

BIM と連携した配管性能検査手法の開発と報告

Development and Reporting of a Piping Performance Inspection Method Linked to BIM

○五十嵐 賢 (竹中工務店)

Satoru IGARASHI*1

*1 Takenaka Corporation

1. 序論

1.1 建設業の抱える課題

2019年4月1日から施行された「働き方改関連革法」により、罰則付きの時間外労働時間の上限(原則 月45時間・年間360時間)規制が設けられた(建設業は2024年4月1日以降から適用される)。

また(一社)日本建設業連合会は、高齢建設技能者の大量離職に備えて、新規建設技能者を確保するため、建設現場への週休二日制度の導入を進めており、2019年度末までに4週6閉所以上、2021年度末までに4週8閉所(週休二日)を目標に掲げている。

時間外労働の削減・4週8閉所など、労働時間が制限されていく一方で、求められる工期と品質は変わらないことから、「現場における生産性の向上」が急務の課題となっている。

1.2 課題の分析

当社西日本圏における新築工事物件(n=148件)にて、工種別の竣工までの労務工数を分析した結果を図1に示す。この結果より、電気・給排水・空調工事が労務工数の上位3位を占めていることが分かった。また工事内訳を分析したところ「協力会社の施工管理者」の労務工数が大きな割合を占めていることが分かった(表1)。

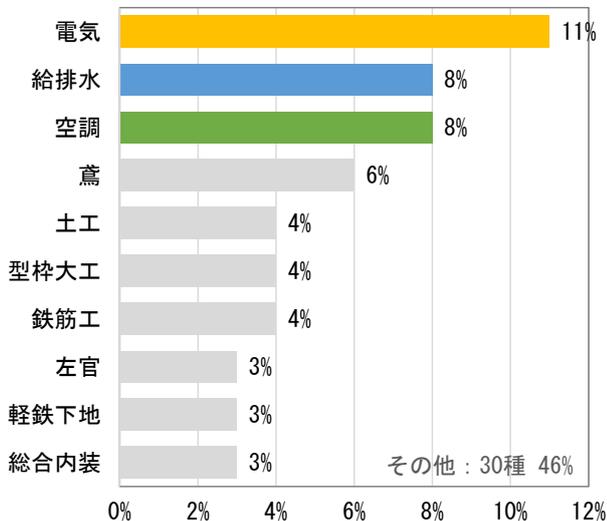


図1. 工種別 労務工数の割合

表1. 設備工事別 労務工数内訳

電気設備工事の内訳		給排水設備工事の内訳		空調設備工事の内訳	
電気	52%	配管工(給排水)	45%	施工管理	24%
施工管理	29%	施工管理	29%	ダクト工	21%
スリーブ・インサート	10%	消火配管工	9%	配管工(空調)	16%
弱電	5%	スリーブ・インサート	6%	冷媒配管工	9%
防災工	2%	その他専門工	3%	保温工(空調)	9%
施工図	1%	相判・雑工・塗装	2%	計装工	8%
相判・雑工・塗装	1%	その他	2%	スリーブ・インサート	5%

更なる調査として、図2に示す建物が竣工するまでの期間を、初期・中期・後期に分け、それぞれの時期にどの程度の業務量が生じているのかを分析したところ、工程中期から後期にかけての試運転・調整業務に多くの業務量が生じ、業務量のピークを迎えることが分かった。

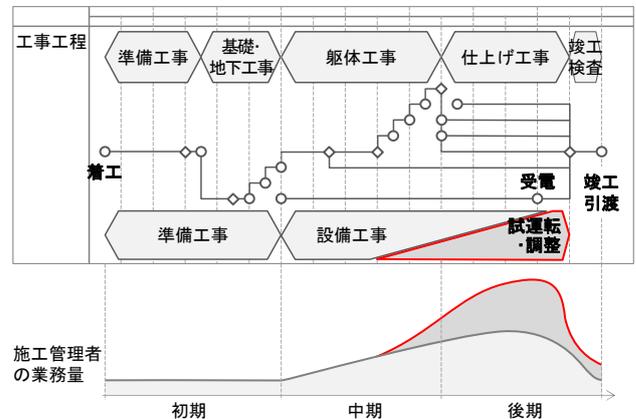


図2. 竣工までの工程表と業務量

試運転・調整業務とは、設計図書に記載の要求性能を満足していることを確かめ、それを記録する業務であり、具体的には電気設備の照度測定、空調工事の風量測定、空調・衛生工事の配管圧力試験・配管満水試験などがある。

実作業として日中、現地で測定・試験を行い、施工作业を終えた夕方以降に、事務所に戻り記録を作成するフローのため、時間外労働の大きな要因となっている。

以上より、設備協力会社を含む設備施工管理者の業務量と時間外労働の削減を目的に、業務量のピーク要因となる試運転・調整業務を省人化するシステムを開発した。

2. 本論

2.1 開発したシステムの概要

試運転・調整業務のうち照度測定と風量測定のための従来の作業フローと、開発した作業フローを図3に示す。

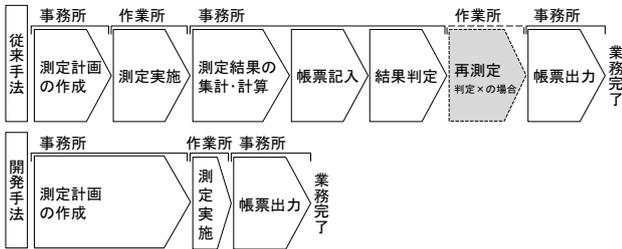


図3. 試運転・調整業務の作業フローと業務量

従来は現地で2人1組で測定し、事務所に戻り平均照度の計算や風速から風量を算出し、設計値と対比・判定し、記録に書き写し、その記録を印刷・バインドして一連の業務が完了する。

開発したシステムは、測定器とiPadをBluetooth通信で連携し、iPadアプリ(CheX・チェックロス)が測定値を読み、同時に判定と記録を自動で行うため、1人での測定が可能となる。測定実施の前に、iPadアプリで測定位置のプロットや判定基準(設計値)の入力などで作業量が増えるものの、現地測定が1人ででき、判定・記録も自動化されるため、照度測定や風量測定の場合は従来手法と比較して約半分の業務量で業務が完了できるようになった。

また開発したシステムに対応する測定・試験項目を表2に示す。今回の報告では、配管圧力・満水・満空試験を総称した配管性能検査がBIM(Building Information Modeling)と連携して行えるようになったことを報告する。

表2. 開発したシステムに対応する測定・試験項目

電気工事	照度測定, 絶縁抵抗測定, 接地抵抗測定
給排水工事	配管圧力試験, 配管満水試験, 配管満空試験
空調工事	風量測定, 配管圧力試験, 配管満水試験, 配管満空試験

2.2 BIMとは

従来の2次元CADでは、線とテキスト情報だけを保持していたのに対し、BIMでは3次元の図形情報と、寸法・材質・用途などの非図形情報を保持できるため、図4に示すように、単線では理解に時間を要するところが、BIMでは視覚的に容易に理解することができる。

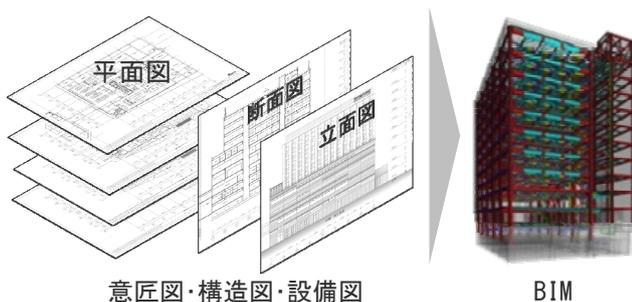


図4. 2次元図面とBIMの違い

2.3 配管性能検査とは

給排水・空調配管の配管性能とは、配管内を通す流体(液体・気体・気液混合)を配管システムの外に漏洩させないことと、給排水能力・給水圧力・給湯温度など、設計図書に記載の能力・仕様が確保できること、の2項目が配管性能として求められる。このうち配管システムの外に漏洩させないことを確認する試験と記録の作成を配管性能検査といい、工程の中期から後期にかけて実施する。

2.4 従来の配管性能検査手法と開発した検査手法

配管性能検査手法の作業フローを図5に示す。

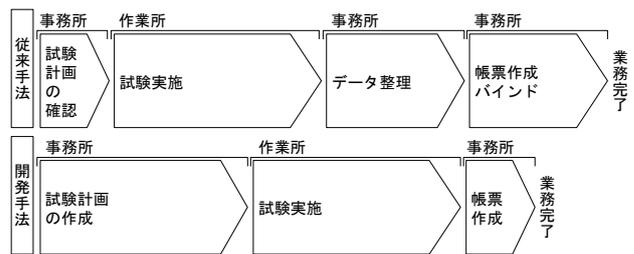


図5. 配管性能検査手法の作業フローと業務量

従来は事務所で試験用図面を用意し、試験範囲と試験条件(圧力・時間・判定基準)を確認する。

次に現地で試験範囲の配管に試験治具等や圧力ゲージを取り付け、現地の試験範囲と図面の試験範囲に齟齬が無いことを確認し、水や空気を充填する(配管圧力試験や配管満空試験の場合は圧力をかける)。そして圧力ゲージや水位変動が無いことを確認次第、試験開始の写真を撮影し試験を開始する(図6)。試験中は試験範囲の配管・継手等から漏洩がないことを確認し、圧力ゲージや水位に変化が無いことを確認する。所定の試験時間が経過した後、圧力ゲージや水位を確認し、判定基準を満たしている場合は、試験終了時の写真を撮影し試験の実施は完了する(判定基準を満たしていない場合は、漏水・漏気の疑いがあるため、原因箇所の調査・是正の後、再度試験を行う)。

最後に事務所に戻り、試験用図面に記載した試験範囲を記録用の図面に清書し、撮影した写真データを試験記録書に貼り付け、試験記録を作成する。そして試験記録が完成した後、紙で出力し、キングファイルにバインドして、1回の検査が完了する。

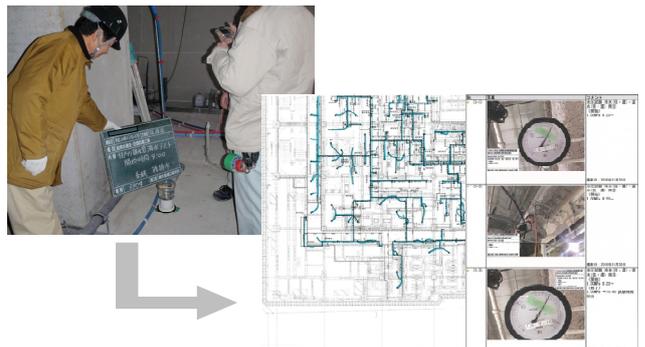


図6. 従来の配管性能検査

開発したシステムは、事務所でPCソフト(CheX)を用いて、BIM上で試験範囲と条件を試験系統毎に入力する。

次に現地では、従来の圧力ゲージではなく、圧力や水位変位量を記録するデジタル試験器(みるみるくん)を取り付け、試験範囲・試験条件と齟齬が無いことを確認してから試験を開始する(図7)。試験終了後、デジタル試験器から試験ログをiPadアプリ(CheX)にBluetooth通信で読み込み、判定基準を満たしていれば試験は完了となる。



図7. 開発したシステムを用いた配管性能検査

なお開発したシステムは、BIM上で試験範囲と条件を試験系統毎に入力する作業が新たに生じるため、この部分の業務量は増えるものの、事務所に戻ってからのデータ整理や帳票出力・バインドの作業が無くなることで、約1~2割の業務量削減となる。1回の検査あたりの業務量削減効果は小さいものの、配管性能検査は1つの建物で数十回~数百回行うため、その試験記録は膨大な量となり、従来手法では試験記録の管理にも非常に労力がかかっていた。これに対して開発したシステムでは、試験記録をデジタルデータで、BIMと連携して管理することができるため、試験記録の管理の簡易化と、検査進捗の見える化を実現し(図8)、検査の未実施を防ぐことができるようになった。

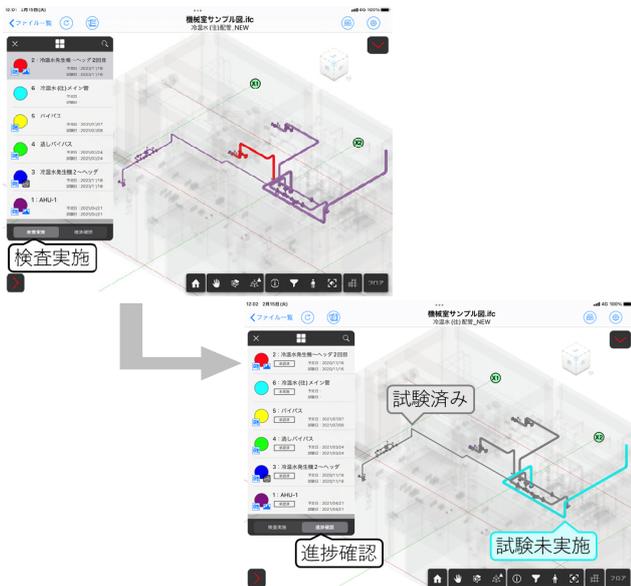


図8. 検査進捗の見える化

2.5 開発したシステムの適用方法

開発したシステムを適用するには、表3に示す用意が必要となる。

表3. 開発したシステムを適用するために必要なもの

BIM	配管施工図, IFCファイル
PC/iPad アプリ	CheX
デジタル試験器	みるみるくん

BIMはCADソフト T-fas・Rebro・Revit等で作図された配管施工図を*.ifcファイル*.rvtファイル形式で出力したもの。

CheX(チェックロス)は株式会社YSLソリューション社が開発・販売する図面閲覧・共有アプリ(有償アプリ・図9)。

みるみるくんはレッキス工業株式会社が開発・製造・販売する水圧・満水・空圧デジタル試験器(図10)。



図9. CheX



図10. みるみるくん

3. 結論

iPadとデジタル試験器を連携し、BIMと紐づいた配管性能検査手法を開発した(図11)。これにより、工程中期から後期にかけての設備協力会社の施工管理者の業務量を削減すると同時に、検査記録をデジタルデータで一元的に管理することと、検査進捗を適切に把握することを実現した。

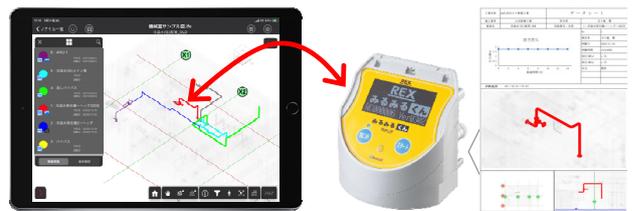


図11. 開発したシステムの概要

開発したシステムは汎用ソフト・機器を用いて再現が可能のため、2024年4月に向けて、多くの作業所へ定着・普及し、建設業の働き方改革の一助になればと考える。