

# パターン認識による画像解析を用いた耐候性鋼表面の濡れ状態観測実験

徳山工業高等専門学校 ○学生会員 中原 啓太  
徳山工業高等専門学校 非会員 奥本 幸

徳山工業高等専門学校 正会員 海田 辰将  
宇部興産機械(株) 正会員 川内 康寛

## 1. はじめに

耐候性鋼板の鋼表面について、水切れ（排水性）の良い構造詳細を検討するために、鋼表面に接触させた端子間の電気抵抗を測定する形の濡れ時間測定方法が提案されている。この方法は、保護性錆を有する鋼表面の濡れ状態を電気抵抗として直接測定できるが、鋼板上の測点に端子を接触させるため、測点に濡れ領域が収束しない、端子に水滴が付着しやすい、などの問題から実際の濡れ状態と測定結果に少なからず差異が生じる。

以上のことから、本研究では、耐候性鋼表面の濡れ状況を精度良く観測するための新たな方法として、Webカメラによる鋼表面の観測画像を用いた非接触での観測を試みた。これらの画像に対し、パターン認識技術を適用した画像解析を適用することで、濡れ時間だけでなく、濡れ面積などの数値情報を抽出できる。本研究では、面取り加工を施した3種類の平板供試体の濡れ状態の観測実験を行い、濡れ時間の繰り返し精度および面取り形状寸法が鋼表面の排水性に与える影響について考察する。

## 2. 供試体および観測方法

供試体の寸法と面取り形状を図-1 にまとめて示す。鋼板は図(a)に示す通り 200mm×12mm×300mmの耐候性鋼板（SMA400AW）であり、面取り加工を施していない供試体（Type-N）と4辺全てに面取り加工を施した供試体（Type-C）がある。Type-Cは周囲4辺に図(b), (c)に示すような面取り仕上げを施しており、直線面取り（Type-C-L）、円弧面取り（Type-C-R）を施した供試体を1体ずつ準備した。供試体は今回の実験実施までに厚さ 115 μm 前後の錆を鋼表面全体に生じている。

写真-1 に濡れ状態観測実験の様子を示す。本実験では、室温、湿度、風などのわずかな変化が鋼表面の濡れ時間に影響を及ぼすことから、実験場所として徳山高専内にある建築環境実験室を用いた。この実験室には窓が無く特殊な厚い壁面で構成されており、気密性・断熱性に優れているため、長時間室温や湿度を一定に保つことができる。実験に先立ち、実験室の湿湿度を12月に12時間連続で観測したところ、生じた湿湿度の変化は室温-2℃、湿度-3%とわずかであった。また、実験中はエアコンや換気扇などは全て OFF とし、人の出入りを極力

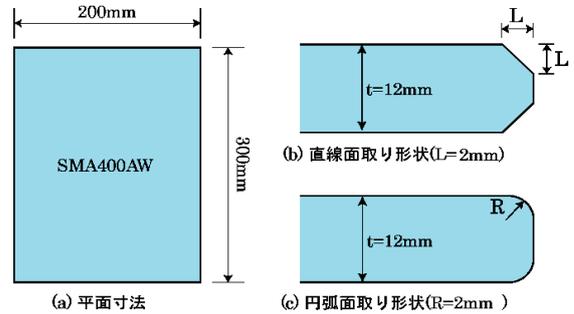


図-1 供試体寸法と面取り形状

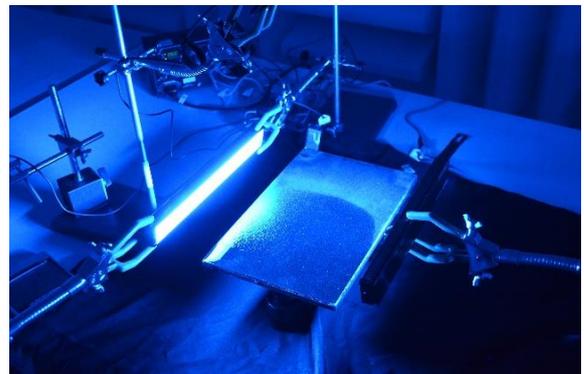


写真-1 濡れ状態観測実験の様子

避けるため、実験中の様子は、別室にネットワーク中継主することで管理している。

供試体の設置勾配をスクリージャッキを用いて 2% に設定した後、鋼材表面が十分に湿潤するよう霧吹きで精製水を吹き付け、鋼表面全体が万遍なく濡らした。

供試体の画像は、各供試体の直上に設置した Webカメラ（logicool HD Webcam C525）で1分毎にモノクロ画像として撮影されており、この解像度は 960×1280 pixels である。なお、撮影は鋼表面全体が完全に乾燥するまで継続している。また、濡れ領域を画像上で際立たせるため、実験室の照明を消した状態で供試体の左右に1台ずつ青色 LED 照明を設置し、供試体を照らした。

## 3. 濡れ状態を判断するための画像処理方法

濡れ領域の数値情報を抽出するための画像処理プログラムは、HALCON (LINX) を用いて作成した。濡れ領域と乾燥領域の境界をプログラムによって機械的に抽出するにあたり、時間経過による濡れ領域の色味の変化や形状の変化に対応するためには、すべての画像に対して1つのプログラムで処理をすることは困難であったため、

本研究では、時間とともに進行する供試体の乾燥プロセスに応じて4つのプログラムを使い分けることで、より精度の高い濡れ領域の抽出を目指した。濡れ領域を検出するまでに適用した画像処理のプロセスおよび適用前後の画像の一例を写真-2に示す。4つのプログラムは、これらの処理に用いる閾値やフィルタ、平均処理の方法がそれぞれ異なっている。写真-2(g)に、抽出した濡れ領域の境界線を元画像に重ね合せているが、実際とよく一致していることが分かる。境界線が明らかになれば、画素数ベースで画像中の任意の距離や面積といった情報が解析できる。

#### 4. 実験および解析結果と考察

濡れ状況観測実験から取得した画像全てに前述の解析を施し、得られた濡れ領域の面積  $A[\text{pixels}]$  と経過時間  $t[\text{min}]$  の関係の一例を図-2に示す。これらの実験は、1つの供試体につき、全く同じ実験条件で3回の実験を繰り返した結果を示している。いずれの  $A-t$  関係においても、250[ $\text{min}$ ]付近までは緩やかな傾きを維持した後、急激に濡れ面積が小さくなっており、ほぼ同様の傾向となっているものの、3本の  $A-t$  関係が必ずしも一致していない。これは、供試体に面取り加工が施されていないため、鋼板上の滞水が著しい上、端部に水滴も付着しやすいため、付着した水滴の位置が湿潤域の収束位置に大きな影響を与えたと考えられる。

一方、表-1にまとめた濡れ時間に着目すると、本研究で得られた各供試体の濡れ時間の一覧を示す。Type-C-Lでは、3回の実験における平均濡れ時間が100minと最も短い上、濡れ時間の変動係数も最小(4.68%)であった。この供試体は、下流端部で滞水域がほとんど形成されないことが特徴的であり、鋼板上面の排水性が最も良好な供試体といえる。Type-C-Rでは、Type-Nに比べると排水性が若干改善されているようにも見受けられるが、平均濡れ時間はType-C-Lの約2倍となっている。

一方、濡れ時間のばらつきについて、本研究と同じ供試体を用いた電気抵抗法による濡れ時間測定実験結果<sup>1)</sup>と比較すると、Type-N: 19.43% → 8.37%、Type-C-L: 16.00% → 4.68%、Type-C-R: 10.69% → 10.73%と、Type-C-R以外の供試体で大幅に減少しており、非接触で濡れ状況を観測することで、実験結果のばらつきが抑えられる傾向があることがわかった。

#### 5. おわりに

本研究では、保護性鍍を有する鋼表面の排水性を定量的に評価するため、画像解析手法を適用した。その結果、平板レベルの鋼材については、濡れ領域の境界を画像から機械的に検出できることがわかった。しかし、より正

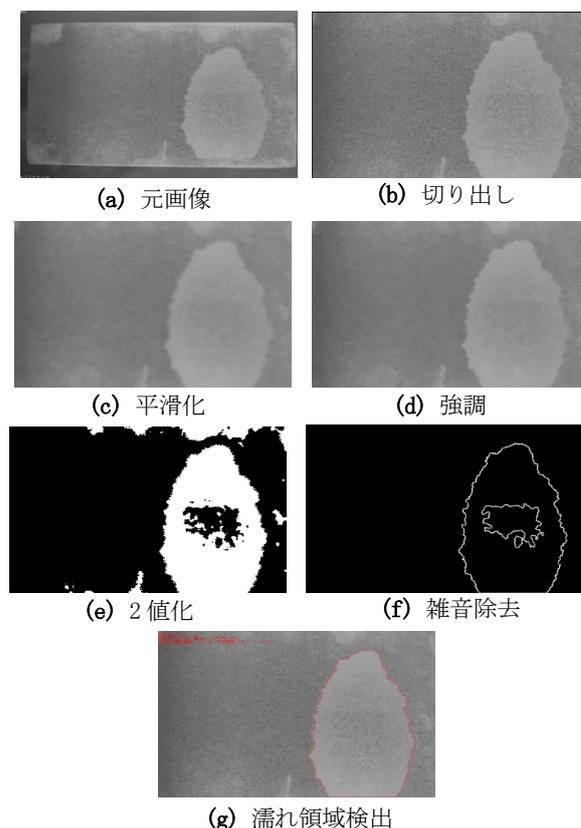


写真-2 濡れ領域検出過程の一例

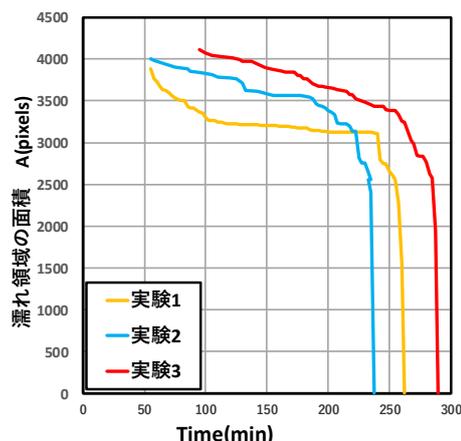


図-2 A-t関係 (Type-N)

表-1 濡れ時間の一覧 [min]

供試体	1回目	2回目	3回目	平均濡れ時間	変動係数[%]
Type-N	262	238	292	264	8.37
Type-C-L	100	108	112	106.7	4.68
Type-C-R	241	185	220	215.3	10.73

確な結果を得るためには、光源の色(波長)、あて方、光量といった照明条件が非常に重要である。屋外への適用および複雑な形状部位に対応するためには、これらの照明条件をより詳しく検討する必要がある。

#### 【参考文献】

- 1) 海田辰将, 後藤悟史, 高橋航貴, 福田友紀: 面取り仕上げによる水切れに着目した耐候性鋼板の濡れ時間測定実験, 土木学会第68回年次学術講演会講演概要集, I-190, pp. 379-380, 2013. 9.