

深層学習を用いた RC 構造物(端島 65 号棟)劣化度評価手法の検討

2215039 山田匠海
指導教員 エルドンオチル

端島 65 号棟 RC 構造物
AI 深層学習 劣化度評価

1. はじめに

端島（通称：軍艦島，写真 1¹⁾）は，日本の近代化を支えた炭鉱都市の遺構であり，2015 年に世界文化遺産に登録された。しかし，1974 年の閉山以降は無人工化し，過酷な海洋環境下で鉄筋コンクリート（RC）造建築物の劣化が極限まで進行している。文化財保存の観点から構造物の劣化状況把握が重要であり，定期に目視調査を行い，劣化程度を確認している。しかし，従来の目視調査は人的負担・調査コストが大きく，客観性の確保にも課題がある。

本研究では端島 65 号棟を対象に，目視調査時に撮影された写真を用いて，ディープラーニング（深層学習）による劣化度自動判定手法を提案する。これにより，簡便かつ高精度な劣化評価の実現を目的とする。

2. 対象建物および目視調査による RC 柱の劣化度判定

図 1 に 65 号棟の配置²⁾を示し，表 1 に 65 号棟の各棟（北・東・南棟）の竣工年を示す。65 号棟は，1945 年から 1958 年にかけて増築が繰り返された RC 造の集合住宅であり，コの字型の平面構成を持ち，地上 9 階建て（一部 10 階建て），総戸数 300 戸を超える島内最大規模の建築物である。長年の放置により，塩害に伴う鉄筋の腐食やコンクリートの爆裂，剥落が著しく進行しており，構造的な脆弱性が高まっている。

2025 年 10 月に，65 号棟において「柱」を対象に，棟内



写真 1 端島全景¹⁾

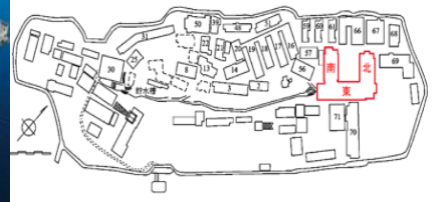


図 1 65 号棟配置図²⁾

表 1 各棟の竣工年³⁾

棟名	階数	竣工年	備考
北棟	B1+9	1945	1947 年 8,9 階増築
東棟	B1+10	1949	1952 年 10 階増築
南棟	10	1958	—

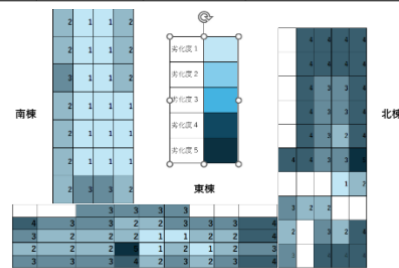


図 2 目視調査による劣化度判定結果(平均値)

各所における劣化の程度（劣化度）について目視調査を実施した。劣化度判定の写真例および判定基準を写真 2 に示す。写真 2 に示す判定基準により RC 柱の劣化度を 5 レベルに分けて，目視調査を行い，劣化度を判定した。

目視調査による 65 号棟の RC 柱の劣化度判定結果を図 2 に示す。なお，各所における RC 柱の劣化度を高さ方向の平均値を 5 レベルに分類した結果である。図によれば，各棟の RC 柱の劣化度は，竣工年早い順で大きくなっており，北棟



a) 劣化度 1

(表面のひび割れ+錆汁)



b) 劣化度 2

(中間の状況)



c) 劣化度 3

(腐食した鉄筋が露出)



d) 劣化度 4

(中間の状況)



e) 劣化度 5

(鉄筋の痕跡はあるが朽ちている)

写真 2 RC 柱の劣化度判定の写真例

の方がもっとも劣化が進行していることが確認できた。また、北棟における劣化度は、内部より外周の方がより顕著である。これは、図 1 の配置図から確認できるように北棟の外周の方が飛来塩分の影響を受けやすいことによると考えられる。

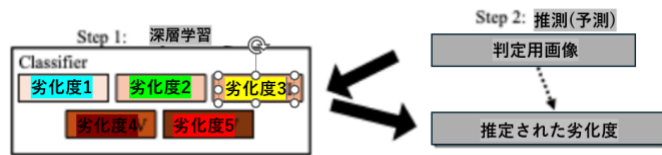


図 3 深層学習による学習・予測の流れ

3. 深層学習による RC 柱の劣化度評価

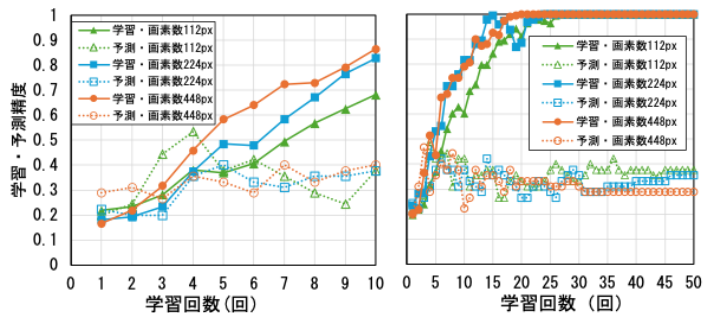
図 3 に、深層学習による学習・予測の流れを示す。本研究では、文献⁴⁾を参考にプログラムを作成し、教師あり学習で深層学習の手法を用いた。学習モデルには、一般的な手法である畳み込みニューラルネットワーク (CNN)⁴⁾を用いた。画像の分類は、目視調査により得られた全画像の劣化度を 5 劣化レベル、3 劣化レベル、2 劣化レベルに分けて、プログラムを実施し、学習・予測精度に及ぼす影響を確認した。また、学習・予測精度に及ぼす学習用写真の画素数および学習回数の影響を検討するため、画素数を 112px、224px および 448px とし、学習回数は 10 回と 50 回とした。

図 4 に、深層学習による RC 柱劣化度の学習・予測精度を示す。なお、図 4a) に画素数および学習回数 (左: 10 回, 右: 50 回) の影響を示し、図 4b) に RC 柱の劣化度レベルの分類数の影響を示す。図 4a) によれば、学習精度は学習回数の 10 回までは、画素数が大きいほど大きくなる傾向があるが、学習回数の増加に伴い、その差なくなる傾向が確認された。また、予測精度に関しては画素数の影響はほぼ見られなかった。図 4b) によれば、学習精度は十分な学習 (本研究では 20 回以上) を実施すれば、劣化度レベルの分類数の影響はほぼないことがわかる。また、予測精度は、劣化度レベルの分類数が小さくなるほど大きくなり、3 劣化レベルの場合は 0.64、2 劣化レベルの場合は 0.81 となる高い水準 (最大値は 1) に収束した。

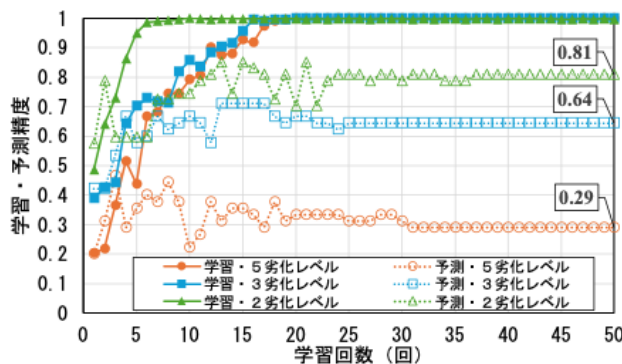
4. 本研究のまとめ

本研究では、端島 65 号棟を対象に目視調査を行い、深層学習を用いた劣化度評価手法を検討した。以下に本研究により得られた知見を示す。

- 1) 目視調査により、65 号棟の各棟に劣化の程度は、竣工年の早い順で大きくなっており、北棟の方がもっとも劣化が進行していることが確認できた。また、北棟において外周の劣化が内周より顕著に進んでいることが確認できた。
- 2) 深層学習による RC 柱劣化度の予測精度は、本研究の



a) 画素数および学習回数 (左: 10 回, 右: 50 回) の影響



b) RC 柱の劣化度レベルの分類数の影響

図 4 深層学習による RC 柱劣化度の学習・予測精度

範囲内では、十分な学習回数が確保できれば、学習・予測用写真の画素数の影響をほぼ受けないことが明らかになった。

- 3) 深層学習による RC 柱劣化度評価は、劣化度レベルの分類数が小さいほど有効であることが確認できた。本研究では、2 劣化レベルおよび 3 劣化レベルの分類において、0.6 以上なることが確認できた。

参考文献

- 1) 今本啓一ほか：軍艦島の構造物群の劣化メカニズムとその学術的価値, GBCR, Vol. 41, No.1, pp.25-32, 2016
- 2) 吉田清香ほか：端島 65 号棟を対象とした寿命予測に関する研究, 2024 年度日本建築学会関東支部研究報告集, 2025.3
- 3) 我妻幸長：「Google Colaboratory で学ぶ! あたらしい人工知能技術の教科書 機械学習・深層学習・強化学習で学ぶ AI の基礎技術」, 翔泳社, 2021