

技術論文

3Dモデルによる実装不具合削減活動

Reduction Activity of Mounting and Assembly Trouble by Utilizing 3D Model Data

西谷内 清

Kiyoshi Nishiyachi

現在、建設機械のほとんどが3Dモデルを使った開発体制となった。設計部門、生産部門におけるコンカレント開発（検討の前倒し、不具合の早期発見、早期対応）が進みました。

従来の2D開発と比べると、開発L/Tは短くなり、不具合の発生件数も減少しました。

しかし、お客様のニーズを早く織込み、市場に投入するために、開発日程を遅らす要因の芽を摘んでおく必要があります。また、市場に出してからの不具合により、お客様の品質への信頼を失墜しないためには、開発の早い段階での品質の作りこみを徹底することが必要となります。

そのために、試作の実機を組む前に実装不具合を削減する活動を紹介します。

Most construction machines now utilize the 3D model in their development. The concurrent development for the design division and manufacturing division has expanded. (For example, consideration of front – loading, problem parts detected at an early stage, quick response)

Compared with the previous 2D development, the development lead time has shortened and problems have decreased.

However, to integrate customer's needs early, and to introduce the products, delays in the development schedule must be avoided.

Moreover, it is necessary to establish quality at an early stage of development so as not to lose the customer's trust in our quality.

I would like to describe the activity that reduces installation and assembly problems before the prototype is built.

Key Words: 3Dモデル, 実装不具合, 品質, コンカレント開発, 試作前

1. はじめに

1.1 背景

実装不具合改善活動は、2005年8月よりハーネスの実装不具合が多いという問題提起があり、スタートしました。

ハーネスの不具合を低減するために、現状を分析し、問題点を解消するための方策検討を行い、運用改善、及び、システム改善に取り組んできました。

また、2006年12月よりはハーネスのみならず、車体として実装不具合が多いという問題提起があり、車体全体の活動として現在も活動継続中です。

本活動は、建設機械の実装不具合を撲滅することを目的としています。

お客様への品質向上を図り、かつ、社内の（開発＋生産）日程もスムーズに進行できるように改善していきます。

1.2 問題点

実装不具合の対策期間延長が問題になっています（図1）。

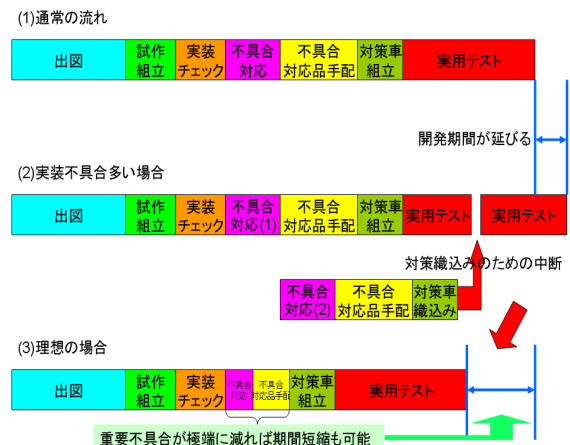


図1 実装不具合による開発L/Tへの影響

本稿では、今までに実施してきた改善活動の一端を報告すると共に、今後の課題について述べます。

2. 試作前の実装への意識付け

2.1 実装不具合チェック

建設機械の試作、あるいは、量産の機種を組立した後、実装チェックを行う現場の“スペシャリスト”（コマツでは、実装マスタと呼ぶ）により、品質上の問題点がないかを実機にて確認、及び指摘を行っています。

指摘された項目に対しては、設計側で対応案を検討した後、その対応案を関係部門と協議・再チェックし、量産までに撲滅を図るという運用でした。

つまり、実機ありきの運用が常であったが、昨今、3D開発はフロントローディング（図2）される中で、その対応の織り込み部品を作る前に行うことが迫られてきつつあります。

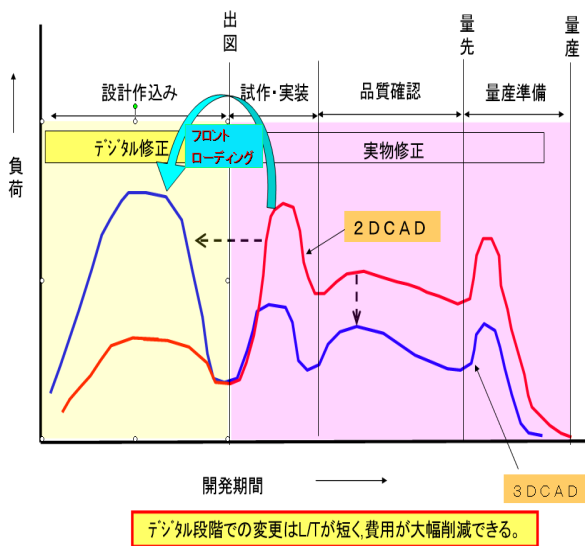


図2 フロントローディング開発

2.2 改善の方向性

不具合チェックの際、実装不具合となる可能性がある内容を3Dモデル上で検出し、かつ、問題点を実機組立前までに解消します（図3）。それより、実装不具合のやり直し工数を他の業務に振り当てる事が可能となるよう取り組んでいます。



図3 改善の方向性

3. 不具合の解析&重点活動

3.1 ハーネスの実装不具合の解析

初めは、ハーネスの実装不具合が多いということから、電装のハーネス不具合の解析を始めました。

その調査を行った結果は、以下の通りでありました。

- (1) 設計担当者のモデル作成工数、及び、実機上でのレイアウト検討時間が十分に取りにくい状況
- (2) 実装上の解釈に認識の違いがありました。
 - ・設計担当者の認識：実装上、問題とならない
 - ・実装マスタの認識：実装上、問題となるので変更が必要
- (3) 設計側の図面記述の意図と、サプライヤさん側の図面から読み取り、製作する場合の解釈が違いました。

この内容を比率でみると、ハーネスの実装不具合の要因は、設計者の時間不足によるところが占めています（図4）。

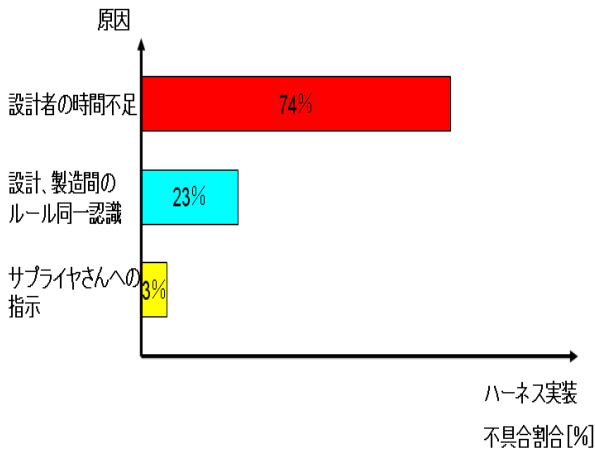


図4 ハーネス実装不具合の要因割合

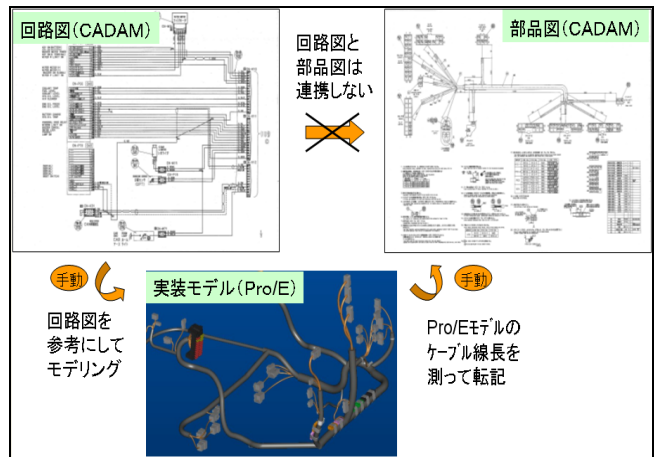


図5 ハーネス CAD の潜在的な問題

3.2 ハーネスの重点活動

そもそも、2005年当時、ハーネスの設計担当者は、MC/W (Micro CADAM for Windows) を使用し、回路図、部品図は連動していないため、担当者が回路図から部品図にするためのつなぎと、回線のチェックの業務をしていました。また、3D に関して、ハーネスと連動していないために、必要な情報を担当者が手動操作で確認をする業務を行っていました。そのチェックも回線数が数百回線と多いため、煩雑となっていました (図5)。

回路図、及び、部品図の CAD を従来から使用していた Micro CADAM から、AutoCAD の電気系 CAD: AutoCAD Electrical ハーネス (コマツ内での通称: エース=ACE ハ

ーネス) をコマツ内でカスタマイズ機能を織込み、導入することにより、運用ベースで活用できる仕組みとなりました。また、回路図、部品図が連動するようになったため、設計業務内で行うチェック作業、メンテナンス忘れや見逃し等の業務ロスを解消でき、業務の効率化を図りました。

4. 改善活動の拡大

4.1 車体全体での実装不具合改善活動

ハーネスの CAD を導入することが決まった後、車体全体で指摘される実装不具合が多いということから、建設機械で発生している実装不具合の問題点はどこに原因があるのか解析をすることから始めました (図6)。

モデル品質 4. モデル品質の改善活動

(1) 試作車と3Dモデルの実装チェックの比較活動

不具合 No.	部位	責任部門	不具合内容	写真	モデルビュー
11540		
→ホースのたわみを考慮する技量必須レベル(モデルでの経路を見抜く技量必須)					
12100		
→モデル位置が正しくない。また、インパクトで締める検討も漏れ。					

図6 現状の実装不具合例

5. 改善のレベルアップ

5.1 設計部門と生産部門間の3D実装検討会スタート

実装のチェックを受ける設計側と、実装のチェックをする実装マスタの生産側とで、定量的でない実装ルールでの解釈の違い、及び、織込み後の再チェック不足が一部にありました。

これらの対応が重要と考え、以下(1) - (4)のような活動を行うこととしました。3Dによる設計部門と生産部門とによる合同実装検討会を実施することを前提に、実装改善活動の改善を図りました(図9)。

- (1) 現行機流用装置は、現物と一致したモデルレイアウトにします。
- (2) 車体総当たりでの干渉チェックを行い、設計者へ情報提供します。
- (3) 実機を組立する前に3Dモデル上で、設計側と生産

側の合同で実装の検討会を実施。指摘内容と、レベルのすり合わせを実施します。

- (4) 実装不具合の傾向と、その指摘の基本内容をデータベース化し、設計者へ情報公開します。

5.2 実装に関するツールの改善

コマツの製品のハーネス、ホース等の自重でたわむ部品のレイアウト検討では、スキマが狭い空間を通さないといけない等の条件が重なり、3Dモデルにおける設計検討が難しいレベルにあります。

ハーネスCADに関しては、3Dモデルとの連携が重要となりますが、3DCADモデルと連携が取れるよう改善トライを試行中。(回路図、3Dモデルとの連携、部品図の3者連携ができるシステム開発を行いました。[特許出願済])

図10の改善トライ前の仕組み構成 参照。

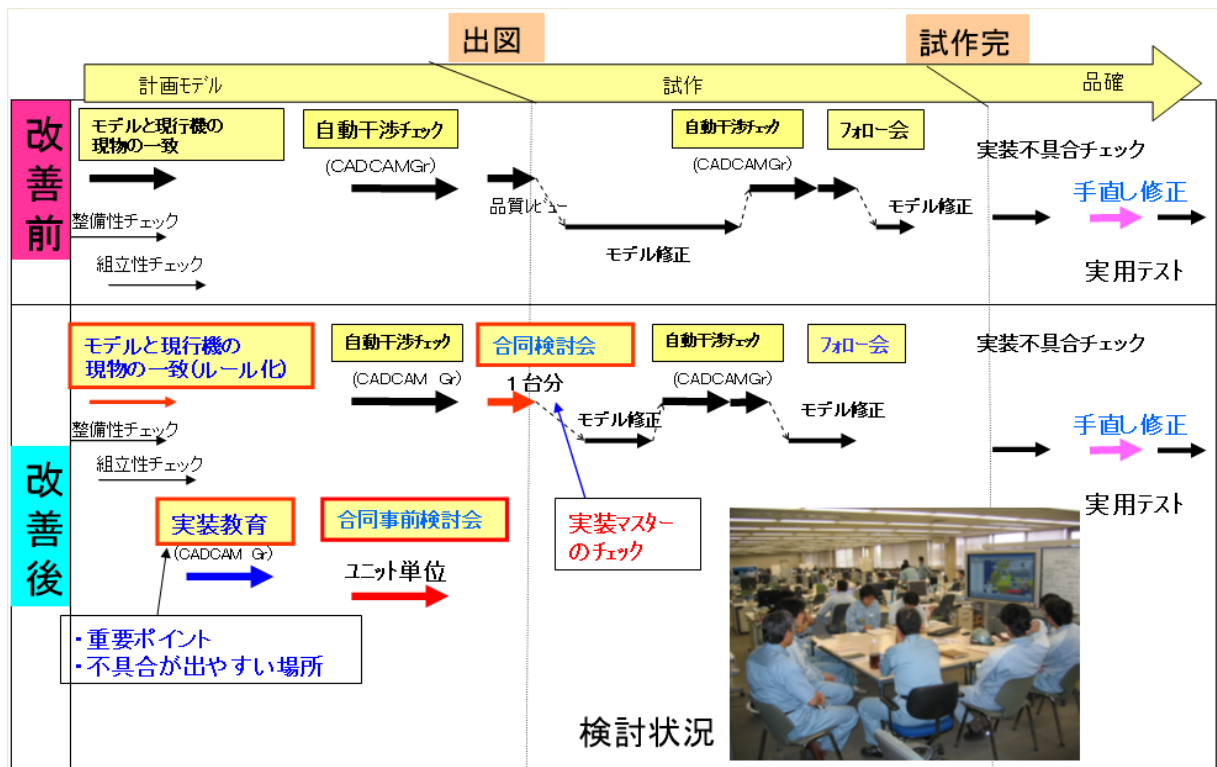


図9 進化する実装不具合検討方法

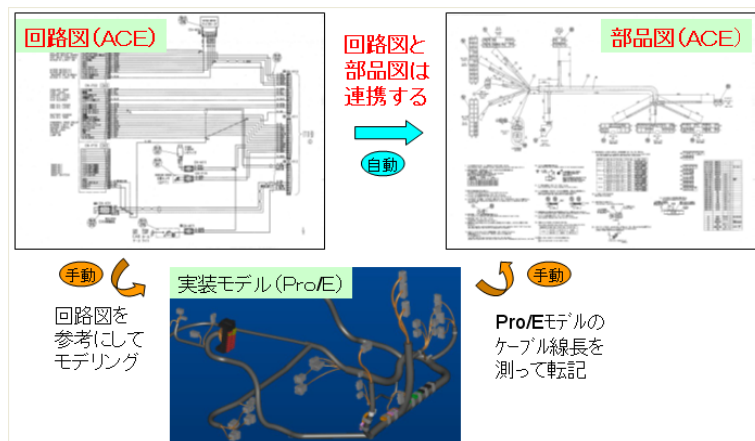


図10 ハーネスのCADの改善 (3D 連携)

ホースに関しても数種類のパターンにてレイアウト解析できないか試行トライを実施中。

6. 今後の課題

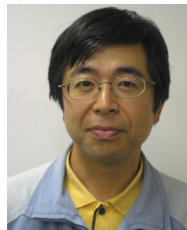
今後の実装改善の課題は、以下の項目が挙げられます。

- (1) 環境規制、燃費向上による装置が増える傾向なので、部品同士のスキマなどを確保するのに更に多大な時間がかかります。
 - (1-1) スキマが狭くてもレイアウトが成り立つ設計手法 (レイアウトの解析計算含む) や、強制ガイド部品の採用検討等の手法改善。
 - (1-2) 装置の小型化、集積化に向けた研究開発
- (2) 設計者への実装の指摘項目の伝承・横にらみ改善
 - (2-1) 実装の指摘項目の教育実施
 - (2-2) 実装の指摘項目の傾向 (横にらみ) 教育実施
- (3) 筋物部品の検討効率と検討精度の向上
 - (3-1) ホースレイアウト解析ツールの開発検討
 - (3-2) ハーネスレイアウト図からの3Dモデルへの連動ツールの開発検討
- (4) 部品間のスキマ、及び、工具配置とその作業空間、人の作業性の空間に関するチェックの効率化
 - (4-1) 部品同士のスキマチェック、工具配置とその作業空間の検証作業のスピードアップ

(4-2) 人の作業性 (作業空間、姿勢、作業負荷) を解析できる仕組み作りと運用作りが必要

- (5) 実装チェックできる人材の中長期的な育成
 - (5-1) モデル上での実装チェックできる感覚を持つ人材を育てる必要があります。
 - (5-2) 基本のチェック項目や最近の傾向を伝承できる仕組み作りが必要になります。

筆者紹介



Kiyoshi Nishiyachi

にしやち きよし
西谷内 清 1992年、コマツ入社。
現在、開発本部 建機第一開発センタ所属。

【筆者からのひと言】

実装不具合は、設計担当者自身に関わる装置の問題、他の設計担当者に関わる装置の問題、世の中の安全、品質、環境の変化により問題認識を変えていかないといけない場合などがあり、1人の力だけでは改善されません。実装不具合の改善を進めるためには、設計部門、生産部門、その他関係部門、サプライヤさんの総合力が非常に重要なことと感じております。

【注記】

「ACEハーネス」は、シー・エー・ディー社の製品です。
「MC/W」は、IASC社 (日本アイビーエム・アプリケーションソリューション株式会社) の製品です。