

3次元CADによる粘土瓦の形状研究

伊藤 征幸 倉地 辰幸 服部 金司

Study on Shape of Roofing Tiles by 3D-CAD

by

Tatsuyuki ITO, Tatsuyuki KURACHI and Kinji HATTORI

粘土瓦は各地の気候風土に合わせて、改良が重ねられ現在の形状となったが、「瓦屋根工事技士」と呼ばれる屋根葺き職人の不足するなか、熟練を要せず短期間の工期で施工できる粘土瓦の開発が望まれている。そこで、3次元CADを活用して和形棧瓦を図形解析し、屋根葺き姿のシミュレーションを行い、施工が容易で従来の諸性能を具備した形状の開発・設計手法を検討した。その結果、①和形棧瓦の尻部に2箇所ある引掛け剣の谷の円弧を直線とし、棧木に接触する部分を平面化することにより、施工時に瓦が安定する。②和形棧瓦の頭と尻部の切込み部分の切込み寸法を1~2mm大きくし、働き幅をJIS規格内で小さくすることにより施工性が向上する。③棧瓦の流れ方向での重なり部の水返し部でオーバーラップしている部位付近の曲率を0.8~1.2mm程度大きくすることにより施工性が向上し、施工時間の短縮が図れる改良形棧瓦が設計できた。

1. まえがき

屋根に整然と並べられた瓦は家屋の美しさをひきかたえている。しかし、瓦本来の使命は外界の厳しい自然環境から家屋を守ることにより、日本各地の気候風土に合せた現在の形状が生まれた。ところが最近になり、住宅様式の多様化とともに、デザイン面を重視した和洋折衷住宅向けの平板系瓦などの開発が盛んに進められている。一方、「瓦屋根工事技士」と呼ばれる屋根葺き職人の不足する現状では、熟練を要せず容易に施工できる粘土瓦の開発が望まれている。

このような状況のなか、現在粘土瓦の生産量の約90%を占めるJIS規格の和形の棧瓦について、機械設計等の他分野で多く活用されている3次元CADを活用して屋根葺き姿をシミュレーションし、形状細部を見直し、施工が容易で、かつ、従来の諸性能を具備した形状の改良形棧瓦の設計をした。

2. 実験方法

2.1 3次元CADソフトウェア

本研究において使用した3次元CADソフトウェアは、CADKEY社製のCADKEY V5.0である。機械設計分野等で広く使用されている。また、使用したパーソナルコンピュータはNEC社製PC-9821 Ap/U2である。

2.2 瓦の形状調査

現在、三河地区で生産されている和形棧瓦(JIS 53A形)を36試料選定し、形状について長さ、幅、働き長さ、働き幅及び谷の深さ等を調査検討し、形状の問題点を検討した。

2.3 図形解析及び形状の検討

JIS規格の中心値に近い形状寸法の和形棧瓦を5種類選定し、棧瓦単体の形状を、屋根葺き姿を想定し戻り勾配を考慮して、頭部の左端下部をX,Y,Zの3次元座標値の原点とした。その原点の座標値を0, 0, 50として、曲線の曲率が大きい部位は10mm間隔で、曲率の小さい部位は20mm間隔で、また、直線部は始点と終点を数値化し、基本形棧瓦とした。この基本形棧瓦をコピー機能により複数枚コピーし、屋根葺き姿を再現して瓦の重なり部及び切込み部等について図形解析を行って瓦形状を検討した。シミュレーションの流れ図を図1に示す。

3. 実験結果

3.1 瓦形状の調査

調査したJIS 53A和形棧瓦の形状寸法とJIS規格を表1に示す。また、瓦形状各部の名称を図2に示す。

働き長さ及び働き幅は長さ及び幅の形状寸法に拘らずJIS規格を満足している。平均値で見ると長さ及び働き長さは、JIS規格の中心値よりやや小さい。又、幅及

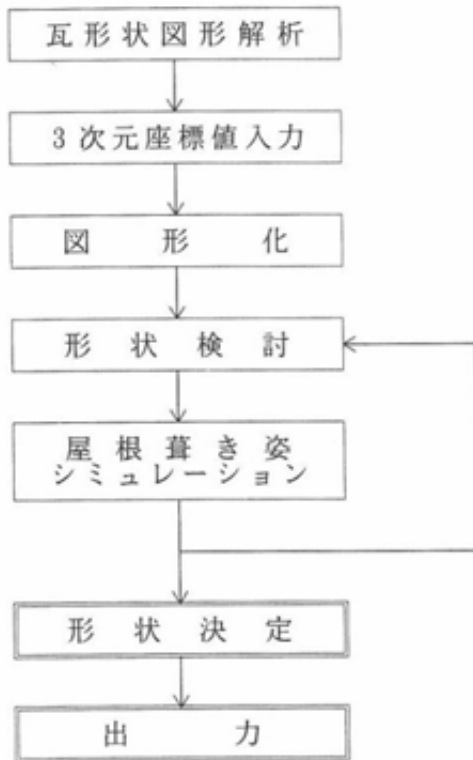


図1 3次元CAD流れ図

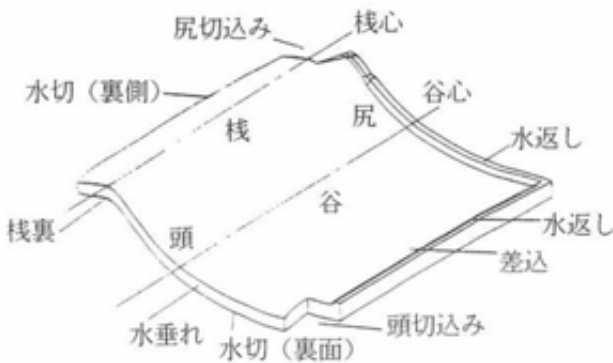


図2 和形棧瓦の形状名称

び働き幅はやや大きい。

しかし、表1に示すように、JIS規格では頭と尻の切込み寸法などの形状細部については規定されていない。また、棧心付近の傾斜が瓦ごとに異なっていることも分った。このことから、形状寸法はメーカー内では互換性はあるが、産地全体では互換性のないことが窺える。

これは、現在のJIS 53A和形棧瓦がJISで制定された背景に、当時生産されていた様々な形状の和形棧瓦を部分的な形状変更により形状を統一したことにより、施工性等を考慮せずに生産されていた形状寸法の異なる棧瓦を53A形化したことに起因すると思われる。

3.2 棧瓦の形状検討

表2に示す形状を図形化した基本形棧瓦の投影図を図

表1 和形棧瓦の形状寸法 (mm)

項目	最大	最小	平均値	JIS規格
長さ	306.9	299.7	304.33	305±4
幅	306.9	296.1	305.18	305±4
働き長さ	236.3	231.3	234.01	235±4
働き幅	267.1	263.2	265.65	265±4
谷の深さ	37.9	34.7	36.47	35以上

表2 基本形棧瓦の形状寸法 (mm)

長さ	幅	働き長さ	働き幅	谷の深さ	頭切込み		尻切込み	
					長さ	幅	長さ	幅
305.0	305.0	235.0	265.0	35.5	30.0	40.0	40.0	42.0

3に示す。更に、基本形棧瓦単体の投影図をコピー機能を利用して屋根葺き姿を再現した結果を図4に示す。

その結果、瓦の重なり部分や切込み部分の座標値をテキストファイルに変換して確認すると、頭と尻の切込み部の座標値が約0.8~1.0mm程度重なっている。このような重なり現象は瓦葺き職人の経験により頭の切込み部と尻の切込み部の形状を修正する作業が生じる。また、重なり部の下側に位置する棧瓦の水返し部の表面座標値と上面に重なっている棧瓦裏面の座標値が最大0.8mm程度オーバーラップする部位があることが判明した。CADソフト上ではこのようなオーバーラップ現象を確認することができるが、施工時は水返し部が上部に位置す

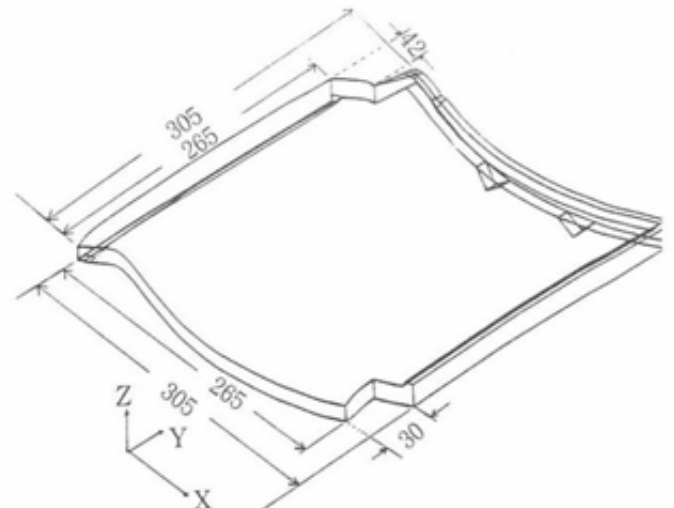


図3 基本形棧瓦投影図

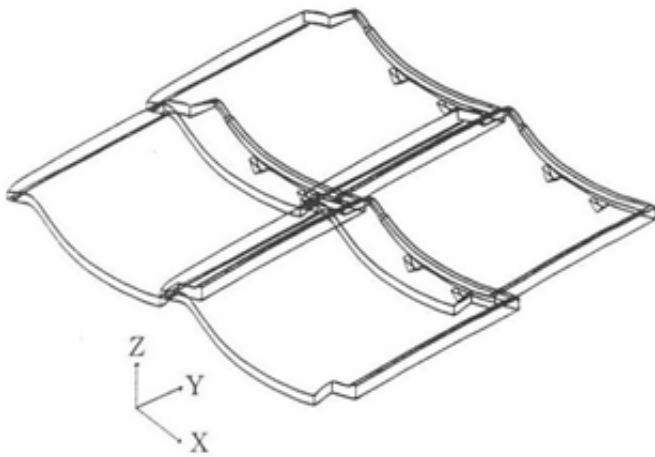


図4 基本形棧瓦の屋根葺き姿図

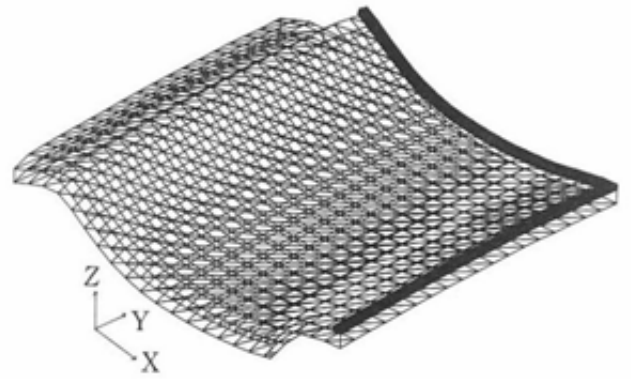


図6 改良形棧瓦メッシュ図

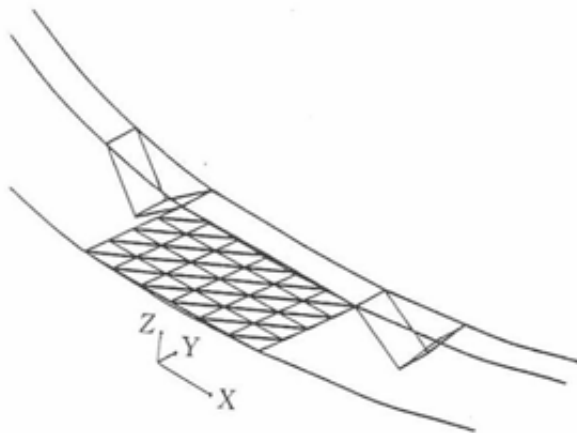


図5 棧瓦尻部底面改良図

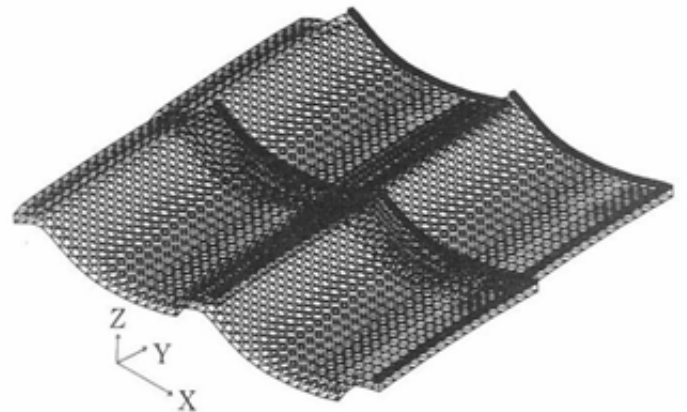


図7 改良形棧瓦の屋根葺き姿図

る瓦を持ち上げる状態となり、見付け部に隙間が生じ、雨仕舞が悪くなる可能性がある。

棧瓦の尻部に2箇所ある引掛け剣の間の円弧が屋根葺き姿を再現した際に、棧木と瓦裏面は流れ方向の線で接触するため不安定な状態となり緊結釘で固定することに困難性が生じることが考えられる。これらの現象は屋根葺き時の施工性に支障をきたすと思われる。

3.3 改良形棧瓦の提案

前項の棧瓦を基礎として、問題となる部分の形状細部の座標値を変更し、屋根葺き姿のシミュレーションを繰り返した結果、棧瓦の尻部の2箇所ある引掛け剣の間の谷部分の円弧を直線とし、棧木に接触する部分を平面化することにより棧瓦の安定化が図れる。その部分の底面拡大図（メッシュ部分）を図5に示す。

この座標値の変更によるシミュレーションの繰り返により、棧瓦尻部の水返し構造を延長した改良形棧瓦とその尾根葺き姿図を図6及び図7に示す。また、形状を決定した改良形棧瓦のシェーディング図を図8に示す。また、改良形棧瓦の形状寸法を表3に示す。

屋根葺き姿による形状検討の結果、棧瓦尻部の引掛け

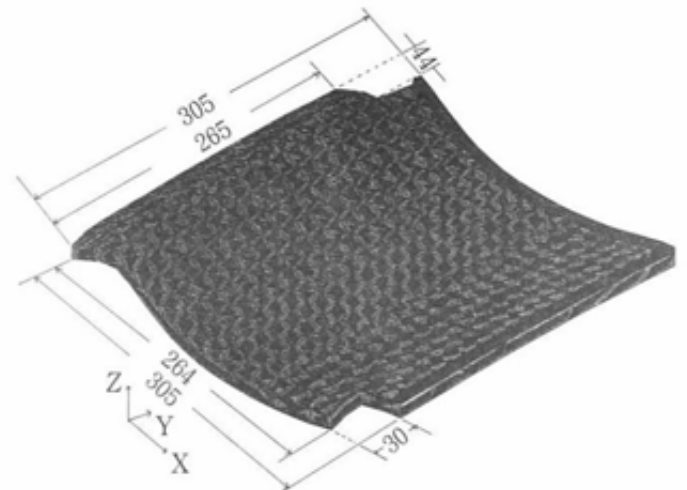


図8 改良形棧瓦シェーディング図

表3 改良形棧瓦の形状寸法 (mm)

長さ	幅	働き長さ	働き幅	谷の深さ	頭切込み		尻切込み	
					長さ	幅	長さ	幅
305.0	305.0	235.0	264.0	35.5	30.0	41.0	40.0	44.0

剣部を栈木の幅で平面化、頭と尻部にある切込み部を1～2mm大きくし、働き幅をJIS規格内で小さくすること及び栈瓦の流れ方向での重なり部の水返し部でオーバーラップしている部位付近の曲率を0.8～1.2mm程度大きくすること等を改良することなどにより、施工性に優れた改良形栈瓦の設計ができた。

4. まとめ

(1) 和形栈瓦の尻部にある2箇所ある引掛け剣の谷の円

弧を直線とし、栈木に接触する部分を平面化することにより、施工時に瓦が安定する改良形栈瓦が設計できた。

(2) 和形栈瓦の頭と尻部の切込み部分の切込み寸法を1～2mm大きくし、働き幅をJIS規格内で小さくすることにより施工性が向上する。

(3) 栈瓦の流れ方向での重なり部の水返し部でオーバーラップしている部位付近の曲率を0.8～1.2mm程度大きくすることにより施工性が向上し、施工時間の短縮が図れる。