

特集

建築技術の集積 「ファサードエンジニアリング」 技術編

3次元形状ファサード 金属工事の取り組み 技術紹介

土屋 雄司
菊川工業(株)
営業次長

1. はじめに

近年は3D-CADの活用により、多くの複雑な建築物が計画・施工されています。

建材の中で最も自由な加工ができる金属に依存することが多く、外装や内装の意匠やモニュメントなどに採用されると、象徴的・印象的なものになります。3D-CADの普及で自由曲線を多用したデザインの需要が高まっていることから、金属工事における3次元加工技術の役割・使命は大きいといえます。

KIKUKAWAの3次元加工技術（3次元曲面加工技術）は、創業以来の経験と職人技を長年受け継ぐことでノウハウとして蓄積されており、3Dデータを活用したレーザー溶接・切断やロボット加工といった先端技術や、インクリメンタルフォーミングなどの先端加工を導入・研究し、融合させて成り立っています。

その上、3D-CADの対応力・実践力を含めた設計技術から施工技術までの総合力を動員し、さまざまな3次元形状の要望に対して、品質を確保した技術提案を行い、難易度の高い形状を実現させています（図-1）。

1-1 施工事例

建物名称：東京駅八重洲口駅前広場中央換気塔
施主：東日本旅客鉄道(株)
設計：東京駅八重洲開発設計共同企業体
（(株)日建設計・(株)ジェイアール東日本
建築設計事務所）
施工：東京駅八重洲開発中央部他新築工事共同企業体
竣工：2014年
建設地：東京都千代田区
品名・施工箇所：シェル構造体パネル
材質：二相系ステンレス（SUS329J3L）
仕上げ・加工：パールバイブレーション3次元加工技術

東京駅八重洲口の開発工事において設置された、重厚感とシャープさを持つ金属と豊かで柔らかな植栽が調和する排気塔モニュメントの物件です（図-2）。

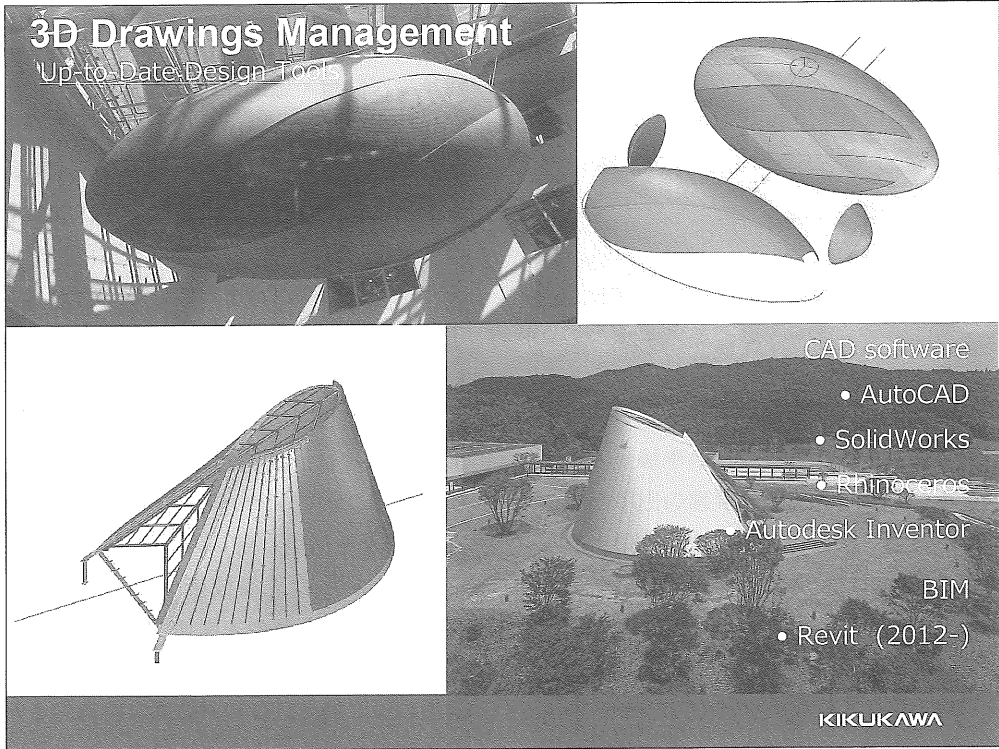


图-1 3次元加工技術

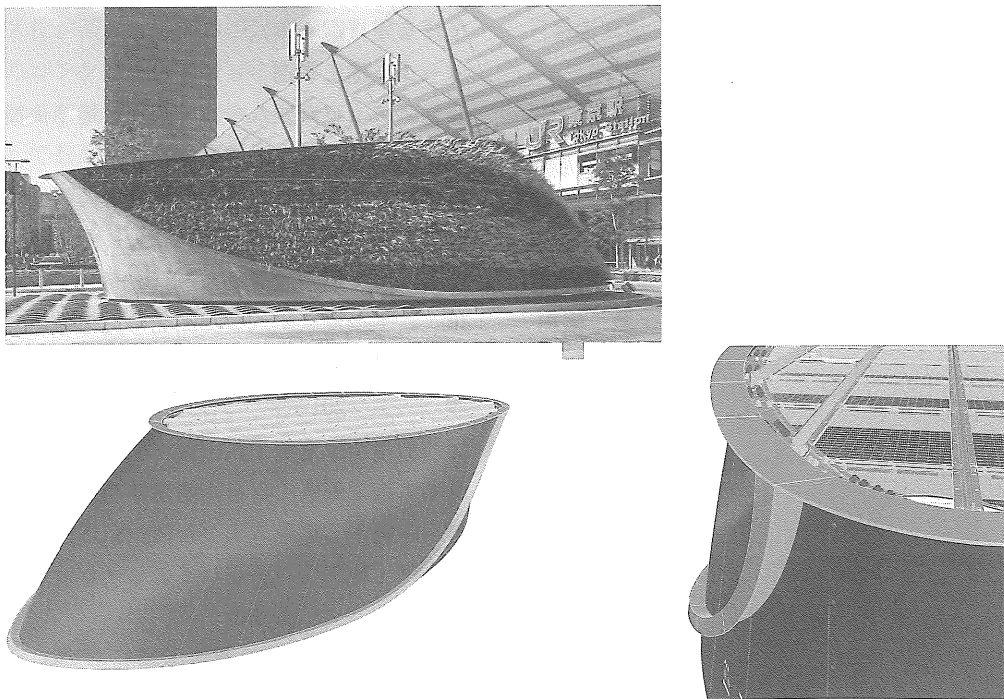


图-2 東京駅八重洲口駅前広場中央換気塔

3次元的な曲面で構成された形状を3D-CADを用いてモデリングし、厚さ9mmのステンレス厚板を工場にて3次元成型し、それを現場で熟練の職人の手で溶接・仕上げを行い、納めました。素材には排気塔という汚れやサビの発生しやすい環境を考慮し、耐候性に優れた「SUS329J3L」のステンレス素材を用いています。

現場施工の際には、パネル相互の目地を全て職人の手作業で溶接し、巨大な1枚の板として自立させ、内部に補強鉄骨のない「シェル構造」を成立させました。

2. 3D-CAD を駆使した3次元設計技術

KIKUKAWAはさまざまなプロジェクトを通じて3次元設計技術を磨き、ノウハウとして受け継いできました。1990年初頭からは3D-CADを先駆的に導入し、多面体の組み合わせで球体を表現した「フジテレビ本社ビル」の展望台外装から始まり、多種多様な形状を3次元モデリングすることで検討や部材展開をしています。

現在ではBIMの活用にも積極的に取り組み、

3D-CADを扱うことのできる設計要員を増やしています。全て3D-CADにて作図を行い、クライアントとのやり取りも3Dデータで行った「ブルームバーグ新欧州本社屋」のような例も出てきています(図-3)。

2-1 施工事例

建物名称：Bloomberg European headquarters

施主：Bloomberg L.P.

設計：Foster+Partners

施工：Main Contractor：Sir Robert McAlpine Ltd.

Facade Contractor：Josef Gartner

竣工：2017年

建設地：イギリス・ロンドン

品名・施工箇所：外装フィンパネル

材質：ブロンズ(丹銅)

仕上げ・加工：HL+硫化イブシ仕上げ FSW(摩擦攪拌)接合 特殊曲げ加工 3次元加工技術

経済・金融情報を扱う世界的大手サービス会社「ブルームバーグ/Bloomberg」(本社はアメリカ

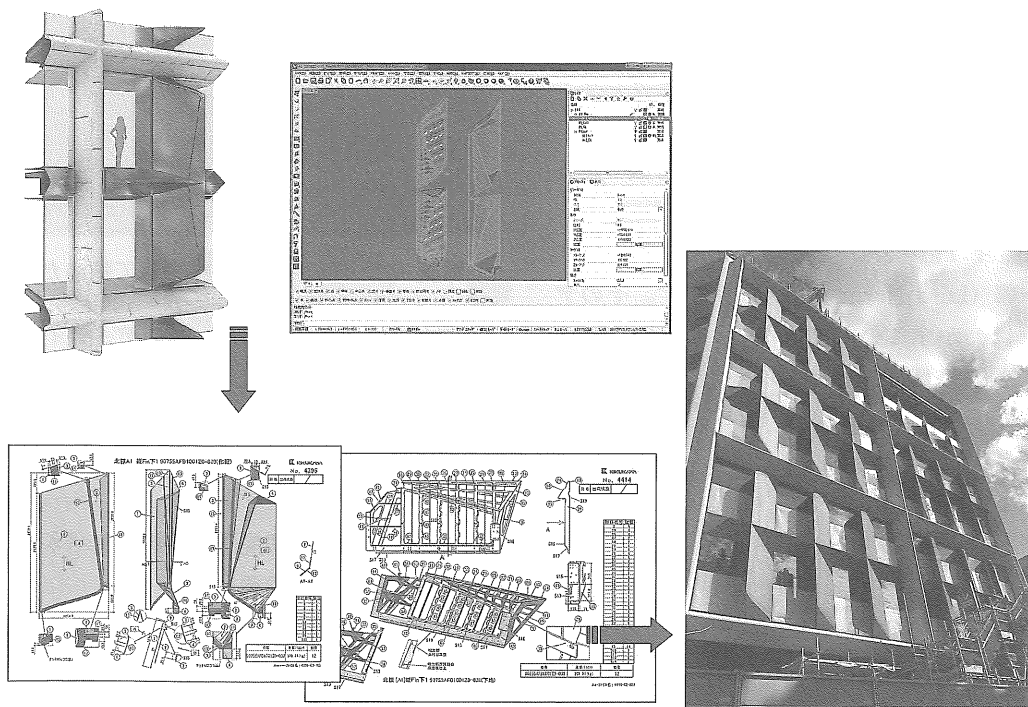


図-3 3D-CADの活用(ブルームバーグ新欧州本社屋外装フィン)



写真-1 ブルームバーグ新欧州本社屋外観と外装フィンパネル

合衆国・ニューヨーク) ヨーロッパ本部の新社屋のブロンズ工事に KIKUKAWA は携わりました。ロンドンシティの中心街、イングランド銀行とセント・ポール大聖堂の間に位置する「ブルームバーグ新欧州本社屋」は、10万m²を超える広大な敷地に2つの建物が建てられ、ブリッジとガレリアで結合されています(写真-1)。

建築デザインを手がけたのは、世界有数の建築設計事務所であるフォスター・アンド・パートナーズ(Foster+Partners)を設立したノーマン・フォスター卿(Lord Norman Foster)です。そのデザインに欠かすことのできない、KIKUKAWAの古美^{ふるみ}仕上げ(硫化イブシ)を施した外装・内装ブロンズパネルは、総量43,000m²超(700t超)と、過去に例のない規模となっています。

主要なブロンズ製品である外装フィンパネル・屋根パネル・低層ブロンズパネル類・螺旋階段手摺壁パネルは、いずれも形状が複雑で加工度が高いものです。3次元形状の製品が多いこともあり、すべての図面を3D-CADにて作図しています。

フィンパネルや手摺り壁は、材料である丹銅(ブロンズ)材の製作可能コイル幅1250mmを超え

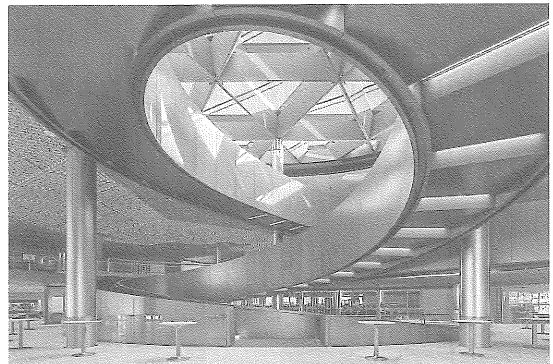


写真-2 FSW 溶接で接合して納めたパネル

る割り付けとなっており、そのディテールを品質を含めて実現するためにFSW機を導入しました。接合して大板を製作することで対応しています(写真-2)。

1) 螺旋階段概要

品名・施工箇所：螺旋階段手摺り壁パネル

材質：ブロンズ(丹銅)

仕上げ・加工：HL+硫化イブシ仕上げ FSW 接合 レーザー溶接 3次元加工技術 Rブロンズ・ハニカム接着工法

2) 三つ葉結び状の巨大な螺旋階段

「ブルームバーグ新欧州本社屋」のシンボルともいえる、俯瞰すると三つ葉結び状に設計されたランプと呼ばれるアトリウムの巨大な螺旋階段には、KIKUKAWAの2つの「つなぐ」技、FSW接合とレーザー溶接が使われています。

最大で2600mm×2731mm、重量450kgにもなるRパネルであるブロンズ手摺り壁を製作するにあたり、新技術を含めたさまざまな検討や試作、実物大モックアップを製作する過程で、改善点などを図面にフィードバックして基本構成を確定させました(図-4)。

State-of-the-Art Facilities and Machineries Bloomberg London - Ramp

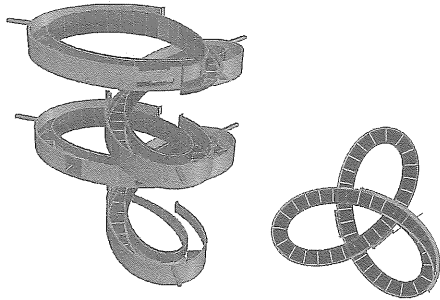
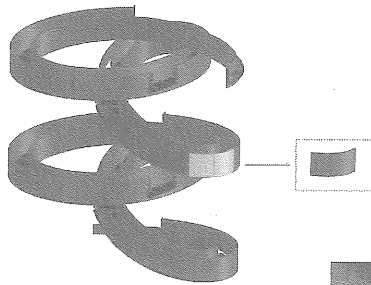


図-4 螺旋階段



3) Rブロンズ・ハニカム接着工法

巨大なブロンズR手摺り壁パネルの平滑度を保ち、R形状を固定するため、「Rブロンズ・ハニカム接着工法」を開発し採用しています。

あまり例のない丹銅材へのハニカム接着、しかもR形状の上、巨大パネルということで、初期にはさまざまな課題がありました。接着架台の設計・改良、接着後の化粧材への影響軽減、硫化イブシ工程の改善など、ひとつひとつ問題点を抽出し解決するなかで、新たな技術として確立しました。その結果、要求どおりの流麗さと重厚さ、そして堅牢さのあるブロンズパネルを納めることができます(写真-2, 図-5)。

3. 最新の3次元加工設備・技術

近年、最新設備や最新技術を導入しています。これらが、長年培われた職人の伝統技術と融合することで、3次元加工技術の効率化、品質向上、より高度な加工を可能とし、さまざまな3次元製品に対応します。

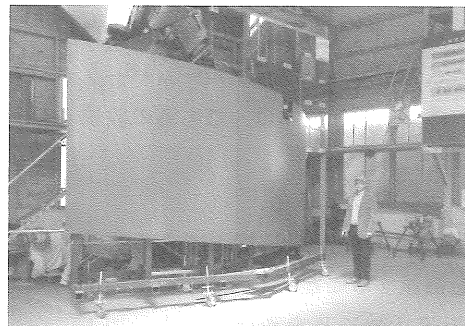


図-5 Rブロンズ・ハニカムパネル

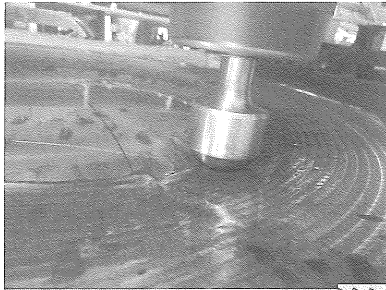


写真-3 インクリメンタルフォーミングと施工事例「四季十楽」

3-1 インクリメンタルフォーミング

薄板金属に成形工具を逐次押しつけることで、目的の形状を得ることのできるダイレス（金型不要）塑性加工技術です。絞り加工では困難な形状や大きさにも対応することができます（写真-3）。

3-2 3D マシニング加工法

3D データに基づき X 軸・Y 軸・Z 軸に動くヘッドにより、3次元切削に対応しています。曲面に切削することも可能です。例えば、無垢材を切削することで、R を伴ったコーナー材を切削することもできます。

3-3 マルチモード・ファイバーレーザー溶接装置

ひずみの少ない高品質な溶接を、3次元曲線にも効率的に行うことができます。ブルームバーグ新欧州本社屋の螺旋階段の笠木は、こちらの設備で溶接しています。

3-4 テンション曲げ工法

複雑な断面形状においても R 加工できる工法で、溶接工程を削減することができます。曲面部分のある断面を違う軸に R をかける 3次元加工においても、有効な工法です。

3-5 ツイスト加工

部材に回転を与え、ねじる加工技術です。曲げ加工やねじり加工を駆使することで流麗な曲面を表現することができます（写真-4）。

4. おわりに 3次元加工における KIKUKAWA の総合力

最小ロットを問わなければ、キャスト（鋳物）や成形プレス加工が、3次元形状の製品を製作するには適していますが、実際は量がまとまることは少なく、形状が全く同じになることも滅多にありません。しかも、加工サイズや形状に制約がかかるといったこともあります。

KIKUKAWA の 3次元加工技術は少量（1品から）多品種に対応が可能で、加工サイズや形状も、コストの範囲内で可能な限りクライアントの要望に応えます。形状を実現するだけでなく、全体的にも滑らかなフォルムを実現するため、パネルの連続性や目地の通りなど細部も含め、包括的に管理します。今後も 3次元加工をリードし、より難易度の高い 3次元デザインや品質を求められても対応できるように、技術開発を続けています。

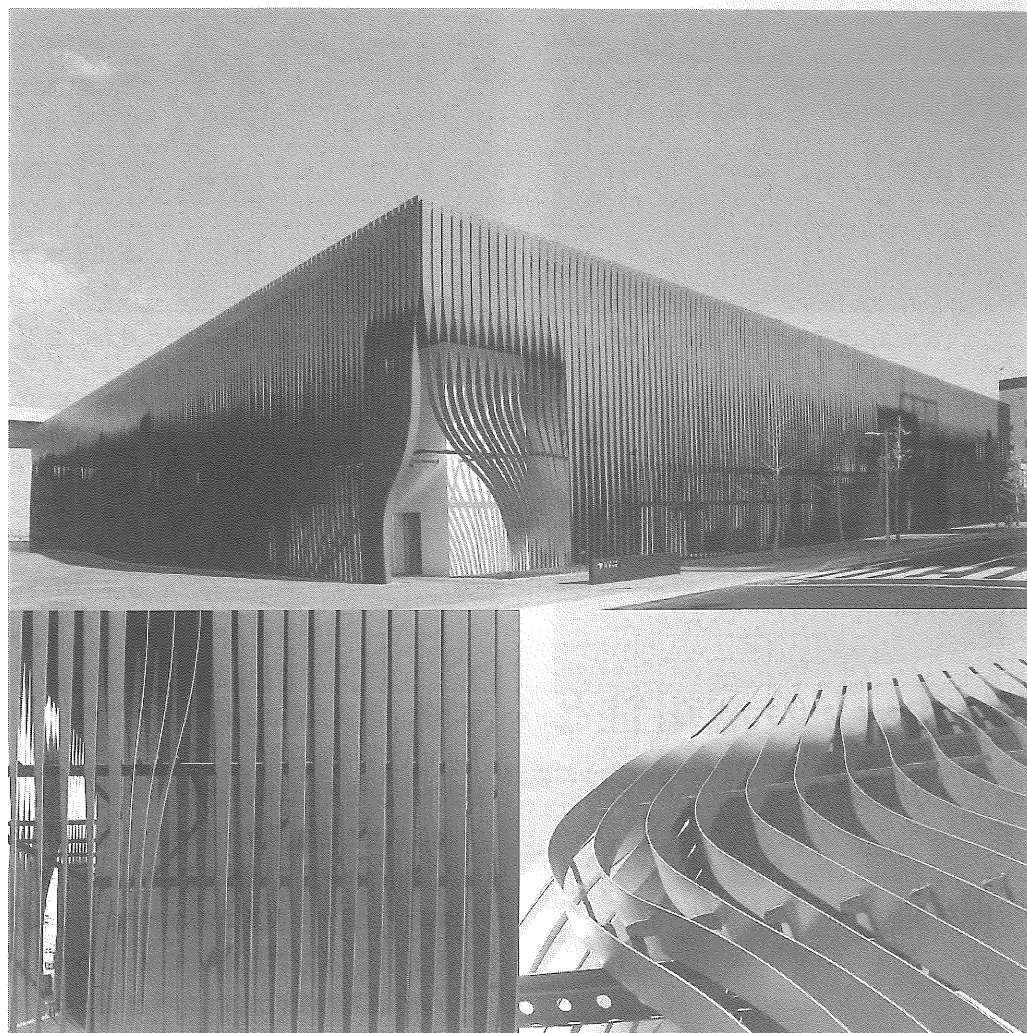


写真-4 ツイスト加工