

1995第八屆鋪面工程學術研討會

接縫式混凝土鋪面之 角隅應力分析



作者: 李英豪 淡江大學土木工程研究所副教授
李英明 淡江大學土木工程研究所碩士
發表: 李英明

剛性鋪面應力之理論公式

Westergaard角隅應力公式

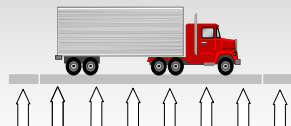
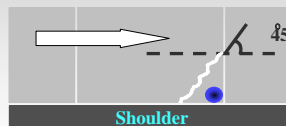
$l = \sqrt[4]{\frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)k}}$

$\sigma_c = \frac{3P}{h^2} \left[1 - \left(\frac{\sqrt{2}a}{l} \right)^{0.6} \right]$

$X_1 = 2.38\sqrt{al}$

研究目的

- 了解鋪面版在各種情況的角隅應力反應
- 發展角隅應力預估模式
 - 快速準確的計算
 - 鋪面設計方法



研究方法

- 對各情況利用控制參數,以因次分析方法執行有限元素法程式(ILLI-SLAB),執行結果與Westergaard解比較
- 建立資料庫
- 以投影追逐迴歸分析法建立修正因子R的預估方程式組
- 運用修正因子R求得JCP的角隅應力

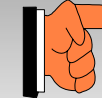
ILLI-SLAB程式

- 單一或多個鋪面版
- 雙層版的黏結情況
- 應力傳遞情況
- 溫差效應
- 路肩
- 可模擬路基支承喪失的情況



控制參數

- 尺寸效應
- 輪軸載重組合
- 外車道加寬
- 混凝土路肩
- 雙層版



$a/l, L/l$ 或 W/l
s/l 或 t/l
D_o/l
AGG/kl
$(h_{eff}/h)^2$

$$\frac{\sigma h^2}{P}, \frac{\delta k l^2}{P}, \frac{q l^2}{P} = f\left(\frac{a}{l}, \frac{L}{l}, \frac{W}{l}, \frac{s}{l}, \frac{t}{l}, \frac{D_o}{l}, \frac{AGG}{kl}, \left(\frac{h_{eff}}{h_1}\right)^2\right)$$



投影追逐迴歸分析

- 以投影方式表現
- 將變數關係模式化 (Friedman and Stuetzle, 1981)
- 以區域平滑技術 (local smoothing techniques) 將反應表面預估成爲一系列無因次化參數的函數形式

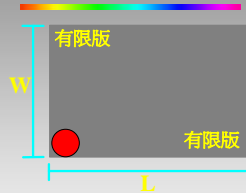


調整流程



版的尺寸效應

ILLI-SLAB 模式



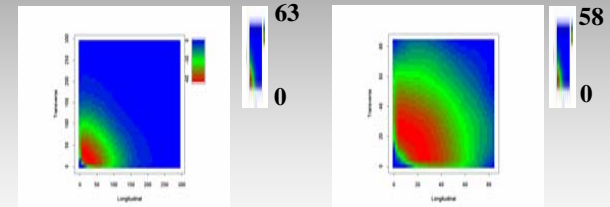
$$\frac{\sigma l^2}{P}, \frac{\delta l^2}{P}, \frac{q l^2}{P} = f\left(\frac{a}{l}, \frac{L}{l}, \frac{W}{l}\right)$$

ILLI-SLAB計算的應力值採用版頂部的
principal (tensile) stress

minor



不同尺寸版之角隅應力



L/l=7

L/l=2



載重單獨作用預估模式

因次分析

$a/l: 0.05, 0.1, 0.2, 0.3$
 $L/l: 2, 3, 4, 5, 6, 7$
 $W/l: 2, 3, 4, 5, 6, 7 (L/l \geq W/l)$
 Total of 84 runs

$$R = \frac{\sigma_i}{\sigma_w}$$

統計參數

N=84, R=0.980,
 SEE=0.0081, CV=0.79%

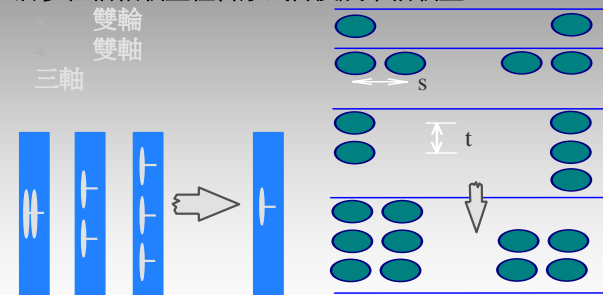
限制

$0.05 < a/l < 0.3$
 $2 < L/l < 7$
 $W/l \leq L/l$



輪軸載重組合對應力的影響

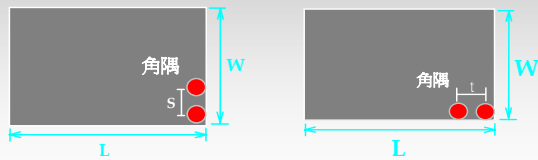
- 將多種輪軸載重組合形式轉換成單輪載重



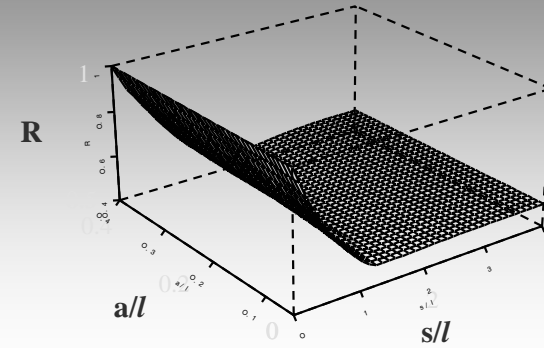
雙輪單軸與單輪雙軸載重

- $a/l = 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4$
- $s/l = 0 \sim 4.0$, 間隔0.2
- W/l 與 L/l 設為10

$$R = \frac{\sigma_s}{\sigma_{s=0}}$$



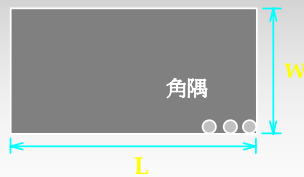
雙輪單軸R值的趨勢



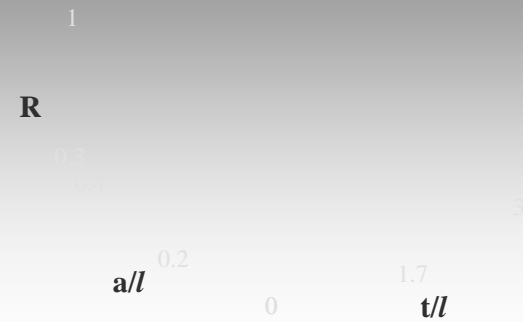
單輪三軸載重

- $a/l = 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4$
- $t/l = 0 \sim 4.0$, 間隔0.2
- W/l 與 L/l 設為10

$$R = \frac{\sigma_t}{\sigma_{t=0}}$$



單輪三軸R值的趨勢



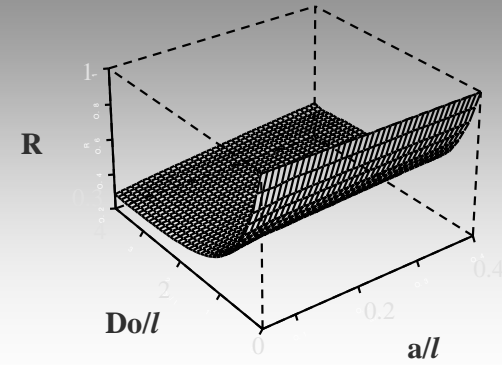
外車道加寬

- $a/l = 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4$
- $D_0/l = 0 \sim 4.0$, 間隔0.2

$$R = \frac{\sigma_D}{\sigma_{D=0}}$$



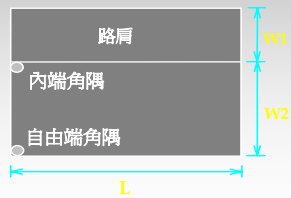
外車道加寬R值的趨勢



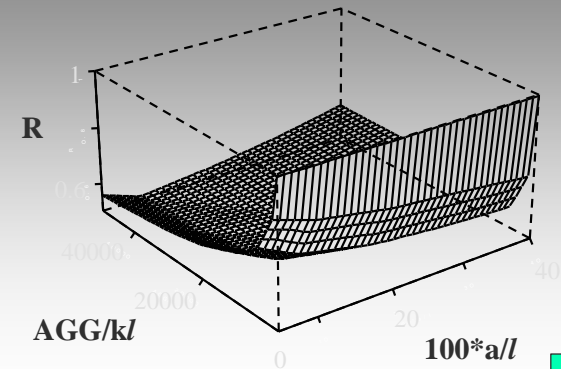
混凝土路肩

- $a/l = 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4$
- $AGG/k/l = 0.5, 50, 500, 5000, 10000, 20000$

$$R = \frac{\sigma_{AGG}}{\sigma_{AGG=0}}$$



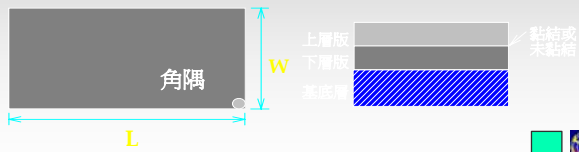
混凝土路肩R值的趨勢



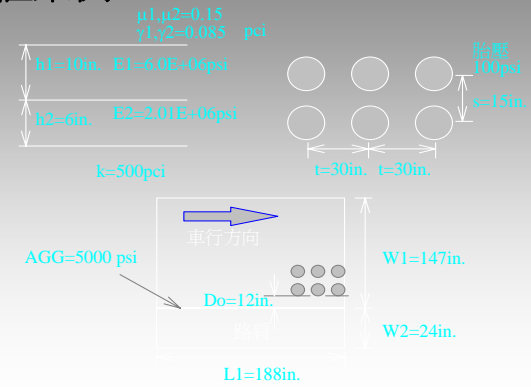
雙層版(未黏結)

- $a/l=0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4$
- $(h_{eff}/h_1)^2=1 \sim 2.0$, 間隔0.1

$$h_{eff} = \left[h_1^2 + h_2^2 \left(\frac{E_2 h_2}{E_1 h_1} \right)^{0.5} \right]$$



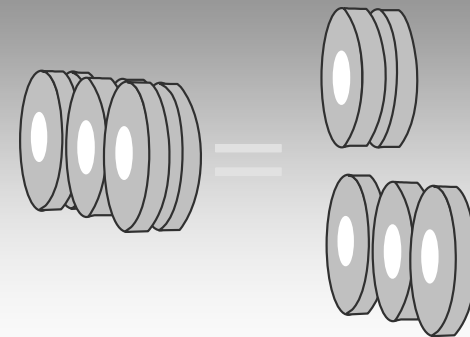
數值案例



計算流程



輪軸組合



結論

- 對JCP角隅各種狀況之研究
 - 版的尺寸效應
 - 將多種輪軸載重組合簡化為單一載重形式
 - 外車道加寬的應力折減
 - 混凝土路肩的應力折減
 - 轉彎版的應力
- 對角隅應力之修正



建議

- 對ILLI-SLAB計算值與本土現地資料的研究
- 利用已發現的控制因子進行對鋪面角隅應力 行為的模擬
- 綴縫筋與溫差作用的考慮
- 現地驗證



致謝

¥»-p¹⁰©Ó»X!æ-F°|°ê@a-î¼Ç©e-û·|N
SC84-2211-E-032-
022,g¶OÃÛ§UjA¯ S!'-PÁÂjC

敬請指教



作者： 李英豪 淡江大學土木工程研究所副教授
李英明 淡江大學土木工程研究所碩士
發表： 李英明