

航空港土木(其の4)

正會員 羽 中 田 參 次*

第4節 滑走路の配置

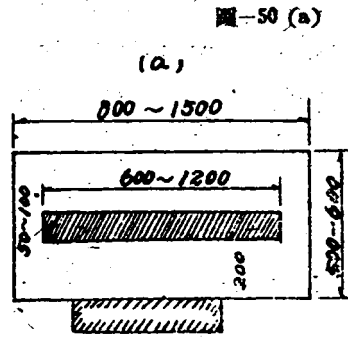
滑走路の配置について考慮すべき要件は、風向と建築地域並に地形とである。滑走の方向が恒風方向に失つて決定さるべき事は前述の通りで、その位置については之又前節論じたる建築地帯との關聯性と、併せ離着陸場の地形を考慮して決定すべきである。勿論建築地帯の位置を優先的に定めて後、地形を考慮し滑走路の位置を定める事は本末逆で、航空機の離着陸操作を第一義的に置いて之を之に従はしむべきである。但しその間多少或程度の妥協歩せしめて一方的に關せしめざるの注意が必要である。

滑走路の配置について、本論に於ては説明の便宜上風向、地形と關聯せしめず滑走路の配置の形式を圖示する事とする。

(註) 1 原則として主滑走路に第一義的に建築地帯を關聯せしめる。

- 2 滑走路を舗装せしむるものとして圖を書きたる事。
- 3 空港の形は假りに矩形又は正方向とする。

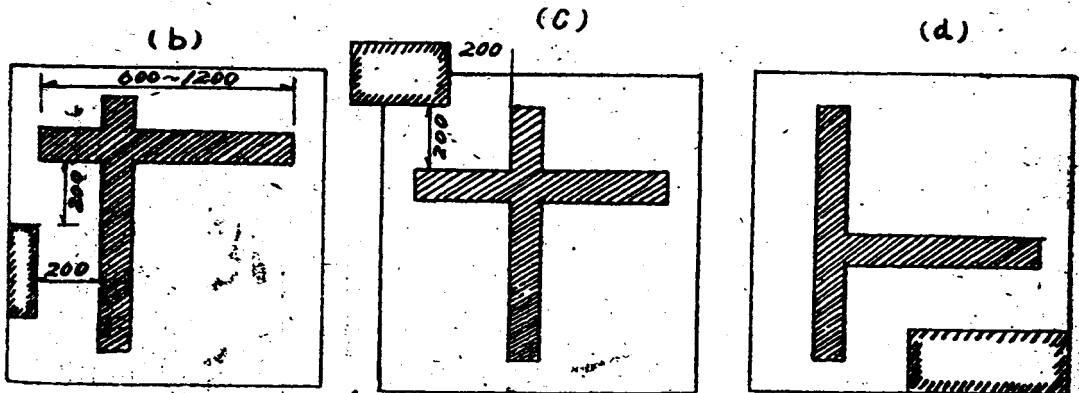
(1) 滑走路一本の場合



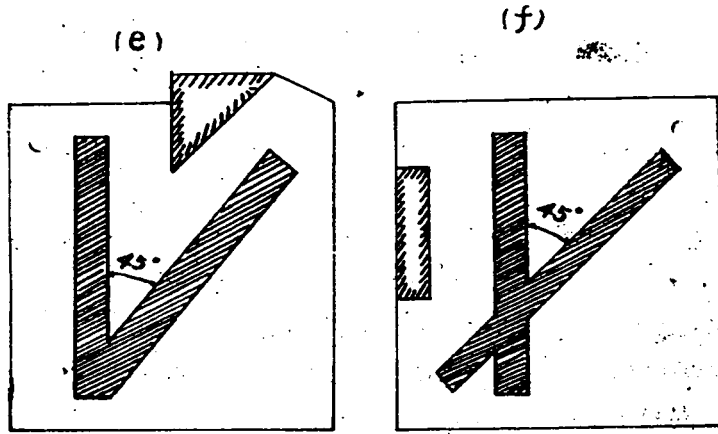
註 滑走路 建築地帯

(2) 滑走路二本の場合

圖-51 (b)-(f)



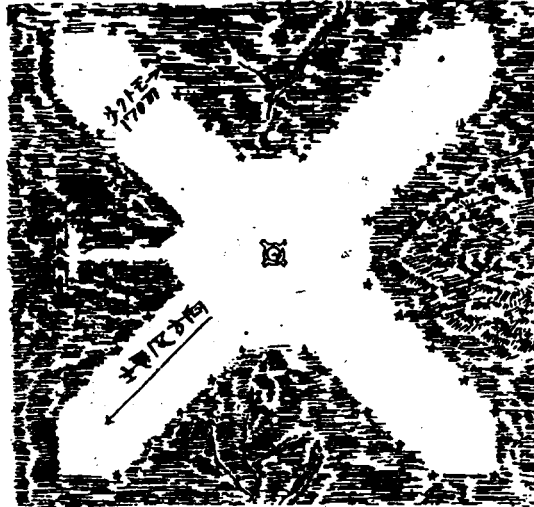
* 工學士 交通部長佐



滑走路二本の場合は交叉角を90° 60° 45° 或は30° とする。(a) (b)及び(d)の形は略ぼ類似のものであるが、地形の關係に依つてこの三つの形が夫々よく適合する場合がある。

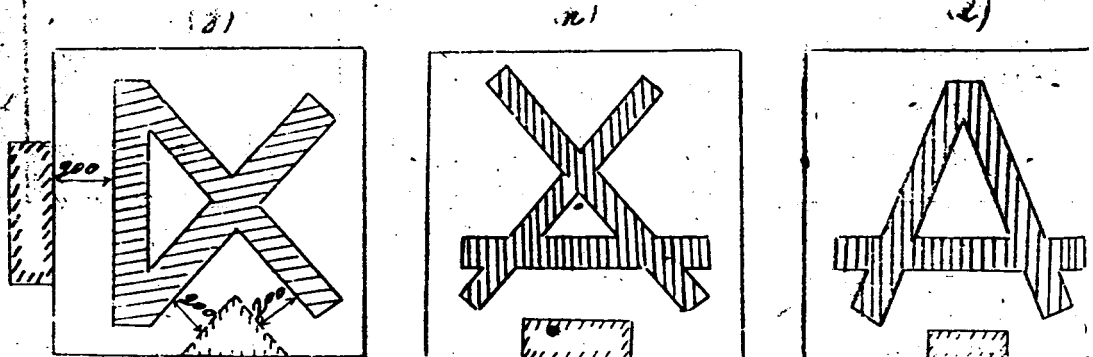
(b)に於ける建築地帯の位置は窮屈を感じ發展性が低い。圖-52は地形を考慮して90°に交叉せしめたる二滑走路の離着陸場である。

圖-52

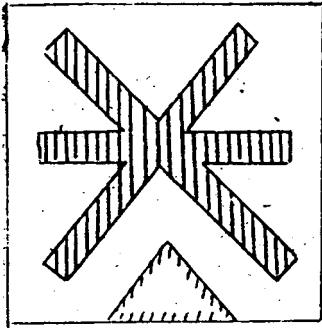


(3) 滑走路3本の場合

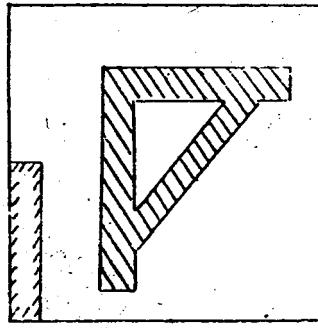
(圖-53)



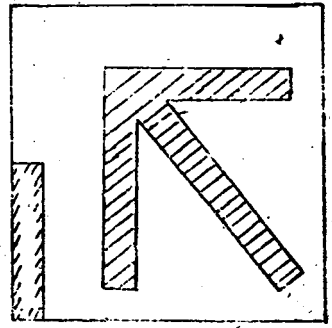
(1)



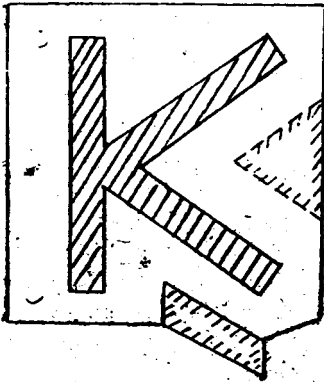
(2)



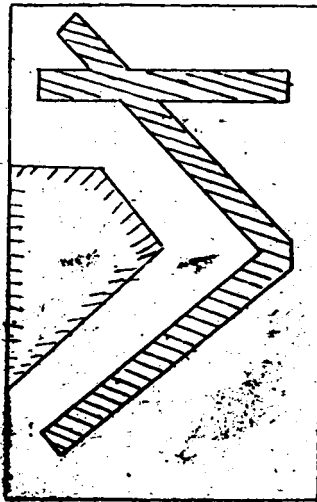
(3)



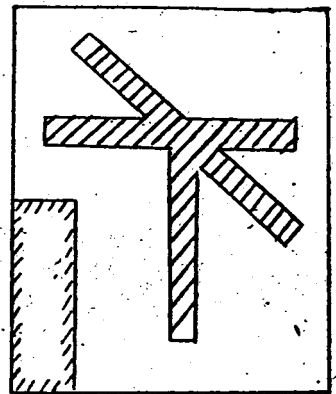
(4)



(5)



(6)



・滑走路3本の場合はその交叉角を60°にするを普通とするが、45°、90°等の角度を巧に挿入して恒風向に一致せしめる事が肝要である。3本滑路を所有せしめる空港の建築電槽は大部分は楔形正面配置の形式を採用の方が有効の場合多し。ウッド式の基本形も3本滑走路で(8)の形に類する。圖-54及圖-55ブルバント(カルホルニヤ)

空港の要圖で(6)型に類する3本の滑走路を採り建築電槽を敷地の隅角に置いてゐる。隅角配置式である。又セントルイス(アメリカ)は(1)型を、リオデジネロ(ブラジル)(圖-45)は(1)型を採り圖-56は(6)型に類する。

圖-54 ブルバシク(カルフホルニキ)空港

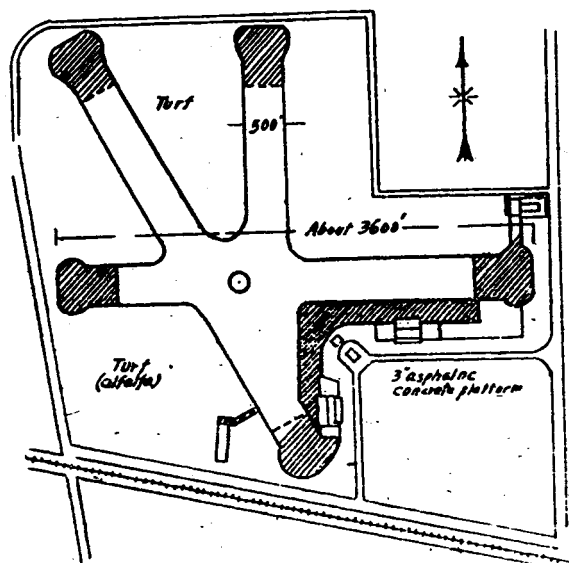


圖-55 同俯瞰圖



圖-56 (o) 型配置例

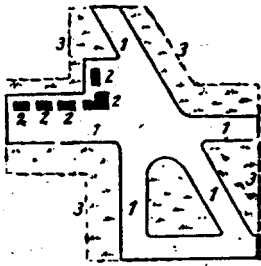
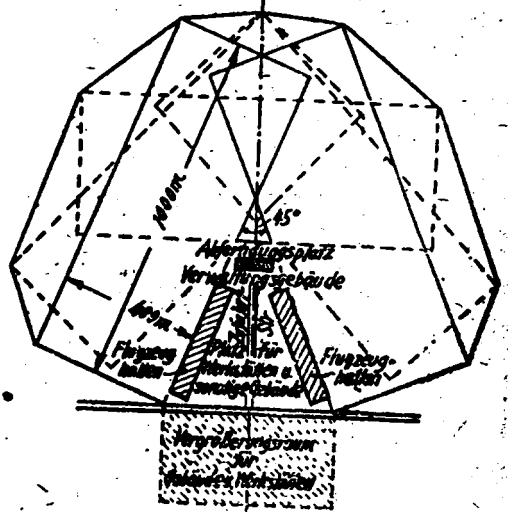


圖-57は3本滑走地帯と之に對する建築地域の位置を効果的に配置せる圖解である。

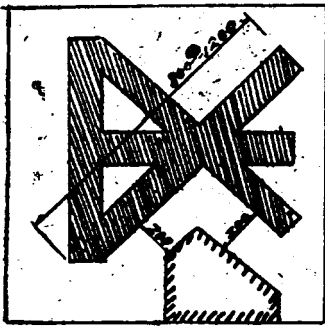
圖-57 3滑走地帯と建築地帯



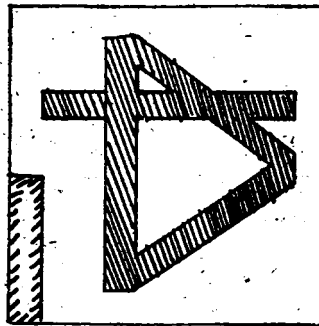
(4) 滑走路4本の場合

圖-58 (p)-(x)

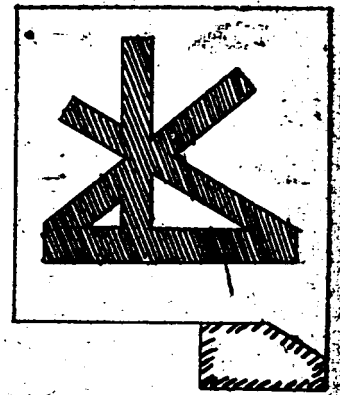
(p)



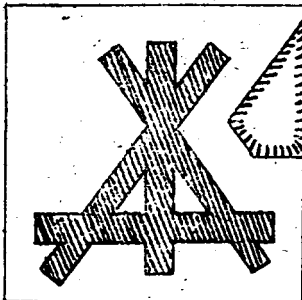
(q)



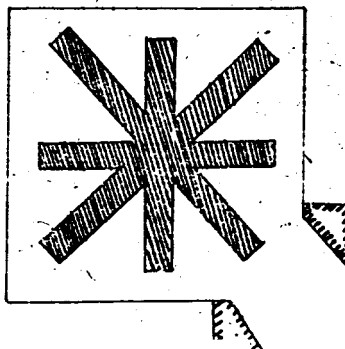
(h)



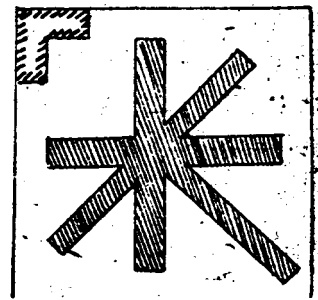
(s)



(t)



(u)



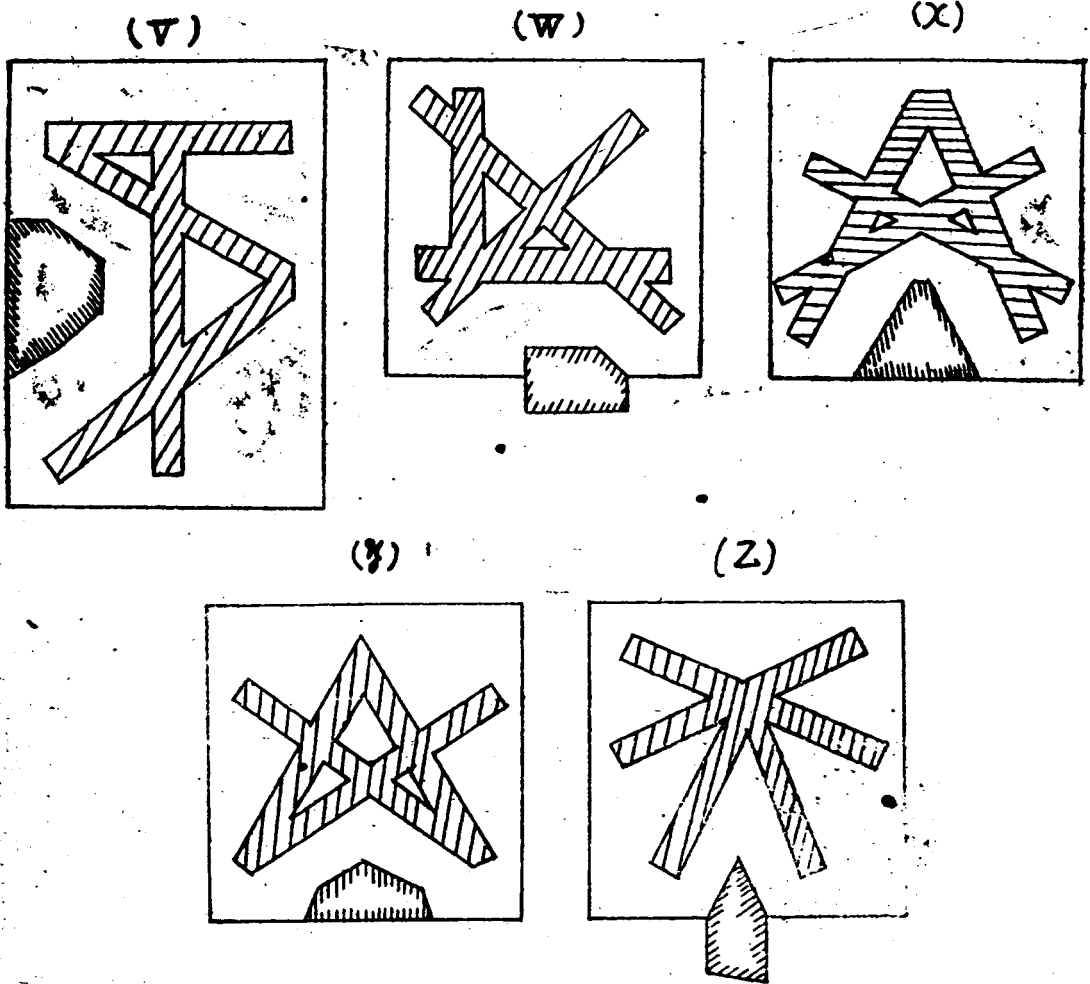


圖-59 ニューファンドラント空港

4本滑走路の交叉角は普通 45° とする(t),(x)及び(x)はその典型的なものである。(p)、(q)の型を探る場合も相當ある。アメリカのニューファンドランド空港は(w)型を採用せるものである。(圖-59参照)、ヘルシンキライダ1(圖-43)、シャノン(圖-60)の各空港は(x)及(y)の型を探つてゐる。ニューヨークの中央空港(圖-44)は(v)型を探つてゐる。圖-61は(i)型の離着陸地域を示す。

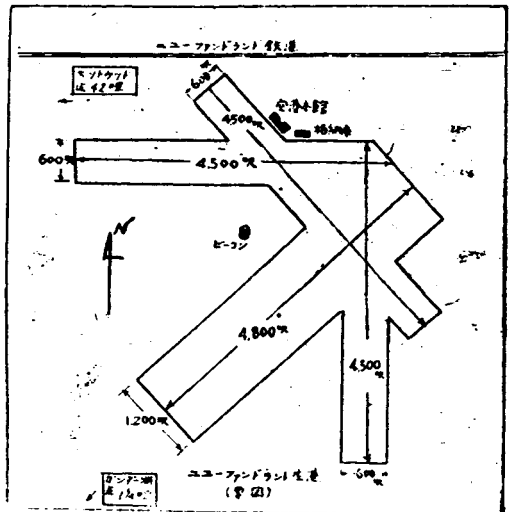


表-11

設備種類	ラッシュ、アワーの乗降数 (人/時間)			
	250人	500人	750人	1,000人
待合室	510	820	1,080	1,270
廣間	740	1,410	1,930	2,480
便所	65	93	102	149
出札室	37	65	84	100
電話室	9	12	14	16

食堂	34	130	177	220
厨房	47	74	102	130
賣店	11	17	23	30
合計面積	1,503	2,621	3,511	4,395

待合室及廣間の1人/時間に充てられる面積は約4.5m²で合計面積の1人/時に對しては約5m²である。

又手小荷物及携帶品の取扱場所についての標準は表-12の如くである。

表-12

設備	手小荷物取扱箇數 (1日)									
	250	500	750	1,000	1,500	2,000	3,000	4,000	5,000	
手小荷物扱室	295	324	444	589	848	1,085	1,599	2,110	2,610	
携帶品一時預室	37	56	74	93	130	170	—	—	—	
小形手荷物扱室	37	54	64	74	93	110	150	—	—	
合計面積	369	436	582	682	1,071	1,365	—	—	—	

手小荷物1~2箇に對して1m²の面積が充てられてゐる。

接客用に充てられる面積をAとして算出すれば:~

$$A = KC \frac{P}{N}$$

P: 一日平均客數

C: 一人當所要面積

N: 一日出發回數

K: 係數

航空港としての係數Kの値は1~2路線を有する中間港は終端空港ではK=1、中間空港にして多くの航空路を有するものではK=2、及終端空港にして多くの航空路を有するものについてはK=3とする。

圖-63はベルリンニテンベルホフ空港の航空本館で圖-64はその設計概要圖である。

圖-63 ベルリンニテンベルホフ空港航空本館(改良前)

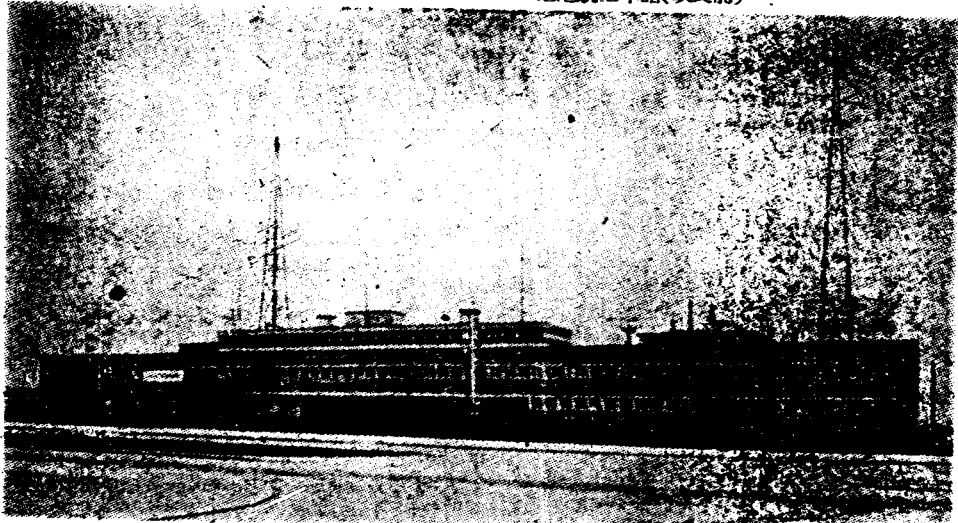
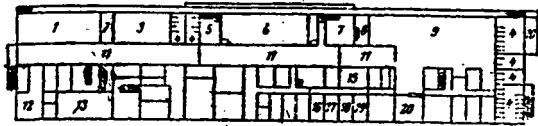
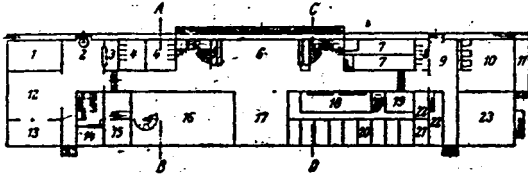


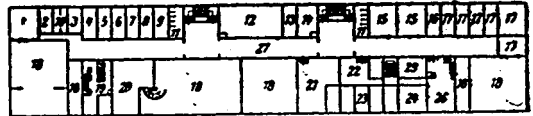
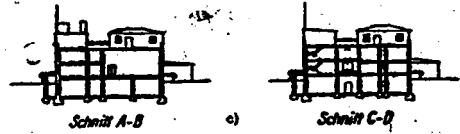
圖-64 テンペルホフ空港航空本館設計概要圖



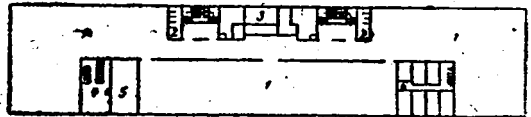
- a) 地階 1.厨房、2.冷蔵庫、3.厨房洗し場、4.便所
5.警官室、6.喫房室、7.ミットローパー、
8.地下理髪室、9.麥酒店、10.地下郵便局
11.廊下、12.冷知室、13.菓子店、14.昇降機
15.郵便物氣送装置室、16—19. 中央管理室
20.喫茶室



- b) 一階 1.酒保、2.入口廣間、3.携帶品預所、4.便所
5.賣店、6.待合室、7.理髪室、8.電話室、
9.郵便國待合室、10.郵便局、11.階段、12.廣
間、13.廣間、14.出札所、15.食堂、16.休息
所、17.廣間、18.手荷物發送所、19.控間、
20.ルフトハンガ事務所、21.税關、22.氣象
室、23.廣間



- c) 二階 1.ミットローパ、2—9.ホテル、10.浴場、
11.便所、12.事務室、13.圖書室、14.塔橋所
15.事務室、16.氣象觀測計、17.無線室、
18.事務室、19.昇降機、20.廊下、21.司會室
22.待合室、23.事務室、24.飛行場長室、
25.事務室、26.廣間、27.廊下



- d) 三階 1.テラス、2.便所、3.ミットローパー、4.昇
降機、5.喫茶室、6.待合所

圖-65はロンドンクロイドン空港の航空本館で圖-66はその設計概略圖である。

圖-65 クロイドン(ロンドン)空港本館

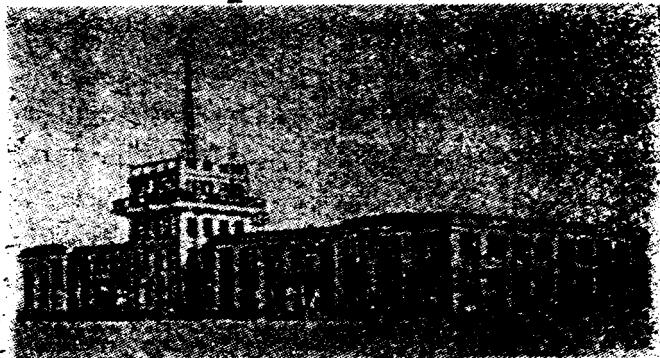
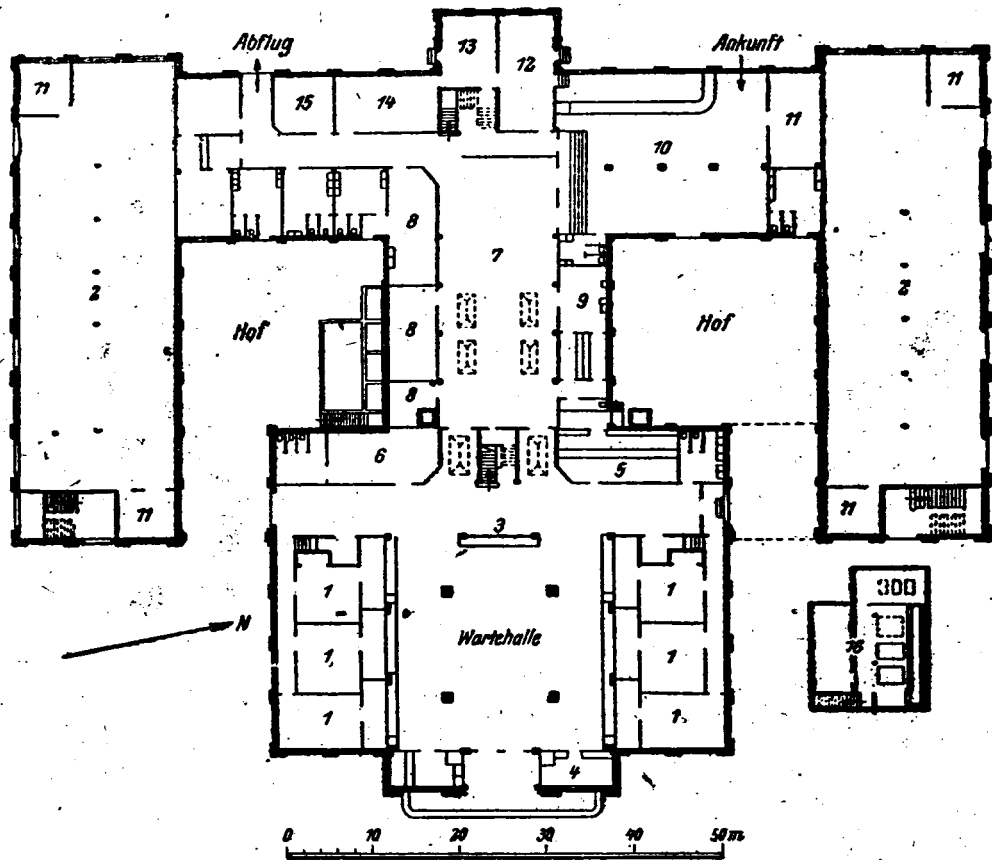


圖-66 同設計概略



- 1.出札所、2.手荷物扱所、3.待合所、4.賣店、5.休息所、6.婦人待合所、7.廣間、8.事務室、9.衣更室、10.税關室
- 11.税關官吏室、12.哨所、13.改札所、14.事務室、15.氣象室、16.ポンプ室

2. 格納庫

航空港に於て航空機を何機格納するかと云ふ事は航空路のダイヤの状況並に航路線の數に依つて異つてゐるので従つて格納庫數及其の收容力はそれに應じて定めなければならぬ。又氣象の變化に依り出發すべき航空機が出發を延期或は中止する事に依つて格納機數が増すべき事も豫め計算に入れねばならない。

大體航空港の活動力即中間空港か終端空港かに依つて就航機の格納數は略一定してゐる。即中間空港に於ては就航機數の約20%中間終端兼用のものは約50%及終端用のものは75~100%が格納される。と考へてよい。

航空機を格納する場合、合適的に格納し配置すれば格納庫の收容力の能率を擧げる事が出来る。之は航空機の

前翼長が尾翼長に比して長く且つ胴體の中が兩翼長にして小なる爲並列の方法に依り不必要な空地を残さず済むからである。この收容力の能率についての表はしには:-

(イ) 機長翼長の積算面積の和を格納庫の面積でした値

(ロ) 納庫庫の面積を前翼長の和で除した値

の二通りある。前者の表はし方が合理的で、その能率は120~70%の値を示してゐる。即翼長と機長の積算面積の和の60~180%約が格納庫の面積となる譯である。後者の表現法は前翼長の和の單位長さ當りの占むる面を示し、この係數(K)は10~35m²/mの多様な値をいゝる。之は勿論大小取混ぜの場合をも含むので

F=格納庫の面積 y=能率 I=翼長 b=機長 とすれ

格納庫に於ける航空機の配置圖例を示せば次の如し

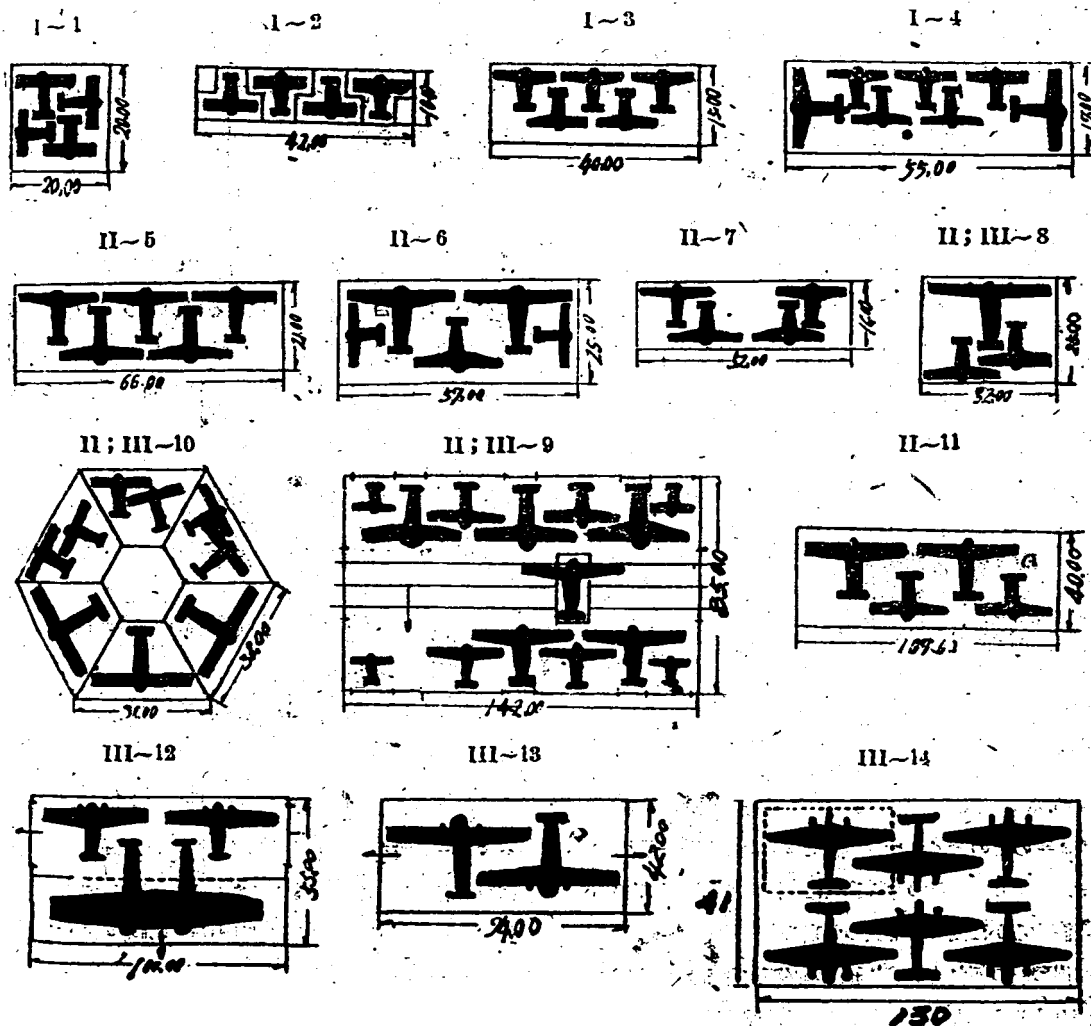
は

$$F = \frac{1}{y} \sum dl$$

又け $F = K \sum I$ 但 $K = \left(\frac{m^2}{m} \right)$

(圖-67参照)

註	I	II	III
機長	min 6	8	15
	max 8	15	
翼長	min 8	15	25
	max 15	25	25



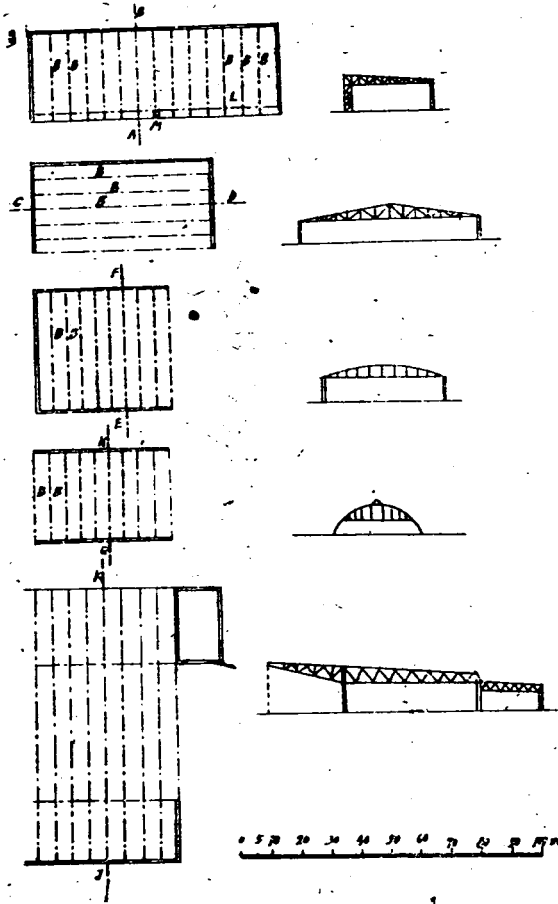
格納庫の大きは一棟の面積が大きければ大き程單位面積當りの收容力は増大するもので圖乙に於ては 4,000m² 限度としてゐる。即間口 100m 奥行 40m で相當大なる構造物である。

格納庫一棟の占むる面積を大きすればその構造の規模は當然大きなものになる。従つて特に屋根の構造につい

ては複雑なものとなりその設計に當つては結構工程及アーチ等總て力學上の問題に歸する。二三の例を挙げれば圖の如し。

格納庫を並設する場合にはその相互間 20-30m の間隔を置く必要があるので此の面積を加算する事を忘れてはならない。

圖-68 格納の庫構造



3. 油 庫

油庫の面積の算定法は貯油の方法をタンクにするかドラム罐のまの置か或は小罐に詰めたのを積み重ねて置くかに依り異り且つ地上建物に設置するか地下建築物に設置するかによつても異つて来る。

出発機の何れもが總て給油の必要があるかと云ふに必ずしもそうでない。即中間空港及終端空港の出發機に依つて異つて来る。然し貯油量の算定は總ての出發機に給油するものとしその必要量を1週間分10日分或は一箇月分貯油するとして更に之にある程度の安全を見込んで貯油量を算出する。

出發機の時間當りの油の所要量を n としその速度を V km/hrとし各航空路線距離の和を ΣS とすれば1日の油の所要量 m : ~

$$m = \frac{n \Sigma S}{V}$$

であり、1箇月の所要量は安全率 (K) を早込めば

$$M = K 30 \frac{n \Sigma S}{V}$$

で求められる。

貯油庫は前述の如く地上建物とするか或は地下建物するかに依りその敷地面積が異つて来る。又所要量の幾かは準備地帯にタンクを埋設して置く事は航空機の油作業に便である。

4. 駐 車 場 及 其 他

空港と都市の中心とは普通自動車連絡に依る。従つ空港内に之に必要な車庫及駐車場の敷地を確保せねばならない。此の自動車連絡に於ける自動車の出入数は大航空機の出發及到着回数に比例する。自動車1台駐車し當自由に行動しうる適當の所要面積を約 $40m^2$ とすれば駐車場の敷地 F : ~

$$F = \frac{P}{3N} K \times 40m^2$$

P = 1日の出入旅客送迎人数

$\frac{P}{3}$ = 自動車1臺に付率均3人乗車するとし

の自動車臺数

N = 1日の平均發着回数

K : 空港の路線の多寡に依る係數(1~3)

自動車の出入数が相當多くなれば交通整理に必要な一タリ施設を必要として来る。之等に要する敷地面積は見逃がしてはならぬものであらう。その他騎場地や公園小運動場等の施設を考慮すれば理想的と云ふ事が来やう。

以上の算定に依り建築地域の所要面積は求められる大體みにして空港全敷地の0.1内外を取れば先づ満足されるであらう。

(II) 準 備 地 帯

建築地帯に接し荷積降し給油等の操作を行ふべき準備地帯の所要面積は滞着する航空機數と其等の地上による面積及航空機の通行路並に方向變換等に必要なる面積をあげよし率になる。滞着する航空機數 N :

$$N = K \frac{S}{a}$$

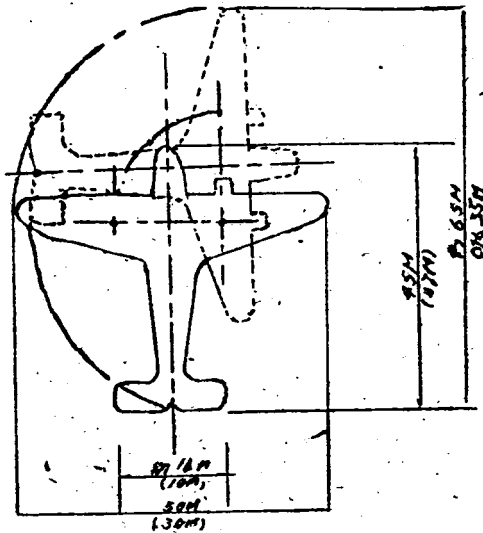
S=滯留に要する時間

a=出発間隔

K=空港の性格に依る係数(1~3)

航空機が直角方向変換する場合の最小所要面積は圖-68の如し

圖-69 航空機の方向變換



航空機を並列せしむる場合の間隔は大型機(翼長約50m)の場合には中心間隔を約80mとし中型機(翼長約25m)の場合には約45mが必要である。又縦列間隔は機尾より機頭迄約30mの距離を必要とする。この間隔は給油作業旋回作業並に作業用自動車の通行の爲に確保したい距離である。(圖-70及圖-71参照)

圖-70 航空機の列置間隔

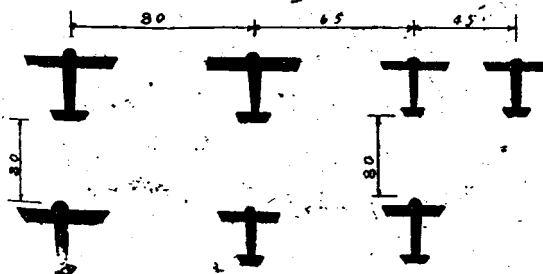
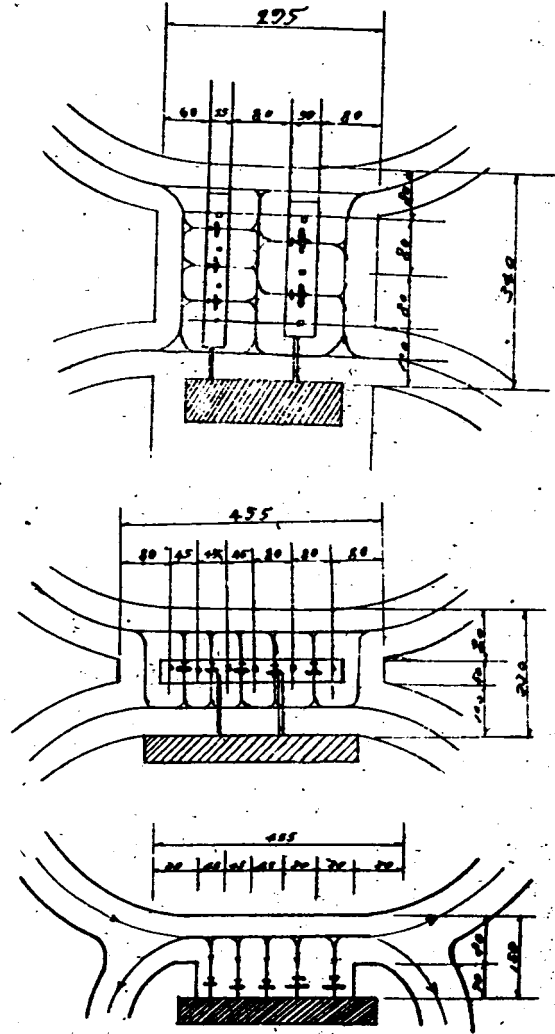


圖-71 準備地帯に於ける航空機の列置法(a)-(c)



格納庫前庭は航空機の旋回に必要な面積以上に航空機を緊密する餘地を確保して置くべきである。

(III) 離着陸場

離着陸場の面積は航空機の離着陸滑走長に前後約150mの餘裕を保たしむる延長と離着陸方向の數に依つて定められる。

離着陸滑走距離は離陸の場合と異つてゐる事は勿論で一般に離着陸滑走距離が大である。

航空機操縦上離着陸滑走距離とは地上走行を始めてより離陸し20mの高度迄達する點の水平距離を稱してゐる。

而して航空機が静止してゐた點Aより車輪が地面を離れた點Bに至る迄の距離を「車輪滑走距離」と稱してゐる。

(圖-72参照)

圖-72

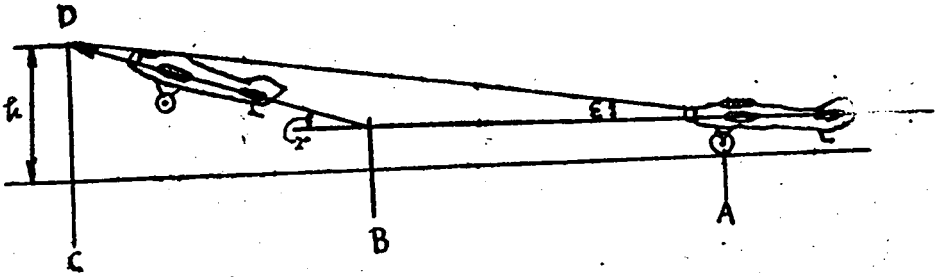


圖-72に示す距離ACは高度CD=hに達する離陸基線でBCの距離は高度hに對する「上昇距離」と稱する。角εは高度hに對する「離陸角度」である。高度が小なる故發動機の馬力及び空氣密度の變化を無視すれば上昇角ひは一定であるから離陸角度εは只Pの要求に依つて變る罷である。ACの距離を「上昇離陸距離」と名付ける。

車輪滑走距離の計算法

ABの間では水平の方向の力としてはプロペラの推進力、車輪及尾輪の摩擦力及全機體の空氣抵抗で垂直の方向には飛行機の重さと揚力とである。車輪及び尾輪の摩擦力は速度により揚力が增加する故減少する。プロペラの力と抵抗との差は飛行機の質量を加速させる力である。之を力學的に示せば：～

$$\frac{G}{g} \frac{dv}{dt} = S - (W_F + W_R) = S - W = P \dots (1)$$

G = 航空機の重量(kg)

S = プロペラの推進力(kg)

W_F = 空氣抵抗

W_R = 地面との摩擦抵抗

W = 飛行全體の抵抗(kg)

Sは實驗的に次式で表はされるものである。

$$S = S_0 - \sigma \frac{\rho}{2} v^2 = S_0 - \sigma q \dots (2)$$

S₀ = 航空機の静止に於ける推進力

σ = 常数

ρ = 流體の密度(kg/m³) (地上空氣の場合 ρ = $\frac{\sigma_0}{2g}$)

にして $\frac{\sigma}{2g} = \frac{1}{16}$

v = 速度

而して

$$W_F = C_w \frac{\rho}{2} F v^2 \dots (3)$$

F = 翼面積(m²)

C_w = 抵抗係數(0.046内外)

$$\text{又 } W_R = \mu (G - C_a \frac{\rho}{2} F v^2) \dots (4)$$

μ = 摩擦係數

C_a = 揚力係數 ($\frac{C_w}{C_a} = -\tan \zeta = -\epsilon$ をε=滑空と稱す)

$$\therefore \frac{G}{g} \frac{dv}{dt} = (S_0 - \sigma \frac{\rho}{2} v^2) - \left[C_w \frac{\rho}{2} F v^2 + \mu (G - C_a \frac{\rho}{2} F v^2) \right] = P \dots (5)$$

今 S = f₁(v), W_F = f₂(v), W_R = f₃(v) が夫々求られる故速度 v₀, v₁, v₂, …… に應ずる S, W_F 及 v の各値を求め、之に應ずる P の値を求めれば

$$\frac{G}{g} \frac{dv}{dt} = P \dots (6)$$

$$dt = \frac{G}{g} \frac{1}{P} dv$$

$$t = \frac{G}{g} \int_0^v \frac{dv}{P} \dots (7)$$

之の式より t-v 曲線を求める。之の求め方としては或一定の大きさ Δv に採りその間の P はその平均値を P として Δt を求めれば

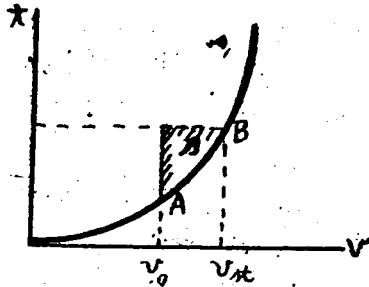
$$\Delta t = \frac{G}{g} \frac{1}{P} \Delta v \dots (8)$$

之より t-v 曲線即ち t = f₄(v) が求められる。

$$\text{従つて滑走距離 } S = \int_A^B v dt \dots (9)$$

Aは無風の時は v_0 , Bは離陸速度である。(圖-73参照)

圖-73



滑走路が傾斜してゐる場合上り勾配なれば $G \sin \theta$ を地面の摩擦に加へればよい。

車輪滑走距離は $\left[C_w \frac{L}{2} - v^2 F + (G - C_a) \frac{L}{2} - v^2 F \right] \mu$ が最小値を與へるとき最小になる筈である。

着陸の場合着陸速度は1~

$$V_{land} = \sqrt{\frac{G}{F} \frac{1}{\frac{L}{2}} \frac{1}{C_{amax}}} \div 4 \sqrt{\frac{G}{F}} \sqrt{\frac{1}{C_{amax}}}$$

で運動式中 $\theta = 0$ とし (1) V_{land} で換出し平均の迎角で滑走し尾翼が接地時の速度 V_c になるまでの距離 S_1 (2) 地上静止角に相當する迎角で滑走し静止する迄の距離 S_2 の和を求めれば着陸滑走距離が算定出来る。

着陸速度 120 km/hr のものが2~3秒の誤差あるとせば70~100mとなる。従つて150~200の余裕を之に加へる事が安全である。

参考滑走距離を示せば表-13の如くである。

表-13 滑走距離

	滑 走 距 離	
	離 陸	着 陸
ダグラス D.C. 3	495 フラップ	285 フラップ ブレーキ
ロッキード 14 G W	200 フラップ	330 フラップ ブレーキ
ハインケル H E 116	400 ~300	400 ~700
エンハイ	130 ~160	300 ~600
スーパー エニバーサル	160 ~250	200 ~350
ビーチフラスト	220	270

離着陸滑走距離は氣象、地形、及び離着陸場の表面状態並に航空機の性能及び荷重に依つて異つて來るのであるが航空機の検査上一定限度を規定してゐる。

日本航空機検査規則に依れば:~

第一種陸上機へ離陸ノ爲メ滑走ヲ開始セシ地點ヨリ600米以内ノ距離ニ於テ高さ20米ノ障害物ヲ飛越ス且離陸後3分間以内ニ360米以上ノ高度ニ達シ得ルモノナル事ヲ要ス。

第二種陸上機へ離陸ノ爲メ滑走ヲ開始セル地點ヨリ750米以内ノ距離ニ於テ高さ20米ノ障害物ヲ飛越ス且離陸時3分間以内ニ360米以上ノ高度ニ達シ得ルモノナル事ヲ要ス。

第一種陸上飛行機へ着陸ノ際滑走距離250米以内ニ於テ停止シ得ルモノナル事ヲ要ス。

第二種陸上機へ着陸ノ際滑走距離400以内ニ於テ停止シ得ルモノナル事ヲ要ス。

獨てに於ては略同様に無風の時出発點より600米以内ニ20m以上の高に走する事或は350mの車輪滑走で1:15の上昇角で上昇せねばならぬ規程規定してゐる。

前掲表に依つても明瞭なる如く現今の航空機の車輪滑走距離は必しも法規にはあてはまらなくこゝ暫らく航空機の進歩は滑走距離をフラップやブレーキの操作に依つて或程度短縮が可能にしても増大の傾向がある。

次は離着陸場の巾であるが之は風向が一方向のみの場合について考へれば、交通分離の爲巾100mの中間地帯を含めて左右に各巾200m以上の離着陸地帯を必要とする。約5軒前方よりの之に對する視角(狭角)は約 2° で、之の中心をわらつて1~2分間に正確に突込んで行く事は相當の熟練を必要とするものである。

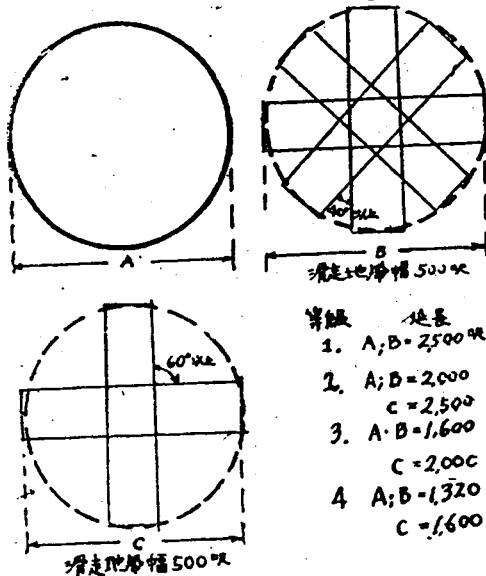
離着陸方向が二本以上ある場合にはその狭角の大なる場合を選び、これに狭まれたる面積を離着陸場とする。巾を決定する場合特に注意せねばならない事は着陸をする場合の考慮である之の爲には以下370mの巾では不安全であるへ云はれてゐる。

以上の要領で離着陸場の大きさを算定するのであるが獨に依つては之を法規で定めてゐる。

アメリカに於ては離着陸区域の大きさとその位置に依つ

て等級を定めてゐる。(圖一74参照)即ち

圖一74 アメリカ合衆国空港等級



第1級 航空港

- A. 直徑 2,500呎以上の離着陸地域を有するもの。
- B. 長さ 2,500呎以上を有する離着陸地帯が4本以上互に40°以上の角度で交叉又は複合するもの。

第2級 航空港

- A. 直徑 2,000呎以上の離着陸地域を有するもの。
- B. 長さ 2,000呎以上巾 500呎以上の離着陸場4本以上互に40°以上の角度で交叉又は複合するもの。
- C. 長さ 2,500呎以上巾 500呎以上の離着陸場が2本互に60°以上の角度で交叉又は複合するもの。

第3級 航空港

- A. 直徑 1,600呎以上の離着陸地域を有するもの。
- B. 長さ 1,600呎以上巾 500呎以上の離着陸場が4本以上互に40°以上の角度で交叉又は複合するもの。
- C. 長さ 2,000呎以上 500呎以上の離着陸場が2本以上互に60°以上の角度で交叉又は複合するもの。

第4級 航空港

- A. 直徑 1,320呎以上の離着陸地域を有するもの。
- B. 長さ 1,320呎以上巾 500呎以上の離着陸場が4本以上互に40°以上の角度で交叉又は複合するもの。

C. 長さ 1,600呎巾 500呎以上の離着陸場が2本以上、に60°以上の角度で交叉又は複合あるもの。

第5級 航空港

第4級の標準以上であるが政府で安全なりと認められたもの。

註、第1級航空港の長さ 2,500呎は小なるを以て 3,500呎に変更され更に 4,000呎 - 4,500呎に改訂されんしてゐる。

スイスに於ける規定に依れば、離着陸場の長さはa+で表一14に示す如きものである。

表一14 スイスに於ける離着陸場の規定

等級		離着陸場	着陸場
第一級 税關空港	a	600	400
	b	300	300
	c	400	400
第二級 税關空港	a	450	300
	b	300	300
	c	200	200
飛行學校用	a	300	200
	b	300	300

a = 滑走路の長さ(m)

b = 予備地帯の長さ(m)

c = 巾(m)

英國に於ては互に45°の角度を以て交叉する4本の滑走路を有し、その内3方向は少くとも長さ914m巾18mの1本は長さ1,200m巾360mを有すべきものとしてゐる。

滿洲國に於ては特に法規で定められてはゐないが如き標準を採つてゐる。然し之は離着陸場としての標準ではなく空港敷地の大きさに就いてである。主要空港に於ては標準以上のものが多い。

1 等級 航空港

1,200~1,500米平方にして800m以上の滑走路を2本以上施設し、滑走路外の離着陸場は充分の整地をなす。

2 等級 航空港

800~1,200米平方にして600m以上の滑走路を1本

施設し、滑走路外の離着陸場は充分整備をなす。

3 等級空港

800米平方以上として離着陸場は充分之を整地し600m以上の滑走路を1本以上施設す。

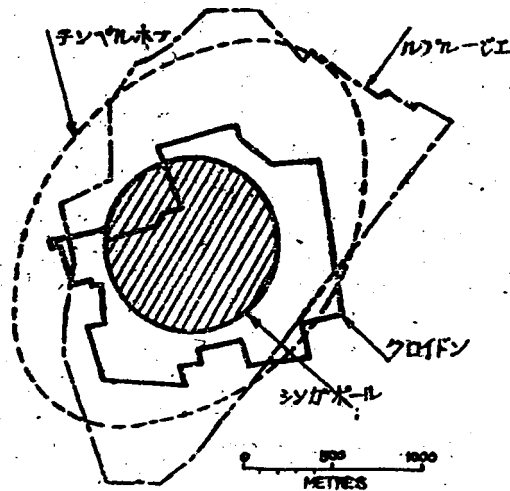
以上に依り離着陸場の大さの算定は長さについては800m以上を巾については中間地帯を除いて最小限400mなければ安全を確保出来ないと結論される。

この外離着陸地帯の一部として或は單獨のものとして考慮する必要があるのは誘導地帯である。この地帯は多くの場合建築地帯と離着陸地帯との中間に狭まれ一つには航空機の建築地帯より離着陸場に到る通路となり他には障害としての建築物より遠ざける一種の緩衝地帯とも云ひ得るもので、建築地帯に平行して200m巾を確保すべき重要な地帯である。この事に関しては、既に第3節圖

—41について説明せる通りである。

離着陸場面積の實例については第2章第1節に掲げた表を参照されたい。表中のテンペルホフ空港の1,350×1,000m²は擴張前のもので、歐洲第1を誇つてゐたものであるが之でも手狭になつて2,500m、1,700mの軸長を有する橢圓形に改良擴張しヒットラー總統がその完成に當つて爾後百年に到るも狭隘を感じる事なしと誇つたもので空港本館と格納庫を1棟の建築物に納めその正面の長さは1,400mで、航空本館の長さは400m、その兩側に長さ500m奥行45mの格納庫を配した堂々たるもので、理想的施設と云はれてゐる。テンペルホフ、クロイドン、ルブルージュ及びシンガポール各空港の大さを比較して見れば圖—74の如くである。

圖—75 世界主要空港の敷地比較



クロイドン；シンガポール及ルブルージュ各空港の平面圖を示せば圖—76、圖—77、及圖—78の如し。

圖-76 クロイドン(ロンドン)空港

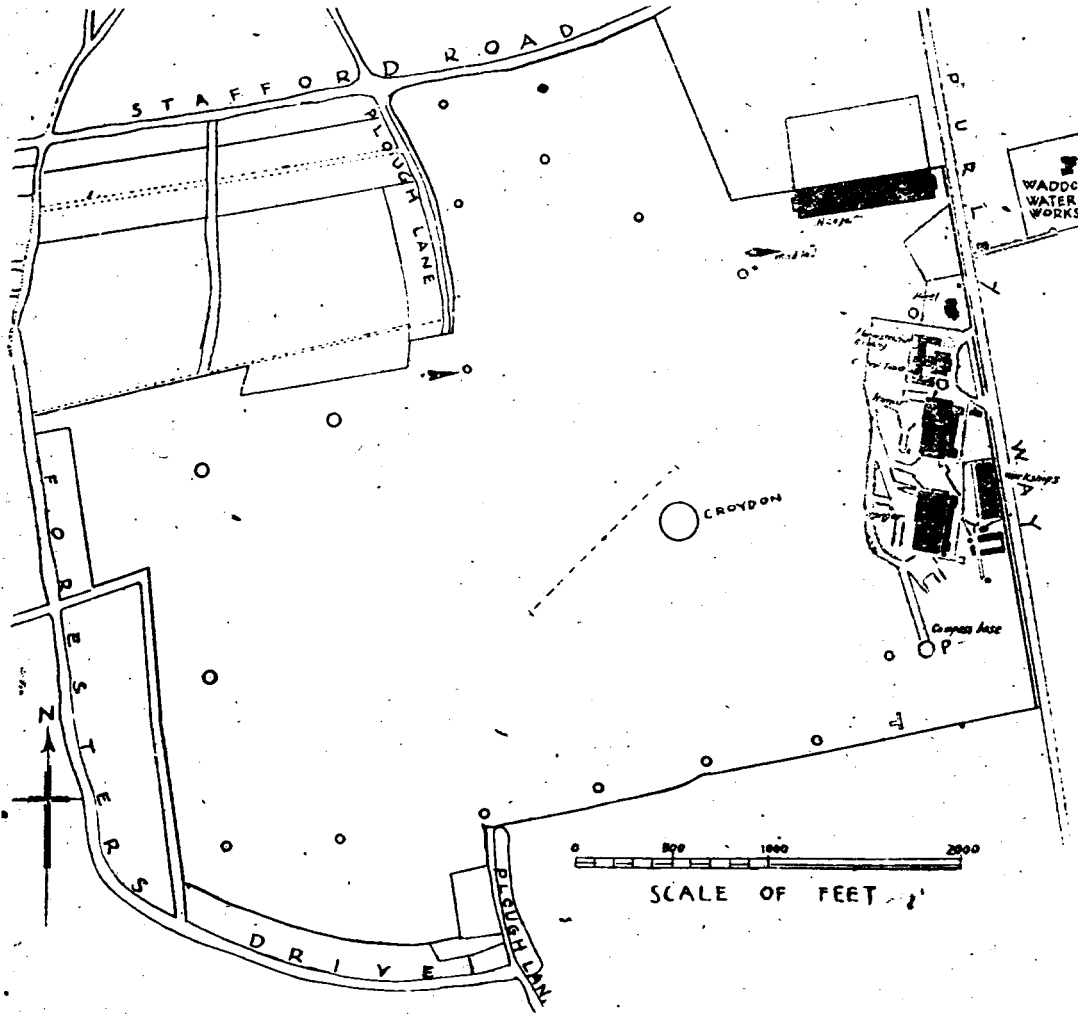


圖-77 シンガポール空港

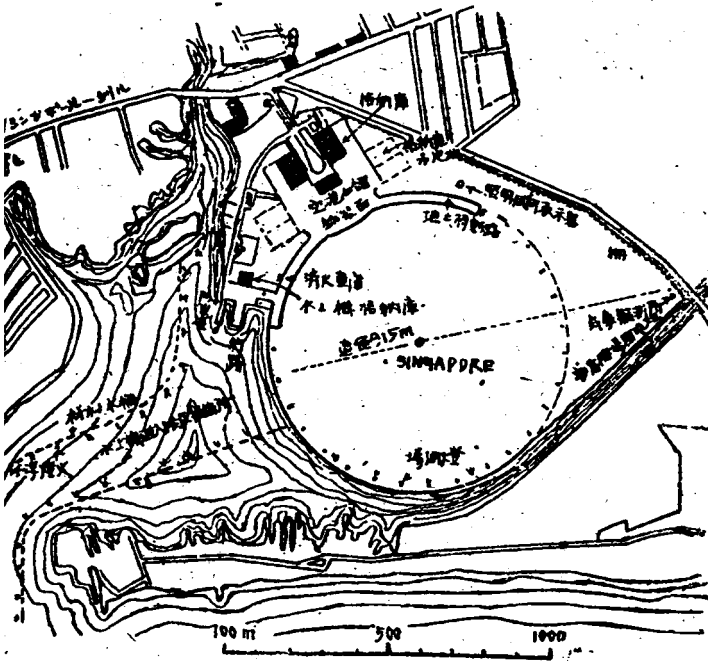
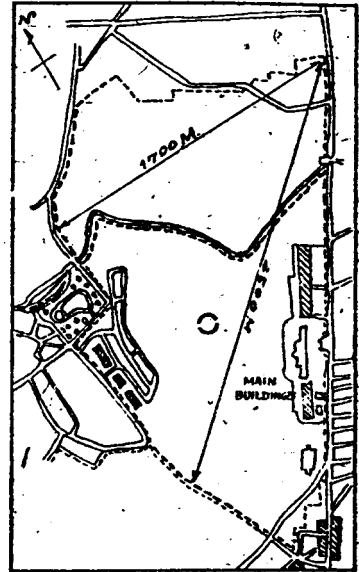
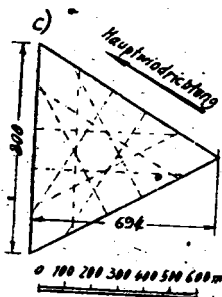


圖-78 ルフルージュエ(パリ)空港



空港敷地の形態は地形或は建築地帯及離着陸場の關係に依り種々なる形を採るものであるが通常は圓形、橢圓形、正方形、矩形、△形及びし形等の何れかに屬するであらう。多邊形のもでも大體圓形橢圓形矩形又は△形に近い形を採つてゐる。三角形の形態を取つた場合離着陸地帯は6本即ち12方向を確保をし得るもので、一邊の長さを800mとすれば300mのもの3本694mかのが3本である(圖-79参照)然し建築地帯の配置工合に依りそのうちの何本かを犠牲にしなければならなくなる。

圖-79 三角形の離着陸場



第6節 離着陸滑走距離長の物理的影響に依る増減

航空機の滑走距離に對應する如く離着陸場の大きさを決定せねばならぬ事は既に述べた通りである。この滑走距離に影響を及ぼす素因は勿論航空機の性能にあるが、航空機の載荷、風力、温度高度離着陸場の地形(勾配)及其路面摩擦抵抗等に依つて相當著しい影響がある。これ等の事については既に概念的には述べて置いた事であるが、本節に於ては實例に基いて些を纏めて記述しやう。

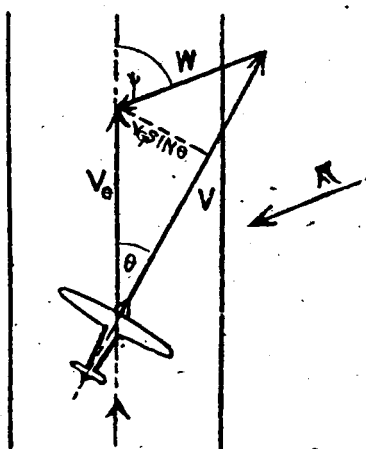
1. 風力依る影響

航空機を安全に離陸せしむる爲に風に向つて離着陸するのが原則になつてゐる。この事については既に述べた事であるが國際航空條約は離陸又は着陸するに當り離着陸場の状態が許さざる場合又は無風の場合を除く外風に向ひて離陸又は着陸すべしと規定してゐる。離着陸滑走の運動式中Vの値は風力(風速と考へて)との差に減少従つて式(2)のS(プロペラの推進力)の、式(3)のWF及式WRは値大くなり其故に式(5)のPの値が大きくなる譯である。Pの値が大きくなればなる程滑走時間が小となり従

つて滑走する距離が小さくなる。

次に機體に対して横風を受ける時の影響は、滑走距離増減の問題と少し趣きを異にする。横風を受けて離着陸する事は當然避くべきであるが、許さる範圍を知る事は舗装滑走路の方向を決定する場合に必要なつて来る。即ち風向は之を統計して見れば解る如く幾つかの方向に偏つて多くなつてゐる。この多くなつてゐる風向(多風向)の相互の爲す角度が相當大きい場合には、その何れの

圖-80

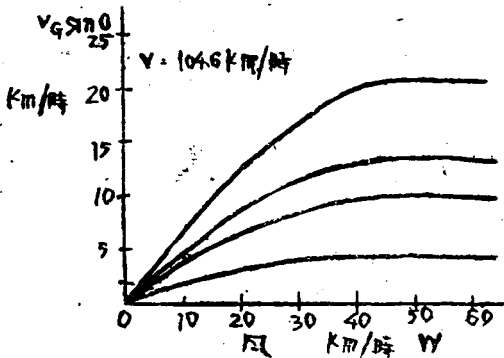


V = 飛行機速度

W = 風速

ψ = 風と滑走路との角度

圖-82

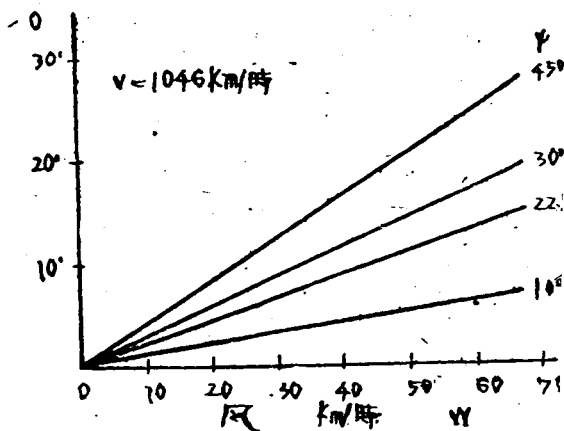


多風向にも對應した舗装滑走路を施設する事はあながち不得策とは云へないが、相互の角度が小なる場合には本の滑走路で二方向の多風向に對稱させ得れば所謂一二鳥の得策となる譯である。この場合、横風を受けて着陸する事の安全可能の角度範圍が問題になつて来る。

從來小型機の斯る場合の操縦は接地する迄横滑りしながら着陸したが大型機に於ては機體の進路方向は滑走方向と一致してゐるが、機體の軸線は之に一致せずに陸し、接地して軸線を滑走路方向に一致する如く向き變へるのである。この場合タイヤは相當に歪曲すが、この變角角度が餘り大でない限りタイヤが外れ危険なく却つてその反動を殺す助となるものである。

風向と滑走路線との角度及び機體の軸線との角度を ψ 及び θ とし、(圖-80参照) 風速 W と ψ 及び θ との關係を示せば圖-81の如くである。

圖-81



θ が 10° 以上になる時に操縦がむづかしくなつて來る様である。

圖-1に明かぬ如く、航空機自身の速力を V とすれば機體の進む方向に對する速度は V_g となる。 $V_g \sin \theta$ かけ偏流である。この見かけ偏流と ψ 及び風速との關係を示せば圖-82の如くなる。

風速 40 km/hr (約 11 m/sec) 以上に對しては偏流化がない事は注意すべき事である。

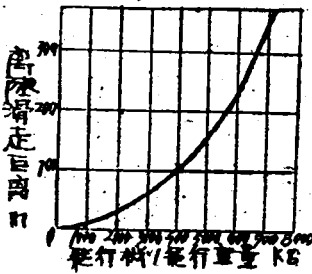
2. 航空機の載荷に依る影響

航空機の重量と離陸滑走距離との関係を示せば圖-83の如し。

圖-84はR&M1,682及R&M1,172の兩機について普通の芝草地の離陸滑走場で實驗された結果で離陸滑走の増加の全重量の増加に對する比は次式の如くである。

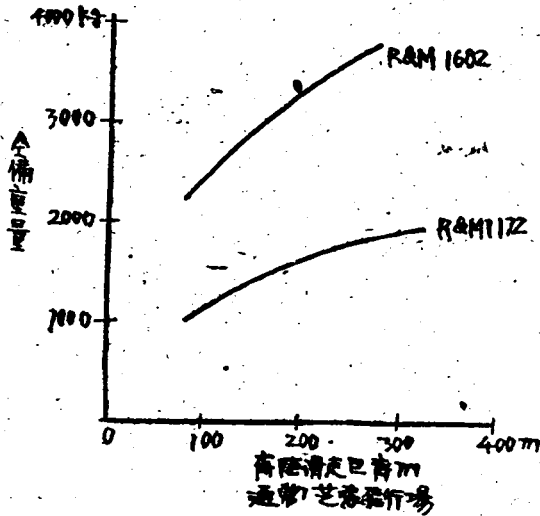
$$\text{圖-83} \quad \frac{X}{X} = \left(\frac{W}{W}\right)^{2.33}$$

圖-83



飛行機/重量に對する離陸滑走距離の増加率

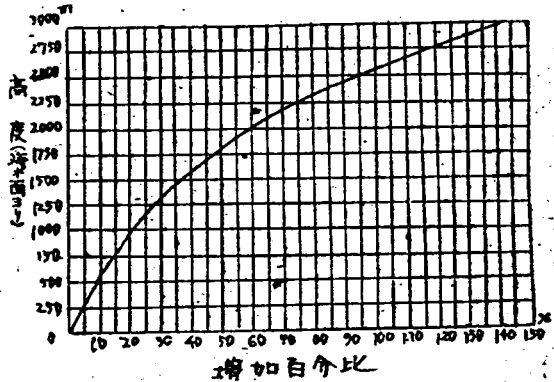
圖-84



3. 高度及び温度の影響

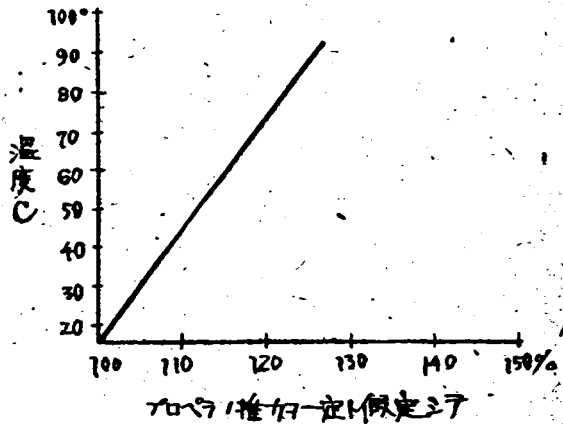
航空港の敷地が高度の高い位置にあるときは、空間の密度が減少して空気浮力が少くなり離陸滑走距離が増加する。圖-85は高度と滑走距離の増加百分比との關係を示せるものである。

圖-85



温度に對する増加率は圖-85に示す。之は發動機出力に及ぼる空氣密度の効果を無視せるものである。

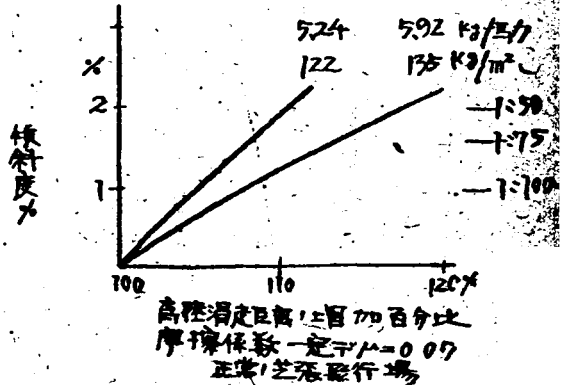
圖-86



3. 勾配に依る影響

圖-87は全重量2,900kg及14,300kgの兩機に依る普通の芝草地の離陸滑走場に於ける實驗結果で、路面摩擦係數を $\mu=0.07$ とせるものである。1/100に依る増加は約10%である。

圖-87



傾斜度 %

高陸滑走距離に對する増加百分比
摩擦係數一定 $\mu=0.07$
正常芝草飛行場

4. 離着陸場の路面摩擦係数μに依る影響

圖-88は種々の場抗比に於てμ離着陸距離に及ぼす影響を及ぼし馬力荷重は一定と假定せるものである。

圖-88

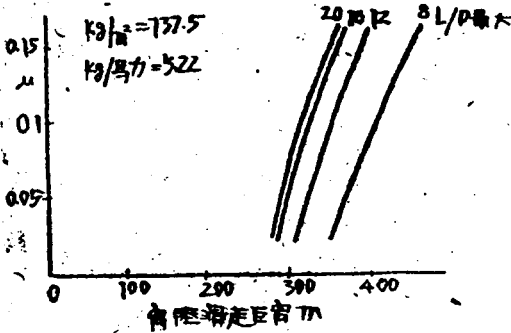


圖-89は種々の馬力荷重に於てμと滑走距離mとの關係を示せるもので場抗比及び翼荷重は一定と假定す。

圖-89

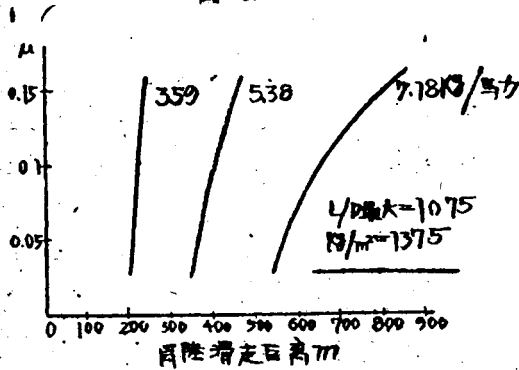
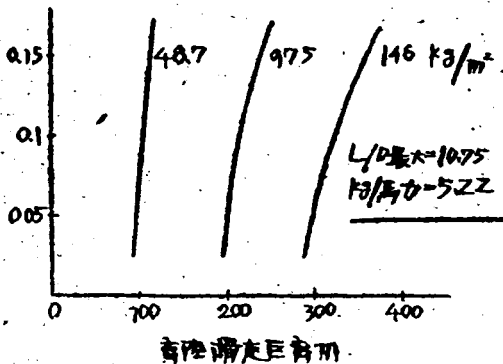


圖-90は種々なる翼荷重に於てμとmとの關係を示せるもので他の要素は一定と假定する。

圖-90



第7節 滑走路舗装の價値とその利用。

航空港に於ける滑走路位置に關しては前節に於て述べたる如く、航空機の航空港内に於ける諸操作に依り決定さるべきものであるが、滑走路の舗装の施設が得策であるや否やに就いては種々の條件を研討して決定すべきである。條件の主たるものを擧げれば次の如し。

1. 航空港の離着陸頻度と荷重

航空港の離着陸頻度とは一時間平均離着陸回数を云ふのであるが、夜間使用のない場合は離着陸使用開始時より使用終時迄の平均一時間使用回数をその航空港の離着陸頻度と定義する。此の頻度と滑走路を舗装する事否と如何なる關係があるかと云ふに、離着陸場の最も易な而も整備費の小なるものは芝草造成(自然生育又人工成育)の整地で、之を標準とすれば、此の状態を次に述ぶる地盤の支持力が假りに如何なる氣象的變化

依るも充分な耐壓力を有するとしても芝草は離着陸頻並に荷重の大小に比例して損傷を受けるものである。に航空機の尾脚構造例へば尾輪なる場合と尾輪なる場合とで芝草並に地盤面の損傷は著しく差がある。従つて度大なれば大なる程又航空機の荷重が大なれば大なる更に又尾輪の場合は離着陸場の芝草及び地盤面の損傷で之が維持保守は困難となる。更に之に加ふるに芝草に地盤に對し氣象的悪影響ある場合に於ては離着陸頻しての芝草地は航空港としての活動力を減殺し、此種土地改良或は舗装滑走路の必要性が生て來る譯である。アメリカのカルホルニヤ州ブルバク空港は土地乾燥甚しく撒水に依る芝地保育の餘裕なく舗装滑走路を築造したのは此の各適例であると云へよう。(圖-55参照)

平均一時間離着陸回数即離着陸頻度は以上の如く離着陸場の整備程度に極めて重大な要因となるものである。一時間離着陸回数10以上もある所謂ラッシュ、アワ生ずる空港(例ベルリン; ロンドン; ニューヨーク)に於ては之の係数を更に重要視しなければならぬ。

2. 離着陸地帯の土質と地盤の支持力

離着陸地帯の自然地盤を地均し且軋壓して離着陸しての安全性を確保する事は一時的にはとも角相當

性のものたらしむる事は困難な事である。即ち土質は土質の物理的性質並に工學的性質が一律でなく極めて多種多様で且つ氣象の影響及地下水位の高低に依り著しく變化するもので、工學的的土質と置換へない限り不安であると云はねばならぬ。

一般に粘土質系土質は夏季乾燥期に於ては耐圧力並に剪断力は相當大でグラスD.C.型航空機の荷重33Ton/m²に充分耐え得るのであるが之が雨期解氷期の過渡期に於ては軟弱化して航空機の滑走及びその他の地上操作は危険を伴つて来る。又砂質系土質は逆に或程度の濕潤ある事は却つて支持力を増す効果があるが、乾燥期に於ては砂塵を吹上げ、且つざくざくし、輪跡の深さ大くなり離着陸滑走に危険である。一時的には撒水又は撒油に依つて効果を擧げる事は出来るけれど、永續的に行ふ事は得策ではない。

離着陸場に適した土質は決定的には論議出来ないが、ヒルガード(Hilgard)の大別的な分類に従へば乾燥土質(Arid Soil)が略ぼ之に適するものと云へよう乾燥土質は次の三種位に區別出来る。

- (イ) 多少乾燥せる土質
- (ロ) 乾燥せる土質
- (ハ) 極め乾燥せる土質

以上の各乾燥土質なれば先づ離着陸場に適する土質と考へてよからう。乾燥土質は風化作用に依つて生じた溶解質の物質がそのまゝ流失せずに多分に残留してゐて、その可溶性鹽類は多くは蒸發の爲に起る上向水流の爲に地表に近い所に此の鹽類の層をなす事がある。一般に粉體的で、砂としての性質を多分に有するものである。

土質粒子の大きさに依る分類に従へば砂質系粘土質の土質が適當である。アメリカ道路局ホーゲントグラ(Hogentogler)の分類に従へばA-1に屬するもので、之は大小粒よく混じり充分なる結材ある土質で、摩阻力及粘着力大で、有害なる膨脹收縮、塑性、毛管性がない。係數的に示せば次の如し。

10番篩に残留するもの50%以上で、10番通篩を過する土の成分は…

- (1) 粘土 5~10% 0.005mm篩

(2) 沈泥 10~30% 0.05~0.00mm

(3) 徑砂全量 70~80% (内10番篩に残留する粗砂 25~50%)

斯の如き土質は工學的に見て極めて理想的なものであるが、離着陸場として芝草育生に必要な土質に缺けてゐる處がある従つて斯る土質に適量の施肥をし芝草の生育に必要な腐植土の如き土質を添加すれば、申し分ない芝草地の離着陸場となる譯である。然し斯の如き工學的にも農學的にも理想な土質を自然土質として而も擴大な面積に於て求むる事は困難で、土質の改良を施すか或は雨期解氷期の軟弱化する時期に於ける離着陸を安全にする爲、特に離着陸場の一部を舗装せねばならなくなる。

3. 離着陸場の適性芝草

離着陸場に適性芝草を密生せしむる事に離着陸場の良き緩衝となり且つ砂塵を吹き上げる事なく、更に有效な事には土質に或程度の彈性を與へる等其効果は大なるものである。然し一方芝草の密生は地表に水分を吸集し、且つ蒸發を妨げ之が土質並に地盤の支持力に影響する缺點がある。離着陸場に育生せしむる芝草は如何なる種類でもよいと云ふ譯には行かない。航空機が離着陸の滑走をしバルーン、タイヤの輪荷重が作用した場合に依つては尾端に振起される事等を考慮し、更に土質の適不適並に氣象の影響に依つてその種類を異にするもので、理想的な芝草は求め難いものである。

離着陸場整備の一般の傾向としては滑走路舗装主義より適性芝草の育生主義に變化しつつあるので適性芝草の研究が漸く盛んになつて來たが未だ體系付けられてゐない。

4. 離着陸場の表面排水の効果

離着陸場の地下排水は土質の透水性に待つ外、人工的には盲溝渠その他の工法に依り處理するが、表面排水については地表の勾配に依る外ない。勾配の緩なる事は離着陸操作上に於て重要な條件であるが、離着陸場を良好な状態に保たしむる一要件として適當な排水勾配を必要とする。此二つの矛盾條件の妥協として滑走路の舗装が考へられる譯である。地下排水が略ぼ理想的なれば表面排水の問題は大したものではなく之に芝草密生の手段を講

ずれば滑走路舗装の價値は小さくなる譯である。

以上の如き科學的調査研究の結果に依つて離着陸場の一部に舗装滑走路を施設すべきや否やを決定するものであるが、此處に注意しなければならぬ事はその利用性である。即ち離着陸操作は舗装滑走路のみに行はれるものでなく、之以外の芝草地の效用價値を見逃してはならぬ。

離着陸の場合に舗装滑走路を利用する事は路面抵抗が小さく従つて離着陸距離を短縮し、着陸の場合芝草地を選べば路面抵抗大にしてその滑走距離を小さくし且つ振動及び衝撃等に依り身體に受くる感情を快的なしむるものである。又特に軍用飛行場に於ては編隊行動上舗装滑走路が却つて支障を來たす場合を考慮して芝草地の整備を

重視し、舗装滑走路を離着陸場の側方に位置せしめ、芝草地の利用効果をねらつてゐる。従つて舗装滑走路は汛期解水期に於ける地盤の軟弱化する時期及び離着陸の利用に於てその效用價値が認められるもので、乾燥期に於ては芝草地の利用も亦大であると云はねばならぬ。

斯る見地より離着陸場内に於ける舗装滑走路の位置決定が重要な問題となつて來る。即ち舗装滑走路の位置に於ては前節に述べたる即ち準備地帯及建築地帯との關係を考慮すると同時に舗装外の離着陸場の積極的利用をも參酌して決定すべきで、設芝草地を單に舗装滑走路使用上の安全地としてのみの效用に終らしめてはならぬ。