

災害初期対応を想定した油圧ショベル搭乗操作におけるオペレータ視点について

国立研究開発法人 土木研究所 正会員 ○西山 章彦
 国立研究開発法人 土木研究所 正会員 茂木 正晴
 国立研究開発法人 土木研究所 正会員 橋本 毅
 国立研究開発法人 土木研究所 正会員 藤野 健一

1. 背景及び研究目的

東日本大震災を含め世界的大規模災害の頻発により、災害対策意識が高まっている。危険な箇所でも安全に施工できる無人化施工は災害対策技術として有効であるが、機器の設置に時間が掛かり作業効率も大きく低下するため、災害初期対応の用途としては課題が多い。土木研究所では、無人化施工における災害初期対応の迅速化、コスト縮減、作業効率の向上を目的とし、機械単体で現場投入可能な無人化施工システムにおける車載カメラシステム改善について検討を行っているところである。

本研究の目的は、前述の検討に必要な基礎情報として、搭乗操作時においてオペレータが必要な視覚情報の実態を把握することにある。このために、災害初期対応を想定した油圧ショベルの搭乗動作実験を行い、オペレータの操作中の視点を計測し整理を行った。

2. 実験方法

災害現場までの走行路確保(障害物の除去)や傾斜地での作業足場の確保を想定した動作として、図1のフィールド内で以下～に規定した動作を油圧ショベルによる搭乗操作にて行った。狭隘部走行 障害物除去(倒木除去を想定) 溝掘(排水路造成を想定) 溝埋め戻し(走行路陥没への対応を想定) 上部(下部)からの法面整形(搬出路造成を想定) 坂道走行

本実験は、建設機械操作経験5年以上の熟練オペレータにより行い、作業時における注視点を視線計測装置(NAC社製EMR-9)により記録した。

3. 実験結果

実験方法で述べた～の作業における特徴的な箇所について抽出し、オペレータの注視パターンについて図-2～図-13のとおり整理して、各箇所におけるオペレータの注視パターンの特徴について記述した。

【狭隘部走行(右カーブ)】視線を右下に向けて、旋回を中心となる右キャタピラ先端部の状況を確認している。中央部にあるバケット下付近の轍の状況を確認しつつ走行している。また、短時間であるが周囲の状況も確認している。

【狭隘部走行(直進)】画面中央部の轍と画面下部左キャタピラ先端部を交互に確認しつつ走行している。時折、左の障害物と轍及びキャタピラの位置関係の確認を行っている。【狭隘部走行(左カーブ)】左キャタピラ先端と前方の轍の位置を確認しながら走行している。また時折、左側障害物とキャタピラが衝突しないよう確認している。

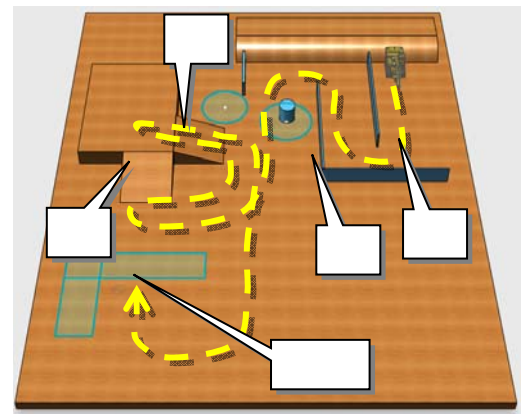


図-1 実験フィールド概要

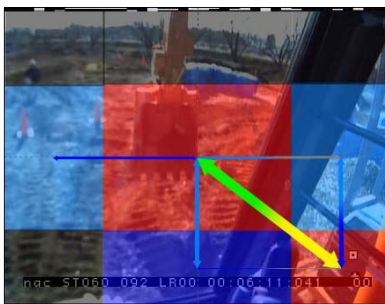


図-2 狭隘部走行(右カーブ)

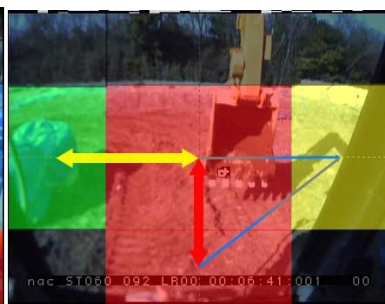


図-3 狭隘部走行(直進)

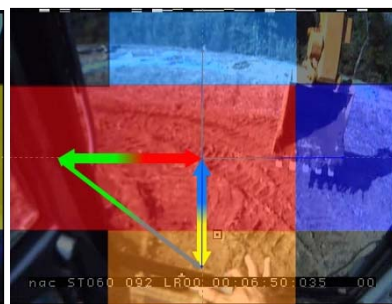
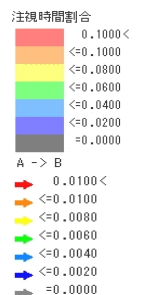


図-4 狭隘部走行(左カーブ)



【障害物除去】バケットと障害物が接する箇所及び障害物の移動先を注視している。【坂道走行(登り)】左キャタピラ先端と轍の確認、バケットと上り坂の先を交互に確認している。時折、右キャタピラ先端と轍の確認をしている。【坂道走行(下り)】主にバケットと地面が接触しないよう確認している。轍と左キャタピラ先端部の確認も頻繁に行っている。

キーワード 無人化施工技術、災害、建設機械、油圧ショベル

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6号(国研)土木研究所技術推進本部先端技術チーム TEL029-879-6757

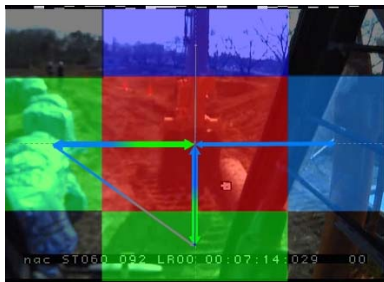


図-5 障害物除去



図-6 坂道走行（登り）

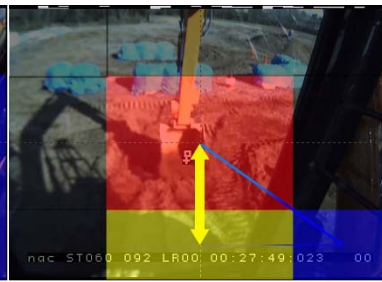
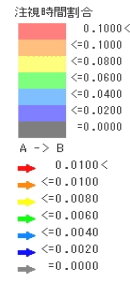


図-7 坂道走行（下り）



【法面整形(掘削)】左右の旋回時にバケットの旋回先を確認しているが、ほぼバケット先端部のみを注視している。
 【法面整形(放土)】バケット先端部のみを注視している【法面整形(叩き/下から)】叩く場所の付近を事前に確認した後、バケットをそこへ移動させている。実際叩いている途中は、バケット先端を注視している。

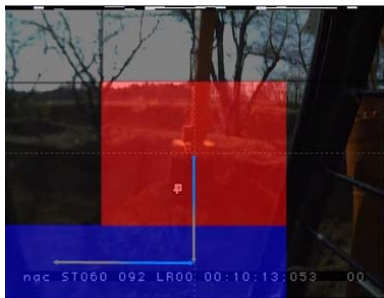


図-8 法面整形（掘削）



図-9 法面整形（放土）

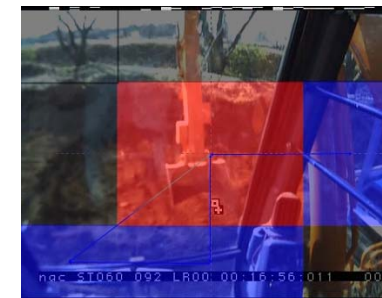
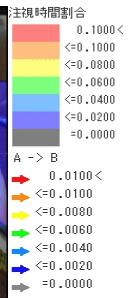


図-10 法面整形（叩き/下から）



【法面整形(叩き/上から)】基本的な注視パターンは下からの作業と同様。但しキャタピラを微操作する場合は、本体が落下しないように左下、右下に見えるキャタピラ両端部を確認している。【縦溝埋め戻し】溝の幅とバケットの幅の確認を行っている。バケットを開いて放土する際には、バケット先端部を注視している。【縦溝埋め戻し】旋回時に放土する箇所とバケットを交互に確認。縦溝のときと同様に、バケットを開いて放土する際にはバケット先端部を注視している。

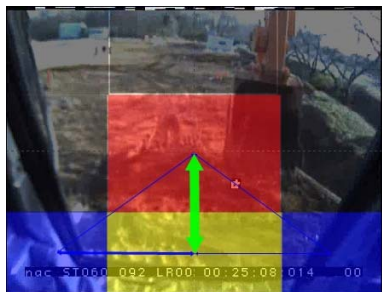


図-11 法面整形（叩き/上から）

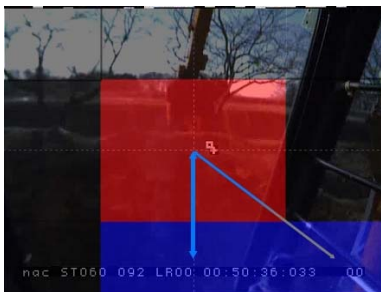
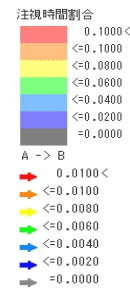


図-12 縦溝埋め戻し



図-13 横溝埋め戻し



4. まとめと考察

旋回と走行を含まない作業については、殆どバケット先端部を注視している。狭い場所での走行については、キャタピラの両端部を確認しながら作業を行っている。旋回時には旋回方向の先を確認しつつ作業を行っている。バケットに土を入れている状態では、バケットから殆ど目を離していない。

バケットとキャタピラ先端部、進行方向先、旋回先が作業に共通して多く見られる注視点であると考えられる。

5. 今後の課題

今回はオペレータの視点のみに着目してデータの収集及び整理を行った。今後はオペレータの作業中の頭部の向きについても計測し、今回と同様の作業についてどのような頭部動作パターンで作業をしているかを把握し、無人化施工における車載カメラシステム改善検討（カメラ運台の性能向上等）についての基礎情報としたい。

参考文献

1) 茂木正晴, 油田信一, 藤野健一: 油圧ショベルの遠隔操作による作業の効率評価のためのモデルタスクの提案, 建設機械施工論文, Vol. 66, No. 8, pp. 71 ~ 79, 2014 西山章彦, 茂木正晴, 藤野健一: 油圧ショベル無人化施工の遠隔操作と搭乗操作における操作者視点の比較に関する研究, 第 12 回建設ロボットシンポジウム.