

鋼構造部材のさび厚と腐食挙動の
相関関係に関する基礎的研究
～これからの福北公社と産学官連携～

福岡北九州高速道路公社

福岡事務所 設計課

片山 英資

本講演の構成

1. 九州大学との共同研究の紹介(学官)

「鋼構造部材のさび厚と

腐食挙動の相関関係に関する基礎的研究」

2. これからの福北公社と産学官連携

1. 九州大学との共同研究の紹介(学官)

鋼構造部材のさび厚と腐食挙動の
相関関係に関する基礎的研究

鋼橋比率

高架橋延長70.4km⇒鋼橋延長49.9km
(71%)

腐食損傷対策→補修工事費の63%
(福北公社平成19年度実績)



鋼橋の宿命:防食

効率的・効果的な維持管理

研究の背景

さび及び腐食に関する点検の判定基準

福岡北九州高速道路公社

国土交通省

悪
↑
良

判定区分	判定基準
S	—
A	断面欠損が部材厚の10%以上
B	①広い範囲にさびが発生 ②点在した腐食が発生
C	点在したさびが発生

【損傷の深さ】

- 大 鋼材表面に著しい膨張が生じているか、または明らかな板厚減少が視認できる。
- 小 錆は表面的であり、著しい板厚の減少は視認できない。

【損傷の面積】

- 大 着目部分の全体的に錆が生じている。または着目部分に拡がりのある発錆箇所が複数ある。
- 小 損傷箇所の面積が小さく局所的である。

抽象的な判定基準

管理者のニーズは・・・

研究の目的

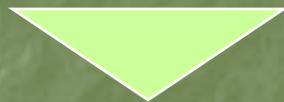
構造部材の腐食損傷

⇒部材の力学性能低下を定量的に評価したい



【最終目標】

腐食挙動の簡便な評価・予測



【今回：基礎的検討】

①大気暴露試験 ②実構造物調査

⇒鋼材のさび厚と腐食深さの関係の検討

大気暴露試験

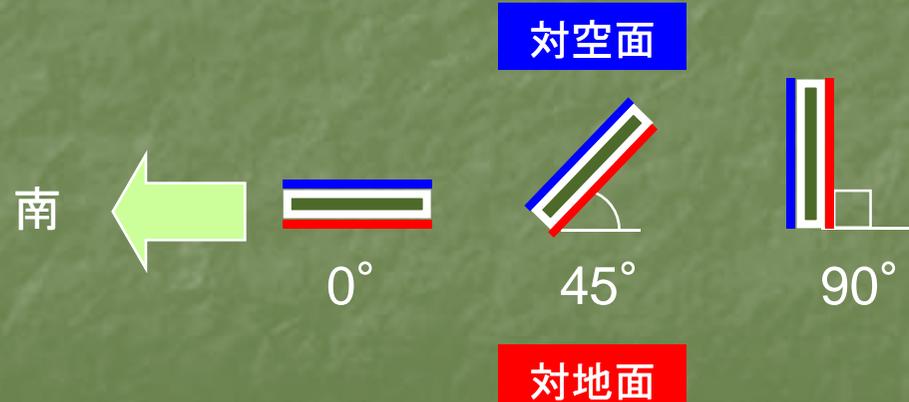
琉球大学構内(Lat.26°15'N, Long.127°46'E)



● 暴露期間

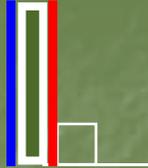
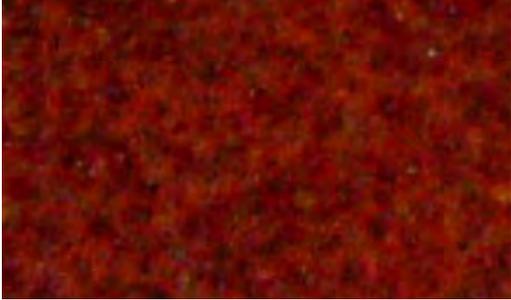
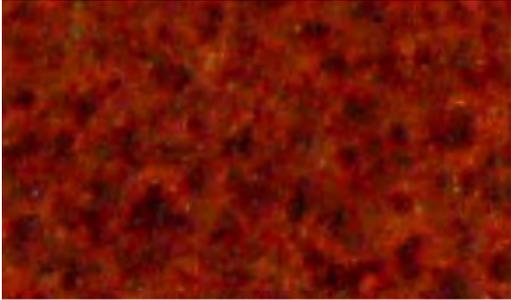
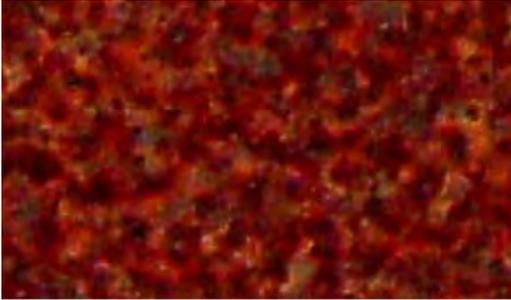
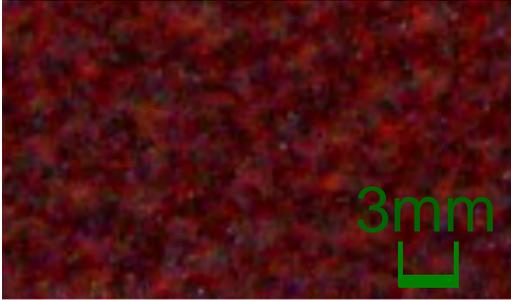
6ヶ月, 1年, 2年(9体)
※本研究は1年目まで

● 試験体の設置



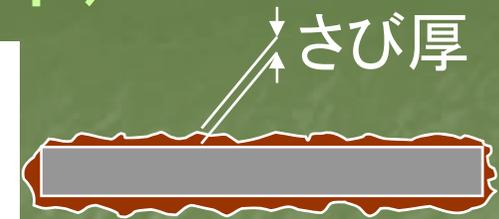
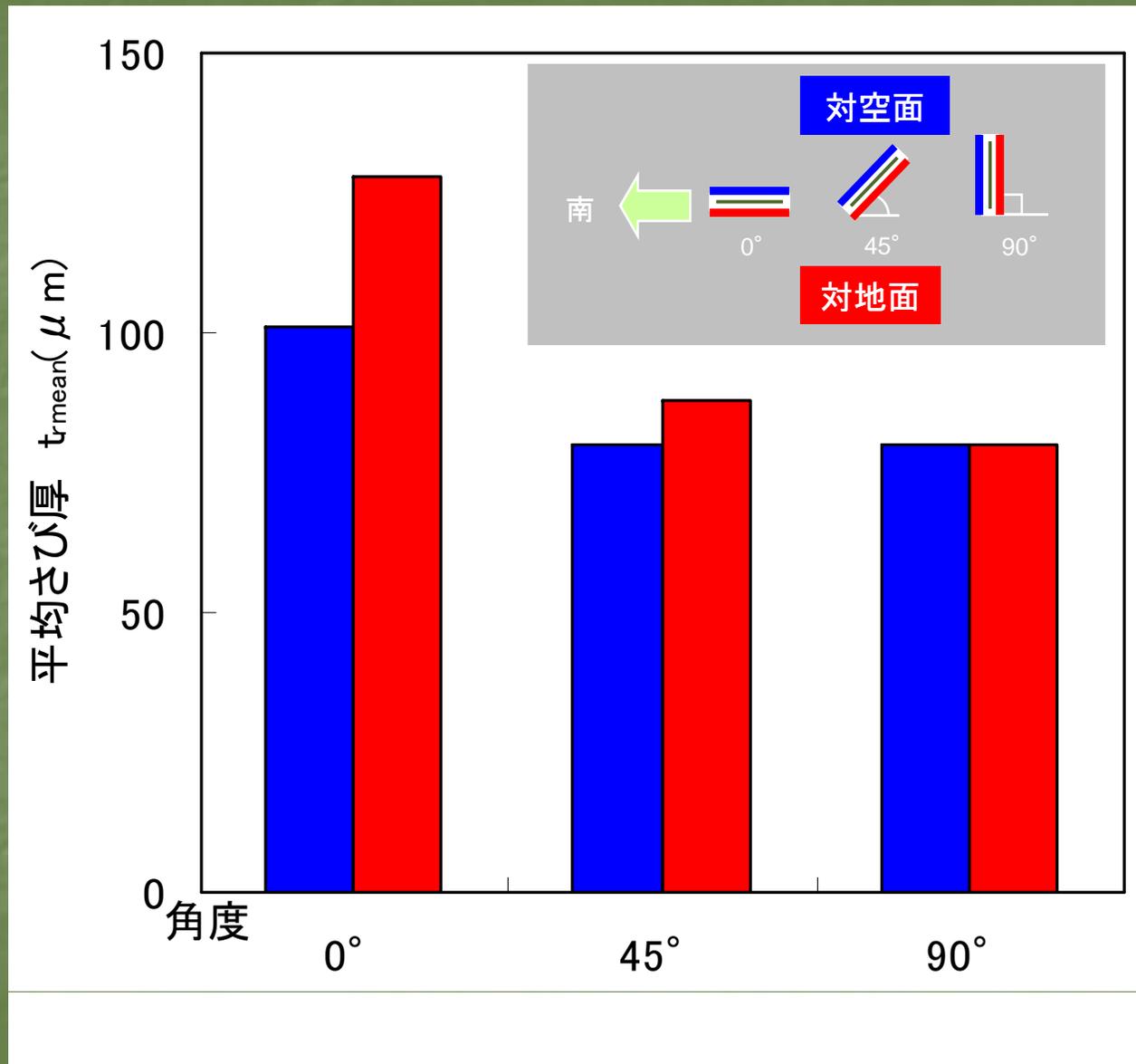
6種類のミクロ腐食環境

さびの発生状況(普通鋼1年経過:拡大)

	0°	45°	90°
対空面			
対地面			
			

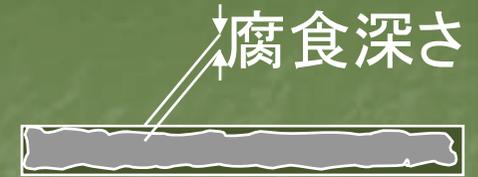
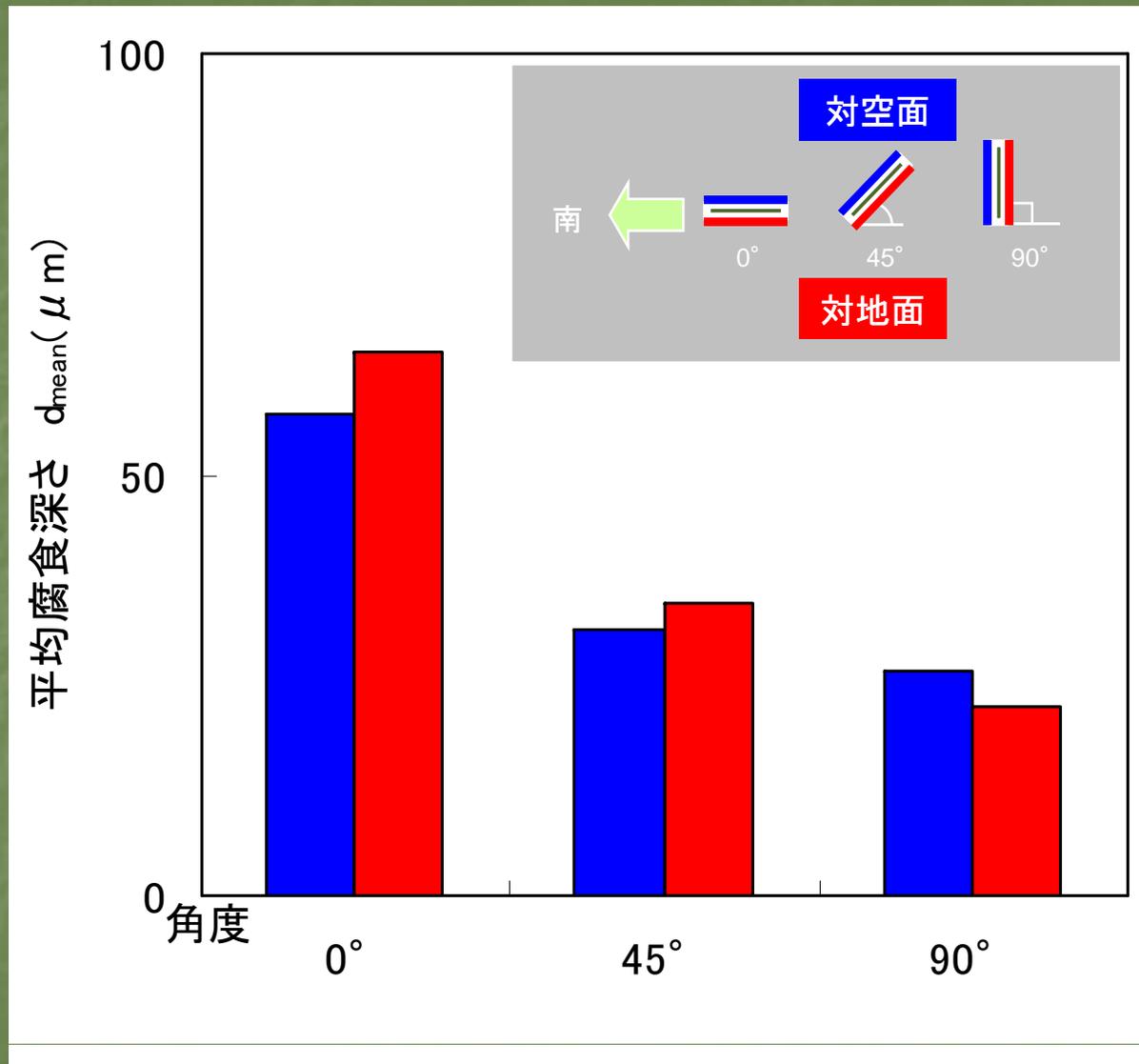
対空面 : 0° > 45° ≒ 90°
 対地面 : 0° > 45° > 90°
 対空面 < 対地面

平均さび厚(普通鋼 暴露期間1年)



測定: 電磁膜厚計(SM-1000, 測定精度 $\pm 10\mu\text{m}$, 分解能 $1\mu\text{m}$)

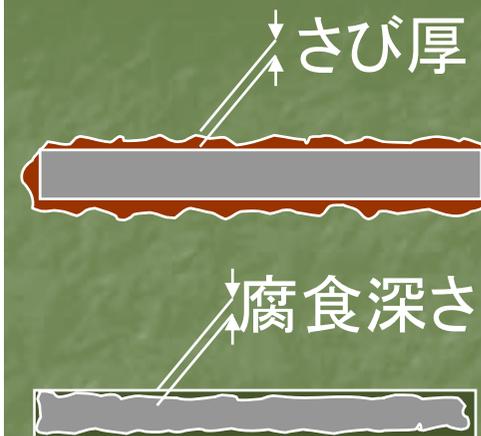
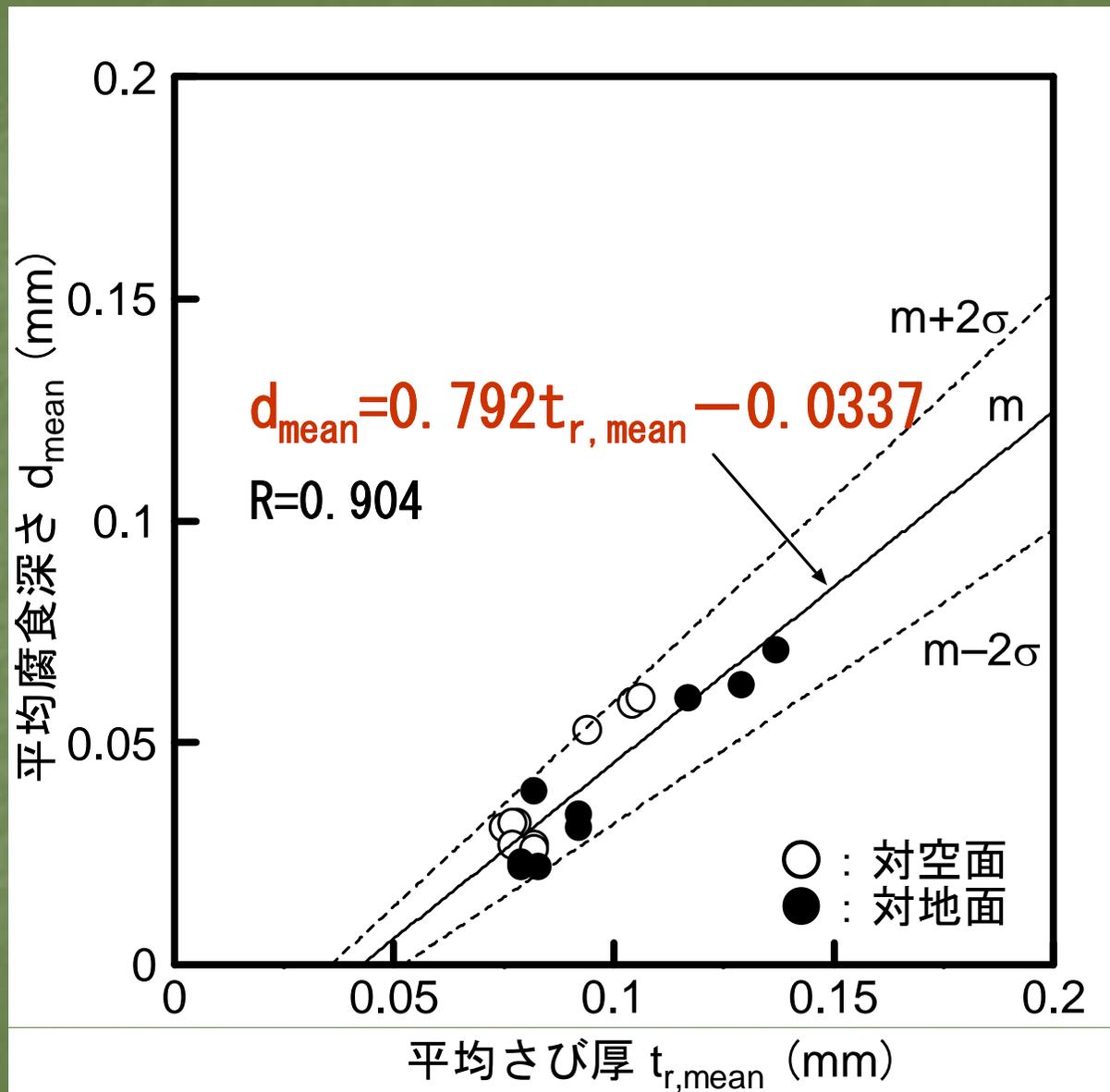
平均腐食深さ(普通鋼 暴露期間1年)



測定: 重量換算・レーザーフォーカス深度計

(スポット径 $30\mu\text{m}\phi$, 分解能 $0.05\mu\text{m}$, 測定ピッチ 0.3mm)

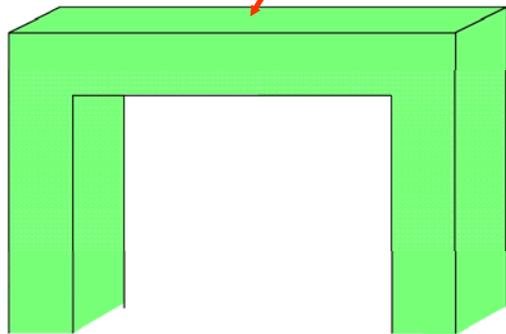
平均さび厚と平均腐食深さの関係



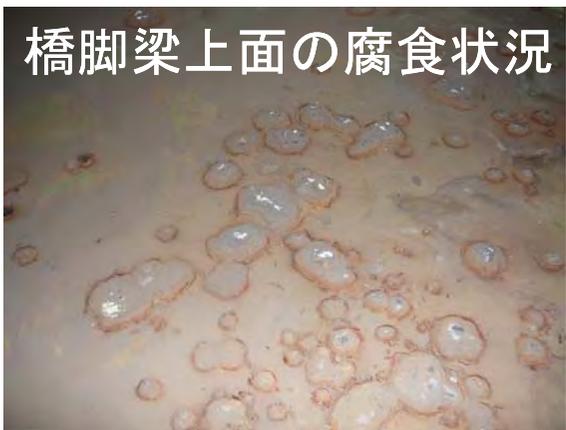
測定: 電磁膜厚計(SM-1000, 測定精度 $\pm 10\mu\text{m}$, 分解能 $1\mu\text{m}$)

実構造物調査～現地サンプリング

調査箇所：鋼製橋脚梁上面



橋脚梁上面の腐食状況



さび除去前



印象材による

サンプリング状況



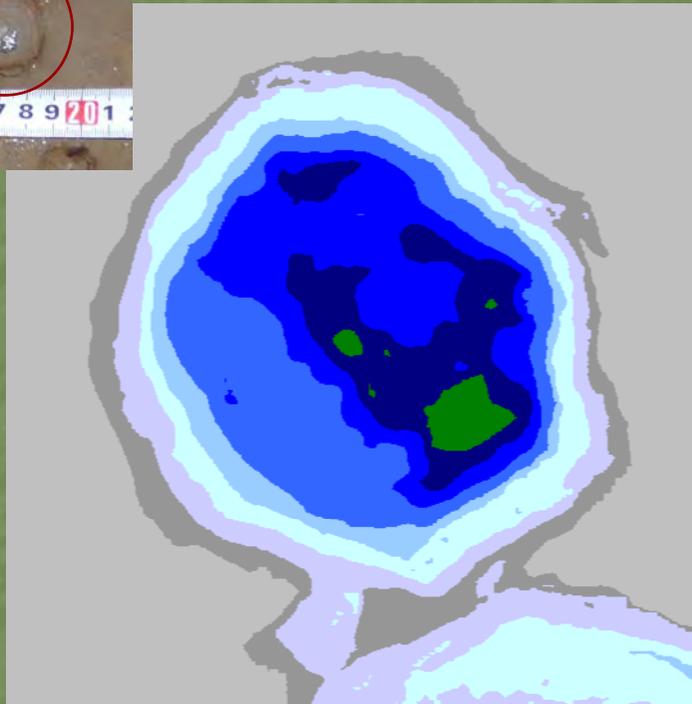
さび除去後



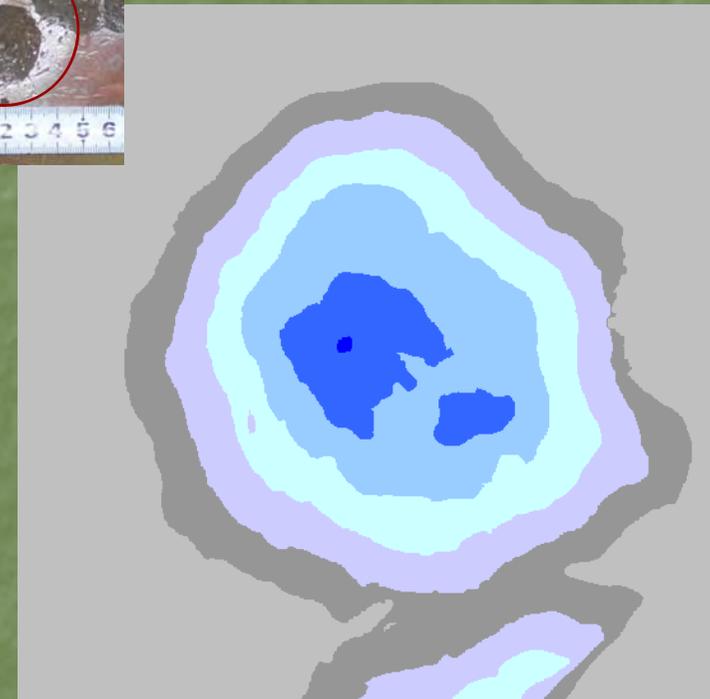
実構造物調査～さび厚と腐食深さの関係



さび厚



腐食深さ

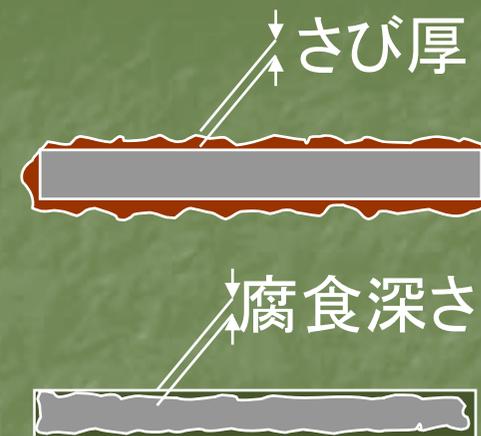
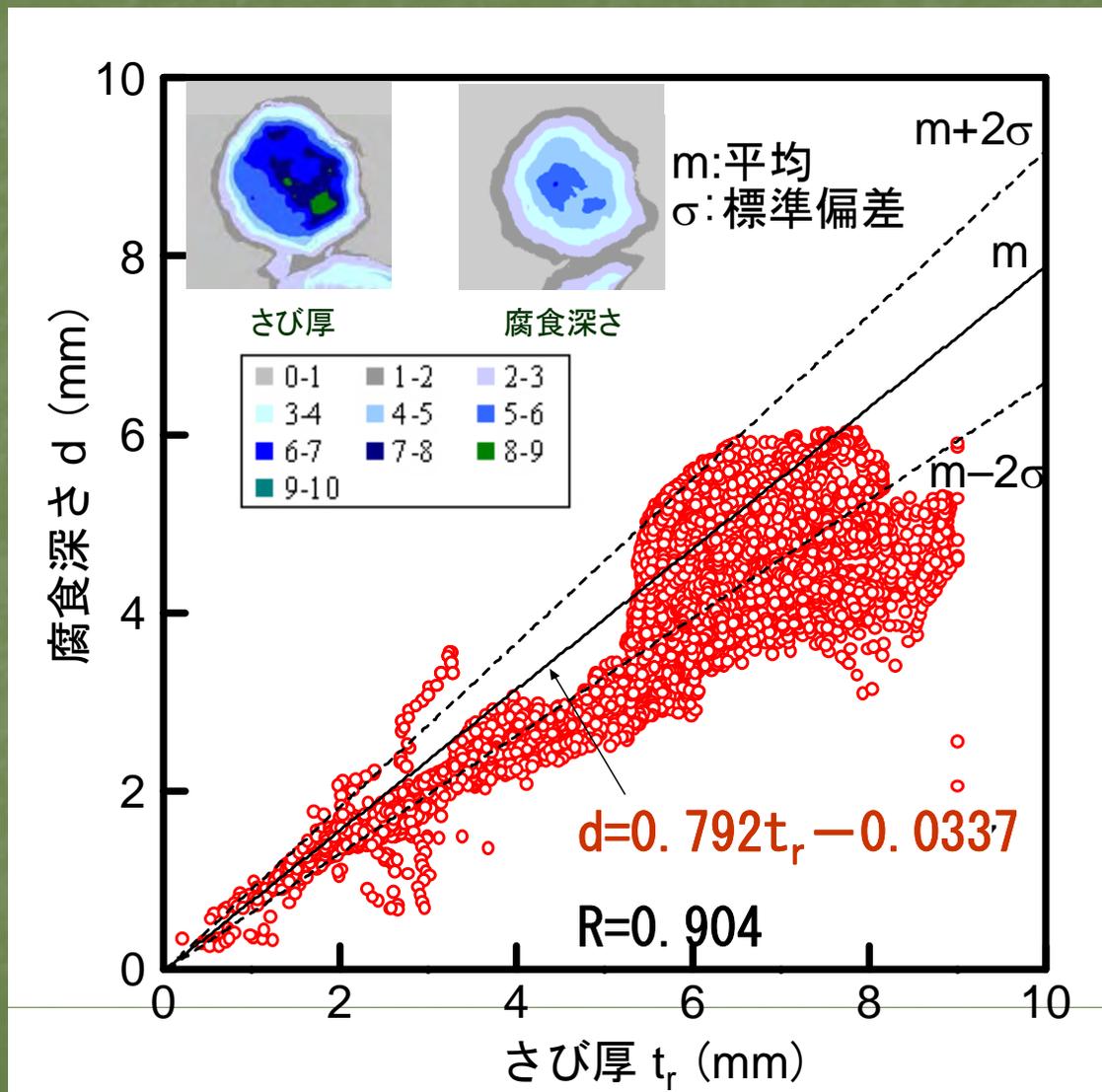


測定：レーザーフォーカス深度計

(スポット径30 μ m ϕ , 分解能0.05 μ m, 測定ピッチ0.3mm)

さび厚と腐食深さの相関式の検証

平均さび厚と平均腐食深さの関係



- 現場測定値: 印象材サンプルをレーザーフォーカス深度計にて測定

今後の展望

① 暴露期間 1 年での予測式

⇒ 大気暴露試験を継続中 ⇒ 精度向上

② 腐食性状の違いによる補正

⇒ 層状と局部腐食

③ ミクロ腐食環境による腐食速度の違い

⇒ 腐食の進行をシミュレーション

⇒ 塗膜厚の管理値を部位ごとに設定

2. これからの福北公社と産学官連携

維持管理時代の到来

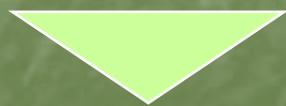
管理延長 101.3 km

福岡高速 51.8 km

北九州高速 49.5 km

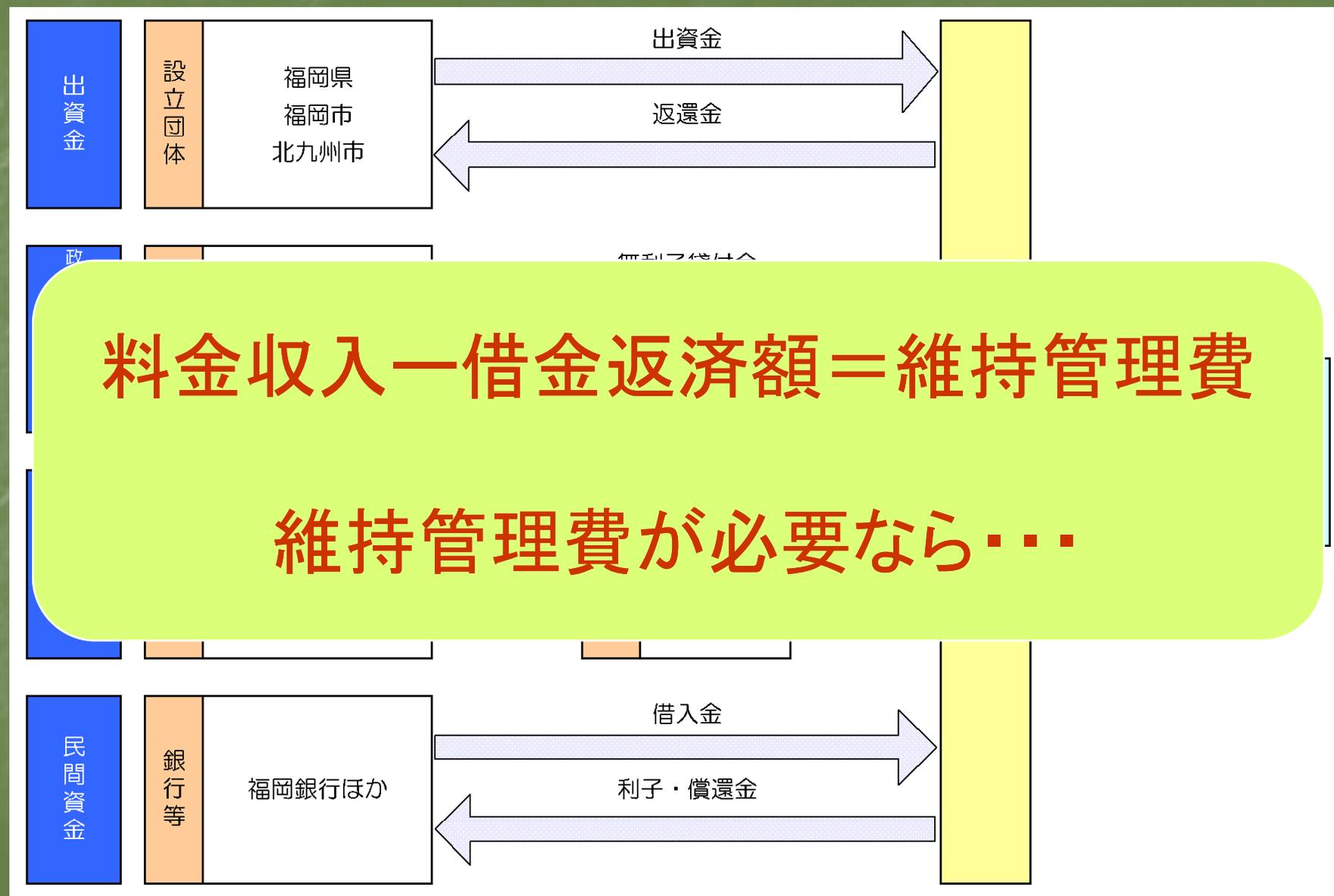
(指定高速道路, 関連道路, 高架下施設)

- ・緊急輸送道路
- ・高規格幹線道路とも連携した重要ネットワーク



止められない道路

福北公社 資金フロー

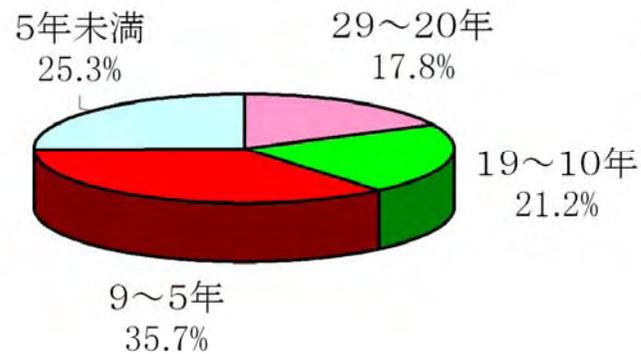


供用経過年数の割合

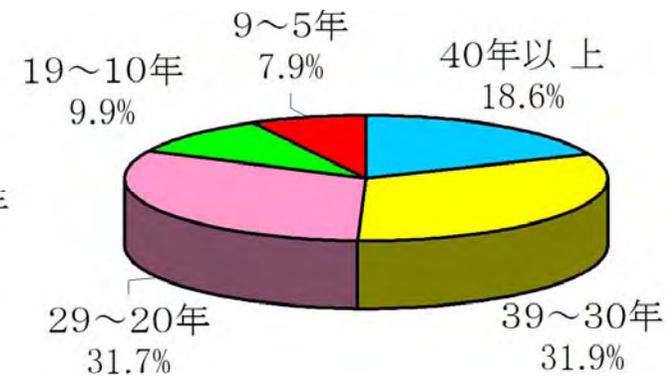
平成20年4月現在

経過年数	福岡高速		北九州高速		凡例
	延長(km)	比率(%)	延長(km)	比率(%)	
40年以上	0.0	0.0	9.2	18.6	
39～30年	0.0	0.0	15.8	31.9	
29～20年	9.2	17.8	15.7	31.7	
19～10年	11.0	21.2	4.9	9.9	
9～5年	18.5	35.7	3.9	7.9	
5年未満	13.1	25.3	0.0	0.0	
合計	51.8	100.0	49.5	100.0	

福岡高速

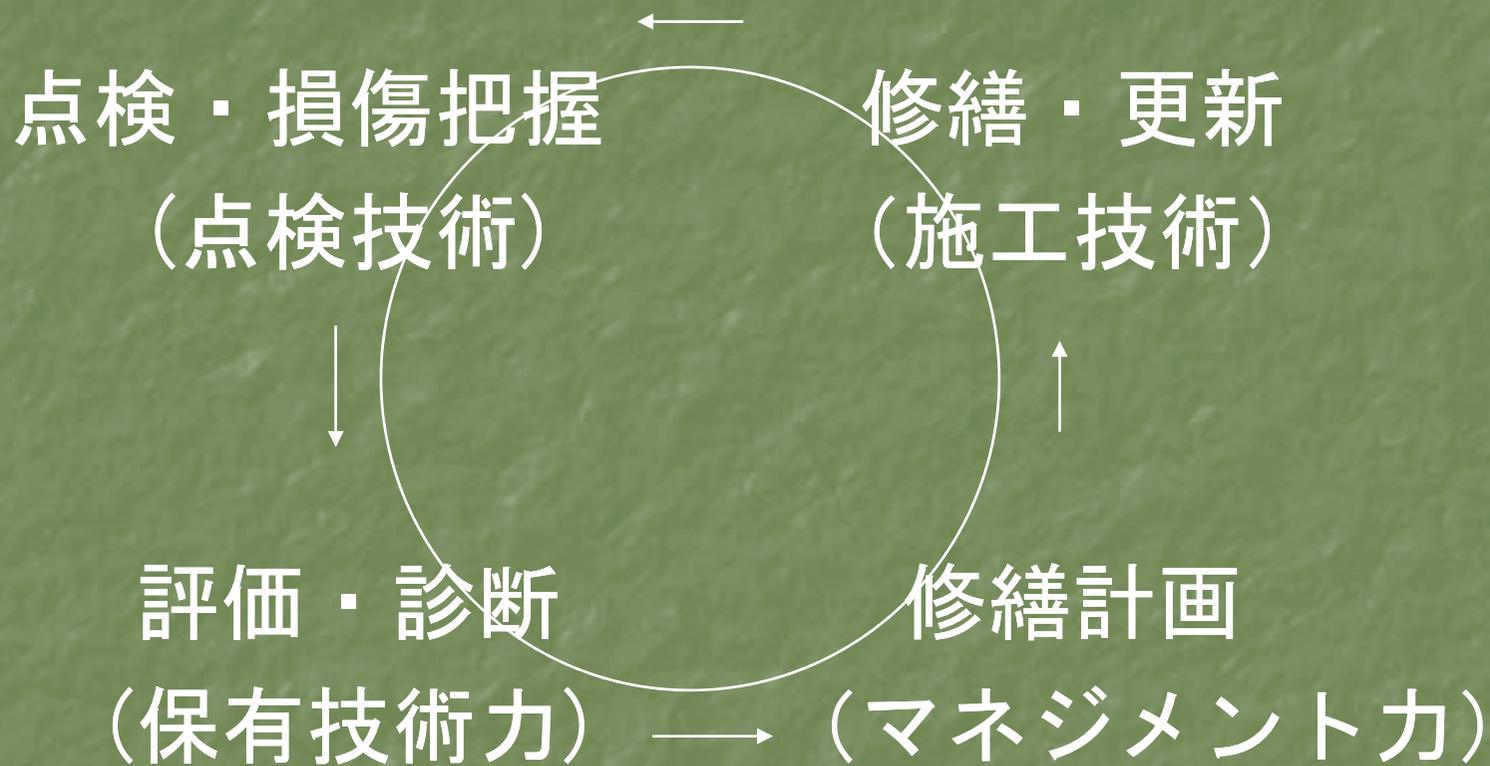


北九州高速



維持管理の技術

【求められる高度な技術力】



産学官連携は必然的取組み

首都高速での火災事故

8月3日 火災発生

↓ (復旧対策委員会設置)

8月8日 2径間の架け替えを決定

↓ 翌日からの片側1車供用を決定

8月28日 復旧方法を決定

↓ 随契による業者決定

10月14日 供用開始



写真:首都高速道路(株)HPより

福北公社における産学官連携の強化

【都市高速を守る】

- ・ マネジメント技術の向上⇒健全経営

【福北公社及び業界の発展】

- ・ 職員の技術力向上
- ・ 土木学会， K A B S E 等への積極参加
- ・ 施工報告， 技術情報の公開⇒知見集積

【緊急対応に向けて】

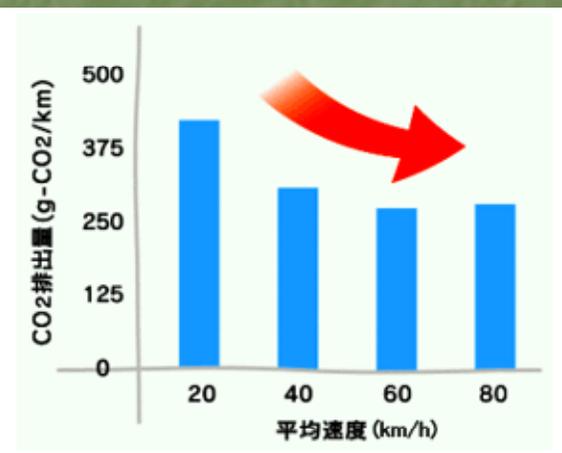
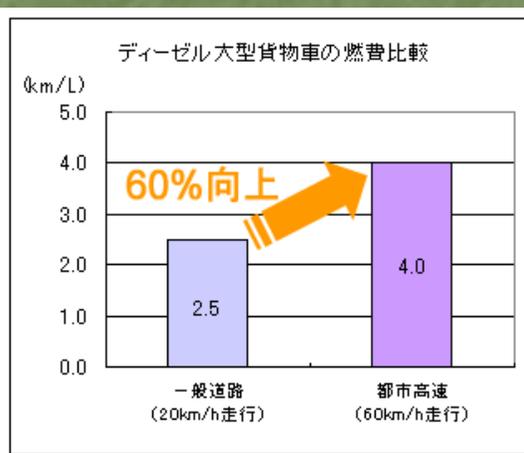
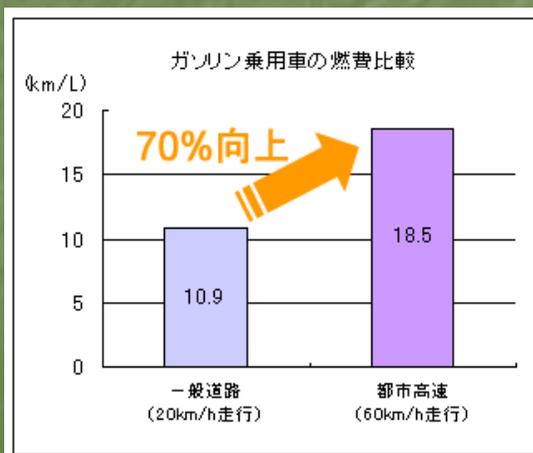
- ・ 常設委員会等の設置による連携強化

御清聴ありがとうございました



福岡北九州高速道路公社

Fukuoka-Kitakyushu Expressway Public Corporation



※燃費は、国総研資料第141号 ISSN 1346-7328 (平成15年12月) より算出



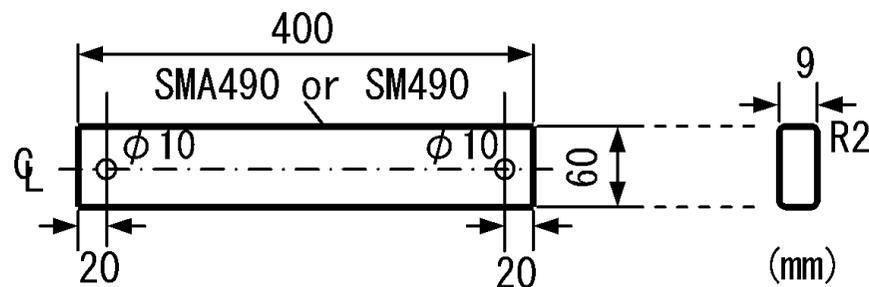
試験体の機械的性質及び形状

(a) 普通鋼 (%)

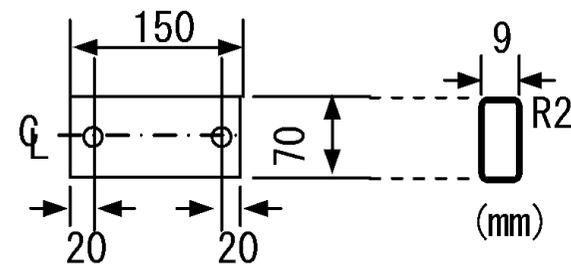
C	Si	Mn	P	S	降伏点 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	伸び (%)
0.16	0.36	1.45	0.014	0.007	406	552	25

(b) 耐候性鋼 (%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni
0.13	0.25	1.03	0.013	0.006	0.31	0.47	0.10



(a) 無塗装試験体

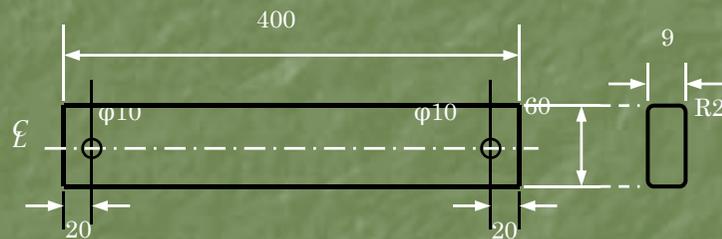


(b) 標準試験片

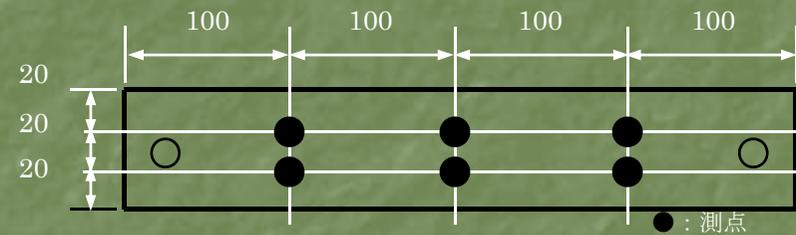
試験体さび厚の測定方法

電磁式膜厚計 (SM-1000, 測定精度 $\pm 10\mu\text{m}$, 分解能 $1\mu\text{m}$)

測定点数 6点 \times 10回



(a) 試験体の形状・寸法



(b) 測定位置

腐食深さの測定(1) さびの除去方法

さびの除去手順

1. ワイヤブラシによる表層の粗いさびの除去
2. ワイヤブラシを用いて鋼材表面に近い黒さびの除去
3. ブラストキャビネットを用いてサンドブラスト(粒度#60アルミナサンド)

使用状況①



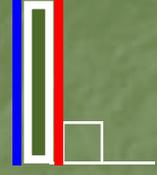
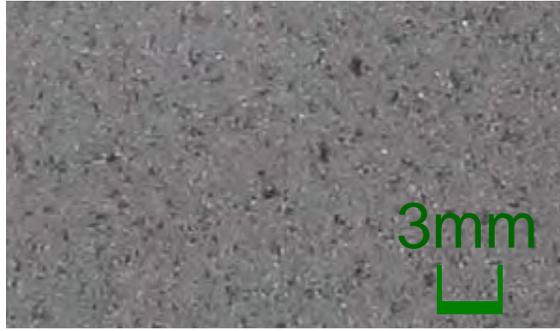
ブラストキャビネット全景



使用状況②



腐食表面性状(普通鋼1年經過:拡大)

	 0°	 45°	 90°
对空面			
对地面			 3mm

腐食深さの測定 測定機器

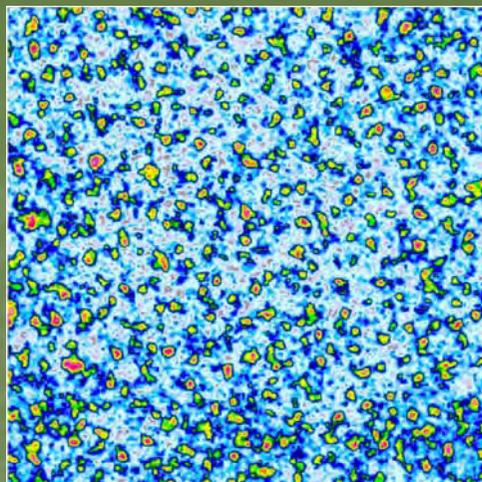
腐食深さの測定

使用機械 レーザーフォーカス深度計
(スポット径 $\mu\text{m}\phi$, 分解能 $0.05\ \mu\text{m}$)

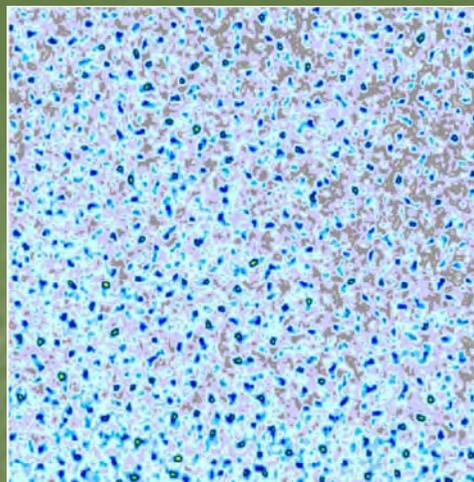
測定ピッチ 0.3mm

レーザー計測システム

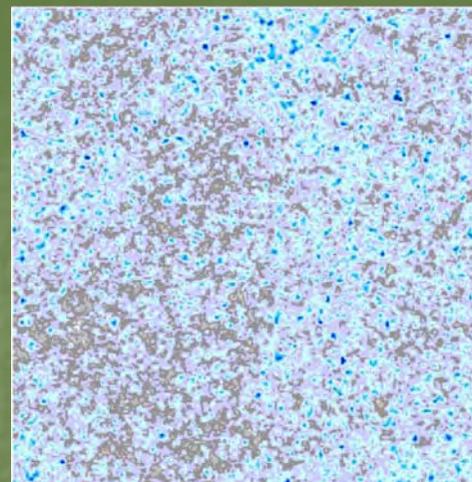




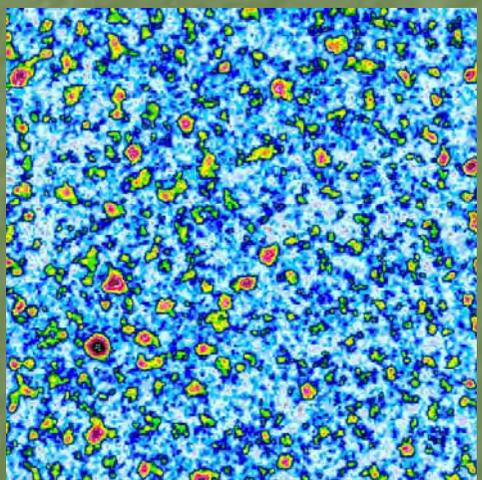
(a) 0° , 对空面



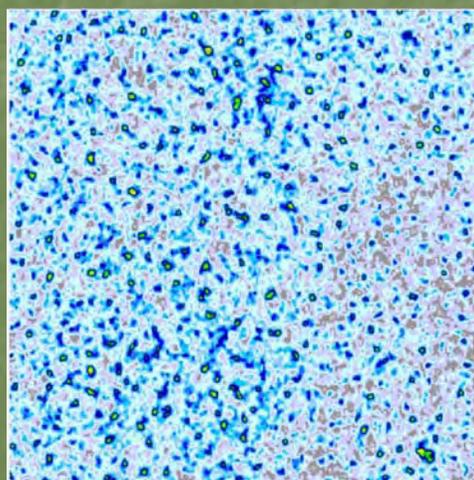
(c) 45° , 对空面



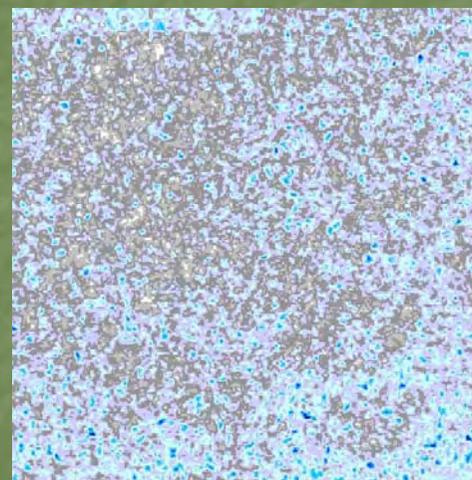
(e) 90° , 对空面



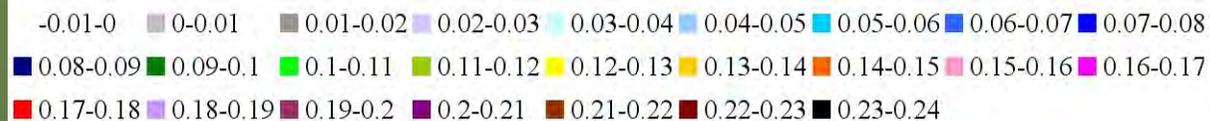
(b) 0° , 对地面



(d) 90° , 对地面

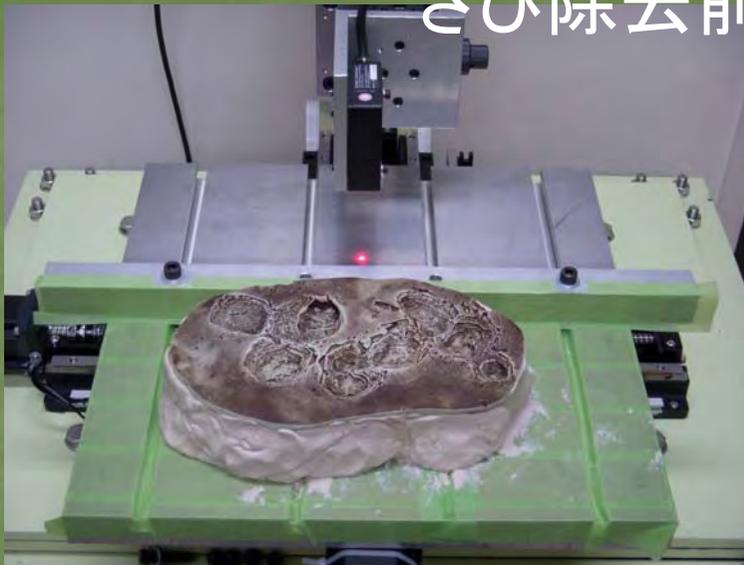


(d) 90° , 对地面



サンプル(印象材)の形状の計測

さび除去前のサンプル

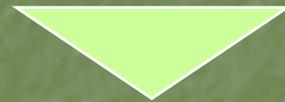


さび除去後のサンプル



現場調査後の処置

- ①断面欠損による耐荷力上の問題なし
- ②隅角部近傍ではない



エポキシ樹脂系塗料による表面被覆

継続的課題

①経過観察

完全な表面被覆？⇒マクロセル腐食を誘発

②亜鉛ペースト，基層にジंक⇒犠牲防食

③局部腐食⇒現場ブラスト

- 九州大学大学院 貝沼 重信
- 九州大学大学院 香月 大翔
- (株)大林組 後藤 淳
- 福岡北九州高速道路公社 今吉 計二