

7. 引張力を受ける腐食鋼板の力学特性と残存強度

愛媛大学大学院

愛媛大学工学研究課

愛媛大学工学研究科

池田 裕幸

大賀 水田生

○全 邦釘

引張力を受ける腐食鋼板の 力学特性と残存強度

愛媛大学大学院 池田 裕幸
大賀 水田生 全 邦釘

研究背景ー引張力を受ける腐食鋼板

既往の研究

JIS試験片(試験片幅:25mm程度)

最小断面
写真-2. JIS試験片(破断前)

孔食の最大直径:40~50mm

写真-3. JIS試験片(破断後)

有効板厚とは...

以下の式を用いた有効板厚 t_{eff} が定義されている。

$$P = t_{eff} \times B \times \sigma$$

(P :腐食鋼板の残存強度, σ :平滑仕上げ試験片の降伏引張強度, B :板幅)

残存強度評価のための有効板厚

最小平均板厚 t_{avg_min}
(荷重軸直角方向における最小断面の平均板厚値)(松本ら,1992)

問題点(試験片サイズ)

様々な腐食状況に対する残存強度を求める場合
↓
試験片幅が十分ではない

**腐食が力学特性(非線形挙動, 残存強度...)に
及ぼす影響について十分に把握できない**

実験結果と従来の提案式との比較

残存強度評価式: $P = t_{eff} \times B \times \sigma$ $t_{eff} = t_{avg_min}$

降伏強度の比較結果

平均誤差-0.06%

引張強度の比較結果

平均誤差5.31%

最小平均板厚には高い相関性が見られたが...
危険側に評価される供試体が存在している

研究目的・手法

異なる2つの橋梁から、板幅60~80mmの腐食供試体を作成して、腐食表面形状測定及び引張強度実験を行い、**腐食形態と力学特性(非線形挙動)との関連性**について考察する

本研究で取り扱った供試体を対象としたFEM残存強度解析を行い、**腐食が力学特性(応力分布)に及ぼす影響**について考察する

残存強度評価式の提案

① 引張強度実験

腐食形態とその特徴

全面腐食タイプ (AF-B)、標準偏差 $\sigma_{st} = 0.24mm$

表面全体に小さな孔食が分布
腐食の程度としては軽微な供試体

孔食タイプ (FT-2)、標準偏差 $\sigma_{st} = 0.90 mm$

比較的大きな孔食が点在
孔食及び周辺のみで腐食

局所腐食タイプ (AF-20)、標準偏差 $\sigma_{st} = 1.56 mm$

孔食が重なりあって、
広い領域で腐食が進展

穴内川橋

船越運河橋

3次元計測システム

① 引張強度実験

引張強度実験の概要

写真-1. 万能載荷試験機

写真-2. 試験状況

万能載荷試験機

最大載荷重	: 2940 kN
制御方法	: 定速度荷重制御 腐食大:150 N/sec 腐食小:200 N/sec
サンプリング間隔	: 10 sec
測定項目	: 載荷重, ひずみゲージの値 ストローク (載荷試験機の変位)

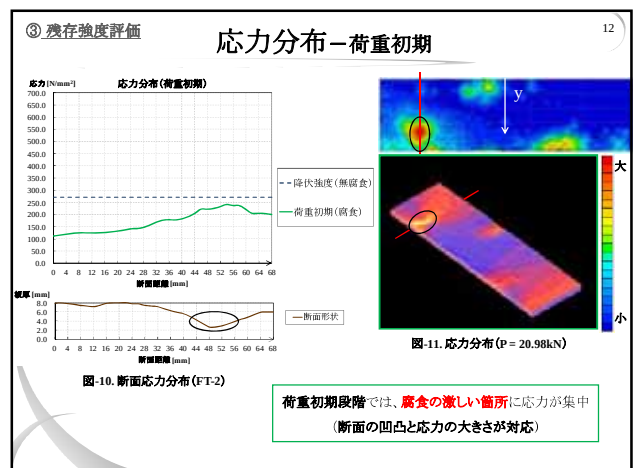
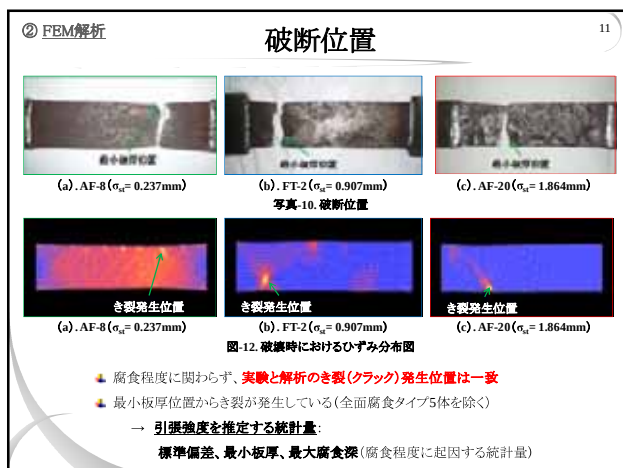
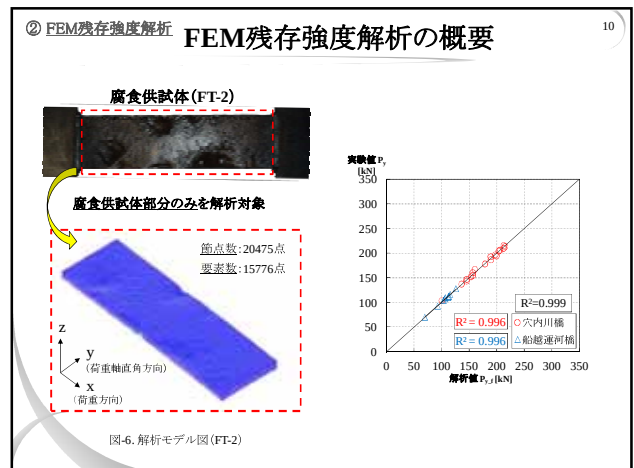
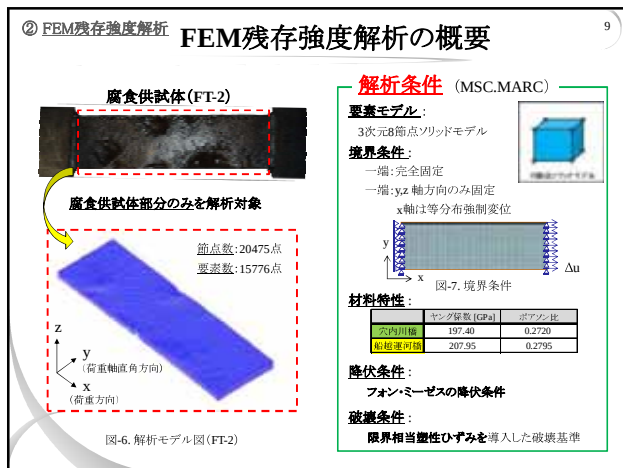
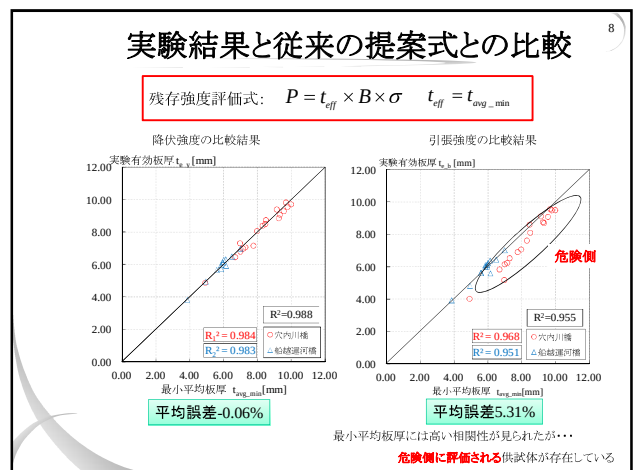
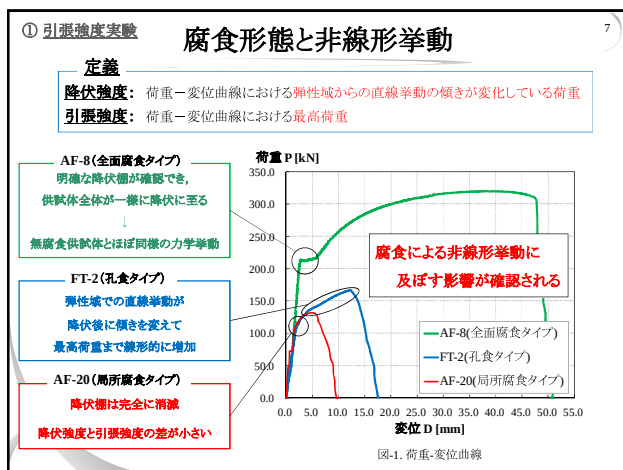
東京試験機製作所

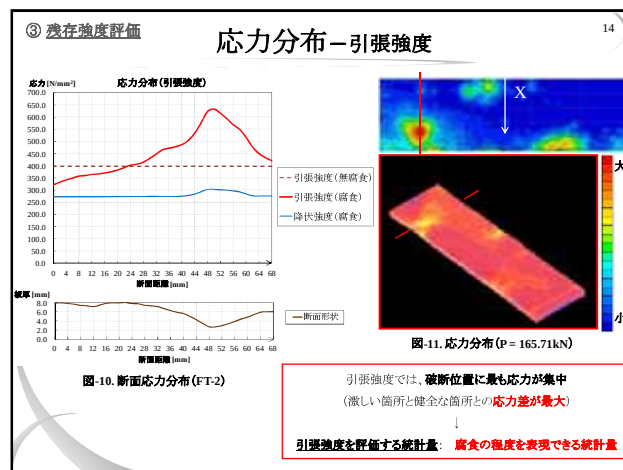
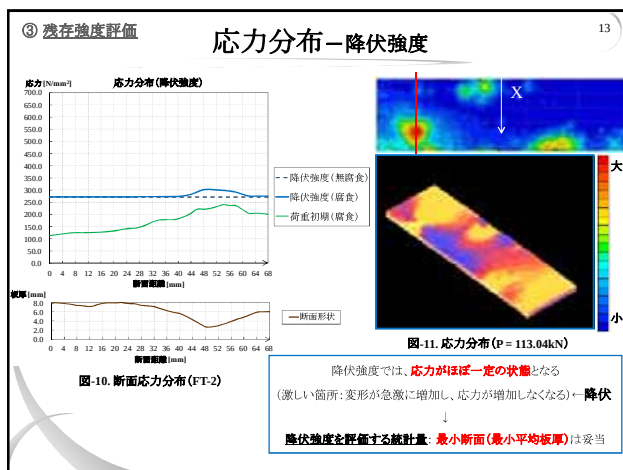
ひずみゲージの貼り付け位置

最小断面、最小板厚位置

強度評価および破断位置特定に
※ 標点を設け、腐食が顕著な箇所に
おける破断伸びを測定した

写真-3. ひずみゲージ貼り付け状況





① 引張強度実験 腐食形態とその特徴 15

全面腐食タイプ (AF-8)、標準偏差 $\sigma_{st} = 0.24\text{mm}$

表面全体に小さな孔食が分布
腐食の程度としては軽微な供試体

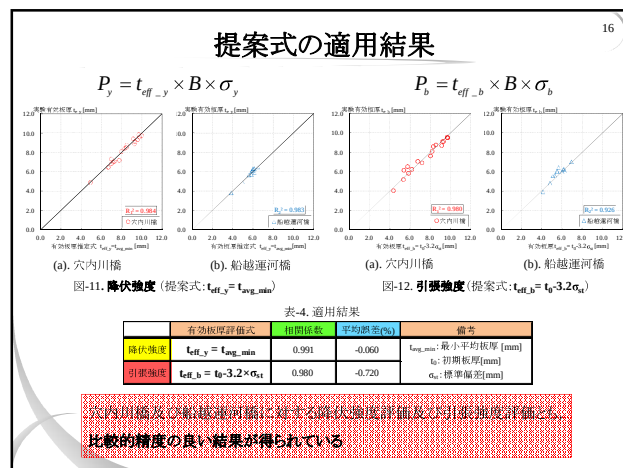
孔食タイプ (FT-2)、標準偏差 $\sigma_{st} = 0.90\text{mm}$

比較的大きな孔食が点在
孔食及び周辺のみで腐食

局所腐食タイプ (AF-20)、標準偏差 $\sigma_{st} = 1.56\text{mm}$

孔食が重なりあって、
広い領域で腐食が進展

3次元計測システム



結論 17

- 腐食の激しい供試体は、腐食表面凹凸に起因する応力集中のために、降伏強度(降伏棚)が明確に現れない場合がある。また、その応力集中が及ぼす影響は荷重の初期段階からは確認できないが、荷重が降伏荷重付近に達すると、急激に現れることが実験的に確認できた。
- 引張力を受ける腐食鋼板の残存強度評価
- 腐食鋼板の降伏強度は、最小平均板厚 $t_{avg,min}$ を有効板厚として用いることにより、精度の良い強度評価が可能となった。
降伏強度評価のための有効板厚推定式: $t_{eff-y} = t_{avg,min}$
- 腐食鋼板の引張強度に関しては、腐食表面凹凸を表現する標準偏差 σ_{st} を導入することにより、引張強度を評価することが可能となった。
引張強度評価のための有効板厚推定式: $t_{eff-b} = t_b - 3.2\sigma_{st}$

《今後の課題》
本研究で提案した評価式を他の橋梁に適用し、その有用性を検討



現在進行中の研究紹介

19

様々な板幅を持つ供試体への適用が可能な座屈試験設備



現在進行中の研究紹介

20

画像解析による簡便な三次元形状復元手法の開発



定規を復元した結果、長さの誤差は1%程度

現在進行中の研究紹介

21

- 画像処理による、鋼板の健全性評価



→ 構造物・部材の耐荷力評価への活用

現在進行中の研究紹介

22

- 画像処理による、鋼板の健全性評価

評点	外観評価区分	処置の目安	見本写真	板厚減少度
5	さび量が少なく、比較的明るい色調を呈する	不要		?
4	さびの大きさは1mm程度で細かく均一	不要		?
3	さびの大きさは1～5mm程度で細かく均一	不要		?
2	さびの大きさは5～25mm程度でうろこ状	要経過観察		?
1	さびに層状の剥離が見られる	板厚測定		?

- 耐候性鋼板の補修手法の開発・評価

23

ご静聴ありがとうございました