

「thinkdesign」の板金設計の3次元モデリング方法について

3D Modeling Methods for Sheet Metal Design in 「thinkdesign」

いわき明星大学理工学部機械工学科
高三徳 桜井俊明 五十嵐三武郎

1. はじめに

CAD/CAMシステムおよび溶接、CNCプレス、タレパン、レーザー加工、ワイヤ放電加工などの技術の発達により、ステンレスやアルミなどの板金製品が、交通機械のボディー、電気製品の筐体、制御盤、厨房機器、医療機器、OA機器、建築、インテリアと照明器材、看板、景観資材などに、幅広く用いられる。本研究では、3次元CADソフト「thinkdesign」⁽¹⁾における板金設計機能を考察し、それを用いてコンピュータハードディスク取り付けの板金部品の3次元モデリングを行った。

2. 「thinkdesign」の基本板金設計機能

(1) ソリッドフランジの作成

事前に押し出しを行うプロファイル線を用意する。次に、図1のように、(a)プロファイル線を選択すると、(b)のようなミニダイアログボックスが表示される。厚さおよび長さの値を入力すると、(c)に示すようなフランジを作成できる。横断面を使わずに直接線からソリッドを作成するのは、「thinkdesign」の板金設計の一つの大きい便利な特徴である。また、フィレットも線を作成する段階でなく、ソリッドが生成される段階で指定する。また、ソフト内部で板厚を含め折り曲げの変形などの物理の計算で自動的に合理的なフィレットが作成される仕組みもある。

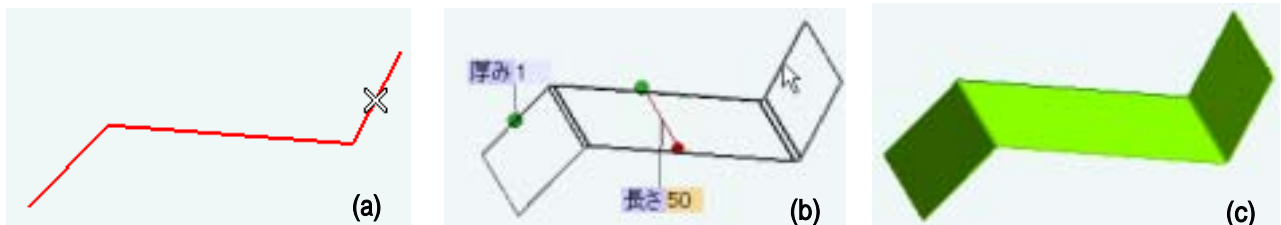


図1 ソリッドフランジの作成

(2) フランジをソリッドに追加

フランジをソリッドに追加する方法が3種類ある。方法1: 輪郭線から始まるフランジをソリッドに追加する。図2に示すように、(a)事前にフランジの方向を定義するプロファイル線(例えば L_1 、 L_2)を用意する。次に、(b)フランジを作成するエッジをそれぞれ選択すると、(c)のようなフランジが作成される。



図2 輪郭線から始まるフランジをソリッドに追加

方法2: 押し出しフランジをソリッドに追加する。図3のように、(a)フランジの方向を定義するのに使用するプロファイル線を選択する。(b) フランジを作成するエッジを選択する。(c)~(e)フランジの長さを指定するために、最初の距離および2番目の距離を入力する。(f)のようなフランジが作成される。

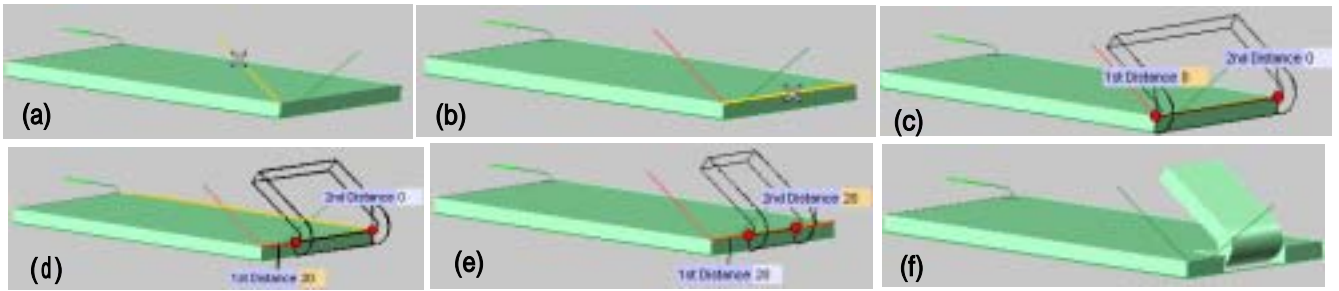


図3 押し出しフランジをソリッドに追加

方法3: フランジをソリッドの連続したエッジに追加する。図4ように、(a) フランジの方向を定義するのに使用するプロファイルを選択する。(b) フランジを作成するエッジを選択する。(c) フランジが2つのエッジで形成される角をカバーし、ローカルプロパティの間隔で角の二等分線上で接するようにするには、継ぎ合わせチェックボックスを選択する。(d) フランジが角をカバーしないようするには、継ぎ合わせの選択を解除すると、(e)に示すようなフランジを作成する。

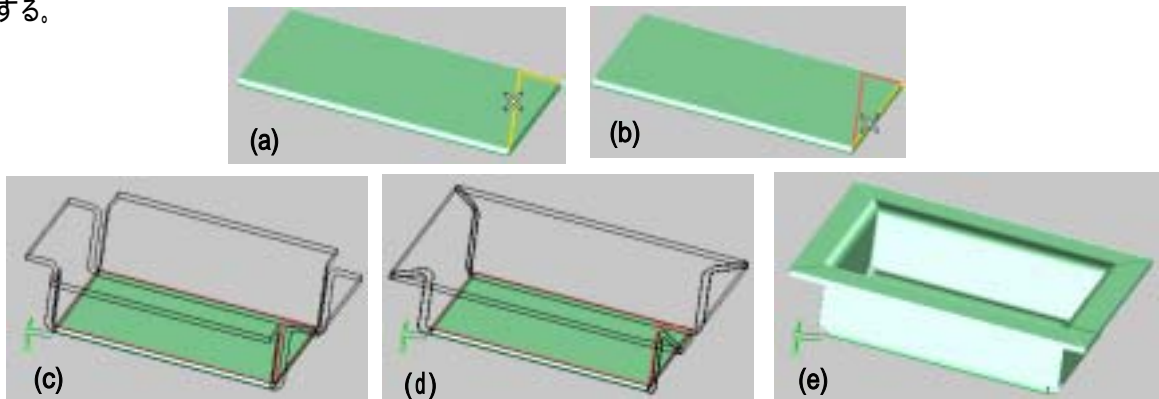
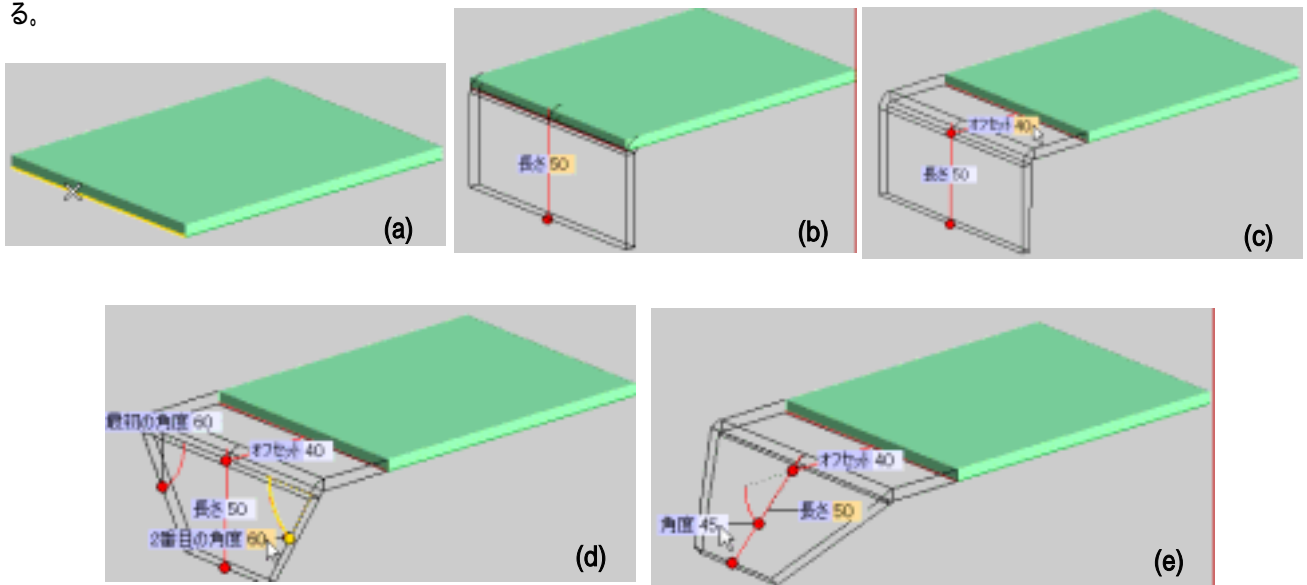


図4 フランジをソリッドの連続したエッジに追加

(3) フランジ

図5に示すように、(a)フランジを作成するエッジを選択する。(b)フランジの長さを入力する。(c)フランジにオフセットを追加するには、必要なオフセット値を入力する。(d)フランジの側面に角度をつけるには、1番目の角度および2番目の角度を入力する。(e)フランジの傾斜を変更するには、角度の値を入力すると、(f)のようなフランジを作成する。



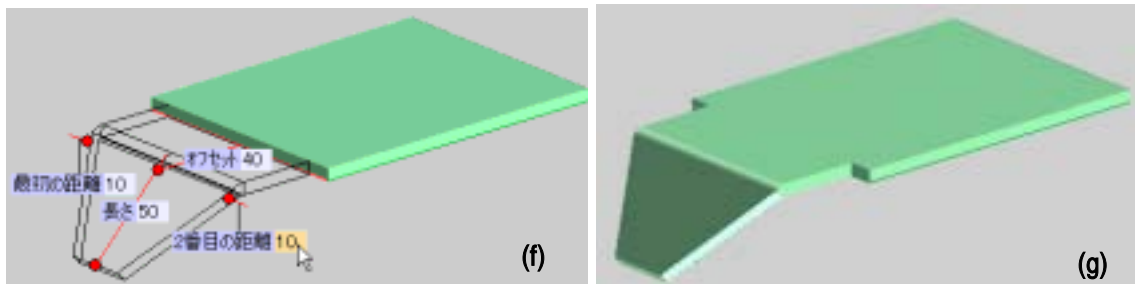


図5 フランジの作成手順

(4) 折り曲げ

折り曲げコマンドで、ソリッドの選択したエッジに鋭角および/またはあらゆる角度の折り曲げを作成することができます。固有の値を関連する板金パラメータに割り当てることができる。ソリッドの折り曲げは二つの方法がある。方法1: 1つのエッジまたはフィレットに折り曲げを作る。図6のように、(a)折り曲げを作成するエッジを選択すると、(b)のような折り曲げを作成する。方法2: 面のエッジに折り曲げを作る。図7のように、(a)折り曲げを作成するエッジを持つ面を選択すると、(b)のような折り曲げを作成する。

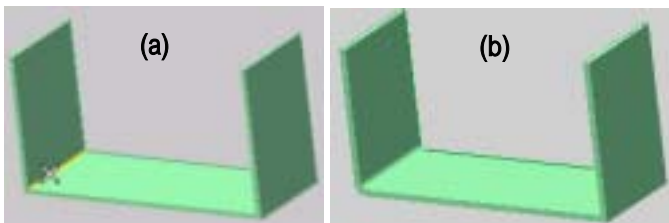


図6 1つのエッジまたはフィレットに折り曲げ

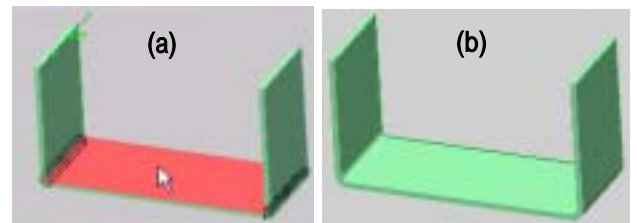


図7 面のエッジに折り曲げ

(5) スケッチベンド

1つの面上にあるプロファイルに沿ってソリッドを折り曲げるプロセスは次のようである。まず、事前にプロファイルを用意する。次に図8に示すように、(a)折り曲げを作成するプロファイルを選択する。固定する面は自動的に選択される。(b)折り曲げの角度の値を入力する。折り曲げの角度を変換するには垂直方向の矢印をクリックすると、(c)に示すような折り曲げを追加する。

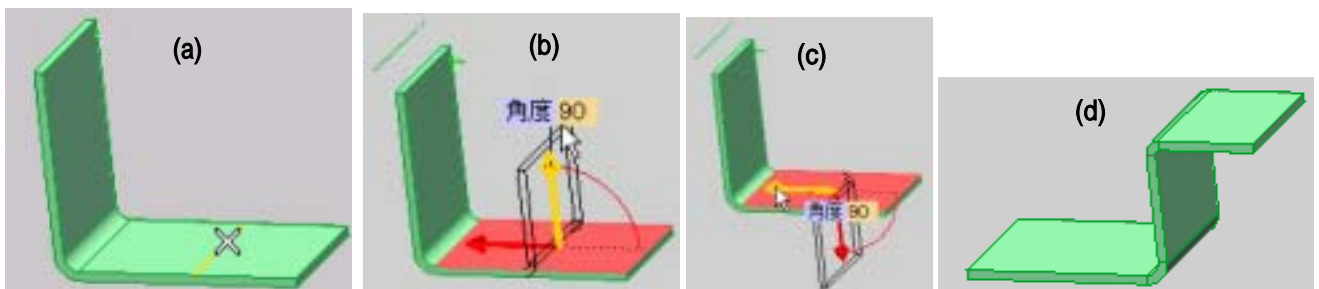


図8 スケッチベンド

(6) ソリッドの折り曲げ解除

折り曲げ解除コマンドでは、鋭角エッジ、フィレットおよび折り曲げを持つ板金部品の折り曲げを解除することができます。板金フィーチャが挿入されていない場合は、一般的なソリッドの折り曲げを解除することができます。図9に示すように、(a)固定する面を選択する。(b)ローカル解除の場合、折り曲げを解除する面を選択すると、結果は(c)になる。全て解除の場合、結果は(d)になる。図10のように、鋭角のソリッドの折り曲げ解除の場合、ソリッドに存在するすべての折り曲げを延ばすようになる。また、必要な場合には逃しが自動的に追加される。

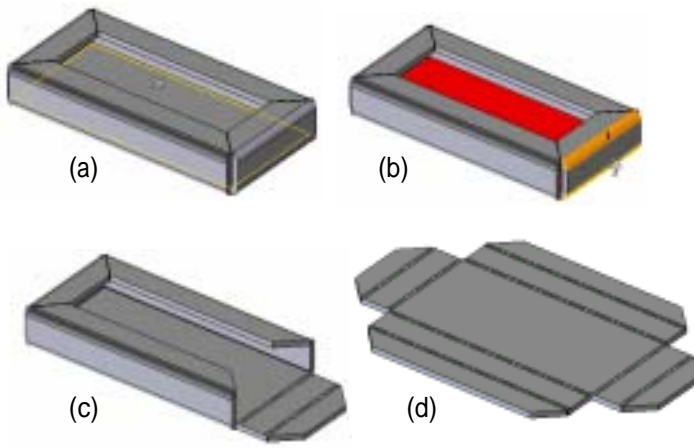


図9 折り曲げ解除

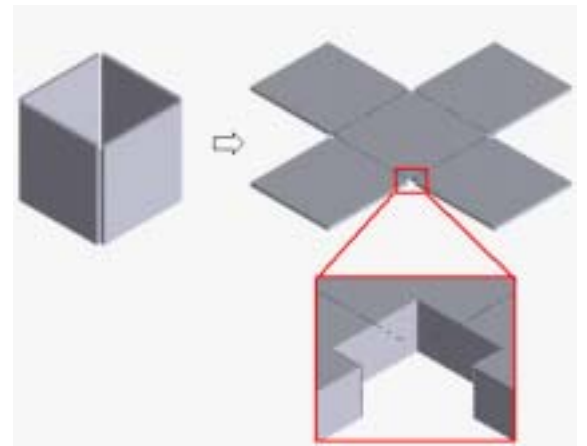


図10 逃しの自動挿入

(7) 折り曲げ再現

折り曲げ解除コマンドで平らに伸ばしたソリッドの折り曲げを完全に、または一部分折り曲げることができる。全体: オブジェクト内に存在する折り曲げをすべて再現する。任意: 平らにされたオブジェクトの一部のみの折り曲げを再現する。図11に示すように、(a)固定する面を選択すると、(b)のような折り曲げを再現する。また、折り曲げ解除されたとき、もう一度折り曲げることができる。モデルを平らにしたときに、標準および固有の板金フィーチャを追加することができる。たとえば、図12に示すように、(a)平らにした折り曲げ部分に穴を開け、(b)折り曲げ再現フィーチャを適用することができる。

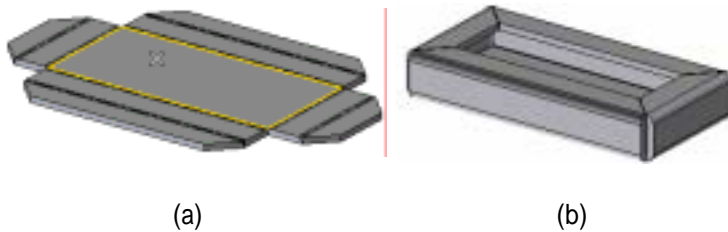


図11 折り曲げ再現

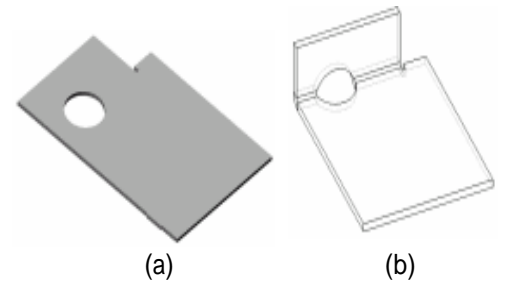


図12 再度折り曲げ再現

(8) 角を閉じ

2つの壁面が接する部分(たとえば溶接が必要な場所など)を閉じることができる。最初に、閉じる角の両面を選択して指定する。実行対象となる側面だけが選択できるようになっている。図13に示すよう、(a)2つの面を選択した後、(b) 対称: 2つの面を2つの面が作る角の二等分線に沿って対称に延長するか、(c) 指定なし: 1つめの壁面を、2つめの壁面の投影方向に延長するか、(d) 中線: 1つめの壁面を、2つめの壁面の中線まで延長する種類を選択できる。

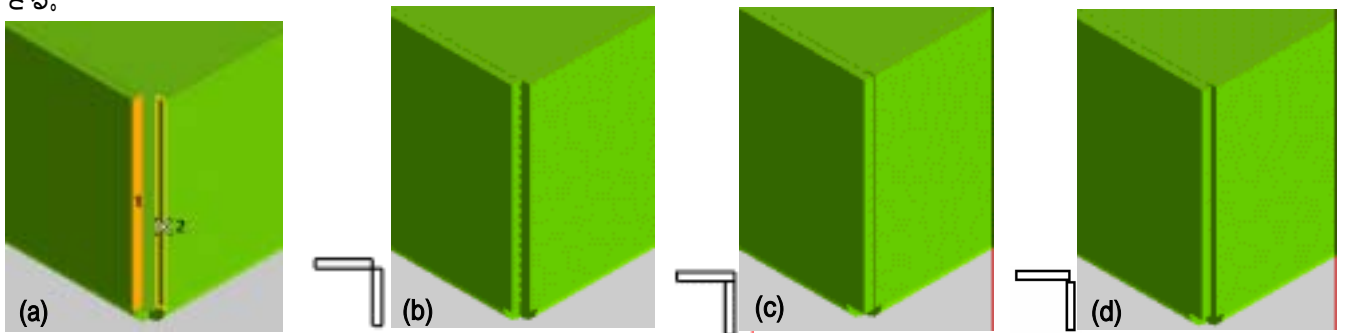


図13 角の閉じ方の種類

(9) リップ

ソリッドの選択したエッジにリップを作成することができる。図14のように、エッジ(内側または外側)を選択して、種類を選択すると、(b)対称か、(c)指定無なしか、(d)中線のタイプのリップを作成する。シェル付きソリッドにリップを追加するリップコマンドで、ソリッドの選択したエッジに一定の厚さのリップを作成することができる。

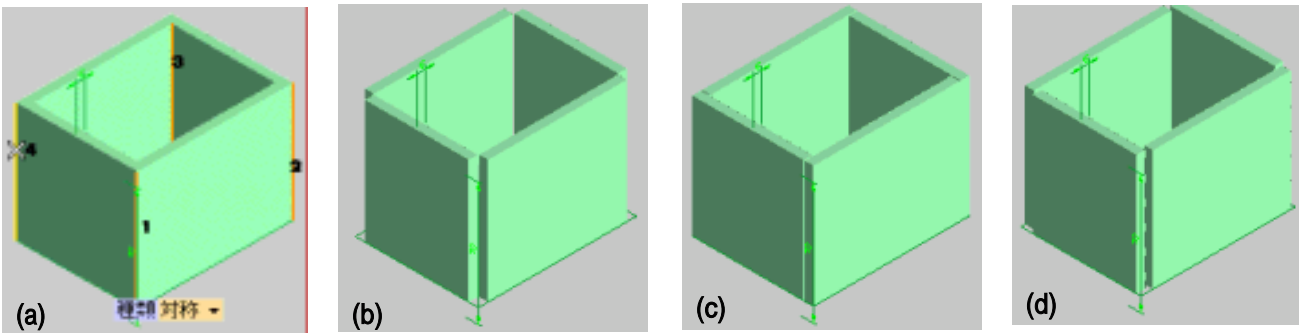


図14 リップ

(10) スケッチリップ

板金オブジェクトをユーザ定義のプロファイルに沿って2つの部品に分割することができる。リップラインは、より連続的な直線か、2つ以上の別々の部品に分かれた面のエッジから始まるか、エッジで終わるオープンプロファイルでなければならない。間隔の値(板金プロパティの裂け目/角の指定)は、選択したプロファイルに対称に適用されるか、2つの面のいずれかに適用される。図15のように、(a)リップを作成するプロファイルを選択する。リップの右側に間隔の値を適用するには、(b)のように対称チェックボックスの選択を解除し、(c)のように赤色の矢印をクリックすると、(d)のようなリップを作成する。

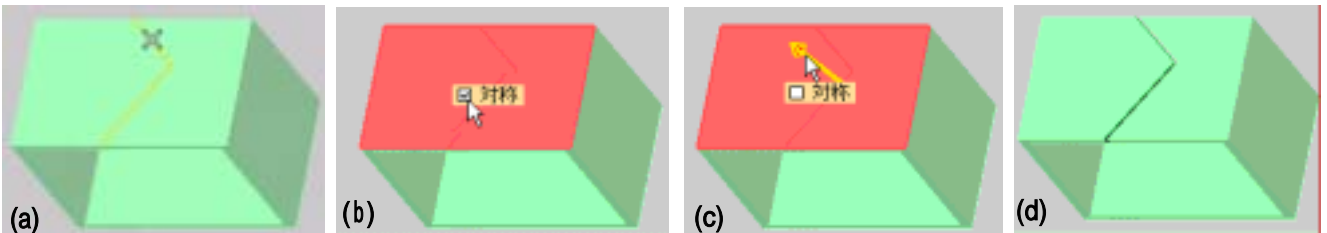


図15 スケッチリップ

(11) 面のリップ

リップコマンドが使用できない場合でも、シェルソリッドから面を削除することができる。典型的な例は、すでにフィレットが付けられたエッジにリップを作成する場合である。この場合、面のリップコマンドを使用して、削除する面を選択することができる。フィレットが付けられた面をソリッドから取り除いてリップを作成するシェル付きソリッドの折り曲げを解除し、すでにフィレットの付けられたエッジにリップを作成する必要がある場合を考える。図16(a)と(b)に示すように、削除するフィレットの付けられた面をそれぞれ選択する。続いて(c)に示す平面を選択すると、(d)に示すように面を削除する。

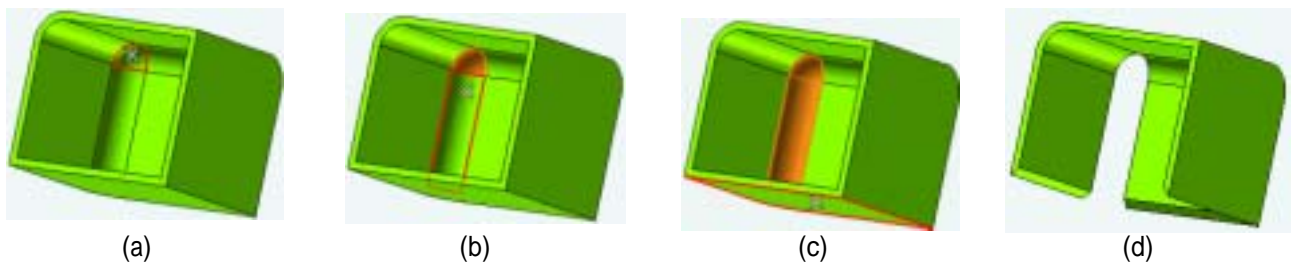


図16 面のリップ

(12) ヘム

選択したソリッドのエッジに様々な種類のヘムを作成することができる。図17に示すように、(a)ヘムを作成するエッジを選択する。4種類のヘムが作成できる。(b) 穴： 定義された長さ(1)と最小限の直径の値を持つ 180°角度固定のフランジ、(c) ダブル： 定義された長さ(1)と最小限の直径の値を持つ 180°角度固定の二重フランジ、(d) ティアドロップ： 角度 > 180°で長さおよび直径を指定したフランジおよび(e) ロール： 270°からの角度固定で直径を定義したフランジである。

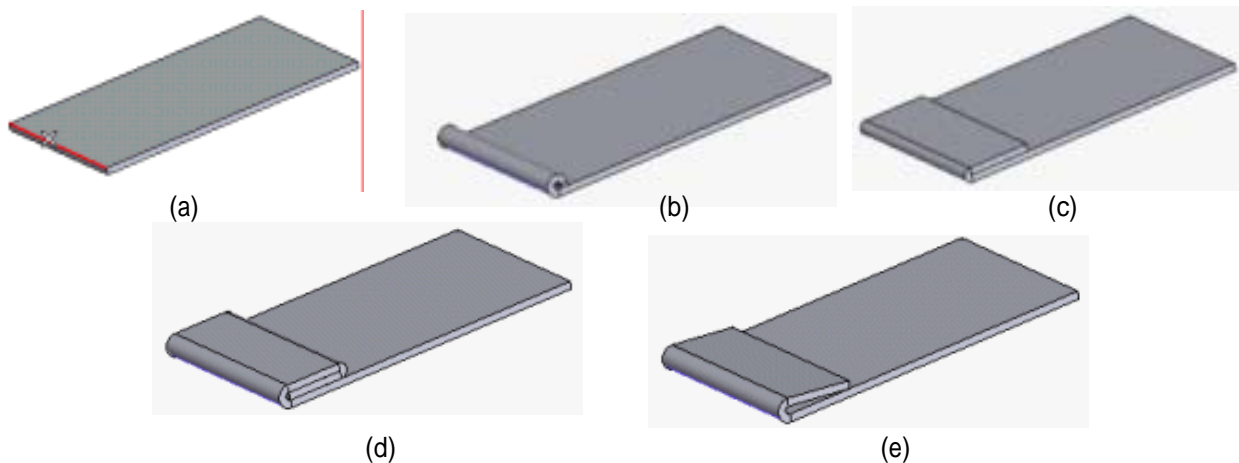


図17 ヘム

(13) スマートオブジェクト

スマートオブジェクトは、成形操作をサポートし、基本的な板金フィーチャの拡張と、フランジや折り曲げなどの標準的な機能の上に新たな機能を構築する。板金スマートオブジェクトは、すべての関連するパラメータ(厚さ、折り曲げ半径など)を適用したオブジェクトから継承する。成形操作は折り曲げに加えて、板金オブジェクトは延ばしや固有ツールを使用した成形も可能である。thinkdesign では、図18のよう、(a)ルーバ、(b)ディンプル、(c)切り抜き、(d)ピース、(e)ランスなどの成型用スマートオブジェクトを使用することができる。

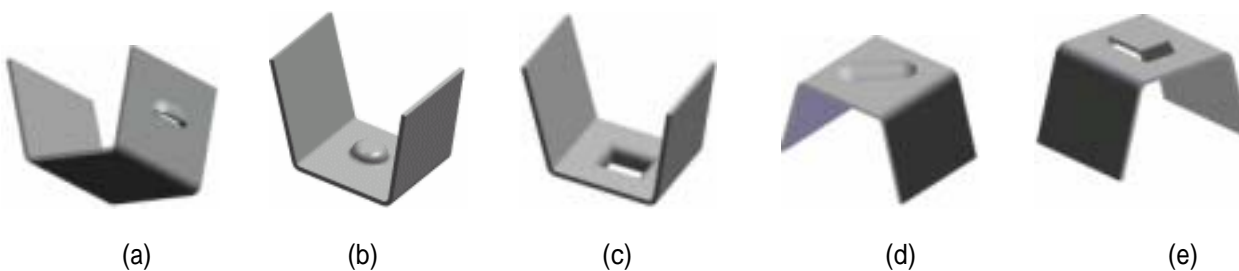


図18 板金成型用スマートオブジェクト

(14) 作図レイアウト

図19に示すように、板金部品の平面パターン図を得るために、thinkdesign は新しいタイプの表示、フラットパターン表示を行う。この投影図は、モデルの状態にかかわらず平面で描かれる(折り曲げ状態のモデルも表示できる)。板金図には、折り曲げの線や各折り曲げの線に関連した文字情報(角度、折り曲げ方向など)を表示することもできる。また、逃し線は、必要に応じて図面から削除することができる。

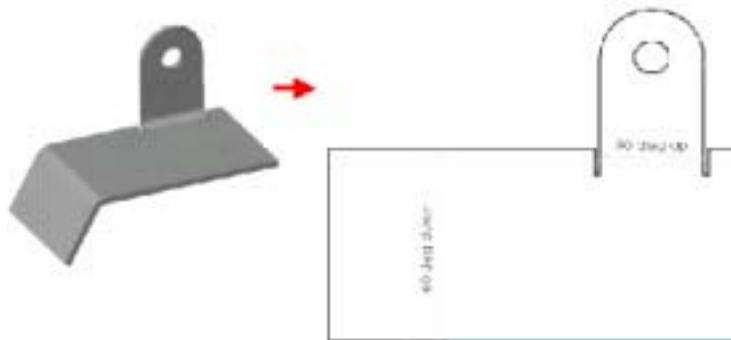


図19 板金部品のフラットパターン表示

3. 板金設計の実践

「thinkdesign」のソリッドフランジ、押し出しフランジ、一般フランジ、折り曲げ、スケッチバンド、折り曲げ解除、折り曲げ再現、角閉じ、リップ、スケッチリップ、面リップ、ヘムなどの板金機能を用いて、コンピュータハードディスク取り付けの板金部品の 3D-CAD モデルを作成した。まず、図20に示すように一枚の板を作成し、「フランジ」機能の入力ダイアログにフランジのパラメータを入力し、板の周辺に図21のようなフランジを作成した。同じ方法でフランジの周辺に再度サブフランジを作成した。次に、図22に示すように、板やフランジの周辺に「和」の集合演算で細かい形状を足した。また、図23に示すように、ソリッドとの「差」の集合演算で板周辺をカットしたり、板やフランジに穴を開けたりした。折り曲げの隅にある穴の作成は、図24に示すように、折り曲げた形状を「折り曲げ解除」機能で展開し、展開した板の上に穴の形状を作成してから、「折り曲げ再現」機能で図25に示す形状が簡単にできた。上述の手法などの組み合わせにより完成した板金モデルは図26に示す。なお、モデルから図27のような板金製作に必要なレイアウト図(2次元図面)への自動変換を行った。

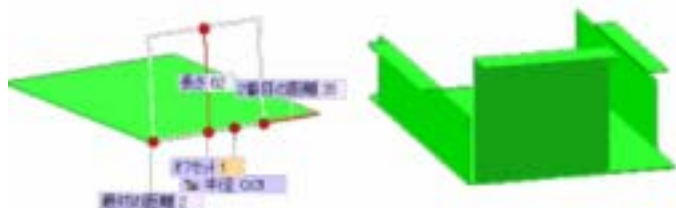


図20 フランジデータ入力 図21 作成したフランジ



図22 「和」の集合演算

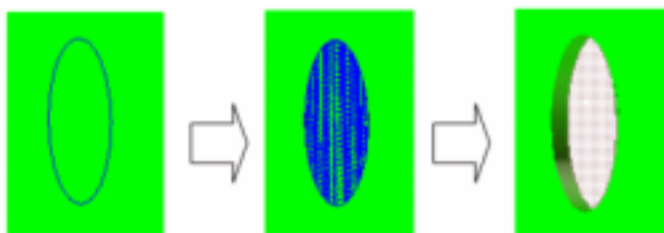


図23 「差」の集合演算

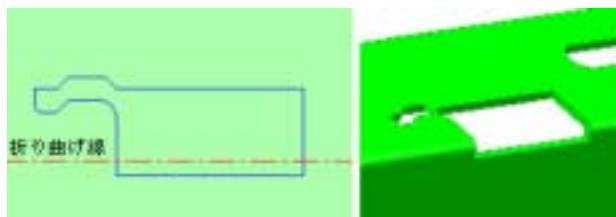


図24 展開した状態

図25 折り曲げ再現

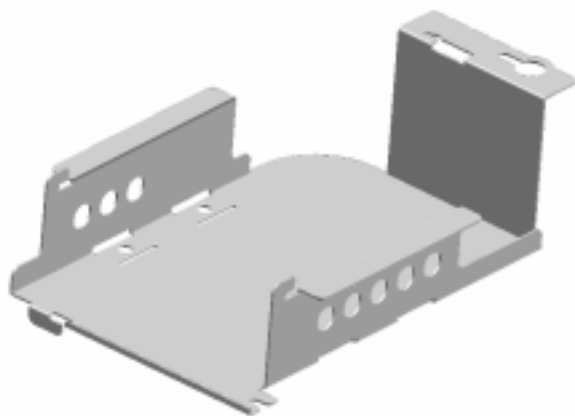


図26 完成した板金モデル

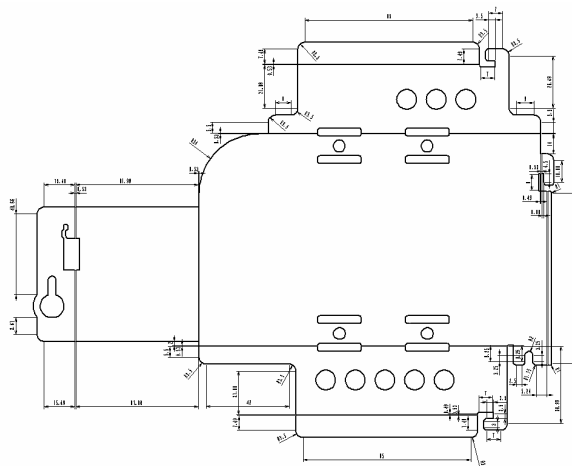


図27 レイアウト図

4. まとめ

「thinkdesign」における板金モデリングは 3次元フィチャ・ベース・パラメトリック・デザインやスマート・オブジェクト・ライブラリが取り込まれている。これらの機能を用いて、幅広い範囲の板金パーツの設計が簡便にできる。特に、通常のモデリング方法を組み合わせてもできない空間的ねじれた形状が作られる。また、板金のモデリング手法は板金の成形工程プロセスと一致するので、加工できない形状を避けることができる。

参考文献 (1) <http://www.think3.co.jp/>