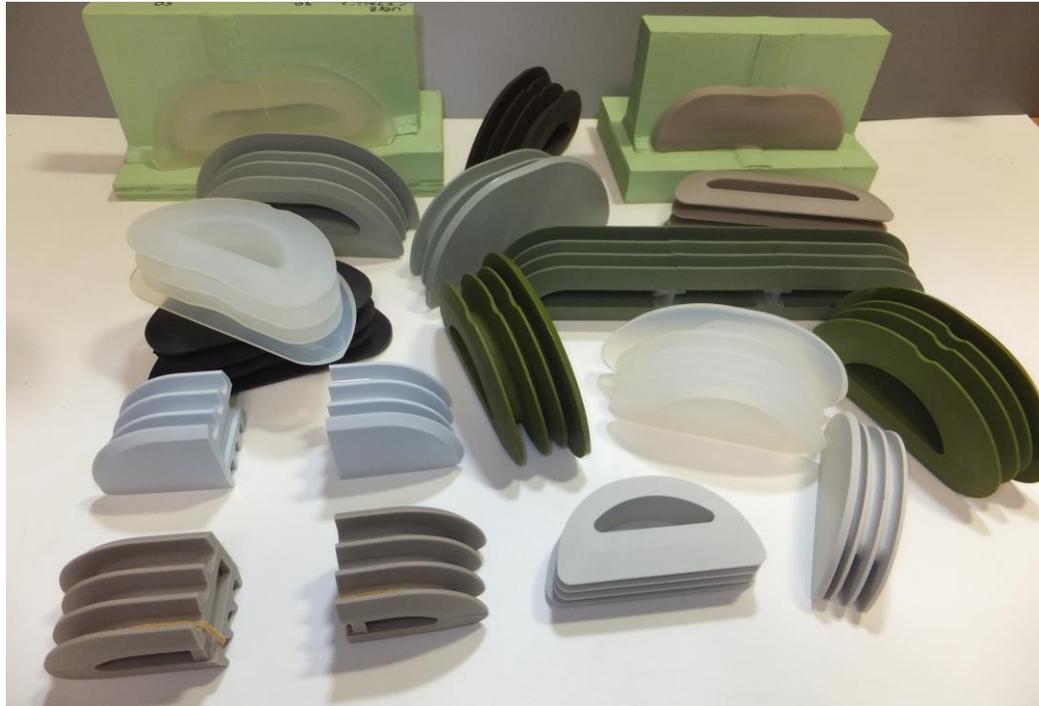


## スカーラップ孔の閉塞技術「えらキャップ」



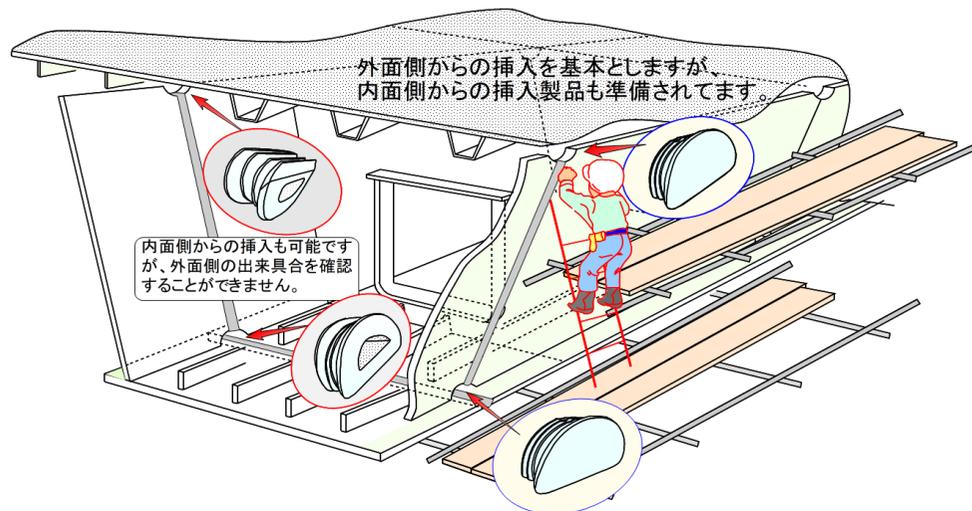
2024/3/20更新

(株) K・S・マスターズ

## スカーラップ孔を閉塞する目的

### 製品の挿入方向

スカーラップ孔への製品の挿入は、外面側からの作業を基本としますが、外面足場の撤去が最優先となった場合は内面側からの挿入製品も準備されてます。

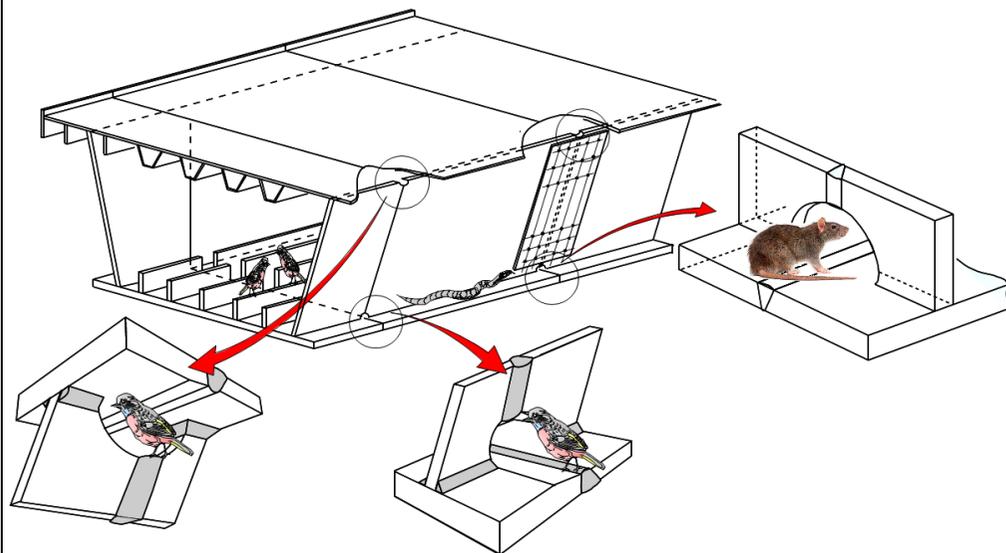


### スカーラップとは

スカーラップ(切欠)とは、鋼構造部材(鉄骨部材)の溶接接合部において、溶接の継ぎ目同士が交差、重なる事を避ける為に設ける部分的な円弧状の切り込みの事をいいます。現場溶接終了後、スカーラップ部を塞がないで放置すると鳥獣や雨水が侵入し、将来的に問題が出ますので切り板を溶接したり、ゴム栓で塞いだりします。

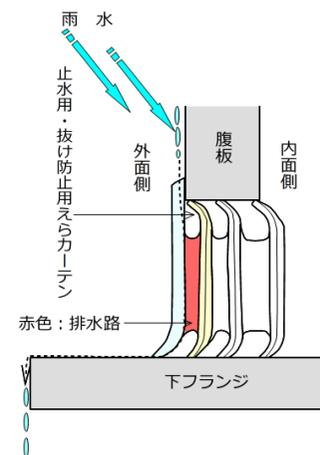
### 鳥獣等の侵入対策

小鳥やネズミ等の鳥獣の侵入が考えられますが、意外なものとして「蛇やコウモリ」なども侵入します。孔部をそのまま放置すると小鳥や小動物の排泄物、死骸等が散乱し防食機能の劣化を引き起こしたり、塗膜の耐久性に悪影響を及ぼします。その防止策として従来からスカーラップ部を閉塞してきました。その代表例として鋼板溶接によって密閉する方式やゴム栓による密閉方式等が挙げられます。



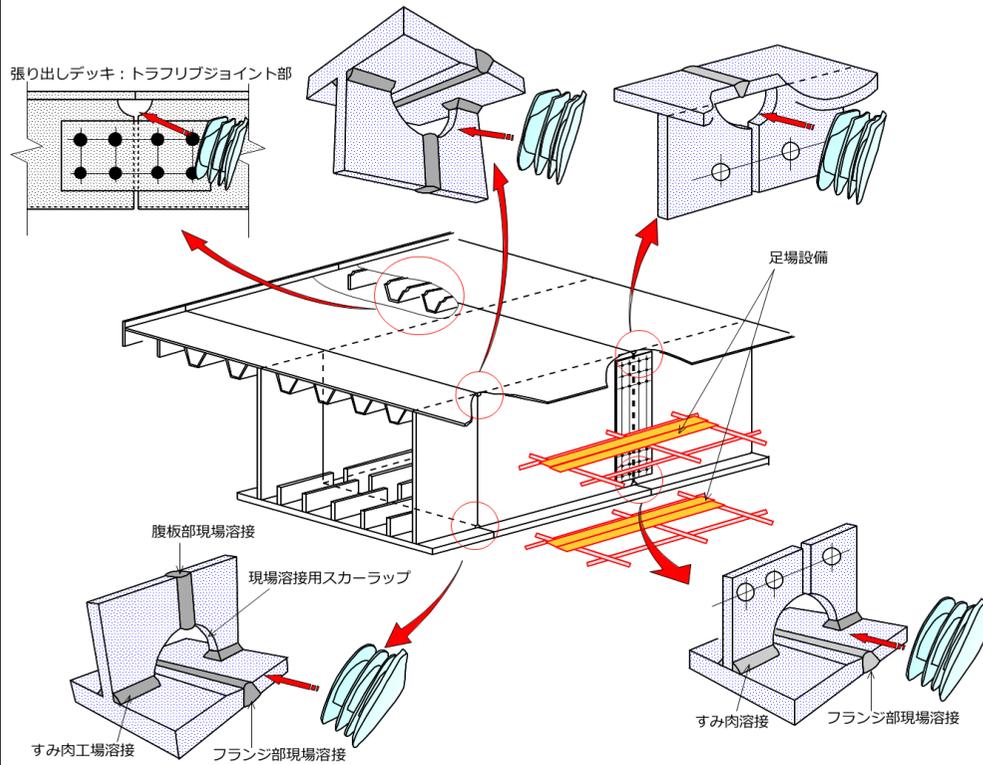
### 雨水・塩水・塩化物等の侵入対策

海岸沿いを走る橋梁などは、高波によって飛散した海水や走行車両等によって跳ね飛ばされた雨水・塩水・凍結防止剤・融雪剤(塩化カルシウム)などがスカーラップ孔から侵入することがあります。そのためにもスカーラップ孔は必ず閉塞するようお願いいたします。



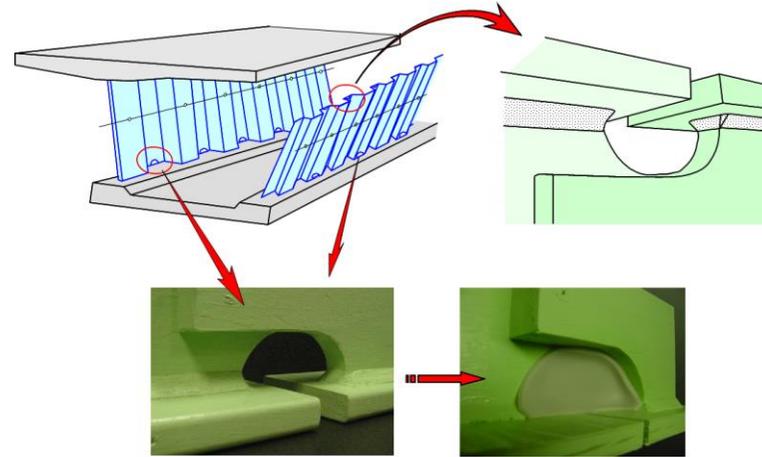
## えらキャップの適用範囲

### 鋼箱桁橋梁への適用

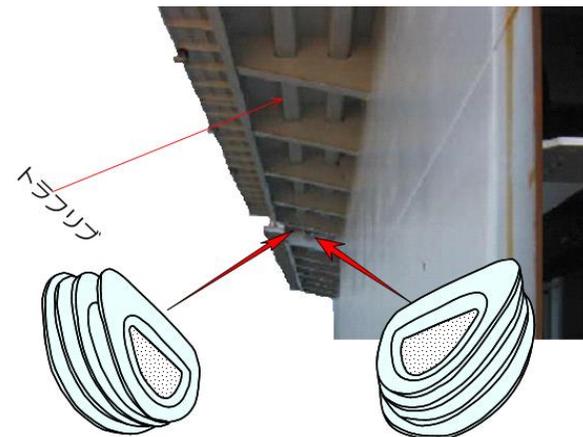


えらキャップ製品で閉塞する場合の一例を上図に示します。これらの製品は内外面側どちらからでも挿入することができます。

### PC橋波型ウェブへの適用



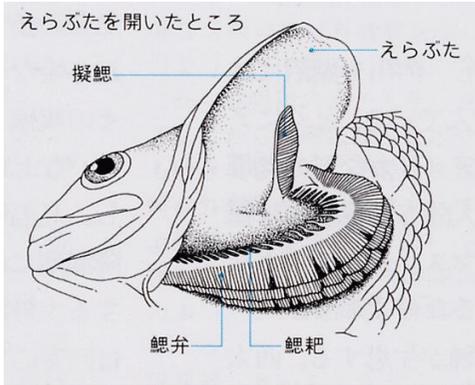
### トラフリブへの適用



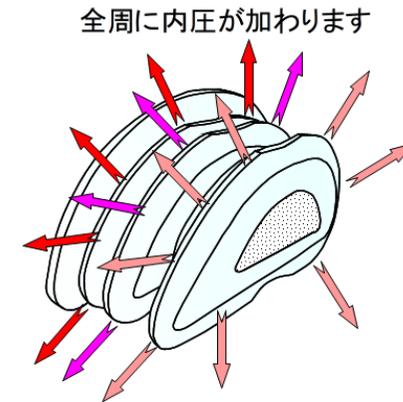
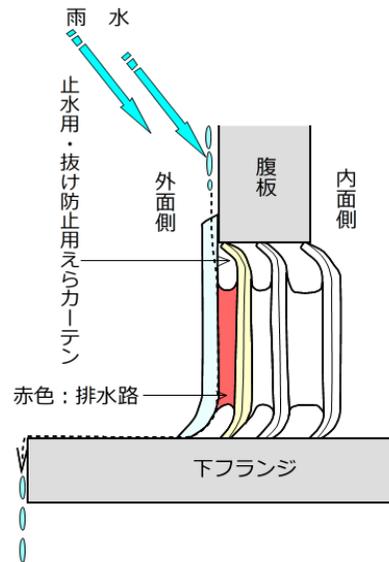
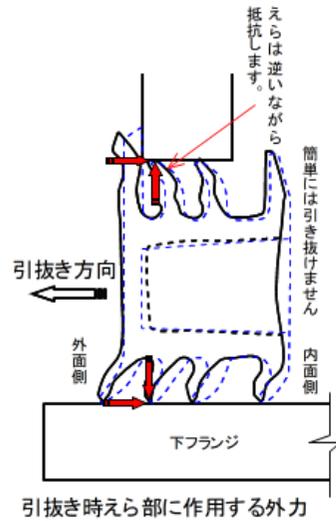
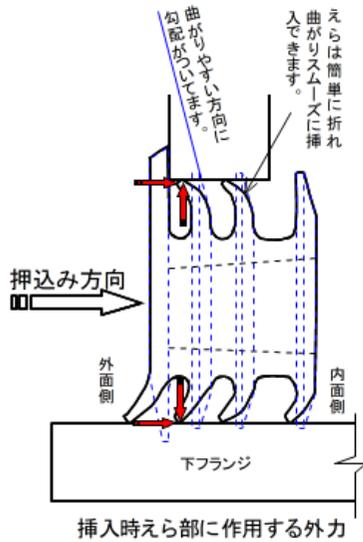
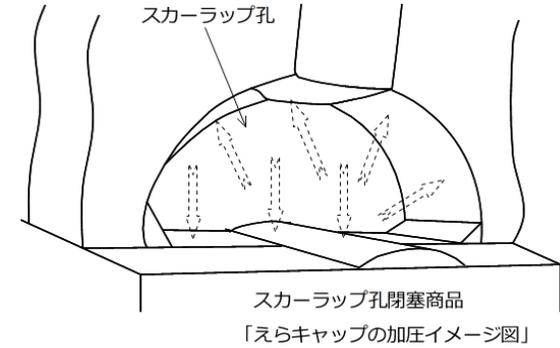
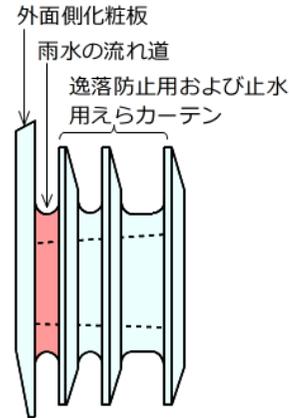
トラフリブジョイント部の孔埋め商品：えらキャップ (80×40)

## 『えらキャップの原理』

えらキャップはスカーラップ孔を閉塞する製品で魚のえらを応用したものです。胴体に3枚のえらを取り付け、孔部全周を加圧することによって防風水効果を高め、振動・抜け落ちおよびガタツキ等を無くす製品です。外面側、内面側、どちらからでも挿入することができます。また、耐候性・耐熱性・耐寒性・耐水性・復元性等々に優れたシリコンゴムを使用するため長寿命化への期待も高いです。

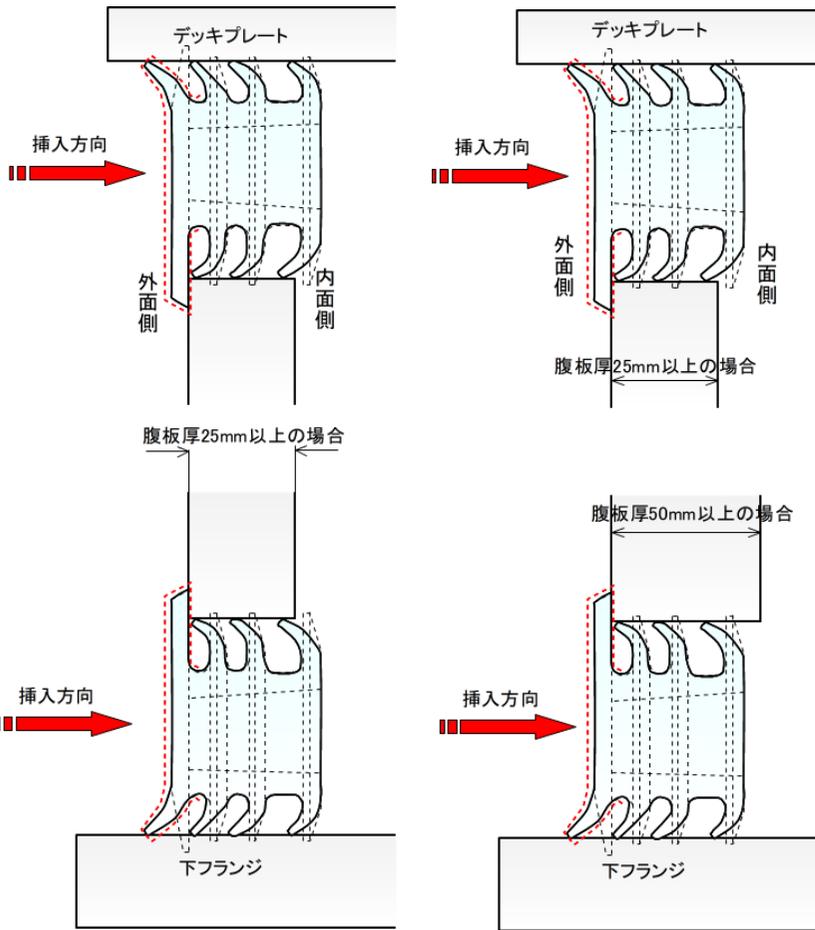


魚のえらをイメージして開発した「えらキャップ」は、鋼桁の現場溶接用スカーラップ孔閉塞製品として多く使用されています。また、PC橋の波型ウェブのジョイント孔にも採用されるようになりました。フランジや腹板に断面変化があったとしても、いたって簡単に挿入することができ、施工性に優れた製品となっています。

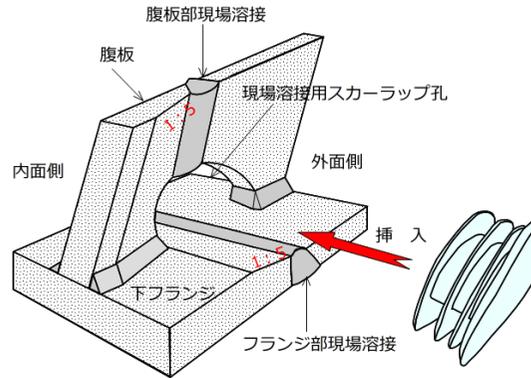


腹板厚が薄い場合はえら2枚、厚い場合は3枚で加圧しますので逸落することはありません。

腹板厚およびフランジ厚が変化していても、えらキャップは簡単に挿入することができます。

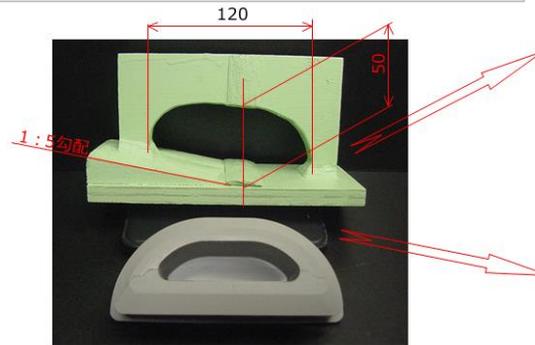


上図のように腹板厚が変化していても、えらキャップは1種類で対応できます。腹板厚が薄い場合は、えら2枚、厚い場合は、えら3枚で加圧します。



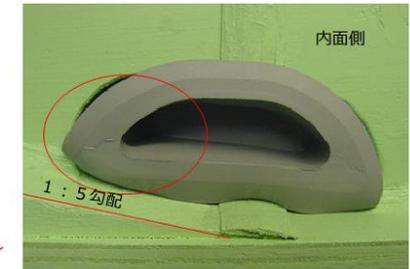
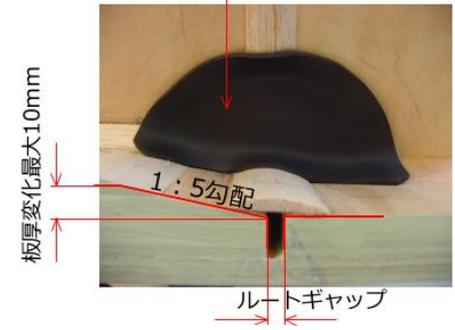
板厚が変化しても「えらキャップ」は自由に対応できます。

フランジ厚および腹板厚が1:5勾配で変化していたとしても、製品は自由に変形しますので挿入作業は簡単です。万が一挿入しづらいときはえら部を少しずつハサミでカットし、

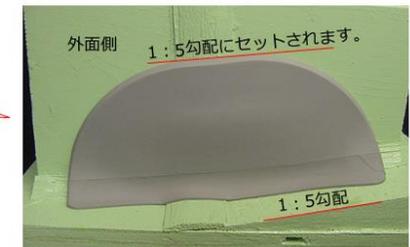


えらキャップ 120×50タイプの場合

えらキャップ (カット無しで入ります)



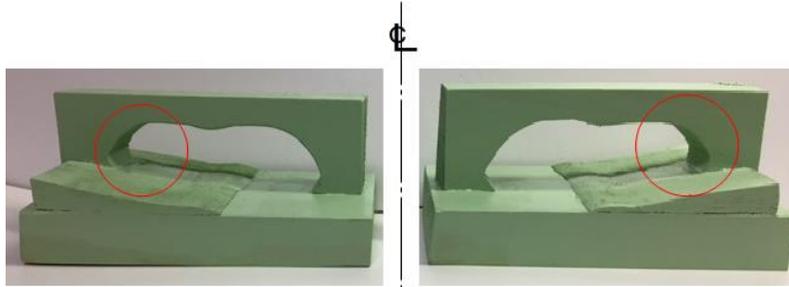
狭い部分も空洞部やえら部の変形に伴って簡単に挿入できます。特に挿入しづらい場合はハサミでえらをカットください。(赤円部分)



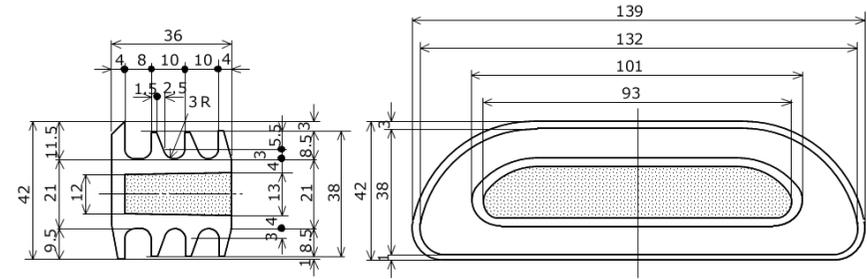
えらキャップは1:5勾配でも改造不要です。

## スカーラップ孔が左右逆対象になったとしても製品は簡単に挿入できます。

スカーラップ形状が下写真のように逆対象になったり、腹板厚およびフランジ厚が1:5で変化したとしても閉塞製品を改造することなく簡単に挿入することができます。

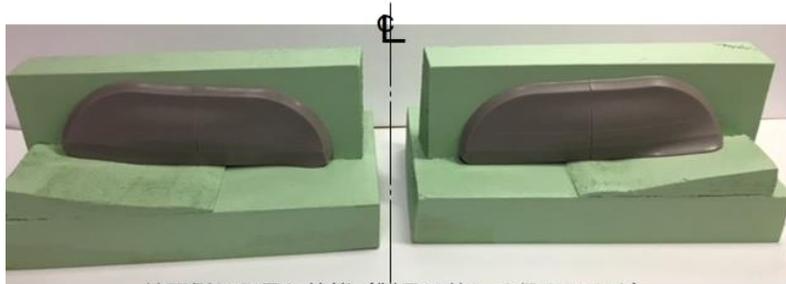


フランジの断面変化に伴って赤丸部分の円弧が小さくなります。

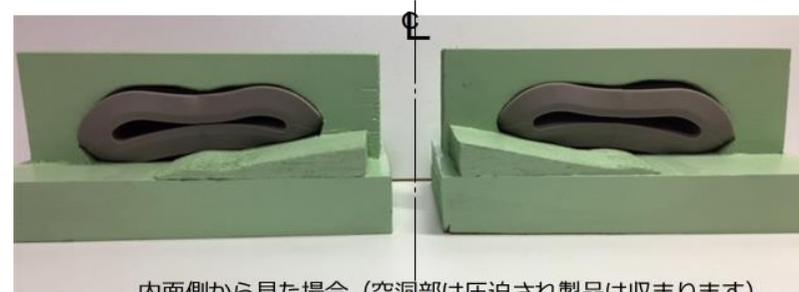


保有金型形状：(130×35)タイプ

上写真のスカーラップ部に細長いえらキャップを挿入すると、製品は下写真右のように変形した状態でセットされます。変形防止用リブを取付けることもできますが、このままでも孔部周辺には大きな内圧が加わっておりますので抜け出すことはありません。また、シリコンゴムは復元力が強く、時間がたっても元の形状に戻ろうとする性質を持っています。



外面側から見た状態（製品は美しく収まります）



内面側から見た場合（空洞部は圧迫され製品は収まります）

塗膜厚の影響

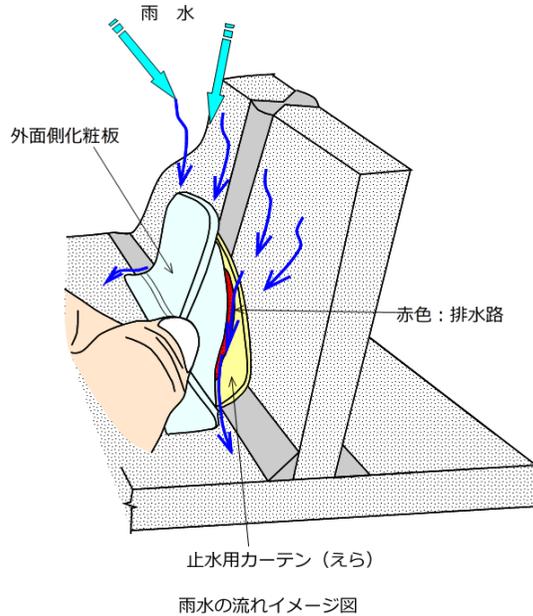


スカーラップ孔形状が設計寸法と大きく違っていたり、塗膜厚によって形状が小さくなってしまったときは、製品そのものを右図のようにハサミでカットし挿入しやすくすることも可能です。

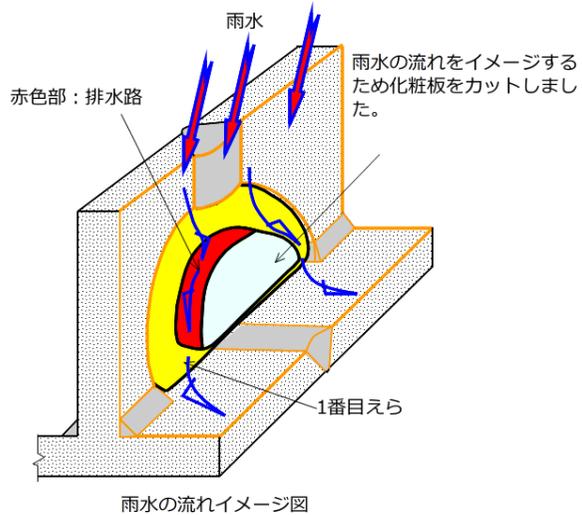


特に大きい部分はハサミでカット願います。

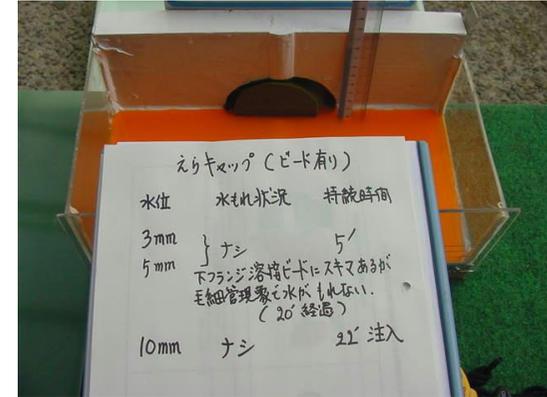
## 「えらキャップ」の水密性能について(外面側に化粧板がある場合)



ゴムと溶接ビード部との間にわずかな隙間が出来ますが毛細管現象の影響で雨水は桁内に入り込みません。



着色水を10mm高さまで注ぎこみ、えらキャップから着色水が内部に侵入するか否かの実験を行いました。20分経過しても着色水は反対側(内面側)に侵入しませんでした。すなわち、フランジ部の溶接ビード部にわずかな隙間があっても水は侵入しないということが分かりました。



着色水が10mm外面側に溜まったと仮定したとき、この着色水が内面側に潜り込むか否かの確認を行った。

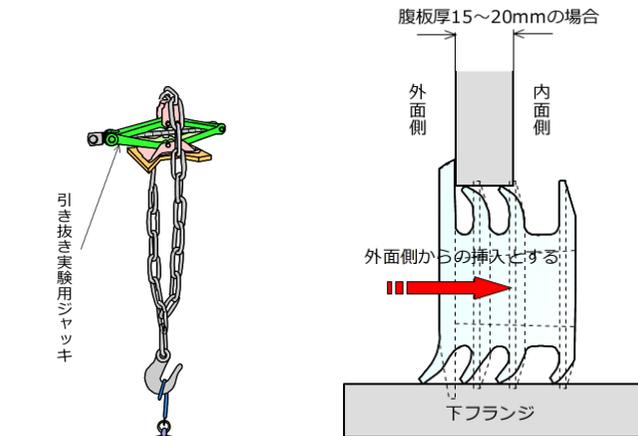


内面側から着色水が出てくるかどうかの測定です。20分経っても着色水は出てきませんでした。

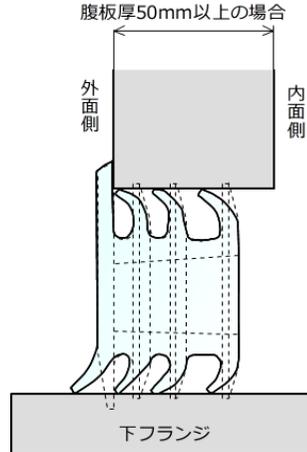
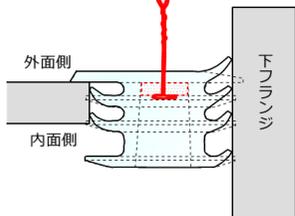
## えらキャップの引き抜き性能実験

引き抜き実験に使用したスカーラップ側の材料は木材としました。塗装された鋼橋の条件と異なりますが、あくまでもえらキャップの「えら部の引き抜き抵抗および耐力」を調べるための簡易実験です。

### えらキャップ100×50タイプの場合



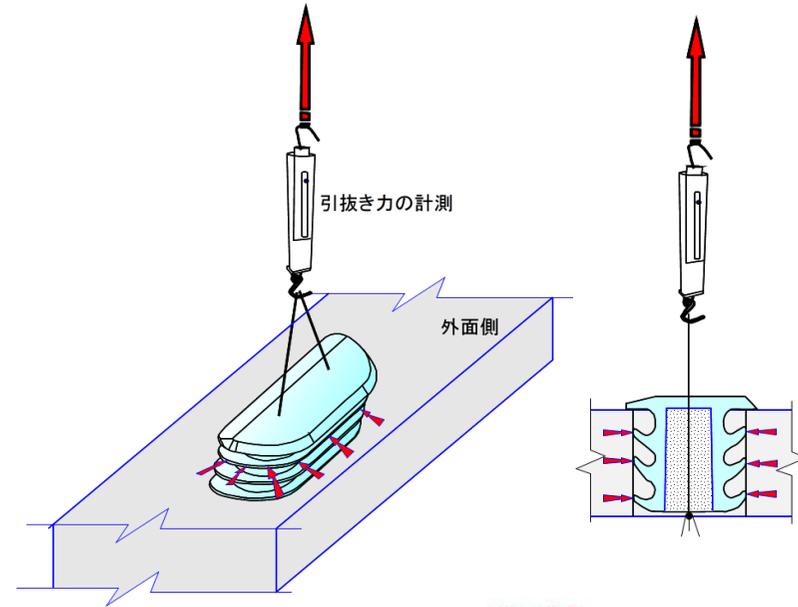
腹板厚15~20mmの場合は、えら2枚で抵抗します。そのときの引き抜き耐力は約12kgとなりました。



腹板厚50mmの場合は、えら3枚が抵抗し、そのときの引き抜き耐力は約20kgとなりました。



### えらキャップ130×35の場合



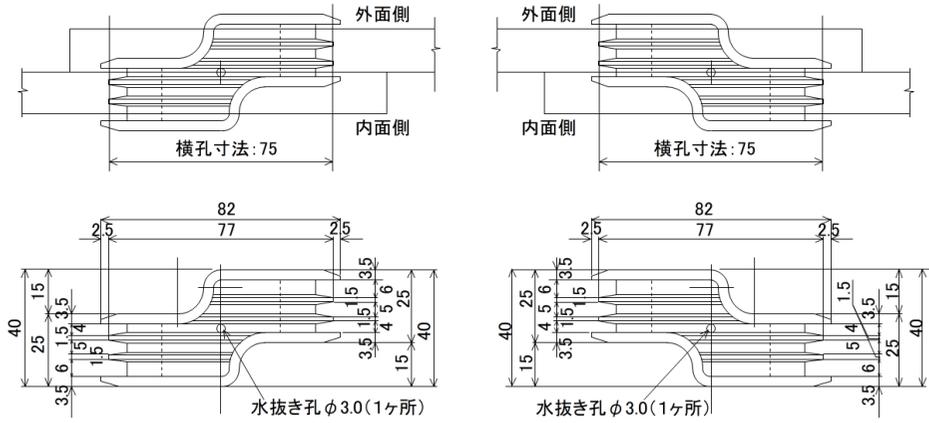
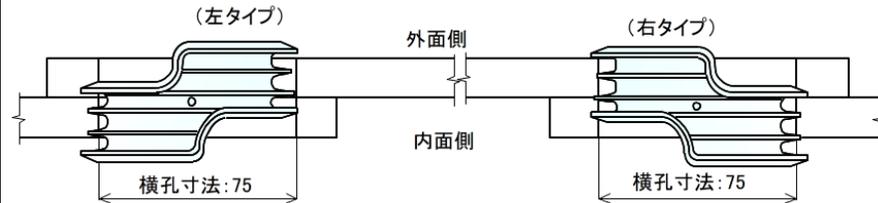
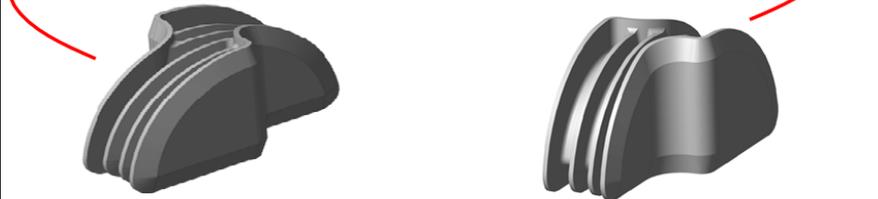
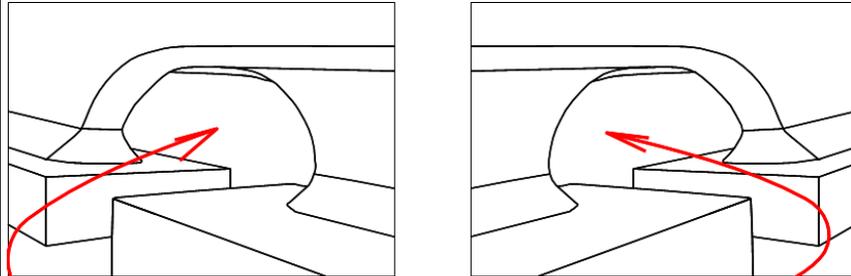
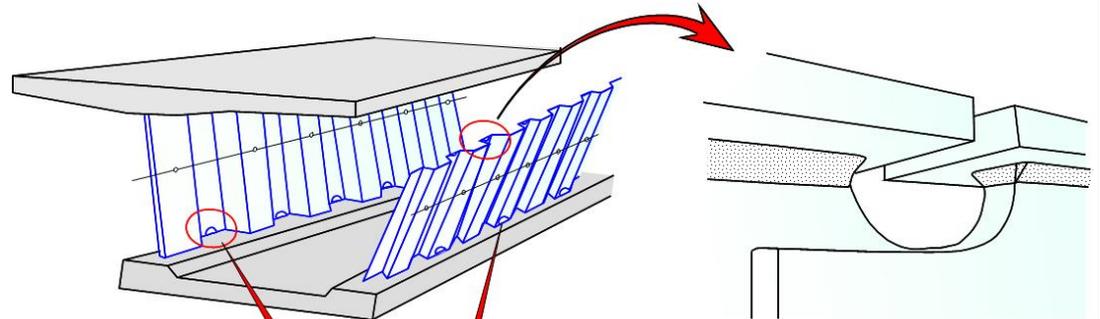
10kg用バネ秤で7時間継続、その後さらに引き抜き加圧しても抜け落ちることはありませんでした。



10kg引張り状況：保持時間7時間経過

## 波型ウェブ(70×35)タイプ

波型ウェブのジョイント部は、腹板2枚が重なるためスカーラップ孔は下図のようになります。そのため孔埋め閉塞製品は、見え性・施工性を考慮し挿入後のガタツキや雨水侵入等を無くしたい。すなわち、角折れ状態の製品にすることによって目的を完遂するものとします。

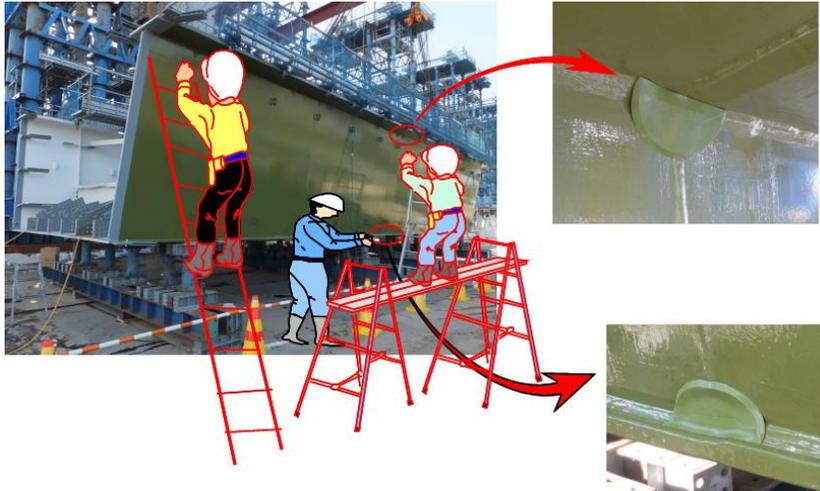




## えらキャップ挿入時の作業足場について

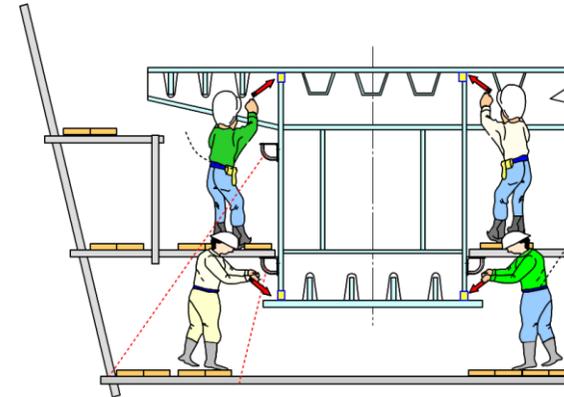
### 地組ヤード内における挿入用足場設備

下図に示す通り、梯子や脚立を利用しての挿入作業が一般的となるものと思われます。特に両手で製品を挿入しなければならない作業環境となり、かなり不安定な姿勢となりますので十分な安全対策が必要となります。地組立時の構造によっては頭がデッキプレートや縦リブ等にぶつかったりもし、見づらい姿勢や不安定な姿勢での挿入作業となりますので梯子の転倒等に気を付けなければなりません。

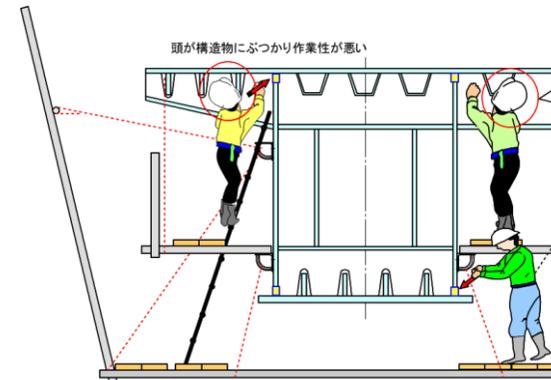


### 架設位置での作業環境

架設後の挿入環境の一例を示します。外面側に作業足場がありジョイント部の現場溶接や塗装作業およびスカーラップ部の閉塞作業を行います。したフランジ側は作業性に問題はありますが、上フランジ側のスカーラップ孔は縦リブやUリブ等が近くにあるため頭がぶつかり、手作業が思うようにできず作業環境が非常に悪くなります。



スカーラップ閉塞商品：外面側からの挿入



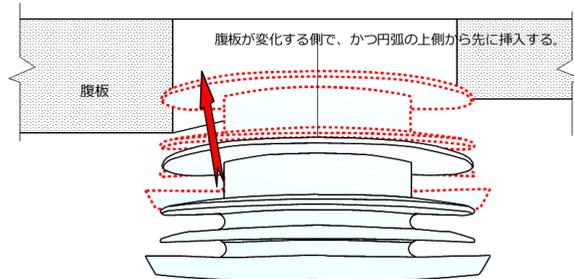
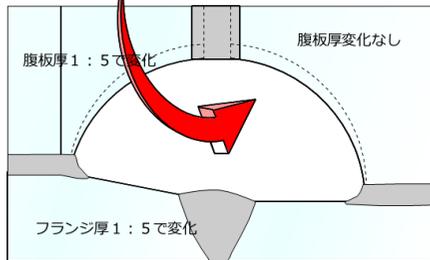
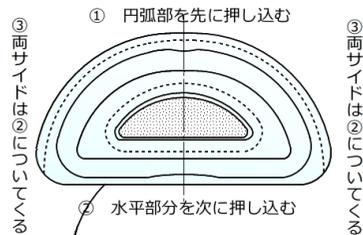
梯子または足場設備上からの挿入

## 外面側から下フランジ側スカーラップ孔を閉塞する方法

下フランジ厚・腹板厚が変化する場合

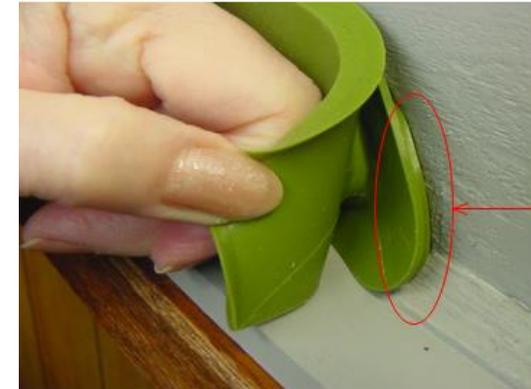
フランジおよび腹板がともに板厚変化する場合の挿入方法について示します。設計値とおりのスカーラップ形状になっておれば「えらキャップ」は簡単に挿入できますが、スカーラップ形状が設計値より小さくなった場合は手だけの力で製品を押し込むことができません。その場合は、右写真のように押し込み治具を用いてえら部分を押し込みます。

挿入手順は下図のとおりとします。



Step-1 番号順に押し込む

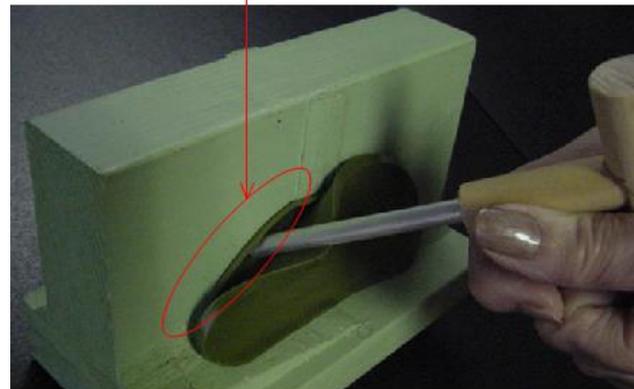
①円弧部分を先に押し込みます。その後②部を押し込みます。



Step-2 化粧板をめくりえら部の挿入状況を確認します。

えら部が押し込まれてません。

はみ出たえら部



Step-3 はみ出たえらは押し込み治具で挿入。

第1えらは腹板面より出っ張らないようにする

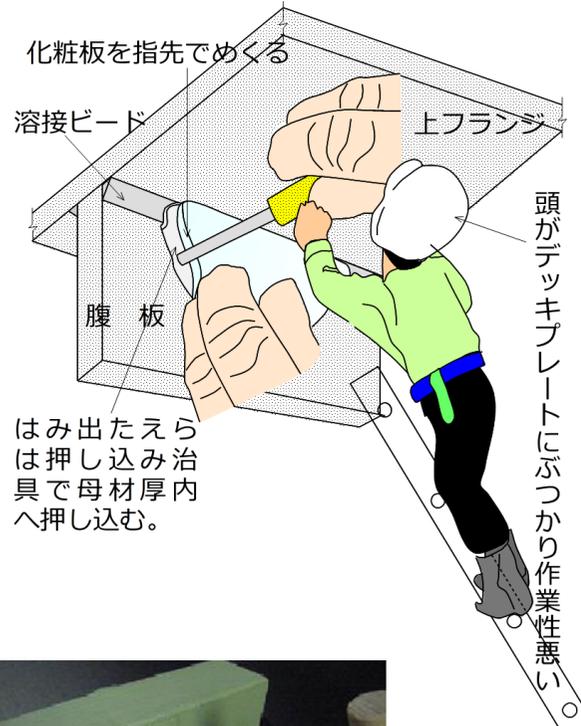


Step-4 えらが母材厚内にあることを確認する

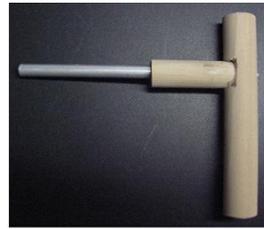
## 外面側から上フランジ側スカーラップ孔を閉塞する方法

高い位置にスカーラップ孔があるため脚立または梯子を用いての挿入作業となります。頭がデッキ部のリブにぶつかったり、両手を放しての不自然な作業姿勢となるため作業効率は悪く安全性が求められます。製品の挿入方法は、先ず円弧部分を押し込み、その後水平部分を強く押し込みます。最後に押し込み治具を使ってはみ出たえら部分を母材厚内に押し込んで仕上げとします。

押し込み手順は下記のとおりとなります。



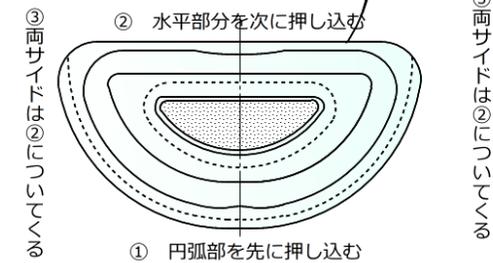
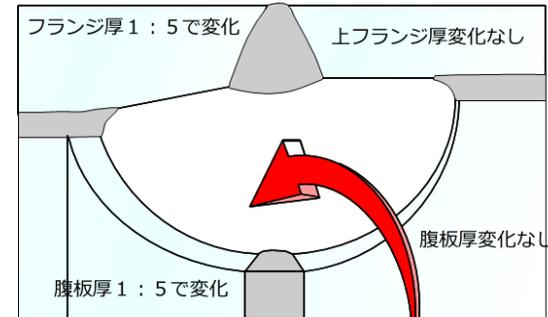
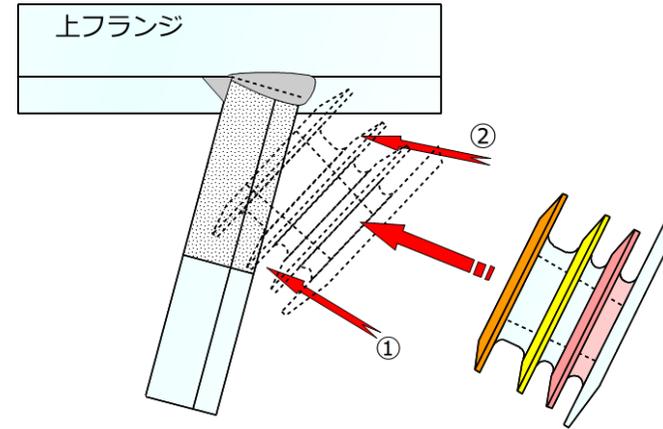
はみ出たえらは押し込み治具で母材厚内へ押し込む。



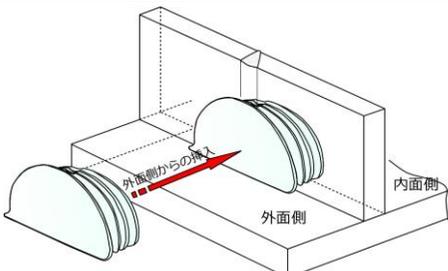
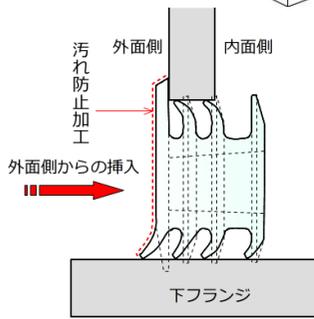
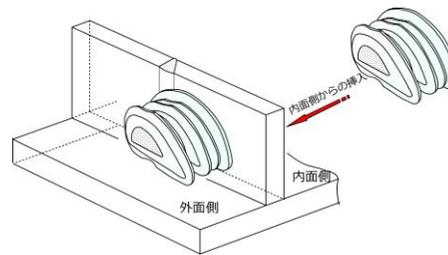
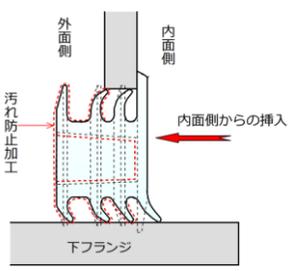
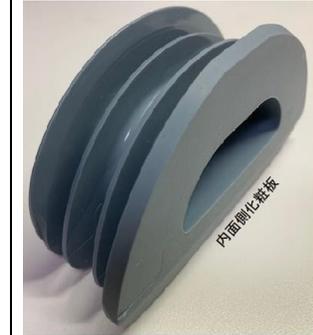
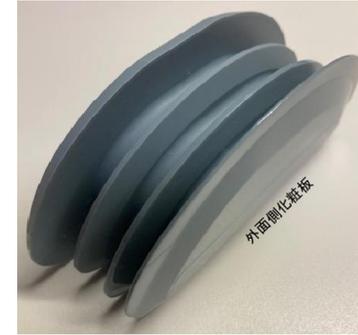
えらキャップ押し込み治具



押し込み治具でえらを母材厚内へ押し込みます。

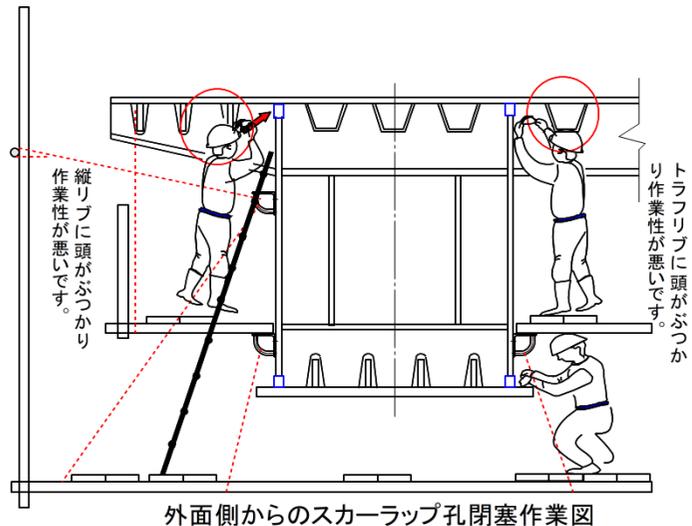


## 閉塞製品の挿入方向の比較検討(1)

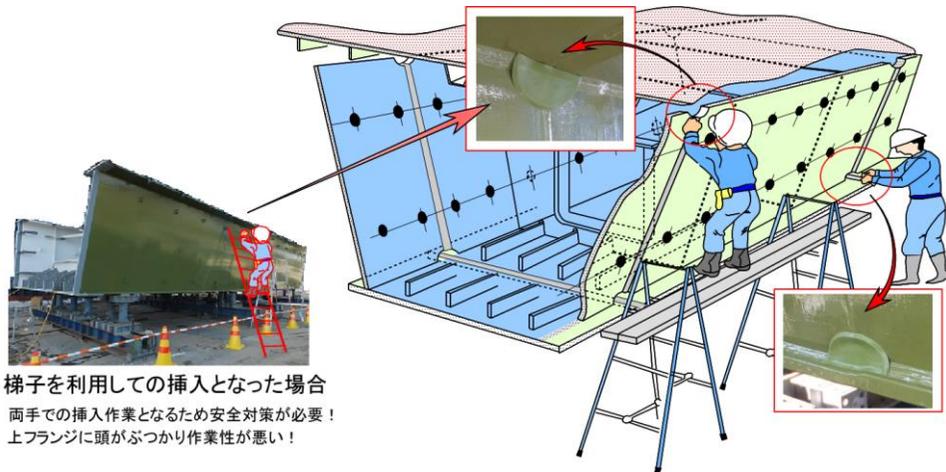
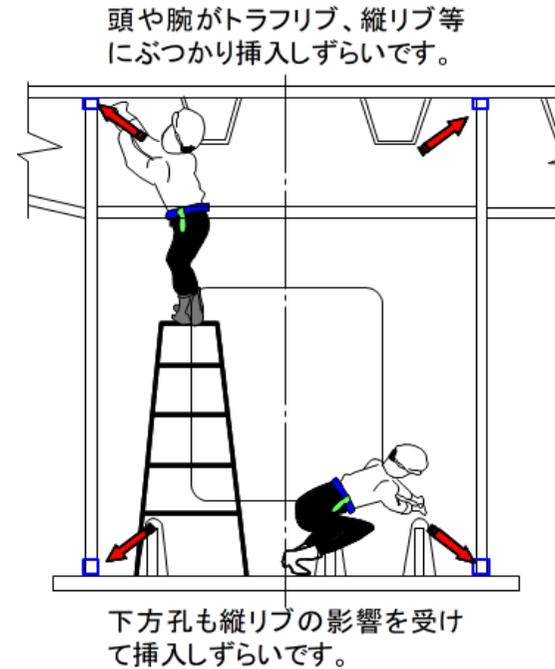
外面側からの挿入	内面側からの挿入	
	外面側用標準タイプを内面側から挿入した場合	外面側に化粧板を取り付けた製品
  	   <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">腹板厚が薄い場合</div> <div style="text-align: center;">腹板厚が厚い場合</div> </div>	  
<p>架設工程に余裕がある場合は、スカーラップ孔の閉塞作業は外面側から行うことをお勧めします。この場合、外面側には作業足場が設置されていることを前提としますので出来上がりは大変美しくなります</p>	<p>架設工程が厳しく外面側足場を先行解体しなければならない場合は、スカーラップ孔の塗装および閉塞作業は後回しにする選択肢が出てきます。これによって、架設工程が前倒しになれば大きな工程短縮に結び付きスカーラップ孔の閉塞作業はクリティカルパスから外すことができます。この場合、スカーラップ孔の閉塞は内面側からとなりますので上図に示すように空洞部は外面側を向くことになります。また、製品の厚さは一定ですので腹板厚が薄い部分と厚い部分とでは突出量が違ってきます。化粧板が内面側にくるため外面側の美観は多少損なわれます。しかし、遠く離れてみれば見栄えも気にならなくなるものと思います。</p>	

## 閉塞製品の挿入方向の比較検討(2)

### 外面側からスカーラップ孔を閉塞した場合



### 内面側からスカーラップ孔を閉塞した場合



スカーラップ孔の閉塞作業は現場溶接および塗装作業が終了したあと、足場設備を利用して外面側から挿入するのが一般的となっております。上図は従来からの挿入方法の一例を示します。

それに対し、外面側の足場が先行解体された場合、スカーラップ孔の閉塞作業は内面側からとなります。上フランジ側は脚立または足場設備等で作業を行うこととなりますが、下フランジ側はしゃがんでの挿入作業となります。いずれも作業性および安全性に問題はありますが、外面側に突出した製品の出来具合を観察することができないといった難点があります。内面側からの挿入実績としては、鋼桁では金溪川橋(NEXCO中日本)：川田工業(株)施工およびPC橋では日見夢橋(NEXCO西日本)：PS三菱施工等が挙げられます。