

跑道鋪面狀況評估、 量測及報告

行政院飛航安全委員會

林沛達/副飛安調查官

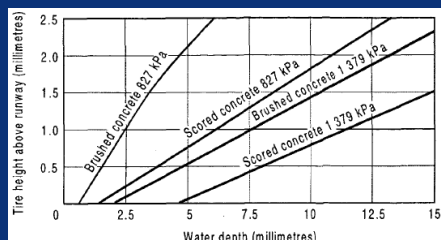


2012飛安資訊交流研討會

1

簡報大綱

- 全球挑戰議題：衝偏出跑道
- 跑道鋪面狀況評估之啟動時機
- 跑道鋪面狀況評估之內容
- 鋪面摩擦係數量測
- 未來發展趨勢



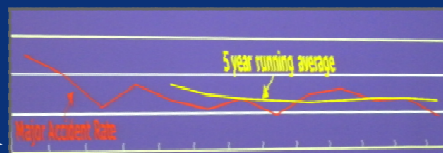
2012飛安資訊交流研討會



2

飛安挑戰_衝偏出跑道

- FSF Technical Program Director Mr. Jim Burin
2011年迄11月1日14件，314人致命
- 三大飛安挑戰
- Automation/Professionalism
- Approach and Landing Accident Reduction
 - Runway Excursion: 21% T0, 79% LD
 - Runway Excursion : 90 % Unstable Approach to Land



2012飛安資訊交流研討會



3

我國近年案例（一）

民國99年9月2日，一架B747-400客機，2027時由上海浦東起飛，2137時於桃園24跑道落地。落地前6分鐘2.8mm之降雨量，右側風，著陸時機身左傾4.4度，主輪著陸於24跑道端3,585呎，左翼主輪左偏出跑道，進入道肩及草地後重回跑道內
人員無傷亡，24跑道邊燈損毀及1具千呎牌牌面掉落



2012飛安資訊交流研討會

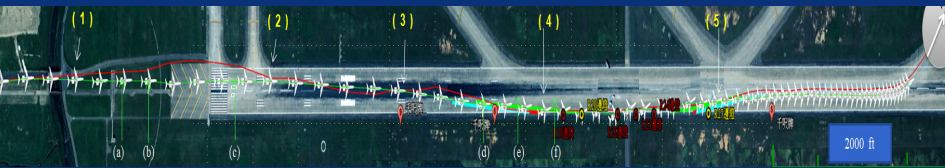


4

我國近年案例（二）

民國100年5月12日，一架MD- 90客機，澳門飛桃園，2036時於桃園06跑道落地，落地前6分鐘降雨量3.8mm，俯角落地，3輪同時著陸後彈跳，擾流板未展開，於距06跑道頭約3,340呎處右主輪偏出跑道後返回跑道

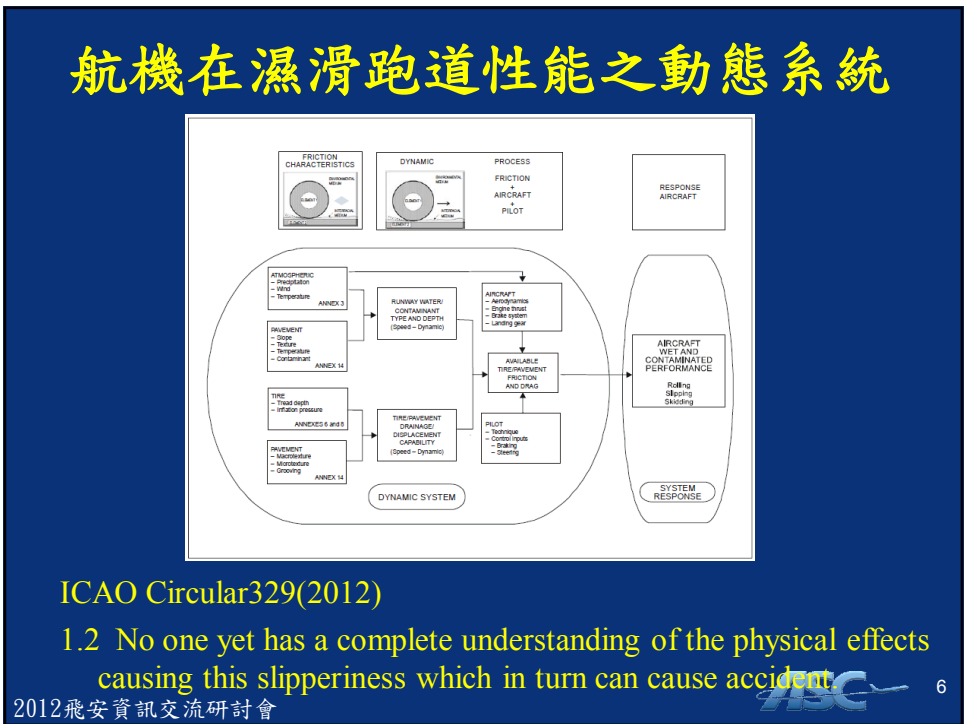
該機輕微損傷，人員無傷亡，5盞跑道邊燈損毀



2012飛安資訊交流研討會

ASC

5

2012飛安資訊交流研討會  5

安全落地指導

1. Fly a **stabilized approach**
2. Height at threshold crossing is **50 feet**
3. Speed at threshold crossing is not more than $V_{ref}+10$ **knots** indicated airspeed and not less than V_{ref}
4. **Tailwind** is no more than **10 knots** for a **non contaminated runway**, no more than **0 knots** for a **contaminated runway**
5. Touchdown on runway **centerline** at the touch down aiming point
6. After touchdown, **promptly transition** to desired deceleration configuration, brakes, spoiler and thrust reversers
7. Speed is **less than 80 knots** with 2,000 feet runway remaining

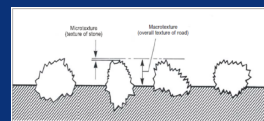
2012飛安資訊交流研討會



7

跑道鋪面狀況評估、量測及報告

- ❑ 跑道資訊：可以修正濕滑跑道落地之飛航操作方式，如增加風向速限制而轉降或加大煞車設定
- ❑ 駕駛員要如何知道現在跑道狀況是汙染跑道或不是汙染跑道？
- ❑ CRM & Human Factor：
機場人員評估及量測跑道鋪面狀況
提供報告給塔台（航管）
傳達給駕駛員（簽派員、聯管中心人員）
- ❑ 調查發現：法規要求機場人員呈報的跑道狀況評估術語與駕駛員的跑道狀況術語不同



They Do Not Speak the Same Language

2012飛安資訊交流研討會



8

評估之啟動時機（一）

- ICAO Doc 9137 Part 8/「民用機場空側應注意事項」
惡劣天候時機場應提供航管鋪面狀況建議
惡劣天候：強風；大雨—導致跑道摩擦力降低
- 7.62mm/hr；整點、半點或特別天氣報告
- 航務組人員依此上跑道啟動評估機制，再提供航管鋪面狀況建議



2012飛安資訊交流研討會

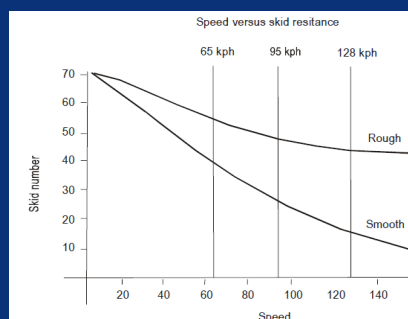
ASC

9

評估之啟動時機（二）

- 依個別機場安全政策及服務水準
 - 降雨量：大雨中雨小雨
 - ESDU71026 跑道粗質紋理等級
 - 落地區及RTO煞車區之坡度及平坦度
 - 定期摩擦係數水準
- 側風
- 機長報告PIREP

Classification		Texture depth (mm)
A	smoothest	0.10–0.14
B		0.15–0.24
C	Most heavily textured	0.25–0.50
D	non-grooved, non PFC	0.51–1.00
E		1.01–2.54



2012飛安資訊交流研討會

ASC

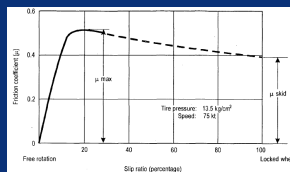
10

跑道鋪面狀況評估（一）

- 依ICAO Annex 14及我國「民用機場鋪砌道面狀況應注意事項」說明：跑道中心二分之一寬度範圍出現積水時，應提出報告，同時需對積水深度提出評估，為提高跑道狀況描述之準確性，應採用下列定義與相關敘述：
 - 微濕（Damp）—道面表面因濕氣而變色；
 - 潮濕（Wet）—道面表面濕潤但未出現積水；
 - 局部積水（Water Patch）—可觀察到局部積水現象；
 - 氾濫（Flooded）—可觀察到大範圍積水現象；
- 同時依ATMP 3-3-1說明：航管需以相同術語，描述跑道狀況。

跑道鋪面狀況評估（二）

- ICAO Annex 6以25%使用面積超過3mm水深定義為污染跑道（Contaminated）；無污染及可見潮濕，定義為乾跑道（Dry）；而非上述兩者，即水深在3mm以下，定義為濕跑道（Wet）
- 顯然機場人員蒐集的鋪面狀況4術語，與駕駛員所了解的3鋪面狀況定義無關連，甚而會產生誤解，如Wet的名詞，兩者定義不同
- 造成駕駛員由機場人員中獲得的資訊，無法應用至航機煞車設定及側風限制性能的操作判斷上。



跑道鋪面狀況評估（三）

- 國際民航組織為解決諸多跑道鋪面狀況評估、摩擦係數檢測、航機性能與跑道抗滑相關問題，於2008年成立FTF工作小組 (Friction Task Force)
- 2012年發布ICAO Circular329 _AN/191， 8.2節敘述2014將全球機場人員的跑道鋪面狀況報告及術語一致化，提供數值，以聯結到航機製造商的性能數據
- 以駕駛員的操作需求(Annex6)為一致化的目標
- 現行國際跑道鋪面狀況指標:IRFI；CRFI；TALPA ARC；RUFAB

跑道鋪面狀況評估（四）

FAA TALPA ARC

- 機場航務組可能需依水深數值提出跑道鋪面狀況評估報告值
- 佐以最近定期摩擦係數檢測值、現場減速率及方向控制觀察及機長報告
- 透過AIXM (Aeronautical Information Exchange Model) 發布即時NOTAM(CONTAM)



PAVED RUNWAY CONDITION ASSESSMENT TABLE				
Airport Estimated Runway Condition Assessment				Pilot Reports (PIREPs) Provided To ATC And Flight Dispatch
Runway Condition Assessment - Reported		Downgrade Assessment Criteria		
Code	Runway Description	Mu (μ)	Deceleration And Directional Control Observation	PIREP
6	• Dry	-	-	Dry
5	• Wet (Smooth, Grooved or PFC) • Frost 1/8" or less of: • Water • Slush • Dry Snow • Wet Snow	40μ or higher	Braking deceleration is normal for the wheel braking effort applied. Directional control is normal.	Good
4	At or below -13°C: • Compacted Snow	39-38μ	Brake deceleration and controllability is between Good and Medium.	Good to Medium
3	• Wet (Slippery) At or below -3°C: • Dry or Wet Snow greater than 1/8" Above -13°C and at or below -3°C: • Compacted Snow	35-30μ	Braking deceleration is noticeably reduced for the wheel braking effort applied. Directional control may be slightly reduced.	Medium
2	Greater than 1/8" of: • Water • Slush Above -3°C: • Dry or Wet Snow greater than 1/8" • Compacted Snow	29-26μ	Brake deceleration and controllability is between Medium and Poor. Potential for hydroplaning exists.	Medium to Poor
1	At or below -3°C: • Ice	25-21μ	Braking deceleration is significantly reduced for the wheel braking effort applied. Directional control may be significantly reduced.	Poor
0	• Wet Ice • Water on top of Compacted Snow • Dry or Wet Snow over Ice Above -3°C: • Ice	20μ or lower	Braking deceleration is minimal to non-existent for the wheel braking effort applied. Directional control may be uncertain.	Very Poor

鋪面摩擦係數量測（一）

- 現行摩擦係數檢測標準法：係使用連續自濕式摩擦係數檢測車在乾跑道上噴灑固定1mm水膜，於跑道中心線兩側3及5公尺，65km/hr及95km/hr速度檢測，以了解跑道粗質紋理、細質紋理及胎屑沉積，對航機輪胎提供抗滑阻力影響效應，目的僅在於跑道維護需要



Test equipment	Test tire		Test speed (km/h)	Test water depth (mm)	Design objective for new surface	Maintenance planning level	Minimum friction level
	Type	Pressure (kPa)					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
Mu-meter Trailer	A	70	65	1.0	0.72	0.52	0.42
	A	70	95	1.0	0.66	0.38	0.26
Skiddometer Trailer	B	210	65	1.0	0.82	0.60	0.50
	B	210	95	1.0	0.74	0.47	0.34
Surface Friction Tester Vehicle	B	210	65	1.0	0.82	0.60	0.50
	B	210	95	1.0	0.74	0.47	0.34
Runway Friction Tester Vehicle	B	210	65	1.0	0.82	0.60	0.50
	B	210	95	1.0	0.74	0.54	0.41
TATRA Friction Tester Vehicle	B	210	65	1.0	0.76	0.57	0.48
	B	210	95	1.0	0.67	0.52	0.42
RUNAR Trailer	B	210	65	1.0	0.69	0.52	0.45
	B	210	95	1.0	0.63	0.42	0.32
GRIPTESTER Trailer	C	140	65	1.0	0.74	0.53	0.43
	C	140	95	1.0	0.64	0.36	0.26

2012飛安資訊交流研討會

鋪面摩擦係數量測（二）

- 國內及國際法規要求：機長報告Braking Action Poor或其他狀況懷疑時，機場須增行一特別摩擦係數檢測（ICAO Annex14 2.9.8/Doc 9137 Part2 6.2.3及ATMP3-3-5）
- 實務問題：標準量測及儀器驗證均使用固定水深，與特別檢測時水深變化不同，所得出的值被懷疑是否具參考性及與標準量測值的比較性？

部份國家(包括我國)採行作法，俟跑道變乾後再補行一特別摩擦係數檢測，另為安全考量部份國家先暫停該跑道起降，或轉降其它側風分量較小的跑道因應。

2012飛安資訊交流研討會

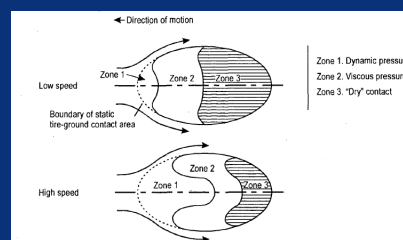
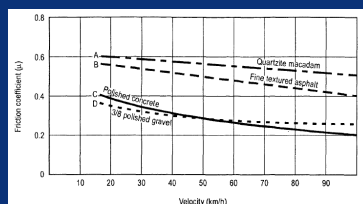
ASC

16

鋪面摩擦係數量測（三）

ICAO Circular329敘述摩擦係數量測的未來發展

- 因NASA Wallops儀器驗證設施已不能使用，Doc 9137 Part2內相關程序都必須更新
- 摩擦係數的檢測值需關聯至航機性能為發展目標

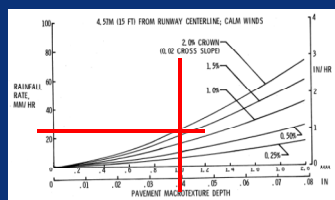


2012飛安資訊交流研討會

ASC 17

其他未來發展趨勢

- 發展Wet Skid Resistant Pavement 標準；意即鼓勵使用Grooving or PFC增加紋理及排水能力
- 發展降雨量、跑道排水、鋪面紋理及航機煞車性能之量化關係



$$\text{RAINFALL RATE} = K \left[\frac{(\text{MACROTEXTURE DEPTH})^{.89}}{(\text{DISTANCE FROM RUNWAY \#})^{.43} (\text{CROSS SLOPE})^{.42}} \right]^{1.695}$$

WHERE:
K = 1253 for metric units; 15430 for U.S. Customary units

4.57m (15 ft) FROM RUNWAY CENTERLINE; CALM WINDS

$$d = \left[3.38 \times 10^{-3} (1/T)^{.11} (1)^{.43} (1)^{.59} (1/S)^{.42} \right] - T$$

2012飛安資訊交流研討會

ASC 18

報告完畢