

# 農業機械の安全性能アセスメント委託事業

## 調査報告書

事業実施年度： 令和4年度

事業実施体名：

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

農業機械研究部門



## 目 次

項目	頁
はじめに	1
1. 評価検討会の設置等	2
1) 評価検討会の設置	2
2) 評価検討会の開催	3
(1) 第1回評価検討会	3
(2) 第2回評価検討会	5
(3) 第3回評価検討会	10
2. 農用運搬車の試験手法の確立	14
1) 対象とする事故形態	14
2) 供試機の選定	16
3) 転落・転倒に対する安全性の試験手法	18
(1) 試験手法	18
(2) 試験結果	19
4) 挟まれ・ひかれに対する安全性の試験手法	21
(1) 供試機の構造	21
(2) 試験手法	23
(3) 試験結果	27
3. 農用運搬車の評価手法の確立	29
1) 市販農用運搬車のメーカー調査を通じた実態把握	29
2) 転落・転倒に対する安全性の評価手法	30
3) 挟まれ・ひかれに対する安全性の評価手法	32
謝 辞	33
参考資料	34
1. 第1回評価検討会資料	
2. 第2回評価検討会資料	
3. 第3回評価検討会資料	



## はじめに

近年の我が国の農業が直面している大きな課題の1つが、農作業事故の多発が続いていることである。農林水産省の統計によると、令和3年には242件の農作業死亡事故が発生しており、就業者10万人当たりの死亡事故件数は、全産業平均の約8倍に及ぶ。このような現状を鑑みると、農業者の生命、経営ひいては我が国農業の持続性を守るためには、早急に農作業事故による被害を大幅に低減させなければならず、特に、全体の約7割を占める農業機械による事故への対策として、安全性が高い農業機械の開発と普及の必要性がこれまで以上に高まっている。

これを実現するためには、市販機種 of 安全性能を評価し、安全水準を関係者に広く明らかにしたうえで、安全性能の基準を見直していくことにより、メーカーに対し安全性の高い農業機械の開発を促すとともに、農業者が安全性の高い農業機械を選択しやすい環境を整備することが重要である。

このような状況のもと、令和4年度には農林水産省「農業機械の安全性能アセスメント委託事業」において、将来的な市販機の安全性能の評価に向け、そのための試験手法の確立と評価基準の策定等の評価手法の確立が図られることとなり、対象として、事故の件数及び傷害の程度がともに高い水準にある農用運搬車が選定された。

農研機構は、本事業の実施者として選定され、我が国における農業機械の安全性に関する代表的な研究者である東京農業大学田島教授を座長として、農業者、労働安全の専門家、機械安全の専門家及び産業界から検討委員としてのご参加をいただき、様々な視点からのご議論とご指導を賜りながら本事業を推進してきた。

その成果として、本事業で対象とすべき事故の形態が同定され、さらに、これらに対する安全性能の試験手法と評価手法が、他産業・他機種における既往成果を参照しながら、開発され、実機において検証された。

本報告書は、この取組の経緯とその成果について概要を述べるものである。今後、本事業の成果が幅広く活用され、関係者の努力によって適正な安全性能を有する農用運搬車が製造され、さらにそれらの価値が適切に農業者に伝わることによって、広範に普及することを通じて、農作業事故が減少し、多くの農業者の安全・安心とウェルビーイングの実現につながることを心から祈念する。

令和5年3月

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農業機械研究部門  
所長 天羽 弘一

## 1. 評価委員会の設置等

### 1) 評価委員会の設置

農業機械の安全性能アセスメント委託事業（以下、本事業）は、仕様書に基づき、農用運搬車を対象に、安全性能評価を行うための試験手法の確立及び評価基準の策定等の評価手法の確立を目的に、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構農業機械研究部門（以下、農機研）を実施者として、実施された。

本事業の実施においては、農機研が有する農業機械の安全性評価技術に加え、農業者、学識経験者、専門研究機関に所属する研究者、対策において先行する産業安全の専門家及び製造者といった、関連分野の幅広い人材から、助言、指導及び知見の提供を得て進めることが必要であった。

そこで、本事業では、農用運搬車の安全性能に関する試験手法及び評価手法に関する評価検討会を設置し、試験手法及び評価手法の検討を行い、これらの確立を図った。評価委員会の運営は設置要領に従って行うこととし、農機研が事務局を担当した。委員は学識経験者、農業者代表、業界団体代表、産業安全に関する研究機関の代表、産業安全に関する専門家（2名）の6名とし、表1-1に委員名簿を示す。

表1-1 評価検討会委員

分野	氏名	所属
学識経験者 (委員長)	田島 淳	東京農業大学 地域環境科学部 生産環境工学科 機械システム創成分野バイオロボティクス研究室 教授
農業者代表	伊藤 一栄	全国農業機械士協議会・会長
業界団体代表	川口 尚	一般社団法人日本農業機械工業会 常務理事
研究機関	齋藤 剛	独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所 新技術安全研究グループ 統括研究員
産業安全に関する専門家	高橋 元	一般社団法人日本労働安全衛生コンサルタント会 調査役
	藤井 尚則	中央労働災害防止協会技術支援部 専門役

(敬称略。委員長を除き50音順)

出席者は委員及び事務局の他、委託元である農林水産省及びオブサーバーとした。オブサーバーとしては業界団体及び農用運搬車メーカーの参加があった。開催方法は東京23区内の会場での対面方式とし、オブサーバーについては事前申請があった場合のみオンラインでの傍聴を認めた。

評価検討会は、事業開始時（令和4年9月）、中間時期（令和5年1月）及び取りまとめ時期（同年3月）の3回開催した。次節以降にその概要を示す。

## 2) 評価検討会の開催

評価検討会を当初計画どおり3回開催した。

### (1) 第1回評価検討会

日時：2022年9月29日（火）14:45～16:45

場所：機械振興会館 6D-4会議室

出席者：評価検討会委員6名、農林水産省5名、農機研6名、その他関係者12名

（農機研・その他関係者には、web参加者を含む）

検討内容の要約：事業の背景及び事業内容について、農林水産省から説明。農用運搬車にかかる事故の発生実態について農機研より説明。以上の説明を踏まえて、本事業では、転倒・転落事故、挟まれ事故を対象として取り組むことが提案され、了承された。

議事概要：

#### 1. 開会・挨拶

○開会に当たり農林水産省農産局技術普及課の吉田室長より挨拶。

○農機研の天羽所長より録画動画による挨拶。

#### 2. 評価検討会委員紹介・委員長選出

○評価検討会設置要領に従い、委員の互選により委員長として事務局から推薦のあった田島委員が選出された。

#### 3. 議事

（1）事業の背景及び事業内容について

○農林水産省農産局技術普及課生産資材対策室の石川係長より、事業背景及び事業内容について説明があった。

（2）事業実施内容の概要について

1) 農用運搬車にかかる事故の発生実態

○農機研の積グループ長補佐より資料3に沿って説明

#### 【委員意見】

○農用運搬車は安全性検査をほとんど受けていないということが、今の農作業事故発生率の高さは結びついていると考えられる。（高橋委員）

⇒事故事例から運搬車の種類を判別するのは困難であるので、本事故事例をもって、事故の発生率の高さと安全性検査受験率の因果関係を説明することは難しい。なお、事故事例から運搬車の種類がわかったものも数例あるが当然未受検機種であった。（積グループ長補佐）

○発生原因の分類について停止している機体が転倒して下敷きになったものはいずれに分類されているか。労災では挟まれに分類されるなど混同されていることがよくある。⇒発生原因は農水省の方で死亡事故調査要領に基づき判断されており、機械の転落・転倒により下敷きになった場合には「転落・転倒」に、歩行運転時等に機械にひかれて下敷きになった場合は「ひかれ」に分類されていると承知している。（積グループ長補佐）

○災害事例を見ると誤操作が原因と思われるもののがかなりある。機械の構造との因果関係について何か知見はあるか。(高橋委員)

⇒確かに、誤操作が要因となる部分も多く含まれるだろうと予想はしている。一方で、すでに実用化されている安全装置がついていない機械もあり、もしそれらの安全装置がついていれば助かったのではないかという事例も多く含まれると考える。すでに実用化されている安全装置があるのであれば、そういったものを例えば構造要件といった形で実装を促すための環境を整える、その観点でアセスメントを行っていくと考えている。(積グループ長補佐)

○転落・転倒、あるいは挟まれ・ひかれといった事故形態が多いことは乗用型・歩行型トラクタの事故形態と似ている。運搬車の事故形態の特徴は把握されているか。(川口委員)

⇒乗用機械という点で、転倒・転落事故の発生に至るまでについて、トラクタと農用運搬車で決定的な違いは見いだせていない。乗用トラクタでは、安全キャブ・フレーム、シートベルトの普及が進んでいる一方で、農用運搬車に関しては一部 TOPS が装着されている機械もあるものの割合としては少ない状況であり、転落・転倒事故が起きてしまった時の運転者保護構造(死亡事故に至るかどうか)は大きく異なると思われる。

挟まれ・ひかれに関しては、農用運搬車も最新の型式では安全装備が付いているものもあるが、現場ではトラクタ以上に古い型式の使用期間が長く、全体では安全装備がついている型式への更新が進んでいないというのが印象である。以上はいずれも、統計的なデータではなくて、定性的な感覚である。(積グループ長補佐)

2) 農用運搬車の試験手法・評価手法及び対象機種の見直し

3) 事業の実施体制・検討の進め方・年度計画

○農機研の手島グループ長より資料 4,5,6 に沿って説明

#### 【委員意見】

○試験実施にあたってはぜひメーカーからも話を聞きながら進めていただきたい。(川口委員)

⇒今後メーカーへのヒアリングを予定している(手島グループ長)

○挟まれの基準については、それぞれの機械の特性や使い方に応じて個別の安全規格で様々な基準が設けられている。また、信頼性や有効性の評価手法の検討についても課題が多いと考えられる。(齋藤委員)

○厚生労働省が出した機能安全という言葉(機能安全による機械等に係る安全確保に関する技術上の指針)があるが、ユーザー側にとっても理解しづらい部分がある。信頼性や有効性についても非常に難しいがメーカーと協力して検討していただきたい。期待している。(高橋委員)

○評価手法について、資料 2-1 の自動車のアセスメントは星の数や各項目についてランクを付けている。対して安全性検査は合格か不合格かの判定である。今回の評価手法に



についてはどのような形となるか。(川口委員)

⇒基本的には、現行の安全性検査と同様に、一定の水準を満たしているかどうかを第一基準、それを上回ると認められる技術があるかという 2 段階の観点となることを想定している。今後の議論を踏まえて検討していきたい。(冨田部長)

- ユーザーの観点から挟圧防止装置よりもデッドマン式クラッチを取り上げることも検討してはいかがか。(藤井委員)

⇒挟まれ事故を防止するための安全装置として、デッドマン式クラッチ、挟圧防止装置、緊急停止ボタンの 3 つが挙げられると考えている。それらの構造を考えていく上で最も課題の多いもの、早めに着手していくべきものとして、今回、挟圧防止装置を挙げている。検討を進めるなかでは、デッドマン式クラッチについても考えていかざるを得ないとは考えている。(手島グループ長・積グループ長補佐)

- 資料 4 の試験手法・評価手法の他に、本評価検討会終了後にも追加で試験内容などを意見できると良い。偏荷重を掛けた際の転倒角評価などは積載量、荷台形状などの違いもある。具体的な試験方法について引き続き、意見交換して進めていただきたい。(田島委員長)

⇒今回示した試験方法・評価手法は現時点で確実に行うものであり、次回以降、結果の概要を説明し、議論する中で追加すべきものが生じることはあると認識している(冨田部長)

#### 4. その他

##### (1) 今後のスケジュール

- 事務局から次回開催日について、12月から1月となる旨を案内。
- オブザーバー参加したメーカーにヒアリング実施を依頼。

##### (2) 第2回評価検討会

日 時：2023年1月12日(木) 14:00～16:00

場 所：機械振興会館 6D-4会議室

出席者：評価検討会委員6名、農林水産省4名、農機研7名、その他関係者14名

(農機研・その他関係者には、web参加者を含む)

検討内容の要約：本事業における供試機として、農用運搬車の仕様やサイズ、メーカーの偏りがないように12機種を選定して提案し、了承された。

また、転倒・転落事故、挟まれ事故に対する安全性に関する試験手法の検討状況について説明がなされ、大枠としては了承され、一部については委員助言を踏まえて再検討して進めることとなった。

議事概要：

## 1. 開会・挨拶

○開会に当たり農林水産省農産局技術普及課の石川係長より挨拶。

○農機研から富田部長による挨拶。

## 2. 議事

(1) 農用運搬車メーカーヒアリング概要報告

(2) 供試機選定結果報告

手島グループ長から上記2件について報告した。

### 【委員意見】

(1) 農用運搬車メーカーヒアリング概要報告について

○事故情報が集まらない理由について、個人情報保護というのはどのような意味か。顧客なのに情報収集は難しいのか。(齋藤委員)

⇒農水から補足すると、事故を警察が捜査している時に問い合わせても個人情報保護があり、情報がもらえないという議論があった。(農水・石川係長)

⇒石川係長の説明の通り、死亡事故だった場合、メーカーから直接顧客へ聞くことは難しく、警察や消防に問い合わせた場合に個人情報保護という理由で情報が出てこないということであった。(富田部長)

○厚生労働省では個人名や会社名を特定できない形で災害事例を出している。警察も交通事故の情報を出している。このような情報は再発防止にとっても役立つ重要なデータであるため、農作業事故においてもこのような方法を構築できないか。(高橋委員)

⇒死亡事故については厚生労働省の死亡小票を分析しているが、怪我を含めた事故情報はメーカーや都道府県からの報告がメインであり、なかなか網羅的に情報を集めることが難しい。(農水・田中補佐)

○デッドマン式クラッチが市場に受け入れられない点について、農用運搬車を手放しで動かす使い方を、メーカー側も想定しているということか。メーカーが禁止するスタンスであれば手を離したら止まるようにする、もしくは取扱説明書等で手放し運転への警告や注意が必要だと考える。(齋藤委員)

⇒ご指摘の通りだが、野菜収穫の現場などでは農用運搬車を畝間にスーパースローで走らせながら収穫作業をすることが一般的にあり、そのような使い方をして良いとは言えないが、作業効率の面では利点もあり、メーカーとして禁止してしまうとその市場を失うことにもなり苦慮しているところ。(富田部長)

○かつて普及していたトレンチャー(溝掘機)でのごぼう収穫作業では手放し運転で後退させながらの作業のため事故が多かったが、それでも手放し運転作業が行われていた。一方で、農用運搬車の場合は前進運転での作業のため事故事例は少なく、実態としては一般的な使い方であると言える。たとえば遠隔操作で緊急停止機能を持たせることで認めるなど、前向きに捉えていく方向も良いのではないか。(田島委員長)

○手放し運転について、やはり効率的な作業を考えるとよくある作業だと考えられる。その中で事故が起こっても自分のミスとして届け出ないで済ませてしまうケースもあるのではないか。(伊藤委員)

(2) 供試機選定結果報告について

○資料2について、農用運搬車が走行を想定している路面条件についてデータでの記載はあるか。たとえば、タイヤの場合、メーカーがコンクリートや土の硬さなど使用条件を設定しているか。個人農家が判断することになるのか。産業用機械の場合、機械の包括的な安全基準というものがあり、そのような情報をユーザーに伝える指針がある。

(高橋委員)

⇒実態でいうと、農家さんが購入前に取説を読むということは難しいこともあり、農業機械を現場にマッチングさせる役割を販売現場が大きく担っている。包括的な安全基準に関する指針を踏まえたシステムチックな機械導入ではないが、地域に根差した販売店が、現場に適した機械を紹介しているという実態である。そのため、作業環境に全くあわないような機械が導入されるようなことは余り起きていないと考えられる。(積グループ長補佐)

○TOPSのある機種について、シートベルトも合わせて装備しているか。(齋藤委員)

⇒資料2に載せている機種についてはシートベルトを装備している。(手島グループ長)

○エンジン停止ボタンと非常停止ボタンは同じものか。産業機械においてはイネーブルスイッチがあり、非常停止ボタンと明確に区別されて位置づけがされている。農機の業界の中でも明確な区別はされているか。(齋藤委員)

⇒現状運用している安全性検査においては、各装置のレベル感を踏まえつつも、基準としては横並びで示されている。業界全体としての機械安全規格に沿った位置づけは今後の課題であり、本事業を通じて認識が共有されていけばと考えている。(積グループ長補佐)

○機種選定の資料2について、手動プレートというのは操作者自身がプレートを動かすことで、高速度段にギアが入らなくなるものか。(齋藤委員)

⇒その通りのものである。今回の供試機について基本的な設計時期にかなり幅があり、最近のものだと自動けん制装置が付いているが古い機種だとそこまで至っていない。年あたりの販売台数が少ないものはなかなかメーカーとしても設計の更新が進まないという実情もある。(富田部長)

○検査制度をこれから決めていくという立場としては、新しい機種、古い機種というのは関係なく安全が担保されるべきということをこの委員会においても方向性を打ち出していかなければならないと考えている。(田島委員長)

○今回の選定機種についてはあくまでもアセスメントの手法を検討するための選定であって、アセスメントの対象ではないという理解でよろしいか。(川口委員)

⇒その通りで、今年度の機種選定は様々なバリエーションの機種を選定した結果であ

る。今後、多種多様な農用運搬車に対して共通に行うことができる試験手法を開発することを目的としている。(手島グループ長)

(3) 試験手法の検討状況について

- 1) 転落・転倒事故に対する安全性に関する試験手法
- 2) 挟まれ事故に対する安全性に関する試験手法

(4) 評価手法の検討状況について

○手島グループ長から上記2件について報告した。

【委員等意見】

(3) 試験手法の検討状況

1) 転落・転倒事故に対する安全性に関する試験手法について

○傾斜角、安定角についてスペック上の最大積載量というのを反映した試験設計とはしないのか。(齋藤委員)

⇒最大積載量「1,200kg」をコンテナで再現する場合、6段重ねになってしまい現実的ではない試験になってしまう懸念もある。ただし、最大積載量での安定角は把握すべきとも考えており、重心位置を含めて検討したい(手島グループ長)。

⇒重心位置を算出するには、積荷の想定が重要となる。カタログでは、例えば積載量が大きい機械では、バラ積みの堆肥も運べる等、示されている場合もあり、それらを参考に、メーカーの想定していることを確認しながら、皆さんからも納得される手法を検討していく必要がある(積グループ長補佐)

○試験方法を今後明確にした場合、メーカーも独自で計測することが考えられる。できるだけシンプルな方法が望ましい。(田島委員長)

⇒「試験方法」であるからには、(試験を実施する人が)読んで再現できる場所は目指したい。今回お示しした内容で皆さんの賛同を得られれば進めていきたいと考えている(手島グループ長)

2) 挟まれ事故に対する安全性に関する試験手法について

○挟まれ事故に対する試験について、ダミー人形を使って試験はおこなわないのか。農業者の方へ安全な機種を選択してもらうための材料としてもらうにはインパクト、見た目の分かりやすさが重要であると考え。また、挟まれた時にハンドル負荷で何Nかかるというのは理解しづらいため、わかりやすくするための工夫は何かあるか。(農水・田中補佐)

⇒アセスメントで実施する試験手法の開発にあたり、各供試機に対してまずは計測器を使ってきちんとデータを取得することに主眼を置いたことから試験装置をシンプルにしており、今回の提案ではダミー人形を使用していない。事業の目的として分かりやすい形でデータを出していくことがテーマであることは理解しており、本事業の中で検討していきたい。(手島グループ長)

○歩トラではこの試験方法が検査に採用されているという理解でよろしいか。このダミ

一人形は人間の柔らかさをどこまで反映しているか。(齋藤委員)

⇒複数の型式で試験は行っているがあくまで研究方法としての位置付けであり、この方法が検査方法に反映されているわけではない。本ダミー人形は挟まれの危険体験用のものであり、メーカースペック上は体重や剛性が人間と同じように作られていると聞いている。(富田部長)

○工学的に人体に近いものを持っているならば、それを介在させた試験の方が良いのではないか。たとえば、自動回転ドアではバネ定数の決まったものを介在させた測定を行っている。(齋藤委員)

⇒我々の所有しているダミー人形が、齋藤先生のご指摘されたバネ定数等と整合性が取れているかを確認する必要があると考える。回転ドアのような試験方法に準じた形の装置を組み込むことも検討したい。(手島グループ長、積グループ長補佐)

(3) を通して

○両方の試験において、路面はどのように設定するか。(齋藤委員)

⇒両試験とも今までの実績のあるやり方ということでコンクリート路面を設定している。ただし、コンクリート上でのパフォーマンスが土の上ではどの様になるかということをも1つの事例にはなるが検討する余地はあるかと考えている。(富田部長)

○実際に土の上での試験が必要というわけではなく、測定方法は測定方法として安定してデータを取れるものを整備することには賛成である。ただし、基準を設ける上では路面などの状況や変動するマージンを見込んだ値を設定することになると考える。(齋藤委員)

○本事業の先のことにはなるが、結果をユーザーへわかりやすく、どういう条件で、どういうふうに使えばいいかを安全指導に使えるような形へ、更に進められることを期待している。(高橋委員)

⇒ご指摘のとおり、ユーザーへの伝え方がポイントになると考えている。今年度それを示すことは難しいが念頭に置いて進めていきたい。(富田部長)

### 3. その他

#### (1) 話題提供

農水・石川係長から他産業における製品安全テストの事例の紹介があった。

○自動車などは一定程度の安全性は確保されていることを前提として、より高い安全性を有しているかをテストしていると認識。農用運搬車の場合は評価すべきレベルはどこと考えるべきか (齋藤委員)

⇒農用運搬車は現在受検実績がない状態であり、まずは、一定レベルの安全性能を備えているかといった点の確認が必要ではないか。その上で、より高度な安全性能を具備しているものがあれば、そういった点も評価できるような仕組みとするのが望ましい。

#### (2) 今後のスケジュール

事務局から第3回開催日について、2月から3月となる旨を案内した。

### (3)第3回評価検討会

日時：2023年3月6日（月）15:00～17:00

場所：機械振興会館 6D-4会議室

出席者：評価検討会委員6名、農林水産省3名、農機研7名、その他関係者16名  
（農機研・その他関係者には、web参加者を含む）

検討内容の要約：第2回の助言を踏まえた試験手法及び試験結果を示し、農用運搬車の試験手法・評価手法について農機研から説明。委員からの質問・意見を交えた議論があり、概要については承認が得られた。今後、より実態を踏まえた手法の構築や、現場への浸透に関する検討が重要であるとの認識を共有した。

議事概要：

#### 1. 開会・挨拶

- 開会に当たり農林水産省農産局技術普及課の石川係長より挨拶。
- 農研機構農機研から富田部長による挨拶。

#### 2. 議事

(1) 試験手法の検討結果及び試験手法について

- 1) 転落・転倒事故に対する安全性に関する試験手法及び結果
  - 2) 挟まれ事故に対する安全性に関する試験手法及び結果
- 手島グループ長から上記2件について報告した。

#### 【委員意見】

1) 転落・転倒事故に対する安全性に関する試験手法及び結果について

- 各条件の左右転倒角の計測結果について、どのように公表していくか。計測した角度をそのまま公表するのか、またはAランク、Bランクのようにグレードをつけての公表となるか。(川口委員)  
⇒資料3でも少し触れているが、最大積載量で30°以上の安定角を有することができるのであれば議論するまでもないが、実態としては難しいだろう。現状では空車時の転倒角が30°以上という判断基準しかないため、積載時の転倒角等の30°未満の場合の評価手法等については、議論を深めたいと考えている。
- 実際の場面では運転者が乗っているため、たとえば標準体重55kgのようなダミー人形を運転席において測定してはどうかという意見がメーカーから出された。(川口委員)  
⇒ダミー人形分の重心と重量を再現して計算して示すことは可能であると考える。  
(手島グループ長)
- 資料1の7枚目の諸元表があるが、履帯幅は必要ないか？横方向の転倒時は履帯中心ではなく、履帯の端のところを支点になり転倒が起こると考えられる。(藤井委員)

⇒ご指摘のとおり、実際の転倒では履帯の外側が支点になり転倒すると考えられる。今回は TRIAS の計算方法に当てはめたため、履帯幅は考慮しなかった。しかし、実機の安定角は計算結果よりも大きくなったため、影響があるかもしれない。先程のダミー人形の件も含めて、まず今ある TRIAS などの他の基準に当てはめて検討してみて、その後のステップで運搬車独自の基準を検討していくというステップとしていきたい。(手島グループ長、積グループ長補佐)

- 本試験結果では全ての条件で、左右両方において計算値の安定角のほうが保守的(小さい)な値が出ている。このため、実機計測を行わなくても計算すれば良いという結論にもなるのでは無いか。また、今回の結果では等荷重・比重 0.4 が一番厳しい条件ということだったが、他の条件も全て実測しなければならないという結論になった経緯について教えていただきたい。(齋藤委員)

⇒単純に一定の基準を作って合格不合格ということではなく、安全性についてのいろいろなデータを提供して、ユーザーに分かりやすく提供することが本事業の目的と理解しており、様々な条件での計測・データの提示が役立つと考える。(川口委員)

⇒川口委員のおっしゃるとおり、今回の事業では機械の安全性や危険性をどのように示していくかというところを考えたときに、現状の農用運搬機の転倒角がどの程度なのかよくわかっていない現状において、まずは実態把握のためにも、4条件での計測という方法を提案させていただいた。今後、更に実機計測も含めて検討していったときに、比重 0.4 の計算ベースで良いとなる可能性もあるとは考えている。今後、データを積み上げながら最終的な基準としてどう確立していくかをご意見いただきながら議論していきたい。(積グループ長補佐)

## 2) 挟まれ事故に対する安全性に関する試験手法及び結果について

- 挟まれ事故の形態として後退しているときに運転している人間が挟まれるという事故が考えられるが、ハンドルを回動させて歩行で後退するような場合、ハンドルの端が壁に当たり、ハンドルの長さによってできる空間に運転者が入り、挟まれを回避できる可能性があるのでは。このような構造であること自体が評価対象にならないかという意見がメーカーからあった。(川口委員)

⇒確かにそのような場面もありえるが、我々の事故調査の中ではハンドルグリップ部で挟まれてしまう事故や、挟まれた後ろ壁など平面の場合だけでなく立木などの場合もある。今後さらに議論を重ねなければならないと考えるが、少なくとも現時点では、安全と言えるハンドル形状を断言できないと考えている。(積グループ長補佐)

- 本試験の停止距離はどういう意味のものか。どこからどこまでの距離か。(齋藤委員)

⇒挟圧防止装置が作動した瞬間から進んだ距離を計測している。具体的には予め挟

圧防止装置の上にあるハンドルと壁との距離を測っており、完全停止したときにもう一度その距離を測りその差を計測値としている。(手島グループ長)

- 乗用専用機の場合には緊急停止装置について測定することだが、どのような事故を想定しての試験になるか。(川口委員)

⇒基本的には歩行使用時の挟まれ事故を想定しているが、メーカーが乗用専用と謳っていても歩行でも使えてしまうような場合、誤使用も含めて様々な可能性を検討していくことを考えている。実機の構造を踏まえながらメーカーと相談の上進めていきたい。(手島グループ長、積グループ長補佐)

- メーカーから出てきた意見として、緊急停止スイッチの押しやすさは評価の対象にならないかという意見がある。(川口委員)

⇒現状行っている安全性検査において明確な数値というものはないが、すべての操作系統について操作のしやすい配置、レイアウトでなければならないという基本的な前提がある。基本的にはその枠の中で進めていくことになるのでは無いか。あとは検討を進めていく中で業界として運搬機共通の配置基準などを設けるべきという議論になれば、別途検討していきたい。(積グループ長補佐)

## (2) 評価手法案について

## (3) 調査報告書(案)について

手島グループ長から上記2件について報告した。

- 資料3の挟まれ事故に対する安全性の評価基準案の④に測定によって挟圧防止装置およびその動作に関連する部位にその機能を損なうような損傷が生じてはならないとあるが、この趣旨について教えていただきたい。(高橋委員)

⇒趣旨としては一回作動しただけで二度と作動できないようなものであってはならないということである。より理解しやすくするため、安全装置が作動したあとも有効に使えることが分かるような表現に修正したい。(冨田部長)

- 今回提示された挟圧防止装置の試験方法は現実の使用方法を再現しているわけではなく、自動回転ドアに準拠した測定方法を適用しており、壊れてしまっても仕方のないことなのかと考える。(齋藤委員)

⇒資料3の2ページ目の2)の評価基準案の項目については適切にその方法をもって評価できたかどうかを判断する基準として書かせていただいたが、ご指摘の部分の損傷が生じてはならないという部分は試験した結果どうあるべきかということであり、我々としても整理の仕方が適切ではなかったと考えている。安全キャブフレームのように一度作用したら使えなくなる前提で作られているものもあり、この装置においても議論を進めながら最終的な評価制度の中にどう位置づけていくかを検討していきたい。(積グループ長補佐)

- 資料3の2ページ目に挟圧防止装置“等”という表現があるが、これはこの中に非常停止装置などを入れるということか。挟圧防止装置と非常停止装置ではやはり性



質が異なるため、一括りにするのは無理があるのではないか。(藤井委員)

⇒ご指摘の通り、緊急停止スイッチの方は人の反応速度も結果に影響する部分であり、人が挟まったら自動でクラッチが切れる挟圧防止装置とは構造が異なるため、修正したい。(手島グループ長)

- 転倒転落防止の基準として 30° という数字が出てくるが、これは、ユーザーが機械を選ぶ時の基準として適切なのか。また、挟圧については 1.8km/h という数字が出てくるが、何 N 以下とかの数字は示されていないが、将来的な見通しがあれば教えていただきたい。(高橋委員)

⇒転倒転落防止の基準として、静的転倒角 30° というのは海外や他産業でも基準として使用されているものであり、今回はそこに踏み込まずに 30° を基準とすることとした。ただし、事業そのものの趣旨から言えば本当に 30° で良いか、議論していかねばならないと考える。おそらく、積荷を踏まえて議論をすれば、30° を切る場面はどうしても出てくる。その場合にどのように指導するか、情報を伝えるか、現場をどう管理してもらうか、といったこともセットに、メーカーと一緒に、他産業での考え方も踏まえながら、議論していかねばならないだろうと予想する。そのベースとなる試験方法として、整理していきたい。(積グループ長補佐)

- 報告書について案をお示しいただいたが、報告書は公表されることを前提としていると考えてよいか。(川口委員)

⇒農水省の委託事業であるため、基本的には事業終了後に農水省のホームページに公開することを予定している。試験結果の示し方については今後検討したい。(農水省・石川係長)

## 2. 農用運搬車の試験手法の確立

### 1) 対象とする事故形態

(1) 農用運搬車にかかる事故の発生実態（第1回検討会資料3を参照）

農用運搬車の安全性を検討するにあたっては、まずこれまでに発生している農作業事故の実態を把握し、どのような危害シナリオが主となっているかを検討する必要がある。その結果を踏まえて、試験・評価項目が決定される。

農林水産省の資料によれば、国内向け出荷台数から見た農用運搬車の死亡事故発生率は乗用トラックと同等以上とされている（農林水産省第6回農作業安全検討会『中間とりまとめ』の取組状況）。ただし、農林水産省の農作業死亡事故調査においては、農用運搬車の中に軽トラックも含まれているため、本事業においては、軽トラックを含まない、本事業で対象とされる「農用運搬車」のみの死亡事故データについて新たに分析を行った。その結果、以下の表2-1にあるように、平成25年～28年、平成29年～令和2年の各期間（後述するJA共済連「共済金支払データに基づく農作業事故の発生状況の分析について」の分析対象期間にあわせた）とも、「機械の転落・転倒」と「挟まれ・ひかれ」がそれぞれ全体の4割～5割を占め、両者の合計で9割に上ることが確認された。

一方、負傷事故については、JA共済連が公表している「共済金支払データに基づく農作業事故の発生状況の分析について」が、ある程度の悉皆性を持った分析結果として知られている。そこで、この中で農用運搬車の分析結果を確認したところ、平成25年～28年と平成29年～令和2年で傾向に違いは見られるものの、やはり「機械の転落・転倒」と「挟まれ・ひかれ」については、重傷度または発生頻度が高い傾向が見られ、このふたつの事故形態に着目することの重要性が確認された。

(2) 対象とする事故形態の選定

「機械の転落・転倒」については主に乗用使用時、「挟まれ・ひかれ」については主に歩行使用時と想定されるが、このことを確認するには、個別に詳細な事故情報が必要となる。そこで、農林水産省が生産局長通知（2生産第302号）に基づいて都道府県・メーカー等から情報提供を受けたものを活用し、令和元年～3年の収集データから、農用運搬車にかかる事故と推定されたものを抽出、分析した。実際には詳細な情報を伴わないものも多数含まれていたが、「機械の転落・転倒」については7件、「挟まれ・ひかれ」については12件抽出できた。前者については、このうち6件が乗用型の機械、残る1件は歩行型の機械だったが被災時は荷台に乗って操作していたことが確認された。また、後者については、このうち7件が歩行型、2件が乗用・歩行用の兼用型、3件が乗用型だったが被災時は機体から降りて歩行使用していたことが確認された。また、前後進の別が明記されていたものについては、全て後進（機体が運転者側に移動中）のものであった。

これらの結果から、本事業においては、農用運搬車の安全性能について、以下の項目を評価対象とすることとした。

①乗用使用時における機械の転落・転倒事故。機体の構造については、乗用型及び乗用・歩

行用の兼用型を中心としつつ、歩行型についても構造によっては検討の対象に含める。  
 ②歩行使用時における挟まれ・ひかれ事故。後進時に発生する場合を想定し、機体の構造については、歩行型及び乗用・歩行用の兼用型を中心としつつ、乗用型についても構造によっては検討の対象に含める。

表 2-1 農用運搬車（軽トラックを含まない）にかかる農作業死亡事故件数  
 （農林水産省の「農作業死亡事故調査」に基づく）

事故発生原因	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	H25-28		H29-R2		
									件	%	件	%	
機械の転落・転倒	6	11	7	6	8	6	9	2	30	44.8	25	39.1	
このうちほ場内での転落・転倒	3	10	3	5	5	6	2	2	21	31.3	15	23.4	
このうち道路での転落・転倒	3	1	4	1	3	0	7	0	9	13.4	10	15.6	
道路上での自動車との衝突	0	2	2	0	1	0	1	0	4	6.0	2	3.1	
挟まれ	7	5	5	1	3	2	4	4	18	26.9	13	20.3	
ひかれ	2	2	2	6	4	2	6	6	12	17.9	18	28.1	
回転部等への巻き込まれ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	
機械からの転落	1	0	0	1	0	1	1	0	2	3.0	2	3.1	
その他	0	1	0	0	2	0	1	1	1	1.5	4	6.3	
計	16	21	16	14	18	11	22	13	67	100	64	100	
									死亡事故調査での「農用運搬車」数	127	-	85	-

## 2) 供試機の選定

前節の検討結果を受け、乗用型、乗用・歩行兼用型、歩行型の農用運搬車について、各社のカタログデータ等により運転方式・走行方式・機体規格等の仕様を確認し分類を行った。表2-2に確認結果を示す。走行方式は3輪（歩行型のみ）、4輪（公道走行可能なもののみ）、クローラの3種類、最大機関出力は3.0~7.3kW、最大積載量は250~1200kgであり、荷台を傾けられる構造のもの（手動あるいは油圧）や、荷台を昇降できる構造のもの（油圧）があった。本事業では、機械の仕様（運転方式、走行方式、機関出力、最大積載量等）やメーカーに偏りが生じないよう考慮の上、表2-2の「選定台数」列に記載のように、OEMや同等の構造と考えられるものの中から1台ずつ選定する方針とした。

表2-2 農用運搬車のバリエーション整理表

運転方式	走行方式	乗車箇所	公道走行	フレーム	始動方式	販売メーカー※1	最大機関出力kW[PS]	最大積載量(kg)	ダンプ※2	リフト※3	選定台数※4
歩行型	3輪	-	否	なし	リコイルスタータ	A社	3.0[4.2]	250	なし	なし	うち1台
						B社					
						C社	3.0[4.2]	250	なし	なし	うち1台
						D社					
						E社	3.0[4.2]	300	なし	なし	うち1台
						F社					
						G社					
歩行型 (立乗可) ※5	クローラ	ステップ	否	なし	リコイルスタータ	A社	3.0[4.2]	400	手動	なし	うち1台
						B社					
						E社	3.0[4.2]	350	手動	なし	うち1台
						F社					
						C社	4.6[6.3]	500	油圧	なし	うち1台
						D社					
						G社					
乗用・歩行兼用型	4輪	シート	可	なし	セルフスタータ	A社	4.5[6.1]	600	なし	なし	うち1台
				C社							
				あり		B社	6.2[8.4]	600	なし	なし	1台
				D社							
				E社		5.8[8.0]	600	なし	なし	うち1台	
				F社							
				G社							
歩行型	クローラ	-	否	なし	セルフスタータ	A社	4.5[6.1]	550	油圧	あり	うち1台
						B社					
						C社	4.6[6.3]	450	手動	なし	うち1台
						D社					
						E社	5.9[8.0]	800	油圧	なし	うち1台
						F社					
						G社					
乗用・歩行兼用型	クローラ	シート	否	なし	セルフスタータ	A社	5.9[8.0]	850	油圧	あり	うち1台
						B社					
						C社	5.9[8.0]	850	油圧	あり	うち1台
						D社					
						E社	7.3[10.0]	1200	油圧	あり	うち1台
						F社					
						G社					

※1 隣り合う同色（白色除く）の型式はOEM ※2 荷台を傾けられる構造 ※3 荷台を昇降できる構造

※4 「うち1台」とあるものはOEMや同等の構造と考えられるものの中から1台選定

※5 メーカーがカタログ等で立ち乗りできるとうたっているもの

ただし、早期の入手が困難であった型式があったため、最終的には現実的な入手性（納期・価格等）を勘案して表 2-3 の 12 型式を選定し供試することとした。

表 2-3 供試機選定結果

No.	運転方式	走行方式	乗車箇所	製造メーカー	販売メーカー	最大機関出力kW[PS]	最大積載量(kg)	ダンプ	リフト
①	歩行型	3輪	-	B社	B社	3.0{4.2}	250	なし	なし
②	歩行型	3輪	-	D社	C社	3.0{4.2}	250	なし	なし
③	歩行型 (立乗可)	クローラ	ステップ	B社	A社	3.0{4.2}	400	手動	なし
④	歩行型 (立乗可)	クローラ	ステップ	A社	A社	4.6{6.3}	650	油圧	油圧
⑤	乗用・歩行 兼用型	4輪	シート	A社	C社	4.6{6.3}	600	なし	なし
⑥	乗用型	4輪	シート	E社	D社	5.8{8.0}	600	なし	なし
⑦	乗用・歩行 兼用型	4輪	シート	B社	B社	6.2{8.4}	600	なし	なし
⑧	乗用・歩行 兼用型	クローラ	サドル	B社	B社	4.6{6.3}	500	油圧	なし
⑨	乗用・歩行 兼用型	クローラ	サドル	D社	C社	5.8{8.0}	800	油圧	なし
⑩	乗用・歩行 兼用型	クローラ	サドル	E社	H社	5.9{8.0}	800	油圧	なし
⑪	乗用・歩行 兼用型	クローラ	シート	B社	A社	5.9{8.0}	850	油圧	油圧
⑫	乗用・歩行 兼用型	クローラ	シート	E社	G社	7.0{9.5}	1200	油圧	油圧

### 3) 転落・転倒に対する安全性の試験手法

#### (1) 試験手法

機械の転倒・転落事故に対する安全性を評価する項目としては静的転倒角が挙げられる。静的転倒角は農機研が実施する安全性検査における2018年基準安全装備確認項目「13. 安定性」の中で、「(1) 乗用型の機械にあつては、走行状態にしたときに30度まで傾けても転倒しない左右の安定度を有していること」と定義され、「安定度の測定又は計算は、空車、標準装備で、走行状態とする」とある。ただし農用運搬車においては荷物積載状態で走行する時の安定性も重要であり、歩行型であっても構造によっては検討の対象に含めるべきと考えられることから、本事業においては通常空車時に加えて荷物積載状態での静的転倒角も測定し評価対象にすることとした。試験条件は下記①～④とする。

#### ①空車時の左右方向の静的転倒角

空車状態で傾斜台上に設置し、傾斜させて左右とも測定する。傾斜台の車輪止め（断面形状はTRIAS 05-001-02「最大安定傾斜角度試験」に規定）に前輪及び後輪の外縁やクローラの外縁を接触させる。車輪止めに接触していない側の走行部が完全に浮くまで傾ける（図2-1。②～④でも同じ方法）。



図2-1 静的転倒角測定試験の様子

#### ②コンテナ積載状態（等荷重）の左右方向の静的転倒角

荷台に積載する荷物として果樹等収穫用コンテナを想定。コンテナのサイズは長さ520mm、幅370mm、高さ310mmで、質量は2kg。これに20kgの収穫物を充填したものを荷台（荷台サイズ可変のものは最も広げた状態）に並べて2段積みとした時（図2-2）の積載物の重心位置（高さ・左右位置）を計算で求め、おもり（100kg、20kg、5kg）、メッシュパレット、かさ上げ用木材等で再現して（図2-3）静的転倒角の測定を行う（図2-4）。



図2-2 コンテナ積載状態（等荷重）



図2-3 コンテナ積載状態（等荷重）を再現した例



③コンテナ積載状態（偏荷重）の左右方向の静的転倒角

荷台に積載する荷物として果樹等収穫用コンテナを想定。コンテナのサイズは長さ 520mm、幅 370mm、高さ 310mm で、質量は 2kg。これに 20kg の収穫物を充填したものを荷台（荷台サイズ可変のものは最も広げた状態）に並べて、空車時の左右分担荷重が軽い側を 2 段積み、重い側を 3 段積みとした時（図 2-5）の積載物の重心位置（高さ・左右位置）を計算で求め、おもり等で再現して静的転倒角の測定を行う。

④ばら積みの最大積載状態（等荷重）での左右方向の静的転倒角

荷台に積載する荷物として化成肥料、堆肥、生もみ等を想定。化成肥料：0.6～1.1kg/L 程度、堆肥：0.3～0.6t/m<sup>3</sup> 程度（堆肥化施設設計マニュアルより）、生もみ：0.6kg/L 程度（コンバイン型式検査で使用した指標）等のデータを参考に、かさ密度 0.6～0.4t/m<sup>3</sup> の物体を供試機の荷台（荷台サイズ可変のものは最も広げた状態）全体に均平に最大積載量に至るまで積載した時の積載物の重心位置（表 2-4 に供試機⑧の事例）を計算で求め、おもり等で再現して静的転倒角の測定を行う。



図 2-4 静的転倒角測定試験  
（等荷重再現状態）



図 2-5 コンテナ積載状態  
（偏荷重）

表 2-4 積載物重心高さの計算例

No.	最大積載量 (kg)	荷台長 (mm)	荷台幅 (mm)	積載物 比重	積載物 高さ(mm)	積載物重心 高さ(mm)
⑧	500	1300	1000	0.6	641	321
				0.5	769	385
				0.4	962	481

## (2) 試験結果

表 2-5 に一事例として供試機⑧（最大積載量が供試機の中で中程度のクローラ式）の各種諸元、空車時の静的転倒角の実測値、実測値から推定した供試機の重心高さ及び重心左距離（重心と左側の履帯中心からの距離のこと）、表 2-6 に上記試験条件②～④における積載物の重心位置の計算値、表 2-7 に供試機の重心位置及び積載物の重心位置から算出した積載状態（試験条件②～④）における重心位置（合成）及び静的転倒角の計算値と、積載物の重心位置をおもり等で再現して実測した静的転倒角を示す。

表 2-5 のように空車状態における静的転倒角は 48 度及び 44 度と大きな値を示した（左右分担荷重が大きい方が静的転倒角は小さくなる）が、試験条件を表 2-6 のように②、③、④と厳しく（重心位置を高く）していったところ静的転倒角は線形的に小さくなっていった（表 2-7）。これは計算上当然の結果ではあるが、このことによっておもりによる重心位置の再現が適切に行えていることがわかった。

表 2-5 空車時の静的転倒角の実測値、推定重心高さ等の計算例

No.	諸元			空車状態						
	履帯中心間 距離(mm)	荷台内幅 (mm)	荷台地上 高(mm)	荷重(kg)			実測転倒角		推定重心 高さ(mm)	推定重心 左距離(mm)
				左	右	合計	左	右		
⑧	650	1000	460	162	190	352	47.9	44.0	314	347

表 2-6 試験条件②～④における積載物の重心位置の計算値

試験 条件	想定した積載物			
	種類	荷重 (kg)	重心高さ (mm)	重心左 距離(mm)
②	コンテナ: 左2個×2段+右3個×2段(等荷重)	220	270	332
③	コンテナ: 左2個×2段+右3個×3段(偏荷重)	286	374	373
④	堆肥: 比重0.6(等荷重)	500	321	325
	堆肥: 比重0.5(等荷重)		385	
	堆肥: 比重0.4(等荷重)		481	

表 2-7 試験条件②～④における静的転倒角の計算値と実測値

試験 条件	積載状態(重心の合成)				おもりで再現	
	重心高さ (mm)	重心左 距離(mm)	転倒角		実測転倒角	
			左	右	左	右
②	474	341	35.8	33.1	36.3	33.6
③	547	359	33.3	28.0	33.2	30.2
④	588	334	29.6	28.3	30.9	29.0
	625		28.1	26.8	28.3	27.4
	682		26.1	24.9	26.2	25.6



#### 4) 挟まれ・ひかれに対する安全性の試験手法

##### (1) 供試機の構造

挟まれ・ひかれ事故に対する安全性について、農機研が実施する安全性検査における 2018 年基準安全装備確認項目「3. 安全装置」の中で、「(9) 農用トラクター（歩行型）及び歩行運転が可能な圃場内運搬機のうち後進速度段を有するものは、作業者の手が容易に届く位置に原動機の緊急停止装置を備えていること。ただし、手を離すと自動的に主クラッチが切れる構造のもの又は挟圧防止装置を有するものは、この限りでない」とされ、さらに「緊急停止装置」については次のような定義がなされている。

---

##### 9) 緊急停止装置

- ①当該基準(9)でいう後進速度段を有するものとは、ハンドルを回動すると前進速度段が後進速度段になるものを含む。
- ②当該基準(9)でいう「挟圧防止装置」とは、作業者の身体が機体と壁の間などに挟まれたときこれを検知して自動的に原動機を停止させる装置又は走行部への動力を遮断する装置をいう。
- ③緊急停止装置はワンタッチで作動するもので、農用トラクター（歩行型）ではハンドルが持ち上がった状態でも容易に操作できること。

---

「後進速度」については同じく 2018 年基準安全装備確認項目「17. その他」の中で、「(3) 歩行型機械又は歩行運転が可能な機械にあつては、歩行運転の際の前進及び後進の最高速度がそれぞれ 7 km/h、1.8 km/h を超えないこと。ただし、特定の機械の後進速度はこの限りでない。」と定義されている。「特定の機械の後進速度」については、「農用トラクター（歩行型）を除く歩行型機械」や「歩行・乗用兼用型の機械」であつて「1.8～2.5 km/h」や「2.5～3.6 km/h」であるものが備えるべき要件（緊急停止装置やけん制装置等）が別途記載されている。

表 2-8 及び表 2-9 に今回選定した供試機 12 台に装備されている緊急停止装置や牽制装置の種類、後進速度等を示す。表 2-8 は運転方法が 1 種類のもの及び 2 種類であっても運転者にとっての機械の前進・後進の方向が一定の 7 型式、表 2-9 は、運転方法が 2 種類（乗用・歩行兼用型）のもので、運転者にとっての機械の前進・後進の方向が乗車時と歩行時で異なる 5 型式を示している。

表 2-8 の 7 型式について、挟圧防止装置を備えているものが 1 型式、緊急停止スイッチを運転位置に備えているものが 5 型式あった。また、立ち乗り時の高速度段の使用禁止を安全標識で注意喚起するものが 2 型式あった。黄色いセルは後進方向つまり歩行時に機械が運転者側に向かってくる時の走行速度を表している。前述の安全性検査基準本則である「後進速度 1.8 km/h」を超えているものの中には、緊急停止装置等の装備がないものもいくつか確認された。

表 2-8 運転者にとっての機械の前進・後進の方向が一定の型式

No.	運転方式	走行方式	座席	挟圧防止装置	デッドマン式クラッチ*1	緊急停止SW	運転方法	走行速度(km/h) *2*3									
								前進方向				後進方向					
								1速	2速	3速	4速	5速	6速	1速	2速	3速	4速
①	歩行型	3輪	-	-	-	-	歩行	2.9	5.1	-	-	-	-	3.0	-	-	-
②	歩行型	3輪	-	-	-	-	歩行	2.4	5.0	-	-	-	-	2.9	-	-	-
③	歩行型 (立乗可)	クローラ	-	-	-	○	立乗	0.4	0.7	1.2	1.6	2.7	禁止ラベル	0.6	2.1	-	-
							歩行	0.4	0.7	1.2	1.6	2.7	4.4	0.6	2.1	-	-
④	歩行型 (立乗可)	クローラ	-	○	-	○	立乗	0.8	1.4	2.6	禁止ラベル	-	-	0.7	0.9	2.1	2.8
							歩行	0.8	1.4	2.6	4.5	-	-	0.7	0.9	2.1	2.8
⑥	乗用型	4輪	シート	-	-	○	乗車	3.0	6.0	12.0	-	-	-	3.0	6.0	12.0	-
⑧	乗用・歩行兼用型	クローラ	サドル	-	-	○	乗車	0.6	1.0	1.6	2.2	3.7	6.0	0.5	1.9	-	-
							歩行	0.6	1.0	1.6	2.2	3.7	6.0	0.5	1.9	-	-
⑨	乗用・歩行兼用型	クローラ	サドル	-	-	○	乗車	2.0	3.9	6.4	-	-	-	1.9	3.8	-	-
							歩行	2.0	3.9	6.4	-	-	-	1.9	3.8	-	-

\*1 手を離すと自動的に主クラッチが切れる構造のもの

\*2 黄色いセルは、歩行時に機体が運転者側に向かってくる時の走行速度を表す

\*3 「禁止ラベル」は安全標識で高速度段の使用禁止について注意喚起しているもの

表 2-9 の 5 型式について、デッドマン式クラッチを備えているものが 1 型式、緊急停止スイッチを運転位置に備えているものが 3 型式あった。また、歩行運転時に運転者が牽制プレートを倒せば機械的に高速度段に入らないようになるものが 2 型式、運転者がハンドルを歩行運転用に倒すと機械的に高速度段に入らないようになるものが 2 型式あり、そのうち 1 型式はさらに高速の後進速度段に入れようとするとうエンジン停止するものであった。黄色いセルは歩行時に機械が運転者側に向かってくる時の走行速度を表しており、自動牽制や手動プレートによって 1.8km/h を超えないものが 2 型式あった。1.8km/h を超えているものの中に、緊急停止装置等の装備がないものが 1 型式確認された。

挟圧防止装置、デッドマン式クラッチ、緊急停止スイッチ、牽制装置等について、その有無を確認することが重要であるのはもちろんのこと、あわせてその配置や操作性、構造が適切であるかどうか重要な要素となる。挟圧防止装置については、前述の安全性検査基準上は「自動的に原動機を停止させる装置又は走行部への動力を遮断する装置」であれば良く性能についての言及まではしていない。そこで本事業ではまず挟圧防止装置を評価するための試験方法について、表 2-8 ④の機械を供試して検討したので次項で報告する。

表 2-9 運転者にとっての機械の前進・後進の方向が乗車時と歩行時で異なる型式

No.	運転方式	走行方式	座席	挟圧防止装置	デッドマンクラッチ*1	緊急停止SW	運転方法	走行速度(km/h) *2 *3											
								乗車時:前進方向 歩行時:後進方向						乗車時:後進方向 歩行時:前進方向					
								1速	2速	3速	4速	5速	6速	1速	2速	3速	4速		
⑤	乗用・歩行兼用型	4輪	シート	-	-	○	乗車	2.9	4.7	8.1	13.0	-	-	2.4	3.9	-	-		
							歩行	2.9	自動牽制	機関停止	-	-	2.4	自動牽制	-	-			
⑦	乗用・歩行兼用型	4輪	シート	-	-	○	乗車	1.5	2.8	4.0	5.2	7.7	14.1	1.5	4.0	-	-		
							歩行	1.5	自動牽制						1.5	自動牽制	-	-	
⑩	乗用・歩行兼用型	クローラ	サドル(反転可)	-	-	○	乗車	2.2	2.9	4.8	6.4	-	-	1.9	2.6	4.9	6.6		
							歩行	2.2	手動プレート				-	-	1.9	手動プレート	4.9	手動プレート	
⑪	乗用・歩行兼用型	クローラ	シート(反転可)	-	-	-	乗車	2.0	4.3	6.9	-	-	-	2.0	4.3	-	-		
							歩行	2.0	4.3	6.9	-	-	-	2.0	4.3	-	-		
⑫	乗用・歩行兼用型	クローラ	シート(反転可)	-	○*4	-	乗車	1.3	2.3	4.1	7.1	-	-	1.4	2.4	4.1	7.0		
							歩行	1.3	手動プレート				-	-	1.4	手動プレート			

\*1 手を離すと自動的に主クラッチが切れる構造のもの

\*2 黄色いセルは、歩行時に機械が運転者側に向かってくる時の走行速度を表す

\*3 「自動牽制」は運転者がハンドルを歩行運転用に倒すと、機械的に高速度段に入らないようになるもの。「機関停止」は運転者が高速度段に入るとエンジンが停止するもの。「手動プレート」は歩行運転時に運転者が牽制プレートを倒せば、機械的に高速度段に入らないようになるもの。

\*4 歩行時専用（乗車時に操作できる主クラッチは、牽制プレートを倒すことで使用できなくなるため、歩行時に機体を前後進させるにはデッドマン式クラッチを操作する必要がある）

## (2) 試験方法

歩行型クローラ式の供試機④は、ハンドルの下に挟圧防止装置を備えており、走行クラッチレバーと連結されている（図2-6。左が後進方向）。走行クラッチ「入」にすると運転者側に装置が出張る構造になっており、壁との間に運転者が挟まれる等して体が触れると装置が前進方向（図の右方）に押され、同時に走行クラッチが切れる。

本装置は前述基準の「作業者の身体が機体と壁の間などに挟まれたときこれを検知して自動的に（略）走行部への動力を遮断する装置」に当てはまるため基準を満たしているが、後進走行速度によっては壁等に挟まれた時の荷重が大きくなるものと考えられ、基準にはないものの安全上重要と思われたそれら性能を確認するための試験装置について検討を行った。



図 2-6 挟圧防止装置

図2-7のように、供試機④を後進方向に垂直壁面と正対させ、挟圧防止装置と同程度の高さの垂直壁面上に6分力計を設置し、無載荷及び最大積載（メッシュパレット及びおもりを荷台に固定）状態での後進時に挟圧防止装置を衝突させて荷重を測定することとした。



図2-7 挟圧防止装置作動確認試験装置

後進速度は下記3段階とした。

- a) 最高速度（歩行時に使用可能な速度段）※1
- b) 1.8km/hを超えない速度 ※2
- c) 0.9km/hを超えない速度 ※3

※1 最高速度が1.8km/hを超えない供試機であればb)c)2種類の速度で実施

※2 安全性検査基準の本則における後進速度基準値。必要に応じてスロットルで調整

※3 b)の約半分の速度。必要に応じてスロットルで調整

なお、エンジン回転速度は光電式回転検出器を用いて調整し、後進速度の確認は光電センサを用いて行い、後進速度の経時変化の把握のためにワイヤセンサを用いた（図2-8）。また、挟圧防止装置が作動してから機械が停止するまでの停止距離については、6分力計に取付けた緩衝材が挟圧防止装置に触れた状態におけるハンドルと垂直壁面との距離と、停止時の同距離から計算した。

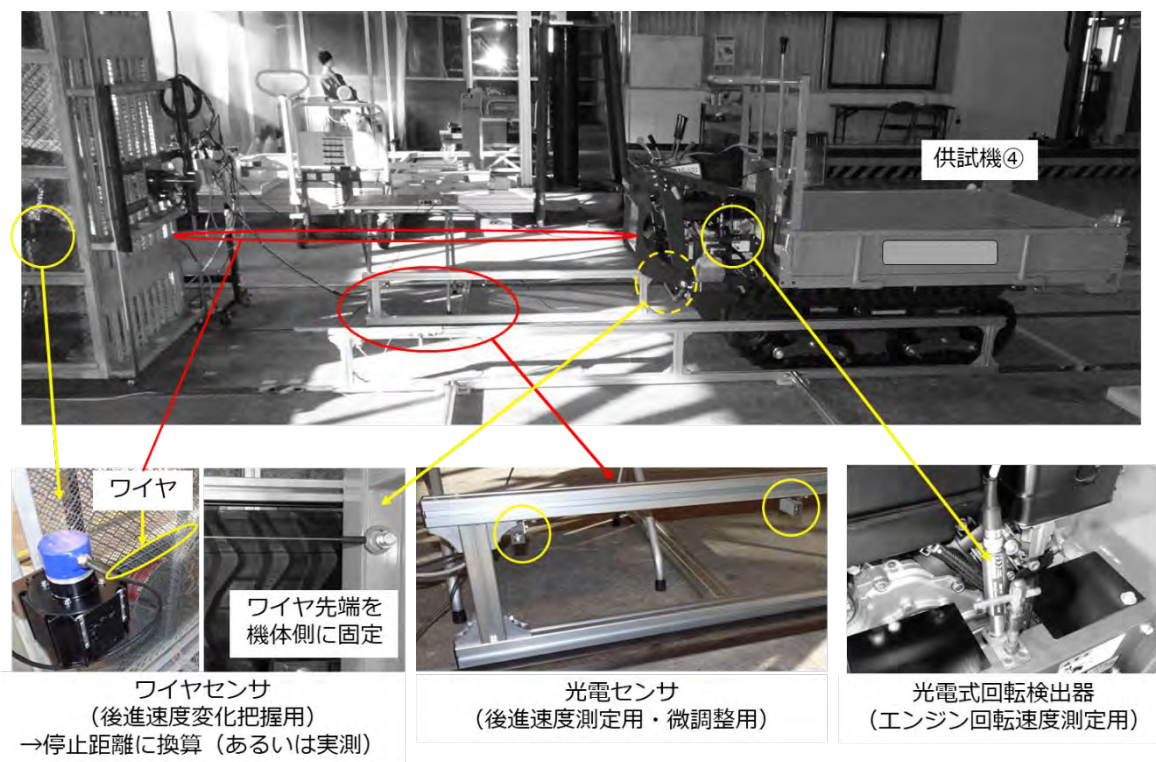


図 2-8 エンジン回転速度及び後進速度測定用センサ等

機械・設備のタイプC規格のうち、挟まれ事故防止のための評価基準と試験方法を規定している規格の一つである JIS A 4722:2022「歩行者用自動ドアセットー安全性」を参考に、挟圧防止装置と6分力計の間に介在させるべき緩衝材について、ばね定数 500N/mm のゴムクッションを選定して供試した（図 2-9）。

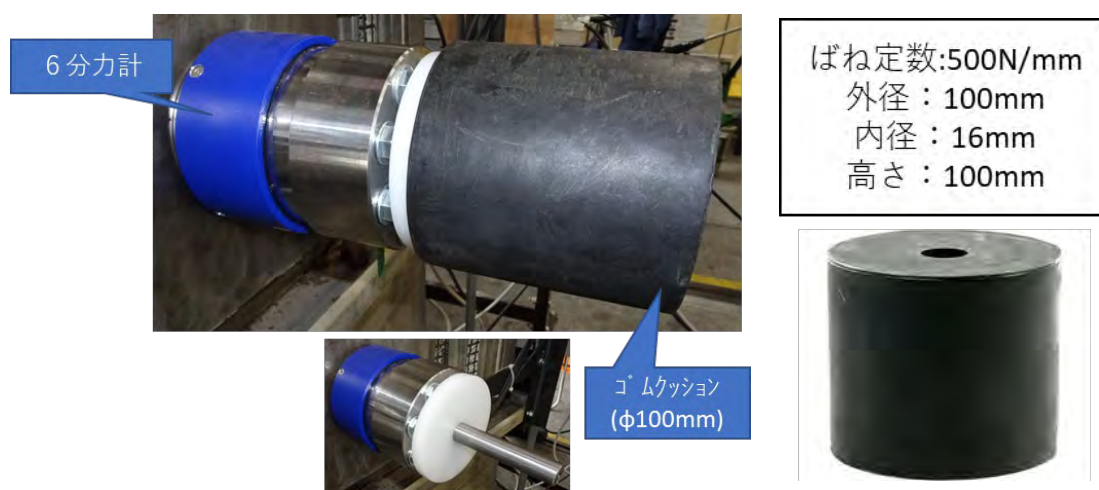


図 2-9 選定した緩衝材（ゴムクッション）

JIS A 4722 では、挟まれ時に得られる動的力（いわゆるピーク値）の限度値（規定され



た測定箇所及び測定器で測定した時の自動ドアセットの戸によって発生する動的力の許容上限値) が示されており、胴体の挟まれを前提とした「閉エッジと対向閉エッジとの間の距離 500mm 以上」では 1400N となっている。

表 2-10 動的力の限度値 (JIS A 4722 を元に作成)

自動ドアセットの種類	動的力の限度値		
	閉エッジと対向閉エッジとの間の距離		
	200mm以下	200mm超	500mm以上
引き戸セット及びバランスドアセット	400N	700N	1400N
開き戸セット及び折り戸セット	400N	700N	1400N
回転ドアセット	400N	700N	1400N

また、力と時間との関係については、図 2-10 に示す。図において、 $T_d$  は 150N を超える力を最初に測定してから、最大 0.75 秒の期間 (動的期間)、 $F_d$  は  $T_d$  以内で測定される最大の力 (動的力: 限度値は表 2-10 参照)、 $T_t$  は 80N を超える力を最初に測定してから最大 5 秒の期間 ( $T_d$  を含む)、 $F_s$  は  $T_t$  以内で、かつ、 $T_d$  以外で測定される最大の力 (静的力) と規定されている。

なお、静的力の限度値については、要約すると、

- ・静的力は  $T_d$  経過後に 150N を超えないこと ( $T_t - T_d$  間平均が 150N を下回る等の一定条件を満たすことでも良い)

- ・静的力は、 $T_t$  経過後に 80N 未満まで低下すること

との内容が記載されている。

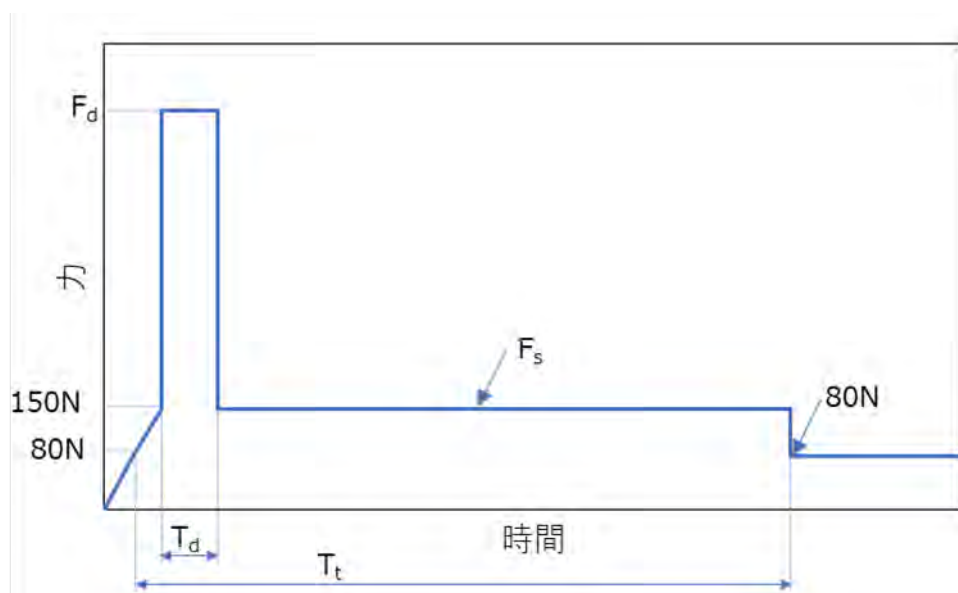


図 2-10 力と時間との関係 (JIS A 4722 を元に作図)

ただし、JIS A 4722 を参考にする上では、

- ・得られた動的力は、農用運搬車の停止挙動の特性だけでなく、ゴムクッション粘弾性、6分力計を取付けた鋼板（垂直壁面）部剛性等の影響を受けること
  - ・本試験方法で得られたデータは、既に市販されている農用運搬車のある特定の実績のある試験方法で測定し、その特徴や傾向を把握することを目的にしていること
  - ・得られたデータの評価方法については、例えば「この農用運搬車の挙動はJIS に適合した自動ドアの動的力/静的力と同等である」あるいは「自動ドアに比して大きい（小さい）」等とすることが妥当と考えられること
- 等に留意することが必要である。

### (3) 試験結果

無積載で行った挟圧防止装置作動確認試験の結果を図2-11に示す。縦軸は供試機の進行方向（水平方向）の荷重、横軸は経過時間で、ゴムクッションに挟圧防止装置が接触した瞬間を0秒とした。緑色の線はJIS A 4722の動的力限界値（参考値）、青色の線は $T_d$ 秒経過後の、黄色の線は $T_t$ 秒経過後の静的力限界値（参考値）である。

灰色の最高速度（供試機④では実測2.7km/h程度）のグラフを見ると、挟圧防止装置がゴムクッションに接触した時に一度小さなピーク（200N程度）が発生し、その後大きなピークが発生している。挟圧防止装置はゴムクッションに最初に接触したあとに機械側に引っ込むため瞬間的に両者は離れる。この時走行クラッチは切れているが、惰性で2度目の接触が起こるため大きなピークが発生する（図2-12）。図2-11から分かるが、低速0.9km/hの速度条件のみ2度目の接触が発生していない。

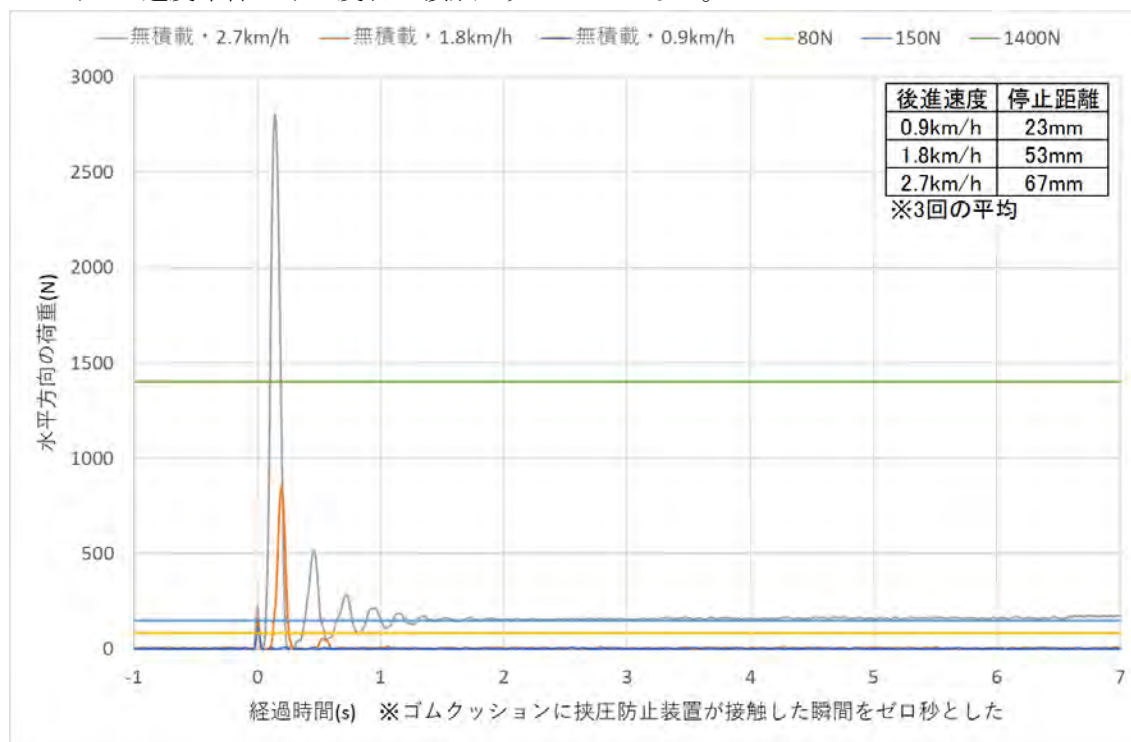
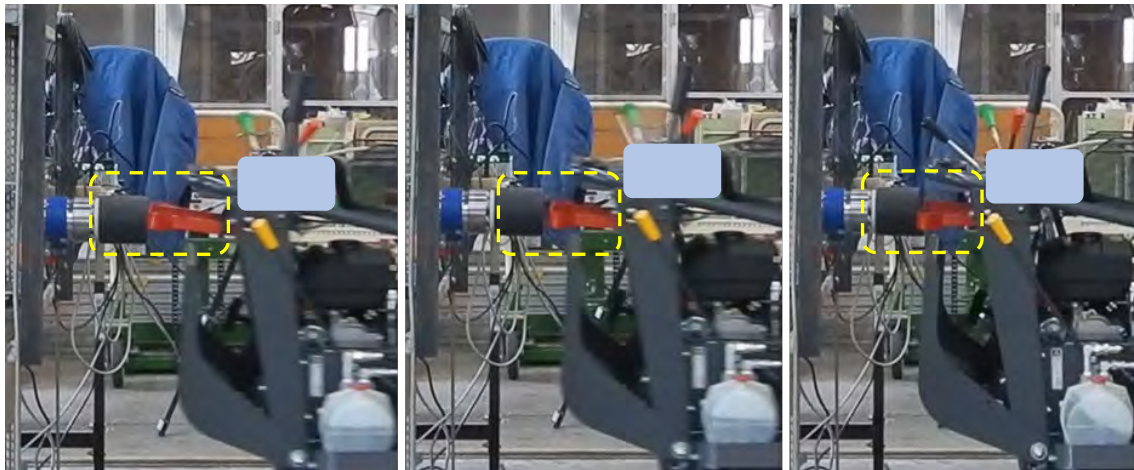


図2-11 無積載状態における確認試験の結果



1 度目の接触

両者が離れた瞬間

2 度目の接触

図 2-1-2 ゴムクッションと挟圧防止装置の接触の様子（無積載）

次に最大積載状態で行った挟圧防止装置作動確認試験の結果を図 2-1-3 に示す。

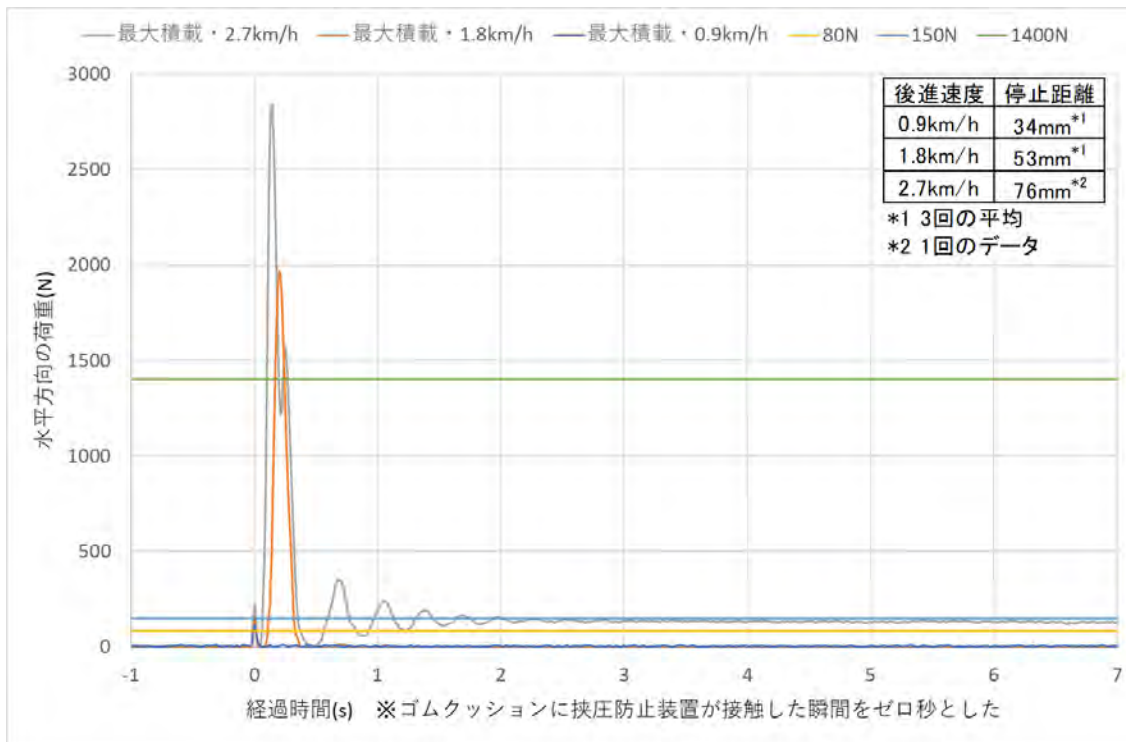


図 2-1-3 最大積載状態における確認試験の結果

以上、挟圧防止装置を評価するための試験方法を検討し、試験装置を構築した。現段階では未実施であるが、他のデッドマン式クラッチ、緊急停止スイッチ等の緊急停止装置の評価試験についても、これらは自動で作動しない点が異なっており工夫が必要ではあるが、挟圧防止装置の試験手法を準用して実施可能と考えており、検討を進めていく予定である。



### 3. 農用運搬車の評価手法の確立

#### 1) 市販農用運搬車のメーカー調査を通じた実態把握

実施概要：2022年10月から2023年2月にかけて農用運搬車を市販しているメーカー4社へ訪問し、本事業の概要を説明するとともに、農用運搬車の安全装置及び農作業事故等について意見交換を行った。また、各社の農用運搬車の実機を前に安全機能の装備状況について説明を受け、現行機の実態把握を行った。

結果概要：メーカーとして安全対策を進めて、より良い機械を提供したいということは共通認識であった。メーカー各社からは本事業を通じて要件や指針が決まれば取り組んでいきたいといった意見が寄せられた。ただし、安全性能評価の試験を受けることによりコスト面に影響を及ぼすのではといった危惧もあった。安全装備の開発・装備による販売価格の上昇は市場には受け入れられにくいとメーカーは考えており、価格の5%程度が限度とのことであった。そのため、現状ではコストの掛からない安全装備を工夫しながら開発を行なっている。

これまでメーカーが行った大きな安全対策として、三輪の農用運搬車の生産・販売中止がある。ユーザーからは三輪の農用運搬車の要望が多かったが、三輪は転倒しやすい等の理由から、2013年の日農工車両部会にて2016年1月までに四輪タイプへ移行することを業界全体で決定しており、現在、生産・販売は行っていない。

農用運搬車へのデッドマン式クラッチの搭載について、農用運搬車を低速で動かしながらオペレータが収穫作業を行う使い方をされる事があり、国内ユーザーには受け入れられないのではと懸念している。ただし、欧州ではデッドマン式クラッチが必須となっており、国内でも標準装備とすることも検討するべきとの意見もあった。

農用運搬車に関する事故情報については、メーカー各社とも収集は難しいという意見で一致していた。具体的な事故情報が集まることで対策が可能となるが、個人情報保護等の理由から詳細な情報の収集は困難であり、転倒などの大まかな要因しか分からないとのことであった。メーカーの考える事故要因としては、メンテナンスを受けていない古い機械を使っていることも一つの要因と考えており、ユーザーへ機械のメンテナンスを推奨している。

以下に現在市販されている農用運搬車に装備されている安全装備を挙げる。

##### (1) 転落・転倒への対策

- ・TOPS をオプションとして用意。
- ・果樹園での利用を想定した可倒式の TOPS を採用。

##### (2) 挟まれ・ひかれへの対策

- ・乗用歩行兼用クローラタイプについて、歩行使用時の安全機能として、非常停止ボタンの他、デッドマン式クラッチを採用。
- ・ハンドルを倒した状態（歩行作業状態）では、高速（2速）には入らないように機能を追加。
- ・ハンドルを倒した状態（歩行作業状態）では、2－3速に入らないようにけん制板が自

動的に出てくる構造。

- ・歩行使用時はエンジン停止ボタンを押しやすい位置に配置して、万が一、人が後ろ向きに転倒しても押せるように配慮。
- ・挟圧防止装置やシートスイッチを具備。

### (3) 誤操作の防止

- ・乗用歩行兼用機種は運転者の位置で、前進後進の方向が変わるので混乱を招かないようにするため前進後進とは書かず矢印で表している。
- ・レバーの色について機能毎に色分けしており、すべての機種で統一。

### (4) その他

- ・始動安全としてギアをPに入れないと、セルフスタートできない。
- ・始動安全装置を3つ付けている。クラッチ切、エンジン停止ボタンが始動の位置、燃料タンクが通常位置の3条件が揃うとエンジンがかかる。
- ・後ろから追突された事故があったため、低速車マーク、ハザードスイッチを装備。

以上のように、現在市販の農用運搬車においては、メーカーが開発した安全装備を備えた機種が多くラインナップしている。一方で、開発された時期が古い機種においては安全装備がほとんど搭載されていない機種もあった。メーカーとしては販売台数が少ない機種は開発コストの面から新たな改良が難しいとのことであった。

## 2) 転落・転倒に対する安全性の評価手法

本報告書2. 3) で示した試験手法では、評価対象とする車体の条件を以下のように設定している。

- ①空車状態
- ②コンテナ積載状態（等荷重）
- ③コンテナ積載状態（偏荷重）
- ④ばら積みでの最大積載状態

このうち①については、現行の安全性検査（2018年基準、2019年基準とも）で行われているものと同様（走行条件・無負荷状態）であり、両基準で示されている「30度まで傾けても転倒しない左右の安定度を有していること」が、評価の目安となり得る。

一方、②～④については、農作業現場での使用実態を反映した実用上の安定性を評価するものと位置付けられる。これらに相当する既存の試験・評価手法は、他業種における各種車両を対象としたものにおいても一般的ではないと考えられるが、積載状態を一定程度反映したものとしては、例えば労働安全衛生法における「不整地運搬車構造規格」では、以下のように定めている。

「第二条 不整地運搬車は、原動機及び燃料装置に燃料、冷却水等の全量を搭載し、及び当該不整地運搬車の目的とする用途に必要な設備、装置等を取り付けた状態（以下「無負荷状態」という。）において、水平かつ堅固な面の上で、三十五度（最高走行速度二十キロメー

トル毎時未満の不整地運搬車又は車両重量（無負荷状態における不整地運搬車の重量をいう。以下同じ。）に対する車両総重量（車両重量、最大積載量及び五十五キログラムに乗車定員を乗じて得た重量の総和をいう。以下同じ。）の割合が一・二以下の不整地運搬車にあつては、三十度）まで傾けても転倒しない左右の安定度を有するものでなければならない。」

この内容については、独立行政法人自動車技術総合機構の審査事務規程（新規検査、予備検査、継続検査又は構造等変更検査）においても同様のものが掲げられている。農業機械の安全性検査における基準（30度）とは、「最高走行速度二十キロメートル毎時未満」の要件に対応するものとして整合性が取れているが、30度基準に対応するもうひとつの要件である「車両重量に対する車両総重量の割合が一・二以下」については、農用運搬車では車両重量を上回る最大積載量を有するものも一般的であり、この要件からは大きく外れることとなる。したがって、将来的に、より実効的な安全性評価基準を策定する際には、本事業で構築された2.3)の試験手法に基づき、まず市販機の機体安定性に関する実態を広く把握した上で、その結果に基づき、例えば、

- ・現行基準を引き続き採用する（積載時の安定性低下については取扱説明書や安全標識等で適切な情報提供を行う）
- ・最高速度 20km/h 未満であっても、積載時の安定性低下を踏まえて無負荷状態では 35 度以上の安定度を有するものとする
- ・それぞれの試験手法（積載状態）ごとに数値基準を設ける

等、考えられるものから適切なものを検討、選定する必要があると考えられる。

ちなみに、現行の安全性検査では、「圃場内運搬機の（略）安定度等は、別に定める試験方法に示す基準を満たすこと」とも定めており、この中で最大積載量の状態での静的転倒角も調査することとなっているが、合否にかかる数値基準は定めておらず、取扱性の確認における参考数値の扱いに留まる。

なお、②～④を、使用実態を反映した実用上の安定性を評価するものと位置付けた場合、乗用型及び乗用・歩行用兼用型においては、運転者の重量も加味すべきとも考えられる。このとき、座席への負荷及びその位置の設定方法としては、例えば乗用トラクタ用安全キャブ・フレーム検査の実施方法にも採用されている ISO 5353:1995（JIS A 8318:2001「土工機械—座席基準点（SIP）」）の適用（体重は 75kg と想定されたもの）が考えられるが、重心位置自体は当該規格に基づいて負荷を与えた場合よりも座高により高くなるものと想定されるため、さらなる情報収集及び検討が必要である。その際、歩行型であるが立ち乗りが可能な構造の機械や、構造的に荷台等に乗った上でも走行操作が可能と考えられる（誤使用であっても乗用利用が容易に想定される）機械についても、その取扱いについて検討する必要がある。

### 3) 挟まれ・ひかれに対する安全性の評価手法

挟まれ・ひかれに対する安全性の評価にあたっては、まず当該事故形態に対して有効と考えられる各種安全装置及び付加保護方策（挟圧防止装置、デッドマン式クラッチ、後進速度牽制装置、緊急停止ボタン等）の有無を確認する。このとき、装置の有無に加えて、その配置や操作性、構造が適切であるかどうかも重要な要素となり、将来的に、より実効的な安全性評価基準を策定する際には、その評価方法の検討も必要となる。また、乗用型であるが構造的に歩行操作が可能と考えられる（誤使用であっても歩行利用が容易に想定される）機械についても、その取扱いについて検討する必要がある。

ひかれ事故については、事故発生前の時点で、運転者は通常の操作位置にはいない状況が想定されるため、そのような姿勢にあっても、配置や構造等の工夫により、安全装置の作動が可能であるかどうか、評価項目に入ってくる可能性もある。

挟まれ事故に関しては、本報告書 2. 4) で示した試験手法では、該当する安全装置（挟圧防止装置、デッドマン式クラッチ）が作動した場合（または作動させた場合）に運転者にかかる負荷について、機械・設備のタイプ C 規格のうち、挟まれ事故防止のための評価基準と試験方法を規定している規格の一つである JIS A 4722:2022「歩行者用自動ドアセットー安全性」を参考に、同等の評価が行えるように装置を構築している。このため、評価基準についても、基本的には同規格が示す動的力及び静的力の限度値を引用することが適切と考えられる（測定値はあくまでこの測定装置及び方法において得られる固有のものであり、実際に農用運搬車と構造物との間に身体が挟まれた際に身体にかかる負荷と同様ではないことに注意が必要である）。ただし、安全装置が作動した、または作動させた後に残る静的力については、JIS A 4722:2022 では、一定時間経過後に 80N 未満まで低下することが求められており、制御が組み込みやすい自動ドアでは不可欠なものではあるが、農用運搬車では、単純にエンジンを停止するだけでは機体が身体を押し付ける力はあまり減衰しないと考えられる機械も多い。安全装置の作動とともにクラッチを切る制御も考えられるが、傾斜地等では新たなリスクを生む危険性も考慮する必要がある。一方で、自動ドアと異なり、挟まれ力が一定程度以下であれば、運転者が自らの機械操作で挟まれ状態から脱することも可能と考えられる。これらの条件も踏まえて、将来的に、より実効的な安全性評価基準を策定する際には、特に静的力の扱いについて、さらなる検討が必要と考えられる。

なお、安全装置が作動した後も、破損等せず機能が失われない構造であることを評価項目に含めるかどうかについては、破損後も農用運搬車としてそのまま使用を継続できようかどうか等の要素とあわせてさらに検討を重ねた上で判断することとなる。

## 謝 辞

本事業の実施にあたっては、全国農業機械士協議会、中央労働災害防止協会、東京農業大学、一般社団法人日本農業機械工業会、一般社団法人日本労働安全衛生コンサルタント会及び独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所、株式会社アテックス、株式会社ウインブルヤマグチ、有限会社河島農具製作所及び株式会社筑水キャニコムに、多大なご支援を賜った。さらに、農林水産省農産局技術普及課生産資材対策室には実施に係るご指導を賜った。ここに深く感謝申し上げる。

## 参考資料

1. 第1回評価検討会資料
2. 第2回評価検討会資料
3. 第3回評価検討会資料

注) 評価検討会資料の中で個社及び個別の型式が特定可能と考えられる情報については、本報告書においてはマスキングを施している。また供試機全体写真等マスキングが困難なものについては色をモノクロに変更するかまたは関連するページごと削除している。