

山岳トンネルにおける機械学習用切羽写真について
ー現状の写真と撮影環境および撮影方法の提案ー

(一財) 先端建設技術センター 正会員 ○木山 智裕 (株) 安藤・間 フェロー 鈴木 雅行

(一財) 先端建設技術センター 正会員 吉川 正 鹿島建設 (株) フェロー 山本 拓治

(一財) 先端建設技術センター 正会員 橋立 健司 清水建設 (株) 正会員 小島 英郷

東洋大学 正会員 曾根 真理 戸田建設 (株) フェロー 高橋 浩

1. はじめに

近年, 様々な業種において機械学習による省力化・高度化が進められており, 山岳トンネルの分野でも機械学習による切羽評価システムの開発が進められている. しかし, 多くの研究で教師データの少なさが問題となっている. 本稿では山岳トンネル現場で機械学習に使用可能な切羽写真の画像データを収集するための撮影仕様を検討した結果を示す.

2. 切羽観察写真を機械学習写真に使用する場合の課題

山岳トンネルの現場では, 1 日 1 回以上切羽観察が行われており, その際切羽観察写真が撮影されている. 9 現場から施工時の切羽観察写真を計 3679 枚入手し, 現状撮影されている切羽観察写真を機械学習に使用する際の課題を抽出した. 入手した切羽観察写真の例を写真-1 に示す. その結果, 次の5 点が課題となった. 1) 写真のコントラストや色調の変化, 2) 切羽鏡面に焦点が合っていない, 3) 手振れにより切羽が鮮明な画像になっていない, 4) 写真の画素数が小さい, 5) 影・黑板等の人工物が写り込んでいる. これらが発生する原因は次のような理由が考えられる. 1) 同一現場であっても照明設備や撮影時の照明仕様が一定でないことがあり, カメラのホワイトバランスを調整して撮影したため, コントラストや色調が変化してしまった. 2) 黑板等他の場所に焦点をあわせて撮影したため, 切羽鏡面に焦点が合わなかった. 3) シャッタースピードが遅くなり, 手振れが発生した. 4) 電子納品の基準にあわせて CALS モードで撮影した. 5) 人工物がある状態で撮影した. このうち, 5) を除く 4 つの課題について, 切羽観察写真を機械学習写真に使用できる撮影仕様を検討した.

3. 撮影実験の実施

撮影仕様の検討にあたり, 3 現場において撮影実験を行った. 撮影実験を行った各現場における切羽照明仕様を表-1 に示す. 撮影実験を行った 3 現場だけを見ても, 各現場で切羽撮影時の照明仕様が大きく異なり, 切羽鏡面の照度も 70Lx~340Lx とバラツキが大きかった. 今回の撮影実験では, 各現場での照度の違いに対し, 後から色補正を行うことができるよう, 切羽に色見本(図-1 参照) を設置して撮影を行った. また, 撮影時に手振れ

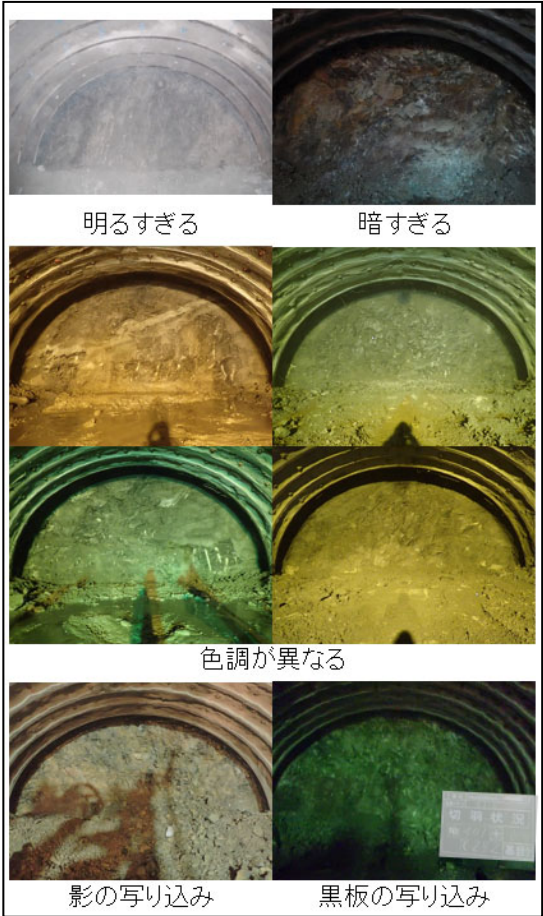


写真-1 現状の切羽観察写真の例

表-1 撮影実験時の切羽照明仕様

	現場イ	現場ロ	現場ハ
天端照明	— (120m)	○ 1基(50m)	○ 2基ずつ (25m,35m,45m)
側壁照明	—	—	○ 1基×2箇所 (15m)
ジャンボ照明	○ (20m)	○ (30m)	—
写真撮影用照明	○ (15m)	—	—
切羽照度	70Lx	90Lx	340Lx

※()内は切羽鏡面からの距離

キーワード 山岳トンネル, 切羽写真, 撮影要領(案), 機械学習, AI 解析

連絡先 〒112-0012 東京都文京区大塚 2-15-6 (一財) 先端建設技術センター TEL 03-3942-3991

を軽減するために三脚を使用した。

撮影した3現場の写真例を写真-2に示す。撮影実験は安全を考慮し、吹付け後に撮影したため、切羽の割れ目は確認できなかったが、切羽の凹凸が写真から確認でき、機械学習写真としても使用可能と考えられる。なお、現場ハは色見本の黄色と黄緑の部分が白くなり色の判別が出来なくなっている。これは、切羽付近の照度が高かったためと考えられ、照度の設定に上限を設ける必要があると考えられる。

4. 色補正の実施

現場イの同一切羽でホワイトバランスを変えて撮影した写真および色補正後の写真を写真-3に示す。撮影後色見本を使用して補正した写真は、右の補正前写真にあった青みが消え、基準写真に近い色合いに補正できており、色見本によって色補正を行うことは可能であるといえる。

5. 撮影要領の提案

撮影実験により得られた結果から、山岳トンネル切羽写真撮影要領を図-2に案としてとりまとめた。なお、切羽撮影に三脚を使用した場合でも、シャッターボタンを押すことにより手振れが生じる場合がある。足場が悪い場合にはレリーズやセルフタイマーを使用して対策する必要がある。切羽の照度については今回の撮影時の実績から適切な範囲を設定した。

6. おわりに

以上より、切羽写真の撮影仕様を定めることで、機械学習写真に使用できる切羽写真の取得および教師データの増加が可能と考えられる。

今後の課題として、岩種、劣化度、割れ目の状態等の異なる条件下で今回の撮影実験と同様の結果が得られるか確認する必要がある。また、色見本の規格についての検討および、切羽撮影用照明設備を含めた撮影時照度の適切な範囲についてのさらなる検討が必要であると考えられる。なお、本報告は国土交通省の建設技術研究開発助成制度の成果および（一財）先端建設技術センターの自主研究の一部である。

参考資料：トンネル地山等級判定マニュアル（試行案），平成28年7月，国土交通省近畿地方整備局



	黒	青	シアン	緑	白	黄	マゼンタ	赤
R	0	0	0	146	255	255	204	255
G	0	112	176	208	255	255	0	0
B	0	192	240	80	255	0	153	0

図-1 色見本(例)

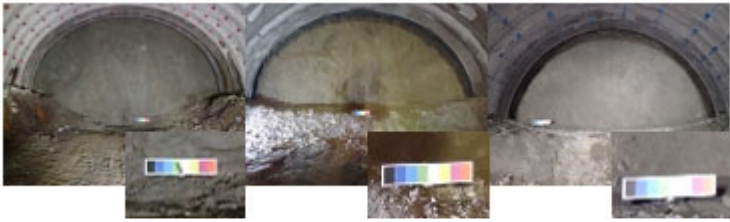


写真-2 撮影実験結果
(左：現場イ 中央：現場ロ 右：現場ハ)

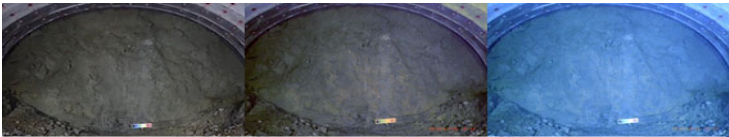


写真-3 色補正結果
(左：基準写真 中央：補正後 右：補正前)

山岳トンネル切羽写真撮影要領(案)

1. 撮影準備

①撮影は最低でも1200万画素以上の画素数で撮影する。

②三脚を利用して手振れを防ぐ。

③撮影はAUTOモードに設定することとする。

④データ形式はJPEGとする。

⑤色見本を切羽から5m程度離して設置する。

2. 撮影時の留意点

①切羽正面および左右の支保工付近から切羽の全体が入るように撮影する。

②切羽の天端、左右の肩を撮影する。

③ズームは原則使用しない。
ただし、ズーム撮影した場合でも1200万画素を確保できる場合を除く。

④投光器等により切羽を照らす。撮影時の照度は70～150Lxとする。

⑤フラッシュは使用しないものとする。

⑥切羽鏡面に焦点をあわせる。

図-2 撮影要領(案)の提案