JAERI 1029

JAERI 1029

化学用ジュニア・ケーブの
モックアップ試験

1962年3月

日本原子力研究所

Japan Atomic Energy Research Institute

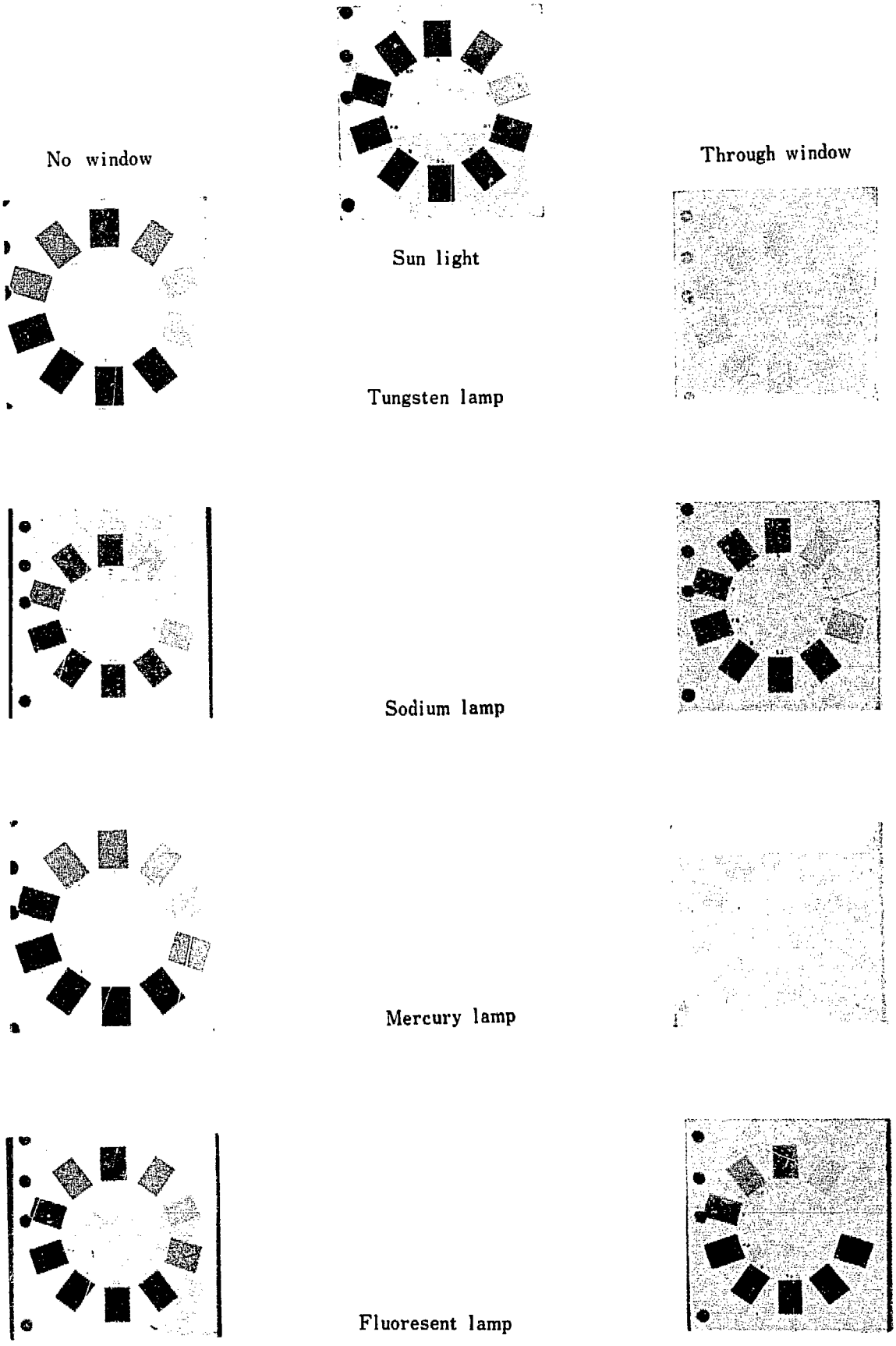


Fig. 1 Munsell hue chart under several illumination conditions

JAERI 1029 UDC 621.039.59 : 541.1.001.5

化学用ジュニア・ケーブのモックアップ試験

要　旨

再処理試験装置の開発計画の一部として分析施設がホット・ケーブ建屋内に建設される．本施設の目的は再処理試験装置からでる試料の迅速管理分析と高放射性試料の新しい分析方法の開発研究とである．

この施設は分析用ジュニア・ケーブ 10 箇，グローブ・ボックス，コールド準備室，測定室，除染室などからなっている．

ケーブの遮蔽は前面に鉛で 15 cm，背面には鉄 20 cm となっている．また，各ケーブの前面には遮蔽と同等の鉛ガラス窓とボール・ソケット・マニプレータが取りつけられる．ケーブ内の大きさは巾 1.0 m，奥行 1.1 m，高さ 1.4 m．このケーブ内で試料の搬入，貯蔵，分割，希釈，密度測定，前処理，滴定，ポーラログラフィー，クーロメトリーなどの操作がおこなわれる．

本報はジュニア・ケーブの設計のためのモックアップ試験についての記述である．ケーブの設計に必要な次の諸点について検討をおこなった．

(1) 視界，(2) 照明，(3) トングの操作範囲，(4) ケーブ内の配置計画，(5) ケーブの寸法．

日本原子力研究所　ホットラボ管理室　松本徳太郎
化学工学研究室　江村　悟
分析化学研究室　山本忠史

Mock-up Test of Junior Cave for Chemical Procedures

ABSTRACT

The analytical facility as a part of chemical reprocessing plant development programs will be constructed in Hot Cave Building.

The objective is to provide facility which is capable of the rapid routine analysis of reprocessing plant samples and of the development of new analytical methods dealing with highly radioactive samples.

It consists of ten analytical junior caves, several glove boxes, a cold preparing area, a counting room, a decontamination room and shower room.

Shielding of the cave will be provided with 15 cm thick lead at the operating face and 20cm steel at the back wall. The lead glass window and pairs of ball socket manipulators with equivalent shielding ability to the wall will be set in the operating face of each cave. The internal dimensions of each cave are 1.0 m×1.1 m×1.4 m high.

Operations such as sample loading storage, pipetting, dilution, density measurment, pre-treatment, titration, polarography, coulometry, etc. will be carried out in these junior caves.

This paper is described on the "mock-up" test for design of junior cave. The following problems which were required for cave design have been tested in full scale mock-up.

1) The visual field, 2) Illumination, 3) Operatable area of manipulators, 4) Working space, 5) Dimesions of junior cave.

Japan Atomic Energy Research Institute

TOKUTARO MATSUMOTO (Hot Laboratory)

SATORU EMURA (Chemical Engineering Laboratory)

TADASHI YAMAMOTO (Analytical Chemistry Laboratory)

目　次

1　序　論 …… 1
2　装 置 類 …… 3
2.1　遮蔽窓 …… 3
2.2　ボール・ソケット・マニプレータ …… 4
3　実験方法 …… 6
3.1　視界 …… 6
3.2　照明 …… 6
3.3　トングの操作範囲 …… 6
3.4　ケーブ内の配置計画 …… 6
3.5　ケーブの寸法 …… 6
4　実験結果および考察 …… 7
4.1　視界 …… 7
4.1.1　鉛 15 cm 相当の遮蔽窓 …… 7
4.1.2　鉛 10 cm 相当の遮蔽窓 …… 11
4.2　照明 …… 23
4.3　トングの操作範囲 …… 23
4.4　ケーブ内の配置計画 …… 25
4.5　ケーブの寸法 …… 27
5　結語 …… 27
6　参考文献 …… 29

CONTENTS

1 Introduction 1
2 Equipments 3
2.1 Shielding window 3
2.2 Ball socket assembly 4
3 Testing 6
3.1 Visual field 6
3.2 Illumination 6
3.3 Maximum handling area of tong manipulation 6
3.4 Working space 6
3.5 Dimensions of junior cave 6
4 Results and discussion 7
4.1 Visual field 7
4.1.1 Shielding window equivalent to 15 cm thick lead 7
4.1.2 Shielding window equivalent to 10cm thick lead 11
4.2 Ilumination 23
4.3 Maximum handling area of tong manipulation 23
4.4 Working space 25
4.5 Dimensions of junior cave 27
5 Conclusion 27
6 References 29

Table Contents

Table 1 Physical properties of shielding glass 4

Figure Contents

Fig. 1 Munsell hue chart under several illumination conditions (in color)
Fig. 2 Junior cave mock-up stand 1
Fig. 3 Side view 1
Fig. 4 Front view 1
Fig. 5 Shielding window-Pb 15 cm 2
Fig. 6 Shielding window-Pb 10cm (I) 3
Fig. 7 Shielding window-Pb 10cm (II) 3
Fig. 8 Shielding window-Pb 10cm (III) 4
Fig. 9 Ball socket-Pb 15 cm 4
Fig. 10 Ball socket-Pb 10 cm 5
Fig. 11 Tongs 5
Fig. 12 Diagram of sections and their notation of visual field 5
Fig. 13 Measurement of handling area 6
Fig. 14 The visual fields from the point (a_5, b_5 and c_5)-vertical 7
Fig. 15 The visual fields from the point (a_5, b_5 and c_5)-horizontal 7
Fig. 16 The visual fields from the point (a_{15}, b_{15} and c_{15})-vertical 8
Fig. 17 The visual fields from the point (a_{15}, b_{15} and c_{15})-horizontal 8
Fig. 18 The visual fields from the point (d_5, e_5 and f_5)-vertical 9
Fig. 19 The visual fields from the point (d_5, e_5 and f_5)-horizontal 9
Fig. 20 The visual fields from the point (d_{15}, e_{15} and f_{15})-vertical 10
Fig. 21 The visual fields from the point (d_{15}, e_{15} and f_{15})-horizontal 10
Fig. 22 Maximum visual field-vertical 11
Fig. 23 Maximum visual field-horizontal 11
Fig. 24 Relationship between window dimensions and visual field-vertical 12
Fig. 25 Relationship between window dimensions and visual field-horizontal 12
Fig. 26 Calculated view angle ② 13
Fig. 27 Calculated view angle ③ 13
Fig. 28 Calculated view angle ④ 13
Fig. 29 The visual fields from the point (A_5, B_5 and C_5)-vertical 13
Fig. 30 The visual fields from the point (A_5, B_5 and C_5)-horizontal 14
Fig. 31 The visual fields from the point (D_5, E_5 and F_5)-vertical 14

Fig. 32 The visual fields from the point (D_5, E_5 and F_5)-horizontal ·····15
Fig. 33 The visual fields from the point (D_{15}, E_{15} and F_{15})-vertical ·····15
Fig. 34 The visual fields from the point (D_{15}, E_{15} and F_{15})-horizontal ·····15
Fig. 35 The visual fields from the point (A_5, B_5 and C_5)-vertical ·····16
Fig. 36 The visual fields from the point (A_5, B_5 and C_5)-horizontal·····16
Fig. 37 The visual fields from the point (A_{15}, B_{15} and C_{15})-vertical ·····17
Fig. 38 The visual fields from the point (A_{15}, B_{15} and C_{15})-horizontal ···17
Fig. 39 The visual fields from the point (D_5, E_5 and F_5)-vertical ·····17
Fig. 40 The visual fields from the point (D_5, E_5 and F_5)-horizontal ·····18
Fig. 41 The visual fields from the point (D_{15}, E_{15} and F_{15})-vertical ·····18
Fig. 42 The visual fields from the point (D_{15}, E_{15} and F_{15})-horizontal ···19
Fig. 43 The visual fields from the point (A, B and C)-vertical·····19
Fig. 44 The visual fields from the point (A, B and C)-horizontal ·····20
Fig. 45 The visual fields from the point (D, E and F)-vertical ·····20
Fig. 46 The visual fields from the point (D, E and F)-horizontal·····20
Fig. 47 Maximum visual field-vertical ·····20
Fig. 48 Maximum visual field-horizontal ·····21
Fig. 49 Maximum visual field-vertical ·····21
Fig. 50 Maximum visual field-horizontal ·····22
Fig. 51 Maximum visual field-vertical ·····22
Fig. 52 Maximum visual field-horizontal ·····22
Fig. 53 Schematic diagram of handling area ·····23
Fig. 54 Handling area of tongs-Pb 10cm-(horizontal)·····24
Fig. 55 Handling area of tongs-Pb 10 cm-(vertical, x-x)·····24
Fig. 56 Handling area of tongs-Pb 10cm-(vertical, y-y) ·····24
Fig. 57 Handling area of tongs-Pb 15 cm-(horizontal) ·····25
Fig. 58 Handling area of tongs-Pb 15cm-(vertical, x-x) ·····25
Fig. 59 Handling area of tongs-Pb 15cm-(vertical, y-y) ·····26
Fig. 60 Space arrangement-vertical section ·····26
Fig. 61 Space arrangement-horizontal section·····27
Fig. 62 Vertical section of Junior Cave·····28

1 序　　論

使用済み核燃料再処理試験装置の建設と並行して，装置の運転を維持する上に不可欠な附帯施設として，遠隔操作による高放射性試料の分析ができる施設を建設することになつた．本施設では核分裂生成物を含む試料を分析するため，放射線による被曝から分析者を十分に保護できるとともに分析操作を円滑におこないうる施設であることが要求される．この遠隔操作施設—分析用ジェニア・ケーブーでは高放射性試料の搬入，貯蔵，秤量，分割，希釈，前処理，比重測定，電気化学分析，吸光光度分析などをおこなうことになっている．

これまで，諸外国においてはこの種の遠隔操作によって分析をおこなう施設は数多くあって，2つのタイプに分類される．1) オークリッジ国立研究所の高放射性試料用分析施設[1),2)]やアルゴンヌ国立研究所における附属の分析施設[3)]のごとく遮蔽は普通コンクリート，または重コンクリートを，マニプレータには master slave manipulator を備えた比較的大きなケーブに数種の分析機器を設置して分析法の研究や管理分析など多目的に利用する施設と，2) カリフォルニア大学附属放射線研究所の鉛6インチ遮蔽施設[4)]やアイダホ化学処理工場の遠隔分析施設[5)]などのように，鉛または鉄で遮蔽されマニプレータは廉価で構造の簡

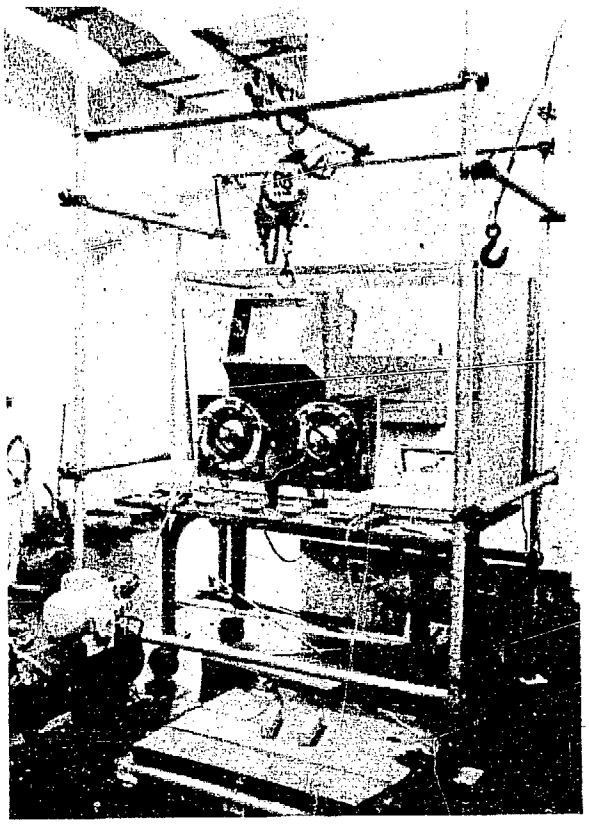


Fig.2 Junior cave mock-up stand

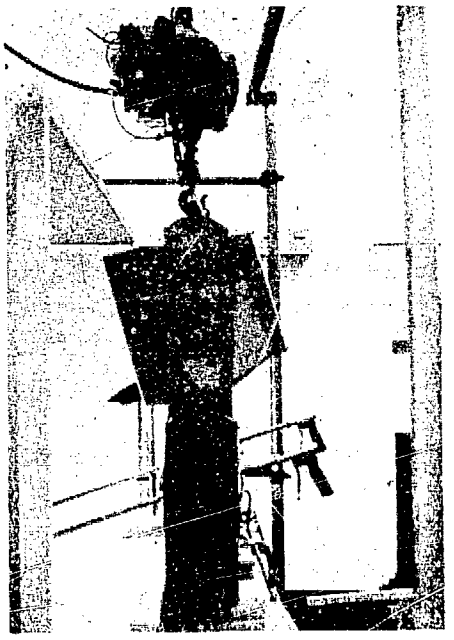


Fig.3 Side view

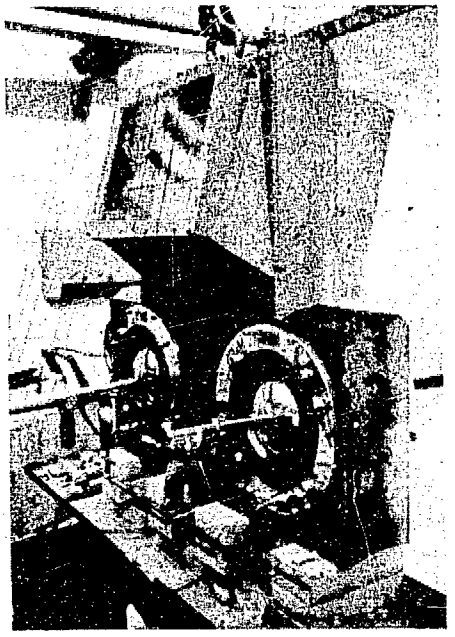


Fig.4 Front view

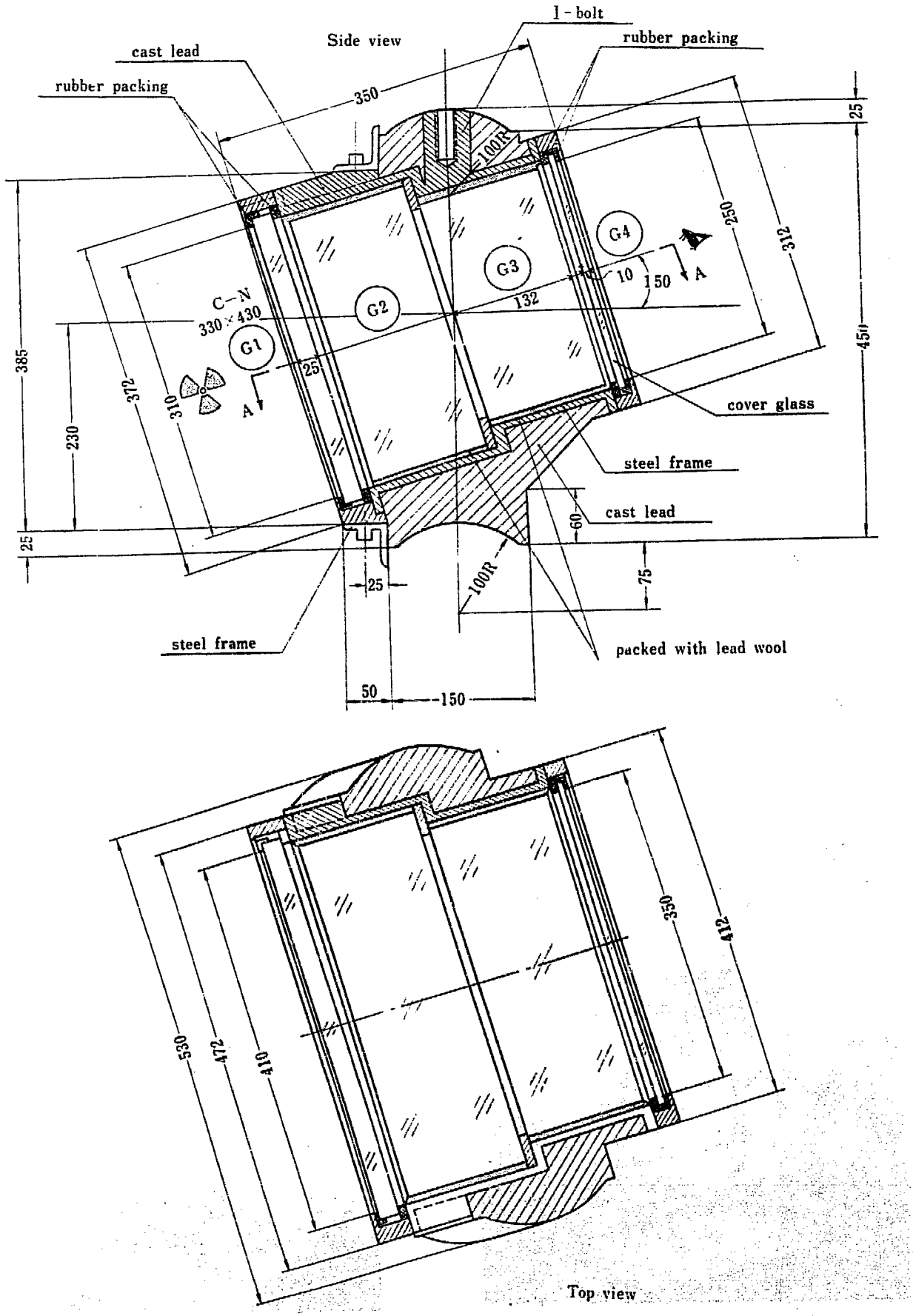


Fig.5 Shielding window-Pb 15 cm

単なトングを用いたような小型ケーブに専用の機器類を設置して管理分析をおもにおこなうような施設とがある.

再処理試験装置の附属施設という点から後者のタイプが適しており，この施設で管理分析を主体に高放射性試料の分析法の研究に関しても同時におこなう計画をたてた．遮蔽は鉛と鉄を併用し，マニプレータとしてボール・ソケット・マニプレータ，遮蔽窓は比重6.2の鉛ガラス，ケーブ内の大きさはおよそ巾1.0 m，奥行 1.1 m，高さ 1.4 m である．前記の分析操作をおこなうため，10 箇を一列に配置する.

ケーブの設計にあたる前にモックアップ試験で種々の問題について検討をし，この結果に基づいて建設をおこなわないと，でき上った施設で分析操作をする場合，いろいろな欠陥を生じ操作に思わぬ支障をきたす恐れがある．そのため本報では次の諸点についてモックアップ試験をおこなった．1) 視界，2) 照明，3) トングの操作範囲，4) ケーブ内配置計画，5) ケーブの寸法，などについて検討をおこない，設計上必要な資料をうるとともに，これらと類似した小型ケーブを建設する場合にも役立つようあわせて諸問題についても検討をおこなった.

2 装 置 類

2.1 遮蔽窓

遮蔽窓はすべて日本光学製の特重フリントガラスで構成された窓を用いた．Table 1 にこれらの物理的性

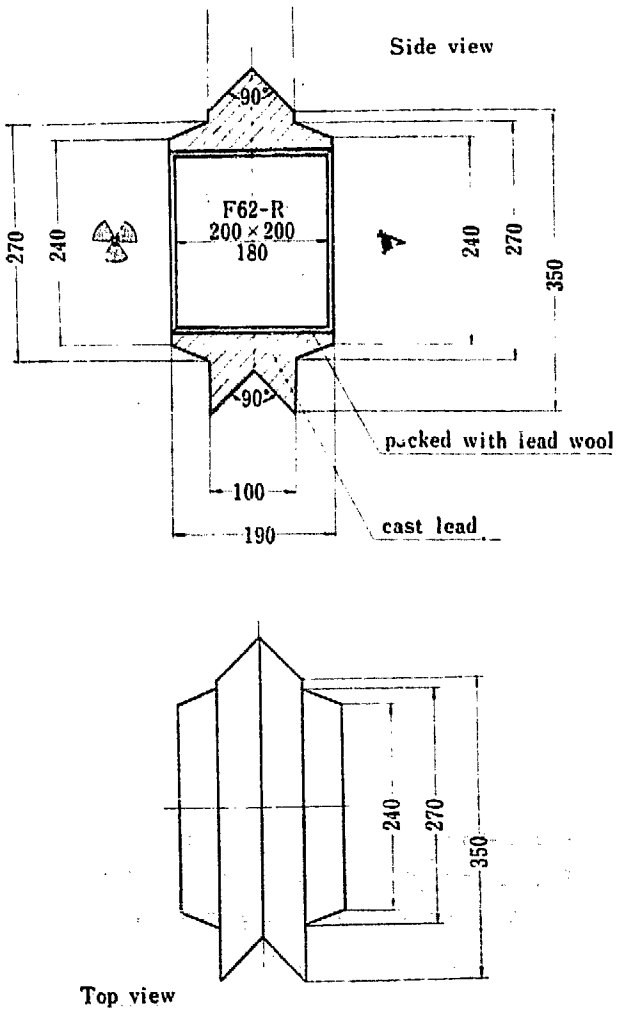


Fig.6 Shielding window-Pb 10 cm (I)

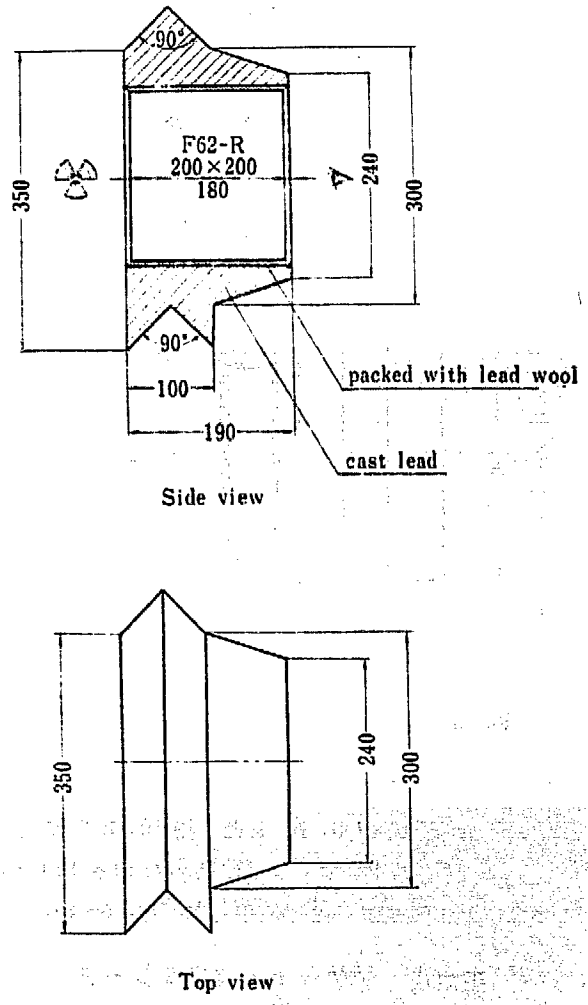


Fig.7 Shielding window-Pb 10 cm (II)

Table 1 Physical properties of shielding glass

No.	Kind of glass	Thickness (mm)	Density (g/cm³)	Refractive index (D-line)	Transmittance (%/cm, d-line)
G. 1	C-N	25	2.7	1.53	99
G. 2	F-36-N	132	6.2	1.97	99
G. 3	F-36-N	132	6.2	1.97	99
G. 4	Cover glass	10	2.5	1.52	99

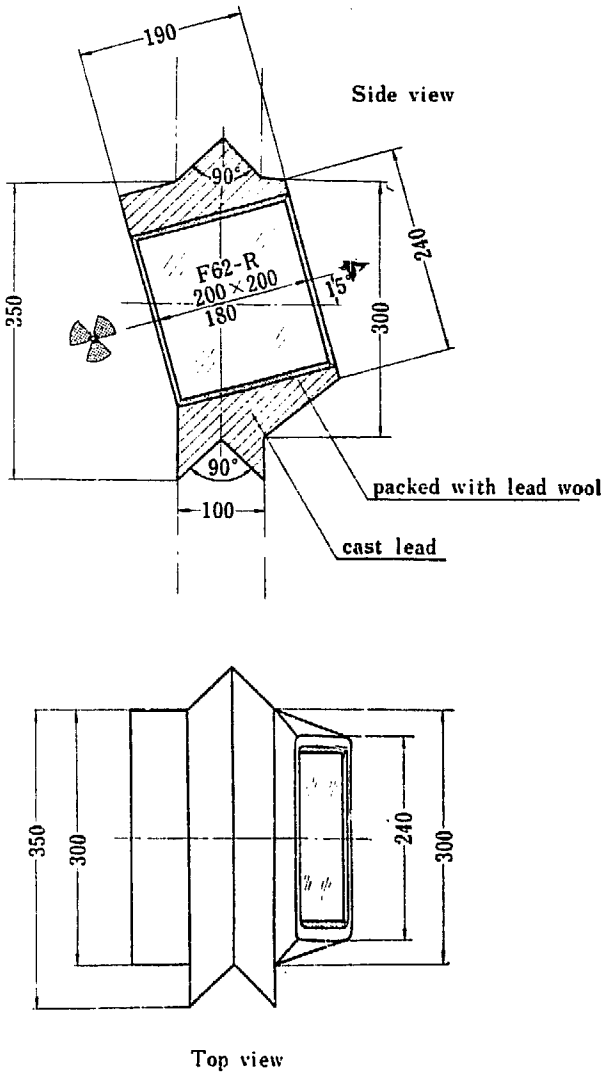


Fig. 8 Shielding window-Pb 10 cm (III)

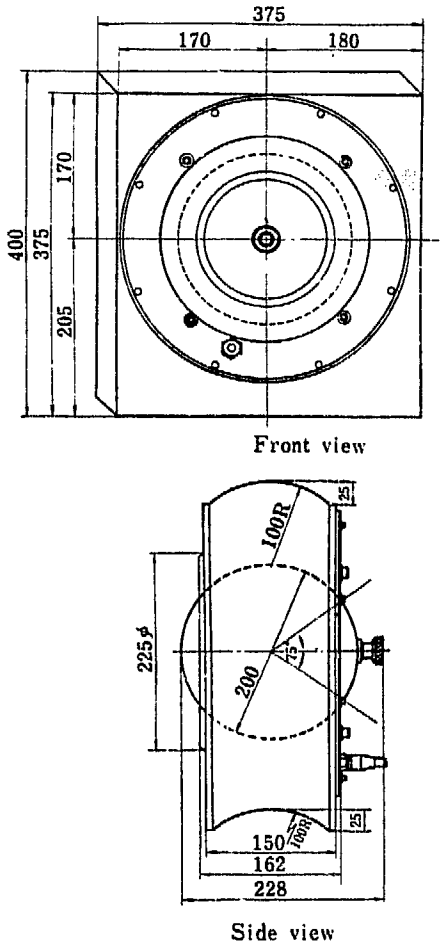
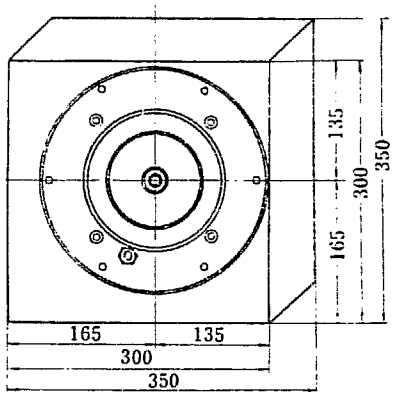


Fig. 9 Ball socket-Pb 15 cm

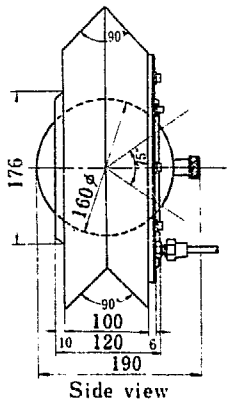
質を示した．鉛 15 cm 相当の遮蔽窓は 15° の傾斜をもったもの1種類 (**Fig. 5**) また，鉛 10 cm に相当のものについては特重プリント (比重 6.2) 厚さ 180 mm の一枚構成のものを3種類使用した (**Fig. 6～8**).

2.2 ボール・ソケット・マニプレータ

すべて東芝製のボール・ソケットを使用した．鉛 15 cm 相当のものについては SI-200 A 型で，ボール直径 200 mm，トング回転角度 360°，ボール旋回角度 75°，また鉛 10 cm 相当のものは SI-160 型でボール直径 160 mm，トング回転角度 360°，ボール施回角度 80°，使用したマニプレータ・アームはピストル型グリップと十字型グリップの 2 種類で，これらの摺動部の長さは前者が 80 cm，100 cm，120 cm の

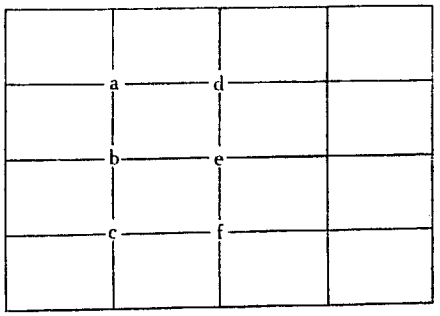


Front view

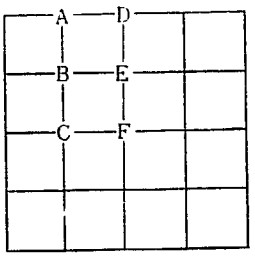


Side view

Fig. 10 Ball socket-Pb 10 cm



(I)



(II)

Fig. 12 Diagram of Sections and their notation of visual field

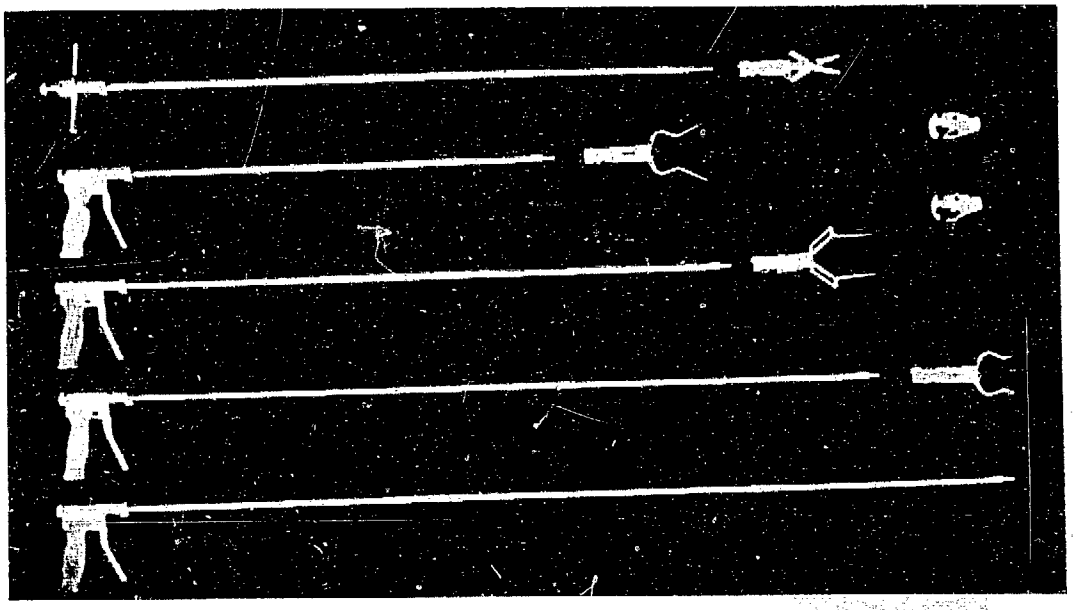


Fig. 11 Tongs

3種，後者については 100 cm 1種，指先はピンセット形指先とL形指先の2種類を用いた(Fig.11参照).

3 実験方法

直径 5 cm の鉄製パイプで巾 1.7 m，奥行 1.1 m，高さ 1.1 m のフレームを組立て，この中におよそ1トンの荷重に耐えうる巾 1.5 m，奥行 0.9 m，高さ 0.9 m の鋼鉄製台を置き，ボール・ソケットを並べこの上に遮蔽窓をおくと同時にフレームの上部からチェンブロックで吊り上げて安定させた．台の上に角材と合板で巾 1.5 m，奥行 1.0 m，高さ 1.0 m のインナーボックスに相当するものをおき，内面に 5 cm 方眼紙を貼りつけた．トングを使用するさい，ボールの回転を円滑にするためコンプレッサーをボール・ソケットに接続して圧搾空気を送りこんだ．(Fig. 2, 3, 4 参照)

3.1 視　界

コールドサイドのガラス面に Fig.12 のごときアクリル板を取りつけ，各点から一定距離に眼を固定した場合の視界と最大視界などを測定した．そのほか，窓の大きさを変えたときの視界についても同様におこなった．

3.2 照　明

マンセル色相環表をホットサイド窓面から 10 cm 離れた位置におき，照明用光源に白色螢光灯，タングステンランプ，水銀ランプ，ナトリウムランプなどを用いてコールドサイドから肉眼で観察すると同時にカラー撮影をもおこなった．

3.3 トングの操作範囲

インナーボックス内の方眼紙にトングの指先の可動点を描いて操作範囲を求めた．また，ボール・ソケットの旋回角度などから計算によっても操作範囲を検討した．

3.4 ケーブ内の配置計画

視界とトングの操作範囲から遠隔天秤などを設置することによって，機器類の設置範囲とコンベヤー，およびドレン孔の位置，大きさを検討した．

3.5 ケーブの寸法

ボール・ソケット間の距離，遮蔽窓とボール・ソケットの間隔，床から遮蔽窓までの高さ，ボール・ソケットとケーブの床面の高さなどについて検討した．

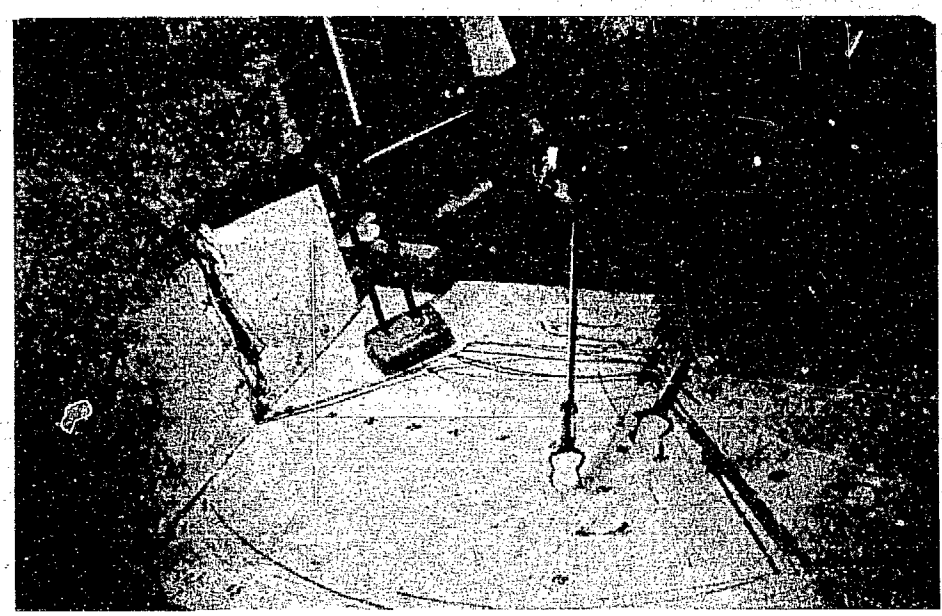


Fig.13 Measurement of handling area

4 実験結果および考察

4.1 視 界

4.1.1 鉛 15 cm 相当の遮蔽窓

(1) 定位置からの視界

Fig.12 の各点から平面視界と側面視界の測定結果を Fig.14～21 をに示した. この結果はすべて窓から

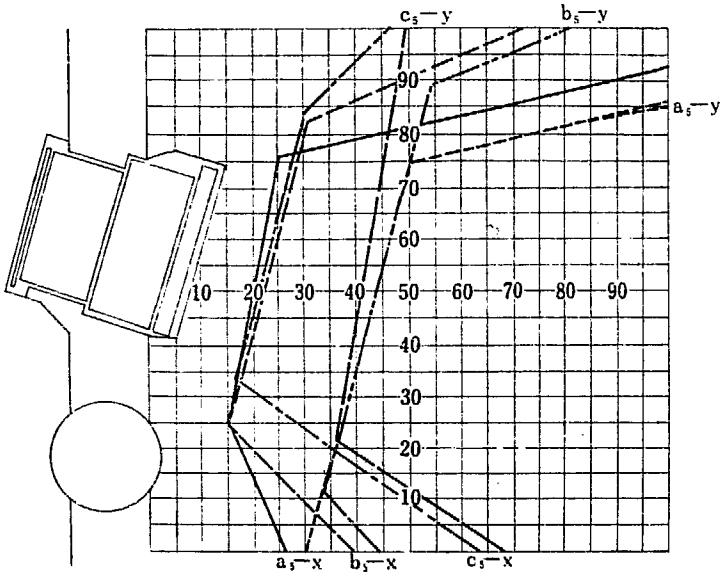


Fig.14 The visual fields from the point (a_5, b_5 and c_5)-vertica.

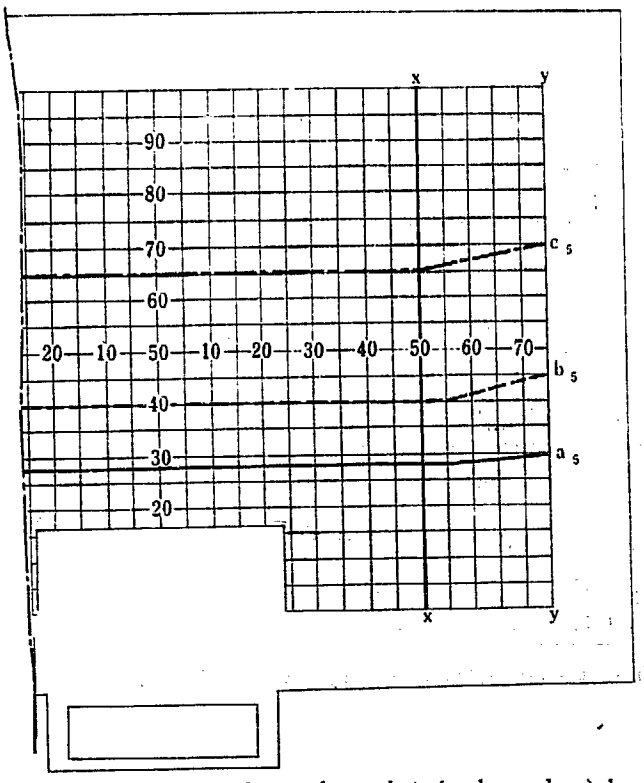


Fig.15 The visual fields from the point (a_5, b_5 and c_5)-horizontal

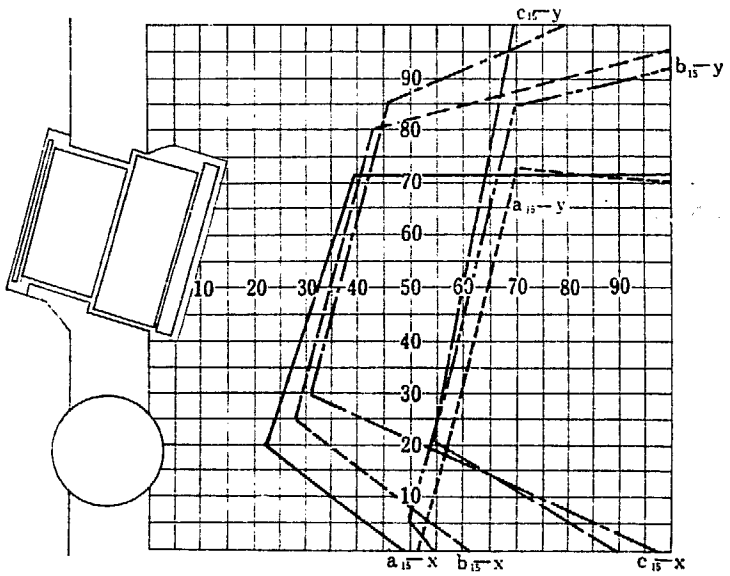


Fig. 16 The visual fields from the point (a_{15}, b_{15} and c_{15})-vertical

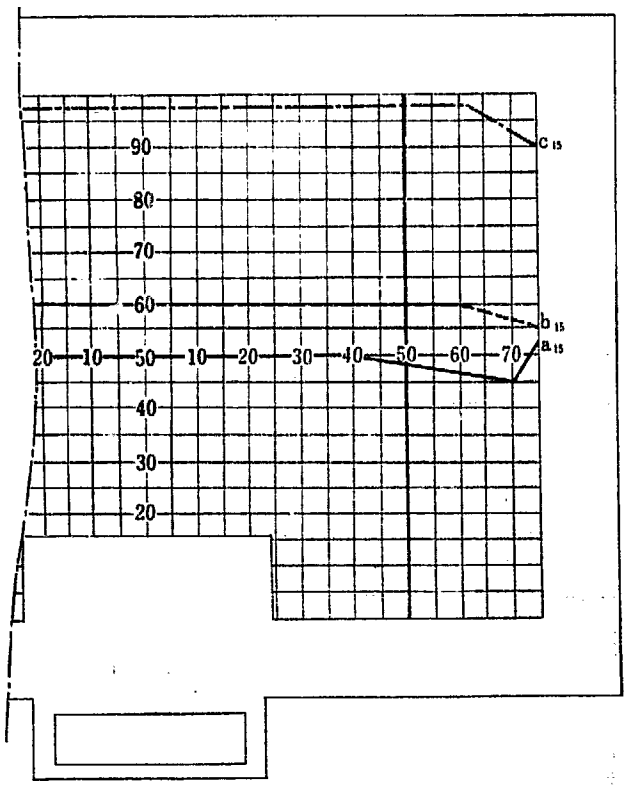


Fig. 17 The visual fields from the point (a_{15}, b_{15} and c_{15})-horizontal

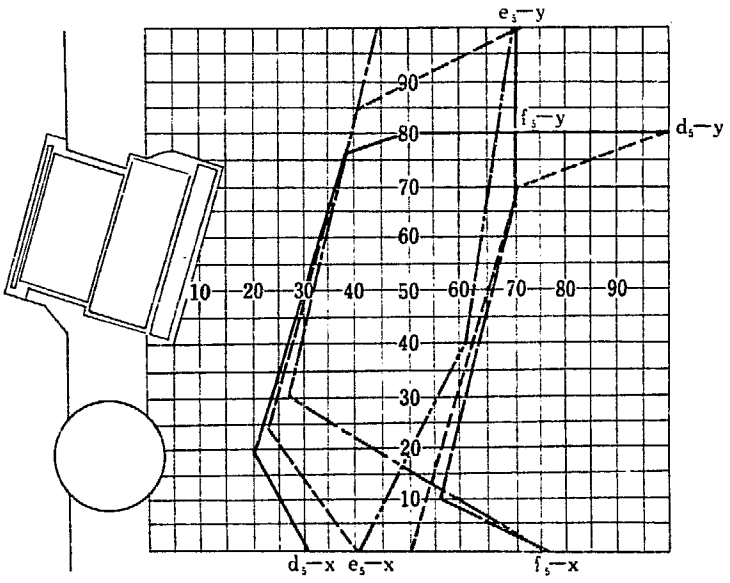


Fig. 18 The visual fields from the point (d_5, e_5 and f_5)-vertical

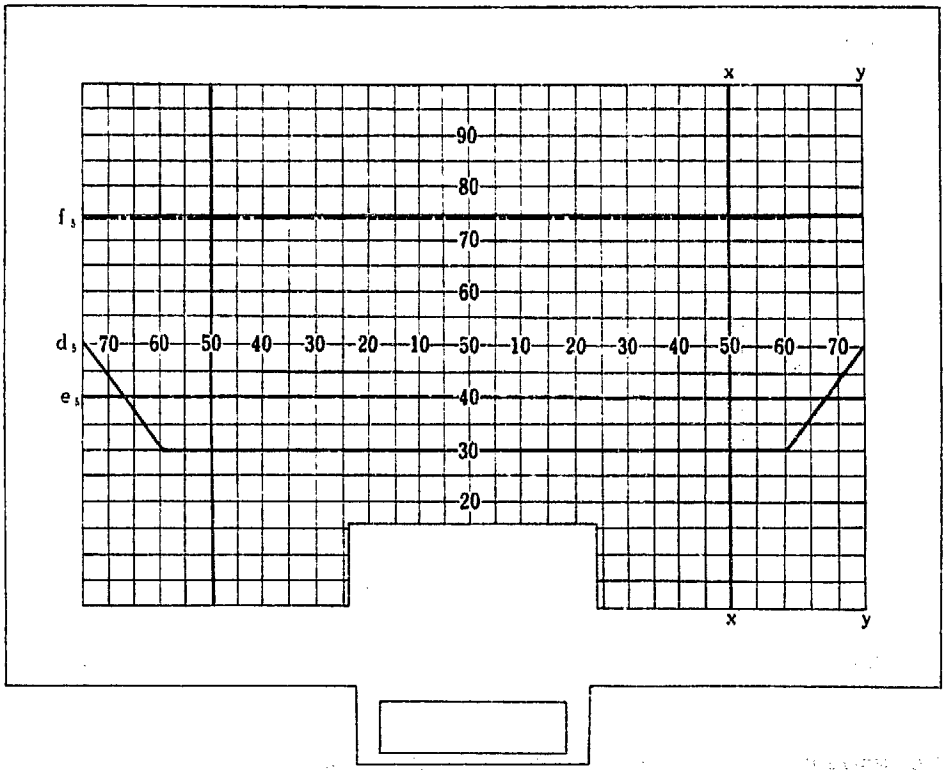


Fig. 19 The visual fields from the point (d_5, e_5 and f_5)-horizontal

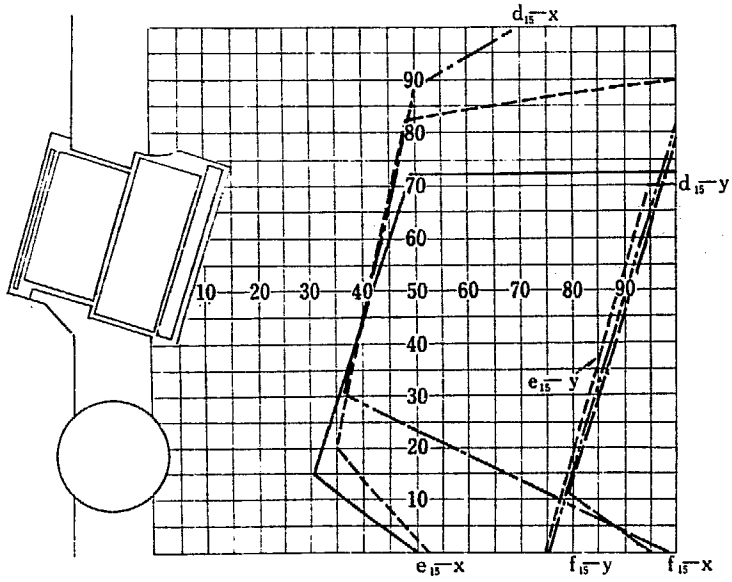


Fig. 20 The visual fields from the point (d_{15}, e_{15} and f_{15})-vertical

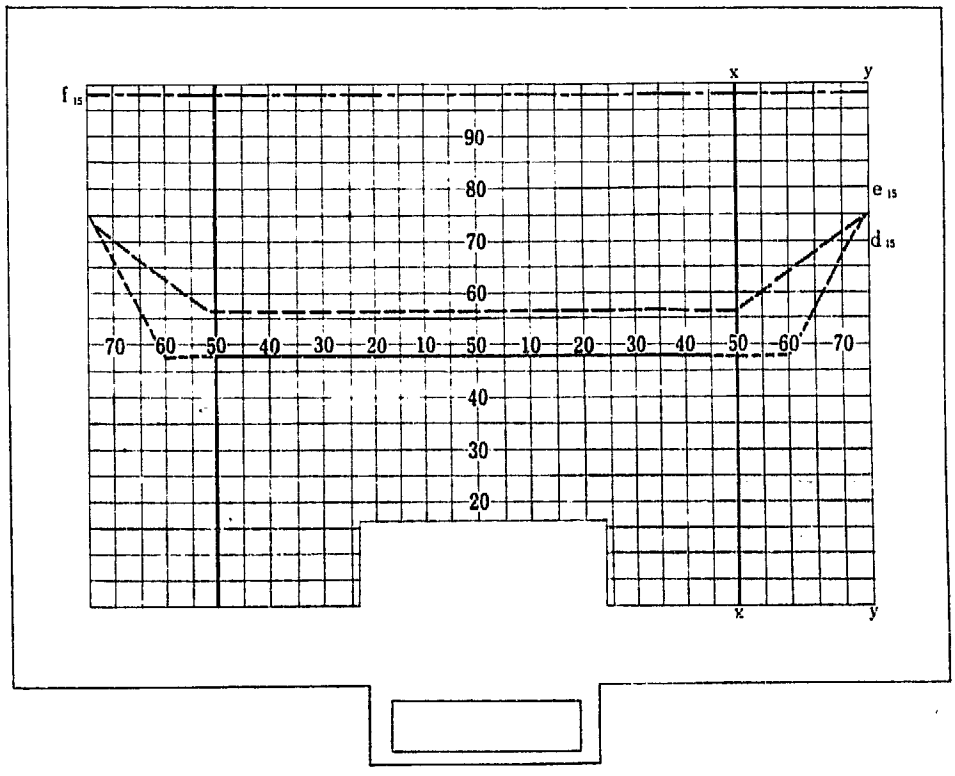


Fig. 21 The visual fields from the point (d_{15}, e_{15} and f_{15})-horizontal

ケーブ床面までを 660 mm とした (以下同様). 図の視界範囲は便宜上直線で示した. 側面視界で a_5-x と表記してあるのは a 点, 5 cm の位置に眼を固定しての平面 x−x の側面視界を意味する. なお平面視界において d, e, f の各点からは左右対称になるから問題ないが, a, b, c の各点からの視界は広い部分のみの結果を掲げた.

(2) 最大視界

Fig. 22, 23 は歪みを起さずにケーブ内の物体が見られる最大視界についての結果である.

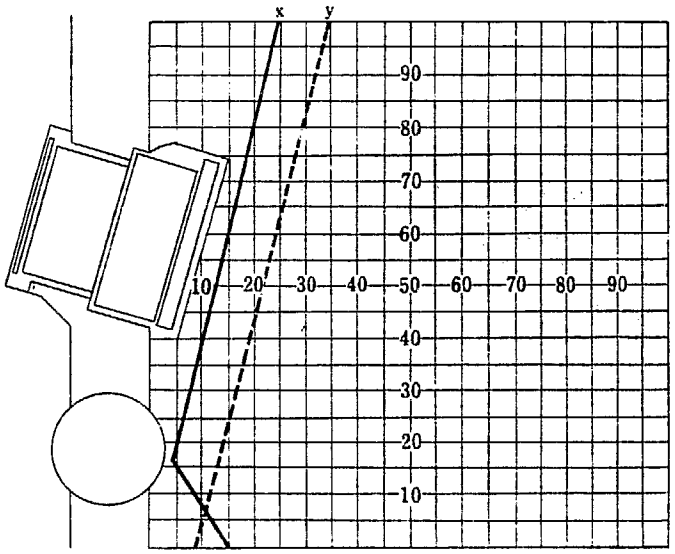


Fig.22 Maximum visual field-vertical

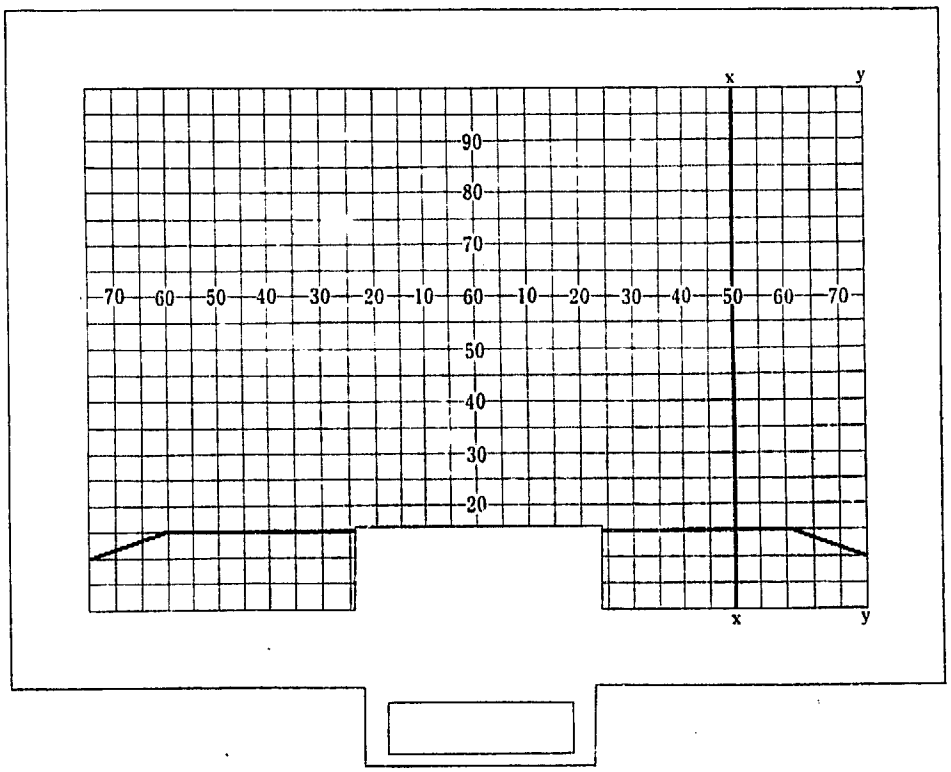


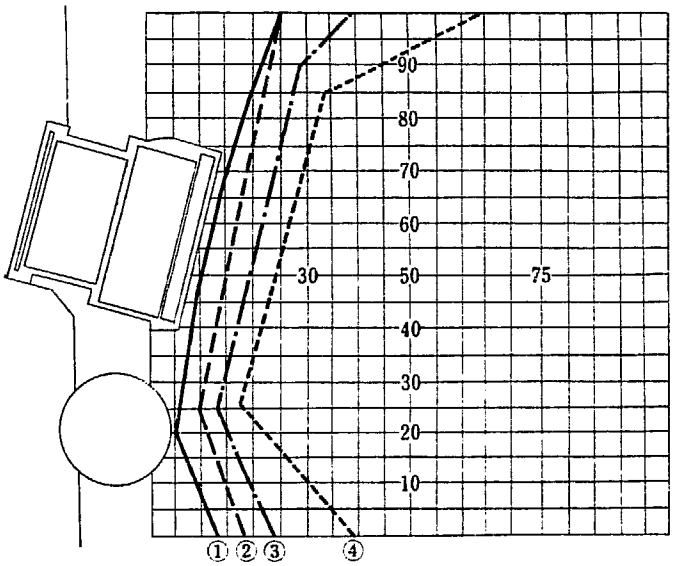
Fig.23 Maximum visual field-horizontal

(3) 窓の大きさと視界の関係

Fig.24, 25 はコールドサイドとホットサイドの各面を縦横とも 40 mm ずつ縮少して巾 1.0m, 奥行 1.0 m, 高さ 1.0 m のケーブに相当するボックスについて最大視界を測定した結果である. また **Fig. 26～28** は測定結果の ②, ③, ④ について屈折率から算出作図したものである.

4.1.2 鉛 10 cm 相当の遮蔽窓

(1) 定位置からの視界



	Hot side
①	410mm × 310mm
②	370 × 270
③	330 × 230
④	290 × 190
	Cold side
①	350 × 250
②	310 × 210
③	270 × 170
④	230 × 130

Fig. 24 Relationship between window dimensions and visual field-vertical

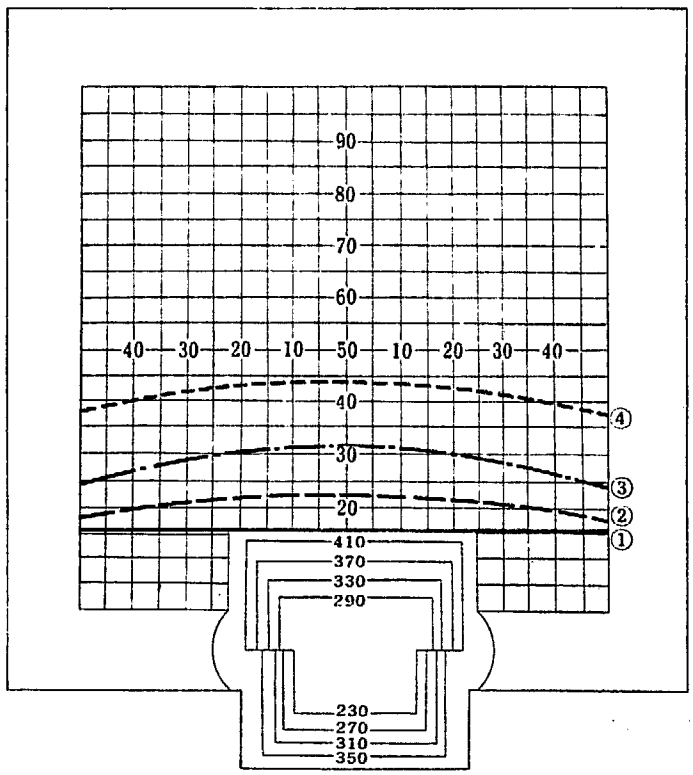


Fig. 25 Relationship between window dimenensions and visual field-horizontal

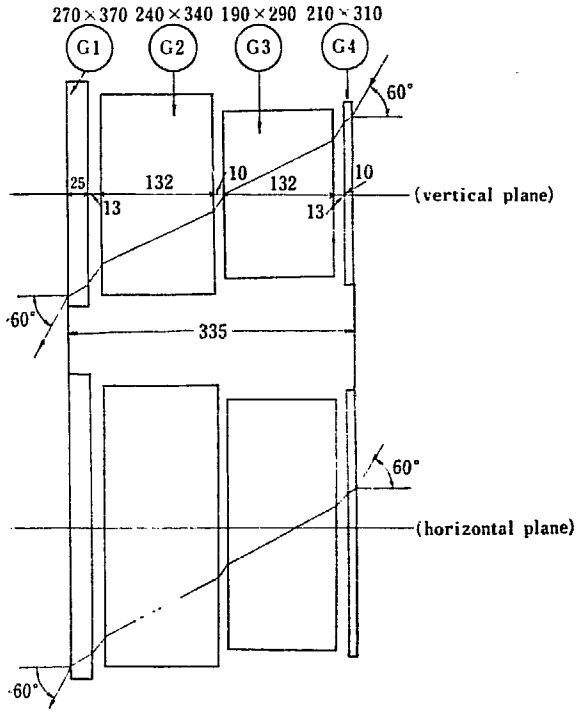


Fig. 26 Calculated view angle ②

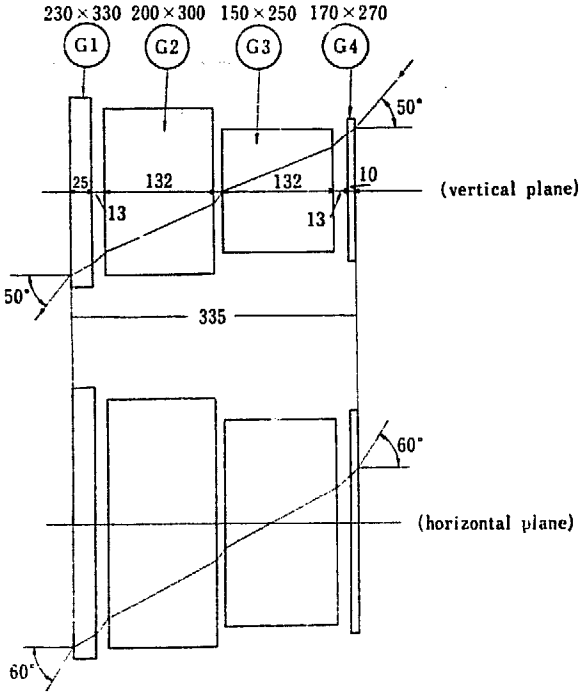


Fig. 27 Calculated view angle ③

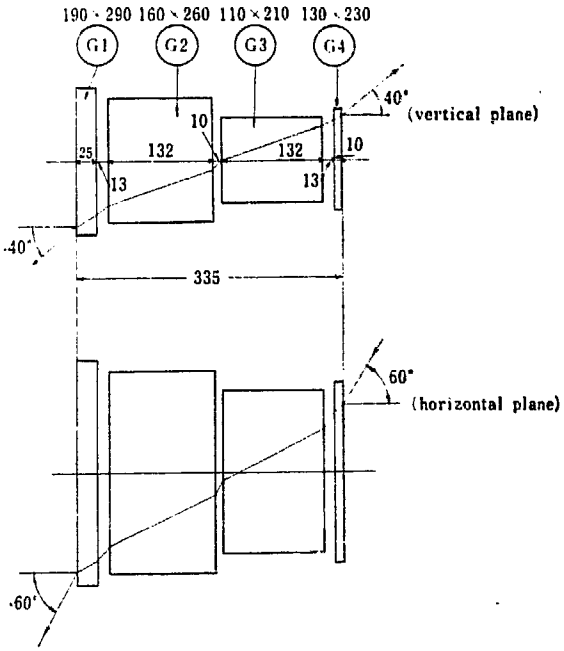


Fig. 28 Calculated view angle ④

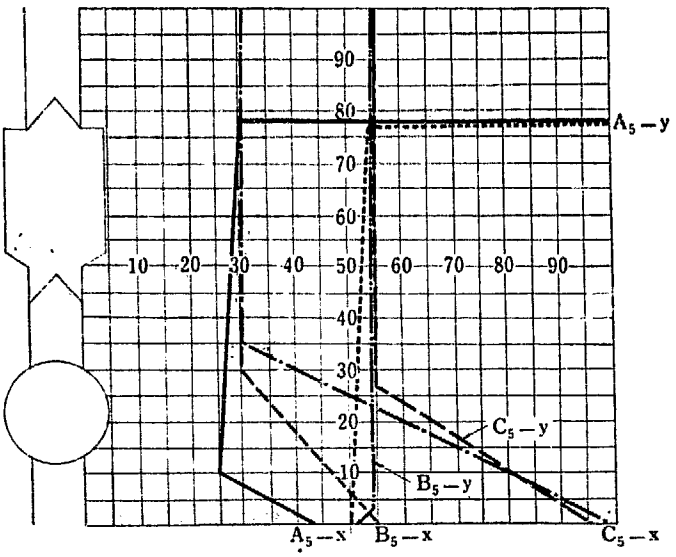


Fig. 29 The visual fields from the point (A_5, B_5 and C_5)-vertical

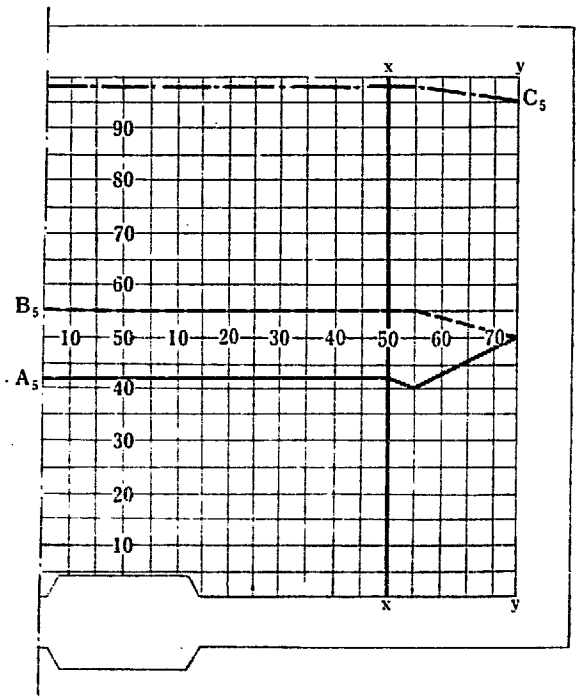


Fig.30 The visual fields from the point (A_5, B_5 and C_5)-horizontal

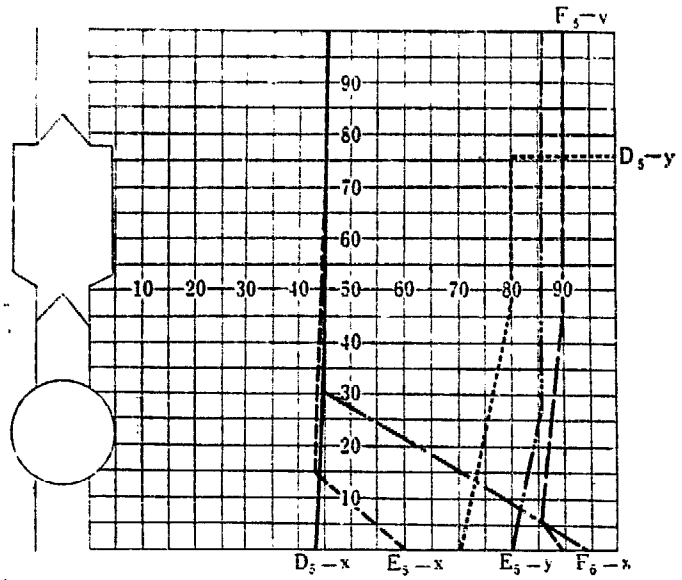


Fig.31 The visual fields from the point (D_5, E_5 and F_5)-vertical

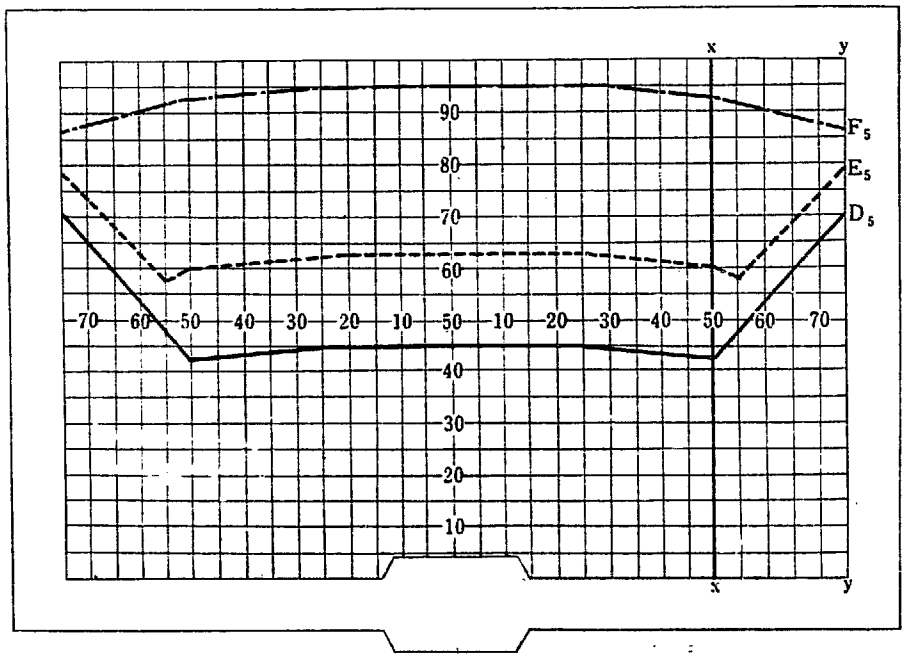


Fig.32 The visual fields from the point (D_5, E_5 and F_5)-horizontal

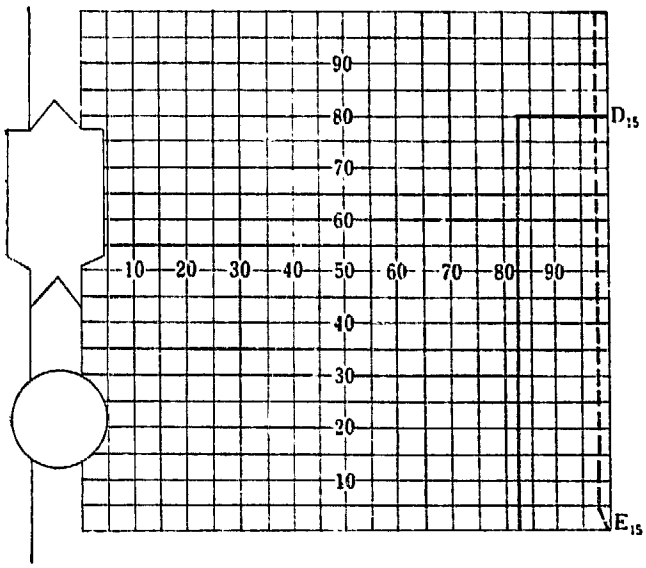


Fig.33 The visual fields from the point (D_{15}, E_{15} and F_{15})-vertical

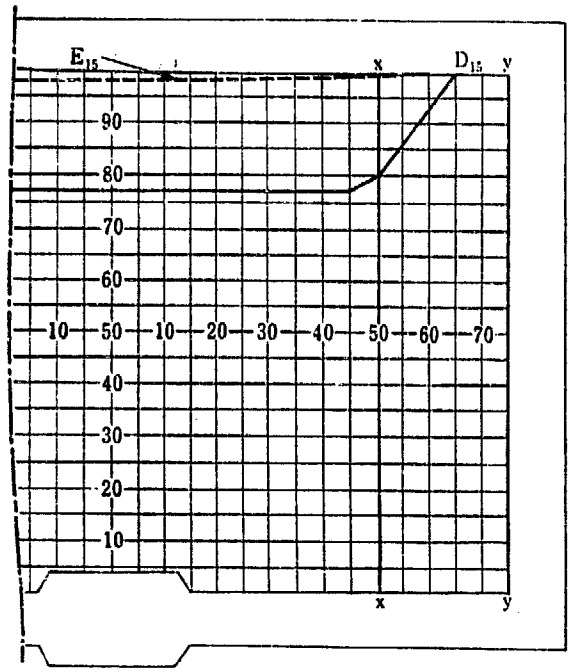


Fig.34 The visual fields from the point (D_{15}, E_{15} and F_{15})-horizontal

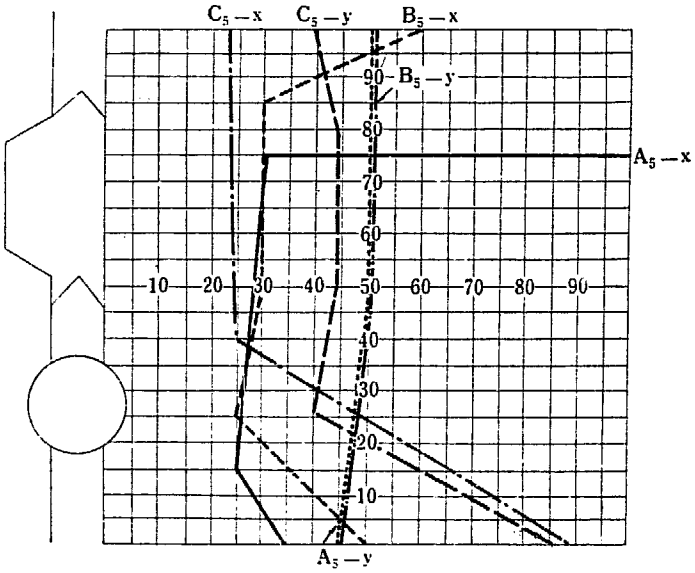


Fig. 35 The visual fields from the point (A_5, B_5 and C_5)-vertical

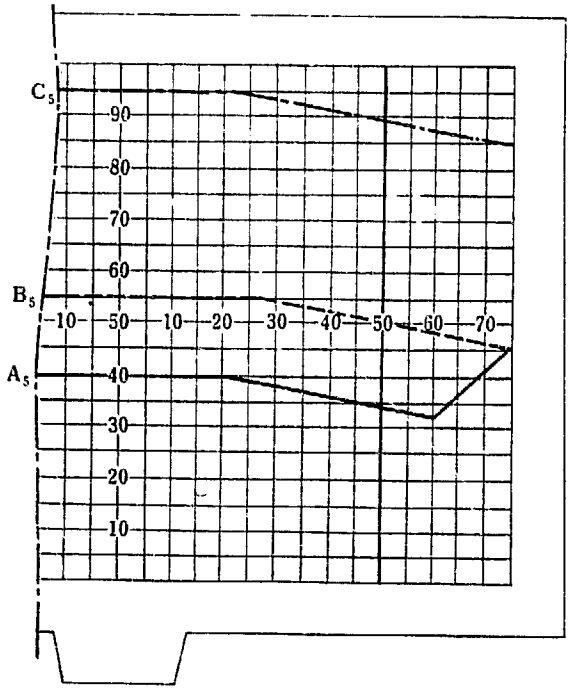


Fig. 36 The visual fields from the point (A_5, B_5 and C_5)-horizontal

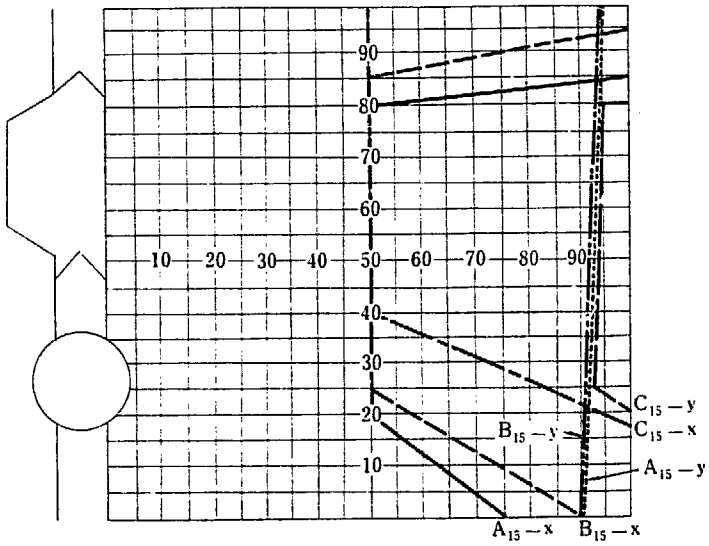


Fig.37 The visual fields from the point (A_{15}, B_{15} and C_{15})-vertical

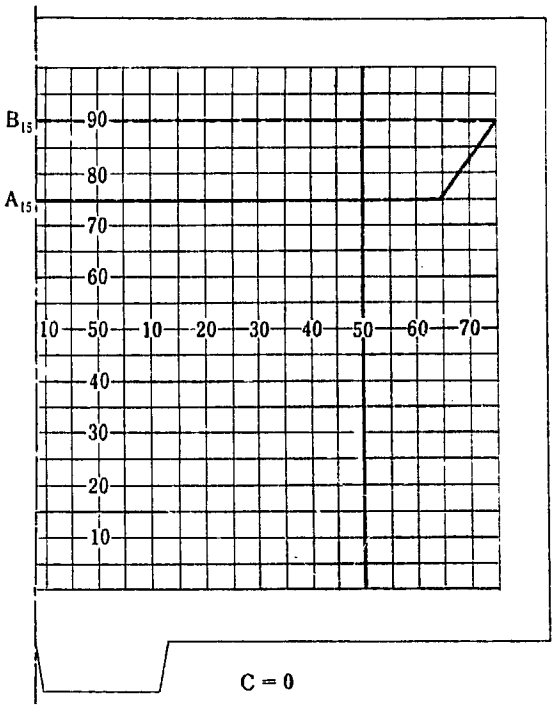


Fig.38 The visual field from the point (A_{15} and B_{15})-horizontal

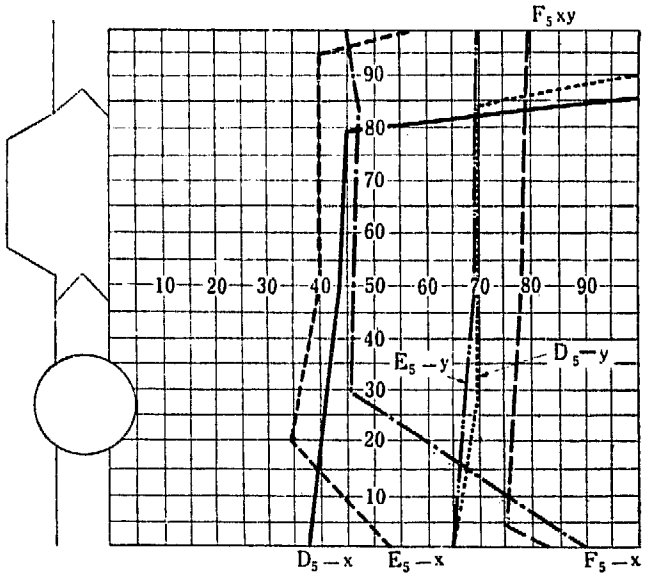


Fig.39 The visual fields from the point (D_5, E_5 and F_5)-vertical

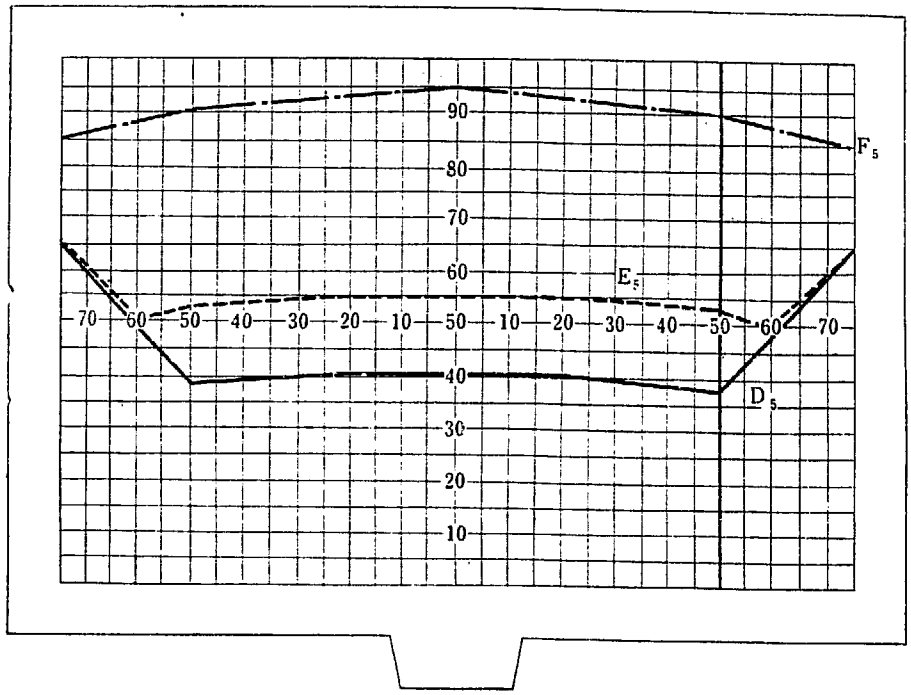
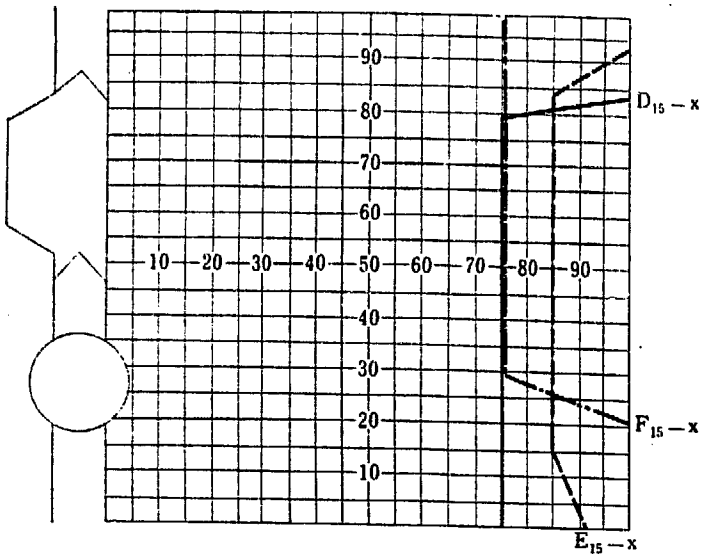


Fig.40 The visual fields from the point (D_5, E_5 and F_5)-horizontal



$x=0$

Fig.41 The visual fields from the point (D_{15}, E_{15} and F_{15})-vertical

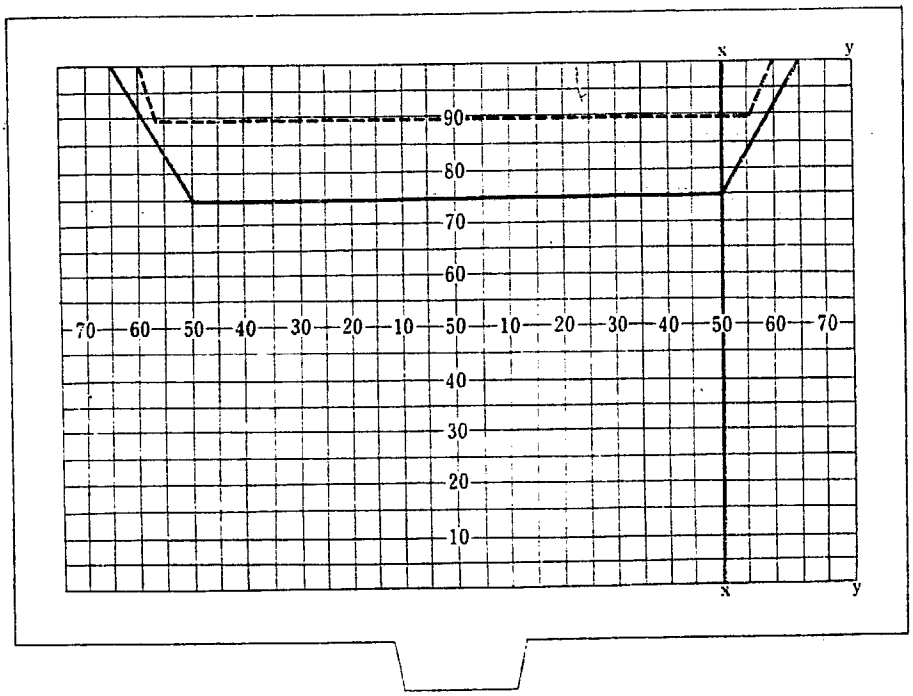


Fig.42 The visual fields from the point (D_{15}, E_{15} and F_{15})-horizontal

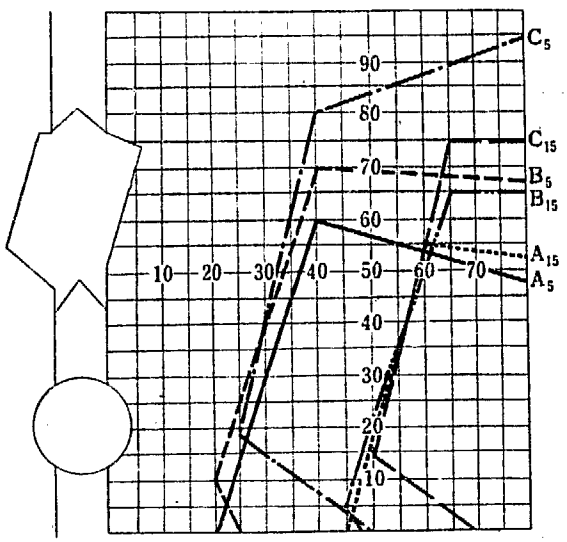


Fig.43 The visual fields from the point (A, B and C)-vertical

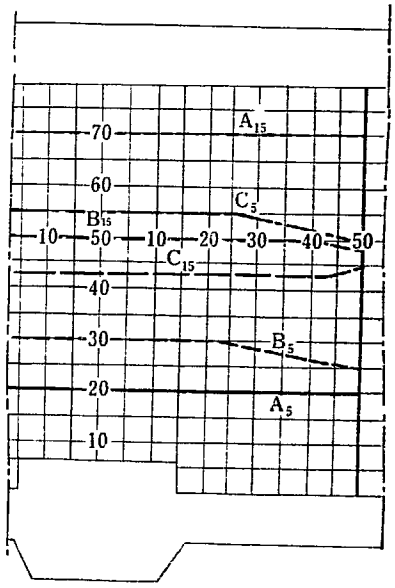


Fig.44 The visual fields from the point (A, B and C)-horizontal

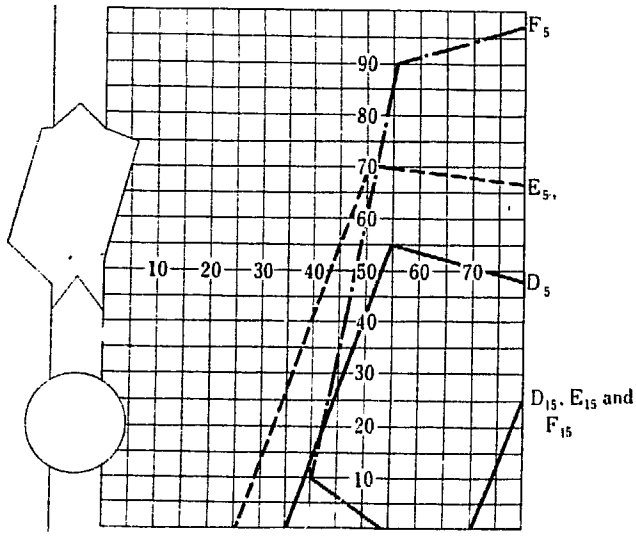


Fig.45 The visual fields from the point (D, E and F)-vertical

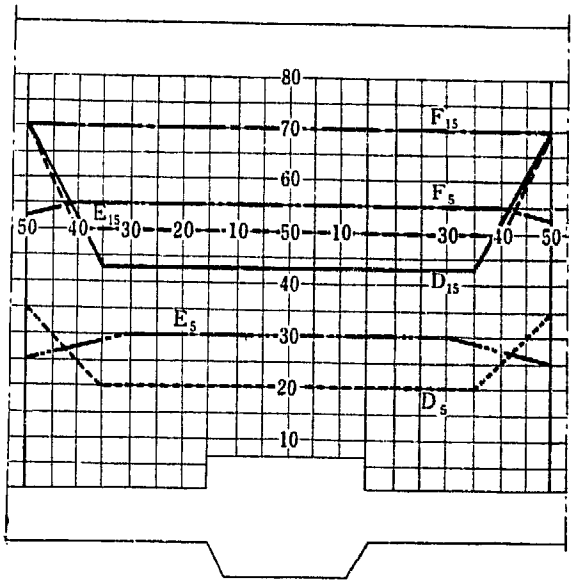


Fig.46 The visual fields from the point (D, E and F)-horizontal

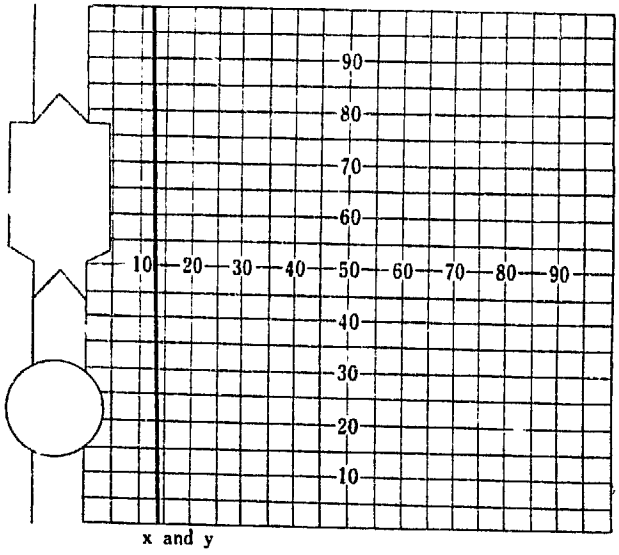


Fig.47 Maximum visual field-vertical

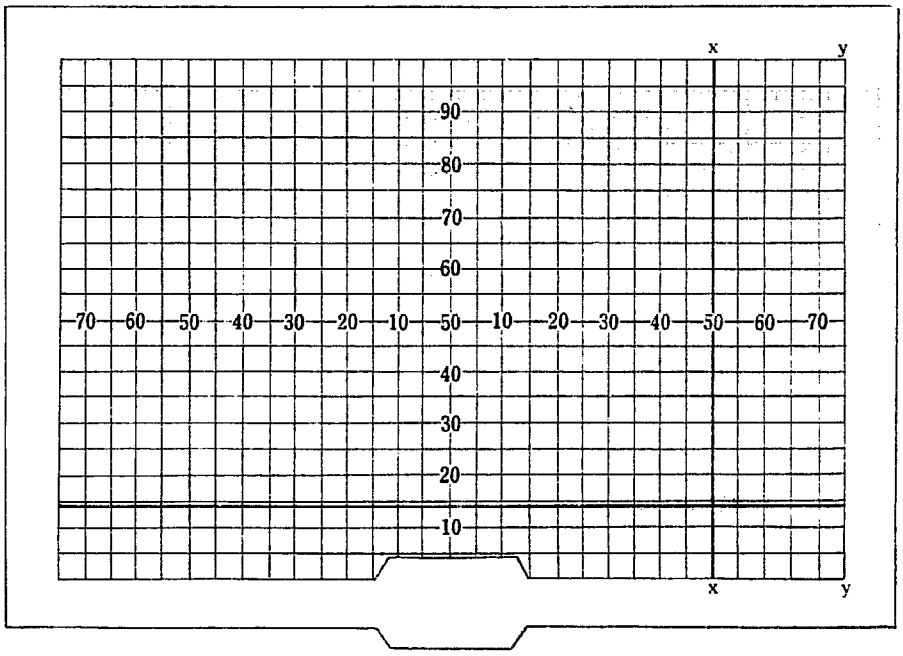


Fig.48 Maximum visual field-horizontal

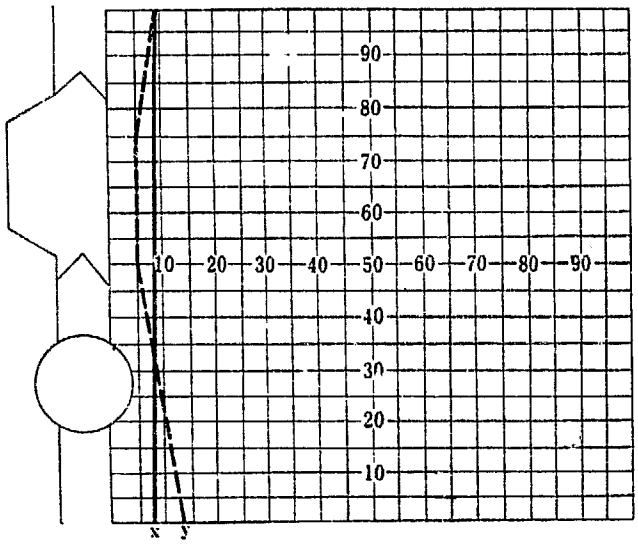


Fig.49 Maximum visual field-vertical

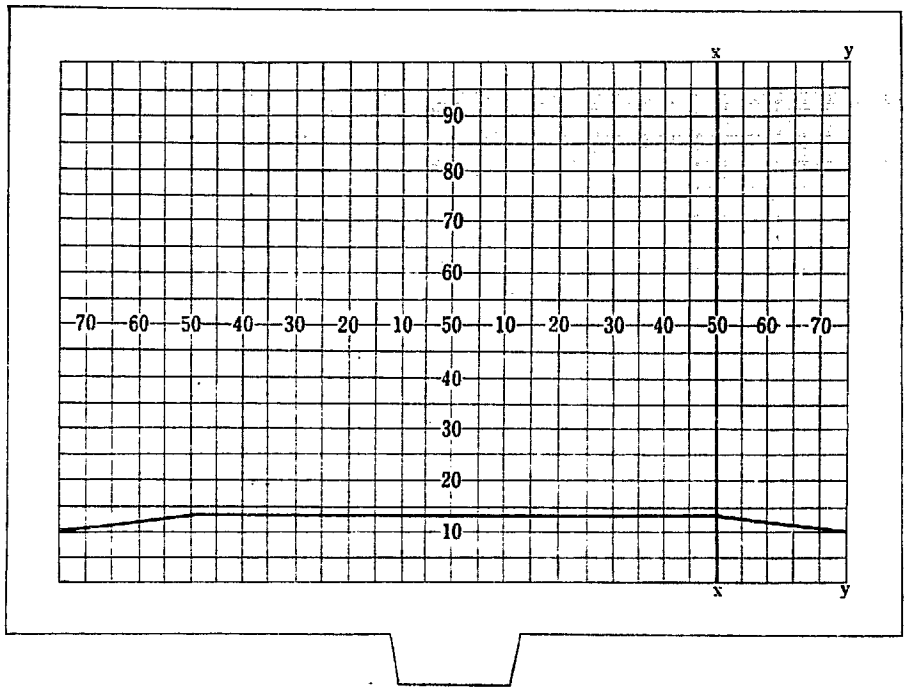


Fig.50 Maximum visual field-horizontal

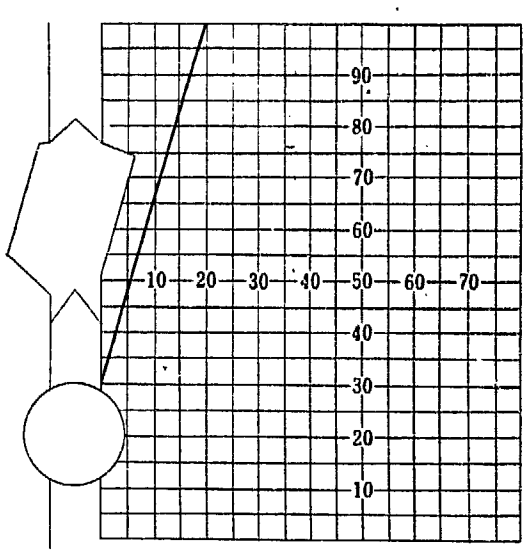


Fig.51 Maximum visual field-vertical

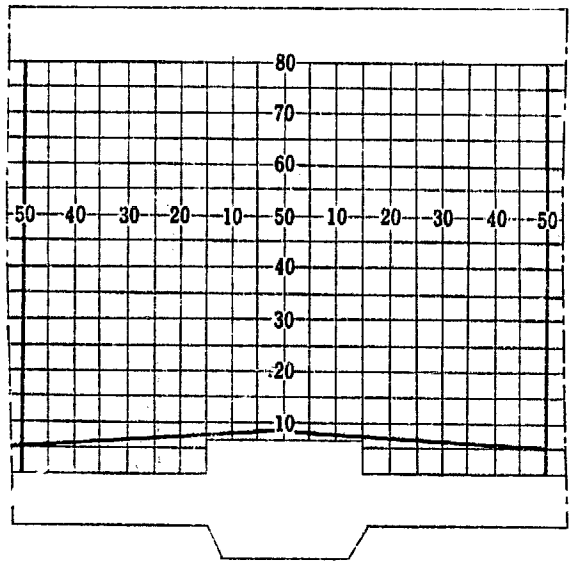


Fig.52 Maximum visual field-horizontal

Fig.6, 7, 8 のそれぞれ形状の異なった 3 種類について定位置からの視界の測定結果を Fig.29～45 に示した．しかし，Fig.8 の遮蔽窓の視界はケーブ内ボックスの都合上，0.8 m×1.0 m×1.0 m のものを用いて測定した結果である．なお Fig.37 の C_{15}-x および y，Fig.41 の F_{15}-x および y の視界は測定不能であった．

(2) 最大視界

最大視界の測定結果を Fig.46～52 に示した．

すべての図は窓の中心からケーブ床面までの高さを 660 mm として表示してあるため，これ以外の高さに関しては適当に図を利用することによって希望する高さの視界がえられる．以上の測定結果から遮蔽窓を選択する場合，ケーブの使用目的によって異なるが本報程度のケーブで分析操作を主体に考えるとき，窓の形状は次の順序で適していると考える．

Fig.8＞Fig.6＞Fig.7

また，窓の大きさはケーブ内の操作範囲を歪なく見られる程度のものを選ぶべきで，この問題はマニプレータとの相関々係があるため別の項でのべる．

4.2 照　明

化学用ケーブで一連の化学処理操作をおこなうとき必然的に伴う重要なこととして化学変化による色の判別，識別の問題が常に起る．特に，ケーブ内で遮蔽窓を通して色の変化を視覚によって定量あるいは半定量的な操作をおこなう場合，遮蔽窓のガラス密度の高いことと，厚いため内部透過率の低下が見られる．一方，ガラス素材の含有成分に基因する着色（鉛ガラスでは黄色）とケーブ内の照明用光源との関係からケーブ内に置かれてある物体の色にガラスの色と光源の色が加色混合され，物体自身の真の色を見ることはむずかしい．この場合，遮蔽窓を適当に代えることは不可能であるので照明用光源を選択することによって，本来の色に近く見える光源を選ぶことについて検討した．測定には窓を通した場合と通さないで直接光源下で観察したものとを比較した．その結果の一部を Fig.1 に示した．このカラー写真と視感によっての総合的な結論として，ナトリウムランプおよび水銀ランプ下のマンセル色相環の判別はランプ自体の色と加色されて判別はほとんど不可能であった．タングステンランプについては前二者に比べて若干良好であったがまだ困難な点が多い．螢光灯は青緑から紫青の範囲の識別は不明瞭であるが他の色は大体満足できる結果をえた．

ナトリウムランプ，水銀ランプ，タングステンランプは発熱によってインナーボックス内の温度上昇が高くケーブ内の温度コントロールが難しい．この点，螢光灯には上記のような欠点はない．しかし，螢光灯には白色，天然白色，昼光色，天然昼光色その他，種類が多いため目的に応じたそして演色性のよいものを選ぶべきである．

J. J. McCown ら[3] は経験的にこの種ケーブ内の照明用光源として，螢光灯は他の光源に比べ眼の疲労度を和げ，色の識別が鮮明で分析操作には最も適していると報告している．

ただ螢光灯の欠点としては，ナトリウムランプや水銀灯に比べ寿命が短いが，これは廉価であるので照度を十分に注意して劣化した場合は取り代えを簡便になしうるよう工夫することが大切である．

4.3 トングの操作範囲

トングの操作範囲は円および円錐曲線で示されるから簡単な計算あるいは作図で求められる．ケーブ内 3 壁面の交点を原点とし直交軸を定めると (Fig. 53)，トングの到達する範囲は次式で表わされる．

$x-y$ 平面　$-b+\sqrt{l^2\cos^2\theta-(x-a)^2}\geq y$

$\geq -b+\cot\theta\sqrt{(x-a)^2+c^2}$

$y-z$ 平面　$-b+\sqrt{l^2\cos^2\theta-(z-c)^2}\geq y$

$\geq -b+\cot\theta\sqrt{(z-c)^2+a^2}$

a：ボール中心と側面の垂直距離

b：ボール中心と前面内側の距離

（＝遮蔽の厚さの½）

c：ボール中心と床面の垂直距離

l：ボールの中心とトング指先の距離

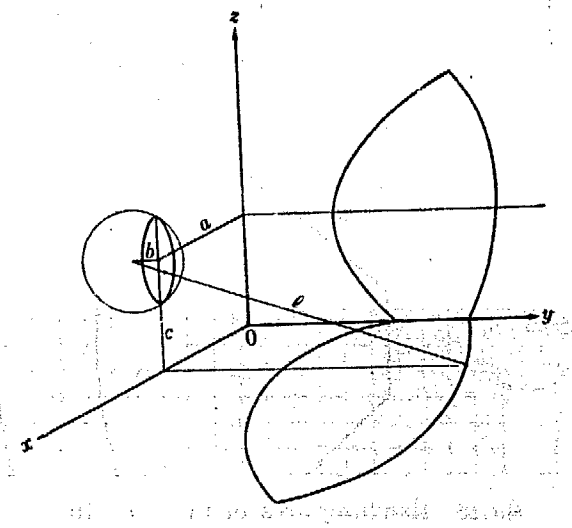


Fig.53 Schematic diagram of handling area

θ：ボール・ソケット回転角

上の計算式はトング指先が直線型ピンセットの場合で，指先部分の長さを l' とすると，$a, c \geq l' \sin\theta$ の時に成り立つ．実験では現在よく用いられているL型ピンセット（長さ 15 cm，爪部 3 cm）を用いた．ボール・ソケットの中心は床面から 25 cm，ボール・ソケット間の間隔は 45 cm とした．結果を **Fig.54～59** に示す．**Fig.54** の実線は鉛 10 cm 厚の場合，摺動部 80, 100, 120 cm トングの床面の行動範囲である．トングの指先先端は曲線で囲まれた範囲で操作できる．点線は直線型ピンセットの場合で指先の種類による範囲の差異はほとんどない．

Fig.55 はケーブの巾 1 m，**Fig.56** は巾 1.5 m の場合の側面の操作範囲である．**Fig.57～59** は鉛厚 15 cm の場合の操作範囲でこれらは最大限の範囲を示した．実際には長いトングでは手前の部分の操作はできない．これはコールドサイドに出る部分が長くなり操作者が窓から離れるためである．奥の方はホットサイドが長くなるのでトングのグリップの部分に対する荷重が大きくなり操作し難くなる．鉛厚 15 cm 相当のボール・ソケットの場合，トングの長さに対して比較的使い易い範囲は摺動部 80 cm のトングでケーブ内

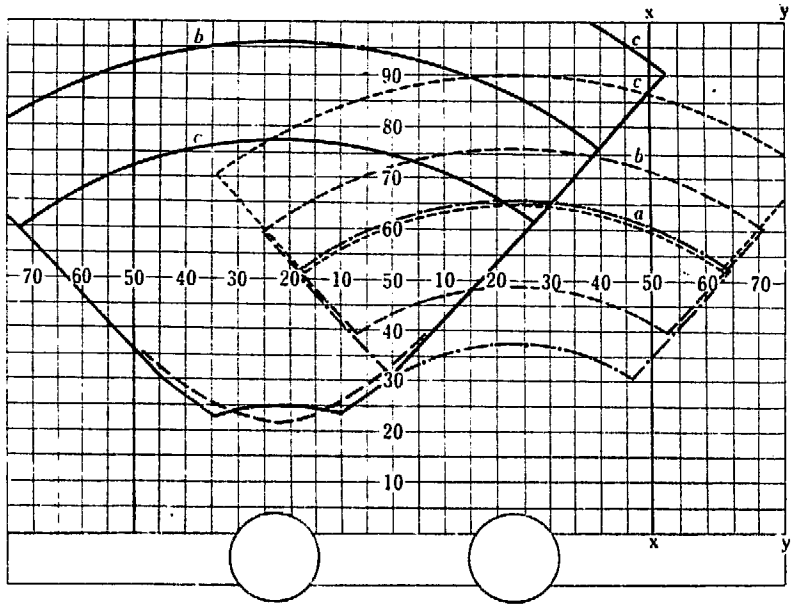


Fig.54 Handling area of tongs-Pb 10cm-(horizontal)
a : 80 cm long　b : 100 cm long　c : 120 cm long

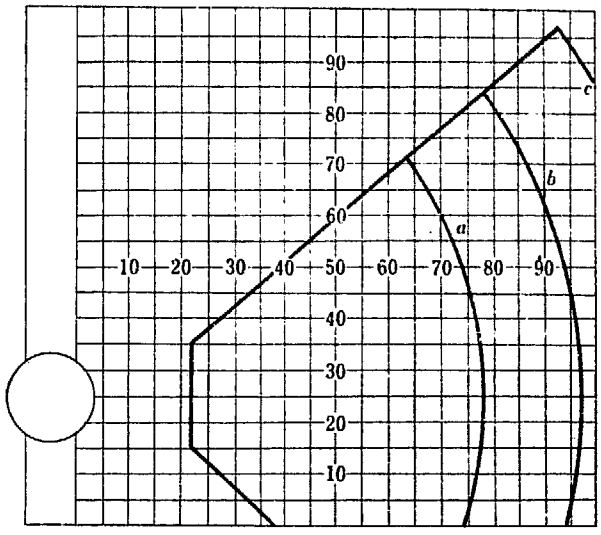


Fig.55 Handling area of tongs-Pb 10 cm -(vertical, x-x)

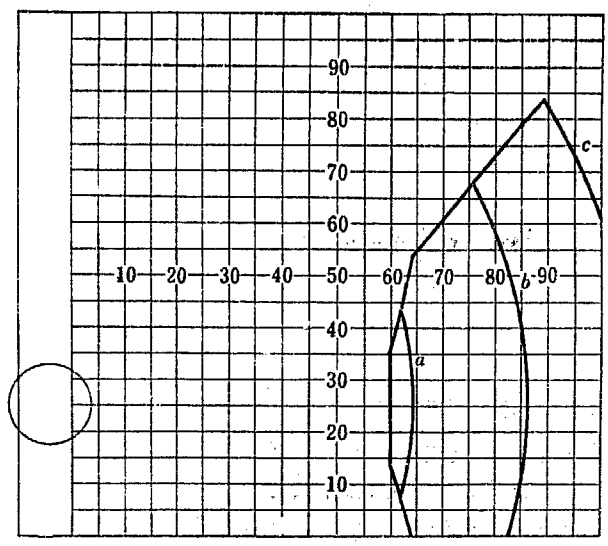


Fig.56 Handling area of tongs-Pb 10cm -(vertical, y-y)

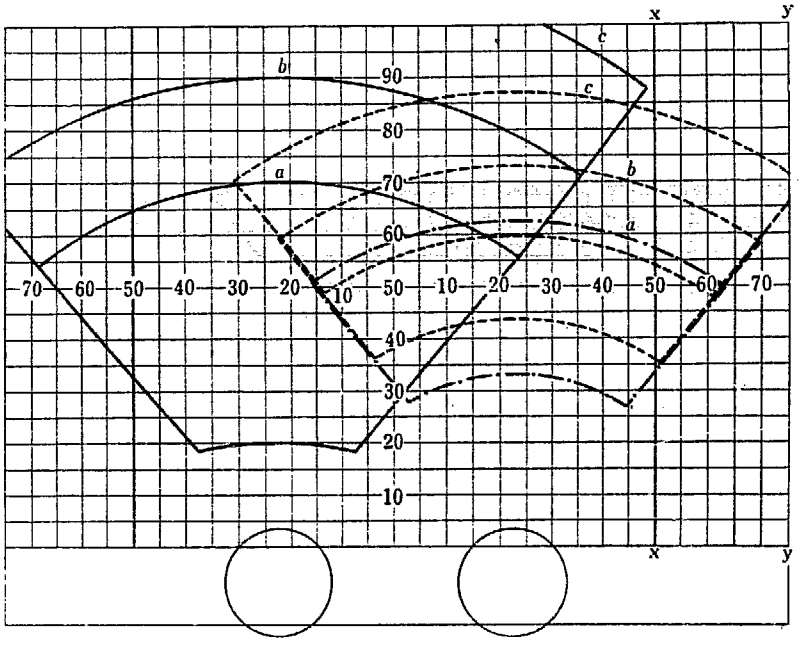


Fig.57 Handling area of tongs-Pb 15 cm-(horizontal)

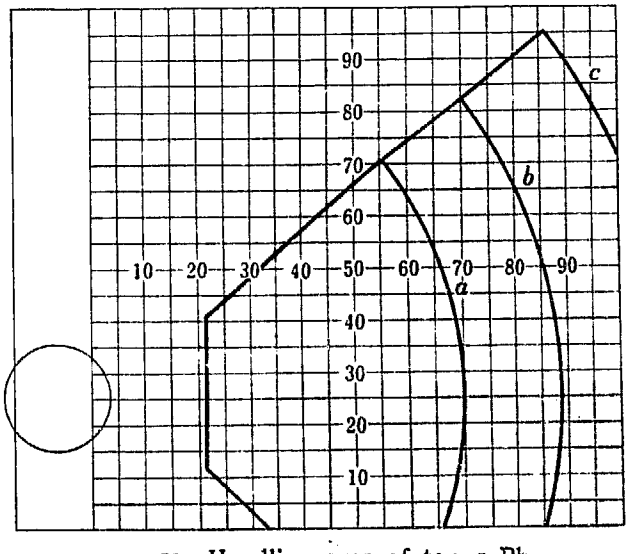


Fig.58 Handling area of tongs-Pb 15 cm-(vertical x-x)

における摺動部が 20～45 cm 程度の時である．100 cm トングでは 30～60 cm, 120 cm トングで 55～75 cm である．これらの値に指先部の長さを加えると使い易い範囲を決めることができる．

Fig.54 および Fig.57 にそれぞれ破線で示す．さらに汚染除去用ブーツをつけるとトングの操作はおこない難くなる．

4.4 ケーブ内の配置計画

ケーブの床下を走るコンベヤーで試料，試薬，ガラス器具類を各ケーブ間に運搬するため，ケーブ床およびインナーボックスの床面にコンベヤーの開口部を設ける必要がある．この取り出し口は試料の取り入れが容易に操作できる位置であり，またケーブの working space の有効範囲に支障をおよぼさない場所でなければならない．そのため，これまでのべた視界およびトングの有効範囲からと実際に機器類を設置してモックアップ試験をおこなった結果から設定位置を決めた．Fig.60 について視界は最大視界であり，トングの有効範囲は摺動部の長さ 80cm, 100 cm, 120 cm の 3 種を併用した場合の範囲を示した．この場合，woking space は視界よりもトングの操作範囲によって決ってくる．

コンベヤーの開口部の大きさは運搬されるものにより決り，ここでは 15 cm² とした．Fig.61 に示した開口部は前の条件を一応満足する位置であると思う．ただし，このコンベヤーは試料などを持ち上げる機構を備えており試料瓶などの頭部がインナーボックスの床面に水平かそれ以上，床面より出ないとトングで掴むことはむずかしい．もし，床面より低い位置に瓶類があると，若干，この開口部をケーブの奥に移した方がよい．Fig.61 には開口部を左側に示してあるが左右対称の位置のものについては省略した．

ドレン孔は Fig.61 からは 8 箇あるが，これは巾 1 m と，巾 1.5 m のケーブの 2 種を想定したためで，実際は廃液処理方式によって違うが，この場合 2 箇をドレン孔に他の 2 箇をプラグ式にしておき必要なときに使う，いわゆる予備孔である．孔の位置が比較的イ

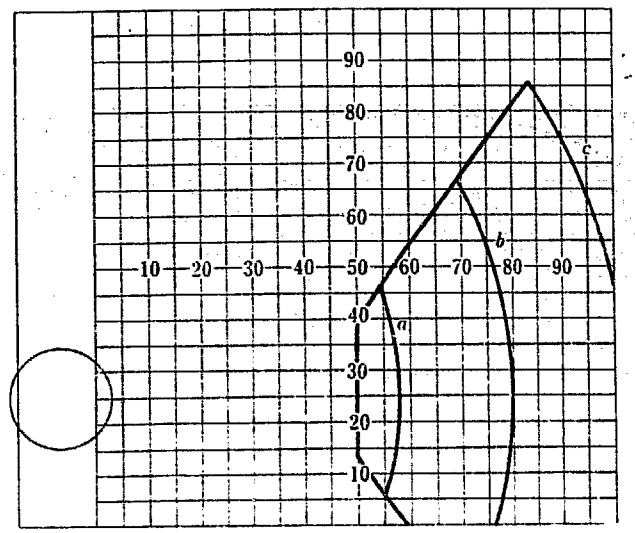


Fig.59 Handling area of tongs-Pb 15cm-(vertical, y-y)

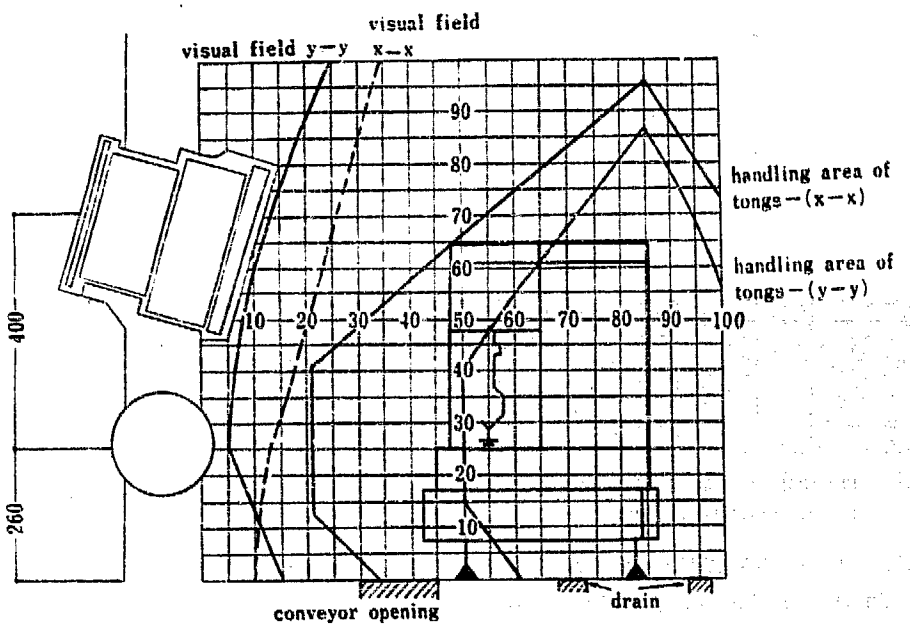


Fig.60 Space arrangement-vertical section

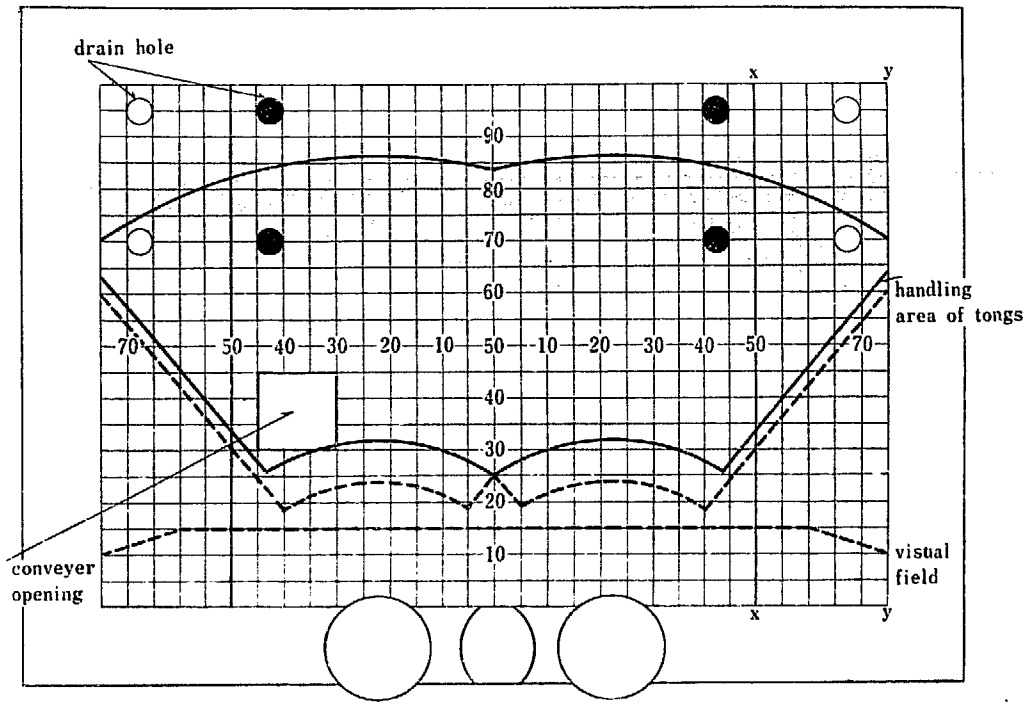


Fig.61 Space arrangement-horizontal section

ンナーボックスの後壁の近くにあるのは漏斗やポリエチレン管を使って流し場を前面に移動することを前提としているためである.

4.5 ケーブの寸法

Fig.62 はモックアップ試験の結果にもとづいて設計された再処理試験装置の附属分析用ジュニア・ケーブの概略の断面である.

(1) ボールソケットの間隔 450 mm

(2) 窓の中心からボール・ソケットの高さ 450 mm

(3) ボール・ソケットとケーブ床面 255 mm

(4) 窓の中心と床面 1,550 mm

(1), (2) は肩巾と眼および手の位置から, (3) はトングの有効範囲と内装機器の大きさから定めた. (4) については少し高く思われるが, 身長 175 cm 程度を基準にとりこれ以下の場合は適当な台を使用する.

5 結 語

本報では窓の視界, ケーブ内の照明, トングの有効範囲, working space, ケーブの寸法などいわゆるケーブの建設に必要な大きな問題ばかりであって取り上げた部分としてはわずかであるが, ケーブを円滑に運転していく上で欠くことのできない要素についての試験である. このモックアップ試験を出発点として残っているケーブの外装, 内装に関する諸問題については検討をするが, これについては別の機会に報告する予定である. 最後に, 本試験にいろいろと御助言いただいた日本光学の須田氏ならびに再処理共同研究会議の分析小委員会の諸氏に厚く謝意を表する.

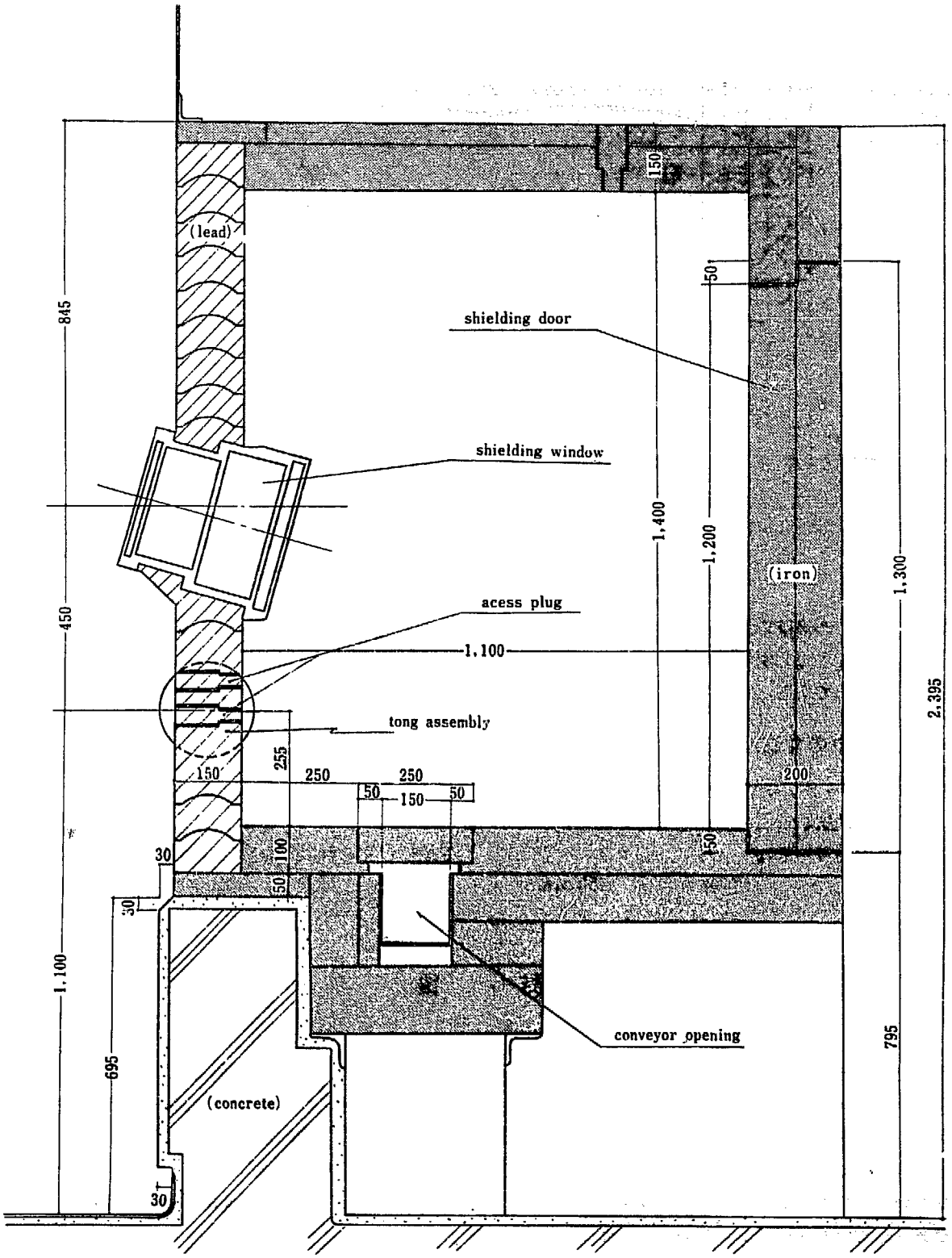


Fig.62 Vertical section of Junior Cave

6 参考文献

1) E.J. FREDERICK: *Nucleonics*, **12** (No. 11), 36 (1954)
2) C. LAMB: *Talanta*, **6**, 20 (1960)
3) J.J. McCOWN, *et al.*: Proceedings of the Sixth Hot Laboratories and Equipment Conference, 63 (1958)
4) N.B. GARDEN: TID-5280, 338 (1955)
5) F.W. DYKES, *et al.*: *Anal. Chem.*, **28**, 1084 (1956)