

# 重錘落下装置を用いたひし形金網の耐衝撃性能評価の基礎実験

防衛大学校 学生会員 ○小泉香那子 正会員 堀口俊行  
東京製網インターナショナル(株) 非会員 杉本雅一 有田 毅

## 1. 緒 言

昨今、土石流対策の一つとして、落石防護網の利用が検討されており、土砂の捕捉や金網を入れての耐衝撃性能評価についての実験が進められている。例えば、南波ら<sup>1)</sup>は金網形状と目合い寸法の異なる金網に対し、自由落下衝撃実験を実施し、限界吸収エネルギーについて実験結果からの推定と提案型簡易算定手法で比較検討し、簡易型における性能評価で十分推定できることを示した。小室ら<sup>2)</sup>は、ひし形金網の耐衝撃挙動を推定するための解析手法の検討により、金網の変形応答、挙動について再現している。しかし、金網の種類、使用部材、編み方、網間隔によってパラメータ設定が複雑化するため、再現解析におけるパラメータから簡易的に決定することは困難であるということが示唆されている。そのため、実スケールにおける再現性は繰り返し同じ条件下での実験が難しいことから、前段階として実験室で行える重錘落下実験から再現解析における耐衝撃性能評価を行い、詳細なデータ分析を行うことで、解析におけるパラメータ設定について検討することが求められている。

そこで本研究は、実験室規模での重錘落下装置を用いて、張力時間関係を計測して、鋼材の径が異なるひし形金網における耐衝撃性能について比較し、運動の振舞いについて整理するものである。

## 2. 実験概要

### 2.1 実験装置概要

実験は、最大 4.0 m 程度から落下させることができる重錘落下装置を用いて行う。重錘は、325 kg のであり、先端は半球である。当初、落下高さ  $h$  は 0.3 m とする。

写真-1 に示すように、この装置は、ひし形金網を四辺に固定し、重錘を落下させることができる。両方の角部においてロードセルをセットしており、張力

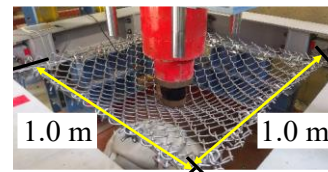


写真-1 実験概要図

表-1 金網諸元

|       | 素線径    | 網目    | 重量      |
|-------|--------|-------|---------|
| ひし形金網 | 4.0 mm | 50 mm | 3.94 kg |
|       | 5.0 mm | 50 mm | 6.16 kg |

表-2 実験ケース

|        | 素線径    | 落下高さ  |
|--------|--------|-------|
| Case-1 | 4.0 mm | 0.3 m |
| Case-2 | 4.0 mm | 0.5 m |
| Case-3 | 5.0 mm | 0.3 m |
| Case-4 | 5.0 mm | 0.5 m |

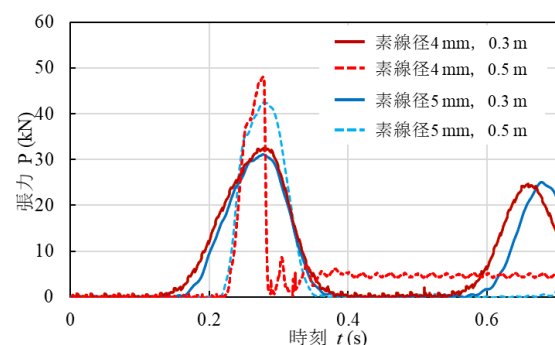


図-1 張力～時間関係

を計測することができる。

### 2.2 ひし形金網

表-1 に、実験で使用する 1.0 × 1.0 m のひし型金網の諸元を示す。金網は、落石等から道路構造物を防護するものである。

### 2.3 実験ケース

表-2 に、実験ケースを示す。落下高さは、重錘底面と金網表面が接触した位置を基準とした。計測項目は、加速度、高速ビデオカメラ、各ロープ張力、金網の変形量である。

## 3. 実験結果および考察

### 3.1 実験結果

図-1 に、張力～時間関係を示す。張力は、得

キーワード 重錘落下装置 ひし形金網 耐衝撃性

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL:046-841-3810 Email:em60025@nda.ac.jp

表-3 実験結果

| 素線径    | 落下高さ  | 張 力     |         | $P_1 / P_2$ |
|--------|-------|---------|---------|-------------|
|        |       | $P_1$   | $P_2$   |             |
| 4.0 mm | 0.3 m | 32.8 kN | 24.7 kN | 0.75        |
|        | 0.5 m | 48.3 kN | 貫 通     |             |
| 5.0 mm | 0.3 m | 31.3 kN | 25.1 kN | 0.80        |
|        | 0.5 m | 42.5 kN | 34.7 kN | 0.81        |

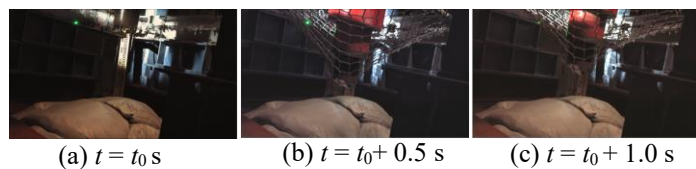


写真-2 Case-1の時刻歴

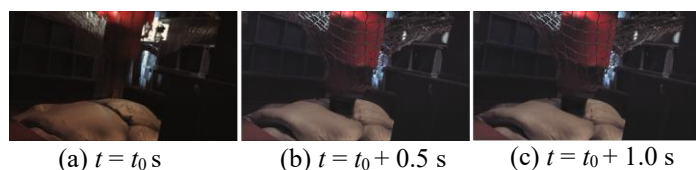


写真-3 Case-2の時刻歴

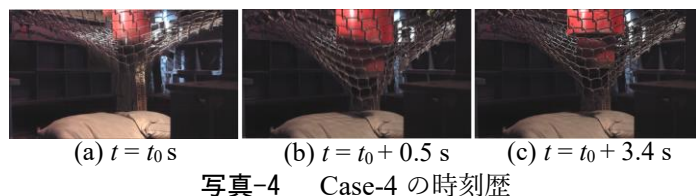


写真-4 Case-4の時刻歴

られた荷重の平均である。図-1より、落下高さ  $h=0.3$  m の場合では、素線径の違いによる張力の差は小さい。一方で、落下高さ  $h=0.5$  m の場合では、約 14 % の差が生じた。さらに、落下高さで比較すると、落下高さが高いほど、張力は大きく発生している。

表-3に、1回目最大張力  $P_1$  と2回目最大張力  $P_2$  を示す。ここで、 $P_2/P_1$  の影響について考察すると、素線径  $\phi=4$  mm の場合と  $\phi=5$  mm の場合では、その張力比はやや大きい結果であった。このことから、素線径  $\phi$  の大きい金網は、重錘に対して反力を大きく与えていると言える。

### 3.2 実験動画の時刻歴

写真-2~4に、高速カメラで撮影した Case-1,2,4 の時刻歴を示す。重錘が、ネットに触れた瞬間を  $t_0$  s とし、残留変形が生じた時点までを示している。写真-2(a), (b)にかけて、重錘衝突により局所的に金網が変形し、押し込まれている様子が確認できる。写真-3(b), (c)では、重錘が金網を突き破り、土嚢に衝突している。一方で、写真-4を見ると、同じ高さから重錘を落下させた Case-4 は、金網が作用力に対して耐えていることがわかる。このことから、Case-4 は、重

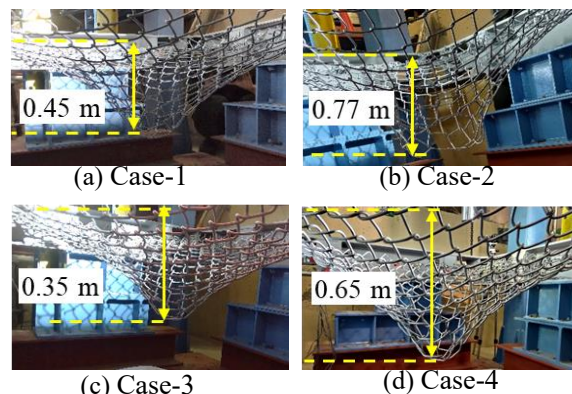


写真-5 重錘衝突後の金網状況

錘からの作用力を捕捉できていることが分かる。素線径の違いはネットの耐衝撃性に影響する。

### 3.4 残留変形

写真-5(a)~(d)は、Case-1~4の残留変形を示したものである。落下高さの違いが、局所的な変形の程度に現れており、2回目衝突である Case-2,4 では、Case-1,3 よりさらに押し込まれ、金網の変形が大きくなっている様子を確認することができる。

## 4. 結 言

本研究では、金網実験供試体に 325 kg の重錘を高さ  $h=0.3\sim0.5$  m から落下させ、重錘衝突による金網の張力、たわみ量、残留変形について検証した。素線径は小さいほど、落下高さは高いほど大きな張力が生じ、たわみ量も大きくなることがわかった。

金網は網目の形状、編み方などの複雑性を有するため、今後は、異なる網目の金網で実験を行い、解析も併せた耐衝撃性能の推定ができるように検討を進めていく。

### 参考文献

- 1) 南波宏介, 白井孝治, 坂本裕子: 竜巻防護設備に用いる金網形状の異なる高強度金網に関する吸収エネルギー算定手法の適用性, 構造工学論文集, vol.61A, 2015.
- 2) 小室雅人, 西弘明, 今野久志, 荒木垣也, 田中優貴: ひし形金網の耐衝撃挙動に関する数値シミュレーション, 構造工学論文集, vol.63A, 2017.
- 3) 日本道路協会: 落石対策便覧, 2017