

201032002A

厚生労働科学研究費補助金

労働安全衛生総合研究事業

墜落・転落防止のための新たな機材の開発に関する研究

平成22年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 大幢 勝利

平成23（2011）年 5月

目 次

I. 総括研究報告	
墜落・転落防止のための新たな機材の開発に関する研究	----- 1
大幢勝利	
II. 分担研究報告	
1. メッシュシートによる墜落防止機材の使用しやすさに着目した改良	----- 9
日野泰道、大幢勝利、高梨成次、高橋弘樹	
2. 開発した墜落防止機材の安全性の向上	----- 21
大幢勝利、日野泰道、高橋弘樹、高梨成次、豊澤康男、清水尚憲	
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	----- 30
IV. 研究成果の刊行物・別刷	----- 31

I. 総括研究報告

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業） 総括研究報告書

墜落・転落防止のための新たな機材の開発に関する研究

研究代表者 大幢勝利 独立行政法人労働安全衛生総合研究所上席研究員

研究要旨 本研究は、諸外国の墜落防止措置に関する規制状況や、すでに開発された工法の評価を通じ、安全性と普及しやすさの両方を考慮して、墜落・転落災害を防止するための新たな機材の開発を目指すものである。昨年度実施した、手すり先行工法などの工法を普及させるための改善点の検討結果より、まずは作業員に使うことを考えた改良が、新しい機材の普及に有益であることが明らかとなった。そこで、今年度は、作業員が簡単に使用できるように、昨年度までに新たな墜落防止機材として考案した防護膜付メッシュシートを、足場にワンタッチで取付できるフックを考案し、人体ダミーを用いた実験によりその墜落防止性能を確認することができた。また、考案した機材と、墜落防止のため最低限必要な措置として諸外国の調査より明らかとなった、平成21年に改正された労働安全衛生規則による墜落防止措置について、両者の安全性を人体ダミーを用いた実験により比較し、安全面から考案した機材の優位性を確認することができた。さらに、昨年度までに実施した手すり先行工法の評価結果を参考に、わく組足場の妻面に使用するタイプの先行手すり機材を試作した。

分担研究者

豊澤康男・独立行政法人労働安全衛生総合研究所研究企画調整部長

高梨成次・独立行政法人労働安全衛生総合研究所主任研究員

日野泰道・独立行政法人労働安全衛生総合研究所主任研究員

高橋弘樹・独立行政法人労働安全衛生総合研究所研究員

研究協力者

清水尚憲・独立行政法人労働安全衛生総合研究所上席研究員

上げている。しかし、墜落による死亡災害の発生割合を鑑みると、さらなる対策が必要であり、そのためには墜落防止機材の普及しやすさや安全性の点でいくつかの課題が残されている。

これまでの仮設機材に関する研究は、機材の安全性についての研究が多く、平成20、21年度に実施した本研究に関する研究発表を除き、新しい機材の普及を目指したものは国内外でほとんど行われていない。そこで、本研究では、これまで当研究所で実施してきた仮設機材の安全性や墜落防止措置に関する研究の知見を踏まえ、安全でかつ普及しやすい墜落・転落防止のための新たな機材の開発を目的とする。

本研究の成果より、安全な新しい機材が幅広く普及する可能性があり、墜落・転落災害の大幅な減少が期待できる。特に本研究では、手すりからの墜落防止機材の開発に絞っているが、その成果を応用し、スレート屋根からの墜落防止機材に関しても別の研究で検討している。また、落下するという点で共通する飛来・落下災害なども多発しているため、本研究の成果を応用することにより、墜落・転落防止に加え飛来・

A. 研究目的

建設業における労働災害による死亡者数は、墜落によるものが最も多く平成19年は207人、平成20年は172人が死亡している。このような状況の中、各種ガイドライン制定など墜落防止対策が順次強化され一定の効果を上げているが、墜落による死亡災害の発生割合は依然として大きくなっている。このため、当研究所においても墜落災害防止に関する研究などを実施しており、各種ガイドライン制定に寄与するなどの成果を

落下などを防止する安全で普及しやすい機材の開発にも発展できると考える。

なお、第11次労働災害防止計画においても、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いる。また、同計画では、労働災害多発業種対策の建設業対策の中で、手すり先行工法の普及やスレート屋根などからの墜落・転落災害防止対策の強化が掲げられており、手すり先行工法などの評価や新たな機材の開発など、墜落防止措置について研究することは、同計画を推進する効果が高いと考える。

さらに、平成21年改正規則により足場等からの墜落防止措置が強化されているが、本研究成果はそれを補うことを目指しており、さらなる墜落災害の防止に寄与できると考える。

B. 研究方法

本研究では、諸外国の規制状況やすでに開発された工法の評価を通じ、安全性と普及しやすさの両方の向上を考慮して、墜落・転落防止のための新たな機材を開発することを目指す。

このため、今年度においては、昨年度までに考案した墜落防止機材である、防護膜付メッシュシート（図1参照）について、使用しやすさに着目した改良や安全性の評価を行った。その際、さらなる安全性向上のため、昨年度までの重さ85kgから100kgに増加した人体ダミーによる、1000mmの高さからの墜落実験を繰り返し実施し、以下の項目に関する検討を行った。

1. メッシュシートによる墜落防止機材の使用しやすさに着目した改良

昨年度までに実施した、手すり先行工法などの工法を普及させるための改善点の検討結果より、まずは作業員に使っていただくことを考えた改良が、新しい機材の普及に有益であることが明らかとなった。

そこで、本年度においては、考案した新しい墜落防止機材の普及を促進する目的で、当該シートの簡易な取付金具について検討を行った。

2. 開発した墜落防止機材の安全性の評価

昨年度までに実施した諸外国の墜落防止措置に関する規制状況調査より、改正規則による墜落防止措置が、新たな墜落防止機材を開発する上で最低限必要な措置であることが明らかとなっている。

そこで、本研究では、考案した墜落防止機材と改正規則による墜落防止措置の安全性を、人体ダミーを用いた墜落実験により比較し、今後の普及を目指し安全面からその優位性について検討した。さらに、昨年度までに実施した手すり先行工法の評価結果より、「妻面にも最初から手すりがあればよい」等の意見が得られている。そこで、新たな墜落防止機材として、わく組足場の妻面に使用するタイプの先行手すり機材を試作した。

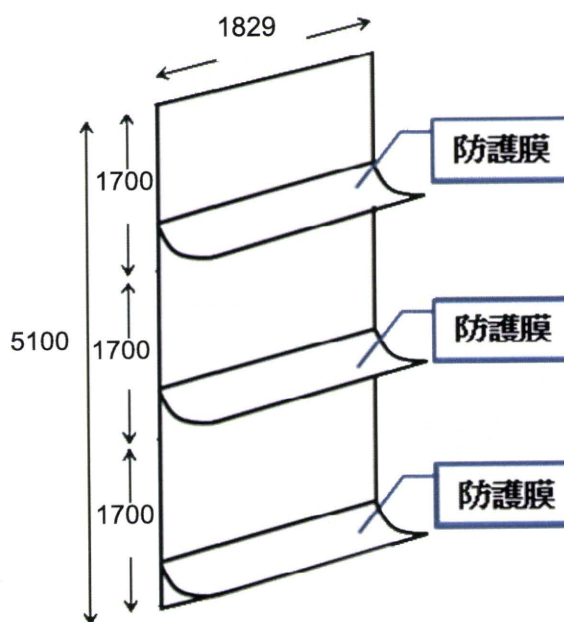


図1. 考案した防護膜付メッシュシート

C. 研究結果

1. メッシュシートによる墜落防止機材の使用しやすさに着目した改良

昨年度は、防護膜のはとめと床付き布わくとの固定に、“2本よりに加工した繊維ロープ”を使用した。

今年度においては、考案した防護膜付シートをワンタッチで固定可能な2種類の取

付金具を考案し、これを用いて固定を行った。考案した一つ目の取付金具（以下、Type-1 モデル）を写真1に示す。Type-1 モデルは、防護膜のはとめとの固定に使用す

るフック部材と、床付き布わく裏側の爪部分との固定に用いる金具、それらをつなげる紐、および長さ調整部品で構成される。もう一つの取付金具（Type-2 モデル）は、



写真1. はとめと床付き布わくを固定するために考案した取付金具 (Type-1 モデル)

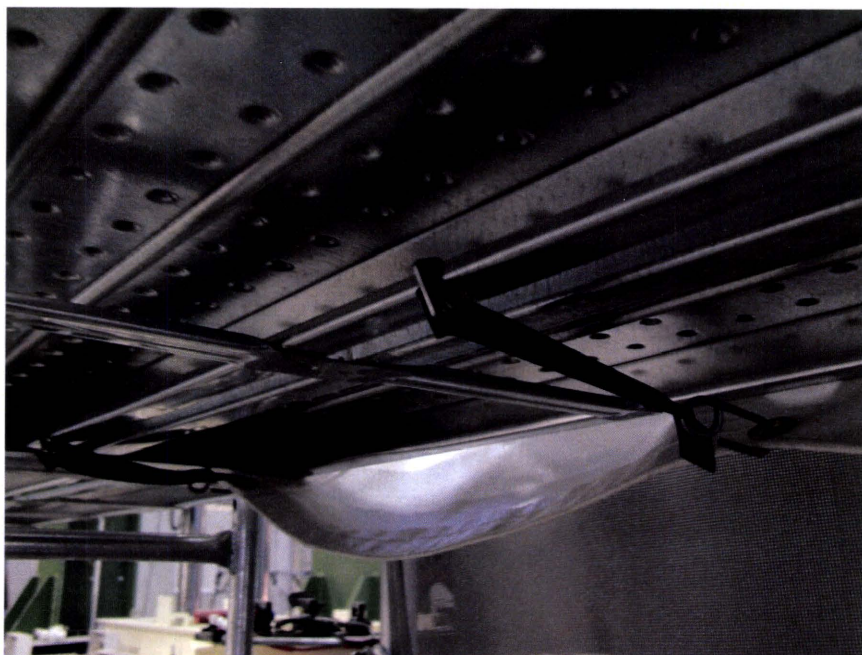


写真2. はとめと床付き布わくを固定するために考案した取付金具 (Type-2 モデル)

“紐および長さ調整金具”をゴム素材（厚み 2mm×幅 20mm）に変えたものである。Type-2 モデルを写真 2 に示す。

Type-1 モデル（人体ダミーは 85kg）の墜落実験結果を見てみると、2 本より繊維ロープを用いた結果と同様に、人体ダミーの墜落を防止することができた（写真 3、写真 4 参照）。しかしながら取付金具を構成する紐の部分が一部破断を生じた。

一方、Type-2 モデルを取付金具とし、かつ人体ダミーの重量を 100kg に変更して行った実験では、幅 20mm 厚み 2mm のゴム 1

本による固定では不十分で、人体ダミーの墜落を食い止めることはできなかった。そこで、ゴムを 2 本重ねにしたものへ改良を加え、新たに実験を行ったところ、連続 3 回の実験で 2 回まで墜落を防止することができた（写真 5、写真 6 参照）。この連続 3 回目の実験では、墜落防止ができなかったが、①1 回の墜落を経験した場合は、通常取付金具を交換すること、②一箇所において、何度も墜落が生ずる可能性が低いことなどを踏まえると、この取付金具は、人体ダミーの墜落を防止可能なものであると判断さ



写真 3. Type-1 の実験前の状況



写真 4. Type-1 の実験後の状況
(墜落防止された)



写真 5. Type-2 の実験前の状況

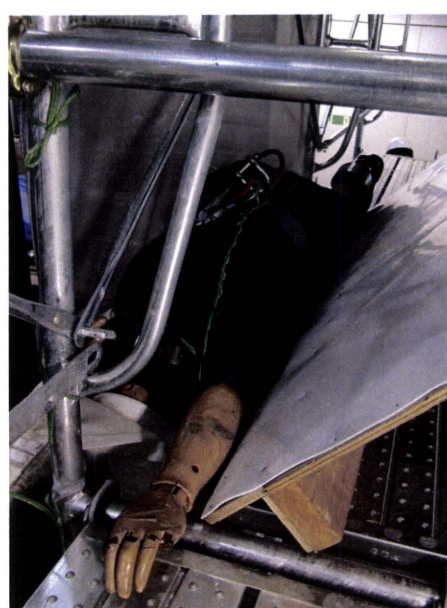


写真 6. Type-2 の実験後の状況
(墜落防止された)

れる。

次に、メッシュシートと足場の建わくとの結束条件を変えた実験を行った。その結果、1つ置きにはとめを結束した場合は、Type-2 モデルにおいても人体ダミーの墜落を防止することができなかった。これは、メッシュシートと建わくの間で結束用繊維ロープが半減したことにより、水平強度および水平剛性が低下し、その結果ゴムを破断させ、人体ダミーが墜落に至った原因と考えられる。一方、2本より繊維ロープを用いた実験では、一箇所でロープの破断が生じたものの、人体ダミーの墜落を防止することができた。これは、2本より繊維ロープによる結束により、水平強度・剛性が一定程度確保されたためと考えられる。

2. 開発した墜落防止機材の安全性の評価

(1) 防護膜付メッシュシートの安全性評価実験

本研究では、わく組足場を対象に、考案した防護膜付メッシュシートと改正規則による墜落防止措置の安全性を比較することとした。

防護膜と床付き布わくとの固定の方法としては、昨年度の研究成果より安定性の高い、2本よりの繊維ロープにより固定した。

改正規則による墜落措置としては、交さ筋かいを取り付ける下端のピンに設置するタイプの直径27.2mmの鋼製の下さん、床付き布わくの端に設置するタイプの鋼製の幅木A、および建わくの横架材に設置するタイプの鋼製の幅木Bの3種類とした。

改正規則による墜落防止措置については、それぞれ3回ずつの墜落実験を行った。ただし、幅木Bのみ幅木Aの結果を受け1回みの墜落実験とした。また、防護膜付メッシュシートの場合には、メッシュシートと床付き布わくの間隔を0mmと160mmの3回ずつ実験を行った。メッシュシートと床付き布わくの間隔160mmは、本研究で使用した足場の最大間隔であり、最も墜落しやすい状況を再現したものである。改正規則による墜落防止措置については、脚柱と床付き布わくの間隔を0mmとした。なお、それぞれの機材に関しては、大きな損傷が認めら

れない場合には、交換することなく連続して実験を行った。

その結果、全てのケースについて人体ダミーは墜落することがなかった。しかし、下さんは2回目、幅木はA、Bとも1回目の墜落で変形したにもかかわらず、防護膜付メッシュシートの場合には5回目の墜落（メッシュシートと床付き布わくの間隔が0mmで3回+160mmで2回目）でようやく繊維ロープが切れた。この間、防護膜付メッシュシートおよび繊維ロープは交換していなかったが、何ら損傷は見られなかった。このことから、防護膜付メッシュシートは、下さんおよび幅木に比べ、耐久性が高いことが明らかとなった。

また、メッシュシートと床付き布わくの間隔が160mmの場合でも墜落しなかったことから（写真7、写真8参照）、防護膜により墜落防止に加え、このすき間からの飛来・落下の防止にも寄与できると考えられる。

(2) 妻面に使用するタイプの先行手すり機材の試作

試作した妻面に使用するタイプの先行手すり機材を写真9(b)に示す。試作に当たっては、使用時に想定されるリスクを検討し、その低減策を考慮した。その結果を、以下に示す。

①妻面に二段手すりのような構造を持つ機材を取り付けると（写真9(a)参照）、作業員が梯子のように登り墜落してしまう恐れがあることが危惧された。実際に、墜落した事例も報告されている。

そこで、このような墜落に対するリスクを低減するため、写真9(b)に示すように、2本の縦さんを持つ手すりわくとした。

②昨年度までに実施した手すり先行工法の評価結果より、機材が重いと、取り付け時に機材を下に落としてしまうことが危惧された。そこで、このような飛来・落下に対するリスクを低減するため、鋼管より軽量なアルミニウム製の管により試作した。



写真7. 防護膜付メッシュシート
(間隔 160mm) の実験前の状況

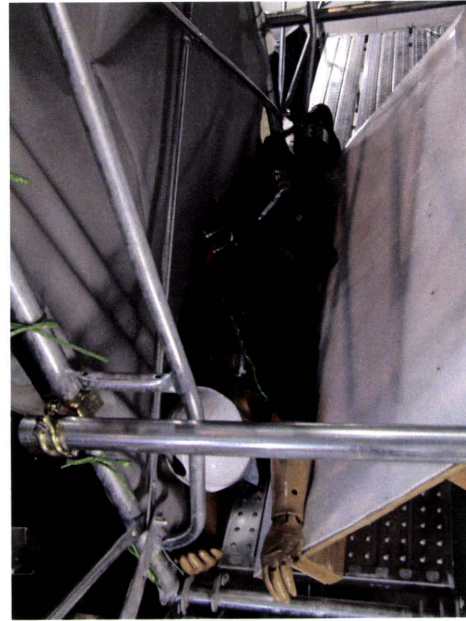
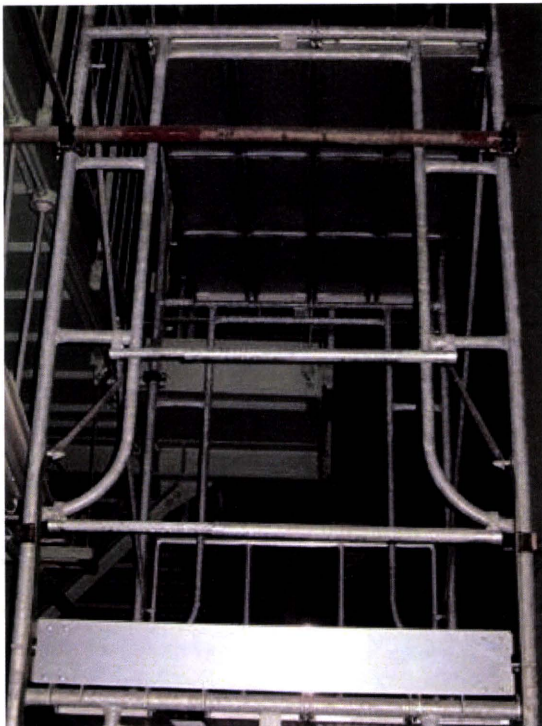


写真8. 防護膜付メッシュシート
(間隔 160mm) の実験後の状況



(a) 梯子のような二段手すり



(b) 2本の縦さんを持つ手すりわく

写真9. 試作した先行手すり機材

D. 考察

1. メッシュシートによる墜落防止機材の使用しやすさに着目した改良

広く利用されているメッシュシートに防

護膜を縫い付け、これを利用してメッシュシートと床付き布わくとの隙間を埋める方法は、人体ダミーの墜落に対し、十分な防止効果があり、特に2本より繊維ロープによる固定が、現状では安全な方法であるこ

とが分かった。

一方、メッシュシートと足場建わくとの結束が、全てのはとめで行われた適切な足場であれば、改良した Type-2 モデルを使用することにより、容易に防護膜の固定が可能であり、作業性を考慮した新しい墜落防止対策として利用できる可能性があることが明らかとなった。

2. 開発した墜落防止機材の安全性の評価

(1) 防護膜付メッシュシートの安全性評価実験

図 2 は、床付き布わくの後方の両端の控えに作用した、人体ダミー墜落時における衝撃荷重の最大値を、墜落防止機材ごとに示したものである。衝撃荷重の最大値は、

両端の控えの 2 本の平均値として示した。この控えは、墜落位置直近で墜落による水平方向の衝撃荷重を支える唯一の部材のため、控えに作用する衝撃荷重の大小は、墜落時に人体ダミーが受ける衝撃荷重の大小を定性的ではあるが、表しているものと考えられる。

図 2 より、防護膜付メッシュシートの方が、下さん、幅木に比べ明らかに小さく、墜落時に人体が受ける衝撃荷重を大幅に低減することが可能となることがわかった。さらに、図 2 には 2 本よりの繊維ロープに替え、本年度新たに考案した、ゴムを利用した専用取付金具 (Type-2 モデル) 使用時における衝撃荷重を示すが、ゴムを利用した取付金具により、さらなる衝撃荷重の緩和が期待できると考えられる。

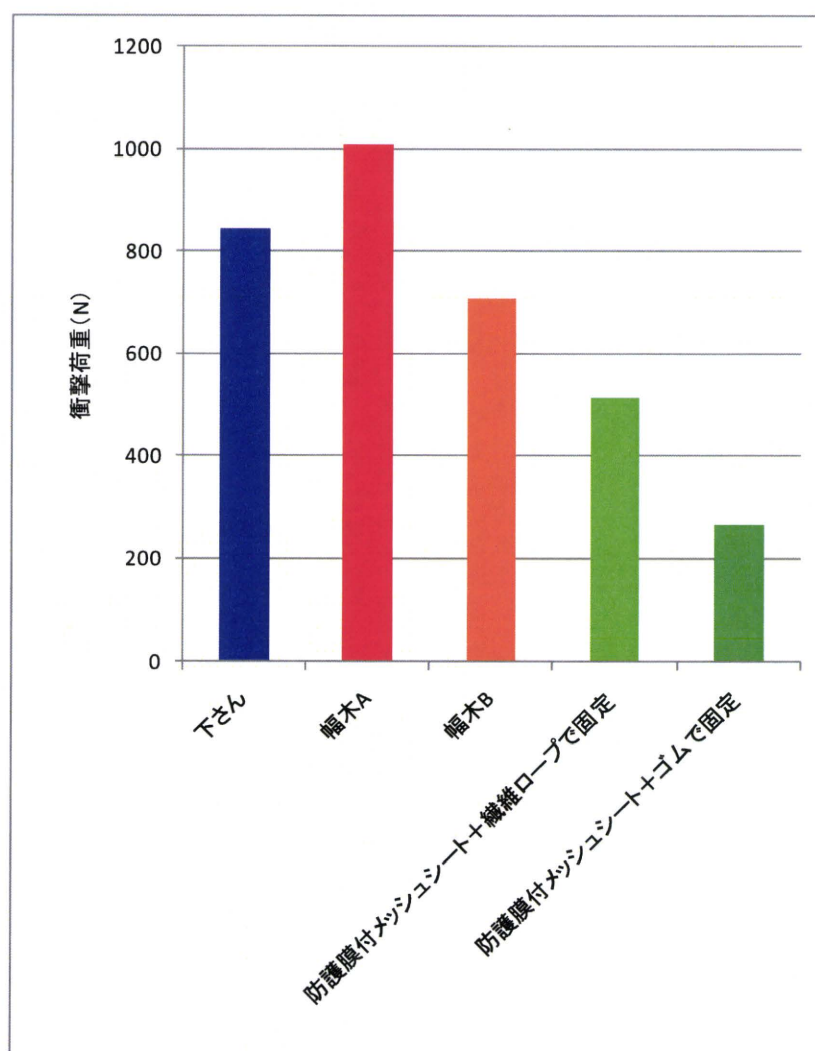


図 2. 人体ダミー墜落時における衝撃荷重の最大値

(2) 妻面に使用するタイプの先行手すり機材の試作

試作した妻面に使用するタイプの先行手すり機材について、一段下の床付き布わくから取り付けられるか確認を行った。その結果、容易に取り付けできることが確認できた。このため、先行手すり機材としての機能を有していることが明らかとなった。また、JIS A 8961 (先行形手すり) に規定されている「安全带取付設備性能試験」を実施した結果、軽量のアルミニウム製でありながら、安全带を取り付けるための十分な強度を有していることが明らかとなった。

E. 結論

本研究で開発した、メッシュシートと床付き布わくのすき間を完全に塞ぐ、「防護膜付メッシュシート」を利用する墜落防止方法は、改正規則による墜落措置と比べ、以下のような優位性があることが確認できた。

- ① 墜落時の衝撃荷重に対し耐久性が高いこと。
- ② 作業員が墜落時に受ける衝撃荷重を大幅に低減できること。
- ③ メッシュシートを利用するため、手すりや交さ筋かいの上等、あらゆる場所からの墜落も防止できること。
- ④ 同様に、あらゆる場所からの飛来・落下も防止できること。

また、メッシュシートを使用する現場では、作業性の面で次の利点もある。

- ⑤ ゴムを利用した専用取付金具等を使用することにより、ワンタッチで取付可能であり、かつ、新たな墜落や飛来・落下防止機材が不要であるため、大幅な作業性の向上が期待できること。

今後は、本研究成果を学会等で公表することにより、成果の普及に努めていく予定である。また、同時に試作した妻面に使用するタイプの先行手すり機材については、本研究終了後においても継続的に安全性・作業性の向上を図り、成果の公表・普及に努めていく予定である。

F. 健康危険情報

特に、健康に危険を及ぼすようなことはなかった。

G. 研究発表

1. 論文発表

- ① Yasumichi Hino, Katsutoshi Ohdo, Seiji Takanashi, Hiroki Takahashi: International Survey on Prevention System of Labor Accidents at Construction Site. Proceedings of the Twelfth East Asia Pacific Conference on Structural Engineering and Construction, Hong Kong, 2011. (CD-ROM)
- ② Katsutoshi Ohdo, Yasumichi Hino, Seiji Takanashi, Hiroki Takahashi, Yasuo Toyosawa: Study on Fall Protection from Scaffolds by Scaffold Sheeting during Construction. Proceedings of the Twelfth East Asia Pacific Conference on Structural Engineering and Construction, Hong Kong, 2011. (CD-ROM)
- ③ Katsutoshi Ohdo, Seiji Takanashi, Yasumichi Hino, Hiroki Takahashi, Yasuo Toyosawa: Study on Fall Protection from Scaffolds by Improved Scaffold Sheeting. Proceedings of the International Conference on Fall Prevention and Protection 2010, Morgantown, U.S.A, 2010. (CD-ROM)

2. 口頭発表

- ① 大幢勝利, 日野泰道, 高梨成次, 高橋弘樹, 豊澤康男: メッシュシートを利用した足場からの墜落防止方法の耐久性の検討. 土木学会第65回学術講演概要集F, 札幌, Vol.65, pp.1007-1008, 2010.
- ② 日野泰道, 高梨成次, 豊澤康男, 高橋弘樹: ドイツ建設業における労働安全管理体制の現場調査, 安全工学シンポジウム2010講演予稿集, 東京, pp.466-467, 2010.

H. 知的財産権の出願・登録状況

特になし

II. 分担研究報告

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業） 分担研究報告書

1. メッシュシートによる墜落防止機材の使用しやすさに着目した改良

分担研究者 日野泰道 独立行政法人労働安全衛生総合研究所主任研究員
研究代表者 大幡勝利 独立行政法人労働安全衛生総合研究所上席研究員
分担研究者 高橋弘樹 独立行政法人労働安全衛生総合研究所研究員
分担研究者 高梨成次 独立行政法人労働安全衛生総合研究所主任研究員

研究要旨 昨年度実施した、手すり先行工法などの工法を普及させるための改善点の検討結果より、まずは作業員に使うて頂く事を考えた改良が、新しい機材の普及に有益であることが明らかとなった。そこで、作業員が簡単に使用できるように、昨年度までに考案したメッシュシートに縫付けた防護膜を床付き布わくに繊維ロープで結ぶのではなく、ワンタッチで取付できるフックを考案し、それを改良した。その結果、これまでに考案した防護膜付メッシュシートとワンタッチで取付可能な取付専用金具の使用で、墜落防止可能であることが明らかとなった。

A. 研究目的

建設業では、高所作業中の労働者の墜落により、多くの死亡災害が発生している。

高所作業においては、労働者が墜落する危険を防止するため、開口部を塞ぐことが基本となる。その防止対策として、これまで足場先行工法や、手すり先行工法が開発され、死亡災害の減少に一定の効果上げてきた。さらに平成21年6月には、労働安全衛生規則が改正され、足場からの墜落を防止するための対策として、手すりの高さの変更と中さん等の設置が義務付けられた。

しかしながら、厚生労働省による「建設業における足場からの墜落防止措置の実施状況に係る調査結果（平成22年4月）」などにおいて、墜落防止設備が十分に設置されない現場も多くみられた。このようなことから、安全で普及しやすい墜落・転落防止のための新しい機材が求められている。

このような背景のもと、足場からの墜落原因の一つとされる、メッシュシートと床付き布わくとの開口部を塞ぐ機材として、防護膜付メッシュシートを考案した（図1参照）。また昨年度においては、考案した防護膜付メッシュシートによる、安定した災害防止効果を確認した。さらに、昨年度までに実施した、手すり先行工法などの工法

を普及させるための改善点の検討結果より、まずは作業員に使うていただくことを考えた改良が、新しい機材の普及に有益であることが明らかとなった。そこで、本年度においては、考案した新しい墜落防止機材の普及を促進する目的で、当該シートの簡易な取付金具について検討を行った。

B. 研究方法

B-1. 実験概要

“防護膜付メッシュシート（図1参照）”と“当該シートの簡易な取付金具”を使用したわく組足場の床付き布わくからの墜落防止効果を調べるため、実物大足場を用いて、人体ダミーを落下させる衝撃試験を実施した。

B-2. 使用材料

(a) 足場、シートの基本構造

実験に使用する足場は、3層3スパンとし、その中央部（2層目の1スパン）に防護膜付シートを取り付けた。図2に、実験で用いた足場と取り付けたシートの位置を示す。

防護膜付メッシュシートは、広く一般に使用されているメッシュシートを本体とし、この一端に付属の防護膜（材質はメッシュシート本体と同じ）を縫い付けたものである。その基本構造を図1に示す。実験では、

防護膜の縫付け箇所が、床付き布わくの床面高さになる位置に設置した。

(b) 防護膜の構造

防護膜は、一端がメッシュシートに縫付けられ、他端にははとめが4箇所取り付け

られた構造となっている。このはとめを介して、床付き布わく底面と繊維ロープ等で固定することにより、足場と床付き布わくの間を生ずる開口部を塞ぐものである。

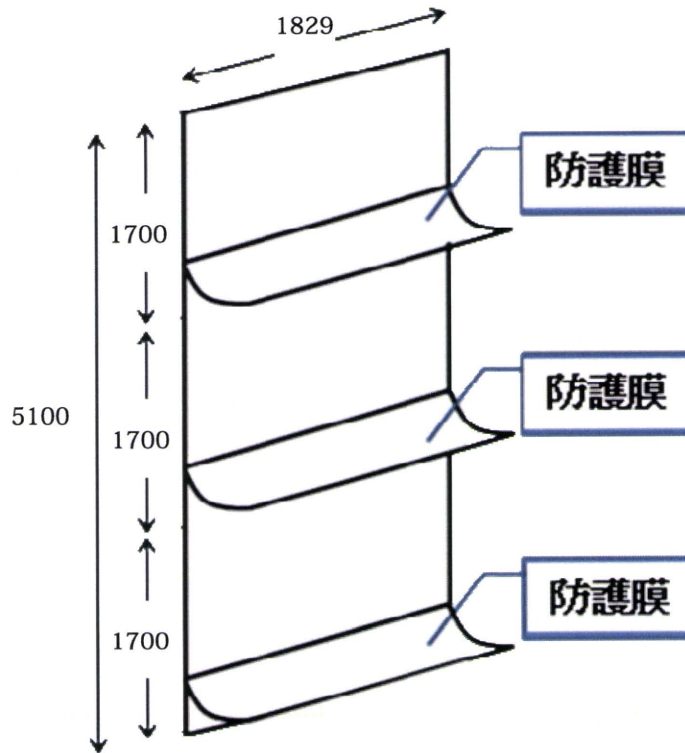


図1. 考案した防護膜付メッシュシート

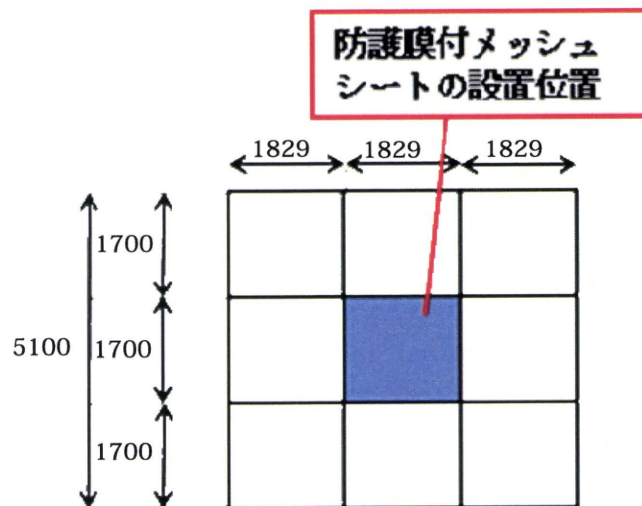


図2. 実験で使用した足場（3層3スパン）と取り付けたシートの位置

(c) 昨年度からの改良点

昨年度は、防護膜のはとめと床付き布わくの固定に、“2本よりに加工した繊維ロープ”を使用した。写真1に2本よりに加工した繊維ロープ（以下、Type-0モデル）、写真2に“2本よりの繊維ロープ”を用いて防護膜付メッシュシートを足場に設置した状況を示す。本年においては、考案した防護膜付シートをワンタッチで固定可能な2種類の取付金具を考案し、これを用いて固定を行った。考案した一つ目の取付金具（以

下、Type-1モデル）を写真3、その使用状況を写真4に示す。Type-1モデルは、防護膜のはとめとの固定に使用するフック部材と、床付き布わく裏側の爪部分との固定に用いる金具、それらをつなげる紐、および長さ調整部品で構成される。もう一つの取付金具（Type-2モデル）は、“紐および長さ調整金具”をゴム素材（厚み2mm×幅20mm）に変えたものである。Type-2モデルを写真5、その使用状況を写真6に示す。

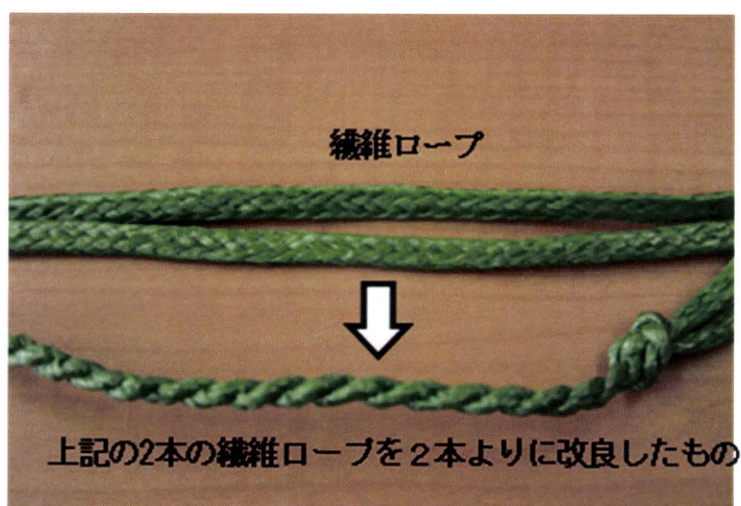


写真1. 2本よりに加工した繊維ロープ
(防護膜のはとめと床付き布わくの固定に昨年使用したもの)

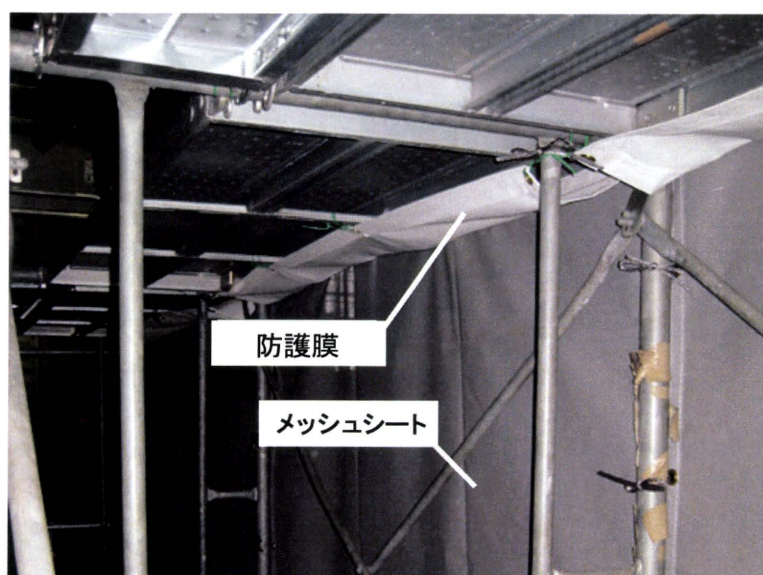


写真2. 防護膜付メッシュシートを足場に設置した状況



写真3. 新たに考案した取付金具 (Type-1 モデル)

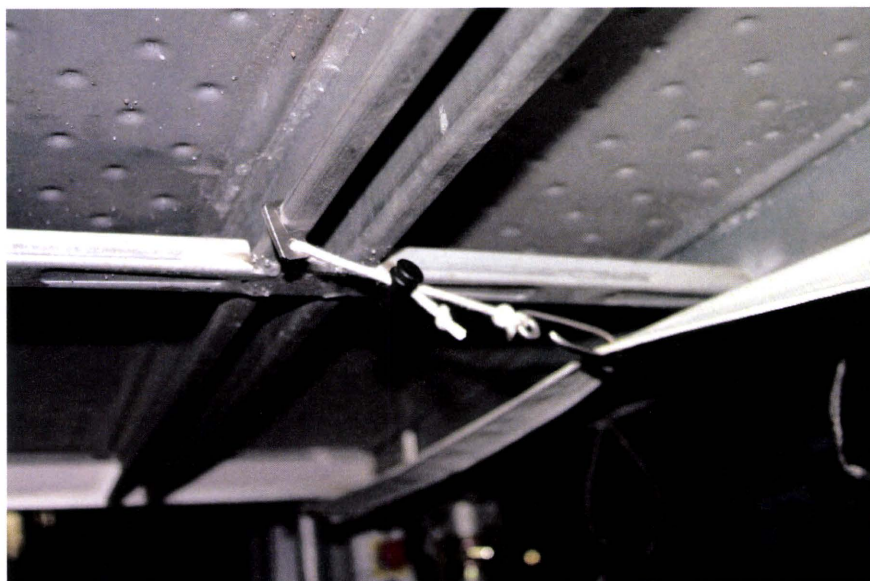


写真4. はとめと床付き布わくを固定するために考案した取付金具 (Type-1 モデル)

B-3. 人体ダミー

落体として用いた人体ダミーは、昨年度までと同様に重さ 85kg のものと、これに 15kg の錘を付加し、100kg としたものの 2 種類を使用した。錘を付加した人体ダミーを写真 7 に示す。人体ダミーの落下時の姿勢は、写真 8 に示す四つん這いであり、こ

の時のひざ下から腰の中心までの距離は、約 400mm になる。

B-4. 実験条件

実験条件を、表 1 に示す。実験条件は、①取付金具の種類、②人体ダミーの重量、③メッシュシート本体と足場との結束状況の違い、の 3 種類とした。



写真 5. 新たに考案した取付金具 (Type-2 モデル)

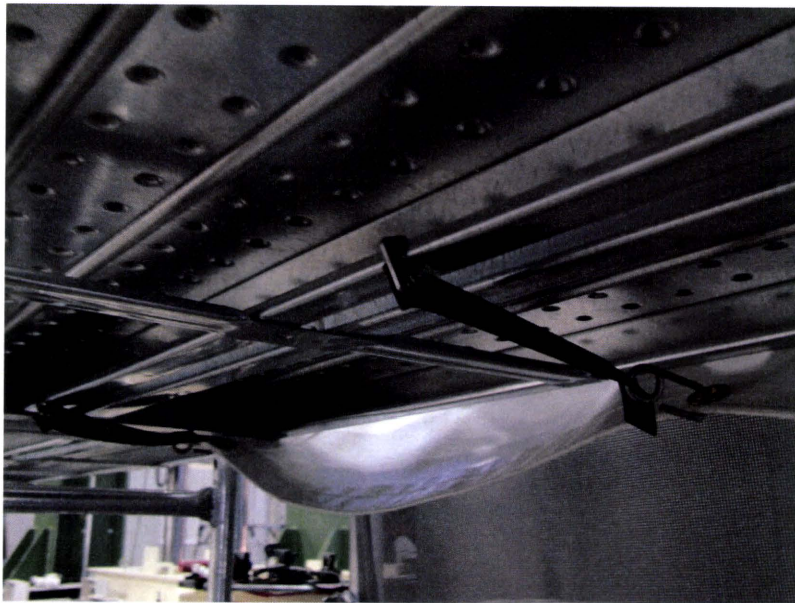


写真 6. はとめと床付き布わくを固定するために考案した取付金具 (Type-2 モデル)

表 1. 実験条件

番号	取付金具の種類		人体ダミーの重さ	メッシュシートと足場との結束状況
1	Type-1 モデル	長さ：可変	85kg	全はとめを結束
2				
3	Type-2 モデル	長さ:200mm ゴム	100kg	
4		長さ:200mm、ゴム端部 2 つ折り		
5		長さ:250mm、ゴム 2 枚重ね		
6				
7				
8	Type-0 モデル	長さ： 2 本よりの繊維ロープ	はとめを 1 つ置きに結束	
9				



写真7. 付加錘を取り付けた人体ダミー
(85kgの人体ダミーを100kgとしたもの)



写真8. 実験に用いた人体ダミーの落下姿勢

B-5. 実験の方法

実験は、人体ダミーを床付き布わく床面から高さ 1000mm の箇所まで吊り上げたのち、切り離し装置を用いて人体ダミーを自由落下させた。これにより、落下した人体ダミーは、床付き布わく上に設置された角度 43°の滑り台に衝突し、その後メッシュシートと床付き布わくとの開口部へと滑落するしくみとなっている。

C. 研究結果

実験結果を表 2 に示す。また、実験前後の人体ダミー等の状況を、写真 9～写真 26 に示す。

Type-1 モデル（実験番号 1, 2）の結果を見てみると、2 本よりの繊維ロープを用いた結果と同様に、人体ダミーの墜落を防止することができた。しかしながら取付金具を構成する紐の部分が一部破断を生じた。

一方、Type-2 モデルを取付金具とし、かつ人体ダミーの重量を 100kg に変更して行った実験では、幅 20mm 厚み 2mm のゴム 1 本による固定では、いずれも人体ダミーの墜落を食い止めることはできなかった。そ

こで、ゴムを 2 本重ねにしたものへ改良を加え、新たに実験を行ったところ、連続 3 回の実験で 2 回まで墜落を防止することができた。この連続 3 回目の実験では、墜落防止ができなかったが、①1 回の墜落を経験した場合は、通常取付金具を交換すること、②一箇所において、何度も墜落が生ずる可能性が低いことなどを踏まえると、この取付金具は、人体ダミーの墜落を防止可能なものであると判断される。

次に、メッシュシートと足場の建わくとの結束条件を変えた実験を行った。その結果、1 つ置きにはとめを結束した場合は、Type-2 モデルにおいても人体ダミーの墜落を防止することができなかった。これは、メッシュシートと建わくとの間の結束用繊維ロープが半減したことにより、水平強度および水平剛性が低下し、その結果ゴムを破断させ、人体ダミーが墜落に至った原因と考えられる。一方、2 本よりの繊維ロープを用いた実験では、一箇所でロープの破断が生じたものの、人体ダミーの墜落を防止することができた。これは、2 本よりの繊維ロープによる固定により、水平強度・剛性が一定程度確保されたためと考えられる。

表 2. 実験結果

番号	取付金具の種類		メッシュシートと足場との結束状況	人体ダミー墜落の有無	取付金具の状況
1	Type-1 モデル	長さ：可変	全はとめを結束	無	1 本破断
2				無	2 本破断
3	長さ：200mm ゴム	有		4 本破断	
4	長さ：200mm ゴム 端部 2 つ折り	有		2 本破断	
5	Type-2 モデル	長さ：250mm ゴム 2 本重ね		無	破断せず
6				無	破断せず
7				有	3 本破断
8				1 つ置きに	有
9	Type-0 モデル	長さ： 2 本よりの繊維ロープ	はとめ結束	無	1 本破断



写真 9. 実験 1 の実験前の状況



写真 10. 実験 1 の実験後の状況
(墜落防止された)



写真 11. 実験 2 の実験前の状況

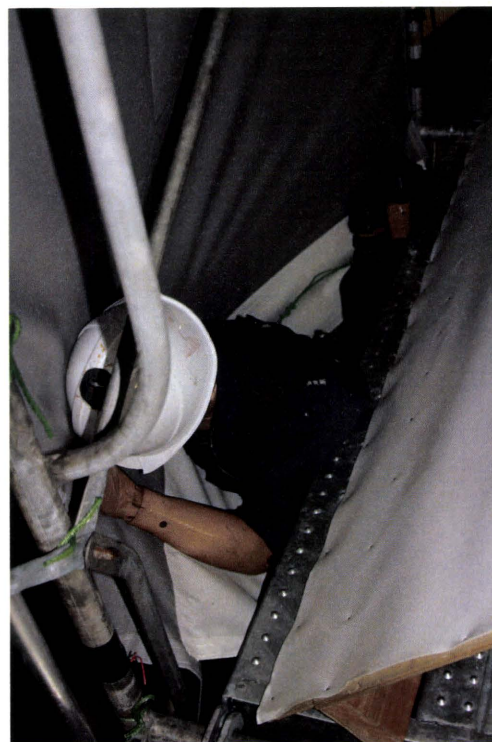


写真 12. 実験 2 の実験後の状況
(墜落防止された)



写真 13. 実験 3 の実験前の状況



写真 14. 実験 3 の実験後の状況
(墜落に至った)



写真 15. 実験 4 の実験前の状況



写真 16. 実験 4 の実験後の状況
(墜落に至った)



写真 17. 実験 5 の実験前の状況

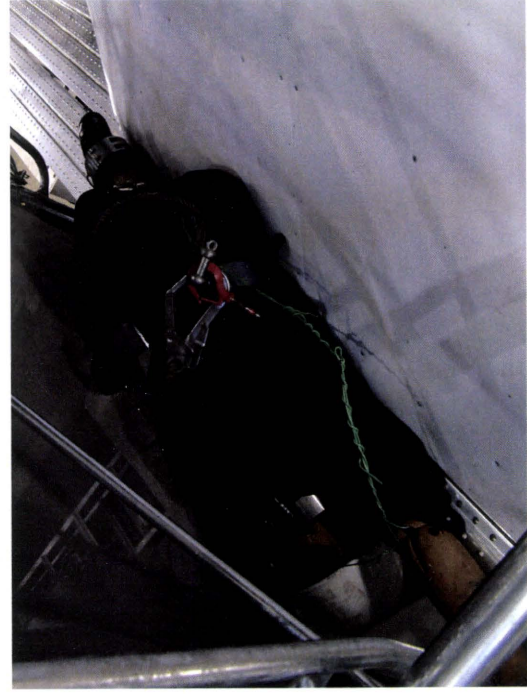


写真 18. 実験 5 の実験後の状況
(墜落防止された)



写真 19. 実験 6 の実験前の状況

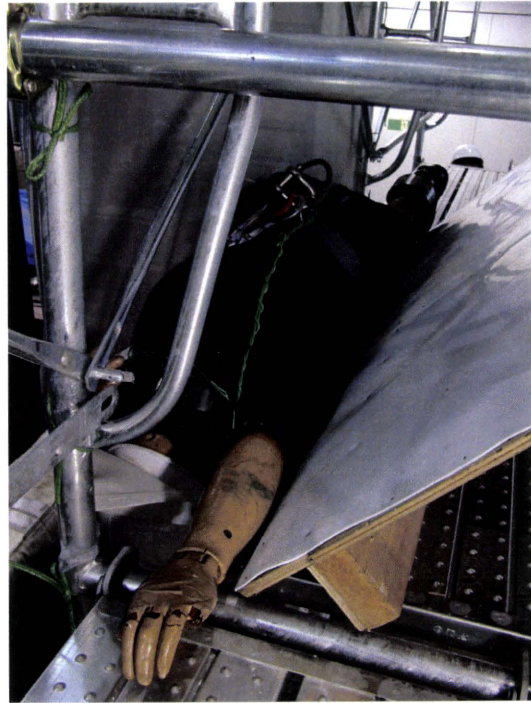


写真 20. 実験 6 の実験後の状況
(墜落防止された)