全橋を1/5の予算で保全する、のいずれかとなる。一方で、近年、無塗装の場合でも優れた防食性を発揮し、LCCの少ないミニマムメンテナンス橋梁が実現できると期待されているのが耐候性鋼である。耐候性鋼は、普通鋼に少量の合金元素を添加することにより、年月の経過とともに表面に緻密で密着性の高い保護性さびが形成され、腐食速度が普通鋼に比べ低下する鋼材である。しかしながら、普通鋼の腐食量は耐候性鋼の高々2倍程度であるため、塗替えは行わず、「4/5の橋は放置する」処置が考えられる。

そこで、本研究においては、まずは長崎県内にある小規模鋼橋の腐食状況の実態調査を行い、データベース化を試みる。さらにそれぞれの橋

梁においては腐食環境が異なるため、調査した中から代表的な数橋には、普通鋼と耐候性鋼のワッペン式暴露試験片を設置し、腐食減耗量を測定する。これにより、長崎県内にある小規模鋼橋の実態を明らかにするのが本研究の目的である。

2. 実態調査

2.1 調査結果

今回調査を実施した橋梁は長崎市およびその周辺にある全86橋であり、その分布図を図1に示す。なお、分布図の赤の点が耐候性鋼橋梁を示し、黄色の点が塗装橋を示している。全橋梁の一覧を表1に示す。

全86橋のうち、61橋が耐候性鋼橋であり、25橋が塗装橋である（図2）。また、長崎県の大半は、太平洋沿岸部に区分され⁴⁾、その地域での耐候性鋼材を無塗装で適用するにあたり、飛来塩分量の測定を省略してもよい地域が離岸距離2km以上であるため、離岸距離に着目した。離岸



図1 調査橋梁分布図

表 1 調査橋梁一覧

番号	橋名	橋長(m)	竣工年	橋種	外観評価
1	A	8.9	S53	耐候性鋼橋	層状剥離
2	B	19.0	S57	耐候性鋼橋	軽微な劣化
3	C	17.8	S53	塗装橋	健全
4	D	14.5	S48	塗装橋	はがれ, 変色, 錆
5	E	9.8	S46	塗装橋	軽微な劣化
6	F	8.9	S44	塗装橋	軽微な劣化
7	G	22.0	S50	塗装橋	はがれ, 変色, 錆
8	H	7.0	S60	耐候性鋼橋	健全
9	I	15.1	S58	耐候性鋼橋	健全
10	J	12.8	S60	耐候性鋼橋	健全
11	K	14.0	S59	耐候性鋼橋	軽微な劣化
12	L	14.5	S59	耐候性鋼橋	軽微な劣化
13	M	7.4	不明	耐候性鋼橋	健全
14	N	15.2	S60	耐候性鋼橋	健全
15	O	20.5	S53	耐候性鋼橋	健全
16	P	15.0	S57	耐候性鋼橋	健全
17	Q	23.0	S60	耐候性鋼橋	健全
18	R	25.5	S59	塗装橋	健全
19	S	13.8	S55	耐候性鋼橋	健全
20	T	20.4	S44	耐候性鋼橋	軽微な劣化
21	U	8.0	不明	耐候性鋼橋	健全
22	V	16.0	不明	耐候性鋼橋	健全
23	W	20.0	S41	耐候性鋼橋	軽微な劣化
24	X	19.8	S60	耐候性鋼橋	健全
25	Y	13.6	S59	耐候性鋼橋	健全
26	Z	18.0	S44	塗装橋	軽微な劣化
27	AA	10.3	S46	塗装橋	はがれ, 変色, 錆
28	AB	8.0	不明	耐候性鋼橋	軽微な劣化
29	AC	15.0	S58	塗装橋	軽微な劣化
30	AD	3.8	S59	耐候性鋼橋	健全
31	AE	12.2	S59	耐候性鋼橋	健全
32	AF	12.6	不明	耐候性鋼橋	健全
33	AG	19.2	S60	耐候性鋼橋	健全
34	AH	10.4	S62	耐候性鋼橋	変退色
35	AI	14.5	S60	耐候性鋼橋	健全
36	AJ	10.5	不明	耐候性鋼橋	健全
37	AK	20.1	S59	耐候性鋼橋	健全
38	AL	16.0	S60	耐候性鋼橋	健全
39	AM	19.3	S59	耐候性鋼橋	健全
40	AN	27.1	S54	耐候性鋼橋	軽微な劣化
41	AO	20.0	不明	耐候性鋼橋	健全
42	AP	3.4	不明	耐候性鋼橋	軽微な劣化
43	AQ	6.3	不明	塗装橋	軽微な劣化
44	AR	7.2	不明	耐候性鋼橋	健全
45	AS	4.6	不明	耐候性鋼橋	軽微な劣化
46	AT	14.0	不明	塗装橋	軽微な劣化
47	AU	7.3	不明	塗装橋	軽微な劣化
48	AV	14.1	S58	耐候性鋼橋	軽微な劣化
49	AW	3.2	不明	塗装橋	塗膜劣化
50	AX	8.2	不明	耐候性鋼橋	健全
51	AY	12.5	不明	塗装橋	軽微な劣化
52	AZ	14.7	H3	耐候性鋼橋	健全
53	BA	35.0	S54	塗装橋	健全
54	BB	27.0	S46	塗装橋	はがれ, 変色, 錆
55	BC	8.9	S62	耐候性鋼橋	健全
56	BD	4.5	不明	耐候性鋼橋	健全
57	BE	3.8	不明	塗装橋	はがれ, 変色, 錆
58	BF	3.5	不明	塗装橋	はがれ, 変色, 錆
59	BG	1.5	不明	耐候性鋼橋	軽微な劣化
60	BH	5.3	不明	耐候性鋼橋	健全
61	BI	5.7	S53	耐候性鋼橋	健全
62	BJ	15.5	S56	塗装橋	健全
63	BK	24.0	S51	塗装橋	健全
64	BL	15.0	不明	耐候性鋼橋	健全
65	BM	27.0	S57	耐候性鋼橋	軽微な劣化
66	BN	34.5	S57	耐候性鋼橋	軽微な劣化
67	BO	22.7	S59	耐候性鋼橋	軽微な劣化
68	BP	14.5	不明	耐候性鋼橋	健全
69	BQ	16.0	S53	塗装橋	はがれ, 変色, 錆
70	BR	7.8	不明	耐候性鋼橋	健全
71	BS	40.0	S53	塗装橋	健全
72	BT	5.3	不明	耐候性鋼橋	軽微な劣化
73	BU	3.8	不明	耐候性鋼橋	軽微な劣化
74	BV	4.5	不明	耐候性鋼橋	軽微な劣化
75	BW	7.8	不明	耐候性鋼橋	軽微な劣化
76	BX	3.2	不明	耐候性鋼橋	軽微な劣化
77	BY	5.5	不明	耐候性鋼橋	軽微な劣化
78	BZ	8.8	S59	耐候性鋼橋	健全
79	CA	5.2	不明	耐候性鋼橋	健全
80	CB	7.0	不明	耐候性鋼橋	健全
81	CC	20.0	不明	塗装橋	軽微な劣化
82	CD	17.0	S39	塗装橋	軽微な劣化
83	CE	25.0	不明	耐候性鋼橋	軽微な劣化
84	CF	20.0	S59	耐候性鋼橋	軽微な劣化

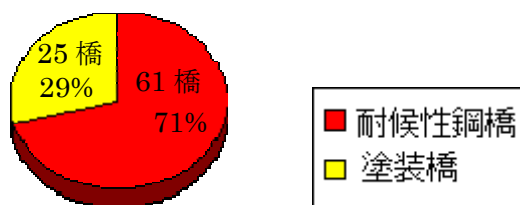


図 2 耐候性鋼橋と塗装橋の割合

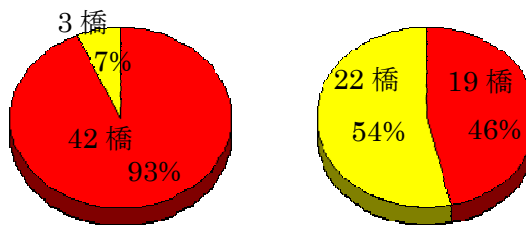


図 3 離岸距離2km以上

図 4 離岸距離2km未満

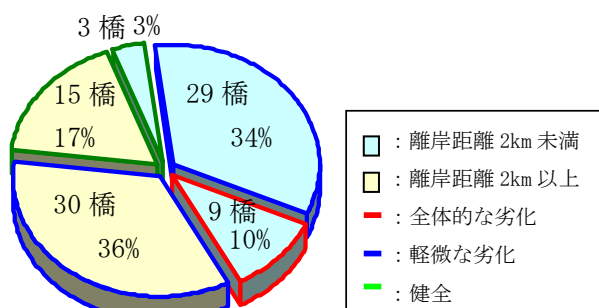


図 5 劣化具合別の割合

距離で見ると、離岸距離2km以上の分布が45橋であり、2km以内が41橋であった。図3に示すように、離岸距離2km以上の範囲では、45橋中、耐候性鋼橋が42橋に対し、塗装橋が3橋であった。離岸距離が2km以上の範囲になると、耐候性鋼橋がほとんど採用されている。

同様に、図4に示すように、離岸距離2km未満の範囲では、42橋中、耐候性鋼橋が19橋であり、塗装橋が22橋であった。離岸距離2km未満では塗装橋が占める割合が2km以上に比べて上がり、耐候性鋼橋の数を上回った。これらのことから、全体的にみると、環境による腐食の影響を考慮した適切な橋種の選択がなされているといえる。

腐食状況に関しては、調査を行ったほとんどの橋梁に、何かしらの軽微な劣化は見られたものの、全体的にみて、橋の状態は良いものばかりであった。しかし、中には層状剥離や激しい塗膜劣化などの腐食をしている橋梁も見られた。そこで、調査した86橋を、離岸距離2km以上と2km未満という範囲で分けて考察することとした。図5に、離岸距離2km以上と2km未満とで区分した時の、劣化具合の割合を示す。橋梁全

体に劣化があるものは9橋あり、すべて離岸距離2km未満の地域に位置する橋梁であった。なお、そのうちの1橋に激しい腐食がみられた。また、全体的には健全であるものの、局部的に軽微な劣化が見られた橋梁は、離岸距離2km以上の範囲では30橋あり、2km未満の範囲では29橋の併せて59橋あり、全体の70%を占めた。なお、劣化が全く見られない健全な橋梁というのが、離岸距離2km以上の範囲では15橋に対し、2km未満が3橋という結果であった。このように、離岸距離2km未満の区分のほうが明らかに劣化している橋梁が多いということが分かる。

また、離岸距離2km未満の範囲だけに限定すると、長崎市の西側と東側の沿岸部では、西側に劣化している橋梁が多く見られた。これは、風向きなどの影響も考えられ、飛来塩分の影響だけではなく、それらの影響も考慮しながら腐食環境を明らかにしていく必要があると言える。

2.2 電子データベース化

今回、調査を行った橋梁の調査結果を、電子データとしてデータベース化した。ここで使用したデータベース作成ソフトは橋梁点検データベースシステム⁵⁾である。電子データ化した一例を図6に示す。

現場での調査では、タブレットPCを用い、調査した各橋梁の橋名、径間数、所在地、橋長、幅員などの項目を入力し、全体写真や主桁、横桁、床版などごとに写真を掲載し、橋梁台帳を作成した。また、調査した橋梁において、腐食などの劣化箇所を見つけた場合には、損傷写真、損傷の記述などをデータとしてまとめた。

3. ワッペン式暴露試験

3.1 試験実施橋梁

今回、実態調査を行った橋梁の中から、異なる環境下における耐候性鋼橋と塗装橋のそれぞれ

れ2橋ずつの計4橋を選出し、ワッペン式暴露試験を実施した。離岸距離2km未満の海岸部に位置する橋梁から耐候性鋼橋・塗装橋の2橋梁、また2km以上の山間部に位置する橋梁から2橋梁を同様に選出した。実施する4橋を写真1および表2に示す。なお、橋名は表1のそれと対応している。

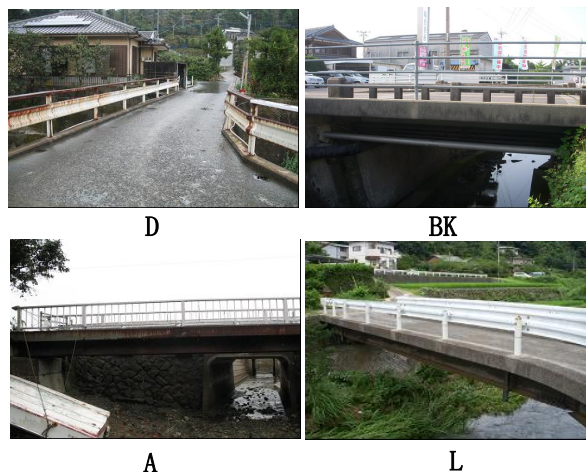


写真1 試験実施橋梁の外観写真

表2 試験実施橋梁

	海岸部	山間部
塗装橋 (離岸距離)	D (0.26km)	BK (5.13km)
耐候性鋼橋 (離岸距離)	A (0.06km)	L (3.78km)



写真2 塗膜劣化



写真3 床版からの鉄筋の露出



図6 データベース一例



写真4 BK橋の桁下の様子



写真7 流れ錆

D橋（橋長14.5m、幅員3.5m）は、山の麓の山と民家に囲まれた場所に位置する。塗膜が剥がれ、剥がれた部分から異常錆が見られた（写真2）。また、全体は錆によって黄色がかかった色をしている。排水管は錆の腐食により抜け落ちている。そのため、床版のコンクリートも、雨水が上手く排水されず、場所によってはコンクリートから鉄筋が露出している（写真3）。

BK橋（橋長24.0m、幅員1.5m）は、県道33号線上であり、交通量が多い場所に位置する。また、山で囲まれていて、離岸距離も5km以上と飛来塩分による腐食はあまり受けないと考えられ、目立った腐食は見られない。BK橋の桁下の様子を写真4に示す。

A橋（橋長8.9m、幅員2.1m）は、海岸線沿いに位置し、川と海を結ぶ河口の上に架かる橋である。海岸線沿いに位置するが、すぐ反対側は山が迫っている。側道橋だけに幅も狭く、比較的小さな橋である。激しく腐食が進み、全体的

に老朽化が目立っている。海に隣接しているだけに、飛来塩分の影響をかなり受けて、全体的に層状剥離の厚い錆が見られる。特に、海側の主桁の腐食が進んでいる（写真5）。横桁も錆の腐食が進行し、場所によっては抜け落ちている箇所が見られる。また床版であるコンクリートが露出している箇所もある（写真6）。現在は、立ち入り禁止となっていて使用されていない。

L橋（橋長14.5m、幅員2.8m）は、農道に架かる橋で、山に囲まれ、日当たりが良くない。そのため、雨水が乾かず、床版のコンクリートに雨水からできたと思われる腐食が見られた。山間部に位置し、飛来塩分の影響を受けないためか、あまり目立った腐食は見られなかった。しかし、写真7に示す通り、桁端において流れ錆が見られた。これは桁端からの漏水による腐食と考えられる。



写真5 層状剥離錆



写真6 欠損

3.2 ワッペン式暴露試験⁶⁾

ワッペン式暴露試験は、ワッペン試験片と称する薄く軽量の板状試験片（ $2^t \times 50^w \times 50^h$ 程度）を用いて、それを既設の実橋や仮設の簡易暴露架台中の専用装着版に接着する試験法である。ワッペン試験片を写真8に示す。

ワッペン式暴露試験の利点は、橋梁の様々な部位に直接試験片を貼り付けることが可能であり、部位ごとの腐食減耗量の相違を明確に評価することができる点にある。また、現地訪問回数が少なく、労力と費用が節減できる。

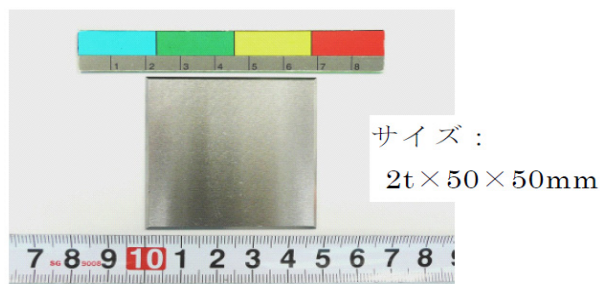


写真8 ワッペン試験片

3.3 試験片設置

ワッペン試験片は図7に示すように、主桁のウェブの外側、下フランジ下面、ウェブの内側の3箇所、耐候性鋼・普通鋼の二種類を1箇所につき5枚ずつ(5ヶ月、1年、2年、3年、5年の5水準)の計10枚、1橋梁につき30枚貼ることとした。また、設置場所は、その橋梁の中でも、貼り付け・回収作業がしやすい箇所であり、なおかつ水漏れのないような一般部においての腐食部とした。なおA橋に限っては、特に腐食が激しく進行していたこともあり、海側主桁の外側ウェブにもワッペンを貼り付けた。試験片設置の様子を写真9に示す。

3.4 暴露試験結果による板厚減耗量の評価

1年間の暴露試験結果をもとに、100年後の長期の腐食減耗量を予測する。鋼材の腐食減耗推定式は式(1)によるが、1年間の暴露試験結果をもとにする長期腐食減耗量の予測に当たっては、腐食速度パラメータA、Bを以下のように取り扱う。

A値：1年暴露試験結果による平均板厚減耗量

B値：提案式(2)によって算出

以上の要領により、暴露期間50年及び100年時の腐食減耗量を算出する。なお、100年時の腐食減耗量のしきい値は、0.5mmとする。

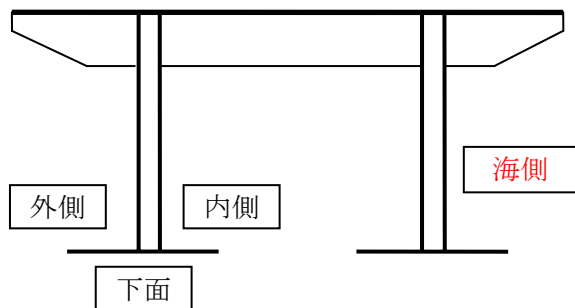


図7 ワッペン設置位置



写真9 試験片設置の様子

鋼材の腐食減耗量推定式⁷⁾

$$Y = A \cdot X^B \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$B = -4611.3A^3 + 769.19A^2 - 32.421A + 1.0109 \quad \dots (2)$$

Y：腐食減耗量 (mm)

X：暴露期間 (年)

A、B：腐食速度パラメータ

3.5 現地におけるさび厚測定

ワッペン式暴露試験の参考値として、暴露開始から1ヶ月おきに暴露試験片の外観観察およびさび厚の測定を行った。さび厚測定は、電磁膜厚計を用いて行った。測定方法は以下の通りである。

- ・表面にほこりや異物の付着があり測定の妨げになる場合には、刷毛等で軽く払い除去してから計測する。さびがうろこ状や層状になっている場合はそのまま測定する。
- ・ワッペン試験片(50×50mm)の表面上で10点、もしくは橋梁の母材に印をつけた箇所で10回測定し記録する。

3.6 さび厚計測結果

4橋梁における暴露試験開始から5ヶ月間のさび厚計測の結果を図8～11にそれぞれ示す。

図8に示すD橋では、主桁のウェブの外側、下フランジ下面、ウェブの内側の3箇所全てが同じくらいの数値でさび厚が推移していることから、部位による環境の違いはあまりないといえる。これは、D橋は桁下空間があるため、通気性が良く、例えばウェブの外側と内側の環境の差もさほどないと考えられる。また、離岸距離も2km未満と海岸部に位置するにも関わらず、海岸との間に集落があり、地形的に海からくる潮風を直接に受ける量が少ないと考えられる。

図9に示すBK橋ではウェブの内側に比べウェブの外側、下フランジ下面のさび厚が高かった。しかし、全体的にみて、さほどの数値は計測されなかったことから、山間部に位置することを考えると、飛来塩分の影響はもちろん、雨水などの腐食要因もほとんどないと考えられる。

図10に示す激しく腐食が進んでいたA橋では、全体的にやはり高い数値のさび厚を計測した。特に海側のウェブ外側がかなり高い数値だった。続いて、下フランジ下面でも比較的高い数値を計測した。海岸部に位置し、海に隣接していることから、かなり海岸からの潮風の影響を受けていると考えられる。

図11に示す山間部のL橋では、4ヶ月目あたりからウェブの内側に高い数値のさび厚が計測

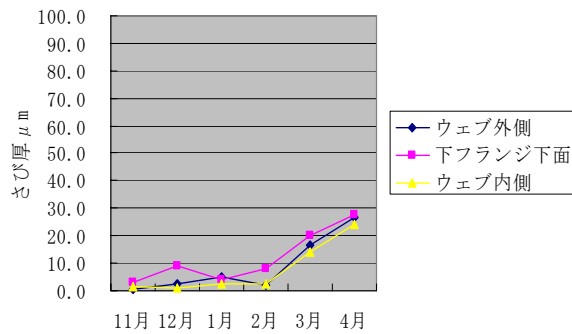


図8 D橋の箇所別さび厚計測結果

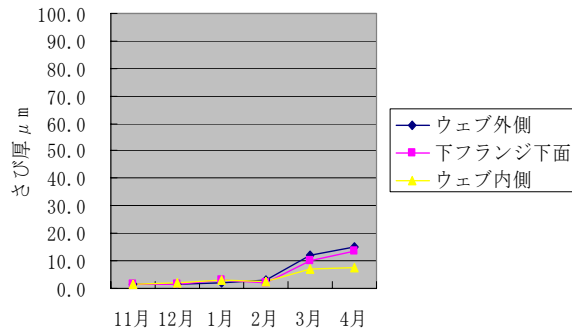


図9 BK橋の箇所別さび厚計測結果

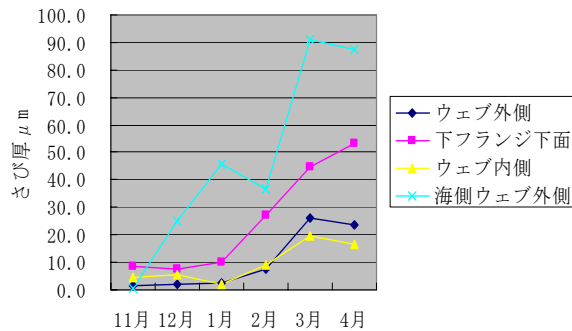


図10 A橋の箇所別さび厚計測結果

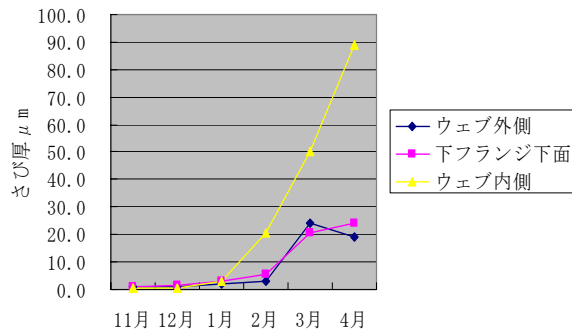


図11 Lの箇所別さび厚計測結果

された。周囲を山に囲まれ日陰の時間が多いことなどから、雨水などが降ると容易に乾燥しにくいと考えられ、ウェブの外側や下フランジ下面よりも内側の数値が極端に高くなったといえる。そのことは写真7を見ても分かるように、

内側に雨水などが原因と思われる流れ錆が見られたことから、桁下内側の乾燥状態が良好ではないといえる。よって、ここでの環境要因は、海からくる潮風などの飛来塩分ではなく、雨水などが原因で、それが上手く乾燥されないためだと考えられる。

全体評価としては、やはり海岸部に位置する橋梁の方が比較的高いさび厚の数値を計測したことから、飛来塩分が大いに関係していると改めて分かる。また、L橋に関しては、内側に高い数値を計測したことから、山間部に位置することを考慮すると、ここでの原因は飛来塩分ではなく、雨水の影響が大きいと思われる。今回は全体的に4ヶ月を過ぎたあたりから急にさび厚の数値が上がっているため、今後、さらに計測を行い考察して行く予定である。

3.7 5ヶ月間暴露の腐食減耗量結果

各橋梁の各箇所に設置した耐候性鋼と普通鋼それぞれ5ヶ月暴露後の試験片を回収し、除錆作業を行った。その結果、5ヶ月暴露での板厚減耗量を算出し、表3に示す。各箇所での平均板厚減少量とは、除錆作業後の減量を試験片の表面積で割り、さらに鋼の比重で割り算出した腐食量である。

表3に示す通り、各橋梁での耐候性鋼と普通鋼での腐食減耗量はほとんど差がないが、どの橋梁も耐候性鋼の方が普通鋼に比べて、若干ではあるが高い数値であった。これは暴露期間が5ヶ月と短く、今後の推移をみて考察して行きたいと考えている。

また、さび厚での計測で数値が高い箇所では、やはり平均板厚減少量が多かったため、今回の計測で出た数値というのは比較的正確な値であるといえる。特に、さび厚で高い数値が出たA橋やL橋では腐食減耗量の数値も高いことが分かる。

耐候性鋼試験片の板厚減少量を基に腐食減耗量の推定式から100年後の腐食予測を行った。各橋梁の部位別ごとに100年後の腐食予測を行ったところ、さほど差がなかったことから、平均して算出した結果を図12に示す。

図12に示すように、100年しいき値である0.5mmを大幅に超えたのがA橋である。この橋は、今後なんらかの対策が必要とされる。その他に関しては、0.5mmを超えている橋梁はなく、5ヶ月間暴露試験での長期腐食予測結果としては良好と言えるが、今後、長期間の暴露試験を行うことにより、より正確な数値を出す必要がある。

表3 5ヶ月間暴露の板厚減少量の結果

橋名	鋼種	設置位置	平均板厚減少量 mm	平均 mm
D	耐候性鋼	外側	0.0069	0.0068
		下面	0.0073	
		内側	0.0063	
	普通鋼	外側	0.0068	
		下面	0.0063	
BK	耐候性鋼	外側	0.0059	0.0064
		下面	0.0013	
		内側	0.0119	
	普通鋼	外側	0.0041	
		下面	0.0033	
		内側	0.0091	
A	耐候性鋼	外側	0.0109	0.0196
		下面	0.0099	
		内側	0.0084	
		海側	0.0491	
	普通鋼	外側	0.0073	
		下面	0.0083	
		内側	0.0072	
L	耐候性鋼	外側	0.0122	0.0105
		下面	0.0083	
		内側	0.0108	
	普通鋼	外側	0.0109	
		下面	0.0066	
		内側	0.0130	

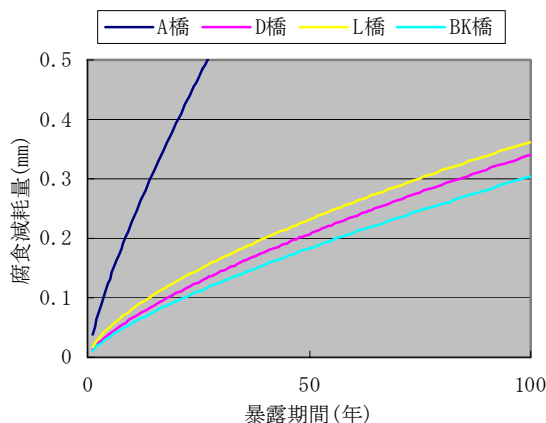


図12 腐食減耗量の長期予測結果

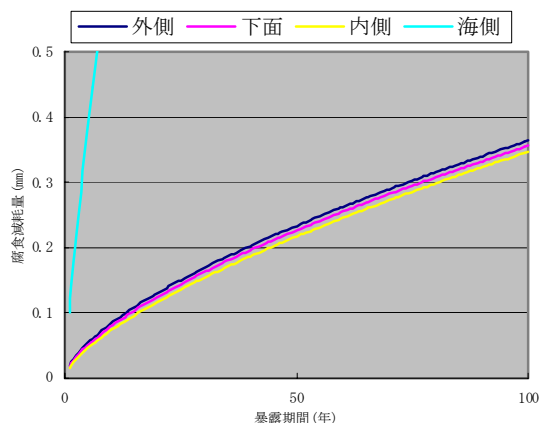


図13 : A橋の部位別腐食減耗量長期予測

さらに、A 橋に関しては部位ごとにばらつきがあったため、部位ごとの長期腐食予測を図13に示す。A 橋の海側のウェブが、100 年後には0.5mm を大幅に超えた結果となった。その他の部位に関しては、結果的に100 年後の予測としては0.5mm 以内に収まっている。

4. まとめ

今回、鋼橋 86 橋における腐食状況の実態調査を行い、橋梁の分布状況や腐食状態を把握することができた。長崎市街地における小規模鋼橋は、耐候性鋼橋が占める割合が高いことや、ほとんどが竣工から経過年 20 年を過ぎる橋梁であった。

劣化状況については、局部的に軽微な劣化がみられた橋梁はあったものの、全体的に状態の良い橋梁が多いということがわかった。橋梁全体に劣化があるものは1割程度存在したが、すべて離岸距離 2km 未満の地域に位置する橋梁であった。なお、そのうちの1橋に激しい腐食がみられた。したがって、ほとんどの劣化は離岸距離と大きく関係しているということが考えられる。

また、調査橋梁の基礎情報や腐食状態などのデータを基に、電子データとしてデータベース作成を行った。今後、一定期間を置いて調査を行うことにより、さらにデータを集め、小規模鋼橋の維持管理に利用して行きたい。

ワッペン式暴露試験については、短期間の暴露ではあったものの、5ヶ月間暴露の試験片を回収し、腐食減耗量を計測した。計測結果を基に、100 年後の腐食減耗量の長期予測を行い、海岸部に位置する耐候性鋼橋の A 橋の海側ウェブの予測値が、100 年しいき値である 0.5mm を大幅に超える結果となった。その他はどれも 0.5mm 以内に収まったが、今後、1年、2年、5年と暴露期間を置き、より正確な腐食減耗量を予測していく予定である。

謝辞

本研究は、(社)九州建設技術管理協会の平成 21 年度建設分野における技術の研究開発助成を受けて実施することができました。心よりお礼申し上げます。

また、本研究を実施するにあたり、橋梁調査およびデータ整理を手伝って戴きました、本学学生山口洋平君、三明宏志君(現大学院生)に謝意を表わします。

参考文献

- 1) 道路統計年報, 2006
- 2) (社)日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会, Structure Painting, Vol. 36, 2008
- 3) (社)日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会, 橋梁・鋼構造物塗装, Vol. 30, 2002
- 4) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, II 鋼橋編, 2002
- 5) アジア航測(株): 橋梁点検データベースシステム Ver. 3.0, 2009
- 6) 安波博道他, ワッペン式暴露試験によるニッケル系高耐候性鋼の適用性評価, 土木技術資料, pp. 57-60, 2008
- 7) (社)日本鋼構造協会: 耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術, 2006