

テールゲートリフター使用時の荷・作業者の転落防止装備の開発

大西 明宏*1, 清水 尚憲*2, 山際 謙太*2, 山口 篤志*2, 吉田 武*3, 山口 勲*4

テールゲートリフター (TGL) はトラックの荷台後端に袈装される省力装置として荷役作業には不可欠の存在となっている。しかしながら TGL 使用に伴う労働災害が陸運業で多く発生しており、その約 7 割は TGL のプラットホームあるいは荷台からの転落災害であることが確認されている。本研究では TGL 使用時の災害を抜本的に防止するための設備対策として、プラットホームを加工することなく着脱可能な転落防止柵の開発、プラットホームが荷台高さにある時のみ荷の運搬が可能、かつそれ以外の時のみプラットホームが上昇・下降できるインターロックシステムを試作した。着脱式の転落防止柵は水平方向への負荷による強度試験の結果、重り 120kg の負荷でも脱落しない強度を有したことから、特許出願の上で現場試用による検証を進めることにした。またインターロックシステムに関しても実作業にもとづくシナリオにて試作し、荷台からの転落防止を実現する仕様を提案した。ただしいずれも社会的認知や現場検証が不十分であることから、今後は転落防止柵およびインターロックシステムを実装レベルに引き上げることが課題になると考えられた。

キーワード: テールゲートリフター, 転落, 転落防止柵, インターロックシステム

1. はじめに

テールゲートリフター (以下、TGL) (図 1) はトラックの荷台後端に袈装される荷役省力装置であり、荷台と地面の間の移動には欠かせない存在である。しかしその一方で、TGL 使用に起因する休業 4 日以上¹⁾の労働災害 (以下、TGL 起因災害) は年間で約 600 件 (全体の約 0.5%) 発生し、その 7 割近くが作業員や荷の転倒・転落であることが確認された¹⁾。そのため TGL 起因災害の防止には TGL のプラットホーム (昇降板) の端部に柵を設置するのが妥当と考えられる。実際に欧州では TGL (現地名では Tail Lift) の BSEN 規格²⁾が存在し、プラットホーム (以下、ホーム) の高さが 2m 以上の場合は所定の基準を満たした安全手すり (柵) の設置が規定されている。実際に筆者らは 2016 年にドイツで開催された国際商用車ショー (IAA2016) を視察した際に、この安全手すりを装備した製品が数多く市販されているのを確認している。この欧州の安全手すりの事例は、厚生労働省と労働安全衛生総合研究所がまとめた安全な TGL 取扱いに関するリーフレット³⁾において ETMA (European Taillift Manufactures Association) から提供された写真で紹介されている。このように国内においても TGL 用の転落防止柵の重要性は高くなると推察されることから、国内の事情に対応した転落防止柵を検討することが重要と言える。



図 1 各種テールゲートリフター

また、TGL 使用時の転落はホームからだけではなく、荷台からの転落も含まれることが報告されている¹⁾。具体的には作業員自身が荷台の高さにホームがあると勘違いし、作業員が後退りして転落した事例、あるいは別の作業員がホームを地面まで降ろしたために転落した事例が該当する。これらは基本的に作業員が荷台から転落した災害であるが、他にも傾いた場所で TGL を使用したことにより荷台に収納されていたロールボックスパレット (以下、RBP) 等のキャスター付きの荷のキャスター止り止めを掛けていなかったために動き出し、地上にいた作業員が荷の下敷きになった事例なども散見されている。このようなことから TGL 使用時にはホームだけでなく荷台の最後部からの転落防止対策も重要と考えられる。

本報告では TGL ホームからの転落災害を防止するための装備として、国内で市販されている典型的な TGL のホームを加工することなく装着可能な着脱式柵の開発概要を紹介する。また、荷台の最後部からの RBP 等の荷の転落災害を防止するための装備として試作した荷台上部に設置した安全バーの開閉とホーム位置等を条件としたホーム上昇・下降インターロックシステムの概要についても紹介する。

2. ホームに着脱可能な転落防止柵

一般的にホーム上に転落防止柵を設置するには、ホームに固定するための加工が必要となる。しかしながら典

*1 労働安全衛生総合研究所 リスク管理研究グループ

*2 労働安全衛生総合研究所 機械システム安全研究グループ

*3 日本物流機器株式会社

*4 有限会社山口製作所

連絡先: 〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6

労働安全衛生総合研究所 リスク管理研究グループ 大西明宏

E-mail: aohnish@s.jniosh.johas.go.jp

型的なホームで使われているアルミ部材は特殊な構造をしているため、メーカーの許可を得ることなく加工するのは本来の機能を失うなどの不正改造となる得る可能性がある。このような国内事情を踏まえ、欧州には存在しない加工なしで着脱可能な柵のあり方について検討し、開発を進めることにした。

1) 着脱式転落防止柵の仕様

図2は開発した着脱式の柵をホームに装着している様子である。仕様の詳細は後述するが、2016年に筆者らがドイツで開催されたIAA2016(国際商用車ショー)を視察した際に見た多くの安全手すり(転落防止柵)やTail LiftのBSEN規格²⁾を参考とし、国内TGLメーカーの大半のホームに適用できる寸法等を考慮して開発することにした。主たる柵部材はRBPの支柱よりも一回り太い28.5φの鋼製パイプとし、視認性への配慮および欧州でも多く市販されていることを踏まえて黄色に塗装した。本体質量は約9kgである。寸法は床面から上さんまでの高さが90cm、床面から中さんまでの高さは55cmである。この上さんおよび中さんの配置に関しては建設現場の足場からの転落防止に用いられる枠組み足場用手すり枠⁴⁾(以下、手すり枠)を参考にした。幅に関してはできる限りホーム側部の開口部を防護できるのが望ましいが、同時に装着に支障を来さない重量に抑えることも必要となる。最終的に多くのTGLホームに適用可能なこと、男性作業による装着に問題がなかった重量を考慮し、75cmを採用することにした。



図2 着脱式の転落防止柵を装着する様子

着脱は柵の支柱直下の2ヶ所に具備したフットレバー付のクランプを踏み下ろして固定する方式とした(図3(a))。なお、側方へ負荷が加わった際の摩擦による耐久性向上を図るため、クランプ先端部に1mmの溝を彫り、そこに寒冷あるいは暑熱下でホームに装着した際の変形防止の観点から硬度80、2mm厚のドーナツ形状のゴムリングを貼り付けた。このクランプ先端部は強い外力が加わっても変形しにくくするよう強度区分10.9の高張力鋼ボルトを採用し、基本となる40mmのホーム厚に対して±10mmが調整可能な構造にした。そしてフットレバーが何らかの理由で解除される可能性を考慮し、このレバーを固定するための手下ろし式の二重ロック(図3(b))を装着した。

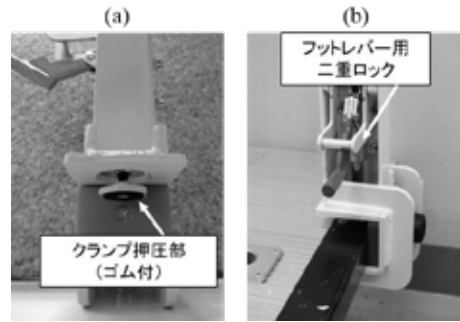


図3 クランプおよびホーム挟み込み部の特徴

このように着脱式柵はクランプでホームに固定するため、不要なときは使わないで済むことや位置の微調整が可能な反面、ホームへの固定による十分な強度を得るのは据付式に比べて劣るのが難点である。ただし柵に対する外力が加わった際にクランプをホームに挟み込む部分(以下、コの字部)の変形を抑制することでクランプの固定力を維持し、脱落を防止することができる。

また、側部ストッパーと呼ばれる車輪止めを装着したTGLが多いことが知られているため、コの字部の寸法は側部ストッパーに緩衝しないようにする必要がある。事前に国内各社のTGL側部ストッパー位置を調査したところ、側部ストッパーがホーム端部から40mm以内に設置されている場合は大半のホームに装着可能なことが確認できた。そのためコの字部をホームに挟み込む内寸は40mmとした。

2) 強度試験

上述した構造を有する着脱式柵であるが、実際にホーム上で柵としての強度を有するのかを検証する必要がある。しかし国内にはTGL柵の試験方法などの規定は存在しない。一方、Tail LiftのBSEN規格²⁾には、安全手すり(柵)に関する規定が存在し、以下に示す5つの基準が存在する。

- a) 取外しないしは折り畳み可能であること
- b) 高さは110cm以上であること
- c) 垂直方向に50cm以上の開口がないこと
- d) 手すりが干渉する場合、2体の手すり防護部の間隔が120mmを超えないこと
- e) 柵上さん中央部への水平方向への引張り試験にて300N以上の負荷にて脱落せず、変位が3cm以内であり、除荷後に変形がないこと

当初、TGLはTail liftと同じものであることから、転落防止柵の開発においてはこの欧州基準を満たすことが適当と考え、柵の高さを110cmとして複数タイプを試作し、上記基準を満たすよう試験を続けた。しかし着脱式はクランプ押圧による固定にもとづく構造の特性上、上記基準eにおける水平方向への変位3cm以内を満たすのは困難との結論に至った。

このような状況の中、国内の建設現場で用いられている手すり枠⁴⁾が定める強度試験の認証基準は上記BSEN規格の基準と異なるものの、試験方法は同じであること

が分かった。国内のユーザーにとっても用途は異なるものの本着脱式柵が既に国内に流通している手すり枠の認証基準に則しているのかを対照する方が妥当な強度を有するのかを判断しやすいのではないかと推測される。ちなみに手すり枠の基準となる高さは床面から上さんまでが 85cm 以上と BSEN 基準に比べて 25cm 低いのだが、既報⁵⁾にてその高さは国内の被験者を対象とした複数の実用場面を想定した実験において導き出した値であり、妥当かつ信頼できる強度基準であると考えられる。この手すり枠の強度基準⁴⁾の概要を以下に示す。

A) 荷重作用点に滑車を介して重り 30kg を負荷し、その時の水平移動量が 10cm 以下であること

B) 荷重作用点に滑車を介して重り 100kg を負荷し、その時の水平移動量が 45cm 以下、かつ重り 100kg の負荷を 30 秒間保持できること

今回の検討では最終的にこの基準を用いることにした。着脱式柵の高さは、BSEN 基準の 110cm よりも側方への負荷による変位量を抑制し、転落防護に十分と考えられる 90cm まで短縮し、手すり枠の強度試験の認証基準を満たすのかを検証することにした。

図 4 は強度試験の様子である。冒頭に記した最終仕様の着脱式柵 2 体を製造し、これらを供試体として試験を実施した。その結果、前述の基準 A が示す重り 30kg の負荷での水平移動距離は図 5 のグラフに点線で示した基準 10cm 以下を満たす 3cm 未満となり、基準 B の重り 100~120kg までの負荷においても 30 秒保持し、最も重

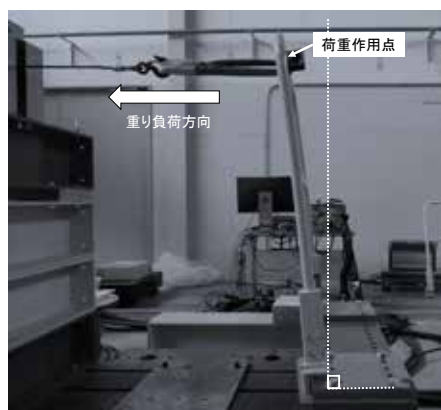


図 4 着脱式柵の強度試験の様子

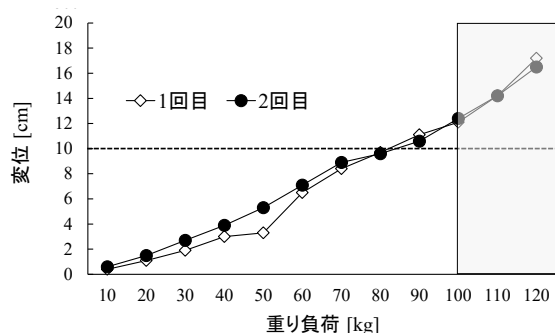


図 5 強度試験の結果

い重り 120kg 負荷時の水平移動距離は基準の 45cm 以下よりも大幅に短い 18cm 未満であった (図 5)。

以上より本着脱式柵は強度面において手すり枠の基準を上回る性能を有することが確認され、本着脱式柵の仕様を公知にして現場試用による検証に移行することが重要であると判断し、「昇降板用後付け柵」の名称にて特許出願 (特許第 6752458 号) を完了し、2020 年 7 月 15 日に特許査定となった。なお、繰り返しになるが、厳密には本着脱式柵と手すり枠の構造および用途は異なるものであるため、今後の現場試用を通じた適性評価が重要な課題になると思われた。

3) 実用化に向けての課題

本着脱式柵の実用化を目指すため、複数の陸運事業者を対象に実演によるメリット・デメリットの説明を含む協議の結果、東京都に本社を置く某陸運事業者と研究協力協定書を交わし、神奈川県内の拠点間輸送の荷役作業を対象に実施することになった。現場試用では対象事業者からの要望として庫内のレールと後付け柵を高強度かつ伸縮性のある脱落防止用ベルトで連結し (図 6)、左右両側に装着すると共に、安全面に配慮した両者の取り決めによるルールに則って実施することで合意した。複数のドライバーを対象に使い勝手および使用上の問題点等をヒアリングにて抽出する検証を進めたが、対象事業場の通常業務を優先しなければならない事情等もあり、本プロジェクト研究の終了年度内に完了できなかった。そのため現在も十分な結果が得られるよう継続している。

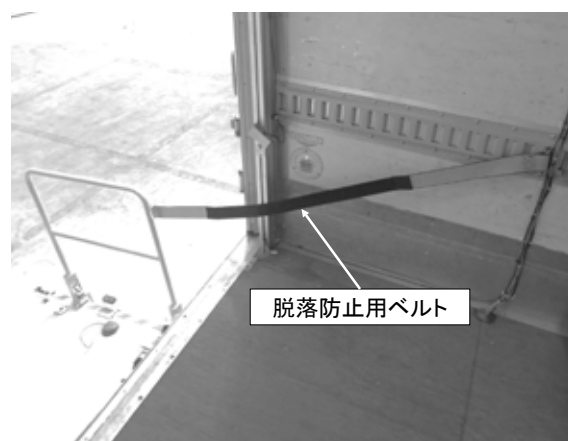


図 6 柵と荷台を連結する脱落防止用ベルト

3. ホーム上昇・下降インターロックシステム

荷台 (庫内) からの荷の転落防止として一般的なのはキャスター付の RBP 等であればストッパーを用いるのが有効である。しかしながら繁忙な荷役作業時に 1 台ごとにストッパーを掛けるのは著しく作業効率を低下させるのが難点である。また、キャスターにストッパーが装着されていない RBP 等も存在することから、荷台 (庫内) に RBP 転落防止の機能を持たせ、ホームが荷台の高さにあると誤認したことで被災した事例を踏まえ、この転落防止機能が有効時のみにホームが動作する仕組み

にすることを前提としたインターロックシステムを試作することにした。

1) 試作システムの概要

本インターロックシステムは国内で市販されている TGL (RAM10-1455N, 新明和工業) を用い、複数の装備を連動させることで機能するように構成されている。本インターロックシステム試作品を用い、ホーム上昇・下降制御を模擬した様子を図 7 に示す。

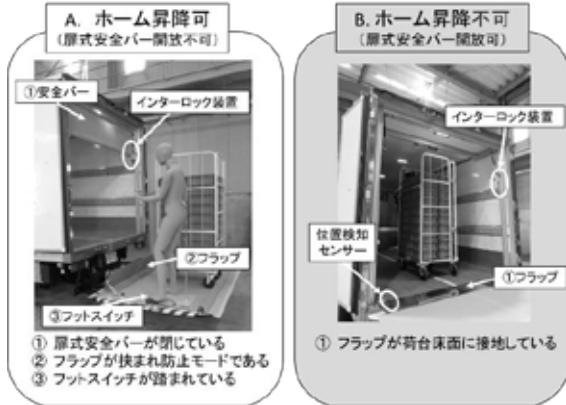


図 7 インターロックシステムによるホーム上昇・下降制御を模擬した様子

本システムでは TGL プラットホームが荷台の高さにある時のみに安全バーのロックが解錠できること、なおかつバーが閉じられている時のみホームの上昇・下降が可能な機構とするため、以下のシナリオを設定した。

- ①荷台後端部の床面に埋設した位置検知センサーによりホーム据付のフラップ（渡し板）が荷台側へ接地したか否かを検出可能であること。
- ②荷台上部に設置した扉式安全バー（以下、安全バー）が閉じた時のみホームの上昇・下降が可能、かつホームの上昇・下降中は安全バーが安全装置により施錠され、安全バーの開錠が不可能であること。

この①および②がホームの動作条件となる仕組みは TGL を用いた実際の荷役作業の作業者の行動を踏まえたものであり、このシナリオ通りに作業を行うことにより荷台の最後部からの RBP 等の荷の転落災害防止が可能となるものである。図 8 にホーム上昇・下降インターロックの起動条件をチャートにて示す。

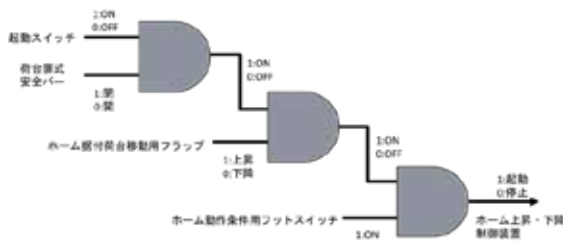


図 8 ホーム上昇・下降インターロックの起動条件

ここから先は本インターロックシステムを構成する各装備の特徴を概説する。

(1) 荷台扉式安全バー (図 9)

TGL による荷役作業でよく用いられる荷である RBP の高さはその大半が 170cm であることから、これが荷台端部から転落しないよう、荷台上部に設置した安全バーが閉じた際に床面から安全バー下端までが 150cm となる扉式のものを採用した。安全バーの開閉方向はホームからの荷の移動時は作業者が安全バーに触れるのではなく RBP を動かした際に安全バーへの RBP 接触をトリガーとして安全バーに備わったダンパーの収縮力にて自動的に開放されることを狙ったため、荷台側のみに 90 度回転するようにした。この安全バーの施錠を制御するインターロック装置は荷台の運転席側に装備した。図 10 に安全バーの開閉インターロック装置 (PSEN ml b 2.1 unit, PILZ) を示す。



図 9 荷台扉式安全バー



図 10 インターロック装置

(2) ホーム据付荷台移動用フラップ (図 11)

通常の TGL は荷台に上がると荷台床面とホームが連結されるが、TGL を後付けしたなどの場合はボディ後端の観音扉の開閉パーツ（グリップなど）に干渉しないよう 10cm 程度の隙間を作らなければならない。このような場合は荷台後端部にホームへの渡し板（フラップ）を

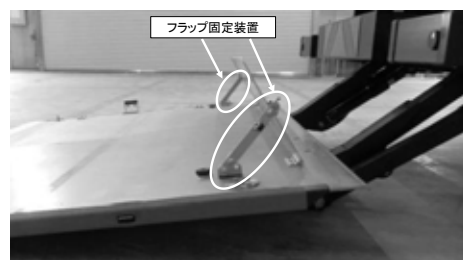


図 11 ホーム据付荷台移動用フラップ

設置するのだが、通常とは反対にホーム側に設置することで、作業者がホームの上昇・下降時に搭乗した際に発生している足の挟まれや荷の逸走による転落防止にも貢献できるようにした。本フラップは位置を固定する装置により、①挟まれ・転落防止モード（図 11）、②渡し板モード、③収納モード（ホームの展開・格納時）の 3 モードを備えており、手動で切替え可能な仕組みとした。

(3) フットスイッチによる二重制御（図 12）

前項で述べたように作業者搭乗時の足の挟まれや転落が危惧されることから、作業者の立ち位置を制限することが重要になると考えられる。そこでホーム中央部にフットスイッチを設け、先に示したインターロックが機能する条件に加えて、これを踏んでいる時のみホームが動作するようにした。これにより足の挟まれ防止だけでなく、ホームの上昇・下降中に RBP 等の荷が急に動き出してその対応をする場合には、作業者の足がフットスイッチから離れるためホームが停止する。このように危険と考えられるリモコンスイッチによるホームの操作と RBP 等の荷扱いを同時にできない仕組みとした。



図 12 ホーム動作条件用フットスイッチ

2) 今後の課題

本インターロックシステムでは TGL 作業で多く取扱われているとの理由から一般的なサイズの RBP を荷としたシナリオにて試作した。本試作品はこれまでにない新たな装置や設備を用いた制御により災害防止が可能になると考えたモデルであるため、本来は実際の運用に応じた最適化や新たなリスクが生じるか否かの検証が必要になる。今後は模擬作業による検証等を通じ、現実的なシステム仕様を導くことが課題であると考えられた。

また、本インターロックシステムは作業者搭乗によるホームの上昇・下降を前提とした構成を採用したが、大半の国内メーカーの取扱説明書では作業者搭乗によるホーム動作を禁止事項としている。しかしながら作業者

の立場からするとホームに搭乗しないと自身がホームと荷台との間を移動できない問題がある。そのため国内ではホーム搭乗による作業者昇降が常態化しているようであるが、欧州に目を向けると BSEN 規格²⁾において安全に配慮した諸条件を満たせば 1 名まで搭乗可能であることが示されている。TGL 使用に起因する災害の防止には現実的な運用を阻害することなく安全面を強化することが重要になると考えられることから、今回試作したインターロックシステム等の新たな設備とこれに対応した運用にもとづく基準作りが課題になると考えられた。

4. おわりに

TGL 使用時の主たる災害である TGL ホーム上からの転落、そして荷台からの転落災害を防止するため、これまでにはない新たな設備面の対策として転落防止柵の開発およびインターロックシステムの試作を行った。その結果、既存の TGL ホームを加工することなく随時着脱できる転落防止柵を開発し、「昇降板用後付け柵」の名称にて特許査定された。一方、インターロックシステムは TGL を用いた模擬作業にもとづくシナリオにて試作し、荷台からの転落防止と作業者搭乗によるホーム上での身体挟まれ防止が可能となるシステムを構築することができた。今後は社会的認知を得るための活動、現場試用にもとづく検証を通じた信頼性の向上が課題であると考えている。

参 考 文 献

- 1) 大西明宏:テールゲートリフター使用に起因する労働災害の特徴, 人間工学, Vol. 54, No. 3, pp.115-123, 2018
- 2) British Standard Institute: BSEN 1756-1 (Tail lifts) Part 1: Tail lifts for goods, pp.1-72, 2008
- 3) 厚生労働省・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: テールゲートリフターを安全に使用するために 2 ステップで学ぶ 6 基本&11 場面別ルール, http://www.jniosh.johas.go.jp/publication/houkoku/houkoku_2018_01.html, 2018
- 4) 一般社団法人仮設工業会: 第 7 版 仮設機材認定基準とその解説 (厚生労働大臣が定める規格と認証基準), pp.286-292, 2015
- 5) 小川勝敏, 河尻義正, 堀井宣幸: 仮設手摺の具備条件一仮設手摺の必要高さが必要強度について一, 産業安全研究所研究報告 (RR-25-3), pp.1-23, 1977