

建立新的接縫式混凝土鋪面應力分析與厚度設計方法

李英豪 白建華
李朝聰 顏少棠
淡江大學 土木系



大綱

- 前言
- PCA厚度設計法之回顧
- 溫差與濕差應力之影響
- 修正PCA應力分析與厚度設計流程
- TKUPAV視窗軟體程式之建立
- TKUPAV程式之驗證
- 結論與建議



前言

- 研究緣起
 - 鋪面應力分析(邊界, 角隅, 中央)
 - 厚度設計(邊界應力分析)
 - PCA設計法不考慮溫差與溼度應力
- 研究目的
 - 改良PCA設計法之應力計算方式

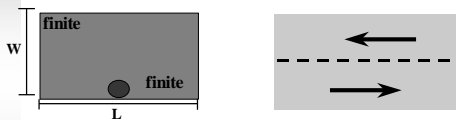


PCA厚度設計法之回顧

- 混凝土鋪面厚度
- 交通量
- 當量應力之計算
- 疲勞分析



邊緣應力

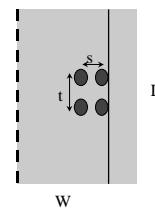


$$\frac{th^2}{P} N f \left\{ \frac{a}{L} \right\}, \left\{ \frac{w}{L} \right\}, \left\{ \frac{L}{L} \right\};$$



PCA厚度設計之基本假設

- 簡化與限制
- $t=50$ in., $a=4.72$ in.,
 $L=180$ in., $s=12$ in.,
 $D=72$ in., $W=144$ in.,
- $E=4$ Msi, $\mu=0.15$
 $AGG=25000$ psi



PCA厚度設計當量應力之計算

$$f_{eq} = \frac{6M_e}{h^2} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$$

$M_e = f(\cdot, k)$ for (英制)

SA/NS, TA/NS, SA/WS, TA/WS



PCA厚度設計之疲勞分析

$$\begin{cases} \log N_f = 11.737 - 12.077 \times SR & SR \geq 0.55 \\ N_f = \left(\frac{4.2577}{SR - 0.4325} \right)^{3.268} & 0.45 < SR < 0.55 \\ N_f = \text{Unlimited} & SR \leq 0.45 \end{cases}$$

$$SR = f/S_c$$

N_f : 允許之載重次數



溫差與濕差應力之影響

- 溫差撓曲(curling)應力
(正溫差將增加額外應力)
- 濕差翹曲(warping)應力
(負濕差將減少總應力，但不易量測)
- 建議考慮加入正溫差之影響



修正PCA應力分析與厚度設計流程

- ILLI-SLAB 有限元素法程式
- 力學控制變數之辨識
- 預測模式之建立
- 修正後當量應力之計算
- 修正後厚度設計之步驟



ILLI-SLAB 程式

- 原始程式 TABATABAIE 1977
- 持續修訂 WONG, CONROYD, IOANNIDES 1980-1985
- 增加考慮溫差 KOROVESIS 1986-1989
- 個人電腦程式編譯 LEE 1995
(Microsoft FORTRAN PowerStation)



鋪面板力學控制變數之定義(一)

$$f = \left(\frac{a}{r}, \frac{t}{W}, \frac{q}{h}, \frac{P}{h} \right)$$



鋪面版力學控制變數之定義(二)

$$\frac{th^2}{P}, \frac{uk\}^2}{P}, \frac{q\}^2}{P} = f\left(\frac{a}{\}, \frac{L}{\}, \frac{W}{\}, \frac{s}{\}, \frac{t}{\}, \frac{D_0}{\}, \frac{AGG}{k}, \left(\frac{h_{eff}}{h_1}\right)^2\right)$$



預測模式之建立

- 投影追逐迴歸分析法(PPR)
- 根據無因次力學變數
- 根據因子建立資料庫
- 兩階段預估模式 (投影加上線性迴歸)



修正後當量應力之計算(一)

$$f_{eq} = (f_w \cdot R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot R_4 \cdot R_5 + R_T \cdot f_c) \cdot f_3 \cdot f_4$$



修正後當量應力之計算(二)

$$f_w = \frac{P}{h^2} \times f_1 \left(\frac{a}{\}\right)$$
$$f_c = \frac{1}{2} Er \Delta T \times f_2 \left(\frac{W}{\}\right)$$



修正後厚度設計之流程(一)

1. 資料輸入
2. 軸重軸次(ni)
3. 計算當量應力(σ_{eq})
 - 載重單獨作用
 - 載重與正溫差複合作用
4. 計算應力比(σ_{eq}/S_c)



修正後厚度設計之流程(二)

5. 最大容許重複載重次數(Ni)
6. 求得各軸重之疲勞損壞比(ni/Ni)
7. 累加各軸重之疲勞損壞比 $\Sigma(ni/Ni)$
8. 檢查累加 $\Sigma(ni/Ni) < 100\%$.



TKUPAV軟體程式之建立

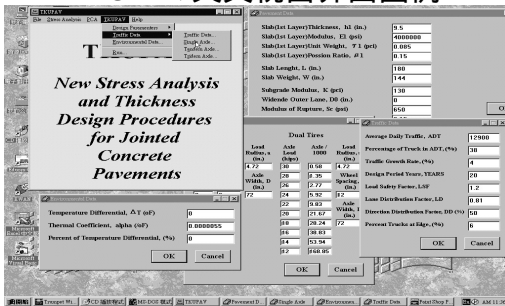
- 圖文界面
- Visual Basic程式之應用
- 中英文版
- 公英制單位



TKUPAV中文視窗界面圖例



TKUPAV英文視窗界面圖例

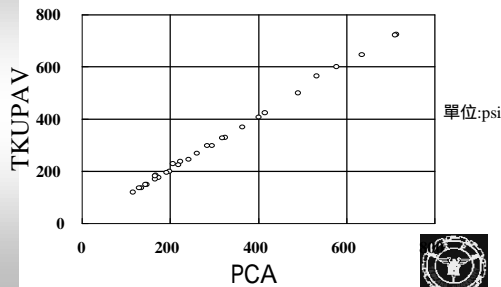


TKUPAV程式之驗證

- 與PCA計算結果之比較
- 疲勞分析
- 考慮翹曲應力疲勞分析

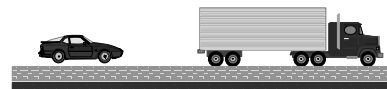


TKUPAV與PCA之當量應力比較



疲勞分析實例

- 單獨載重
- 考慮路肩時單獨載重
- 考慮溫差應力與單獨載重



題目及條件解說

單軸		雙軸	
軸重 kips	軸數/1000 輛卡車	軸重 kips	軸數/1000 輛卡車
30	0.58	52	1.96
12	168.85	16	124.69

基本假設：同PCA厚度設計法



單獨載重之疲勞分析

損壞比	不考慮路肩		考慮路肩
	PCAPAV	TKUPAV	TKUPAV
單軸	61.4%	70.5%	1.2%
雙軸	2.0%	0.9%	0.1%
累積	63.4%	71.4%	1.3%



載重與溫差翹曲應力之疲勞分析

損壞比	90% 數量 純載重	10% 數量 (載重+溫差)	總計
單軸	63.4%	128.9%	192.3%
雙軸	0.8%	9.8%	10.7%
累積	64.2%	138.8%	203.0%



結論與建議

- 發展新鋪面應力分析與厚度設計流程
- 考慮正溫差對混凝土鋪面厚度之影響結果
- 建立實用鋪面TKUPAV電腦程式介面
(中/英文，公/英制)
- 實際應用與分析



致謝

本計畫承蒙國科會
NSC85-2211-E032-010
之經費贊助，特此致謝。



THANKS FOR YOUR ATTENTION!

敬請指教

淡江大學 土木系
李英豪 白建華
李朝聰 顏少棠

THANKS FOR YOUR ATTENTION

