

## AIを用いた溶接外観判定 支援システムの構築

加藤 茂

新居浜工業高等専門学校

### 1 はじめに（研究の背景）

四国地区の溶接技能者評価試験では、炭素鋼鋼板を半自動溶接した継手が多い。図1に示すように外観検査で合格した溶接試験板は、曲げ試験に進む。図1(1)、(2)で作成された曲げ試験片について、審査員が目視で評価を行うが、この負担が問題となっている。

本研究ではAIによる曲げ試験片の自動評価システムの構築を目的とする。ファーストステップとして、曲げ試験片のクラック深刻度について3段階の分類を行い、AIの分類精度を検証した。

### 2 研究方法

本研究はAI人材育成の一環として新居浜高専の専攻科1年生（大学3年次に相当）の学生1名の指導を通して実施した。試験片の撮影には光学デジタルカメラ

(Cannon IXY 630) を利用した。なお、レーザ深度カメラはものによっては表面の状態を精度よく計測できるが高価である。

試験片の撮影は、四国地区溶接技術検定委員会事務局建屋内（愛媛県新居浜阿島）で2022年10月12日、12月16日の2日に分けて実施した。写真1に示すように箱内上部にLEDライトがついている撮影用ボックス（サンワダイレクト、撮影ボックス 40cm、折りたたみ、ライト付き、200-DG015）の上面の穴からカメラを接写モードにして撮影を行った。ラボジャッキの上に試験片を置き、レンズと試験片の距離が一定になるよう調整した。

10月12日に51枚、12月16日に107枚の画像を撮影し、合計158枚の画像を得た。クラックの深さや大きさなどを総合的に考慮し、画像をA (Good), B (Neutral), C (Bad) のいずれかのクラスに分類した。その結果Aが58枚、Bが56枚、Cが44枚となった。写真2（次ページ）に一例を示す

Aはほとんど傷がないのに対し、Cは大きく深いクラックが見られる。BはAとCの間である。A, B, C

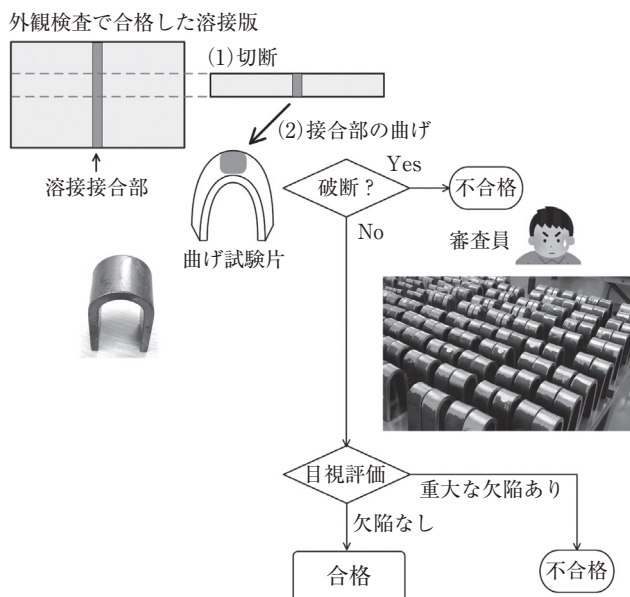


図1 曲げ試験の概要

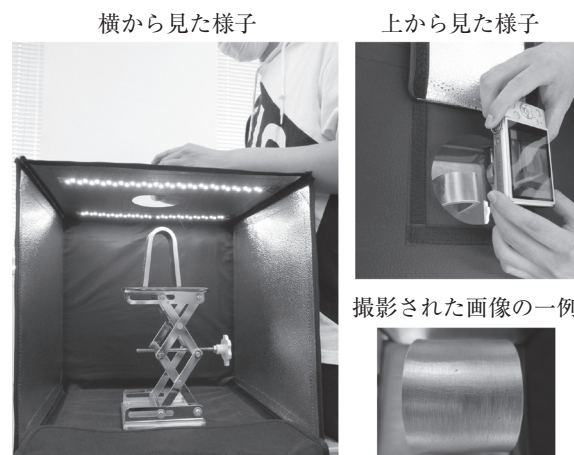


写真1 曲げ試験片の撮影

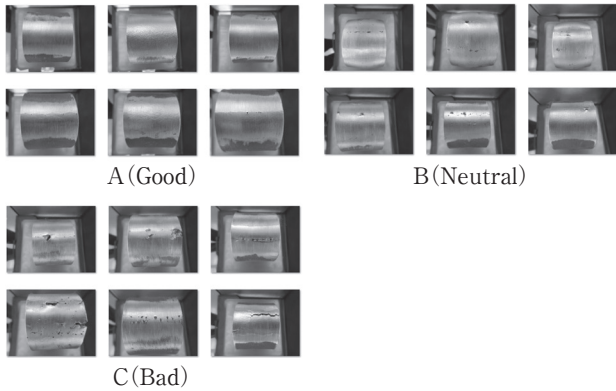


写真2 クラックに応じた画像分類

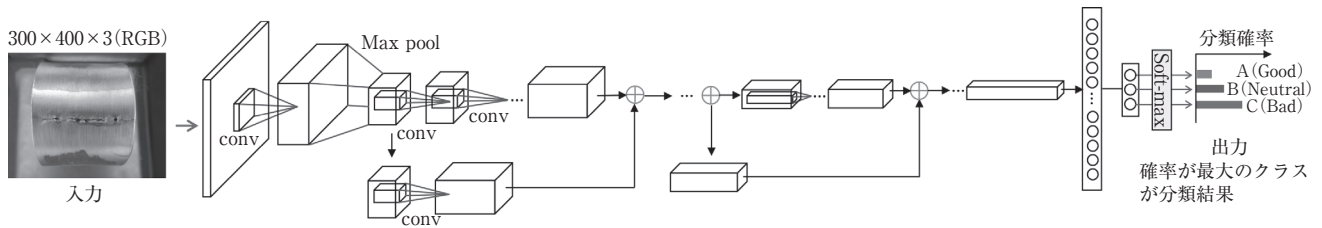


図2

の判別にはCNN (Convolutional Neural Network : 畳み込みニューラルネットワーク) を用いる。図2に示すようにCNNの入力は $300 \times 400$ のカラー画像で、出力は分類クラスである。なお、CNNの構造はResNet50と同じである。

クラスA, B, Cそれぞれから5枚をテスト用として無作為に抽出する。残り143枚でCNNの学習を行い、学習後のCNNに学習に未使用の15枚のテスト画像を入力し分類精度を確認する。これを10回行った。CNNの学習条件を表1に示す。

10回のテスト画像の分類精度の平均は77.3%であった。

### 3 主な研究成果

本研究では、CNNを用いた曲げ試験片のクラック深刻度の自動分類を試みた。77.3%の精度で分類できることが確認された。誤分類されたものを確認するとB (Neutral) がA (Good) やC (Bad) に判別されている事例が多くみられ、人間に近い判断を行っている様子が見られた。

表1

Solver	SGDM : モーメンタム項付き確率的勾配降下法
学習率	$10^{-3}$
学習反復回数	300
ミニバッチサイズ	64
Augmentation	左右反転・上下反転
CPU	Intel core i7 13700K
Main Memory	32GB
OS	Windows 11 Pro 64bit
開発言語	MathWorks, MATLAB (R2022b)
GPU	NVIDIA GeForce RTX 4090 (VRAM 24GB, 16384 cuda cores)

## 4 おわりに (今後の展望)

本取り組みでの画像分類は大まかであったが、専門家が細かい事項を基準に分類することで、より実用的なレベルでの判定に近づけることができる。またコンピュータの性能が向上すれば、CNNの入力層の解像度を大きくすることができるため、精度向上が期待される。

## 謝辞

本研究を進めるにあたって、機械学習に必要な計算機等の購入費用を助成いただいた日本溶接協会に心から感謝申し上げます。また、写真撮影に訪問した際、快くご対応いただいた四国地区溶接技術検定委員会の一井延朗様にも心から感謝申し上げます。

### 本助成に関わる研究発表等

- 1) 加藤茂, 日野孝紀, 糸野紘範, 香川福有, 久米俊作, 延原肇 : 機械学習による曲げ試験片の欠陥自動検出. 2022年度溶接学会春季全国大会 講演概要集, pp.150-151, 2022.
- 2) S.Kato et al. : Beginners' Welding Plate Evaluation Using Convolutional Neural Network. Proceedings of IIW 2022 International Conference on Welding and Joining, pp.234-237, 2022.
- 3) S.Kato et al. : Development of Portable Crack Evaluation System for Welding Bend Test. Lecture Notes in Networks and Systems, Vol.559, No.1, pp.133-144, 2022.