

衛星測位情報を利用して自動走行する草刈機(ロボット草刈機)における危険源及び危険状態に関する整理表

注: 検討対象としたロボット草刈機の作業(作業条件)及び機体のイメージ

作業対象地	畑状態の農耕地及びそれに付帯する畦畔等
対象草種	草丈が概ね1m以下の雑草
機体	全高概ね1m以下
操縦方式	自動走行と遠隔操作の切り替えが可能であること
乗用設備	乗用設備を有しないこと

場面 (危険源と潜在的効果)	顕在化の原因	危険状態及び危険事象の詳細
I 草刈り作業領域内に侵入した第三者等及び使用者への被害		[草刈り作業領域内に立ち入った第三者や使用者がロボット草刈機と接触・押倒され、巻き込まれ及び飛散物との衝突]
ロボット草刈機による押倒され、巻き込まれ及びロボット草刈機からの飛散物との衝突による傷害 等	○使用者の設定ミス(経路情報の入力ミス)	○使用者の設定ミスによりロボット草刈機が想定コースから外れ、押倒され、巻き込まれる
	○使用者の監視不足又は不能(よそ見、草に隠れて見えない、起伏で見えない、体調不良等)	○使用者の監視不足により、第三者の認識に失敗し、押倒され、巻き込まれる ○使用者が監視や回避措置(停止措置)ができず、押倒され、巻き込まれる
	○緊急時の危機回避操作の失敗(使用者の技量不足、遠隔操作装置(リモコン)見失い)	○使用者は第三者を発見したものの、回避措置(停止措置)に失敗又は遅れによりが押倒され、巻き込まれる
	○障害物検知機器の不具合	○障害物検知機器の不具合により、ロボット草刈機が停止せず、押倒され、巻き込まれる
	○遠隔操作装置(リモコン)、通信機器の不調	○使用者が回避措置(停止措置)を取ったものの、ロボット草刈機が停止せず、押倒され、巻き込まれる
	○衛星情報等の捕捉不足	○ロボット草刈機の衛星情報等の受信機の不具合その他の原因により位置把握に失敗し、走行ルートから外れて、押倒され、巻き込まれる
	○基地局の不具合	○基地局の故障、停止、誤設置等により正しい補正情報が得られなくなったことにより位置把握に失敗し、走行ルートから外れ、押倒され、巻き込まれる
	○電磁的妨害	○電磁的妨害により使用者との通信が遮断され暴走し、押倒され、巻き込まれる
	○動作モード切り替えの不具合	○ロボット草刈機の遠隔操作(リモコン)時に自動走行モードに切り替わることにより、遠隔操作が不可能となり暴走し、押倒され、巻き込まれる
	○動力遮断時	○急傾斜地等で使用中に動力が遮断、ロボット草刈機が傾斜方向に動き押倒され、巻き込まれる
	○傾斜経路、段差	○ロボット草刈機の滑り等で経路を外れ、押倒され、巻き込まれる
○ロボット草刈機からの飛散物	○石礫等飛散物が衝突する	
II 作業領域外への暴走による使用者・第三者への被害		[作業領域外に暴走したロボット草刈機により第三者や使用者がロボット草刈機と接触・押倒され、巻き込まれ及び飛散物との衝突]
ロボット草刈機による押倒され、巻き込まれ及びロボット草刈機による工作物の破損及び飛散物による傷害 等	○使用者の設定ミス(経路情報の入力ミス)	○使用者の設定ミスによりロボット草刈機が想定コースを外れ、作業領域外に暴走して、押倒され、巻き込まれる
	○使用者の監視不足 又は不能(よそ見、草に隠れて見えない、起伏で見えない、体調不良等)	○使用者による暴走の発見の失敗又は遅れにより、経路外に暴走して、押倒され、巻き込まれる
	○緊急時の危機回避操作の失敗(使用者の技量不足、遠隔操作装置(リモコン)見失い)	○使用者は暴走を発見したものの、回避措置(停止措置)に失敗又は遅れにより、押倒され、巻き込まれる
	○障害物検知機器の不具合	○障害物検知機器の不具合により、ロボット草刈機が停止せず、押倒され、巻き込まれる
	○遠隔操作装置(リモコン)、通信機器の不調	○使用者が回避措置(停止措置)を取ったものの、ロボット草刈機が停止せず、経路外に暴走して、押倒され、巻き込まれる
	○衛星情報等の捕捉不足	○ロボット草刈機の衛星情報等の受信機の不具合その他の原因により位置把握に失敗し、経路から外れて、押倒され、巻き込まれる
	○基地局の不具合	○基地局の故障、停止、誤設置等により正しい補正情報が得られなくなったことにより位置把握に失敗し、経路から外れて、押倒され、巻き込まれる
	○電磁的妨害	○電磁的妨害により使用者との通信が遮断され暴走し、押倒され、巻き込まれる

場面 (危険源と潜在的効果)	顕在化の原因	危険状態及び危険事象の詳細
	○動作モード切り替えの不具合	○ロボット草刈機の手動走行時に自動走行モードに切り替わることにより、手動操作が不可能となり暴走し、押倒され、巻き込まれる
	○動力遮断時	○使用中に動力が遮断し、ロボット草刈機が惰性で動き、押倒され、巻き込まれる
	○傾斜経路	○ロボット草刈機の滑り等で経路を逸脱し、押倒され、巻き込まれる
	○ロボット草刈機からの飛散物	○石礫等飛散物が衝突する
Ⅲ 作業領域内の機体からの飛散物による領域外にいる使用者・第三者への被害		[作業領域内の機体からの飛散物と衝突]
石礫等飛散物による傷害	○ロボット草刈機からの飛散物	○石礫等飛散物が衝突する
Ⅳ 非定常作業時の使用者等への被害		[非定常作業時におけるロボット草刈機の意図せぬ動きによる使用者等が回転部に巻き込まれ鋭利部との接触による切断・断裂等受傷]
ロボット草刈機による回転部への巻き込まれ鋭利部との接触による切断・断裂等	○停止措置が不十分	○使用者が取った停止措置が失敗又は不十分だったことによりロボット草刈機が動き、接触、受傷
	○遠隔操作装置(リモコン)の誤操作	○使用者が遠隔操作装置(リモコン)を誤操作し、停止措置を解除したことによりロボット草刈機が動き、接触、受傷
	○遠隔操作装置(リモコン)、通信機器の不調	○使用者が停止措置をとったものの、遠隔操作装置(リモコン)や通信機器の不調により、停止措置が失敗又は不十分となり、接触、受傷
	○電磁的妨害	○電磁的妨害によりロボット草刈機が動き、接触、受傷
	○部品等の破損	○部品等が破損したことにより通常操作が行えなくなったロボット草刈機の確認作業中の意図せぬ動き、接触、転落、受傷
	○スリップ等を生じ易い経路条件	○スリップ等によりロボット草刈機が意図せぬ方向に動き、接触、受傷
	○刈刃部分の詰まり	○刈刃に詰まった草等を除去したら刈刃が動き出し、受傷
	○始動時の確認不足	○ロボット草刈機始動時に、使用者(監視者)が確認を怠り発進させ接触・衝突、受傷
Ⅴ 用途外使用による使用者等への被害		[用途外使用時におけるロボット草刈機と使用者等とへ傷害]
ロボット草刈機による接触 回転部への巻き込まれ 鋭利部との接触による切断・断裂等	○使用者以外の使用	○ロボット除草機の貸与、譲渡、中古販売、盗難等により、使用者訓練を受けないまま自動走行を行うことによる事故の発生
	○用途外使用	○ほ場外を自動走行させる、ロボット草刈機の軽トラ等への積み下ろしを自動走行モードで行う、想定外の作業機を装着するなど、用途外の使用による事故の発生
	○改造	○改造等により、ロボット草刈機の安全機能が無効化されることによる事故の発生

衛星測位情報を利用して自動走行する田植機(ロボット田植機)における危険源及び危険状態に関する整理表

革新工学研究センターが開発したロボット田植機をモデルとしてリスクアセスメントを行い、ロボット田植機の危険源及び危険状態に関する整理表として下記にまとめた。田植作業中のほ場に第三者が侵入する可能性は、トラクターと比較してどうか、苗補給、補植など補助者との衝突の可能性などが主に論議された。今後、実証試験を通じて具体的な安全確保策を検討する必要がある。

場面 (危険源と潜在的効果)	顕在化の原因	危険状態及び危険事象の詳細(ハザード)
I ほ場内にいる補助者への被害		[ほ場内に立ち入った補助者とロボット田植機との接触]
ロボット田植機による押しつぶされ 巻き込まれ 等	○使用者と補助者との連携ミス	○使用者と補助者との間で作業に対する情報共有が不十分であったために、補助者がロボット田植機の経路内に侵入し接触
	○使用者の監視不足(他の作業への過度な集中、よそ見、体調不良等)	○使用者の監視不足により、補助者の発見が遅れ、接触
	○緊急時の危機回避操作の失敗(使用者の技量不足、リモコン等の見失い、落下)	○使用者が補助者を発見したものの、回避措置(停止措置)の失敗又は遅れにより接触
	○接近検知センサーの不具合	○接近検知センサーの不具合により、ロボット田植機が停止せず、接触
	○リモコン等、通信機器の不調	○使用者が回避措置(停止措置)を取ったものの、リモコン等の故障もしくは通信不調等によりロボット田植機が停止せず、接触
	○衛星情報等の不足	○受信機の不具合、その他の原因により位置把握に失敗し、走行経路からの逸脱による接触
	○GNSS基地局の不具合	○基地局の故障、停止、誤設置、移動等により正しい衛星情報が得られなくなったことにより位置把握に失敗し、走行経路から逸脱
	○電磁的妨害・障害	○電磁的妨害・障害により使用者との通信が遮断され暴走、接触
	○制御器の故障、不調	○アクチュエータ等制御機器が指令通りに動作せず接触
○制御ソフトのバグ、不調	○制御ソフトのバグや論理の誤り等により、想定外の動きをすることで生じる接触	
○動作モード切り替えの不具合	○ロボット田植機の手動走行時に自動走行モードに切り替わることにより、手動操作が不可能となり暴走、接触	
II ほ場外への暴走による使用者・補助者・第三者への被害		[ほ場外に暴走したロボット田植機と使用者・補助者・第三者との接触]
ロボット田植機による押しつぶされ 巻き込まれ、工作物の破損 等	○使用者の設定ミス(ほ場・経路情報の入力ミス)	○使用者の設定ミスによりロボット田植機が想定した経路を外れて暴走、接触
	○使用者の監視不足(他の作業への過度な集中、よそ見、体調不良等)	○使用者の監視不足により、ロボット田植機の状態を認識できず、監視や回避措置(停止措置)が行われず暴走、接触
	○緊急時の危機回避操作の失敗(使用者の技量不足、リモコン等の見失い、落下)	○使用者がロボット田植機の状態を認識したものの、回避措置(停止措置)の失敗又は遅れにより接触
	○接近検知センサーの不具合	○接近検知センサーの不具合により、ロボット田植機が停止せず、接触
	○リモコン等、通信機器の不調	○使用者が回避措置(停止措置)を取ったものの、リモコン等の故障もしくは通信不調等によりロボット田植機が停止せず、ほ場外に暴走して接触
	○衛星情報等の捕捉不足	○受信機の不具合その他の原因により位置把握に失敗し、ほ場から逸脱

場面 (危険源と潜在的効果)	顕在化の原因	危険状態及び危険事象の詳細(ハザード)
	○GNSS基地局の不具合	○基地局の故障、停止、誤設置、移動等により正しい衛星情報が得られなくなったことにより位置把握に失敗し、ほ場から逸脱
	○電磁的妨害・障害	○電磁的妨害・障害により使用者リモコンとの通信が遮断され暴走、接触
	○制御器の故障、不調	○アクチュエータ等制御機器が指令通りに動作せず接触
	○制御ソフトのバグ、不調	○制御ソフトのバグや論理の誤り等により、想定外の動きをすることで生じる暴走、接触
	○動作モード切り替えの不具合	○ロボット田植機の手動走行時に自動走行モードに切り替わることにより、手動操作が不可能となり暴走、接触
Ⅲ 非正常作業時の使用者等への被害		[非正常作業時におけるロボット田植機の意図せぬ動きによる使用者等との接触]
ロボット田植機による 押しつぶされ 巻き込まれ 回転部への巻き込まれ 鋭利部との接触による切断・断裂 衝突による打撲 ロボット田植機からの落下等	○リモコン等の誤操作	○併発で予備苗載せ台に苗補給を行う際等、使用者がリモコン等を誤操作し、停止措置を解除したことにより、ロボット田植機が動き、使用者及び補助者に接触 ○ロボット田植機に乗車して苗載せ台に苗補給を行う際等、使用者がリモコン等を誤操作し、停止措置を解除したことにより、ロボット田植機が動き、使用者及び補助者が機械から転落
	○リモコン等、通信機器の不調	○使用者が停止措置をとったものの、リモコン等の故障もしくは通信不調等により、停止措置が失敗又は不十分となり、苗補給等を行う使用者及び補助者等に接触
	○電磁的妨害・障害	○電磁的妨害・障害により使用者との通信が遮断され暴走、苗補給等を行う使用者及び補助者等に接触
	○部品等の破損等	○部品等が破損したこと等により通常運転が行えなくなったロボット田植機の確認作業時、ロボット田植機が意図せぬ方向に動き、接触
	○走行開始時の確認不足	○ロボット田植機の始動時、ロボット田植機への苗補給時等に、使用者(監視等補助者)が確認を怠り、発進させて接触・衝突
Ⅳ 不適切な使用による使用者等への被害		[不適切使用時におけるロボット田植機と使用者等との接触]
ロボット田植機による押しつぶされ 巻き込まれ 回転部への巻き込まれ 鋭利部との接触による切断・断裂 衝突による打撲 等	○使用者以外の使用	○ロボット田植機の貸与、譲渡、中古販売、盗難等により、使用者訓練を受けずに自動走行を行うことによる事故の発生
	○用途外使用	○ほ場外を自動走行させる、ロボット田植機のトレーラ等への積み下ろしを自動モードで行う、想定外の作業機を装着するなど用途外の使用による事故の発生
	○改造	○改造等により、ロボット田植機の安全機能が無効化されることによる事故の発生
	○使用者がロボット田植機に乗車して、苗補給等に集中	○苗補給等に集中するあまり注意不十分となり、機械から転落