

建設機械等による労働災害の詳細分析と再発防止対策の検討 —ドラグ・ショベルによる災害に着目して—

吉川 直孝*1, 伊藤 和也*2, 堀 智仁*1, 清水 尚憲*3, 濱島 京子*4

本研究では、建設機械等の死亡災害をまず概観した後、建設機械に分類されるドラグ・ショベルの保有台数及び死亡災害が、他の建設機械に比べ多いことに鑑み、主にドラグ・ショベルに係る死亡災害について詳細に分析した。その結果、ドラグ・ショベルに係る死亡災害は、ドラグ・ショベルが「墜落・転落」、「転倒」する災害、つり荷による「飛来・落下」、掘削等により斜面、溝等が「崩壊・倒壊」する災害、ドラグ・ショベルに作業員が「激突され」「はさまれ・巻き込まれ」て被災する災害に大別された。また、斜面上での走行や旋回といった動的な状態によりドラグ・ショベルが不安定化すること、狭小な作業環境もあり作業員がドラグ・ショベルの最大掘削半径内で作業していた状況等が明らかとなった。再発防止対策として、転倒時保護構造（ROPS）を有したドラグ・ショベルの使用、シートベルトの着用徹底、動的な状態を考慮した安定度の設定と遵守、作業員と運転者にお互いの接近を認知させるシステム等を挙げた。

キーワード: 労働災害, ドラグ・ショベル, 墜落・転落, 激突され, ROPS, シートベルト。

1 はじめに

建設機械等による死亡災害は、1972年に労働安全衛生法が制定されて以降、建設工事関係者の労働災害防止の取り組みもあり減少傾向にあった¹⁾。建設業及び各災害の種類（墜落、建設機械、土砂崩壊）の死亡者数の推移を建設業安全衛生年鑑²⁾から抽出し、図1に示した。建設業安全衛生年鑑における「災害の種類」²⁾とは、建設業労働災害防止協会が独自に定めたものであり、墜落、飛来・落下、倒壊、土砂崩壊、落盤等、クレーン等、自動車等、建設機械等、電気、爆発・火災等、取扱運搬等、その他、となっている。一方、厚生労働省における「事故の型」³⁾は、墜落・転落、転倒、激突、飛来・落下、崩壊・倒壊、激突され、はさまれ・巻き込まれ、切れ・こすれ、踏み抜き、おぼれ、高温・低温との接触、有害要因との接触、感電、爆発、破裂、火災、交通事故（道路）、交通事故（その他）、動作の反動・無理な動作、その他、となっている。同図によると、1974年以降、建設機械等による死亡者数は大きく減少している。

1992年には、労働安全衛生規則第164条が改正され、車両系建設機械による荷のつり上げの作業については、作業の性質上やむを得ないとき等に限り行うことができ、その場合は必要な措置を講じなければならないとし、用途外使用の制限が緩和された。しかしながら、同改正による緩和を拡大して解釈する事業者もあり、ドラグ・ショベルによる荷のつり上げ作業時の災害が増加した⁴⁾、⁵⁾。1995、1996年と建設機械等による死亡者数が一度増

加している（図1参照）。1996年には、ドラグ・ショベルによる死亡者90人のうち34人（38%）がつり荷作業による死亡者であった⁴⁾。このような状況に鑑み、社団法人日本クレーン協会（現一般社団法人日本クレーン協会）では、1998年にJCAS2205-1998「油圧ショベル兼用屈曲ジブ式移動式クレーンの過負荷制限装置」を制定し、つり上げ荷重が3t未満のドラグ・ショベルに装備する過負荷制限装置の機能、構造、性能等を規定した。同規格の効果もあってか、1999年にはつり荷作業による死亡者はドラグ・ショベルによる死亡者88人のうち26人（30%）にまで減少した⁵⁾。2000年には労働省（現厚生労働省）労働基準局安全衛生部安全課長より「クレーン機能を備えた車両系建設機械の取扱いについて」の事務連絡があり、クレーン機能付きドラグ・ショベル等は移動式クレーンにも該当し、労働安全衛生関係法令だけでなくクレーン等安全規則の両方が適用されるとした。なお、「クレーン機能付きドラグ・ショベル」と「油圧ショベル兼用屈曲ジブ式移動式クレーン」は同義である。

2000年以降、建設機械等による死亡者数は徐々に減少

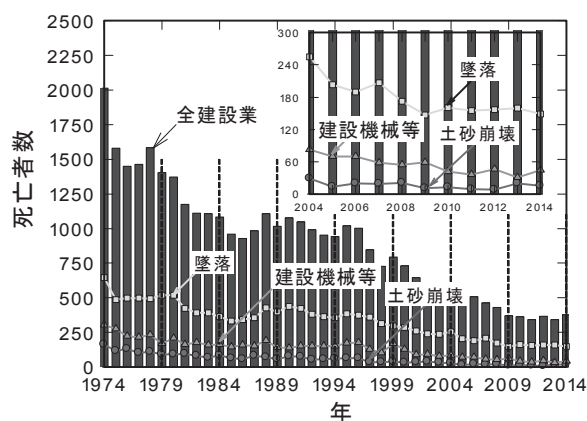


図1 全建設業、墜落、建設機械等、土砂崩壊による死亡者数の推移（建設業安全衛生年鑑のデータから）

*1 労働安全衛生総合研究所 建設安全研究グループ。

*2 東京都市大学工学部都市工学科

*3 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。

*4 労働安全衛生総合研究所 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 吉川直孝*1

E-mail: kikkawa@s.jniosh.go.jp

したが、2006年時点でも70人の労働者が死亡している²⁾。2010年に入り、クレーン機能を有しないにも関わらず、ブームに「移動式クレーン仕様」との表示をし、クレーン機能付きドラグ・ショベルを偽装したドラグ・ショベルの使用が散見されたため、同年3月2日に『クレーン機能付きドラグ・ショベル』を偽装したドラグ・ショベルについて』の通達(基安発 0302 第3号)が発出された。同通達は、クレーン機能付きドラグ・ショベルの仕様について示している。

さらに、2013年4月、労働安全衛生規則等の一部が改正され、「鉄骨切断機」、「コンクリート圧砕機」及び「解体用つかみ機」のうち動力を用い不特定の場所に自走できる建設機械が労働安全衛生法施行令別表第7第6号2の解体用機械として規定されるとともに、車両系建設機械全般についても安全対策が充実された。

上述した行政施策や建設工事関係者の労働災害防止の取り組みにより建設機械等に係る労働災害を減少させることが重要である。

本研究では、2006年の建設機械等に係る死亡災害を詳細に分析し、再発防止対策に役立てることとした。2006年当時は、2013年4月の労働安全衛生規則等の一部改正による転倒時保護構造(ROPS: Roll-Over Protective Structure)やシートベルトの着用努力義務もない状況下であった。また、現在も同様であるが、クレーン機能付きドラグ・ショベルと止むを得ない状況下でのドラグ・ショベルの用途外使用(荷のつり上げ)とが混在しており、つり荷走行、つり荷旋回後退等、複数の動作を行っている状態が横行している状況であった。複数の動作を行っている状態は、ドラグ・ショベルをより不安定にし、容易に転倒、転落することが報告されている⁶⁾。転倒、転落した場合、転倒時保護構造(ROPS)を有していても、シートベルトを着用していない場合、ドラグ・ショベルが傾き始めると運転者が席の外に飛び出し又は投げ出され、ドラグ・ショベルの下敷きとなって死亡に至る災害が多いことも報告されている⁷⁾。

さらには、ドラグ・ショベルの小型化も進み、スイ

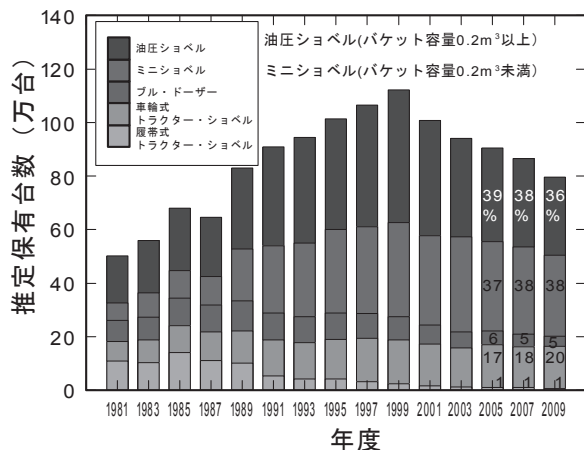


図2 国土交通省・経済産業省の建設機械動向調査から推定保有台数の推移⁵⁾に一部加筆修正

グブーム形、超小型旋回形等のミニショベルの保有台数も増加⁸⁾しており、作業員とドラグ・ショベルが近接する作業も常態化しつつある。狭小な作業現場が多いため、やむを得ない場合もあるが、大型のドラグ・ショベルにおいても作業員とドラグ・ショベルが近接する状況が見られる現状には何らかの対策が必要である。ドラグ・ショベルの最大掘削半径内に作業員が立ち入った場合、ドラグ・ショベルと作業員は接触する可能性があることを改めて認識する必要がある。

したがって、2006年当時の災害発生状況を明らかにし、複数の動作を行っている状態の危険性とドラグ・ショベルと作業員の接触の可能性を十分に認知しておく必要がある。本研究では、建設機械等の死亡災害をまず概観した後、建設機械に分類されるドラグ・ショベルの保有台数及び死亡災害が、他の建設機械に比べ多いことに鑑み、主にドラグ・ショベルに係る死亡災害について詳細に分析し、その結果から効果的な再発防止対策を検討した。

2 建設機械等の国内推定保有台数と死亡災害の傾向

1) 建設機械等の国内推定保有台数

建設業等の建設機械の保有状況を把握することを目的として、経済産業省と国土交通省は共同で建設機械動向調査を実施している⁹⁾。同調査では、履帯式ブルドーザ、油圧式ショベル系掘削機、トラクタショベル、トラッククレーン、ホイールクレーンの推定保有台数を調査している。同調査結果から、油圧式ショベル系掘削機(ミニショベル、油圧ショベル)、ブルドーザ、トラクタショベルの推定保有台数の推移を図2に示す。同調査において、「ミニショベル」は、バケット容量が0.2m³未満のドラグ・ショベルと定義されている。JIS A 8403-1(土工機械—油圧ショベル—第1部:用語および仕様項目)⁹⁾によると、ミニショベルは「機械質量6000kg未満、かつ標準バケット山積容量0.25m³未満の油圧ショベル」と定義されているが、本論文では建設機械動向調査の定義を用いた。一方、建設機械動向調査では、バケット容量0.2m³以上のドラグ・ショベルは「油圧ショベル」と定

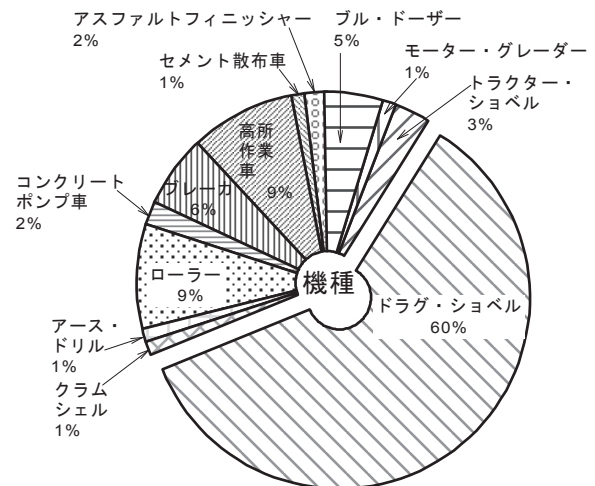


図3 建設機械等による死亡災害の機種ごとの割合

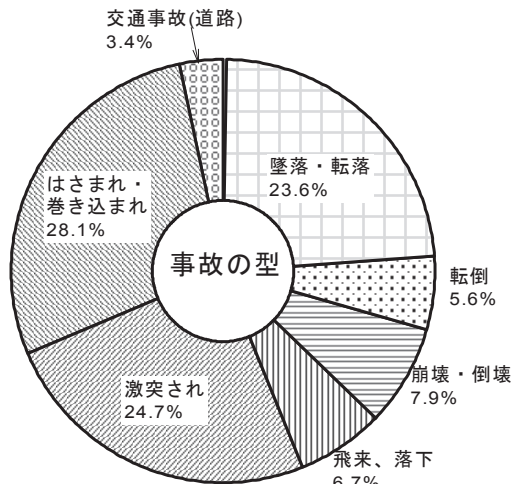


図4 建設機械等による死亡災害の事故の型ごとの割合

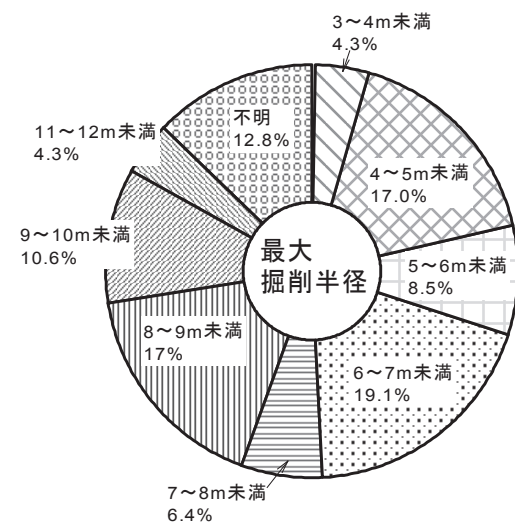


図5 ドラグ・ショベルに係る死亡災害の最大掘削半径ごとの割合

義されている。同図から、1999年度（平成11年度）以降、推定保有台数は減少し続けている。2005年度（平成17年度）の推定保有台数の内訳を見ると、ドラグ・ショベルの保有台数は76%を占め、そのうちミニショベルが37%、油圧ショベルが39%であり、ほぼ同数である。

2) 建設機械等の死亡災害の傾向

本研究で対象とする「建設機械等」は、労働安全衛生法施行令¹⁰⁾の別表第7に示されているものとした。また、労働安全衛生法施行令第10条では、不整地運搬車、高所作業車等も挙げているため、不整地運搬車、高所作業車、セメント散布車、アスファルトフィニッシャーも調査の対象とし、「建設機械等」に含めることとした。

本研究で定義した「建設機械等」に分類される機種に関連した死亡災害は2006年に89件発生している。建設機械等による死亡災害は1件で多数の死亡者を発生させることは少なく、1件につき1人の死亡者を発生させることがほとんどである。前述した建設業安全衛生年鑑の70人と数値が大きく異なる理由として、同年鑑ではドラグ・ショベルとともに運転者が墜落した災害等は「建設機械等」に分類されていない場合が多く、「墜落」に分類されているためである²⁾。なお、89件という数字は、建設業安全衛生年鑑に示されている「建設業における死亡災害事例」に記載されている「災害の状況」を精査し、「建設機械等」に関係する災害を独自に再抽出した結果である。図3に89件の死亡災害を各機種に分類しその割合を円グラフで示した。同図からドラグ・ショベルが最も多く60%を占める。次いで、ローラー（9%）、高所作業車（9%）、ブレーカ（6%）である。

図4に89件の死亡災害を事故の型³⁾ごとに分類しその割合を示した。「墜落・転落」、「転倒」は建設機械等が転倒・転落するような災害であり、その割合は29.1%である。「飛来・落下」は、建設機械等のつり荷が作業員に当たるような災害等であり、その割合は6.7%である。「崩壊・倒壊」は斜面（盛土）や溝が崩壊し建設機械等が転

落、埋没するような災害等であり、その割合は7.9%である。「衝突され」、「はさまれ・巻き込まれ」は、建設機械等と作業員が接触するような災害等であり、その割合は52.8%である。

①建設機械等の転落による災害、②つり荷による災害、③建設機械等の掘削等により溝等が崩壊するような災害、④建設機械等と作業員の接触による災害の四つに大きく分類され、これらを防止する対策が必要である。

3 ドラグ・ショベルの死亡災害の傾向

本章ではドラグ・ショベルに係る死亡災害について、より詳細に分析した結果について示す。

ドラグ・ショベルによる死亡災害は、2006年で53件発生している。そのうち、詳細分析に耐え得る資料が残されていた47件を対象とした。

1) ドラグ・ショベルの仕様と死亡災害の関係について

ドラグ・ショベルによる死亡災害47件について、最大掘削半径ごとに分類し、その割合を図5に示した。ここで、最大掘削半径とは、ドラグ・ショベルのバケットが届く範囲であり、上部旋回体の中心軸からバケットの先端までの距離である。同図から、最大掘削半径が10m未満であるドラグ・ショベルが83%であることがわかる。

ドラグ・ショベルによる死亡災害47件について、死亡災害発生件数と事故の型³⁾を図6に示した。同図には、事故の型ごとにバケット容量による内訳を示しており、例えば、事故の型「墜落・転落」を見ると、バケット容量0.2m³未満のミニショベルに係る災害が37.5%である。「転倒」においては、ミニショベルに係る災害は75%発生である。「墜落・転落」と「転倒」を合わせると、ミニショベルに係る災害は半数を占める。図2からミニショベルと油圧ショベルの推定保有台数がほぼ同程度であったことを考慮すると、同程度の割合でミニショベルと油圧ショベルに係る災害が発生していると推定される。

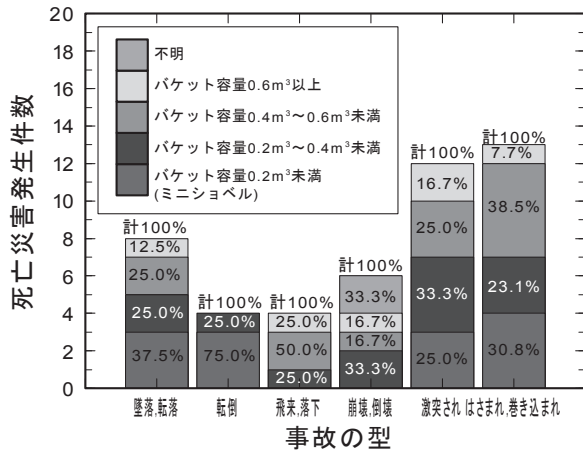


図6 事故の型ごとのバケット容量による分類

一方、「飛来・落下」、「崩壊・倒壊」を見ると、より大型の油圧ショベルに係る災害であることがわかる。

「激突され」、「はさまれ・巻き込まれ」について、ミニショベルでも災害が発生しているが、より大型の油圧ショベルに係る災害が多い。

2) ドラグ・ショベルの災害発生時の動作と死亡災害の関係について

図7は、事故の型ごとに災害発生時の動作で新たに分類したものである。

「墜落・転落」を見ると、走行中、つり荷、つり荷旋回中に災害に至っている場合が多い。「転倒」についてもつり荷旋回中又は旋回中に発生し、登坂中、バケット動作中にも発生している。

「飛来・落下」を見ると、つり荷旋回中に被災している。更に詳しく調べると、旋回中につり荷のフックが破損し、つり荷が落下、作業員に当たり被災していることが多い。これはクレーン機能付きドラグ・ショベルを使用していないこと及び適切なフック等の金具が取り付けられていなかった可能性がある。

「崩壊・倒壊」を見ると、バケット動作中による災害が多い。図6と合わせて考察すると、比較的大きなバケット容量のドラグ・ショベルが一度に多くの土砂を掘削することによって、斜面(盛土)、溝等を崩壊させ被災に至っていることが伺える。

「激突され」、「はさまれ・巻き込まれ」を見ると、つり荷走行中、つり荷旋回後退中にも多いが、後退中又は旋回後退中に最も多い。図6と合わせて考察すると、ドラグ・ショベルがより大型のため運転者から周囲を見渡した時の死角の範囲も広くなり、後方の死角が前方の死角よりも広いと推察される。

各事故の型につり荷に起因した災害が含まれており、つり荷に起因した災害は全体の約30%にも達する。以下に各事故の型についてまとめる。各事故の型の概略図については、参考資料¹⁰⁾に詳しい。

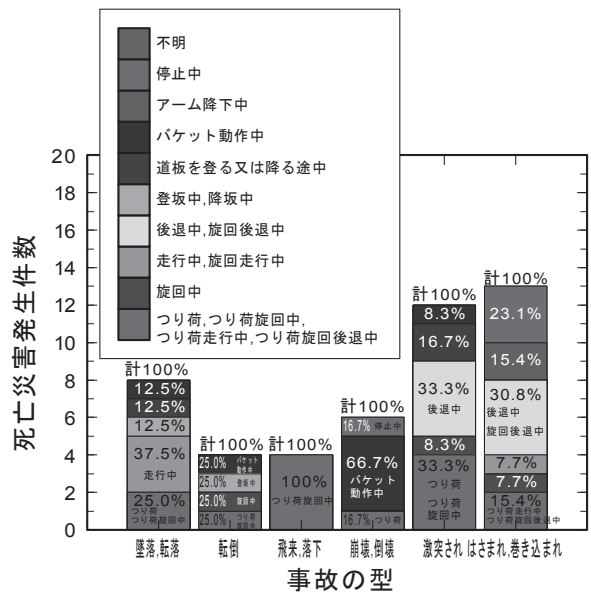


図7 事故の型ごとの災害発生時の動作による分類

- a) 「墜落・転落」、「転倒」による災害は、走行中や旋回中といった動的な状態の時にドラグ・ショベルが不安定化し転落することで発生している。
- b) 「飛来・落下」による災害は、比較的大型のドラグ・ショベルに係る災害であり、つり荷旋回中にフックが破損し、つり荷を落としてしまう等の災害である。
- c) 「崩壊・倒壊」による災害は、比較的大型のドラグ・ショベルに係る災害であり、多くの土砂を掘削することによって、斜面(盛土)、溝等を崩壊させ被災に至っている様子が伺える。
- d) 「激突され」、「はさまれ・巻き込まれ」による災害は、比較的大型のドラグ・ショベルに係る災害であり、特に後退中、旋回後退中に多い。

4 ドラグ・ショベルに係る災害の再発防止対策の検討

前章までにドラグ・ショベルに係る災害について、事故の型ごとに整理した。本章では、事故の型ごとに再発防止対策を検討する。再発防止対策を体系的にまとめ表1、表2に示した。以下、同表について事故の型ごとに説明する。

1) 「墜落・転落」及び「転倒」災害の再発防止対策

西ヶ谷⁹⁾は、ミニショベルの「墜落・転落」、「転倒」災害について、様々な姿勢におけるミニショベルの最大安定傾斜角と運転質量の関係を示した。それによると、上部旋回体を90度旋回させた状態において、最大安定傾斜角が16度程度であるミニショベルもあった。多くのドラグ・ショベルの登坂能力は30～35度に設定されており、登坂姿勢は一般的に上部旋回体を回転させない状態である。したがって、登坂能力が30～35度である場合でも、15度以上の斜面で上部旋回体を旋回させることは危険である。「日本建設機械要覧」¹⁰⁾に記載されているいくつかのミニショベルと油圧ショベルの全幅と全高

表1 ドラグ・ショベルに係る災害の再発防止対策

事故の型	再発防止対策例	備考（関連する労働安全衛生規則等）
「墜落・転落」 「転倒」 災害	転倒時保護構造（ROPS） 横転時保護構造（TOPS）	労働安全衛生規則第157条の2, JIS A 8921-2, JIS A 8921, ISO 12117-2, ISO 12117
	シートベルト	労働安全衛生規則第157条の2, JIS A 8911, ISO 6683
	動作時（走行、旋回等）の最大安定傾斜角度※1 の設定とそれに従うこと。	—
	ドラグ・ショベルによる荷のつり上げ作業は <u>原則禁止</u> 。 やむを得ない場合は、表2を参照。	労働安全衛生規則第164条第1項
「飛来・落下」 災害	ドラグ・ショベルによる荷のつり上げ作業は <u>原則禁止</u> 。 やむを得ない場合は、表2を参照。	労働安全衛生規則第164条第1項
「崩壊・倒壊」 災害	斜面（盛土）、溝等の掘削面の安定なこう配を確保	労働安全衛生規則第356条
	法面補強工法、土止め先行工法等の採用	平成15年12月17日付け基発第1217001号
「激突され」 「はさまれ・ 巻き込まれ」 災害	ドラグ・ショベルと作業員の接近検知・警報装置※2	労働安全衛生規則第158条
	全周囲監視カメラ※2	JIS A 8311, ISO 5006
	ドラグ・ショベルによる荷のつり上げ作業は <u>原則禁止</u> 。 やむを得ない場合は、表2を参照。	労働安全衛生規則第164条第1項

※1 今後検討する必要がある。

※2 本報告書の「建設機械と人間の接触を防止するための保護装置に関する研究」を参照。

同表は法の解釈例を示すものではなく、ドラグ・ショベルに係る労働災害の再発防止対策を検討するものである。

を用いて、全幅に対する全高の値を計算してみると、ミニショベルがより大きい値を示した。つまり、ミニショベルの重心位置が高いため、安定度が低いと推察される。したがって、油圧ショベルにおいても、上部旋回体を90度旋回させたミニショベルの最大安定傾斜角である15度以下を維持することが望ましい。なお、どちらの場合も、荷をつり上げた状態や複数の動作を行っている状態ではより安定傾斜角度は小さくなることから、傾斜地や軟弱地盤上では荷をつり上げたり、複数の動作を同時に行ってはならない。

平坦な場所において、やむを得ず荷をつり上げる作業をしなければならない場合、クレーン機能付きドラグ・ショベルを使用することが望ましい（表2参照）。また、クレーン機能付きドラグ・ショベルを使用しない場合、労働安全衛生規則第164条第2項及び第3項の規定に従わなければならない。クレーン機能付きドラグ・ショベルを使用した場合、移動式クレーンの分類ともなり、労働安全衛生規則だけでなくクレーン等安全規則も適用されることに注意が必要である。同災害の再発防止のためには、現行の労働安全衛生規則だけでなく、クレーン等安全規則に従わなければならない。例えば、クレーン等安全規則第70条の3では、「事業者は、地盤が軟弱であること（中略）等により移動式クレーンが転倒するおそれのある場所においては、移動式クレーンを用いて作業を行ってはならない。」とあり、「地盤が軟弱であること（中略）等」には法肩の崩壊等が含まれるとある。したがって、ドラグ・ショベルにより溝を掘削し土止め支保

工等をつり上げる場合、地盤の支持力等を事前に調査する必要がある。

さらに、つり荷走行が認められているのは、日本クレーン協会規格JCAS 2005-2007「油圧ショベル兼用屈曲ジブ式移動式クレーンのつり荷走行時の能力設定に関する指針」に規定されたクレーン仕様付きドラグ・ショベルのみである。クレーン機能付きドラグ・ショベルを使用しない場合、労働安全衛生規則第164条の第2項及び第3項に従ったとしても、ドラグ・ショベルによるつり荷走行は原則禁止である¹⁴⁾。

一方、不意に転落した場合にでも、JIS A 8921-2, ISO12117-24に規定されている転倒時保護構造(ROPS)を装備することにより、運転者を保護できる。ROPSはシートベルトの着用が大前提であるが、当時はシートベルトを着用せず、ドラグ・ショベルが傾き始めると運転者が席の外に飛び出し又は投げ出され、ドラグ・ショベルの下敷きとなって死亡に至る災害が多かった⁷⁾。同様な災害が多発したため、2013年4月、労働安全衛生規則第157条の2が新設され、転倒時保護構造(ROPS)及びシートベルトを有した建設機械を使用すること、運転者にシートベルトを着用させることの努力義務が課された。なお、JIS A 8921-2, ISO12117-24によると、6t超50t未満の油圧ショベルにおいてROPSを規定しており、ミニショベルについては適用外である。しかしながら、労働安全衛生規則第157条の2の新設を受けて、ミニショベルについてもROPSを採用することが望ましい。ミニショベルであってもその車体質量は数トンに及

表2 ドラグ・ショベルにより荷をつり上げる作業について

荷のつり上げに関する緩和措置	可能な作業内容	注意事項, 適用条文等
クレーン機能付きドラグ・ショベル (JCAS2205-1998, JCAS 2005-2007) の場合	<ul style="list-style-type: none"> 平坦な場所での荷のつり上げ 平坦な場所でのつり荷旋回 平坦な場所でのつり荷走行 (榮田¹³⁾参照) 	<ul style="list-style-type: none"> つり上げる荷の最大荷重: メーカーが表示している定格荷重を守る. つり荷旋回: メーカーが表示している定格速度を守る. <u>つり荷走行: 水平堅土で傾斜 1%以下のほぼ平坦な場所において, つり荷の重さを定格荷重の 1/2 以下. メーカーがつり荷走行時の定格荷重を設定している場合は, それに従う.</u> 適格なつり具の使用 等々 労働安全衛生規則, クレーン等安全規則等に従う.
労働安全衛生規則第164条第2項, 第3項に従う場合	<ul style="list-style-type: none"> 平坦な場所での荷のつり上げ 平坦な場所でのつり荷旋回 <u>つり荷走行は原則禁止</u> (榮田¹³⁾参照) 	<ul style="list-style-type: none"> つり上げる荷の最大荷重: バケットの表示容量(平積みm³)×1.8に相当する重量の静荷重かつ1トン未満 つり荷旋回: エンジンの回転速度を低速に切り換え, できる限り低速で旋回. 適切なフック等の金具の取り付け 適格なつり具の使用 等々 労働安全衛生規則等に従う.

同表は法の解釈例を示すものではなく, ドラグ・ショベルにより荷をつり上げる作業時の注意事項を列挙したものである.

ぶため, ミニショベル転倒時に作業員が投げ出され下敷きになった場合には, 重篤な被害を受けるためである.

一般的な乗用車の場合も運転者はシートベルトの着用が義務付けられていることを考えると, 規制を強化しなくともシートベルトの着用は大原則であるという認識を運転者が持つべきである.

2) 「飛来・落下」災害の再発防止対策

再発防止対策として特に重要な点は, ①クレーン機能付きのドラグ・ショベルの使用, ②つり上げる荷の最大荷重の確認, ③十分に低速な旋回速度及び④適切なフック等の金具の取り付けの四つである.

通常のドラグ・ショベルと異なる点として, クレーン機能付きドラグ・ショベルでは, 過負荷制限装置 (荷重表示器・警報ブザー), 定格荷重表, 最大つり荷重表示ラベル (フック近傍), 格納式フック, 回転灯 (クレーンモード時点灯), 移動式クレーン表示ラベル等の特徴がある.

クレーン機能付きのドラグ・ショベルでない場合, 「車両系建設機械を用いて行う荷のつり上げの作業時における安全の確保について」(平成4年10月1日付け基発第542号)の通達では, つり上げる荷の最大荷重について言及しており, つり荷の重量とつり具の重量の合計が標準荷重に相当する重量以下であって, かつ, 1トン未満としている. ここで, 標準荷重とは, バケットの標準平積容量 (m³) に, 土砂の密度として 1.8t/m³ を乗じた値に相当する荷重である. したがって, バケット容量が 0.5m³ のドラグ・ショベルでは, つり荷の重量とつり具の重量の合計が 0.9 トンまでつることができる.

さらに, 同通達は, 荷をつり上げた状態で旋回する場合, ドラグ・ショベルの通常時の旋回速度は移動式クレーンの3~4倍であるため, 通常時のまま旋回させることを避け, エンジンの回転速度を低速に調整するとともに, 作業速度切換装置を低速に切り換えて作業する必要があるとしている.

最後に, 適切なフック等の金具の形状についても言及しており, 「玉掛け用ワイヤーロープ等が外れにくい環状又はこれに近い形状のものを使用すること」とある.

3) 「崩壊・倒壊」災害の再発防止対策

労働安全衛生規則第356条は掘削面のこう配の基準を示している. 同条文は, 手掘りに対する基準であるが, ドラグ・ショベルを用いて斜面 (盛土), 溝等を掘削する場合, 同基準以下のこう配で掘削することが望ましい. 特に, 仮設の法面補強や土止め支保工を施していない場合, 同基準以上のこう配で掘削することは崩壊のリスクが非常に高くなり危険である. あらかじめ仮設の法面補強を施す又は土止め先行工法を採用する必要がある.

4) 「激突され」及び「はさまれ・巻き込まれ」災害の再発防止対策

ドラグ・ショベルに係る災害において, 最大掘削半径が 10m 未満であるドラグ・ショベルが大多数を占めている (図5参照). したがって, 再発防止対策として, 10m 未満に作業員が近づいた場合, センサ, 画像, 警報等を用いて, ドラグ・ショベルの運転者と作業員の両者にお互いの接近を知らせるシステムが必要と考えられる.

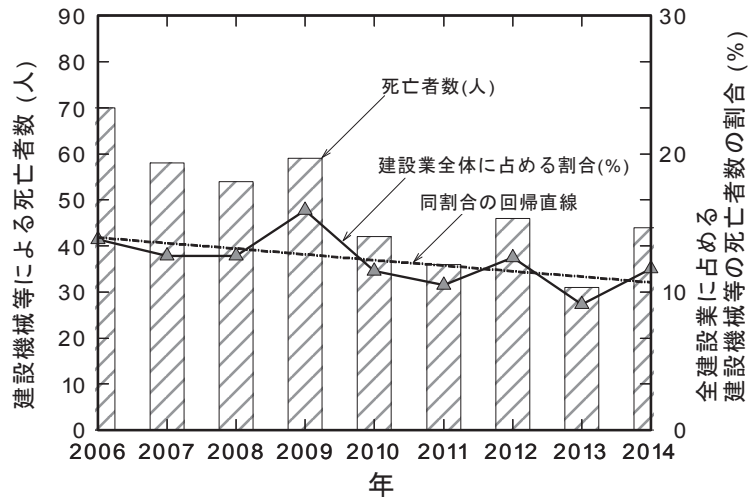


図8 建設機械等による死亡者数及び全建設業に占める建設機械等の死亡者数の割合の推移

国土交通省は、新技術の活用のため、新技術に関わる情報の共有及び提供を目的として、新技術情報提供システム（New Technology Information System：NETIS）を整備している。昨今、ドラグ・ショベル等の建設機械に対して、死角をできる限りなくすための技術、運転者と作業員にお互いの存在を認知させる技術等がNETISに多く登録されている。

一例を挙げると、ICタグや超音波トランスポンダを利用した建設機械の接近警報装置（KT-130008-A，TS-020002-V）、バックモニターを利用した運転席からの後方安全確認装置（KT-130015-A）等である。これらの装置はすでに実用化され、低コストで借用できる。同対策は中小規模工事で効果を発揮すると考えられる。

一方、より大規模な建設工事では、情報化施工により作業員と建設機械を時間的、空間的に管理する方法も考えられる。山元ら¹⁴⁾は、自律油圧ショベルプロトタイプを開発しており、設計情報と作業中の形状情報の計測を3次元情報として取り扱い、ドラグ・ショベルを3次元で遠隔操作することで、設計情報どおりの溝掘削を実現している。また、江本・五味¹⁵⁾は、情報化設計施工支援システム（3D-DAM CAD）を要とする「IT施工管理システム」を実用化しており、調査・計画・設計・施工・管理といった建設ライフサイクルを一連の流れで合理的に管理している。

これらの情報化施工技術を用いて、作業員と建設機械の3次元的な位置情報を常に管理し、作業員と建設機械が近接した場合には自動的に作業員と運転者の両者に認知させるシステムも考えられる。また、調査・計画・設計段階から、時間的、空間的に作業員と建設機械を分離することも可能になると推察される。

5 再発防止対策の効果について

建設業安全衛生年鑑から、災害の種類「建設機械等」に分類される死亡者数と全建設業に占めるその割合の推移（2006年～2014年）を図8に示す。同図から、2006

年に70人であった死亡者数は減少を見せており、2013年には建設業における建設機械等による死亡者数は31人となった²⁾。建設業全体に占める建設機械等の死亡者数の割合も減少傾向であることが同図の最小自乗法による回帰直線から明らかである。2013年4月には労働安全衛生規則第157条の2が新設される等、車両系建設機械全般についても安全対策が充実された。このような様々な行政施策に加え、関係機関の普及活動、建設工事関係者の労働災害防止の取り組み等の効果だと推察される。今後も表1及び表2のような対策を確実に実施することにより、さらなる減災が期待できる。

具体的には、現在すでに行われているKYT（危険予知訓練）、中央労働災害防止協会が掲げるゼロ災運動¹⁶⁾等について、表1、表2を取り入れて見直すことが必要である。また、発注者、設計者、施工者、作業者らが、協議しながら建設機械等の安全に意識的に取り組むことが大切である。

6 まとめ

本研究では、建設機械等の死亡災害を概観した後、主に2006年のドラグ・ショベルの同災害について詳細に分析した。また、分析結果から再発防止対策を検討した。以下に得られた知見をまとめる。

- 1) 建設機械等に係る災害のうち、ドラグ・ショベルに係る災害が最も多く60%を占める。次いで、ローラー（9%）、高所作業車（9%）、ブレーカ（6%）となる。
- 2) 建設機械等に係る災害を事故の型ごとに整理すると、「墜落・転落」、「転倒」（29.1%）、「飛来・落下」（6.7%）、「崩壊・倒壊」（7.9%）、「激突され」、「はさまれ・巻き込まれ」（52.8%）となる。
- 3) ドラグ・ショベルに係る災害は以下のものである。
 - ・「墜落・転落」、「転倒」災害は、走行中や旋回中といった動的な状態の時にドラグ・ショベルが不安定化し転落することで発生している。

- ・「飛来・落下」災害は、比較的大型のドラグ・ショベルに係る災害であり、つり荷旋回中にフックが破損し、つり荷を落としてしまう等の災害である。
 - ・「崩壊・倒壊」災害は、比較的大型のドラグ・ショベルに係る災害であり、多くの土砂を掘削することによって、斜面（盛土）、溝等を崩壊させ被災に至っている様子が伺える。
 - ・「激突され」、「はさまれ・巻き込まれ」災害は、比較的大型のドラグ・ショベルに係る災害であり、特に後退中、旋回後退中に多い。
- 4) 同種災害を防止するため、事故の型ごとに以下のような再発防止対策を体系的にまとめた。
 - ・「墜落・転落」、「転倒」災害：転倒時保護構造（ROPS）を有したドラグ・ショベルの使用、シートベルトの着用、動作時（走行、旋回等）の最大安定傾斜角度の設定とそれに従うこと等
 - ・「飛来・落下」災害：ドラグ・ショベルの荷のつり上げ作業の原則禁止、やむを得ない場合、クレーン機能付きドラグ・ショベル（JCAS2005-1998, JCAS2005-2007）の使用。または、労働安全衛生規則第164条の第2項及び第3項に従う。
 - ・「崩壊・倒壊」災害：斜面（盛土）、溝等の掘削面の安定なこう配の遵守。または、土止め先行工法、法面補強工法等の採用。
 - ・「激突され」、「はさまれ・巻き込まれ」災害：ドラグ・ショベルと作業員の接近検知・警報装置の設置、全周囲監視カメラの設置等。
 - 5) 建設機械等による死亡災害は、減少傾向を示しており、行政施策に加え、関係機関の普及活動、建設工事関係者の労働災害防止の取り組み等の効果だと推察される。今後も発注者、設計者、施工者、作業者が上記したような再発防止対策に意識的に取り組むことが大切である。

参 考 文 献

- 1) 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: ドラグ・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, pp. I_107-I_114, 2014.
- 2) 建設業労働災害防止協会: 建設業安全衛生年鑑, 昭和 46 年版～平成 27 年版, 1971～2011.
- 3) 厚生労働省安全衛生部安全課編: 労働災害分類の手引き—統計処理のための原因要素分析—, 中央労働災害防止協会.
- 4) 一般社団法人日本クレーン協会: 「クレーン機能を備えた車両系建設機械」について, http://www.cranenet.or.jp/susume/susume02_03.html.
- 5) 一般社団法人労働技能講習協会: クレーン機能を備えた車両系建設機械とは, <http://www.rougi.or.jp/pdf/kurensyaryou1.pdf>.
- 6) 西ヶ谷忠明: ミニショベルの転倒事故再現実験=報告事例の多い転倒事故の再現実験を通して再発防止を考える=, 建設機械, pp. 25-31, 2007.11.25.
- 7) 田中健三: 建設機械の安全対策 油圧ショベルの転倒時保護構造（ROPS）=日本発信の国際規格に至るまで=, 建設機械, pp. 1-7, 2010.2.1.
- 8) 国土交通省・経済産業省: 建設機械動向調査, http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000013.html.
- 9) 一般財団法人日本規格協会: JIS A 8403-1-1996 確認 2011, JIS ハンドブック 12 土木 II (土工機械), pp. 113-144, 2012.
- 10) 一般社団法人日本建設機械施工協会編: 日本建設機械要覧 2013, 一般社団法人日本建設機械施工協会, 2013.
- 11) 労働調査会出版局 編: 安衛法便覧 平成 25 年度版 (I), 労働調査会, 2013.
- 12) 厚生労働省: 職場のあんぜんサイト, 労働災害事例, http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pg/SAI_FND.aspx.
- 13) 柴田昭彦: ドラグ・ショベル（バックホウ）のクレーン仕様機に関する作業上の安全対策, クレーン 第 49 巻 3 号, pp. 18-24, 2011.
- 14) 山元弘, 茂木正晴, 大槻崇, 柳沢雄二, 野末晃, 山口崇, 油田信一: 動作計画と制御に3次元情報を用いた自律油圧ショベルプロトタイプの開発, 計測自動制御学会論文集 Vol. 48, No. 8, pp. 488-497, 2012.
- 15) 江本美奈子, 五味篤暁: 建設会社における情報化施工の最前線, コンクリート工学, Vol. 50, No. 9, pp. 820-823, 2012.9.
- 16) 中央労働災害防止協会: ゼロ災運動・KY (危険予知), <http://www.jisha.or.jp/zerosai/index.html>