



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

4.2 Results of experiment

Figure 5 shows the results of the experiment. In the experiment that used special 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 sheeting (Case 3), the displacement was marginally decreased.

Table 2. 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 special couplers.
Case 3	The plastic sheets bound to the scaffolds by special couplers with strengthening from a small piece of sheeting.

Table 3 shows the statistical data for the hip depth of Japanese males from the ages of 18 to 59 from Japanese body size data 1992-1994 (Research Institute ... 1997)). The data were obtained from approximately 34,000 persons and were considered reliable for Japanese males. At the age of 18, the statistical data were fewest; the 5th percentile value for that age is indicated in Figure 5, which indicates that 95 % of persons are larger than that value. In Cases 2 and 3, the experimental values were smaller than the 5th percentile value even those for a weight of 400 N. More than 95 % of persons might be protected from falling using these installation methods.

It was found that the special coupler is effective in preventing the spread of the space between the work platform and the plastic sheets, and it is possible to easily reduce the risk of falling from the space with this method of plastic sheet installation. 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.

Table 3. Statistical data for the hip depth of Japanese males from the age of 18 to 59 by Japanese body size data 1992-1994.

Age	18	19	20-24	25-29	30-39	40-49	50-59
Mean	250.4	253.7	254.3	255.3	257.6	255.7	254.3
Standard deviation	22.0	23.0	22.1	20.5	21.3	20.6	20.9
5th percentile	217.2	220.7	220.7	224.1	224.1	224.1	220.7

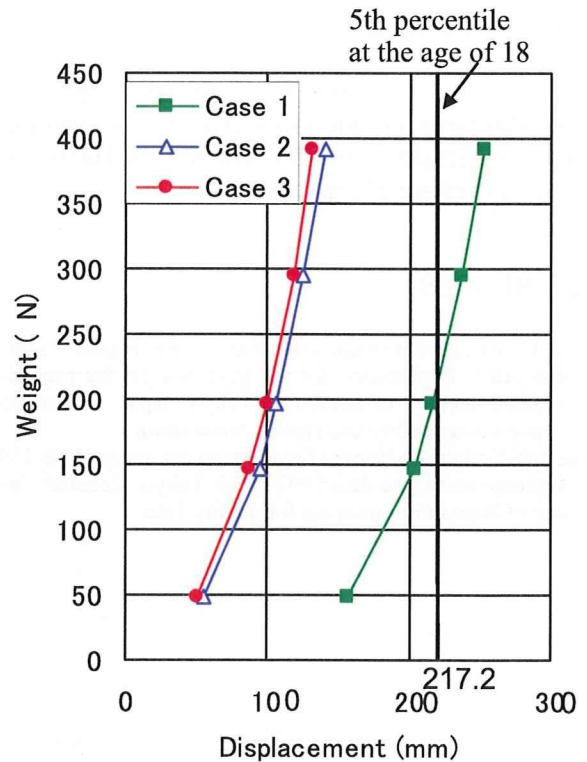


Figure 5. Experimental results.

5 CONCLUDING REMARKS

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

- 1) It was found that the plastic sheets were effective for fall protection given that the ideal installation method was followed, but that the ideal installation method is difficult to accomplish at all construction sites.
- 2) Given first finding, an easy and effective installation method for the plastic sheets using special couplers was proposed, and its effectiveness was examined experimentally.
- 3) When special couplers were used to fix the plastic sheets to the scaffolds, the spreading open of the space between the work platform and the plastic

sheets was very small compared with the case where fiber ropes were used.

- 4) Given the third finding, it is possible to reduce fall risk by using the special couple method of installing the plastic sheets.
- 5) When the plastic sheets were strengthened by the addition of a small piece of sheet, the space opened by a falling body decreased a little.
- 6) We are planning to improve the installation method of the plastic sheets by using a combination of the special couplers and the strengthening of the plastic sheets.

ACKNOWLEDGMENT

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

REFERENCES

- Japan Construction Occupational Safety and Health Association 2003. Explanation for the guideline on the preceding handrail method of scaffolds. Tokyo: Japan Construction Occupational Safety and Health Association.
- Research Institute of Human Engineering for quality Life 1997. Japanese body size data 1992-1994. Tokyo: Research Institute of Human Engineering for quality Life.

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

大幢勝利*, 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亡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亡者数が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。

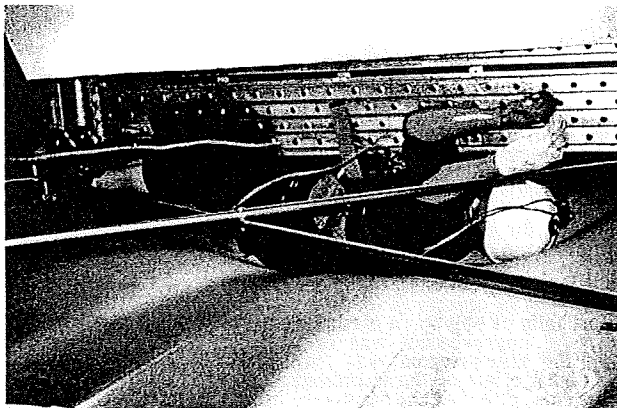


写真-1 倒れこんだ作業員による作業床とメッシュシートとのすき間の広がり

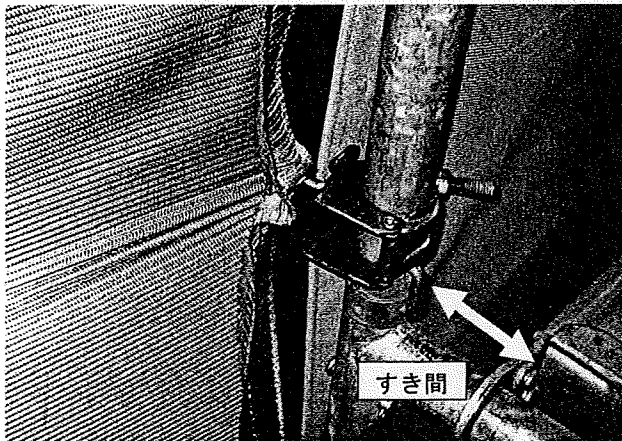


写真-2 メッシュシートを金具により強力に固定

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。

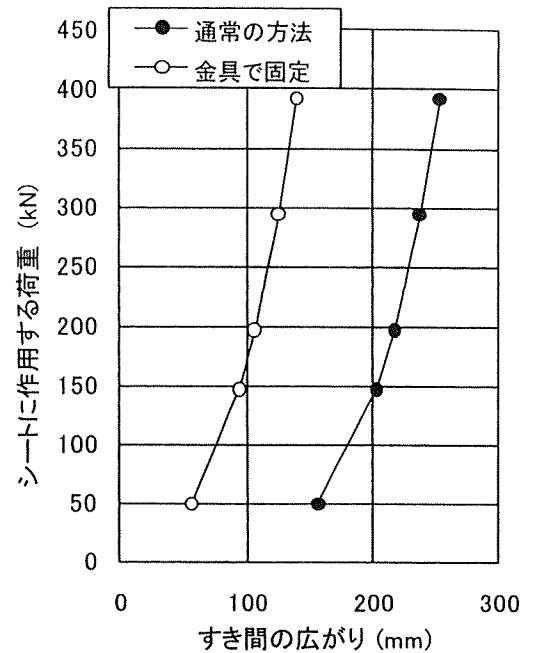


図-1 金具によるすき間の広がり

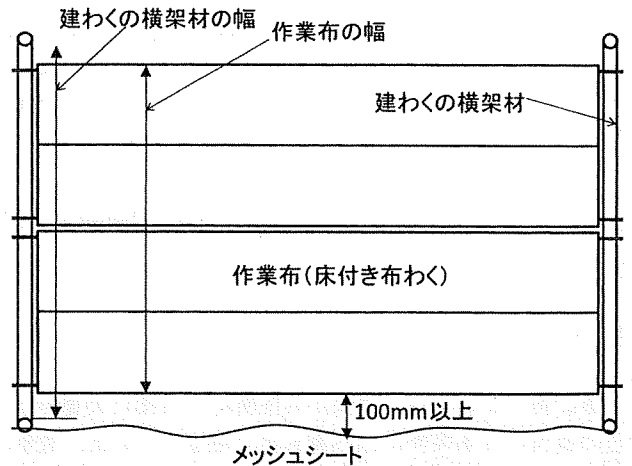


図-2 横架材と作業床の幅の差

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。

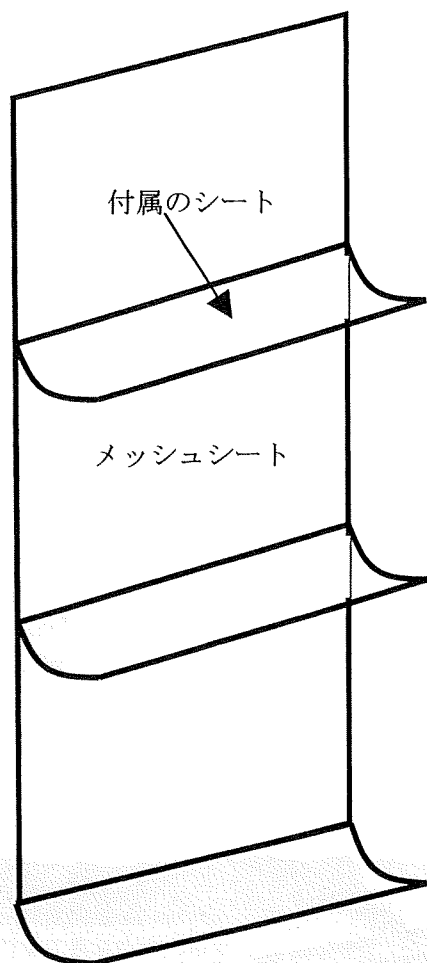


図-3 改良したメッシュシート

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ただけのものであり、付属のシートを通常のシートに縫って取り付けただけの縫込み式と、写真-4 に示すように現場で後付けできるように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工性が良いが、本研究ではペ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。

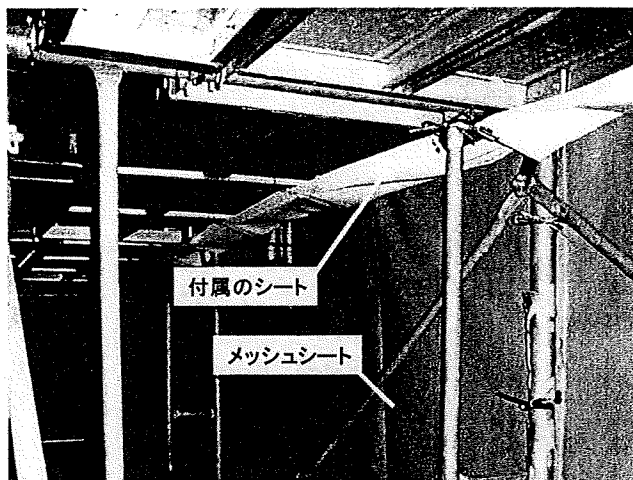


写真-3 メッシュシートに取り付けた付属のシート

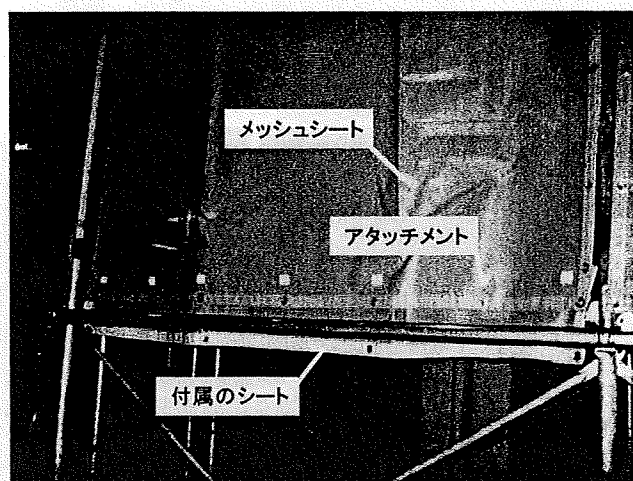


写真-4 差し込み式のメッシュシート

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、交さ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

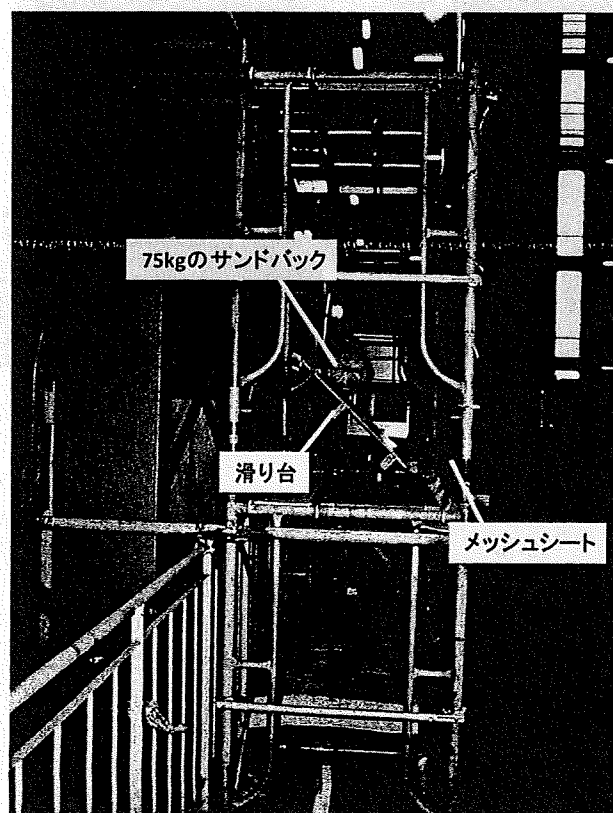


写真-5 実験③の実験前の状況



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では、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。

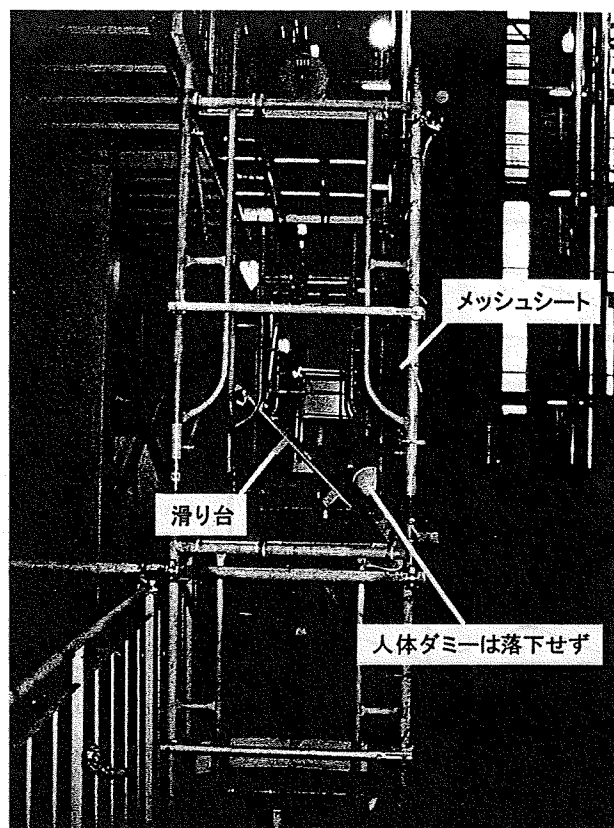


写真-7 実験⑤の実験後の状況

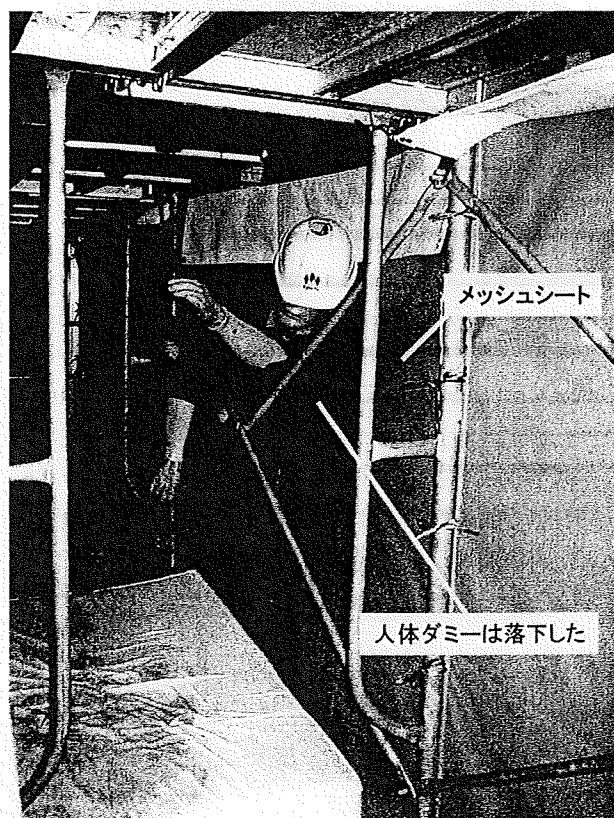
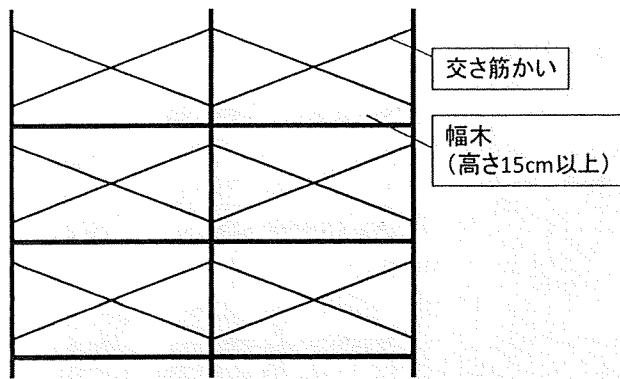
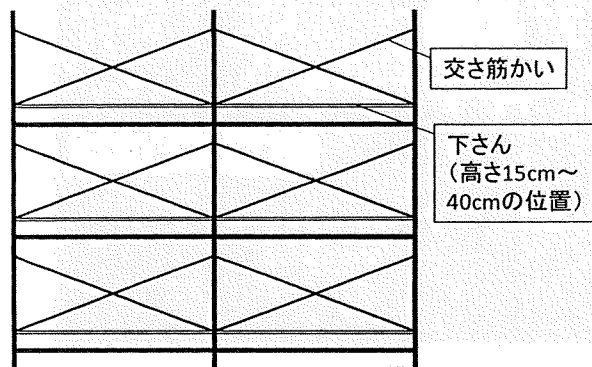


写真-8 実験⑥の実験後の状況



(a)幅木を設置した場合



(b)下さんを設置した場合

図-4 改正規則によるわく組足場の墜落防止措置の例

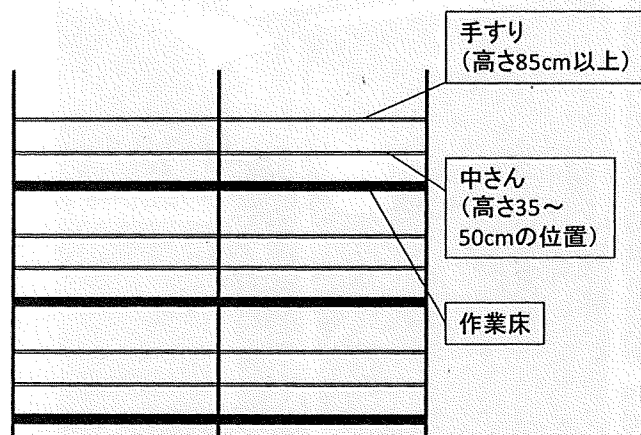


図-5 改正規則によるわく組足場以外の足場の墜落防止措置の例

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)

Safety Management Systems on Construction Site of Foreign Countries

Yasumichi HINO*, Katsutoshi OHDO**, Seiji TAKANASHI*** and Hiroki TAKAHASHI****

*Construction Safety Research Group, National Institute of Occupational Safety and Health, Japan, hino@s.jniosh.go.jp

**Construction Safety Research Group, National Institute of Occupational Safety and Health, Japan, ohdo@s.jniosh.go.jp

***Construction Safety Research Group, National Institute of Occupational Safety and Health, Japan, takanasi@s.jniosh.go.jp

****Construction Safety Research Group, National Institute of Occupational Safety and Health, Japan, takahah@s.jniosh.go.jp

Abstract: Many fatal accidents, which are mainly due to falling from above, have periodically happened in the construction industry. Various activities, such as applying new construction methods, safety and health management system, and the like, have been carried out for the prevention of labor accidents. However, labor accidents in the construction industry account for about 40% of all industry accidents in Japan, and further measures for prevention of labor accidents have been expected. The purpose of this study is to obtain fundamental data to establish new preventive measures for labor accidents from literature research and field investigation. From the results of these surveys in each country, the differences of laws, official inspection, and concepts for worker's compensation can be understood.

Keywords: Labor Accidents, Construction Safety Management Systems, Labor Law, International Comparison

INTRODUCTION

Many labor accidents at construction sites have occurred all over the world. Countermeasures have been proposed and carried out in each country. However, these accidents still have occurred just like booked events. Hence, literature research and field investigations were carried out at construction sites in advanced nations to obtain fundamental data, which were used for establishing new and effective countermeasures. This paper compiled a summary of these survey results.

METHODS

We carried out an international survey on safety management system in the construction industry. The matters of investigation are as follows:

- (1) Administrative organizations related to labor safety, their authorities and responsibilities
- (2) Responsibility to labor safety
- (3) Investigation methods of labor accidents in each country
- (4) Compensations to the victim
- (5) Appointment duty for safety supervisor or safety manager
- (6) Cost for labor safety in the construction industry
- (7) Administrative penalties and social sanctions against construction accidents or labor accidents

We investigated five countries in total, including the U.K., Germany, France, the U.S. and Japan. Literature researches and field investigations were carried out in each country and served as methods. We discovered the laws, regulations, and rules in each country, and investigated. Also, past literature relevant to labor safety in the construction industry, and websites of labor safety-related organizations were referred to in the literature research. The field surveys included interviews with the inspectors who belong to the administrative institutes.

RESULTS

1. Administrative organizations related to labor safety, their authorities and responsibilities

Administrative organizations related to labor security mainly belong to government offices [1]. In Germany, the social code authorizes authority and responsibility relevant to labor safety inspections to some organizations, unlike government offices [2-8]. Those organizations are cooperative unions of industrial injury insurance consisted of professional community. The social code authorizes them to have constitutive power regarding labor regulations, and also admit them the collection power due to infraction of their established regulations. The staff having the national qualification of the association has certain rights [6].

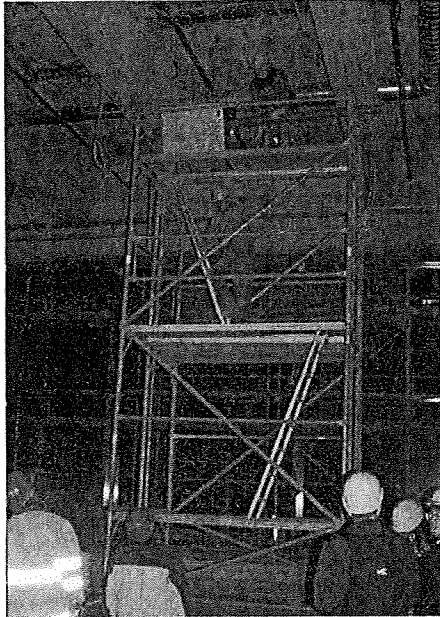


Photo 1 Official inspection at the construction site in Berlin

For example, these include, "permission authority at the entrance to the construction site," "call temporary halt to the contractor," and the like [6]. Photo 1 shows the situation of official inspection at the construction site in Berlin; at this time, the staff conducted an inspection in conjunction with Berlin city employees. The official inspections of the construction sites have been carried out in all countries [1]. The inspector has mainly investigated legal compliance relevant to labor safety. France is one of the characteristic countries, which has an original system [9]. Inspectors in France have been authorized with not only "entrance to the construction site," but also with "participation in the Safety and Health Committee" [9-10]. This country's inspector has investigated labor safety management systems at each construction site by using some method as stated previously.

2. Responsibility to the labor safety

In each country, there are some differences in the degree of responsibility for the main contractor and sub contractor regarding labor safety. France and the U.K. have imposed large responsibilities on the main contractor. However, there is a relative difference in both. In the U.K., the main contractor takes responsibility as a general rule. In France, the main contractor takes responsibility in all cases, if the accident occurred due to the negligence of the sub contractor. There is a belief in France that the main contractor must take responsibility regarding the selection of sub contractor.

Conversely, Germany and the U.S. have imposed equal responsibilities to the main and sub contractors. In Germany, a delinquent company takes maximum

responsibility. Also, in the U.S., the range of responsibility has been decided by contract.

3. Investigation method of labor accidents in each country

In any country, construction companies must declare the first occurrence of a labor accident when it happens. Many countries imposed a declaration duty to the government office, but few countries imposed it to organizations unlike government. For example, construction companies in Germany need to declare this to the unions of industrial injury insurance which is not governmental organization [5, 11]. Also, companies in France need to declare it to the public corporation of social insurance [12-14].

Investigations of the accident sites are performed in most countries. However, the details and degree of the investigation have a difference in location. Serious accidents are investigated regardless of location; however, minor accidents show a fluctuation in investigation details. For example, the regulatory authority of the U.K. investigate the kind of accidents which is occurred the victim who must take the suspension of business for more than three days. In Germany, the accident investigation is decided by the discretion of the inspector in charge.

4. Compensations to the victim

There are occupational injury insurance systems in each country [15-19]. Regardless of location, the contractor must have insurance. However, details of the insurance system vary. These systems can be divided into public insurance and private insurance. Germany, France, and Japan have adopted a public insurance system. Conversely, the U.K. and the U.S. have adopted a private insurance system. In Japan, the contractant of the insurance are the main contractor. Hence, sub contractors in Japan generally do not pay the insurance fee. In many countries, the contractant is the company, that the victim works for. In the U.S., the contractant is fixed by this contract. Hence, the contractant may be employer, main contractor, or the orderer of construction work.

Out-of-court settlements relevant to labor accidents are different in each country. In the U.K., they have essentially used court remedies to solve the issues relevant to labor accidents [18, 20]. Conversely, the victims employed in Germany, France, or the U.S. essentially impose a ban on damage suit relevant to the labor accident [2, 5, 7, 12-13, 16-17]. They can rarely sue the employer for damages under the

conditions of criminal intent or gross negligence. However, victims in France can recover damages by way of out-of-court settlements [12]. In Japan, the victims can sue for damage that is not recovered by compensation for industrial accidents. According to past statistics, there are many judicial or extrajudicial settlement contracts in Japan.

5. Appointment duty on safety supervisor or safety manager

Safety supervisors or safety managers must be appointed in every country [1, 10-11, 21]. In the U.K. and Germany, these specialists have been appointed by the operating body. In France, they have been appointed by the client. The operating body in the U.K. has a duty to appoint a capable director. They usually appoint affiliates of the Institute of Occupational Safety and Health (IOSH). Safety supervisors in Germany take part in a special training program for 12 weeks and must pass a national examination.

6. Cost for labor safety in the construction industry

The cost for labor safety is added to the cost computation regardless of the work category such as public or private work [11, 20]. However, there are differences between Japan and other countries. For public works, the cost is added to the cost computation. Main contractors in Japan usually cover the deficits. For private works, the cost is not essentially added in the cost computation. Hence, the main contractors absorb it all.

7. Administrative penalties and social sanctions against construction accident or labor accidents

Administrative penalties to main contractors have been prepared in many countries. The penalties in the U.S., the U.K., and France include the possibility of "interruption of business," "shutdown of public bid," and the like. But the government or the unions of Germany prepare only temporary stop instructions as the penalty. Main contractors are only restricted to enter public bids under the particular conditions indicating that the company has fallen behind in their tax payments.

Conversely, social sanctions have not been prepared in many countries. However, some criminal punishments have been executed in each country [6, 21]. In the U.K., criminal homicide by corporation

may be applied. In France, the convicted company may be obliged to publish the judicial decision in the newspaper at their own expense [10]. In the U.S.A., there is a judicial decision that orders the defendant to pay ten million dollars in compensation. In Germany and France, the account of industrial injury insurance paid by the main contractor is increased, even if the labor accident is caused by the negligence of the sub contractor.

CONCLUSION

The conclusions of this study are shown as follows:

- 1) Administrative organizations related to labor security mainly belong to the government office. In Germany, the social code authorizes authority and responsibility relevant to labor safety inspections to some organizations, unlike the government office.
- 2) The official inspections for the construction sites have been carried out in all countries. Inspectors in France have been authorized with "entrance to the construction site," and "participation in the safety and health committee".
- 3) France and the U.K. have imposed large responsibilities on the main contractor. Conversely, Germany and the U.S. have imposed equal responsibilities to the main and sub contractors.
- 4) In any country, constructors must declare the first occurrence of a labor accident when it happens.
- 5) In the U.K., they have essentially used court remedies to solve the issues relevant to labor accidents. Conversely, the victims employed in Germany, France, or the U.S. essentially impose a ban on damage suits relevant to the labor accidents.
- 6) The cost for labor safety is added to the cost computation regardless of the work category such as public or private work. However, there are differences between Japan and other countries.
- 7) Administrative penalties to main contractors have been prepared in many countries. The penalties in the U.S., the U.K., and France include the possibility of "interruption of business," "shutdown of public bid," and the like. The government or the unions of Germany prepare only temporary stop instructions as a penalty.
- 8) Social sanctions have not been prepared in many countries. In the U.K., criminal homicide by corporation may be applied. In France, the convicted company may be obliged to publish the judicial decision in the newspaper at their own expense.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to express our gratitude to the staff of the

institutes shown in Appendix 1, and we are especially grateful to Mr. Bernd Horn, Department of Labor Protection, Health Care, and Safety Technology, City Government of Berlin, and to Markus Stiller, Cooperative union of Construction Industry, Germany and to Patrick Moutel, Professional Organization of Accident Prevention on Public and Construction Works, France.

REFERENCES

- [1] Japan Federation of Construction Contractors and National institute of Occupational Safety and Health, "The Research Report of the International Comparison on Labor Safety and Health in the Construction Industry (in Japanese)," Japan Federation of Construction Contractors, 2009.4
- [2] Manfred L'owisch, "Contemporary Germany Labor law (in Japanese)," Horitsu Bunka Sha publishers Inc., 1995.10
- [3] Labor Safety and Fire Prevention Division of the General Insurance Association of Japan, "The Research Report on Laws and Regulation Relevant to Labor Safety and Fire Prevention in Overseas, German Version (in Japanese)," The General Insurance Association of Japan, 2001.4
- [4] Hidenobu Otani, "Labor on Germany (in Japanese)," The Japan Institute for Labor Policy and Training, 2001.10
- [5] Toru Furuse and Yuichi Shionoya, "Social Security of advanced nations, Germany (in Japanese)," University of Tokyo Press Foundation, 1999.4
- [6] Michael Kittner and, Ralf Pieper, "Occupational Safety and Health Act (in German)," Bund-Verlag GmbH, 2005.12
- [7] Kenichiro Nishimura, "Compensation for Labor Accidents in West Germany (in Japanese)," Proceedings of Labor Law Research, 1980.4
- [8] Bernd Götze, "German-Japanese Legal Terminology Dictionary (in Japanese)," Seibundou Publishers Inc., 1994.3
- [9] Labor Safety and Fire Prevention Division of the General Insurance Association of Japan, "The Research Report on Laws and Regulation Relevant to Labor Safety and Fire Prevention in Overseas, French Version (in Japanese)," The General Insurance Association of Japan, 2001.2
- [10] Bernard Teyssié, "Code du travail (in French)," LITEC JURIS-CLA, 2008.12
- [11] Japan Construction Occupational Safety and Health Association, "Research Group Report of Labor Safety and Health in the Construction Industry in Europe, German Version (in Japanese)," Japan Construction Occupational Safety and Health Association, 2007.10
- [12] Kishio Hobaru, "Compensation for Labor Accidents in France (1-5), (in Japanese)," Proceedings of Labor Law Research, 1981.2
- [13] Yuichi Shionoya and Yoshiharu Fujii, "Social Security of advanced nations, France (in Japanese)," University of Tokyo Press Foundation, 1999.7
- [14] Toshio Yamaguchi, "French Law Dictionary," University of Tokyo Press Foundation, 2002.3
- [15] Goichi Fujita andja, "Social Security of advanced nations, United States (in Japanese)," University of Tokyo Press Foundation, 2000.4
- [16] Hiroya Nakakubo, "Labor law of the United States (in Japanese)," Koubundou Publishers Inc., 1995.9
- [17] Hiroko Hayashi, "Compensation for Labor Accidents and the civil suit in the United States, (in Japanese)," Proceedings of Labor Law Research, 1979.6
- [18] Masahiro Kuwabara, "Compensation for Labor Accidents and the civil suit in the United Kingdom, (in Japanese)," Proceedings of Labor Law Research, 1980.2
- [19] "Manual of Labor Safety and Health Law (part 1-3), (in Japanese)," Roudou Chousakai Publishers Inc., 2009.6
- [20] Fumihito Komiya, "Labor Law of the United Kingdom (in Japanese)," Shinzansha, Publishers, 2001.8
- [21] Japan Construction Occupational Safety and Health Association, "Research Group Report of Labor Safety and Health in the Construction Industry in Europe, French Version (in Japanese)," Japan Construction Occupational Safety and Health Association, 2005.1

APPENDIX 1

We visited the following institutes, as well as their web pages, to conduct preliminary surveys and various interviews:

- (1) LAGetSi (Department of Labor Protection, Health Care, and Safety Technology, City Government of Berlin, Germany), <http://www.berlin.de/lagetsii/>
- (2) BAU (Cooperative union of Construction Industry, Germany), <http://www.bgbau.de/d/pages/index.html>
- (3) OPPBTP (Professional Organization of Accident Prevention on Public and Construction Works, France), <http://www.oppbtp.fr/>
- (4) Ministry of Labor, Social Relations, Family, Solidarity, and Urbia, France, <http://www.travail-solidarite.gouv.fr/>
- (5) HSE (Health and Safety Executive, United Kingdom) <http://www.hse.gov.uk/>
- (6) HSL (Health and Safety Laboratory, United Kingdom) <http://www.hsl.gov.uk/>
- (7) OSHA (Occupational Safety and Health Administration, United States), <http://www.osha.gov/>
- (8) DCCI Danny's Construction Co., Inc, United States, <http://www.dannysconstruction.com/>
- (9) Japan International Center for Occupational Safety and Health, <http://www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/index.html>
- (10) EU (European Union), <http://europa.eu/>
- (11) Statutory Accident Insurance Fund, Germany, <http://www.dguv.de/>
- (12) INRS (National Institute for Research of Safety, France), <http://www.inrs.fr>
- (13) BLS (Bureau of Labor Statistics, United States), <http://www.bls.gov/>

Fundamental Study on Fall Protection from Scaffolds by Plastic Sheets

Katsutoshi OHDO*, Seiji TAKANASHI**, Yasumichi HINO***,
Hiroki TAKAHASHI**** and Yasuo TOYOSAWA*****

* National Institute of Occupational Safety and Health, Kiyose, Tokyo 204-0024, Japan, ohdo@s.jniosh.go.jp

** National Institute of Occupational Safety and Health, Kiyose, Tokyo 204-0024, Japan, takanasi@s.jniosh.go.jp

*** National Institute of Occupational Safety and Health, Kiyose, Tokyo 204-0024, Japan, hino@s.jniosh.go.jp

**** National Institute of Occupational Safety and Health, Kiyose, Tokyo 204-0024, Japan, takahah@s.jniosh.go.jp

***** National Institute of Occupational Safety and Health, Kiyose, Tokyo 204-0024, Japan, toyosawa@s.jniosh.go.jp

Abstract: In Japan, protective measures to reduce falls from scaffolds have been strictly applied within industry safety guidelines, and such measures have significantly decreased 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. That committee's work experimentally confirmed the effectiveness of using plastic sheets as a covering around scaffolds to protect against falls of construction materials (a method widely used in Japan). However, the workers fell from the space between the work platform and the plastic sheets very occasionally. Based on those results, the plastic sheets were improved for fall protection from the space, and the effect of the improved sheets was confirmed experimentally.

Keywords: Scaffolds, Fall Protection, Construction, Plastic Sheet

INTRODUCTION

The frequency of fall accidents is one of the most serious problems in construction industries, and the countermeasures for the fall from the scaffolds had been tightened as the institution of guidelines etc. in Japan. These countermeasures take the particular effect as the decrease of the death accidents by the fall from the scaffolds. However, the rate of the fall death accidents is still high in the construction industries, and the countermeasure became the main point of the 11th Labour Accidents Prevention Plan in Japan. For more tightening of the countermeasure for the fall from the scaffolds, the committee was established in our institute by the Japan Ministry of Health, Labour and Welfare, and the investigation on the regulation of the overseas country and the evaluation of the construction methods by the guidelines were carried out on the fall protection system.

From the results and the discussion, it was found that in the case of the pipe scaffolds, the workers sometimes fell from the space between the hand rail and the work platform, and the workers also fell from the space between the braces and the work platform in the case of the prefabricated scaffolds. To prevent the fall of the workers from the space, the space have to be made narrow. The plastic sheets, which covered around the scaffolds and widely used in Japan, as

shown in Photo 1, have a few effects for this purpose. However, the workers fell from the space between the work platform and the plastic sheets very occasionally. In the cases, the space was spread by the workers weight, and the workers fell from the spread space. Therefore, in this study, the plastic sheets were improved for fall protection from the spread space, and the effect of the improved sheets was examined experimentally.



Photo 1 Scaffolds covered with plastic sheet

IMPROVEMENT OF PLASTIC SHEETS

Photo 2 shows the typical prefabricated scaffolds used in Japan. The plastic sheets, which envelop the scaffolds, are able to protect the workers from falling. 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, as shown in Figure 1. Therefore, in this study, the plastic sheets were improved for fall protection from the spread space, as shown in Figure 2.

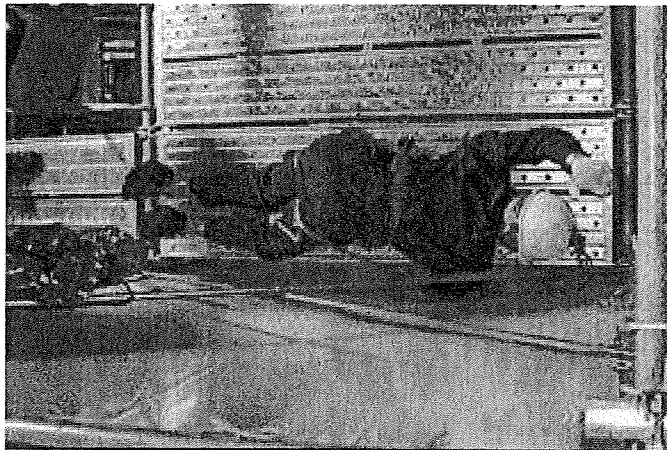


Photo 2 Typical prefabricated scaffolds used in Japan

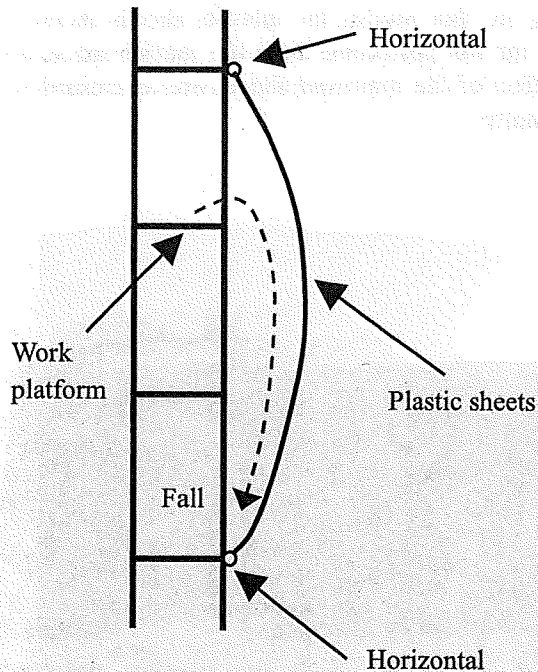


Fig. 1 Fall from the spread space between the work platform and the plastic sheets

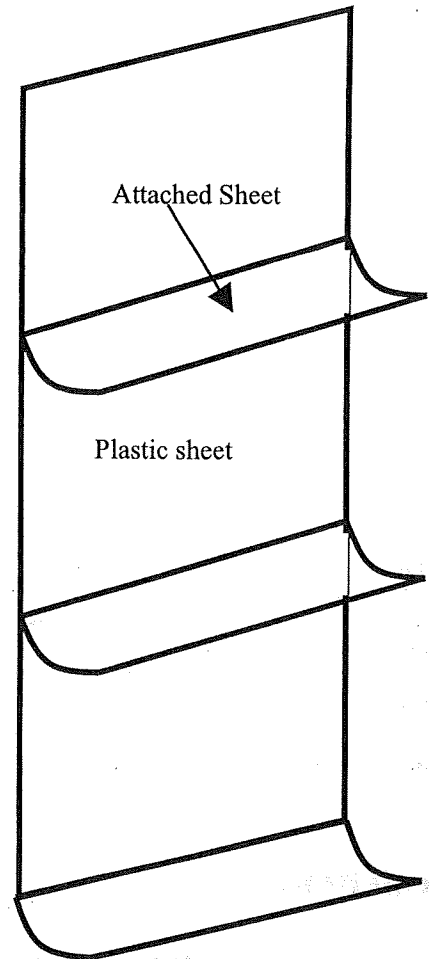


Fig. 2 Improved plastic sheet

The improved sheet has attached sheets, as shown in Photo 3, and the attached sheets were sewed with the plastic sheet near the work platform.

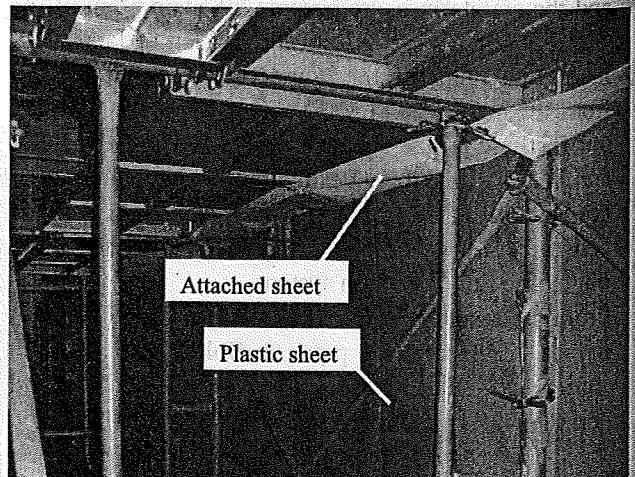


Photo 3 Attached sheet sewed with plastic sheet

EXPERIMENTAL MEATHOD

Table 1 shows experimental conditions for examining the effect of fall protection by the improved sheet. The attached sheets were fixed to the work platform by three kinds of materials.

- 1: Fiber ropes
- 2: Steel wires with a diameter of 1.0 mm
- 3: Steel wires with a diameter of 2.3 mm

The experiments were performed by using a sand bag and a human dummy. The sand bag or human dummy were fallen into the spread space by using a slope, and these were fallen from the height of 640 mm above the work platform, as shown in Photo 4. In only case 5, the human dummy was fallen from the height of 1000 mm for confirming the further safety, as shown in Photo 5.

The mass of the sand bag or human dummy was 75 kg, and the space between the plastic sheet and the work platform was 160 mm, as shown in Figure 3.

Table 1 Experimental condition

Case	Fixed by	Fall Height	Fallen object
1	Fiber rope	640 mm	Sand bag
2	Wire(1.0mm)	640 mm	Sand bag
3	Wire(2.3mm)	640 mm	Sand bag
4	Wire(2.3mm)	640 mm	Human dummy
5	Wire(2.3mm)	1000 mm	Human dummy
6	Non	640 mm	Human dummy

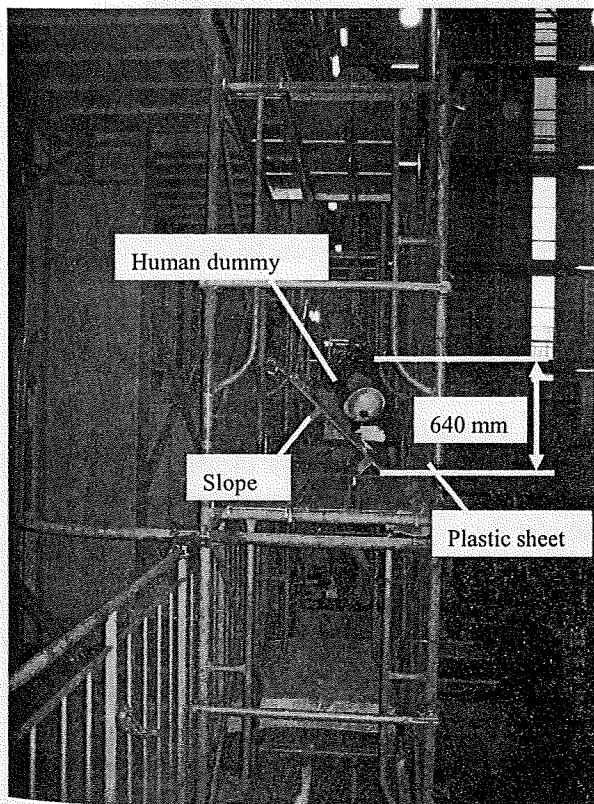


Photo 4 Fall from height of 640 mm above work platform

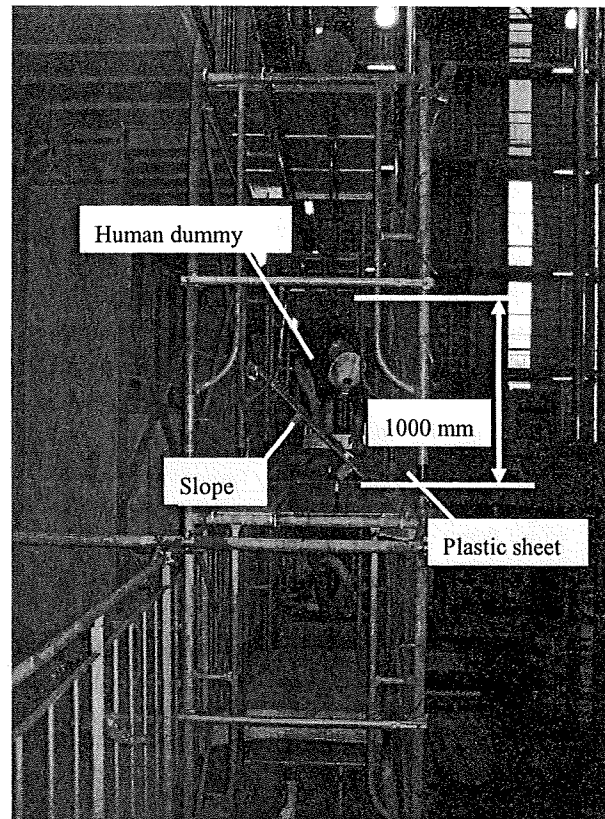


Photo 5 Fall from height of 1000 mm above work platform

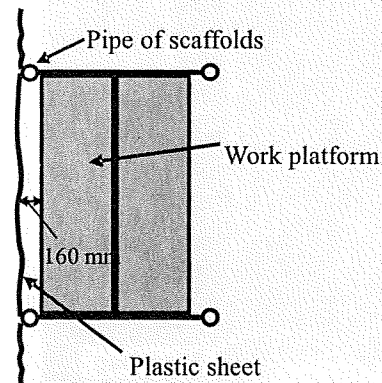


Fig. 3 Space between plastic sheet and work platform

RESULTS OF EXPERIMENT

Table 2 shows the results of experiment. For case 1-2, the sand bag fell below the work platform, as shown in Photo 6. Then, the fiber ropes and the steel wire with 1.0 mm diameter were cut by the mass of the sand bag. However, the sand bag did not fall below the work platform for case 3, as shown in Photo 7.

From the results, it was assumed that the fiber ropes and the steel wire with 1.0 mm diameter would not be used as the materials for fixing the attached sheets to the work platform. Therefore, the steel wire with 2.3 mm diameter was used as the materials for fixing the attached sheets, in case 4-6. Then, the human dummy was used for the fallen object.

For case 5, the human dummy did not fall below the work platform, even if the fall height was 1000 mm, as shown in Photo 8. However, for case 6 which was not fixed the attached sheet and was the normal construction condition, the human dummy fell below the work platform, as shown in Photo 9.

Therefore, it was concluded that the improved plastic sheets was effective for fall protection from the scaffolds when the attached sheets were fixed by the steel wire with at least 2.3 mm diameter.

Table 2 Results of experiments

Case	Fixed by	Fall Height	Results(Fell / Not)
1	Fiber rope	640 mm	Fell, sand bag
2	Wire(1.0mm)	640 mm	Fell, sand bag
3	Wire(2.3mm)	640 mm	Not, sand bag
4	Wire(2.3mm)	640 mm	Not, human dummy
5	Wire(2.3mm)	1000 mm	Not, human dummy
6	Non	640 mm	Fell, human dummy

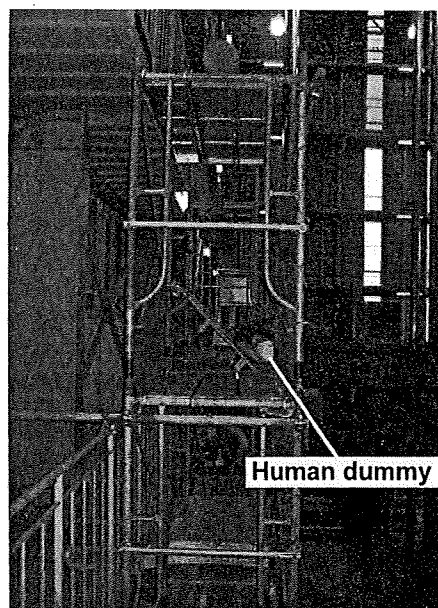


Photo 8 Result of experiment for case 5

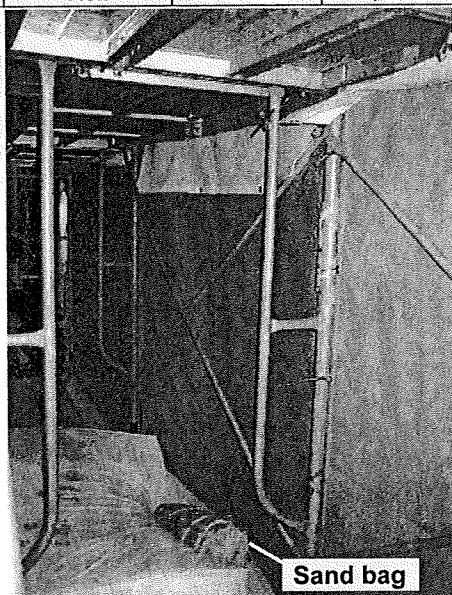


Photo 6 Result of experiment for case 2

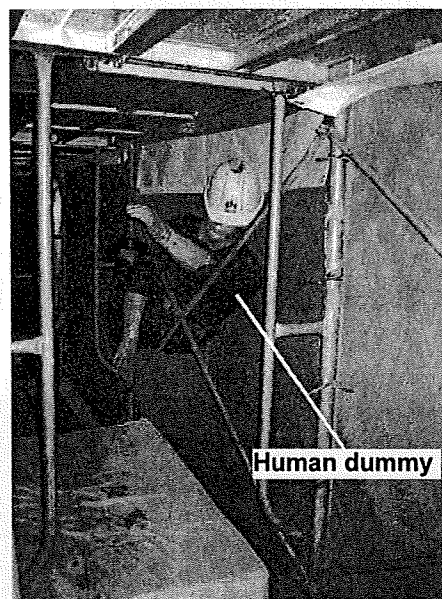


Photo 9 Result of experiment for case 6

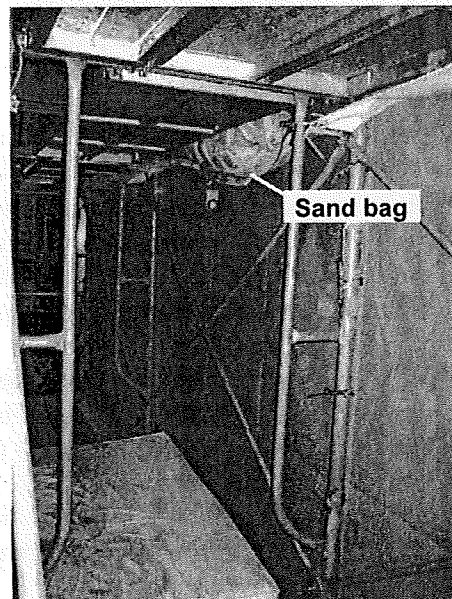


Photo 7 Result of experiment for case 3

CONCLUSION

In this study, the plastic sheets were improved for fall protection from the scaffolds, and the effect of the improved sheets was examined experimentally. From the results of the experiments, it was concluded that the improved plastic sheets was effective for fall protection from the scaffolds.

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by Health and Labour Sciences Research Grants (Research on Occupational Safety and Health) in 2009 from the Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan.

足場からの墜落防止に対するメッシュシートの機能に関する基礎的研究

○大幢勝利, 豊澤康男, 高梨成次, 日野泰道, 高橋弘樹 (労働安全衛生総合研究所)

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つき、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、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表れている。

しかし、建設業における死亡災害のうち、墜落災害によるものが依然として最も多く発生しており、現在においても建設業全体の約 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機能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、人体ダミーを用いた墜落実験、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

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¹⁾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。

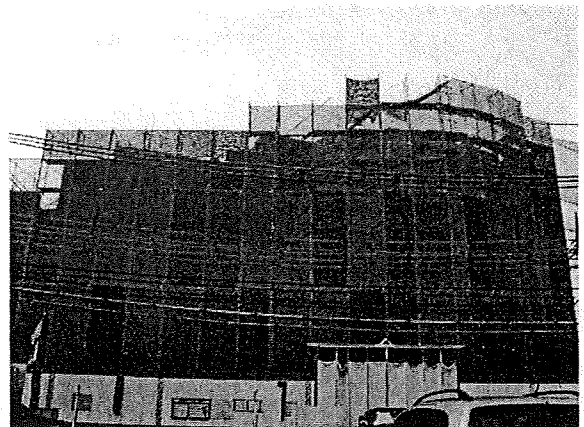


写真 1 メッシュシートを取り付けた足場

図 1 に、仮設工業会の使用基準どおりに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じめは、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、人体ダミーによる実験により検討した事例²⁾が過去にあるが、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、図 1 に示すように、落下してしまっ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。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あると考えられる。

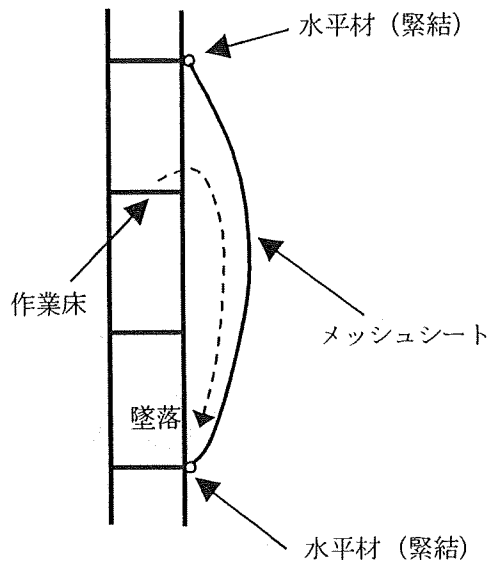


図1 メッシュシートを取り付けた足場の状態

文献2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、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、文献2と同様に人体ダミーを用いて行った。

写真2および写真3は、その時の状況を表したものである。写真2は、典型的なわく組足場にメッシュシートを仮設工業会の基準どおりに取り付けた場合において、作業者が転んで交さ筋かいの下に倒れ込んだ状態を示す。また、写真3は、歩行中の作業者が足を踏み外した場合を示す。いずれの場合においても、人体ダミー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。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込んだ場合において、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と推察される。

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、墜落リスクを低減させる方策について検討した。

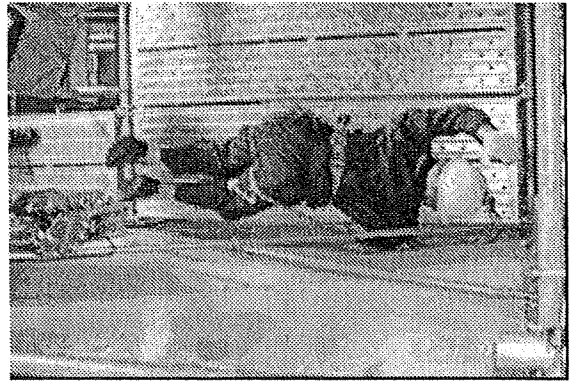


写真2 交さ筋かいの下に倒れ込んだ状態



写真3 足を踏み外した状態

3. 墜落防止補助効果に関する実験

本研究においては、わく組足場に交さ筋かいが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した。よって、交さ筋かい等を取り付

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。

人体ダミーによる写真2の実験のように、交さ筋かい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の間に倒れこんだ場合、両者の間のすき間が広がり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で、倒れこんだ作業者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で、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を調べた。

図2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錘により水平方向に引っ張ることにより、その時の錘の重量（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4に示す。水平荷重は、50Nから400Nとした。

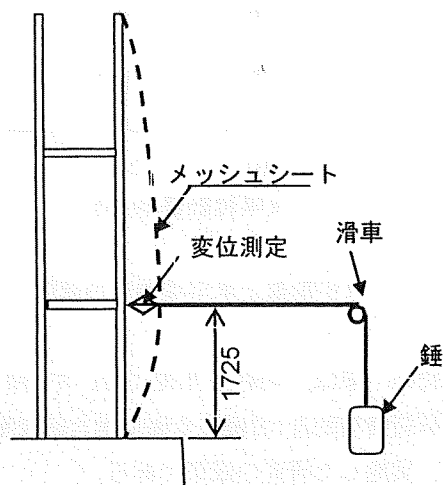


図2 実験概要

実験では、建わくの脚注に、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だけの場合を基本として、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、写真5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、写真6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。

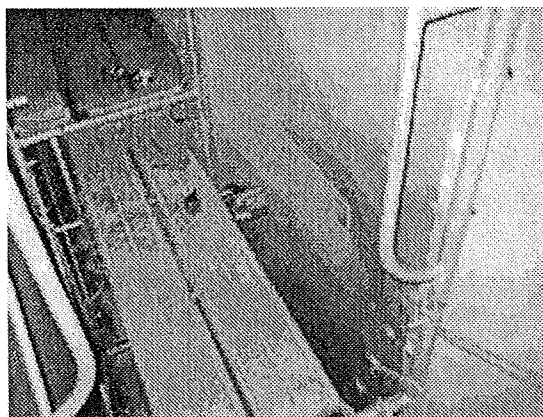


写真4 メッシュシートの水平移動量の測定

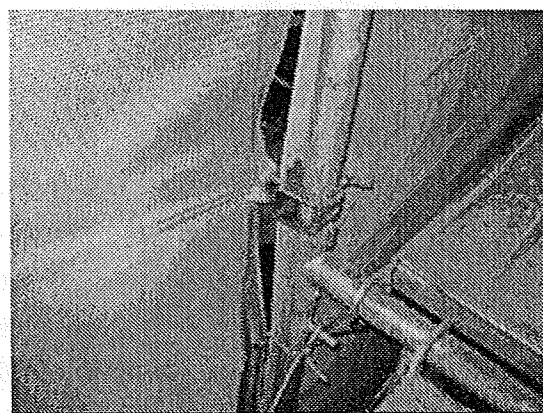


写真5 金具により強力に固定した場合

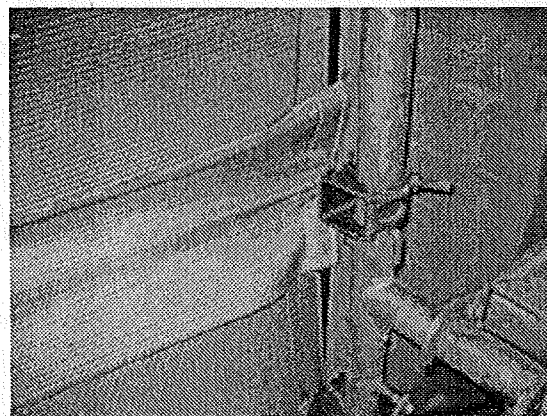


写真6 シートを2枚重ねにした場合

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図3に示す。また、その時の条件を表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られた場合、Case 2は、金具を用いて取り付けられた場合、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、水平移動量の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3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3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しか抑えることができなかった。

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、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。

5. おわりに

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機能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。2009年6月1日から施行された改正労働安全衛生規則では、交さ筋かいの下に「さん」をつけることが義務付けされたが、本研究に

より取り付け方を改良したメッシュシートと併用することにより、作業者の墜落・転落災害を防止する効果を大幅に高められると考えられる。

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られた場合
Case 2	金具を用いて取り付けられた場合
Case 3	金具を用いる+メッシュシートを2枚重ねた場合

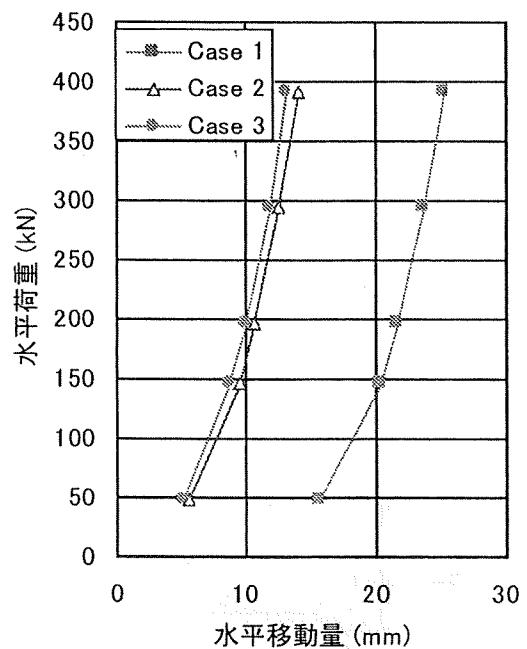


図3 水平荷重と水平移動量の関係

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) (社) 仮設工業会：仮設機材認定基準とその解説, 2007.
- 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.