

建設機械の転倒及び接触災害の防止に関する研究

Study on prevention of toppling accidents and accidents caused by machine contact with construction machineries

玉手 聡*1, 吉川 直孝*1, 堀 智仁*1, 清水 尚憲*2, 梅崎 重夫*2, 濱島 京子*3

建設安全研究グループ*1 機械システム安全研究グループ*2 電気安全研究グループ*2

■ TAMATE Satoshi, KIKKAWA Naotaka, HORI Tomohito, SHIMIZU Shoken, UMEZAKI Shigeo, HAMAJIMA Kyoko

建設業における労働災害は建設機械等によるものが墜落に次いで 2 番目に多く、中でも掘削用機械のドラグ・ショベルによる激突、転倒・転落災害は後を絶たない。また、クレーン機能付きドラグ・ショベルの使用では、つり荷の落下や機械との激突によって人がはさまれたり巻き込まれたりする接触災害が多発する傾向にあることから、本プロジェクト研究では建設機械の転倒及び接触災害の防止に焦点を当て、現場内走行に潜在する転倒危険の解明や接触防止のための警報装置の開発を行った。また、基礎工事に用いられる打機や移動式クレーンなどの大型機械の転倒では被害が現場周辺にも及び近年社会問題化している。そこで本研究では主な転倒原因である地盤の養生不足の問題を解決するために地耐力確認のための簡易調査法を提案した。本報告では本プロジェクト研究全体の概要を述べる。

1 研究の背景

建設業における死亡災害は全産業の約 4 割を占め、その防止は重要な課題となっている¹⁾。特に「墜落・転落」、「建設機械等」、「飛来落下・崩壊・倒壊」によるものは三大災害とも呼ばれ、全体の約 8 割を占める。第 12 次労働災害防止計画では重篤な災害の防止を掲げ、「墜落・転落災害」と「はさまれ・巻き込まれ災害」が重点ポイントに挙げられている。建設機械等による労働災害は、特に掘削用のドラグ・ショベルによるものが多く、その発生状況には転倒や転落が特徴的に見られる。また、クレーン機能付きドラグ・ショベルでは、クレーン作業中の「はさまれ、巻き込まれ」などの接触災害が多発する傾向にある。さらに、建設工事に用いられる移動式クレーンやくい打機等の転倒が公衆災害に拡大し、近年社会問題化している。

このような背景から、本プロジェクト研究では頻発する建設機械等による災害を防止するため、まず、その危険要因を解明し、有効な安全対策を検討することとした。図 1 に建設業における死亡者数の推移とその災害の種類（墜落、建設機械等、土砂崩壊）を示す²⁾。建設機械等による災害は墜落に次いで多く発生しているが、2006 年(平成 18 年)以降では死亡者数がほぼ横ばいとなっている。このことから、発生数を更に減少させるためには、災害の特徴を捉えて的確な対策を講じる必要がある。そこで本プロジェクト研究では特に発生が多い転

倒、転落及び接触等に焦点を当て、次の三つのサブテーマで構成させた。

サブテーマ 1：建設機械の転倒、転落及び接触災害の詳細分析

サブテーマ 2：建設機械の転倒、転落防止に関する研究

サブテーマ 3：建設機械と人間の接触等を防止するための安全装置に関する研究

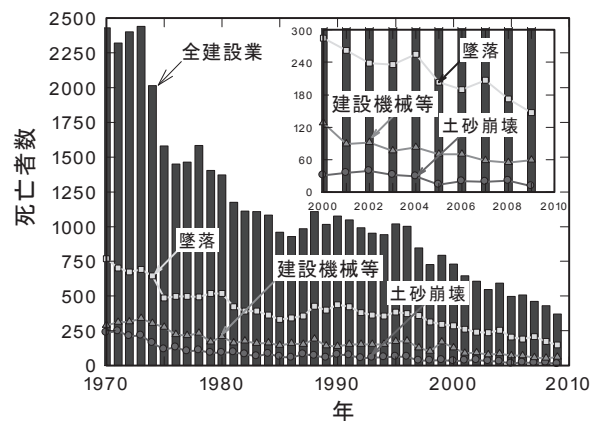


図1 建設業における死亡者数の推移とその災害の種類 (墜落、建設機械等、土砂崩壊)

2 本研究の手法

シートベルトの着用やキャビンの保護構造(ROPS: Roll-Over Protective Structure)が国内外で規格化されたことによって、運転者自身の安全は守られるようになった。しかしながら、その周辺の誘導者や作業者がドラグ・ショベル等にひかれたり激突されたりする問題は残されたままとなっていた。すなわち、建設機械の安全

*1 労働安全衛生総合研究所 建設安全研究グループ
 *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 労働安全衛生安全総合研究所 電気安全研究グループ
 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 建設安全研究グループ 玉手聡*1
 E-mail: tamate@s.niosh.go.jp

には運転者の防護に加えて、建設機械を転倒させない本質的な対策が必要とされていた。加えて、建設機械との接触防止については、作業性や人間特性を考慮した実用性の高い防止装置が現在存在しないことから、本研究では、その特性を考慮した人体検知装置と連絡調整システムを検討することとした。

はじめに、サブテーマ1の建設機械等による災害事例の詳細分析では、災害時の作業や地盤種類を整理するとともに法面勾配や建設機械等と被災者との距離などの発生条件を定量化した。得られた分析結果はサブテーマ2と3での重点検討項目とし、導かれる対策が効果的なものとなるようにした。サブテーマ2では、ドラグ・ショベルの不安定性について実験と解析による検討を行ったが、特に、発生が多い斜面作業や走行に潜在する危険を調査して安全作業に必要な対策を検討した。サブテーマ3では最新のセンシング技術を活用したモニタリングシステム(人体検知、転倒予測、過荷重検知など)やICTを活用した情報伝達システムを開発した。この開発では、安全性と作業性の両立を考慮した総合的な設計指針を提案した。

3 研究成果の概要

1) 建設機械の転倒、転落及び接触災害の詳細分析

サブテーマ1では、過去に発生した建設機械等の転倒、転落及び接触災害の発生状況の詳細分析を行った。国内におけるドラグ・ショベルの推定保有台数は約60万台であり、バケット容量が0.2m³未満の、一般にミニショベルと呼ばれる小型機械が約半数を占める。本分析の対象機械としては労働安全衛生法施行令別表第7に定義された建設機械に加えて、不整地運搬車、高所作業車、セメント散布車及びアスファルトフィニッシャーにまで範囲を広げて安全上の問題把握に努めた。

その結果、建設機械等による死亡災害は年間80~90件で推移しているが、そのうちドラグ・ショベルによるものが約半数を占めることがわかった。さらに、ドラグ・ショベルによる死亡災害を事故の型で分類すると「はさまれ、巻き込まれ」、「激突され」、「墜落、転落」、「転倒」、「崩壊、倒壊」の順に多く、各型に占めるミニショベルの割合が顕著なことがわかった。その原因の一つとしては、ミニショベルは重心が履帯長さに比べて相対的に高いという構造的な特徴が挙げられ、さらには溝掘削などの小規模工事をはじめとする様々な現場で広く使用される環境的な要因が関係していることが分かった。

一方、バケット容量0.2m³以上の機械、すなわち大型のドラグ・ショベルでは、「崩壊、倒壊」、「激突され」、「はさまれ、巻き込まれ」の発生が多く、周囲の作業者を巻き込んだ災害が多いことが特徴となっている。ドラグ・ショベルによる「墜落、転落」は「つり荷、つり荷旋回中」や「走行中」が多く、「登坂中」に「転倒」したケースもあった。また「崩壊、倒壊」では「バケット動作中」に足下の溝壁が崩れた例が見られた。さらに

「激突され」、「はさまれ、巻き込まれ」には「後退中」の災害が多く、ドラグ・ショベルの死角に作業員が立ち入っていたことが原因であった。

「墜落、転落」と「転倒」の発生を防止して安全性を高めるためには、そもそも危険な作業をさせないよう安全のルール化が必要である。ドラグ・ショベルの登坂性能はカタログ等に記載されているものの、その角度は作業上の安定を必ずしも保証するものではない。これは、ショベルの安定限界が掘削や走行などの使用条件によって異なるとともに、斜面の支持力や表面の摩擦などの使用環境に影響されるためである。このように、詳細分析から作業時におけるドラグ・ショベルの安定限界と走行路条件の関係を解明する必要性が明らかとなり、サブテーマ2ではその調査を行った。次に、「激突され」と「はさまれ、巻き込まれ」の防止については、前述の「転倒」に関係したものを除けば、後退中にひかれたものや旋回中に接触したものが多い。特に、最大掘削半径が10m未満のショベルによる接触が半数を占めることから、この範囲への接近に対する警報を可能にするシステムがサブテーマ3における検討条件であることを明らかにした²⁾。

2) 建設機械の転倒、転落防止に関する研究

ドラグ・ショベルの転倒では斜面の降下中に(走行中に)転落したケースが多い。さらに、斜面の勾配が機械の安定度(限界傾斜角)よりも小さいにもかかわらず転倒して死亡したケースが年間6件(平成18年)見られ、これはドラグ・ショベルによる災害の約15%を占めものであった³⁾。このことから本研究では、傾斜地での走行には危険が潜在するとの仮説を立て、斜面走行時におけるドラグ・ショベルの転倒危険について実験的な調査を行った。ここで、転倒災害はバケット容量0.2m³未満のミニショベルが約半数を占めたことから、それをベースにした実験用の小型モデルを開発した。このモデルショベルは、様々な条件の走行路を走行させて挙動を分析するためのものであるが、実験上の相似則を満足させるために遠心力場で走行させることとした。そして、走行路の勾配や支持力の違いがミニショベルの転倒に与える影響を調査した。

モデルショベルは実機の約1/10スケールであり、10G場での走行を実験上の標準条件とした。10Gの遠心力場における履帯の平均接地圧は実機と同じ約40kPaとし、実験では、走行路の地盤条件を変えて機体の揺動の変化を調べた。この走行路は支持力のバラツキが少ない均質な盛土(走行路)を発泡ポリエチレンで再現し、不均質でバラツキのある盛土は締め固めた関東ロームで再現した。さらに、異なる勾配の組合せの走行路も比較した。

本調査の結果、勾配の組み合わせが同一の走行路では走行速度が高いほど揺動の最大角速度 ω_{max} が大きくなることがわかった。また、盛土天端から斜面への降下では斜面勾配が大きいほど、すなわち走行路内における勾配の差が大きいほど ω_{max} も大きくなり、さらに、同一斜面勾配のケースでは天端からの降下時よりも残土乗り越え

時の方が ω_{\max} は大きくなることがわかった。

前進による斜面降下は転倒危険が後進よりも大きくなるのが明らかとなり、さらに、盛土天端から斜面に降下する場合や残土等の物体を乗り越えて斜面に降下する際はより不安化することがわかった。危険防止には走行速度の低下や接続部での勾配緩和によって ω_{\max} の値自体を抑制することが有効なことを指摘した。

以上のように、本研究では走行中の機体揺動に与える現場走行路の影響を検討し、危険条件や安全な操作方法を明らかにしたり。

3) 建設機械と人間の接触等を防止するための安全装置に関する研究

建設機械等と作業者の接触（激突され、はさまれ・巻き込まれ）による災害はそれによる災害の約半数を占める。この接触災害をオペレータや周辺の作業者あるいは誘導員の(人の)注意力だけで防ぐ安全には限界がある。そのためサブテーマ3では、最新のセンシング技術を活用したモニタリングシステムやICT(情報通信技術)を活用した危険情報伝達システムを開発した。開発に先だって、オペレータへのヒヤリングを行って彼らが担う作業種類と安全に必要なセンシング対象を整理した。システムの種類については、作業性を損なわずに危険を伝達できる支援的保護システム⁹⁾として開発すべきことが分かった。

まず、同システムの一つとして建設機械用遠隔非常停止装置を開発した。ドラク・ショベルの作業中は騒音のためオペレータが誘導員や作業者の声を直接聞き取るとは困難である。また、死角が多いため作業者の位置把握も困難なことがわかった。そのため、本研究では、遠隔操作で危険情報を伝達できる非常警報装置を開発し、誘導員や作業者からの危険情報を確実にオペレータに伝達できるシステムの開発を行った。発信機から受信機への信号伝達の方法については予備調査から非常停止の信号のみを受信機側に伝達するZigBeeの通信プロトコル方式が最適であることを明らかにし、本装置に採用した。

次に、建設機械とその周辺作業者との接触災害を防止するために、マイクロ波を用いた動体検知センサシステムを開発した。本システムは、マイクロ波発信機と受信機のドップラーモジュールから構成され、24.2GHzのマイクロ波（アクティブタイプ）を対象物に向けて発射し、その散乱反射波を受信し、対象物の検知を行うものである。このシステムを建設機械のキャビン上に搭載し、検知特性実験を行ったところ、設定した監視領域内に侵入した周辺作業者に対して、360°の監視範囲を確保できた。また、本システムを支援的保護システムという位置付けでリスク評価を行った結果、人の注意力に大きく依存している既存のリスク低減方策に対して、確実性の高いリスク低減効果が期待できることが分かった。

4 技術資料による試験法の提案

サブテーマ2では、地耐力不足が原因で発生する建設

機械等の転倒事故についてもその防止対策を検討し、その成果を技術資料⁶⁾にまとめた。本資料では、これまでの研究から明らかになった動的転倒の危険を指摘した上で、安定確保には地盤の「強さ」と「沈下量」に加えて降伏後の「沈下速度」の条件の考慮が必要なことを述べた。そして、地耐力確認では、載荷圧力 p_a に対する極限支持力 q_d の比である支持力安全率 F_s を求めて閾値 SR と照査することとし、 SR の値は急激な沈下による転倒危険を考慮すると、3.0以上必要なことを述べた。地盤調査の方法については、代表的な手法を整理して留意点を述べるとともに、新たな調査法を検討した。そして、作業現場における仮設の地耐力確認の観点から、効率的かつ簡便な「現場地耐力試験」の新たな方法も提案した。法令等では「堅固」な面への設置や「軟弱」な地盤上での使用禁止を述べているもののその表現が定性的であることから現場での評価や判断は異なる現状も見られた。そこで本研究では、必要地耐力を定量的に示すとともに、その確認の方法を示した上で、安全レベルの向上に必要な対策を述べた。以上のように、本技術資料で、は移動式クレーンや基礎工事用機械などを含めた建設機械等が地耐力不足によって転倒する災害を防止するためにその確認方法を提案した。

5 今後の展望

作業現場の地耐力を簡易に調査するための方法と装置（現場地耐力試験システム）は国土交通省の新技術活用システム（NETIS：KT-160051-A）に登録され、今後更に本技術の普及に努めたいと考えている。また、建設機械と人間の接触等による事故防止のために開発した支援保護システムについては、他の安全装置に関する事項も含めてJIS化を提案する予定である。本システムの基準化によって建設機械への導入が加速することが期待される。

参考文献

- 1) 建設業労働災害防止協会(2015)平成27年度版建設業安全衛生年鑑, pp.109-144.
- 2) 吉川直孝, 伊藤和也, 堀智仁, 清水尚憲, 梅崎重夫, 濱島京子, 豊澤康男, 玉手聡(2013)ドラク・ショベルに係る死亡災害の調査分析. 安全工学シンポジウム 2013 講演予稿集, pp.396-399.
- 3) 堀智仁(2012)車両系建設機械における労働災害の分析. そら, Vol.6, No.2, pp.5-9.
- 4) 堀智仁, 玉手聡, 石野貴裕(2013)ドラク・ショベルのつり荷走行時における不安定要因の実験的検討. 土木学会論文集 F6 (安全問題), Vol. 69, No. 2, I_159-164.
- 5) 清水尚憲, 梅崎重夫他(2013)支援的保護システム. 特願2013-204042.
- 6) 玉手聡, 堀智仁(2015) 作業現場における地耐力確認の方法ー移動式クレーンを含めた建設機械等の転倒防止対策ー. 労働安全衛生総合研究所技術資料, JNIOOSH-TD-NO.3, pp. 1 - 83.

研究業績リスト

課題名：建設機械の転倒及び接触災害の防止に関する研究

平成27年度(2015年)		
1	原著論文	堀智仁, 玉手聡(2015)敷鉄板の敷設方法と荷重分散に関する模型実験. 土木学会論文集F6 (安全問題), Vol.71, No.2, pp. I_83-I_88.
2	その他の専門家向け出版物	玉手聡(2015) 建設工事の安全と地盤工学-第2回 移動式クレーンや建設機械の転倒防止と地耐力確認. 安全衛生コンサルタント, Vol. 35, No. 114, pp. 66 - 74, 日本労働安全衛生コンサルタント会. .
3	その他の専門家向け出版物	玉手聡, 堀智仁(2015) 移動式クレーンや建設機械の設置における簡易な地耐力確認の提案. 建設機械, Vol. 51, No. 8, pp. 43 - 48. 日本工業出版.
4	その他の専門家向け出版物	玉手聡(2015) クレーンの転倒は何故起きるのかー地盤から見る災害分析ー. 労働調査会, 労働安全衛生広報, Vol. 47, No. 1115, pp. 9 - 17. 企業通信社.
5	その他の専門家向け出版物	堀智仁, 玉手聡, 吉川直孝(2015)建設機械の墜落・転落防止に関する研究 サブテーマ2:建設機械の転倒、転落防止に関する研究 ドラグ・ショベルの斜面降下時における法肩形状の影響について. 建設業労働災害防止協会, 平成27年版建設業安全衛生年鑑, p. 78.
6	その他の専門家向け出版物	玉手聡, 堀智仁(2015)建設機械の墜落・転落防止に関する研究 サブテーマ2:建設機械の転倒、転落防止に関する研究 作業現場の地耐力を簡易に調査する方法の開発. 建設業労働災害防止協会, 平成27年版建設業安全衛生年鑑, p. 79.
7	その他の専門家向け出版物	清水尚憲, 梅崎重夫, 濱島京子, 吉川直孝(2015)建設機械の墜落・転落防止に関する研究 サブテーマ3:建設機械と人間の接触等を防止するための安全装置に関する研究. 建設業労働災害防止協会, 平成27年版建設業安全衛生年鑑, p. 80.
8	その他の専門家向け出版物	堀智仁, 玉手聡(2015)建設機械の墜落・転落防止に関する研究 サブテーマ2:敷鉄板の敷設方法の違いによる地盤養生効果. 建設業労働災害防止協会, 平成27年版建設業安全衛生年鑑, p. 84.
9	国内外の研究集会発表	S.Shimizu(2015)Intoroduntion of a risk reduntion strategy using the supportive protection system, ISO/TC199, CD-ROM
10	国内外の研究集会発表	S.Shimizu,S.Umezaki(2015)Risk reduction effect of a supporting protective system for an integrated manufacturing system, SIAS2015, CD-ROM
11	国内外の研究集会発表	堀智仁, 玉手聡(2015)ドラッグ・ショベルの斜面降下時および残土等乗り越え時の機体の不安定化に関する基礎的検討. 平成27年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集, pp.147-150.
12	国内外の研究集会発表	堀智仁, 玉手聡(2015)掘削用機械における斜面降下時の不安定性に関する基礎的検討. 安全工学シンポジウム2015講演予稿集, pp. 368 - 371.
13	国内外の研究集会発表	清水尚憲, 梅崎重夫(2015)統合生産システムを対象とした支援の保護システムによるリスク評価と検証. 安全工学シンポジウム2015講演予稿集, pp.364-367.
14	国内外の研究集会発表	堀智仁, 玉手聡(2015)ドラッグ・ショベルの斜面降下走行時における法肩形状の影響. 平成27年度土木学会全国大会, 第70回年次技術講演会講演概要集, pp. 391-392.
15	国内外の研究集会発表	玉手聡(2015) 建設業における労働災害の発生頻度に関する一考察. 平成27年度土木学会全国大会, 第70回年次学術講演会講演概要集, pp. 389 - 390.
16	国内外の研究集会発表	堀智仁, 玉手聡(2015) 平板載荷試験機を用いた支持力評価の迅速化に関する実験的検討. 第50回地盤工学研究発表会DVD, pp. 215 - 216.
17	国内外の研究集会発表	清水尚憲, 梅崎重夫, 濱島京子(2015), 機械設備の保護装置を対象としたモニタリングシステムの提案～フィールドデータに基づく保護装置の有効性検証～, 電子情報通信学会, Vol.116, pp. 1-4
平成26年度(2014年)		
1	原著論文	吉川直孝, 伊藤和也, 堀智仁, 清水尚憲, 濱島京子, 梅崎重夫, 豊澤康男 (2015)ドラッグ・ショベルに係る死亡災害の詳細分析と再発防止対策の検討. 土木学会論文集F6 (安全問題), Vol.70, No.2, p.I_107-I_114.
2	研究所出版物	玉手聡, 堀智仁(2015) 作業現場における地耐力確認の方法ー移動式クレーンを含めた建設機械等の転倒防止対策ー. 労働安全衛生総合研究所技術資料, JNIOOSH-TD-NO.3, pp. 1 - 83.

建設機械の転倒及び接触災害の防止に関する研究

3	その他の専門家向け出版物	吉川直孝, 伊藤和也, 堀智仁(2014)建設機械の転倒, 転落及び接触災害の詳細分析. 建設業労働災害防止協会, 平成26年度版建設業安全衛生年鑑, p.73.
4	その他の専門家向け出版物	堀智仁, 玉手聡, 伊藤和也, 吉川直孝(2014)ドラッグ・ショベル模型の作製と斜面降下実験. 建設業労働災害防止協会, 平成26年版建設業安全衛生年鑑, p. 74.
5	その他の専門家向け出版物	清水尚憲, 梅崎重夫, 濱島京子, 吉川直孝(2014)建設機械と人間の接触等を防止するための安全装置に関する研究, 建設業労働災害防止協会, 平成26年版建設業安全衛生年鑑, p.75.
6	その他の専門家向け出版物	堀智仁, 玉手聡(2014)敷鉄板を用いた地盤養生に関する基礎的検討. 建設業労働災害防止協会, 平成26年版建設業安全衛生年鑑, p. 76.
7	その他の専門家向け出版物	堀智仁, 玉手聡(2014)掘削用機械のつり荷走行について. 建設機械, Vol.50, No.11, pp.57-61.
8	国内外の研究集会発表	吉川直孝, 伊藤和也, 堀智仁, 清水尚憲, 濱島京子, 梅崎重夫, 豊澤康男(2014)ドラッグ・ショベルに係る死亡災害の詳細分析と再発防止対策の検討. 土木学会安全問題討論会2014, pp. 107 - 114.
9	国内外の研究集会発表	堀智仁, 玉手聡(2014)ドラッグ・ショベル模型の製作と遠心場走行実験. 第49回地盤工学研究発表会発表講演集DVD, pp.69-70.
10	国内外の研究集会発表	堀智仁, 玉手聡(2014)ドラッグ・ショベルの斜面降下走行の遠心模型実験. 平成26年度土木学会全国大会, 第69回年次技術講演会講演概要集, pp. 1077-1078.
11	国内外の研究集会発表	玉手聡, 堀智仁, 石野貴裕, 末政直晃(2014)地盤養生の違いがつり荷走行するドラッグ・ショベルの揺動に与える影響. 平成26年度土木学会全国大会, 第69回年次学術講演会講演概要集, pp. 1075 - 1076.
12	国内外の研究集会発表	堀智仁, 玉手聡(2014)ドラッグ・ショベルの斜面降下走行に関する基礎的検討. 平成26年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集, pp.111-114.
13	国内外の研究集会発表	玉手聡, 堀智仁, 錦古里洋介(2014)大型建設機械等の設置における簡易な現場地耐力試験の提案. 平成26年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集, pp. 115 - 118.
14	国内外の研究集会発表	玉手聡, 堀智仁, 前田豊(2014)移動式クレーンの安定確保に必要な地耐力の検討. 日本機械学会, 第23回交通・物流部門大会講演論文集, pp. 169 - 172.
15	国内外の研究集会発表	清水尚憲, 梅崎重夫(2014)統合生産システムを対象とした支援的保護システムによるリスク低減戦略. 日本機械学会, 第23回交通物流部門大会講演論文集, pp.19-20.
16	国内外の研究集会発表	清水尚憲, 岡部康平, 梅崎重夫(2014)フォークリフトを対象とした支援的保護システムのリスク低減方策に関する一考察. 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会, CD-ROM.
17	国内外の研究集会発表	清水尚憲(2014)最近の機械安全の動向, 機械学会群馬支部特別講演.
18	国内外の研究集会発表	清水尚憲(2014)支援的保護システムによるリスク低減効果に関する検証, Safety Net Japan第76回定例会, CD-ROM
19	国内外の研究集会発表	清水尚憲(2014)機械による労働災害を防止するために, 所沢地区労働基準協会主催安全集会説明会
20	国内外の研究集会発表	清水尚憲(2014)最近の機械安全の動向, 洗浄総合展ワークショップ特別講演(東京ビックサイト)
21	国内外の研究集会発表	清水尚憲(2014)リスクアセスメントに基づく機械安全の考え方, 長岡鉄鋼業青年会「安全技術セミナー講師」
平成25年度(2013年)		
1	著書・単行本	清水尚憲(2013)支援的保護装置の考え方と適用例. 機械・設備のリスク低減技術, pp.105-117, 日本規格協会.
2	著書・単行本	清水尚憲(2013)保護具. 機械・設備のリスク低減技術, pp.217-233, 日本規格協会.
3	原著論文	堀智仁, 玉手聡, 石野貴裕(2013)ドラッグ・ショベルのつり荷走行時における不安定要因の実験的検討. 土木学会論文集F6(安全問題), Vol. 69, No. 2, I_159-164.
4	特許出願	清水尚憲, 梅崎重夫他(2013)支援的保護システム. 特願2013-204042.
5	その他の専門家向け出版物	堀智仁(2013)解体用機械における労働災害の分析. そら, No. 40, pp. 16 - 21. 労働調査会.
6	その他の専門家向け出版物	加藤正勝, 堀智仁, 近藤信行, 井上尚, 小林則之, 石井基寛, 石井晴夫, 大久保佳法, 出野政雄, 鈴木正夫(2013)車両系建設機械運転者教本【解体用】技能講習テキスト. 建設業労働災害防止協会, pp. 107 - 128.
7	その他の専門家向け出版物	吉川直孝, 伊藤和也, 堀智仁(2013)建設機械の転倒, 転落及び接触災害の詳細分析. 建設業労働災害防止協会, 平成25年版建設業安全衛生年鑑, p. 84.

8	その他の専門家向け出版物	堀智仁, 玉手聡, 吉川直孝, 伊藤和也(2013)クレーン機能付きドラグ・ショベルにおけるつり荷走行時の不安定要因に関する研究. 建設業労働災害防止協会, 平成25年版建設業安全衛生年鑑, p. 85.
9	その他の専門家向け出版物	清水尚憲(2013)最近の制御技術(3) - 光線式人存在検知手段によるインタロックシステム, クレーンVol.51No.591, pp.10-14.
10	国内外の研究集会発表	堀智仁, 玉手聡(2013)掘削用機械のつり荷走行時におけるつり荷重の変動計測. 平成25年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集, pp. 203 - 206.
11	国内外の研究集会発表	吉川直孝, 伊藤和也, 堀智仁, 清水尚憲, 梅崎重夫, 濱島京子, 豊澤康男, 玉手聡(2013)ドラグ・ショベルに係る死亡災害の調査分析. 安全工学シンポジウム2013講演予稿集, pp.396-399.
12	国内外の研究集会発表	堀智仁, 玉手聡(2013)クレーン機能付きドラグ・ショベルのつり荷走行時における荷重変動. 安全工学シンポジウム2013講演予稿集, pp. 400 - 403.
13	国内外の研究集会発表	堀智仁, 玉手聡(2013) 小型移動式クレーンの転倒防止に必要な敷板の決定法に関する一考察. 第48回地盤工学研究発表会, pp. 219 - 220.
14	国内外の研究集会発表	堀智仁, 玉手聡(2013)ドラグ・ショベルのつり荷走行時における荷重の変動計測. 土木学会第68回年次学術講演会, pp. 547 - 548.
15	国内外の研究集会発表	Shoken Shimizu, Shigeo Umezaki(2013) Research on Safety Device for Hazardous Point Nearby Operation using Radio Frequency Identification, APSS2013, CD-ROM.
平成24年度(2012年)		
1	その他の専門家向け出版物	玉手聡, 堀智仁(2012)「現場支持力試験」による工事現場の地耐力確認について. 建設機械, Vol. 48, No. 12, pp. 44 - 49. 日本工業出版.
2	その他の専門家向け出版物	堀智仁, 玉手聡(2013)敷板による地盤養生方法について. 建設機械, Vol. 49, No. 2, pp. 74 - 78.
3	その他の専門家向け出版物	堀智仁, 玉手聡(2012)アウトリガー偏心設置が支持力減少に与える影響について, 建設業労働災害防止協会, 平成24年版建設業安全衛生年鑑, p. 84.
4	国内外の研究集会発表	堀智仁(2012)積載形トラッククレーンの設置における地盤養生の方法について. 第33回全国クレーン安全大会 講演・研究発表資料集, pp. 35 - 46.
5	国内外の研究集会発表	堀智仁(2012)大型建設機械の転倒防止に関する研究の紹介. 釜慶大学MOUミーティング, Vol. 32, No. 8, pp. 554 - 558.
6	国内外の研究集会発表	堀智仁, 吉川直孝, 大嶋勝利(2012)文書解析を用いた建設機械による労働災害分析. 安全工学シンポジウム2012講演予稿集, pp. 516 - 519.