

3D活用による製品開発プロセスの革新 — 製品ライフサイクルを見通す新視点 —



世界初となる海上LNGプラント「Prelude」に搭載される世界最大の洋上ボイラの製造。大型、短納期に加えて突きつけられた厳しい品質基準。かつてない難しい課題を乗り越えるために新たに取り組んだのは、新しいものづくりへの挑戦。人からモノまで、あらゆる対象を3Dで可視化して検証する取り組みが、製品ライフサイクルのあり方を変えようとしています。



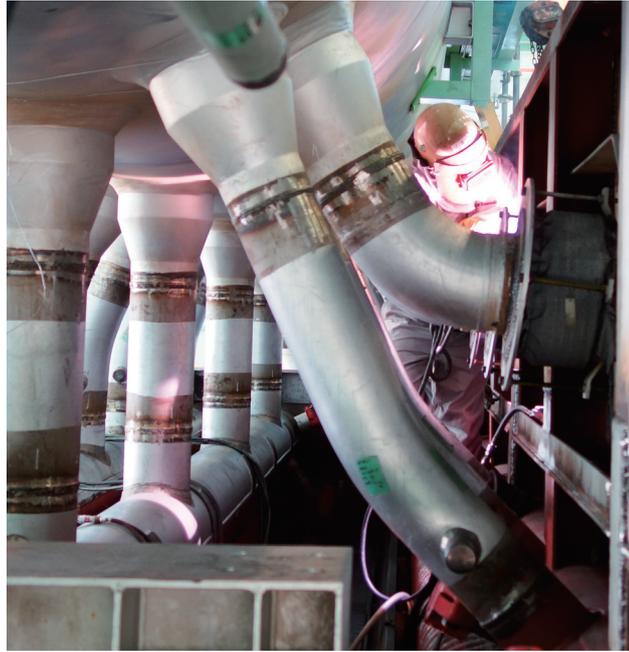
志子田 繁一
Shigekazu Shikoda

技術開発本部
システム技術開発センター
システム統合技術部 第三課
主席研究員

作業員視点で人間工学的検討を

製品開発プロセスを革新し、顧客の要望に応えながら企業として成長を続けるために、他の製造業の例に漏れず、当社の製品についてもライフサイクル全体に渡って改善のための検証を重ねています。その目的によってアプローチの方法はさまざまですが、開発期間の短縮を目的とした取り組みの一つとして、3Dデータを活用した事前検証があります。数値解析によって性能向上を図る手法は、以前から多くの受注製品や社内生産設備に適用されていますのでノウハウの蓄積がありますが、筆者らが着手しているのは、主に製造現場や製品メンテナンスでの作業性向上を目的とした取り組みです。

これまで、自社の工場内で用いる生産設備の設計などを手がける中で、現場ではこちらの思うように受け入れてもらえないケースがありました。真に使いやすい機械を作るにはどうすればいいかを考え抜いた末、使う側の立場で設計することの重要性を再認識するに至りました。つまり、作業する「人間」についてよく考えるということです。そこで、人間工学的な検討を設計に取り入れようと、3D人間モデルを使ったヒューマンシミュレーションを実践し



複数の配管が入り組み困難を極める溶接作業

始めました。このシミュレーションでは、3D CADで仮想的に構築した作業空間の中にさまざまな体型の作業者を配置して任意の作業を行わせ、そのアニメーションを作ることが可能です。製造現場での作業や製品のメンテナンス作業など、内容をあらかじめ推定して3D人間モデルを自在に動かし、機械の操作性や作業性を事前に確認することができますので、これを元に使いやすい機械構造、あるいは作業が効率的に進む作業環境を検証していきます。たとえば、狭い配管の中に入って溶接を行う作業の事前検証を行った際には、もともとの設計では内部の配管が作業員のヘルメットと干渉して所望の作業ができないことが判明

し、支障となる部品の位置変更を設計段階で行うことができました。こうした取り組みを通じて、3Dを活用した人間工学的検討の有効性を実感するとともに、少しずつカンパニーにも認知されていきました。

世界最大の洋上ボイラの製造ライン構築 取り組んだ3Dヒューマンシミュレーション

3D活用技術の可能性を大きく拓いたのが、2011年7月に当社が受注したFLNG（Floating LNG）用ボイラの製造プロジェクトでした。FLNG用ボイラとは、シェル社が建



浮体式洋上天然ガス液化プラント（イメージ）

設する浮体式海洋天然ガス液化プラント (FLNG)「Prelude (プレリュード)」向けの特殊ボイラです。当社にとっては、今後も市場規模の拡大が見込まれる海洋開発に参入し、実績を積むための重要なプロジェクトです。洋上で使用されるボイラとしては世界最大のもので、従来の船用ボイラの最大実績蒸発量は1缶あたり140t/hであるのに対し、FLNG用ボイラは220t/hと、およそ倍近い規模です。また品質については、洋上で半永久的に稼働し続ける必要があることから、ロイド船級規格に加え、シェル社の厳格な設計標準とプロジェクト仕様に忠実に従うことが求められました。加えて、製造部門を悩ませたのが納期でした。従来の船用ボイラは2缶同時製作で、遅くとも1年以内には製造完了というペースで作りますが、今回のFLNG用ボイラでは7缶を1年強の期間で製造するという超短納期です。手戻りが頻発すれば納期を守れないだけでなく、今後の受注活動にも多大な影響を及ぼす可能性がありました。

短納期、高品質、そして当然のように求められる低コストといった必達ミッションを達成するために取り組んだのが、3D活用技術の適用です。大型かつ複雑な構造物であるこの製品を手戻りなく生産するには、極めて緻密な計画と事前の検証が必要になります。3D人間モデルを使用したヒューマンシミュレーションであれば、作業上の問題点を視覚化し、具体的にイメージしながら改善策を導くことができますので、まさに得意分野といえます。実際に

FLNG用ボイラを製造するプラント・環境カンパニー生産本部の担当者と一緒に課題に取り組みました。最初は溶接作業の作業性検証でした。たくさんの細い配管を高密度に溶接して熱交換器に仕上げていく作業はその一例です。配管が溶接されるごとに作業者の姿勢が変わるため、一つ一つ作業を検証し、問題がありそうな箇所については改善策を提案しました。実際、カンパニーの担当者から次々と検討課題を受け、作業現場へ通いつつ3D人間モデルを使った検証を進めました。長時間にわたって辛い姿勢や、品質への影響が懸念される無理な姿勢となりそうな作業箇所を見つけ出し、作業順序の変更や足場設置など、実作業に向けての対策を前もって進めることができました。

工程計画に作業指示書そして作業者教育と 安全確保それぞれに3D技術が独自の視点を提供

プラント・環境カンパニーでは他にも3Dの活用を積極的に進めていました。例えば工程計画の立案です。生産現場を構築する場合、組立作業をいくつかのステージに分ける必要がありますが、その際、各ステージの作業日数を均一にしておかなければ、一斉に製品を動かすことができません。そのため、全工程における実際の作業量を推定して各ステージに振り分ける必要があり、検討には3Dを活用しました。作業者の動作が立体的に表示されるので、一つ



浮体式海洋天然ガス液化プラント (FLNG) 用ボイラ生産工場

一つの作業が無理なく所定時間内に完了できるものであるかを具体的に確認しながら、詳細な検討を行うことができました。たとえば、蒸気ドラムとその下側に位置する熱交換器を間仕切りする、鋼板の搬入方法を検討しました。蒸気ドラムは主要構造物であり、鋼板の設置は必然的に後工程となってしまうため、検討が必要でした。クレーンも使えない狭いスペースに設置するので、人が運べるサイズ・重量にカットし、所定の場所に設置した後、鋼板どうしを溶接して完成させます。まずは3Dで作成した仮想的な作業空間の中で、鋼板の搬入ルートを試行錯誤しながら探して見つけ出しました。次は、見つけた搬入ルートを通して、人の力で安全に運び込むことができるかという観点で検証していきました。他の構造物の間をかいくぐりながら鋼板を通していくので、作業員の姿勢や構造物との干渉、鋼板を傾けるタイミングに注意して検証を繰り返し、ついに適切な搬入作業方法を導き出すことができました。こうして各ステージで行う作業を明確にした後、作業の全容を視覚的にとらえられるイメージ図を3D生産シミュレーションによって作成し、関係者で共有しました。

さらに、ポイントとなる重要工程については、作業手順や組立手順が一目でわかるアニメーションを作成し、それをベースに携わる作業員が誰でも同じ作業ができるような作業指示書が仕上がりました。このような3Dを活用した作業指示書は、作業者のスキルアップにも役立ちました。

製品ライフサイクル全体を見通し よりよいものづくりに貢献

これら3D活用技術の適用も手伝って、FLNG用ボイラ7缶は無事出荷することができました。現在は2隻目以降の生産に向けて適用領域をさらに広げるべく、新たな取り組みにチャレンジしています。たとえば、3D計測技術を用いた検査システムの導入です。レーザを照射して物体の形状を計測する3Dスキャナを用いて、製作した部品を実測します。その計測データを3D図面と比較して、設計通りの形状になっているかどうかを判定します。これなら、複雑な構造の部品も比較的短時間で品質チェックすることが可能となります。今後も、こうした新たなチャレンジをカンパニーと一緒にあって取り組んでいき、さらに短納期・高信頼性・低コストでの製造を実現していきます。

また、FLNG用ボイラ以外のプラント製品や、他カンパニーの製品への3D活用技術の適用も始めています。3D活用技術はものづくりの効率化と高品質化を支える一つの手段に過ぎませんが、実際の作業をより具体的にイメージし、今までは実際に製造するまで分からなかったことを事前に把握するのに大いに役立っていると感じています。さらに将来的には、計画から設計、生産、メンテナンスに至る製品ライフサイクル全体において3D活用技術を適用し、製品開発プロセス全体を見通した上で、よりよいものづくりに貢献していきます。



開発者たち