



宿舍連接操場的人行天橋

指導教授：周仕勳 教授

專題組員：10906024A-邱子恆、10906001A-柯冠竹、10906019A-蔡侑縉、10906041A-林昀龍、10906065A-吳星慧

一、動機

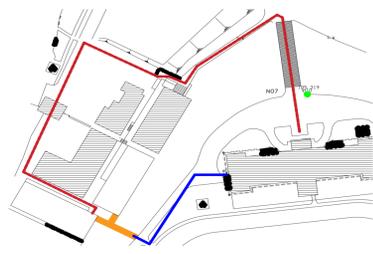
我們將近四年的大學生活，對於爬百階覺得十分勞累，宿舍距離綜合大樓的相對位置而言也不過百米之遠。有須多行動不便的老師或學生，他們須走更遠的路線才能到達綜合大樓，如果沒有同學的幫助他們很難獨自前往教室，為此我們有了設計這座陸橋的想法，不單單是為了減少路程和增加上課的路線選擇，更是希望幫助行動不便的同學減少路程和增加安全性。

二、地理位置

橋的建設我們選在宿舍B、D棟位置，此位置較為理想，因為男女皆可使用，只需再增加門禁系統，宿舍樓都是建到12層樓高，考量高程差和使用的公平性，從B棟6樓連接D棟6樓，以橋梁作為架構通往操場，加上宿舍都建有電梯，減少路程的同時也解決了爬樓梯時消耗體力的高度問題。

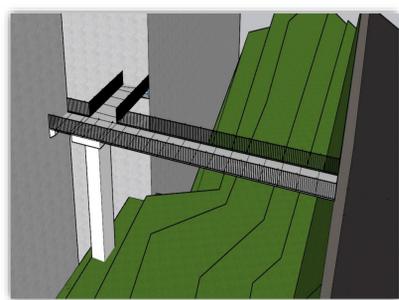
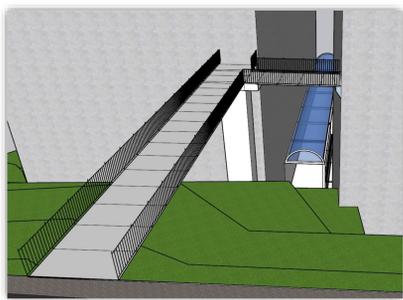


三、路線圖

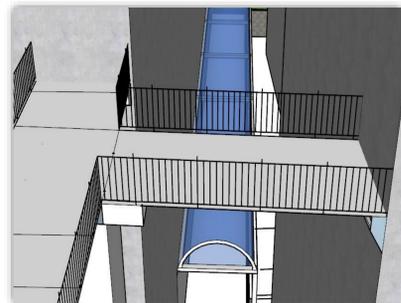
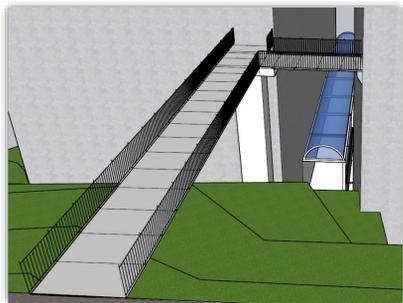


未改良(紅線):384.4m
改良後(藍線):117.1m
縮短69.5%的路程 高程差:16.5m(約五層樓)

四、橋梁示意圖



五、上部結構設計



• 第一部分:D棟連接操場

• 結構:簡支梁

• 材質:鋼梁,符合ASTM A992

• 橋長:30m

• 跨距:5.5m、24.5m

• 橋寬:3m

• 主梁:2支

• 第二部分:B棟連接第一部分

• 結構:簡支梁

• 材質:鋼梁,符合ASTM A992

• 橋長:7m

• 跨距:7m

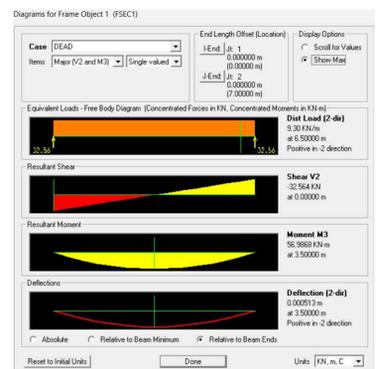
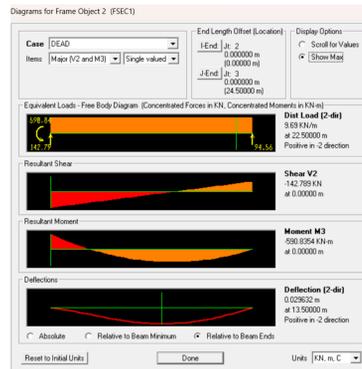
• 橋寬:3m

• 主梁:2支

六、SAP2000檢核

第一部分

第二部分



七、橋樑檢測

應力:($=My/I$)

最大彎矩 $M=590.83\text{kN}\cdot\text{m}$

慣性矩 $I=3.04\cdot 10^{-3}\text{m}^4$

$Y=0.8\text{m}/2=0.4\text{m}$

$=My/I=78\text{MPa}$

A992的最小降伏應力 $=350\text{MPa}$

$78\text{MPa}<350\text{MPa}$ (合格)

變形量:

依照公路橋梁規範規定,極限變形為跨距之 $1/800$,24.5m之橋長載重變位不得超過 0.031m ,本橋載重最大變形為 0.029m

八、探鑽地點

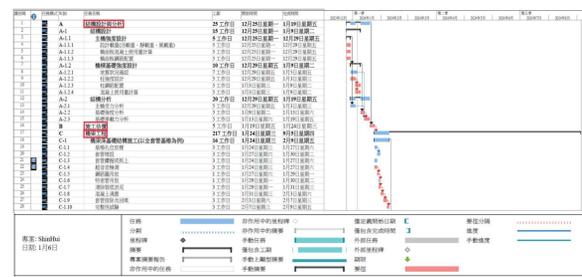
傑森前草坪
鑽探時間:2022年



九、地質參數

層次	地層深度	土壤分類	N值	$\gamma(\text{t}/\text{m}^2)$	e
1	0.00~0.90	卵礫石層	-	-	-
2	0.90~4.50	黏土層	6	1.92	0.75
3	4.50~7.25	泥岩層	>50	-	-
4	7.25~35.00	砂岩層	>50	-	-

十、工期&估價



本橋梁工程之總工期為247個工作天 材料總價為631547元

材料名稱	單位	數量	單價	複價	備註
H型鋼	T	15	29660	444900	
不鏽鋼	m	301	280	84280	
鋼筋	T	0.7	22144	15501	D29
混凝土	m^3	33.5	2593	86866	
總計				631547	

十一、結論

1. 本橋梁為簡支梁架構,第一部分橋長為30m,跨距5.5m、24.5m,第二部分橋長為7m,跨距7m。
2. 橋梁的興建能縮短267.3m的路程。
3. 高程差:16.5m(約五層樓)。
4. 本橋梁共落一墩於第一部分與第二部分橋梁連接處,墩柱長1m寬1m
5. 橋梁總材料估價為631547元。

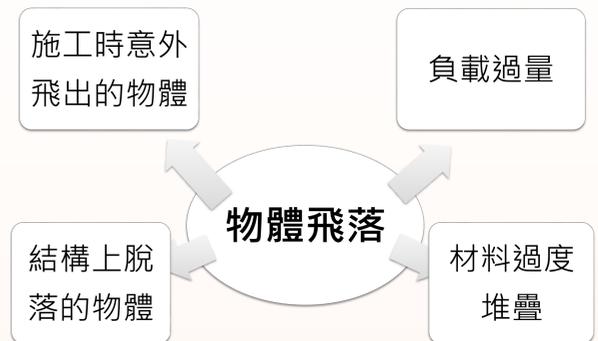
墜落災害偵測系統

學生: 范睿達、李昕燁、蔡尚恩、鄭天智、林嘉璿
 指導老師: 周仕勳老師

1 研究目的

1. 使用軟體和硬體結合出可以辨識墜落物的攝影機
2. 提前預防墜落災害的發生將安全效率最大化
3. 可以即時掌握工程狀態，實現預測性維護
4. 與未來土木工程做結合來實現安全智慧環境
5. 未來建立AI高品質影像數據庫，實現土木工程智慧化

2 墜落災害類型



3 系統架構



4 硬體架構

鏡頭	優點	缺點	畫面
	<ul style="list-style-type: none"> • 價格便宜 • 可大量設置 • 無線連接 	<ul style="list-style-type: none"> • 畫質差 • 偵數低 • 穩定性低 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 畫質高 • 偵數高 • 穩定性高 	<ul style="list-style-type: none"> • 需有線連接 	

5 軟體編譯

使用Vscode軟體進行編譯

```
# 起始化相機
camera = None
outputCounter = 0
outputFolder = "" # 將 outputFolder 設置為空字符串，稍後會在UI中設置
webhooks_key = "" # 自訂的 Webhooks 密鑰
event_name = "" # 自訂的事件名稱
```

擷取及儲存相片

```
# 設置辨識系統延遲
starttime = datetime.datetime.now()
outputCounter = 0

if not os.path.exists(outputFolder):
    os.makedirs(outputFolder)

camera = cv2.VideoCapture(0)
bs = cv2.createBackgroundSubtractorKNN(detectShadows=True)
es = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (3, 3))

def savePhoto(image):
    outputCounter = 0
    filename = f"{outputFolder}/output_{outputCounter:04d}.jpg"
    cv2.imwrite(filename, image)
    outputCounter += 1
    print(f"保存照片: {filename}")
```



辨識主系統

```
# 偵測主程式
while True:
    tmp_time=datetime.datetime.now()
    difftime = tmp_time-starttime
    grabbed, frame_lwpCV = camera.read()
    fgmask = bs.apply(frame_lwpCV) # 背景分割器，該函數計算了前景掩碼
    # 二值化閾值處理，前景掩碼含有前景的白色值以及陰影的灰色值，在閾值化圖像中，將非純白色 (244~255) 的所有像素都設為 0，而不是 255
    th = cv2.threshold(fgmask.copy(), 180, 255, cv2.THRESH_BINARY)[1]
    # 下面就跟基本運動檢測中方法相同，識別目標，檢測輪廓，在原始幀上繪製檢測結果
    dilated = cv2.dilate(th, es, iterations=2) # 形態學膨脹
    image, contours = cv2.findContours(dilated, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE) # 該函數計算一幅圖像中目標的輪廓
    for c in image:
        if cv2.contourArea(c) > 2500 and difftime.seconds>5: # 運作時間超過五秒，才開始辨識保存等...
            (x, y, w, h) = cv2.boundingRect(c)
            cv2.rectangle(frame_lwpCV, (x, y), (x+w, y+h), (255, 255, 0), 2)
            savePhoto(frame_lwpCV) # 保存照片
            notifyMe("Test") # 發送通知
```

觸發通知系統

```
# 觸發通知
def notifyMe(message):
    # 傳給 IFTTT 的數據 (可選)
    data = {"value1": "測試test"}

    # 製作 HTTP POST 請求
    url = f"https://maker.ifttt.com/trigger/{event_name}/with/key/{webhooks_key}"
    response = requests.post(url, json=data)

    # 檢查請求是否成功
    if response.status_code == 200:
        print("IFTTT Applet 觸發成功!")
    else:
        print("IFTTT Applet 觸發失敗。")
```



系統如何分辨物體及門檻值設定



```
# 偵測主程式
while True:
    tmp_time=datetime.datetime.now()
    difftime = tmp_time-starttime
    grabbed, frame_lwpCV = camera.read()
    fgmask = bs.apply(frame_lwpCV) # 背景分割器，該函數計算了前景掩碼
    # 二值化閾值處理，前景掩碼含有前景的白色值以及陰影的灰色值，在閾值化圖像中，將非純白色 (244~255) 的所有像素都設為 0，而不是 255
    th = cv2.threshold(fgmask.copy(), 180, 255, cv2.THRESH_BINARY)[1]
```

利用二值化將影像轉變為灰階，利用黑色畫面，物體經過時物體會以白色形式出現在黑色畫面中，再利用函數計算輪廓目標面積。

```
image, contours = cv2.findContours(dilated, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE) # 該函數計算一幅圖像中目標的輪廓
for c in image:
    if cv2.contourArea(c) > 2500 and difftime.seconds>5: # 運作時間超過五秒，才開始辨識保存等...
        (x, y, w, h) = cv2.boundingRect(c)
        cv2.rectangle(frame_lwpCV, (x, y), (x+w, y+h), (255, 255, 0), 2)
```

findContours(尋找輪廓)找到所有物體輪廓後，過濾小於設定面積的門檻值，再使用boundingRect(外包矩形)，取得物體的邊框圖中設置為大於2500 pixels(門檻值像素)才會擷取。

6 辨識成果

(分成成功擷取、未擷取及成功擷取)



總樣本數307張，共測試六回，每回投擲次數10-20次不等，有擷取到我們預設目標箱子的有215張，擷取率目前只有70%。

7 系統限制及未來應用

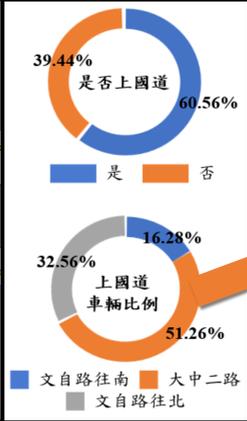
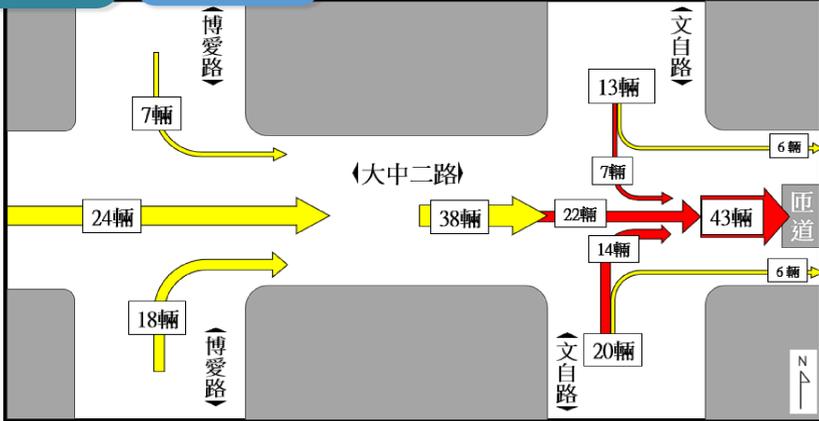
1. 相機使用位置及角度
2. 背景移動物體
3. 物體大小及形狀擷取效率
4. 需要個別控制擷取門檻直無法統一
5. 視訊攝影機目前短時間內無法與WIFI結合
6. 期望在未來與YOLO做結合，提高準確率

第六組 指導教授：周仕勳 組員：林煜榮、楊凱杉、李啓弘

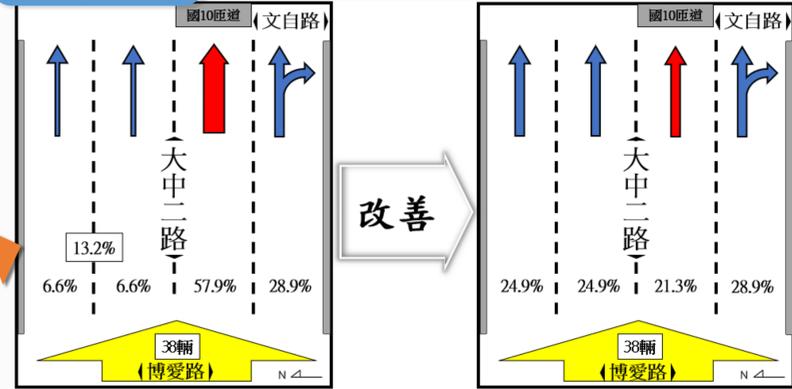
前言：

於文自路與大中二路路口之國道10號匝道，因在尖峰時段時原大中二路及博愛路口的車輛大量湧入造成匝道的交通堵塞，且在尖峰時段過後，仍嚴重造成影響，需分配警力到場疏散交通，該地區民眾也受到影響，故在此處進行車流量分析為佐證並點出交通問題，後經規劃、評估、設計後，在於路燈編號菜公422號位置另設一個匝道入口，藉此來分散原匝道在大中二路形成交通堵塞的龐大車流量。

地點：車流概述

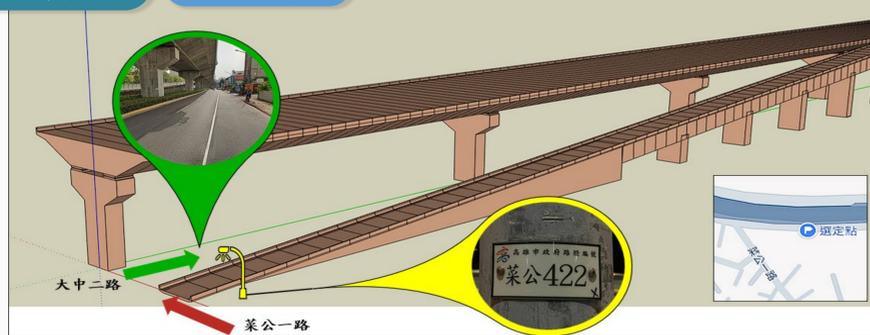


車流未來改善



文自路往南上匝道	左轉	7	16.28%	博愛路往南	左轉	7	總計 38輛車	大中二路	直走	5	13.2%
大中二路上匝道	直走	22	51.16%	大中二路上匝道	直走	24		大中二路	上匝道	22	57.9%
文自路往北上匝道	右轉	14	32.56%	博愛路往北	右轉	18		大中二路	右轉	11	28.9%

地質：匝道示意圖

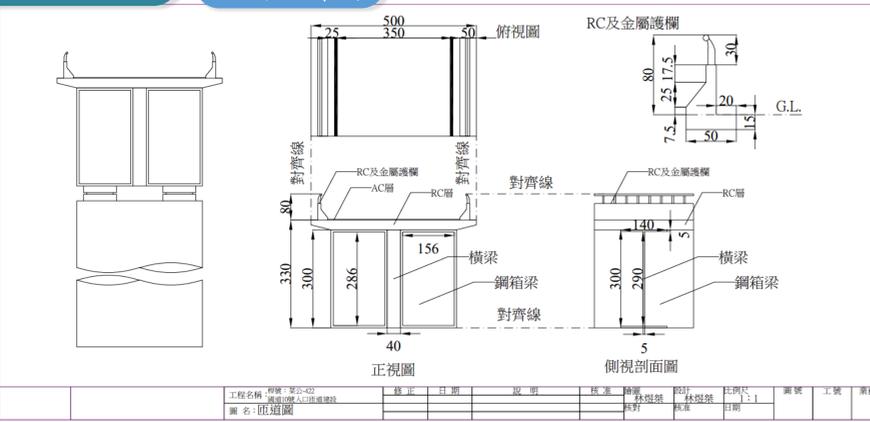


地質鑽探點&簡化表

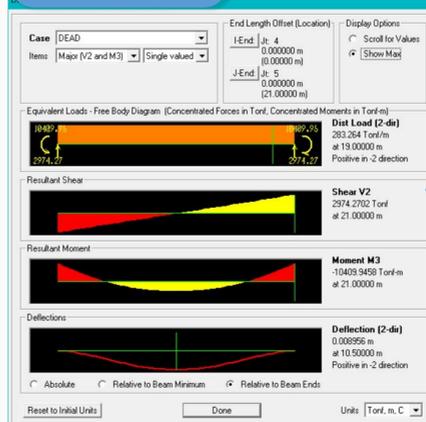


層次	深度(m)	土層	N值	γ (t/m ³)	ϕ	Su(tf/m ²)
1	0-4.5	CL	15	1.98	31.5	9.38
2	4.5-7.5	ML	9	1.89	29.7	
3	7.5-10.5	CL	7	1.93	29.1	4.38
4	10.5-12	SM	10	1.99	30.0	
5	12-15	CL	8	1.90	29.4	5.00
6	15-18	SM	14	1.85	31.2	
7	18-19.5	ML	15	1.92	31.9	
8	19.5-24	SM	17	1.90	32.2	
9	24-25.5	ML	12	1.91	30.6	
10	25.5-27	CL	9	1.83	29.7	5.63
11	27-28.5	SM	20	1.79	33.1	

上部結構：匝道設計圖



SAP2000檢核



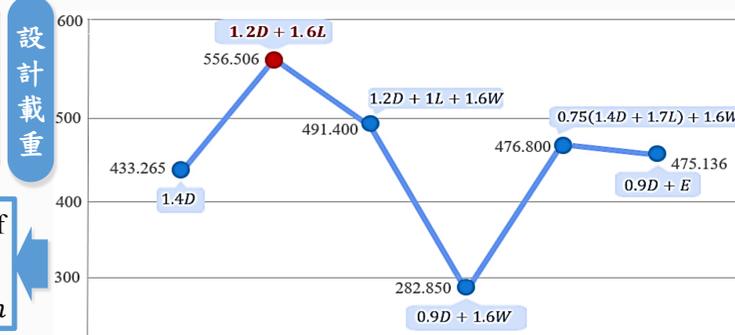
經SAP2000檢核
 撓度皆小於跨度的1/800
 $21 \times 1/800 = 0.025m$

通過
 $0.008m < 0.025m$
 Deflection (2-dir)
 0.008956 m at 10.50000 m
 Positive in -2 direction
 $0.019m < 0.025m$
 Deflection (2-dir)
 0.019447 m at 9.00000 m
 Positive in -2 direction

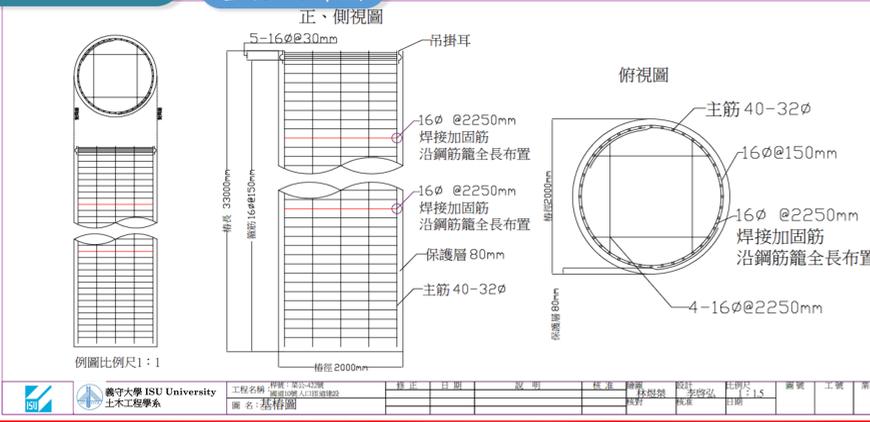
鋼橋面板 (A572Gr50)	單位	橫梁 (A572Gr50)	單位	連續RC護欄	單位
長	21	長	0.4	長	21
截面積	1.28	截面積	0.29	單位重	0.75
單位重	7.85	單位重	7.85	重量	15.75
重量	211.01	支數	7	防音牆	單位
		重量	6.38	長	21
				單位重	0.225
				重量	4.725
				金屬欄杆	單位
				長	21
				單位重	0.05
				重量	1.05

單位總載重	單位
靜載重	309.475 tf
活載重	115.71 tf

以 $1.2D + 1.6L = 556.506tf$
 可得出
 均佈載重： $26.5 tf/m$



下部結構：基樁設計圖



估價：

大中二路與菜公路口新設國道10號匝道建設工程估價單

項次	項目及規格	單位	數量	單價	複價	備註
一	竹節鋼筋	tf	184.464	21,978	4,054,150	CNS 560 SD280W D32.D16
二	結構鋼板	tf	1521.675	30,379	46,226,965	ASTM A572 Gr50
三	鋼筋接續器	組	1280	152	194,560	#5、#10
四	預拌混凝土	m ³	2341.544	2,459	5,757,857	210kg/m ³ 含運送費
五	瀝青混凝土鋪面	tf	141.12	2,400	338,688	
六	金屬護欄	m	294	1,406	413,364	
七	綠石	m ³	48.51	619	30,028	
八	土方	m ³	854.512	500	427,256	
九	瀝青膠泥	kg	4,710	18	84,780	黏度AC-20
十	機具、運送車	式	1	60,961,900	60,961,900	
十一	人工、安全措施	式	1	63,280,000	63,280,000	
十二	零星工程損耗	式	1	182,000	182,000	
	總價				壹億捌仟貳佰壹拾捌萬貳仟圓	182,182,000元

鑽掘式基樁	安全係數		樁徑(m)	極限承载力(tf)	容許承载力		審核
	FS ₁	FS ₂			平時(tf)	地震(tf)	
N/3 (≤15)	3	3	2.0	1005.31	335.10	502.65	X
	3	3		1036.73	345.58	518.36	✓
	2	2		1068.14	356.05	534.07	✓

設一個橋墩的重量為60tf，故單支基樁承载力需大於339tf

最大水平支撐力： $P_u = 1.5\gamma L^2 DK_p = 187.13tf$ ∴ 單樁彈性變位量 $0.003m < 樁徑之1\% \ 0.02m$
 單樁沉陷量： $W_0 = W_S + W_{PP} + W_{PS} = 0.003m$ ∴ 通過

結論：

- 交通工程：經調查原匝道尖峰時段（大中二路與文自路口）有近60%的車使用匝道。
- 主梁設計：鋼箱、橫梁、單跨距之彎矩、剪力皆通過，皆低於材料之極限值。
- SAP2000：橋梁的頭尾及中段部分撓度應小於跨距之1/800，皆符合。
- 基樁：a. 依公路橋梁設計規範，樁長為33m樁徑2m。 b. 經計算後容許承载力平時約為346tf、地震約為519tf、極限承载力約為1037tf。 c. 沉陷量0.003m小於樁徑之1% (0.02m) 通過。
- 影響：預期在建成後可使原匝道路段（大中二路）之車流平均分散至四線道以達到緩解交通堵塞。



十全三路、美術館南二路之 橋梁工程設計與實務探討

*古志生¹ 黃梓皓² 朱品諺² 林佩萱² 饒蕙心²

¹. 教授 土木工程系/義守大學(csku@isu.edu.tw)

². 學士 土木工程系/義守大學

摘要

本專題假設於高雄市愛河十全三路、美術館南二路段進行橋梁規畫與設計，配合鄰近地區之土壤鑽探資料作為橋樑基礎程載設計分析，並依據中華民國交通部《公路橋梁設計規範》規劃橋梁規範需求，以及參考鄰近橋梁形式規畫本案。本案規畫設計雙向車道、機車道、人行道全長56公尺橋寬12公尺落一墩之鋼結構簡支梁，結構設計包含簡支梁、橋面板、橋台、樁基礎設計等，最後再將此次施工過程中所使用之材料與機具，及工程歷時天數做計算，以得到本工程所花費金額與工期，結合以上所有重點來模擬實際工程問題。

一、前言

高雄市鼓山區與三民區兩地行政區以愛河為分界，本案為提設計供本市市民通行的便利。本次專題設計結合過去課程所學的力學知識並依據中華民國交通部《公路橋梁設計規範》規劃橋梁規範需求，以及參考鄰近橋梁形式，進行實務設計以及分析工作，將整個橋梁工程從規畫、設計、分析最後工程估價，將大學期間所學之理論與知識結合實務設計於本專題中進行探討。

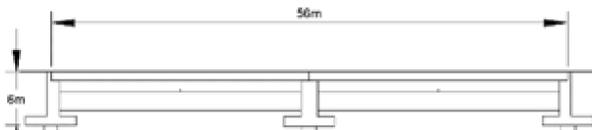
二、主題實務概述

- 基地位置：高雄市十全三路、美術館南二路
- 規劃：雙向單線車道、機車道與人行道
- 橋總長：56m 橋寬：12m
- 車道寬：3m 機車道：1.5m 人行道：1m

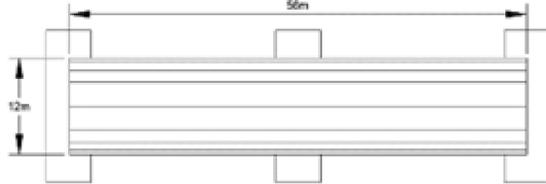


圖一 基地位置。

三、橋梁設計圖



圖二 本案橋梁設計側視cad圖。



圖三 本案橋梁設計俯視cad圖。

四、結構分析(SAP2000軟體)

項目	單位重	數量	單位	重量(kgf)
路燈	150kgf/支	6	支	900
欄杆	50kgf/m	112.0	m	5600
鋼橋面板	12.02kgf/m ²	672	m ²	8077
避震器及土舖面	2300kgf/m ²	50.4	m ²	115920
人行道水泥磚	2,400kgf/m ²	11.2	m ²	26880
鋼樑	240kgf/m	672	m	161280
機車	300kgf/輛	60	輛	18000
汽車	2000kgf/輛	16	輛	32000
貨車	15000kgf/輛	3	輛	45000
行人	223kgf/m ²	112	m ²	24976

表一 載重假設。

DL	318.7	tf
LL	211	tf
WL	39.2	tf
EL	105.16	tf

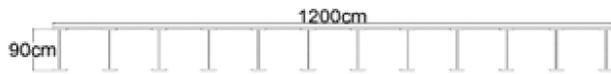
表二 各載重。



圖四 型鋼尺寸。

載重組合	1.4D	1.2D+1.6L	1.2D+0.5L+1.6W	1.2D+0.5L+E	0.9D+E	0.9D+1.6W
載重(tf)	430.20	706.95	536.95	575.63	377.96	339.27
均佈載重(tf/m)	7.68	12.62	9.59	10.28	6.75	6.06

表三 載重組合表。



圖六 大梁配置圖。

$$I = \frac{1}{12}(bh^3 - bh_w^3 + t_w h_w^3) = 0.012 \text{ m}^4$$

$$\text{撓曲應力 } \sigma_{\max} = \frac{My}{I} = \frac{1506.8 \times 0.45}{0.012} = 56.5 \text{ MPa}$$

ASTM A36之降伏強度為245 Mpa

降伏應力安全係數F.S. = 實際強度/所需強度 ≥ 1.67

$$\text{安全係數F.S.} = \frac{245 \text{ MPa}}{56.5 \text{ MPa}} = 4.3 \text{ (OK)}$$

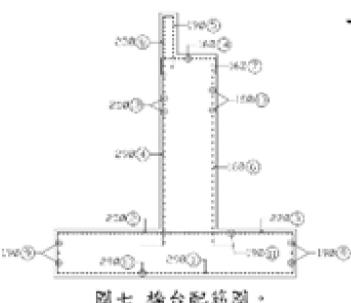
五、橋台設計

編號	直徑 (mm)	根數 (支)
①	290	159
②	250	159
③	220	60
④	290	108
⑤	190	88
⑥	160	64
⑦	160	64
⑧	250	108

表四 縱向鋼筋表。

編號	直徑 (mm)	根數 (支)
⑨	190	5
⑩	290	46
⑪	190	37
⑫	250	27
⑬	160	21
⑭	160	11

表五 橫向鋼筋表。

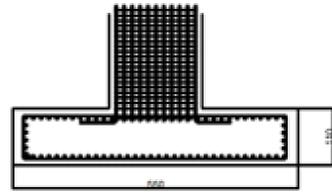


圖七 橋台配筋圖。

六、墩柱設計

設計時依據「中華民國104年公路橋梁設計規範」利用柱的方法進行設計主要設計項目包含兩項：

- 縱向鋼筋一採用ASTM #10 (D32)
墩柱配置總數348根，基座配置總數76根，保護層10cm。
- 橫筋一採用ASTM #4 (D13) 間距為20cm
墩柱橫筋配置總數50根，長繫筋配置總數75根，短繫筋配置總數950根。
基座橫筋配置總數53根，間距為10cm



圖八 橋墩配筋圖。

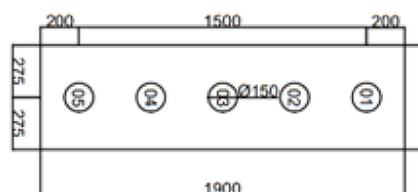
七、基樁分析與設計

配置5支基樁其單樁需承受442.39tf
依據「公路橋梁設計規範」規定基樁沉陷量需小於1%樁徑
規定基樁中心距需大於2.5倍樁徑

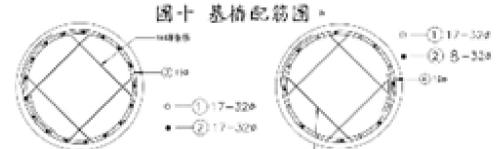
分析條件-基樁尺寸				容許承載力		備註	分析條件-基樁尺寸				單樁沉陷量 (cm)			
基樁種類	樁長 (m)	樁徑 (m)	極限承載力	平時	地震		基樁種類	樁長 (m)	樁徑 (m)	Ws	Wpp	Wps	Wu	
鑽掘式	30	1.5	1322	441	661	NG	鑽掘式	31	1.5	0.03	0.89	0.07	0.99	
	31		1409	470	705	OK								
	32		1457	486	729	OK								
	33		1515	506	750	OK								
	34	1638	547	812	OK	單樁沉陷量 (cm)								
										0.71				

表六 鑽掘式基樁承載力分析結果表

表七 鑽掘式基樁沉陷量分析結果表



圖九 基樁配置圖。



圖十 基樁配筋圖。

- 縱向鋼筋一採用ASTM #10 (D32)
第一節配置34根，第二、三節配置25根，保護層10cm
- 螺絲筋一採用ASTM #6 (D19)
螺絲筋間距為9cm

七、工期與工程估價

總工期為485日曆天，總價為70,729,300元整。

施工階段	工期	2024年												2025年						
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月			
施工階段	工期																			
準備作業	30工作日																			
土方及挖土工程	30工作日																			
基礎工程	65工作日																			
橋台工程	70工作日																			
橋面工程	60工作日																			
橋面鋪設工程	220工作日																			
工程監理	29工作日																			
竣工	3工作日																			

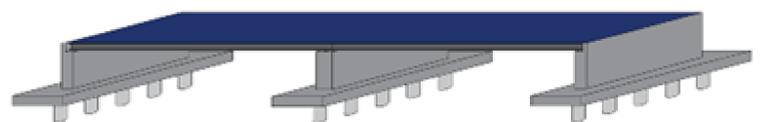
圖十一 工期圖。

工程估價表						
工程名稱: 十全三路與美術館南二路跨河橋梁工程						
項次	工作項目	單位	數量	單價	總價	備註
全	工程預算					
一	土方及挖土工程	式	1	6,327,384	6,327,384	含開挖、掘土、回溝
二	基礎工程	式	1	7,455,345	7,455,345	
三	橋台工程	式	1	4,044,637	4,044,637	
四	橋樑工程	式	1	2,939,734	2,939,734	
五	橋面工程	式	1	38,686,773	38,686,773	
六	勞工安全衛生設備及保險費	式	1	1,783,618	1,783,618	3%
	其他工程費				61,237,469	
七	利潤	式	1	6,123,749	6,123,749	10%
八	稅金	式	1	3,368,062	3,368,062	5%
	開辦工程費				6,491,811	
總計					70,729,300	

圖十二 工程價單。

八、結論與建議

- 本案設計橋樑全長56公尺，橋面寬12公尺，雙向車道與人行道且皆符合設計規範之要求。
- 鋼樑大梁經由軟體分析結果，其安全係數大於規範值，此結構安全無虞。
- 本案總工期約485日曆天，總價為70,729,300元整。
- 此次橋梁工程設計過程中因經驗不足及設計方法較不熟悉，故結構規格相對保守。
- 此次設計因經驗不足及設計方法較不熟悉，故結構規格相對保守，施作之工法以及材料等影響，使得本案價格偏高，待日後進階學習並累積經驗後可對此部分進行檢討與改善。



圖十三 竣工示意圖。

新崛江地下行人通道計畫

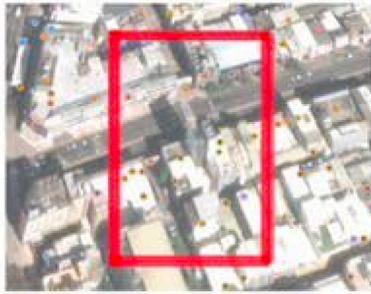
組員：李澤緯、王敬凱、周黃欣柔、蔡芃蓁
 指導教授：古志生

前言

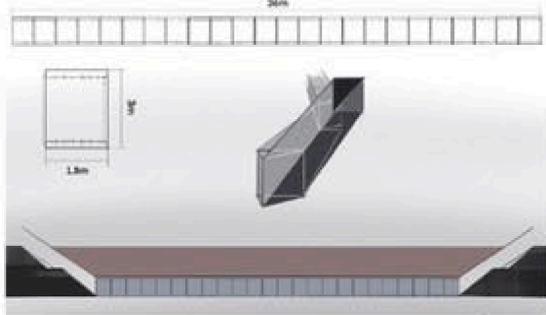
五福二路一處行人穿越道上設有分隔島
 民國109年起就有民眾反應拆除
 會動的紀錄有民眾表示擔心有汽機車違規迴轉進入行人穿越道
 為了解決根本問題，計畫設置地下人行道
 讓汽機車不會和行人爭道減少意外發生率

工程位置

玉竹三街
 ↓
 仁智街



設計圖



深開挖分析

擋土圍令系統檢核:

圍令無支撐長度5m，所使用之型鋼為200*200*8*12mm作為強度檢核，其中圍令最大受力於深度4.3m處，其彎矩值為3.57kN型鋼容許彎矩強度為64.76kN；最大位移發生位置在深度4.3m，最大位移3.01mm容許位移10.5mm。

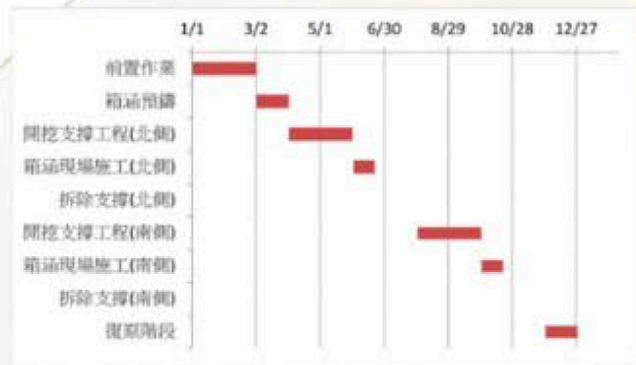
水平支撐系統檢核:

使用容許應力設計法，所使用之型鋼為200*200*8*12mm作為強度檢核，其中水平支撐最大軸力於深度4.3m處，其軸力受力值為659kN型鋼容許軸力為707.88kN；最大位移發生位置在深度4.3m，最大位移2.99mm容許位移10mm。

鋼板樁系統檢核:

所使用鋼板樁為SP-IV400*170*15.5mm，最大受力於深度5.38m處，其彎矩值為376.9kN容許彎矩強度為400.43kN；最大位移發生位置在深度6.25m，最大位移3.24mm容許位移10mm。

工期&經費

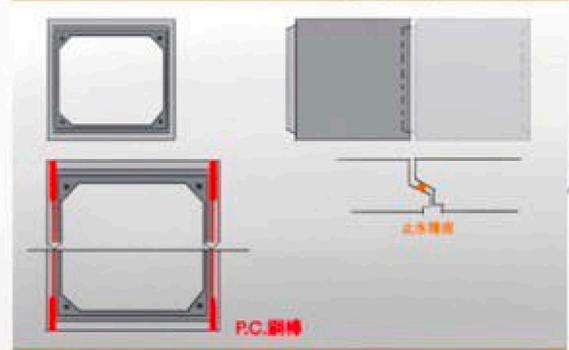


工作項目	單位	數量	單價	總價	備註
一 鋼板樁施工	式	1	4665500	4665500	
二 箱涵施工	式	1	4625500	4625500	
三 廢料處理	式	1	3835000	3835000	
四 回填作業	式	1	1560800	1560800	
五 利潤	式	1	3484832	3484832	20%
六 總計	式	1	18171632	18171632	

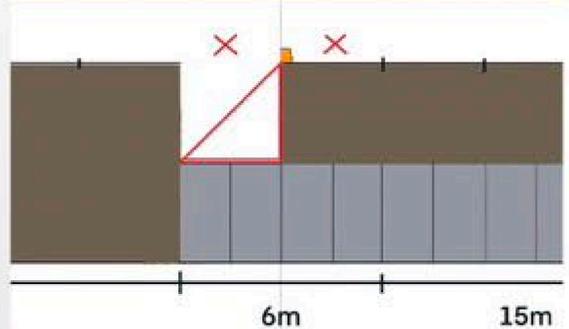
工程概述



半半施工法



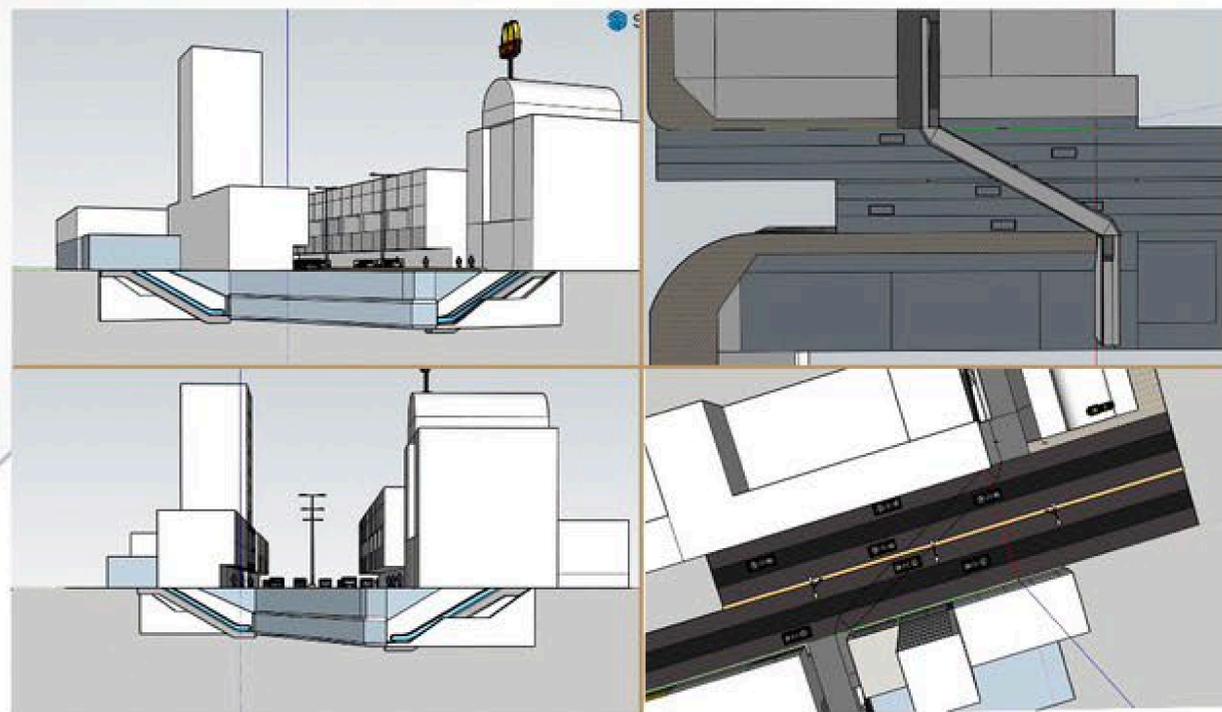
箱涵銜接



臨時擋土斜撐



3D模擬圖



結論

本次的工程共開挖8m，且在0.8m和4.3m架水平支撐
 鋼板樁深度13m
 本工程施工總長36m、深3m、寬3m
 工程總花費\$18,171,632
 工期耗時361個日曆天，大約1年左右

半保水鋪面工程設計與規劃(建國一路)



王偉筑¹王榆翔²李瑋翰²洪志賢²陳怡鈞²李綜穎²

義守大學土木工程學系 教授¹

義守大學土木工程學系 專題生²

摘要

海綿道路是一種以可滲透、透水性的建材為基礎的道路設計概念。它的主要目的是減緩都市地區的雨水排放，同時提高城市的抗洪能力。海綿道路通過利用特殊的建材，如透水磚和透水瀝青，使雨水能夠迅速滲透到地下水層，減少地表積水，減緩排水系統的壓力。這種創新的道路設計還有助於改善城市的環境質量，促進生態平衡，並提高城市的可持續性。隨著對氣候變化和城市化挑戰的不斷增加，海綿道路成為了一種受到廣泛關注和應用的環保技術，為城市發展提供了一種可持續的基礎建設解決方案。

一、地點

高雄市苓雅區建國一路140巷



五、多孔隙瀝青混凝土回彈模數

平均回彈模數: $46762 \text{ kgf/cm}^2 = 665100 \text{ psi}$

試驗名稱	試驗值
試驗名稱	1
試驗直徑	101.60 mm
試驗厚度	68.56 mm
層數比	0.35
加壓次數	200 Counts
試驗頻率	0.330 Hz
試驗溫度	23.00 °C
荷重峰荷	72.104 kgf
水平變形	0.001333 mm
殘留變形	0.000000 mm
淨變形	0.001333 mm
回彈模數	43961 kgf/cm ²
即時回彈	0.001245 mm
即時回彈	53431 kgf/cm ²

試驗名稱	試驗值
試驗名稱	3
試驗直徑	101.60 mm
試驗厚度	71.10 mm
層數比	0.35
加壓次數	200 Counts
試驗頻率	0.330 Hz
試驗溫度	23.00 °C
荷重峰荷	68.292 kgf
水平變形	0.001436 mm
殘留變形	0.000000 mm
淨變形	0.001436 mm
回彈模數	44481 kgf/cm ²
即時回彈	0.001408 mm
即時回彈	42638 kgf/cm ²



二、現址調查總表

項目	細項	調查結果
道路現況	路寬	5.42m
	路長	100m
路基調查	路基強度	67%(CBR)
排水設施調查	溝壁厚	0.395m
	溝蓋寬	0.390m
水文環境調查	降雨強度	13.60(mm/hr)
	降雨延時	24hr
交通量調查	交通量	設計當量軸次 $W_{18}: 4 \times 10^4$ (輕級交通量)

六、結構設計

5.1 道路結構強度檢核結果

項目	實測值
W18 (設計當量軸次)	3.9×10^4
Z _R (可信度)	-0.524
S ₀ (標準差)	0.35
ΔPSI(鋪面損效)	2.7
路基土壤Mr	63200psi
瀝青混凝土Mr ₁	665100psi

AASHTO 柔性路面厚度設計

$$\log_{10}(W_{18}) = (Z_R \times S_0) + [9.36 \times \log_{10}(SN + 1)] - 0.20 \left[\frac{\log_{10}(\frac{MR_1}{MR_2})}{0.40 + \frac{MR_1}{MR_2}} \right] + [2.32 \times \log_{10}(Mr)] - 8.07$$

道路結構	SN _{要求值}	D _{要求值}	D _{設計值}	SN _{設計值}
面層	-0.4	0cm	7.5cm	0.51

設計值 > 需求值 強度檢核OK

5.2 道路結構透水檢核結果

項目	實測值
降雨強度i	13.60mm/hr
降雨延時t	60min
路基土壤	25%
瀝青混凝土	17%
瀝青混凝土厚度	10cm

透水功能性設計法

$$H = (0.1 - 3.600i) \times \frac{1000}{600}$$

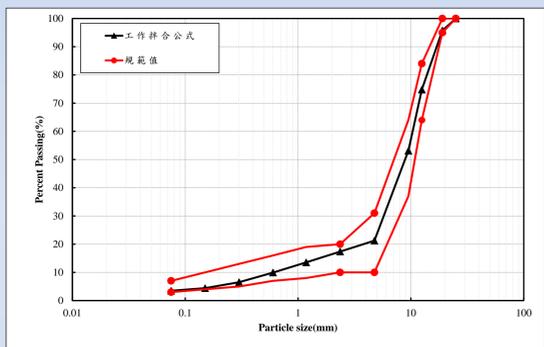
$$Q = (H_i/100) \times (V_i/100)$$

雨水儲存量	Q _{要求值}	Q _{設計值}
面層	0.01360 m ³ /m ²	0.01700 m ³ /m ²

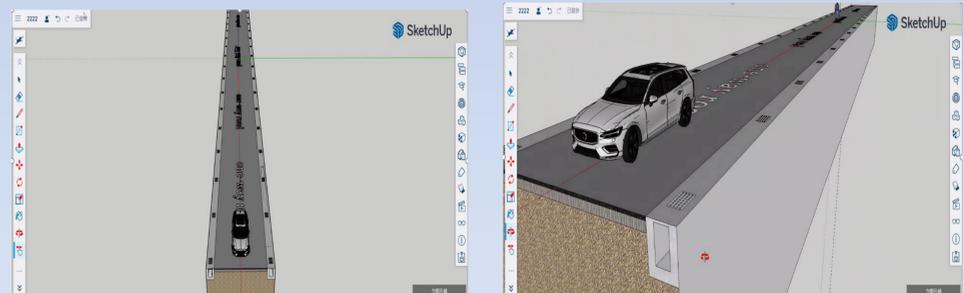
設計值 > 需求值 強度檢核OK 最終需要10CM

三、多孔隙瀝青混凝土配比設計

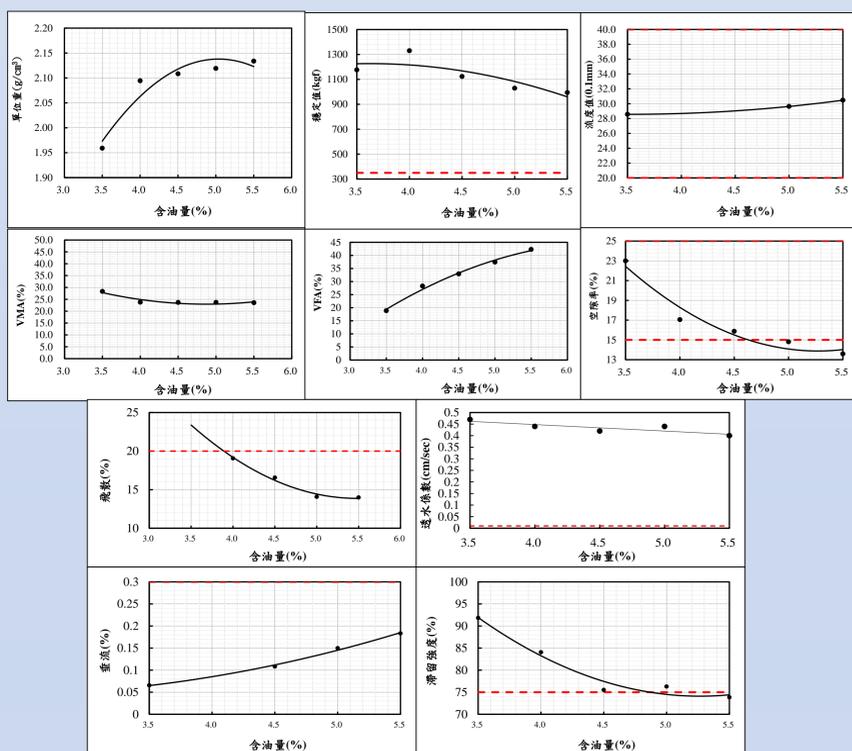
粒料種類	天然石六分料	天然石三分料	天然石碎石砂	填縫料水泥	總粒料
使用比例	20%	60%	17%	3%	100%



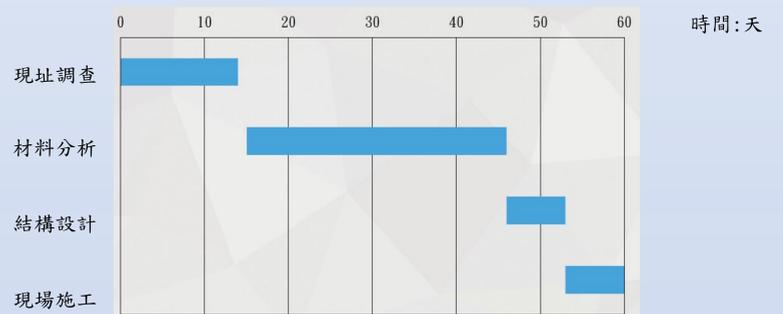
七、SketchUp



四、多孔隙瀝青混凝土性質分析



八、工期與工程估價



工程估價單						
項次	項目及說明	單位	數量	單價	複價	備註
一	交通工程	式	1.000	139,000	139,000元	100m 5.42m
二	道路工程	式	1.000	500,000	500,000元	
三	品質管理費	式	1.000	381,800	381,800元	
四	職業安全衛生管理費	式	1.000	180,141	180,141元	總價12%
五	利潤及管理費	式	1.000	225,176	225,176元	總價15%
六	保險費	式	1.000	20,000	20,000元	
小計					1,446,117元	
七	稅金	式	1.000		76,000元	總價5%
總價(總計)					1,522,220元	

九、結論

1. 本案藉由半保水鋪面規劃與設計，嘗試減少建國一路淹水之機率，同時緩解熱島效應。
2. 經多項試驗檢核後，最佳含油量為4%，並求得其回彈模數為665100psi
3. 經柔性鋪面結構設計的強度與透水能力檢核，本案多孔隙瀝青混凝土所需厚度為10cm。
4. 經本案規劃結果得知工期約為60天，本案成本估價為1,522,220元。

不同施工策略對管挖工程碳排放影響之研究

組員: 陳柏融、吳建樺、柯閔中

指導老師: 王偉筑講師

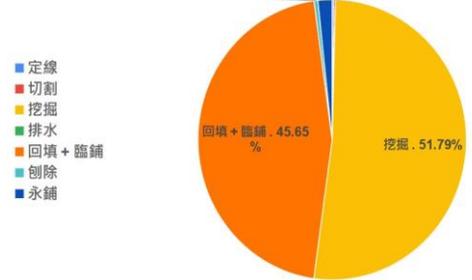
前言

1. 國際間逐漸重視碳排放的議題，鼓勵各大公司進行碳盤查，並且未來規劃收取碳稅
2. 為滿足民生需求，地下設置管線而導致道路挖掘頻繁，碳排放逐年增加
3. 若能減少管挖工程的碳排放量，將有助於加速達到2050淨零碳排的目標

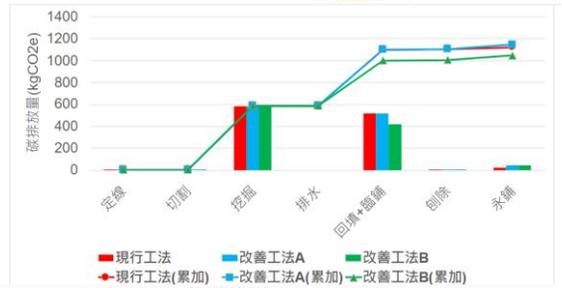
各案例對比圖表



管挖工程施工流程



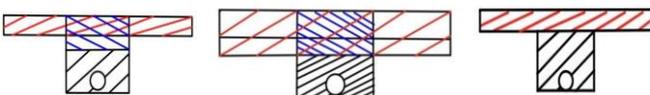
工法



現行方案

方案A

方案B



現場調查七案基本資料

案號	申請單位	挖掘地點	長(m)	挖掘期間	承包商	聯絡人
第一案	Q112003	欣綠天然氣股份有限公司	20-2	自 112年09月06日 起至 112年09月25日 止	承包商: 和隆科技股份有限公司	聯絡人: 侯育志 (07741-0101)
第三案	E112003	台灣電力股份有限公司關山區營業處	1.1-21.5	自 112年09月18日 起至 112年10月16日 止	承包商: 興三電業工程有限公司	聯絡人: 張文傑 (741011149715)
第二案	E112002	台灣電力股份有限公司關山區營業處	21	自 112年09月18日 起至 112年10月16日 止	承包商: 興三電業工程有限公司	聯絡人: 張文傑 (741011149715)
第四案	T112013	中環電(高雄)營運處第三客戶聯絡中心	55	自 112年09月04日 起至 112年10月02日 止	承包商: 興三電業工程有限公司	聯絡人: 蘇美慶 (067905448)
第六案	E112004	台灣電力股份有限公司關山區營業處	91	自 112年09月21日 起至 112年10月19日 止	承包商: 興三電業工程有限公司	聯絡人: 張文傑 (741011149715)
第五案	E112004	台灣電力股份有限公司關山區營業處	29	自 112年09月21日 起至 112年10月19日 止	承包商: 興三電業工程有限公司	聯絡人: 張文傑 (741011149715)

結論

1. 現場實地記錄並統整後得知，管挖工程碳排一般集中在**挖掘**、**回填**及**道路修復**。
2. 計算與整理後得知，經由改善工法得知A方案相較於現行法規，碳排放量會增加2%，**改善道路品質**，**降低施工頻率**，卻**增加施工的碳排放**。
3. B方案則是兼顧了品質與碳排放，相較於現行法規，**降低了6.8%的碳排放量**，導致**施工時間較長**，造成交通不便。
4. 開挖長、寬、深與面積相互比對後得知，長與面積相較於寬和深對碳排放量有較直接的關聯性，因此**挖掘工作應縮短長度以減少碳排放**。
5. 根據研究結果得知，在**交通較為繁忙的路段**，**採用A方案**，雖然增加直接的碳排放，卻能大幅降低施工頻率，施工時間也較為彈性；相對在**交通方便的地帶**，則可以**使用B方案**，不僅降低直接的碳排放，也兼顧品質，降低施工頻率



再生材料對紅磚碳排放影響之研究

前言：

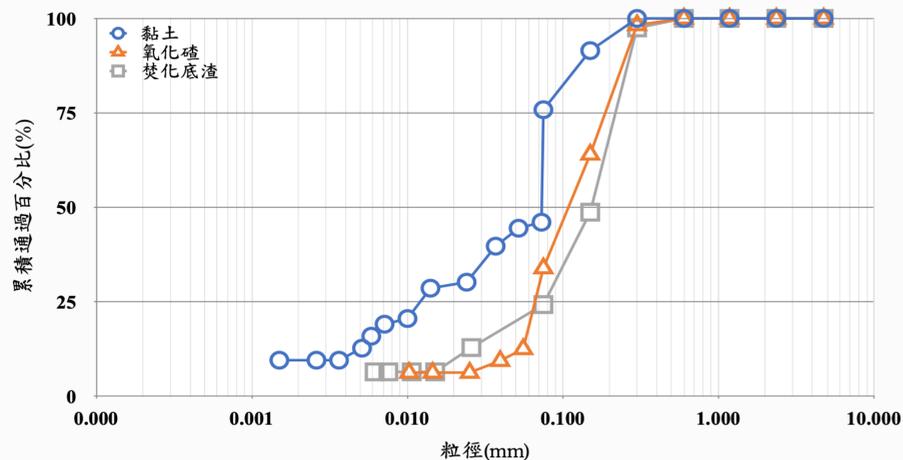
指導老師：林登峰、王偉筑 組員：嚴奕丞、黃裕綸、黃睿鈞、許盛凱、張龍寶

我們為了響應2050淨零碳排的國際趨勢，所以做了本研究。因為土木工程對天然資源需求很高，所以我們要思考如何利用再生材料並減少開採天然資源，因此探討再生材料對紅磚之碳足跡影響。

材料基本性質：

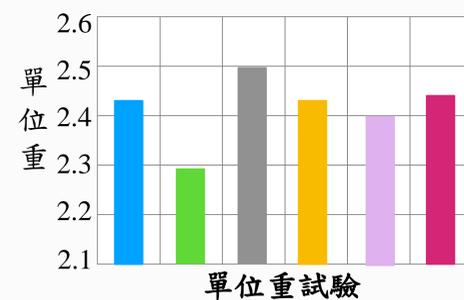
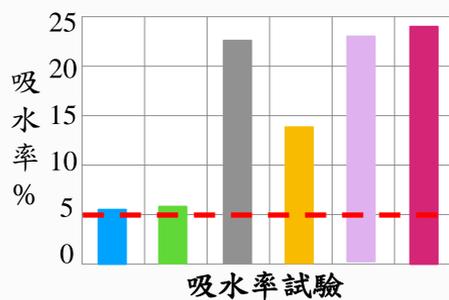
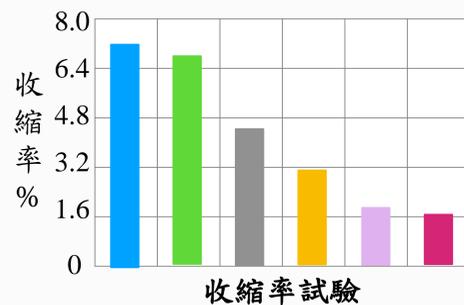
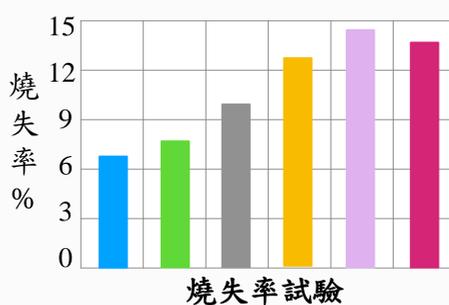


材料	黏土	焚化底渣	氧化矽	規範
比重	2.75	2.58	3.04	CNS 5090
單位重(kg/m ³)	1312	1202	1535	CNS 1163
空隙率(%)	52	53	49	
比表面積(cm ² /g)	4699	1848	1248	CNS 2924
液性限度LL(%)	30	ND	ND	CNS 5088
塑性限度PL(%)	10.01	ND	ND	
塑性指數PI(%)	19.99	ND	ND	
pH值	9	10	12	環署檢字第0970028562A號



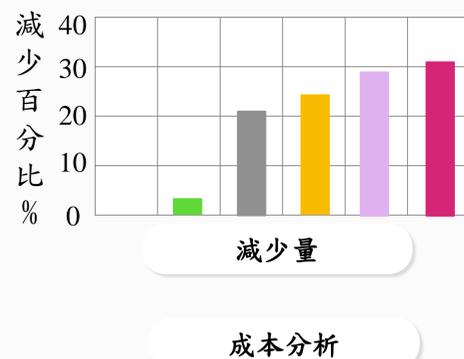
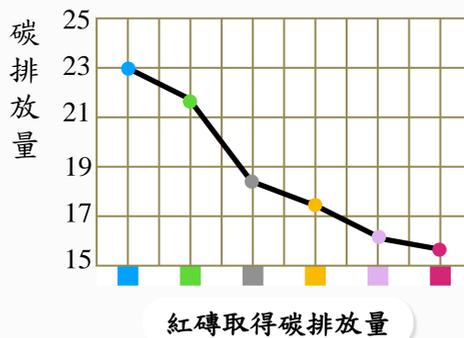
紅磚配比設計：

黏土/焚化底渣/氧化矽	黏土(%)	焚化底渣(%)	氧化矽(%)
94/0/6	94	0	6
74/20/6	74	20	6
70/30/0	70	30	0
64/30/6	64	30	6
61/30/9	61	30	9
100/0/0	100	0	0



黏土/焚化底渣/氧化矽	抗壓強度	吸水率	符合
94/0/6	✓	✓	✓
74/20/6	✗	✓	✗
70/30/0	✗	✓	✗
64/30/6	✗	✓	✗
61/30/9	✗	✓	✗
100/0/0	✓	✓	✓

紅磚碳排放量：



微觀試驗：

SEM：



EDS：

	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S
黏土	14.05	37.05	—	0.94	7.83	18.7	—	—
底渣	7.27	46.28	0.81	1	1.69	2.02	1.02	2.51
氧化矽	12.06	38.79	—	2.03	0.88	6.2	—	0.67

	Cl	K	Ca	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Ba
黏土	—	2.54	1.63	—	—	5.26	1.33	1.88	—
底渣	1.94	0.48	26.44	—	—	2.33	—	—	6.21
氧化矽	—	—	29.45	1.71	1.24	—	—	1.84	—

次序	配比	單位	數量	單價	複價	減少百分比
壹	100/0/0	m ³	1	9881.4	9881.4	0%
貳	94/0/6	m ³	1	9288.51	9288.51	6%
參	74/20/6	m ³	1	7312.236	7312.236	26%
肆	70/30/0	m ³	1	6916.98	6916.98	30%
伍	64/30/6	m ³	1	6324.1	6234.1	36%
陸	61/30/9	m ³	1	6027.65	6027.65	38%

結論：

- 根據試驗結果得知，僅6%氧化矽取代量之紅磚符合ASTM C62-04規範值。
- 使用30%焚化底渣9%氧化矽取代量之紅磚，與純黏土製作之紅磚，在原料取得上比較會減少30%的碳排放量。
- 使用30%焚化底渣9%氧化矽取代量之紅磚與純黏土製作之紅磚比較，對於紅磚碳排放會省下38%材料費。



焚化底渣及氧化矽共同應用於CLSM之可行性研究

義守大學土木工程學系

指導老師: 王偉筑 老師

專題組員: 陳志棚、潘亮宇、高嘉宏、陳軍愷

前言

1. 溫室氣體過量，全球暖化嚴重
2. 二氧化碳濃度過量，全球均溫提升將突破攝氏1.5度界線。
3. 循環經濟與2050淨零政策

一、文獻回顧

類別	品名	單位	數量	價格	金額	類別	品名	單位	數量	價格	金額
廢棄物	廢棄物

111年排名	廢棄物代碼	廢棄物名稱	申報量	占總申報量百分比
1	R-1106	燃煤飛灰	4,394,006	20.45%
2	R-0503	營建混合物	1,723,124	8.02%
3	R-1209	電弧爐煉鋼爐氧化矽(石)	1,255,977	5.84%
4	D-0902	無機性污泥	1,073,467	5.00%
5	R-1107	燃煤底渣(或含燃煤飛灰之底渣)	837,244	3.90%
6	R-0907	石材礫泥	449,974	2.09%
7	R-0904	報紙污泥	448,764	2.09%
8	D-1099	非有害廢棄塵灰或其混合物	445,560	2.07%
9	R-1210	電弧爐煉鋼爐還原矽(石)	387,120	1.80%
10	D-0599	土木或建築廢棄物混合物	384,209	1.79%
前十大事業廢棄物申報量合計			11,399,445	53.05%

氧化矽: 1,255,977公噸(2022年1至12月)
 焚化底渣: 63,043,806公噸(2023年1至10月)

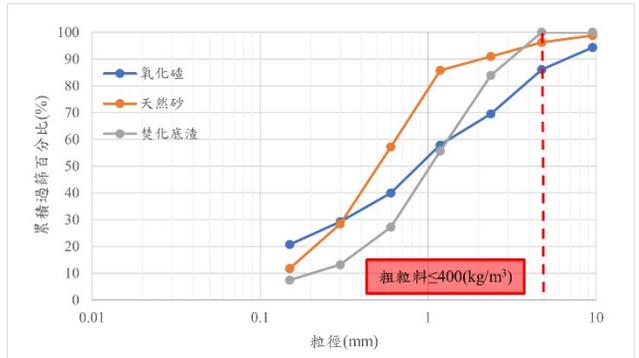
二、配比設計

各材料每立方公尺使用量(kg/m³)

配比(%) (天然砂/焚化底渣/氧化矽)	天然砂 (kg/m³)	焚化底渣 (kg/m³)	氧化矽 (kg/m³)	水泥 (kg/m³)	水 (kg/m³)
100/0/0	1890	-	-	150	240
0/100/0	-	1498	0	150	240
0/80/20	-	1281	320	150	240
0/60/40	-	1032	688	150	240
0/40/60	-	743	1114	150	240
0/20/80	-	404	1615	150	240
0/0/100	-	0	2211	150	240

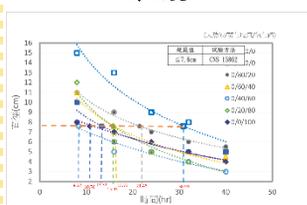
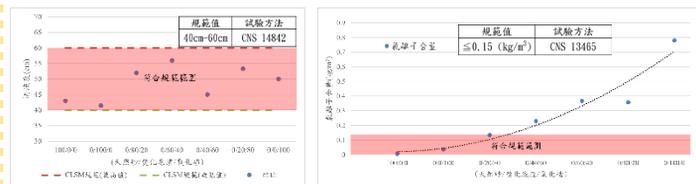
三、基本性質

	天然砂	焚化底渣	氧化矽	水泥
比重	2.68	2.03	2.98	3.21
吸水率(%)	0.91	13.52	4.65	-
單位重(kg/m³)	1788	1165	1842	-
空隙率(%)	32	40.5	33.8	-
細度模數	2.3	3.1	2.7	-
比表面積(cm²/g)	-	-	-	3048.13
標準稠度(%)	-	-	-	30
凝結時間(初凝)(min)	-	-	-	76
凝結時間(終凝)(min)	-	-	-	252

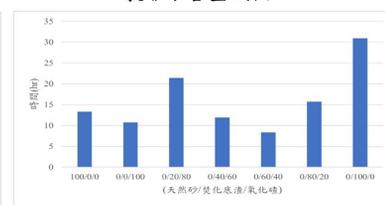


篩分析試驗

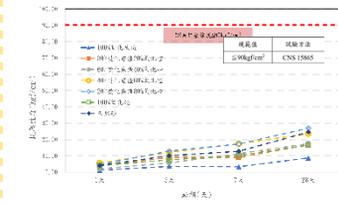
四、試驗數據



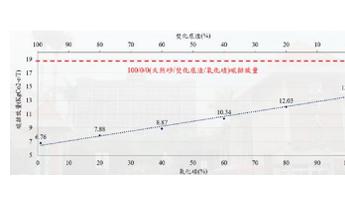
落球試驗



落球試驗7.6cm總表



抗壓強度測試



碳足跡

五、結論

1. 由抗壓測試中得知，焚化底渣比例愈高，導致試體強度降低。
2. 由氯離子試驗中得知，焚化底渣比例愈高，氯離子含量愈高，當焚化底渣使用比例超過20%，須考量氯離子超標的問題。
3. 由碳足跡中得知，焚化底渣及氧化矽應用於CLSM，與純天然CLSM相比，能節省13~40%碳排放量。
4. 綜合以上結果發現，0/20/80(天然砂/焚化底渣/氧化矽)為最佳配比。