

メッシュシートの改良による足場からの墜落防止に関する研究

Study on fall protection from scaffolds by improved mesh sheets

大嶋勝利*, 高梨成次**, 日野泰道***, 高橋弘樹****, 豊澤康男*****

Katsutoshi Ohdo, Seiji Takanashi, Yasumichi Hino, Hiroki Takahashi and Yasuo Toyosawa

* 博 (工), 労働安全衛生総合研究所上席研究員, 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主任研究員, 建設安全研究グループ

*** 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

***** 博 (工), 労働安全衛生総合研究所, 研究企画調整部長

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 mesh sheets as a covering around scaffolds to protect against falls of objects (a method widely used in Japan) were improved and effect of the improvement was confirmed experimentally. From the results of the experiments, effect of the improved 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た。近年においても建設業では墜落災害による死者数が最も多くなっており、平成 20 年では建設業全体の死者数が 430 人であるのに対し、墜落によるものは 172 人と 40% も占めており、この比率は従来からほとんど変化していないのが現状である。

このような状況から、平成 20 年から開始された第 11 次労働災害防止計画において、重点対策及びその目標として、建築物における作業などについて必要な措置を講じることにより、墜落・転落災害の更なる減少を図ることが掲げられており、新たな対策を行うことが求められている。

このため、墜落災害の起因物として大きな割合を占める足場を対象として、建設現場で幅広く使用されているメッシュシートを活用し、その取り付け方法を工夫することにより、簡易に墜落危険性を低減する方法について検討を行ってきた¹⁾。

本研究は、さらなる安全性の向上を目指し、メッシュ

シート自体を改良することにより、メッシュシートを必然的に使用しなければならない現場において、簡易で作業性の低下の少ない墜落防止機材を開発することを目的として、改良したメッシュシートの墜落防止効果を、人体ダミーを用いた実験により確認した。

2. 既往の研究による方法

足場からの墜落防止に関しては、従来から作業床の端に手すり等を設置することによる対策が取られていた。しかし、手すりの下（わく組足場では交さ筋かいの下）の開口部からの墜落が少なからず発生していることから、その対策についても検討がなされてきた。

このような墜落災害を防止するため、飛来・落下物災害の防止のため幅広く使用されている、メッシュシートの墜落災害の防止効果に着目して検討した事例²⁾がある。仮に、メッシュシートを設置した場合においても、写真-1 に示すように倒れこんだ作業員により作業床とメッシュシートとのすき間が広がり、作業員が墜落してしまう危険が残るが、文献 2 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

張った場合には、落下してしまった人体が一気に地上まで落下せず中途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、とされている。

そこで、メッシュシートの張り方を工夫し、従来の繊維ロープによる固定方法に比べ、より強固な固定方法とすることにより、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検討がなされた¹⁾。その結果、写真-2 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には、図-1 に示すように作業床とメッシュシートとのすき間の広がりを大幅に抑えることが可能となることが確認された。



写真-1 倒れこんだ作業員による作業床とメッシュシートとのすき間の広がり



写真-2 メッシュシートを金具により強力に固定

しかし、メッシュシートと作業床の間には、写真-2 に示すようにやむを得ず大きなすき間ができてしまうことが多い。これは、例えばわく組足場においては、図-2 に示すように作業床を取り付ける建わくの横架材の幅と、作業床（床付き布わく）の幅が既存の製品では一致していないためである。理想的には両者の幅を一致させるべきであるが、施行性を考えると、両者の幅にある程度の余裕が必要となっているのが現状である。

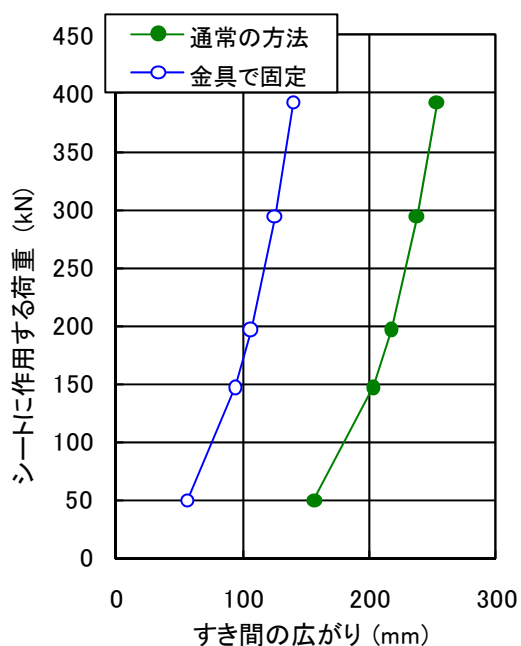


図-1 金具によるすき間の広がりの低減

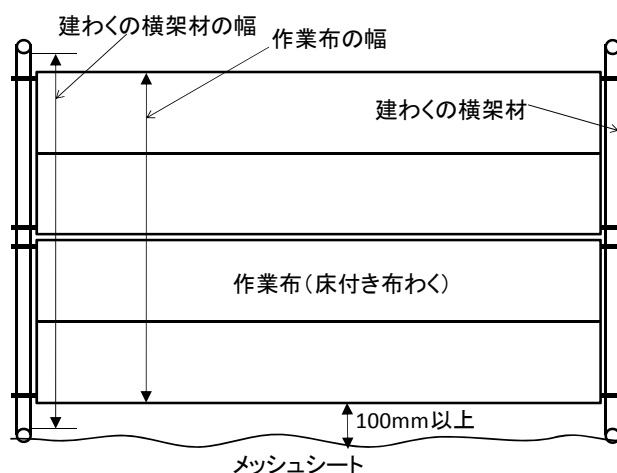


図-2 横架材と作業床の幅の差

文献 1 による方法では、図-1 より作業床とメッシュシートとのすき間の広がりを 100mm 程度抑えることが可能である。しかし、既存の製品の組み合わせでは、横架材と作業床の幅の差により、図-2 に示すように作業床とメッシュシートとのすき間の初期値が 100mm を超える場合もあり、その場合には墜落防止効果がほとんど失われてしまうと考えられる。

そこで、メッシュシートと作業床の間にすき間があっても、墜落防止効果を高められる方法として、メッシュシート自体を改良しそのすき間を可能な限り塞ぐ方法を考案し、その効果について実験的に検討した。

3. メッシュシートの改良による方法と効果の確認実験

メッシュシートと作業床のすき間を可能な限り塞ぐ方

法として、図-3 に示すようにメッシュシートを改良したものを製作した。その効果を検証するための実験を、わく組足場を対象として、人体ダミーとサンドバッグを用いて行った。

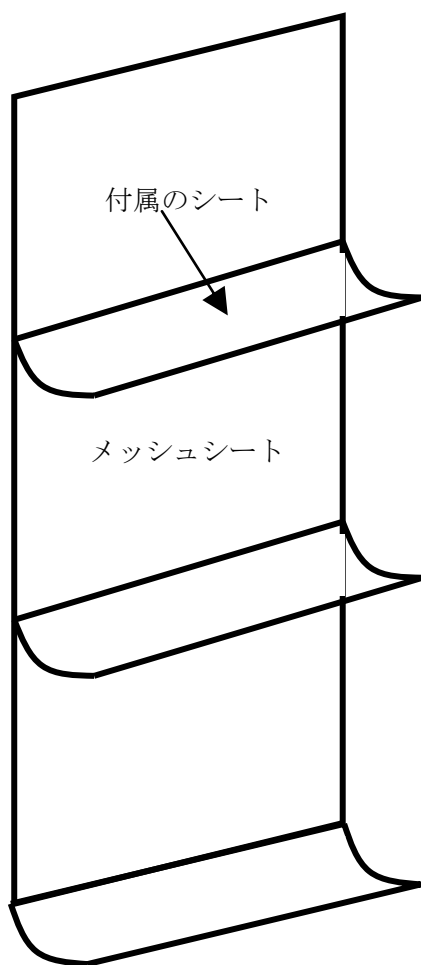


図-3 改良したメッシュシート

改良したシートは、通常のシートに写真-3 に示すような付属のシートを、作業床となる床付き布わくの位置において取り付けられたものであり、付属のシートを通常のシートに縫って取り付けられた縫込み式と、写真-4 に示すように現場で後付けできるようアタッチメントで差し込んだ差し込み式の2種類を用いた。メッシュシートに取り付けた付属のシートは、メッシュシートを足場に取り付けるための通常の繊維ロープ、直径1mmの細い鋼線（いわゆる番線）、又は直径2.3mmの太い番線を用いて床付き布わくに固定した。番線の太さについては、限りなく細いものの方が施行性が良いが、本研究ではベンチなどを使用しなくても容易に取り付けられるものとして、試行的にこの2種類の太さのものを使用した。

実験条件を表-1 に示す。床付き布わくとメッシュシートの間隔は160mmとし、テフロンシートを敷いた滑り台を用いて落体を落下させた。その際、滑り台角度を

43°とした。落体には質量75kgのサンドバッグ、又は四つん這いとした質量75kgの人体ダミーを用いた。サンドバッグを使用した理由は、人体ダミーに比べ実験を容易に行うことができるためであり、最終的な墜落防止効果を確認する段階においてのみ人体ダミーを使用することとした。落体の落下高さは実験⑤を除いて640mmとした。

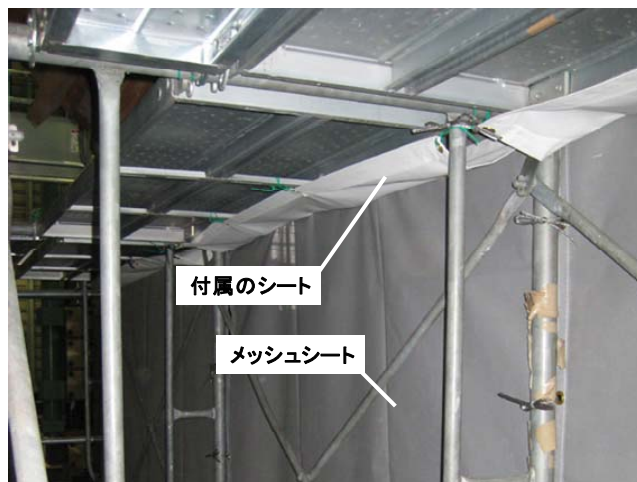


写真-3 メッシュシートに取り付けた付属のシート

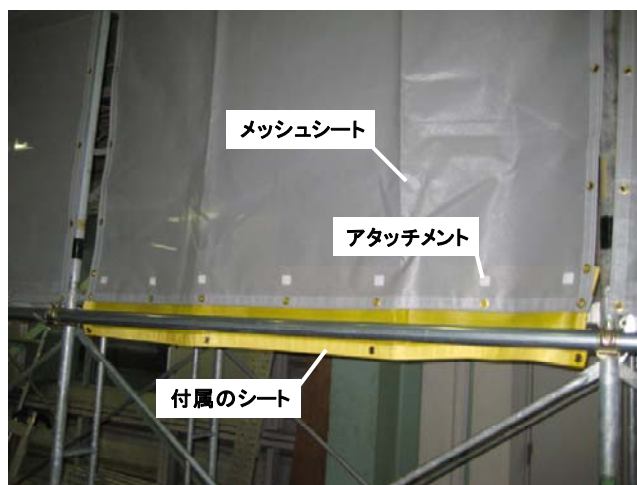


写真-4 差し込み式のメッシュシート

これらの条件は、既往の検討例²⁾において、最も人体ダミーが落下しやすい条件と整合性を合わせるために設定した。なお、実験⑤は、さらなる安全性を確認するため、落下高さを極端に高くして1000mmとした。

また、平成21年6月1日から施行された改正労働安全衛生規則（以下、改正規則）では、わく組足場の場合、交差筋かいの下に幅木または下さんを設置することが義務づけられたが、安全側の評価をするため、幅木または下さんを設置しない状態で実験を行った。将来的には、これらの設置なしでも安全性が高められる方法を目指す。

表-1 実験条件

実験名	シートの種類	シートを固定した材料	シートと布わくの の間隔	滑り台 角度	落下高さ	落体
実験①	縫込み式	繊維ロープ	160mm	43°	640mm	75kgのサンドバッグ
実験②	縫込み式	細い番線(直径1mm)	160mm	43°	640mm	75kgのサンドバッグ
実験③	縫込み式	太い番線(直径2.3mm)	160mm	43°	640mm	75kgのサンドバッグ
実験④	縫込み式	太い番線(直径2.3mm)	160mm	43°	640mm	75kgの人体ダミー
実験⑤	縫込み式	太い番線(直径2.3mm)	160mm	43°	1000mm	75kgの人体ダミー
実験⑥	縫込み式	なし	160mm	43°	640mm	75kgの人体ダミー
実験⑦	差し込み式	太い番線(直径2.3mm)	160mm	43°	640mm	75kgのサンドバッグ

4. 実験結果

実験結果を表-2 に示す。付属のシートの種類を縫込み式とし、落体にサンドバッグを使用した場合、シートを床付き布わくに留める材料として繊維ロープを使った実験①と、直径 1mm の番線を使った実験②では、繊維ロープ又は番線が切れてサンドバッグが落下した。直径 2.3mm の番線を使った実験③（写真-5 参照）では、シートのはとめが 1箇所切れたが、写真-6 に示すようにサンドバッグは落下しなかった。本研究では、はとめの切断の有無よりも落下の有無を優先して考え、直径 2.3mm の番線を用いれば 75kg の落体を支えられる可能性が高いため、実験④以降の実験では付属のシートを留める材料を直径 2.3mm の番線とした。

表-2 実験結果

実験名	落下の有無	シートの状態	シートを固定した 材料の状態
実験①	落下した	異常なし	ロープが切れた
実験②	落下した	異常なし	番線が切れた
実験③	落下せず	はとめが1箇所切れた	異常なし
実験④	落下せず	異常なし	異常なし
実験⑤	落下せず	異常なし	異常なし
実験⑥	落下した	異常なし	—
実験⑦	落下した	差し込みが取れた	異常なし

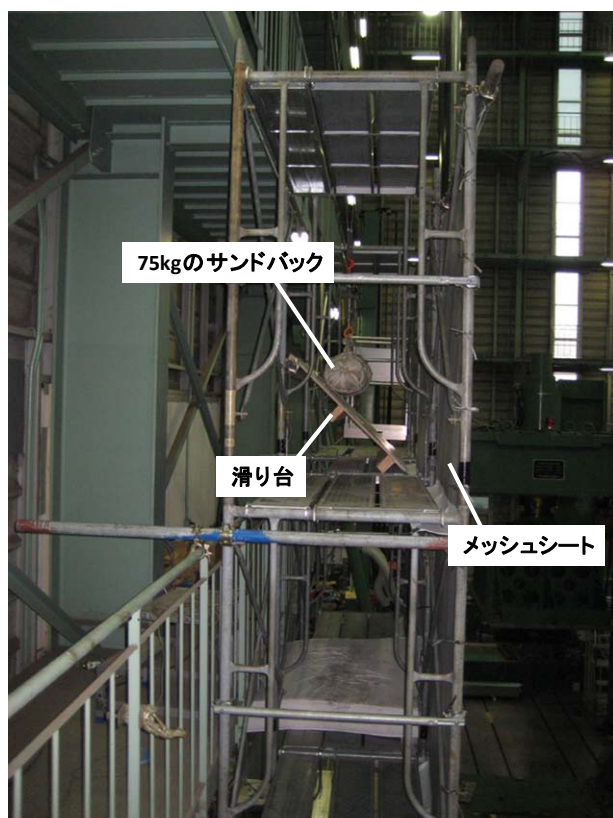


写真-5 実験③の実験前の状況

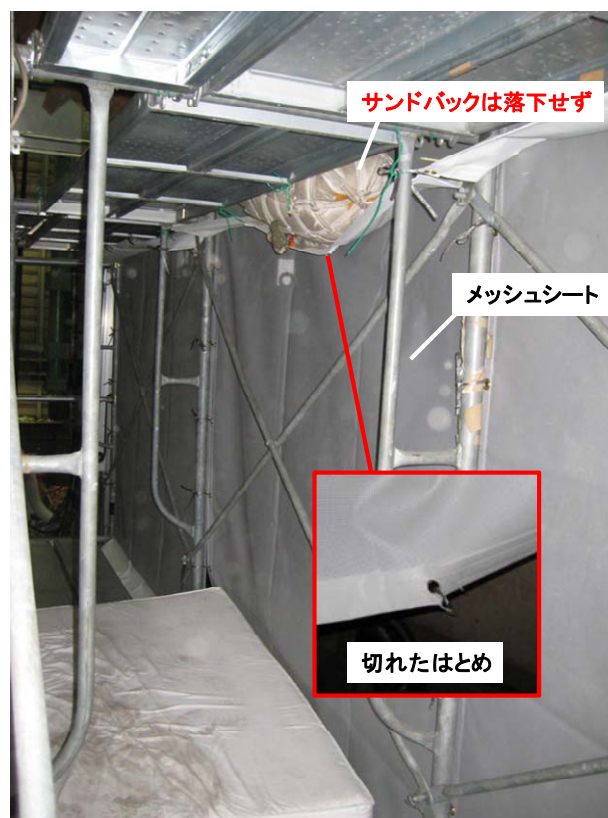


写真-6 実験③の実験後の状況

付属のシートの種類を縫込み式とし、落体に人体ダミーを使用した場合、落体の落下高さを 640mm とした実験④、および 1000mm とした実験⑤では、共にシート及び直径 2.3mm の番線に異常はなく、人体ダミーは落下しなかった（写真-7 参照）。一方、付属のシートを床付き布わくに番線等で留めなかった実験⑥では、人体ダミーが床付き布わくとメッシュシートの間から抜けるように落下した（写真-8 参照）。これらの結果より、付属のシートの種類を縫込み式とし、そのシートを床付き布わくに少なくとも直径 2.3mm の番線で留めることで、足場の作業床からの墜落に対する危険を飛躍的に低減できることが確認できた。

付属のシートの種類をアタッチメントによる差込み式とし、落体にサンドバッグを使用した実験⑦では、シートを留めていたアタッチメントが外れてサンドバッグが落下した。以上より、今回試作したアタッチメントを使った場合には、75kg の落体を支えることができないことがわかった。

5. 改正労働安全衛生規則との関係

前述したように、足場等からの墜落防止対策等を充実するため労働安全衛生規則が改正され、平成 21 年 6 月 1 日から施行された。

改正規則では、人の墜落防止措置として、わく組足場の場合には、交さ筋かいの下に作業床からの高さ 15cm（150mm）以上の幅木、または高さ 15~40cm（150~400mm）の位置に下さんを設置すること（図-4 参照）、それ以外の足場については、作業床からの高さ 85cm（850mm）以上の位置に手すり、および高さ 35~50cm（350~500mm）の位置に中さんを設置すること（図-5 参照）が義務付けられた（これらと同等の措置も認められている）。

本研究では、これらの措置を行わない状態で、改良したメッシュシートの墜落防止効果を確認したが、改正規則に規定されている墜落防止措置と同様に、交さ筋かいや手すりの下からの墜落を防止できると考えられる。また、手すりや交さ筋かいの上からの墜落災害も発生しているが、実験⑤の結果から、改良したメッシュシートにより、手すりや交さ筋かいの上の 1000mm の高さからの墜落も防止できる可能性があることが確認できた。

さらに、改正規則では、足場からの物体の落下防止措置として、メッシュシートなどを設置することが義務付けられたが、改良したメッシュシートにより、作業床とメッシュシートとの間にやむを得ずできてしまうすき間から、物体が落下することも防止できると考えられる。

今後は、改良したメッシュシートの作業床への効率的な取り付け方法を検討する予定である。また、既存のメッシュシートへ後付けできるよう、アタッチメントによる方式についても改良する予定である。

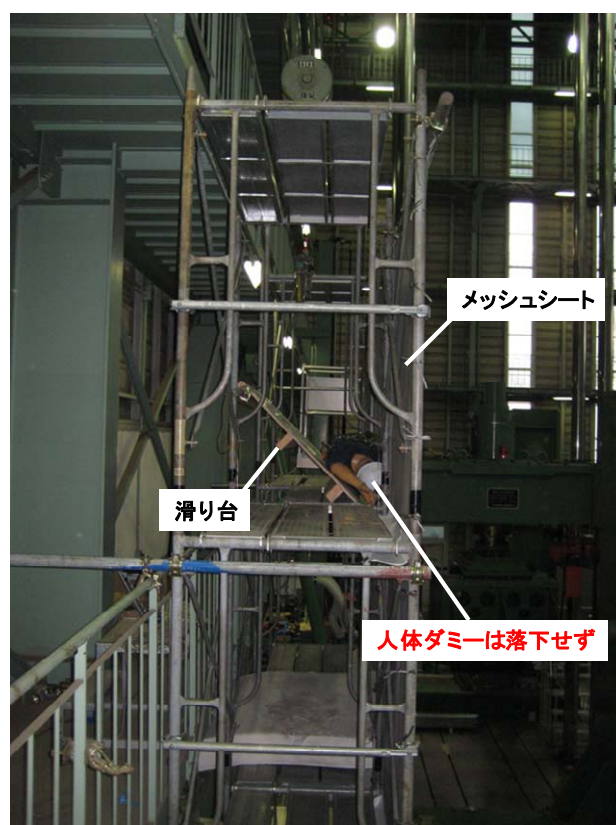


写真-7 実験⑤の実験後の状況



写真-8 実験⑥の実験後の状況

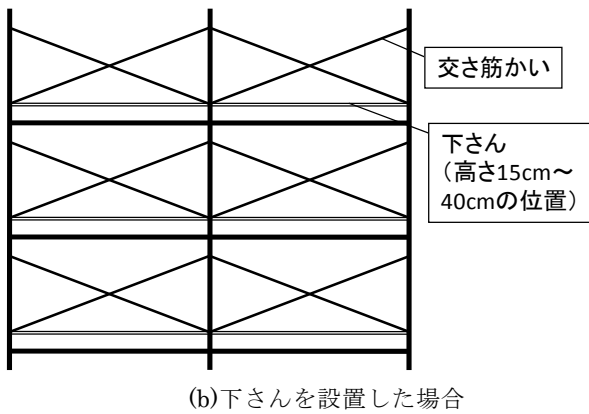
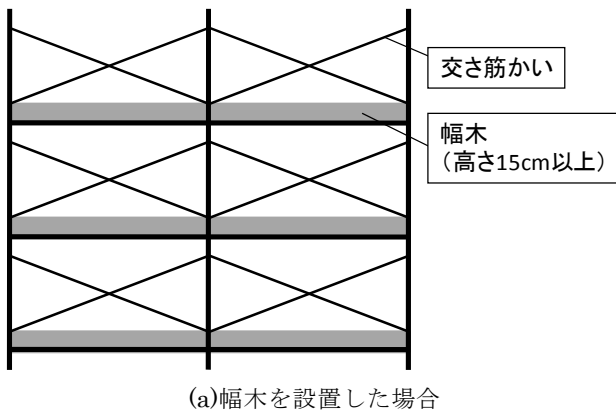


図-4 改正規則によるわく組足場の墜落防止措置の例

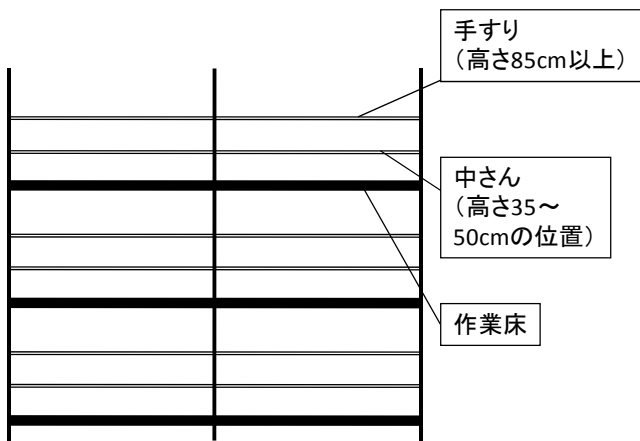


図-5 改正規則によるわく組足場以外の足場の墜落防止措置の例

6. まとめ

本研究においては、簡易で作業性の低下の少ない足場からの墜落防止機材を開発することを目的として、メッシュシートを改良したものを製作し、その効果を検証するための実験を、人体ダミーとサンドバッグを用いて行った。その結果をまとめると、以下のとおりである。

- ① メッシュシートに付属のシートを取り付けて改良することにより、メッシュシートと作業床のすき間を可能な限り塞ぐ方法を考案し製作した。
- ② 人体ダミーとサンドバッグを用いた実験により、改良したメッシュシートの付属のシートを 2.3mm 以上の番線で固定した場合には、足場の作業床からの墜落に対する危険を飛躍的に低減できることが確認できた。
- ③ 改良したメッシュシートにより、手すりや交さ筋かいの上の 1000mm の高さからの墜落も防止できる可能性があることが確認できた。
- ④ 今後の課題として、今回は 1 回の実験のみで墜落の有無を判断したが、複数回の実験を行うことにより信頼性を高めていく必要がある。また、改良したメッシュシートの製作コストや耐久性など、実用化に向けた改良を重ねる必要がある。

謝辞

本研究は、平成 21 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) 大幢勝利, 豊澤康男, 高梨成次, 日野泰道, 高橋弘樹 : 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, 安全問題研究論文集, 土木学会, Vol. 3, pp.173-178, 2008.
- 2) 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.

(2009 年 8 月 7 日受付)