

3Dモデルを用いた内部構造の可視化による 特殊設備の解体

吊り下げ式ボイラー設備の解体事例

岡野直幹

近年、解体工事に使用する重機も大型化へ進化を続け、地上から高層階まで届く大型重機が活躍し、安全且つ効率的な解体作業が可能になっている。但し、プラント工場における解体については、様々な特殊設備及びプラント工場独自のルール制限がある中で、事故は決して許されるものではなく、安易に大型重機での解体工法を選択できない。よって、特殊設備の解体事例として、吊り下げ式ボイラー設備の解体工法を3Dモデルの作成により可視化することで決定、解体工事が完了に至るまでのプロセスを本稿で紹介する。

キーワード：解体工事、大型重機、特殊設備、吊り下げ式ボイラー、可視化、3Dモデル

1. はじめに

高度成長期と共に発展してきたプラント工場も、現在では設備機器の老朽化や設備の維持管理コスト、原材料の高騰といった様々な問題を抱え、近年は定修工事から解体工事へと占める割合が増加傾向にある。

これに伴い、解体業界も一般的な建物の解体に加え、プラント設備の解体工事が増加傾向にあり、今回は某石油化学プラント内の一部のエリアを解体する工事のなかで、特殊な設備機器（吊り下げ式ボイラー）の解体を行うこととなった際に、現状でも複数の課題を抱え、尚且つ現場の作業条件が変更していく過程で右往左往しながら、解体工法の選定に3Dモデルを用いて可視化した結果、問題解決に繋がった事について述べていく。

2. 解体する特殊設備（吊り下げ式ボイラー）の概要

幅4.5m、長さ6.1m、高さ21.35m（付属設備含まず）、ボイラー本体総重量約150t。他の燃焼設備（ガスタービン又は加熱炉等）から発生する廃熱（又は廃ガス）を利用して、蒸気や温水を製造する、吊り下げ式のボイラー設備（図-1）。

3. 解体工法の選定

当初、解体エリア内の吊り下げ式ボイラー以外の設

備機器の図面を確認し、解体に使用する重機を検討していくなかで、この吊り下げ式ボイラーは、高さが約22mであることから大型重機（100tクラス）とガス溶断を併用する解体工法が可能だと推測していたが、現地確認後、以下の問題点が浮上した。

①吊り下げ式ボイラー設備と大型重機の配置予定場所

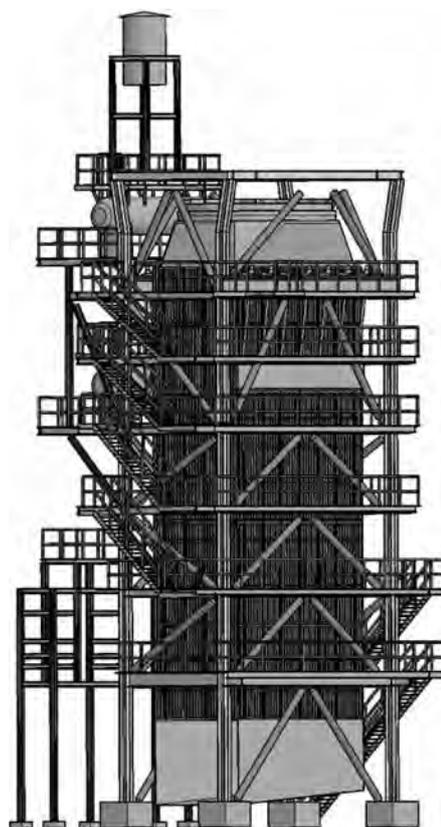


図-1 吊り下げ式ボイラー外観図

との間に、活き配管が通っており、解体に伴う落物による損傷が懸念される。

- ②吊り下げ式ボイラー設備の周囲は、稼働設備及びラック等が近接しており、特に足元には撤去配管と活き配管が混在している為、大掛かりな活き配管の養生が出来ず、大型重機を使用すると、活き配管も同時に破壊するおそれがある。

上記の状況により、大型重機の使用による解体は困難と判断。大型重機を使用しての解体作業を断念し、他の解体工法を検討する。

この吊り下げ式ボイラーは、下から第1段、第2段、第3段、第4段の4層構造になっており、第3段目で全段を吊り下げている構造（図-2）である為にガス溶断と移動式クレーン及び重機（13tクラス）を併用して、最下段からガス溶断を行い、クレーンや工具を使って溶断した設備の一部をそのまま真下へ吊り下ろし、下ろした機器の一部をボイラー設備横の一部空いているスペースに配置した重機（13tクラス）で、小切りを行い同時進行してボイラー設備の足元から外へ引き出す作業を行ってから、次の段のガス溶断作業へ移り、クレーンで同じ場所へ吊り下ろすといった作業工程を繰り返す行う工法の検討をする。

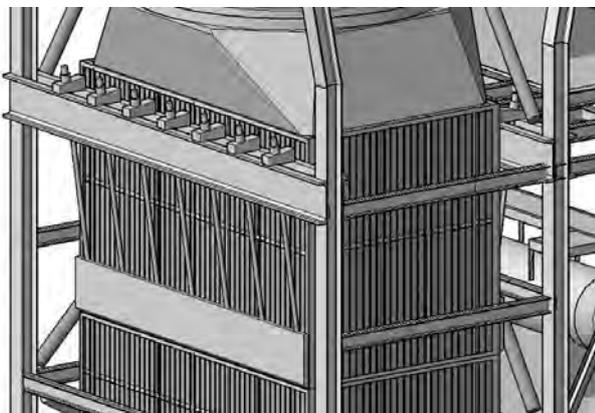


図-2 第3段吊り下げ材

そして、この工法にて資料等を作成し、元請業者及び施主（施主の担当部署以外も多数参加）（以下施主関係者とする。）と検討会を行った際、下記に示す新たな問題が浮上。

- ① 13tクラスの重機を配置する予定の、空きスペースの地面には活き配管が埋設しており、径が小さい為、養生鉄板を敷いても重機の重量や振動で破損するおそれがある。
- ② その埋設配管は移設や迂回ができない。
- ③ 上記の理由のほかに、ボイラー設備の最下部がダクト（空洞）になっている為、真下からサポート等に

よるボイラー自体を受ける支持設備等を設けて、クレーンにて最上段から分割解体する工法では、とても大掛かりになり、費用と工期が現実と掛け離れたものになってしまう。

- ④ 施主側も、運転や維持管理は行っているものの、ボイラー設備を組立ててからは、相当年月が経過している為、組立てた当時の監督員や作業員は在籍しておらず、外部及び内部の構造を把握できず不安要素が多々ある為、吊り下げ式ボイラーの解体状況がイメージ出来ない。

結局のところ、プラントにおける大規模な解体工事となると、プラント内のあらゆる部署から人が集まり、様々な意見が飛び交い、それをクリアできないと工事承認を得られず、工事着手まで辿り着かない。よって再度解体工法の検討及び資料の再作成をする事となる。

4. 3DCADによる内部構造の可視化による解体工法の決定

吊り下げ式ボイラーの組立て図は、平面図・立面図・詳細図（図-3）はあるものの、パーツ毎又は階層毎しか無いために、ボイラー設備全体のイメージ（特に内部の状況）が把握しづらく、内部構造の確認もボイラー設備に備え付けてある既存の点検口しか無く、点検口から内部を覗くも目の前のごく一部しか内部状況の確認ができない状態であったことより、全体像が分かるように3Dソフトを使用して可視化を試みた（図-4）。

これにより、ボイラー内部の重量物（チューブ管）の配列状況及びケーシングフレームとの位置関係、そして、吊り下げている支持材が支持している荷重の分布状況のイメージが把握できるようになり、ボイラー設備をあらゆる角度から見る事が出来たことにより、解体順序や先行してガス溶断が可能な部分とガス溶断をしてはいけない箇所等のポイントが一目瞭然となった。

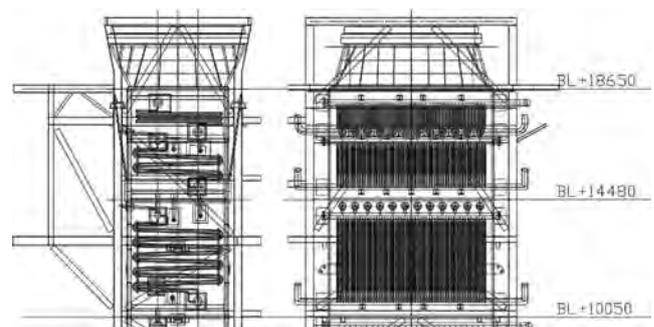
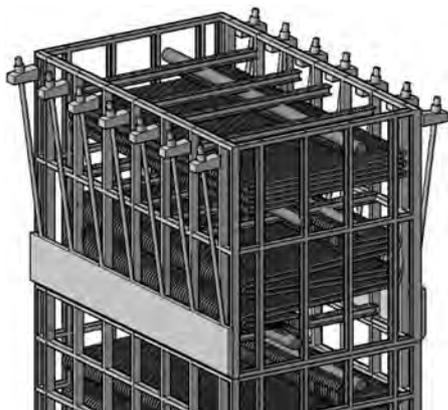
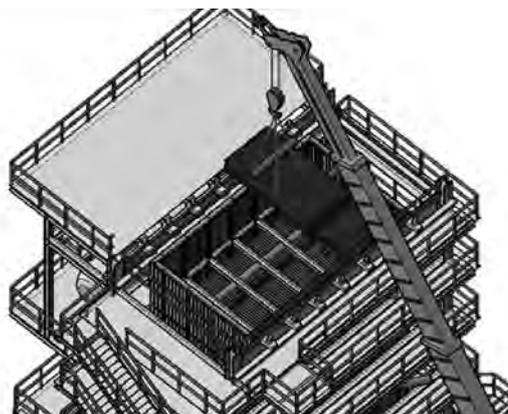


図-3 2Dモデルの内部構造を含む正面及び側面図



図一4 3Dモデルの内部構造図



図一6 チューブ管吊り出し状況図

よって、この3Dモデル化した図面を基に関係業者を含めて検討会を行い、ガス溶断とクレーンを併用して解体する作業にあたり、安全と思われる解体工法を、3Dモデルを作成し可視化することにより導き出し決定した内容及び留意したポイントを下記に示す。

- ①吊り下げている段は、第3段の為、それより上の入り口ダクト及び第4段は先行解体が可能（図一5）。
- ②作業員がボイラー設備の内部へ入る為に、側面をガス溶断にてケーシングフレームを傷めずに、開口部を設ける位置や大きさを把握でき、内部チューブ管の切断位置及び玉掛け位置・方法が先行して可能となった。
- ③第3段から下の段は、吊り下げている支持材にて各段のケーシングフレームを持たせており、内部のチューブ管をガス溶断で先行してケーシングフレームやキーストンプレートから切り離すことが可能と判明、第4段を先行解体すれば、その開口部よりクレーンにて吊り出しが可能となった（図一6）。
- ④内部のチューブ管を上段から順に開口部より吊り出し、最下段の内部チューブ管まで全て吊り出した後は、吊り材の負担する重量が軽減され、ケーシングフレームにかかる負担も減少するのでケーシングフレームの解体作業に移れる。最下段から順に側面の

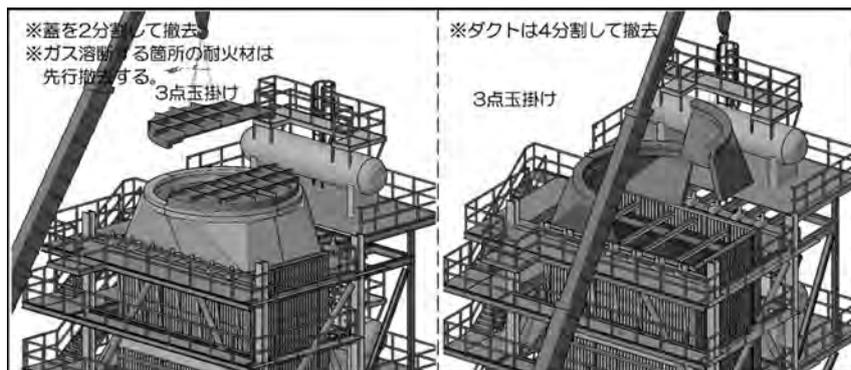
ケーシングフレーム及びキーストンプレートを一面ずつ、外周の歩廊からガス溶断・玉掛け作業を行い、クレーンで上段の開口部より吊り出す解体方法の決定に至った。

- ⑤上記の③～④の作業を繰り返し行い、吊り下げている支持材の段を最終的に撤去することで、吊り下げ式ボイラー設備の本体部分の解体が終わる。
- ⑥残った柱と梁は、歩廊及び外周足場からガス溶断にて分割し、上段から下段の順にクレーンにて吊り出し撤去を行うことに決定した。

上記内容を含めた解体工法の作業手順を3Dモデルで作成し、元請業者及び施主関係者を含め再度検討会を行った結果、解体工法及び作業状況の全容が把握出来るようになったことにより、今までの問題点も解消され、工事承認を得て解体工事の着手へと事が運び、吊り下げ式ボイラーの解体工事が計画通り無事に完了へ至った。

5. おわりに

今回、3Dモデルを作成するにあたって、これまでより図面作成に時間が必要ではあるが、下記の効果が得られた。



図一5 最上部入口ダクト及び第4段先行解体図

- ①平面図・立面図だけでは把握しづらく見えない部分
が、3Dモデルの作成によって可視化する事で、内
部構造などの見えない部分の形状や状態があらゆる
方向から見える事が可能な為、イメージが容易に出
来る様になった。
- ②実際に、現場で作業を行う者に対しても施工手順の
説明資料として分かり易く、途中から参加する作業
員も作業の前後や工法がすばやく理解でき、安全で
無駄の無い作業となり、時間の短縮が出来た結果、
コスト削減に繋がった。
- ③解体工事の専門ではない、施主関係者からの理解を
得る有効な手段ともなった。

どの様な現場においても、建築業と同様に解体業界
も、今後は技術者不足や経験者不足という課題がある
中で、事故は絶対に許される事ではなく、施工方法を
決定する際に3Dモデルを作成し、シュミレーション

を行う事はそれらを補うひとつのツールである。時代
の流れに沿った解体工法だけではなく、解体工法を決
定する前段階の仕組みにも技術の向上を図り、今後も
増えてくるであろう特殊設備の解体に、今回の様な
3Dモデルを用いた可視化を活用し、安全を第一に考
え解体工事を無事故で遂行できるようこれからも取り
組んでいきたい。

JCMMA

[筆者紹介]

岡野 直幹 (おかの なほき)

バンドーレテック(株)

工務課

主任

