ディープラーニングによる耐候性鋼の外観評点判定モデルの構築

(株)富士フイルム　正会員　○松本一磨　　長崎大学　正会員　中村聖三

1．はじめに

耐候性鋼材は，鋼材表面に生成される緻密なさび層（保護性さび）によって腐食原因である酸素や水から鋼材を保護し，塗装などを施さずとも長期間にわたり限定的な腐食量にとどめることが可能である．緻密なさび層は，鋼材の表面が大気中にさらされ適度な乾湿の繰り返しを受けることで生成される．しかし，周辺環境によっては緻密な保護性さびではなく層状の剥離さびが発生することにより板厚減少等の変状も報告されており，剛性の低下等にもつながると考えられるため，点検によりさびの状態を確認する必要がある．

現在の耐候性鋼の点検では，一般的に外観評点による評価が行われている．外観評点による分類基準を表 1 に示す．外観評点 5，4，3 は健全であり，外観評点 2 で経過観察が必要になり，外観評点 1 で何らかのメンテナンスが必要となる．この外観評点による方法は，点検者が目視で評価していることから点検者間での評価のばらつきが生じるという問題がある．また，熟練の点検者が時代とともに減少していることも問題となっており，簡便に正確に点検できる技術は有用である．そこで，著者らはディープラーニングを耐候性鋼の外観評点判定に適用し，AI による判定技術の構築を試みた．

表 1　耐候性鋼の外観評点の基準

外観評点	さびの状態	処置
評点 5	少量	不要
評点 4	粒径 1mm 以下で均一	不要
評点 3	粒径 5mm 以下	不要
評点 2	うろこ状	要経過観察
評点 1	層状剥離	必要

2．ディープラーニングモデルの構築

耐候性鋼材の画像とそれに対応する外観評点を教師データとして，Convolution Neural Network (CNN)を用いて入力画像を外観評点ごとにクラス分類する AI の構築を試みた（図 1）．CNN は畳み込み層やプーリング層などの「層」を組み合わせることで，高い認識性能を発揮することが知られている．今回は著者らの経験を基に複数の層を組み合わせ，層の数が 30 程度のモデルを構築した．

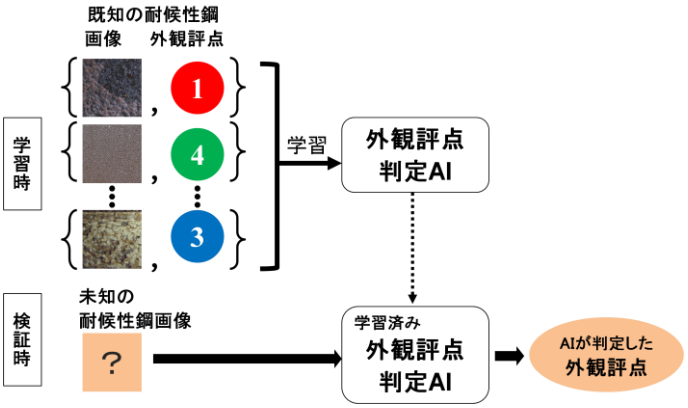

図 1　外観評点判定 AI の模式図

3．ディープラーニングに使用するデータの収集

学習には，北海道，新潟県，千葉県，岐阜県，山口県，宮崎県，長崎県の橋梁で撮影された画像を使用した．なお，今回の対象橋梁はすべて無塗装で耐候性鋼材を使用している橋梁である．画像は鋼材に正対する位置で撮影し，解像度がおおよそ等しくなるように撮影条件の調整を行った．撮影画像の例を図 2 に示す．この撮影画像をディープラーニングの学習および評価に利用するために，図 3 のような分割画像を作成した．その後，各分割画像に対して，外観評点 5，4，3，2，1 の 5 種類にクラス分けした．

外観評点ごとの分割画像の数を表 2 に示す．評点ごとに枚数に大きな偏りがあり，特に評点 5 の画像が極めて少ない．そこで，今回は評点 5 の画像を使用せず，評点 4，3，2，1 の画像を入力データとして使用した．

キーワード　ディープラーニング，機械学習，クラス分類，AI，耐候性鋼，保護性さび
連絡先　〒100-0005 東京都千代田区丸の内 1-6-5 丸の内北口ビルディング　(株)富士フイルム　TEL:03-6721-1252

© Japan Society of Civil Engineers

(a) 耐候性鋼の画像例 1

(b) 耐候性鋼の画像例 2

図 2　撮影画像の例

(a) 分割画像の例 1

(b) 分割画像の例 2

図 3　分割画像の例

表 2　外観評点ごとの分割画像の数

外観評点	5	4	3	2	1
画像枚数（枚）	3	312	2,413	94	121

４．学習実施と結果

分割画像をトレーニング画像，テスト画像に仕分けし，トレーニング画像で学習，テスト画像で学習した AI の検証を実施した．検証結果を表 3 に示す．表 3 は各評点のテスト画像に対する AI の判定結果と正答率を示している．例えば，評点 4 のテスト画像 94 枚に対して，学習モデルが評点 4 と判定した画像は 91 枚，評点 4 と判定できなかった画像は 3 枚となり正答率は 91／94 = 96.8%と求められる．表 3 から，構築した AI は高い正答率を示していることが読み取れる．評点 3 は多数の画像での学習および評価を行えたため，別の橋梁に対しても高い正答率を発揮するロバスト性が期待できる．一方，評点 4，2，1 は正答率が高い値を示しているが，ロバスト性を保証するためには学習画像とテスト画像がそれぞれ数百枚程度必要だと考えており，より多くの画像で検証が必要である．

表 3　学習モデルの検証結果

		AI による判定				各評点の正答率とテスト画像数	
		評点 4	評点 3	評点 2	評点 1	正答率（%）	テスト画像数
正解の評点	評点 4	91	3	0	0	96.8	94
	評点 3	3	627	4	3	98.1	639
	評点 2	0	0	19	1	95.0	20
	評点 1	0	1	0	24	96.0	25

５．まとめ

耐候性鋼の外観評点による評価に対して，ディープラーニングの適用を試みた．構築した AI は高い正答率を示しており，ディープラーニングを適用すれば耐候性鋼の外観評点の判定を AI で代替することが可能であることが示唆された．今後はより多くの橋梁の画像データを収集して追加学習・AI の検証を行うことで，より高い精度を実現することを目指す．

謝辞　本研究で用いた画像の一部は，山口大学の麻生稔彦教授と宮崎大学の森田千尋教授，日本鉄鋼連盟の高木優任氏から提供頂いた．ここに記して謝意を表します．

参考文献　鋼道路橋防食便覧，日本道路協会，I-21-22，2014

© Japan Society of Civil Engineers