

I-37 作図における図学からみた 線の Visibility について

北海道大学理学部 正員 澤田 詮 亮

直線だけを含む物体の作図は單に物体の隅角を設定し、直線でそれらの角を連ねればよい。1つの図ができ上るとその関連図の作図には、既成の図において連結されているこれらの角のみを連ねるように注意すればよい。しかしここに Visibility—の線が見え、どの線が見えない（隠れている）という一の問題が残る、作図の場合一つの重要な項目である。目や投影面に関して物体がどのように置かれていても、比較的簡単な物体ですら製図者の想像を除いては見ることのできない線と外郭線（りん郭線）が殆んど確實にあるものである。そのような線は物体の正確な形態を描写するためには図面に示さねばならず、その上非常に厳密な方法で見えり外郭線を表わす線と区別されねばならない。JIS 製図通則では物体の見えり部分の形を示す線は実線の全線（線の太さ $0.8 \sim 0.3 \text{ mm}$ 、一般標準は 0.6 mm ）、見えない部分の形を示す線は細かい dash からなる破線の全線または半線（線の太さが全線の約半の $0.4 \sim 0.2 \text{ mm}$ 、一般標準は 0.3 mm ）を用いて表わすことになっている。Dash は図の大きさにより多少長さを変えるべきであるが、普通の図には dash は $3 \text{ mm} \sim 4 \text{ mm}$ 、スキ間を $0.8 \sim 1.0$ くらいとすれば見よい。図において高度の明瞭さを確保するためには、製図者は次のような見えない線を表わすある機械的技巧を正しく知っておく必要がある。 a). 見えない外郭線が見えり外郭線と交差で終るとき、最終の

dash は実線に密着し両側間にスキ間があつてはなり a  b  c  d  e 

ない (a 図)。 b). 見えない線を示す破線と破線がその交差で終るとき、両 dash 間にスキ間なしに交 f  g  h  i  けらる。 c). 隅角が 2 破線の交わりによつて作られるときは、両 dash 間にスキ間なしに交わり。 (それぞれ b, c 図参照)。 d). 3 破線が出会つて隅角を作るとき、3 つの dash は隅角で集合せよ (d 図)。 e). 実線が見えない外郭線を表わす破線として交差を越えて連続するとき、dash の部分はスキ間をとつて始めよ (e 図)。 f). 見えない円弧が直線または曲線に接して終るとき、接点のところに dash で書き始めよ (f 図)。 g). 弧を 2 つの dash とするには長さが不十分であるような小半径の見えない線を表わす円弧は、実線で書いてよい (g 図)。 h). 実線の弧が見えない外郭線を表わす破線として交差を越えて連続するとき、破線の弧の部分にスキ間をとつて始めよ (h 図)。 i). 2 破線が見えない円または他の曲線を表わすとき、2 つの dash の弧は接点において双方の dash を出会う (i 図)。 製図の場合実線はそれと合致する破線を coverするので、図示されるものは実線となる。また 2 つ以上の見えない線が合致するときには、ただ 1 つの破線を書いて表わす。

作図に当り Visibility を定め、幾つかの規則ともいうべきものをあげることができ、それらを突多図作りのより簡単な物体に例をとつて述べ、立体的相貫線について少しこれを見てみたいと思う。製図者が要求される品物は無限に変化し、また Notch や穴を穿する

複雑な物体では visibility において特殊な問題があるであろうが、一般論の方針には同じ規則が適用できる。1. 物体の正面図の外形線（輪郭線）は見える。以下記す visibility の規則はすべて、「任意の図における内部直線の visibility は、第一に一つの隣接図を参考して決定せられる」という一つの基本的原理を根拠としている。

2. 作図者に最も近い物体の隅角または稜は見える。隣接図を厳密に観察してどれ

が最も目に近いかが決める。図-2 において四角錐の正面図は V' が目に最も近い隅角で、 V' に集中する 4 稜は平面図を画くとき最も近い稜ゆえ平面図でそれらは見える。図-5 の角錐の正面図を観察すれば V' に集中する 3 稜は平面図を画くとき作図者に最も近いから、平面図の作図に見える線とする。3. 立体の最も遠い隅角または稜は、

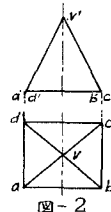


図-2

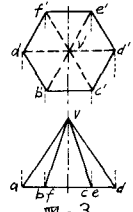


図-3

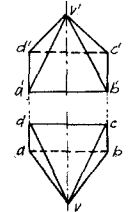


図-4

もしそれが図の外形線内に存在するならば見えない（隠れている）。図-3 において平面図を観察して隅角 V と稜 VA, VD は正面図を画くとき作図者から最も遠いことを示すから、正面図には見えない。図-5 の角錐の正面図の作図には、平面図を見れば C , CA および CB は作図者から最も遠いことを知るからそれらの角および稜は正面図に見えない線とする。ただし物体が穴または空所を有する場合は、それを通して見える線で現われるという例外がある。4. 突多面体の隅角が図の外形線内に

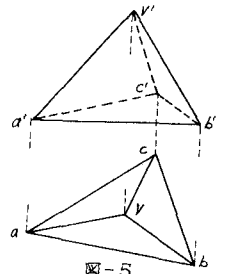


図-5

存在するならば、この角において隠るすべての稜の visibility は隅角の visibility と同じである。図-2 における V' , 図-3 における V , および図-5 における C 並びに V において出会う稜の visibility は、みなこの規則に従う。5. 突多面体の任意の図において

2 稜が交差するようには見えるならば、そのうちの 1 つは見えず他は見えない。隅角は稜の交差と考えてはならない。一つの図においてこれらのうちの一つの visibility が決定できれば、この規則はそれを横切つて表われるすべての稜の visibility を与える。図-4 の正面図においてもし $d'c'$ が見えないことがわかつておれば、この正面図で $V'a', V'b'$ は見える線として画く。平面図で Vd, Vc が見えることがわかつておれば、 ab は見えない。以上規則 1. 以外のどの規則も適合しない場合は、次の 6. の適用によつて決定できるものであつて、重要な規則と云えよう。6. 一つの図において 2 稜の見かけの交差においては、その

角から隣接図に引かれた対応線が各稜上に交わる点を設定し、作図者にどちらがより近いかを検討する。図-6 の各図において稜 AC, BD の visibility を決定

するには、平面図の見かけの交点 (1, 2) から対応線を引き正面図対応稜上に交点 $1', 2'$ を定める。1' は 2' の直上にあるから平面図で 1 は見える角であり、従つて稜 bd は見える。正面図の見かけの交点 (3, 4) から平面図に引いた対応線と稜との交点 3, 4 を定めれば、3 は 4 の前方にあるので正面図で見えることを示し、従つて稜 $d'c'$ は見える。図-7 は交差して見え

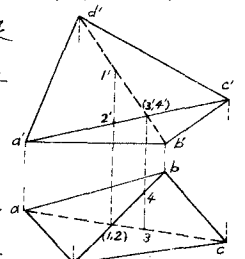
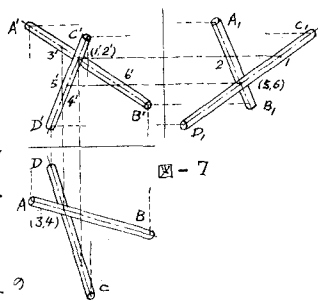


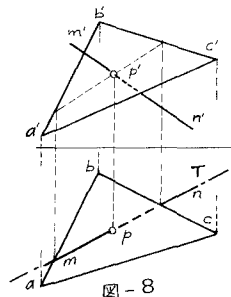
図-6

る 2 本の稜の visibility を決定するもので、規則 6 の適用により稜の中心線の見かけの交点から隣接図へ引く対応線は各稜上に 1 点を定めるから、どちらが作図者により近いかを検

討する。これによつて正面図においては $C'D'$ は (1,2) 点で見える様であることと知り、平面図においては (3,4) 点で AB が見える様となつて表わされる。同様に左側面図では C, D が A, B の上になつて表わされることを知る。

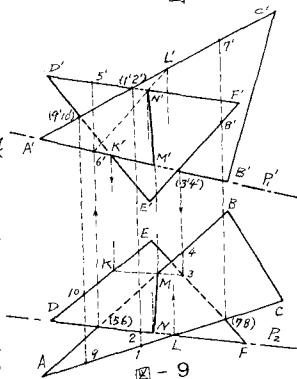


が内になつて現われる様の各終端の visibility は、規則 2 によつて機械的に決定できる。図-8 は斜平面 ABC と斜線 MN の図である。与直線 MN を含む直立補助平面 T で切断すれば、 MN も与平面 ABC との交線も補助平面内にあるから、両直線の交点 P は与平面と与直線の交点である。 MN の一部分は平面の後に隠れるが、その visibility は規則 6 から決定できる。図-9 は三角平面の交差線の visibility を検討するものである。規則 6 を適用し、正面図の $D'E'$ は (1,2) より右方、 $A'B'$ は (3,4) より左方、 $D'E'$ は (9,10) より右方がいずれも見えない。同様に平面図の AB は (5,6) より右方、 EF は (7,8) より左方が見えない。



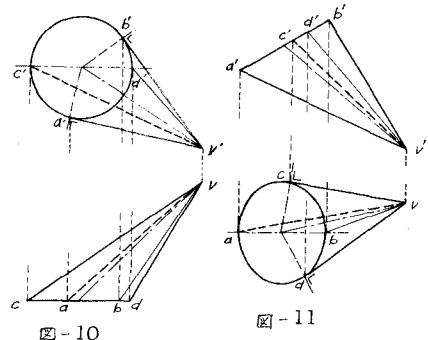
AB を含む直立投影面に垂直切断平面、 DF を含む水平投影面に垂直切断平面をとり、それぞれ交線と他の三角形の辺との交点 M と N を求めて両三角平面の共通線を導く。

図-10 において円錐の面素の visibility を検討すれば、正面図で見える面素は正面図の底面と円郭面素の見かけの接点間 $a'd'b'$ において底面上で終る面素であり、平面図で見える面素は図示の2接点間の接点間 $b'b'd'$ の面素として正面図において決定される。図-11 において面素は平面図において底面 $a'd'b'$ 間で終るもの b' 正面図で見える面素であり、平面図で見える面素は平面図において底面と円郭面素との見かけの接点間 $c'b'd'$ で底面上に終る面素である。



円柱の面素の visibility は円錐と異なる点は、円柱の2円郭面素が頂点で集合せずに平行であるだけであつて、円錐と全く同方法で決定できる。

立体の相貫線の visibility の原理は、次のようにいうことができる。



7. 点が見えるためには両交差平面の見える接点または面素上に存在せねばならない。8. 相貫線に対してそれが見えるためには2つの見える点を連結するものでなければならぬ。もしそれが1点は見えない点は見えない点を連ねれば、それは全く見えない。

9. 次の場合の交点または交線は見えない。a. 稜のうちどちらか、または両方が隠れているときその交点。b. 稜または面のうちどちらか、または両方が隠れているときその交点。c. 2平面のうちどちらか、または両方が隠れているときその交線。d. 面素のうちどちらか、または両方が隠れているときその交点。e. 切断平面が曲面から円を切り出す単曲面または複曲面の場合、交わるどちらかの円または両方の円、

またはそれらの内の部分が隠れているときその交点。 10. 曲線

相貫線はりん郭面素との接点においてのみ見え線から見えな

線に、またはその逆に変わってもよい。 11. 曲線相貫線の見え

る部分の相対する端は、同じ立体のりん郭面素上にある必要はない。

たとえば図-12のDは円柱のりん郭線上にあるが、Cは円錐のりん郭面素上にある。またAとBは同じりん郭線上にある。

12. りん郭面素と曲線相貫線との接点を見出すには、りん郭面素を含むような切断平面を選ぶ。 図-13は円環と傾斜平面の

交線を示すものでそのvisibilityには原理12を適用する。平面図の

りん郭線を示す緯度の正面図 NN' より上の部分が平面図で見え

るから、 NN' と交線との交点 e, f の対応点 e, f が平面図りん郭

線との接点であり、 ekf の部分は隠れる。正面図では平面図の

緯度5-6が最高と最低の位置を示し、この緯度以内の部分は見え

ない。よって q はその限界点であり、一方正面図りん郭線の

平面図 $M-M$ と交線の交点 k はvisibilityの変わる限界点で、その対

応点 k' が外形線との接点となり、 $g'e'k'$ のみ見える部分である。

次に1, 2の相貫線を検討すれば、図-14は三角柱の3稜が四角柱の

面との交点1, 2, 4, 6, 8, 10は平面図から直ちに求まる。稜 AE と DH を

含む切断平面 P をとり、三角柱底面の2辺との交点 U と T を点4に連

ねれば三角柱の上面、下面と切断平面との交線であり、直立稜 $a'e'$ と

これらの線の交点を3, 5とすれば左方の相貫線は完成する。同様 CG と

BF を含む平面 Q で切断し7, 9が $c'g'$ 上に得られ右の相貫線を完成する。

そのvisibilityは線 BF は RS の前方にあるから RS の2-8間は見えな

い。線 OP では6が角柱背面にあり、正面図では稜 $c'g'$ を通過するまでは見え

る線とされない。図-15は水平面上に底がある2柱面の相貫線を求めた

ものである(簡略して底面の g 面を用にした)。相貫線は両柱

面の面素に平行な平面の水平跡 st に平行し、限界点を導くような

位置に切断平面を選ぶ。上記原理を適用してvisibilityを検討すれば、

底面においてIV-VIの前半、V-VIIIの前半にある面素の交点による

正面図の曲線は見える部分であり、III-IV, II-Vの前半にある面

素の交点による平面図の曲線は見える部分である。従ってvisibility

の変わる外形線との接点はりん郭面素を含むような切断平面をとり、

正面図ではIVを通る平面による4', 4', VIを通る平面による

上位の6', Vを通る平面による下位の5'であり、他は一方の面

素が隠れているため交点は見えない点である。平面図ではIIを

通る平面から2, 2, IIIを通る平面から後方の3, VIIIを通る平面から

後方の7が限界点であり、他は外形線との接点であるが見えない点である。

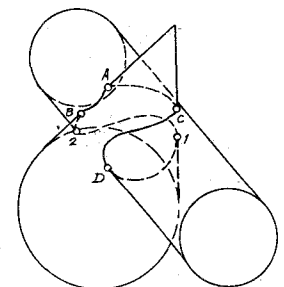


図-12

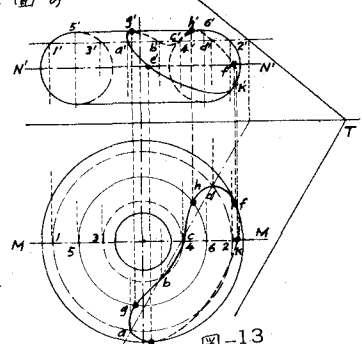


図-13

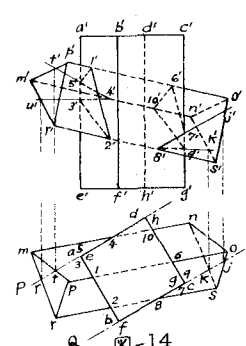


図-14

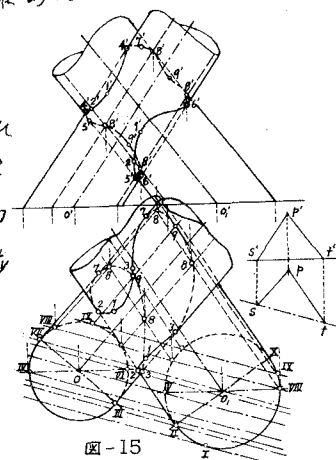


図-15