

機場鋪面強度評估與 機場分類指數法之探討

林志棟、劉耀斌、李英豪

簡報者：劉耀斌

2007/9/13

國立中央大學 土木工程研究所

1

簡報大綱

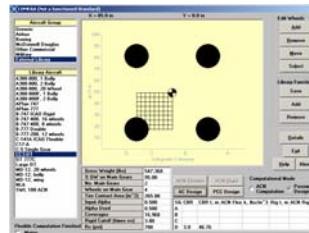
- 前言
 - 機場鋪面評估—ACN/PCN評估方法
- 機場鋪面評估方法之探討
 - ACN /PCN方法之探討
 - 非破壞性檢測方法之探討
- PCN案例探討
- 評估方法之建議
- 結論與建議

2

機場鋪面評估

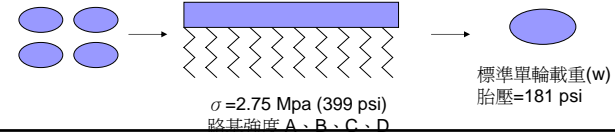
ACN-PCN評估

- ICAO於1981年公佈此評估方法
 - ACN/PCN評估方法
 - 於AIP上需公布此一數值
 - 用於機場營運，供航空公司進行航機排班
- COMFAA
 - 修正1997年ACNComp程式
 - FAA認可之ACN計算程式
 - AC 150/5335-5A
- PCASE
 - US Army Corps of Engineers



ACN計算方法 --Aircraft Classification Number

- 根據不同鋪面類型及路基強度，在不需指定鋪面厚度下，以此數值來表示一單獨飛機對鋪面的影響
- 剛性鋪面
 - Westergaard中央應力公式
 - 四種等級的路基強度（554 pci、296 pci、148 pci、74 pci）
 - 標準胎壓181 psi、工作應力399 psi
- 柔性鋪面
 - Boussinesq的多層彈性理論解
 - 四種等級路基強度（CBR=15、CBR=10、CBR=6、CBR=3）
 - 標準胎壓181 psi、10000次通過涵蓋數



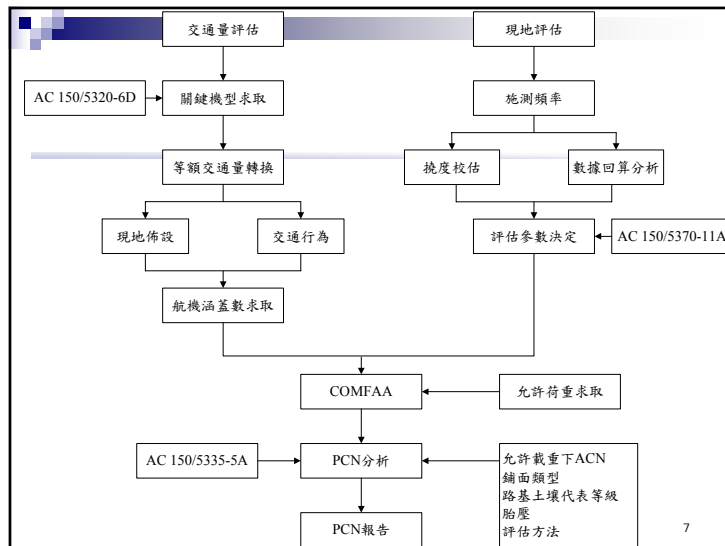
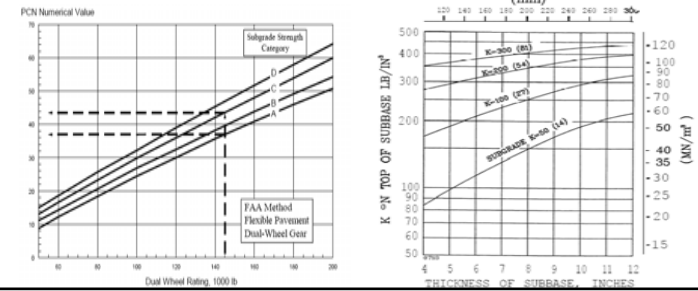
4

PCN計算方法 --Pavement Classification Number

- 不指定任一特殊機型下，以此數值來表示鋪面承載荷重的能力。
- 決定交通量
- 將不同的機型轉換為一關鍵機型
- 決定鋪面材料特性
- 計算關鍵機型之ACN計算

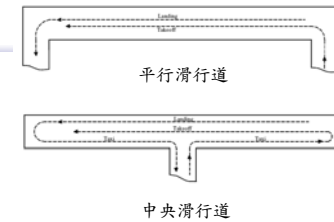
57	R	B	W	U
PCN值	鋪面種類	路基強度分類	胎壓類型	評定方法
	R 剛性鋪面 F 柔性鋪面	A 高(K>554) B 中(148≤CBR≤296) C 低(74≤CBR≤148) D 極低(74>CBR)	W 高(無限制) X 中(146-217 psi) Y 低(74-145 psi) Z 極低(0-73 psi)	T 技術評估 U 飛機經驗評估

- PCN為一相對數值，路基土壤愈差其PCN值將愈高
- 評估剛性鋪面時，若有基層不應僅考量路基土壤，應將基層與路基土壤綜合考量
- 若剛性鋪面為雙層版結構，亦需綜合考量
- PCN為一代表機場跑道整體之數值，並非設計方法或是取代機場跑道評估，僅需5-10年或是當跑道面臨重大翻修以及加鋪時需重新評估外，不需要每年重新評估其PCN值之變化。



交通量評估

- 參考AC 150/5320-6D
 - 等額交通量
 - 關鍵機型轉換
 - 設計年限
- 現地佈設與交通行為
 - 滑行道佈設方式
 - 航機是否需要加油
 - 通過-交通循環比 (pass-traffic cycles ratio, P/TC)



滑行道形式	是否需要加油	P/TC
平行滑行道	是	1
中央滑行道	否	2
中央滑行道	是	3

ACN/PCN計算流程之探討

發展背景

- AC 150/5335-5
- AC 150/5370-11A
- 採用參數與原因

現有問題

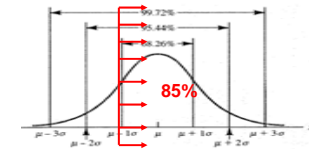
- 變異性大
 - ✓ 評估需採用回算方法
 - ✓ 分段方式未說明
- 分析流程未明確
 - ✓ 計算流程並未明確說明
 - ✓ 不同計算程序結果不相同

Origin Method	PCN	Code
Flexible Pavement		
- CBR method S-77-1	55	FBWT
- PCASE-CBR	78	FBWT
- PCASE-LEA	69	FBWT
- Shell 85%	86	FBWT
- Barker et al	30	FBWT
- U.S. Corps of Engineers	64	FBWT
- APDS-MWHGL-data	43	FBWT
Rigid Pavement		
- PCA-PDILB	77	RCWT
- PCASE-Westergaard	75	RCWT
- PCASE-LEA	79	RCWT
- UEC (Ref. 36)	78	RCWT
- Domenichini (Ref. 38)	66	RCWT
- Corps of Engineers	81	RCWT
- Vencon 1992	71	RCWT

Note: Flexible ACN of B747-400 at MTOW/OEW is 6422. Rigid ACN of B747-400 at MTOW/OEW is 7

AC 150/5370-11A

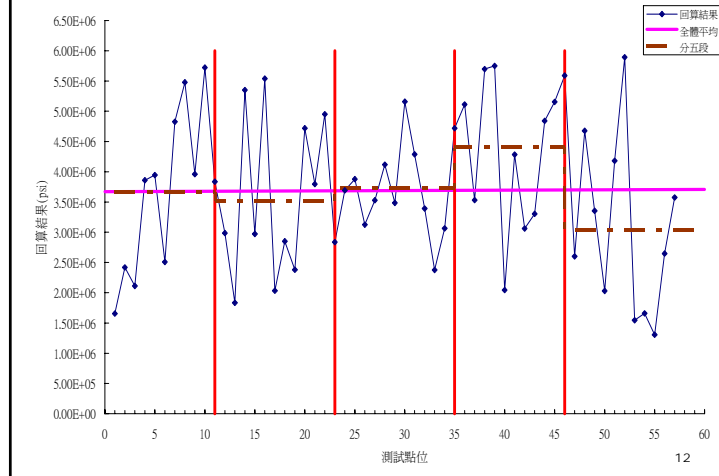
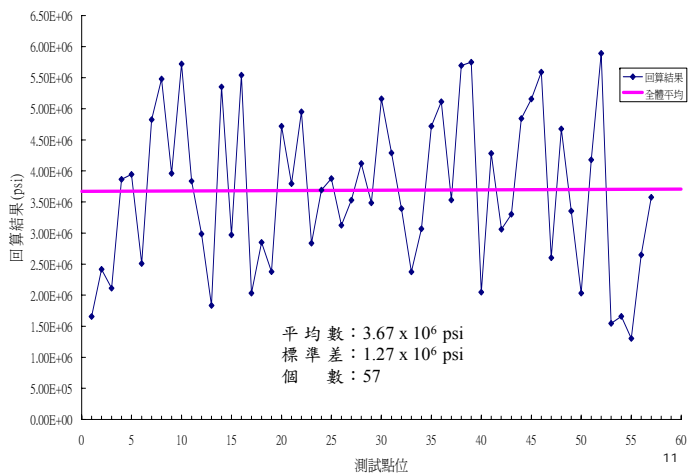
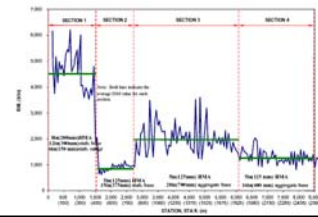
- 鋪面特徵參數之平均數與變異數可用於鋪面評估與設計
- 必須根據檢測結果進行鋪面分段
- 平均數減一個標準差之數值，可用在設計以及評估的特徵參數，並且去除異常值。
- 亦可利用包含85%全段資料之數值（前15%之數值）做為評估與設計參數，但資料需為常態分配。

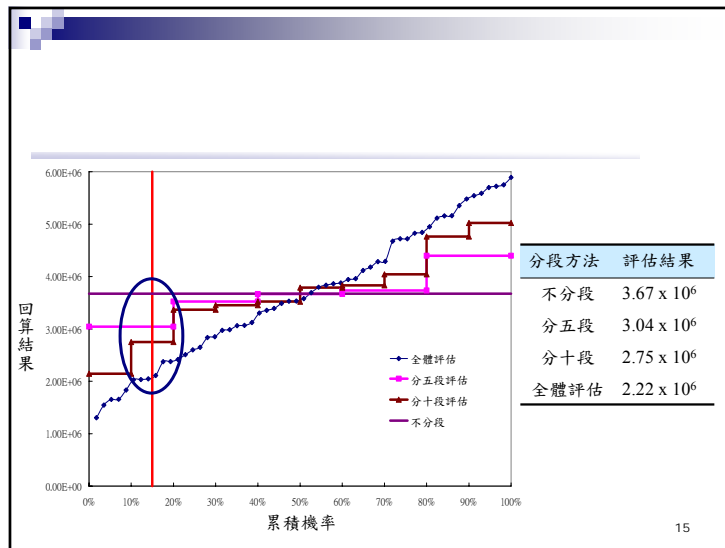
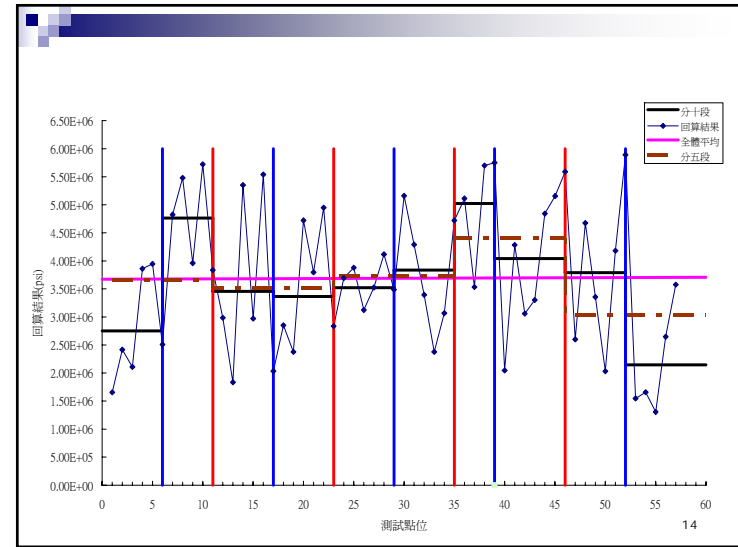
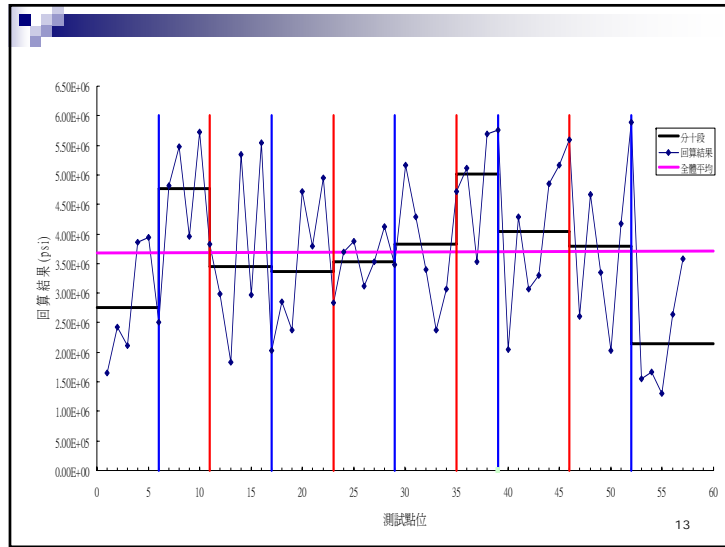


$$\Pr(-1 < Z < 0) + \Pr(0 < Z < \infty) = 0.34 + 0.5 = 0.84$$

問題與改善

- 根據柴比氏定理，不論何種分配最少會有「 $1-1/k^2$ 」的機率涵蓋住資料，而此處採用1個標準差其涵蓋資料之機率為0
- 其採用累積機率之方式，會因為不同之分組組數而有不同之結果





PCN 案例探討

面層厚度：14 in
 級配層：8 in
 路基k值：100 pci
 有效路基K值：250 pci

設計機組

機型	載重 (lb)	年交通量	P/C
B727-200	185,000	400	2.92
B737-300	130,000	6,000	3.79
A319-100	145,000	1,200	3.18
B747-400	820,000	3,000	3.46
B767-300RR	370,000	2,000	3.60
DC8-63	330,000	800	3.35
A300-B4	370,000	1,500	3.49
B777-200	600,000	300	4.25

分段方法	彈性模數 (psi)	轉換Mr (psi)
全體平均	3.67×10^6	648.15
分五段	3.04×10^6	620.74
分十段	2.75×10^6	608.13
各點評估	2.22×10^6	585.07

現地PCN評估結果

評估方法	機型	Mr (psi)	coverage	允許荷重 (lb)	PCN
全體平均	B747-400	648.15	42,913	747,000	61/R/B/W/T
分五段	B747-400	620.74	42,913	715,000	57/R/B/W/T
分十段	B747-400	608.13	42,913	701,000	56/R/B/W/T
各點評估	B747-400	585.07	42,913	674,000	53/R/B/W/T

17

評估方法之建議

■ 抽樣頻率

- > AC 150/5370-11A
- > ASTM D 5340

✓ 根據允許誤差進行抽樣頻率建議

$$n = \frac{NS^2}{(e^2/4)(N-1) + S^2}$$

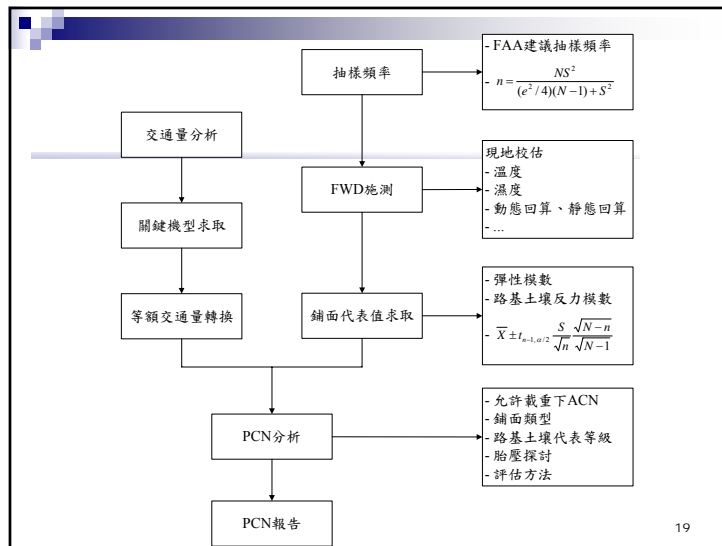
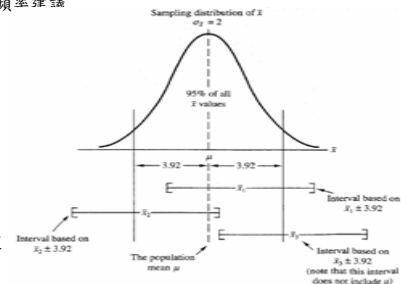
■ 撓度校估

- > 溫度、濕度、厚度
- > 動態、靜態
- ✓ 柔性鋪面：0.33
- ✓ 剛性鋪面：0.5

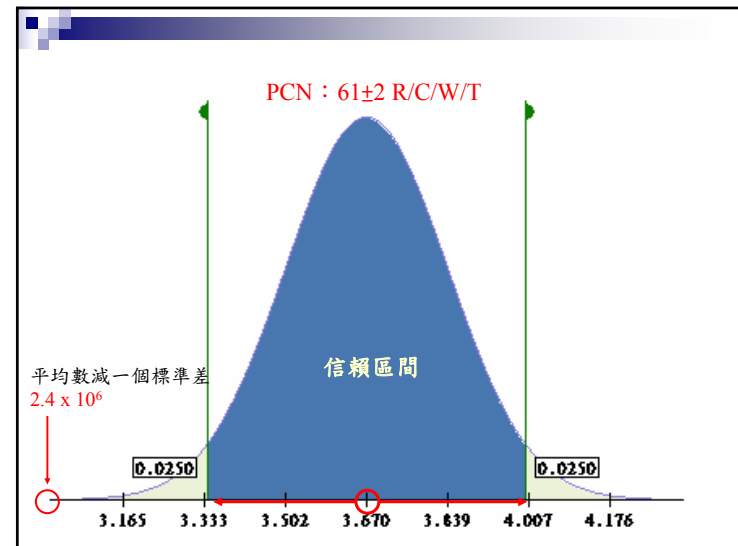
■ 數據分析

- > 信賴區間與中央極限定理

$$\bar{X} \pm t_{n-1, \alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} \frac{\sqrt{N-n}}{\sqrt{N-1}}$$



19



結論與建議

■ ACN/PCN方法之探討

- 鋪面特性代表參數之求取
 - ✓ 回算方法之應用
 - ✓ 資料為常態分配下「平均數-標準差」做為設計參數
 - ✓ 利用85%涵蓋機率下之數值做為設計參數

■ ACN/PCN數值之決定

- ACN/PCN代表之物理意義
 - ✓ 並非累積機率前15%之數值
 - ✓ 進行FWD檢測時其量得結果為「樣本」而非「母體」，因此不應採用減去一個標準差之方式，應配合統計量以及樣本變異性一起考量

■ ACN/PCN計算之建議

- 整體跑道之評估
 - ✓ 考量整體跑道
 - ✓ 信賴區間與抽樣方法之應用

21

簡報結束

敬請指教

22