

研究ノート

落錘試験方法のモデル化に関する研究

杉山儀*1、村松圭介*2、原田真*1

Study on Modeling of Falling Weight Test Method

Tadashi SUGIYAMA*1、Keisuke MURAMATSU*2 and Makoto HARADA*1

Mikawa Textile Research Center*1*2

本研究では、1m²の安全ネットを用いた小規模な落錘試験機を試作し、加速度測定器と高速度カメラにより、落下体に掛かる減速度と安全ネットの挙動を観測した。また、この試験機器により、新品と使用後の安全ネットの性能比較を行うことにより、使用後の安全ネットが落下体へ及ぼす危険性を確認した。

1. はじめに

新たな産業用繊維資材の開発では、さまざまな条件で多種類の試作品をつくり、評価を行い、最適な製造条件を選び出すという作業を繰り返すため、製品として製造するまでに多くの時間とコストが掛かり、試作回数の削減、開発コストの低減が求められている。

安全ネットの製造と品質管理工程において、時間とコストが掛かる要因の一つに落錘試験がある。規格化された落錘試験方法は、36m²の試料サイズ、半日の試験時間を要し、それに掛かる費用も高額になる。

そこで、費用の低減及びスピードアップを図るため、仮設機材の試験規格・方法を簡易的な方法に落とし込み、小サイズの試料かつ短時間で落錘評価を可能とする小規模な試験方法の開発に取り組んだ。

2. 実験方法

2.1 落下体

「仮設機材認定基準とその解説」¹⁾ (以下「基準」)において、落下体は加速度計を備えた90kgの重錘とし、この落下体が安全ネットに落下した時の減速度基準として147m/s² (以下15Gとする) 以下及び著しい損傷及び貫通を認めないことと記載されている。

例えば、目合(ネットの結び目間の長さ)100mmの安全ネットに90kgの落下体を落下させたとき、15Gの減速度を記録したとすると、落下体には瞬間的に1350kgfの力が掛かる。このとき、安全ネットにも1350kgfの力が掛かっていることになる。円柱型の落下体の直径は310±10mmであることから、落下体は安全ネット上の9つの結節点と接すると考えることができるため、1つの結節点に掛かる力は150kgfとなる。そこで、小規模な落錘試験に使用する小型の落下体は、1つの結

節点に接すること、15Gの減速度を与えることを条件として、質量を10kgにすることが望ましいと考え、ステンレスの円柱体により落下体を作製した(図1)。



図1 作製した落下体

また15Gを安全ネットに与えるために、およそ1mの高さから落下体を落とすこととした。このとき安全ネットに接触する直前の落下体の落下速度は、垂れの長さについても考慮した上でおよそ5m/sとなる。

2.2 落錘試験台

1m²の安全ネットを用いた小規模な落錘試験台(図2)を試作した。

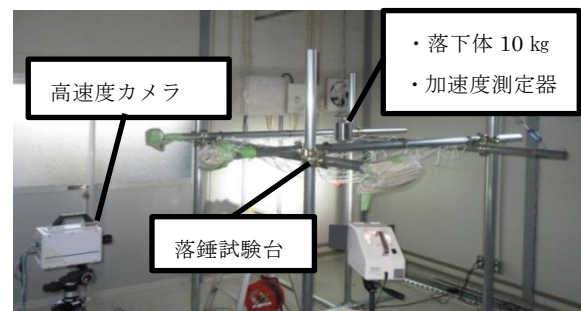


図2 小規模落錘試験機

*1 三河繊維技術センター 産業資材開発室

*2 三河繊維技術センター 産業資材開発室 (現共同研究支援部 計測分析室)

2.3 試料

試料は、「基準」に倣い、素材ナイロン、かえるまた結節網である。なお、試験を一度実施した試料を使用後の安全ネットとした。

2.4 安全ネットの取付方法

「基準」において、安全ネットは網地、縁綱、吊綱、仕立糸及び吊綱等を有し、かつ各条件に適合するものと記載されている。本試験機では、正方形 1m×1m の安全ネットに縁綱を取付け、かつ 8 点支持 (0.5m 間隔) した。

また安全ネットの垂れについては「基準」に倣い、辺長の 12%以上 18%以下とし、取付方法については縁綱を直接、金属バンドで固定した。

2.5 観測方法

試験は、安全ネットの動的挙動を高速カメラ (FASTCAM Photoron 製)、落下体の挙動 (減速度) を落下体に備え付けた加速度測定機 (SAVER 3L30 LANSMONT 製) を用いて観測した。

○測定条件

- ・高速カメラ撮影速度 2,000fps
- ・加速度測定 Sample Count 512、Sample Interval 2msec

3. 実験結果及び考察

3.1 加速度測定器による落下体の挙動解析

新品と使用後の安全ネットの落下体に掛かる減速度 (空間 (x、y、z 軸) における各ベクトルの合成和である。) を比較すると、新品の安全ネットには、瞬間的におよそ 15G が掛かり、使用後の安全ネットにはおよそ 22G が掛かっていることが分かる (図 3)。

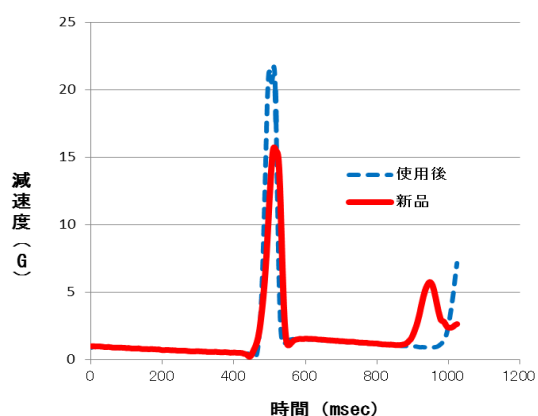


図 3 新品と使用後の安全ネットの減速度

つまり、新品と使用後では落下体に掛かる力に 70kgf の差があることが分かり、使用後の安全ネットがどれ

ほど危険であるのかが明らかとなった。

3.2 高速カメラによる安全ネットの挙動解析

安全ネットと落下体の接触時の安全ネットの挙動 (安全ネットの結節 1 点を高さ方向で位置測定) を動画解析することで、安全ネットの変形及び衝撃吸収性能 (位置、速度、加速度) を確認した。

そこで新品と使用後の安全ネットの挙動を比較すると、新品は、静止時からおよそ 35cm 下に移動した (図 4) のに対して、使用後はおよそ 25cm しか移動していないことが分かる (図 5)。また、移動距離が最大に達した後も新品と使用後の安全ネットの挙動が大きく異なっており、新品では落下体の衝撃を大きく吸収できたのに対して、使用後では吸収できないことが確認された。

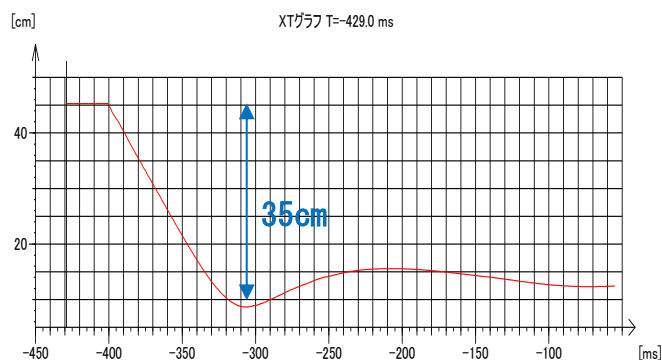


図 4 新品の安全ネットの挙動

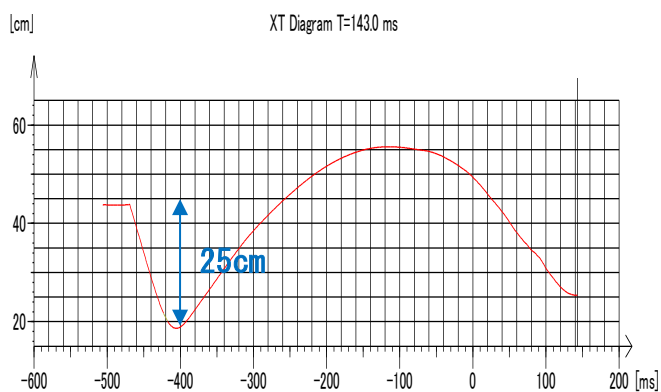


図 5 使用後の安全ネットの挙動

4. 結び

本研究により、新品と使用後の安全ネットの性能評価が可能な小規模な落錘試験機を開発した。今後も更に落錘試験評価としての精度を上げるため、試験機の改良を進める。

文献

- 1) 社団法人 仮設工業会：仮設機材認定基準とその解説(厚生労働大臣が定める規格と認定基準)