

ステンレス鉄筋の耐久性調査

令和 2 年 3 月

橋 梁 塩 害 対 策 検 討 委 員 会
国立大学法人 長岡技術科学大学
一般社団法人 日本鋼構造協会
北陸地方整備局 北陸技術事務所

目 次

第1章 検討の目的	1
1.1 背景	1
1.2 目的	1
第2章 短期暴露試験・長期暴露試験	1
2.1 短期暴露試験	1
2.1.1 目的	1
2.2 長期暴露試験	1
2.2.1 目的	1
2.3 供試体	2
2.4 位置	3
第3章 塩害環境調査	3
3.1 気象調査	3
3.1.1 目的	3
3.1.2 位置	3
3.1.3 結果	4
3.2 飛来塩分量調査	4
3.2.1 目的	4
3.2.2 実施方法	4
3.2.3 位置	5
3.2.4 調査数量	6
3.2.5 結果	6
3.3 付着塩分量調査	8
3.3.1 目的	8
3.3.2 実施方法	8
3.3.3 位置	9
3.3.4 調査数量	10
3.3.5 結果	10
第4章 耐久性調査	12
4.1 調査方法	12
4.2 調査結果	12
第5章 解体調査	16
5.1 概要	16

5.2	自然電位測定	16
5.2.1	実施方法	16
5.2.2	結果	16
5.3	中性化深さ測定・塩化物イオン濃度測定	18
5.3.1	実施方法	18
5.3.2	結果	18
5.4	EPMA 分析	20
5.4.1	目的	20
5.4.2	結果	20
5.5	はつり調査による鉄筋腐食状況把握調査	21
5.5.1	実施方法	21
5.5.2	結果	21
5.6	鋼材の腐食面積および腐食減量の測定	24
5.6.1	実施方法	24
5.6.2	結果	24

第1章 検討の目的

1.1 背景

能生大橋は、塩害による劣化のため平成25年（2013年）3月に架け替えが行われた。その際、耐久性向上を目的として主桁の鉄筋にエポキシ樹脂塗装鉄筋及びステンレス鉄筋が採用された。

1.2 目的

ステンレス鉄筋は実橋への適用事例がなく、長期耐久性に関する課題が明確になっていない。

そこで、本橋の状況を把握し、不具合が生じた場合に詳細な原因調査ができるよう、本橋と同等の仕様の供試体を近傍に設置し、定期的にモニタリングする。

また、各種鉄筋の塩害耐性の把握を目的として、かぶりを低減した塩害促進条件での短期暴露試験も同時に実施する。

第2章 短期暴露試験・長期暴露試験

2.1 短期暴露試験

2.1.1 目的

かぶり厚を低減した塩害促進条件下での暴露試験により、エポキシ樹脂塗装鉄筋およびステンレス鉄筋の塩害対策としての有効性を把握し、長期追跡調査でのデータ採取の参考とするとともに補完データとする。

鉄筋の種類、異種鉄筋の組み合わせ方の違いによる耐塩害特性の差を把握し、鉄筋コンクリート部材の補修設計に関する基礎データとする。

2.2 長期暴露試験

2.2.1 目的

能生大橋に採用する SUS 筋、エポ筋、SUS 筋＋エポ筋の耐久性を確認する。実橋と同じ仕様で供試体を作製し、長期暴露に供する。

暴露後に解体調査し、鋼材及びコンクリートの耐久性を確認する。

2.3 供試体

供試体条件一覧を表 2.3.1 に示す。

表 2.3.1 供試体条件一覧

	短期暴露試験		長期暴露試験
	各種鉄筋	異種鉄筋	
コンクリート	$\sigma_{ck}=500/\text{mm}^2$, $400\text{N}/\text{mm}^2$, $30\text{N}/\text{mm}^2$ SD2951 相当 (ステンレス鉄筋)・ SD345 (塗装鉄筋)	$\sigma_{ck}=500/\text{mm}^2$, $400\text{N}/\text{mm}^2$, $30\text{N}/\text{mm}^2$ SD2951 相当 (ステンレス鉄筋)・ SD345 (塗装鉄筋)	$\sigma_{ck}=500/\text{mm}^2$, $400\text{N}/\text{mm}^2$, $30\text{N}/\text{mm}^2$ SD2951 相当 (ステンレス鉄筋)・ SD345 (塗装鉄筋)
鋼材	5 種類 (SUS410-SD, SUS304-SD, SUS316-SD, エポキシ樹脂塗装鉄筋, 普通鉄筋), D13 直棒 - エポキシ樹脂塗装鉄筋端部は腐食を防止するため端部処理	- SUS 筋 (外側) とエポ筋 (内側) の組合せ - SUS 筋 (外側) と普通鉄筋 (内側) の組合せ - エポ筋 (外側) と普通鉄筋 (内側) の組合せ - 普通鉄筋同士の組合せ (鋼材の種類は, 能生大橋に使用する鋼材と同じ)	- 能生大橋に使用する鋼材と同じものを使用 (SUS410, エポ筋, SUS410 + エポ筋) - 結束線は, 能生大橋で使用する同じ材料 - 供試体作製の前に使用する鋼材の重量を測定し記録
かぶり	10mm	10mm	70mm
コンクリート面の被覆	1 方向の塩分浸透を得るため, かぶり 10mm を確保する面以外は全てエポキシ樹脂で被覆 (下図: 緑色)		1 方向の塩分浸透を得るため, かぶり 70mm を確保する面以外は全てエポキシ樹脂で被覆 (下図: 緑色)
暴露期間	3 年, 10 年	3 年, 10 年	5 年, 10 年, 20 年, 30 年 ※塩分浸透状況によっては, 暴露期間の延長を検討
供試体体数	10 体	8 体	12 体
供試体形状	250×300×100mm	250×300×100mm	250×300×125mm
供試体重量	約 18kg/体	約 19kg/体	約 22kg/体
供試体			

短期暴露試験 (各種鉄筋) 供試体のリード線設置条件を表 2.3.2 に示す。

表 2.3.2 リード線設置条件

条件	リード線の有無	疵の有無
暴露期間 3 年	有 (1 本)	有 (1 本)
暴露期間 10 年	無し	有 (1 本)

各供試体の鉄筋の種類と組み合わせを表 2.3.3 に示す。

表 2.3.3 組み合わせ表

		短期暴露										長期暴露		
		各種鉄筋					異種鉄筋							
組み合わせタイプ		短同-1	短同-2	短同-3	短同-4	短同-5	短異-1	短異-2	短異-3	短異-4		長-1	長-2	長-3
縦方向鉄筋(赤)		—	—	—	—	—	SUS410	SUS410	エボ筋	普通鉄筋		SUS410	SUS410	エボ筋
横方向鉄筋(青)		SUS410	SUS304	SUS316	エボ筋	普通鉄筋	エボ筋	普通鉄筋	普通鉄筋	普通鉄筋		SUS410	エボ筋	エボ筋
結束線		—	—	—	—	—	樹脂塗装ワイヤ	SUSワイヤ	樹脂塗装ワイヤ	樹脂塗装ワイヤ		SUSワイヤ	樹脂塗装ワイヤ	樹脂塗装ワイヤ
供試体数	3 年	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
	5 年	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1	1	1
	10 年	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
	20 年	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1	1	1
	30 年	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1	1	1

2.4 位置

能生大橋の壁高欄天端上に設置する。



写真 2.4.1 設置位置①



写真 2.4.2 設置位置②

第3章 塩害環境調査

3.1 気象調査

3.1.1 目的

能生大橋の塩分量調査（土研式飛来塩分捕集器や薄板モルタル）を実施する上で、過去の気象条件を考慮した測定器の設置が必要となる。

能生大橋の塩分量調査を行う測定器の設置方角を決めるために、架橋地点における平成 22 年（2010 年）から平成 23 年（2011 年）の気象データを整理し、風の傾向を把握する。

3.1.2 位置

能生大橋近傍に設置されている国交省テレメータ（一般国道 8 号 162.3kp）の気象観測データから、平成 22 年（2010 年）11 月～平成 23 年（2011 年）4 月、平成 23 年（2011 年）11 月～平成 24 年（2012 年）4 月の風向・風速データを抽出し、平均風速・最大風速・最多風向を集計した。



図 3.1.1 設置位置

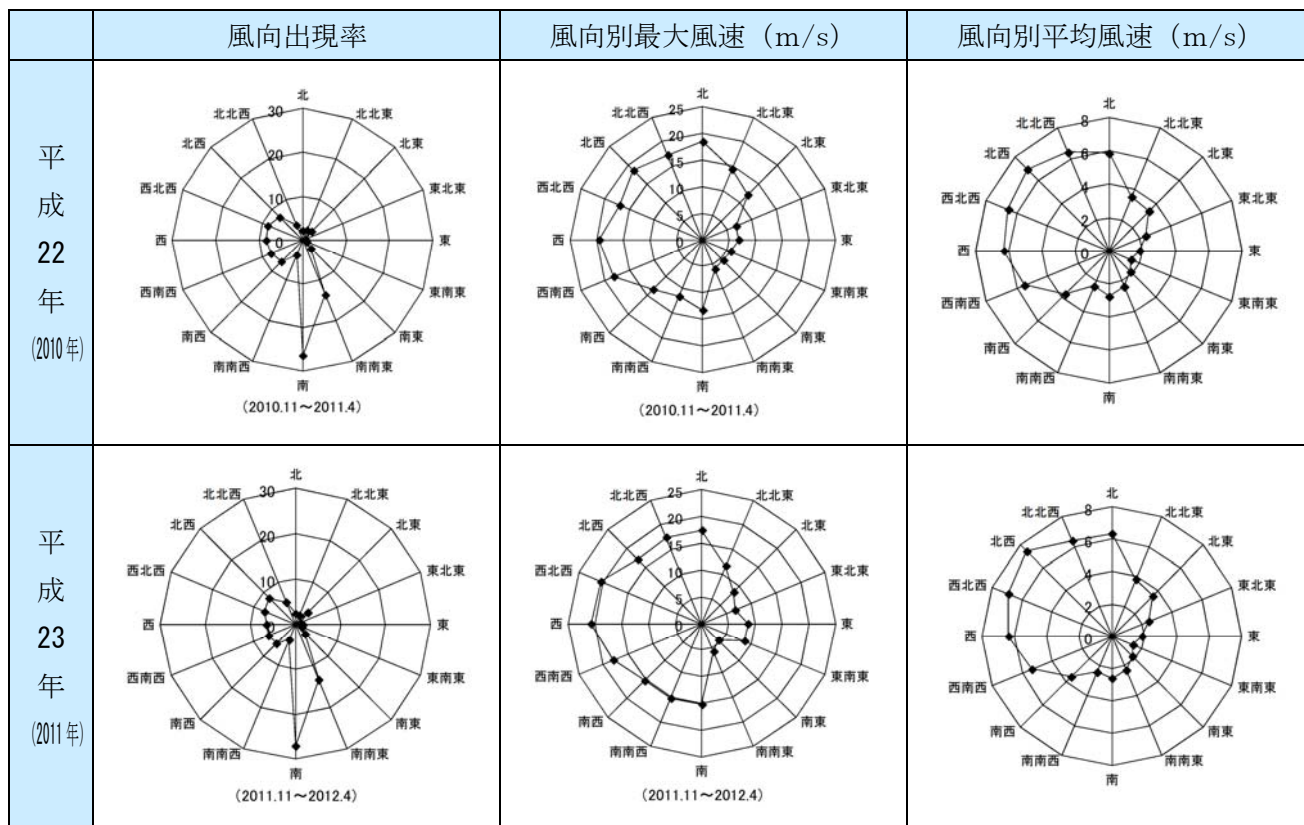
3.1.3 結果

能生大橋の橋軸方向は、ほぼ東北東～西南西を向いている。

風向別最大風速は北西～西南西が大きく、冬期に西側から強い風が吹いている。

調査結果を以下に示す。

表 3.1.1 向出現率，風向別最大風速，風向別平均風速結果



3.2 飛来塩分量調査

3.2.1 目的

実橋と暴露供試体で塩害環境が相違しないかの確認のため、塩分量調査を実施する。

3.2.2 実施方法

(1) 土研式

図 3.2.1 のような塩分捕集器を新名立大橋および暴露供試体の近傍にそれぞれ設置。

試料は、一定期間 (24 時間) 放置後、ステンレス製捕集器に付着している塩分を精製水により洗い、ポリタンク中に溶液を捕集する。その後の、分析は電位差滴定法により行う。

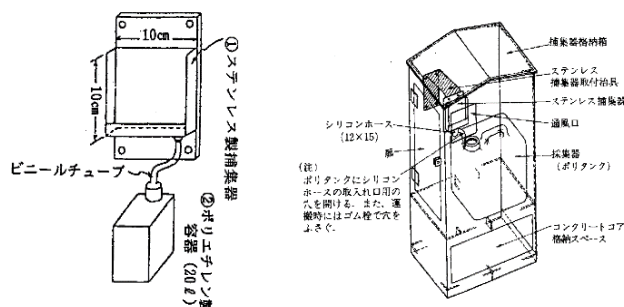


図 3.2.1 塩分捕集器

(2) ドライガーゼ式

内径 10cm×10cm の枠にガーゼを挟み込み、雨水が直接かからない覆いの下に設置して飛来塩分を捕集する。

一定時間（3 時間、6 時間、12 時間、24 時間）放置後、ガーゼ枠から外しポリエチレン袋に入れ回収し、定量水に浸し塩分濃度の分析を行う。

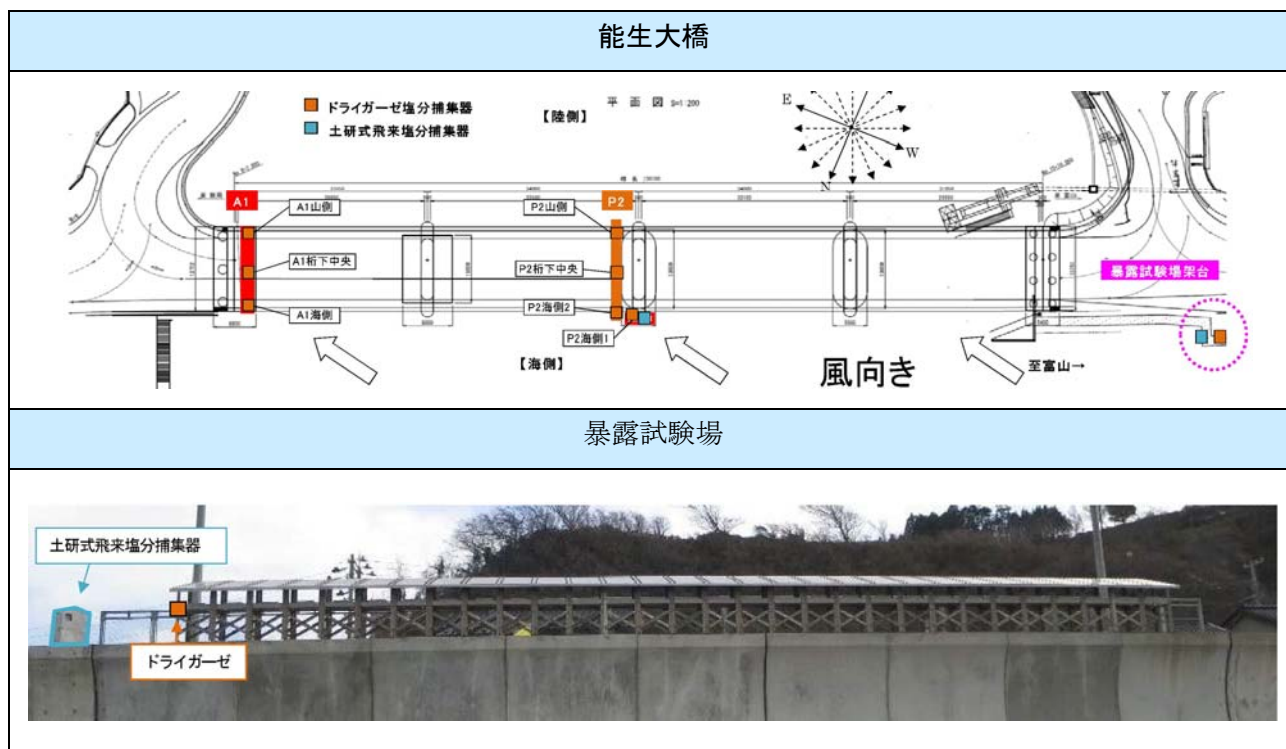


図 3.2.2 ドライガーゼ式による飛来塩分捕集

3.2.3 位置

位置について下表に示す

表 3.2.1 設置位置



3.2.4 調査数量

調査数量について下表に示す。

表 3.2.2 調査数量

調査項目	対象構造物	数量(1回当たり)	設置・回収・分析回数
土研式 飛来塩分捕集器	能生大橋	1台 (試験期間中設置)	1回/月
	暴露試験場	1台 (試験期間中設置)	1回/月
ドライガーゼ式 飛来塩分捕集器	能生大橋 ・短時間暴露	7箇所(7枚)/回	1回/月 (2年目以降未定)
	暴露試験場 ・短時間暴露	1箇所(1枚)/回	1回/月 (2年目以降未定)
	能生大橋 ・1ヵ月暴露	7箇所(7枚)/回	1回/月 (2年目以降未定)
	暴露試験場 ・1ヵ月暴露	1箇所(1枚)/回	1回/月 (2年目以降未定)

3.2.5 結果

(1) 土研式

調査結果を以下に示す。

表 3.2.3 飛来塩分(土研式)調査結果

	日平均飛来塩分量【mg/m ² (1日あたり)】	
	P2	暴露試験場架台
平成26年(2014年)12月	4100	13000
平成27年(2015年)1月	1700	5400
平成27年(2015年)2月	1100	3200
平成27年(2015年)3月	960	1700
平成27年(2015年)5月	44	150
平成27年(2015年)6月	630	820
平成27年(2015年)7月	7.6	17
平成27年(2015年)8月	27	100
平成27年(2015年)9月	570	910
平成27年(2015年)10月	260	1100
平成27年(2015年)11月	370	1000

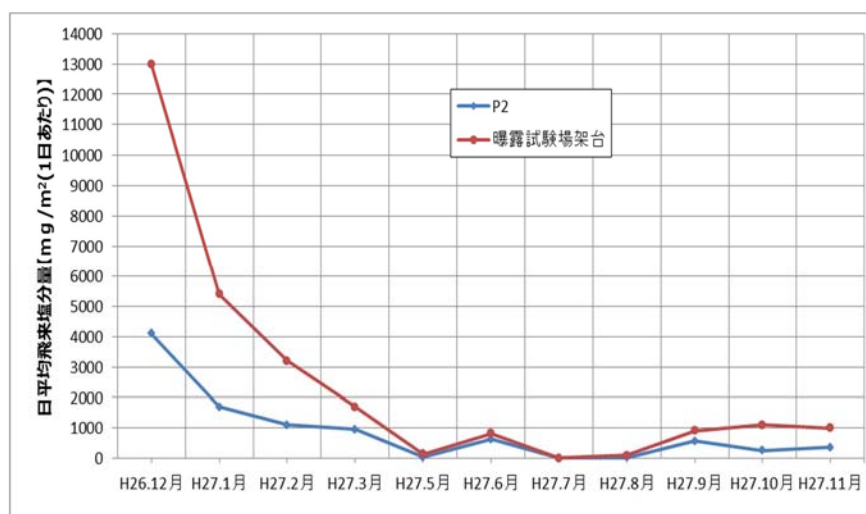


図 3.2.3 飛来塩分(土研式)調査結果

(2) ドライガーゼ式

1) ドライガーゼ式1ヶ月暴露

調査結果を以下に示す。

表 3.2.4 飛来塩分（ドライガーゼ式1ヶ月暴露）調査結果

	日平均飛来塩分量【mg/m ² （1日あたり）】							
	A1 海側	A1 桁下中央	A1 山側	P2 海側1	P2 海側	P2 桁下中央	P2 山側	暴露試験場
平成 27 年（2015 年）1 月	240	290	1700	1500	630	1000	840	280
平成 27 年（2015 年）2 月	560	670	770	450	180	310	580	570
平成 27 年（2015 年）3 月～4 月	150	230	170	64	51	150	110	0.6
平成 27 年（2015 年）5 月	290	300	490	23	93	100	130	100
平成 27 年（2015 年）6 月	240	300	240	86	130	160	190	6.3
平成 27 年（2015 年）7 月	48	24	69	8.1	56	44	100	69
平成 27 年（2015 年）8 月	340	190	270	39	120	130	180	10
平成 27 年（2015 年）9 月	640	680	770	740	270	310	280	560
平成 27 年（2015 年）10 月	640	260	550	欠測	欠測	260	420	140
平成 27 年（2015 年）11 月	250	600	780	欠測	欠測	180	450	欠測

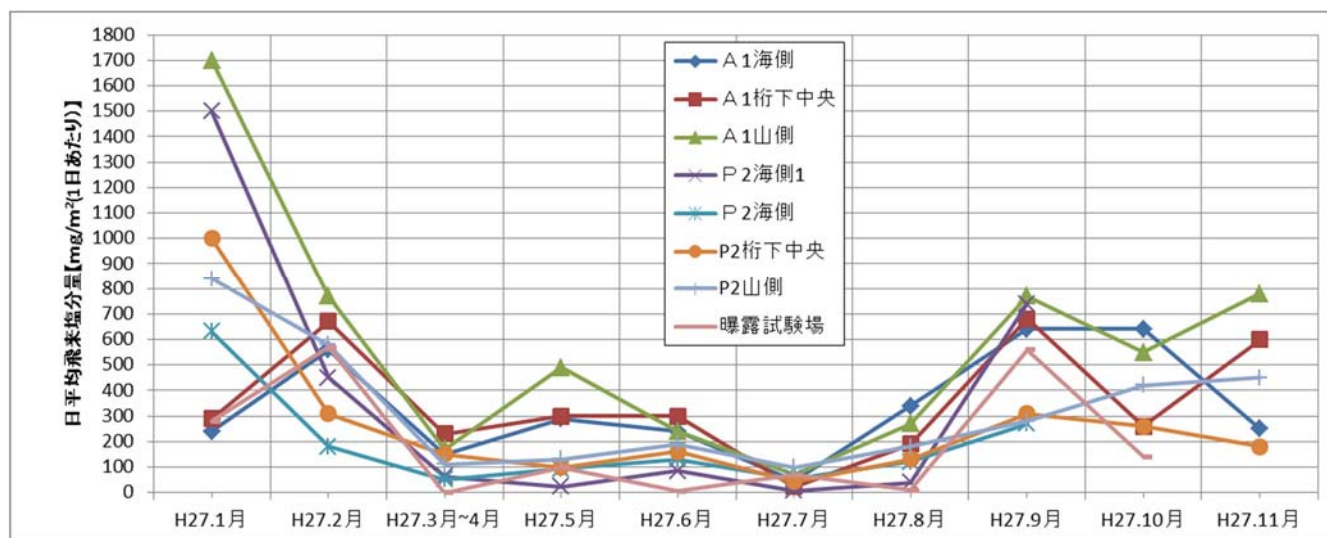


図 3.2.4 飛来塩分（ドライガーゼ式1ヶ月暴露）調査結果

2) ドライガーゼ式 6 時間暴露

調査結果を 1 ヶ月ごと以下に示す。

表 3.2.5 飛来塩分（ドライガーゼ式 6 時間暴露）調査結果

	日平均飛来塩分量【mg/m ² （1 日あたり）】							
	A1 海側	A1 桁下中央	A1 山側	P2 海側 1	P2 海側	P2 桁下中央	P2 山側	曝露試験場
平成 27 年（2015 年）1 月	2700	1500	2100	610		2200	1600	290
平成 27 年（2015 年）2 月	6200	6800	11000	1700	1400	1900	2600	1500
平成 27 年（2015 年）3 月～4 月	600	720	2000	1600	870	170	320	3300
平成 27 年（2015 年）5 月	100	1200	20	50	30	220	48	61
平成 27 年（2015 年）6 月	－	－	－	－	－	－	－	－
平成 27 年（2015 年）7 月	330	340	520	580	89	69	150	520
平成 27 年（2015 年）8 月	24	3.9	33	3.7	18	24	45	16
平成 27 年（2015 年）9 月	430	250	830	910	390	150	320	2000
平成 27 年（2015 年）10 月	18	4	7	4	11	11	13	21
平成 27 年（2015 年）11 月	1500	270	690	2800	2100	2800	4300	5800

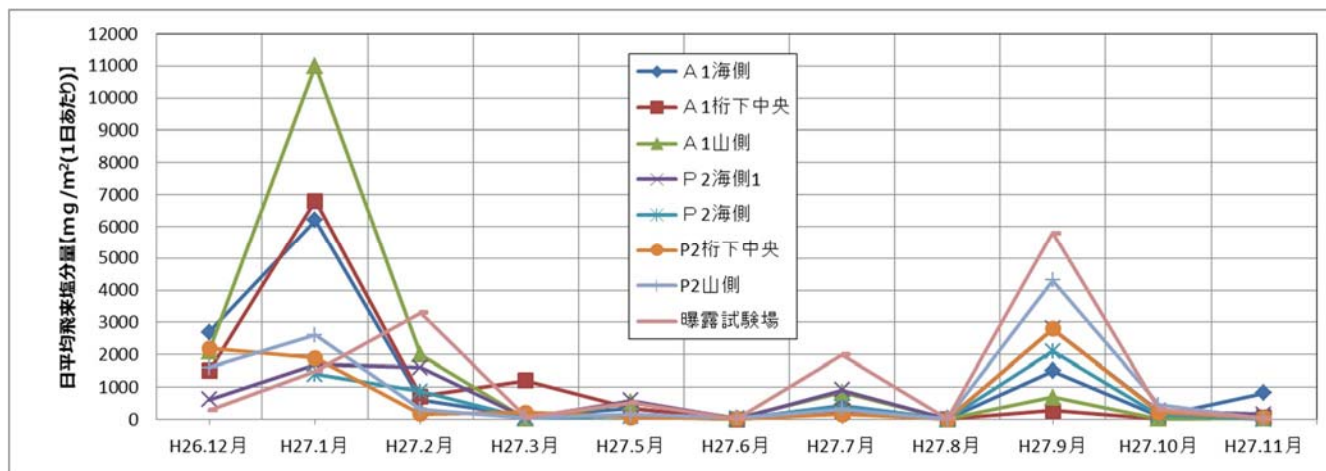


図 3.2.5 飛来塩分（ドライガーゼ式 6 時間暴露）調査結果

3.3 付着塩分量調査

3.3.1 目的

構造物の部位毎の飛来塩分環境の把握を目的に実施する。

3.3.2 実施方法

(1) 小型薄板モルタル

短期間にコンクリート表面に付着し、浸透する塩分を測定することが可能である。



写真 3.3.1 小型薄板モルタル



写真 3.3.2 小型薄板モルタル設置

(2) ワッペン試験片

腐食による試験片の減耗量（板厚減少量）から塩害環境の厳しさを評価する。

薄板小型モルタルの付着塩分量調査結果と比較するために鋼材表面付着塩分計測法（電導度法）によりワッペン試験片の表面付着塩分量を測定した。

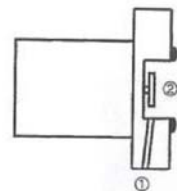
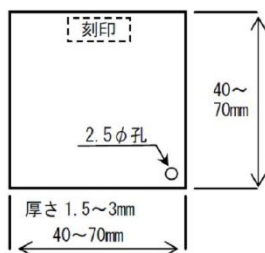


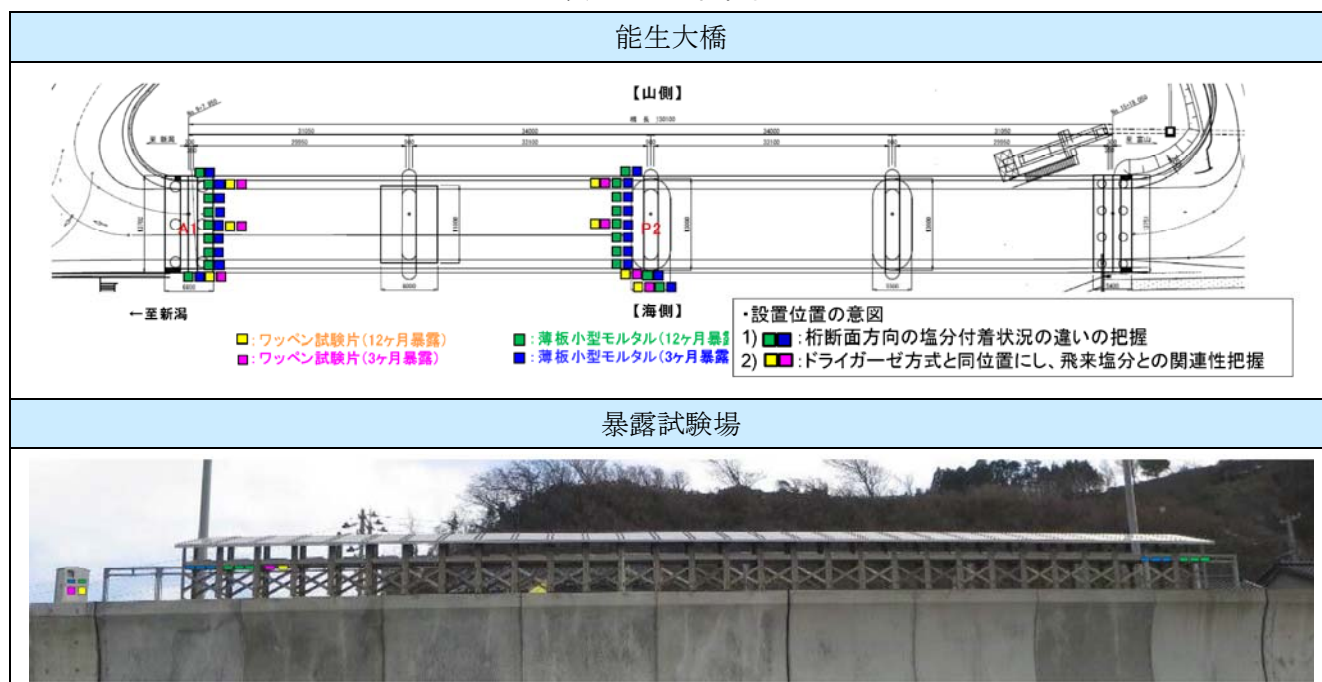
図 3.3.1 ワッペン試験片

図 3.3.2 鋼材表面付着塩分測定法

3.3.3 位置

位置について、下表に示す。

表 3.3.1 位置図



3.3.4 調査数量

調査数量について、下表に示す。

表 3.3.2 調査数量

調査項目	対象構造物	数量(1回当たり)	設置・回収・分析回数
薄板小型モルタル	能生大橋 ・3ヵ月暴露	19箇所(57枚)/回	4回/月
	能生大橋 ・12ヵ月暴露	19箇所(57枚)/回	1回/月
	暴露試験場 ・3ヵ月暴露	3箇所(9枚)/回	4回/月
	暴露試験場 ・12ヵ月暴露	3箇所(9枚)/回	1回/月
ワッペン試験片	能生大橋 ・3ヵ月暴露	7箇所(7枚)/回	1回/月 (2年目以降未定)
	能生大橋 ・12ヵ月暴露	7箇所(7枚)/回	1回(12月) (2年目以降未定)
	暴露試験場 ・3ヵ月暴露	2箇所(2枚)/回	12回/年(1回/月) (2年目以降未定)
	暴露試験場 ・12ヵ月暴露	2箇所(2枚)/回	1回(12月) (2年目以降未定)

3.3.5 結果

(1) 薄板モルタル(平成27年度(2017年度))

1) 3ヶ月暴露

以下に示す

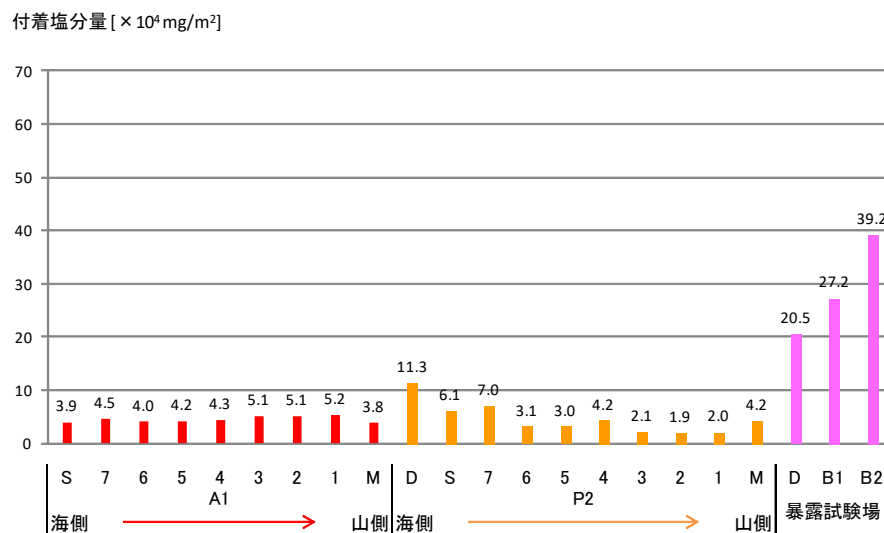


図 3.3.3 飛来塩分(ドライガーゼ式3ヶ月暴露)調査結果

2) 1 年暴露

以下に示す

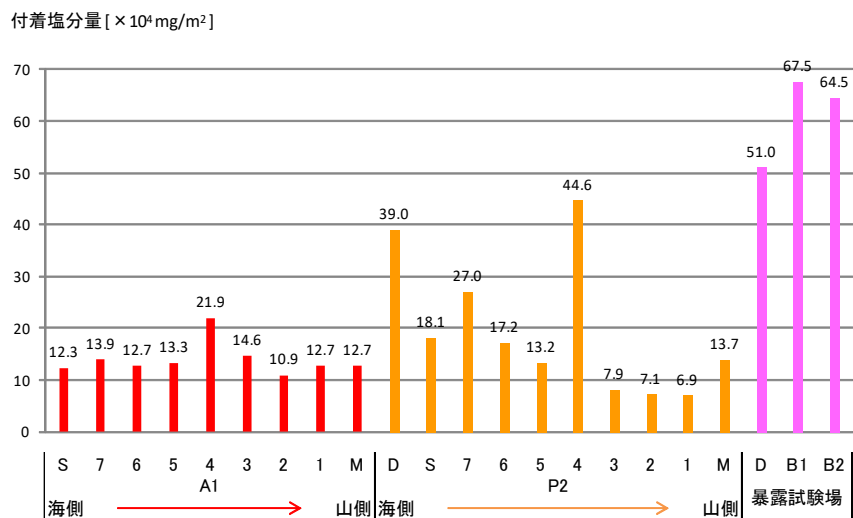


図 3.3.4 飛来塩分（ドライガーゼ式 1 年暴露）調査結果

(3) ワッペン試験片

表 3.3.3 飛来塩分調査結果

	3 カ月暴露	1 年暴露
平成 26 年 (2014 年)	附着塩分量(mg/m^2)	—
平成 27 年 (2015 年)	1年あたりの附着塩分量 [mg/m^2] (3ヵ月あたりの附着塩分量の合計)	1年あたりの附着塩分量 [mg/m^2] (1年暴露の結果)

第4章 耐久性調査

4.1 調査方法

耐久性調査は外観目視調査により行い、各供試体の近接目視により損傷状況の確認を行う。

4.2 調査結果

調査結果を表 4.2.1～4.2.3 に示す。

表 4.2.1 外観目視調査一覧（短期暴露：各種鉄筋）

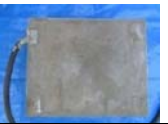
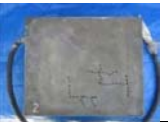
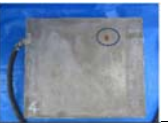
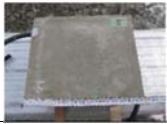
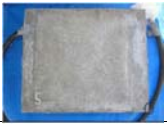
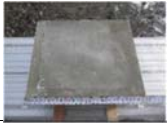
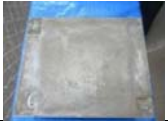
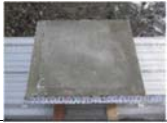
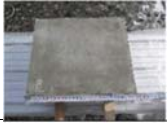
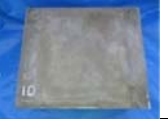
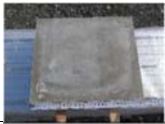
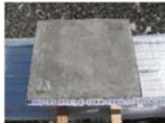
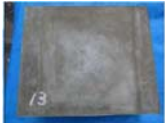
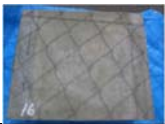
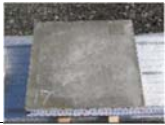
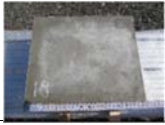
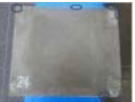
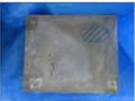
	平成 24 年（2012 年）	平成 25 年（2013 年）	平成 26 年（2014 年）	平成 27 年（2015 年）	平成 28 年（2016 年）	平成 29 年（2017 年）	平成 30 年（2018 年）
短同-1 3 年用					解体済み	解体済み	解体済み
短同-2 3 年用					解体済み	解体済み	解体済み
短同-3 3 年用					解体済み	解体済み	解体済み
短同-4 3 年用					解体済み	解体済み	解体済み
短同-5 3 年用					解体済み	解体済み	解体済み
短同-1 10 年用							
短同-2 10 年用							
短同-3 10 年用							
短同-4 10 年用							
短同-5 10 年用							

表 4.2.2 外観目視調査一覧（短期暴露：異種鉄筋）

	平成 24 年（2012 年）	平成 25 年（2013 年）	平成 26 年（2014 年）	平成 27 年（2015 年）	平成 28 年（2016 年）	平成 29 年（2017 年）	平成 30 年（2018 年）
短異-1 3 年用					解体済み	解体済み	解体済み
短異-2 3 年用					解体済み	解体済み	解体済み
短異-3 3 年用					解体済み	解体済み	解体済み
短異-4 3 年用							
短異-1 3 年用							
短異-2 10 年用							
短異-3 10 年用							
短異-4 10 年用					解体済み	解体済み	解体済み

<長期暴露>

表 4. 2. 3 外観目視調査一覧（長期暴露）

	平成 24 年（2012 年）	平成 25 年（2013 年）	平成 26 年（2014 年）	平成 27 年（2015 年）	平成 28 年（2016 年）	平成 29 年（2017 年）	平成 30 年（2018 年）
長-1 5 年用							解体済み
長-2 5 年用							解体済み
長-3 5 年用							解体済み
長-1 10 年用							
長-2 10 年用							
長-3 10 年用							
長-1 20 年用							
長-2 20 年用							
長-3 20 年用							
長-1 30 年用							
長-2 30 年用							
長-3 30 年用							

第5章 解体調査

5.1 概要

短期暴露については、暴露開始から3年が経った平成27年度（2015年度）に供試体（短同-1～5，短異-1～3）の解体調査を行う。

長期暴露については、暴露開始から5年が経った平成29年度（2017年度）に供試体（長1～3）の解体調査を行う。

5.2 自然電位測定

5.2.1 実施方法

自然電位の測定は、「コンクリート構造物における自然電位測定方法（JSCE-E601）による。解体時には内部鉄筋を一部露出させ、測定対象の鉄筋と電位差計を接続した後、自然電位の測定を行う。

5.2.2 結果

調査結果を表5.2.1～3.2.1に示す。

表 5.2.1 自然電位結果一覧（短期暴露：各種鉄筋）

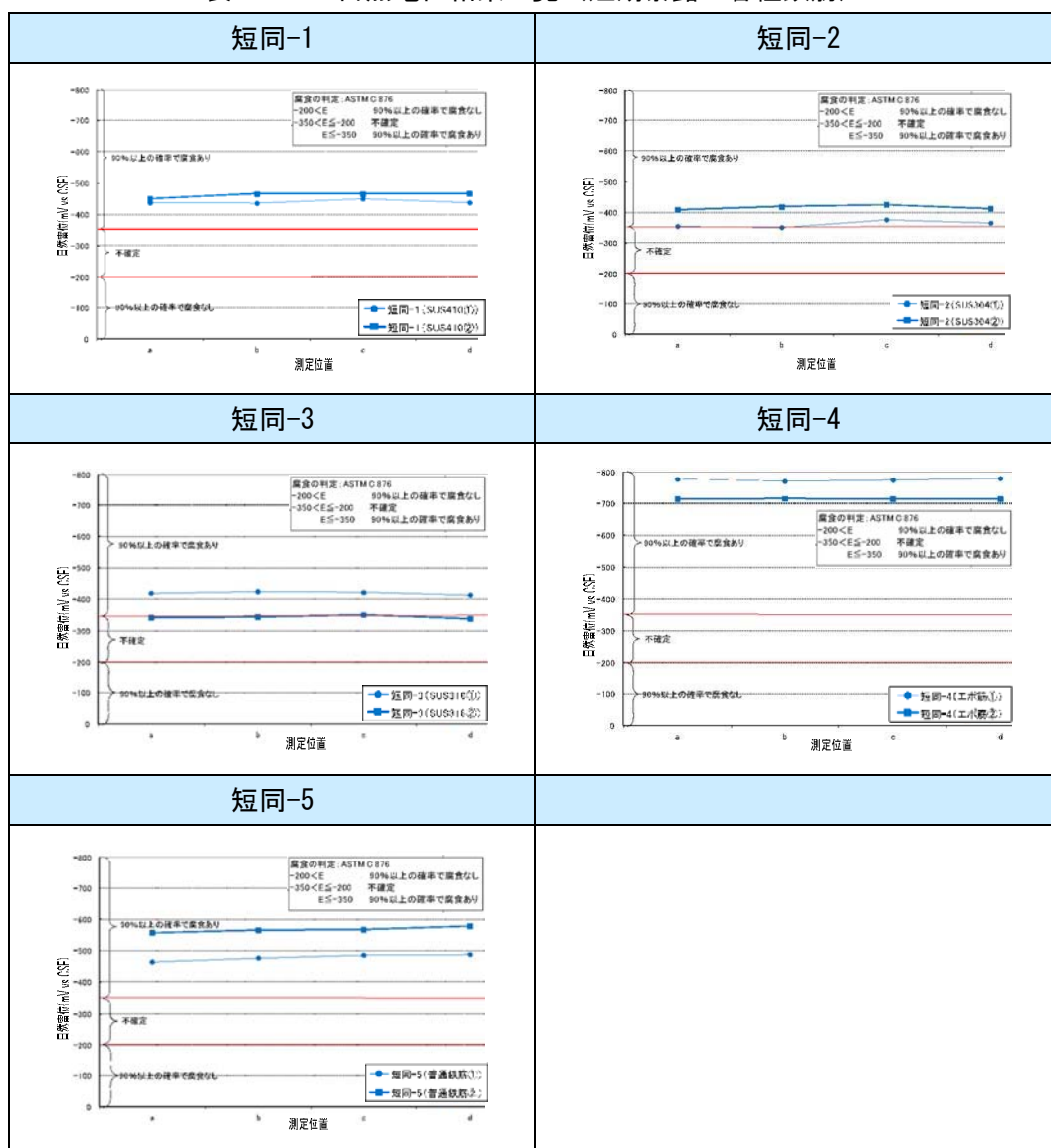


表 5.2.2 自然電位結果一覧（短期暴露：異種鉄筋）

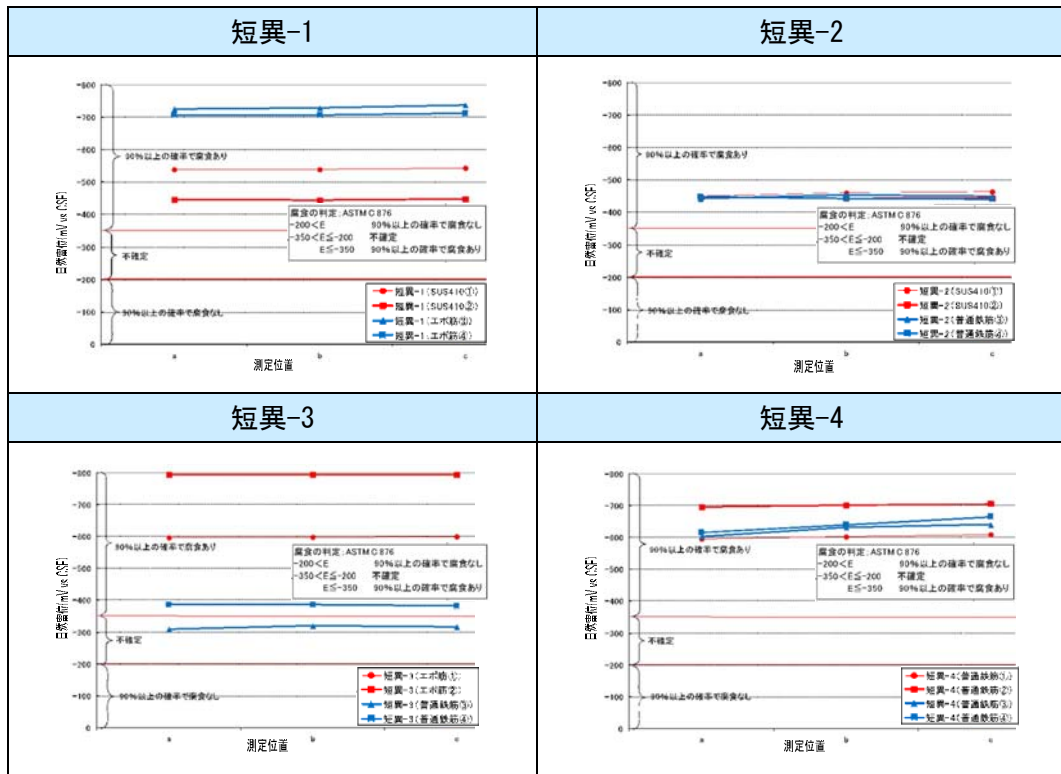
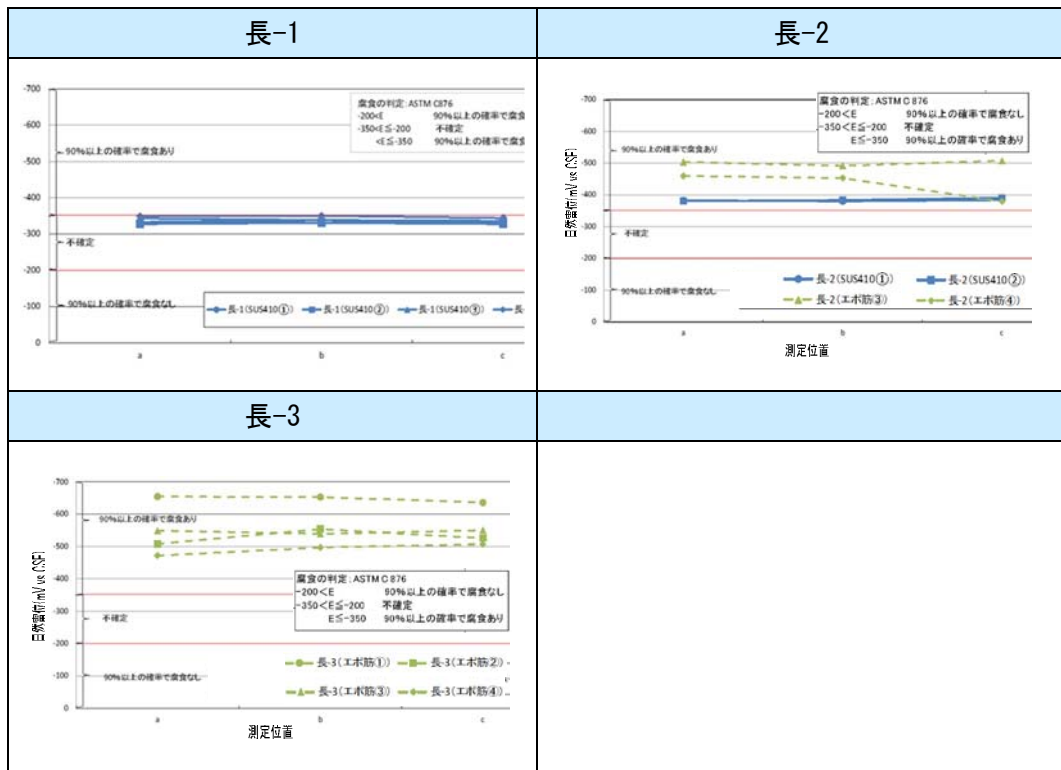


表 5.2.3 自然電位結果一覧（長期暴露）



5.3 中性化深さ測定・塩化物イオン濃度測定

5.3.1 実施方法

供試体からコンクリートコア試料を採取し、中性深さ測定を行う。

5.3.2 結果

調査結果を表 5.3.1～5.3.3 に示す。

表 5.3.1 中性化深さ・塩化物イオン濃度結果一覧（短期暴露：各種鉄筋）

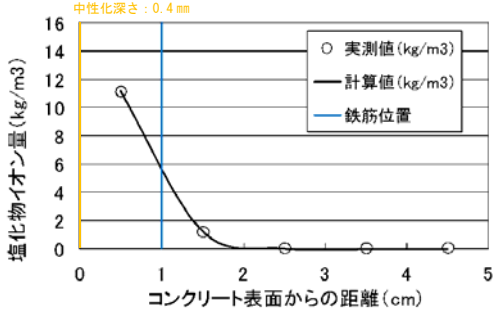
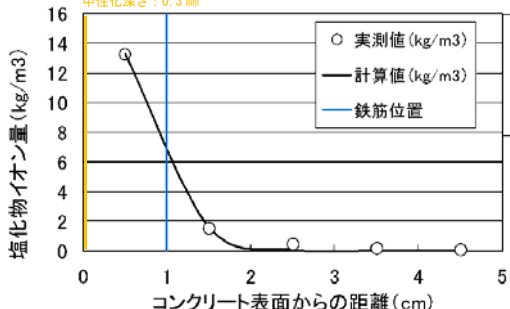
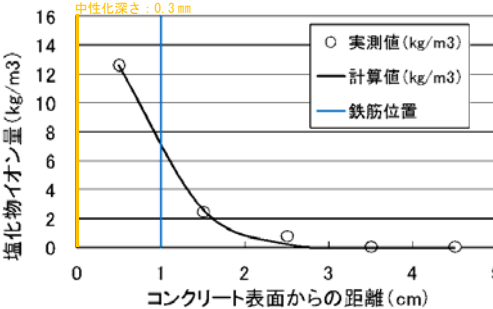
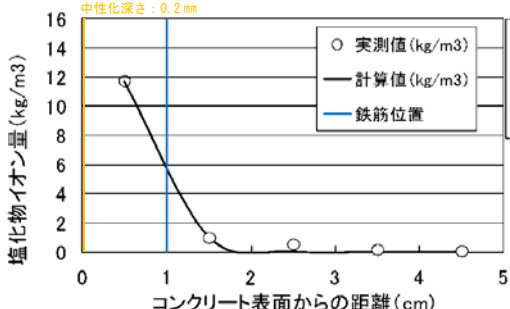
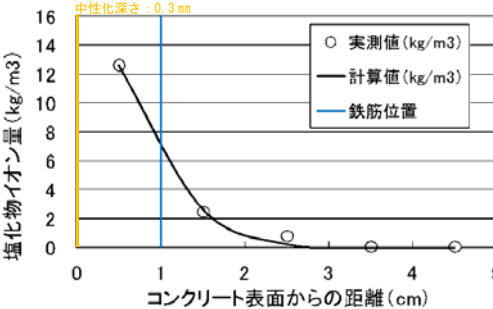
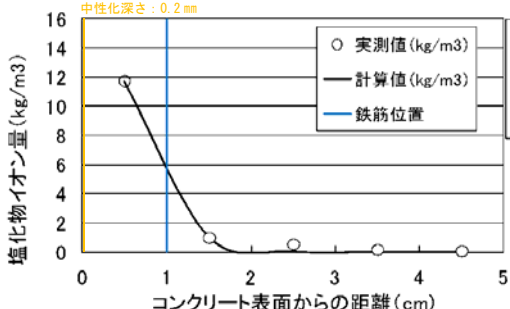
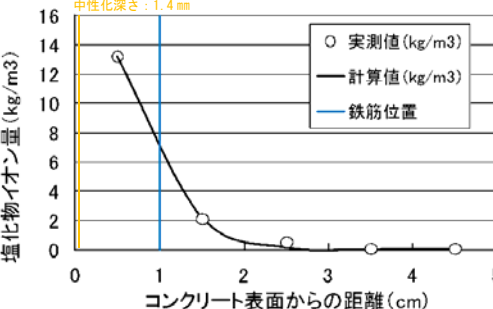
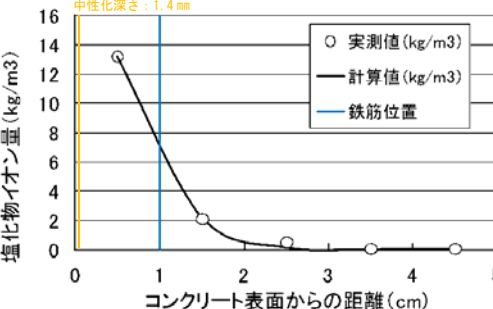
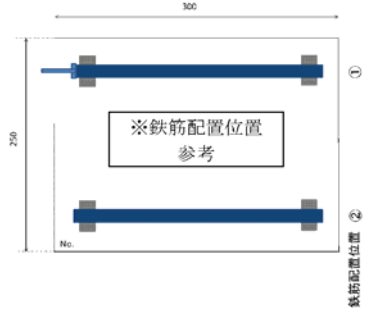
供試体の塩化物量の分布		供試体の塩化物量の分布	
短 同 1	中性化深さ：0.4 mm 	短 同 4	中性化深さ：0.3 mm 
	中性化深さ：0.3 mm 		中性化深さ：0.2 mm 
短 同 2	中性化深さ：0.3 mm 	短 同 5	中性化深さ：0.2 mm 
	中性化深さ：1.4 mm 		鉄 筋 配 置 位 置
短 同 3	中性化深さ：1.4 mm 	鉄 筋 配 置 位 置	

表 5.3.2 中性化深さ・塩化物イオン濃度結果一覧（短期暴露：異種鉄筋）

	供試体の塩化物員の分布		供試体の塩化物量の分布
短異 1	中性化深さ：0.4 mm 塩化物イオン量 (kg/m³) コンクリート表面からの距離 (cm) ○ 実測値 (kg/m³) — 計算値 (kg/m³) — 鉄筋位置	短異 4	中性化深さ：0.3 mm 塩化物イオン量 (kg/m³) コンクリート表面からの距離 (cm) ○ 実測値 (kg/m³) — 計算値 (kg/m³) — 鉄筋位置 — 鉄筋位置 (浮き付近)
短異 2	中性化深さ：0.6 mm 塩化物イオン量 (kg/m³) コンクリート表面からの距離 (cm) ○ 実測値 (kg/m³) — 計算値 (kg/m³) — 鉄筋位置	鉄筋配置位置	鉄筋配置位置 ① ②
短異 3	中性化深さ：0 mm 塩化物イオン量 (kg/m³) コンクリート表面からの距離 (cm) ○ 実測値 (kg/m³) — 計算値 (kg/m³) — 鉄筋位置		

表 5.3.3 中性化深さ・塩化物イオン濃度結果一覧（長期暴露）

	供試体の塩化物員の分布		供試体の塩化物量の分布
長 1	中性化深さ：0 mm 塩化物イオン含有量 (kg/m³) 表面からの深さ (cm) 鋼材位置 D13 (SUS)	長 3	中性化深さ：0 mm 塩化物イオン含有量 (kg/m³) 表面からの深さ (cm) 鋼材位置 D13 (SUS)
長 2	中性化深さ：0 mm 塩化物イオン含有量 (kg/m³) 表面からの深さ (cm) 鋼材位置 D13 (SUS)		

5.4 EPMA 分析

5.4.1 目的

コンクリート表面の塩分分布を把握する。

5.4.2 結果

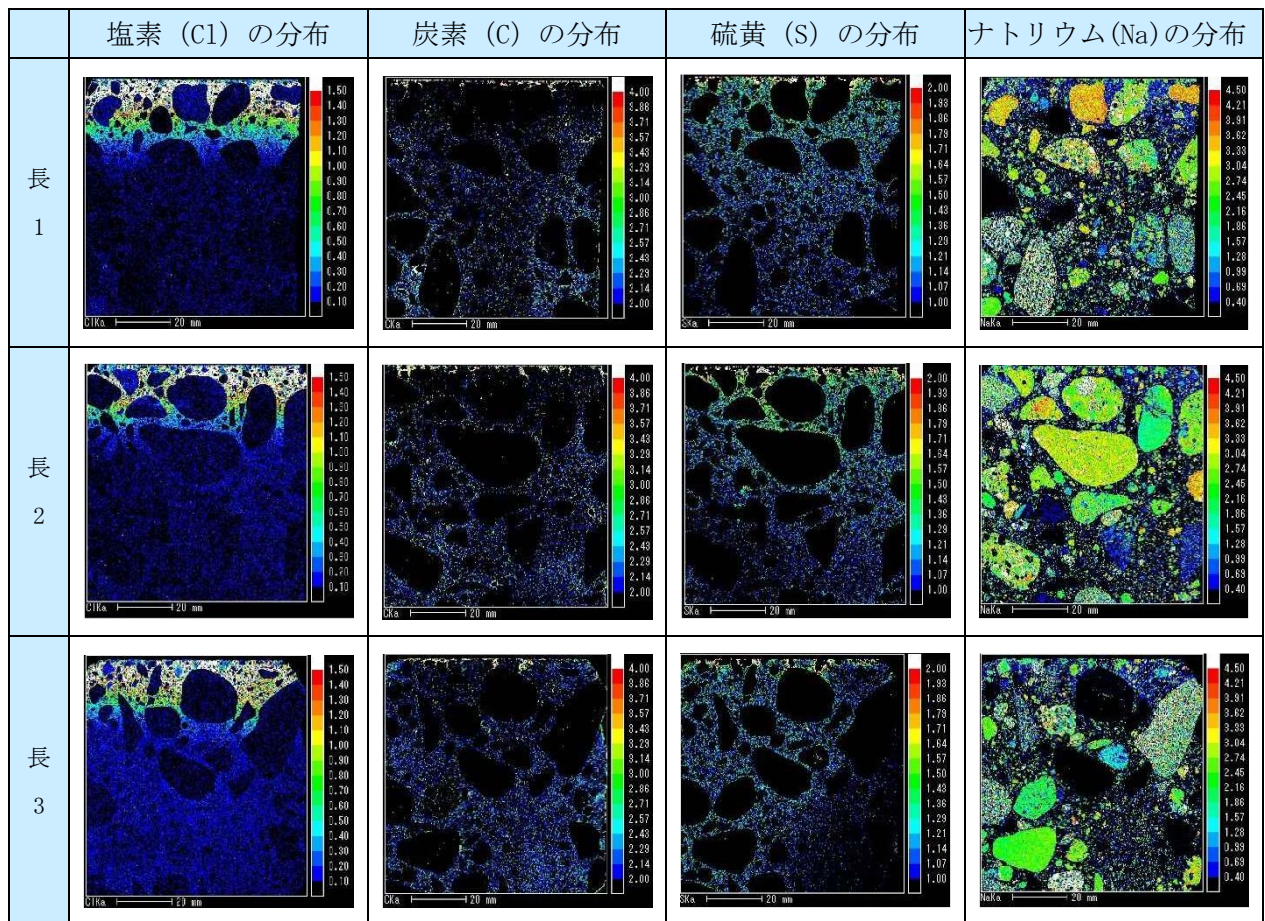
各種劣化因子の元素に着目し、濃度分布をマッピングした結果を表 5.4.1～5.4.2 に示す。

表 5.4.1 EPMA 分析結果一覧（短期暴露：各種鉄筋）

	塩素 (Cl) の分布	炭素 (C) の分布	硫黄 (S) の分布	ナトリウム (Na) の分布
短 同 1				
短 同 2				
短 同 3				
短 同 4				
短 同 5				

表 5.4.2 EPMA 分析結果一覧（短期暴露：異種鉄筋）

	塩素 (Cl) の分布	炭素 (C) の分布	硫黄 (S) の分布	ナトリウム (Na) の分布
短 異 1				
短 異 2				
短 異 3				
短 異 4				



5.5 はつり調査による鉄筋腐食状況把握調査

5.5.1 実施方法

供試体には、各種鉄筋が2本または4本設置されている。また、詳細な調査を実施するため、各種鉄筋を等間隔に4つに区分し、腐食状況を観察した。

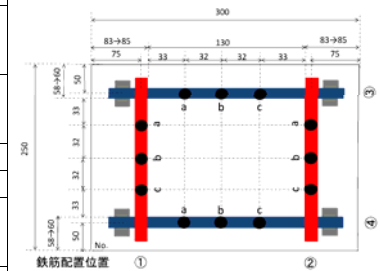
5.5.2 結果

調査結果を表5.5.1～5.5.2に示す

表 5.5.1 はつり調査による鉄筋腐食状況把握調査結果一覧（短期暴露）

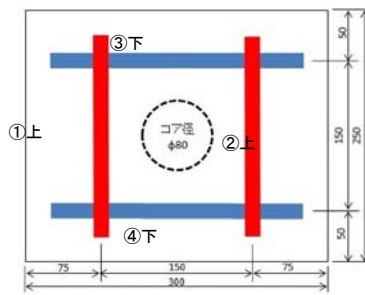
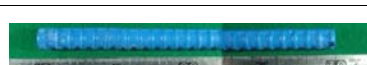
		短同-1				短同-2				短同-3				短同-4				短同-5				
①	表																					
	裏																					
判定位置		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	
腐食度		①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	②	②	②	②	①	②	②	②
②	表																					
	裏																					
判定位置		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	
腐食度		①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	②	①	②	②	
		短異-1				短異-2				短異-3				短異-4				供試体形状				
①	表																					
	裏																					
判定位置		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d					
腐食度		①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	②	②	②	②					
②	表																					
	裏																					
判定位置		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d					
腐食度		①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	③	③	③	③					
③	表																					
	裏																					
判定位置		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d					
腐食度		①	①	①	①	②	②	②	②	②	②	②	②	②	①	②	①					
④	表																					
	裏																					
判定位置		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d					
腐食度		①	①	①	①	②	②	②	②	②	②	②	②	②	②	②	②					

供試体(短同)



供試体(短異)

表 5.5.2 はつり調査による鉄筋腐食状況把握調査結果一覧（長期暴露）

		平成 29 年 (2017 年) ・供試体 (長-1:①②③④SUS410)				平成 29 年 (2017 年) ・供試体 (長-2:①②SUS410③④エボ筋)				平成 29 年 (2017 年) ・供試体 (長-3:①②③④エボ筋)				供試体形状
① 上側	表													 供試体 (長)
	裏													
判定位置		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	
腐食度		①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	
② 上側	表													
	裏													
判定位置		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	
腐食度		①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	
③ 下側	表													
	裏													
判定位置		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	
腐食度		①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	
④ 下側	表													
	裏													
判定位置		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	
腐食度		①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	

5.6 鋼材の腐食面積および腐食減量の測定

5.6.1 実施方法

鋼材の腐食面積と腐食減量を測定した。

5.6.2 結果

調査結果を表 5.6.1 に示す。

表 5.6.1 鋼材の腐食面積および腐食減量の測定結果一覧

鋼材の腐食面積率(短同)	鋼材の腐食減少率(短同)
 腐食面積率(%) 短同:1軸方向鉄筋① (SU5410-L250-01) 0.0 短同:1軸方向鉄筋② (SU5410-L250-02) 0.0 短同:2軸方向鉄筋① (SU5410-L250-03) 0.0 短同:2軸方向鉄筋② (SU5304-L250-01) 0.0 短同:3軸方向鉄筋① (SU5316-L250-01) 0.0 短同:3軸方向鉄筋② (SU5316-L250-02) 0.0 短同:4軸方向鉄筋① (EP-L250-01) 0.2 短同:4軸方向鉄筋② (EP-L250-02) 0.0 短同:5軸方向鉄筋① (NR-L250-01) 0.2 短同:5軸方向鉄筋② (NR-L250-02) 0.4 供試体1 供試体2 供試体3 供試体4 供試体5 底部に腐食あり 普通鉄筋	腐食減少率(%) SUS筋はすべて錆なし 底部に腐食あり 普通鉄筋 短同:1軸方向鉄筋① (SU5410-L250-01) -0.20 短同:1軸方向鉄筋② (SU5410-L250-02) -0.02 短同:2軸方向鉄筋① (SU5410-L250-03) -0.02 短同:2軸方向鉄筋② (SU5304-L250-01) -0.01 短同:3軸方向鉄筋① (SU5316-L250-01) -0.08 短同:3軸方向鉄筋② (SU5316-L250-02) -0.02 短同:4軸方向鉄筋① (EP-L250-01) 0.00 短同:4軸方向鉄筋② (EP-L250-02) 0.00 短同:5軸方向鉄筋① (NR-L250-01) -0.13 短同:5軸方向鉄筋② (NR-L250-02) -0.24 供試体1 供試体2 供試体3 供試体4 供試体5
鋼材の腐食面積率(短異)	鋼材の腐食減少率(短異)
 腐食面積率(%) 短異:1軸方向(上側)鉄筋① (SU5410-L200-01) 0.0 短異:1軸方向(上側)鉄筋② (SU5410-L200-02) 0.0 短異:1軸方向(下側)鉄筋③ (SU5410-L200-03) 0.0 短異:1軸方向(下側)鉄筋④ (EP-L250-05) 0.0 短異:2軸方向(上側)鉄筋① (EP-L250-06) 0.0 短異:2軸方向(上側)鉄筋② (SU5410-L200-04) 0.0 短異:2軸方向(下側)鉄筋③ (SU5410-L200-05) 0.0 短異:2軸方向(下側)鉄筋④ (NR-L250-05) 0.8 短異:3軸方向(上側)鉄筋① (NR-L250-06) 0.7 短異:3軸方向(上側)鉄筋② (EP-L200-02) 0.0 短異:3軸方向(下側)鉄筋③ (EP-L200-01) 0.0 短異:3軸方向(下側)鉄筋④ (NR-L250-07) 0.4 短異:4軸方向(上側)鉄筋① (NR-L250-08) 0.7 短異:4軸方向(上側)鉄筋② (NR-L200-04) 0.5 短異:4軸方向(下側)鉄筋③ (NR-L200-03) 22.2 短異:4軸方向(下側)鉄筋④ (NR-L250-15) 0.1 短異:4軸方向(下側)鉄筋⑤ (NR-L250-16) 0.3 供試体11 供試体12 供試体13 供試体18 普通鉄筋	腐食減少率(%) SUS筋はすべて錆なし 普通鉄筋 短異:1軸方向(上側)鉄筋① (SU5410-L200-01) -0.14 短異:1軸方向(上側)鉄筋② (SU5410-L200-02) -0.12 短異:1軸方向(下側)鉄筋③ (SU5410-L200-03) 0.00 短異:1軸方向(下側)鉄筋④ (EP-L250-05) 0.00 短異:2軸方向(上側)鉄筋① (EP-L250-06) -0.11 短異:2軸方向(上側)鉄筋② (SU5410-L200-04) -0.10 短異:2軸方向(下側)鉄筋③ (SU5410-L200-05) -0.09 短異:2軸方向(下側)鉄筋④ (NR-L250-05) -0.23 短異:3軸方向(上側)鉄筋① (NR-L250-06) 0.00 短異:3軸方向(上側)鉄筋② (EP-L200-02) 0.00 短異:3軸方向(下側)鉄筋③ (EP-L200-01) -0.14 短異:3軸方向(下側)鉄筋④ (NR-L250-07) -0.26 短異:3軸方向(下側)鉄筋⑤ (NR-L250-08) -0.43 短異:4軸方向(上側)鉄筋① (NR-L200-04) -1.17 短異:4軸方向(上側)鉄筋② (EP-L200-03) -0.11 短異:4軸方向(下側)鉄筋③ (NR-L250-15) -0.01 短異:4軸方向(下側)鉄筋④ (NR-L250-16) -0.01 供試体11 供試体12 供試体13 供試体18
鋼材の腐食面積率(長期暴露)	鋼材の腐食減少率(長期暴露)
 腐食面積率(%) 長:1軸方向(上側)鉄筋① (SU5410-L200-09) 0.0 長:1軸方向(上側)鉄筋② (SU5410-L200-10) 0.0 長:1軸方向(下側)鉄筋③ (SU5410-L250-05) 0.0 長:1軸方向(下側)鉄筋④ (SU5410-L250-06) 0.0 長:2軸方向(上側)鉄筋① (SU5410-L200-11) 0.0 長:2軸方向(上側)鉄筋② (SU5410-L200-12) 0.0 長:2軸方向(下側)鉄筋③ (EP-L250-09) 0.0 長:2軸方向(下側)鉄筋④ (EP-L250-10) 0.0 長:3軸方向(上側)鉄筋① (EP-L200-06) 0.0 長:3軸方向(上側)鉄筋② (EP-L200-05) 0.0 長:3軸方向(下側)鉄筋③ (EP-L250-11) 0.0 長:3軸方向(下側)鉄筋④ (EP-L250-12) 0.0 供試体19 供試体20 供試体21	腐食減少率(%) 長:1軸方向(上側)鉄筋① (SU5410-L200-09) -0.2 長:1軸方向(上側)鉄筋② (SU5410-L200-10) -0.2 長:1軸方向(下側)鉄筋③ (SU5410-L250-05) -0.3 長:1軸方向(下側)鉄筋④ (SU5410-L250-06) -0.2 長:2軸方向(上側)鉄筋① (SU5410-L200-11) -0.3 長:2軸方向(上側)鉄筋② (SU5410-L200-12) -0.3 長:2軸方向(下側)鉄筋③ (EP-L250-09) 0.0 長:2軸方向(下側)鉄筋④ (EP-L250-10) 0.0 長:3軸方向(上側)鉄筋① (EP-L200-06) 0.0 長:3軸方向(上側)鉄筋② (EP-L200-05) 0.0 長:3軸方向(下側)鉄筋③ (EP-L250-11) 0.0 長:3軸方向(下側)鉄筋④ (EP-L250-12) 0.0 供試体19 供試体20 供試体21