

図9 H形鋼等に鉄骨用クランプを用いて設置する壁つなぎの構造の例

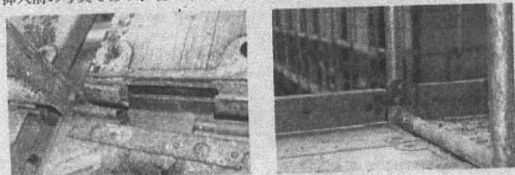
—コラム その17—

ドイツにおける工事用足場の部材  
～足場板～

ドイツの足場に用いられる足場板は、木製のものが多く見かけられます。欧州では、このような木製の足場板を隙間なく敷き詰めた足場が多く見られます。

足場板の基本構造は、無垢の木板の両端に専用の金具を取り付けたものとなっており、この金具を足場の骨組に引っかけることで組立てがなされる構造となっています。

なお、足場板の浮き上がりについては、足場板端部の取付金具の上に鋼管を1本挿入することで防いでいるようです。具体的には、左下の写真が鋼管挿入前の写真であり、右の写真が鋼管挿入後の状況です。



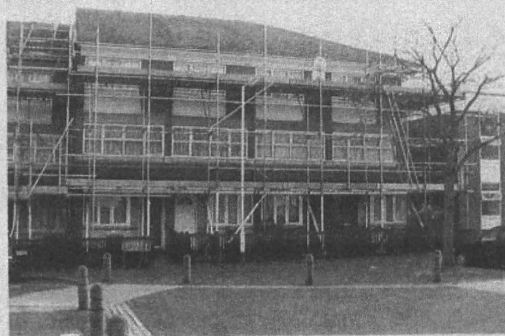
ドイツで使用されている木製足場板の例

—コラム その18—

イギリスにおける低層住宅改修工事の足場

イギリスにおいては、低層住宅の新築工事を見かけることは少ないですが、郊外においては改修工事の現場を多く見ることができます。

写真は、イギリスにおける低層住宅改修工事の足場を撮影したものです。手すり・中さんに加え幅木も設置されています。ただし、足場の3層目は作業床がないため、手すり等は設置されていません。このように、イギリスでは作業をする場所のみに作業床を設置し、その場所のみ手すり・中さん・幅木による墜落防止対策をしっかりと行う、ある意味合理的な足場が多く見られます。イギリスの労働安全衛生法の条文を見ると、「合理的に実施可能な範囲」という言葉がよく出てきます。その精神に基づいた足場と言えるでしょう。



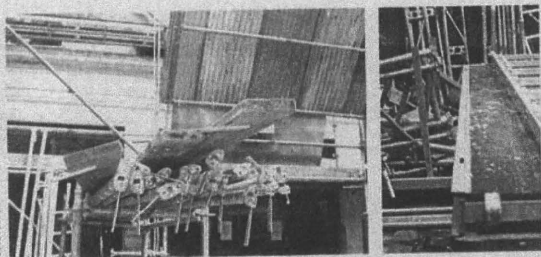
イギリスにおける低層住宅改修工事の足場の例

—コラム その19—

フランスにおける工事用足場の部材  
～幅木～

フランスの足場の基準では、手すり・中さんの設置に加えて、幅木の設置が必要とされています。フランスでは、くさび緊結式足場が多く使用されていますが、そこで使用されている幅木についても、その板材の両端に各1本のくさびが取り付けられた板材が用意されており、これをくさび式足場の足場板に差し込むことで容易に設置できるようになっています。左側の写真に写っている3本の板材が幅木であり、その端部に棒状のクサビが取り付けられているのがわかります。このくさびを右側の写真に写っている足場板の端部の穴に差し込むのです。

なお、幅木はドイツにおいても使用されていますが、フランスやイギリス、ドイツでは、幅木に期待する役割に差があるようです。ドイツでは、落下物災害を防止するための部材として考えられていますが、フランスでは、落下物災害の防止に加えて、労働者の墜落災害を防止するための部材としても考えているようです。



フランスで使用されている幅木の例

(5) 屋根からの墜落防止

木造家屋等低層住宅建築工事では、墜落災害が多く発生していますが、そのうち屋根からの墜落災害は大きな割合を占めています。その屋根からの墜落防止のため、足場の建地を屋根軒先より突き出し、その建地に手すり、中さんを設置することが求められています。現行のガイドラインでは、手すりの高さを75cm以上とする一方、中さんの高さについては規定がありません。

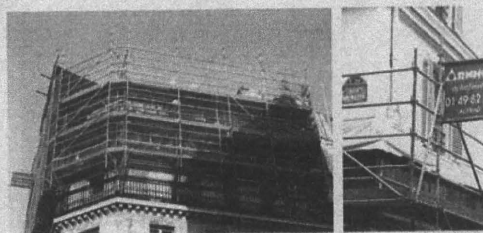
一方、今回の労働安全衛生規則の改正は、足場からの墜落防止対策に関するものでありましたから、屋根からの墜落防止対策についていえば、従来と

—コラム その20—

フランスにおける工事用足場の部材  
～手すり・中さん～

フランスにおいては、多くの現場で足場に二段手すり（手すり・中さん）を設置しています。ところが、写真をご覧いただくとお分かりいただけますが、二段手すりどころではなく、三段や四段、場合によっては五段も設置している現場も多くあります。

フランスの足場は、足場先行工法と同様にくさび緊結式のものが多く用いられており、くさびの受け口があれば、とにかく手すり部材を設置しているように感じられます。いずれにしても、フランスでは二段手すりが、法令通りにしっかりと設置されているようです。



フランスにおける二段（写真は四段）手すりの例

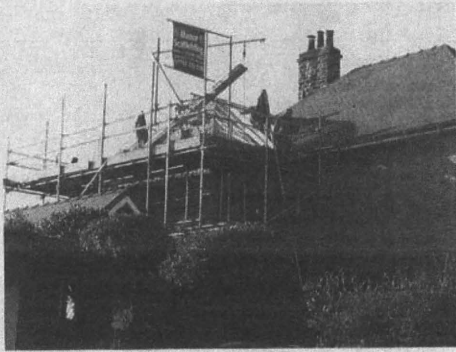
—コラム その21—

イギリスにおける屋根工事用の足場

写真は、イギリスにおける屋根工事用の足場を撮影したものです。手すり・中さんに加え幅木も設置されており、屋根からの墜落の危険性が非常に低いと考えられます。

なお、写真に写っている作業者は安全帯を着用していません。イギリスでは墜落の危険性の高い場所でのみ、フルハーネス型の安全帯を着用しますが、このように墜落の危険性が低い場所で作業を行う場合には、たとえ足場の上であっても通常は安全帯を着用していません。

また、イギリスはリスクアセスメント先進国ですが、リスクアセスメントを行った結果、墜落防止のために手すりなどを設置する場合に比べ、フルハーネス型の安全帯を使用した方が安全と判断された場合には、手すりを設置せずに安全帯を使用するのみでよいようです。



イギリスにおける屋根工事用の足場の例

—コラム その22—

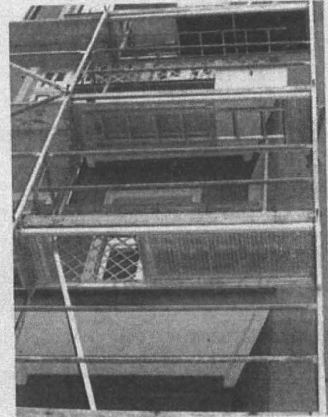
ドイツにおける工事用足場の部材

～昇降設備～

足場で使用する昇降設備は、ドイツ・フランスともに足場板の中に収納できるタイプのはしごが圧倒的に多く使われており、日本で使用されているような仮設階段を設けている工事現場は、ほとんど見られません。

はしごを用いる場合は、資材を手で運搬することが困難であることや、当該開口部からの墜落災害の発生も懸念されるところです。このような状況下での具体的な墜落防止対策については不明です。

安全に関する議論は、欧州の方が活発であるというのが一般的な認識であろうかと思えます。しかし、諸外国の安全思想や技術をしっかりと吟味した上で、良い面だけを取り入れる姿勢が必要だと感じます。



ドイツの足場用の昇降設備（はしご）

# 足場からの墜落防止に対するメッシュシートの効果に関する基礎的研究

Fundamental study on effect of mesh sheets for fall protection from scaffolds

大幡勝利\*, 豊澤康男\*\*, 高梨成次\*\*\*, 日野泰道\*\*\*, 高橋弘樹\*\*\*\*  
Katsutoshi Ohdo, Yasuo Toyosawa, Seiji Takahashi, Yasumichi Hino and Hiroki Takahashi

\* 博 (工), 労働安全衛生総合研究所上高研究員, 建設安全研究グループ (〒204-0024 東京都清瀬市梅園1-4-6)

\*\* 博 (工), 労働安全衛生総合研究所, 建設安全研究グループ部長

\*\*\* 工修, 労働安全衛生総合研究所主任研究員, 建設安全研究グループ

\*\*\*\* 博 (工), 労働安全衛生総合研究所研究員, 建設安全研究グループ

In Japan, protective measures to reduce falls from scaffolds have been strictly applied within industry safety guidelines, and such measures have had a significant effect, seen in a decrease in fatal accidents due to falls from scaffolds. However, the rate of fatal accidents from falls is still high in the construction industries. In this study, to reduce the number of death by fall from the scaffolds, the effectiveness of using mesh sheets as a covering around scaffolds to protect against falls (a method widely used in Japan) was confirmed experimentally. From the results of the experiments, effect of mesh sheets for fall protection from scaffolds was examined.

Key Words: Scaffolds, Fall protection, Labor accident, Mesh sheets  
キーワード: 足場, 墜落防止, 労働災害, メッシュシート

## 1. はじめに

建設業における墜落災害の防止対策は、手すりなどにより作業員が墜落する空間を完全に塞ぐことに基づき、従来から多くの現場では作業性やコストの面で、手すりなどの設置や足場の設置自体が不十分な状態となっていた。このため、近年においても建設業では墜落災害による死亡者数が最も多くなっている。

その防止対策としては、足場先工法 (軒の高さ10m未満の住宅等の建方前に足場を先行して設置する工法) や手すり先行工法 (それを除く足場の組立・解体時に常に先行して手すりを設置する工法) のガイドライン制定など順次強化されており、死亡災害が減少するなど一定の効果が見られる。しかし、依然としてその発生割合は、建設業全体の約40%を占めており、新たな対策が求められている。

本研究では、このような状況から更なる墜落防止対策について検討することを目的とし、その一例として、飛来・落下物災害の防止対策として多くの現場で使用されている、メッシュシートによる足場からの墜落防止の補助効果について検討することとした。具体的には、その基本的な特性を調べるため、実際のメッシュシートとわ

く組足場を用いた実験を行い、メッシュシートに作用する水平荷重とメッシュシートの水平移動量の関係を明らかにした。

## 2. 建設業における死亡災害発生状況

建設業における死亡災害を、平成16年に発生した594人について災害の種類別に分類すると、図-1に示すようになる。墜落災害が255人と最も多く、建設業全体の約40%を占めている。この比率は、長年それほど変化がなく、墜落災害は建設業の中でも喫緊な問題となっている。

これを、起因物別に分類すると、図-2に示すようになる。仮設物、建築物、構築物等によるものが215人と最も多く、全体の36.2%を占めている。このため、足場などの仮設構造物の墜落防止対策は、建設工事全体の安全を考えると最も重要なものの一つとなっている。

しかしながら、墜落災害の要因となる問題点はいくつもありその対策も異なるため、本研究では、建設現場で幅広く使用されているメッシュシートを、墜落防止の補助機材に使用できるかどうかという点に絞って検討することとした。

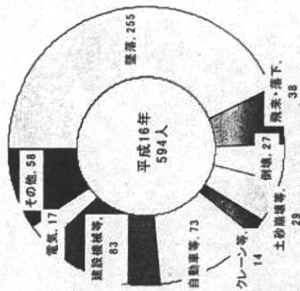


図-1 建設業における死亡災害の種類別分類 (人)

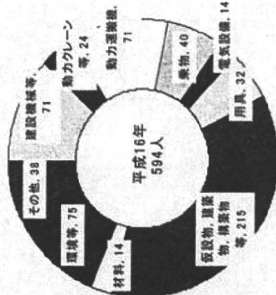


図-2 建設業における死亡災害の起因物別分類 (人)

## 3. メッシュシートによる墜落防止補助効果

仮設足場を設置する場合において、飛来・落下物災害の防止を目的として、写真-1に示すように足場にメッシュシートを取り付けることが多い。メッシュシートは、(社) 仮設工業会などにより、飛来・落下物災害の防止機材として必要な強度や使用基準等<sup>2)</sup>が示されているが、メッシュシートの墜落防止機材としての役割については規定されていない。

ただし、メッシュシートにもある程度の強度はあるため、何らかの対策や改良が施された場合においては、一種の網として墜落を補助的に防止する効果が期待できると考えられる。そこで、現状において、メッシュシートなどの程度の墜落防止補助効果があるか、以下に述べる

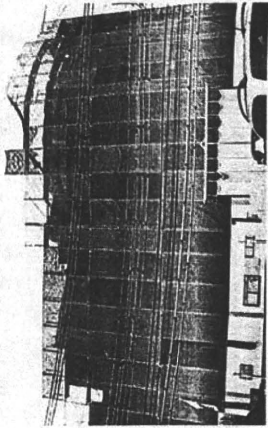


写真-1 仮設足場に取り付けられたメッシュシート

3.1 仮設工業会の使用基準と取り付け付けた場合  
図-3に、仮設工業会の使用基準と取り付けメッシュシートを取り付けた場合の足場の状態を示す。同基準において、メッシュシートの上下端のはとめは、3層ごと(すなわち、メッシュシートの長さ方向の間隔、約5.1mごと)に取り付けられた水平材に緊結することとされている。

この場合、作業員は最大で2層分、約3.5m墜落することになるが、地面までの墜落を食い止める効果はあるものの、人体に何らかの損傷が生じる恐れはあると考えられる。

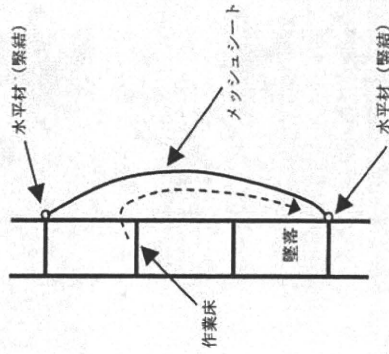
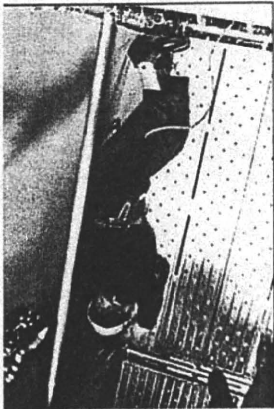


図-3 仮設工業会の使用基準と取り付けメッシュシートを取り付けた場合の足場の状態



(a) わく組足場の場合

写真-2 作業者が転んで交差筋かいの下や手すりの下に滑り込んだ状態



(b) 単管足場の場合

### 3.2 既往の検討事例

従来からの飛来・落下物災害の防止効果に加え、メッシュシート等の墜落災害の防止効果に着目して検討した事例が過去にあり、その検討結果を以下に述べる。

文献によると、作業床とメッシュシートとのすき間が小さく、メッシュシートをたたるみ無く張った場合には、落下してしまつた人体が一気に地上まで落下せず途中層で落下を食い止めるための効果が大きいことが確認された、としている。

この場合においても、人体に何らかの損傷が生じる恐れはあるが、従来の方法を改良することにより、墜落防止効果を高める余地はあると考えられる。すなわち、何らかの理由により人体がメッシュシートに倒れこんだ場合において、メッシュシートの張り方を従来の方法より強固なものとし、作業床とのすき間の広がりがある程度に押さえられた場合には、作業者が途中層までの落下を抑制できる可能性があると考えられる。

そこで、メッシュシートの張り方を工夫することにより、作業床とメッシュシートとのすき間の広がりを押さえる方策について、実験的に検討した。

### 4. 墜落防止補助効果に関する実験

本研究においては、交差筋かいまたは手すりが法規どおりに取り付けられていることを前提として、それらの下の空間からの作業者の墜落を、メッシュシートにより補助的に防止する方法について検討することを目的とする。よつて、交差筋かいまたは手すりを取り付けない状態で、メッシュシートのみで墜落を防止する方法について検討するものではない。

写真-2は、典型的なわく組足場と単管足場にメッシュシートを法規どおりに取り付けた場合において、作業者が転んで交差筋かいの下や手すりの下に滑り込んだ状態

作業床とのすき間が広がるためであり、その広がりに伴いより墜落を誘発する恐れがあると考えられる。そこで、以下に示すように、作業床と同じ水平レベル面で、各種条件で張つたメッシュシートを水平方向に引っ張ることにより、その水平荷重とメッシュシートの水平移動量の関係を調べた。

図-4 および写真-4 に示すように、わく組足場の床付き布わくと同じ水平レベル面において、メッシュシートを滑車を介して紐により水平方向に引っ張ることにより、その時の紐の重量（水平荷重）とメッシュシートの水平移動量の関係をワイヤロープ式変位変換器により調べた。その時の状況を、写真-5 に示す。水平荷重は、50Nから400Nとした。

実験では、建わくの脚柱に、メッシュシートを縦横口

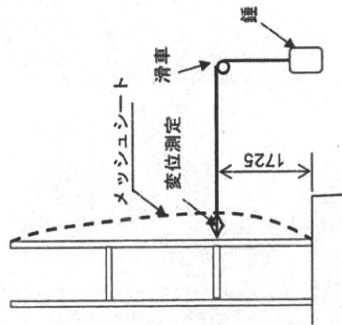


図-4 実験概要

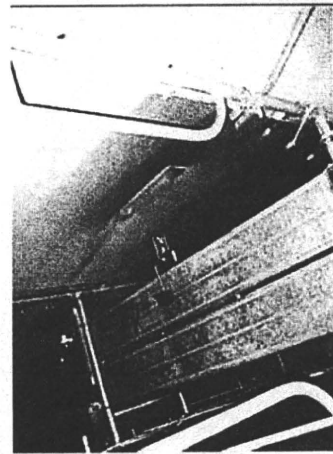


写真-5 メッシュシートの水平移動量の測定

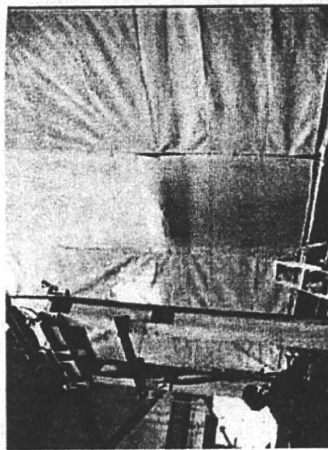


写真-4 実験概要 (水平荷重重載荷時)

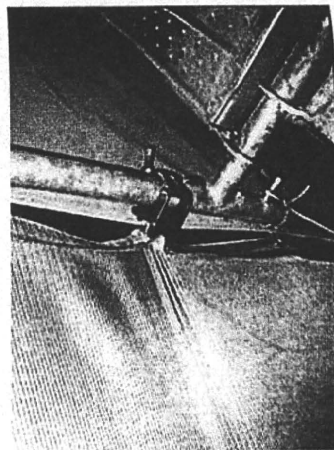


写真-6 両サイドで金具により強力に固定した場合

ープにより通常の使用状態で取り付けた場合を基本として、まずこの状態での水平荷重と水平変位量の関係を調べた。次に、床付き布わくのレベルにおいて、メッシュシートを写真-6 に示すように両サイドで金具により強力に固定した場合や、写真-7 に示すようにメッシュシートを2枚重ねにして伸びを抑えた場合など、メッシュシートの張り方を試行錯誤しながらその水平移動量を抑える方策を模索した。

### 5. 実験結果

実験結果の一例として、メッシュシートに作用する水平荷重とメッシュシートの水平移動量の関係を図-5 に示す。また、その時の条件を表-1 に示す。Case 1は、

参考文献

- 1) 前田清彦ら：仮設工学—建設工事の QCDSE から S と E を中心として—, 技報堂, pp150-151, 2008.
- 2) (社) 仮設工業会：仮設機材認定基準とその解説, 2007.
- 3) 建設業労働災害防止協会：手すり先行工法に関するガイドラインとその解説, pp102-103, 2004.

(2008年8月22日受付)

④ 今後は、メッシュシートへの張り方の定量化、および墜落防止効果を高めるために必要な水平移動量の許容値などについて検討していく予定である。

謝辞

本研究は、平成 20 年度において、厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）を受け、実施した研究の成果である。

表-1 実験条件

| 実験ケース  | 条件                       |
|--------|--------------------------|
| Case 1 | 通常の使用状態のように繊維ロープで取り付けた場合 |
| Case 2 | 金具を用いて取り付けた場合            |
| Case 3 | 金具を用いる+メッシュシートを2枚重ねた場合   |

図-5より、メッシュシートを金具により強力に張った場合は、作業床とメッシュシートとのすき間の広がり（図-5の水平移動量）を大幅に抑ええることが可能となることが確認できた。また、メッシュシートを2枚重ねた場合には、作業床とメッシュシートとのすき間の広がりを抑えやすかった。

メッシュシートの水平移動量と、墜落防止の危険性を低減する補助効果の関係には不明な点が多いが、金具を使用する場合は、作業性の面では若干劣るものの、墜落危険性を大幅に低減できる可能性があると考えられる。また、メッシュシートを2枚重ねた場合には、今回その墜落防止の補助機能について大きな効果は確認できなかったが、最初からメッシュシートの作業床部分を補強する、あるいは可能な限り製品化すれば、作業性がそれほど損なわれることはないと考えられる。このため、改良を加えていけば、簡易でより良い墜落防止効果を得られる方法になると考えられる。

今後は、メッシュシートの張り方の定量化、および墜落防止効果を高めるために必要な水平移動量の許容値などについて検討していく予定である。

6. まとめ

本研究においては、メッシュシートによる足場からの墜落防止の補助効果について検討することを目的として、その基本的な特性を調べるため、実際のメッシュシートとわく組足場を用いた実験を行った。その結果をまとめると、以下のとおりである。

- ① メッシュシートの張り方を誤行錯誤しながら、その水平移動量を抑える方策を模索したが、本研究ではその張り方や実現可能な方法について定量化できなかったため、水平移動量がある程度抑えることが可能である一例としてのみその結果を示した。
- ② 作業床とメッシュシートとのすき間に張った場合は、メッシュシートを2枚重ねた場合が確認できた。
- ③ メッシュシートを2枚重ねた場合には、作業床とメッシュシートとのすき間の広がりを抑えやすかった。

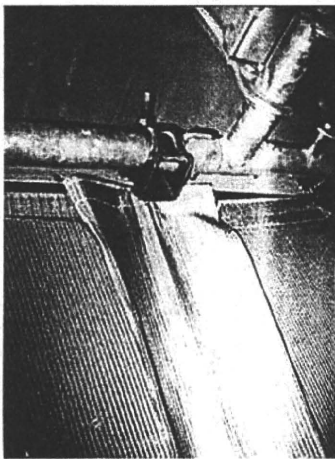


写真-7 メッシュシートを2枚重ねにして伸びを抑えた場合（金具併用）

メッシュシートを通常の使用状態のように繊維ロープで取り付けた場合、Case 2は、金具を用いて取り付けた場合、Case 3は、金具+メッシュシートを2枚重ねた場合を表す。

ただし、メッシュシートには様々な種類があり、本研究ではその張り方や実現可能な方法について定量化できなかったため、水平移動量がある程度抑えることが可能である一例としてのみ示した。

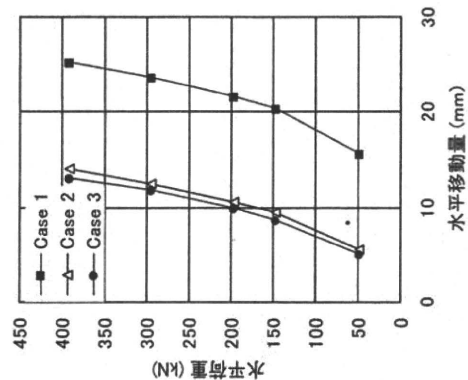


図-5 メッシュシートに作用する水平荷重とメッシュシートとの水平移動量の関係

ドイツの建設業における安全衛生推進体制の調査

労働災害 安全衛生 建設現場 国際比較

正会員 ○日野泰道\*

1. はじめに
高所から墜落して労働者が被災する災害など、建設現場ではこれまで数多くの労働災害が発生している。そのため、これら労働災害防止のための新しい工法の導入や安全衛生活動等、様々な取り組みがなされてきた。しかし、現在においても、建設業において発生する労働災害は全産業の約4割を占めており、災害防止のための更なる対策が求められていると考えられる。そこで本研究では、これまでとは異なる新しい視点で労働災害防止対策を検討することを意図し、海外における労働安全衛生の推進体制の状況等を調査することとした。ここではその第一段階として、ドイツを対象とした調査を行った。

2. 調査結果

図1にドイツにおける労働安全推進体制の概念図を示す。そこでは日本とは異なる大きな特徴を2つ挙げることができる。

一つ目の違いは、欧州の経済統合の動きに伴って、低必要基準を構築しようとする動きが欧州地域に存在することである。(参考のため、表1に建設現場の墜落防止に関連するEU指令の一覧表を示す。)1989年6月になされたEU理事会指令“労働安全衛生の改善を促進するための施策の導入に関する理事会指令”を受け、ドイツでは加盟国が達成すべき目標に対応した法を整備し(安全衛生に関連する根拠法である労働者保護法を制定)している。またこの法律の具体的な内容については、各種法令やガイドラインなどに委ねられている(図2参照)が、これらのガイドラインでは、その多くがEN規格等に類似の規格を規定してあり、あるいは直接同規格を参照する形を取っており、あるものは基本方針のみにならず、安全衛生を確保するための具体的手段についても、欧州全体で統一化の方向が見受けられる。

二つ目の違いは、連邦法に基づく安全衛生の推進という国家主導の安全衛生活動のみならず、企業等の強い加入団体たる労働保険組合の自主規制に基づく、安

全衛生活動の推進がなされている点である。特に各業界の労働保険組合を束ねた労働保険組合中央会は、労働災害防止のための調査研究を行なう研究所を有し、また規範的災害防止規程の作成や、同規定違反に対する罰金徴収など、多様な安全衛生活動を行なっている。また建設業界にも独自の労働保険組合が存在する。同組合たる建設業協同組合では、①労働災害防止対策、②被災労働者のリハビリテーション、③労災保険給付という3事業を主に展開している。

特に労働災害防止対策に関する活動に注目すると、ここでは4種類に分類された災害防止規程を作成しており、各種建設作業に関する規定が用意されている(表3参照)。例えばBG1663では、仮設足場の安全な設置方法やその構造工事の研修ができる教育訓練施設を有し、そこで年間8万人を対象に研修を行なっている。なおこの研修施設では、零細企業の労働者を対象とした無料の教育訓練も実施している。

このようにドイツにおける労働安全衛生活動は、国家主導の活動のみならず、労働保険組合を通じた自主的活動の一定の成果を上げていると考えられる。

3. まとめ

以上の検討から、次の知見を得た。

- 1) 欧州地域の経済統合の動きに伴って、最も低く労働者の安全衛生についても、統一的な最低必要基準を構築しようとする動きがある。
2) ドイツにおける労働安全衛生は、連邦法と労働保険組合の自主規制という独立した2つの規制により確保しようとするものである。
3) これらの規制の具体的な内容は、政府発行のガイドラインや各業界の労働保険組合の規定に定められている。しかしその内容はEN規格やDIN規格等と類似のものとなっている。すなわち、安全衛生に関する基本方針のみならず、安全衛生を確保するための具体的手段についても、欧州全体での統一化の方向性が見受けられた。
4) 建設業における労働保険組合では、独自の災害防止規程を作成している。更に独自の研修設備を有し、年間8万人もの教育訓練を実施している。ここでは零細企業向けに無料で教育訓練を行なっている。
5) 以上から、ドイツにおける労働安全衛生活動は、国家主導の活動のみならず、労働保険組合を通じた自主的活動が一定の成果を上げていると考えられる。

\*労働安全衛生総合研究所 主任研究員・修士(工)

表2. 仮設足場に関連するEN規格、DIN規格の例9)

Table with 2 columns: 規格番号 (EN12810, EN12810-1, EN12810-2, EN12811, EN12811-1, EN12811-2, EN12811-3, DIN420, DIN420(tell-1), DIN420(tell-2), DIN420(tell-3), DIN420(tell-4)) and 規格の内容 (枠組足場, 製品の規格, 構造デザインの方法, 仮設工事用具, 足場 - 要求性能と基本設計 -, 材料標準, 荷重試験, 点検・作業用足場, DIN EN 12811-1 に代替 (2004年3月), はしご足場の用足, 組立足場, つり足場, 作業講台などの規定, DIN EN 12810-1, EN 12810-2 に代替 (2004年3月))

表3. 労働保険組合規定の例

Table with 2 columns: 中央会の規範的災害防止規程の例 (事業事故防止規程, 建設工事, Unfallverhütungsvorschrift "Bauarbeiten"), 建設業協同組合の規定 (建設業協同組合の規定, 4種類の規定が存在する, Berufsgenossenschaftlichen Vorschriften, Berufsgenossenschaftlichen Informationen, Berufsgenossenschaftlichen Regeln, Berufsgenossenschaftlichen Grundsätze), 具体的な例 (安全な足場の設置方法, 足場の構造, 足場の構造, また参考文献として, DIN EN 12811-1 等の指定している)

謝辞

本稿は、平成20年度において、厚生労働科学研究費補助金(労働安全衛生総合研究事業)を受け、実施した研究の成果である。

参考文献

- 1) 日本規格協会「欧州の基準・認証入門ガイドブック」, 2003年3月
2) 荻谷秀信「ドイツの労働」日本労働研究機構、平成13年9月
3) 日本損害保険協会「海外の安全防災に係わる法令・規則に関する調査・研究報告書 ドイツ編」, 2001年4月
4) 建設業労働災害防止協会「EU建設業安全衛生調査報告書」平成19年10月
5) EN規格12811-1, "Temporary works equipment part1: Scaffolds - Performance requirements and general design", 2004.3等
6) ドイツ労働保険組合、「建設工事における事故防止規程」, 1995年4月(独語)
7) ドイツ建設業協同組合ホームページ(独語)、http://www.bgbau.de/pages/index.html

\*National Institute of Occupational Safety and Health, Ms.Eng

図1. ドイツにおける労働安全推進体制の概念図

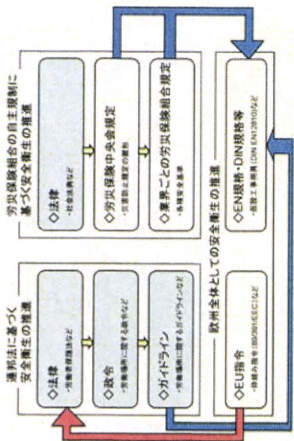


表1. 建設現場の墜落防止に関するEU指令

Table with 2 columns: EU指令 (89/391/EEC, 89/654/EEC, 89/655/EEC, 89/656/EEC, 92/57/EEC) and 労働安全衛生の改善を促進するための施策の導入に関する理事会指令 (労働現場に関する安全衛生上の最低必要基準について, 労働者が作業中に使用する機器に関する安全衛生上の最低必要基準について, 建設又は移動型の建設現場における安全衛生上の最低必要基準)

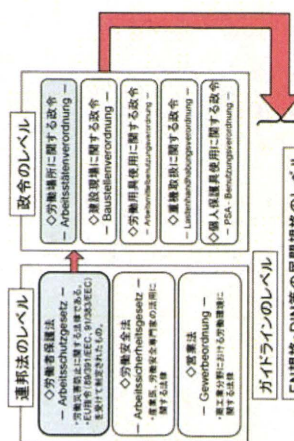


図2. ドイツにおける労働安全に関する法令

## EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF FALL PROTECTION OF SCAFFOLDS BY PLASTIC SHEETS

K. OHDO<sup>1</sup>, Y. TOYOSAWA<sup>2</sup>, S. TAKANASHI<sup>3</sup>, Y. HINO<sup>4</sup> and H. TAKAHASHI<sup>5</sup>

**ABSTRACT :** In Japan, protective measures to reduce falls from scaffolds have been strictly applied within industry safety guidelines, and such measures have had a significant effect, seen in a decrease in fatal accidents due to falls from scaffolds. However, the rate of fatal accidents from falls is still high in the construction industries. In order to examine further countermeasures to reduce such falls, the Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare established a committee in our institute to conduct an investigation into the regulations that exist in overseas countries and to evaluate various construction methods according to present safety guidelines. In this study, from the results of the committee, the effectiveness of using plastic sheets as a covering around scaffolds to protect against falls (a method widely used in Japan) was confirmed experimentally. From the results of the experiments, effective installation methods for the plastic sheets were examined.

**KEYWORDS:** Scaffolds, Fall Protection, Construction, Labor Accident, Sheets

### 1. INTRODUCTION

Fall accidents are a serious problem in the construction industry in Japan, and approximately 40% of fatal accidents during construction are caused by workers fall. Therefore, Japan has introduced countermeasures to reduce falls from scaffolds, and enforced these strictly in the form of various safety guidelines. These countermeasures have led to a reduction in the rate of fatal accidents caused by falling from scaffolds.

However, the rate of fatal accidents from falls is still high in the construction industries, and possible countermeasures became the main issue of the 11th Labour Accidents Prevention Plan in Japan. In order to examine further countermeasures to reduce such falls, the Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare established a committee in our institute to conduct an investigation into the regulations that exist in overseas countries and to evaluate various construction methods according to present safety guidelines.

In this study, from the results of the committee, the effectiveness of using plastic sheets as a covering around scaffolds to protect against falls (a method widely used in Japan) was confirmed experimentally. From the results of the experiments, effective installation methods of the plastic sheets for fall protection were examined.

### 2. EXPERIMENTAL METHOD

Figure 1 shows the number of death accidents in the Japanese construction industry in 2004. Approximately 40% of fatal accidents during construction are caused by workers fall, and some of

<sup>1</sup> Senior Researcher, Construction Safety Research Group, National Institute of Occupational Safety and Health.  
<sup>2</sup> Director of Group, Construction Safety Research Group, National Institute of Occupational Safety and Health.  
<sup>3</sup> Senior Researcher, Construction Safety Research Group, National Institute of Occupational Safety and Health.  
<sup>4</sup> Senior Researcher, Construction Safety Research Group, National Institute of Occupational Safety and Health.  
<sup>5</sup> Researcher, Construction Safety Research Group, National Institute of Occupational Safety and Health.

these involve falls from scaffolds. Photo 1 shows the typical pipe scaffolds and prefabricated scaffolds used in Japan. In the case of pipe scaffolds, the workers sometimes fell from the space between the hand rail and the work platform, and they also fell from the space between the braces and the work platform in the case of the prefabricated scaffolds, as shown in Photo 1 (when there is no plastic sheets).

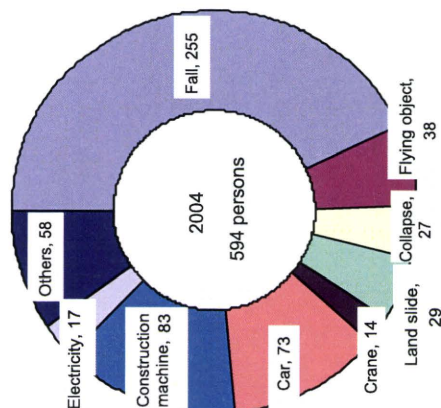


Figure 1. Number of fatal accidents in Japanese construction industry in 2004



(a) Pipe scaffolds



(b) Prefabricated scaffolds

Photo 1. Typical pipe and prefabricated scaffolds used in Japan

To prevent workers falling into spaces, the spaces have to be made narrow. The plastic sheets, which envelop the scaffolds, as shown Photo 1, offer some protection. However, very occasionally workers fall from the space between the work platform and the plastic sheets. In these cases, the space is spread by the worker's weight, and the workers fall from the spread space. Therefore, in this study, we examined installation methods for the plastic sheets that could prevent the spread of the space between the work platform and the plastic sheets.

The plastic sheets are usually bound to the pipes of the scaffolds by fiber ropes. However, the ropes often become loosened, creating a space that tends to be spread by the worker's weight. Alternatively, the plastic sheets are occasionally bound to the scaffold pipes by exclusive coupler, as shown in Photo 2. This method appears to make it possible to reduce the spread of the space, but the effect has not yet been fully explored.



Photo 2. The plastic sheets bound to the pipe of the scaffolds by exclusive coupler

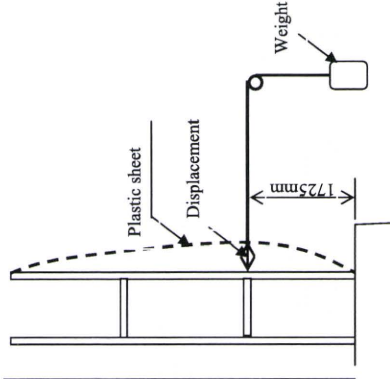


Figure 2. Experimental method

This study sought to confirm experimentally the effectiveness of the exclusive coupler in prevention of spread of the space. Figure 2 and Photo 3 show the experimental method. The weight in Fig. 2 was changed from 50 N to 400 N, and the corresponding displacement was measured by the displacement transducer, as shown in Photo 4. In the experiment, the strengthening effect of the plastic sheets was also confirmed, and a small piece of the sheet was piled with the plastic sheets, as shown in Photo 5. Table 1 shows the experimental cases in this study.

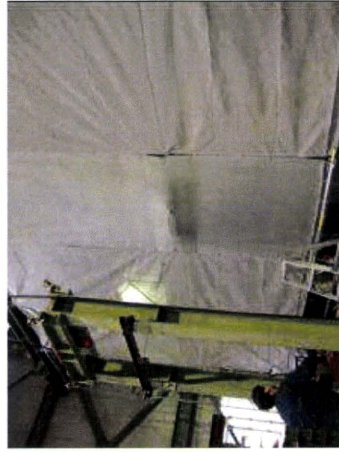


Photo 3. Experimental method (fiber rope)

### 3. RESULTS OF EXPERIMENT

Figure 3 shows the results of the experiment. In the experiment that used exclusive couplers (Case 2), the displacement was very small compared with the experiment that used fiber ropes (Case 1). In the experiment that strengthened the plastic sheets with a small piece of the sheet (Case 3), the displacement was marginally decreased. Therefore, it was found that the exclusive coupler is effective in preventing spread of the space between the work platform and the plastic sheets, and it is possible to reduce the risk of falling from the space with this installation method of the plastic sheets. The method of Case 3 (strengthening the sheets with a small piece of the sheet) may also reduce the fall risk, but improved installation methods need to be designed.

### 4. CONCLUDING REMARKS

In this study, effective installation methods of plastic sheets for protection against falls were experimentally examined. The results of this study are summarized as follows:

- 1) In Case 1, where exclusive couplers were used to fix the plastic sheets to the scaffolds, the spread of the space between the work platform and the plastic sheets was very small compared with Case 2 where fiber ropes were used.
- 2) It is possible to reduce fall risk by using this method of installing the plastic sheets.
- 3) Where the plastic sheets were strengthened by addition of a small piece of sheet, the space could be decreased a little.
- 4) We are planning to improve the installation method of the plastic sheets by using a combination of the exclusive couplers and the strengthening of the plastic sheets.



Photo 4. Measurement of displacement by displacement transducer



Photo 5. A small piece of sheet fixed onto plastic sheets to add strength

Table 1. Experimental cases

| Experimental cases | Condition  |
|--------------------|--|
| Case 1             | The plastic sheets bound to the scaffolds by fiber ropes   |
| Case 2             | The plastic sheets bound to the scaffolds by exclusive couplers  |
| Case 3             | The plastic sheets bound to the scaffolds by exclusive couplers with the strengthening by the small piece of the sheet |

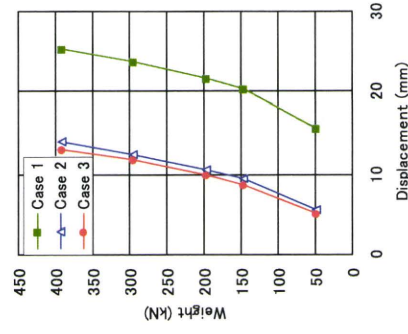


Figure 3. Experimental results

### ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by Health and Labour Sciences Research Grants (Research on Occupational Safety and Health) from Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan.



# 足場からの墜落リスクとその対策に関する研究

労働安全衛生総合研究所 ○大幡勝利 豊澤康男 高梨成次 日野泰道 高橋弘樹

## 1 はじめに

建設業においては、従来から墜落による死亡災害が、他の要因による災害に比べ最も多く発生している。墜落災害の防止対策は、手すりなどにより作業員が墜落する空間を完全に塞ぐことにより、従来から多くの現場では作業性やコストの面で、手すりなどの設置や足場の設置自体が不十分な状態となっていた。

このため、足場先行工法（軒の高さ10m未満の住宅等の建方前に足場を先行して設置する工法）や手すり先行工法（足場の組立・解体時に常に先行して手すりを設置する工法）のガイドライン制定など、その防止対策は順次強化されており、死亡災害が減少するなど一定の効果が見られている。

しかし、Fig. 1は建設業における死亡災害を、平成16年に発生した594人について災害の種類別に分類したものであるが、墜落災害が今なお255人と最も多く、建設業全体の約40%を占めている。この比率は、長年それほど変化がなく、墜落災害は建設業の中でも喫緊な問題となっており、新たな対策が求められている。

本研究では、このような状況から更なる墜落防止対策について検討することを目的とし、その一例として、飛来・落下物災害の防止対策として多くの現場で使用されている、メッシュシートによる足場からの墜落防止の補助効果について検討することとした。具体的には、その基本的な特性を調べるため、ダミー人形を用いた墜落実験、およびその結果より得られた、メッシュシートの広がりを抑えることによる墜落リスクの低減方法について、実験的に検討した。

## 2 メッシュシートによる墜落防止補助効果

仮設足場を設置する場合において、飛来・落下物災害の防止を目的として、Photo 1に示すように足場にメッシュシートを取り付けることが多い。メッシュシートは、(社)仮設工業会などにより、飛来・落下物災害の防止機材として必要な強度や使用基準等<sup>2)</sup>が示されているが、メッシュシートの墜落防止機材としての役割については規定されていない。

ただし、メッシュシートにもある程度の強度はあるため、何らかの対策や改良が施された場合においては、一種の網として墜落を補助的に防止する効果が期待できると考えられる。そこで、現状において、メッシュシートにどの程度の墜落防止補助効果があるか、以下に述べることにする。



Photo 1 Scaffolds covered with mesh sheet.

## 2.1 仮設工業会の使用基準どおりに取り付けられた場合

Fig. 2に、仮設工業会の使用基準どおりに取り付けられたメッシュシートを取り付けた場合の足場の状態を示す。同基準において、メッシュシートの上下端のはとめは、3層ごと（すなわち、メッシュシートの長さ方向の間隔、約5.1mごと）に取り付けられた水平材に緊結することとされている。

メッシュシートの墜落災害の防止効果に着目して、ダミー人形による実験により検討した事例が過去にあるが、文獻3によると、作業床とメッシュシートとのすき間が小さく、メッシュシートをたるみ無く張った場合に地上まで落下せずに途中層で落下を食い止めるための効果が大きいことが確認された、としている。しかし、この場合においては、人体に何らかの損傷が生じる恐れはめると考えられる。

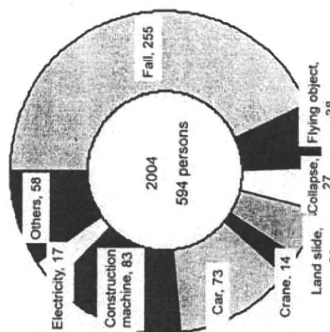


Fig. 1 Number of fatal accidents in Japanese construction industry in 2004.

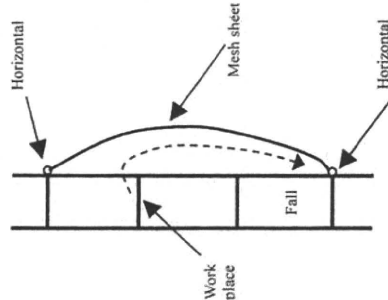
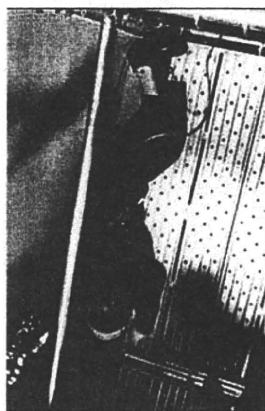


Fig. 2 Scaffolds with mesh sheet by standard method.



(a) Prefabricated scaffolds.



(b) Pipe scaffolds.

Photo 2 Experimental situation on roll of worker.

## 2.2 ダミー人形による墜落実験

文獻3による実験では、作業床とメッシュシートとのすき間が小さいといえど、完全になくした実験ではなかった。そこで、このすき間を限りなく0に近づけた場合における墜落防止効果を確認するため、実際の足場を用いた墜落実験を、文獻3と同様にダミー人形を用いて行った。

Photo 2およびPhoto 3は、その時の状況を表したものである。Photo 2は、典型的なわく組足場と単管足場にメッシュシートを法規どおりに取り付けられた場合において、作業員が転んで交差筋かいの下や手すりの下に潜り込んだ状態を示す。また、Photo 3は、歩行中の作業員が足を踏み外した状態を示す。いずれの場合においても、ダミー人形はその下の層に墜落しなかった。

今回の実験は、墜落を防止するための理想的な条件であったが、実際に全ての現場で行うことは不可能である。

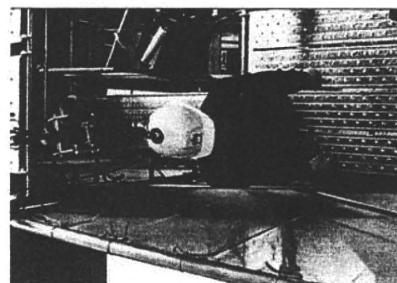


Photo 3 Experimental situation on miss of worker's step.

しかし、今回の実験結果より、何らかの理由により人体がメッシュシートに倒れこんだ場合において、メッシュシートの張り方を従来の方法より強固とする方策を考案し、作業床とのすき間の広がりや程度を押しさえらされた場合には、作業員が途中層まで墜落するのではなく、作業員がいるその下の層への墜落リスクを大幅に低減できる可能性があると考えられる。

そこで、メッシュシートの張り方を工夫することにより、作業床とメッシュシートとのすき間の広がりや程度を押しさえ、墜落リスクを低減させる方策について検討した。

## 3 墜落防止補助効果に関する実験

本研究においては、交差筋かいまたは手すりが法規どおりに取り付けられていることを前提として、それらの下の空間からの作業員の墜落を、メッシュシートにより補助的に防止する方法について検討することを目的とする。よって、交差筋かいまたは手すりを取り付けない状態で、メッシュシートのみのみで墜落を防止する方法について検討するものではない。

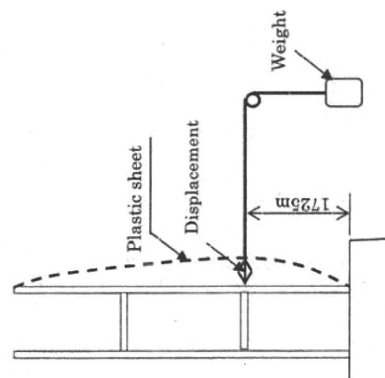


Fig. 3 Experimental method.

ダミー人形による Photo 2 (特に(b))の実験のように、交差筋かいや手すりの下のわずかな空間において、人体が作業床とメッシュシートとの間に倒れこんだ場合、両者の間のすき間が広がりが墜落リスクが高まる。これらは、作業床と同じ水平レベル面、倒れこんだ作業床による水平方向の荷重により、メッシュシートと作業床とのすき間が広がるためであり、その広がりが方により墜落を誘発する恐れがあると考えられる。そこで、以下に示すように、作業床と同じ水平レベル面、各種条件で張ったメッシュシートを水平方向に引っ張ることにより、その水平荷重とメッシュシートの水平移動量の関係調べた。

Fig. 3 および Photo 4 に示すように、わく組足場の床付き布わくと同じ水平レベル面において、メッシュシートを滑車を介して壁により水平方向に引っ張ることにより、その時の壁の重量(水平荷重)とメッシュシートの水平移動量の関係をワイヤロープ変位変換器により調べた。その時の状況を、Photo 5 に示す。水平荷重は、50Nから400Nとした。

実験では、建わくの脚柱に、メッシュシートを繊維ロープにより通常の使用状態で取り付けた場合を基本として、まずこの状態での水平荷重と水平変位量の関係調べた。次に、床付き布わくのレベルにおいて、Photo 6 に示すようにメッシュシートを両サイドで金具により強力に固定した場合や、Photo 7 に示すようにメッシュシートを2枚重ねにして伸びを抑えた場合など、メッシュシートの張りの強さを試行錯誤しながらその水平移動量を抑える方策を模索した。

#### 4 実験結果

実験結果の一例として、メッシュシートに作用する水平荷重とメッシュシートの水平移動量の関係を Fig. 4 に示す。また、その時の条件を Table 1 に示す。Case 1 は、メッシュシートを通常の使用状態のように繊維ロープで取り付けた場合、Case 2 は、金具を用いて取り付けた場合、Case 3 は、金具+メッシュシートを2枚重ねた場合を表す。

ただし、メッシュシートには様々な種類があり、本研究ではその張りの強さや実現可能な程度抑えることが可能な一例としてのみ示した。

Fig. 4 より、メッシュシートを金具により強力に張った場合は、作業床とメッシュシートとのすき間の広がり(即ちの水平移動量)を大幅に押さえることが可能となることが確認できた。また、メッシュシートを2枚重ねた場合には、作業床とメッシュシートとのすき間の広がりをわずかに抑えることができなかつた。

メッシュシートの水平移動量と、墜落リスクを低減する補助効果には不明な点が多いが、金具を使用する場合、作業性の面では若干劣るものの、墜落リスクを大幅に低減できる可能性があると考えられる。また、

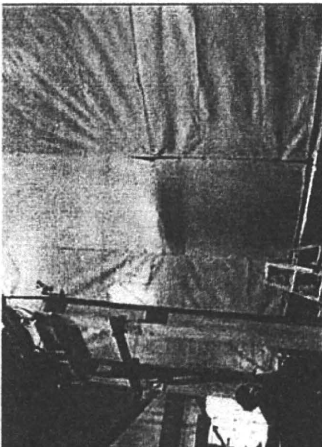


Photo 4 Experimental method (fiber rope).

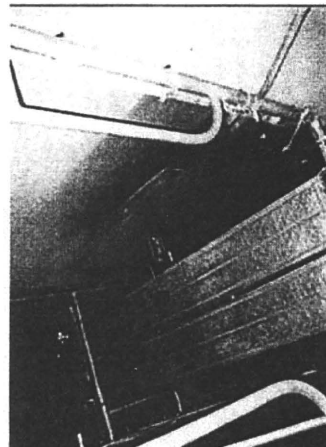


Photo 5 Measurement of displacement.

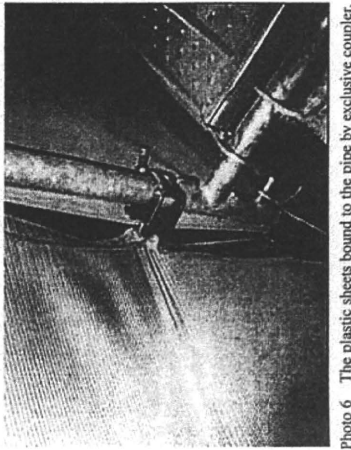


Photo 6 The plastic sheets bound to the pipe by exclusive coupler.

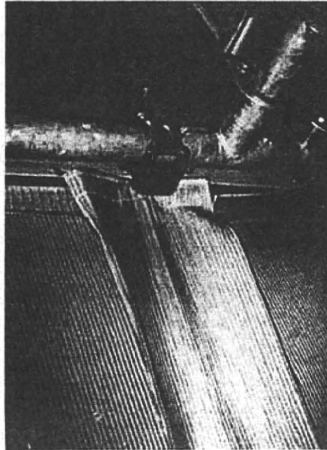


Photo 7 A small piece of sheet fixed onto plastic sheets.

| Experimental cases | Condition  |
|--------------------|--|
| Case 1             | The plastic sheets bound to the scaffolds by fiber ropes   |
| Case 2             | The plastic sheets bound to the scaffolds by exclusive couplers  |
| Case 3             | The plastic sheets bound to the scaffolds by exclusive couplers with the strengthening by the small piece of the sheet |

メッシュシートを2枚重ねた場合には、今回の墜落防止の補助機能について大きな効果は確認できなかつたが、最初からメッシュシートの作業床部分を補強する、あるいは可能ならば製品化すれば、作業性がそれほど損なわれることはないと考えられる。このため、改良を加えていけば、簡易でより良い墜落防止効果を得られる方法になると考えられる。

今後は、メッシュシートの張りの定量化、および墜落防止効果を高めるために必要な水平移動量の許容値などについて検討していく予定である。

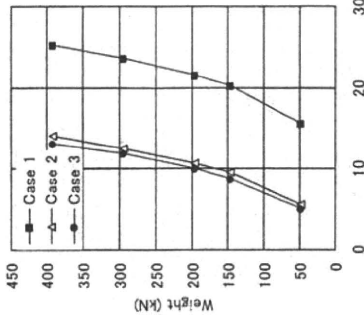


Fig. 4 Experimental results.

#### 5 まとめ

本研究においては、メッシュシートによる足場からの墜落リスクの低減方法について検討することを目的として、その基本的な特性を調べるための実験を行った。その結果をまとめると、以下のとおりである。

- ① ダミー人形を用いた実験により、メッシュシートの張りを従来の方法より強固とする方策を考案し、作業床とのすき間の広がりがある程度に押さえられた場合には、作業者が途中層まで墜落するのではなく、作業者がいるその下の層への墜落リスクすら低減できる可能性があることを示した。
- ② メッシュシートを金具により強力に張った場合は、作業床とメッシュシートとのすき間の広がりを大幅に押さえることが可能となることを確認できた。
- ③ メッシュシートを2枚重ねた場合には、作業床とメッシュシートとのすき間の広がりをわずかに抑えることができなかつた。
- ④ 今後は、メッシュシートの張りの定量化、および墜落防止効果を高めるために必要な水平移動量の許容値などについて検討していく予定である。

#### 謝辞

本研究の一部は、平成 20 年度において、厚生労働科学研究費補助金(労働安全衛生総合研究事業)を受け、実施した研究の成果である。

#### 参考文献

- 1) 前田潤雄ら: 仮設工法一建設工事の QCDS からの s と E を中心として一, 技報堂, pp150-151, 2008.
- 2) (社) 仮設工業会: 仮設構材認定基準とその他の解説, 2007.
- 3) 建設業労働災害防止協会: 手すり先行工法に関するガイドラインとその解説, pp102-103, 2004.

