

Deep Learning によるダムコンクリートのグリーンカットの判定技術の研究

(株) 熊谷組 ダム技術部 正会員 ○沼宮内 雅人
(株) 熊谷組 ダム技術部 正会員 佐藤 英明

1. 目的

コンクリートダムの水平打継目処理（グリーンカット）の適否は、ダムコンクリート品質に大きく影響する。一般のコンクリートでは、硬化過程のブリーディングに伴って表面にレイタンスが生じるが、コンクリートが硬化する前にこれを適切に除去し新旧コンクリートの付着力を高めて一体化を図る必要がある。従来からの施工方法は、粗骨材の一部が表面に現れる程度として、打設目を1～1.5cm程度を取り除く方法が行われているが、レイタンスの除去が不十分である場合（アンダーカット）や若材齢で過剰に処理して粗骨材を緩めた場合（オーバーカット）では水平打継目の一体化が妨げられ、コンクリートダムの構造の安全性および水密性を確保する上での弱点となる可能性がある。一方、グリーンカットの適否の判断は、個人の経験に頼るところが多く個人差を伴うことから、仕上がり面の安定した評価を行う技術・指標が望まれていた。

本研究では、グリーンカットの仕上がり面の施工品質をAIで判断することで、仕上がり状況の評価を標準化する技術について可能性を検証し十分に判別できることを確認した。以下に、その概要を示す。



写真-1 グリーンカット施工状況

2. Deep Learning によるグリーンカット判定の基礎試験

(1) 対象としたコンクリート配合

基礎試験では、Gmax=80mmのダムコンクリート3種類（外部、内部（ELCM）、内部（RCD））の配合について、判別が可能か検証を実施した。

表-1に、コンクリート配合を示す。

表-1 コンクリート配合

配合区分	粗骨材 最大寸法 (mm)	単位 結合材料量 C+F (kg/cm ³)	スランプ (cm) VC値 (秒)	空気量 (%)	水結合 材比 W/(C+F) (%)	細骨 材率 s/a (%)
外部	80	210	3±1	3.5±1	52.9	30
ELCM	80	150	3±1	3.5±1	75.3	32
RCD	80	130	20±10	1.5±1	67.7	32

(2) 撮影方法

撮影仕様は、カメラと供試体の距離を50cm、分解能を約0.5mm/pixel、判定有効視野をW500mm×H400mmとした。

(3) 試験方法

供試体の型枠はφ300mmの塩ビ管を用いた。試験は、各配合のコンクリートで3種類（未カット、正常、オーバーカット）を検証した。

(4) 学習データ

学習データは、カット部毎にランダムに選出した580枚×3種類=1,740枚とした。



写真-2 グリーンカット施工状況



写真-3 供試体

Deep Learningの学習方法としては、あらかじめ学習データに正解ラベルを付けて学習する方法の教師あり学習を採用した。基礎試験では、判別の可能性を確認するため、画像データの70%を学習データとした。

(5) 検証データ

検証データとしては、全画像データ（2,494枚）から学習データを除いた754枚とした。

キーワード Deep Learning, グリーンカット, コンクリートダム, 水平打継目, AI

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 (株) 熊谷組土木事業本部 TEL 03-3235-8649

(6) 判別結果

表-2 に、判別結果を示す。判定率について、すべて 99%以上となっており固定撮影で狭いエリアの場合、Deep Learning によるグリーンカット（未カットやオーバーカット）の判定が可能であることがわかった。また、試験施工において設定する撮影仕様についても確認した。

表-2 判別結果

配合	総数	OK	判定率
外部	251	249	99.2%
ELCM	244	242	99.2%
RCD	259	258	99.6%

3. 試験施工

(1) 撮影仕様

コンクリート配合はダム工事で採用が多いELCMとした。表-3 に、撮影仕様を示す。

(2) 試験方法

幅 1m×長さ 5m の試験エリア(写真-4)を製作した。試験は、図-1 に示す 3 種類（未カット、正常、オーバーカット）を実施した。装置一式を台車に乗せて約 12.3m/min で移動させながら撮影した。

表-3 撮影仕様

距離 カメラ～供試体	50cm
分解能	約0.5mm/pixel
カメラ	2MPエリアカメラ
レンズ	焦点距離4mm
フレームレート	20fps
照明角度	40°
露光時間	2500usec
平均移動速度	12.3m/min

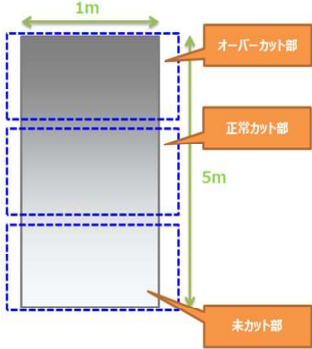


図-1 試験エリア

(3) 学習データ

学習データは、カット部毎にランダムに選出した 120 枚×3 種類=360 枚とした。Deep Learning における学習時間は、約 50 分であった。

(4) 検証データ

検証データとしては、全画像データ（1,368 枚）から学習データを除いた 1,008 枚とした。

(5) 判別結果

表-4 に、判別結果を示す。基礎試験に比べて判定率がやや低くなったが、その原因としては場所によって照明の当たり方が違うことが考えられた。そこで、学習データを見直し、学習データの偏りを無くすようにして再学習を行った。その結果、判定率は 3 種類の状態に対して 100%となった。



写真-4 試験エリア（オーバーカット部）

4. まとめ

今回実施した基礎試験および試験施工により、Deep Learning によるダムコンクリートのグリーンカット（未カットやオーバーカット）の判定が可能であることが確認できた。実施工を想定した移動しながらの試験施工においては、機器のブレが判定に影響することが明らかとなった。対策としては、計測機器にスタビライザーを取付けてブレを低減し、撮影スピードも検討する必要がある。また、照明についても配光や輝度分布により誤判定する場合があることを把握できたので、カメラや照明にも工夫が必要であることが判明した。

今後は、他環境（表面状態の違い等）による検証を経て、図-2 に示すようなグリーンカット評価システムを自走装置に搭載してダム現場において実用化を行いたいと考えている。

参考文献

- 1) 土木学会：2017 制定 コンクリート標準示方書【施工編】
- 2) 北川博一、佐藤英明：Deep Learning によるコンクリート骨材の粒径判別技術に関する基礎的研究，令和元年度土木学会全国大会第 74 回年次学術講演会，VI-1069，2019.

表-4 判別結果

状態	総数	OK	判定率
未カット	270	250	92.6%
正常	322	314	97.5%
オーバーカット	416	416	100%

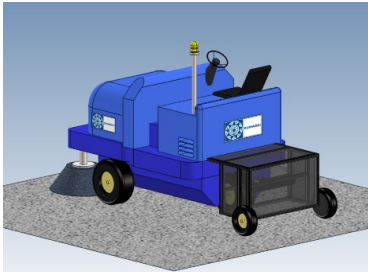


図-2 グリーンカット自走評価装置のイメージ