

## 十七、機場主要設施之設計

### ◎ 跑道長度之分類

FAA：>2250, 1800~2250, 1260~1800, 960~1260, 600~960, 600m 等六類

ICAO：≥2150, 1500~2150, 900~1500, 750~900, 300~750m 等五類(A~E)

### ◎ 影響跑道長度之因素

機型、航程、機場高度、機場溫度、地面風向

FAA 對跑道長度之規定：

(a)跑道長度應足以讓飛機加速至離地點起飛、若途中臨界引擎故障，應能在後續跑道末端之前煞停；(b)若臨界引擎故障發生在離地點起飛，需利用仍能運轉之引擎起飛；(c)降落時，在跑道全長60%以內完全煞停

### ◎ 跑道、滑行道之縱坡度

跑道長度>960m 之機場，坡度≤1.5%；

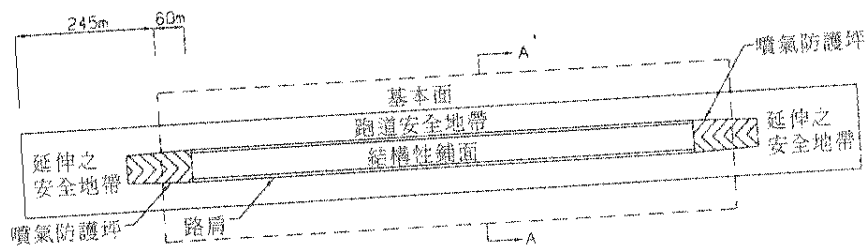
VFR 或跑道長度<960m 之機場，坡度≤2.0% (表 25-2)

若跑道縱坡度變化達 0.4% 需設計豎曲線

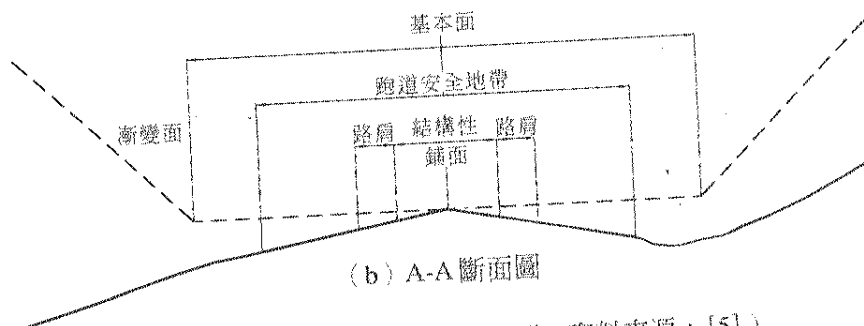


## ◎ 跑道、滑行道之橫斷面

- ✧ 跑道結構性鋪面：大型機場寬度 >50m，小型機場 15~22m，橫向坡度 1.0~1.5%
- ✧ 跑道路肩：寬度約 7.5~15m，橫向坡度 1.5~2.0%，小型機場可降至 3.0%
- ✧ 滑行道結構性鋪面，大型機場寬度 15~30m，小型機場 6~12m；滑行道路肩寬度約 6~12m
- ✧ 兩平行跑道中心線間隔，大型機場 210m，小型機場 90~150m；跑道與滑行道中心線間隔，大型機場 120~180m，小型機場 45~60m



(a) 平面圖



(b) A-A 斷面圖

圖 25-1 機場跑道之橫斷面圖 (資料來源：[5])

- ◎ 結構性鋪面設計
- ◎ 柔性鋪面厚度設計
  - ✧ 統一土壤分類法、加州承載比率 CBR 法、 $CBR(\%) = \text{夯實土壤與標準土壤之貫入抗力比值} * 100\%$
  - ✧ FAA 設計法：依路基土壤 CBR 值、飛機全重、每年離地飛機數量來決定
  - ✧ 分爲單輪、雙輪、雙輪雙軸、B-747、DC-10、L-1011 等廣體客機設計曲線圖
  
- ◎ 剛性鋪面厚度設計
  - ✧ FAA 設計法：依混凝土之撓曲強度(一般爲 650~700psi)、路基反力模數、飛機全重、每年離地飛機數量而決定
  - ✧ 載重：假設最大離地飛機全重之 95% 由主降落輪承受，而鼻輪承受 5%
  
- ◎ 臨界區域(跑道、滑行道系統中承受最大密集壓力之區域，包括跑道兩端、所有滑行道及停機坪)鋪面厚度須較大，其他非臨界區域鋪面厚度可減少 20%

表 25-3 統一土壤分類及相對應之 CBR 值與 k 值表

土 要 分 類	簡 號	土 壤 說 明	CBR 值	路 基 係 數 k (kg/cm <sup>2</sup> )
粗粒土壤， 留在 #200 篩的 份重佔全 重 50% 以 上	礫石土 (留在 #4 號篩 的佔全重的 50% 以上)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 級配優良的礫石與砂質礫</li> <li>• 跳越級配或均勻的礫石、砂質礫</li> <li>• 沉泥質礫、黏土質砂礫</li> <li>• 黏土質礫、黏土質砂礫</li> </ul>	60~80	≥ 8.3
	砂質土 (通過 #4 號篩的 佔全重的 50% 以 上)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 級配優良的砂、礫質砂</li> <li>• 跳越級配或均勻的砂、礫質砂</li> <li>• 沉泥質砂、沉泥質礫砂</li> <li>• 黏土質沉泥、黏土質礫砂</li> </ul>	20~40 15~25 20~40 10~20	6~8 6~8 6~8 6~8
	可壓縮性低，液 性限度小於 50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 沉泥、極細砂、沉泥質或黏土質 砂、雲母質沉泥</li> <li>• 低塑性黏土、砂質或沉泥質黏土</li> <li>• 有機質沉泥與黏土具低塑性者</li> </ul>	5~15 5~15 4~8	3~6 3~6 3~6
	可壓縮性高，液 性限度大於 50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 雲母質沉泥、砂藻土、火山灰</li> <li>• 高塑性黏土、與砂質黏土</li> <li>• 有機質沉泥與黏土具高塑性者</li> </ul>	4~8 3~5 3~5	3~6 1.5~3 1.5~3
土內含有纖維狀有機質	Pt	• 泥炭、砂質泥炭與質泥炭	---	---

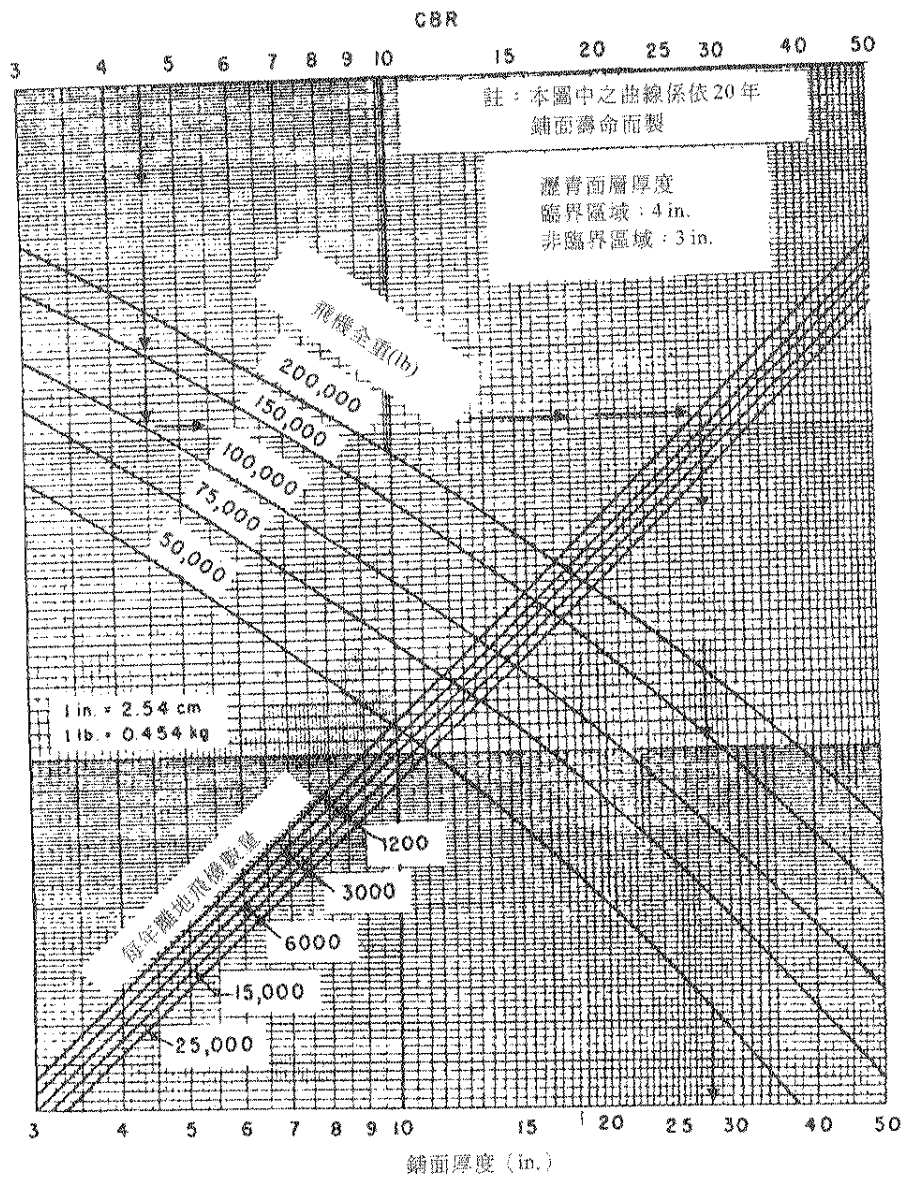


圖 25-3 柔性鋪面臨界區域之厚度設計曲線圖，雙輪降落裝置  
(資料來源：[10])

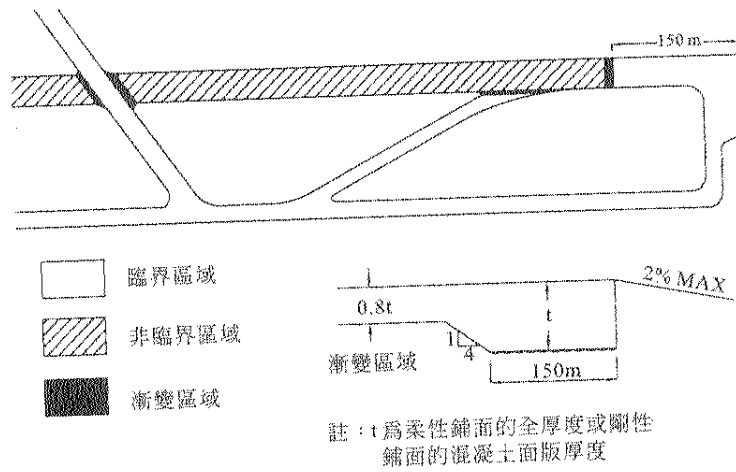


圖 25-4 機場鋪面之臨界區域圖 (資料來源：[11])

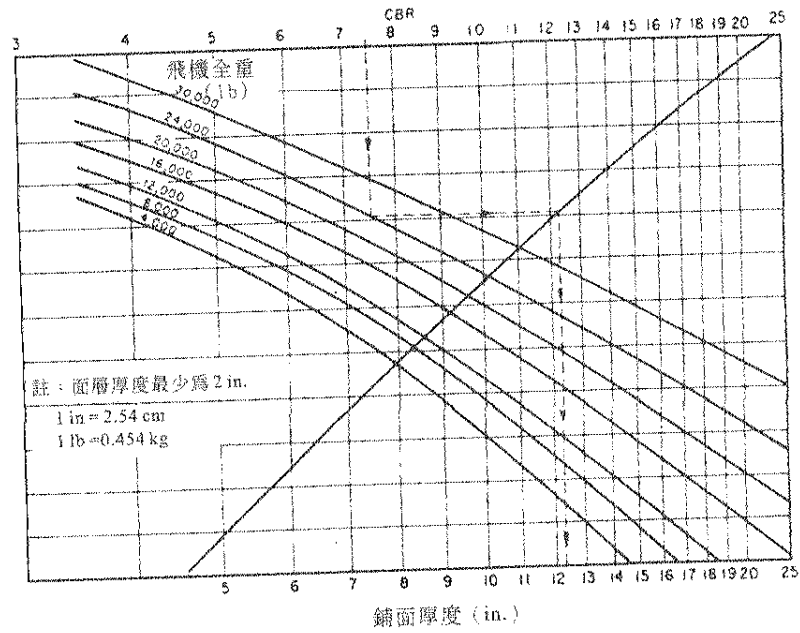


圖 25-5 輕型飛機之柔性鋪面厚度設計曲線圖 (資料來源：[10])

## ◎ FAA 鋪面厚度設計程序

1. 決定設計機型：在所有機型中配合其年起飛次數，需最大鋪面厚度之機型者即為設計機型（設計機型不全是最重之飛機型態）。
2. 將各種飛機之起飛次數轉換為與設計機型相同之輪軸型式之起飛次數。
3. 根據各機型之輪軸型態算出主降落輪單輪重。
4. 計算各種機型之等額起飛次數當量：

$$\log R_1 = \log R_2 \times \left(\frac{W_2}{W_1}\right)^{\frac{1}{2}}$$

其中， $R_1$  為各種機型相對於設計機型之等額起飛次數當量， $R_2$  為各種機型根據設計機型之輪軸型態所轉換之年起飛次數， $W_1$  為設計機型之輪重， $W_2$  為任一種機型之輪重。

5. 累加各種機型相對於設計機型之等額起飛次數當量並決定鋪面設計厚度。

表一 各種飛機輪軸型式之轉換因子表

To Convert From	To	Multiply Departures By
single wheel	dual wheel	0.8
single wheel	dual tandem	0.5
dual wheel	dual tandem	0.6
double dual tandem	dual tandem	1.0
dual tandem	single wheel	2.0
dual tandem	dual wheel	1.7
dual wheel	single wheel	1.3
double dual tandem	dual wheel	1.7



## ◎ 設計實例

假設某一機場之混凝土撓曲強度為 820 psi，路基反力模數為 100 pci，設計之飛機起飛資料為：

Aircraft	Gear Type	Forecast Annual Departures	Maximum Takeoff Weight, lbs.	h(in.)
727-100	dual	3,760	160,000	13.8
727-200	dual	9,080	190,500	15.3
707-320B	dual tandem	3,050	327,000	15.2
DC-9-30	dual	5,800	108,000	...
CV-880	dual tandem	400	184,500	
737-200	dual	2,650	115,500	

1. 選 727-200 為設計機型（須設計厚度最大）。
2. 利用輪軸轉換因子將各種不同之機型轉換成設計機型之年起飛次數（ $3050 \times 1.7 = 5185$ ）。
3. 依據各種不同機型之輪軸型態，算出其主降落之單獨輪重（ $160,000 \times 0.95 \times 0.5 \times 0.5 = 38,000$  lbs）。（ $327,000 \times 0.95 \times 0.5 \times 0.25 = 38,830$  lbs）
4. 依據當量轉換公式，計算各種機型之等額起飛次數當量：

$$\log R_1 = \log 3760 \times \left(\frac{38}{45.24}\right)^{\frac{1}{2}} \quad \rightarrow \quad R_1 = 1891$$

Aircraft	Dual Gear Departures	Wheel Load lbs.	Wheel load of Design Aircraft lbs.	Equivalent Annual Departures Design Aircraft
727-100	3,760	38,000	45,240	1,891
727-200	9,080	45,240	45,240	9,080
707-320B	5,185	38,830	45,240	2,764
DC-9-30	5,800	25,650	45,240	682
CV-880	680	21,910	45,240	94
737-200	2,650	27,430	45,240	463

Total = 14,974

5. 將各種機型之等額起飛次數當量累加後，可得到總等額起飛次數當量=14,974 次，再將其查圖 3-18，即可得設計厚度=16~17 inch。

### DUAL WHEEL GEAR

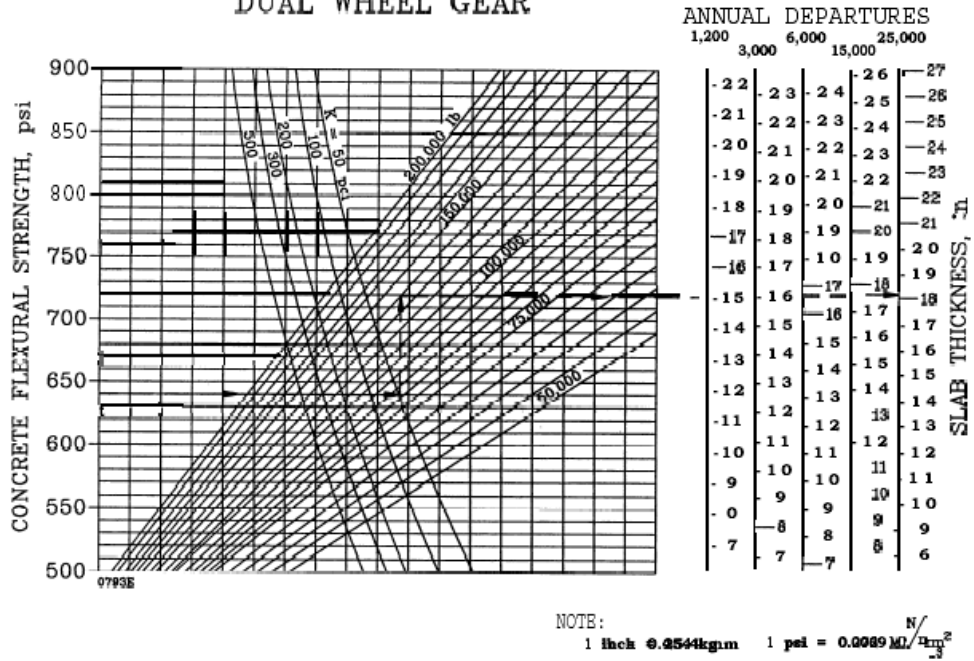


FIGURE 3-18. RIGID PAVEMENT DESIGN CURVES, DUAL WHEEL GEAR

### DUAL TANDEM GEAR

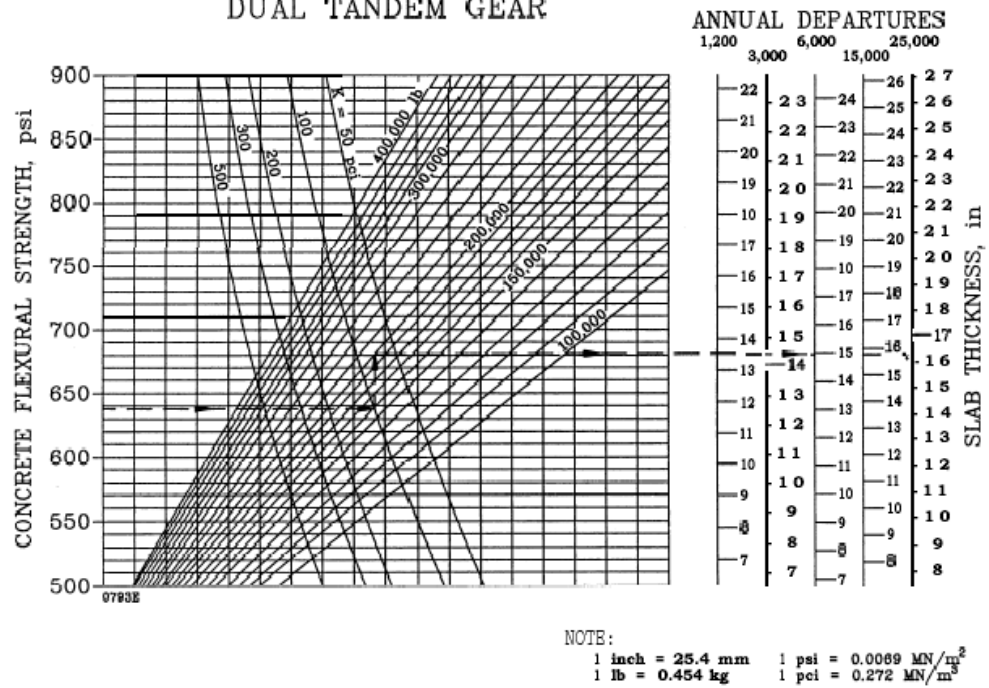


FIGURE 3-19. RIGID PAVEMENT DESIGN CURVES, DUAL TANDEM GEAR

四、假設某一機場之混凝土撓曲強度為 700 psi，路基反力模數為 200 pci，設計之飛機起飛資料如下表所示，試以 FAA 設計法決定其總等額起飛次數當量及設計厚度。(16%)

Aircraft	Gear Type	Forecast Annual Departures	Maximum Takeoff Weight, lbs.
727-100	dual	3,000	160,000
727-200	dual	8,000	190,500
707-320B	dual tandem	12,000	327,000
DC-9-30	dual	5,000	108,000
CV-880	dual tandem	4,000	184,500
737-200	dual	1,000	115,500

表二 各種飛機輪軸型式之部份轉換因子表

To Convert From	To	Multiply By
single wheel	dual wheel	0.8
single wheel	dual tandem	0.5
dual wheel	dual tandem	0.6
dual tandem	single wheel	2.0
dual tandem	dual wheel	1.7
dual wheel	single wheel	1.3

四、Designing a rigid airfield pavement with concrete flexural strength = 700 psi, modulus of subgrade reaction = 200 pci, the design aircraft departures are as follows. Please use traditional FAA thickness design approach to determine the total equivalent annual departures and design thickness. (16%)

Aircraft	Gear Type	Forecast Annual Departures	Maximum Takeoff Weight, lbs.
727-100	dual	3,000	160,000
727-200	dual	8,000	190,500
707-320B	dual tandem	12,000	327,000
DC-9-30	dual	5,000	108,000
CV-880	dual tandem	4,000	184,500
737-200	dual	1,000	115,500

Table 2 Conversion Factors for Various Gear Configurations

To Convert From	To	Multiply By
single wheel	dual wheel	0.8
single wheel	dual tandem	0.5

dual wheel	dual tandem	0.6
dual tandem	single wheel	2.0
dual tandem	dual wheel	1.7
dual wheel	single wheel	1.3

1、 名詞解釋：(英文全文與中文意義)

甲、 ICAO 爲\_\_\_\_\_

乙、 CBR 爲\_\_\_\_\_

2、 Short Answers or the full name of an organization:

甲、 ICAO \_\_\_\_\_

乙、 CBR \_\_\_\_\_