

## Deep Learning によるダムコンクリートのグリーンカット判定技術の現地試験

(株)熊谷組 九州支店 正 ○山崎 元気

(株)熊谷組 ダム技術部 正 沼宮内 雅人, 正 高木 秀和, フェロー 佐藤 英明

### 1. はじめに

近年の働き方改革の流れから、コンクリートダムのコンクリート打継目処理の施工性の向上、品質の確保は重要なキーワードとなってきている。現場管理者や検査担当者のグリーンカット(写真-1)の適否の判断は、個人の経験に頼るところが多く個人差が伴うため仕上がり面の安定した評価技術の指標が求められている。

そこで筆者らは、これまでグリーンカット面の評価方法について、AIによる判定の可能性の検討を行ってきた<sup>1)</sup>。

本研究では、AIでグリーンカット仕上がり面の施工品質の評価を標準化する技術について、牽引式のAI判別システムを開発し現地試験を行った。その結果、グリーンカットによる仕上がり面を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現地試験

#### (1) 対象としたコンクリート配合

現地試験では、Gmax=20mmのレディーミクストコンクリートの配合について、AIによる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

粗骨材 最大寸法 (mm)	単位 結合材料量 C (kg/m <sup>3</sup> )	スランプ <sup>a</sup> (cm)	空気量 (%)	水結合 材比 W/C (%)	細骨 材率 s/a (%)
20	257	8±1	4.5±1	64.7	48.9

#### (2) 撮影方法

撮影仕様は、カメラとコンクリート面の距離を50cm、分解能を約0.5mm/pixel、判定有効視野をW224mm×H224mmとした(表-2)。AI判定の撮影機材(以下、光学ユニットと称す)は、今回は牽引方式とした。走行エリアの画像が連続するよう、光学ユニット後輪には磁気センサを取り付け、移動距離に応じて撮影を行う機構を設けた。

表-2 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	2500μs

#### (3) 試験方法

試験は大切畑ダム(熊本県)の浸透流観測室基礎部分で実施した。光学ユニットはロードスイパーで牽引し、試験エリアは、12.2m×6.4mとし、その中の9.2m×6.4mを判定エリアとして、3種類(未カット、正常、オーバーカット)を検証した(写真-2、図-2)。



写真-2 グリーンカット判定状況

#### (4) 学習データ

学習データは、人為的に仕上げ面を正常カット683枚、未カット1,041枚、オーバーカット402枚の3種類、計2,126枚とした。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。

#### (5) 判定データ

判定データとしては、図-2に示すように9.2m×6.1mとし、8レーンに分け1レーン当たり176枚の画像を切り出し合計1,408枚とした。その中で敢えて未カットエリアを設定した。

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 〒810-0004 福岡市中央区渡辺通4-10-10 紙与天神ビル (株)熊谷組九州支店 TEL 092-721-0011

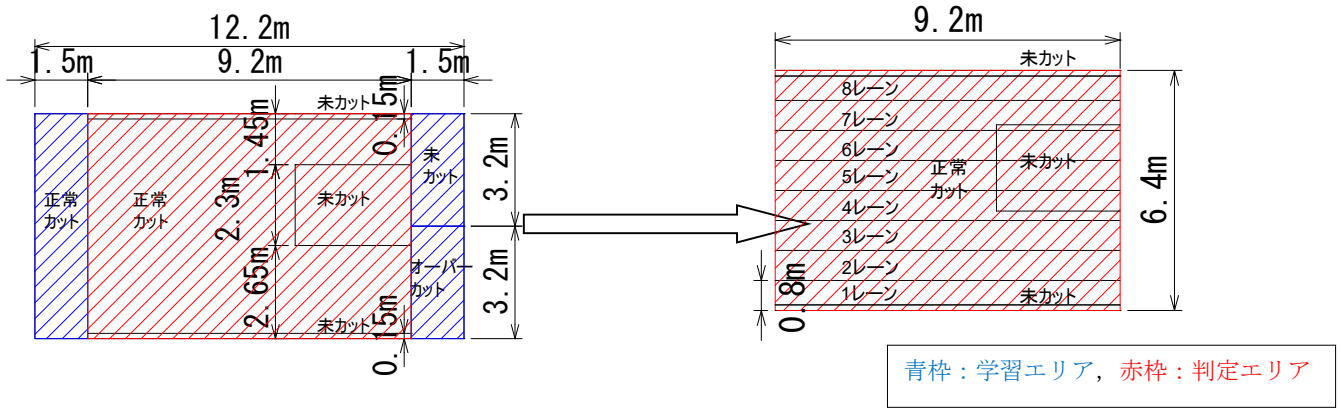


図-2 判定エリア

(6) 判別結果

図-3、表-3 に、判別結果を示す。判定率について、正常カットについて 88.4%以上となっており屋外のエリアにおいても、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。特に敢えて設定した未カット部分について判定率が 100%であり判定の精度が高かった。

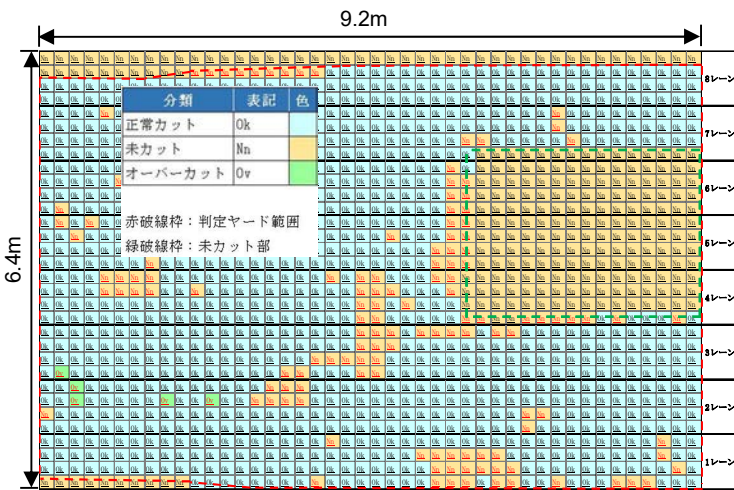


図-3 判定結果

表-3 判別結果

分類	総数 (枚)	OK (枚)	判定率 (%)
未カット	250	250	100
正常	1,158	1,024	88.4

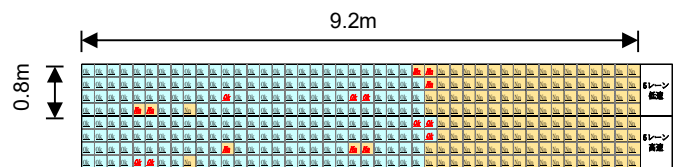


図-4 牽引速度の相違による判定結果の比較 (5 レーン)

表-4 牽引速度の違いによる判定結果の相違

判定画像数 (枚)	一致 (枚)	不一致 (枚)	一致率 (%)
176	168	8	95.5

(7) 追加判別結果

追加試験として、5 レーンにおいて牽引速度を低速 (2.4km/h) と高速 (5.0km/h) とした場合による試験を実施した判別結果を図-4、表-4 に示す。試験前の時点では高速になると振動の影響を受けるのではと考えられたが、今回の牽引方式では影響がなかった。

3. まとめ

今回実施した現地試験により、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）の屋外による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においては、前回実施した基礎試験で課題となった走行時の振動によるブレが判定に影響することに対しては、撮影機器にスタビライザを取付けてブレを低減した。また、撮影スピードについて高速でも低速と変わらず判別できることを確認できた。またもう一つの課題であった照明についても、照明位置を工夫し判定を可能とした。今後の課題として表面状態の違い、特に、表面が湛水状態の場合では光を当てると単一の色となってしまう誤判定の原因となることが判明した。打継目処理時は湛水状態になることが多々予想されるため対策が必要である。

今後は、さらに他環境による検証を経て、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) 沼宮内雅人, 佐藤英明 : Deep Learning によるダムコンクリートの判定技術の研究, 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.