I-020

Jw_cadにおける管長・管径検出法

Pipe length and pipe size detection method in Jw_cad

酒井悦子†a) Etsuko Sakai　**中田崇行**† Takayuki Nakata　**松田弘成**† Hironari Matsuda　**安井直彦**† Tadahiko Yasui

１．まえがき

本論文は、Jw_cad[1]によって書かれた建築図面から、給水管、給湯管、ガス管、排水管などの配管を、種類によって別々に抜き出し、管の種類、管サイズ（管の太さ）毎にそれぞれの管の長さを検出することを目的とする。

現在、建築業界ではCADソフトウェアを使い建築図を設計している。建築図に適したCADソフトウェアの中ではフリーソフトである Jw_cad が高いシェアを占めている。しかしJw_cadは図面を描画する機能は十分に備えているが、配管として描かれた線の認識をして、線長を測定する機能は無い。よって製図はコンピュータ上で行っても、配管の線長測定は手作業で行わなくてはならない。シェアウェアの中では自動で配管を判別、線長測定を行えるものもあるが、Jw_cadファイルとの互換性も十分でなく、ファイルのやり取りにも不便が生じることがある。

そこで、この研究ではJw_cadによってかかれた図面からデータを抽出し、必要配管量の測定をコンピュータ上で行うソフトウェアを作成することを目的とする。
当研究室では、記号による給水管、給湯管の認識、途切れて描画された線の結合、線長測定を行うことが出来た[2]。今回は給水管について、指定範囲のみの、管サイズ毎の線長測定を行う。

２．システムの提案

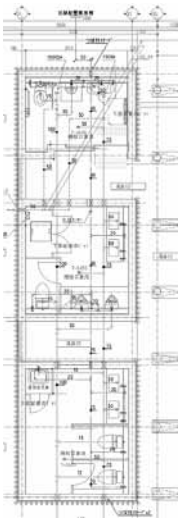


図１：使用した建築図面

図１に用いた設計図を示す。本研究では、給水管の付近に書かれた管サイズを、管サイズ情報として線データに付加する。

まず、Jw_cad で作成された建築図面から、任意範囲に含まれる管などのデータを抽出し、途切れた線で描画される配管を一本の線データとして生成する。

次に、分岐点での線の分割を行い、それぞれの線データの付近に書かれた管サイズを線に情報として付加する。分岐点での線の分割を行うことや、

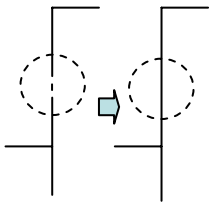
折れ曲がった線は２つ以上の線データとなるので、折れ曲がりや、他の記号での管サイズの伝播を行う。

最後に、異なる管サイズの線毎に線長を測定する。

†　富山県立大学　射水市
Toyama Prefectural University,5180 Kurokawa,Imizu-shi,939-0398 Japan
a)E-mail:s755010@st.pu-toyama.ac.jp

①データの抽出

まず管の種類毎にレイヤ別に描かれた Jw_cad のファイルの建築図面より、線データ、円弧データ、文字データ、点データを別々に抽出する。これは、Jw_cad の機能により、ユーザーが抽出範囲を選択する。円弧データは形によって立ち上がりとして抽出、文字データは管サイズとして使われる数字のみ判定に使用する。点データは管サイズの引き出し線を除外する判定に使用する。線データは配管と、管サイズが描かれている部分のレイヤのデータのみを抽出するが、引き出し線など不必要なデータも一度に読み込まれることがある。

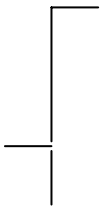


②配管データの整理

データのソート、線データ結合アルゴリズムを適用する。データのソートは処理を速くするため、線データの結合は何本かの線で示された配管の記号を一本の線にするものである。

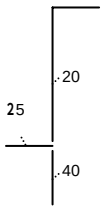
③必要点認識

次は、配管について“折れ曲がり（エルボ）”、“分岐（チーズ）”の認識をする。折れ曲がりとは一本の配管が直角に折れ曲がっている部分のことである。一本の管を２本の線データで表示することになる。分岐とは一本の線より分岐したもう一本の線が出ている部分である。今回測定する給水管はこの点で管サイズが変更されていることが多い。



④線を分岐点で分割

管サイズは一本の線データにつき、一つの管サイズ情報として付加することになる。管サイズは分岐点で変わっていることが多いので、一本の線データで描かれた配管を分岐点で分割し、それぞれの線について管サイズ判定をする必要がある。



⑤管サイズ付加

線データの付近にある文字データを、管サイズとして線データに管サイズ情報として付加する。管サイズが近くにない線データは、管内の流れを考慮し、周囲の管サイズより推測し付加する。

⑥必要配管量の出力

最後に、管サイズごとに、それぞれの線の長さと、その合計を計算し、出力する。

3．提案手法

3.1　データ抽出

抽出されるデータは、以下のような文字列となる。これらのデータを構造体に変換してそれぞれ文字データ、円弧データ、線データとして使用する。

（1）線データ

_10340.2656561976_-10990.2695204804_10340.2656561976_ -10282.449642512

（_始点座標Ｘ_Ｙ_終点座標Ｘ_Ｙ）

（2）文字データ

ch_5112.91575862908_12656.8299931632_150_0_"20

(ch_左下座標Ｘ_Ｙ_方向Ｘ_Ｙ_“ 文字列)

（3）円弧データ

ci_11348.7039457347_-15491.1482543862_25_45_315_1_180

(ci_中心座標Ｘ_Ｙ_半径_始角_終角_扁平率_長軸の角)

3.2　立ち上がり認識

図 1 に立ち上がりの記号を示す。

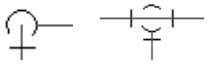


図 2：　立ち上がりの記号

図 2 左図は角にある立ち上がり 270°の円弧で構成される。図 2 右図は分岐にある立ち上がりで 45°の円弧２つで構成される。抽出したデータより、これらの図を判定し、立ち上がり点のある座標を認識する。

3.3　線結合

給水管の記号を表現するためや、立体交差を表現するために、途切れて描画されている線を結合することによって、管サイズを線データに付加するための準備をする。

線結合の判定条件を示すための図を図 3 に示す。

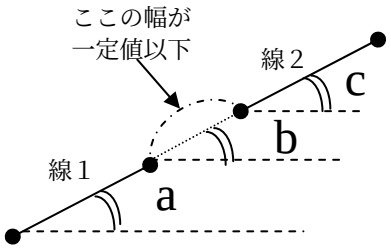


図 3：線結合の判定条件

①線１と線２の端点の距離が一定値以下である

②線１の角度、線２の角度、線１と線２を結んだ線の角度が近似している(a=b=c)

①②の条件に全て当てはまるとき、線１と線２は結合すべき線である。

3.4　折れ曲がり、分岐の認識

線データに管サイズ情報を付加するためには、管サイズごとに別々の線データが必要である。しかしのユーザーは一本の線分で描ける部分は、管サイズ毎に線を描き分けることはせず、一本の線で描くのが普通である。

また、折れ曲がった線を描くときは二本の線を描く必要があり、同じ管サイズでも線が分かれてしまう。

また、太さが変化していないように人間が図面で認識できるところには、線の付近に数字が書いていないところも多い。

そのため、線データに管サイズを付加するために折れ曲がり、分岐の認識を行う必要がある。

折れ曲がり座標を得ることで二本の線が接近する点がわかる。２線の片方に管サイズが付加され、もう片方には付加されてない場合、管サイズ情報を持つ線から持たない線にその情報を伝播することが可能になる。

また、分岐を認識すれば、一本の線で描かれていても、管サイズが変わる可能性のある点を認識できるので、分岐点で線を分割できれば正しく線に管サイズ情報を付加できるようになる。

3.4.1　折れ曲がり認識

折れ曲がりの認識は、線の始点、終点、すなわち端点を使って行う。折れ曲がりでは、二本の点の端点が一致しているはずである。線データには、始点、終点のデータがあるので、その条件を利用して判定する。判定条件を図 4 に示す。

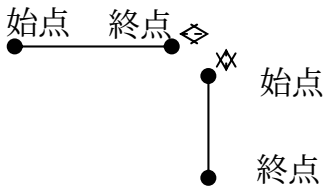


図 4：折れ曲がり判定

3.4.2　分岐認識

分岐する点では、二本の線で作る角が 45°場合と、90°の場合がある。そのため、分岐判定にはベクトルでの角度判定と、線と他の線の端点の位置関係距離を調べて使用する。図 5 に分岐判定のための図を示す。

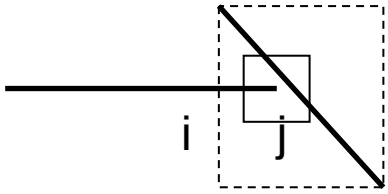


図 5：　分岐判定

①ベクトル式を使い二本の線の角度を認識

：90°か 45°のとき→②の判定

②線の端点の回りを別の線が通るか判定

(直線と点の関係・直線と点の距離を使用)

3.5　分岐点での線の分割

認識した分岐点を使って線の分割を行う。線を分岐点で分割すれば、それぞれの線の付近にある文字データである管サイズを、線に情報として付加できるようになる。

線を分岐点で分割するには、線の総本数を増やし、線データの始点と終点を入れ替えるという方法で行う。

これは分岐点の認識と同時に行う。つまり分岐点を認識できたら、その度に線の分割を行う。

図 6 に線の分割の仕組みを示す図を示す。

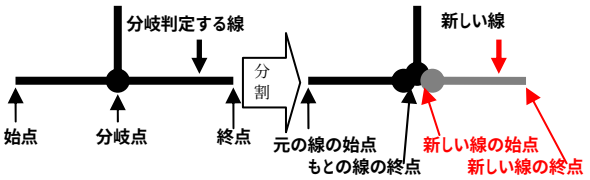


図 6：線の分割方法

3.6　管サイズ付加

管サイズを線データに付加する。それぞれの管サイズによって、線の長さの合計を別々に計算することができるようになる。

管サイズは全ての線データの付近に描かれているわけではない。折れ曲がっているように描かれている給水管は何本かの真っ直ぐな線データの組み合わせである。

また、一本の真っ直ぐな線が、何度か分岐して管サイズが変化している場合には、その線の付近には何種類かの管サイズがある。そのような線データは分割されたが、そのために分岐点と分岐点との間で管サイズが付近に無い線もできた。

管サイズの変化していない線は付近に管サイズがかかれないことが多い。

そのため、付近の管サイズを線データに付加した後、管サイズが付加されなかった線に周りの線から判断して、独自に管サイズを付加できるようなアルゴリズムが必要である。

3.6.1　線の付近の数字を付加

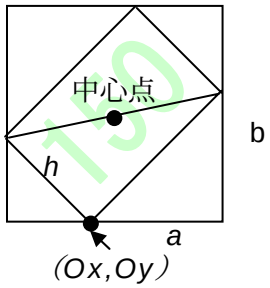


図 7： 文字データの形式

図 7 に文字データの形式を示す。文字データには左下端座標(Ox,Oy)と、傾きの方向(a,b)、文字列から得られる文字数と、それらから求められる文字データの高さ(h)がある。これらから文字データの中心座標を算出する。得られた中心座標と、線データから得られる直線の式より、両者間の距離を出し、その距離が一定値以下ならば、文字列を線データの管サイズとする。

また、管のサイズを示すために管から文字の引き出し線が出ていることがある。これらの線は端点に点データを持つため、点データと線データとの位置関係を利用して管サイズ判定から除外する。

3.6.2　付近に文字が無かった線に数字を付加

分岐点での管サイズ付加での管サイズ伝播を考える。管サイズは末端に行くにしたがって、徐々に細くなっていく。これは分岐するにしたがって一本の管に流れる水の必要量が減っていくからである。分岐点と分岐点の間にある線には管サイズが描いてないことがあるが、そのような部分では、安全上の理由より、なるべく大きな管サイズで計算するのが普通である。

分岐の間にある線には、線の始点、終点で、端点の一致している線に付加されている管サイズ中から、もっとも大きな数字を付加すればよい。

分岐にある立ち上がり、角にある立ち上がり、折れ曲がりでの管サイズ伝播を考える。

それぞれの座標を使えば、二本の端点の一致する線が検出される。つまり、管サイズの付加されていない線に、管サイズが付加されている方の線の、管サイズを付加することによって管サイズの伝播が可能である。

3.7　線長測定

線長の測定は管サイズごとに行う。管サイズごとに線をわけ、始点と終点から線の長さを計算し、合計をだす。Jw_cad は実寸主義のソフトウェアであるので、倍率を考慮に入れれば、実用できる測定値を出すことができる。

4．結果

図 1 の設計図に対して、本システムでの処理結果を図 8 左に示す。その元データを図 8 右に示す。管は管サイズ毎に異なる幅・色でマーカーがつけられる。ほとんどの管には正しい管サイズが付加されているが、一部では付近に数字がない線に管サイズが付加されている線や、本来管サイズ 20 である線に管サイズ 50 が伝播している部分がある。

求めた給水管の長さは手作業で計測した結果と比較した。実利用に求められる測定精度は 5%未満である。処理結果とデータから計測した真値との比較を表 1 に示す。今回の結果では管サイズ 50 の管を除いて誤差は 1 %以内に収まった。

表 1 ：プログラムで管長測定結果と手作業との比較

管サイズ	20	25	40	50	65	80	100
手作業（m）	16.3	4.4	6.5	2.5	0	0	0
プログラム（誤差）誤差%	16.17 (+0.13) +0.8%	4.4 (+-0) 0%	6.45 (+-0.05) 0.8%	3.21 (+-0.7) 28%	0 (+-0) 0%	0 (+-0) 0%	0 (+-0) 0%

管サイズ 50 の管で誤差がでたのは、分岐点における管サイズ伝播で、一番大きい管サイズを伝播するためである。これは現在のアルゴリズムでは回避することができない。

管サイズ 20 での 0.8%の誤差は、一つ目の原因として、無関係な線分に管サイズが付加されてしまっていることがあげられる。

2 つ目の原因としては、立ち上がりによる管サイズ伝播で、立ち上がりの先にカランへ続く短い線分があるが、これは人間が手作業で測定するときには、管の長さに含めないことが多い。

これらの理由で測定結果が大きめになった。

管サイズ 40 での測定結果が手作業のものより大きくなったのは、有効数字の差のためであると考えられる。実際に必要な値は小数点第 1 桁までであるので小数点以下第二桁より小さい誤差は実質は 0 と考えても測定には問題は生じない。

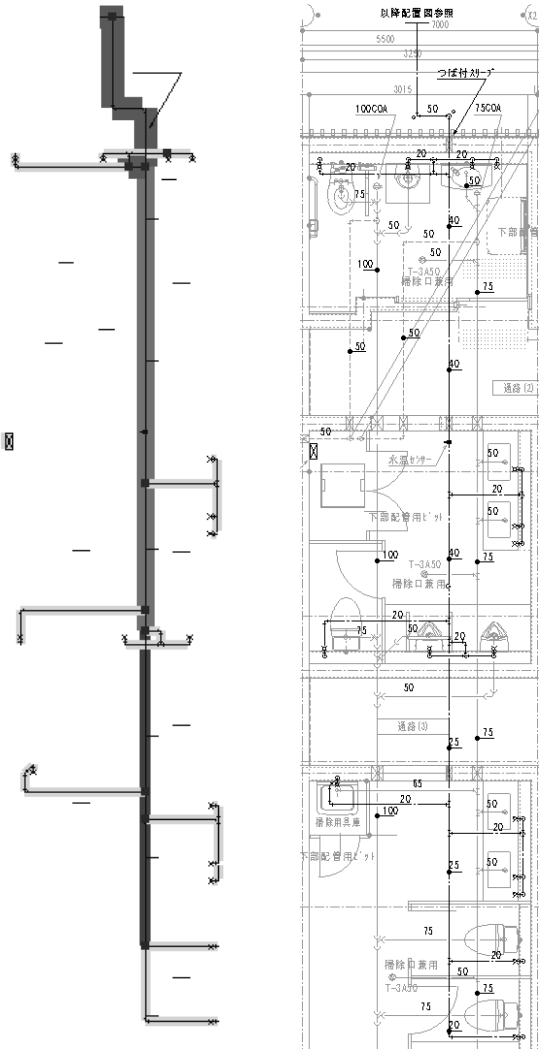


図８：プログラムでの処理結果と元データ

5．結論

Jw_cad 上で描かれた設計図より、手作業で配管の長さを計測していた現状から、特定の範囲の配管のデータを抽出し、管サイズ毎に自動的に線長測定を行い、必要配管量を求める手法を提案した。

分岐点での伝播による実際の値とのズレはアルゴリズムの改善によって修正できる。これは分岐点では管サイズの変化することが多い事例を元に条件によって伝播される管サイズを選択するなどの方法で認識結果向上可能性はある。

今後の課題としては、各しきい値の検討、分岐と分岐の間にある管の管サイズの伝播結果の向上、さらに給湯管、給水管、ガス管への認識アルゴリズムの対応があげられる。

6．参考文献

[1] Obra Club、やさしく学ぶ Jw_cad、(株式会社エクスナレッジ、大日本印刷、2002)

[2] 大塚敏真、“ 線種・線長測定アルゴリズムの開発 ”、平成 17 年度　電気関係学会北陸地区学生による研究発表会　Mar. 2006