

落錐衝撃実験における荷重計測に関する一考察

防衛大学校 正 員 小暮幹太
 同 上 学生員 酒巻 勝
 同 上 正 員 藤掛一典
 同 上 正 員 大野友則

1. まえがき

土木・建築分野における衝撃問題は多岐にわたっている。そのため実験方法も研究目的に応じてさまざまであり、これらのある一定の基準を定めて標準化することは、現段階では大変困難であると思われる。一方で、鋼・コンクリート部材の衝撃挙動を調べる目的で行われる落錐衝撃実験などは、その規模にもよるが比較的簡易に実施できるため、その実験法を基準化・標準化させることはある程度可能である。特に、耐衝撃性の指標として重要な衝撃荷重の評価については、その計測方法の違いや得られた荷重データに対する解釈およびデータの処理方法などについてある一定の基準を設ける必要がある。本報告は、落錐衝撃実験における衝撃荷重の計測方法について2, 3の予備実験から得られた結果について述べる。

2. 検討項目

本研究で取り扱った予備実験の主な内容は、(1)通常のひずみ変換式ロードセルと圧電素子変換式衝撃用ロードセルによる出力比較、(2)佐藤らの実験例²⁾などにみられる、落錐荷重を入力棒を介して作用させた場合の出力値とロードセルの出力値の比較・検討、(3)衝撃物とロードセルの間に緩衝材を挿入した場合の荷重出力に対する検討、である。ここでは紙面の関係で検討項目(1)について述べることにする。

3. 検討結果の一例

衝撃荷重を荷重変換器（ロードセル）で計測することは、応力波の影響やロードセルそのものの固有振動等が同時に計測されるためかなり困難であるとされている。特に衝撃物の載荷部とロードセルの受圧部がいずれも金属の場合には極めて大きな衝撃力が発生し、高周波の振動が観測される¹⁾。検討項目(1)では、固有振動数の異なるロードセルに同一の条件で重錘を落下させた場合の荷重応答の違いについて調べた。

(1) 実験の概要

実験に用いたロードセルの仕様を表-1に示す。通常、実験で広く使用されているのはひずみ変換式のロードセル（以下、静的用ロードセルと呼ぶ）である。一方、今回比較に用いたロードセルは圧電型のロードセル（以下、衝撃用ロードセルと呼ぶ）で、小型・軽量（0.82kgf）・高周波数応答等の利点があり、衝撃荷重の計測用として作られた

表-1 ロードセルの仕様

	静的用ロードセル	衝撃用ロードセル
製品名	共和電業 LC-20TE	PCB 社 229A
固有振動数	13.8KHz	30KHz
荷重変換方式	ひずみゲージ式	圧電素子電荷出力
容量	20tonf	100000lb

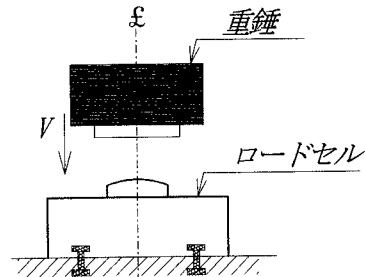
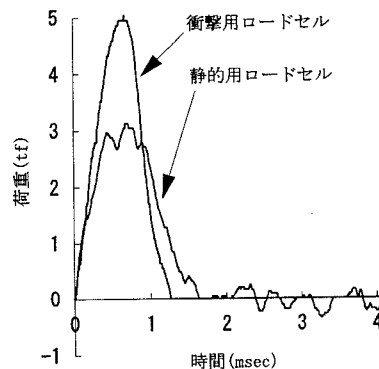


図-1 実験の概要

図-2 荷重応答波形
（落下高さ 10 cm）

ものである。実験の概要を図-1に示す。実験は静的用ロードセルの計測容量の制約（20tf）から重量 18.8kgf の鋼製の重錘（底部の形状：平坦）を 10～50cm の高さから落下させ、下部に固定したロードセルの受圧部に垂直に衝突させた。

(2) 実験結果

受圧部から 10cm および 50cm の高さから落下させた場合の荷重～時間曲線を図-2および図-3に示す。実験時の落下高さの設定や衝突面の片あたり等、多少の誤差があると考えられるが、いずれも衝撃用ロードセルで計測される最大荷重値の方が大きい。この傾向は他の落下高さにおいても確認された。図-4に落下高さ 50cm の場合のスペクトル解析の結果を示す。いずれのロードセルも全体的に低周波成分が卓越している傾向は同じであるが、静的用ロードセルの場合は衝撃用ロードセルと比較すると、2000Hz 以上の高周波成分が認められる。ロードセルの応答周波数、すなわち最大計測可能範囲が固有振動数のおよそ 1/10 程度とすれば、高周波成分はさまざまな原因によるノイズと考えられる。そこで、図-3に対して表-1に示した固有振動数に応じてフィルター値を衝撃用で 3000Hz、静的用で 1000Hz に設定し、処理した結果を図-5に示す。衝撃用ロードセルの波形は処理後もあまり変化がないが、高周波成分を含む静的用ロードセルの波形は平滑化される。著者ら³⁾は実験データの適正処理について検討を進めているが、こうした計測器の性能に依存する波形の違いについても十分に考慮する必要がある。

4. まとめ

ここには予備実験の一例を示した。本実験の範囲（衝突速度 3m/s）では、固有振動数の小さい静的用ロードセルの方に高周波成分が計測されたが、より高速な衝突条件についても検討する必要がある。このように計測器の性能や特性が実際の衝撃実験でそのまま発揮されとは限らない。独自にロードセルを開発した中野ら⁴⁾の研究に見られるように、計測器の性能や特性を十分に把握し、適正な評価方法を確立する必要がある。現在、衝撃実験は実施者の経験的な判断からさまざまな形式で行われているが、今後、各実験実施者・研究者の経験的な見識を統合し、可能な範囲で実験方法を標準化することが望まれる。

参考文献

- 1) 土木学会：構造物の衝撃挙動と設計法，pp.35-55，平成6年。
- 2) 佐藤他：切り欠きを持つ脆性ばりの衝撃破壊実験，第49回年次学術講演会，pp.1594-1595，平成6年9月。
- 3) 小暮他：衝撃実験における計測データのフィルター処理，第49回年次学術講演会，pp.1586-1595，平成6年9月。
- 4) 中野他：土論 No.453/VI-17, pp.155-161, 1992.9。

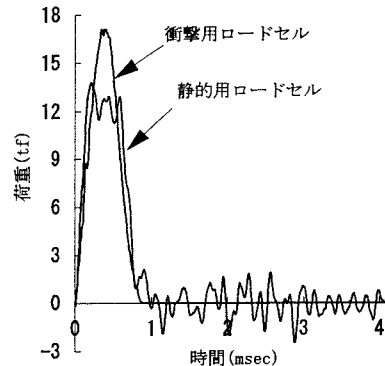


図-3 荷重応答波形
(落下高さ 50 cm)

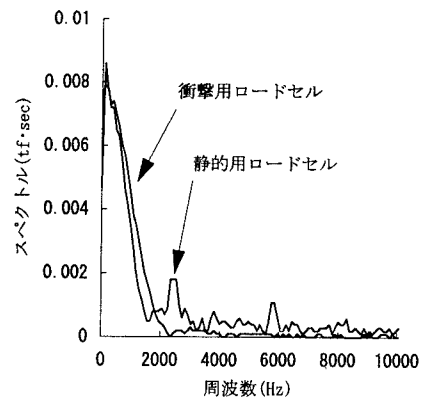


図-4 スペクトル解析
(落下高さ 50 cm)

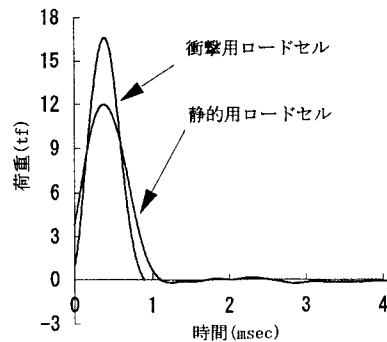


図-5 フィルター処理後の
荷重応答波形
(落下高さ 50 cm)