

定尺縦継ぎ／折板の改修工法について

日鉄住金鋼板株式会社
名和手 哲・山下 真司

建材分野の今後のトレンドとして、これまでのスクラップ&ビルドの時代からストック型へ移行すると考え、従来より複数の改修工法の商品化に取り組んで来ました。その中でも工場や倉庫などの非住宅屋根で定番であるハゼ式折板の改修工法として商品化した『折板カバー®工法 かいしん®』は縦継ぎが容易で、既存の屋根より高強度化を図ることが出来る従来にはない工法です。今回は当工法の商品化に至る経緯や取り組み等をご紹介します。

1. 非住宅屋根の変遷

古い工場、倉庫の屋根といえば波形スレートを最初に思い出される方が多いと思います。波形スレートは、大正6（1917）年に国内で最初に製造、販売されましたが、太平洋戦争後の復興で急速に普及し、その後の日本の高度経済成長時代を支え、多くの工場や倉庫それに鉄道駅舎などに使用されたのは周知の通りです。

一方、鋼板の長尺コイル化が可能となり（1953 年）、その利点を生かした折板が開発（1963 年）されると非住宅屋根の形態が一変しました。長尺成型可能な折板は、①1枚当たりの面積が大きく葺き効率が良い。②軽量で剛性の高い形状に加工出来るため、母屋や鉄骨等を削減出来る。③流れ方向のジョイントがなく止水性が高い事から緩勾配に対応可能となり、建物の室内空間を有効に利用出来る、等のメリットが挙げられ、折板屋根は非住宅分野に飛躍的に普及して行きました。その後、より意匠性が良く止水性の高いハゼ式折板や、強度が高く施工性の良い嵌合式折板、

断熱性の高い二重折板工法等が開発され現在に至ります。

2. 非住宅屋根の改修需要

波形スレートは、もともと重ねただけのジョイントのため防水性に乏しい事に加え、経年劣化による強度低下が比較的大きく外的要因による破損等で雨漏れし易いという欠点がありました。そのため、1980 年代頃から鋼板製のカバールーフの改修需要が生まれ、各メーカーが一斉に波形スレート改修用のカバールーフを開発しました。そして、自動車業界をはじめ各種基幹産業などの工場屋根の大型改修工事に採用されました。その最中アスベストショックが起こりアスベストを多く含んだスレートは産業廃棄物として特別管理の指定を受け、葺き替えの際の処分費が高騰した事もカバー工法の需要の追い風となりました。さらには健康被害の声が高まり、アスベストを含んだ粉塵を出さな



写真-1 弊社 波型スレート改修／間接固定工法
『エパールーフ®やまなみ®サドル工法』

い間接固定工法が開発され、各メーカーが鋸を削り間接固定工法を商品化しました。

波形スレートのカバー工法は現在も旺盛な需要は失われてはいませんが、大型物件の改修は一巡し、改修物件は小型化しており、各地の地場の工事業者が対応する時代に入っています。それに代わり主役は折板の改修に徐々に移りつつあると考えています。特に最も多くの大型工場や倉庫に採用され現在も定番の屋根材であるハゼ式折板の改修需要が顕在化の兆しを見せています。改修の方法としては塗り替えや葺き替えという選択肢はあるものの、屋内の営業や操業、ランニングコスト等を考えるとやはりカバー工法が今後の主流であると考えます。

3. 開発コンセプト

ハゼ式折板の改修工法として各社商品化している工法はありますが、弊社も含めて何れも二重折板の部材を流用した既存工法の延長線上の物がほとんどでした。今後の改修需要の増加を見越し、この分野を牽引して行ける工法を目指すため、改修工事における特有の事象について見詰め直しました。建設当時の状況、現在の状況、そして今後の見通しを踏まえて熟考した結果、“縦継ぎ”と“強度”というキーワードが浮かび上がりました。

(1) 縦継ぎ

前述のように折板は長尺で施工する事が基本ではありませんが、改修工事と言う視点から見ると長尺であるが故の問題点が見えてきました。

主な問題点

- ・建設当時は周辺に建物がなく現場成型で施工出来たが、現在は増改築により現場成型するスペースがない。
- ・道路環境が変わり、大型トレーラーが入って行けない。
また、運送には最寄の警察署の許可が必要で煩わしい手続きや措置を要すると共に、コストアップにも繋がる。
- ・屋根施工後、庇等の設置により荷揚げが出来るスペースが限られ、長尺品の荷揚げが困難。

これらの問題は、定尺の折板を縦継ぎして施工する事で解消出来る事から改修工法では、縦継ぎ工法が必須であると判断しました。



写真-2 現場成型状況

(2) 強度

古い工場、倉庫を見ると母屋間隔が広い印象を受ける事がしばしばあります。これは、建設当時の強度基準が折板の断面性能だけで評価されていた事によります。その後、数々の風災害を経験し接合部強度の重要性が示され現在の評価基準が構築されました。一般的に実用域では負圧の接合部強度（以下接合部強度と表記）が支配的であるため、古い建物は現行の強度基準に照らし合わせると、接合部強度が不足となる確率が高いと言えます。改修物件では新築と異なり、母屋を追加する事は困難であるため、現行の強度基準に適合させるためには、既存折板よりも接合部強度を向上させる必要があります。現在の所、改修工事で強度を問われるケースは多くはないですが、今後は必ず必要になるファクターと考え、改修する事で（既存屋根より）接合部強度の向上が図れ、現行基準に適合させる事が可能な工法をコンセプトの一つとしました。

4. 商品化へのアプローチ

(1) 縦継ぎ

縦継ぎをする上でクリアしなくてはならない課題は、やはり防水性です。これまでも施工現場では幾重にもパッキンを貼り付け、シーリングを施して縦継ぎをするケースはありましたが、作業者の技量に頼る所が多い作業となります。さらに、シーリングは経年による劣化で防水性が低下する事も懸念されます。それに加えてこの作業は非常に手間が掛かります。これらの事柄が、一般的に折板で縦継ぎ

が行われない理由です。従って当工法ではこれらの問題を解消すべく、①作業者の技量によらず安定した防水性が得られる。②経時的に安定した防水性を確保する。③簡単に施工ができる。というキーワードを掲げて開発を進めました。

開発当初から上記②の観点からドライシールを目指しました。防水性を確保する構造としては、複数の止水リブと最終止水ラインのパッキンという止水構造でしたが、特に止水リブをどのように設けるか頭を悩ました所です。当初は折板自体にプレス加工を施す仕様でしたが、製造面を考えると設備が大きくなるため、設置出来る成型加工拠点が限定されます。加工拠点の汎用性を考慮すると、設備の省スペース化が求められました。

他の方法としてホットメルトで止水リブを成型する方法も検討しましたが課題が多く断念しました。試行錯誤の結果、辿り着いたのが商品化した止水プレート方式です。これは、止水構造部分を部材化するという発想です。この方式により止水構造部分は別部材として供給できるため、成

型加工拠点は新たな設備を導入する必要がなくなり加工拠点の汎用性を高くする事が出来ました。施工の面でもこの部材を折板の重なる部分に挟み込むだけで止水構造を構築出来るため、非常に簡単かつ安定した防水性を確保した縦継ぎが可能となりました。

止水プレートは、表裏面に施した複数の止水リブとそれらの間に生じる減圧空間で風雨の勢いを緩め、最終止水ラインのパッキンで止水する防水機能に加え、中に入った水を速やかに排水する機能も備えています。また、重なりあう折板に適度な空間を設ける事で毛細管現象を断ち切る役割も果たしています。これらの機能により、腐食に対しても有効な工法となっています。

(2) 強度

一般的に、ハゼ式二重折板の接合部強度で最も弱い部分は上折板と吊子の接合部強度です(以下吊子強度)。よって、まずこの部分の強度を向上させる必要があります。

この課題に対して当工法では、吊子の肩部に複数のリブ

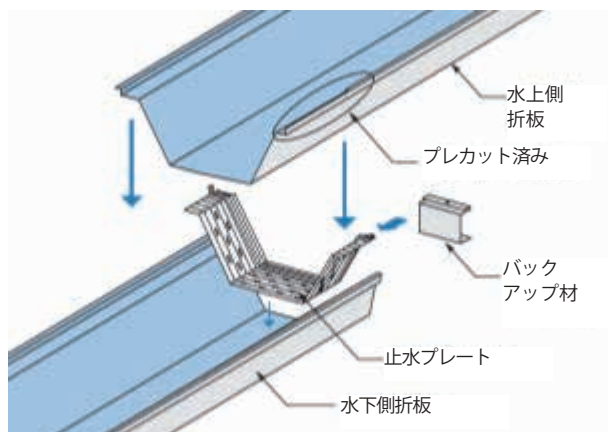


図-1 かいしん®の縦継ぎ構造

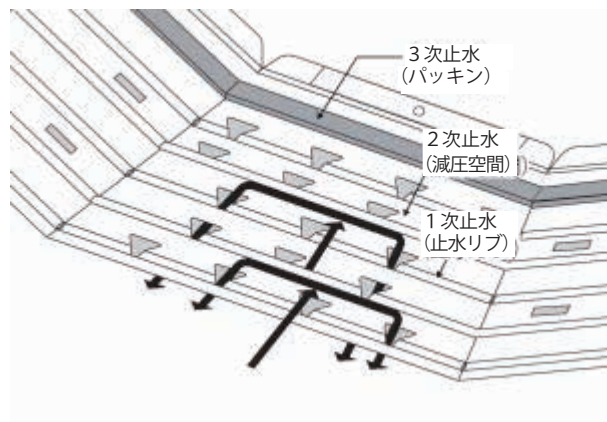


図-2 止水プレートの機能

を施す事で高強度化を図っています。一般的な角ハゼ折板の吊子強度は 2000~3000(N/箇所)程度(許容値…安全率=2、弊社試験結果より)に対し当工法の吊子強度は 4500(N/箇所)と 1.5~2 倍の強度を実現しています。

次に問題となる強度は、下折板と固定金具の組み合わせ強度ですが、一般的なハゼ式折板では(ハゼ部を掴み込んで金具を固定する方式の場合)、下折板のタイトフレームと吊子の固定部分の強度が支配的になります。(図-3 参照)改修物件の場合、その強度は既存折板の種類によって異なるため、強度を把握するのは困難であり強度検討が出来ない場合がほとんどです。裏を返せば、既存折板の吊子固定部に頼らず、安定した強度が得られる固定金具の固定方法であれば強度は明らかとなり、強度検討可能な工法となり

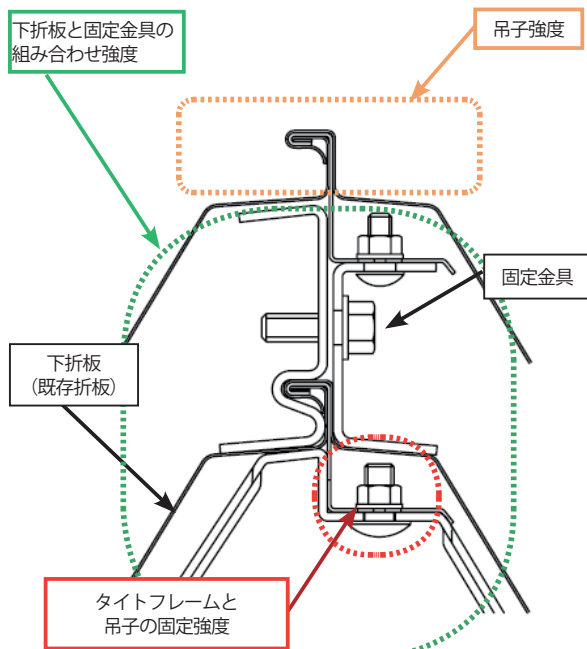


図-3 二重折板の接合部強度
(ハゼ掴み込みタイプ)

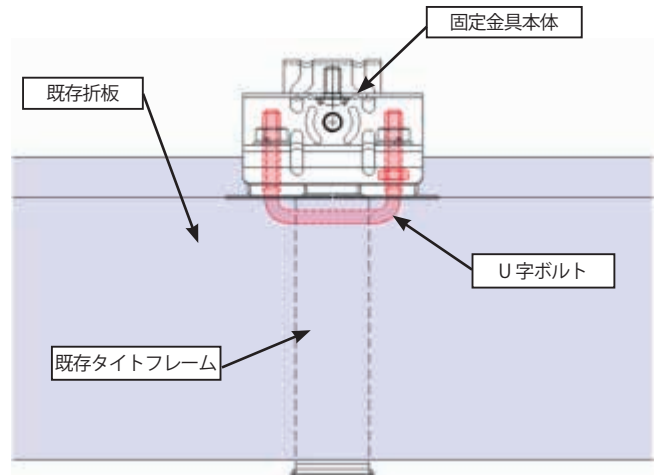


図-4 かいしん®の固定金具

ます。その手段としてタイトフレームに直接ネジ固定する工法が従来工法にありますが、この場合、屋内側にネジの切り屑が落下するため屋内側の養生が必要となり、作業中でも改修工事が行えるというカバー工法の利点が大きく阻害される事になります。

この問題を解決するために、当工法ではネジを打たずにタイトフレームに直接固定金具を留め付ける方法として、U字状のボルトをタイトフレームに潜らせた状態で金具を固定する方法を開発しました。(図-4 参照) この固定法により、既存のタイトフレームから安定した固定強度を得ることが出来ます。

この固定法ではU字状のボルトを通すため折板に穴を明ける必要がありますが、その穴明け作業に対しても切り屑を屋内に落下させず簡単に穴明けが出来る方法も併せて開発しました。

以上により、様々な種類のハゼ式折板に対しても安定した固定金具の強度が得られる事から、高強度化した吊子の

強度を十分に発揮出来ます。そのため、改修物件であっても強度検討が可能で、既存折板よりも強度を向上させる事が可能な工法となりました。

5. 性能評価

(1) 縦継ぎの防水性評価

台風や爆弾低気圧時等、強風を伴う降雨を想定した防水性は、散水送風試験機を用いて評価しました。止水プレートの仕様最適化や折板形状が及ぼす影響等を確認するため、散水試験を繰り返し行った結果、優れた防水性を発揮する止水構造となりました。

さらに、積雪・寒冷地環境下の防水性評価のため、北海道に実曝試験体を設置し、冬季中の観察を行っています。上折板と下折板の間にビデオカメラを設置し、積雪～融雪時に漏水がないかを視覚的に観察した結果、1 mを越える積雪条件下でも問題ない事を確認しています。

(2) 強度評価

各部材類の接合部強度については、SSR2007の標準試験に準拠した試験方法にて一次評価を行っています。しかしながら、当工法は縦継ぎを行う工法であり、縦継ぎが強

度に及ぼす影響は標準試験のように接合部分を切り取った試験だけで評価出来ないとの判断から、動風圧試験による実大サイズでの評価を行いました。

また、評価条件として、縦継ぎの有無、縦継ぎの位置、補強金具を中間配置した効果等、多くの条件で動風圧試験を実施し、その結果に基づいて許容耐力を算出しています。動風圧試験の破壊形態の多くは標準試験とは異なる結果でした。例えば標準試験では吊子の変形して折板のハゼ部から抜け出す破壊形態でしたが、動風圧試験では、縦継ぎ部分の折板谷部が反転する破壊形態が主でした。これは折板端部の剛性が低いため、接合部強度（吊子強度）の破壊レベルより先に折板が破壊に至ったと判断します。もちろん、吊子を高強度化した事で吊子強度が折板の反転する強度を上回ったという見方もできます。

何れにしても、標準試験における許容耐力（＝4500N/箇所）に比べ動風圧試験結果から算出した許容耐力（＝4100N/箇所）は低くなりますが、当工法はより実態に近い評価方法での結果である後者の数値を許容耐力としています。それでもなお、一般的な角ハゼ折板の許容耐力（＝2000～3000N/箇所）に比べると1.4～2倍の強度が得られ、改修する事で強度向上が可能な工法となっています。



写真-3 散水送風試験機による防水性評価



写真-4 積雪・寒冷地環境下実曝試験

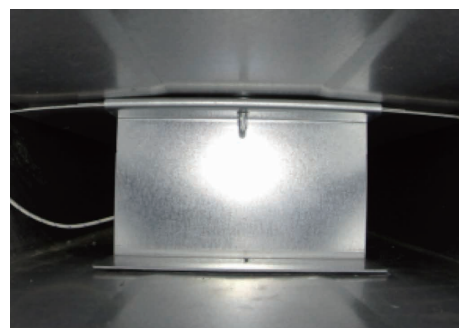


写真-5 縦継ぎ部のビデオ観察状況

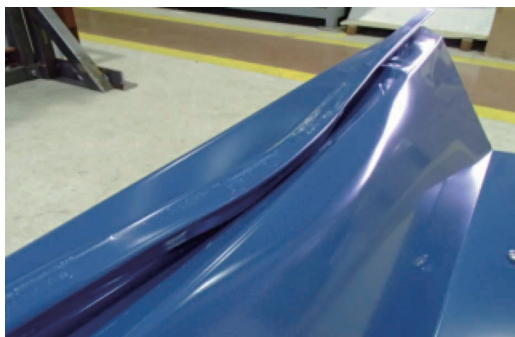


写真-6 SSR2007 標準試験破壊状況

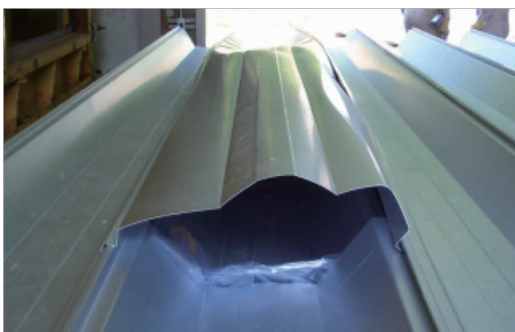


写真-7 動風圧試験破壊状況

6. 今後の展望

前述の取り組みを経て『かいしん[®]』を商品化しました。これまでの当工法の施工実績を見ると、改修理由として最も多いのは雨漏れです。その他には、シングル折板の夏場の屋内環境が厳しく、環境改善のため断熱を目的とした改修事例もあります。この場合、比較的新しい建物であっても改修に踏み切る場合があります。

次に縦継ぎ工法を選択する理由として、やはり成型スペースが確保できないケースが最も多い理由ですが、荷揚げがネックになるケースも多いようです。コンセプトで挙げた荷揚げスペースの問題はもちろんですが、工場の作業中は物流の関係上、荷揚げが出来ないケースも多く見られま



写真-8 少人数による『かいしん[®]』の施工

す。そのため休日に定尺の折板を荷揚げして工場の作業中は、それを施工する（作業に影響がない作業）と言った工程が組める縦継ぎ工法は、改修工事に適しているようです。

また、定尺品のメリットとして少人数で施工が出来るという点も評価の高い所です。現場成型の場合は非常に多くの作業者を集める必要がありますが、昨今の作業者不足でそれが非常に難しくなって来ているのが実情です。それに対し、縦継ぎ工法の場合は定尺品を扱う事から、3～5人程度の作業者でも施工が可能です。今後さらに少子高齢化が進み、職人不足が顕著となる中、縦継ぎ工法はこれからのニーズに合致した工法と考えます。

以上、『かいしん[®]』は今後増加する折板の改修需要を見据えて開発に着手し商品化しました。縦継ぎと明確な強度確保というコンセプトから、従来工法にはない特徴ある工法になったと考えています。加えて当工法は現在直面しているニーズだけでなく将来的なニーズにも合致した工法である事から、今後のハゼ式折板改修工事のスタンダードとなり得る工法であると期待しています。

※エバーラフ[®]、やまなみ[®]、かいしん[®]、折板カバー[®] は日鉄住金鋼板株式の登録商標です。