

屋根上作業における垂直親綱・安全帯の使用方法に関する検討

高橋 弘樹*1, 日野 泰道*1, 大幢 勝利*2

家屋等の屋根上作業において、作業床を設置すること等が困難な場合、親綱・安全帯等を用いて墜落防止対策をすることになる。しかし、親綱を地面に対して垂直方向に使用した場合(以下、「垂直親綱」という)の墜落阻止時の垂直親綱に作用する衝撃荷重の大きさは分かっておらず、垂直親綱・安全帯の使用基準は整理されていない。本論文では、実物大の屋根供試体を用いた墜落実験により、垂直親綱・安全帯の使用方法を検討した。その結果、次のことが分かった。

1) 垂直親綱が短い場合や、屋根上の障害物により、垂直親綱の伸びが制限される場合は、8kNを超える衝撃荷重がランヤードに作用する可能性がある。2) 屋根上で作業をする場合は、ショックアブソーバ付きのランヤードを使用し、垂直親綱を堅固な構造物に固定することを推奨する。3) 垂直親綱を設置する際は、垂直親綱の設置長さや墜落阻止時の垂直親綱の伸びを考慮して²⁾、垂直親綱のたるみをできるかぎり無くすようにする。

キーワード: 墜落災害, 屋根, 垂直親綱, 安全帯, ショックアブソーバ, 衝撃荷重

1 はじめに

家屋等の屋根上で作業を行う場合、墜落防止対策として、作業床を設置すること(労働安全衛生規則第518条第1項)や作業床の端、開口部等に囲い、手すり、覆い等を設置すること(同第519条第1項)が困難な場合は、親綱・安全帯等の墜落防止器具を用いることになる(同第518条2項及び第519条第2項)。しかし、作業員が屋根から墜落後、墜落阻止時にどの程度の衝撃荷重が作用するのか等は分かっておらず、親綱を地面に対して垂直方向に使用した場合(以下、「垂直親綱」という)の屋根上作業における垂直親綱・安全帯の使用基準は整理されていない。

本稿では、実物大の屋根供試体を用いた墜落実験により、墜落阻止時の衝撃荷重等を測定し、垂直親綱・安全帯の使用方法を検討する。

2 実験 I (垂直親綱の固定条件と屋根の滑りやすさの比較)

1) 実験概要

垂直親綱・安全帯を屋根上に設置した場合の安全性を検討するため、屋根面の滑りやすさの違いが、墜落阻止時の衝撃荷重に及ぼす影響について調べた。また、垂直親綱端部の固定方法として、質量75kgのウェイトバケットに接続する方法がある。この75kgが適当かについても検討した。実験 I における実験条件を表1に示す。

実験に用いた実物大の屋根供試体の長辺方向の立面を図1に、屋根供試体の短辺方向の断面と実験 I における垂直親綱等の設置概要を図2に、実験 I における設置状況を図3に、垂直親綱端部の固定状況を図4に示す。屋根供試体の屋根の勾配は4寸である。地面から軒先までの高さは、安全ブロックの設置に必要な高さ²⁾を参考にして4m

とした。

落体には、安全帯の対衝撃性の落下試験(安全帯の構造規格第7条)等に使用する質量85kgのトルソー(胴体型の落体)を用いた。トルソーは作業員が軒先付近で作業中に墜落したことを想定して、図2に示すように、トルソーの重心を屋根端部から水平方向に約30cm、高さ方向に約100cmの位置に設置した。トルソーの頂部に切離し装置を取付け、クレーンにより切離し装置を天井から吊って、トルソーを設置した。

トルソーにはハーネス型の安全帯を装着し、図2に示すように、垂直親綱等を設置した。実験に用いた垂直親綱は市販されているナイロン製の直径12mmの三つ打ちロープである。ランヤードは市販されているナイロン製の直径11mmの三つ打ちロープにフックが付いた長さ170cmのものであり、ショックアブソーバは付いていない。

実験では、垂直親綱の端部を堅固な構造物である柱に固定した場合とウェイトバケットに接続した場合について検討した。垂直親綱の端部を柱に固定した場合は、図2(a)に示すように、垂直親綱を屋根供試体の柱の下端部に固定した。本稿では、垂直親綱端部の固定箇所を固定端と呼ぶこととした。垂直親綱の端部をウェイトバケットに接続した場合は、図2(b)に示すように、屋根供試体の柱の下端部付近に置いた約75kgのウェイトバケットに垂直親綱を接続した。屋根の表面は、滑りやすさの違いを明確にするため、木製合板である野地の場合(図3(a))と、テフロンシート(縦1m、横1m、厚さ1mm)を野地屋根の軒先と棟に覆うように設置した場合(図2、図3(b))の2パターンを設定した。

表1 実験 I の実験条件と結果

垂直親綱端部の固定条件	屋根面の材料	荷重(kN)		
		トルソー	ランヤードと垂直親綱の接合部	垂直親綱の固定端またはバケット
固定	野地	8.8	1.5	1.1
	テフロン	7.8	2.5	1.7
バケット	野地	9.0	1.4	1.1
	テフロン	7.7	2.5	1.9

*1 労働安全衛生総合研究所 建設安全研究グループ

*2 労働安全衛生総合研究所 労働災害調査センター。

連絡先: 〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6

労働安全衛生総合研究所 建設安全研究グループ 高橋弘樹*1

E-mail: takahah@s.jniosh.go.jp

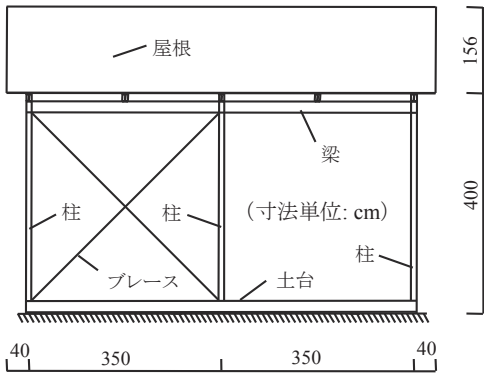
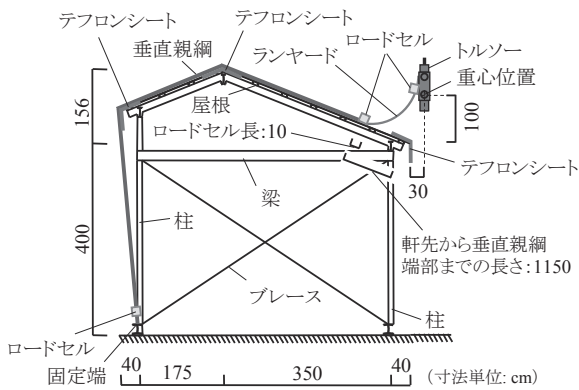
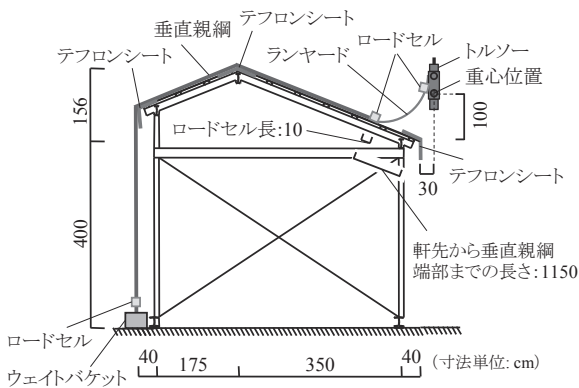


図1 屋根供試体の長辺方向の立面



(a) 垂直親綱端部を柱に固定した場合



(b) 垂直親綱端部をウェイトバケットに接続した場合

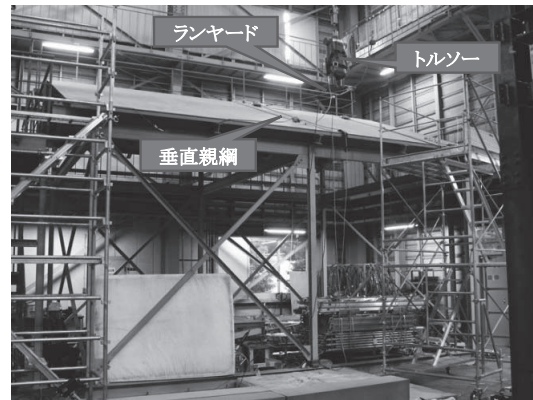
図2 屋根供試体の短辺方向の断面と
実験 I における垂直親綱等の設置概要

墜落阻止時のトルソーに作用する荷重が固定端まで伝わる過程を調べるため、ロードセルを図2に示すように3箇所に取付け、トルソーに作用する衝撃荷重、ランヤードと垂直親綱の接合部に作用する衝撃荷重、垂直親綱の固定端に作用する衝撃荷重を計測した。

実験は、トルソーを切離し装置により切離し、自由落下させて行った。

2) 実験結果と考察

実験結果を表1と図5に、墜落阻止時のトルソー等の状況を図6に示す。図5の縦軸はロードセルにより計測された荷重を示し、横軸は実験時間を示す。図5(a), (b)より、垂直親綱の端部を柱に固定した場合のトルソーの最

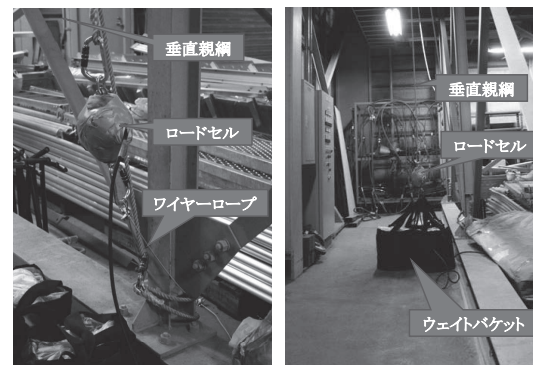


(a) 野地の場合



(b) テフロンシートを設置した場合

図3 実験 I における垂直親綱等の設置状況

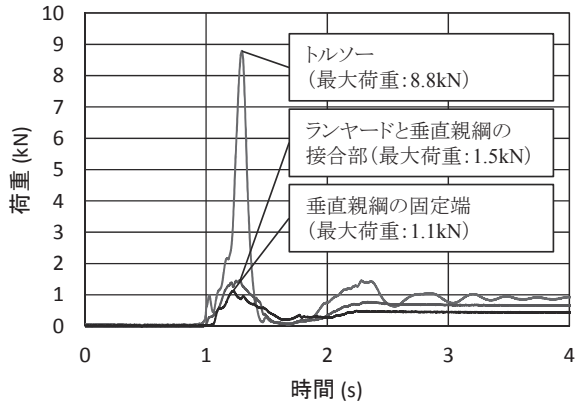


(a) 柱に固定

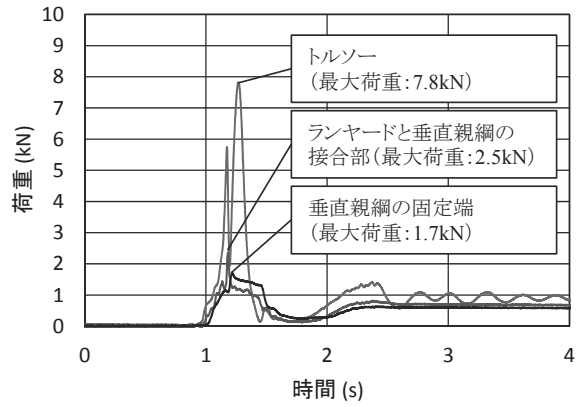
(b) ウェイトバケット

図4 垂直親綱端部の固定状況

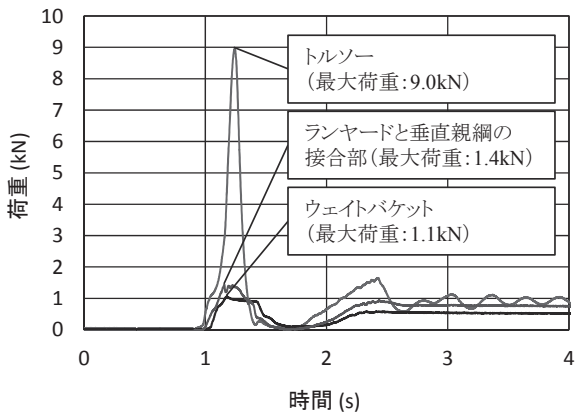
大荷重は、野地の方がテフロンシートを設置した場合に比べて約1kN値が大きかった。また図5(c), (d)より、垂直親綱の端部をウェイトバケットに接続した場合のトルソーの最大荷重は、野地の方がテフロンシートを設置した場合に比べて約1.3kN値が大きかった。墜落阻止時のトルソーに作用する衝撃荷重は、ランヤードと垂直親綱を通して固定端に伝わる。その際、ランヤードと垂直親綱が伸びて衝撃荷重を小さくすると考えられる。野地の場合は図6(a), (c)に示すように、墜落阻止時にランヤードのフックが屋根の軒先に当たって曲げ変形し、その後ランヤードのフックは殆ど移動しなかった。このため、墜落阻止時において、衝撃荷重に及ぼす垂直親綱の伸びの影響がなくなり、ランヤードの伸びによる影響のみとなったことで、トルソーに作用する衝撃荷重が大きくなったと考えられる。テフロンシートを設置した場合も



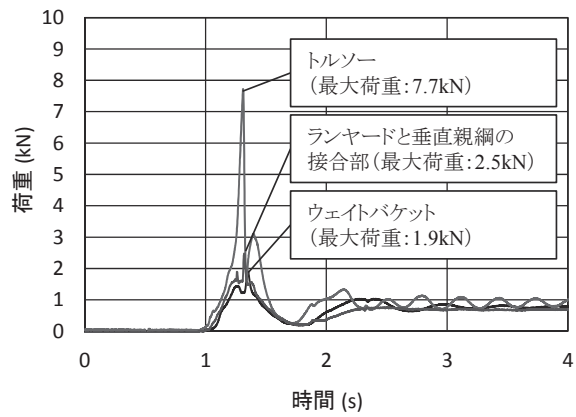
(a) 垂直親網を柱に固定，野地の場合



(b) 垂直親網を柱に固定，テフロンシートを設置した場合

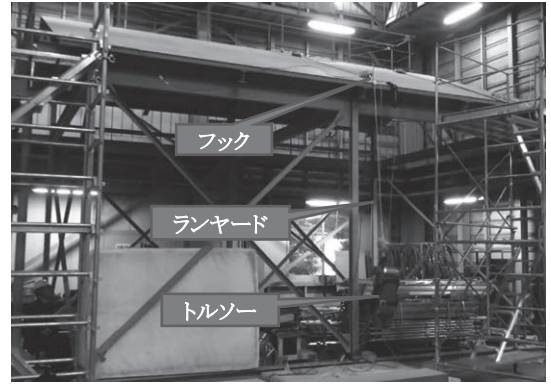


(c) ウェイトバケット，野地の場合

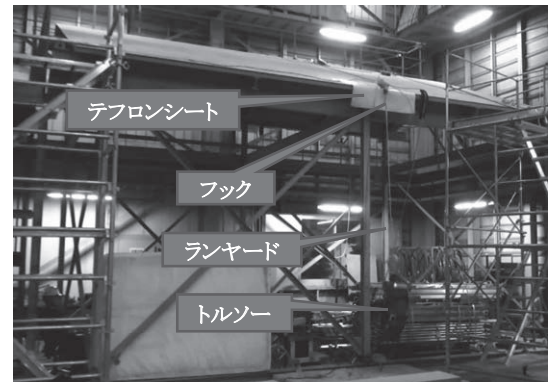


(d) ウェイトバケット，テフロンシートを設置した場合

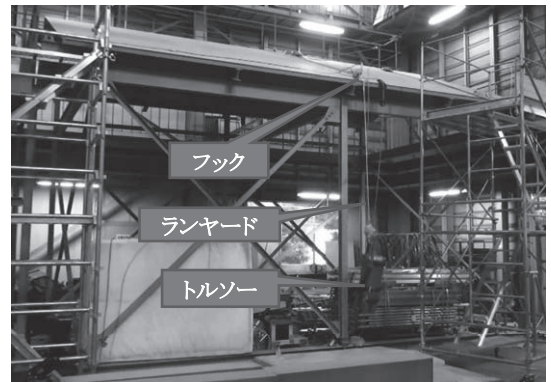
図5 実物Iにおける荷重と実験時間の関係



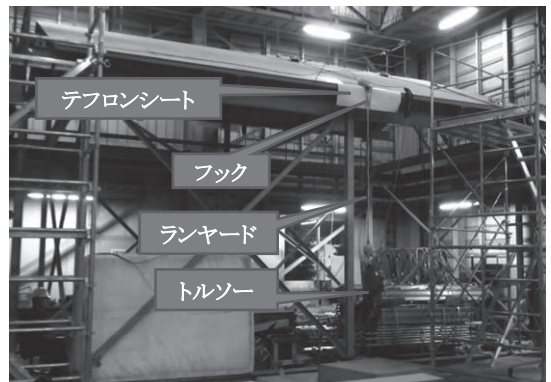
(a) 垂直親網を柱に固定，野地の場合



(b) 垂直親網を柱に固定，テフロンシートを設置した場合

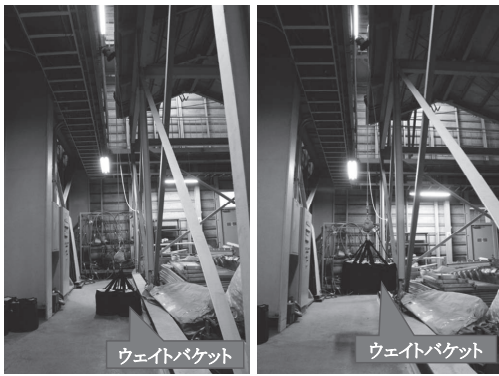


(c) ウェイトバケット，野地の場合



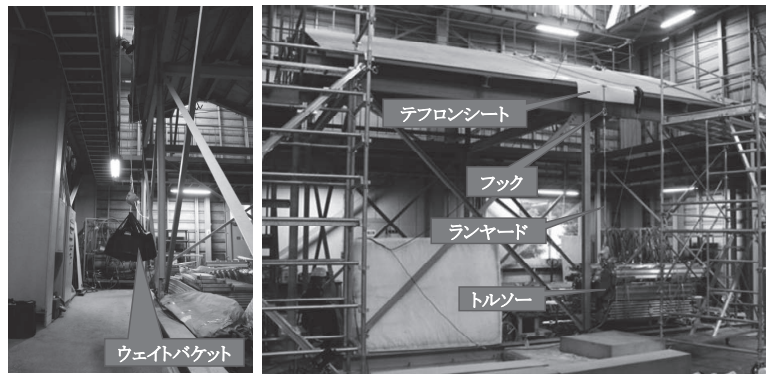
(d) ウェイトバケット，テフロンシートを設置した場合

図6 実物Iにおける墜落阻止時のトルソー等の状況



(a) 野地の場合 (b) テフロンの場合

図7 実験後のウェイトバケットの状況



(a) ウェイトバケット (b) トルソー等

図8 ロードセルを2箇所取付けた場合の実験後の状況

ロードセルが軒先に当たっているため、衝撃荷重に及ぼす垂直荷重の伸びによる影響は小さかったと考えられる。しかし、テフロンシートによりロードセルが僅かに滑っているため、ランヤードのフックが軒先に当たった場合に比べると、衝撃荷重に及ぼす垂直親綱の伸びによる影響は高かったと考えられる。

これらのことは、垂直親綱の伸びが期待できる場合は、トルソーに作用する衝撃荷重が小さくなるのが期待できる。しかし、垂直親綱が短い場合や屋根上の障害物により、垂直親綱の伸びが制限されてしまうような、垂直親綱の伸びが期待できない場合は、大きな衝撃荷重がトルソーに作用する可能性があることを示している。屋根上で垂直親綱を用いる場合は、不測の事態に備え、ショックアブソーバ付きのランヤードを使用した方が良いと考えられる。

図5より、ランヤードと垂直親綱の接合部の最大荷重と垂直親綱の固定端の最大荷重は、屋根面の摩擦の大きさが同じであれば、野地の場合の方がテフロンシートを設置した場合に比べて値は小さかった。野地の場合はランヤードのフックが軒先で曲げ変形して、その後ほとんど移動しなかった。このため、墜落阻止時のトルソーに作用する荷重を支える状態になったことで、軒先が負担する荷重が大きくなり、垂直親綱に伝わる荷重の割合が小さくなったと考えられる。

図5(a)、(c)より、野地の場合のトルソーの最大荷重は、柱に固定した場合には8.8kNであり、バケットの場合では9.0kNであるので、ほぼ同じ値であった。また、図5(b)、(d)より、テフロンシートを設置した場合のトルソーの最大荷重は、柱に固定した場合には7.8kNであり、バケットの場合では7.7kNであるので、ほぼ同じ値であった。これらの結果より、屋根面の摩擦の大きさが同じ場合、垂直親綱の端部を堅固な構造物に固定した場合とバケットに接続した場合のトルソーに作用する荷重は、ほぼ同じになると考えられる。

実験中のバケットの状況を見ると、野地の場合は、トルソーの墜落阻止時に一時的にウェイトバケットは持ち上がり、その後、図7(a)に示すように、地面に着いた。テフロンシートを設置した場合は、ウェイトバケットに力が作用した時にウェイトバケットが持ち上がり、その後やや下がって、図7(b)に示すように、持ち上がった状態で止まった。ウェイトバケットの

地面からの高さは、約45cmであった。

ここで参考として、垂直親綱をウェイトバケットに接続し、屋根の表面にテフロンシートを設置した条件で、ランヤードと垂直親綱の接合部にロードセルを設置しないで実験を行った。ランヤードと垂直親綱の接合部にロードセルを設置しなかったため、より実現象に近い実験になった。実験後のウェイトバケットとトルソーの状況を図8に示す。図8(a)より、ウェイトバケットは、トルソーの墜落阻止時に持ち上がり、その後も下がることなく、持ち上がった状態で止まった。ウェイトバケットの地面からの高さは約90cmであった。図8(b)より、トルソーは地面付近で墜落阻止された。実際の作業員であれば、足が地面に着く位置である。棟と軒先を覆うようにテフロンシートを設置した場合(屋根面にあまり摩擦がない場合)では、質量75kgのウェイトバケットであると、墜落阻止できずに作業員が地面に激突する可能性が示された。ウェイトバケットは、がれきが散在する等、垂直親綱を堅固な構造物に固定することが困難な場合に限り使用することとし、基本的には、垂直親綱を堅固な構造物に固定することを推奨する。

3 実験Ⅱ (ショックアブソーバの影響)

1) 実験概要

屋根上作業において垂直親綱・安全帯を用いる場合、ランヤードのフックの取付け位置が足元になる可能性がある。軒先付近でランヤードのフックを足元に取付けると、落下高さがランヤード長さの約2倍になり、墜落阻止時の衝撃荷重が大きくなる懸念される。衝撃荷重が大きくなる懸念される場合は、ショックアブソーバ付のランヤードを使用することで、衝撃荷重を軽減できると考えられる。

実験Ⅱでは、ショックアブソーバが墜落阻止時のトルソーや固定端の衝撃荷重に及ぼす影響を、屋根供試体を用いた墜落実験により検討した。実験Ⅱにおける実験条件を表2に、屋根供試体に設置した垂直親綱等の概要を図9と図10に示す。

屋根の勾配は4寸である。落体には質量85kgのトルソーを用いた。トルソーは作業員が軒先付近で作業中に墜落したことを想定して、図9に示すように、トルソーの重心を屋根端部から水平方向に約30cm、高さ方向に約100cmの位置に設置した。トルソーにハーネス型の安全帯を装着し、図9に示すように、垂直親綱等を設置した。

表 2 実験Ⅱの実験条件と結果

ショックアブソーバの有無	屋根面の材料	荷重 (kN)	
		トルソー	垂直親網の固定端
無	野地	6.9	1.6
	テフロン	5.9	2.1
有	野地	3.7	1.5
	テフロン	3.5	1.5

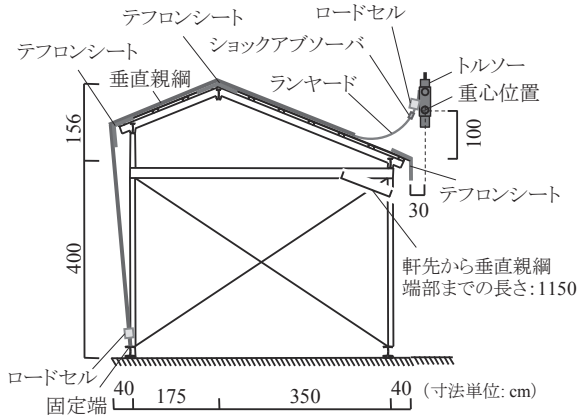


図 9 実験Ⅱにおける垂直親網等の設置状況



(a) 野地の場合



(b) テフロンシートを設置した場合

図 10 実験Ⅱにおける垂直親網等の設置状況

垂直親網は屋根供試体の柱の下端部に固定し、この位置を垂直親網の固定端とした。

実験に用いた垂直親網は市販されているナイロン製の直径 12mm の三つ打ちロープである。ランヤードは市販されているナイロン製の直径 11mm の三つ打ちロープにフックが付いた長さ 170cm のものである。ショックアブソーバは、ナイロン製のランヤードを用いてトルソーを 1.7m 自由落下させた場合に、衝撃荷重が 4kN 以下になる市販品を用いた。

屋根の仕上げについては、屋根面の摩擦の大きさが墜落阻止時のトルソー等の衝撃荷重に及ぼす影響を検討するため、野地の場合(図 10 (a))と、屋根面が滑りやすい状況を想定してテフロンシート(縦 1m, 横 1m, 厚さ 1mm)を野地屋根の軒先と棟に設置した場合(図 9, 図 10 (b))の 2 パターンを設定した。

ロードセルを用いて、トルソーに作用する衝撃荷重と垂直親網の固定端に作用する衝撃荷重を計測した。

実験は、トルソーを切離し装置により切離し、自由落下させて行った。

2) 実験結果と考察

実験結果を表 2 と図 11 に、墜落阻止時のトルソー等の状況を図 12 に示す。図 11 の縦軸はロードセルにより計測された荷重を示し、横軸は実験時間を示す。図 11 (a), (c)より、ショックアブソーバなしの結果を見ると、野地の場合のトルソーの最大荷重は 6.9kN であり、テフロンシートを設置した場合のトルソーの最大荷重は 5.9kN であった。一方、図 11 (b), (d)より、ショックアブソーバありの結果を見ると、野地の場合とテフロンシートを設置した場合のトルソーの最大荷重はどちらもショックアブソーバにより抑えられる荷重の 4kN 以下になった。

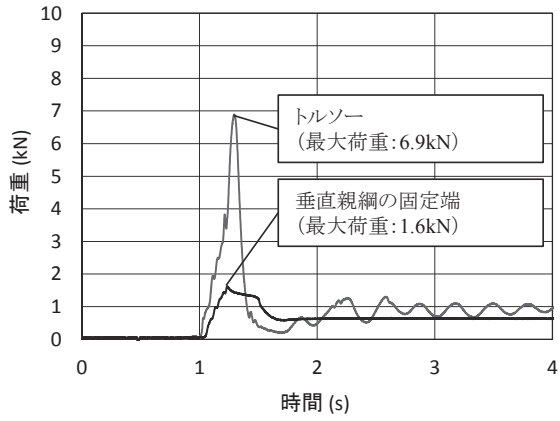
垂直親網とランヤードを図 9 のように設置すれば、野地の場合もテフロンシートを設置した場合も、墜落阻止時の衝撃荷重を、ショックアブソーバにより抑えられる荷重の 4kN 以下にできることが示された。墜落阻止時の衝撃荷重を抑えることで、軒先の摩擦による垂直親網とランヤードの切削リスクも低減できると考えられる。屋根上作業において垂直親網・安全帯を使用する場合は、墜落阻止時の衝撃荷重を軽減でき、ランヤード等の切削リスクも低減できる、ショックアブソーバ付きのランヤードを使用した方が良いと考えられる。

実験Ⅰと実験Ⅱのトルソーに作用する最大荷重を比較すると、実験Ⅱの方が値が小さい。実験Ⅱでは垂直親網とランヤードの接合部のロードセルを取り除いたため、ロードセルの長さ分だけ、垂直親網に荷重が作用し始めるまでのトルソーの自由落下距離が短くなったために、トルソーの位置エネルギー(入力エネルギー)が小さくなり、墜落阻止時のトルソーに作用する最大荷重が小さくなったと考えられる。

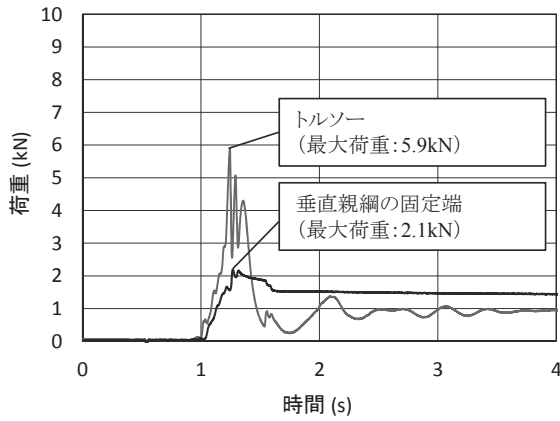
4 実験Ⅲ(垂直親網のたるみ長さの検討)

1) 実験概要

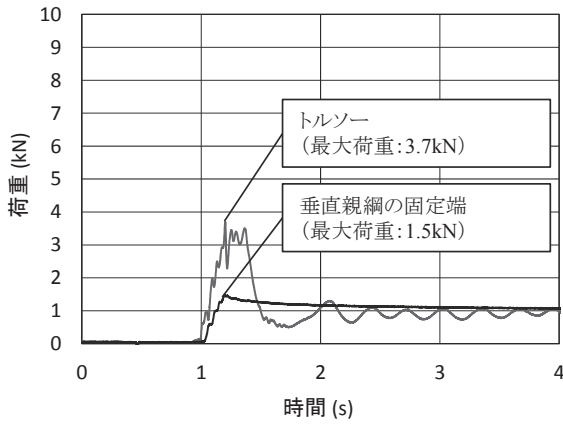
垂直親網の端部を屋根付近の構造物などに固定する際、



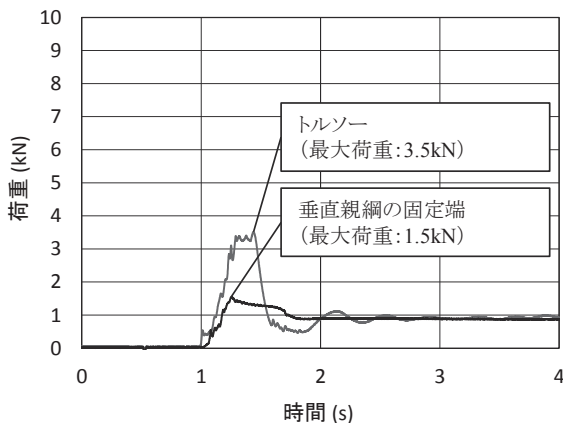
(a) ショックアブソーバなし, 野地の場合



(b) ショックアブソーバなし, テフロンシートを設置した場合

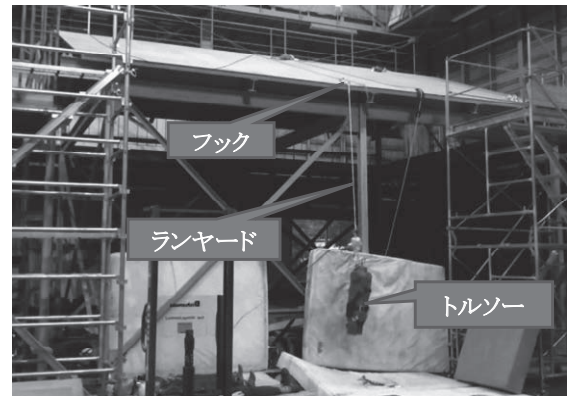


(c) ショックアブソーバあり, 野地の場合

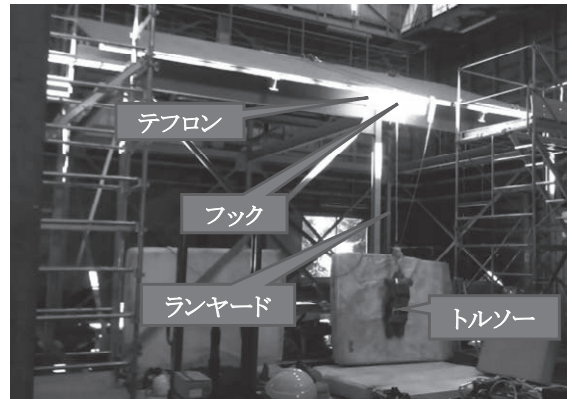


(d) ショックアブソーバあり, テフロンシートを設置した場合

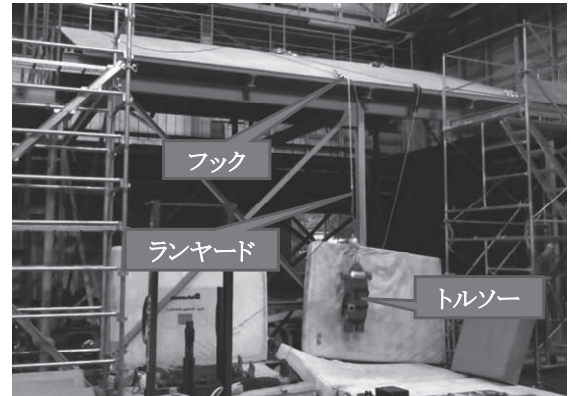
図 11 実物 II における荷重と実験時間の関係



(a) ショックアブソーバなし, 野地の場合



(b) ショックアブソーバなし, テフロンシートを設置した場合



(c) ショックアブソーバあり, 野地の場合



(d) ショックアブソーバあり, テフロンシートを設置した場合

図 12 実物 II における墜落阻止時のトルソー等の状況

表 3 実験Ⅲの実験条件と結果

垂直親網のたるみ長さ	荷重 (kN)		
	トルソー	ランヤードと垂直親網の接合部	垂直親網の固定端
たるみなし	3.5	2.8	2.4
約50cm	4.5	3.4	2.8
約1m	8.1	2.5	2.1

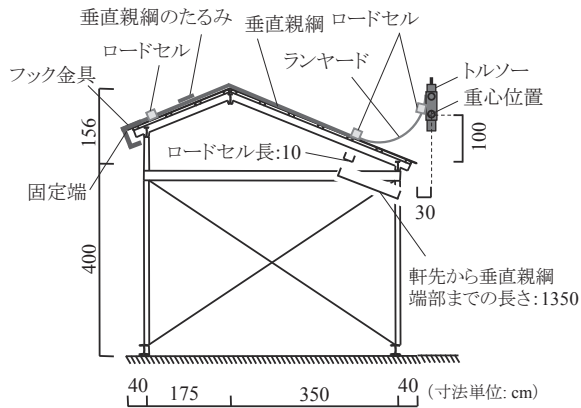


図 13 実験Ⅲにおける垂直親網等の設置状況

垂直親網にたるみが生じる可能性がある。しかし、垂直親網のたるみに関する設置基準はなく、作業員が屋根から滑落後、墜落阻止された場合の垂直親網に作用する衝撃荷重と垂直親網のたるみ長さの関係は分かっていない。

実験Ⅲでは、垂直親網のたるみ長さの設置基準について検討するため、垂直親網のたるみ長さをパラメータとして屋根供試体を用いた墜落実験を行った。実験Ⅲにおける実験条件を表 3 に、実験Ⅲにおける垂直親網等の設置状況を図 13 と図 14 に示す。

屋根の表面は野地板であり、屋根勾配は 4 寸である。落体には、質量 85kg のトルソーを用いた。トルソーは作業員が軒先付近で作業中に墜落したことを想定して、図 13 に示すように、トルソーの重心を屋根端部から水平方向に約 30cm、高さ方向に約 100cm の位置に設置した。トルソーにハーネス型の安全帯を装着し、図 13 に示すように、垂直親網等を設置した。垂直親網はフック金具を用いて屋根の軒先に設置し、この位置を垂直親網の固定端とした。

実験に用いた垂直親網は市販されているナイロン製の直径 12mm の三つ打ちロープであり、ランヤードは市販されているナイロン製の直径 11mm の三つ打ちロープにフックが付いたランヤード長さ 170cm のものである。

ロードセルにより、墜落阻止時のトルソーに作用する衝撃荷重、ランヤードと垂直親網の接合部に作用する衝撃荷重、垂直親網の固定端に作用する衝撃荷重を計測した。

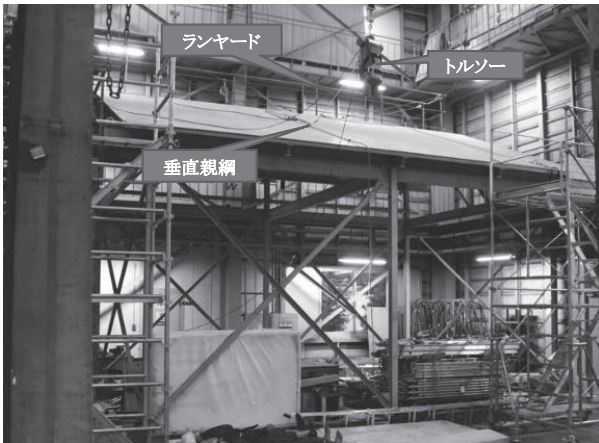
垂直親網のたるみ長さについては、垂直親網をたるませなかった場合、約 50cm たるませた場合、約 1m たるませた場合の 3 パターンを設定し、垂直親網の固定端付近をたるませた。

実験は、トルソーを切離し装置によりクレーンから切離し、自由落下させて行った。なお最初に、垂直親網をたるませなかった場合について、ランヤードに衝撃荷重を 4kN 以下に抑えられるショックアブソーバを付けて行い、その結果より判断して、垂直親網を約 50cm たるませた場合と約 1m たるませた場合では、ランヤードにショックアブソーバを付けずに行った。

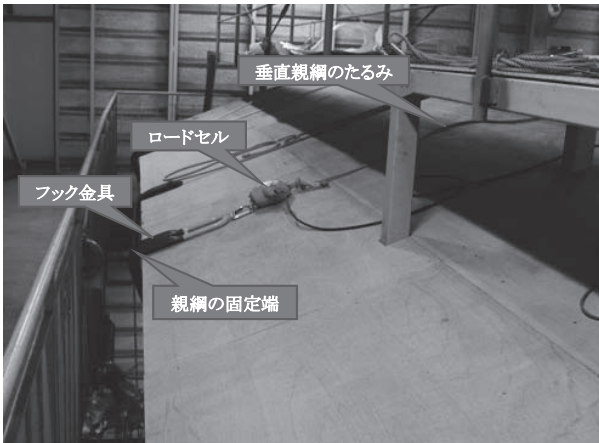
2) 実験結果と考察

実験結果を表 3 と図 15 に、実験後のトルソー等の状況を図 16 に示す。図 15 の縦軸はロードセルにより計測された荷重を示し、横軸は実験時間を示す。垂直親網をたるませなかった場合のトルソーの最大荷重は 3.5kN であった。本実験では、作動荷重 4kN のショックアブソーバを使用したため、垂直親網をたるませなかった場合では、ショックアブソーバは作動しなかった。ショックアブソーバが作動しなかったため、垂直親網にたるみを持たせなかった場合の荷重は、ショックアブソーバなしで実験した場合と同じとして評価した。

図 15 より、墜落阻止時のトルソーに作用する荷重は、垂直親網のたるみ長さが長いほど大きくなった。これは、垂直親網のたるみ長さが長いほど、トルソーの落下距離が長くなったためと考えられる。特に垂直親網を 1m 程

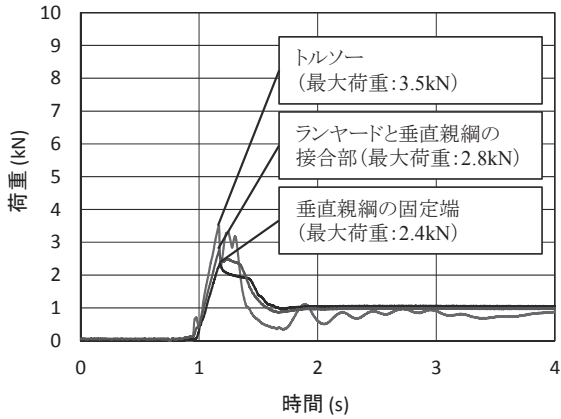


(a) トルソー等の状況

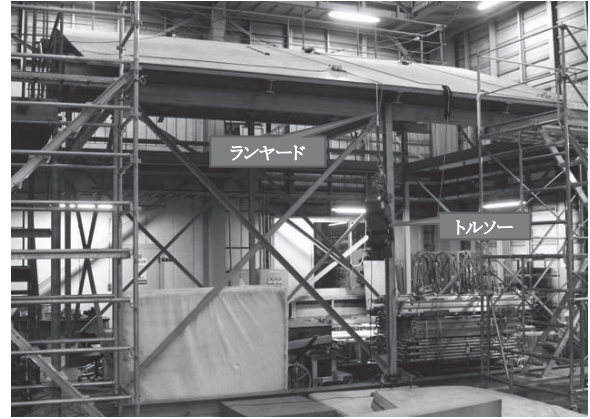


(b) 固定端付近の状況

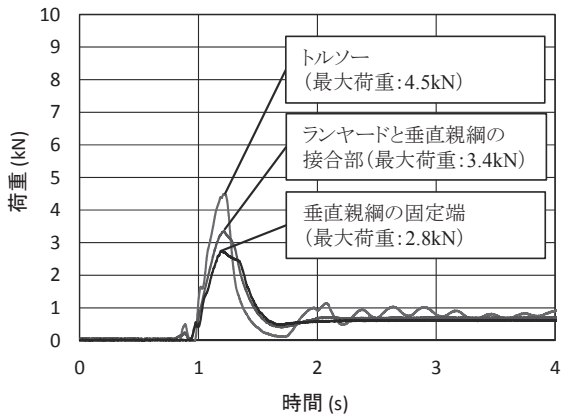
図 14 実験Ⅲにおける垂直親網等の設置状況



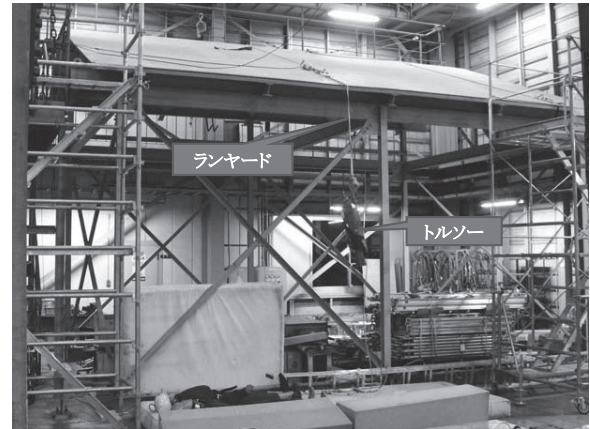
(a) 垂直親網をたるませなかった場合



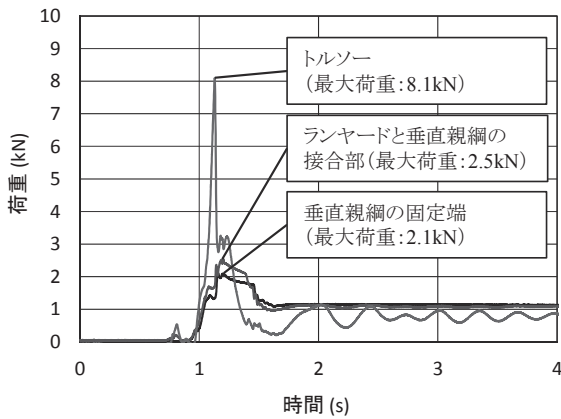
(a) 垂直親網をたるませなかった場合



(b) 垂直親網のたるみ約 50cm の場合



(b) 垂直親網のたるみ約 50cm の場合



(c) 垂直親網のたるみ約 1m の場合



(c) 垂直親網のたるみ約 1m の場合

図 15 実物Ⅲにおける荷重と実験時間の関係

図 16 実物Ⅲにおける実験後のトルソー等の状況

度たるませた場合のトルソーに作用する最大荷重は 8.1kN であり、垂直親網のたるみが 50cm の場合に比べて 1.8 倍大きくなり、垂直親網にたるみを持たせなかった場合に比べて 2.3 倍大きくなった。これは、図 16 (c) に示すように、ランヤードのフックが軒先で曲げ変形して、その後ほとんど移動せずに墜落阻止時のトルソーに作用する荷重を支える状態になったことで、衝撃荷重に及ぼす垂直親網の伸びの影響がほとんどなくなったためと考えられる。垂直親網のたるみをできるかぎり無くすことが、墜落阻止時の衝撃荷重を軽減する上で重要である。

また、垂直親網のたるみ長さが長すぎると墜落阻止で

きずに地面に墜落してしまう可能性がある。筆者らは「墜落阻止時の垂直親網と安全ブロックの伸びと衝撃荷重に関する基礎的研究」¹⁾において、垂直親網の設置長さや墜落阻止時の垂直親網の伸びを示した。文献 1) に示す墜落阻止時の垂直親網の伸びも考慮して、垂直親網のたるみをできるかぎり無くすことが、地面への墜落を阻止するために重要であると考えられる。

垂直親網のたるみなしの場合と実験 I のトルソーに作用する最大荷重を比較すると、垂直親網のたるみなしの場合のトルソーに作用する最大荷重は実験 I の場合の半分以下である。垂直親網のたるみなしの場合の固定端は、軒先のフ

ック金具であり、実験Ⅰの固定端は、地面付近であるため、実験Ⅰの場合の方が垂直親綱の設置長さが長く、墜落阻止時の垂直親綱の伸びが長くなる。このため、墜落阻止時に垂直親綱が伸びて、ランヤードのフックまたはロードセルが軒先に当たった。垂直親綱のたるみなしの場合、ランヤードのフック等が軒先に当らなかったため、衝撃荷重に及ぼす垂直親綱の伸びの影響が大きく、実験Ⅰの場合に比べて、最大荷重が小さくなったと考えられる。これらの結果からも、垂直親綱の伸びが制限されてしまうような、不測の事態に備え、実際の現場では、ショックアブソーバ付きのランヤードを使用した方が良いと考えられる。

5 まとめ

本稿の検討結果をまとめると、以下ようになる。

- 1) 垂直親綱が短い場合や、屋根上の障害物により、垂直親綱の伸びが制限されるような場合では、8kNを超える荷重がランヤードに作用する可能性がある。このため、屋根上で作業をする場合は、ショックアブソーバ付きのランヤードを使用することが望ましい。
- 2) 垂直親綱はショックアブソーバで抑えられる荷重より高強度の堅固な構造体に固定することを推奨する。
- 3) ウェイトバケットは、がれきが散在するなど、堅固な構造体に垂直親綱を固定することが困難な場合に限り使用することが望ましい。
- 4) 垂直親綱を設置する際は、垂直親綱の設置長さや墜落阻止時の垂直親綱の伸びを考慮して¹⁾、垂直親綱のたるみをできるかぎり無くすようにする。

参考文献

- 1) 高橋弘樹・日野泰道・大幡勝利，墜落阻止時の垂直親綱と安全ブロックの伸びと衝撃荷重に関する基礎的研究，労働安全衛生総合研究所特別研究報告；JNIOOSH-SRR-No.46；2016，pp.85-95.
- 2) 建設業労働災害防止協会，一足場の設置が困難な屋根上作業－墜落防止のための安全設備設置の作業標準マニュアル；2015