

第2章

経年劣化の影響に関する実験的検討

令和5年度厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）
分担研究報告

経年劣化の影響に関する実験的検討

研究代表者 日野泰道 （独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・部長
研究分担者 大嶋勝利 （独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・所長代理
研究分担者 高橋弘樹 （独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・上席研究員
研究分担者 金 恵英 （独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・任期付研究員

研究要旨

安全ネットは、「墜落による危険を防止するためのネットの構造等の安全基準に関する技術上の指針（大臣公示）」（昭和51年8月6日）（以下、「技術上の指針」という）において、ネットの構造、強度および使用方法について、技術的な観点から基準が示されている。しかしながら、技術上の指針では、安全ネットの廃棄基準が示されておらず、適切な廃棄基準を定めることが必要とされている。実際、経年品のラッセルネットを使用していた際の事故報告もなされている。加えて前年度に実施した予備検討において、経年品を用いた落下試験を実施したところ、重錘が安全ネットを貫通する事象も確認された。そこで本研究では、経年品の安全ネット、および安全ネットの網糸の強度を意図的に小さくしたネットを用いて、落下試験を実施し、経年劣化した安全ネットの基本的な性能を把握することを目的とする。

検討の結果、安全ネットの墜落制止性能は、重錘の落下位置に大きく依存し、菱形形状を有するネット網目の尖った方向で相対的に大きな荷重を負担する顕著な傾向が見られた。この場合、新品の安全ネットであっても、墜落の危険を防止することができない可能性があり、密に鉄骨梁と固定する必要がある。

また、本実験の範囲（5m×5mの正方形の安全ネットにより、3.75mの自由落下を伴う墜落が生じた場合）では、墜落の危険を防止することが確認できたのは新品ネットであり、それは450N以上の網糸強度を有するものであった。そして経年劣化モデルや経年品の安全ネットの実験結果を踏まえると、少なくとも350N程度以上の網糸強度が必要であることが推測される。つまり本実験の範囲では、安全ネットの網糸強度は、350Nから450Nの間に必要強度が存在すると考えられる。

なお、経年劣化モデルと経年品の安全ネットのネット破壊状況には差異が見られた。具体的には前者は安全ネットを貫通し、後者はネット端部での大壊する傾向がみられた。そのため安全ネットの墜落による危険を防止する性能は、網糸強度だけでなく、他の構造的要因（網糸の変形性能等）を踏まえる必要がある可能性がある。

研究分担者

大幢勝利

(独) 労働者健康安全機構労働安全衛生
総合研究所
所長代理

高橋弘樹

(独) 労働者健康安全機構労働安全衛生
総合研究所
上席研究員

金 恵英

(独) 労働者健康安全機構労働安全衛生
総合研究所
任期付研究員

A 研究目的

安全ネットは、「墜落による危険を防止するためのネットの構造等の安全基準に関する技術上の指針（大臣公示）」（昭和51年8月6日）（以下、「技術上の指針」という）において、ネットの構造、強度および使用方法について、技術的な観点から基準が示されている。

しかしながら、技術上の指針では、安全ネットの廃棄基準が示されておらず、適切な廃棄基準を定めることが必要とされている。実際、経年品のラッセルネットを使用していた際の事故報告もなされている。加えて前年度に実施した予備検討において、経年品を用いた落下試験を実施したところ、重錘が安全ネットを貫通する事象も確認された。

そこで本研究では、経年品の安全ネット、および安全ネットの網糸の強度を意図的に小さくしたネットを用いて、落下

試験を実施し、経年劣化した安全ネットの基本的な性能を把握することを目的とする。

B 研究方法

安全ネットの経年劣化による墜落制止性能への影響を調べるため、経年品を対象とした落下試験を実施した。経年劣化の程度については、安全ネットの網糸強度により評価するものとし、実験を実施した安全ネットについては、単純引張試験を実施して、網糸の強度を調べた。

この点、仮設工業会では、安全ネットの新品時の網糸強度として 350N（15 mm網目）、廃棄時の網糸強度として、170N（15 mm網目）と定めている。そこで本研究では、意図的に網糸強度を低減させた安全ネット（以下、経年劣化モデル）を製作し、併せて実験を行った。

図1および図2に落下試験の概要、および実験対象の安全ネットについて示す。

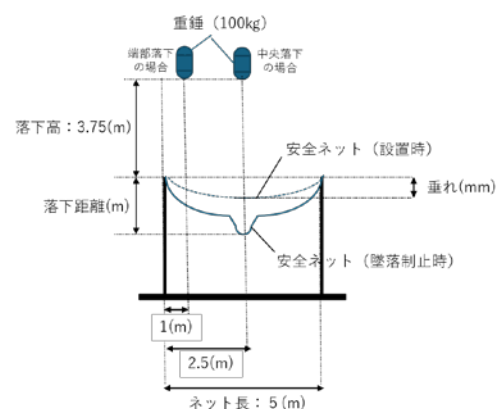
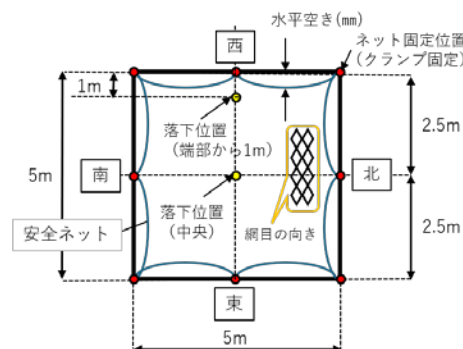


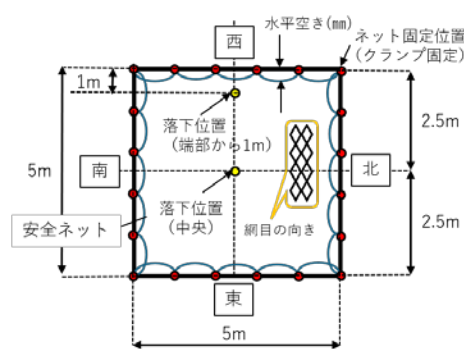
図1 落下試験の概要

実験に使用した安全ネットは、縦横5mの正方形で15 mm網目のラッセルネット（新品、経年品、経年劣化モデル）である。重錘の落下高さは、仮設工業会の認定基



ネットの種類：ラッセルネット（新品）
 5m×5m、網目15mm
 ネットの固定：つりクランプ（8点固定）
 落下体：重錘100kg
 落下高さ：3.75m（仮設工業会の認定基準）
 落下位置：中央、強軸（東西）方向の西端部から1m
 ネットの種類：経年品の網糸強度のデータを有するメーカーのもの

< 8点固定の場合 >
 (2.5m間隔)



ネットの種類：ラッセルネット（新品、経年品、経年劣化モデル）
 5m×5m、網目15mm
 ネットの固定：つりクランプ（20点固定）
 落下体：重錘100kg
 落下高さ：3.75m（仮設工業会の認定基準）
 落下位置：中央、強軸（東西）方向の西端部から1m
 ネットの種類：経年品の網糸強度のデータを有するメーカーのもの

< 20点固定の場合 >
 (1.0m間隔)

図2 実験対象の安全ネット

表1 網糸の引張試験結果一覧表

実験No	ネット寸法	網糸強度(N)						種類別 平均	ネット材質
		1	2	3	4	5	平均		
1	5m×5m	469.4	465.0	496.3	471.4	486.1	477.6	459.5	新品
2	5m×5m	419.7	477.5	430.4	458.2	480.3	453.2		新品
7	5m×5m	475.0	450.6	430.8	447.9	446.5	450.2		新品
8	5m×5m	414.3	466.6	484.1	443.7	477.1	457.2		新品
4	5m×5m	349.3	339.6	299.5	285.4	339.5	322.7	322.7	経年品（2018年製）
5	5m×5m	262.3	247.8	252.1	224.4	244.3	246.2	246.2	経年品（2014年製）
6	5m×5m	329.0	334.4	354.1	326.7	309.3	330.7	333.1	劣化モデル
3	5m×5m	355.6	310.7	326.6	350.0	335.2	335.6		劣化モデル

準である 3.75mとし、落下位置は、安全ネットの中央、および菱形の網目の剛性が高い方向である西側の端部 1mの箇所とした。実験に用いた重錘の質量は 100 kg のものを使用した。

安全ネットは縦横 5 m の開口部を有する鉄骨梁にネットクランプを用いて固定した。その固定点数は、仮設工業会の基準に従い、8 点固定 (2.5m 間隔) の場合と、20 点固定 (1m 間隔) の場合の 2 種類とした。なお、後者の設置間隔 (1.0m) は、安全ネットが設置された鉄骨梁端部の水

平空き (図中参照) の箇所からの墜落の危険を防止することを目的として、大手建設会社で採用されることが多いとの情報に基づき、暫定的に設定したものである。

なお実験では、重錘の減速度、各ネットクランプが負担する引張荷重、重錘の落下距離などの計測を行った。

C 研究結果

C-1 実験に用いた安全ネットの網糸強度について

表 1 に本実験で使用した安全ネットの

網系の引張試験結果一覧表を示す。新品の安全ネット（実験 No. 1、No. 2、No. 7、No. 8 の計 4 つ）の網系強度は、約 460N であった。この値は、仮設工業会で規定する新品時の強度（350N）よりも 3 割程度大きい値となっている。

意図的に網系強度を小さくした経年劣化モデル（実験 No. 4 と No. 6 の計 2 つ）の網系強度は、約 330N であった。これは、仮設工業会で規定する新品時の強度とほぼ等しい値となっている。

経年品（実験 No. 4 と No. 5）では、5 年経過したもの（2018 年製）で約 330N、9 年経過したもの（2014 年製）で約 250N であった。

C-2 8 点固定の場合の結果

（1）ネット中央に落下させた場合

図 3 に鉄骨梁と 8 点で固定した新品ネ

ットを対象として、ネット中央に落下させた場合の結果を示す。なお、この新品ネットの網系強度は 457N であり、仮設工業会の基準（350N 以上）よりも 3 割程度大きいものであった。

重錘は地面に落下することなく墜落を制止することができた。墜落制止時の最大減速度は $111.7(\text{m}/\text{sec}^2)$ であり、仮設工業会の基準（ $147(\text{m}/\text{sec}^2)$ 以下）の範囲内となった。その際の落下距離は 2.32m であった。

ネット網目の破断は、菱形形状を有する網目の尖った方向（東西方向）で多くみられ、その直交方向では破断はあまりみられなかった。ネット固定に用いたネットクランプに作用した最大荷重を見ると、相対的に東西方向が南北方向よりも大きく、それらの最大値は、南西角部

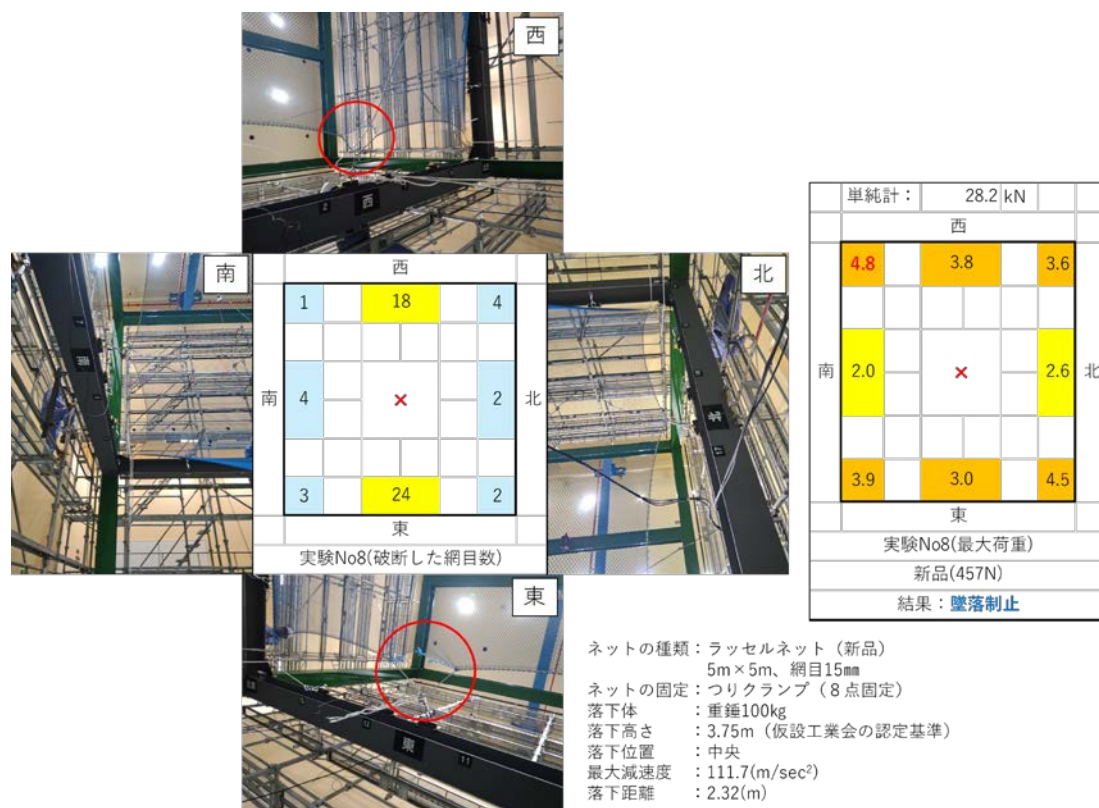


図 3 8 点固定（新品ネット、中央落下）の結果

(4. 8 kN) であった。

(2) ネット端部に落下させた場合

図4に鉄骨梁と8点で固定した新品ネットを対象として、強軸(東西)方向の西端部から1mの位置に落下させた場合の結果を示す。なお、この新品ネットの網糸強度も450Nであり、仮設工業会の基準(350N以上)よりも3割程度大きいものであった。

中央落下の場合と異なり、落下させた西側端部の安全ネットが大破した。なお、墜落制止時の最大減速度は $106.5(\text{m}/\text{sec}^2)$ 、落下距離は2.2mであった。

ネット網目の破断は、落下位置付近の西側端部(菱形形状を有する網目の尖った方向)に集中し、網目の破断は85網目となった。ネット固定に用いたネットクランプに作用した最大荷重は、同様に相

対的に東西方向で南北方向よりも大きい傾向にあった。それらの最大値は、西側中央部(4.2 kN)であった。

(3) まとめ

以上から、安全ネットの墜落制止性能は、重錘の落下位置に大きく依存し、菱形形状を有するネット網目の尖った方向で相対的に大きな荷重を負担する顕著な傾向が見られる。そして8点固定(本実験では2.5m間隔で固定)とした場合、当該端部へ落下した場合、新品の安全ネット(網糸強度が450N程度のものであっても)墜落の危険を防止することができない可能性があり、少なくともより密に鉄骨梁と固定する必要があることが推測される。

C-3 20点固定の場合の結果

(1) 新品ネットの場合

図5に鉄骨梁と20点で固定した新品

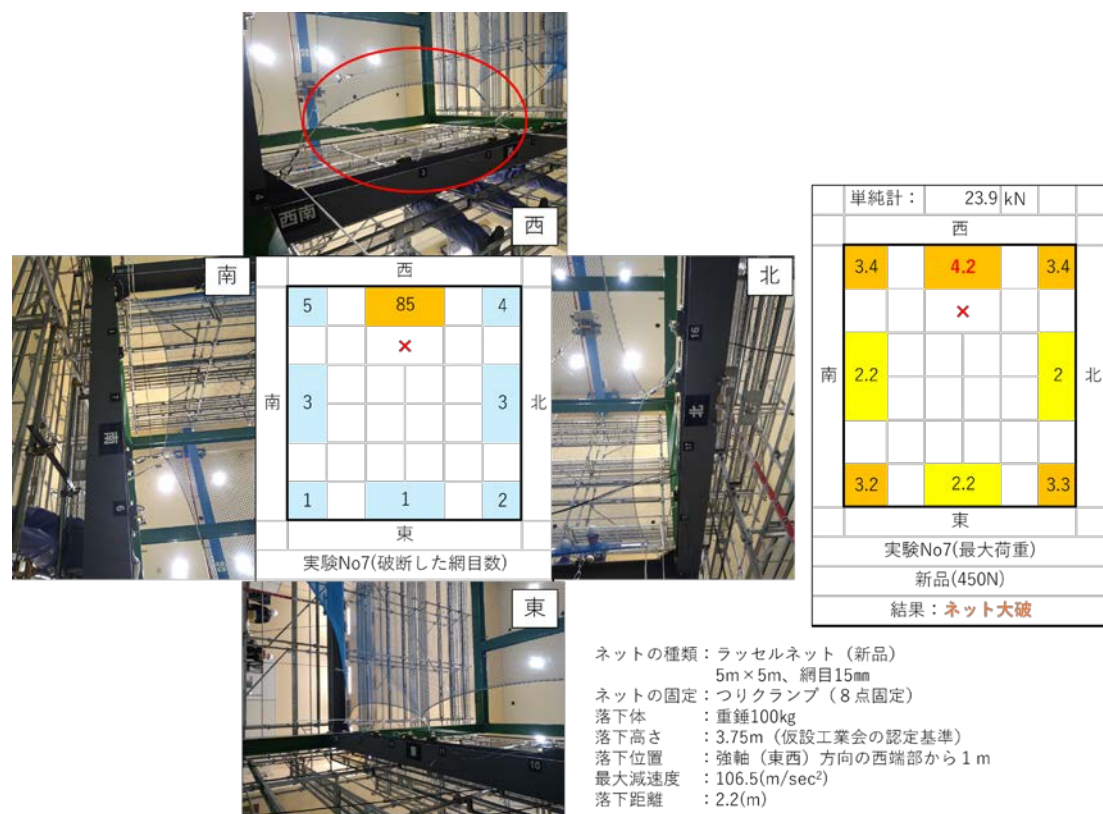


図4 8点固定(新品ネット、西側端部1mへの落下)の結果

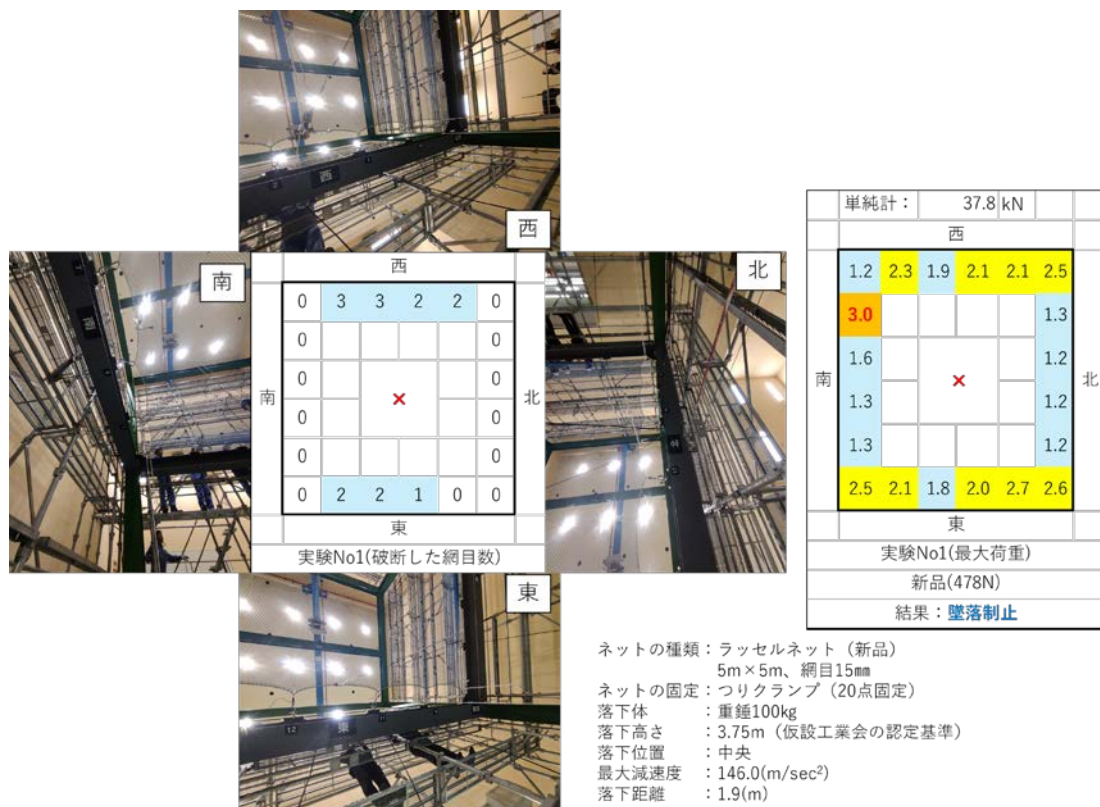


図5 20点固定（新品ネット、中央落下）の結果

ネットを対象として、ネット中央に落下させた場合の結果を示す。なお、この新品ネットの網糸強度は478Nである。

重錘は地面に落下することなく墜落を制止することができた。ただし、墜落制止時の最大減速度は $146.0(\text{m}/\text{sec}^2)$ であり、仮設工業会の基準 ($147(\text{m}/\text{sec}^2)$ 以下) よりもわずかに低い値となった。その際の落下距離は1.9mであった。

ネット網目の破断は、8点固定の場合と比較して、ほとんどみられなかった。ネット固定に用いたネットクランプに作用した最大荷重は、おおむね東西方向で南北方向よりも大きく、それらの最大値は、8点固定の場合よりも小さく、南西方向 (3.0 kN) であった。

図6に鉄骨梁と20点で固定した新品ネットを対象として、強軸（東西）方向の

西端部から1mの位置に落下させた場合の結果を示す。なお、この新品ネットの網糸強度も450Nであり、仮設工業会の基準 (350N 以上) よりも3割程度大きい。

8点固定の場合と異なり、重錘は地面に落下することなく墜落を制止することができた。なお、墜落制止時の最大減速度は $142.1(\text{m}/\text{sec}^2)$ 、落下距離は1.78mであった。

ネット網目の破断は、落下位置付近の西側端部（菱形形状を有する網目の尖った方向）で若干みられたものの、網目の破断は10網目程度にとどまった。ネット固定に用いたネットクランプに作用した最大荷重も、相対的に東西方向で南北方向よりも大きい傾向にあるものの、それらの最大値は、西側中央部 (3.5 kN) であった。

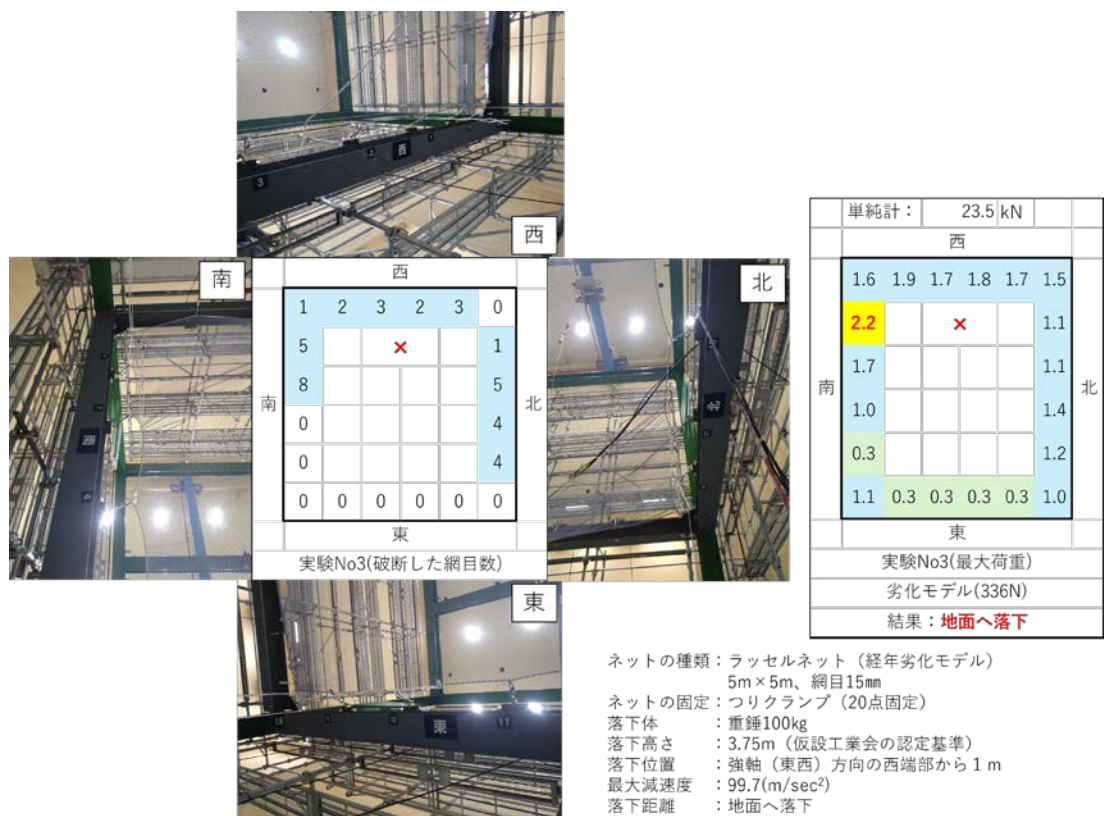


図7 20点固定（経年劣化モデル、西側端部1mへの落下）の結果

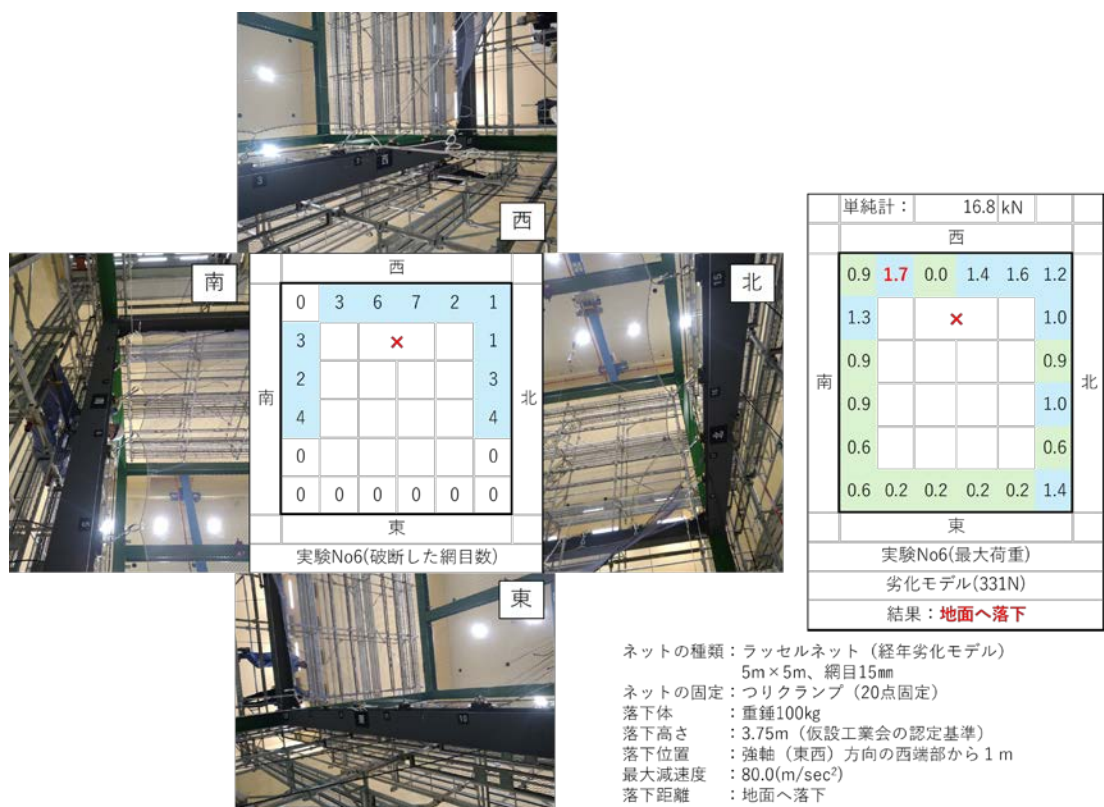


図8 20点固定（経年劣化モデル、西側端部1mへの落下）の結果



図9 20点固定（経年品、西側端部1mへの落下）の結果

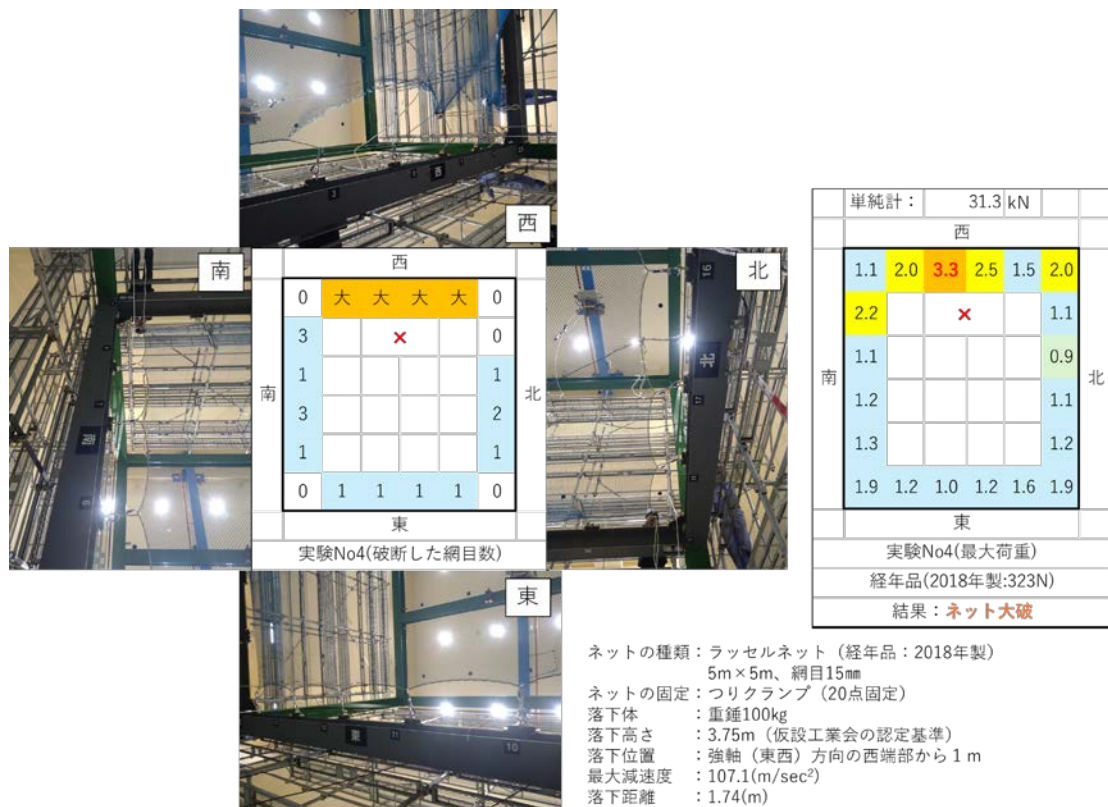


図10 20点固定（経年品、西側端部1mへの落下）の結果

た方向)に集中し、ネット固定に用いたネットクランプに作用した最大荷重は、西側中央部(3.2kN)であった。

図10は、図9と同じく鉄骨梁と20点で固定した経年品の安全ネットを対象として、強軸(東西)方向の西端部から1mの位置に落下させた結果を示すものである。ただし、この経年品ネットの網糸強度は323Nであり、図9よりも網糸強度が3割程度大きい(仮設工業会の経年品の基準よりも1.9倍の強度を有する)ものとなっている。

その結果、重錘を落下させた西側端部

で安全ネットが大破し、ネット固定に用いたネットクランプに作用した最大荷重も、西側中央部(3.3kN)となり、図9と同様の結果となった。

以上の結果と(2)経年劣化モデルの結果を踏まえると、網糸強度が330N程度以下のネットでは、落下高さ3.75mに対して、墜落の危険を防止することが難しい可能性がある。

D まとめ

本研究で行った実験結果の一覧表を図11および表2に示す。本実験の範囲(5m



図11 実験後の状況一覧

表2 実験結果一覧

実験No	ネット寸法	固定点数	重錘	ネット材質	平均網糸強度	落下高さ	落下位置	落下距離	最大減速度 (Z軸)	備考
			(kg)		(N)	(mm)				
1	5m×5m	20	100	新品	478	3,750	中央	1,900	146.0	OK
2	5m×5m	20	100	新品	453	3,750	西中央(1m)	1,780	142.1	OK
3	5m×5m	20	100	劣化モデル	336	3,750	西中央(1m)	落下	99.7	地面へ落下
4	5m×5m	20	100	経年品(2018年製)	323	3,750	西中央(1m)	1,740	107.1	ネット大破
5	5m×5m	20	100	経年品(2014年製)	246	3,750	西中央(1m)	落下	88.1	地面へ落下
6	5m×5m	20	100	劣化モデル	331	3,750	西中央(1m)	落下	80.0	地面へ落下
7	5m×5m	8	100	新品	450	3,750	西中央(1m)	2,200	106.5	ネット大破
8	5m×5m	8	100	新品	457	3,750	中央	2,320	111.7	

×5m の正方形の安全ネットにより、3.75m の自由落下を伴う墜落が生じた場合)では、墜落の危険を防止することが確認できたのは新品ネットであり、それは450N以上の網糸強度を有するものであった。そして経年劣化モデルや経年品の安全ネットの実験結果を踏まえると、少なくとも350N程度以上の網糸強度が必要であることが推測される。つまり本実験の範囲では、安全ネットの網糸強度は、350Nから450Nの間に必要強度が存在すると考えられる。

なお、経年劣化モデルと経年品の安全ネットのネット破壊状況には差異が見られた。具体的には前者は、落下位置付近の安全ネットを貫通し、後者はネット端部での大壊する傾向がみられた。そのため安全ネットの墜落による危険を防止する性能は、網糸強度だけでなく、他の構造的要因(網糸の変形性能等)を踏まえる必要がある可能性がある。

E 研究発表および知的所有権の取得状況

- 1) 日野泰道、高橋弘樹、金恵英、経年ラッセルネットの墜落制止性能に関する基礎的研究、2024年度日本建築学会大会学術講演会(投稿中)

参考文献

- 1) 労働省 技術上の指針公示第8号、墜落による危険を防止するためのネットの構造等の安全基準に関する技術上の指針、昭和51年8月6日
- 2) 仮設工業会、安全ネットの構造等に関する安全基準と解説、昭和56年7月

20日

- 3) 木下釣一、小川勝教、安全ネットの性能向上～安全ネットの特性について～、労働省産業安全研究所研究報告、RIIS-RR-20-2、昭和46年11月20日
- 4) 日野泰道、大幡勝利、高橋弘樹、実験結果に基づく安全ネットの基本性能、令和4年度厚生労働科学研究費補助金(労働安全衛生総合研究事業)分担研究報告

