

損傷を受けた構造物の改修・解体工事における安全対策

—その3 波板スレート屋根工事における新しい墜落防止工法の検討—

日野泰道*1

波板スレート屋根の大雨・台風等に起因する災害復旧工事では、建物内部への雨水の侵入防止等の観点から、緊急性の高いものとなる場合が多い。同工事では高所作業となる場合が多いため、十分な墜落防止対策を講じて作業を実施することが求められるが、その際は、各種墜落防止対策を講ずる間の安全対策についても、適切な対策を講ずる必要がある。

本報は、波板スレート屋根工事の墜落防止対策を講ずるまでの間の安全対策として、新しく親綱取付金具を考案し、同金具を用いた工法による墜落防護性能について、実験的に検討を行ったものである。実験の結果、波板スレート屋根踏み抜き時に想定される落下高さに対して、十分な強度性能を有していることが本実験の条件下において明らかとなった。

キーワード：親綱取付設備、波板スレート屋根、墜落災害、災害復旧工事、労働災害

1 はじめに

波板スレート屋根工事では、高所作業を伴う場合が多いため、十分な墜落防止対策を講じて作業を行うことが求められるが、その際には、各種墜落防止対策を講ずるまでの間の安全対策についても適切な安全対策を講じることが必要である。

しかしながら、大雨・台風等に起因する波板スレート屋根の災害復旧工事では、工事の緊急性などの要因から十分な墜落防護措置を講じずに作業を実施したり、工事内容の見積り・確認作業などを実施する場合が見受けられ、これらによって踏み抜き事故が数多く発生している。

そこで本報では、波板スレート屋根工事の踏み抜きに起因する墜落防止対策を講ずるまでの間の安全対策として、新しく親綱取付金具を考案し、同金具を用いた工法による墜落防護性能について実験的に検討を行った。

2 波板スレート屋根工事で利用する“新しい親綱取付金具”を用いた墜落防止工法

本報で考案した波板スレート屋根で使用される新しい親綱取付金具を写真1に示す。この金具は、180mm×30mm×10mmのアルミ板とフックボルト2本で構成され、同アルミ板は波板スレート屋根との接合に用いる2つの穴を有している。この2つの穴の間隔は、波板スレート板（大波スレート板）¹⁾の山と山との間隔（130mm）と等しい間隔となっており、かつフックボルトを穴へ挿入するための遊びを設けたものとなっている。この金具を波板スレート屋根に設置し、それに親綱を取り付けた状況を写真2に示す。本金具は、波板スレート屋根の上に本研究の文献2に示すような墜落防止対策（踏抜防護シートによる墜落防止対策）等を講じる際や、屋根補修箇所の確認・点検・見積り作業などの短期間に終了する作業において、親綱または緊張器付きの子綱と組み合わ

せた墜落防止対策の実施において使用されることを想定している。



写真1 本報において考案した新しい親綱取付金具



写真2 親綱取付金具に親綱を取り付けた例

3 新しい親綱取付金具の安全性検証実験

1) 実験諸元

本研究で考案した親綱取付金具の安全性を検証するため、踏み抜き事故時に想定される落下高さ（図1参照）から、片足で波板スレート屋根に着地する場合を仮定し、写真3に示す落体（日本人男性の平均体重：65kg）²⁾を落下させる実験を行った。実験時における波板スレート屋根は、同種屋根の基本構造（梁・母屋の典型的な設置間隔）と過去の災害発生現場の状況を踏まえ、800mm×650mmの範囲を踏み抜き箇所と仮定し、この部分のスレート材を取り除いたものとした。落下時に親綱取付金具に作用する衝撃荷重として、最大値を見込んだ実験とするためである。つまり本実験の条件は、通常の現場

*1 建設安全研究グループ

連絡先：〒204-0024 東京都清瀬市梅園1-4-6

労働安全衛生総合研究所 建設安全研究グループ 日野泰道*1

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

で想定されるものよりも厳しい危険側の条件となっている。実験パラメータは①落下高さ、②親綱（緊張器付き子綱または安全帯フック）、③落下位置と親綱取付金具との距離である（図2参照）。実験概要を写真4に示す。

2) 実験結果

実験結果の一覧を表1に示す。親綱取付金具に“子綱と緊張器”を組み合わせた場合には、想定される落下高さである高さ300mmからの落体の落下に対し、いずれの場合も地上への落下を防止することができた（写真5参照）。また落下高さをその倍の600mmとした場合や、落下位置と親綱取付金具との距離を変化させた場合においても、その落下を防止することが本実験の条件下で確認された。同実験において使用した親綱取付金具の実験

後の状況を写真6に示す。落体が落下開始前に有していたポテンシャルエネルギーは、落下によって運動エネルギーに変化するが、この運動エネルギー（落下エネルギー）を、親綱取付金具と波板スレート屋根との接合で用いたフックボルトの強硬な塑性曲げ変形能力によって、エネルギー吸収したことで、落体の墜落防護が実現されたと考えられる。なおフックボルトは、波板スレート板とは異なり、良好な塑性変形性能を有していることから、本実験で想定した落下条件よりも更に大きなエネルギーに対しても、フックボルトの破断に伴う地面への落下が生ずるまでには、一定程度の余裕が確保されているものと推測される。

一方、親綱取付金具に安全帯のフックを直接取り付け



図1 実物大波板スレート屋根試験装置



写真3 実験で用いた落体

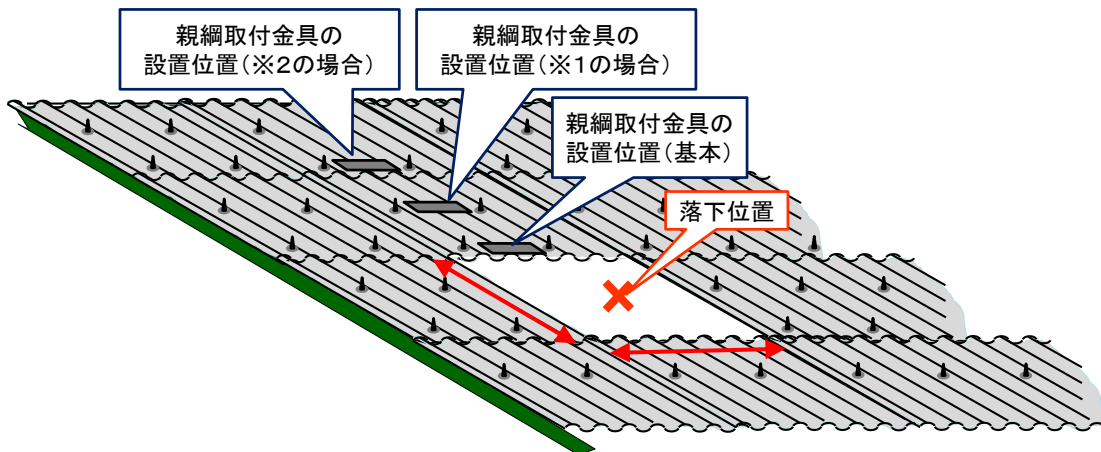


図2 落下位置と親綱取付金具の距離

表1 実験結果

取付方法	安全帯のフック	安全帯のフック	子綱+緊張器	子綱+緊張器
落下高さ	300	600	300	600
実験1	落下せず	落下せず	落下せず	落下せず
実験2	落下せず	落下せず	落下せず	落下せず※1
実験3	落下せず	落下	落下せず	落下せず※2

※同一条件の実験は、実験1から順に屋根部材を交換せずに行った。

※1と※2は取付金具の取付位置が異なる。



(a)安全帯のフックで連結した場合



(b)緊張器付き子綱で連結した場合

写真4 実験概要



写真5 実験結果

(緊張器付き子綱の例: ※2の場合)



写真6 実験後の親綱取付金具およびフックボルト

た実験においても、落体の地上への落下を防止することが本実験の範囲で確認された。

ただしこの場合では、落下時において安全帯のフックが波板スレート屋根と激しく衝突することにより、波板スレート屋根を大きく破損させる傾向にあることが観察された。本実験では新品の波板スレート板を使用しているが、これが経年品であった場合には、安全帯のフックと波板スレート屋根との衝突に起因する屋根破損が労働者の墜落防護性能に悪影響を及ぼす可能性が考えられる。

そのため、本研究で考案した親綱取付金具を使用する場合は、安全帯のフックにより波板スレート屋根に大きな衝撃を与えないような配慮（例えば、フックにカバーを設け、緊張器付きの子綱を使用する等）のもとで使用することが望ましいと考えられる。

以上から、本研究で考案した親綱取付金具は、踏み抜き事故で想定される落下に対して、十分な安全性を有していることが本報の厳しい実験条件下で確認された。

4 波板スレート屋根工事における新しい墜落防止対策の提案

文献 1, 2 および本報での実験結果を踏まえ、波板スレート屋根工事における新しい墜落防止対策を以下に示す。作業開始から墜落防止対策構築までの手順を図3～図7に示す。

<組立手順>

- ① 屋根棟付近へ昇降用足場あるいは高所作業車により接近し、本研究で考案した親綱取付金具を波板スレート屋根に接合する。（スレート波板 2 か所にドリルで穴をあけ、親綱取付金具の穴を介してフックボルト 2 本を母屋（チャンネル材）に引っ掛け、屋根上部よりボルトで固定する）
- ② その親綱取付金具と緊張器付きの子綱を取り付ける。
- ③ それを命綱として、波板スレート屋根の必要箇所に親綱取付金具を増設する。
- ④ 各箇所に設置された親綱取付金具を命綱として、共同で踏抜防護シートを通路および作業予定箇所へ固定する。
- ⑤ 歩み板や作業床を設置する。

※ 作業終了後においては、上記の手順の逆をたどることにより、安全確保を行うものである。

※ なお、けらば方向の端部からの墜落に対する安全性については、十分な検討が尽くされている段階にならないため、別途安全対策を講じてください。

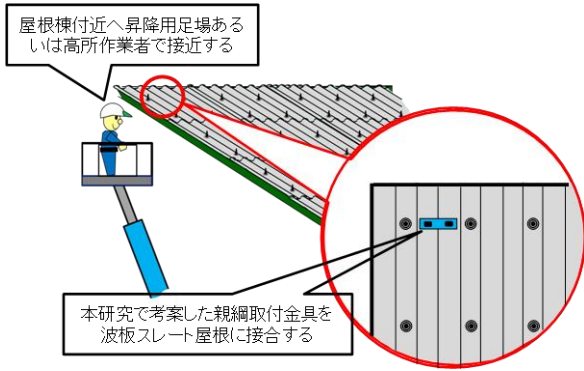


図3 組立手順① (親綱取付金具の設置)



図4 組立手順② (親綱または緊張器付き子綱の接合)

5 まとめ

波板スレート屋根工事の踏み抜きに起因する墜落防止対策を講ずるまでの安全対策として新しい親綱取付金具を考案し、それに緊張器付き子綱を組み合わせた工法の安全性について、実物大波板スレート屋根を用いて実験的検討を行った。その結果、想定される落下高さからの落体の落下に対し、地面への衝突を防止できることが本報の厳しい実験条件下で確認された。

また本研究(文献2, 4)および本報の検討結果を踏まえ、波板スレート屋根工事における新しい墜落防止対策(作業開始から墜落防止対策構築までの手順)を提案した。

参考文献

- 1) せいの強化セメント板協会, 技術資料 スレート波板
- 2) 日野泰道, 損傷を受けた構造物の改修・解体工事における安全対策—波板スレート屋根工事で使用する踏み抜き防止シートの検討—, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, 2012年
- 3) 社団法人 人間生活工学研究センター, 日本人の人体計測データ 1992-1994, 平成9年10月
- 4) 日野泰道, 損傷を受けた構造物の改修・解体工事における安全対策—波板スレート屋根工事における墜落災害発生要因の分析—, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, 2012年

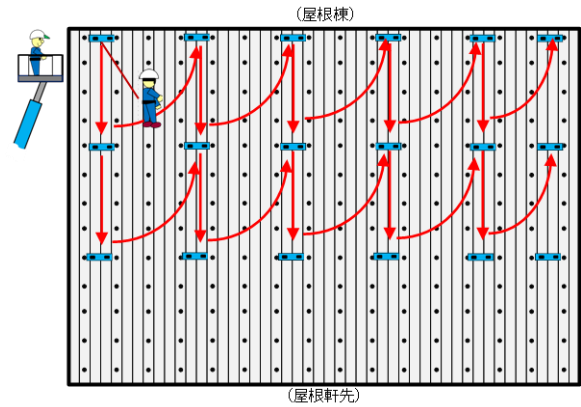


図5 組立手順③ (必要箇所に親綱取付金具を増設)

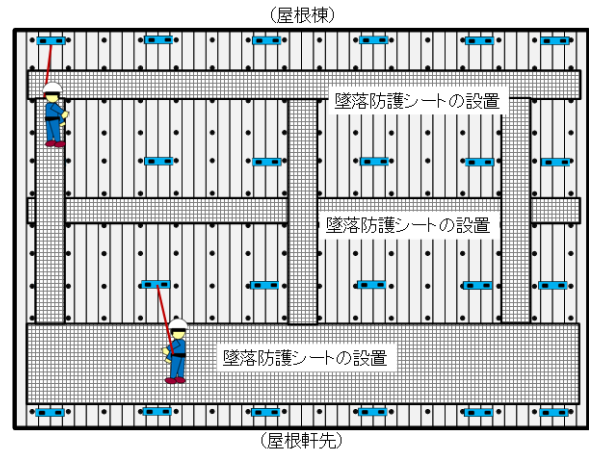


図6 組立手順④ (踏抜防護シートの設置)

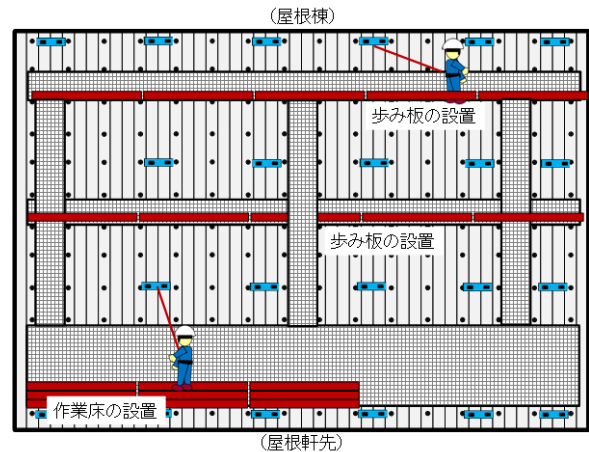


図7 組立手順⑤ (歩み板や作業床の設置)