

# パソコンCADによる機械製図の検図法 に関する一考察

岩谷 健治\* ・ 瀧本 昭夫\* ・ 森田 実\*\*

\*機械工学科

\*\*県立小野田工業高等学校 機械科

CADによる効率の良い教育を行うことが要求される現状ではパソコンCADの持つ機能を可能なかぎり有効に使い、且つ簡略な一方法としてディスプレイ上で被検図に模範図を重ね合わせる方法で、簡単に機械製図の検図が可能かどうかについて検討した。特に、ディスプレイ上で2本の線が重なり合った場合、上に重ね合わせた線の方が、下側の線より、優先的に表示されることに着目した。

ここでは、パソコンCADで教育する場合の問題点等を挙げ、解り易くするために簡単なモデルに置き換えて検図した結果について報告した。

*Key words : CAD , Checking Method , Machine Drawings , Overlapping Method , Model Drawing , Practical Machine Drawings.*

## 1. 緒 言

CADによる製図教育が中心と成りつつある現在、検図をどの様に行うかは、必ず解決しなければならない現実問題の一つである。また、より効率の良い教育などを行うためにも、CADを用いた機械製図の検図法に関する検討は必要である。

そこで、学生自らがCADを用いて簡単に検図することができれば、検図時間の短縮や修正個所の徹底など、CADをより一層効果的に活用することも可能となると考えた。これ迄にもCADによる検図法としては、製図者が作製した図面と模範図をディスプレイ上で重ね合わせ、検図作業をプログラム化した例や、これらを実際に使用して教育的効果を得たという報告<sup>(1)</sup><sup>(2)</sup><sup>(3)</sup><sup>(4)</sup>などもあるが、その反面、プログラムが膨大かつ複雑となるため、何れの場合もその作成や教育的効果を得るまでに、かなりの時間が必要であった。

従って、今回は、一般的に備わっているCADの機能のみを使い、ディスプレイ上で被検図に模範図を重ね合わせる方法で簡単に検図することが可能かどうかについて考えた。ここでは、まずパソコンCADで検

図する場合の問題点等を挙げ、簡単なモデルに置き換えて検図し、検討した結果を中心に報告する。

## 2. 実施内容

### 2.1 基本的な考え方

使用した機器は、2次元汎用製図システム M-Draf32, プロッター ip-230, である。

ここでは、製図者が作図した図面、つまり検図の対象となる図面を被検図、被検図が正しく作図されているかを確認するために上記 M-Draf32 を用いて、あらかじめ作図した図面を模範図と呼ぶことにする。また、どのパソコンCADにも備わっている機能<sup>(5)</sup> (ペン番号, カラー, 線種, レイヤ, グループ, 移動, 複写など)のみを使用して検図を行うことを前提としているため、線色(一般に数種類の色が図形や文字を表示するのに使用可能)とレイヤ(層)を基本的に用い、色による重ね合わせを考えることにした。

従って便宜上、模範図を白色、被検図を赤色で描き、常に被検図の上に模範図を重ねることにより、外形などの違い、あるいはズレを確認させることにした。

また、ディスプレイ上で同一の2本の線を重ね合わせると、実際には重なっているにも関わらず、下の線は上の線に隠れて、全く見えなくなること、つまり上側の線が優先的に表示されることに着目し、この機能を基本的に用い重ね合わせを行った。

## 2. 2 検図方法

パソコンCADによる検図を行うに前に、実際にどのような問題があるのか、その要点を整理する必要がある。それらの要点(問題点)を以下の5つに分類<sup>(6)</sup>した。

- (1) 形状の確認(正しい形状が作図されているか)
  - ・余分な線の記入はないか
  - ・線の記入漏れはないか。
- (2) 線種の確認(線の種類が用途ごとに JIS 規格に基づいて正しく使用されているか)
- (3) 寸法記入の確認(寸法線と寸法補助線が JIS 規格に基づいて正しく記入されているか)
  - ・寸法線、寸法補助線の記入漏れ
  - ・寸法線・寸法補助線の重複記入
  - ・寸法線、寸法補助線の記入箇所
- (4) 寸法数値の確認(寸法数値が JIS 規格に基づいて正しく記入されているか)
  - ・正しい数値の記入
  - ・寸法数値の記入漏れ
  - ・寸法数値の重複記入
  - ・寸法補助記号の記入漏れ
- (5) 配置の確認(被検図と模範図の作図位置が異なる場合の重ね合わせの検図は可能か)

上記検図上の要点は紙面上での検図作業でも同様であり、これらの問題をパソコンのディスプレイ上でも解決することができればCADによる検図が容易になる。

## 3. 結果および考察

前記5つの問題点について、簡単な被検図、模範図の例を用い、実際に重ね合わせを行った結果を以下に順を追って示した。

### 3. 1 形状の確認

図形が正しく作図されているかの確認については、(1)模範図に実線を使用した場合と(2)点線を使用した場合の2通りについて検討した。紙面では確認し難いが、実際は被検図が赤色で、模範図が白色で表示されている。

#### (1) 実線を使用した場合

この場合、被検図と模範図が完全に一致するとディ

スプレー上には、模範図の白い実線のみが表示されることになる。Fig.1(c)はFig.1(a)の被検図にFig.1(b)の模範図を重ね合わせた時の図であるが、実際のディスプレイ上では被検図と模範図が重なり合わなかったことを表す、2色の実線が表示されて、被検図に余分な線が記入されているのが確認された。

ただし、被検図に線の記入漏れがあった場合には、模範図を重ね合わせるだけでは被検図の作図漏れ(例えば円)を確認できないことも分かった。

そこで、被検図に模範図を重ね合わせたこの状態に、さらに被検図を重ね合わせてみた。Fig.1(d)がそれに当たる。被検図に記入漏れがなかった場合、被検図と模範図が完全に一致するため、先程とは逆に被検図の赤い実線のみで表示されるはずである。しかし、実際に重ね合わせてみると白い実線の円が表示されたため、被検図に記入漏れがあることが判断でき、被検図の作図漏れ(円)が確認できた。

#### (2) 実線以外(点線、破線等)を使用した場合

Fig.2(c)は、線種が異なる場合の図形の重ね合わせ図でFig.2(a)の被検図にFig.2(b)の模範図を重ね合わせものである。形状が一致した場合は、先の実線で比較した場合と同様、被検図の赤色実線上に模範図の白色の点線が重なり合って表示される。しかし、この場合の重ね合わせでは、被検図の実線と模範図の点線や破線等の両図の線種が異なるため、同一線の上に表された上側の線が優先的に表示されているにも関わらず、重ね合わさっていることが明確に判断でき、正しい形状が作図されているかの確認は、実線を使用した場合より容易に行なわれた。

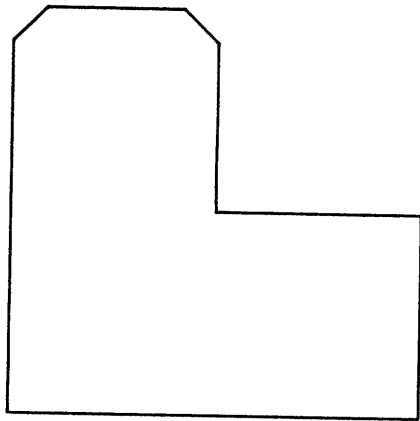
更に、模範図と形状の異なる部分については被検図の赤い線のみで、また、作図漏れ(例えば図中の円)の部分は白い点線のみで表示されるため、これにより一度の重ね合わせで検図を行うことが可能であった。

以上のことより、模範図の作図に使用する線の種類は、点線あるいは短・長破線にした方が良いと考えられるが、これらの線については図形を作図する上での他の用途があり、図面本来の意味、線の働きを明確にさせるため、ここでの使用は避けることが望ましいとした。従って、模範図の外形線には実線を使用して作図することにした。

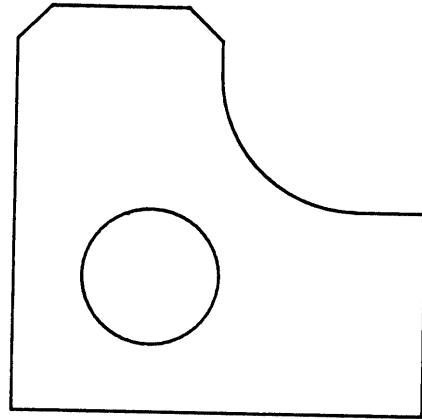
### 3. 2 線種の確認

図面を作図するための線には、当然の事ながら用途により線の種類が決められており、その用途に応じた線が正しく作図されているか確認することは非常に大切である。

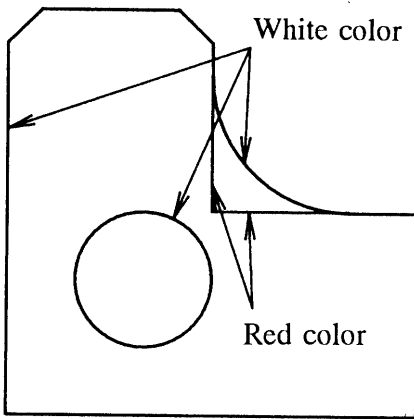
被検図が正しく作図されている場合、両図の線種が



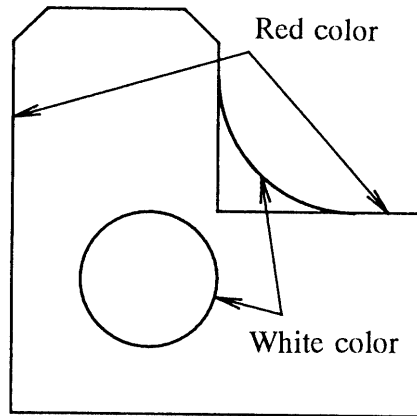
(a) A drawing to be checked (red color)



(b) A model drawing (white color)



(c) Overlapped drawings of the above two  
Example 1 [(a): bottom, (b): top]



(d) Overlapped drawings of the above two  
Example 2 [(a): top, (b): bottom]

Fig.1 Checking configuration of a machine element [Both of drawings (a) and (b) are displayed in solid lines, two examples of overlapping drawings in either (c) or (d)]

同一であるため模範図を重ね合わせると、当然ながら全ての線が一致する。そのため、模範図の線のみがディスプレイ上に表示され、線種が正しく使用されていることを確認できた。

Fig. 3 は逆に線の種類が正しく作図されていない例で、Fig. 3.(a) の被検図の中心線が破線、Fig. 3.(b) の模範図が一点鎖線で作図されている。これらの図を重ね合わせものが Fig. 3.(c) で、中心線の線種が異なっているため赤色と白色の2色の線が同一線上に表示され、線種が間違っていることを確認できた。

ただし、Fig. 3.(a) の被検図上部の外形線のように、実線を使用して作図しなければならない箇所を実線以外の線種で作図していた場合は、模範図側の実線に隠れて被検図側の線種がディスプレイ上に表示されない。この場合も Fig. 3.(d) に示したように、被検図に模範図を重ね合わせた状態に再度被検図を重ね合わせると、

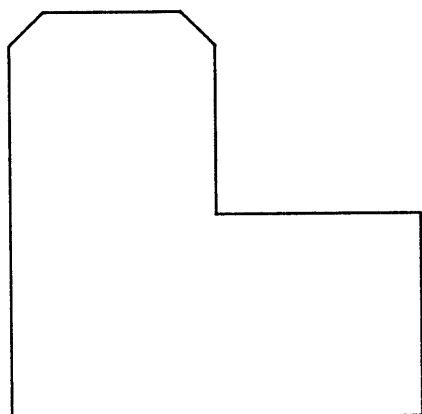
模範図の実線の上に被検図の線種が重なり合い、線種の異なっていることが確認できた。画面上では模範図の実線の上に被検図の破線が表示され、線種の違いをはっきりと確認できた。

### 3. 3 寸法記入の確認

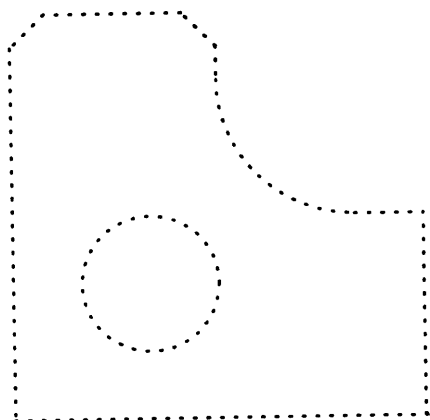
寸法が正しく記入されているかを確認するため、(1)寸法線と寸法補助線、(2)寸法数値の2点について検討した。

ここでも、形状の確認のときと同様に、模範図を重ね合わせて寸法記入の確認を行うため、被検図と模範図の寸法線・寸法補助線・寸法数値を異なる色とした。

また、寸法・寸法補助線の記入漏れや余分な記入については模範図の端末記号を変えることにより、より確認し易くなるのではないかと考え、被検図の端末記号を矢印で、模範図のそれを丸印で作図した。



(a) A drawing to be checked (a solid line in red color)



(b) A model drawing (dotted lines in white color)

The dotted line in white color overlaps the solid line in red color

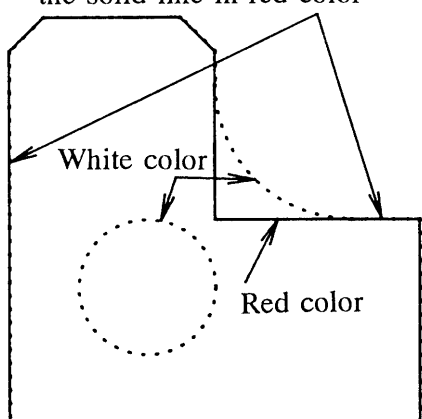
(c) Overlapped drawings of the above two  
[(a): bottom, (b): top]

Fig.2 Checking configuration of a machine element [An example of overlapped drawings, each drawing of (a) and (b) is presented in a solid and a dotted lines, respectively]

### (1) 寸法線と寸法補助線が正しく記入されているか

ここでは、記入漏れ、重複記入、記入箇所が問題となる。この確認については、両図形の寸法が正しく作図されていれば、両端末記号が同じ箇所に重なり合っ表示され、寸法線と寸法補助線が正しく記入されていることが確認できる。Fig.4(c)はFig.4(a)の被検図にFig.4(b)の模範図を重ね合わせたときの図で、この図において、模範図の端末記号(丸印)のみが表示されている箇所は、寸法線・寸法補助線の記入漏れあるいは、記入箇所の違いがあることを示し、被検図の端末記号(矢印)のみが表示されている場合には、寸法線・寸法補助線の記入箇所の誤りあるいは、不要な寸法・寸法補助線の記入があることを示している。これにより被検図の余分な寸法線を確認できた。

### (2) 寸法数値が正しく記入されているか

ここでもFig.4(c)により、被検図の余分な寸法数値の記入と寸法数値の記入間違いを確認できた。この確認については、被検図と模範図の寸法数値が等しい場合、模範図の寸法数値のみが表示されるため、正しい数値の記入がされているかの確認が可能である。

異なる寸法数値の場合には、被検図と模範図の寸法数値の色の違いまたは異なる数値同士のリ重なり合のいずれかで確認することができた。

また、Fig.4(d)はFig.4(c)の状態にFig.4(a)を重ねた図である。ここでも、寸法値の記入漏れについては、一度重ね合わせた図に再度、被検図を重ね合わせる必要であったが、寸法補助記号の記入漏れの箇所に色の異なる模範図の寸法補助記号が表示されることにより、被検図の数値と寸法補助記号の記入漏れが確認できた。

## 3.4 配置の確認

作図者により図面の配置は様々である。従って、一つの図面のみを重ね合わせであれば問題ないが、平面図、正面図、側面図などの作図位置が全く異なった場合の被検図と模範図の重ね合わせの問題も考えておく必要がある。

この場合、解決策として模範図を移動することによって被検図に重ね合わせることが考えられ、(1)グループ機能を使用した場合、(2)レイヤ機能を使用した場合の2通りの方法で検討した。

どちらの場合も考え方は同じであり、図面を移動する際に選択する図面(要素)をグループで選択するかレイヤで選択するかの違いである。

### (1) グループ機能を使用した場合

この場合、一応重ね合わせは可能であった。ただし、

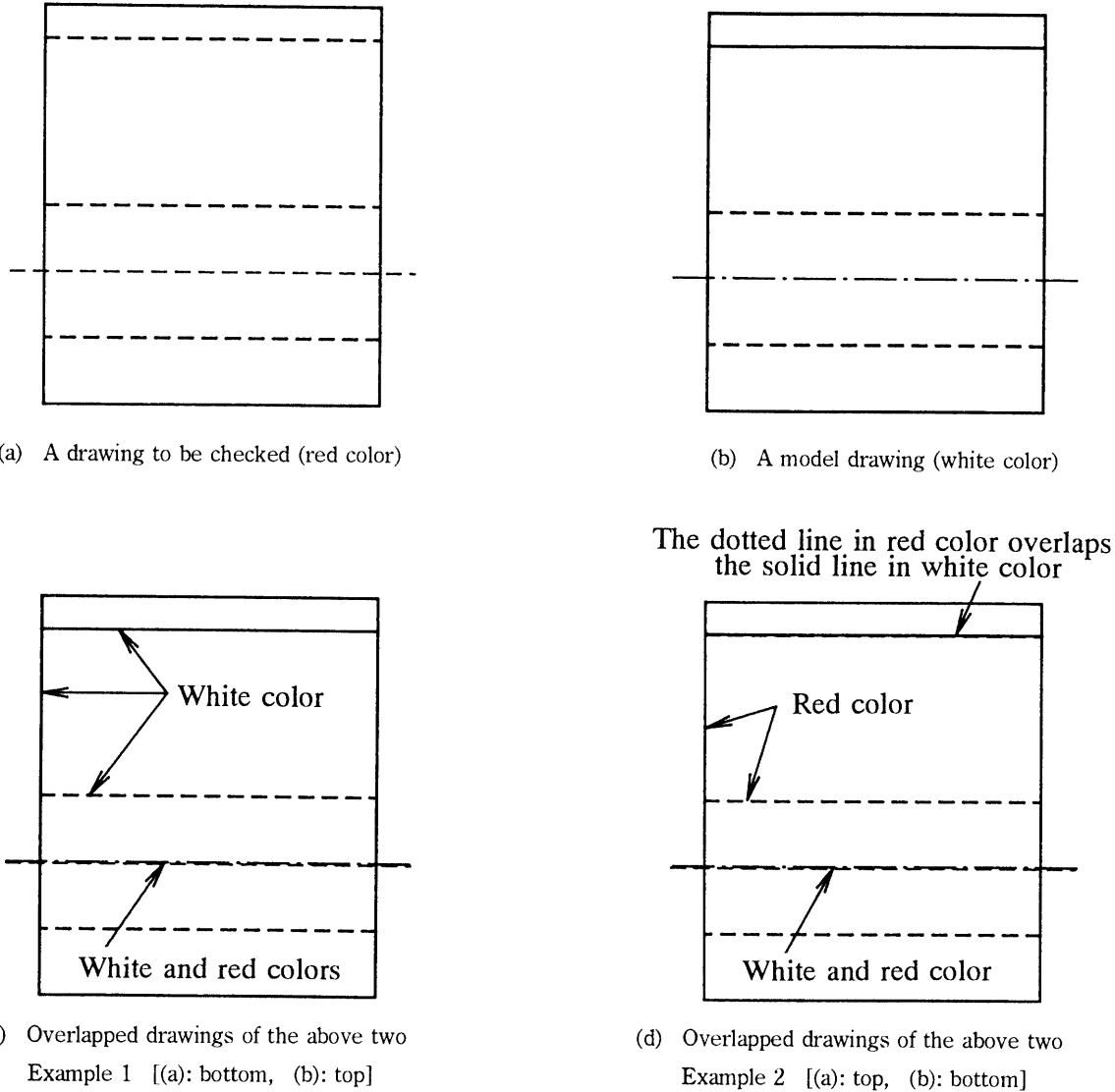


Fig.3 Checking kinds of lines of a machine element (An example of overlapped drawings in which the drawing (a) is not presented correctly).

今回使用したCADのみの問題と考えられるが、ディスプレイ上に最初に読み込んだ図面のグループ移動は可能であるが、その図面に追加で読み込んだ図面のグループ機能は使えないという制約があった。

(2) レイヤ機能を使用した場合

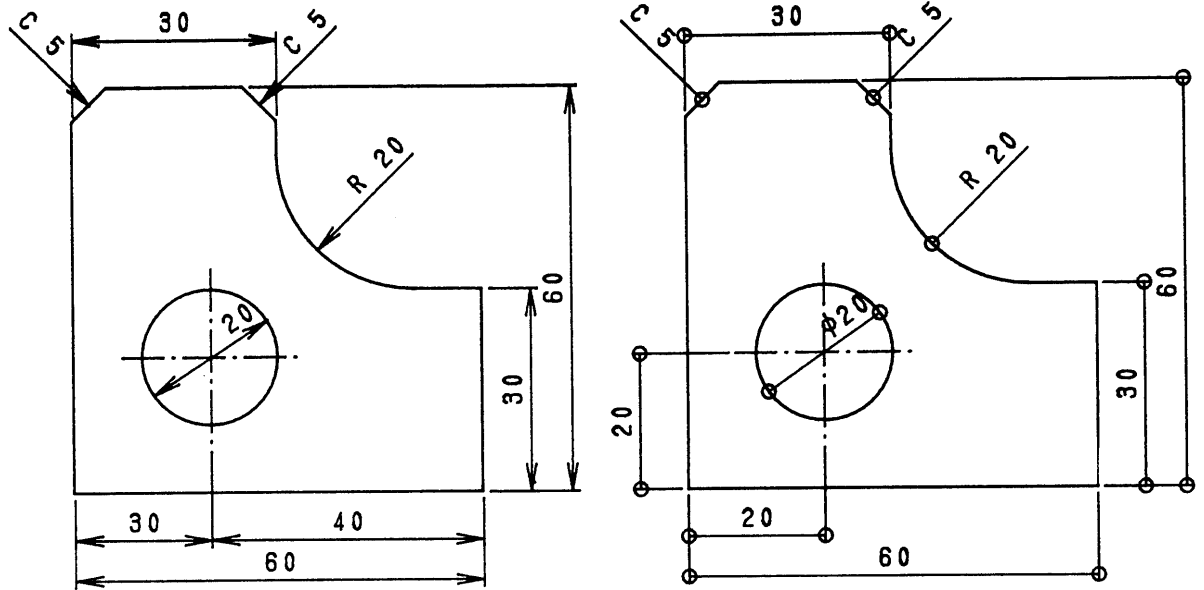
この機能を使用して各図形をそれぞれ別々のレイヤに作図することにより、各図形ごとの移動は問題なく行うことが可能であった。また、実際に作図する手順や移動する図面(要素)を選択するまでの手間を考えてみても、レイヤを指定した後に作図し始める方が、作図し終わった図面要素を選択してグループ化するより明らかに効率が良いため、レイヤ機能を使用する方がこの点においても適している。

レイヤ機能を使用して図面の移動を行う場合はグル

ープ機能を使用した場合とは違い、図面移動するときの制約がなかったためディスプレイ上に先に読み込んだ図面、後で読み込んだ図面のどちらの図面でも移動が可能であった。

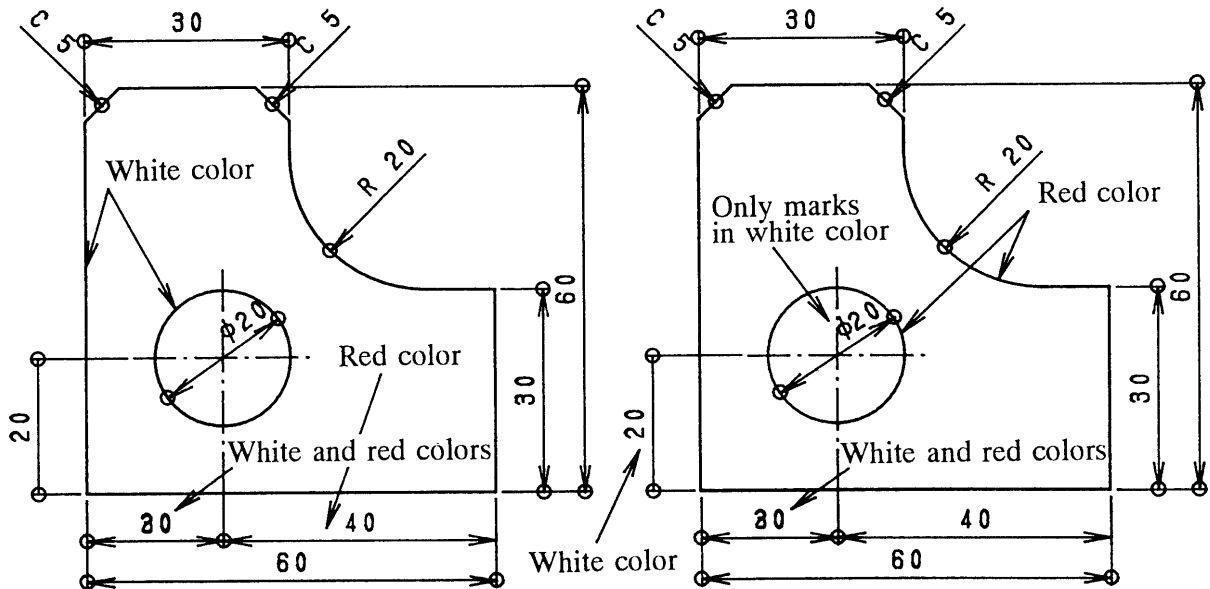
これまでのところを再度確認するため、アングルプレートに被検図と模範図を実際に重ね合わせてみた。

Fig. 5 は被検図にファイルから読み込んだ模範図を既に重ね合わせた状態の図面である。また、Fig. 6 は先の重ね合わせた図形の一部にズレが生じていたため、部分的に図形を移動させて一致させたものである。この場合一致した線は白色、不一致の部分は赤色で表されている。ここには、示していないが、一度の重ね合わせで確認することはできなかった線の記入漏れや寸法補助記号の記入漏れなどマイナスの要素は、二度目の重ね合わせでは、白色で表され、逆に一致した線は



(a) A drawing to be checked (red color)

(b) A model drawing (white color)



(c) Overlapped drawings of the above two  
Example 1 [(a): bottom, (b): top]

(d) Overlapped drawings of the above two  
Example 2 [(a): top, (b): bottom]

Fig.4 Checking dimensions and marks in drawings (Examples of overlapped drawings, in which line-end marks are different in each drawing)

赤色で示された。ここでも、図面全てを検図するためには、二度の重ね合わせが必要であったが、この方法で予め考えておいた問題のすべては、解決可能であることが確認できた。

なお、パッキン押え、ジャッキの組立図、フランジ形固定軸継手<sup>(7)</sup>などでも同様のことを試みた結果、ここに示した図面と同程度の図面であれば、CADの基本的な機能を使いディスプレイ上で被検図に模範図を重ね合わせる方法で検図が可能である。

#### 4. 効率的な検図を行うためには

色の違いを利用した重ね合わせによる検図では、検図を行い易いように、模範図をいかに上手く作図するかが重大な要因の一つである。そこで、模範図を作図する上での要点を以下に整理してみた。

- (1) 被検図と模範図を各々別の色を使用して作図する。
- (2) 被検図と模範図の寸法の端末記号を変えておく。
- (3) 被検図と模範図の平面図、正面図、側面図、およ

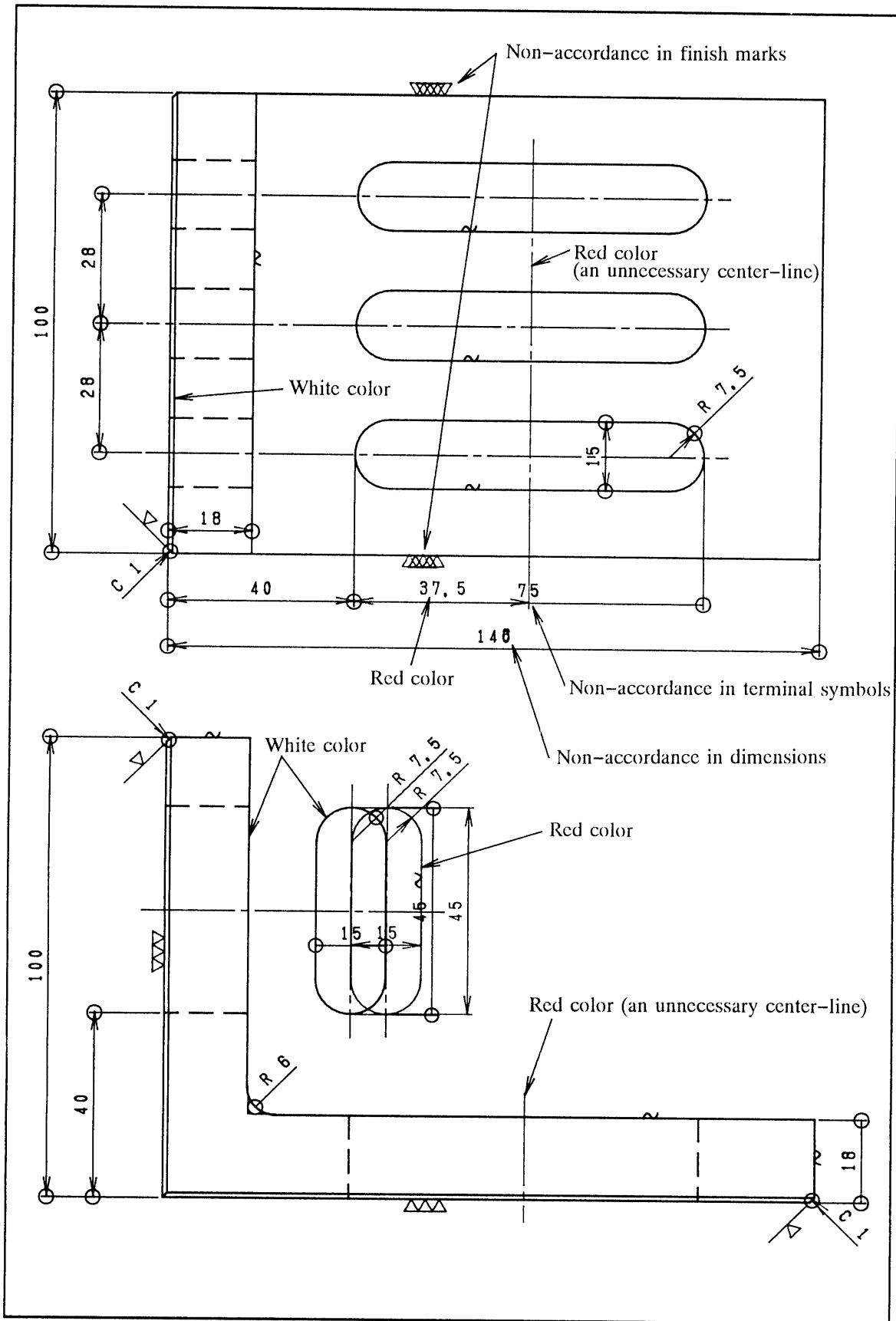


Fig.5 An example of overlapped drawings of a machine element of an angle-plate (Plane and front views of drawings to be checked: bottom, those of model drawings: top)

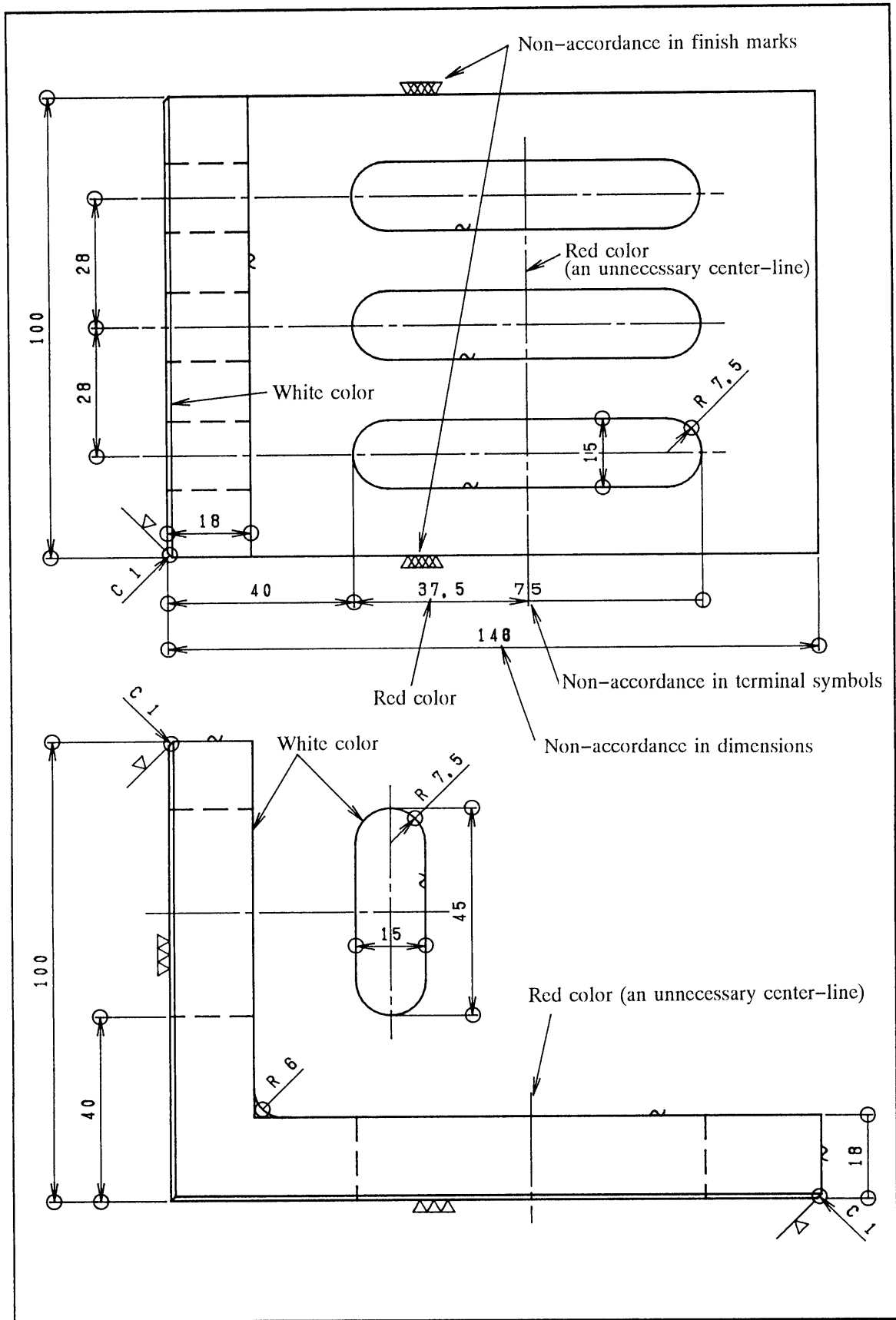


Fig.6 An example of perfectly overlapped drawings of a machine element of an angle-plate by shifting the partial model drawing to the right (Plane and front views of drawings to be checked: top, those of model drawings whose partial front view is shifted to the right: bottom)



びその他の図を全て別々のレイヤに作図する。

- (4) 各図の中心線、寸法線、寸法数値も別々のレイヤに作図する。
- (5) 寸法線や寸法引出線および文字の大きさなどの初期設定あるいは環境設定等は全て統一させておく。などが挙げられる。また、図面を重ね合わせる際の図面移動の手間を省くために、あらかじめ被検図作図原点を指定して作業に移らせることも有効と考えられる。

## 5. パソコンCADを使用した検図について

パソコンCADの持つ基本機能のみを使用して検図するには、前に述べた要点などを統一させておくことが望ましいが、次のような点についても認識しておく必要がある。

- (1) この重ね合わせの検図では、線を重ねた側の線が優先的にディスプレイ上に表示されることを利用するため、線の記入漏れや模範図の線に比べて被検図の線が短い場合には、被検図に模範図を重ね合わせただけではこれを確認することはできない。従って、検図を確実にを行うには、被検図に模範図を重ね合わせ確認した後、さらに被検図を重ね合わせることが必要となる。
- (2) ディスプレーで検図を行う場合には、図面を表示できる範囲が限られ A1, A2 サイズの比較的大きな図面等の場合には、全体図を表示すると図面が小さくなり検図が困難になる。従って、部分的に何度も繰り返し拡大を行い検図しなければならないことを認識しておく必要がある。
- (3) パソコンCADでは全てが可能などと考えずに、性能上、意外と面倒な部分や制約が割合多いことなどを心得て活用することが大切。
- (4) 一般に製図用紙に作図された図面を直接見て検図するという慣習になれている場合が多く、今回示した様なディスプレイ上での検図は経験が少ないと、これまでの方法に比べ検図しづらく感じられることが多い。

結果的にパソコンCADによる検図が可能かどうかは、活用する人自身が、パソコンCADのこれらの制約をいかに要領よく使うかにあり、また繰り返し使用することにより、パソコンCADに対する嫌悪感を克服することも、一面では大きな問題かもしれない。

## 6. まとめ

パソコンCADの持つ機能のみを使いディスプレイ上で被検図に模範図を重ね合わせる方法で、簡単に機械製図の検図が可能かどうかについて検図し、以下の

ことを得た。

- (1) 図形を重ね合わせた場合、上に重ね合わせた線の方が、優先的に表示されることを利用することにより、形状・線種及び寸法数値が正しく作図されているかを確認することができる。
- (2) 被検図の寸法線、寸法補助線の記入漏れ、あるいは余分な線の記入を確認する場合、被検図と模範図の寸法線の端末記号を変えることにより確認が可能である。
- (3) 被検図と模範図の配置が異なる複雑な図面等では、模範図の平面図、正面図、側面図などを別々のレイヤーに描く方法が、図形要素の抽出、移動が最も容易なことから、図形を重ね合わせには最適である。
- (4) 検図を確実にを行うには、被検図に模範図を重ね合わせて確認した後、さらに被検図を重ね合わせる方法が必要となる。
- (5) より効率的な検図を行うためには、被検図を作図する学生に、図面の基準となる図形原点の座標を明確に指示しておいた方がよい。
- (6) 大きな図面等では、部分的に何度も繰り返し拡大し検図する必要がある。

以上のことから簡単な機械製図の図面であれば、レイヤーなどのCADの基本機能のみを使用して、図面を重ね合わせるにより検図することが可能である。

なお、CADを用いて自らが簡単に検図することが可能となればCADをより一層効果的に活用することになり、検図速度、検図の正確さの向上など、教育的効果も得られると考えているが、実際の効果についてはこれからの検討課題としたい。

**謝 辞** : パーソナルCAD利用技術の開発、研究にご支援戴きました武藤工業株式会社に厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- (1) 志村 昭則, 山本 信雄, 熊谷 信二, 本荘 恭夫  
日本設計工学会講演論文集 No. 89-秋季,  
P. 1~4, (1989).
- (2) 志村 昭則, 近藤 敏彦, 山本 信雄, 熊谷 信二,  
本荘 恭夫, 日本設計工学会講演論文集,  
No. 90-秋季, P. 21~26, (1990).
- (3) 茂野 寛之, 志村 昭則, 山本 信雄, 熊谷 信二,  
本荘 恭夫, 日本設計工学会講演論文集,  
No. 91-秋季, P. 13~16, (1991).

- (4) 山本 信雄, 志村 昭則, 熊谷 信二, 本荘 恭夫  
日本設計工学会講演論文集, No. 95-秋季,  
P. 17~22, (1995).
- (5) 岩田 一明 監修, 共立出版,  
コンピュータ設計・製図Ⅱ, CADの実際
- (6) 遠藤 健児・島田 邦雄 共著, 工業調査会
- 機械設計者のための検図マニュアル.  
(7) 津村 利光・徳丸 芳男 著, 実教出版  
機械製図 改訂版, (1987).
- (1996.10.15 受理)

## A STUDY ON THE CHECKING METHOD OF MACHINE DRAWINGS BY A PERSONAL COMPUTER.

Kenji IWATANI , Akio TAKIMOTO and Minoru MORITA

In practical training of machine drawings for students as a teaching course of machine designs by using a personal computer, it is tough and tedious work to check many students' drawings in detail, for example, such terms as kinds of lines, dimensions and standardized marks, arrangements of various partial-drawings and so on. Here, we introduce a simple method of checking drawings in which model drawings displayed in white-lines are prepared and we overlap these to student's drawings displayed in red-lines on a monitor in either way of the former overlapping the latter or viceversa. Differences between both drawings are easily and quickly checked at a glance in doing so. Some typical examples are given and ways of checking mistakes in drawings are shown. Here, we introduce only simple examples and more complicated drawings will be checked similarly.