

研究タイトル:

# 各種構造物の終局強度に関する研究

氏名: 三好 崇夫 / MIYOSHI Takao      E-mail: miyoshi@akashi.ac.jp  
職名: 教授      学位: 博士(工学)

所属学会・協会: 土木学会, 日本鋼構造協会, 日本機械学会

キーワード: 構造物, 終局強度, 有限要素法, 人工知能

技術相談

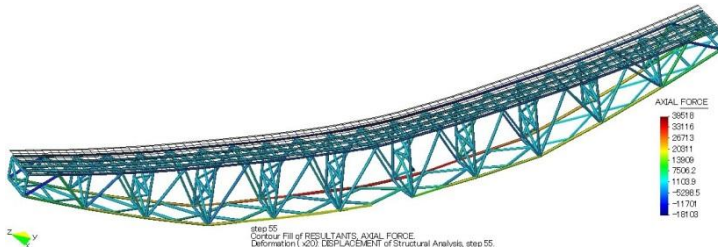
提供可能技術:

- ・非線形有限要素法による各種構造物の終局強度評価
- ・終局強度評価のための有限要素法解析プログラムの開発
- ・模型実験による構造物の終局強度評価
- ・構造物の終局強度評価に係る諸問題への人工知能の活用

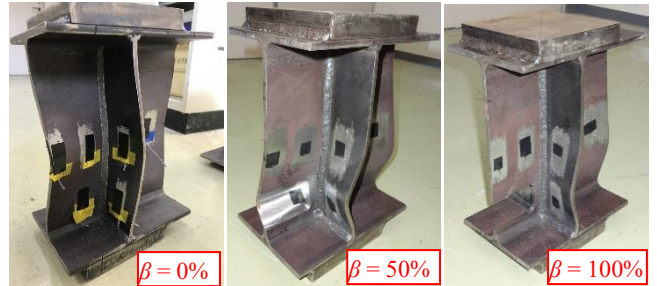


## 研究内容:

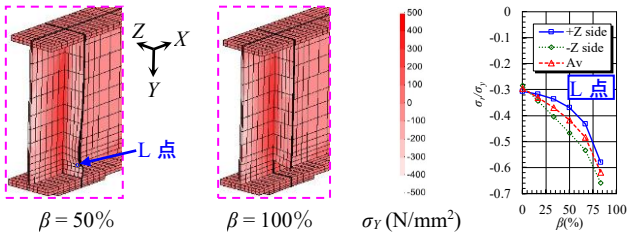
- (1) 構造物の部材破断や欠損に起因する非線形有限要素法による冗長性の評価
- (2) 鋼板の腐食に伴う板厚欠損を要素除去で表現する有限要素シミュレーション法の提案
- (3) 鋼構造物の体積欠損を模擬した模型供試体による強度実験
- (4) 構造用ステンレス鋼の構成式の構築に必要な機械的特性値の機械学習による推定



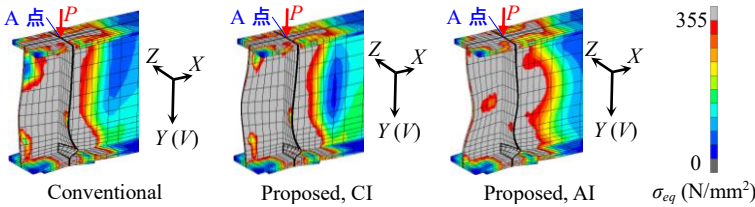
鋼トラス橋の下弦材破断に伴う冗長性の検証解析  
(破断した下弦材の軸力が、反対側の下弦材へ伝達)



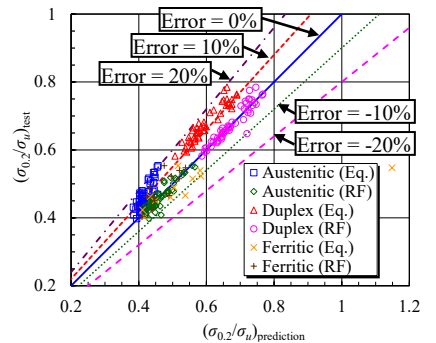
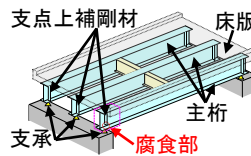
圧縮実験後の種々の板厚欠損率  $\beta$  を持つ鋼桁支点部模型  
( $\beta = 50, 100\%$  の模型は、板厚欠損部を含む断面に生ずる圧縮応力が大きくなるため、断面欠損部に顕著な面外変形を生ずる傾向がみられる)



鋼主桁端支点部の腐食欠損過程のシミュレーション結果  
( $\beta =$  欠損後の板厚 / 欠損前の板厚,  $\sigma_r / \sigma_y =$  残留応力 / 降伏応力)



鋼主桁端支点部の腐食欠損後の耐荷力解析結果 (Conventional: 従来法, Proposed: 提案法, CI, AI: それぞれ Y 軸方向に見て時計, 反時計回りの初期たわみ  $\sigma_{eq}$ : 相当応力)



オーステナイト系, 二相系, フェライト系  
ステンレス鋼 0.2%耐力のランダムフォレストと推定式による予測

## 提供可能な設備・機器:

名称・型番(メーカー)	
2000kN 級万能試験機	汎用有限要素法構造解析ソフト Marc/Mentat2023
PC(Dell Precision 3640)	非線形有限要素法解析ソフト(ソリッド, シェル, 立体骨組等) (自作)
PC(Be-Clia)	外側デジタルキャリパゲージ(テックロック GMD-1J)
Intel Fortran コンパイラ	デジタルポイントマイクロメータ(新潟精機 MCD232-25P)
汎用プリ・ポストプロセッサ GiD	データロガー(東京測器 TDS-150)

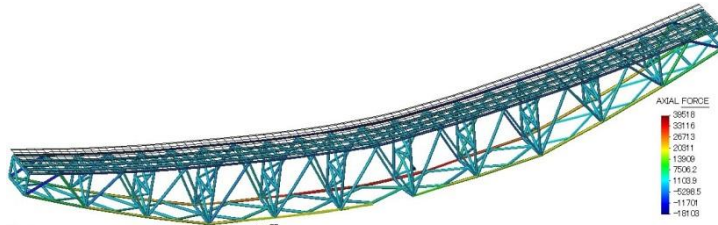
## Studies on the ultimate strength of several structures



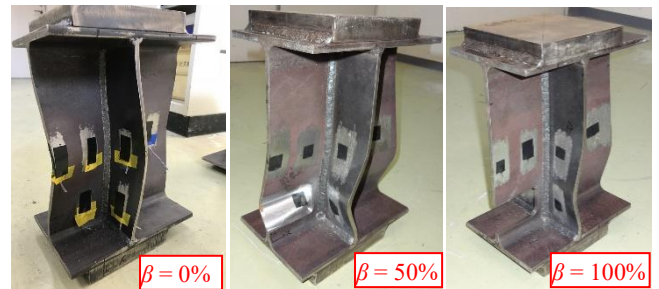
<b>Name</b>	MIYOSHI Takao	<b>E-mail</b>	miyoshi@akashi.ac.jp
<b>Status</b>	Professor		
<b>Affiliations</b>	JSCE (Japan Society of Civil Engineers), JSSC (Japanese Society of Steel Construction), JSME (The Japan Society of Mechanical Engineers)		
<b>Keywords</b>	structures, ultimate strength, finite element method, artificial intelligence		
<b>Technical Support Skills</b>	Ultimate strength evaluation of several structures based on non-linear finite element method Development of finite element analysis program for estimating ultimate strength evaluation Ultimate strength evaluation of structures based on model testing Application of artificial intelligence to the ultimate strength evaluation on several structures		

## Research Contents

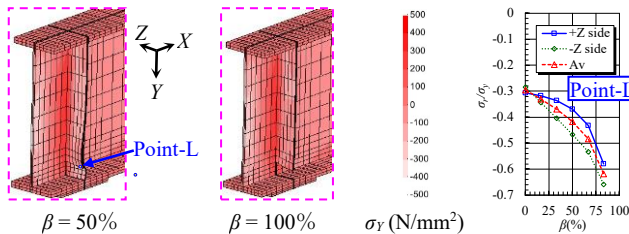
- (1) Redundancy evaluation of the steel bridge due to its member failure and volume loss by using non-linear finite element method
- (2) Exploitation of finite element simulation method which is able to model partial volume loss of steel plate with the element elimination
- (3) Strength test using model specimen with volume loss of the steel structure
- (4) Mechanical properties estimation of structural stainless steel required for constructing constitutive equation using machine learning



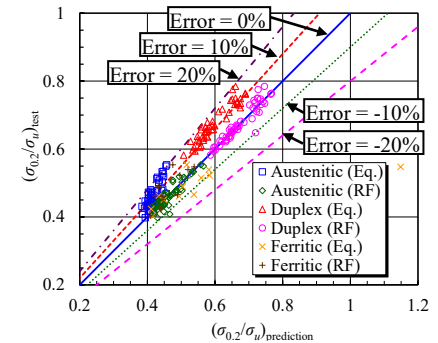
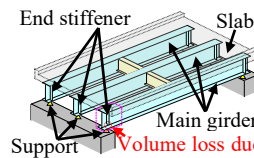
Verification analysis of steel truss bridge redundancy due to break of lower chord member  
 (Axial force is transmitted from broken lower chord member to the opposite side of the chord.)



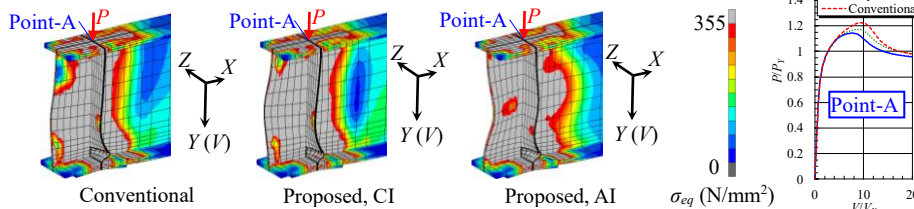
Main girder end specimen of H-beam bridge with several volume loss rates  $\beta$  after compression test  
 (In case of specimens with  $\beta = 50, 100\%$ , significant out-of-plane displacement tends to occur near the cross-section including volume loss portion, because compressive stress increase in the portion.)



Simulation results at steel main girder end under volume loss process  
 $\beta$  = Thinning plate thickness / Initial plate thickness,  $\sigma_r/\sigma_y$  = Residual stress/Yield stress



0.2% proof stress estimation of austenitic, duplex and ferritic stainless steels by using Random Forest as one of machine learning method and their prediction equations  
 (Predicted value by Random Forest shows high accuracy in comparison with that by prediction equation)



Results of the ultimate strength analysis (Comparison results by proposed method with those by conventional one, CI, AI:geometric imperfection with clockwise and anticlockwise in Y-direction, respectively,  $\sigma_{eq}$ : Effective stress)

## Available Facilities and Equipment

Universal hydraulic testing machine (2000kN capacity)	General purpose finite element analysis program MSC Marc/Mentat
Personal computer (Dell Precision 3640)	Self-made non-linear finite element analysis program
Personal computer (Be-Clia)	Exterior digital caliper gauge (TECLOCK GMD-1J)
Intel Fortran compiler	Digital point micrometer (Niigata Seiki MCD232-25P)
General purpose pre and post processor GiD	Portable Data Logger (TML TDS-150)

研究タイトル:

# 社会インフラのマネジメントに関する研究

氏名: 三好 崇夫 / MIYOSHI Takao      E-mail: miyoshi@akashi.ac.jp  
職名: 教授      学位: 博士(工学)



所属学会・協会: 土木学会, 日本鋼構造協会, 日本機械学会

キーワード: 経年鋼材, 組立材, 補修, 小規模吊橋, 構造安全性, 人工知能, RPA

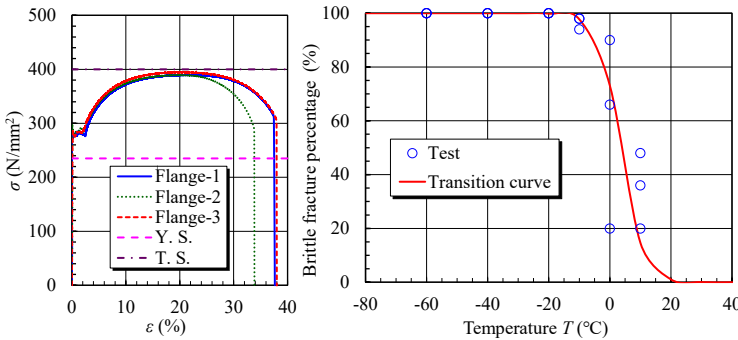
技術相談

提供可能技術:

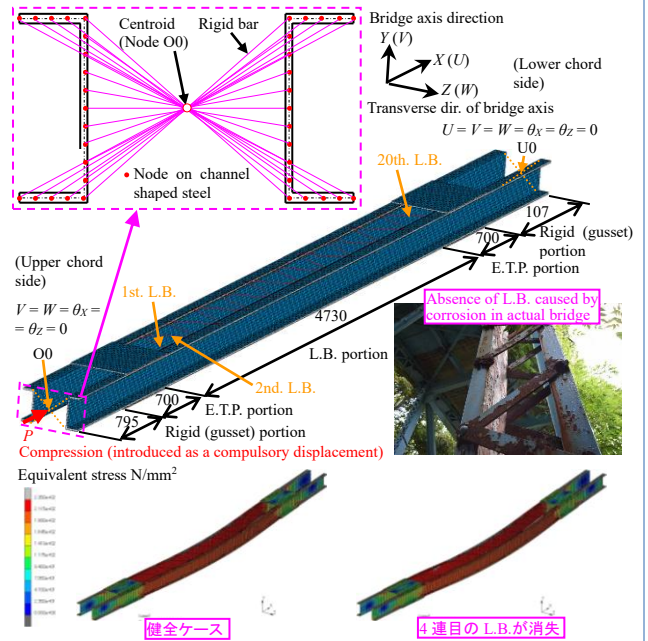
- ・経年構造物に使用された鋼材の材料特性の調査
- ・腐食損傷を有する組立部材の終局強度評価と補修
- ・航空写真や地理空間情報を用いた地物の調査
- ・ケーブルシステムの劣化した小規模吊橋の使用性と構造安全性評価

## 研究内容:

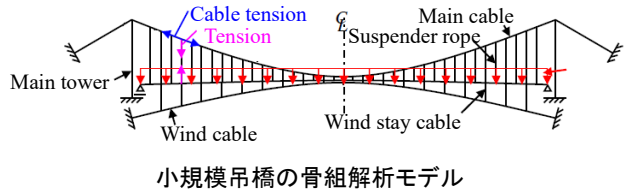
- (1) 実橋から撤去された経年鋼材の材料特性に関する研究
- (2) レーシングバーが消失した組立柱の耐力特性に関する研究
- (3) 劣化損傷したケーブルシステムを持つ小規模吊橋の変形形状と耐力特性に関する研究
- (4) 地理空間情報を併用した航空写真からの AI による橋梁検出



森村橋(1906 年竣工)撤去部材から採取した試験片の引張試験と V ノッチシャルピー衝撃試験結果



レーシングバー(L.B.)が消失した組立柱の耐力解析



小規模吊橋の骨組解析モデル

学習・検証データ (100×100 ピクセル)

- 学習画像 1000 枚
- 検証画像 50 枚

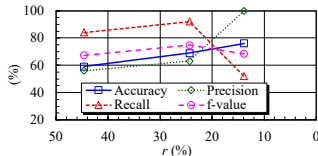
橋梁なし

- 学習画像 161 枚
- 検証画像 50 枚

橋梁あり

AI ソフトウェアに画像を学習させて AI モデルの作成

航空写真 (Google maps, スケール 18, 1280 × 1280 ピクセル) (13 × 13 分割して学習と検証に使用する矩形画像イメージを生成)



学習データ構成と分類性能の関係 (r = 橋梁あり画像/全学習画像)

検証データを用いて AI モデルの 2 クラス分類性能を検証

## 提供可能な設備・機器:

名称・型番(メーカー)	
2000kN 級万能試験機	汎用有限要素法構造解析ソフト Marc/Mentat2023
PC(Dell Precision 3640)	非線形有限要素法解析ソフト(ソリッド, シェル, 立体骨組等)(自作)
PC(Be-Clia)	外側デジタルキャリパゲージ(テックロック GMD-1J)
Intel Fortran コンパイラ	デジタルポイントマイクロメータ(新潟精機 MCD232-25P)
汎用プリ・ポストプロセッサ GiD	データロガー(東京測器 TDS-150)

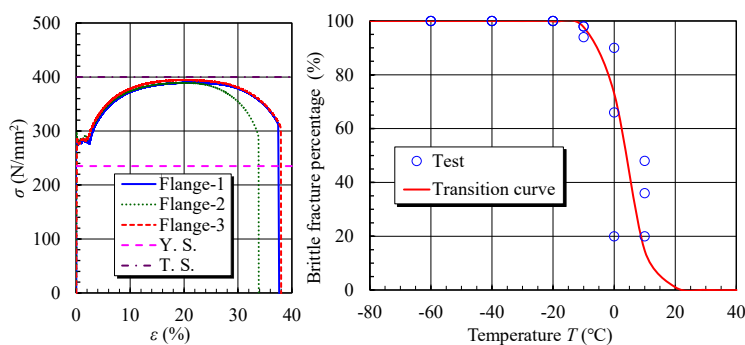
## Studies on management of the infrastructure

<b>Name</b>	MIYOSHI Takao	<b>E-mail</b>	miyoshi@akashi.ac.jp
<b>Status</b>	Professor		
<b>Affiliations</b>	JSCE (Japan Society of Civil Engineers), JSSC (Japanese Society of Steel Construction), JSME (The Japan Society of Mechanical Engineers)		
<b>Keywords</b>	aged steel, built-up member, repair, small size suspension bridge, structural safety, artificial intelligence, robotics process automation		
<b>Technical Support Skills</b>	Investigation on material properties of steel used in aged structures Ultimate strength evaluation and repair method of built-up members with damage caused by corrosion Investigation on ground object by using aerial photograph and geospatial information An evaluation of serviceability and structural safety of small size suspension bridge with cable system deterioration		

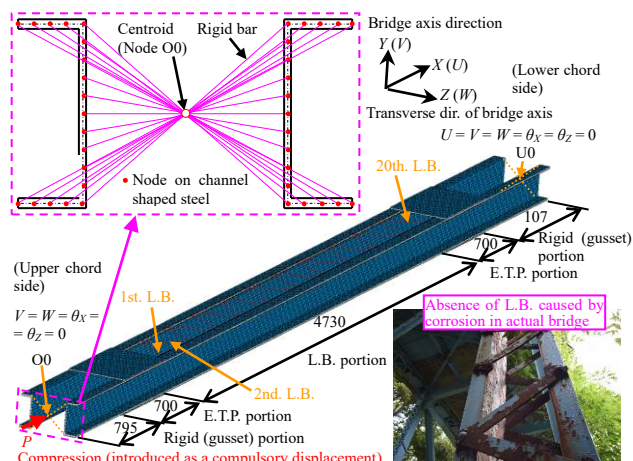


## Research Contents

- (1) Investigation on material properties of aged steel removed from existing bridge
- (2) A study on load carrying capacity of built-up column with disappeared lacing bar
- (3) A study on load carrying capacity and deformation properties of small size suspension bridge with deteriorated cable system
- (4) Bridge detection from aerial photograph by using artificial intelligence in combination with geospatial information



Material coupon test and Charpy impact test results of removed member from Morimura bridge (completed in 1906)

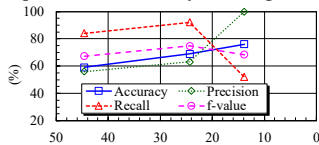


Training / verification data (100 x 100 pixel)

- 1000 images for training
- 50 images for verification
- Image with bridge
- 161 images for training
- 50 images for verification
- Image without bridge

Creation of AI model by using AI software

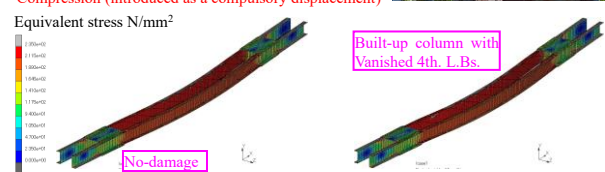
Aerial photograph (Google maps, Scale 18, 1280 x 1280pixel) (Generation of image patch employed in training and verification by dividing 13 x 13)



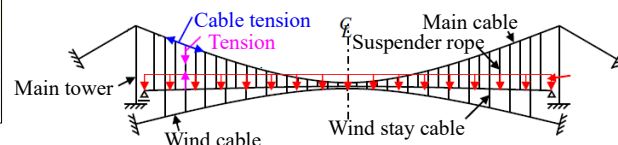
Relationship between constitution of training data and classification performance ( $r$  = total number of images with bridge / total number of images)



Verification of classification performance as AI model by using 100 images



Numerical investigation on the ultimate strength of built-up member with disappeared lacing bars (L.B.)



Frame analysis model of small size suspension bridge

## Available Facilities and Equipment

Universal hydraulic testing machine (2000kN capacity)	General purpose finite element analysis program MSC Marc/Mentat
Personal computer (Dell Precision 3640)	Self-made non-linear finite element analysis program
Personal computer (Be-Clia)	Exterior digital caliper gauge (TECLOCK GMD-1J)
Fortran compiler (Intel)	Digital point micrometer (Niigata Seiki MCD232-25P)
General purpose pre and post processor GiD	Portable Data Logger (TML TDS-150)