

大阪府立工業高等専門学校 学生員○森若 浩司
 大阪府立工業高等専門学校 正 員 小幡 卓司
 近江屋ロープ株式会社 野々内達雄
 近江屋ロープ株式会社 松井 義一

1. まえがき

近年、在来種の野生動物や外来種の野生化による獣類の増加に伴い、農作物や植林の被害が問題となりつつある。このような獣による食害は、経済的な被害のみならず山林の荒廃を助長し、地球環境への悪影響をもたらすだけでなく土石流などの災害を発生させる危険性も指摘されており、これらを防止することは環境破壊や生物多様性の維持などの観点から、極めて重要な社会問題であると考えられる。

本研究では、険しい山中にも簡単に設置可能であり、運搬面や施工面を十分に考慮した超軽量パイプと金属網からなる獣害防止柵を考案した。この防止柵における、パイプの耐荷力性能確認と獣類の衝突による破壊性状を検討するために静的、動的実験を行い、風・雪・衝突などの各種荷重に対して、高い耐荷力を有する適切な構造の検討を行った。すなわち、実験結果から防止柵の改善すべき点を見出し、軽量かつ施工容易な高強度の獣害防止構造を提案しようとするものである。

具体的には、パイプを単純梁として2点載荷を行い、降伏点、引張り強さを実験的に求める。これらの結果に基づき、各種状態における許容応力度に検討を行い、適切な設計手法の確立を試みる。次に、実際に施工された防護柵に対して、衝突実験を実施して運動エネルギーと変形量の関係や衝突時の加速度から慣性力を求め、破壊に至るまでの性状確認を行った。したがって、これらについてここに報告するものである。

2. 獣害防止構造

本研究で用いる獣害防止構造は、まず杭として $25 \times 25 \times 1.6 \times 1000$ の角パイプを 500mm 地中に打ち込み、 $\phi 38 \times 0.5$ の薄肉亜鉛めっきパイプを杭に差し込んで自立させ、 $150 \times 150 \times 3.2$ (地面より 450mm までは 75×150) のメッシュ金網を丸パイプ上端のフックと結束帯で3箇所程度固定した、非常に軽量かつ施工性に優れた構造である。高さは 2.0m まで任意に設定可能で、設置スパンも基本的に 2.0m であるが、設置位置の荷重条件などを考慮して、パイプを増設することが出来る。写真-1 に実験用に試験施工された獣害防止柵を示す。



写真-1 獣害防護柵

実験内容としては、上述の通り、まず防止柵の主構造をなす超薄肉亜鉛めっきパイプの静的載荷実験を行い、荷重耐荷力や降伏点の確認を行って適切な許容応力度を決定すること、ならびに衝突実験からどの程度の衝突で使用に耐えられなくなるかを実験的に検証しようとするものである。

静的載荷実験においては、写真-2 に示すように、スパン 1900mm、中心間隔 360mm の2点載荷とし、溶接部を圧縮側、引張り側、中立軸にセットした状態でそれぞれ2回ずつの実験を実施した。さらに、線形解析を同時に行い、実験中に変位誤差、応力の比較を実施して、塑性域に到達、または引張り強さを超え破壊に至る際の判断を行う一助とした。表-1 にパイプの諸元を示す。次に、動的載荷実験は、写真-1 のような獣類を模した台車を衝突させ、その際の金網両端のポールにおける、衝突時の加速度を測定した。また、同時に衝突前後の防護防止柵の挙動を把握するために 250fps の高速度カメラで撮影を行った。

台車は、重さ 60kg~100kg までの 10kg 刻みの質量とし、速度は約 5 km/h, 10 km/h, 15km/h を目安として金網に衝突させた。基本的には衝突ごとの網の変形量と加速度を測定し、最終的には獣が侵



写真-2 静的載荷実験

表-1 パイプ諸元

項目	諸元
材 料	JIS G3302 SCG570
ヤング率	206Gpa
引張り強さ	570N/mm ²
寸 法	$\phi 38 \times 0.5 \times 2000$

入できるような形状になるまで実験を繰り返し行い、獣害防止柵がその機能を失うまでのエネルギー量と変形の関係性を求めた。

3. 実験結果とその考察

以上のようにして、獣害防止構造に関する静的ならびに動の実験を行った。まず、図-1(a)に溶接部を圧縮側に配置した場合の、図-2(b)に溶接部を中立軸に配置した場合の荷重と応力度の関係性を示す。なお、図中の直線は線形解析結果、曲線は実験値である。実験値の評価としては、鋼材の保証性能であるヤング率 206Gpa 以下になる点を降伏点として評価することとした。

全6回の実験において、ヤング率が 260Gpa となる応力度は、ほぼ 500N/mm^2 であることが判明し、引張り強さ 570N/mm^2 系鋼材の一般的な降伏点保証性能 460N/mm^2 以上は十分満たしていると考えられる結果が得られた。また、終局荷重は、溶接部を圧縮側あるいは引張側に配置した場合は約 1000N (100kgf 程度)、溶接部を中立軸に配置した場合は約 840N (86kgf 程度)で、およそ 160N の差が生じることが明らかとなった。これについては、パイプ断面を正確に測定したところ、長軸 38.12mm 、短軸 37.97mm と僅かながら楕円形となっていることが分かった。この 0.15mm は、製作誤差の範囲ではあるが、部材厚が 0.5mm と薄いため、終局荷重においてある程度の差異が生じたものと判断できる。また、防止柵への使用に際しては長軸方向が衝突面になるよう配置すれば良く、特に大きな問題にはならないと考えられる。

次に、図-2 に衝突実験で得られたパイプ上端の加速度応答の一例を、また、図-3 に運動エネルギーと金網の変位の関係性を示す。まず、図-2 に着目すると、速度が3倍になっているにも関わらず、加速度応答も3倍弱程度にしかなっていない。これは、金網のエネルギー吸収性能がかなり高く、金網の変形によってパイプに加わる衝突による力が低減されているものと考えられる。

さらに、図-3 の運動エネルギーと金網の変位についても、加速度と同様に直線的な比例関係になっていることが分かる。この現象に関しても、金網そのものの不静定次数が非常に高く、大きな変形にも相応に耐えることが可能であるため、エネルギー吸収性能が極めて高いことが考えられる。また、人間が台車を押して衝突させるため、場合によっては、 10km/h の予定が 8km/h 程度しか出ていないようなこともしばしば発生した。台車の質量については、重錘を追加することで容易に調整可能なため、質量の増加による運動エネルギーの変化が、線形的な関係を助長したと思われる。なお、衝突実験では、速度と質量を変化させてデータ収集し、その後 $100\text{kg}-10\text{km/h}$ の条件で破壊実験を行った。獣害防止柵の1部が壊れたのは11回目、侵入可能となったのは14回目であった。

4. あとがき

以上のように、本研究では獣害防止構造の静的、動の実験を行ったものである。これらの結果に基づいて、現在においては、獣害防止柵に掛かる各種荷重に対する合理的な性能設計法について検討を実施中である。

さらに、より最適な防止柵の構造について考察を行い、例えば、半永久的に設置、あるいは短期的な設置などに対する目的に応じた構造とその設計手法を提案し、今後の合目的かつ社会の持続的発展に資する獣害防止柵についてさらなる改良を行い、より優れた防止策の開発を試みることを目指すものである。

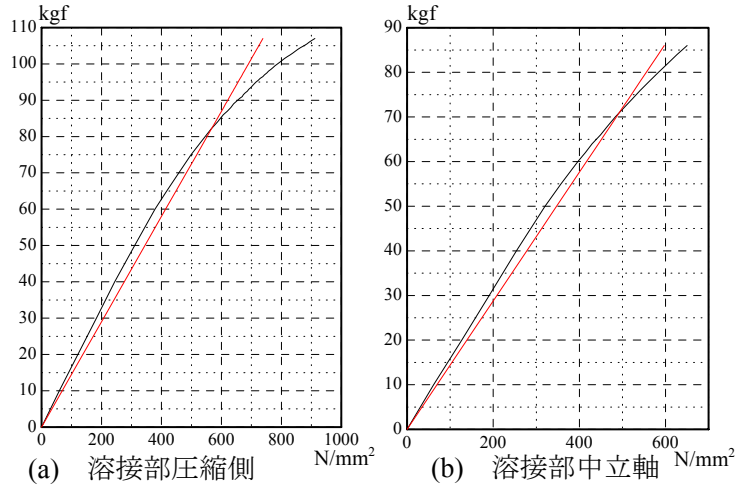
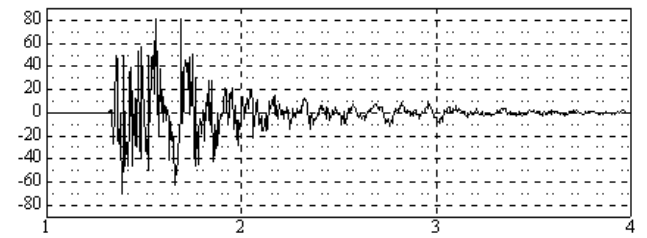
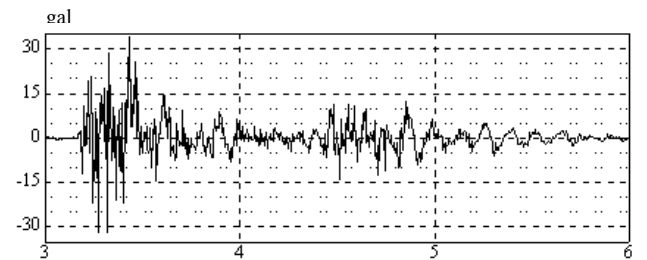


図-1 荷重-応力度曲線 (圧縮側)



(b) 60kg - 15km/h

図-2 衝突時の加速度応答

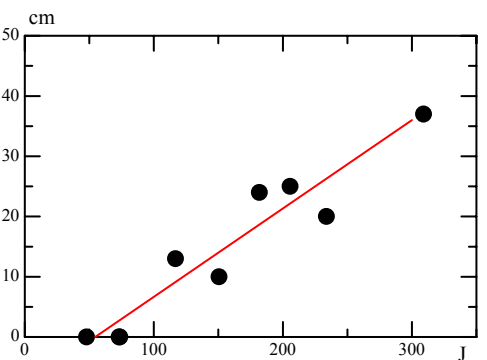


図-3 運動エネルギーと金網の変位