

三次元モデルを活用した組立性改善

有田直喜* 森田尚美**
 佐藤正男* 西川岳人**
 太田輝彦**

Improvement of Assembly by Using 3D Model

Naoki Arita, Masao Sato, Teruhiko Oota, Naomi Morita, Taketo Nishikawa

要旨

組立性の良い製品を作るには、設計段階で設計部門と工作(組立)部門が連携したものづくりを行う必要がある。

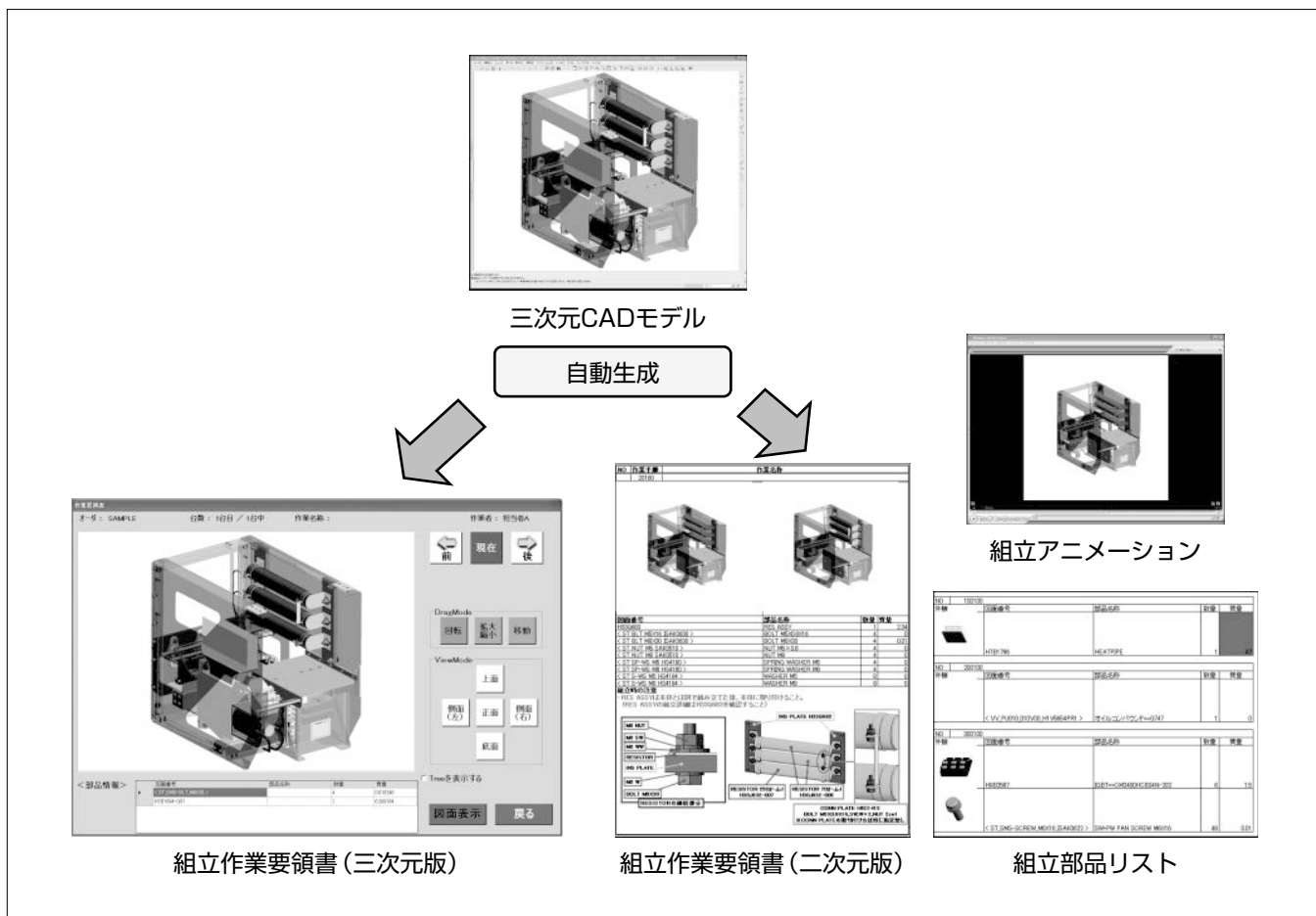
しかし、多品種少量生産製品は大量生産製品と比較して、設計/生産技術部門の担当者一人で担当する機種が多いため、作業負荷が高く十分な連携が困難な状況であった。

この課題を解決するため、鉄道車両の推進制御装置を対象に、設計段階での工作部門参加による組立性検証プロセスを定義するとともに、三次元CAD(Computer Aided Design)モデルを活用し設計部門と工作部門が連携できる仕組みを構築した。

具体的な取組みは次のとおり。

- (1) 三次元CADモデルから組立作業要領書/組立部品リスト/組立アニメーションを自動生成するツールを開発
- (2) 自動生成された組立作業要領書を用いて、設計段階での工作部門参加による組立性検証を実施
- (3) 工作部門からの製造時の注意事項を付加した組立作業要領書を用いて組立作業を実施

これらの施策によって、製品の組立性品質を向上させるとともに、組立準備作業での組立作業要領書作成の効率化を実現した。



三次元モデルを活用した組立性改善

三次元CADモデルから組立作業要領書を自動生成し、設計段階での組立性検証時のレビュー資料と製造現場での組立作業要領書として活用することで製品の組立性改善を実現した。

1. ま え が き

多品種少量生産製品は大量生産製品と比較し、設計／工作部門の担当者一人で担当する機種数が多い。

そのため、組立の準備作業で、主力製品以外では組立作業要領書が準備できず、現場作業者は組立図面を基に組立作業を行っており、組立作業の品質／工数(含む組立手順)は製造現場作業者に大きく依存していた。また、主力製品でも、組立作業要領書は1台目の初品組立状態を写真撮影し作業要領書を作成しており、初品組立時は組立図面で組立作業を行っていた。

設計段階の図面DR(Design Review)では、組立図面を用いてのレビューが主であり、組立作業の細部までは十分な検証ができず、1台目組立後の現品会議での指摘による設計手戻りが散見される状況であった。

このように組立の準備作業の改善、設計段階での組立性検証の改善が必要であった。この課題を解決するため三次元CADモデルを活用し、自動的に組立作業要領書を作成し、組立作業要領書を用いて設計段階における組立性品質を向上させるとともに、組立準備作業における組立作業要領書作成の効率化を実現した。

本稿では鉄道車両の推進制御装置の組立性改善の取り組みについて述べる。

2. 組立性検証プロセスの構築

2.1 組立性検証プロセス

設計部門と工作(組立)部門が連携したものづくりを行うため、設計段階で工作部門が参加する組立性設計検証プロセスを構築した(図1)。

検証プロセスは、次を特徴とする。

- (1) 三次元CADデータから自動生成された組立作業要領書／組立部品リスト／組立アニメーションを活用
- (2) 従来実施している図面DRの前(組立図面作成前)に、

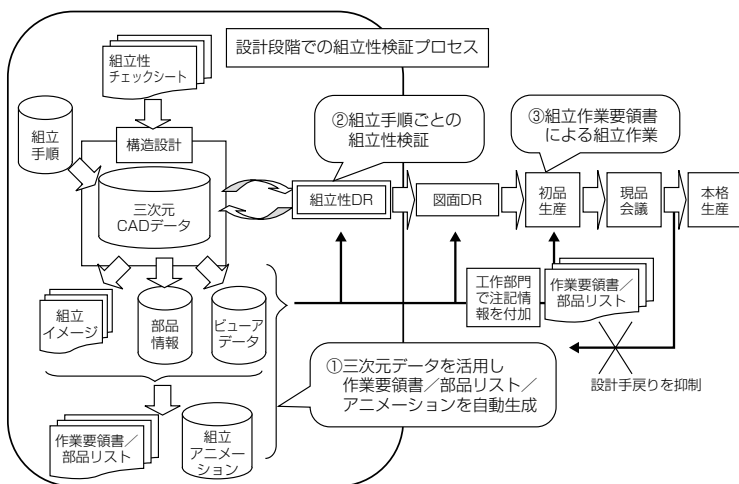


図1. 組立性設計検証プロセス

設計／工作部門参加による組立性DRを新たに設定し、組立手順ごとに組立性検証を行い、改善要求を設計に反映

- (3) 組立作業要領書の標準化と、標準化された作業要領書を使用した組立作業をルール化

2.2 組立性セルフチェックシート

組立性の向上を目的とし、過去の現品会議での指摘内容から、構造設計者による組立性セルフチェックシートと設計基準を明記した設計ノウハウ集を作成した(図2)。

組立性セルフチェックシートは作業項目ごとに分類するとともに、チェック項目に関する設計ノウハウ集を簡単に閲覧できるようにした。

3. 三次元モデルの活用

3.1 組立性DR

図面DRでは組立図面を基に製品の組立性が検証されるが、組立図面は組立完成時の状態を表した図面であり、組立途中の状態は図面DR出席者が組立図面から推測し課題／組立性改善の洗い出しを行う必要があった。そのため、複雑に部品を組み合わせる組立作業では課題／組立性改善内容を見つけることが難しく、現品会議の段階で指摘を受け、設計手戻りするケースが散見していた。

新たに設定した組立性DRでは、DR出席者が組立途中の状態を推測しなくても組立性を検証できるように、組立作業順番ごとのDRを可能とした。

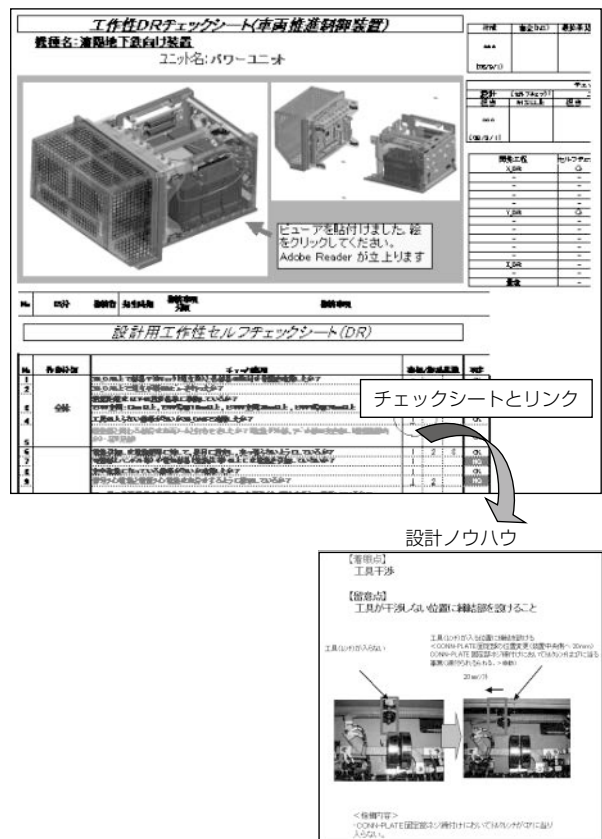


図2. 組立性セルフチェックシートと設計ノウハウ集

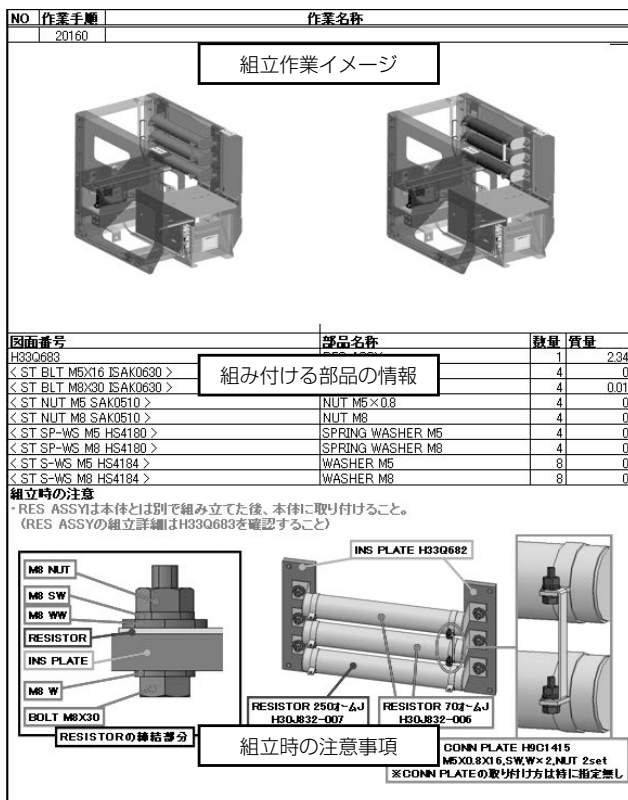


図 3. 組立作業要領書(二次元版)

具体的には、①構造設計者が三次元CAD上で製品を構成する部品単位に組立順番を付加、②その順番ごとに部品が組み付くイメージファイルと部品名称などの情報を三次元CADから自動で取得し、Excel^(注1)ファイルの組立作業要領書(図3)を自動生成する仕組みを準備した。

組立作業要領書の内容は、組立順番ごとに組立作業イメージ、組み付ける部品の情報(部品型名/図面番号、部品名称、使用個数、質量)、及び、組立等の注意事項で構成されている。

組立作業イメージでは組み付ける部品を赤色で表示するとともに、質量が重い部品は質量欄を赤色で表示し、重量部品であることが見ただけで分かるように工夫した。

設計で自動生成された組立作業要領書は、組立性DRの前に工作部門に送られ、現場作業者を交えて組立性を検証し課題/組立性改善の洗い出しを行う。洗い出された内容は、設計/工作部門が出席する組立性DRで対応を取り決める。

(注1) Excelは、Microsoft Corp. の登録商標である。

3.2 組立作業要領書(二次元版)

組立性DR用に自動生成された組立作業要領書は、組立性DRで工作部門の意見が反映された上で、工作部門で組立作業時の注意内容を追記し、正式な組立作業要領書として発行される。

組立作業は組立作業要領書を紙に出力して行う。三次元CADデータから組立作業要領書の自動生成が可能となり、

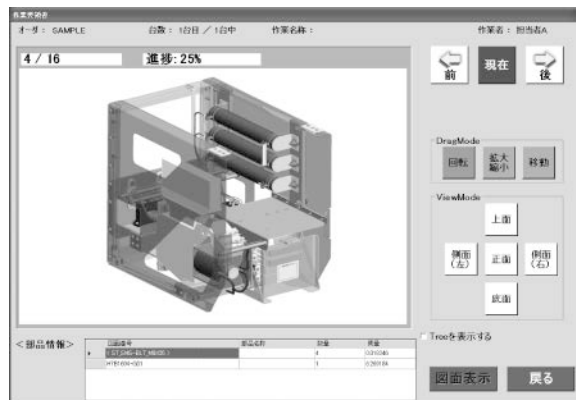


図 4. 組立作業要領書(三次元版)



図 5. 製造現場の三次元ビューアツール画面

製品の初品組立時から組立作業要領書を用いて作業を行っている。

3.3 組立作業要領書(三次元版)

二次元版の組立作業要領書は組立作業を表すイメージ部分が二次元の組立イメージのため、ケーブル配線のように三次元的な組立が必要な部品では、組立作業が分かり難いという課題がある。その課題を解決するため、組立状態を表すイメージ部分に三次元データのビューアツールを用いて、現場作業者の理解度向上を図った(図4)。

三次元ビューアツールを用いるため、製造現場に液晶ディスプレイを設置し、画面を見ながら組立作業ができる環境を整備した(図5)。

また製品組立の複雑度に応じて、二次元/三次元版の組立作業要領書を使い分けて組立作業を行う。

3.4 組立部品リスト、組立アニメーション

組立作業要領書の自動生成時に、組立作業で使用する部品を一覧化した部品リストと、組立の様子をアニメーション表示する組立アニメーションも自動生成される。

部品リストはExcelファイルで生成され、組立順番ごとに使用する部品の一覧と、製品全体で使用する部品の一覧に分けて出力される(図6)。部品リストの内容は、部品ごとに外観イメージ、部品型名/図面番号、部品名称、使用個数、質量で構成されている。組立性DR時での部品の標準化確認や組立作業時の部品準備に使用する。

NO	20110				
外観	標準番号	部品名称	数量	質量	
	H7B5444	FRAME ASSY	1	13.93	
NO	20120				
外観	標準番号	部品名称	数量	質量	
	H2Y7328	CT=HC-MN800V4B15D	1	0.2	
	H7B5445	INS PLATE ASSY	1	2.24	
	< ST_SMS-BLT_M8x25 >	SW+PW (+)BOLT M8x25	4	0.02	
	< ST_SMS-SCREW_M4x12_ISAK0622 >	SW+PW PAN SCREW M4x12.7x12	2	0	
NO	20130				
外観	標準番号	部品名称	数量	質量	
	H9C1416	SUPPORT	1	0.08	
	H9C1417	SUPPORT	2	0.2	
	< ST_SMS-BLT_M5x12 >	SW+PW (+)BOLT M5x12.6x12	6	0	

図6. 組立部品リスト

組立アニメーションは、AVI(Audio Video Interleaved)ファイルで作成され、二次元版作業要領書を作成する際に取得した組立イメージをつなぎ合わせてアニメーション化

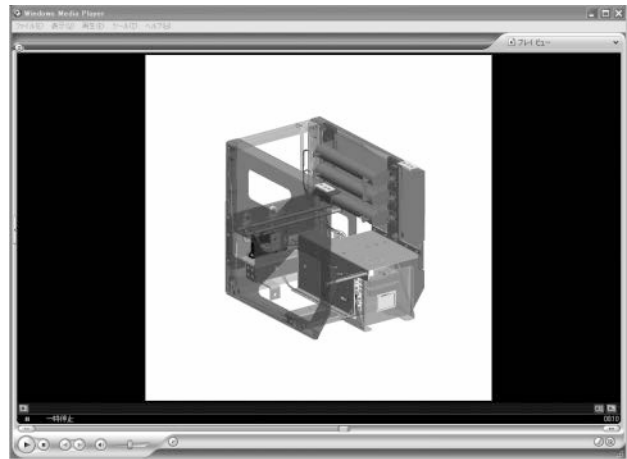


図7. 組立アニメーション

を実現している(図7)。組立性DR時や、組立作業開始前に組立作業手順を把握するために使用する。

4. む す び

これまでの取組みによって、設計部門と工作部門が連携し設計段階での組立性改善が行えるようになり、設計手戻り、組立準備時間の削減が実現できた。

今後も継続して組立作業者の意見を取り入れながら組立性検証プロセスを進化させ、更なる組立性の改善を進める。

参 考 文 献

- (1) 組立設計フロントローディングによるQCD改善, 三菱電機技報, 84, No.1, 49 (2010)