

落石防護柵に使用する金網の特性について

株式会社ビーセーフ 正会員 ○松嶋 秀士
株式会社ビーセーフ 吉田 博

1. まえがき

道路における落石対策に関する技術基準としては、落石対策便覧（平成 12 年，日本道路協会）があり，その中において，落石防護柵における金網の吸収エネルギーは，実験値より 25kJ となっている。

近年落石防護柵の新工法が数多く開発されてきているが，使用されている金網においても，網目の大きさ・線径や厚みなどが多様化してきており，各社が独自の基準にて，金網の吸収エネルギーを算出しているが，今回各種の金網を同一条件にて実験を行いそれぞれの金網の特性を評価し，大変形非弾性動的解析ソフト LS-DYNA を用いて実験結果との対比を行った。

2. 供試体



菱形金網 亀甲金網 特殊菱形金網

写真－1 供試体

試験に用いた供試体は，ひし形金網（ $\phi 4 \times 50$ ），亀甲金網（ $\phi 4 \times 100$ ）及び特殊ひし形金網（3 本撚り 2. 3×50 ）の 3 種類で試験結果の対比を行う。

素線の材質は，ひし形金網および亀甲金網が，SWMGS-4，破断強度が 420N/mm^2 ，特殊金網が，SWMGH-4，破断強度が 720kN/mm^2 である。

3. 試験方法

（1）面内静的試験 面内引張試験には，写真－2 に示すように， $100\text{cm} \times 100\text{cm}$ の範囲を支持点として，6 本の鋼棒で対向する 2 辺を固定して横方向変位を拘束し，他の対向する 2 辺を 7 本の鋼棒で一様に引張荷重を作用させることができる装置を用い



写真－2 面内静的試験

キーワード 落石防護柵，金網，エネルギー吸収

連絡先 〒931-0102 富山県小矢部市水島 5 6 1

いずれかの素線が破断するまで載荷した。

（2）面外静的試験 面外静的載荷試験においては，面内引張試験と同様の装置を用いたが，横方向は幅 100cm で鋼管を用いて鉛直変位を拘束した（写真－3 左参照）。直径 40cm ，質量 156kg の鋼製の半球を金網上に載せ，下方より鋼棒を用いて引張り，荷重によるたわみを計測した（写真－3）。



写真－3 面外静的試験

（3）面外衝撃試験 面外衝撃試験においては，面外静的載荷試験と同様の装置と直径 40cm ，質量 245kg の鋼球を用い，鋼球の高さを 50cm ずつ増加させて，その都度，新しい金網に交換し，金網が破断するまで落下高さを増大して衝撃落下試験を繰り返した。



写真－4 面外動的試験

4. 試験結果

（1）面内静的試験 試験結果を図－1 に示す。目幅方向とは，素線の軸方向に引張荷重を作用させた場合であり，目長方向とは素線の軸直角方向に引張荷重を作用させた場合である。

（a）作用方向による違い ひし形金網については，目長方向の破断荷重が 50.3kN で目幅方向が 52.6kN であり，破断時の伸びは，目長方向が 20.2cm で目幅方向が 20.0cm であった。これより，作用方向の違いによる破断荷重の差異は見られなかった。また，

（株）ビーセーフ

TEL0766-61-2931

亀甲金網と特殊ひし形金網についても、作用方向の違いによる破断荷重および伸びの差異はなかった。

(b) 金網による違い 破断荷重については、菱形金網が約 50kN、亀甲金網および特殊ひし形金網が約 80kN であった。また、破断時の伸びについては、亀甲金網が約 11mm、ひし形金網が約 20mm、特殊ひし形金網が約 29mm であった。

(2) 面外静的試験

(a) 作用方向による違い すべての金網において、作用方向の違いによる破断荷重の違いは見られなかった。

(b) 金網による違い

破断荷重について、ひし形が約

40kN、亀甲金網および特殊ひし形金網が約 70kN であった。たわみについては、ひし形金網が約 25cm、亀甲金網が約 16cm、特殊金網が 35cm であった。

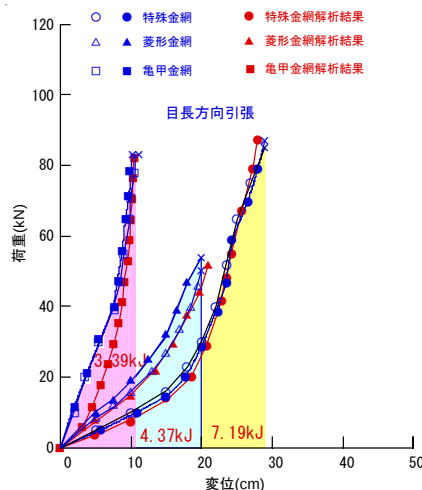


図-1 静的面内載荷実験結果と解析結果の比較

表-1 金網の面外載荷試験結果

種類	方向	NO. 1	荷重 (kN)	たわみ (cm)
特殊	目長	1	66.8	30.6
		2	67.6	40.9
	目幅	1	76.4	38.0
		2	62.4	32.9
菱形	目長	1	41.5	25.4
		2	36.8	24.6
	目幅	1	38.9	22.8
		2	42.7	27.4
亀甲	目長	1	72.4	12.8
		2	68.8	18.6
	目幅	1	66.9	15.7
		2	62.8	14.5

(3) 面外動的試験

特殊ひし形金網および亀甲金網については、落下高さ 3.0m にて素線が破断し貫通した。

ひし形金網は、落下高さ 2.5m にて貫通した。各供試体における最大落下高さにおける残留変位は、ひし形金網が 34.8cm、亀甲金網が 32.2cm、特殊ひし形金網が 36.8cm となり、大きな違いは見られなかった。

表-2 金網の面外衝撃試験結果

種類	NO. 1	落下高さ (m)	たわみ (cm)
特殊	1	1.5	33.8
	2	2.0	34.5
	3	2.5	36.8
	4	3.0	貫通
菱形	1	1.0	31.6
	2	1.5	33.9
	3	2.0	34.8
	4	2.5	貫通
亀甲	1	1.5	28.6
	2	2.0	30.2
	1	2.5	32.2
	2	3.0	貫通

5. 金網の特性について

金網のように曲げ加工した部材は、引張試験から荷重—伸び曲線あるいは応力—ひずみ曲線を求めることが困難なため、実物実験の試験体と同じ解析モデルを作成し、図-2のようにモデル化した。引張試験と同様の引張荷重を与え、引張試験結果と近似するように、応力—ひずみ関係を試行錯誤的に再現した。

(1) 解析結果

解析の結果、図-1に示すとおり、面内静的荷重試験の実験値と解析結果が近似することができた。

得られた応力—ひ

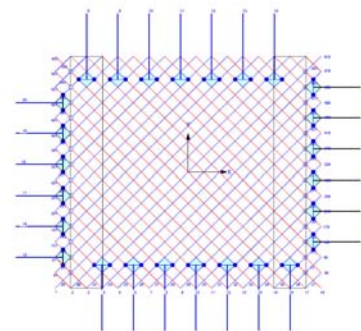


図-2 解析モデル図

ずみ曲線を基に、同様に面外静的荷重と面外衝撃の解析を行い (図-3)、その挙動の確認を行い、実験結果との一致を見た。

6. まとめ

今回の実験と解析により、金網の種類による挙動の違いを確認することができた。

防護柵を設計す

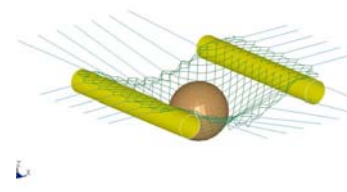


図-3 解析画像

る上で、金網の吸収エネルギーを一律 25kJ とする考えでは対応できないことが判り、今後設計を進めていく上では、金網の特性を調べる標準試験方法の確立と、その特性に合わせた防護柵トータルとしての、挙動シミュレーションが必要と考えられる。

今後は、落石防護柵の実態に合わせ、横ロープを配した場合や、その間隔の違いによる挙動の違いについて、さらに実験を行い、金網の特性を明らかにし、設計方法を確立する予定である。