

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

独立行政法人 労働安全衛生総合研究所 正会員 ○堀 智仁
独立行政法人 労働安全衛生総合研究所 正会員 玉手 聡

1. 目的

クレーン機能付きドラグ・ショベルには、クレーン作業を安全にするため JCA 規格（一般社団法人日本クレーン協会規格）に適合した過負荷防止装置をはじめ、各種の安全装置が備えられている。しかしながら、当該建設機械による重篤な災害は少なくない。過去の災害事例を調査すると、クレーン作業中に転倒した事例が多く発生している。移動式クレーンのつり荷走行は、安全上原則として禁止されているが、ドラグ・ショベルによるつり荷走行は、作業の性質上不可避なこととして、JCA 規格¹⁾ではやむを得ずつり荷走行をする際には、つり荷荷重を定格荷重の 1/2 以下とするよう規定している。しかし、走行路は水平で堅固を前提としており、建設現場のような起伏を有する地盤の上を走行する際には、機械が不安定化して転倒することが考えられる。そこで本研究では、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を計測し、安全作業に必要な条件について検討した。

2. 実験条件

本実験で使用したドラグ・ショベルを図 1 に示す。当該機種はクレーン仕様機（機械質量 4.4t、定格荷重 0.99t）であり、ドラグ・ショベルの中でも小型のモデルである。つり荷荷重は、ドラグ・ショベルの格納式フックにロードセル（共和電業製、定格荷重 1tf）を設置して計測した。

走行路については、水平堅固条件を模擬したコンクリート地盤と、関東ロームを用いて平坦な地盤（平坦地盤）と起伏を有する地盤（起伏地盤）を盛土により造成した。盛土はまき出し厚 30cm とし、3 層で作製した。各層の締固めは、ハンドガイド式の振動ローラ（SAKAI HV80ST、機械質量 740kg）により行った。図 2 に走行路の地表面形状を示す。起伏地盤での最急勾配は 4.5 度であった。

表 1 に実験条件を示す。JCA 規格では、走行速度を 3km/h 以下と規定しているため、本研究では、2km/h と 3km/h の条件で試験を実施した。

3. 実験結果

図 3 に、Cs1 でのつり荷荷重の時刻歴を示す。図より、荷のつり上げ時には、つり荷荷重に変動は見られないが、機械の前進に伴いつり荷荷重は大きく増減していることがわかる。本研究では、この範囲のデータを解析対象とした。

図 4 に、各実験条件のつり荷荷重の度数分布を

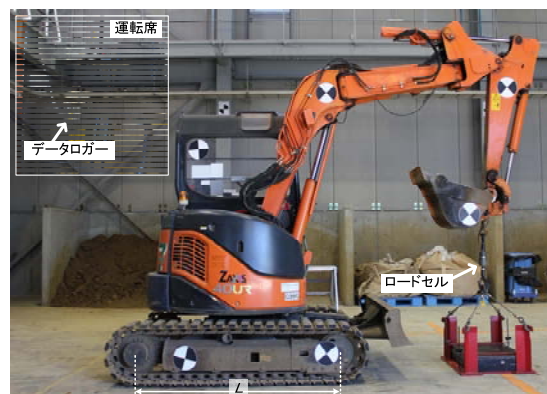
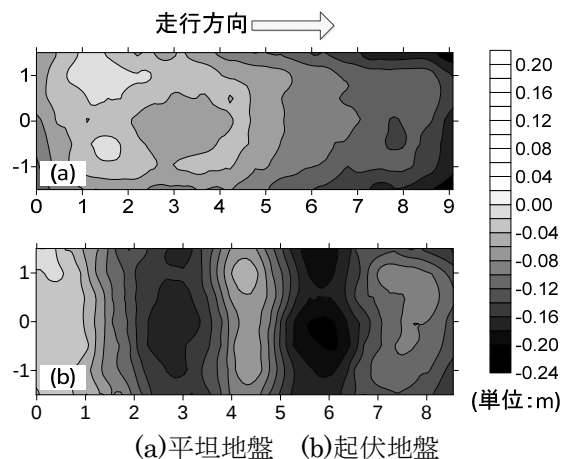


図 1 実験に使用したドラグ・ショベル



(a)平坦地盤 (b)起伏地盤

図 2 走行路の地表面形状

表 1 実験条件

実験名称	つり荷荷重 (kN)	走行速度	地盤条件
Cs1	4.9	2km/h	コンクリート
Cs2	4.9	2km/h	平坦地盤
Cs3	4.9	2km/h	起伏地盤
Cs4	2.45	3km/h	起伏地盤

キーワード ドラグ・ショベル、つり荷走行、転倒災害、労働災害

連絡先 〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6 独立行政法人 労働安全衛生総合研究所 建設安全研究グループ

示す。階級幅は 0.1kN ($=10\text{kgf}$) とした。図より、つり荷荷重は、 5kN を中心として概ね左右対称に分布している。また、コンクリート地盤と平坦地盤を比較すると、わずかに関東ローム地盤のつり荷荷重の変動が大きいことがわかる。このような差が生じた原因として、関東ロームの平坦地盤は多少の起伏を有していることと、地盤強度にバラツキがあるため、コンクリート地盤に比べつり荷荷重の変動が大きくなったと考えられる。

一方、関東ローム地盤の結果を比較すると、平坦地盤に比べ、起伏地盤の結果は相対度数が全体的に低く、荷重が広い範囲に分布している。平坦地盤と起伏地盤の標準偏差を比較すると、平坦地盤は 0.615kN であるのに対して、起伏地盤は 0.869kN であり、平坦地盤に比べ約 1.5 倍であった。

図 5 は、各実験条件での箱ひげ図を示す。図中には、1, 25, 50, 75, 99 パーセンタイルのほか、最小値、最大値および平均値を示している。Cs1～Cs3 では、つり荷荷重 5kN に対して、最大値はすべて 10kN 以下であり、現行の「定格荷重の 1/2 以下」で十分安全に作業可能と考えられる。それに対して、起伏地盤を速度 3km/h で走行した Cs4 では、つり荷荷重 2.5kN の約 3 倍の最大荷重が作用し、99 パーセンタイルにおいてもつり荷荷重の約 2 倍の荷重が作用していた。したがって、現行の規則は安全に作業するために十分な条件ではないと考える。本実験で作製した起伏地盤は、傾斜が大きく走行条件として厳しい条件ではあるが、安全に作業するためには、つり荷走行時の速度を 2km/h 以下とする等、なるべく低速で走行する必要があることがわかった。

4. まとめ

クレーン機能付きドラグ・ショベルのつり荷走行時の荷重変動を計測し、安全作業に必要な条件について検討を行った。その結果、地盤の起伏と走行速度の条件によっては、現行の規則の条件では不十分であることがわかった。現行の規則では、 3km/h 以下で走行するよう規定されているが、安全に作業するためにはなるべく低速で移動する必要がある。

謝辞：実験の実施にあたり、東京都市大学の元大学院生の三國智温氏および同学部生の石野貴裕氏に協力を得た。ここに記して謝意を表する。

参考文献

1) 一般社団法人日本クレーン協会規格：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 (JCAS2005-2005)

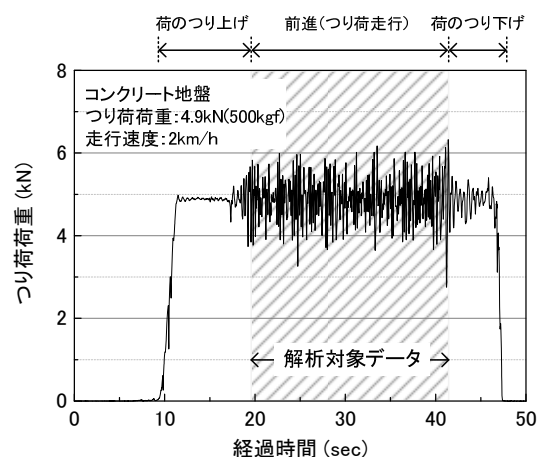


図 3 Cs1 におけるつり荷荷重の時刻歴

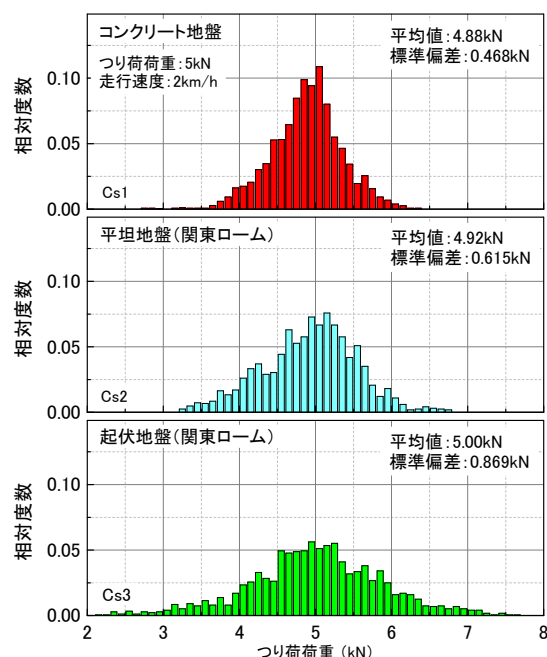


図 4 つり荷荷重の頻度分布

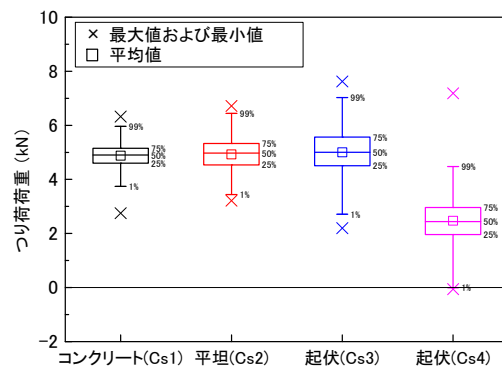


図 5 各試験条件での箱ひげ図