

컴퓨터支援에 의한 設計圖面 檢證시스템 (幾何情報로써의 大局치수에 대하여)

오 이 성수(三星電子情報通信部門), T. Ono(大阪府立大), S. Tsujio(鹿兒島大)

A Computer Aided Drawing Check System (Global Dimension Check)

S. S. Lee(SAMSUNG Electronics Co.), T. Ono(Univ. of OSAKA Pref.),
S. Tsujio(Kagoshima Univ.)

<Abstract> Existing CAD systems do not provide the advanced function for systematic checking of design and drafting errors in mechanical drawings. This paper describes a method for systematic checking of global parts in mechanical drawings. The checking items are deficiency and redundancy of dimensions, input-errors in dimension figures and symbols, etc. Checking for deficiency and redundancy of global dimensions has been performed applying Graph Theory. This system has been applied to several examples and we have confirmed the feasibility of this checking method.

1. 序 論

著者等は 컴퓨터 支援에 의한 CAD 圖面 檢證 시스템의 研究를 하고 있다. 지금까지 一面圖에 대한 局所치수 檢證, 大局치수 檢證 및 三面圖에 대한 局所치수 檢證에 대하여 報告를 하였다[1-6].

三面圖에서는 大局치수를 正面圖에 記入하는 경우가 많다. 또 正面圖에 記入하면 混同하기 쉬운 치수 및 理解하기 困難한 치수는 平面圖 또는 側面圖에 記入하는 것이 一般인 치수 記入方法이다. 따라서 大局 치수 檢證의 경우에는 正面圖, 平面圖 및 側面圖에서의 對應 圖形 要素와 記入 치수를 比較하면서 檢證을 하지 않으면 안된다.

一面圖의 大局 치수 檢證에서는 同一 方向에 같은 座標值를 갖는 圖形 要素의 對稱性을 調査한후 치수 記入의 必要性 여부를 判定했다. 三面圖에서는 正面圖, 平面圖 및 側面圖를 서로 比較함으로써 치수 記入의 必要性을 調査할 수 있다.

本論文에서는 機械 部品の 三面圖를 對象으로하여 그래프 理論을 應用한 大局치수 檢證의 可能性, 및 試作한 檢證시스템의 有效性에 대하여 檢討를 한다.

2. 問題의 設定

對象圖面은 圖面構成要素로써 外形線, 숨은선, 中心線, 치수선, 치수補助線, 指示線, 치수 및 치수記

號를 包含한다. 또 圖面은 前述한 條件/5/에 追加로 다음의 條件을 滿足하는 것으로 한다.

- 1) 이미 局所치수 檢證은 하였다.
- 2) 大局 치수선은 水平軸 또는 垂直軸에 平行이다.
 以上の 設定 條件下에서 以下の 檢證 項目
 - a) 記入치수와 圖形形狀치수와의 一致여부
 - b) 치수의 未記入
 - c) 치수선의 記入不足
 - d) 치수선의 過剩 記入
 등에 대하여 檢證을 한다.

3. 檢證 方法

三面圖의 치수 檢證을 할때 檢證者는 基準이 되는 投影圖를 하나 選擇하고 그 投影圖內에 記入되어 있는 치수를 利用하여 檢證을 한다. 이때 投影圖에 치수가 없는 部分(圖形要素)이 있는 경우에는 그 부분에 對應하는 圖形 要素를 다른 投影圖에서 찾아내어 그곳에 기입되어 있는 치수를 利用하여 치수의 檢證을 하는 것이 一般인 方法이다.

三面圖의 大局치수檢證에서 幾何치수의 檢證은 記入치수와 치수선을 調査함으로써 可能하다. 또 位相치수의 檢證은 圖面의 特徵點과 치수선에 그래프의 頂點과 邊을 각각 對應시켜 그래프의 接續關係를 調査함으로써 可能하다[6, 7].

著者等は 正面圖를 基準으로 하여 對象 物體의 幅과 높이에 대한 치수檢證을 하고, 치수가 없는 부분에 대하여 平面圖 또는 側面圖의 치수를 參照한다. 또 깊이 方向의 치수에 대해서는 側面圖를 基本으로 하여 平面圖를 參照하는 方法을 取하고 있다.

이하에서는 說明의 便宜上 x 및 y 方向의 치수 檢證의 경우에는 正面圖를 [基本圖]라 부르고 平面圖, 側面圖를 각각의 方向의 [參考圖]라 부른다. z 方向의 치수 檢證에 있어서는 側面圖를 [基本圖]라 부르고, 平面圖를 [參考圖]로 부르기로 한다.

3.1 投影特徴点

圖形自體는 바르다고 假定하고 있기 때문에 어떤 投影圖 내의 하나의 特徴点에 對應하는 情報는 다른 投影圖에도 存在한다.

여기에서 x 方向의 特徴点에는 正面圖와 平面圖의 圖形要素의 端点을 利用한다. y 方向의 特徴点에는 正面圖와 側面圖의 圖形要素의 端点을, z 方向의 特徴点에는 側面圖와 平面圖의 圖形要素의 端点을 各 利用한다.

投影特徴点 데이터는 特徴点데이터를 利用하여 作成한다. 投影圖내에는 投影方向의 座標值가 같고 다른 方向의 座標值가 다른 圖形要素가 두개 이상 存在 할 경우가 많다. 이러한 圖形要素에는 各의 要素에 치수를 記入하는 경우와 한쪽만 치수를 記入하는 경우가 있다.

一面圖에서는 同一 方向의 座標值가 같은 圖形要素가 두개 이상 存在할 경우에 그 圖形要素의 圖形中心線에 대한 對稱性을 判定하여 對稱의 경우에는 하나의 投影特徴点 데이터를, 對稱이 아닌 경우에는 두개의 投影特徴点 데이터를 作成했다. 三面圖에 있어서 同一 方向의 座標值가 같은 圖形要素가 두개 이상 존재하는 경우에 그 圖形要素에 關連된 다른 投影圖에서의 對應 要素를 調査함으로써 必要로하는 投影特徴点의 수를 判定한다. 다음에 投影特徴点 데이터의 作成順序에 대하여 說明한다.

3.1.1 對應圖形要素數의 比가 1:1인 경우

基本圖와 參考圖의 對應하는 圖形要素가 서로 하나씩일 때에는 基本圖의 圖形要素의 端点(特徴点)을 利用하여 投影特徴点 데이터를 하나 作成한다.

3.1.2 對應圖形要素數의 比가 1:n인 경우

基本圖와 參考圖의 對應하는 圖形要素數가 한쪽은 하나이고, 다른 한쪽은 두개 이상일 때에 두개 이상의 圖形要素는 다른 한쪽의 하나의 圖形要素에 重疊되어 表示된 것으로 생각할 수 있다.

그래서 對應하는 圖形要素가 基本圖에 하나 있는 경우에는 그 圖形要素의 端点을 利用하여 投影特徴点 데이터를 하나 作成한다. 對應하는 圖形要素가 基本圖에 두개 이상 있는 경우에도 두개의 圖形要素의 端点에 대하여 投影特徴点 데이터는 하나만 作成한다.

그림1에서 윗쪽은 平面圖이고, 아랫쪽은 正面圖이다. 正面圖와 平面圖의 對應하는 圖形要素數의 比는 (a)가 1:2, (b)가 2:1, (c)가 1:2이지만 投影特徴点 데이터는 모두 하나만 作成한다.

3.1.3 對應圖形要素數의 比가 n:n인 경우

基本圖와 參考圖의 對應하는 圖形要素가 서로 n개

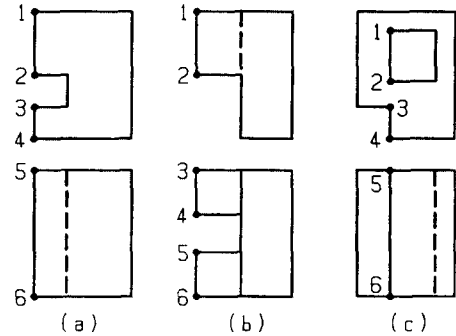


Fig. 1 Examples of one projection node

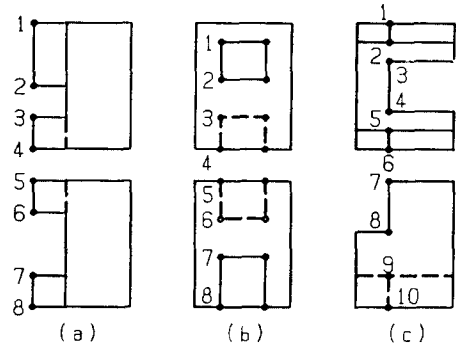


Fig. 2 Examples of two projection nodes

인 경우에는 基本圖의 各의 圖形要素의 端点을 利用하여 n개의 投影特徴点 데이터를 作成한다.

그림 2에서 윗쪽은 平面圖이고 아랫쪽은 正面圖이다. 그림의 (a), (b)는 對應하는 圖形要素數의 比가 각각 2:2 이기 때문에 投影特徴点 데이터는 두개씩 作成한다.

3.1.4 對應圖形要素數의 比가 n:m인 경우

基本圖와 參考圖의 對應하는 圖形要素가 서로 두개 이상으로 한쪽이 많은 경우에는 적은쪽의 數만큼의 投影特徴点 데이터를 作成한다. 만약, 參考圖의 圖形要素數가 적은 경우에는 參考圖의 圖形要素에 對應하는 基本圖의 圖形要素를 찾아내어 그 圖形要素에 對應하는 投影特徴点 데이터를 작성한다.

그림 2의 (c)에서 正面圖의 線分 9-10은 平面圖의 線分 3-4에 對應한다. 또 正面圖의 線分 7-8은 平面圖의 線分 1-2와 5-6에 對應 하기 때문에 投影特徴点 데이터는 두개 作成한다.

3.2 치수선의 參照

이미 記述한 바와같이 三面圖에서는 正面圖뿐만아 아니고 平面圖 및 側面圖에도 치수를 記入한다. 參考圖(平面圖 또는 側面圖)에 記入되어 있는 치수선이 指示하는 部分(圖形要素)과 基本圖의 圖形要素가 對

應하는 圖形 要素를 찾아내어 參考圖에 記入되어 있는 치수선을 基本圖의 圖形 要素의 치수선으로 고려한다. 다음에 치수선 參照에 대한 順序를 說明한다.

- 1) 基本圖에 있어서 치수선의 兩端이 指示하고 있는 圖形要素의 投影 特徵点 데이터/6/를 찾아 내어 미리 주어졌던 Used值0을 1로한다.
- 2) 參考圖 내의 치수선의 兩端이 指示하고 있는 圖形要素의 投影 特徵点 데이터를 基本圖에서 찾아 낸다.
- 3) 찾아낸 基本圖의 投影 特徵点 데이터의 Used值가 0인가 아닌가를 判定한다.
 - ▶ 한쪽 또는 양쪽의 投影 特徵点 데이터의 Used值가 0인 치수선의 兩端과 投影 特徵点 데이터와를 對應시킨다.
 - ▶ 對應하는 投影 特徵点 데이터의 Used值가 양쪽 모두 1이고 거기에 基本圖내에 對應하는 치수선이 있으면 CRT畫面上에 치수선은 重複 記入이라는 것을 表示 하고 치수선과 投影 特徵点 데이터를 對應시킨다.

그림3의 正面圖에서 破線으로 그린 치수선은 平面圖의 치수선에서 參照한 치수선을 意味한다.

參考圖의 치수선을 參照한 후 치수선 데이터와 投影 特徵点 데이터를 利用하여 링크 데이터를 작성한다. 작성된 링크데이터에 그래프理論을 應用하여 링크 데이터의 探索을 한다. 여기에서 探索을 한 링크 데이터는 치수 그래프 그 自身이다/6/.

그림(a)는 치수선을 參照한후의 치수 그래프로 完全木構造로 되어 있다. 따라서 치수선은 必要充分이다. 그림 (b)는 孤立点이 存在하기 때문에 치수선은 하나 不足이다(不足치수線). 그림(c)는 루프(Loop)가 존재하고 있다. 따라서 치수선은 하나 過剩이다(過剩치수선). 단, 치수 그래프 중에서 破線의 邊은

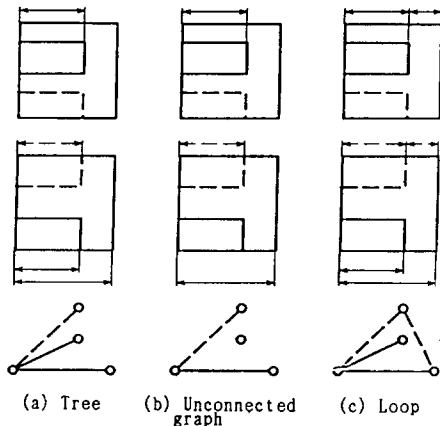


Fig.3 Reference of dimension lines and Structure of dimension graph

參照치수선을 나타낸다.

4. 檢證 프로세스

檢證 시스템은 圖面데이터 處理部, 局所치수 檢證部, 大局치수 檢證部로 構成되어 있다. 또 大局치수 檢證部는 幾何치수 檢證部, 投影 特徵点 데이터 作成部, 參考圖의 치수參照部, 링크데이터 作成部, 不足치수 檢證部, 過剩치수 檢證部, 檢證 結果 表示部로 細分되어 있다(그림4참조).

幾何 치수 檢證은 一面圖와 同一하기 때문에 省略한다. 位相치수의 檢證은 그림 4의 프로세스에 따라 x, y, z 방향의 순서대로 한다. 여기에서는 具體例로써 그림5의 側面圖(基本圖)와 平面圖(參考圖)를 利用하여 z 방향의 位相치수 檢證을 中心으로 說明한다.

4.1 投影 特徵点 데이터의 作成

그림5의 z 방향의 位相치수 檢證을 하기 위하여 必要한 圖形 要素의 端点에 番號를 붙인 것이 그림6이다. 그림 6의 平面圖 및 側面圖에 記入되어 있는 숫자는 特徵点의 데이터 番號를 나타낸다. 그림6의 側面圖에 대한 特徵点 데이터를 表1에 나타낸다. 表中의 CP1은 그림 6의 特徵点 1에 對應된다. 이하 CP의 뒤에 붙는 숫자는 特徵点의 데이터 番號에 對應되고 座標值 z 및 y는 特徵点의 각 방향의 座標值를 意味한다.

特徵点데이터를 利用하여 投影 特徵点 데이터를 作成한다. 特徵点 1과 2를 갖는 線分에 對應하는 參考圖(平面圖) 중의 圖形要素는 線分12-13과 線分14-15의 두개가 존재하지만 이것에 對應하는 投影 特徵点 데이터는 하나 作成한다(그림6의b).

特徵点데이터 3과 4를 갖는 中心線은 特徵点 데이

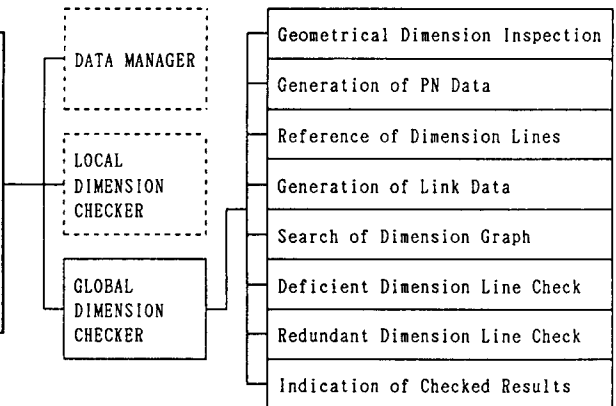


Fig.4 System configuration

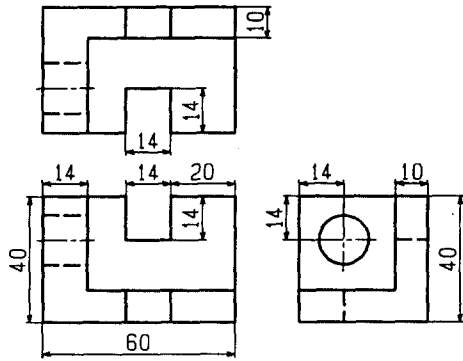


Fig. 5 Object drawing

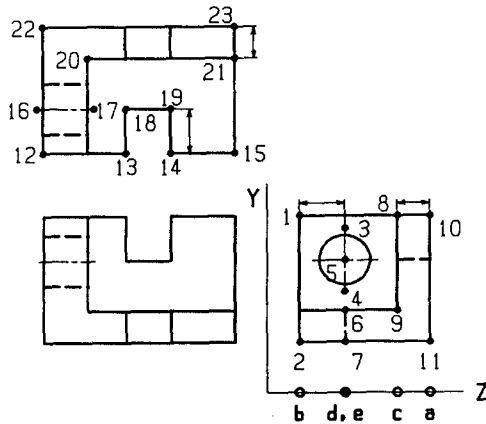


Fig. 6 Characteristic points and projection nodes

Table 1 Data of characteristic points

No	Coordinate	
	Z	Y
CP1	128.0	60.0
CP2	128.0	20.0
CP3	142.0	58.0
CP4	142.0	38.0
CP5	142.0	48.0
CP6	142.0	30.0
CP7	142.0	20.0
CP8	158.0	60.0
CP9	158.0	30.0
CP10	168.0	60.0
CP11	168.0	20.0

타 6과 7을 갖는 선분과 좌표값 z가 같다. 따라서 參考圖內的 對應하는 圖形要素를 調査한다. 그結果 線分 6-7과 線分 18-19, 中心線 3-4와 中心線 16-17이 각각 對應되고 있기 때문에 投影特徵點 데이터는 두 개 作成한다(그림 6의 d와 e). 이때 圓의 中心의 特徵點 데이터 5는 中心線 3-4에 包含되기 때문에 中心線 3-4에 對應하는 投影特徵點 데이터를 指示하도록 한다. 계속하여 特徵點 데이터 8과 9를 갖는 線分, 特徵點 데이터 10과 11을 갖는 線분에 대한 投影特徵

點 데이터를 각각 하나씩 作成한다(그림 6의 c, a).

그림 6의 z軸上的 d와 e가 가리키고 있는 ●은 投影特徵點의 位置가 重複되어 있음을 나타낸다. 英文字는 投影特徵點의 데이터番號(여기에서는 特徵點의 데이터番號와 區別하기 위하여 英文字로 나타냄)에 대응한다. 表 2에 그림 6의 投影特徵點에 對應되는 投影特徵點 데이터를 나타낸다.

Table 2 Structure and data of projection nodes

Projection_Node					
ID_Number	PNa	PNb	PNc	PNd	PNe
NN_Number (NN)	2	2	2	5	8
Proj_Number	3	3	3	3	3
HeightNo (HN)	1	4	2	5	5
RdnNo (RN)	1	1	2	1	1
Degree (DG)	2	2	2	1	1
Used	1	1	2	1	1
Coordinate (CO)	168	128	158	142	142
NextPoint	CP10	CP2	CP9	CP8	CP3
	CP11	CP1	CP8	CP7	CP4
					CP5
Next					

表中的 PNa는 投影特徵點 a에 對應된다. PN의 뒤의 숫자는 投影特徵點의 데이터番號를 나타낸다. 또 表의 括弧內的 記號는 略記號를 意味한다.

4.2 參考圖의 치수參照

그림 5의 z軸方向의 치수선은 基本圖에 두개, 參考圖에 두개 있다. 우선 基本圖중의 치수선의 양끝이 가리키고 있는 圖形要素의 投影特徵點 데이터의 Used值(投影特徵點 데이터 作成時에 0이 미리 주어져 있다)를 1로 한다. 基本圖內에 投影特徵點 데이터 b를 가리키고 있는 치수선이 없기 때문에 Used值는 0 그대로 이다.

다음에 參考圖內의 치수선이 가리키고 있는 特徵點 데이터 15(14)와 19(18)에 對應하는 投影特徵點 데이터를 각각 基本圖에서 찾아낸다(PNb, PNd). PNd의 Used值가 0이므로 特徵點 데이터 15와 19를 指示하는 치수선은 投影特徵點 데이터 PNb와 PNd를 가리키도록 한다.

한편, 또 하나의 치수선이 指示하고 있는 特徵點 데이터 21(20)과 23(22)에 對應하는 投影特徵點 데이터는 PNc와 PNa이다. 그러나 PNc와 PNa에는, 이미 特徵點 데이터 8과 10을 指示하는 치수선이 존재하기 때문에 Used值는 1이 되어 있다. 따라서 特徵點 데이터 21 및 23을 가리키고 있는 치수선이 重複 入되어 있는 것을 CRT 畫面上에 表示한 후에 PNc와

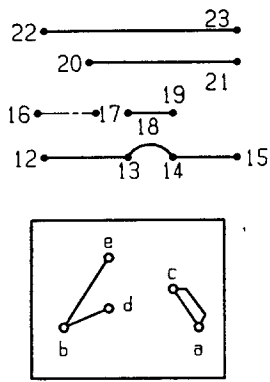


Fig. 7 After reference of the dimension lines

PNa를 가리키도록 한다.

그림 7은 z軸方向의 位相치수 檢證에 있어서 必要로 하는 圖形要素를 그림6의 平面圖와 側面圖에서 고른 후에 그림6에 있어서 參考圖에 있는 치수선을 基本圖에서 參照한 후의 것이다. 그림중의 가는 선은 그림5의 z方向의 치수선에 對應한다.

4.3 링크 데이터(Link Data)의 作成

여기에서는 基本圖내의 치수선의 끝단이 가리키고 있는 投影特徵點 데이터를 이용하여 링크 데이터를 作成한다.

우선 基本圖내의 任意的 치수선을 選擇한 후에 링크 1로 하고, ID_Num을 1로 한다. 다음에 치수선의 兩端이 指示하고 있는 投影特徵點 데이터를 이 링크의 PN_S와 PN_E로 한다. ID_Num치를 1씩 增加 시키면서 基本圖내의 모든 對象 치수선에 대하여 이러한 操作을 하여 링크 데이터를 作成한다.

表3은 그림5의 z軸方向 치수선(z軸에 平行인 치수선)에 對應하는 링크 데이터를 나타낸다. 表中의 記號 LN은 링크를 意味하고 숫자는 링크의 데이터番號를 나타낸다.

Table 3 Structure and data of links

Link	LN1	LN2	LN3	LN4
ID_Num	1	1	1	1
Used	1	1	1	1
PN_S	PNc	PNb	PNb	PNc
PN_E	PNa	PNe	PNd	PNa
Next				

4.4 치수그래프의 探索

치수그래프의 探索方法/6은 이미 記述한 바 있으므로, 여기에서는 그림7, 表2 및 表3을 利用하여 치수그래프 探索의 順序만을 說明한다.

우선, 投影特徵點 데이터 중에서 任意的 投影特徵

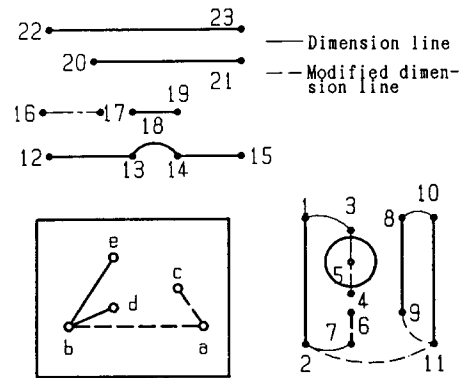


Fig. 8 Checked drawing on CRT screen

點 데이터를 하나 選擇 한다(PNa). PNa의 HN을 1로 하고 PNa를 가리키는 링크 데이터를 모두 찾아 낸다(Link1, Link4). 링크가 두개 있으므로 PNa의 DG를 2로 한다. Link1과 Link4의 다른 한쪽이 가리키고 있는 投影特徵點 데이터(PNc)의 HN을 2로 한다. 이때 링크의 다른 한쪽의 DG를 1로 한다. 그러나 이때에는 링크가 重複되어 있기 때문에 PNc의 DG는 2가 된다. 또 PNa의 RN은 1, PNc의 RN은 2가 된다.

PNc를 가리키는 다른 링크가 없기 때문에 아직 參照하지 않은 投影特徵點 데이터에서 任意的 投影特徵點 데이터를 選擇한다(PNb). PNb의 HN에는 直前의 HN의 最大値에 2를 더한 값 즉 4를 代入한다. 이어서 PNb를 가리키고 있는 모든 링크 데이터를 찾아낸다(Link2, Link3). 링크가 두개 있으므로 PNb의 DG를 2로 한다. Link2 및 Link3의 또다른 쪽이 指示하고 있는 投影特徵點(PNd, PNe)의 HN을 5로 한다. PNd, PNe를 가리키고 있는 새로운 링크를 찾아낸다. 링크가 없으므로 PNd 및 PNe의 DG에 각각 1을 代入한다.

그림7의 4角테두리 안에는 探索을 한후의 z치수그래프를 나타냈다. 그래프에 나타낸 英文字는 表2의 投影特徵點의 데이터 記號에 對應한다.

4.5 不足치수 檢證

對象圖面(그림5)의 投影特徵點은 다섯개 있는데, 필요로 하는 치수선은 4개이다. 그림7의 테두리내의 치수그래프에는 4개의 링크(치수선)가 있으나(단, 두개는 重複) 하나의 연결 그래프가 아니기 때문에 치수선은 不足하다. 檢證者는 CRT 畫面に 表示된 치수그래프와 畫面上의 文字를 參考로하여 追加해야할 링크의 兩端의 投影特徵點의 데이터番號(여기에서는 記號 a와 b)를 키보드에서 入力한다. 여기에서 새롭게 追加한 그래프의 링크가 實際 圖面に 追加해야할 치수선(그림8의 破線2-11)을 意味한다.

링크를 追加한후에 다시한번 치수그래프의 探索을

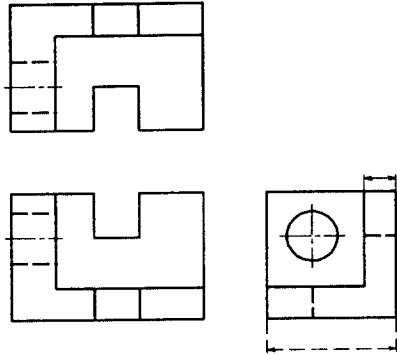


Fig.9 After checked the dimension lines

한다. 探索 結果 치수그래프는 하나의 연결그래프가 되었으므로 檢證은 終了한다. 檢索후, 아직 不足 치수가 存在하는 경우에는 새로이 링크를 추가 하면서 치수 그래프가 하나의 연결 그래프가 될때까지 이상의 操作을 반복한다.

4.6 過剩치수 檢證

不足치수 檢證후에는 그래프내에 루프가 있는가를 調査 함으로써 過剩 치수 檢證을 한다. 그림7의 PNa 와 PNo에는 두개의 링크가 重複되어 있어 過剩 치수이다. CRT畫面에는 過剩 치수의 部分을 色을 바꾸어 表示한다. 檢證者는 CRT 畫面상에 表示된 過剩 치수가 있는 部分의 링크(치수선)의 投影 特徵点 데이터 番號(記號)를 키보드에서 入力(여기에서는 a 와 b)하여 對應하는 邊(그림8의 破線)을 削除하는 操作을 한다. 이 操作은 過剩치수가 없어 질때까지 반복한다. 그림의 例에서는 過剩치수가 하나만 있으므로 檢證은 이것으로 終了한다.

그림8의 4각 테두리 내에는 修正후의 치수 그래프를 나타내고 있고 그래프중의 破線은 修正된 링크를 意味한다.

4.7 檢證結果의 畫面表示

x, y 및 z方向의 位相치수 檢證이 끝나면, 檢證者는 對象圖面의 追加해야할 不足치수선과 削除해야할 過剩치수선을 CRT畫面上에 表示하고 檢證 結果에 대한 檢討를 다시 한번 한다.

z 方向의 檢證 후에는 그림 9에 나타낸 것과 같은 그림이 CRT畫面에 表示된다. 破線으로 表示한 치수선이 追加 해야할 不足치수선이고, 實線으로 表示한 치수선이 削除 해야할 過剩치수선이다.

5. 結論

本 研究에서는 CAD作圖한 機械部品の 三面圖를 對象으로 하여 그래프 理論을 應用한 大局치수 檢證의 可能性에 대하여 考察하고, 시스템의 有效性을 確認했다. 本 研究에서 얻어진 結果를 다음에 整理한다.

- 1) 치수의 記入에러, 記入치수와 圖形形狀치수와의 一致여부에 관한 大局치수 檢證은 可能하다.
- 2) 正面圖, 平面圖 및 側面圖를 서로 參照 하면서 치수 그래프를 作成하여 치수선의 不足, 치수선의 過剩記入의 檢證이 可能하다.
- 3) 檢證者는 CRT畫面上의 치수 그래프를 조사 하면서 치수의 追加 또는 削除를 하는 것이 可能하다.
- 4) CAD作圖된 機械 部品の 三面圖에 대한 大局치수 檢證은 可能하다.

여기에서 對象圖面으로부터 除外했던 極座標 表示한 回轉體에 대한 圖面, 副投影圖 또는 斷面圖를 包含하는 圖面등에 대한 檢證 支援方法의 檢討는 앞으로의 課題로 할 預定이다.

마지막으로 本 研究에 使用한 CAD S/W는 ANDOR株式會社에서 提供받은 CADSUPER SXIII이다. 同社의 支援과協力에 대하여 謝意를 表한다.

參 考 文 獻

- 1) S.S.Lee, S.Tsujio, T.Ono : A Computer Aided Drawing Check System(Part 1), 3rd KACC, Vol. 2, (1988)798.
- 2) S.Tsujio, S.S.Lee, T.Ono : A Computer Aided Drawing Check System(Part 2), 4th KACC, Vol. 2, (1989)1022.
- 3) S.Tsujio, S.S.Lee, T.Ono : Computer Aided Drawing Check for CAD Systems, 2nd ICCIM(1990) 160.
- 4) S.Tsujio, S.S.Lee, T.Ono : Computer Aided Checking of Dimensions in Mechanical Drawings for CAD Systems, 4th ICECGDG(1990)326.
- 5) S.S.Lee, T.Ono, S.Tsujio : A Computer Aided Drawing Check System for Mechanical Drawings Drawn with CAD System(1st Report), JSPE, 57, 4, (1991)705.
- 6) S.Tsujio, S.S.Lee, T.Ono : A Computer Aided Drawing Check System for Mechanical Drawings Drawn with CAD System(2nd Report), JSPE, 58, 5, (1992)811.
- 7) Frank Harary著(池田貞雄譯) : Graph Theory, 共立出版(1971).