

# 施工図作成の自動化(2021)

2022/4/30 (2021/5-2022/4)

設備システム研究会WG1

# 目次

1. テーマ
2. 背景
3. 目標
4. 課題
5. 体制
6. 初年度の実施結果
7. 2年度の実施予定
8. 機器配置の試行
9. 施工ルールの抽出
10. 広報
11. 2年度の実施結果

# 1. テーマ

- 施工図作成の一部または全部を自動化する手法を研究・開発する。

## 2. 背景

- 生産性向上と働き方改革（現場管理業務に占める施工図作成業務は約2割、施工図作成スキルの学習に要する期間は約2年）→ニーズ
- AIの活用（コンピューターの大容量化と高速化）→シーズ
- BIM（より詳細かつ正確なデータへの要求、シンボルから実体へ）→シーズ

## 3. 目標

- 施工ルールに基づく機器配置、配管配置、ダクト配置の自動化（施工ルールを禁則化または評価化して探索条件とする）
  - 禁則は例えば「配管は柱を貫通してはならない」、評価は例えば「配管は梁を貫通しないほうがよい」など。

## 4. 課題

- 理解を越える自動化には信頼性の熟成が必要（処理内容の非ブラックボックス化）
  - 特に技術者のユーザーは懐疑心が強い。
  - HPや学会発表などでの広報により業界全体への浸透を図る。
  - 自動運転の開発・普及は追い風として期待できる。自動運転になぞらえて、到達レベルを自動化1.0、2.0・・・のように設定し、具体化する。

## 5.体制/WGメンバー

- 当会の会員であって、上記テーマに興味がある者（ユーザーとベンダー双方）  
→2020年11月にメンバーを新規募集した結果は、10名。

(株)朝日工業社	平泉 尚 (サブリーダー)	(株)ダイテック	井上直樹
(株)NYKシステムズ	石橋 朋也	(株)富士通四国インフォテック	三瀬 雄嗣
(株)NYKシステムズ	川上 裕二	(株)ヤマト	北村 秀弘
(株)三晃空調	畠田 博之	(株)四電工	田口 尚文
須賀工業(株)	向來 信		三木 秀樹 (リーダー)

## 6.初年度の実施結果

計画	結果
イメージの共有 (夢、楽しさ)/ 何ができればどう変わるかを想像する	意見徴収・まとめ済
到達レベル/目標を明確にする	意見徴収・まとめ済
機器配置の試行	サンプルプログラム作成済または作成中
既存の研究の調査 (論文、特許)	なし
施工ルールの調査 (当会発行マニュアルの利用)/ ルール抽出表にまとめる	書式案作成済、検討中
WGアドバイザーの選定とコンタクト (人脈、ネット)	九州大学大学院木村先生と意見交換済、継続、および設計事務所とも意見交換済、継続
知的所有権の扱い方 (シス研、参加メンバー)/ 参加メンバーが不利益を被らないようにしたい	未成



# 7. 2年度の実施予定

計画	区分
機器配置の試行	継続
既存の研究の調査 (論文、特許)	継続
施工ルールの調査 (当会発行マニュアルの利用)/ ルール抽出表にまとめる	継続
WGアドバイザーの選定とコンタクト (人脈、ネット)	継続
知的所有権の扱い方 (シス研、参加メンバー)/ 参加メンバーが不利益を被らないようにしたい	継続
広報 (当会HP、空衛学会大会など)	新規

## 8. 機器配置の試行/天井面

- 天井面の配置空間と拡散半径を与えて器具配置を計算するソフトにおいて、離散化が十分でない場合に生じる問題を修正した。(Layout3\_20210705.xls)
- また説明文を作成・共有した。(天井取付器具配置6.docx、天井取付器具配置7.docx)

Automatic Layout for outlet

Cell x 8      Cell y 8  
Radius 2      calc time max 60  
Symb obst ■      Symb outlet ◎      Symb cover ○

Calc   Clear   Initialize   Forward   Backward

Obst cells 4      Outlet cells 7  
Calc time 60      Sols max 4      Sols 4

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	○	○	○	○	○	◎	○	○
2	○	◎	○	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○	○	○	○
4	○	○	○	○	◎	○	○	◎
5	○	○	○	○	■	■	○	○
6	◎	○	○	○	■	■	○	○
7	○	○	◎	○	○	○	○	○
8	○	○	○	○	○	○	◎	○

## 8. 機器配置の試行/天井面

- 計算の課題の一つに、計算時間の短縮がある。
- 3月に木村先生と意見交換をした際に、「良い設計をするルール（ベテランの技能のようなもの）も取り入れる必要がある。」とのヒントをもらった。その時は、漠然としていたが、実務で通常行われている平行配置や千鳥配置こそが、そういうものかもしれない。
- 例えば、部屋の大まかな形状を元に、平行配置や千鳥配置をおこなった後に、拡散障害を調べて、そこに追加配置すれば、劇的に時間を短縮できるだけでなく、確実に、また人の感覚とも整合する配置が可能になると考えられる。

## 9. 施工ルール抽出

- 機器配置および経路配置を自動化するためには、数学的な原理だけでは不十分であり、施工ルールの取り込みが必要である。
- そのため、手始めに、当会が発行している「べからず集」から施工ルールを抽出したい。
- 施工ルールを抽出するため、WGメンバーで抽出用フォーマットを決定し、さらに分担して抽出し、オンライン会議（6/11、7/9、8/2、9/10）で意見交換。重要度の高い項目を絞り込んだ。（WG1\_施工ルール\_べからず\_まとめ2と3\_優先.xlsx）
- この絞り込みは、評価値の決定にも寄与する。

# 9. 施工ルールの抽出

頁	和文	条件	処理	備考	禁則/ 評価	自動化 対象	優先順 位
9	配管(共通)						
9	1 配管配列順序						
	配管はなるべくわかりやすく配列して誤接続を防止すると共に、施工性や見栄えも良くする。	配管、複数、立管、並列、シャフト	配列はなるべくわかりやすくする。 シャフト内で配列を変更しない。	シャフト図は平面図よりも先に書く。PSとDSが分離されない場合、ダクトも考慮する必要がある。難易度高。	評価	△	△
	また、継手をなるべく減らしてコストを抑えるように、配列順序を決定する。	配管、複数、立管、横引き管、並列、シャフト	横引き管のレベルを合わせる場合、シャフト内の立管の並びと横引き管の並びを合わせて、継手はなるべく減らす。	横引き管の並びの判断が必要。難易度高。	評価	△	△
10	2 立管の間隔						
	立管の間隔は等間隔ではない。						
	接合方法、支持金物、保温の有無・厚さ等により検討し、決定する。	配管、複数、立管、並列、シャフト	間隔は接合方法、支持金物、保温の有無・厚さ等により最小値以上とする。	配管最小間隔表	禁止	○	○
	保温がある場合には、保温外面間の隙間が60～100mm以上になるように間隔を決める。	配管、複数、立管、並列、シャフト、保温付き	間隔は保温外面間の隙間を60～100mmで選択し、それ以上とする。		禁止	○	○
11	3 配管が並列する場合は共通架台						
	共通架台は配管支持の施工性が良く合理的である。	配管、複数、並列	架台は共通架台とする。	共通架台とするか単独の吊りとするかの判断が必要。難易度高。 保温材を含めた配管径の管頂または管底を揃えるのは、手計算では煩雑。	評価	△	△
	ただし、インサートは重量に見合ったサイズにする必要がある。	配管、架台、インサート	サイズは吊下げ重量以上とする。吊下げ重量は、支持材が受持つ配管および弁類などの満水重量+支持材重量に安全率を乗じたものとする。	手計算は煩雑。	禁止	○	○
12	4 T配管(トンボ配管)の禁止						
	T配管をすると、分岐部で乱流が起こり抵抗が大きくなる。						

目次

配管(共通)

排水配管

通気配管

配管付属品

ダクト

機器

その他



:





## 9. 施工ルール抽出

- 経路のコストをまとめた。(経路のコスト.docx、経路のコスト2.docx)
- また、施工ルールを抽出し、重要度を絞り込んだ結果について、さらに、禁則と評価を見直した。(経路のコスト3.docx)

## 9. 施工ルールの抽出

- 設備工事会社とCADベンダーの間にも、ギャップが存在する。設備工事会社で当たり前なのが、CADベンダーで当たり前なこととは限らないためである。そのようなギャップは、CADの開発や利用の支障になりうる。
- WGメンバーである四電工の田口氏が、設備に関する質問事項をまとめ、オンライン会議(10/20)で、設備工事会社側が質問に回答し、また全員で質疑をおこなった。
- その結果、設備工事会社が当たり前と考えていることでも、例外があったり、あいまいであったり、根拠が薄弱であったりすることが分かった。自動化を進めるには、このようなことをもっと探して具体化する必要がある。

# 10. 広報/空衛学会大会

- 活動を広報するため、WGの活動成果をまとめ、2021年度の空衛学会大会に投稿した。(空調・衛生設備における設計作業の自動化に関する調査と試行)
- 大会は9月15日(水)～17日(金)に開催され、9月16日にオンラインで発表した。
- なお、原稿を木村先生と日本設計吉原氏ほかに共有済み。



# 11. 2年度の実施結果

計画	結果
機器配置の試行	天井面の機器配置のプログラムを更新。
既存の研究の調査（論文、特許）	なし
施工ルールの調査（当会発行マニュアルの利用）/ ルール抽出表にまとめる	ルール抽出表にまとめ、禁則・評価を実施。評価のコストの考え方もまとめた。
WGアドバイザーの選定とコンタクト（人脈、ネット）	空衛学会大会の発表内容を九州大学の木村先生と日本設計に共有。
知的所有権の扱い方（シス研、参加メンバー）/ 参加メンバーが不利益を被らないようにしたい	なし。
広報（当会HP、空衛学会大会など）	初年度の活動内容を空衛学会大会で発表。

## 今日のひとこと

私たちの最大の弱点は諦めることにある。  
成功するのに最も確実な方法は、  
常に もう一回だけ試してみることだ。

トーマス・エジソン

**TO BE CONTINUED.**