

航空港土木 (其の2)

正會員 羽中田 參次*

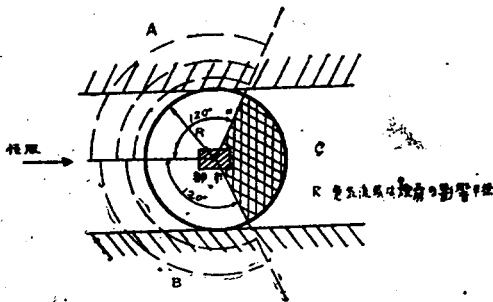
二 3 氣象條件

氣象的條件は航空港建設に際しての敷地の選定に重要であるばかりでなく航空港の活動乃至運用遂行に大きい影響を有つ事は勿論である。

航空港附近に於ける氣象上の問題は風の強さとその主要方向(最多風向)霧雲の形成及降雨降雪等である。

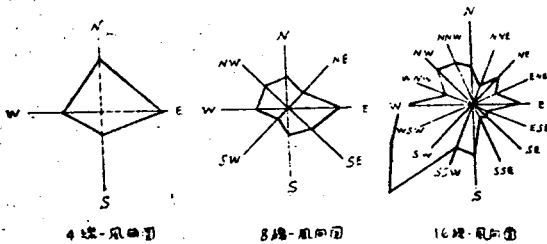
風の強さは滑走地帯の面積と關係があり最多風向は滑走路の方向を定め又航空港の建築物の配置に重要な關係を有す、又強風嵐の襲來する方向も調査して置く必要がある。建築物は恆風に平行して且つ風向回数の少い方向に建て航空機の離着陸に妨げとならぬ様にする。

霧や霧の密度の大きい地區はなるべく避け都會地區の風下は煙霧を齊らす故之を避ける。



圖一七 都市と空港選定區域の關係

圖一七に於て飛行場を選定すべき場所はA、或はBを選び更に密ましい地區は、上、下部ヘツチの地域とす。

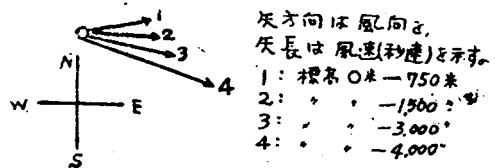


圖一八 各種風向圖

風向を統計し圖示せるものを風向圖と稱しその圖示方法に種々ある。圖一八の如し。

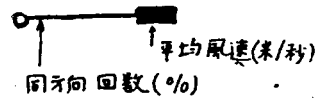
風速及風向回數等を示す方法も種々ある。圖一九、一〇参照

I)



圖一九 標高に應ずる風向風速

II)



圖一〇 風速並に回數

風速或は風力の目安として日本の標準を示せば次の如し。

風級	相當風速	摘要
0.	0 ~ 0.5	靜穩にして煙烟直上す。
1.	0.6 ~ 1.7	風向は煙烟の靡ふので判るか風信器には感じない。
2.	1.8 ~ 3.3	風が顔に當るのを感じる、樹葉が動く。
3.	3.4 ~ 5.2	樹葉や枝が翹えず動揺し、旗等は閉る。
4.	5.3 ~ 7.4	砂塵揚り小枝が大分動く。
5.	7.5 ~ 9.8	葉の繁つた木が揺るぐ、河湖小波が立つ。
6.	9.9 ~ 12.4	大枝が動く、電線が鳴る、傘を用ふるに困る。
7.	12.5 ~ 15.2	樹木が全體揺るぐ、歩行困難。
8.	15.3 ~ 18.2	小枝が折れる、歩行が出来ない。
9.	18.3 ~ 21.5	建物に少し位の損害を受ける。
10.	21.6 ~ 25.1	樹木が根こぎになる。
11.	25.2 ~ 29.0	建物に損害が多い、建物に大損害がある。
12.	29.1 ~ 29.0	更に強い。

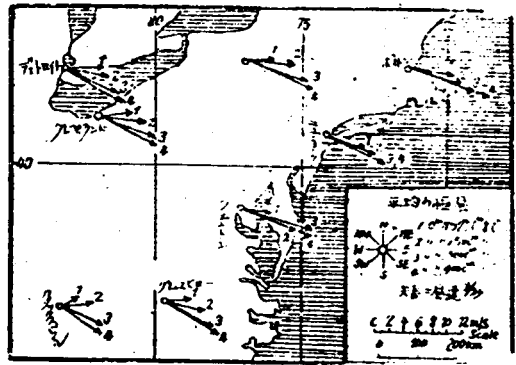
* 工學士 交通部技佐

航空機は原則としてその時の風向に正對して離着陸するのが合理的であり且つ滑走距離を短縮し得るのであるが(カールピラース博士著「航空港」に依れば滑走速度25米/秒のものに對して風速0米/秒に比較して風速5米/秒の影響に依り滑走距離は20%減少するとある。一之は航空機の性能に依り必しもこの結果を生じないであらうけれど風速に比例して滑走距離を短縮し得る事は事實である。筆者註。)風力の弱いとき之に正對する事に依つて得る效果に比して、他に有效な條件あるときは必ずしも風向に正對しない。強い風速のものについては之を側風として受ける事は特に滑走中に於ては航空機を不安定ならしむる危険があるので、一般に離着陸滑走に於ては風速5米/秒以上に對しては原則として之に正對すべきものとしてゐる。獨逸に於ては一般に強風に於ては22.5°の側風を受けて離着陸する事を禁じてゐるが、アメリカの研究に依れば強風に於て15°の側風を受けて滑走する場合その抵抗が2倍するとされてゐる。此は着陸の場合特に有效である事を記憶して置くべきであらう。斯の如く風向風速は離着陸に際しては重要な事項であり、航空港に於ける滑走路方向の決定には風向風速の詳細なる統計を絶対必要とするものである。然し之の際一言して置きたい事は、航空港のある都市の一般的風向圖は必しもその空港に適切なるものと云ひ得ない事である。即之を具體的に云ふれば市外地域にある空港がその市街と小丘、森、或は林等にて劃されてゐる場合その影響に依り其市街地内に於て觀測統計されたる風向圖は空港に於て觀測された結果と必しも一致しないからである。この注意を怠つて滑走路方向決定を誤る事が往々ある。

各航空港のみならず國內各地に於ける風向を統計し之を總括して國內各地風向圖表を作製して置く事は極めて有效な事である。又此等各地風向圖を基礎にして國內全域に於ける等風向線圖を作る事が出来る譯であるか之に依れば風向未統計の地方に於ける大體の風向を推定する事が出来て航空港の新設には役立つものである。

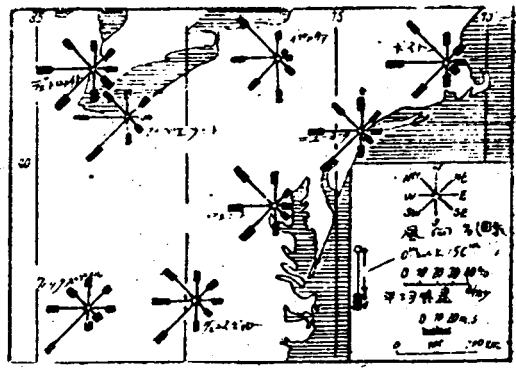
風向のみに限らず降雨、降雪等についても同様に圖化する事が出来るが之も亦是非作製して置きたいものである。

以下北米並に歐洲に於ける風向と、その速度及恆風流線圖並に悪天候統計圖を例示しやう。



圖—11 北米合衆國の東部地方に於ける高さによる恆風の方向と速度

圖—11を見て分明なる如く、風向風速は高度に依り異り大體之に比較して風速が大きくなつて来る。之の如き各地風向風速統計は航空港に關して必要なばかりでなく、航法上極めて重要な示針となるものである。従つて之を云ひ換へて見ると、航空上高層氣象の觀測調査の必要性は必然的に人類文化生活を三次元化ならしむると云ひ得よう。御參考迄にカールピラース博士著書「航空港」に依つてアメリカ並に歐洲に於ける風向に關して述べて見るならば、アメリカに於ては一般的に見て恆風方向は西向きであつて、海岸線近くに於ては標高750mに於ける

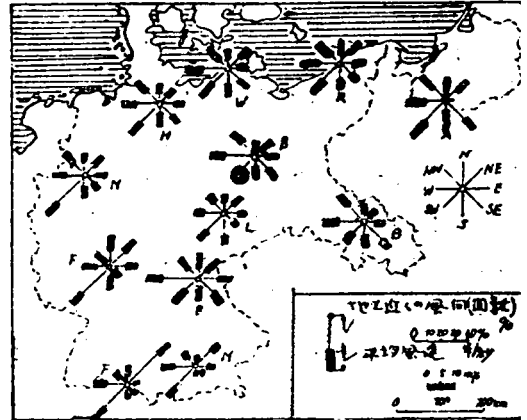


圖—12 北米合衆國の東部地方の風向と平均風速とを示したる風圖

場合と標高 750m—4,000m に於ける場合と比較してその差は僅少であるが、西部地方に於ては80%—75%の相當著しい範圍の風差がある。而して高度に比例して恒風は北を基準にして時計廻りに偏してゐる。即ち低標高に於て最も強い西風は標高4,000mに於ては北西に偏してゐる。

圖—12は各標高に於ける平均風速を示せるもので之を圖—5見較べて見ると一層分明しやう。

獨逸の例に就いて同様に之を見るに圖—7の如く55—70%は風速2.0—10.0米/秒で平均風速は4—6米/秒となつてゐる。獨逸に於ける風速回數の年平均率を示せば表—7の如し。



圖—13 ドイツの各地方に於ける風向と平均速度

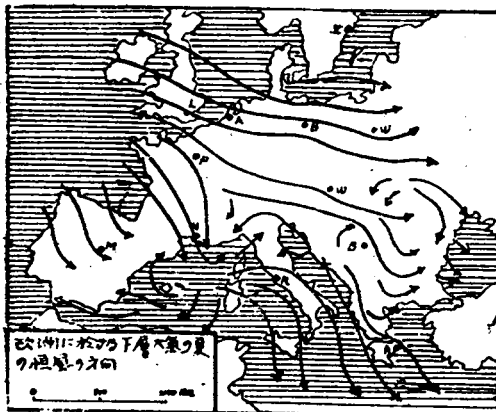
表 — 7

地 方	風				速		計
	0—0.5 米/秒	0.5—2	2—5	5—10	10—15	15—	
海 岸 地 方		16	44	26	8	2	100
北 部 獨 逸	9	18	43	23	6	1	100
中 部 ”	14	12	48	21	4	1	100
南 部 ”	21	23	37	14	4	1	100

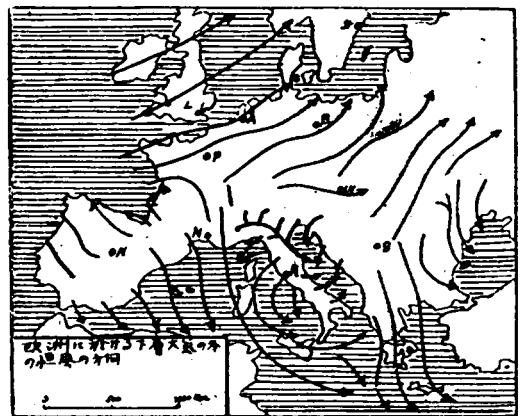
以上の風向圖を等風方向線として示せば圖—14—15の如くなる。圖—14—15は夫々夏期と冬期と示せるものであるが、兩者比較して見ると斯の如く夏期と冬期に於て著しい差がある事が分明される。

北部歐洲に於ては冬期の恒風は南西であり夏期に於ては北西になつてゐる。南部歐洲に於ては冬期に於ては

大陸より地中海及び大西洋へ寒風が流れ夏期に於ては之と逆になつて海洋の寒氣流は大陸へ向つてゐる。



圖—14 歐洲に於ける下層大氣の夏の恒風の方角



圖—15 歐洲に於ける下層大氣の冬の恒風の方角

圖—16は標高3kmの獨逸とその隣接せる地方に於ける等恒風線を示せるものである。

大體西風でフランクフルトよりフライブルグ間のライ

ン峡谷の都會に於ては南西、フリードリヒスヘフェンの所では北東を示し、パッサウ附近に於てはドナウ峡谷の影響を受けて著しく西風になつてゐる。

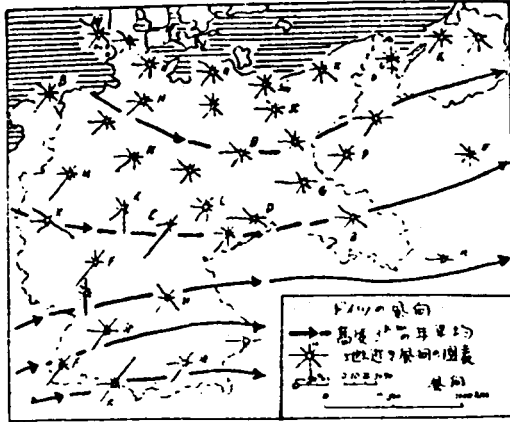


圖-16 ドイツとその隣接の地方に於ける風向と風力

前掲の表-7に依る風向と風力圖を示せば圖-17の如し。海岸地方に於ては静穏風(0-0.5m/s)は最も少く4%で南部獨逸地方に於ては最も多く31%を示してゐる。

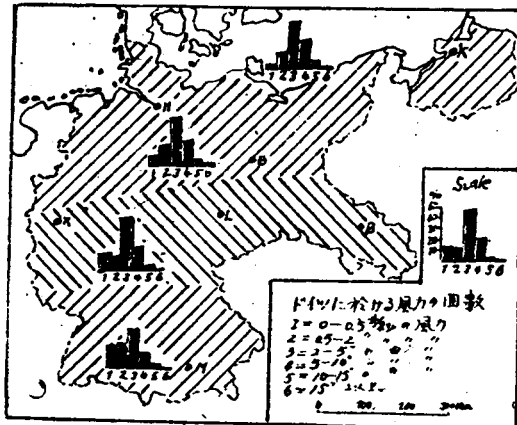


圖-17 ドイツに於ける風向と風力

次には氣象に於ける天候についての例であるが、空港に於ける天候の影響に關する一般概念は既に前述した通りであるが、之を一定の方式に依つて圖化して置く事は航空港の設置或は計畫に有效であるばかりでなく大切な事と云はねばならぬ。圖-18は表-8を基礎にして之を圖化したもので、午前7-8時の観測に於て低雲100米以下の雲高及び視度1km以下の如き悪天候の1箇月に於ける日數を示せるものである。之を見るに海岸地方に於ける悪天候日數は年40-50日で内方陸地は20-25日になつてゐる。

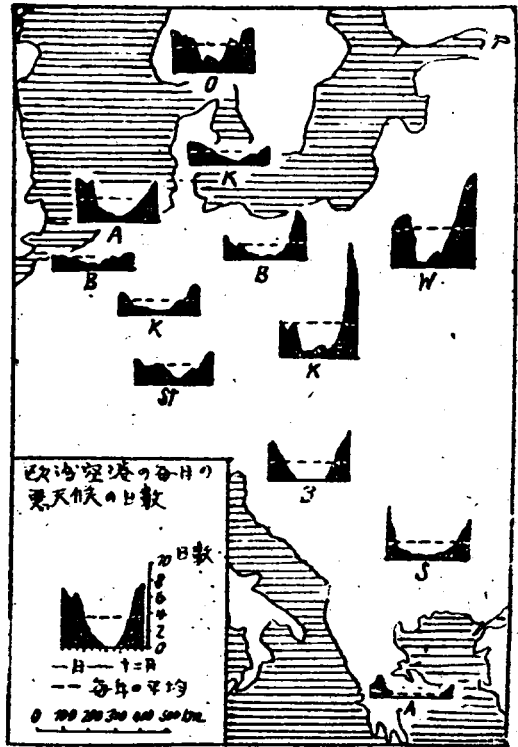


圖-18 歐洲の飛行場に於ける毎月の悪天候の日數

表-8

歐洲に於ける各航空港の天候(早朝観測に依る雲高100米以下、或は視度1km以下の月別日數)

観測位置	ロンドン	ブラッセル	アムステルダム	コンペルゲン	オスロ	コロン	スタットガル	ベルリン	ワルツ	クラコ	ベルグラー	ソフィア	アテネ
観測年數 (b)	5	6	10	5	3	5	4	5	6	6	5	5	4
1 日	31	9	57	11	9	12	12	15	29	25	22	32	3

2	日	29	8	43	12	7	9	6	5	34	13	19	8	10
3	日	24	6	50	10	6	3	8	8	34	23	7	6	—
4	日	8	5	12	6	7	4	7	1	1	4	1	2	—
5	日	4	4	8	3	1	3	7	1	1	3	—	3	—
6	日	3	3	4	2	3	—	2	—	—	5	—	—	—
7	日	4	1	6	1	1	1	1	1	9	8	—	—	—
8	日	5	6	9	1	2	1	3	—	6	5	—	1	—
9	日	13	8	10	3	7	7	7	3	20	7	1	3	1
10	日	11	6	30	6	5	7	6	8	40	23	9	5	—
11	日●	39	11	42	7	9	16	14	27	59	85	22	13	—
12	日	32	11	43	10	10	15	14	18	63	35	29	24	5
計	(S)	203	78	314	72	67	78	87	87	296	236	110	97	19
年	平	41	13	31	41	34	16	22	17	49	39	22	19	5
	均													
	$\frac{s}{12b}$	3.4	1.1	2.6	1.2	2.8	1.3	1.8	1.5	4.1	3.3	1.8	1.6	0.4

悪天候の危険により航空機の着陸を安全ならしむる方法としては次の如き方法が考へられる。

- 1) 避難の爲の航空港を別に設置する事。
不時着場は當然之に充てられる。100~200軒の間隔に設置したい。アメリカに於ては約80軒としてゐる。
- 2) 一都市に數箇の航空港を分散的に存置する事。
之は霧中着陸の危険を救ふばかりでなく、都市防空飛行場の見地よりしても重要な事柄で、都市より30~40軒以内とする。
- 3) 盲目着陸施設。

之は無線計器の誘導に依り安全に着陸せしむる方法として是非必要な施設である。

以上獨逸並にアメリカに於ける氣象關係の資料の一部を例示して氣象と航空港の關係性並に氣象統計の圖式法を述べたのであるが、滿洲に於ける之に類する資料は取扱方が注意を要するので割愛するとして日本の極く大略の例を擧げて見やう。

圖一十九は日本に於ける平均風向風速圖で表一9—10は各地別平均風速風向の統計である。



圖一十九 日本に於ける平均風向風速圖風速は等風速線風向は矢印で示す。

表 - 9

日本に於ける各地平均風速

地 名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
台 北	3.5	3.3	3.6	3.2	2.9	2.2	2.5	2.9	3.1	3.7	4.0	3.7	3.2
那 霸	4.3	4.4	3.8	3.1	2.9	2.7	2.8	3.2	3.5	3.8	4.3	4.3	3.6
鹿 島	3.2	3.4	3.4	3.1	3.0	2.7	2.8	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1
大 阪	3.2	3.2	3.1	2.9	2.8	2.7	2.8	2.8	2.7	2.5	2.7	3.3	2.9
東 京	2.7	3.0	3.1	3.0	2.9	2.6	2.6	2.6	2.6	2.4	2.4	2.5	2.7
父 島	2.5	2.8	2.4	2.1	2.1	2.0	1.6	2.1	2.0	2.0	2.1	2.3	2.2
青 森	3.5	3.5	3.5	3.3	3.1	2.6	2.3	2.2	2.2	2.5	3.1	3.6	3.0
札 幌	3.3	3.2	3.7	4.2	4.4	3.7	3.3	3.0	2.8	2.8	3.2	3.2	3.4
大 泊	4.6	4.2	4.8	4.4	4.1	3.6	3.3	3.3	4.0	4.9	5.5	5.3	4.3
京 城	1.6	2.0	2.3	2.3	2.1	2.0	2.0	1.9	1.6	1.3	1.6	1.6	1.9

表 - 10

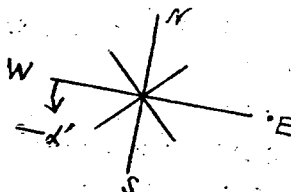
日本に於ける各地平均風向

地 名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
台 北	N78E	N77E	N72W	N68E	N76E	S70E	S59E	S67E	N83E	N81E	N80E	N79E	N81E
那 霸	N35E	N31E	N54E	N84E	S83E	S3W	S25E	S61E	N68E	N43E	N42E	N37E	N64E
福 岡	S23W	N28W	N30E	N25E	N47E	N79E	S43E	S77E	N73E	N79E	S56E	S19W	S86E
大 阪	N25W	N11W	N5W	N3E	N3W	N45W	S84W	N3E	N26E	N31E	N26E	N15W	N3W
東 京	N27W	N22W	N11W	N38E	S52E	S45E	S29E	S32E	N24E	N SW	N21W	N29W	N9W
八 丈 島	N72W	N66W	N73W	S79E	S76W	S62W	S51W	S7W	S21E	N36E	N40W	N74W	N80W
父 島	N30W	N44W	N20W	S70E	S19E	S16W	S35E	S60E	S72E	S63E	N44W	N	N87E
函 館	N46W	N43W	N55W	S36W	S16W	S29E	S27E	S46E	N30E	N42W	N55W	N51W	N61W
札 幌	S42W	S18W	S41W	S27E	S48E	S65E	S68E	S55E	S40E	S7E	S49W	S61W	S27E

S 方向風向圖より恒風方向を求める計算法にランベル
トの公式(Lambert Formula)がある。

$$\tan \alpha = \frac{KN}{KW} = \frac{N-S+(NE+NW-SW-SE)}{W-E+(NW+SW-NE-SE)}$$

$$\times \frac{\cos 45^\circ}{\cos 45^\circ}$$



例へば、

N NE E SE S SW W NW O S

1 5.7 20.2 3.3 5.4 5.0 29.4 6.9 6.4 17.7 100.0—

(圖-20参照)

2 8.5 8.9 7.6 7.4 5.3 31.2 18.8 7.8 4.5 100.0

(圖-21 同)

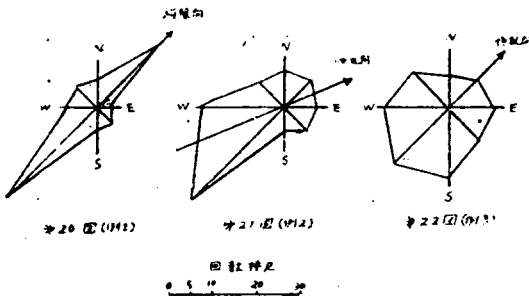
3 7.8 9.3 10.4 9.8 15.6 17.6 14.9 11.9 2.7 100.0

(圖-22 同) O: 静穏風

圖-20

圖-21

圖-22



ランベルトの公式は總ての風向圖について必ずしも正しい結果を示さない、例へば1の場合は圖示の如き結果は得られない。

上示の三箇の例は風向圖の代表的なもので即ち(1)は最多風向は一方向(SW→NE)、(2)は最多風向と次多風向(W→E; SW→NE)の差が僅少で、(3)は最多、次多及次々多風向(W→E; SW→NE; S→N)の各の差が僅少な場合である。

滑走路の方向を決定する場合には、最多風向のみに依つて決定される場合があるが、之は妥當なものと云ひ難い。恒風向に依つて定むべきである。何故なれば年平均の最多風恒と月別或は季節別の最多風向は必しも一致しないからである。之の理由に依つて滑走路方向は一方向のみでは満足されないと云ひ得る。従つて風向圖は年平均のみでなく月別及季節別の風向圖に依つて恒風方向を算出し、而も前述の如く風速圖とにらみ合せて滑走路の方向或は建築の位置を決定すべである。風速圖は5米/秒以上のものについて作製する必要がある。嚴密に云ふならば5米/秒で區別する事は妥當ではないが、現今の機種に於て中型機を對象に考へれば5米/秒を標準にして

支差へないであらう。

4 周囲の障物

航空港の敷地を選定或は設置する場合に考へればならぬ重要な條件の一つで且設置後に於いて更に航空港の遂行力を充分發揮せしむる爲には周囲の障物の除却或は制限を嚴重にしなければならない。周囲の障物の程度如何は一つに航空機のパフォーマンスと操縦士の技能に依るもので而して決定的基礎を與へるものは航空機のパフォーマンスである。

航空機の離陸行動に於ける水平進行距離と上昇距離との關係は機種に依つて著しく異なる。戦闘機等の如く行動の輕快なものは上昇と水平距離の比は1:3輸送機で1:10の數値を示してゐる。(圖-23)而して近年の傾向として航空機は大型になりつゝあり且つ搭載量も過重になりつゝあるので1/15~1/20位に上昇角度を見るべきである。

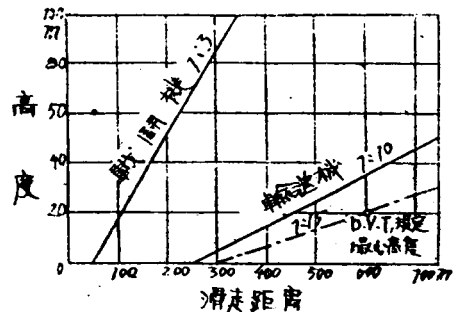


圖-23飛行機の種類による滑走路距離と上昇率の概略

飛行機の設計製作の方面よりはなるべく上昇率のよいものを作らうと研究してその爲の最低條件を法規で規定してゐる。國際航空條約に依つて定めた規程では飛行機は毎秒2.5mの逆風時次の離陸條件に適合する事を要す。水平距離 600m 以上滑走及飛行する事なく發航飛行場の地上の高さ20mの障物を飛越へる事……。飛行機、製作に對して斯る上昇能力を要求すると同時に航空港に對して法規で周囲の障物を除く様に規定してゐる。滿洲國に於ては航空法第25條に次の様に規定してゐる。

第25條 主管部大臣へ航空ノ安全保持ノ爲公共ノ用ニ供スル飛行場又ハ飛行場豫定地ノ境界ヨリ外方千五百米

圖 25

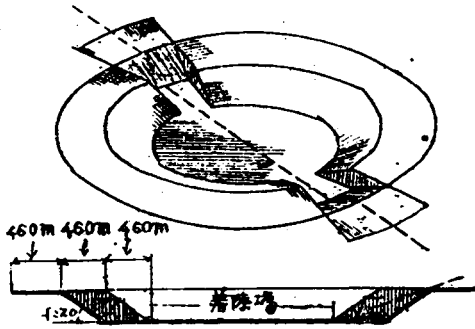
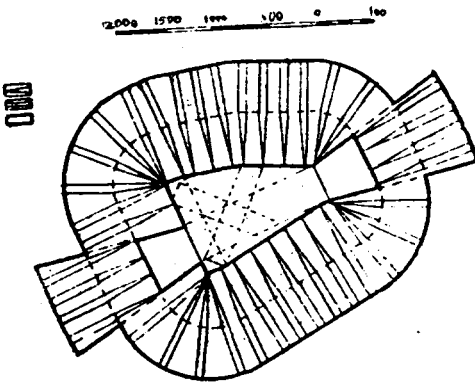


圖 26



次の如し。圖-27

第2節 航空港の構成

航空港を形成するものは離着陸面、航空技術施設及航

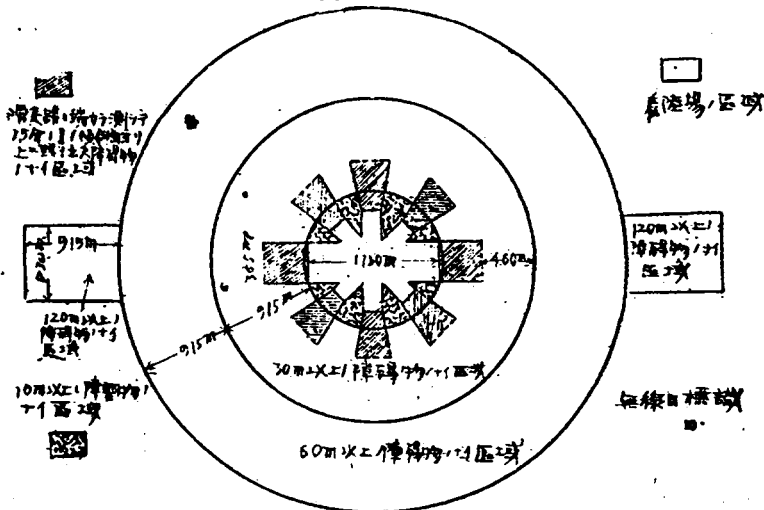
空経営設備である。離着陸面には適宜に設置された滑走路を造るのが普通でその面積並に形状は航空港の使用価値或は地勢等の條件に依り決定される。

離着陸面に於ける航空機の飛行技術を容易にし危険を防ぐために設けるべき施設は航空港の標識、離着陸信號、風向表示、夜間照明及び、無線着陸施設等で、航空経営のための設備は貨客の發送を處理する事務所を含む空港本館、格納庫、及び油庫等である。

地域的には建築地帯、準備地帯、誘導地帯(又は接續地帯)離着陸滑走地帯及び豫備地帯に大別出来る。而して建築地帯とは航空港本館、格納庫及び油庫等の建築の占むべき地帯で、恒風に平行し航空機の離着陸に支障なき地域を之に當つべきである。準備地帯は航空機の離陸前後の一般的な諸準備を行ふ地帯で又簡単な分解修理も行ふ。之は格納庫に接近せる地域を占め、前庭(エプロン)と稱してゐる。誘導地帯は離着陸前後の航空機が準備地帯に出入する誘導の目的に當てられた地域で、特にその通路を定め舗装形式を取りたる場合誘導路と稱してゐる。滑走地帯は航空機の離着陸滑走に使用さるべき地帯で特にその通路を定め舗装構造に依る場合滑走路と稱してゐる。豫備地帯は將來の用地擴張を豫想し確保する地帯或は航空法の障碍物制限に關する第一項に該當する地域と稱する。之を簡単に圖示すれば次の如し。圖-28、

【準備地帯は場合に依り建築地帯に入れる場合がある。

圖 27



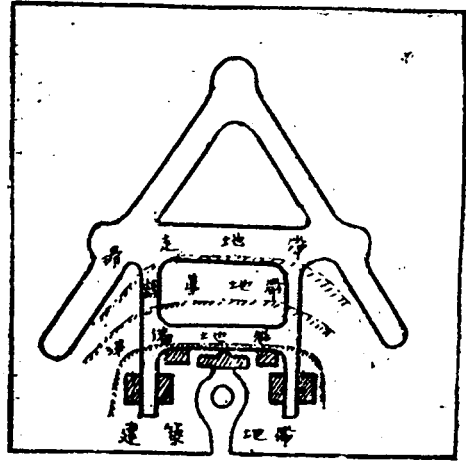
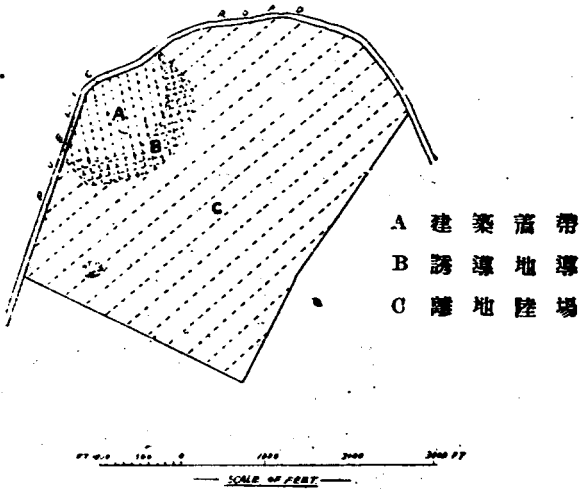


圖-29 航空港の地帯別

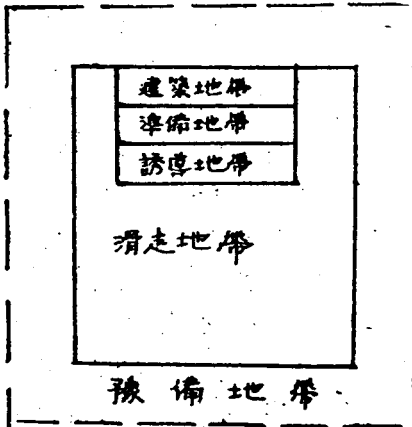


圖-28 航空港の地帯別

標準型の一例を示せば下圖の如し。(圖-29)