

重錘落下試験による油圧式ロードセルの動的荷重計測への適用性に関する研究

一般社団法人日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 ○設楽 和久  
一般社団法人日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 非会員 井上 一磨

1. はじめに

衝突試験における衝突荷重の計測では、一般に荷重変換器（ひずみゲージ式ロードセルなど）で直接計測するか、計測した衝突体の加速度に衝突体の質量を乗じたものを換算衝突荷重として求める方法が用いられている<sup>1),2),3),4)</sup>。ロードセルを用いて衝突荷重を直接計測する方法は、計測値から荷重値が得られるため、設計に用いる衝突荷重を直接把握できる長所がある。実際の現象を直接的に評価する実物大の衝突試験<sup>5)</sup>では、衝突体側に設置する動的荷重用のロードセルは、衝突体の質量や構造にできるだけ影響を与えにくい軽くて薄いものが求められる。

そこで、筆者らは、法面に施工されるグラウンドアンカーの緊張力の計測に用いられている軽くて薄い油圧式ロードセルに着目した。このロードセルは、薄いステンレス製のディスク内に油を充填し、ディスクの変形に伴う圧力変化を圧力センサで検知し、荷重値として出力するものである。通常のひずみゲージ式ロードセルに対して軽く、衝突体の質量があまり変わらない。また、受圧面積が比較的大きく薄い構造であるため、衝突荷重の偏当りなどの影響を受けにくい。このロードセルは、静的荷重計測用としての計測器の検証はされているが、衝突試験などの高速現象再現時の応答性については検証されていない。本稿では、衝突速度 10m/s 程度



図1 油圧式ロードセル

表1 油圧式とひずみゲージ式ロードセルの仕様

| 計測原理    | 型式     | 最大容量(t) | 質量(kg) | 直径(mm) | 厚さ(mm) | 応答周波数(kHz) |
|---------|--------|---------|--------|--------|--------|------------|
| 油圧式     | DS1500 | 150     | 6.8    | 295.0  | 24.0   | —          |
| ひずみゲージ式 | KC100B | 100     | 18.7   | 150.0  | 109.0  | 1.0以下      |

を対象とした重錘落下試験による方法で、これまで実績のあるひずみゲージ式ロードセルと対比し、油圧式ロードセルの動的荷重計測への適用性について検証した結果を述べる。

2. 油圧式とひずみゲージ式ロードセル

図1に油圧式ロードセルを示す。本研究で用いた油圧式ロードセルの最大容量は 150t であり、グラウンドアンカーの残存緊張力を長期的にモニタリングする目的で開発されたものである。表1に油圧式とひずみゲージ式ロードセルの仕様を示す。本研究では、油圧式ロードセルの応答性を確認するために、最大容量が油圧式ロードセルに近い最大容量 100t のひずみゲージ式ロードセルを比較対象とした。

3. 重錘落下試験方法

図2に実験模式図を示す。被衝突体の剛性や境界条件を統一化し衝突条件を同じとするために、油圧式とひずみゲージ式ロードセルは縦に重ね反力床にボルト締結とし、最上部にはウレタン製のゴム板(厚さ 30mm, 硬度 90)を設置した。ゴム板は、衝突体が対象物に衝突した時の変形によるエネルギー吸収を再現したものである<sup>6)</sup>。衝突荷重の載荷には 43kg の鋼製の重錘を用

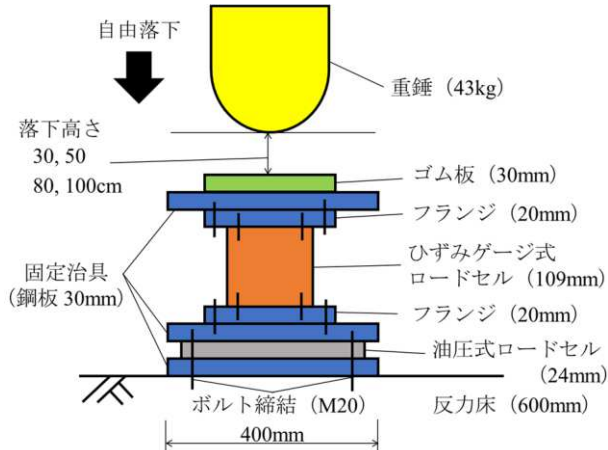


図2 実験模式図

表2 実験ケース一覧

| ケース | 使用したロードセルの最大容量(t) |         | 重錘の落下高さ(cm) |
|-----|-------------------|---------|-------------|
|     | 油圧式               | ひずみゲージ式 |             |
| 1   | 150               | 100     | 30          |
| 2   |                   |         | 50          |
| 3   |                   |         | 80          |
| 4   |                   |         | 100         |

キーワード 衝突試験, 重錘落下試験, 衝突荷重, 動的計測, 油圧式ロードセル

連絡先 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 (一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 TEL 0545-35-0212

いた。重錘落下試験では、ロープと滑車を用いており、人力により引き上げを行い、所定の高さから重錘を自由落下させた。表2に実験ケース一覧を示す。ひずみゲージ式ロードセルの種類と落下高さをパラメータとして4ケース実施し、各ケース3回载荷した。また、動的計測には、動的ひずみ計測器(EDX-200A)を用いた。サンプリング速度は5kHzとした。

#### 4. 試験結果と考察

図3(a)に衝突荷重の経時変化図の一例として重錘の落下高さ100cmの結果を示す。この図より、比較的高感度の高い油圧式ロードセルの衝突荷重の測定波形には、鋼板の微視的な凹凸による衝突体接触時の荷重の伝わり方や実験装置の振動と考えられる影響で微振動波形を有していることが分かる。そのため、本計測では、既往のひずみゲージ式ロードセルの測定波形で得られた衝突荷重の波形とは異なる高周波成分をカットするために、データ整理の際に200Hzのローパスフィルターを用いた。図3(b)にフィルター処理後の経時変化図を示す。この図より、油圧式とひずみゲージ式ロードセルの波形が概ね同じ形状であることが分かる。このため、油圧式ロードセルの応答性は、ひずみゲージ式ロードセルと同程度であると言える。

図4に落下高さと最大衝突荷重の関係を示す。油圧式とひずみゲージ式ロードセルの最大衝突荷重の差は、どの落下高さにおいても15kN程度の範囲内であった。油圧式とひずみゲージ式ロードセルで一部のデータで最大衝突荷重の値が異なっているケースが見られたが、その要因としては計測機器の剛性が異なること、载荷位置が多少偏心していたことが考えられる。ただし、図3に示すように、経時変化の波形がほとんど一致していることから、油圧式とひずみゲージ式ロードセルの最大衝突荷重は同程度として扱えると考えられる。

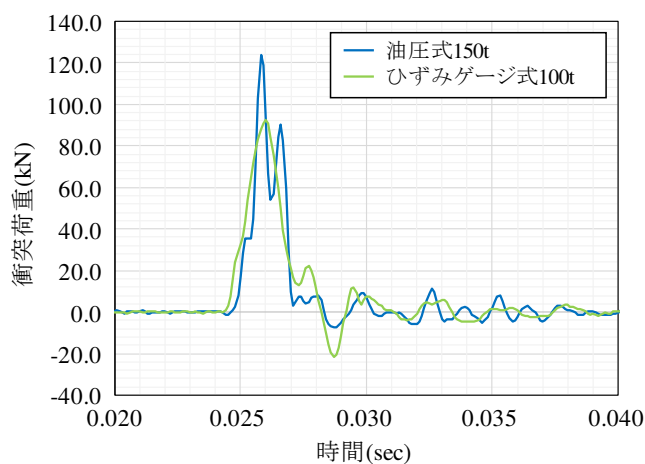
#### 5. まとめ

本研究では、油圧式ロードセルの動的荷重計測への適用性を検討するために重錘落下試験を実施した。その結果、油圧式ロードセルの応答性は、既往の衝突試験で用いられてきているひずみゲージ式ロードセルと同等であった。そのため、油圧式ロードセルは動的荷重計測への適用性を有すると言える。

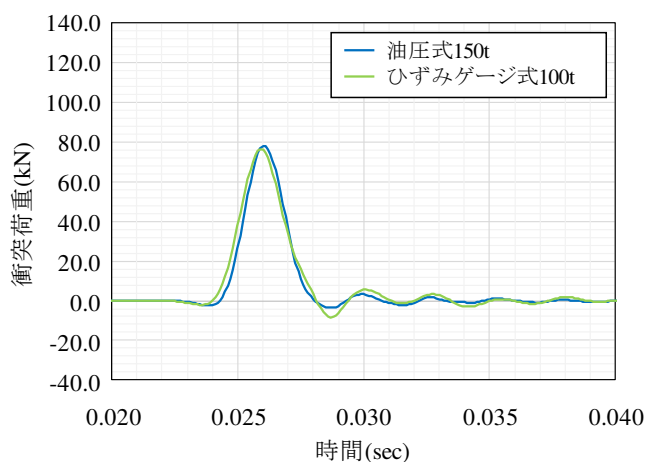
今後の課題として、重錘落下時の加速度波形と油圧式ロードセルの荷重波形の関係や、ロードセルの剛性の違いによる影響について検討する予定である。

#### 参考文献

1)小暮ら：衝撃実験における種々の载荷計測方法に関する検討，第3回落石等による衝撃問題に関するシンポジウム講演論文集，p.145-149，1996.5。2)別府ら：RCはり部材の衝撃実験における衝撃荷重の計測と波形処理法，土木学会論文集，No.724，I-62，p.141-156，2003.1。3)近藤ら：加速度計を用いた動的力計測についての基本考察—重錘落下試験を対象として—，計測自動制御学会論文集，Vol.43，No.5，p.357-356，2007。



(a) フィルター処理前



(b) フィルター処理後

図3 衝突荷重の経時変化図  
(重錘の落下高さ100cm)

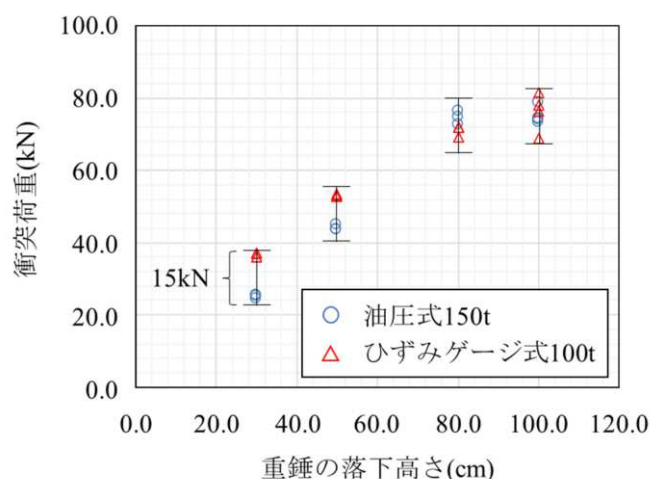


図4 重錘の落下高さと最大衝突荷重の関係

4)近藤ら：動的ロードセルの設置条件が出力値に及ぼす影響，計測自動制御学会論文集，Vol.42，No.2，p.111-114，2006。5)設楽ら：道路構造物の耐衝撃性評価に関する試験・研究～鋼製台車とレールを用いた衝突試験装置の開発～，建設機械施工Vol.69，No.9，p.104-107，2017.9。6)飛田ら：プレキャスト壁高欄の接合構造の評価方法に関する研究，プレストレストコンクリート工学会大27回シンポジウム論文集，p.387-390，2018.11。