

# 落石対策施設に用いるひし形金網の力学特性に関する実験的検討

(国研) 土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○中村 拓郎 正会員 今野 久志  
 正会員 荒木 恒也 正会員 山澤 文雄  
 国立大学法人 室蘭工業大学 正会員 小室 雅人

## 1. はじめに

覆式落石防護網やポケット式落石防護網をはじめとする落石防護施設や落石予防施設にはひし形金網が広く用いられている。これらの設計は主として落石対策便覧に従って行われており、ひし形金網については、許容応力度を用いた線交点強度と金網有効張力の算定方法が示されている<sup>1)</sup>。著者らは、従来型落石防護柵の耐衝撃挙動や保有性能を明らかにすることで、その性能評価手法や耐衝撃設計法を提案することを目的に、写真-1に示すような衝撃载荷実験<sup>2)</sup>を実施するとともに、数値解析的検討<sup>3)</sup>を行ってきた。数値解析的検討では、ひし形金網の応力とひずみの関係にバイリニア型の等方硬化則を適用してきたが、ひし形金網の材料である亜鉛めっき鉄線の JIS 規格には引張強さのみが規定されており、降伏強さに関する規定はない。また、金網の吸収エネルギーを算定するための金網強度試験については、高強度金網を対象とした研究<sup>4)</sup>があるものの、従来型落石防護柵などに用いられるひし形金網を対象とした事例は少ない。

本研究では、数値解析に用いるひし形金網の力学特性などを把握することを目的に、ひし形金網を構成する線交点 1 要素の静的引張試験を実施した。

## 2. 試験概要

試験体は、JIS G 3552 の亜鉛めっき鉄線 (S) 製のひし形金網 (Z 種) の線径 3.2mm, 4.0mm, 5.0mm であり、各線径 3 体ずつとした。網目寸法はいずれも 50mm である。なお、今回使用したひし形金網の交点角度は落石対策便覧に記載の 85°に対して、 $\phi 3.2\text{mm}$  の試験体で約 83.5°、 $\phi 4.0\text{mm}$  の試験体で約 80.9°、 $\phi 5.0\text{mm}$  の試験体で約 79.6°であった。

写真-2に試験概要を示す。ひし形金網の線交点 1 要素として落石対策便覧における線交点強度算定時のモデルを模擬するため、平鋼 (SS400, 6×32mm) で製作した载荷治具 (図-1) を用いて油圧式万能試験機にて静的引張試験を行った。金網素線の端部は载荷治具に溶接により固定した (写真-3)。载荷速度は、JIS Z 2241 金属材料引張試験方法を参考に、応力増加速度で 10MPa/sec 程度とした。計測項目は、ロードセルによる载荷荷重 (データ収録機により 5Hz にて収録) およびカメラ撮影画像 (5fps) からの



写真-1 ひし形金網の形状変化  
(重錘衝突による実験時)

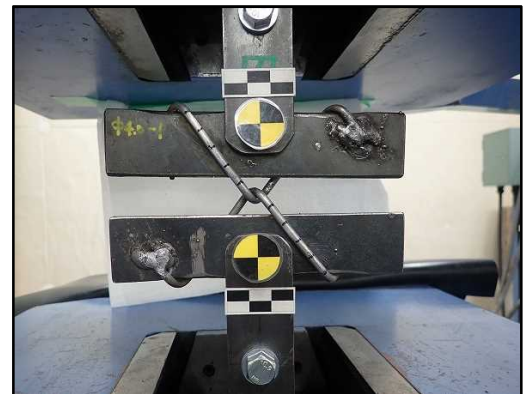


写真-2 試験概要

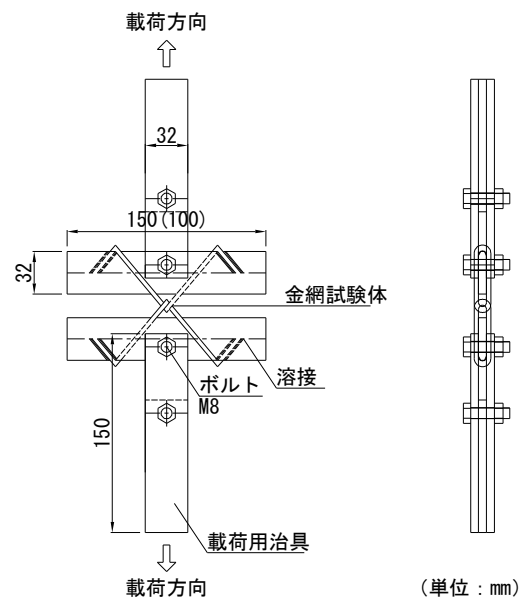


図-1 载荷治具

キーワード：覆式落石防護網, ポケット式落石防護網, ひし形金網, 線交点強度, 引張試験

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34 土木研究所 寒地土木研究所 TEL 011-841-1698

判読によるひし形金網線交点変位とした。

### 3. 試験結果

写真－4に引張試験後の試験体の状況を示す。すべての試験ケースにおいて、ひし形金網は線交点で破断しており、線交点近傍は断面が絞られて線交点内側に素線が食い込んだ状態となっていた。

図－2に試験結果から得られた荷重－線交点変位関係を示す。交点変位は上下荷治具間の相対変位の1/2として求めた。なお、 $\phi 3.2\text{mm}$ のケースの2体については、荷治具に不具合が生じたため破断前に試験を終了している。いずれの試験体においても、明確な降伏点は認められなかった。最大荷重は、 $\phi 3.2\text{mm}$ のケースで4.65kN、 $\phi 4.0\text{mm}$ のケースで7.13kN（平均値）、 $\phi 5.0\text{mm}$ のケースで11.02kN（平均値）であった。また、交点の最大変位は、 $\phi 3.2\text{mm}$ のケースで5.5mm、 $\phi 4.0\text{mm}$ のケースで5.1mm、 $\phi 5.0\text{mm}$ のケースで7.0mmであった。 $\phi 3.2\text{mm}$ のケースにおいて、素線（亜鉛めっき鉄線）の試験成績書の引張強さ  $414\text{N/mm}^2$  を用いて算定した最大荷重は5kNとなり、実験値はその9割程度であった。

表－1に各ケースにおける線交点角度の変化および破断直前の金網形状から算定した素線の伸びを示す。試験後の交点角度は $\phi 3.2\text{mm}$ のケースで76.6°、 $\phi 4.0\text{mm}$ のケースで74.7°（平均値）、 $\phi 5.0\text{mm}$ のケースで71.6°（平均値）であった。ここから計算上の素線の伸びを算定すると、3.9mmから5.9mmである。一方、破断直前には、線交点付近の局所的な伸びも観察されている。

### 4. まとめ

本研究では、数値解析に用いるひし形金網の力学特性などを把握することを目的に、ひし形金網を構成する線交点1要素の引張試験を実施した。本研究の範囲で得られた知見を以下に示す。

- (1) ひし形金網を構成する線交点1要素の破壊形態は、すべての試験ケースにおいて線交点での破断となった。
- (2)  $\phi 3.2\text{mm}$ のケースの最大荷重は、引張強度から算定した最大試験荷重の9割程度であった。
- (3) 破断直前の素線の伸びは線交点付近に集中していた。

### 参考文献

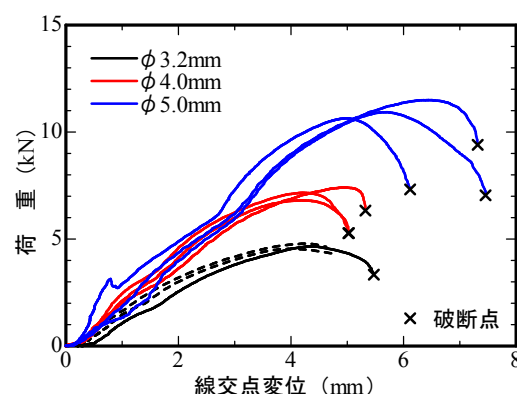
- 1) 日本道路協会：落石対策便覧，平成29年12月
- 2) 今野久志ほか：重錘落下衝撃実験による従来型落石防護柵の落石すり抜けに関する研究，平成29年度土木学会北海道支部論文報告集，第74号，A-07，2018年1月
- 3) 服部桃加ほか：重錘落下を受ける落石防護柵模型の耐衝撃挙動に関する動的応答解析，平成29年度土木学会北海道支部論文報告集，第74号，A-18，2018年1月
- 4) 南波宏介ほか：竜巻防護設備に用いる金網形状の異なる高強度金網に関する吸収エネルギー算定手法の適用性，構造工学論文集 Vol.61A，pp.958-969，2015年3月



写真－3 試験体



写真－4 線交点の破断状況



図－2 荷重－線交点変位関係

表－1 素線の伸び

| ケース          | 線交点角度 |       | 計算上の素線伸び |
|--------------|-------|-------|----------|
|              | 試験前   | 破断前直  |          |
| $\phi 3.2$   | 83.5° | 76.6° | 4.2mm    |
| $\phi 4.0-1$ | 80.9° | 74.8° | 3.9mm    |
| $\phi 4.0-2$ |       | 74.5° | 4.2mm    |
| $\phi 4.0-3$ |       | 74.8° | 3.9mm    |
| $\phi 5.0-1$ | 79.6° | 72.5° | 4.8mm    |
| $\phi 5.0-2$ |       | 71.1° | 5.9mm    |
| $\phi 5.0-3$ |       | 71.3° | 5.8mm    |