

第3章 暴露試験による簡易環境判定方法の実験計画

3.1 実験の目的と方案

第2章において、比較的簡易に耐候性鋼材の適用可否判断を行える手法として提案されている、ワッペン式暴露試験を用いた簡易環境判定方法の概念を説明した。しかしながら、この手法を実用化するためには、局所的な環境条件の相違、気象の年次変動等の暴露環境と実構造との間に存在する不可避免的な差異の影響について、実データに基づく適切な補正方法を確立する必要がある。しかし、実際の橋での適用性を調査した報告は限られた事例があるのみであり^{3.1)}、この技術の信頼性・実用性を高めるためには、第2章（図2.3.6）に示す項目について技術の改良とデータの蓄積が必要であると考えられる。これらの課題に対応する実験として、表3.1.1の目的に示すデータを収集するために、ワッペン式暴露試験を用いた既設橋における現地環境調査を行うこととする。

表 3.1.1 現地環境調査の目的とデータ収集方法

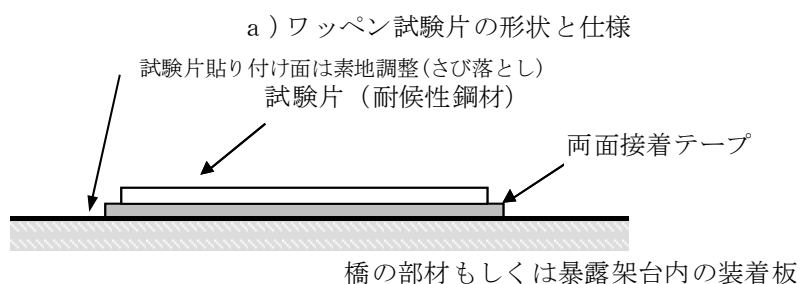
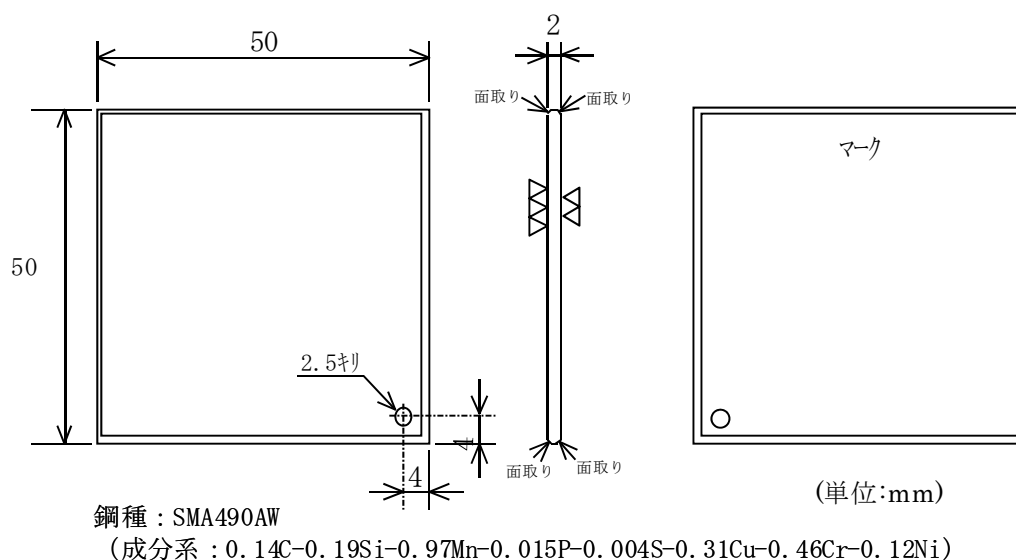
目的	データ収集方法	必要な条件
① A_{SMA} と長期のさび状態との関係明確化に資するデータ収集	耐候性鋼材裸使用の実橋でワッペン式暴露試験を行い、実橋のさび状態と暴露試験 A_W を対比	・実橋で外観評点2～3のさびが生ずる環境 ・海岸線からの距離での適用目安より海側 ・供用10年程度以上 ・地域区分ごとに少なくとも1橋
	耐候性鋼材の長期間暴露データがある場所でワッペン式暴露試験を行い、経年腐食量データを対比	・耐腐食性能レベルⅠ，Ⅱの A_{SMA} しきい値前後の環境 ・暴露10年程度以上 ・環境因子の測定データ有り
②現地暴露架台の標準化・簡易化方案評価のデータ収集	同一場所で暴露架台方案による環境データ（温湿度、塩分量）、 A_W を比較	・耐腐食性能レベルⅠ，Ⅱの A_{SMA} しきい値前後の環境 ・環境因子の典型的な組合せ3ケース程度 ・環境因子の測定データ有り
③評価対象部位（代表部位）の妥当性検証のデータ収集	実橋桁部位ごとのさび状態を比較し、典型的部位でのワッペン式暴露試験と環境測定のデータを対比	・桁の各部位でさび外観評点の相違が大きい橋（漏水影響を除く） ・供用10年程度以上
④代表部位と暴露位置との腐食性比較のデータ収集	実橋桁および当該橋周辺に設置した架台でのワッペン式暴露試験での A_W を比較	・架台を1年以上設置可能な用地・支柱有り ・地形環境影響として代表的な現場条件有り（山・谷、河川堤防、地表面高さ、等）
⑤気象変動影響に関するデータ収集	同一場所で開始時期を季節毎に変えた暴露試験を行い、 A 値を比較	・架台を2年程度設置可能な用地・支柱有り ・環境因子の測定データ有り
	温度・湿度、海風、台風等の気象条件の年次変動、飛来塩分量、 A 値の相関を比較	・周辺に気象官署測定有り
	長期間暴露材との対比	・暴露10年程度以上

3.2 暴露試験法の設定

3.2.1 ワッペン試験片の仕様と取付け方法

実験で使用したワッペン試験片の標準的な仕様と取付け方法を図 3.2.1 に示す。鋼材は JIS G 3114 に規定される溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材の W 種を使用する。試験片の接着面側に試験片番号を刻印し、暴露面の表面は機械仕上げ（仕上げ記号▽▽▽）とする。表面粗さの実測結果を表 3.2.1 に示す。

ワッペン試験片の現地での暴露試験法については、既設橋型と簡易架台型の 2 種類が考えられるが、その実施要領を次項で述べる。



b) ワッペン試験片の貼り付け方法

図 3.2.1 実験で使用したワッペン試験片の標準的な仕様と取付け方法

表 3.2.1 実験に用いたワッペン試験片暴露面の表面粗さ実測例 (単位: μm)

記号	▽▽▽の標準数例	▽▽の標準数例	L 方向の実測値	C 方向の実測値
Ra	1.6	6.3	0.076	0.208
Rz	6.3	25	0.360	1.351
Rmax	6.3	25	2.120	5.630

注記：株式会社東京精密製サーフコム 1400A を用いて、触針式で計測

3.2.2 既設橋型

既設橋型の実施要領は、環境腐食性調査の対象となる部材・部位にワッペン試験片を直接貼り付けることで行われる。耐候性鋼材の適用性を評価する場合の試験片の設置対象部位は、桁端部等の局部環境の影響範囲は対象外として、橋の中で相対的に厳しい腐食環境と想定される部位（代表部位）を選定する必要がある。これまでの研究成果^{3,2)}より、鋼I桁の場合は、雨がかりのない部位である下フランジが最も厳しい腐食環境となることが知られている。したがって、ワッペン試験片は支間部の下フランジの上下面に貼りつけることとし、設置・回収作業の便を考慮して支点に近い位置を選定する。部位による違いを評価する場合は、ウェブ面や雨がかりを受ける外桁等の部位にも試験片を設置する。

ワッペン試験片の既設橋の部材への設置要領を図3.2.2、図3.2.3に示す。ウェブなどの垂直部位や斜め部位にワッペン試験片を貼り付ける場合は、上方からの水や流れさびの影響を低減するため、角部を頂点、落下防止用孔を中央線位置とする。

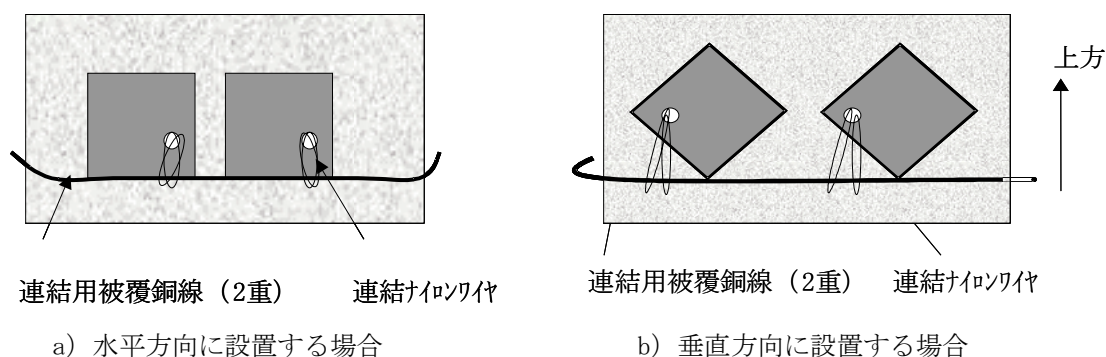


図 3.2.2 ワッペン試験片の既設橋の部材への設置要領（例）



図 3.2.3 ワッペン試験片の既設橋の部材への設置状況の一例

3.2.3 標準百葉箱型

簡易架台型は、架橋予定地の代表的な環境腐食性を評価するための試験法である。概要は次のとおり。

橋の中で最も厳しい腐食環境となる橋の床版下の桁内側の環境を模擬するため、降雨に対する覆いと風通し機能を有する暴露架台として、気象観測用の中型サイズの百葉箱を標準百葉箱として使用する。その仕様例を図 3.2.4 に示す。ワッペン試験片は、図 3.2.5 に示すように百葉箱内部に水平方向に設置される専用装着板の上下面に貼り付ける。

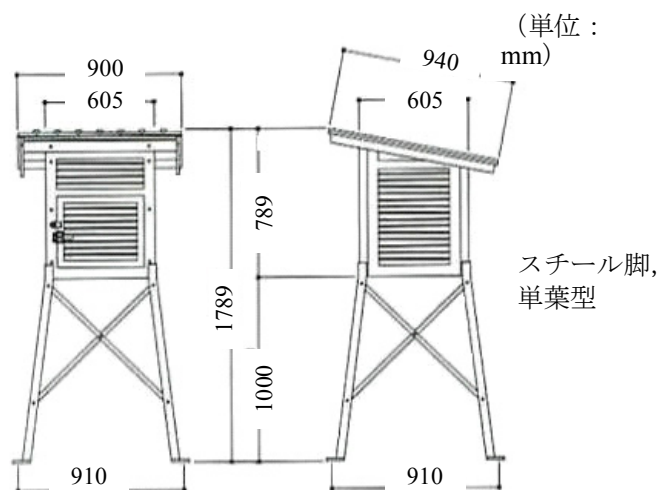


図 3.2.4 標準百葉箱の仕様例

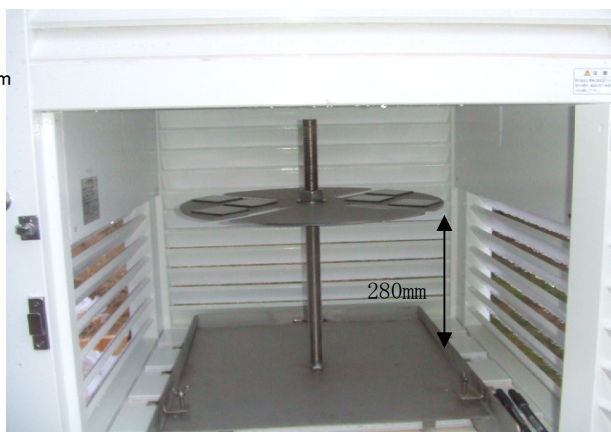
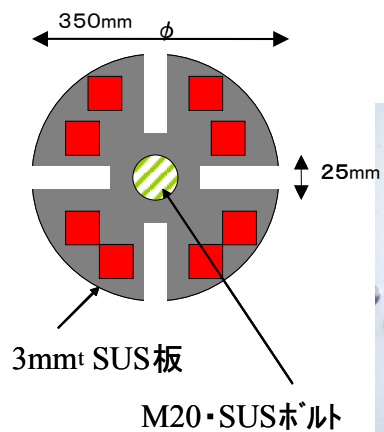


図 3.2.5 標準百葉箱内部での専用装着板と試験片設置状況

3.2.4 小型百葉箱型

架橋予定地によっては標準百葉箱の設置場所の確保が難しい場合もあるので、様々な現地条件にも対応できるような暴露架台を小型化・簡易化した案である。

小型百葉箱の構造は、図 3.2.6 に示すように、通気性を確保するため、通常は前面と側面の 3 方がガラリである市販の小型百葉箱の背面板もガラリに交換して側方 4 面をガラリとし、底面に通気孔を設けている。ワッペン試験片は、図 3.2.8 に示すように、小型百葉箱内に水平方向に設置される有孔アクリル板の上面と下面に貼り付ける。小型百葉箱を道路標識柱や橋の高欄等に取り付ける場合の要領図を図 3.2.7 に示す。

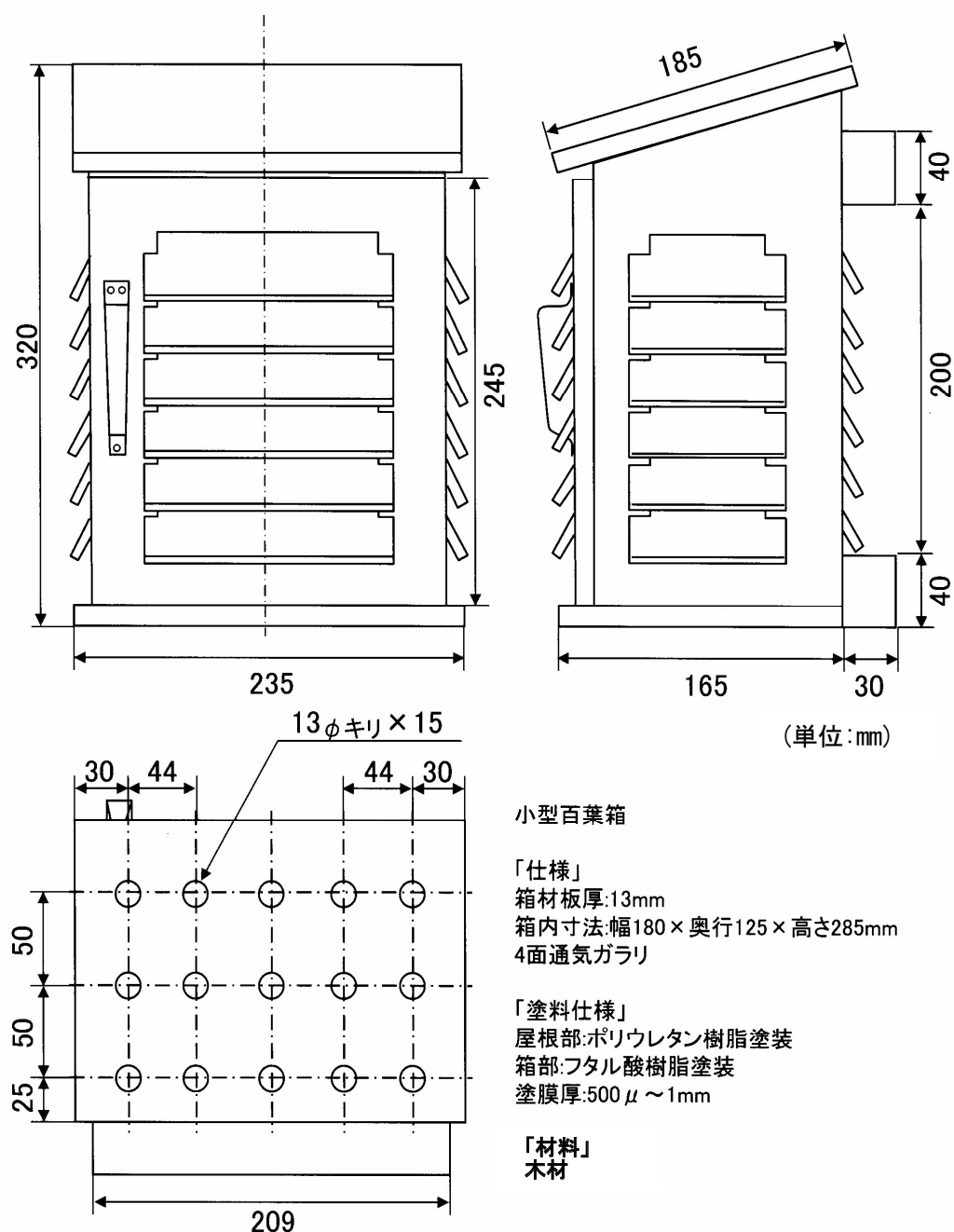


図 3.2.6 小型百葉箱の構造図

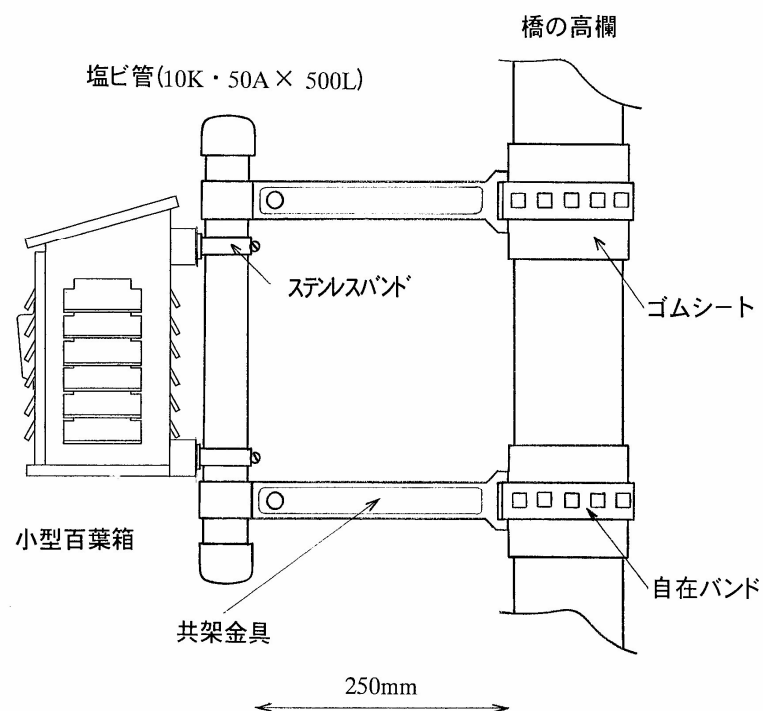


図 3. 2. 7 小型百葉箱の構造物への取付け要領



図 3. 2. 8 小型百葉箱内部での試験片設置状況

3.2.5 円筒型暴露容器型

3.2.4 の小型百葉箱よりもさらに軽量化・小型化する方案として、塩化ビニル配管用部品を用いた円筒型暴露容器を試作する。

円筒型暴露容器の構造図を図 3.2.9 に、ワッペン試験片の取り付け基盤の構造図を図 3.2.10 に、内部でのワッペン試験片設置要領を図 3.2.11 にそれぞれ示す。使用するワッペン試験片のサイズは 25mm×25mm であり、標準 (50mm×50mm) より小さい。ワッペン試験片を取付ける基盤には容器内や基板上の結露水滴の流れを制御するための溝が設けてある。

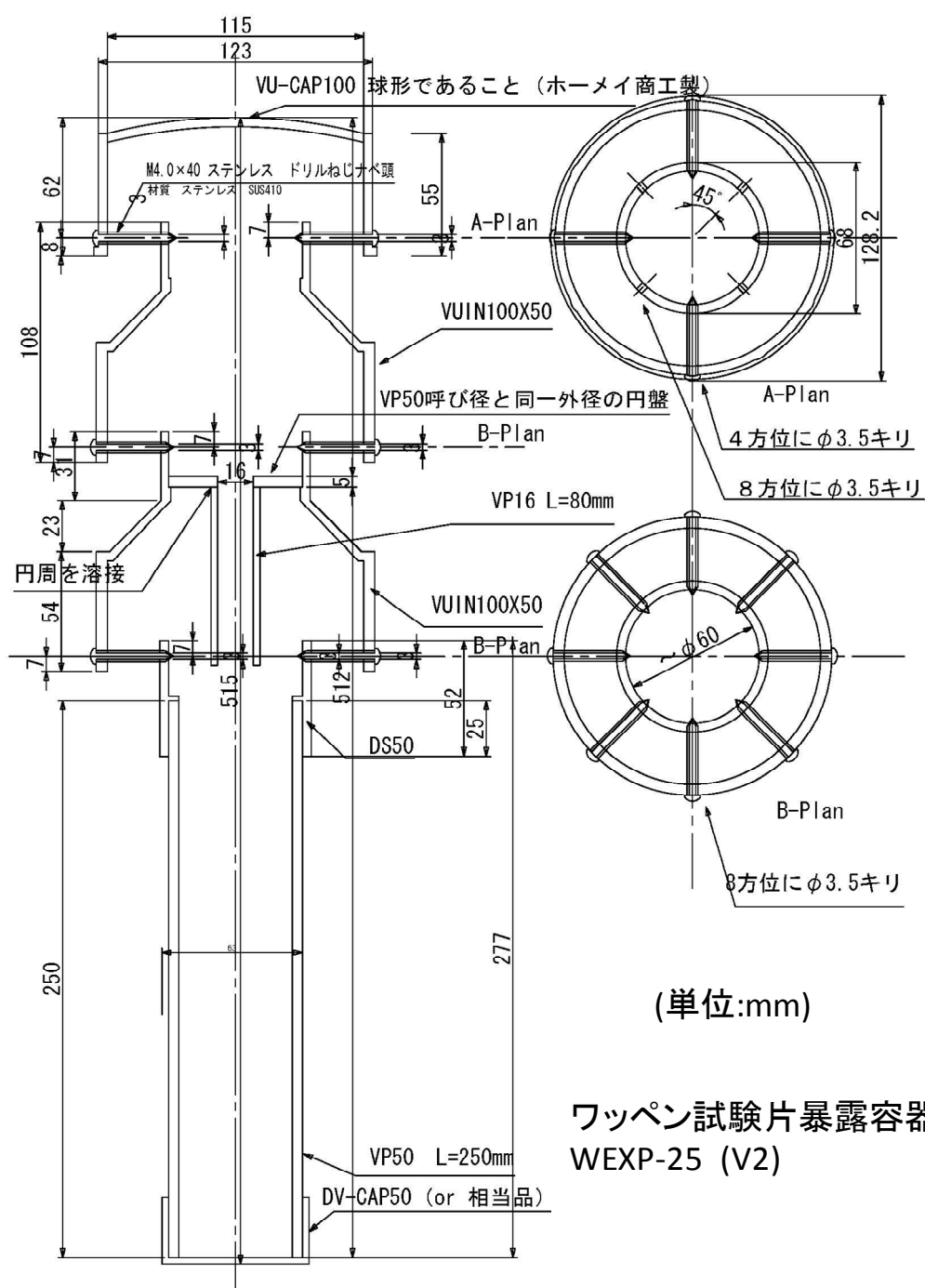
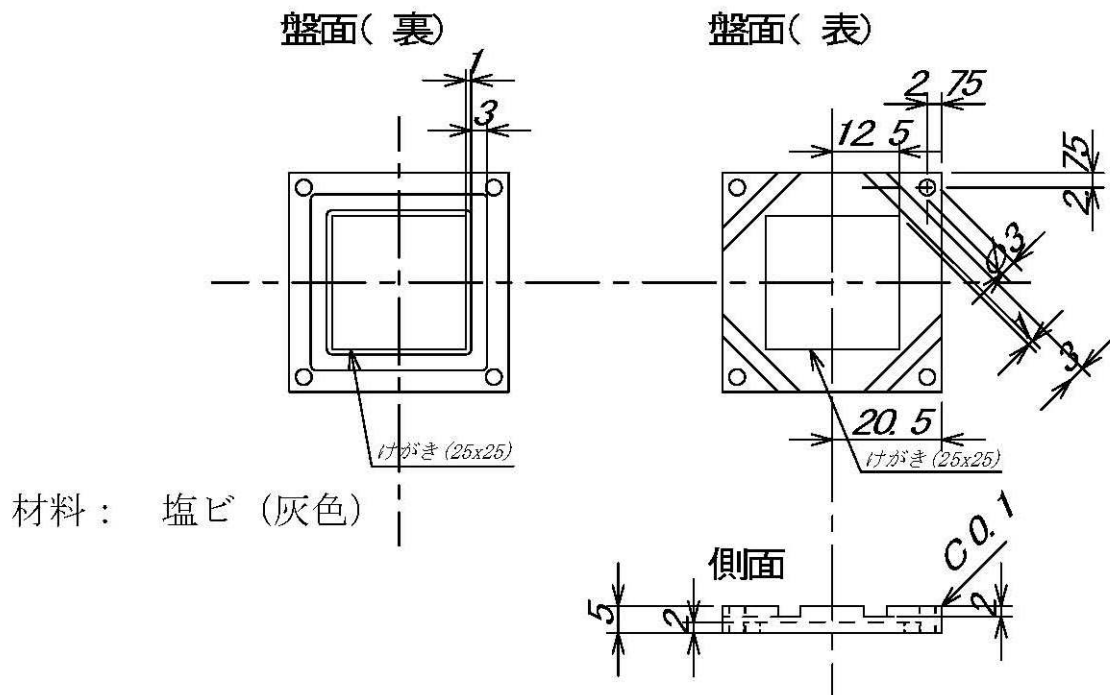


図 3.2.9 円筒型暴露容器 (WEXP-25) の構造図

図面番号： NMY 25



25x25のけがき線が正確であれば，寸法形状の軽微な修正は可．

図 3. 2. 10 ワッペン試験片取付け基盤 (NMY25) の構造図

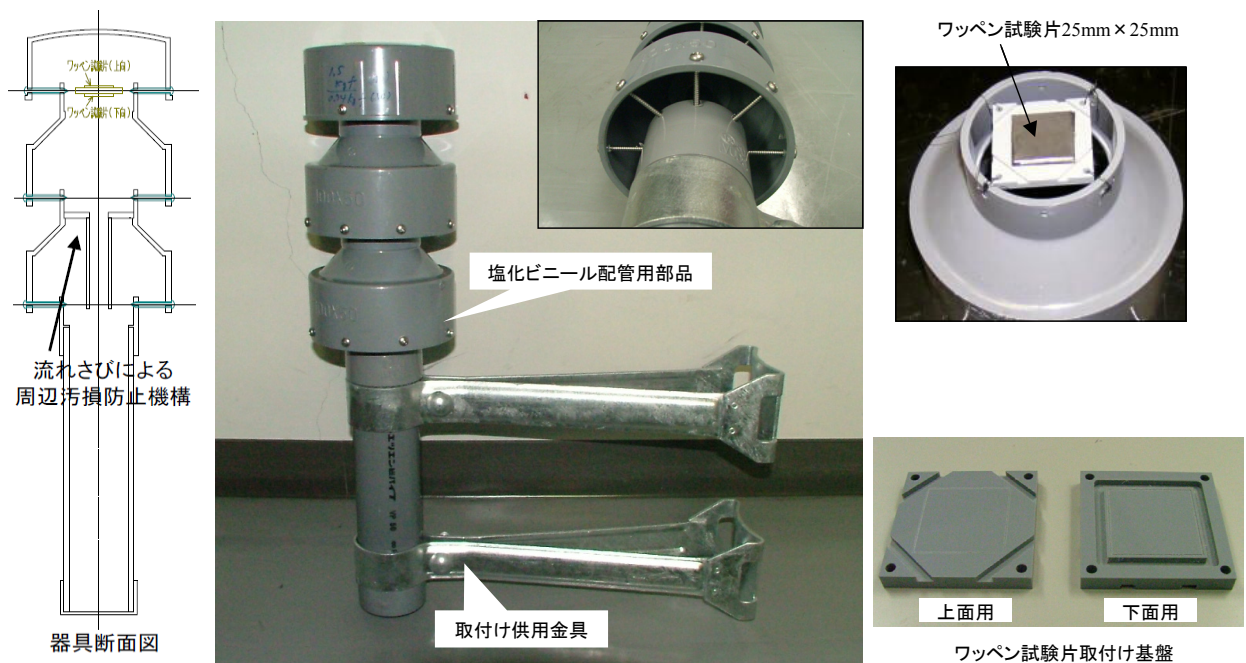


図 3. 2. 11 円筒型暴露容器 (WEXP-25) および 25mm×25mm ワッペン試験片取り付け基盤 (NMY25)

3.3 試験片の分析方法

3.3.1 分析内容

回収した試験片の腐食状態を分析するために、さび厚、付着塩分、さび除去後の重量（腐食減耗量）を計測するとともに、さび除去前後で外観写真を撮影する。さび厚、付着塩分については、運搬等によるさびの剥落の影響が出ないように試験片回収時に現地で計測を行い、腐食減耗量のみ持ち帰って測定を行う。なお、実橋のさびの状態と暴露試験片との相関性を定性的に評価するために、実橋についてもさび厚と外観写真を撮影する。

3.3.2 分析方法

(1) 暴露試験片

1) さび厚測定

電磁膜厚計（ペンタイプ）を用いて、下表に示す要領でさび厚測定を行う。なお、明らかに特異な外観の場合は、別途、位置を特定して測定を行う。

表 3.3.1 さび厚の測定方法

対象	測定方法
ワッペン試験片	試験片の表面を 12 点測定し、最大値および最小値を除いた 10 点の値を平均化する。
実橋の部材	約 10cm 角のエリア内で 12 点測定し、最大値および最小値を除いた 10 点の値を平均化する。

2) 付着塩分量測定

対象の橋や試験片に付着した塩分の測定は、表面塩分計を用いて以下の手順で行う。

- ① 検出部の磁石面を鋼材面に密着させ、中空セル内に注入口から純水を注入する。
- ② この状態でかくはん器のスイッチを押して 10 秒間かくはんし、停止 5 秒後の値（塩分量 mg/m^2 ）を読み取る。

3) 試験片除せい方法（腐食減耗量測定）

JIS Z 2371（塩水噴霧試験方法）の参考表 1（化学的腐食生成物除去方法）に準拠した塩酸酸洗溶液を用いて腐食減耗量（板厚減少量）を求める際のブランク減量誤差（除せい溶液中での地鉄自身の腐食溶解による誤差）を板厚減少量として 0.0003mm 以下（腐食減耗量として 2.36g/m^2 以下）にまで最小化する。以下に手順および方法を示す。

①生成さびの除去

スクレーパあるいはカッターナイフ等を用いて、試験片表面の生成さびを極力除去する。

②残存さび厚さの測定

電磁膜厚計を用いて、試験片表面の残存さびの平均厚さ t (μm) を求めておく。

③除せい溶液の作製

使用薬品と除せい溶液 1L（リットル）を作製する際の調合割合を以下に示す。

- ・塩酸（HCL、比重 1.19） 500mL
- ・ヘキサメチレンテトラミン 3.5g
- ・ヒビロン（SH カット CL） 3mL
- ・以上に、蒸留水を加えて、1L（リットル）とする。

④除せい溶液の比液量

除せい溶液に直接接触する試験片面積 S (cm²) と除せい溶液量 V (L) との関係 (比液量) は、試験片表面の残存さび厚さ t (μm) との関連にて次の式 (3.3.1) で与えられる。

$$\frac{V}{S} = \frac{t}{4000} \dots\dots\dots (3.3.1)$$

よって、本式を用いて防せい溶液量、処理可能な試験片枚数を決定し、防せい作業を行う。

⑤除せい作業

- A) 除せい溶液への1分間浸漬と水道水での水洗洗浄を2、3回繰り返す。水洗洗浄ではナイロンブラシを用いて試験片表面をブラッシングし、残存さびを除去する。
- B) それ以降は5分間浸漬と水洗ブラッシング洗浄を繰り返す実施する。終点は試験片表面のレイティングナンバ (RN) が9.8以上になった時点とする。RNの判定はJIS Z 2371 (塩水噴霧試験方法) の附属図書1を参考にする。ここで、スポット状さび (点さび) がいつまでも残留する場合は、その部分にスポイトにより除せい溶液を滴下する。滴下保持時間は2～3分とし、その後水洗洗浄する。
- C) 防せい終了後は、湯洗、温風により試験片を乾燥させ、重量測定を実施する。

⑥腐食減耗量の算出

腐食減耗量は次の式 (3.3.2) により求める。

$$\triangle t = \frac{W_1 - W_2}{0.00786 A_s} \dots\dots\dots (3.3.2)$$

ここに、 $\triangle t$ ：腐食減耗量 (mm)

W_1 ：試験片初期重量 (g)

W_2 ：防せい終了後の試験片重量 (g)

A_s ：試験片の表面積 (側面，落下防止ワイヤ用孔側面含む) (mm²)

4) さびの外観調査

試験片や対象橋の桁に接近し、鋼面上のさび状況を詳しく観察する。調査におけるさび外観評点は、目視外観観察法とさび厚測定法による評点付け基準に示す評点を用いる。なお、橋全体における試験片設置箇所の状態を明確にするために、目視観察により各部位のさび生成状況の分布 (むら) を把握して整理を行う。

5) 写真撮影

試験片や対象橋の状態を明瞭に記録するために写真撮影を行う。それぞれの対象の撮影部位を下表に示す。

表 3.3.2 撮影部位

対象（被写体）	撮影部位
ワッペン試験片	1) 試験片表面（接写、除さび前） 2) 試験片表面（接写、除さび後）
実橋の部材	1) 橋の全景及び環境 2) 橋の各部（試験片設置箇所、中間距離） 3) 橋の各部（試験片設置箇所、至近距離） 4) 桁表面細部（試験片設置箇所、接写）

3.4 暴露試験の設置場所及び設置方法

3.4.1 暴露試験場所の選定

暴露試験の場所の分類と主な目的を表 3.4.1、図 3.4.1 にそれぞれ示す。

表 3.4.1 現地環境調査の試験場所

地域 区分	名称	設置場所	環境条件 (離岸距離／地形)	建設年	主な目的*
日本海 沿岸部Ⅰ	A 橋	新潟県新潟市	3km 平野・農地 河川	1998	① ④
	B 橋	新潟県新潟市	15km 平野・農地 河川	1990	① ③④
	揚水機場C	新潟県新潟市	16km 平野・農地 電柱	—	② ④
	D 橋	新潟県五泉市	25km 平野・農地 河川	2003	① ④
日本海 沿岸部Ⅱ	E 橋	島根県益田市	2.5km 丘陵谷間 河川	2006	③④
	F 橋	島根県出雲市	5km 平野 河川	2006	③④
	G 高架橋	島根県出雲市	10km 平野・市街 高架, 標識柱	2006	②③④
	H 橋 (建設予定地)	島根県松江市	13km 平野・農地 河川、やぐら	—	②
太平洋 沿岸部	I 高架橋	愛知県知多郡	0.3km 臨海工業地 河口、高架	1990	① ④⑤
	工場 J	愛知県知多郡	0.2km 臨海工業地 河口	—	①② ④
	K 橋	愛知県知多郡	0.3km 臨海工業地 河口	1967	④
瀬戸内海 島しょ部	L 橋	愛媛県今治市	1.5km 島しょ部、谷 高架	2003	④

【目的の分類番号】

- ① A_{SMA} と長期のさび状態との関係明確化に資するデータ収集
- ② 現地暴露架台の標準化・簡易化方案評価のデータ収集
- ③ 評価対象部位（代表部位）の妥当性検証のデータ収集
- ④ 代表部位と暴露位置との腐食性比較のデータ収集
- ⑤ 気象変動影響に関するデータ収集

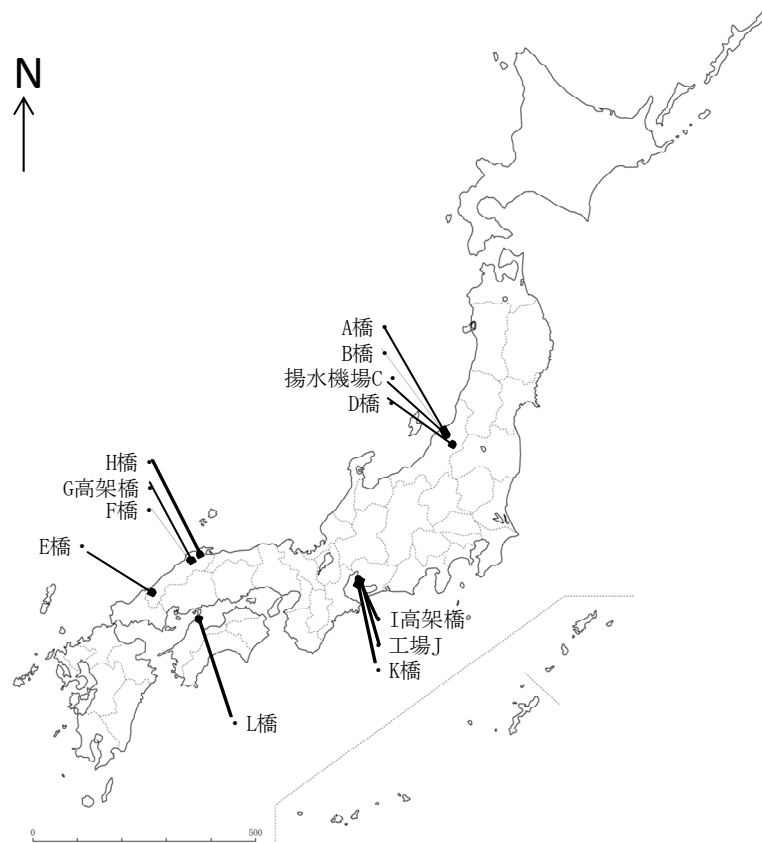


図 3.4.1 現地環境調査の場所
(地図は国土地理院発行の白地図を使用)

3.4.2 日本海沿岸部Ⅰ（新潟県）における現地環境調査概要

新潟平野で行われた現地環境調査場所の現地条件と位置を表 3.4.2、図 3.4.2 にそれぞれ示す。対象橋には JIS G 3114 に規定される溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材の W 種（以下、「JIS 耐候性鋼材」という。）が無塗装（裸使用）で使用されているが、A 橋と B 橋は耐候性鋼材適用可能地域の離岸距離目安 20km に対して海側に位置する。図 3.4.3 は新潟県内の橋の高欄付近に土研式塩分捕集器を設置して測定した飛来塩分量と離岸距離との関係^{3.2)}を示す。個の研究において、B 橋、揚水機場 C ならびに D 橋付近での飛来塩分が測定されており、その値は B 橋・揚水機場 C 付近では 0.15mdd 程度、D 橋付近では 0.04mdd 未満の飛来塩分（橋の高欄位置）である。

これらの橋に関する調査項目を表 3.4.3 に示す。新潟平野での飛来塩分は、ほとんどが冬期に季節風で運ばれる海塩であるとされているが、暴露試験を開始する季節の影響を調査する目的で、B 橋と揚水機場 C においてワッペン試験片の設置時期を 3 ヶ月毎にずらした暴露試験も行い、3 ヶ月のさび厚変化と 1 年間暴露腐食減耗量を比較する。合わせて、暴露部位での ACM・温度・湿度の変動を調査する^{3.1)}。

図 3.4.4 に B 橋と周辺環境の状況を示す。同橋では桁内側のさび状態が地形条件等の影響を受けているので、典型的部位を対象に環境腐食性の比較を行う目的で、図 3.4.5 に示す桁各部にワッペン試験片を設置するが、代表的な中桁の下フランジとウェブに ACM センサ、温度・湿度センサも設置する。図 3.4.6 にこれらの設置状況を示す。図 3.4.6 中で、ワッペン試験片貼付け部周辺でさびの色調が異なっているが、これは、図 3.4.6 の a) に示すようにワッペン試験片貼付け時に貼付けの対象となる面のさびを落として表面の素地調整を行ったためである。素地調整を行った面は、ワッペン試験片と同様の状態となるため、図 3.4.6 の b)、c)、d) のさびの色調はワッペン試験片と同様になっている。

暴露架台型のワッペン式暴露試験については、B 橋の近辺に標準百葉箱の設置に適した場所がないため、図 3.4.7 に示すように高欄に簡易化暴露架台（小型百葉箱、円筒型暴露容器）を取り付け、橋の部位（中桁下フランジ）との環境腐食性の比較を行う。標準百葉箱を含めた各種暴露架台の比較は、図 3.4.8 のように揚水機場 C で行い、飛来塩分量が同等と想定される B 橋との暴露データの対比も行う。A 橋と D 橋の周辺環境と暴露試験状況を図 3.4.9、図 3.4.10 にそれぞれ示す。

表 3.4.2 新潟における現地環境調査場所の条件

名称	離岸距離	構造・使用鋼材	橋軸方向	地形条件等
A 橋	3km	単純 3 主 I 桁、 JIS 耐候性鋼材（裸）	北西～南東	河川、斜角 70°
B 橋	15km	単純 5 主 I 桁、 JIS 耐候性鋼材（裸）	北北西～ 南南東	河川、斜角約 60° 北側で桁下空間狭い
揚水機場 C	16km	揚水機場内の草、 電柱		南西に建家、北東に樹木
D 橋	25km	2 径間連続 5 主 I 桁、 JIS 耐候性鋼材（裸）	東～西	河川、斜角 76° 水道管橋隣接

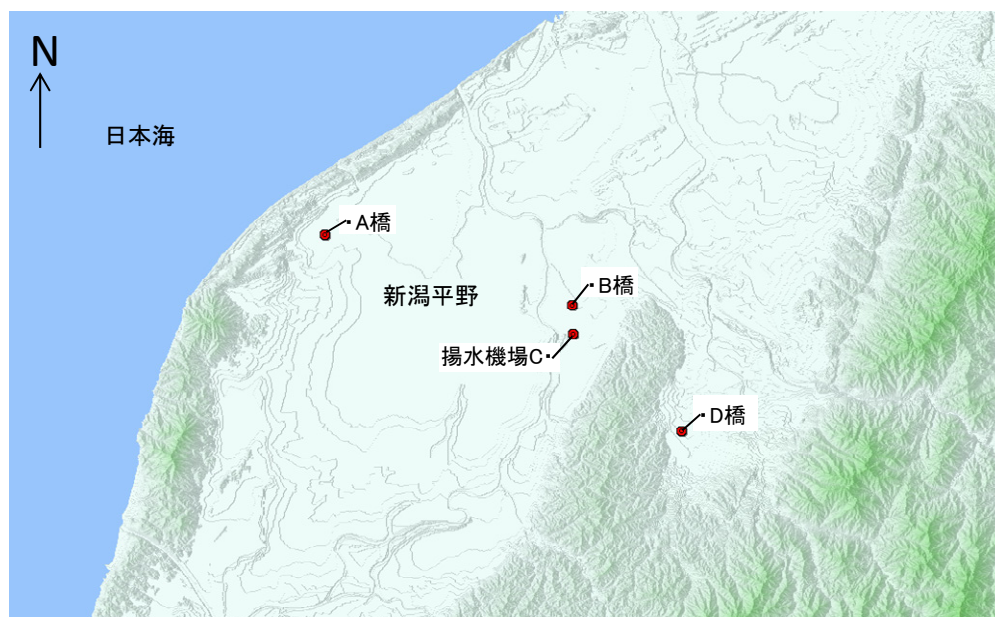


図 3.4.2 新潟における現地環境調査場所の位置図（地図は国土地理院発行の数値地図を使用）

表 3.4.3 新潟における現地環境調査項目

場所	ワッペン式暴露試験(1年間)					備考 関連調査
	開始年月	既設橋型	暴露架台型			
		部材・部位	標準百葉箱	小型百葉箱	円筒型暴露 容器	
A 橋	2007.12	中桁(右岸側): 下フランジ・ウェブ	—	○(高欄)	○(高欄)	桁の板厚調査
B 橋	2007.12	中桁: 下フランジ・ウェブ 外桁: 下フランジ・ウェブ	—	○(高欄)	○(高欄)	ACM, 温度・湿度測定
	2008.3	中桁: 下フランジ・ウェブ	—	—	—	
	2008.6	中桁: 下フランジ・ウェブ	—	—	—	
	2008.9	中桁: 下フランジ・ウェブ	—	—	—	
揚水機場 C	2007.12	—	○(地上)	○(電柱)	○(電柱)	
	2008.3	—	○(地上)	—	—	
	2008.6	—	○(地上)	—	—	
	2008.9	—	○(地上)	—	—	
D 橋	2007.12	中桁(右岸側): 下フランジ・ウェブ	—	○(高欄)	○(高欄)	

図 3.4.3 新潟県内の橋の高欄で測定された
飛来塩分量と離岸距離との関係^{3.3)}

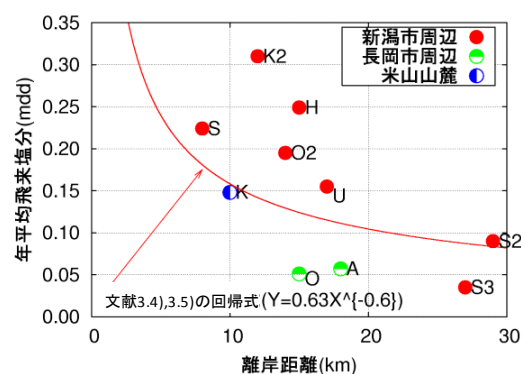




図 3.4.4 B 橋と周辺環境の状況

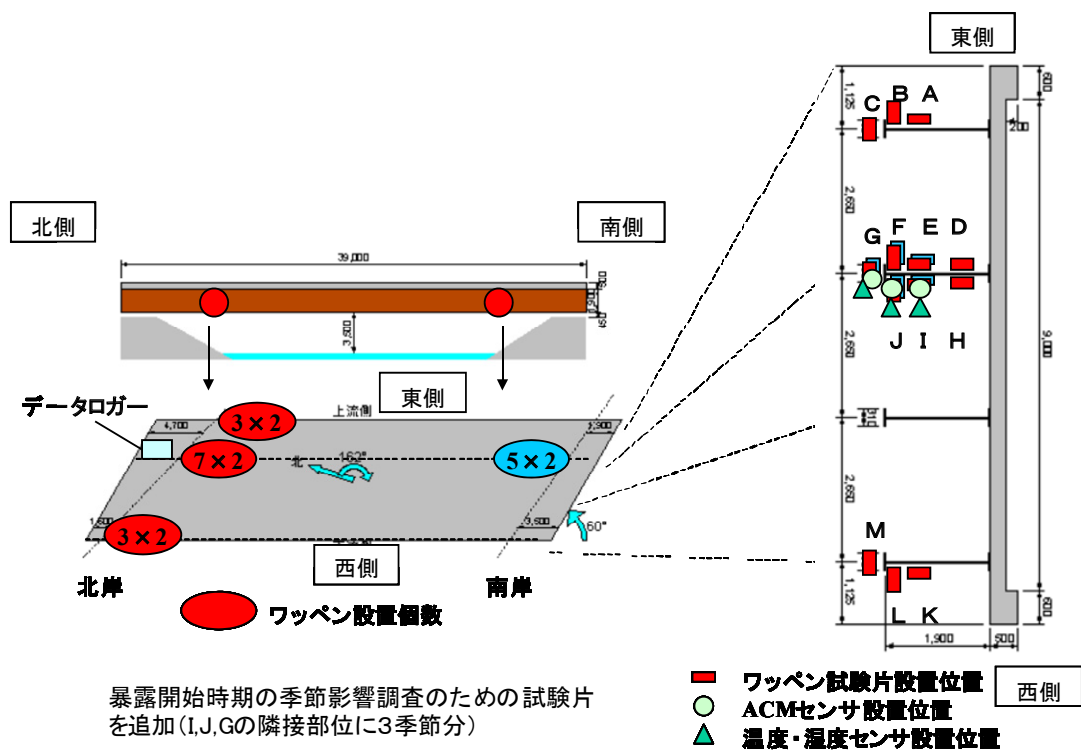
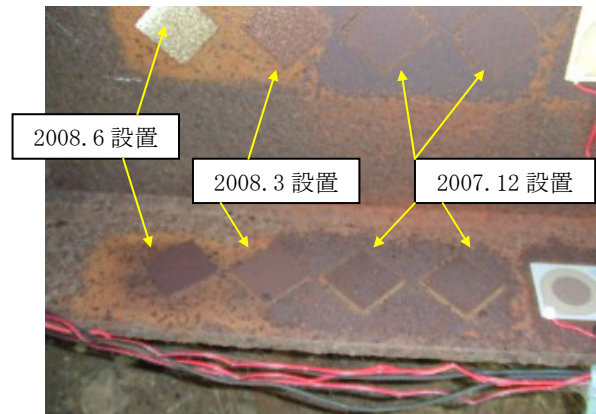
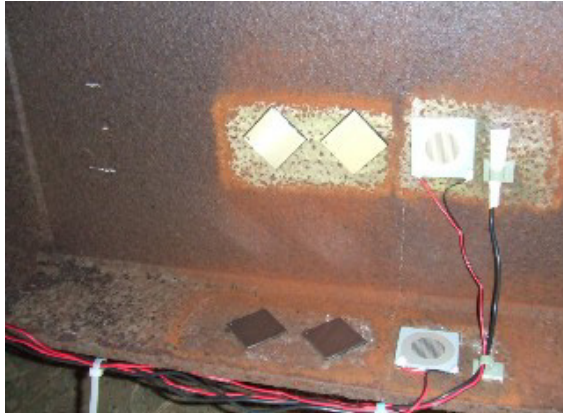


図 3.4.5 B 橋の桁各部における環境腐食性調査の位置



a) 試験片とセンサの設置直後(2007.12)状況(中桁) b) 試験片の中間調査時(2008.9)の状況(中桁)



c) 試験片の中間調査時の状況(中桁下面) d) 試験片の中間調査時の状況(外桁西側ウェブ)

図 3.4.6 B 橋の桁におけるワッペン試験片と各種センサの設置状況



a) 北岸からみた暴露架台の状況 b) 橋上高欄越しに見た小型百葉箱

図 3.4.7 B 橋の高欄(西側)における暴露架台の設置状況



a) 暴露架台の北側の状況



b) 暴露架台の南側の状況

図 3.4.8 揚水機場 C における暴露架台の設置状況



a) 北東側から見た高欄・暴露架台と桁の状況



b) 北東側（下流側）の高欄と周辺状況

図 3.4.9 A 橋の周辺環境と暴露試験状況



a) 高欄（北側）への暴露架台設置状況



b) 右岸橋台側の試験片設置対象桁状況

図 3.4.10 D 橋の周辺環境と暴露試験状況

3.4.3 日本海沿岸部Ⅱ（島根県）における現地環境調査概要

島根県における現地環境調査場所の条件、位置を表 3.4.4、図 3.4.11 に、調査項目を表 3.4.5 にそれぞれ示す。当地区での耐候性鋼材の適用可能地域の離岸距離目安は 5km である。しかしながら、既往の研究によれば、今回調査の対象とした橋で飛来塩分量の測定がなされているが、飛来塩分量は、必ずしも離岸距離との相関を示さず、海岸線との間の地形等（丘陵・川・湖）の影響を受けていることが報告されている^{3.6), 3.7)}。

各調査対象について周辺環境の状況と暴露試験の状況を図 3.4.12～図 3.4.18 に示す。

現地暴露架台の標準化・簡易化方案を評価するためのデータ収集として、ほぼ同一環境の場所に設置された各種暴露架台のデータを比較することを目的として、G 高架橋において中間橋脚（P8）付近に標準百葉箱（南側の建設用地（研究当時））、ならびに小型百葉箱・円筒型暴露容器（北側の側道の標識柱）を設置する。H 橋（建設予定地（研究当時））では、河川右岸に設けられた仮設やぐらを利用して、地上 8m の高さで標準百葉箱を用いたワッペン試験と土研式タンク法による飛来塩分量測定を行っている。ここでは、暴露架台の設置高さの影響を観察するため、このやぐらを利用して、地上から 2.5m 及び 5m の高さに小型百葉箱を追加で設置する。

評価対象部位（代表部位）の妥当性検証のデータを収集するため、多径間の橋における橋軸方向の位置（端支点、支間部、中間支点）による差異を確認することを目的として、E 橋と F 橋において、実橋部材でのワッペン試験片暴露を追加する。G 高架橋では、中間支点部付近（P7 橋脚上、P8 側）の中桁にてワッペン試験片暴露や各種環境評価（飛来塩分、風向風速、ACM センサーなど）を実施していたが、中間橋脚を境にして風上側と風下側で橋の部位の腐食環境が異なることによる差異を調べるために、中間支点（P8 橋脚上、P7 側）付近の中桁にてワッペン試験片の暴露を追加する。

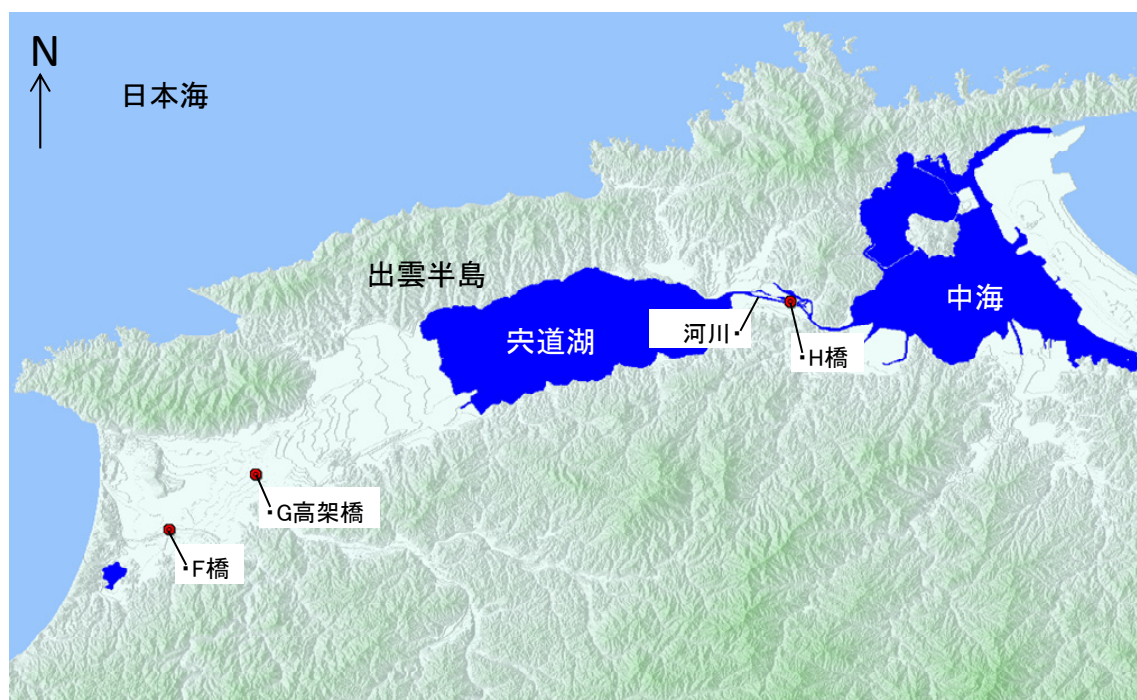
代表部位と暴露位置との腐食性比較のデータを収集するために、暴露架台におけるワッペン試験片暴露を実施する。E 橋では、左岸道路沿いのランプ部付近敷地に標準百葉箱を、左岸堤防樋門に簡易化暴露架台（小型百葉箱、円筒型暴露容器）をそれぞれ設置する。F 橋では、右岸堤防上で道路脇の国道交通省自営柱を利用して簡易化暴露架台を設置する。

表 3.4.4 島根における現地環境調査場所の現地条件

名称	離岸距離	構造・使用鋼材	橋軸方向	地形条件等
E 橋	2.2km	3 径間連続鋼床版箱桁、 ニッケル系高耐候性鋼材(裸)	北～南	河川、丘陵谷合
F 橋	5km	7 径間連続 I 桁、 JIS 耐候性鋼材(裸)	北～南	平野、河川
G 高架橋	10km	11 径間連続 I 桁、 JIS 耐候性鋼材(裸)	東～西	平野・市街、高架、標識柱
H 橋(建設予定地(研究当時))	13km	建設中(研究当時)		平野・農地、河川右岸、やぐら



a) 益田地区



b) 松江地区

図 3. 4. 11 島根における現地環境調査場所の位置図
(地図は国土地理院発行の数値地図を使用)

表 3.4.5 島根における現地環境調査項目

場所	ワッペン式暴露試験（1 年間）				
	開始年月	既設橋梁型	暴露架台型		
		部材・部位	標準百葉箱	小型百葉箱	円筒型暴露容器
E 橋	2007.12	主桁(P1): 下フランジ・ウェブ 横桁(P1～P2): 水平補剛材・ウェブ 主桁(P2): 下フランジ・ウェブ	○ (左岸堤内、 管理敷地)	○ (左岸堤外、 排水樋門)	○ (左岸堤外、 排水樋門)
F 橋	2007.12	中桁 (A1): 下フランジ・ウェブ 中桁 (P3): 下フランジ・ウェブ 中桁 (P5): 下フランジ・ウェブ	—	○ (右岸堤外、 自営柱)	○ (右岸堤外、 自営柱)
G 高架橋	2007.12	中桁 (P8): 下フランジ・ウェブ	○ (P8 南側、 建設用地)	○ (P8 北側、 標識柱)	○ (P8 北側、 標識柱)
H 橋（建設 予定地（研 究当時））	2007.12	—	○ (仮設やぐら、 GL+8m)	○ (仮設やぐら、 GL+5m、2m)	—



a) 左岸堤防・下流側（北東）から見た状況



b) 左岸堤内・管理敷地側（北東）からみた状況



c) A1 橋台（北）から P1 橋脚（南）を見た状況

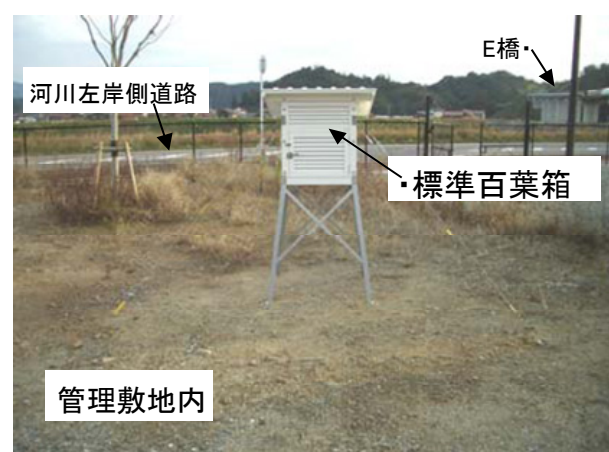


d) 左岸堤内・管理敷地（北東）の周辺状況

図 3.4.12 E 橋と周辺環境

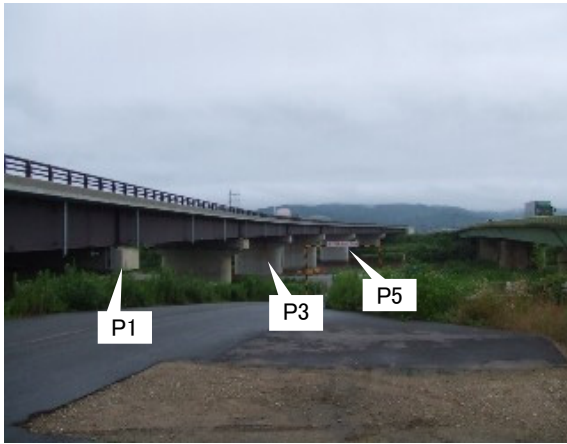


a) 排水樋門への簡易化暴露架台の設置状況



b) 管理敷地での標準百葉箱の設置状況

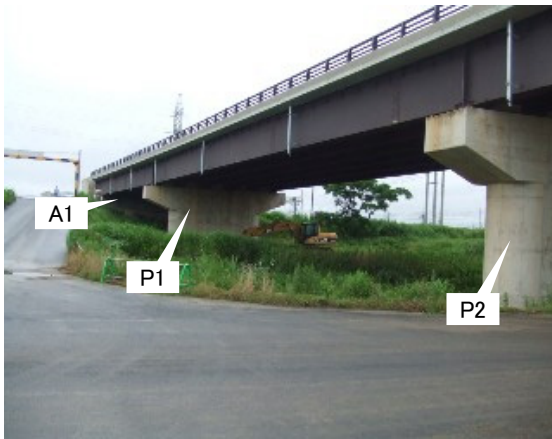
図 3.4.13 E 橋の周辺における暴露架台の設置状況



a) 右岸堤防上から見た F 橋の新橋と旧橋



b) P3 橋脚～A2 橋台（左岸側）の状況



c) A1 橋台（右岸側）～P2 橋脚の状況



d) A1 橋台（右岸側）と自営柱の状況

図 3.4.14 F 橋と周辺環境

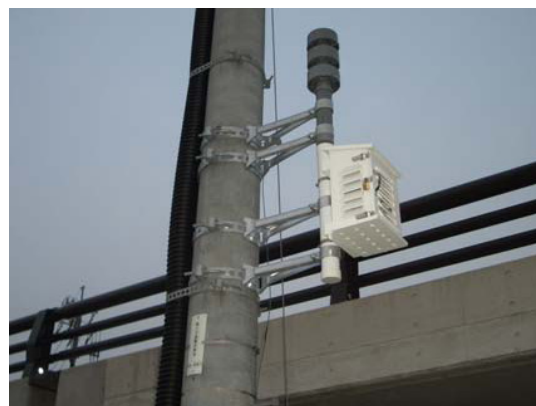
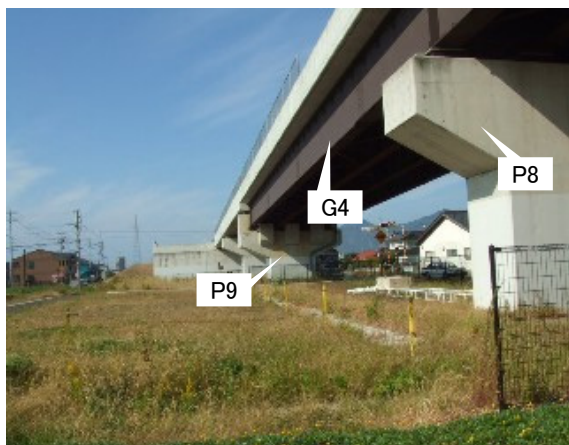


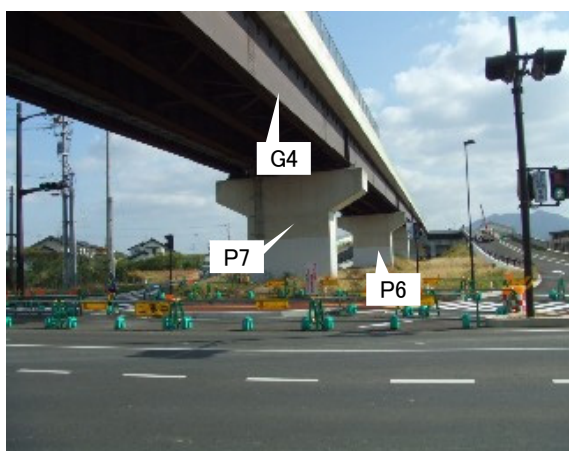
図 3.4.15 F 橋 A1 橋台付近の自営柱への暴露架台の設置状況



a) P8 橋脚南側の建設用地と西側の状況



b) P7 橋脚北側と西側 (P8 側) の状況



c) P7 橋脚南側の建設用地と東側の状況



d) P8 橋脚北側の標識柱と東側 (P7 側) の状況

図 3.4.16 G 高架橋と周辺環境



a) P8 橋脚南側の標準百葉箱



b) P8 橋脚北側標識柱の簡易化暴露架台

図 3.4.17 G 高架橋における暴露架台の設置状況



a) 仮設やぐら（大橋川右岸）から見た北側の状況



b) 仮設やぐら（大橋川右岸）からみた西側の状況 c) 仮設やぐらへの暴露架台の設置状況



図 3.4.18 H 橋建設予定地（研究当時）と暴露架台の設置状況

3.4.4 太平洋沿岸部（愛知県）における現地環境調査概要

愛知県における現地環境調査場所の条件、位置を表 3.4.6、図 3.4.19 に、表 3.4.7 に調査項目を示す。この場所では文献 3.2) で報告されている暴露試験が一部継続されているが、本研究の目的に応じて既設橋と各種架台での暴露試験を追加する。当地は、離岸距離 0.2～0.3km で飛来塩分 0.25～0.40mdd の高飛来塩分環境にあるが、比較的湿気の少ない環境のため、先行する暴露試験での A_{SMA} 値は 0.03mm 前後であった。K 橋（1967 年建設）は耐候性鋼材を無塗装使用した国内最初の鋼橋であるが、現在でもさびの状態は良好である。愛知県における試験場所について周辺環境と暴露状況を図 3.4.20、図 3.4.21 にそれぞれ示す。

気象変動影響に関するデータを収集するため、I 高架橋について先行実施したワッペン式暴露試験 3 年目のデータ、及び従来型の長期暴露試験データ（13 年間暴露）との対比を行う。現地暴露架台の標準化・簡易化方案評価のデータを収集することを目的として、河川の河口右岸の工場 J 内の南側敷地に各種暴露架台を設置する。標準百葉箱は先行試験で使用したものをそのまま継続使用し、小型百葉箱と円筒暴露容器は先行試験で使用した暴露架台の支柱を残してこれに取付ける。

K 橋についても、桁内側にワッペン試験片を設置し、I 高架橋との対比による地表面からの高さによる差異の調査、及び工場 J 内南側敷地の暴露架台との対比を行う。

表 3.4.6 知多における現地調査場所の条件

名称	離岸距離	構造・使用鋼材	橋軸方向	地形条件等
I 高架橋	0.3km	多径間連続 I 桁、 JIS 耐候性鋼材(裸)	北東～南西	河川河口、高架
工場 J	0.2km	—		臨海工業地、河川河口
K 橋	0.3km	多径間連続 I 桁、 耐候性鋼材(裸)[JIS 化前]	北～南	河川河口



図 3.4.19 知多における現地環境調査場所の位置図
(地図は国土地理院発行の数値地図を使用)

表 3.4.7 愛知県における現地調査場所の項目

場所	ワッペン式暴露試験(1年間)				
	開始年月	既設橋梁型	暴露架台型		
		部材・部位	標準百葉箱	小型百葉箱	円筒暴露容器
I 高架橋	2005.2 (3 年間)	中桁:下フランジ・ウェブ	—	—	—
	2008.2	中桁:下フランジ・ウェブ	—	—	—
K 橋	2008.2	中桁(左岸側): 下フランジ・ウェブ	—	—	—
工場 J	2005.2 (3 年間)		○	—	—
	2008.2		○	○	○



a) 暴露架台設置場所からみた北側の状況

b) I 高架橋暴露場所から見た南東の状況

図 3.4.20 I 高架橋・K 橋と周辺環境



図 3.4.21 工場 J における暴露試験状況

3.4.5 瀬戸内海沿岸部・島しょ部（愛媛県）における現地環境調査概要

瀬戸内海沿岸部・島しょ部を対象とした調査場所として、愛媛県大島の L 橋を選定する。その条件、調査項目、位置を表 3.4.8、表 3.4.9、図 3.4.22 にそれぞれ示す。L 橋は、大島を南北に縦貫する高速道路を構成する橋で、島のほぼ中央の山間部にある。最寄りの海岸線は北東方向の港側である。

L 橋の周辺環境と暴露試験状況を図 3.4.23、図 3.4.24 にそれぞれ示す。

L 橋の中間橋脚 P3 付近の管理敷地内に小型百葉箱を設置し、L 橋の代表部位（中桁下フランジ）との比較を行い、環境腐食性の差異を観察する。

表 3.4.8 大島における現地環境調査場所の現地条件

名称	離岸距離	構造・使用鋼材	橋軸方向	地形条件等
L 橋	1.5km	4 径間連続 I 桁、 JIS 耐候性鋼材(裸)	北～南	山間部、北東側が海に向かって開ける



図 3.4.22 L 橋の位置図（地図は国土地理院発行の数値地図を使用）



図 3.4.23 L 橋 A1 橋台（北側）から南側の遠景

表 3.4.9 L 橋における現地環境調査項目

場所	ワッペン式暴露試験(1 年間)				
	開始年月	既設橋梁型	暴露架台型		
		部材・部位	標準百葉箱	小型百葉箱	円筒容器
L 橋	2007.12	中桁(P3 橋脚) 下フランジ・ウェブ	—	○ (管理用地)	—

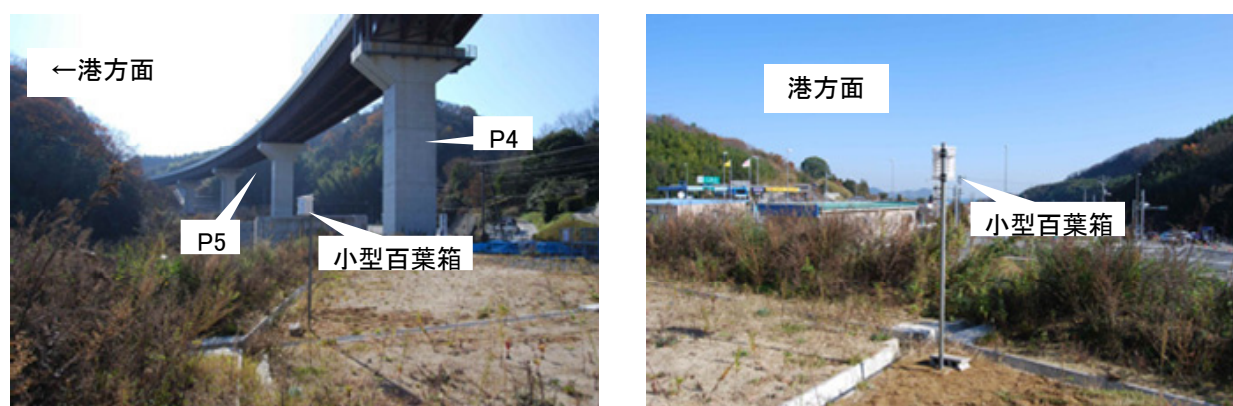


図 3.4.24 L 橋の P3 橋脚付近での暴露架台（小型百葉箱）の設置状況

【3 章参考文献】

3. 1) 日本鋼構造協会：テクニカルレポート No. 86, 耐候性鋼橋梁の適用性評価と防食予防保全, 2009. 9
3. 2) 日本鋼構造協会：テクニカルレポート No. 73, 耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術, 2006. 10
3. 3) 岩崎英治、長井正嗣、大久保雄介、松岡寛和：新潟県内の飛来塩分と風向・風速の関係, 構造工学論文集, Vol. 52A, pp. 773-780, 2006. 3
3. 4) 建設省土木研究所, 鋼材倶楽部, 日本橋梁建設協会：耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書(XX)無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領(改訂版), 共同研究報告書 No. 88, 1993.
3. 5) 加納勇, 山井俊介, 栗山尚志：飛来塩分分布の山による影響の実測調査, 土木学会第 59 回年次学術講演会講演概要集, 5-253, 2004. 9
3. 6) 山口大学：山陰地方における耐候性鋼橋梁の適用性評価に関する調査・研究, 2008. 3
3. 7) 松江工業高等専門学校：松江高専と島根県の共同研究「松江第五大橋道路の鋼橋における腐食環境の評価」報告書, 2008. 3