SCEM 2023

第 27 屆營建工程與管理學術研討會暨國際會議

The 27th Symposium on Construction Engineering and Management / International Conference

會議手冊

Conference Program

2023.7.13

主辦單位

國立陽明交通大學 土木工程學系 營建管理組

義力營造

義承實諾　力呈卓越

義力營造股份有限公司創立於民國八十三年，「卓越、誠信、安全、技術、品質」是義力營造的企業精神。目前將經營主軸區分為：土木工程、環境工程、建築工程、開發工程四大範疇，主要承攬國家公共建設與民生興利產業。

聯 絡 我 們

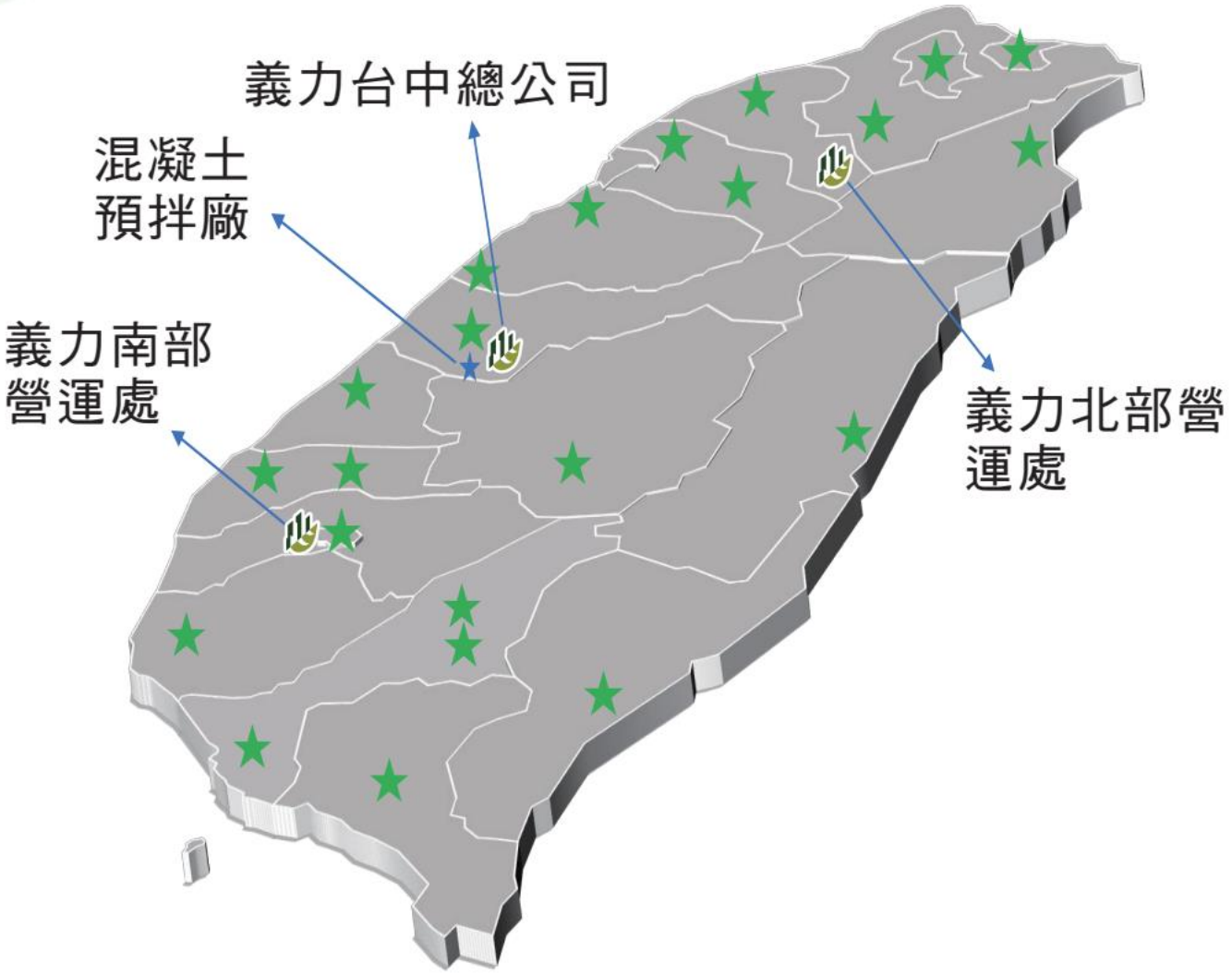
04-24350568

台中市北屯區軍福11路553號

earth.powerld@msa.hinet.net

義力營造股份有限公司

全省營建足跡



儲訓人才招募職類

工程管理｜ 職類/工程師職

行政事務｜ 職類/管理師職

機務重機｜ 職類/專技人員職

中華工程

104 JOIN US

邁向夢想的第一步

FIRST STEP TOWARDS DREAM

- RECRUITMENT -

土木

CIVIL ENGINEERING

- 土木工程師
- 內業工程師
- 品管工程師
- 安衛工程師
- 機電工程師
- BIM工程師

營建

CONSTRUCTION

- 建築工程師
- 建築內業工程師
- 建築規劃工程師
- 安衛工程師
- 機電工程師
- BIM工程師

房地產

REAL ESTATE

- 房地產銷售員
- 土地開發人員
- 建築設計師

智能

INTELLIGENCE

- 數據分析管理師
- 全端工程師
- 數位轉型管理師

海外

OVERSEAS ・海外儲備幹部 (土地開發、建築規劃)

歡迎加入我們！立即填履歷

夢想和幸福

零距離的接軌

技術必須經得起考驗，專業來自於永不妥協的堅持，
夢想的城堡、幸福的家園，就座落在不遠的前方，
台灣世曦和您一起攜手而行，用築夢的心、關懷的情，
戮力建設出每一項希望的工程。

Creativity · Excellence · Conservation · Integrity

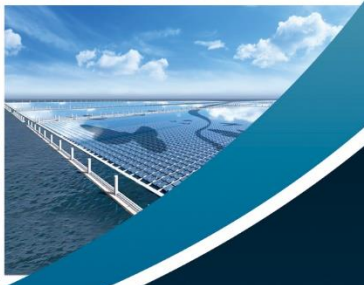
CECI 台灣世曦
工程顧問股份有限公司

台北市11491內湖區陽光街323號
Tel:(02) 8797 3567 Fax:(02) 8797 3568
http://www.ceci.com.tw E-mail:pr@ceci.com.tw

亞新工程顧問股份有限公司
MOH AND ASSOCIATES, INC.

台北｜台中｜高雄｜仰光｜曼谷｜新加坡｜香港｜澳門｜北京

大地工程｜結構工程｜運輸工程｜環水工程｜專案及施工管理｜建築、都市計劃、景觀及室內設計｜機電工程｜數位工程

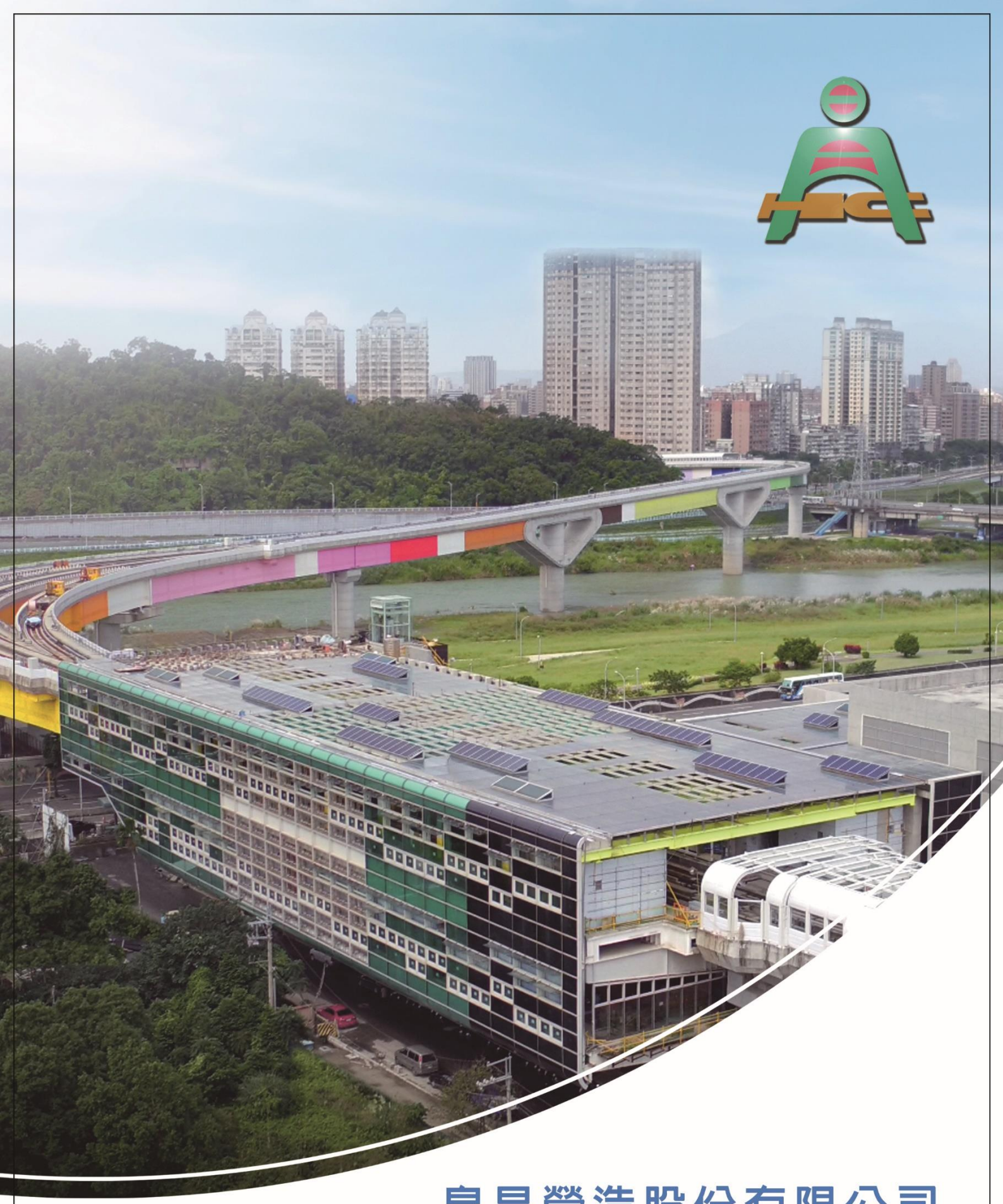


Our World-Our Work

亞新集團創業於 1975 年，多年來的經營發展，已逐漸成為亞洲地區居於領先地位的國際工程顧問公司。亞新集團主要是為東亞及東南亞地區政府及私人企業提供包括基礎建設、土地開發、建物結構、環境工程及資訊科技等綜合性國際化技術與管理的全方位專業服務。

目前，亞新集團有一千二百餘位具有不同專業領域的技術人員，分公司及關係企業依地理位置主要分布於大中華地區（台北、台中、高雄、香港、澳門、北京），東南亞地區（仰光、曼谷、新加坡），藉著從事專業活動的溝通與互動，將這些地區緊密的結合創造一個共同體，建構分享一個完整的專業服務網絡。

221411新北市汐止區新台五路一段112號22樓（東方科學園區A棟）
Tel: (886-2) 2696-1555　Fax: (886-2) 2696-1166　Website：www.maaconsultants.com
E-mail: maagroup@maaconsultants.com



皇昌營造股份有限公司

Hwang Chang General Contractor Co.,Ltd.

台北市內湖區潭美街 539 號 23 樓 / (02) 27922988 / hcgc. com. tw

人才為本 品質第一 效率優先 安全至上 社會責任

誠蓄工程顧問

股份有限公司 PRO-JECT Engineering Consultants Co., Ltd.

高雄 | 台北 | 台南 | 金門

▸▸▸ 全責式工程專案管理

▸▸▸ 土木港灣工程設計監造

誠蓄工程顧問股份有限公司係由林文盛土木技師創設於民國98年6月。本公司於國內設有四個正式服務據點，包含高雄總公司、台北辦事處、台南辦事處及金門辦事處，並繼之於民國107年成立誠蓄建築師事務所，為國內首屈一指之工程技術顧問機構。

本公司現有建築師、土木技師、結構技師、電機技師、水利技師、專業工程師、政府採購及履約管理人員共百餘名，主要營業項目包含工程專案管理、道路橋樑及港灣工程設計監造服務等。

誠蓄工程顧問股份有限公司取工程執行首重「程序」為諧音，以提供專精之技術、熱誠之服務、積蓄人材資本為立業宗旨，其精神為「重視程序—專業呈續」。團隊組織採同心圓方式運作，由各科別專業技術為案件提供支援，依據案件性質、業主所在地點，由四辦事處執行計畫，並設有品保中心對各計畫及人員實施稽核，確保案件執行之品質。

歡迎您加入誠蓄團隊！

誠蓄工程顧問股份有限公司 高雄總公司

地 址：800054 高雄市新興區中山一路279號4F
電 話：(07)288-2288　　傳 真：(07)288-9696
E-mail：ic@pro2009.com

高雄 | 台北 | 台南 | 金門

聚恆科技股份有限公司
HENGS TECHNOLOGY CO.,LTD

能源專業服務商

25年 經驗 25 YEARS EXPERIENCE

180位 專業員工 PROFESSIONAL EMPLOYEES

6億 新台幣資本額 CAPITAL 19 MILL. USD

500+ 發電系統建置 PV SYSTEM BUILD

基本資料

- 位於台南永康科技園區
- 通過品管ISO 9001:2008、ISO45001:2018
- 通過德國萊茵TUV O&M 認證
- 股票代碼：4582

服務項目

- 各種類型太陽能電廠開發
- 電廠設計規劃建造一條龍(EPC)
- 電廠20年營運維護服務，銀行融資協助申請
- 台電能源局等相關許可申請
- 太陽能產品代理銷售
- 儲能事業相關服務

友善環境、土地多元化利用，乾淨的能源，持續推動環境永續發展。

2020年台電『儲能自動頻率控制(AFC)調頻服務資源採購案』五家得標廠商之一。

聚恆是全台灣第一家，亞洲第二家取得德國萊因O&M運轉維護認證的EPC廠商。

經銷販售各類太陽能產品。

① 工程類

☞專案工程師

② 設計類

☞結構設計工程師

聚恆科技股份有限公司
HENGS TECHNOLOGY CO.,LTD.

☎ 06-2022202 🖷 06-2012520
710 台南市永康區永科環路168號
t.hr@hengs.com

RUENTEX

潤弘精密 RTC

預鑄精工

永續營建

Precast and Sustainability

擁有強大完整的設計、製造及施工團隊，在土建、預鑄及機電等方面有豐富的實務經驗。潤弘團隊擅長營建工程水平、垂直整合，以滿足客戶需求、為客戶創造最大價值為已任，以淨零營建、永續工程為目標。

With a strong and complete design, manufacturing, and construction team, Ruentex has rich experience in CSA, Precast, MEP, etc. Our team is good at horizontal and vertical integration of construction projects to meet customers' requirement. With the goal of net zero construction and sustainable engineering, we create maximum value for customers.

序

第 27 屆「營建工程與管理學術研討會暨國際會議」由國立陽明交通大學土木工程學系營建管理組主辦，旨在透過營建工程與管理屆研究成果之發表與交流，提升學術研究水準及促進產學合作與交流。隨著新冠疫情的逐漸遠離，今年會議總算可以採實體會議，以強化各界之交流。

本屆研討會涵蓋 11 大主題及國際研究發表專場，包括人工智慧與大數據應用、永續營建與智慧城市、設計與施工管理、營建材料與品質管制、工程法律與爭議處理、營建資訊科技、BIM 建築資訊模型、工程進度與成本管理、防救災與風險管理、工程採購與民間參與、其他營建工程與管理相關課題、國際研究發表，收錄 160 篇產官學界論文，預計 30 場次，而大會所提名之優等、特優論文將受邀投稿至中國土木水利學刊的營管研討會特刊。

本屆研討會之特邀演講嘉賓包括美國華盛頓大學營建管理學系林耕宇教授以及越南河內交通運輸大學營建管理學系阮黃東教授，將會蒞臨本會分享重要研究成果與相關經驗。大會今年特別安排許多優良公司於大會進行徵才簡報及舉辦就業博覽會，透過實際的交流，媒合產業、政府與學界。另有一時段舉辦產官學論壇，邀請行政院公共工程委員會林傑主任秘書與多位專家與學者，就營建專案管理制度於台灣施行多年來之現況經驗與未來展望，進行意見交流，以協助營建工程與管理學術領域對於產業界能提供更多的實務運用價值。

能夠順利舉辦本屆研討會，首先誠摯地感謝眾多業界工程顧問公司、營造廠、政府機關、公會以及法人的贊助與參與，感謝各校老師們協助審稿及議程主持，以及感謝所有師生與產官學界先進的投稿與參與，使營管領域的優秀研究成果與創意可透過此研討會互相分享與交流。

大會召集人 王維志教授

大會副召集人 高明秀教授

共同敬上

Foreword

The 27th "Symposium on Construction Engineering and Management /International Conference" is organized is organized by the Construction Management Group of the Department of Civil Engineering at National Yang Ming Chiao Tung University. The conference aims to enhance academic research standards and promote industry-academia cooperation and exchange through the presentation and communication of research findings in construction engineering and management. With the gradual departure of the COVID-19 pandemic, this year's conference can finally be held as a physical event, strengthening the exchange among various sectors.

This conference covers 11 major themes and includes a special session for international research presentations. The themes include Artificial intelligence and big data；Sustainable construction and smart cities；Plan, design, and construction management；Construction materials and quality control ；Construction laws and dispute resolution ；Information technology in construction ；Building information modeling ；Project schedule and cost management ；Disaster prevention and risk management ；Construction procurement and public private partnerships；other topics related to construction engineering and management, and international research presentations. A total of 160 papers from industry, government, and academia will be included, with 30 sessions planned. The outstanding and excellent papers nominated by the conference will be invited to submit for a special issue of the Journal of the Chinese Institute of Civil and Hydraulic Engineering.

The invited keynote speakers for this conference include Professor Ken-Yu Lin from the Department of Construction Management at the University of Washington, United States, and Professor Hoang-Tung Nguyen from the Department of Construction Management at Hanoi University of Transport and Communications, Vietnam. They will share important research findings and related experiences at the conference. This year, the conference has arranged for many excellent companies to conduct recruitment presentations and hold a job fair, facilitating practical exchanges and connections among the industry, government, and academia. There will also be a Industry-Government-Academia Forum, inviting Secretary General Lin Jie from the Public Construction Commission, Executive Yuan, along with several experts and scholars, to exchange opinions on the status and prospects of the implementation of construction project management systems in Taiwan. This will help provide more practical value for the industry in the field of construction engineering and management.

To successfully organize this conference, we sincerely thank numerous industry engineering consulting companies, construction firms, government agencies, associations, and corporate sponsors for their support and participation. We appreciate the assistance of teachers from various schools in the review process and session moderation. We also express our gratitude to all the teachers, students, and professionals from industry, government, and academia for their submissions and participation, allowing excellent research achievements and innovations in the field of construction management to be shared and exchanged through this conference.

Regards,

Conference Chairman : Prof. Wei-Chih Wang
Conference Co-Chairman : Prof. Minh-Tu Cao

Contents

SEC 01 Conference Program

- Agenda…… 03
- Important Notices…… 07
- Conference Notice and Venue Floor Plan…… 11

SEC 02 Keynotes…… 17

SEC 03 Conference Paper Abstracts

- Track 1 Papers (09:00-10:20)
  - (a) Session A1…… 23
  - (b) Session B1…… 27
  - (c) Session C1…… 31
  - (d) Session D1…… 37
  - (e) Session E1…… 42
  - (f) Session F1…… 47
  - (g) Session G1…… 52
  - (h) Session H1…… 59
  - (i) Session I1…… 64
  - (j) Session J1…… 69
- Track 2 Papers (14:10-15:15)
  - (a) Session A2…… 77
  - (b) Session B2…… 82
  - (c) Session C2…… 87
  - (d) Session D2…… 92
  - (e) Session E2…… 96
  - (f) Session F2…… 101
  - (g) Session G2…… 108
  - (h) Session H2…… 114
  - (i) Session I2…… 120
  - (j) Session J2…… 125

- Track 3 Papers (15:25-16:30)
  - (a) Session A3…… 131
  - (b) Session B3…… 137
  - (c) Session C3…… 143
  - (d) Session D3…… 149
  - (e) Session E3…… 154
  - (f) Session F3…… 159
  - (g) Session H3…… 166
  - (h) Session I3…… 173
  - (i) Session J3…… 179

SEC 04 Organizers and Sponsors

- Organizing Committee…….. 189
- Organizers…….…… 190
- Co-organizers……..…… 191
- Sponsors……..…… 192
- Review Committee…… 194
- Student Members of the Conference Organizing Committee…… 196

01

Conference Program

Agenda

時間：2023/07/13（四）

地點：國立陽明交通大學 工程二館、工程四館 B1 合勤講堂

***會議代碼對應領域詳見下頁**

時間	活動（地點）									
	工程二館									
08:20 – 08:50	參與人員簽到（1F 服務台）									
09:00 – 10:20	A1 (402)	B1 (403)	C1 (404)	D1 (415)	E1 (208)	F1 (227)	G1 (107)	H1 (108)	I1 (115)	J1 (117)
	工程四館（B1 合勤講堂）									
10:30 – 12:10	開幕典禮 專題講座 【 From Practice to Research and Back to Practice】 by Ken-Yu Lin (Professor, Construction Management, UW, USA) 【Modeling Ceiling Price For Build-Operate-Transfer Road Projects In Developing Countries 】 by Hoang-Tung Nguyen (Professor, Construction Management, UTC, Vietnam)									
	工程二館									
12:20 – 14:00	午餐時光／企業徵才簡報（117）									就業博覽會 (114、118) 13:00 – 17:40
14:10 – 15:15	A2 (402)	B2 (403)	C2 (404)	D2 (415)	E2 (208)	F2 (227)	G2 (107)	H2 (108)	I2 (115)	J2 (117)
15:15 – 15:25	中場休息									
15:25 – 16:30	A3 (402)	B3 (403)	C3 (404)	D3 (415)	E3 (208)	F3 (227)		H3 (108)	I3 (115)	J3 (117)
16:30 – 16:40	午茶時光									
16:40 – 17:40	產官學論壇（117） 【國內工程專案管理（PCM）之近況與未來發展】 林傑 主任秘書, 工程會 / 李大行 副總經理, 亞新工程顧問 / 李正剛 特聘顧問, 台灣世曦 / 彭子斌 副理, 台灣世曦									
	工程四館（B1 合勤講堂）									
17:50 – 18:50	閉幕典禮 頒發感謝狀 頒獎 交接儀式									

***教授休息空間（工程二館 327、329）**

***企業休息、午餐空間（工程二館 219、301~304）**

會議代碼與對應領域		
場次(地點)	**<論文發表時段 1> 09:00 – 10:20**	**會議主持人**
A1 (工程二館 402)	營建材料與品質管理	紀乃文教授
B1 (工程二館 403)	人工智慧與大數據	阮玉梅教授
C1 (工程二館 404)	其他營建工程與管理相關課題	王翰翔教授
D1 (工程二館 415)	設計與施工管理	王世旭教授
E1 (工程二館 208)	防救災與風險管理	林偲妘教授
F1 (工程二館 227)	工程法律與爭議處理 & 工程採購與民間參與	謝定亞教授
G1 (工程二館 107)	營建資訊科技	林威延教授
H1 (工程二館 108)	BIM 建築資訊模型	周建成教授
I1 (工程二館 115)	工程進度與成本管理	林之謙教授
J1 (工程二館 117)	永續營建與智慧城市	洪嫦闈教授
場次(地點)	**<論文發表時段 2> 14:10 – 15:15**	**會議主持人**
A2 (工程二館 402)	營建材料與品質管理	張智元教授
B2 (工程二館 403)	人工智慧與大數據	王裕仁教授
C2 (工程二館 404)	其他營建工程與管理相關課題	陳維東教授
D2 (工程二館 415)	設計與施工管理	潘乃欣教授
E2 (工程二館 208)	防救災與風險管理	林偲妘教授
F2 (工程二館 227)	國際論文	楊智斌教授
G2 (工程二館 107)	營建資訊科技	連立川教授
H2 (工程二館 108)	BIM 建築資訊模型	王琨淇教授
I2 (工程二館 115)	工程進度與成本管理	陳懿佐教授
J2 (工程二館 117)	永續營建與智慧城市	紀乃文教授
場次(地點)	**<論文發表時段 3> 15:25 – 16:30**	**會議主持人**
A3 (工程二館 402)	永續營建與智慧城市	李欣運教授
B3 (工程二館 403)	工程進度與成本管理	鄭明淵教授
C3 (工程二館 404)	其他營建工程與管理相關課題	陳維東教授
D3 (工程二館 415)	設計與施工管理	潘乃欣教授
E3 (工程二館 208)	防救災與風險管理	黃盈樺教授
F3 (工程二館 227)	國際論文	廖彬超教授
H3 (工程二館 108)	BIM 建築資訊模型	吳翌禎教授 范素玲教授
I3 (工程二館 115)	工程進度與成本管理	林之謙教授
J3 (工程二館 117)	永續營建與智慧城市	林祐正教授

Agenda

Time: Thursday, Jul. 13. 2023
Location: NYCU Guangfu campus Engineering Building 2, 4

Time	Event (Location)									
	Engineering Building 2									
08:20 – 08:50	Registration (1F information desk)									
09:00 – 10:20	A1 (402)	B1 (403)	C1 (404)	D1 (415)	E1 (208)	F1 (227)	G1 (107)	H1 (108)	I1 (115)	J1 (117)
	Zyxel Lecture Hall, Engineering Building 4-B1									
10:30 – 12:10	Opening Ceremony Keynote Speech 【 From Practice to Research and Back to Practice】 by Ken-Yu Lin (Professor, Construction Management, UW, USA) 【Modeling Ceiling Price For Build-Operate-Transfer Road Projects In Developing Countries 】 by Hoang-Tung Nguyen (Professor, Construction Management, UTC, Vietnam)									
	Engineering Building 2									
12:20 – 14:00	Lunch Time／Company Recruitment Presentation (117)									Job Fair (114、118) 13:00 – 17:40
14:10 – 15:15	A2 (402)	B2 (403)	C2 (404)	D2 (415)	E2 (208)	F2 (227)	G2 (107)	H2 (108)	I2 (115)	J2 (117)
15:15 – 15:25	Break Time									
15:25 – 16:30	A3 (402)	B3 (403)	C3 (404)	D3 (415)	E3 (208)	F3 (227)		H3 (108)	I3 (115)	J3 (117)
16:30 – 16:40	Teatime									
16:40 – 17:40	Industry-Government-Academia Forum (117) 【Professional Construction Management in Taiwan: Present Status and Future Development】 林傑 Chief Secretary, P.C.C / 李大行 Vice President, MAA / 李正剛 Distinguished Consultant, CECI / 彭子斌 Assistant Manager, CECI									
	Zyxel Lecture Hall, Engineering Building 4-B1									
17:50 – 18:50	Termination Ceremony Certificate of Appreciation Paper Awarding Handover Ceremony									

***Rest Space for Prof. (Room 327、329, Engineering Building 2)**

***Rest and Dining Space for Company (Room 219、301~304, Engineering Building 2)**

The Domain Corresponds to Session Code		
Engineering Building 2	**<TRACK 1 > 09:00 – 10:20**	**Host**
A1 (402)	**Construction materials and quality control**	**Prof. Nai-Wen Chi**
B1 (403)	**Artificial intelligence and big data**	**Prof. Ngoc-Mai Nguyen**
C1 (404)	**Others**	**Prof. Han-Hsiang Wang**
D1 (415)	**Plan, design, and construction management**	**Prof. Shih-Hsu Wang**
E1 (208)	**Disaster prevention and risk management**	**Prof. Szu-Yun Lin**
F1 (227)	**Construction laws and dispute resolution & Construction procurement and public private partnerships**	**Prof. Ting-Ya Hsieh**
G1 (107)	**Information technology in construction**	**Prof. Wei-Yen Lin**
H1 (108)	**Building information modeling**	**Prof. Chien-Cheng Chou**
I1 (115)	**Project schedule and cost management**	**Prof. Jacob J.Lin**
J1 (117)	**Sustainable construction and smart cities**	**Prof. Cathy C. W. Hung**
Engineering Building 2	**<TRACK 2 > 14:10 – 15:15**	**Host**
A2 (402)	**Construction materials and quality control**	**Prof. Chih-Yuan Chang**
B2 (403)	**Artificial intelligence and big data**	**Prof. Yu-Ren Wang**
C2 (404)	**Others**	**Prof. Wei-Tong Chen**
D2 (415)	**Plan, design, and construction management**	**Prof. Nai-Hsin Pan**
E2 (208)	**Disaster prevention and risk management**	**Prof. Szu-Yun Lin**
F2 (227)	**International Session**	**Prof. Jyh-Bin Yang**
G2 (107)	**Information technology in construction**	**Prof. Li-Chuan Lien**
H2 (108)	**Building information modeling**	**Prof. Kun-Chi Wang**
I2 (115)	**Project schedule and cost management**	**Prof. Yi-Zuo Chen**
J2 (117)	**Sustainable construction and smart cities**	**Prof. Nai-Wen Chi**
Engineering Building 2	**<TRACK 3 > 15:25 – 16:30**	**Host**
A3 (402)	**Sustainable construction and smart cities**	**Prof. Sin-Yun Lee**
B3 (403)	**Project schedule and cost management**	**Prof. Min-Yuan Cheng**
C3 (404)	**Others**	**Prof. Wei-Tong Chen**
D3 (415)	**Plan, design, and construction management**	**Prof. Nai-Hsin Pan**
E3 (208)	**Disaster prevention and risk management**	**Prof. Ying-Hua Huang**
F3 (227)	**International Session**	**Prof. Pin-Chao Liao**
H3 (108)	**Building information modeling**	**Prof. I-Chen Wu Prof. Su-Ling Fan**
I3 (115)	**Project schedule and cost management**	**Prof. Jacob J.Lin**
J3 (117)	**Sustainable construction and smart cities**	**Prof. Yu-Cheng Lin**

Important Notices

7/13 研討會當天所有資訊將會公佈在官網上，並且於會議時通知

大會事宜

1. 請各與會者踴躍參與開閉幕典禮、各場次會議、企業徵才簡報及就業博覽會。
2. 大會設有服務台（工程四館之開、閉幕典禮門口以及工程二館一樓中庭前），各與會者若有任何問題可至服務台詢問工作人員。
3. 今年大會有安排就業博覽會，請有興趣之與會者善用，可直接與企業單位面對面互動。
4. 發表之得獎論文將由中國土水學會遴選後，受邀投稿至中國土水營管特刊。
5. 與會者名牌背面皆附有數個 QR 碼，包含議程、意見回饋、路線指引之相關資訊，供有需要之與會者方便查詢。

各場次發表注意事項

1. 各場次會議室內均安排一位大會工作人員，若會議有任何問題，可直接詢問工作人員。
2. 每篇論文發表時間為 8 分鐘，Q&A 2 分鐘，各場次工作人員將會提醒發表者與主持人剩餘時間（發表時 5 分鐘響短鈴提醒並舉牌告示，發表 8 分鐘分鐘響長鈴並舉牌告示結束論文發表，10 分鐘響長鈴並舉牌告示結束問答）。
3. 每位發表人報告以 8 分鐘為限。如必要時，經主持人同意，可酌予延長報告時間，或調整報告順序。
4. 每場發表結束後可開放提問 2 分鐘，或依主持人指示，待該場次所有論文發表結束後才進行評論及現場提問。
5. 如為每場開放現場提問 2 分鐘，請主持人負責掌控現場提問之流程。
6. 如為統一提問，現場提問結束後，發表人依論文發表順序回應評論人與提問者，每位發表人回應以 2 分鐘為限，時間結束時工作人員將舉牌提醒。
7. 提問時，發言者請先告知姓名與學校／服務單位，每場發表以每人提問 1 次為原則。
8. 每間會議室均提供一台筆電於講桌，發表人於發表時統一使用大會提供之筆電進行簡報。
9. 發表人及主持人請遵守議程上之發表開始時間，請勿遲到。
10. 發表人請遵守規定之發表時間，並請主持人注意時間之控制。
11. 會議期間請全程參與，避免中途離席，且關閉電子通訊器材或調為震動。
12. 為尊重智慧財產權，研討會全程禁止錄音、拍照、錄影、直播等。
13. 每場會議結束前，請發表人及主持人一同合照留念。

14. 評選項目評分依據：
    (1) 論文創新及研究價值(創新性、實用性、完整性)佔 70%
    (2) 簡報內容佔 15%
    (3) 應答表現佔 15%
15. 會議將依各論文領域挑選特優、優等論各兩名，後在閉幕典禮上唱名並進行頒獎。

企業徵才簡報注意事項

1. 企業徵才簡報地點為國立陽明交通大學工程二館一樓之教室 117 舉行。
2. 企業徵才簡報將於上午 12:20 進行試播，請企業徵才簡報之各企業單位提早至工程二館一樓之教室 117 確認簡報檔案及內容是否正確。
3. 各企業之徵才簡報時長為 10 分鐘。
4. 請簡報者遵守規定之簡報時間。
5. 若於企業徵才簡報進行時有任何問題，可詢問場內工作人員。

Important Notices

All information regarding the seminar on July 13th will be published on our official website, and attendees will be notified during the conference.

Conference Matters:

1. We encourage all participants to actively participate in the opening and closing ceremonies, various conference sessions, company recruitment presentations, and job fairs.
2. Service counters will be available at the entrances of Engineering Building 4 for the opening and closing ceremonies, as well as in the atrium of Engineering Building 2. If you have any questions or concerns, please feel free to approach the staff at the service counters.
3. This year's conference includes a job fair. We encourage interested participants to make the most of this opportunity and engage in face-to-face interactions with the participating companies.
4. The winning papers will be selected by the Chinese Society of Soil and Water Conservation and invited to be submitted to the Special Issue on Soil and Water Management published by the Chinese Journal of Soil and Water Conservation.
5. The back of the participant name tags will contain several QR codes providing access to relevant information such as agenda, map directions, and feedback forms. These QR codes are provided to facilitate easy access to the information for attendees who may require it.

Guidelines for Presentations in Each Session

1. Each session room will have a conference staff member assigned. If you have any questions or issues during the session, you can directly approach the staff member for assistance.
2. The allocated time for each paper presentation is 8 minutes, followed by a 2-minute Q&A session. The session staff will remind presenters and session chairs of the remaining time (a short bell will ring and a sign will be displayed at 5 minutes to indicate the remaining time for the presentation, a long bell will ring and a sign will be displayed at 8 minutes to indicate the end of the presentation, and a long bell will ring and a sign will be displayed at 10 minutes to indicate the end of the Q&A session).
3. Each presenter is limited to an 8-minute presentation. If necessary, with the approval of the session chair, the presentation time may be extended, or the presentation order may be adjusted.
4. After each presentation, there will be a 2-minute period for questions, either immediately after the presentation or as instructed by the session chair. The comments and questions may be addressed either individually or collectively after all the paper presentations in the session have concluded.
5. If there is a designated 2-minute period for live questions after each presentation, the

session chair is responsible for managing the flow of live questions.

6. In the case of a unified question session, after the live questions, the presenters will respond to the comments and questions in the order of their presentations. Each presenter's response is limited to 2 minutes, and the staff will display a sign when the time is up.
7. When asking a question, please state your name and affiliation (school/organization). The general guideline is to allow each person to ask one question per presentation.
8. A laptop will be provided on the lectern in each session room. Presenters are requested to use the laptop provided by the conference for their presentations.
9. Presenters and session chairs are kindly requested to adhere to the scheduled presentation start time and avoid any delays.
10. Presenters are requested to adhere to the allocated presentation time, and session chairs are advised to control the timing.
11. Please participate in the conference for the entire duration and avoid leaving in the middle of sessions. Additionally, please switch off or set electronic communication devices to silent mode.
12. In order to respect intellectual property rights, recording, photography, video recording, live streaming, and similar activities are strictly prohibited throughout the conference.
13. Before the conclusion of each session, please take a group photo with the presenters and session chair for a memento.
14. Evaluation Criteria for Paper Selection:
    (1) Innovation and Research Value of the Paper (Originality, Practicality, Completeness) - 70%
    (2) Content of the Presentation - 15%
    (3) Performance in Responding to Questions - 15%
15. The conference will select two outstanding papers in each research field, one as "Best Paper" and the other as "Excellent Paper." The names of the awardees will be announced and the awards will be presented during the closing ceremony.

Recruitment Presentation Guidelines for Companies

1. The location for the company recruitment presentation is Room 117 on the 1st floor of the Engineering Building 2 at National Yang Ming Chiao Tung University.
2. The trial run for the company recruitment presentations will take place at 12:20 AM. All participating companies are requested to arrive early at Room 117 on the 1st floor of the Engineering Building 2 to confirm the presentation files and content.
3. The allotted time for each company's recruitment presentation is between 10 minutes.
4. Please ensure that the presenters adhere to the designated presentation time.
5. If you encounter any issues or have questions during the company's recruitment presentation, feel free to approach the on-site staff for assistance.

Conference Notice and Venue Floor Plan

開、閉幕典禮相關事宜

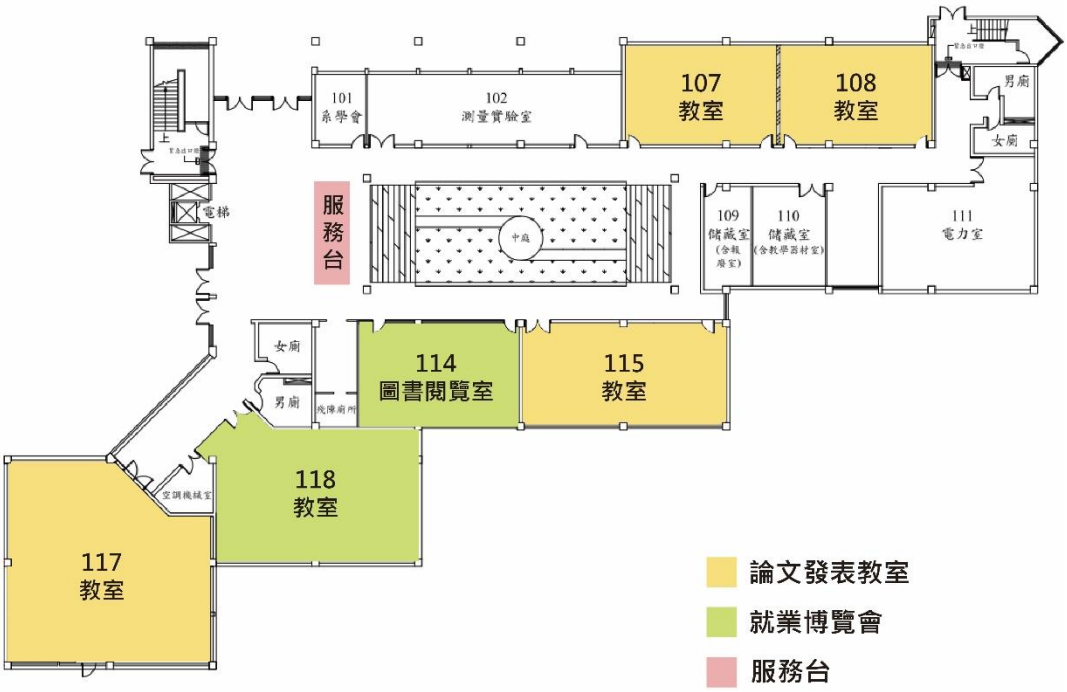
1. 開、閉幕典禮地點為陽明交通大學工程四館地下一樓之合勤講堂。
2. 開幕典禮為上午 10:30~12:10，閉幕典禮為晚上 5:50~6:50，請與會者踴躍參與。

研究論文口頭發表相關規定

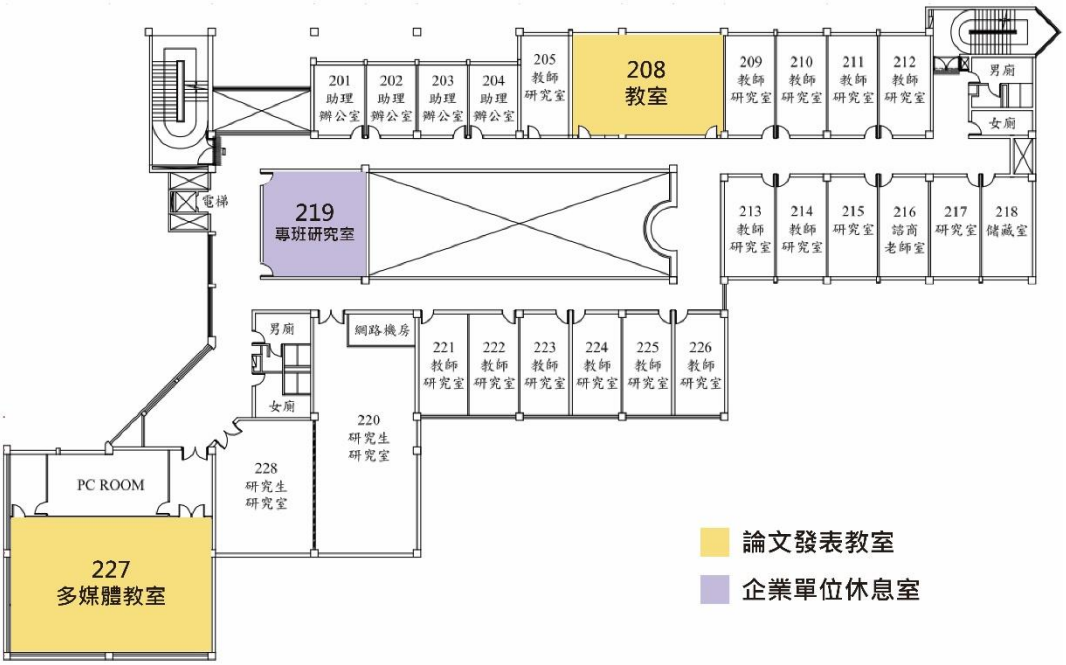
1. 論文發表地點為陽明交通大學工程二館一樓教室 107、108、115、117；二樓教室 208、227；四樓教室 402、403、404、415 舉行，請發表者及主持人至對應之會議室參與會議。
2. 論文發表時間為 8 分鐘+2 分鐘 Q&A，工作人員於發表時 5 分鐘響短鈴提醒並舉牌告示，發表 8 分鐘分鐘響長鈴並舉牌告示結束論文發表，10 分鐘響長鈴並舉牌告示結束問答。
3. 發表共分 3 個時段，分別為上午 9:00~10:20、下午 2:10~3:15、下午 3:25~4:30，請發表人及主持人請勿遲到及未到。
4. 發表人言論不代表大會立場。

校園地圖

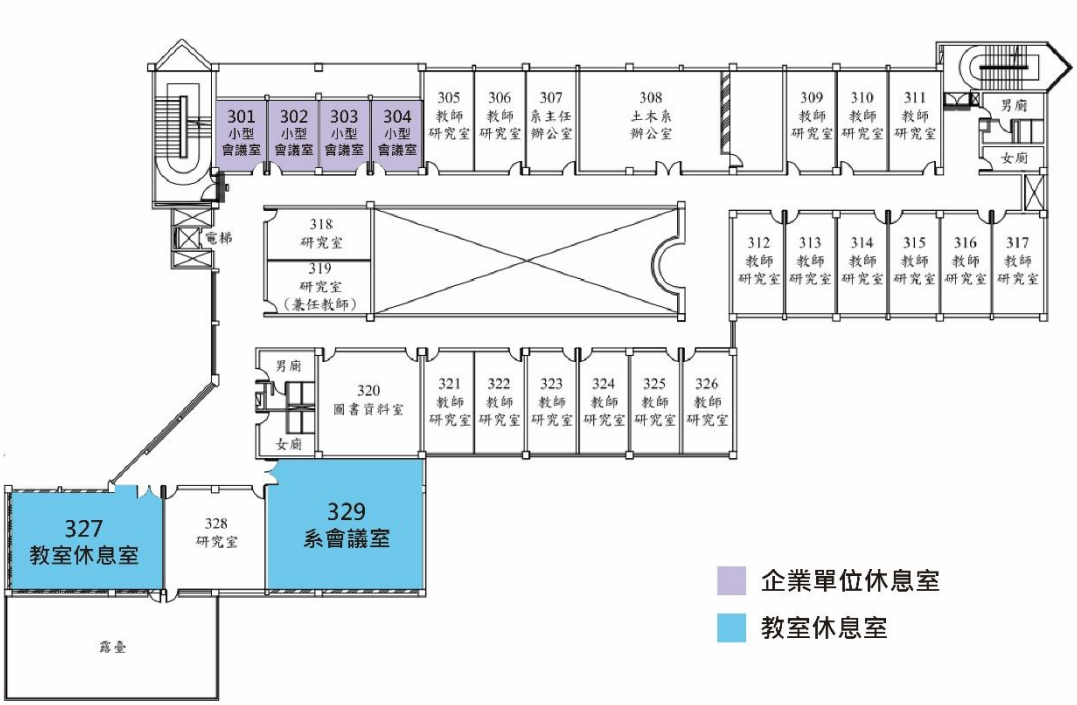
工程二館各樓層平面圖



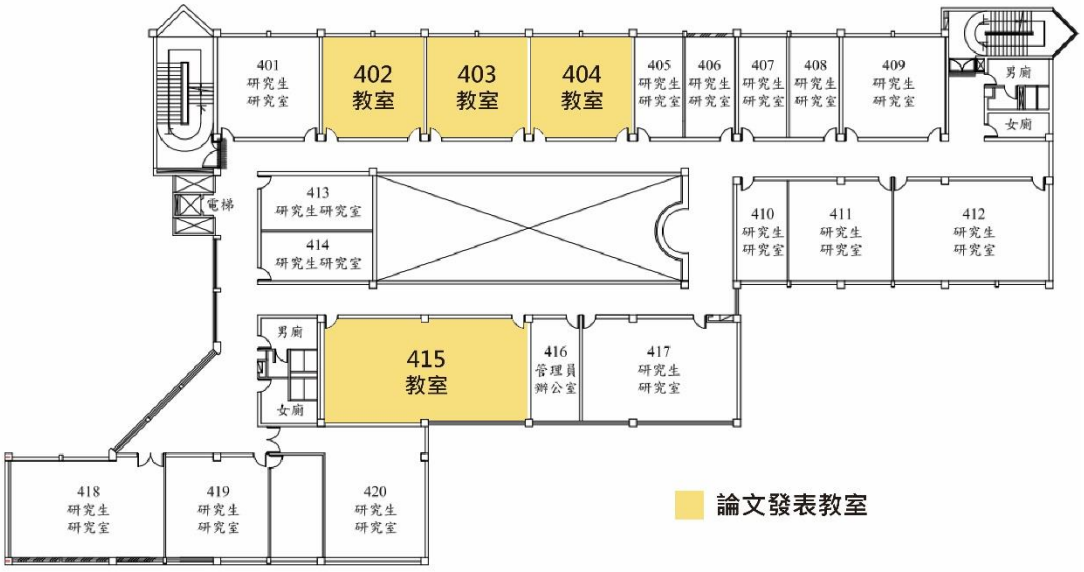
1F 平面圖



2F 平面圖

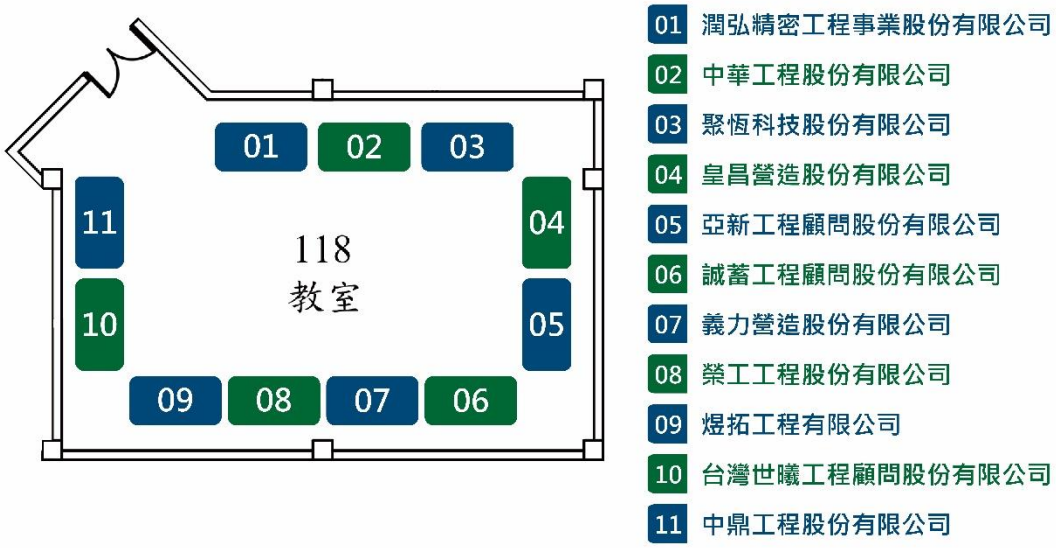

301 小型會議室
302 小型會議室
303 小型會議室
304 小型會議室
305 教師研究室
306 教師研究室
307 系主任辦公室
308 土木系辦公室
309 教師研究室
310 教師研究室
311 教師研究室
男廁
女廁
電梯
318 研究室
319 研究室（兼任教師）
312 教師研究室
313 教師研究室
314 教師研究室
315 教師研究室
316 教師研究室
317 教師研究室
男廁
女廁
320 圖書資料室
321 教師研究室
322 教師研究室
323 教師研究室
324 教師研究室
325 教師研究室
326 教師研究室
327 教室休息室
328 研究室
329 系會議室
露臺
企業單位休息室
教室休息室

3F 平面圖

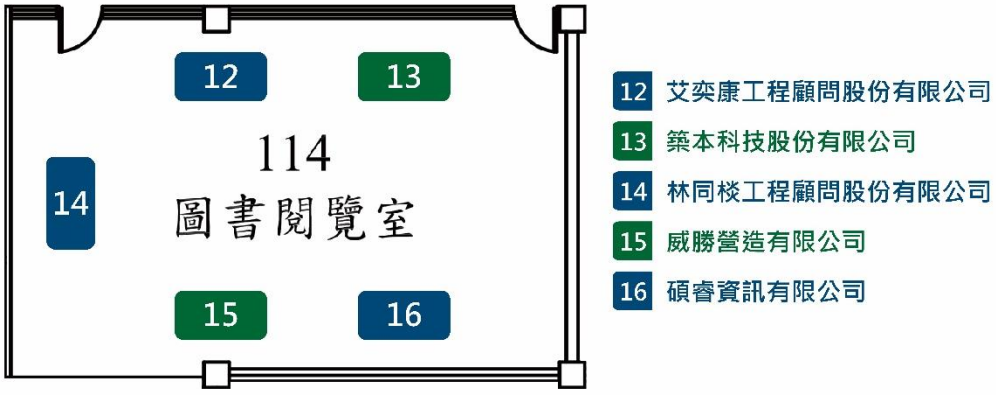

401 研究生研究室
402 教室
403 教室
404 教室
405 研究生研究室
406 研究生研究室
407 研究生研究室
408 研究生研究室
409 研究生研究室
男廁
女廁
電梯
413 研究生研究室
414 研究生研究室
410 研究生研究室
411 研究生研究室
412 研究生研究室
男廁
女廁
415 教室
416 管理員辦公室
417 研究生研究室
418 研究生研究室
419 研究生研究室
420 研究生研究室
論文發表教室

4F 平面圖

就業博覽會教室企業位置分布圖



1F 118 教室企業位置分布圖



1F 114 圖書閱覽室企業位置分布圖

02

Keynotes

Ken-Yu Lin
Associate Professor

學歷 Education

- PhD in Construction Engineering and Management, University of Illinois at Urbana-Champaign, USA , 2000~2005
- MSc in Construction Engineering and Management, National Taiwan University, Taiwan, 1997~1999
- Bachelor Degree in Civil Engineering, National Taiwan University, Taiwan, 1993~1997

經歷 Experience

- Associate Professor, CMOSH Program Director, Northwest Center for Occupational Health & Safety University of Washington
- Assistant Professor, University of Washington
- Consultant , Ming-Jian Power Co., Taipei City, Taiwan consultant Faculty Intern, Howard S. Wright Constructor, Seattle, WA, USA
- Arbitration Representative, Tung-Yi Construction Eng. Ltd. Co., Taipei City, Taiwan
- Product Engineer, Amko Ltd. Co., Taipei City, Taiwan

演講主題 Lecture Topic

From Practice to Research and Back to Practice

演講大綱 Lecture Summary

Often scholarly research is criticized for being disconnected from the field practices and it is especially true in the construction business sector. The outcry for making scholarly research meaningful in practice highlights the need for a new paradigm, one that builds on partnership, understanding, and mutual concerns. The speaker called this new paradigm “Practice to Research to Practice (P2R2P)”, a critical shift that begins with and circles back to the construction practices. P2R2P enables researchers to identify gaps in practices alongside industry partners and explore research opportunities that lead to real changes such as better productivity, lower cost, or safer working conditions. The speaker will introduce how P2R2 emerged out of her 15 years of scholarship and present a 4-year research project that was driven by the P2R2P paradigm. The project is a collaboration between the University of Washington and a large specialty contractor that eventually led to behavioral changes among the workers and reduced musculoskeletal injuries for the company.

Hoang-Tung Nguyen
Associate Professor

學歷 Education

- MSc and PhD in Engineering, Saitama University, Japan, 2008~2014
- Bachelor Degree in Civil Engineering, Hanoi University of Civil Engineering, Vietnam, 2000~2005

經歷 Experience

- Associate Professor, Construction Management,University of Transport and Communications, Vietnam
- Associate Dean, University of Transport and Communications, Vietnam
- The Head of Project Management Department
- World Bank (WB) in-house consultant
- Asian Development Bank (ADB) in-house consultant
- Japan International Cooperation Agency (JICA) in-house consultant

演講主題 Lecture Topic

Modeling Ceiling Price For Build-Operate-Transfer Road Projects In Developing Countries

演講大綱 Lecture Summary

This study examines a ceiling price for build-operate-transfer (BOT) road projects in the context of developing countries. Although ceiling price is one of the most significant elements in BOT policy given that it has a focal-point effect, it has been rarely examined in prior studies. Subsequently, the study formulates a model of ceiling price under the framework of simple two-route network by integrating the nature of travelers' mode choice with the interaction between stakeholders through the Nash equilibrium as well as a risk-mitigation approach in the ceiling price decision-making process. The proposed model has unique characteristics that allow the government to protect social welfare while still providing opportunities for private investors to achieve their optimal toll rates. It also provides room to the government for negotiating with private investors while taking into account travelers' benefits and risk identification. The model is applied to a case study in Hanoi, Vietnam; and successfully showed its applicability with empirical evidence. The proposed method highlights planning aspects rather than road users' aspect, which is expected to contribute to a project preparation stage in BOT projects.

NOTE

NOTE

03

Conference Paper Abstracts

Session A1

09:00-10:20　主持人：紀乃文

Topic : 營建材料與品質管理 Construction materials and quality control

- **AI 應用於低碳排鹼激發膠結材料之抗壓強度預測**

  徐建華、詹皓宇、張名惠、劉瓊芳、劉子瑜、邱國創
- **建築工地地形變異分析與物料自動辨識研究**

  王星硯、連立川
- **運用知識本體與電腦模擬技術推估品質成本之研究－以柔性鋪面工程為例**

  張登凱、王翰翔
- **地工泡棉(EPS)複合板帷幕牆之隔熱性能分析**

  林利國、毛婕霖
- **香灰應用於高壓混凝土磚之可行性研究**

  林利國、葉育儒

AI 應用於低碳排鹼激發膠結材料之抗壓強度預測

徐建華[1*]、詹皓宇[2]、張名惠[3]、劉瓊芳[4]、劉子瑜[5]、邱國創[6]
財團法人工業技術研究院材料與化工研究所,
副工程師[1*], 副研究員[2], 經理[3], 專案經理[4], 副組長[5], 組長[6]
*f9610116@itri.org.tw

由於環保意識抬頭，水泥使用量持續成長，碳排問題也因此越受到重視，所以鹼激發膠結材料大量用來取代傳統水泥的替代原料，但實驗反覆試錯時間及等待養護時間過長，導致耗費大量人力和時間。本研究採用機器學習技術預測鹼激發膠結材料第 7 天的抗壓強度配方，結果也證實隨機森林法具有最好的準確率，該模型之訓練集指標 R^2 為 0.89、測試集指標 R^2 為 0.55。通過實驗驗證模型預測配方的可行性，其第 7 天抗壓強度可達到 200kgf/cm^2 以上，符合預期目標強度性能，從而提高了生產效率和產品品質。其次，通過實驗驗證模型推薦配方的可行性，其配方合成出的鹼激發膠結材料符合預期強度。最後，本研究也固定原料重量配比與 NaOH 莫爾濃度進行了其它多種因子的驗證，以探討不同參數對配方強度的影響，這些結果可為產品生產提供更多有價值的參考依據，可以節省人力、資源與碳排，可減少試錯試驗時間以達到製程參數優化，進一步加速開發實驗配方預測速度，並解決業者調控配方品質不穩定的問題。

建築工地地形變異分析與物料自動辨識研究

連立川[1*]、王星硯[2]
[1*]中原大學土木工程學系, 助理教授
[2]中原大學土木工程學系, 碩士生
*lclien@cycu.edu.tw

建築施工過程中常因設計不當或施工疏失發生損鄰等爭議事件，輕則周圍道路塌陷，重則房屋傾斜，為保障居家安全，各地方政府皆擬定相關處理程序，以現況測量的成果追蹤與比較，藉此預防災害及界定將來損鄰之責任；而鋼筋與模板的殘料，常見隨意堆置於工地內，使得發生工安意外，為保障勞工安全，將依據法規對工地安全衛生進行監督與管理作業。過去巡檢、管理、測量紀錄都必須以人工方式完成，，使得作業所耗費的時間和人力資源可謂龐大。

本研究以某建築工地為研究標的，以 Phantom 4 RTK 多旋翼無人機((Unmanned Aerial Vehicle, UAV))，執行施工前後期之 3D 攝影測量任務，利用 PIX4Dmapper 與 Global Mapper 系統化的軟體建模產出數值高程模型(Digital elevation Model, DEM)，並分析研究範圍之剖面坡度、量測點高程，以達智慧防災目的；另外利用人工智慧(Artificial Intelligence, AI)卷神經網路 YOLOv5，將數據集進行訓練並計算權重，產生最佳辨識物料之模型，以輔助管理工地。

根據數值高程模型分析成果，利用無人機實景模型轉換 DEM，可初步判斷坡度、高程等變化情況，精度達公尺級，經營造廠商確認，實際情況與本研究之判斷相符，故證實 DEM 分析可輔助鄰房鑑定作業；在自動辨識方面，可將 70%之物料正確辨識，並根據辨識成果，將不符合安全衛生情況以圖片方式記錄，輔助工地之監督與管理作業。

運用知識本體與電腦模擬技術推估品質成本之研究-以柔性鋪面工程為例

張登凱[1*]、王翰翔[2]
[1*]國立中央大學土木工程系營建管理碩士班, 碩士生
[2]國立中央大學土木工程系營建管理碩士班, 教授
[*]nood789@gmail.com

品質對於工程而言是個很重要的指標，但在國內卻鮮少有文獻對於工程領域探討品質成本。好的品質成本可使承攬商與業主間取得利益最大化，也能降低失敗成本的機率。現行品質成本的計算方式仍以人工計算進行運算，計算過程繁複且耗時，因此本研究透過建置知識本體與電腦模擬品質成本模型，期望能提升計算效率。在此研究中分成兩大部分，第一部分運用知識本體技術建立品質成本知識庫，第二部分則是建立品質成本電腦模擬估算模式。在第一部份，利用 Protégé 這套知識本體軟體技術，先建立品質成本知識庫；再利用 SWRL 規則語言進行推理，使用者能透過 SQWRL 規則語言搜尋選出符合條件下的作業品質成本資訊。在第二部份則運用蒙地卡羅統計法，在不確定性品質成本狀態下進行 1000 次模擬，協助使用者取得不同機率下的品質成本。本研究透過柔性鋪面工程之品質成本結果進行分析，驗證此品質成本估算模型可運用於國內營造工程領域。使用者能利用此模型，概估計算專案工程之品質成本，將此模型應用至工程專案中進行評估以降低失敗成本所產生的額外成本支出。

地工泡棉(EPS)複合板帷幕牆之隔熱性能分析

林利國[1]、毛婕霖[2*]
[1]國立台北科技大學土木工程與防災系, 教授
[2*]國立台北科技大學土木工程與防災系, 碩士生
[*]t110428038@ntut.edu.tw

隨著人類社會不斷發展和進步，臺灣土地也逐漸開發殆盡，建築物設計趨於向上發展，近幾年帷幕牆普及於各都市，帷幕牆之材料常見為玻璃及金屬，皆為容易傳熱之材料，因此隔熱議題逐漸受到關注。石材其具有堅硬之質地、穩定性及其獨特之自然花紋為人們愛用建材；發泡聚苯乙烯(EPS)為保溫隔熱之材料，因其具有質量輕、經濟性佳、緩衝性佳等優點，因此本研究期望以三種石材及兩種磁磚結合發泡聚苯乙烯作為帷幕牆之複合材料，探討其隔熱性能。

本研究係使用兩公分之花崗石、大理石、人造石；一公分之石英磚及石質磚作為表面材料，配合密度為 15K、20K、25K 之 EPS，厚度分別為 1、2 及 3 公分，利用鹵素燈具模擬日照八小時後讓其自然冷卻，配合使用 K 型電熱偶感溫線量測各層之溫度，並透過數據統整及分析探討其隔熱性能。

經實驗結果顯示，單一材料第一類中以花崗石隔熱效能最佳，第八小時溫度差達 11.6 度；於相同厚度條件下之複合材料中，隔熱效果最優異者為花崗石配合 25K2 公分之 EPS 及石英磚配合 25K3 公分之 EPS，溫度差可達 51.3 度；隨著 EPS 厚度及密度之提升，對於隔熱之效能亦有正向之助益。

香灰應用於高壓混凝土磚之可行性研究

林利國[1]、葉育儒[2*]
[1]國立臺北科技大學土木工程與防災所, 教授
[2*]國立臺北科技大學土木工程與防災所, 碩士生
[*]t110428080@ntut.org.tw

隨著建設持續發展與科技的進步，社會大眾對生活品質較以往更加注重，而在提高建設發展的同時卻也忽略材料對環境所造成之傷害。減少使用天然資源對環境造成的負荷已經成為現在重要的環保議題。根據計算台灣登記寺廟約有 12,142 座每日所產生之香灰量平均約為 120 公斤，故全台每日香灰總量約達 145 萬公斤；目前焚香過後所產生的香灰多以固化及廢棄掩埋處理，而處理不當之故會造成空氣汙染 PM2.5、塵暴現象傷害到人民健康與產生環境污染的問題，台灣有許多地方使用高壓混凝土磚作為道路材料，製造高壓混凝土磚時水泥用量多，而水泥在生產中，會消耗大量能源及排放二氧化碳，台灣生產水泥所產生的二氧化碳量占整個水泥生產 60%，目前已有許多實驗將廢棄物料結合高壓混凝土磚進行探討，不僅達到環保廢物利用觀念，也能降低成本和對環境的衝擊進而保護地球。

本研究將通過雷射粒徑分析之香灰，藉由 5%、10%、15%、20%取代高壓混凝土磚中的水泥量製作試體，研究其流度、抗壓強度、吸水率、抗彎強度、耐磨性是否符合 CNS 13295 高壓混凝土磚規範。

經試驗條件與各項試驗成果顯示，香灰 5%、香灰 10% 取代水泥皆達到 CNS 13295 高壓混凝土磚 B 級規範的數值在實務上較具可行性；抗壓強度試驗和抗彎強度試驗結果顯示，依相同齡期試體比較，添加香灰比例越高，其強度越低；而由同一香灰比例之試體比較，隨著齡期增長，其抗壓強度與抗彎強度亦增強；隨著香灰添加比率的增加，流度會相對降低。在吸水率試驗中，香灰取代量越高，試體吸水率也會提高，並可得出迴歸分析方程式：（吸水率 y）= 0.2907（香灰比率 x）－ 0.0013 、R^2為 0.9972，呈高度相關；耐磨性試驗中，不同香灰比例與不同齡期的比較中，試體並不會因為兩者的關係影響試體摩擦厚度，磨擦厚度皆處於規範值 3mm 以內。

Session B1

09:00-10:20　主持人：阮玉梅

Topic : 人工智慧與大數據 Artificial intelligence and big data

- **臺灣媽祖保佑信仰啟發式橋梁劣化識別演算法**

  劉琦允、周瑞生

- **應用卷積神經網路於 BIM 衝突影像分類**

  游竣宇、黃盈樺

- **利用無人機與機器學習於邊坡巡檢與分析之研究**

  吳仲恩、潘乃欣、林昱翔

- **基於時空動作檢測辨識職傷風險行為與評估方法**

  劉引臻、曾仁杰

- **結合無人機與電腦視覺於勞工安全監控之應用**

  江泓陞、余文德、蕭文達

- **基於規則和語言學習模型自動連結議題追蹤項目和營建排程工項**

  林子鈞、林之謙

TRACK1

臺灣媽祖保佑信仰啟發式橋梁劣化識別演算法

劉琦允[1]、周瑞生[2]
[1]國立臺灣科技大學營建工程系, 博士候選人
[2]國立臺灣科技大學營建工程系, 講座教授
d10905002@mail.ntust.edu.tw
jschou@mail.ntust.edu.tw

起始於臺灣特有的媽祖遶境民間習俗，本研究提出一種嶄新的無參數化元啟發式優化演算法，旨在實現橋梁劣化自動化識別，該軟式計算名為「朝聖行走最佳化(Pilgrimage Walk Optimization, PWO)演算法」。PWO 演算法的搜索行為模擬信徒跟隨媽祖鑾轎，經歷擲筊、遶境、駐駕、鑽轎腳、搶轎及安座等民俗信仰活動。PWO 演算法與當代優化演算法(GA、PSO、DE、ABC、FA、WOA、FPA、TLBO、SOS、EFO、GSA、FBI 及 JS)透過各形式的多維度數學基準函數實測比較，研究成果顯示 PWO 演算法搜索性能優於其他現行的優化演算法。本研究為首次應用啟發式優化演算法於多類別橋梁劣化圖像自動化分割，過程中透過無人飛行載具於臺灣多處橋梁場域蒐集 10 種不同形式的劣化態樣影像，應用 PWO 演算法進行無監督式圖像聚類分割最佳化。分析顯示 PWO 演算法能初步掌握混凝土破裂、混凝土白華、鋼鈑鏽蝕、鋼筋裸露鏽蝕和螺栓鏽蝕態樣，且運算效能深具穩健性，可擴展應用於解決工程領域的最佳化問題，於輔助 AIoT 技術在土木工程自動化領域具潛在的應用價值。

應用卷積神經網路於 BIM 衝突影像分類

游竣宇[1*]、黃盈樺[2]
[1*]國立雲林科技大學營建工程系, 碩士生
[2]國立雲林科技大學營建工程系, 教授
[*]m11116012@gemail.yuntech.edu.tw

工程圖說經常發生不同系統構件在空間上發生設計衝突的情況，通常會導致重工並增加成本。近年來，BIM 軟體使得設計衝突的檢測變得更容易，然而所檢測到的衝突數量龐大，且這些衝突中有 50%以上是屬於「無效衝突」。由於 BIM 軟體無法分辨出無效衝突，因此需要人為進行判別，而此過程是極其耗時的作業。

本研究應用卷積神經網路開發影像辨識模型，收集 Autodesk Navisworks Manage 生成衝突檢測報告之影像作為模型訓練的影像資料庫，以 10 種常見的預訓練網路進行遷移學習建立分類模型。在模型訓練與驗證中，分類的準確率在 96.27%~100.00% 以及驗證 Loss 在 0.0121~0.1524。各類預訓練網路分類能力皆令人滿意，其中以 ResNet-50 表現最佳。

本研究所提出的方法相比傳統人為篩選與辨別衝突，運用神經網路能夠篩選大量無效衝突以及自動化辨別衝突類型，提升衝突檢測之效率。

利用無人機與機器學習於邊坡巡檢與分析之研究

吳仲恩[1*]、潘乃欣[2]、林昱翔[3]
[1*,3]國立雲林科技大學營建工程系, 碩士生
[2]國立雲林科技大學營建工程系, 教授
[*]M11116027@yuntech.edu.tw

水土保持設施因為多座落於山區且數量及分布廣泛，因此造成許多設施交通可及性低，進而使得在水土保持設施在例行性巡檢或是於災後防治管理的困難度大大增加，因此增進管理設施之效率便十分重要。在此研究中使用無人機(UAV)進行航拍，以克服水土保持設施中無法拍攝到的範圍以及達到大量拍攝的目的。並且基於現有之對水土保持設施的異常樣分級與各級的維護建議上，以 python 所建置的深度學習演算法中搭建出一自動化程序，以用來針對水土保持設施的異常樣態進行自動化辨識與維護建議。在辨識完成後，利用 HSB 色彩空間進行異常樣態的面積概算。在自動化辨識中使用正規化方法與神經網路進行學習，在經過學習後正規化方法成效達到 0.966 及神經網路之成效為 0.959，經專家確認，內部所辨識之異常樣態影像皆達到與專家辨識相同之水準。在異常樣態面積概算部分，在使用 HSB 色彩空間下計算，可得出各樣態間約略之各顏色範圍值，並於計算後與現有之面積概算方法比較，其誤差約為 7%，因水土保持設施範圍屬大範圍之量測，因此此誤差之影響經專家評估其影響性低。

基於時空動作檢測辨識職傷風險行為與評估方法

劉引臻[1*]、曾仁杰[2]
[1*]國立陽明交通大學土木工程系, 碩士生
[2]國立陽明交通大學土木工程系, 教授
[*]rick54617.en08@nycu.edu.tw

隨著影像類的數據集不斷成長，以影像辨識對於日常環境下(行人、跌倒、運動等)的行人進行行為辨識或異常行為檢測技術之應用也隨之增加，但於工地場景中針對職傷風險評估方法對於工人的行為進行行為辨識與偵測累積性職業傷害的應用仍不廣泛。少數關於此研究會有缺少時序資料整合判定及多人辨識的問題。因此，如何利用電腦視覺技術解決自動化檢測工地場景中工人動作的分析和檢測，對於緩解工地安全風險，提高工地的管理效率，有著重要的意義。

本研究經評估，整合三種累積性職傷評估系統，並以時空動作檢測進行評估。時空動作檢測其特點在對影集中存在的人物行為進行較為精准的分類和時空定位，且相較於以往的行為辨識算法，能夠持續性的追蹤人物行為、有效地改善物件遮擋的情境、多人行為判斷等優點。本研究以 SlowFast 模型為主架構結合 CvT 網路模型對職傷風險行為進辨識，以此預估職傷風險行為中的風險等級(Action Categories)。於公開數據集(kinetics-400)測試上，相較於傳統的 SlowFast 模型，於各個風險等級所含之行為測試 ROC(Receiver Operating Characteristic Curve)曲線與 PR(Precision-Recall Curves)曲線皆有良好之提升。

TRACK1

結合無人機與電腦視覺於勞工安全監控之應用

江泓陞[1*]、余文德[2]、蕭文達[3]
[1*]朝陽科技大學營建工程系, 碩士生
[2]朝陽科技大學營建工程系, 教授
[3]朝陽科技大學營建工程系, 助理教授
[*]s11111608@gm.cyut.edu.tw

營建工地處處充滿著危害，根據國內統計資料，營建業佔了超過一半的重大職業災害，其中墜落和滾落是造成營建業傷亡人數超過一半的主要原因，由此得知工地危害預防管理之重要性。傳統工地現場多為依靠職安人員進行工地巡檢，卻常因人力不足而難以落實。因此本研究將利用無人機之影像拍攝與電腦視覺辨識之技術，進行施工人員身分辨識及危害區域(開口處)之辨識，同時分析施工人員之總風險等級，作為工地職安管理自動化之基石。經實際工地驗證後人員身分辨識率達 94%、精確率 100%，同時準確辨識出施工人員附近是否有危害開口，及依人員資料庫讀取出施工人員之總風險等級，證明其產業應用可行性。相較於傳統只依靠職安人員進行工地巡檢管理方法，本研究提出之架構不但具有快速、節省人力等優點，且能輔以職安人員進行工地巡檢。

基於規則和語言學習模型自動連結議題追蹤項目和營建排程工項

林子鈞[1*]、林之謙[2]
[1*]國立台灣大學土木工程系, 碩士生
[2]國立台灣大學土木工程系, 助理教授
[*]r10521708@ntu.edu.tw

營建工程為了更好的管理複雜的工程專案，跟踪建造過程中出現的議題成為一種重要的專案管理方法。然而現階段議題追蹤與營建排程通常使用不同軟體進行管理，兩種資料之間缺乏連結，造成後續的工程進度延誤分析難以進行。令議題追蹤與營建排程缺乏連結的主因中「議題與排程之間的關係只能依賴當事人判斷」與「整理過去議題與排程未連結資料曠日廢時」是經常被提到的。過去有許多人做過相關研究，透過 BIM 模型進行議題與排程間的自動連結，但並非所業者都有能力使用 BIM。為了彌補這個研究空白，本研究提出了一種基於 Transformer 與規則的方法，該方法可以根據輸入的上下文邏輯推理出議題以及排程工項之間的關聯性，以達到自動資訊對齊的效果。本研究收集了數個實際營建工程的缺失紀錄與預定進度表作為訓練與驗證資料，訓練基於自然語言處理的議題與工項相關性分類模型並與基於詞距離的模型產生最終匹配結果。實驗結果顯示，提出的方法所提供的 5 個可能工項有真正對應工項的機率有 92.3%，提供的 1 個最可能工項為真正對應工項的機率有 69.2%。最後也提出方法存在的問題及未來可能的解決方法。

Session C1

09:00-10:20　主持人：王翰翔

Topic : 其他營建工程與管理相關課題 Others

- **國內 New RC 預鑄結構於台北遠東通訊園區之實例介紹**

  林泰煌

- **通風、間距效應在多孔處置設施之影響**

  陳丁豪、張瑞宏、黃偉慶

- **基於動態姿勢比對之通用型教練姿勢訓練系統**

  黃芃豫、曾仁杰

- **整合專案交付(IPD)之合約架構研究-以台灣某建築案為例**

  陳逸柏、曾惠斌、王明德

- **運用關聯規則分析探討一般與高房價社區居民喜好之社區活動**

  孫詠柔、翁紹偉、王世旭、王維志

- **營建重大職災一審判決之案例式推理機制**

  陳昌威、陳維東

TRACK1

國內 New RC 預鑄結構於台北遠東通訊園區之實例介紹

林泰煌*
[1*]亞利預鑄工業股份有限公司, 顧問
[1*]國立中央大學土木工程系, 兼任助理教授
*a0933868111@gmail.com

本文簡要說明國內對 New RC 的定義並介紹遠東集團在新北市板橋區台北遠東通訊園區兩個最近完成的 New RC 預鑄結構案例, Tpark 專二 B 區集合住宅(國內首例 New RC 蓮根梁預鑄高樓住宅)及 Tpark 立體停車場新建工程(國內首座圓形立體預鑄停車場工程),該兩案例曾獲頒 2022 年 **TCI 混凝土工程優良獎**-建築類特優獎及優等獎兩獎項。預鑄工法可提升建築品質與改善勞工短缺問題，並可減少廢棄物及汙染，且尚有節能減碳效益，以及對工地安全衛生的維護有顯著幫助。預鑄的另一項優勢是可有效縮短工期，這可配合政府對於加速危老重建的需求，以及建築營建業高樓建築及科技業新建廠房之工期需求。

通風、間距效應在多孔處置設施之影響

陳丁豪[1*]、張瑞宏[2]、黃偉慶[3]
[1*,2]國立中央大學土木工程系, 陳丁豪 碩士生
[3]國立中央大學土木工程系, 張瑞宏 教授
*chensky0401@gmail.com

深層地質最終處置遠場一般稱為「天然障壁」，係藉由地底下的母岩岩層達到天然隔絕的效應，適當阻隔用過核子燃料產生的輻射因子，以降低其對地表生態行為的影響。

在處置罐埋放的進行過程中，各處置罐係逐隧道置入處置場中，因此探討平行雙排處置隧道的相互影響關係確有必要，為因應相關研議所需，須建置雙隧道處置場數值運算模型，以便進行多孔處置設施間距效應之分析與觀察另一方面，在處置場開挖建置期間，經由開挖所形成的隧道空間將與外界保持開放，使隧道內外之空氣流動，將造成隧道及周遭母岩溫度下降，形成通風冷卻的效應；目前在通風效應的評估上，主要以「代表體積單元」概念作為分析的主軸，而對於多孔處置設施而言，則仍有待進一步的研析與觀察。

基於動態姿勢比對之通用型教練姿勢訓練系統

黃芃豫[1*]、曾仁杰[2]
[1*]國立陽明交通大學土木工程系, 碩士生
[2]國立陽明交通大學土木工程系, 教授
[*]asdf310612159.c@nycu.edu.tw

很多職業訓練都與姿勢有關，透過專家與學員姿勢的比對，常有助於學員之學習或學員對於教練解說指正之理解，本研究以勞工工作姿勢和運動姿勢為例，研究採用基於骨骼節點辨識之技術，及整合人工智慧量化分析以協助教練於姿勢指正時協助其解說。

在營建管理中，累積性職業傷害主要是因為姿勢不良所導致，本研究以勞工工作姿勢中舖貼磁磚和固定釘子為例，降低施工人員在工作上所產生的職業傷害，透過 Azure Kinect DK 深度攝影機捕捉動態姿勢影片，進行影像動態追蹤人體關節骨架，提取出影像數據中人體骨骼關節點信息，這些信息可以作為人體行為分析的基礎，分析比對實驗結果，建立初始的雛型系統，與專家討論了解需求後，對系統進行設計，接著反覆測試以及改善優化，經過系統開發循環，並建立一套演算法，整合開發適合大眾使用的通用型教練系統，再由專家進行評估，提高系統中的姿勢相似度比對，使勞工工作姿勢的正確性提升。本研究另以運動姿勢中桌球揮拍動作為例，由國手教練示範標準動作，學員模仿並攝影紀錄，視覺化呈現分解動作畫面，比對後教練進行校正動作，提昇學員動作正確率，發揮通用型系統之功能，透過科學量化評估方式，以強化學員學習動機。

TRACK1

整合專案交付(IPD)之合約架構研究-以台灣某建築案為例

陳逸柏[1*]、曾惠斌[2]、王明德[3]
[1*]國立臺灣大學土木工程系, 碩士生
[2, 3]國立台灣大學土木工程系, 教授
[*]yipo.chen0613@gmail.com

整合專案交付（Integrated Project Delivery, IPD），美國建築師學會（American Institute of Architects, AIA）定義為為一種專案交付方法，將人員、系統、業務結構和實務整合到過程中，協同所有參與者的才能和見解來優化專案結果、增加業主的價值、減少浪費並通過設計、製造和施工所有階段的最大化提高效率。

國外研究顯示，IPD 對於專案成本、品質、進度、安全、溝通與變更管理之績效，優於傳統設計-投標-施工(DBB)，隨著案例增加的情形下，相關的研究也相應地增加，近來研究趨勢顯示，IPD 合約類別顯示出強勁的趨勢，其研究重點是協作和架構，以提高施工效率。

國內營建專案執行成本超支、進度逾期及變更頻繁已成常態，業界為解決問題，已朝發包模式的改良著手，建築業逐漸引進廠商早期參與(ECI)概念，近年開始有專案採用 IPD 模式。IPD 之應用在國內尚屬萌芽階段，相關研究參考文獻數量有限，為使 IPD 之採購模式能讓國內業界了解其優勢及本質，順應國外研究趨勢，本研究主要就整合專案交付之合約架構，以國內某建築案為例，採用專家訪談與問卷調查之研究方法，探討國內應用 IPD 之情形與對合約管理的看法，參考國外 IPD 合約範本及 IPD 合約管理相關研究，研討適用國內之 IPD 合約架構，並就 IPD 原則在國內之應用及推廣提出建議。

運用關聯規則分析探討一般與高房價社區居民喜好之社區活動

孫詠柔[1*]、翁紹偉[2]、王世旭[3]、王維志[4]
[1*]國立陽明交通大學工程技術與管理學程, 碩士生
[2]長佳成工程資訊整合有限公司, 博士
[3]陸軍軍官學校土木工程學系, 副教授
[4]國立陽明交通大學土木工程系, 教授
[*]yungjousun@gmail.com

辦理社區活動除可建立居民聯繫、營造友善生活空間及增加民眾對社區之認同感外，亦具有提升建設公司企業形象、維持社區房價及加快餘屋銷售等效益，然而，不同類型社區居民喜好之社區活動可能不同，且社區活動種類眾多(可分為環保、藝術、慶典、運動、親子、手作、旅行及餐會等 8 類型)，如何從中選擇符合居民期待之活動，亦為社區經營之關鍵性問題。本研究蒐集台中市 53 個集合住宅(6 間建設公司)之社區基本資料(含地點、每坪成交單價及每坪管理費等)及歷年社區活動記錄(含活動主題及參加對象等)，首先，透過 K-means 群集化分析區分社區種類(分為一般與高房價等 2 類)，再透過 Apriori 關聯規則分析演算法及專家訪談，探討不同類型社區居民喜好之社區活動。結果顯示，一般社區居民喜好之活動依序為餐會、旅行及手作等三種；高房價社區則喜好環保、藝術及慶典，此外，本研究彙整上述分析結果，提出「社區營造活動主題與邀請對象建議表」，以確保未來舉辦之社區活動可回應居民期待，並達成建設公司之預期效益。

TRACK1

營建重大職災一審判決之案例式推理機制

陳昌威[1*]、陳維東[2]
[1*]國立雲林科技大學營建工程系, 碩士生
[2]國立雲林科技大學營建工程系, 教授
[*]chencw1999@gmail.com

本研究為「重大營建職災之案例式推理系統」陳奕廷(2022)之後續研究。

營建業因其危險的特性，當職災事件發生時，往往使被害者重傷或致死，極可能連帶產生營建訴訟問題。但是當一般民眾面臨訴訟問題時，在缺乏法律知識和訴訟程序的了解之情況下，不清楚對於自己的權利和義務，增加了面對訴訟問題的風險和不確定性；又鑒於可能因法官主觀想法不同，類似案件亦有可能在判決結果出現極大的落差。

基於以上原因，本研究改良重大營建職災之案例式推理系統，收錄 288 件來自臺灣北部地方法院的裁判書案例搭建資料庫，並依據判決書內容提取被告方與職災案件關聯之相關內容作為「屬性」，再透過專家意見將「屬性」進行排序確定其權重，進而建立案例式推理系統

經過案例驗證結果顯示，本系統在案例相似度達 88.07%之情形，推理精確度可達到 82.00%，證明其可接受的精確度。該系統可提供法官和檢查官在起訴或審判前的初步方向，讓勞資雙方在職災審判前預測判決結果，並協助被告事先了解其應負的法律責任相關資訊，以便及早制定應對策略，例如與受害者家屬商談和解事宜。

Session D1

09:00-10:20　主持人：王世旭

Topic : 設計與施工管理 Plan, design, and construction management

- **以 BIM 與 MR 為基礎之職安衛檢核系統**

  楊秉曄、王琨淇

- **結合數位雙生概念建構混合實境施工查驗系統-以機電工程為例**

  蘇建安、馮重偉

- **運用 BIM 輔助二氧化碳與溫度之對流模擬以探討既有建物環境舒適度**

  游秉諭、王琨淇

- **結合深度學習及擴增實境於施工架安全之視覺檢查**

  程鏡羽、曾仁杰

- **地下管線 AI 辨識與建模自動化之研究**

  廖柏堯、楊舜宇、連立川

- **以虛實整合為基礎建構營建工程之人機協作系統—以噴漆作業為例**

  李宜蓁、馮重偉

TRACK1

以 BIM 與 MR 為基礎之職安衛檢核系統

楊秉曄 [1*]、王琨淇 [2]
[1*]朝陽科技大學營建工程系, 碩士生
[2]朝陽科技大學營建工程系, 助理教授
[*]robert886@gmail.com

營建行業是一個危險程度較高的行業，勞工在工作中可能面臨著高處作業、重物起吊、機械操作、電氣安全等風險。在建設過程中，勞工需要處理各種材料、機械設備和工具，可能會遇到不穩定的地形、惡劣的天氣、施工現場的雜亂和噪音等問題。這些因素都可能對勞工的安全和健康造成威脅。因此，必須嚴格執行職業安全衛生管理，保障勞工的安全和健康，減少職業災害和事故的發生。這項研究旨在利用建築資訊模型(Building Information Modeling, BIM)和混合實境(Mixed Reality, MR)技術來建立一個職業安全衛生檢核系統，以降低建築行業中勞工職業災害和事故的發生率。

本系統將提供一個直觀且價值觀的檢核方式，使工程師能夠在現場即時檢查設備並利用截圖設備畫面紀錄問題，這些紀錄可以作為日後進行修改和改善的依據，以確保勞安設備的完整性和符合安全要求，因此創建一個系統的主要功能是讓工程師能夠使用混合實境技術，將虛擬模型與實際現場物件進行比較和檢核設備資訊。透過混合實境，工程師可以在現實環境中觀察虛擬模型，並直接對比現場設備的實際情況，以便快速檢測和記錄設備缺失或錯誤的情況。透過這樣的系統，可以提高工程師在施工現場的效率和準確性，同時降低職業災害和事故的風險。這將有助於保護勞工的安全和健康，並促進建設行業的可持續發展。

結合數位雙生概念建構混合實境施工查驗系統-以機電工程為例

蘇建安[1*]、馮重偉[2]
[1*]國立成功大學土木工程系, 碩士生
[2]國立成功大學土木工程系, 副教授
[*]N66101353@gs.ncku.edu.tw

機電工程在土木建築行業中具有重要地位，但傳統上使用施工圖進行查驗，存在著人力和時間成本高、信息不對稱和資料傳遞不及時等問題。採用 BIM 結合 XR 設備等新方法可以改善這些問題，提高工程品質管理的效率和準確性，減少工程安全風險和資源浪費。

但 BIM 模型可能無法完全反映現場的實際情況，因為施工過程中可能會發生變化、誤差或更新。為了彌補這些限制，結合混合實境和數位雙生的技術可以提供更全面的解決方案。混合實境可以幫助我們將虛擬模型與現實世界中的場景結合，工程師可以透過在現場使用混合實境設備，將虛擬的機電模型投影到實際場景中，並在真實環境中進行檢驗，有助於解決 BIM 無法完全反映現場情況的問題，並提供更直觀、真實的檢視和評估；數位雙生模型是一個動態的虛擬模型，能夠實時更新並模擬實際場景的狀態，將數位雙生應用於機電工程中，可以在查驗過程中捕捉現場數據，與 BIM 模型進行比對，實現實時監控和驗證，及時發現問題並做出調整，提高查驗效率。

運用 BIM 輔助二氧化碳與溫度之對流模擬以探討既有建物環境舒適度

游秉諭[1*]、王琨淇[2]
[1*]朝陽科技大學營建工程系, 碩士生
[2]朝陽科技大學營建工程系, 助理教授
[*]danny310130@gmail.com

室內環境舒適度模擬是現代建築設計中必不可少的一環。本研究旨在解決室內空間設計所面臨的兩個問題，包括建築設計對室內空間的快速分析與優化，以及對空間流場和溫度狀態的直觀理解。

本研究將探討BIM與CFD模擬的整合流程以及視覺化呈現模擬結果之應用。藉由整合BIM資訊和能耗計算成果與 CFD 模擬，能夠更全面地評估室內空間的設計，以此在既有建物空間用途更改後快速進行設計分析和優化。同時，透過不同的視覺化方法和技術，如三維可視化和動畫演示等，使得設計師能夠更直觀地了解空間之流場和溫度狀態，以協助設計者更深入了解室內空間之特性並進一步進行優化。本研究採用 BIM 結合 CFD 對流模擬技術輔助探討室內環境舒適度之流程。最終，本研究希望能夠提出改善室內環境之方案，以改善室內環境之流場狀態，並期望由設計階段開始便能控制室內環境之舒適度。

結合深度學習及擴增實境於施工架安全之視覺檢查

程鏡羽[1*]、曾仁杰[2]
[1*]國立陽明交通大學土木工程系, 碩士生
[2]國立陽明交通大學土木工程系, 教授
[*]chengcy0412.en10@nycu.edu.tw

台灣的工程意外頻傳，施工架的工安事件是其中一個常發生的工項之一。如何改善工地有關施工架不安全施工環境以降低工安意外是一個嚴肅且迫在眉睫的研究議題。現行施工架查驗方式多以目視進行，並和查驗人員的經驗做比對，常常花費許多時間且可能造成漏看，並缺乏有效依據的一個方法。有鑑於物件辨識演算法發展蓬勃，本研究提出應用物件辨識演算法於擴增實境頭盔上，並利用擴增實境技術視覺化進行施工架外觀查驗，查驗人員同時能夠註記查驗結果並將查驗結果回饋到 BIM 模型中的半自動化查驗輔助系統，目標能縮短查驗時間及改善人眼查驗的精準度。本研究分成四個子模組，分別是預訓練模型的訓練、施工架安辨識模組、AR 成像模組、註記模組。在預訓練模型方面，共 5300 張施工架照片用在預訓練模型的訓練，演算法選擇 YOLOv5。訓練結果顯示精確率(precision)=0.914，召回率(recall)=0.927，f1 score=0.920，各項 loss 均收斂並降至 0.015 以下。施工架安全辨識方面，透過匯入施工影片或照片到預訓練且開源的模型能夠良好且快速的辨識有缺失的施工架。AR 成像和註記方面，以手動方式完成步驟。本研究提出半自動化查驗輔助系統流程，後續研究可著重在 unity、BIM 和擴增實境頭盔實現自動化及同步化的步驟，並擴充辨識標的像是查驗連接座的數量和間距。

地下管線 AI 辨識與建模自動化之研究

連立川[1*]、廖柏堯[2]、楊舜宇[3]
[1*]中原大學土木工程學系, 助理教授
[2,3]中原大學土木工程學系, 學士生
[*]lclien@cycu.edu.tw

傳統地下管線探測及建置地下管線平面圖需要大量人力，導致施測速度較為緩慢，結果也因為地下管線不確定性高，導致不甚精準。因此，本研究希望透過資訊科技(Information Technology)及人工智慧(Artificial Intelligence, AI)，在管線配置上有全面性的整合及管理，並節省各方面的成本支出。

本研究透過透地雷達掃描地下管線獲取管線回波圖，經由人工智慧進行管線回波圖的標註，加以訓練及辨識，並藉由辨識結果撰寫出自動化地下管線建模程式，提供更有效率且一體性的自動化作業流程。

本研究在施工地先進行取樣，並分為兩條支線進行研究，其一為取得施工地之 AutoCAD 管線平面圖；其二則收集地下管線圖回波圖圖紋，經由 LabelImg 標註後，利用 YOLOv4 AI 訓練及辨識，然後繪製 AutoCAD 管線平面圖。最後，將兩條支線分別撰寫 Dynamo 自動建模程式，利用 Revit 自動建模，對此兩種方式建模之成果進行比對和分析。

經比對結果顯示，撰寫 Dynamo 程式並配合 Excel，能夠針對一圖檔內多種圖層和多重管徑，做出自動化建置管路及彎頭之 3D 模型，不僅增加效率，亦能利用 Revit 衝突檢查，最大化地降低工程成本。

以虛實整合為基礎建構營建工程之人機協作系統—以噴漆作業為例

李宜蓁[1*]、馮重偉[2]
[1*]國立成功土木工程系, 碩士生
[2]國立成功土木工程系, 副教授
[*]yichen17666@gmail.com

目前工業機器人於工地現場有較多需克服施工內容多樣、高度不確定性的問題，而建築資訊模型（BIM）亦較難於工地現場真正發揮應用，為有效提升建築資訊模型（BIM）與工業機器人於工程現場應用之可能性，本研究以噴漆作業為例，解析噴漆工程於工地現場之人機協作需求，了解工程現地施作噴漆流程與噴漆作業控制因子，探討影響噴漆流程與成果的因素，歸納出混合實境模式下人機協作所需的資訊與操作需求，利用光達掃描儀獲得的點雲和建築資訊模型建構一虛實整合模擬環境，將此模擬環境導入混合實境開發環境，再建立機器人控制系統結合噴塗作業路徑自動化生成系統。同時，結合前述內容，開發出使用混合實境技術的人機協作功能，並應用於施工現場進行機器人施作規劃。該系統可將機器人控制系統與混合實境裝置進行遠端連線，從而將控制指令發佈至桌上型機器手臂，建築資訊模型於其中提供座標與各項物件資訊，以輔助噴漆作業規劃。透過虛實整合與人機協作，可提高噴漆作業的效率和準確性，同時減少人為錯誤和潛在的安全風險。

TRACK1

Session E1

09:00-10:20　主持人：林偲妘

Topic : 防救災與風險管理 Disaster prevention and risk management

- **地震防災與應變 3D GIS 資訊網之研發**

  陳志欣、葉錦勳、陳世良
- **一般建築物震損評估系統之整合與應用**

  洪祥瑗、葉錦勳
- **以自適應性風險交易策略建構集成式學習投資組合決策系統**

  林楷竣、周瑞生
- **於 BIM 模型中可視化風險資訊之研究－以某宿舍工程為例**

  黃冠霖、陳懿佐
- **火災保險核保風險因子決策研究**

  林利國、王志宇、李栢瀧

地震防災與應變 3D GIS 資訊網之研發

陳志欣[1*]、葉錦勳[2]、陳世良[3]
[1*]國家地震工程研究中心, 副技術師
[2]國家地震工程研究中心, 研究員兼任組長
[3]國家地震工程研究中心, 副技術師
[*]chhschen@narlabs.org.tw

為有效評估地震可能造成之衝擊與損失，國家地震工程研究中心自 1998 年起進行本土化資料蒐集和分析模式與參數之研究，自行研發「台灣地震損失評估系統」(TELES)之地震損失評估軟體，及「台灣地震損失模擬資訊網」與「台灣地震早期損失評估資訊網」等地震防災與應變雲端資訊服務。歷年來已將上述資訊軟體與服務應用於協助政府單位及防災協力機構進行防災演練，並於震後輔助中央災害應變中心快速掌握地震可能引致之災情數量及其分布，協助救災應變策略之擬定。由於地震防災與應變之策略擬定與規劃須參考真實場景，方能有效制定防災規劃與救災應變計畫，地震防災與應變雲端資訊服務目前雖能提供 2D GIS 之系統介面供使用者查看災損評估資訊，然相較於真實之 3D 地理環境之感受仍顯不足。近年來由於網頁前端開發技術、3D GIS 技術等資訊技術蓬勃發展，伴隨著內政部國土測繪中心推動之三維國家底圖，3D Web GIS 平台所需之各項條件漸趨成熟。故本研究將發展地震防災與應變 3D GIS 資訊網，逐步將地震防災與應變所需之圖資、資料、資訊等訊息藉由 3D 立體空間之方式進行呈現與展示，期望以貼近真實環境之視野輔助，挖掘 2D 地圖中所無法輕易查覺之訊息，以期未來應用於震前防災整備與震後應變輔助作業。

希望藉本研究讓設計方對於工程施作困難點或與現場情況不相符處更加明瞭，改善資訊不對等的狀況，使工程得以順利進行，並達到降低重工所產生的時間及成本。

一般建築物震損評估系統之整合與應用

洪祥瑗[1*]、葉錦勳[2]
[1*]國家地震工程研究中心, 助理研究員
[2]國家地震工程研究中心, 研究員兼組長
[*]0506095@narlabs.org.tw

一般建築物地震損失評估系統(Tgbs)為「台灣地震損失評估系統(TELES)」子系統之一，以開源程式庫 SpatiaLite 與 MapWinGIS 之功能來取代原先商用軟體 MapInfo 功能。整合 SpatiaLite 之資料庫管理與圖形運算、分析功能，以及 MapWinGIS 的地圖展示、圖層控制與主題圖繪製等使用者介面功能，以取代原先震損評估所需之 GIS 功能，完成一般建築物地震損失評估系統(Tgbs)各項模組的 GIS 功能移轉與整合。同時為精進震損評估模組，整合新一代強地動預估模式於推估地震動強度與土壤液化機率的地震災害潛勢分析模組中，更新一般建築物損害評估模組中之模型建物分類，調整建築結構損害狀態與損失比之轉換關係，以期能更符合實際地震動強度分布與災損情形。完成的一般建築物地震損失評估子系統(Tgbs) ，可進行任一想定地震之境況模擬以協助防災規劃與風險管理，且不再受限於商用軟體之版權和成本限制，在未來維護上更具彈性，更有助於地震風險評估與防災教育等實務應用與推廣。以模擬地震事件案例比較既有以 MapInfo 為基礎的 Tgbs 和新版的 Tgbs 的各項震損評估結果，新版 Tgbs 的推估結果更接近現實的災損情形。而應用新版 Tgbs 於地震保險損失評估系統中，也驗證了新版 Tgbs 的適用性。

以自適應性風險交易策略建構集成式學習投資組合決策系統

林楷竣[1]、周瑞生[2]
[1]國立臺灣科技大學營建工程系 碩士生
[2]國立臺灣科技大學營建工程系 講座教授
chunlin0525@gmail.com
jschou@mail.ntust.edu.tw

本研究以上市營造建設產業公司股票為示範例，應用機器學習、深度學習和自然語言處理模型等技術，結合財務多特徵因子，搭配多空投資的對沖交易策略模擬實證，創建自適應性風險的中短期投資組合決策模型。本研究透過自動化索引程式，爬取基本財務報表資料、每日股市行情、籌碼資訊，以及財經新聞網站之新聞文本數據。經預處理後，應用 XGBoost 分類模型，優先對基本財務報表資料與歷史行情資料預測下一季別營造建設產業中被低估或高估的公司，以此建構下一個財報季度中買多與賣空之投資組合。並接續採用基於 BERT 雙向自然語言處理模型所建構之情緒因子分數、歷史價格資料所計算之技術分析指標與三大法人進出場之交易數據，進行每日股價變化預測的時間序列分析。透過滑動窗口結合 LSTM 回歸模型預測每季『買多與賣空』投資組合內各營造建設公司未來每日的股價變化。本研究亦建構每日持股變動比例之交易策略，以模擬交易回測，進而檢視投資組合策略之績效。分析實證顯示，經初篩過的營造建設公司每季投資組合搭配財務多面向特徵所建立的買多與賣空投資組合為一穩健可行的方法。於回測的結果指出，依集成式學習投資組合模型建構的多空投資對沖交易策略，不論整體市場之趨勢，皆可使報酬率整體走勢相對平滑且穩定成長，並於市場發生劇烈變化之際，應用集成式學習投資組合決策系統的多空投資對沖交易策略，可在降低波動性風險下創造相對穩定之超額報酬。本研究呈現之分析流程架構與研究成果除可用於營造建設產業，亦可配合投資人之自身專業領域擴充涵蓋其它產業類別，預期能成為大型投資機構或投資經理人中短期交換持股、交易決策訊號判斷的輔助模組。

於 BIM 模型中可視化風險資訊之研究-以某宿舍工程為例

陳懿佐[1]、黃冠霖[2*]
[1]國立高雄科技大學營建工程系, 助理教授
[2*]國立高雄科技大學營建系工程系, 碩士生
[*]F111106109@nkust.edu.tw

本研究將營建專案中的風險、時程與建築資訊模型（BIM）進行關聯整合，並以 Power BI 生成互動式報告和圖表，提供決策者更全面和直觀的視覺化資訊。營建專案的成功與否取決於風險和時程控制的良窳。然而，由於 BIM 模型和風險與時程控制採用的管理工具不一致，導致專案資訊分散，本研究選擇了一個建築專案為案例進行實證研究，運用 Power BI 整合 BIM 模型中風險和時程資訊，能夠提供更好的決策支援。決策者可以全面了解專案的風險狀況、時程進度和相關影響因素。此外，顏色區分風險程度以及重大風險的預警功能，使決策者能夠更容易識別關鍵風險並及時採取對應策略。

火災保險核保風險因子決策研究

林利國[1]、王志宇[2]、李栢瀧[3*]
[1]國立臺北科技大學土木工程系土木與防災研究所, 教授
[2]國立臺北科技大學土木工程系土木與防災研究所, 碩士生
[3*]國立臺北科技大學土木工程系土木與防災研究所, 碩士生
[*]t111428032@ntut.org.tw

企業在經營過程中會面臨各種風險，為降低風險不確定性所可能造成的營運衝擊，企業必須運用風險控制的方法為有效採取，風險迴避、損失控制、風險移轉或風險保留；而訂定保險契約為風險移轉的主要手法，保險的運作為被保險人約定保險契約將風險移轉由保險人承擔；一旦於發生損失，則由保險人負責以損害填補原則賠償損失金額，故保險人以承擔轉嫁風險與財務槓桿操作為主要經營模式。

本研究依據核保風險評估，火災損失擴大因素、火災危害因子和火災危害特性等文獻資料彙總，將核保風險評估項目，經篩選、分類、比對、歸納出以決策、管理、風險評估及其風險因子之風險評估層級，並分析探討火災事故案例發生原因和失效因素，輔以火災案例關聯性驗證於火災危害特性和火損擴大因素的本質意涵，將所得的火災危害結果彙總風險評估層級，逐層歸納出核保風險因子，以目標、準則和風險因子層之層次為構成火災保險核保風險因子之分層項次，經分層分項後成為火災保險核保風險因子評估構面。

本研究以層級分析法進行評估各層級指標的相互關係和影響程度，依所得的權重重要性，透過評估尺度的權重量化判斷，釐清火災保險核保風險因子與建立核保決策風險因子，提升決策正確性，降低風險決策衝擊。

Session F1

09:00-10:20　主持人：謝定亞

Topic : 工程法律與爭議處理&工程採購與民間參與

Construction laws and dispute resolution& Construction procurement and public private partnerships

- **建築施工造成損鄰事件之實證分析-以司法判決為核心**

  歐李佳宣、楊亦東

- **以鑑識科學蒐尋法優化隨機過採樣集成式機器學習技術於土壤及地下水污染整治費申報虛實預測**

  葉芃承、周瑞生、陳冠榮

- **採購法最有利標採用序位法評比之危機探討與改良建議**

  劉正達、姜怡玟、張人文

- **應用基於承包商履約績效之雙參數決標模式改進道路工程之最低標採購**

  王志磊、余文德

- **PPP 專案財務評估之方法論修正與實證分析**

  陳俊瑋、荷世平

建築施工造成損鄰事件之實證分析-以司法判決為核心

歐李佳宣[1*]、楊亦東[2]
[1*]國立臺灣科技大學土木工程系, 碩士生
[2]國立臺灣科技大學土木工程系, 教授
[*]m11005106@gapps.ntust.edu.tw

臺灣因地理環境使都會區呈現高度集中化，建物設計朝向高層化及深層化，且建造於毗鄰鄰房之現象成為常態，造成損鄰爭議事件仍是有待解決的社會問題之一。

損鄰爭議事件不論事由是在「規劃設計階段」或「工程施工階段」所造成的危害，處理機制若無法確立責任歸屬，或是無法促使雙方達成合意，便會以司法訴訟的方式解決紛爭。而實務上在司法案件中多是營造業(或定作人)與受損戶兩造間之「侵權損害賠償」，故本研究將探析司法訴訟之判決書，以分析損鄰事件中「行為主體」與「請求內容」之關係，探討實務上行為主體之權利義務。

本研究主要採用民國 85 年至 95 年間判例，以損鄰事件中侵權行為之請求事由為基礎，針對各判決分析「司法審判」之見解，再整合並探討所有案例探討損鄰事件之「各主體之權利義務」。

經研究發現損鄰事件之侵權行為並非只有受損戶行使請求權，承攬人或定作人亦可提出確認受損戶「請求權時效」訴訟。其中承攬人是以鑑定報告為依據，再以民法第 184 條來定責。定作人則是以違反「保護他人」之義務，再以民法第185條來判定責。請求權時效以民法第197條為依據，其並非讓受損戶逾時的請求權力消滅，而是讓承攬人及定作人擁有拒絕權。

以鑑識科學蒐尋法優化隨機過採樣集成式機器學習技術於土壤及地下水污染整治費申報虛實預測

葉芃承[1]、周瑞生[2]、陳冠榮[3]
[1]國立臺灣科技大學營建工程系, 碩士生
[2]國立臺灣科技大學營建工程系, 講座教授
[3]信諾科技公司, 總經理
bruce14sparky@gmail.com
jschou@mail.ntust.edu.tw
morris@utrust.com.tw

由於空氣、水和土壤的污染逐年惡化累積，人們正面臨著前所未有的健康問題，全球 21.8% 的疾病和 22.7% 的死亡歸因於環境因素，包括有害的生物、物理及化學因素。我國自民國 89 年訂定土壤及地下水污染整治法，並於隔年發布土壤及地下水污染整治費收費辦法，規定凡輸入或產製徵收範圍內之各項物質者，皆需申報整治費。其中，進口物質和廢棄物因由相關單位比對進口報單及出廠聯單進行勾稽作業，難以逃漏申報。然而，生產製造的物質係採自行申報制度，製造者可能藉由不實申報以規避稅捐。由於稽查的過程常損耗大量時間與人力成本，且政府每年例行人工稽查逃漏稅捐成效有限，本研究依保險金融產業已廣泛施行的詐騙偵測防阻概念，利用輸入者及製造者之申報資料，應用當代先進的機器學習技術結合自行開發的鑑識調查流程(Forensic-Based Investigation; FBI)啟發式優化演算法，建構最佳化集成式機器學習模型，用於土壤及地下水污染整治費申報虛實預測，自動化辨識應申報而未申報之製造廠商以陳列稽查名單供相關單位稽查，不僅能降低採全面稽查所產生之時間與人力人本，亦能減少因隨機訪查誤判，徒勞無功的可能性，完善權責管理單位督導及製造廠商整治費申報責任，共同維護環境與國民健康。

採購法最有利標採用序位法評比之危機探討與改良建議

劉正達[1*]、姜怡玟[2]、張人文[3]
[1*]國立虎尾科技大學企業管理系, 教授
[2]國立虎尾科技大學企業管理系, 碩士生
[3]國立中興大學, 簡任秘書
[*]cdliou@nfu.edu.tw

政府採購法中評定最有利標之方式，可大略區分為總評分法、評分單價法及序位法，其中序位法方法簡單且易於執行，因此廣為各機關運用。採序位法之評比方式為: 評選委員對個別廠商評比序位合計數最低者為序位第一，惟如參與評選廠商眾多，容易發生評選委員刻意予表現較佳廠商異常序位，致影響評選結果之流弊，故行政院公共工程委員會修正最有利標作業手冊，同意「於招標文件載明並經對投標廠商評分之程序，則將特定名次以後之廠商予相同序位，尚屬可行」，但此特定名次應為多少才能達到公平性與合理性，是一個值得深入探討的課題。

本研究考慮出席委員人數與參與投標廠商家數兩個變數,依序位值總和比較以及少數推翻多數的不合理現象切入，發現序位法在投標廠商超過 4 家以上時即會存在少數否決多數，違背群體決策的不合理現象。本研究提出新的「1-2-3 序位法」評選方式，可有效改善傳統序位法潛藏的公平性問題，而且方法簡單易於執行，能有效提升採購選商作業的品質與效能。

應用基於承包商履約績效之雙參數決標模式改進道路工程之最低標採購

王志磊[1*]、余文德[2]
[1*]朝陽科技大學營建工程系, 博士生
[2]朝陽科技大學營建工程系, 教授
[*]852961210@qq.com

最低標（LT）承包方法通常用於公共建設工程之採購決標方式，包括公路、道路建設專案。然而，這種方法通常會導致成本超支、延誤和爭議。過去學者已經提出替代方法，例如最有利標（BV）及總合標價（A+B）等方法，來改進這些問題。然而，BV 方法取決於採購評選委員會（PEC）的意見，可能有採購時程冗長和主觀決策之問題；A+B 方法則僅考慮時間價值，而忽略施工廠商其他成效因素。

為決上述現有方法之缺點，本文提出了一種考慮標價成本和綜合效能(performance)成本之雙參數之「A+Q 總合標價」創新發包方法。在 A+Q 方法中，綜合履約績效成本之計算，是根據承包商的歷史履約績效得分，所換算之成效能價格彈性作為依據，具有客觀之基準。本文以營建署所發包之道路工程案件為例，展示所提出之 A+Q 方法相對於傳統的 LT 方法的可行性和優勢。

由本研究之結果可知，所提出之 A+Q 決標模式，不但結合了 BV 方法的優點，更保留和傳統 LT 方法的簡單和客觀性，可以有效改善道路工程長期以來因為最低標採購所面臨之問題，並能使廠商朝更改善績效之健康方向發展。

PPP 專案財務評估之方法論修正與實證分析

陳俊瑋[1*]、荷世平[2]
[1*]國立臺灣大學土木工程系, 碩士生
[2]國立臺灣大學土木工程系, 教授
[*]kencchen104@gmail.com

現行 PPP 專案民間方投資可行性評估，主要方式為建置財務模型進行定量分析，其評估方法多使用依據傳統資本預算理論訂定之財務指標如淨現值，惟該指標將受折現率選用之高低而有不同評估結果，且用於決定折現率之 WACC 公式本身，亦存有資本結構比例假設及 Ke 難以公允訂定等問題，本研究將梳理傳統資本運算理論，並搭配焚化爐、再生水及路燈等基礎建設案例進行實證分析，分析資本結構假設變化以及興建期折現率擇定對於專案評估的影響，並歸納整理前述案例中投資者關心之議題(既在意的風險)，彙整以 PPP 專案風險特性訂定之 Ke 區間，以提出評估方法論之修正。

以採用動態 WACC，興建期折現率採用物價調整率及以 PPP 專案風險特性訂定 Ke 之修正評估方法論進行實證分析之結果顯示修正後的評估方法論可降低樂觀偏誤。

TRACK1

Session G1

09:00-10:20　主持人：林威延

Topic : 營建資訊科技 Information technology in construction

- **物價指數調整門檻值對承攬廠商之影響—以某橋梁改建工程為例**

  林建良、劉明
- **透過 BIM 模型輔助建築法規空間自動檢討-以樓梯為例**

  林晉宇、吳柏毅、蕭政宏、林禮賢
- **微型元啟發式優化深度學習之混凝土橋底板劣化檢測邊緣運算平台開發**

  劉琦允、周瑞生
- **建築資訊模型及虛擬實境遠端協同技術之工地巡察系統**

  陳鈺祥、曾仁杰
- **以 BIM 模型碰撞檢測為基礎之工程進度評估模式**

  蔡宗祐、林晉宇、翁紹偉、王世旭、張智安、高明秀、王維志
- **基於 ISO 19650 建構 BIM-supported 工程知識管理系統開發之研究**

  陳冠宇、蔡明修

物價指數調整門檻值對承攬廠商之影響—以某橋梁改建工程為例

林建良[1*]、劉明[2]
[1*]國立高雄科技大學營建工程系,教授
[2]國立高雄科技大學營建工程系,碩士生
[*]ken@nkust.edu.tw

為避免物價巨幅波動，影響國內營建產業，行政院公共工程委員會乃於「工程採購契約範本」中，訂定物價指數調整相關條文，冀望藉以補貼承攬廠商之損失。但在實務中，機關辦理工程採購階段，常因缺乏相關資訊可供參採，直接引用契約範本中之「物價調整門檻預設值」，因而造成契約內容，無法確實反應工程個案狀況，致使相關條文流於形式，喪失補貼廠商之原意。

由於物價指數調整門檻值，直接影響廠商能否獲得合理之調整款。因此本研究以某橋梁改建工程為案例，應用 Python 程式語言建立分析模型，採用「計畫評核術」結合「蒙地卡羅法」進行模擬分析。目的在於探討「物價指數調整門檻值」與「逾期罰款」兩項因素，對於承攬廠商獲得調整款的影響。

研究結果顯示，當物價指數調整門檻值愈高時，承攬廠商獲得的調整款將會愈少；若是採用契約範本之預設調整門檻值，廠商可獲得的調整款將明顯不足；機關應當審慎審查廠商履約工期，防止廠商規避逾期罰款，進而獲取物價調整價金。本研究成果，可以提供機關辦理工程採購，以及制定契約相關條文之參考。

透過 BIM 模型輔助建築法規空間自動檢討-以樓梯為例

林晉宇[1*]、吳柏毅[2]、蕭政宏[3]、林禮賢[4]
[1*,2,3]林同棪工程顧問股份有限公司, 研發工程師
[4]林同棪工程顧問股份有限公司, 研發經理
[*]jiylin@tylin.com.tw

近年來隨建築資訊模型(Building Information Modeling，BIM)技術蓬勃發展，國內外設計單位逐漸重視且廣泛使用可有效導入三維模型設計以取代傳統平面圖紙設計的「BIM 技術」。設計單位可透過三維空間模型更快速識別碰撞發生位置，並進行設計檢討及修正，顯著提升營建產業之效率。惟設計過程中，除直接的物件碰撞外，仍存許多看不見的設計缺失，亦稱為 「軟碰撞」。綜觀個案設計過程中，最常發生的設計失誤之一便是相關法規空間之檢討。

過往在數個不同法規下逐一檢核設計是否滿足法規需投入大量時間及人力，而 BIM 技術的導入亦未能解決此難題，因法規空間檢討較為抽象，且無法在主流 BIM 軟體 Revit 中以既存功能進行。本研究結合 Revit API 以及程式設計演算法，在 BIM 模型中直接完成法規自動檢討，重點顯示出不滿足之法規設計，以利設計者進行檢討及即時對模型進行修正。

本研究所提之演算法適用於三維空間中空間、長度、方向及點座標，故可協助設計者以 BIM 模型進行「軟碰撞」等法規空間檢討。以樓梯淨高檢討為例，透過本研究設計之演算法可完成樓梯上方物體淨高之檢討，同時亦可針對樓梯自身的淨高進行檢討，藉此發揮輔助設計之功能。

微型元啟發式優化深度學習之混凝土橋底板劣化檢測邊緣運算平台開發

劉琦允[1]、周瑞生[2]
[1]國立臺灣科技大學營建工程系, 博士候選人
[2]國立臺灣科技大學營建工程系, 講座教授
d10905002@mail.ntust.edu.tw
jschou@mail.ntust.edu.tw

人工智慧應用需架設在完善的資訊基礎建設下，倚賴網際網路連線遠端超級電腦進行資料存取及運算；然而橋梁通常位處於交通不易到達之偏遠地區，環境惡劣且通訊網路普遍架構不甚完善。爰此，以嵌入式系統於橋梁場域離線執行邊緣運算人工智慧分析，實為營建自動化重要發展方向之一。本研究踏訪臺灣 37 座混凝土橋址，以無人飛行載具所拍攝的混凝土橋梁橋底板劣化圖像建置 YOLOv7-tiny 深度學習目標檢測微型模型。創新開發的微型元啟發式優化演算法，名為「輕量化之朝聖行走最佳化(Pilgrimage Walk Optimization, PWO-Lite)演算法」，應用於調教 YOLOv7-tiny 模型的三十個超參數之最佳設定值，提升深度學習模型的預測精度。接續應用 TensorRT 推論加速器將模型量化壓縮為半精度浮點數(FP16)，使模型更適於邊緣運算實時推論效率；同時結合 DeepSORT 追蹤演算法，以利劣化的追蹤與範圍計算；最終將模型封裝入 Nvidia Jetson Nano 嵌入式系統、串聯 Intel Realsense D435i 深度攝影機、搭載於 DJI Matrice 210 RTK 專業級無人飛行載具，完成深度學習邊緣運算行動整合平台建置。研究開發的系統平台可內嵌於無人飛行載具，用以即時檢測混凝土橋底板劣化情形，並將擷取的圖像資訊轉化為工程維修數量，配合維修策略呈現視覺化統計圖表，供領域專家、營建工程師作為維護工程成本推估的輔助決策資訊。

TRACK1

建築資訊模型及虛擬實境遠端協同技術之工地巡察系統

陳鈺祥 [1*]、曾仁杰 [2]
[1*]國立陽明交通大學土木工程系, 碩士生
[2]國立陽明交通大學土木工程系, 教授
[*]Chen.yu.en10@nycu.edu.tw

近年開發地越來越少，不免業主或是公司高階主管需要到較遠的地方設廠或是建造，且工程類型越來越偏向高樓或是大面積的建物，這時業主可能會使用空拍機高空拍攝的特性，取得工地現場的施工影像，來提升巡察效率，及提高安全性。但使用空拍機還是需要到工地現場，辦公室及現場多地來回奔走，導致多數時間花費在交通上。且業主至現場巡察還是有相對的危險度與難處，像是墜落物等。如不至現場巡察，空拍機之影像傳輸至辦公室需要較長的時間，且影像儲存空間需求較大。

故本研究整合由 VR、遠端協同、BIM 模型等技術與空拍機或是環景相機結合的系統，讓業主或是公司高階主管透過與現場人員即時通訊及調整影像類型，並由現場人員操控空拍機。業主或公司高階主管透過 VR 進行空拍實境影像與 BIM 模型比對，可針對缺失部分於數位模型標註，並進行存檔紀錄供後續改善使用。經過評估約可降低通時間，同時達到高效率及高安全性。空拍機之影像傳輸至辦公室之時間利用串流的方式縮短許多，且也降低影像儲存空間。

以 BIM 模型碰撞檢測為基礎之工程進度評估模式

蔡宗祐[1*]、林晉宇[2]、翁紹偉[3]、王世旭[4]、張智安[5]、高明秀[6]、王維志[7]
[1*]國立陽明交通大學土木工程系, 碩士生
[2]林同棪工程顧問股份有限公司, 碩士
[3]長佳成工程資訊整合有限公司, 博士
[4]陸軍軍官學校土木工程學系, 副教授
[6]國立陽明交通大學土木工程學系, 助理教授
[5,7]國立陽明交通大學土木工程系, 教授
[*]zycai.en10@nycu.edu.tw

準確評估工作項目之完成度，才能有效控制工程進度。實務上，工作項目完成度係透過現場人員多次巡視工地，並以目測方式概估當日之完成數量(例如，版模組立完成度 60%)，惟以目測方式決定施工進度之過程耗時且不精準，尤其是當工程規模、複雜度或工區範圍較大時，除容易發生漏列或誤植構造物完成數量之情形外，監造、業主及下包廠商對於進度認定結果亦可能不同。本研究運用 C#程式語言，開發可檢測施工前(點雲模型)、施工後(點雲模型)及原設計模型(BIM 模型)差異程度之比對機制，並自動計算預定完成數量(成本)、實際完成數量(成本)及當日(或累計)之工程進度。本研究以三個實際案例進行測試，結果顯示，本模式除不會產生過去進度認定較為主觀之問題外，亦可自動計算及評估工程進度狀況，有助於提升施工廠商之進度管理及控制能力。惟使用本模式時需注意，在光源不足環境下，需透過人工補光、更換高感光設備或影像後處理等作法，才可產生滿足比對要求之點雲模型。

基於 ISO 19650 建構 BIM-supported 工程知識管理系統開發之研究

陳冠宇[1*]、蔡明修[2]
[1*]淡江大學土木工程學系, 碩士生
[2]淡江大學土木工程學系, 助理教授
[*]611380014@o365.tku.edu.tw

本研究嘗試於網頁端開發 Forge API 建立以 ISO 19650 概念為基礎的 BIM-supported 工程知識管理系統。透過視覺化特性輔助知識管理活動，強化工程師內隱知識外顯化，並導入 ISO 19650 規範之 CDE 架構、資訊容器概念、資訊管理流程及資產延續流程，將設計、施工階段的工程知識保存於系統中，解決工程師間知識保存及溝通困難、跨專案間因解釋困難、管理流程缺乏正規化而導致知識缺乏保存、共享、再利用及汰舊等問題。

一個營建專案的執行涉及許多面向，以專案的規劃與執行層面而言，包含時程管理、成本管理、公文管理、契約管理、品質管理等諸多課題，對於專案最終績效有許多關聯，進而影響專案成果的優劣成敗。伴隨專案資料持續於資訊系統中累積與傳遞，專案團隊能透過過往資料，再加上各專業單位其知識經驗得以針對工程問題提出解決策略，然而，工程知識多半累積在工程師腦海中，或是文件紀錄的原始資料，並未轉化為知識，面對組織成員流動率升高，未能針對工程知識以中心化方式存取並建立標準化的流程，將造成企業知識資本流失的危機。因此，若能使工程師腦海中的知識藉由知識管理系統（KMS）相關功能進行多種形式的知識轉化（Knowledge Conversion）並保存於系統中供跨專案成員使用，將進一步提升後續各營建工程之專案績效。

Session H1

09:00-10:20　主持人：周建成

Topic : BIM 建築資訊模型 Building information modeling

- **AR、MR 結合 BIM 技術在營建工程之應用**

  蔡尚均、蔡雪華、吳建誠、許貴棠

- **配合工程進度 BIM 勞工安全模型宣導動畫應用**

  連立川、彭獻生、陳亞堂

- **業主規劃與建構 BIM 模型資訊需求管理之研究**

  王心嵐、林祐正

- **應用 BIM 於碰撞衝突檢核及施工管控探討**

  黃隆昇、黃忠發、曾正吉

- **實景模型輔助道路工程逆向建模技術之研究**

  連立川、洪偉豪、曹恆瑄

- **UAV 雲點高程差異分析結合 BIM 於實際地表高程分析研究**

  蔡仁卓

AR、MR 結合 BIM 技術在營建工程之應用

蔡尚均[1*]、蔡雪華[2]、吳建誠[3]、許貴棠[4]
[1*,2,3]中興工程顧問股份有限公司, 工程師
[4]中興工程顧問股份有限公司, 技術經理
[*]sjtsai@mail.sinotech.com.tw

建築/工程/營造(AEC)產業相較於其它產業，應用新科技的步伐相當緩慢，然而隨著新科技的發展， BIM 導入建築生命週期的設計、施工及維運階段已逐漸成為營建流程應用的主軸，尤其透過 BIM 所帶來的資訊能夠在施工及維運過程提供有效的幫助。但實務上各階段由不同的團隊負責，受限於其專業領域及相關的工作內容，而無法有效整合模型資訊，必需不斷的修改甚至重建模型以產生完成工作內容所需的資訊，影響導入 BIM 於工程專案的成效。

近年來提倡以 AR、MR 為主要工具的虛擬設計與施工(VDC)概念，乃是藉由 AR、MR 及 BIM 等技術，將整個工程生命週期進行視覺化分析、影響評估、降低各項風險，進而節省時間、成本及提升專案品質。

自 COVID-19 開始擴散疫情以來，為了控制疫情，紛紛採取封鎖隔離的方式，但當面「溝通」與「協調」一直都是 AEC 產業落實工作進度最直接且有效之作法，而因疫情之影響，不論於室內規劃設計或室外施工作業，在配合防疫政策施行之異地分流與居家辦公情況下，前述之「溝通」與「協調」效率將因人與人間之社交距離限制而降低。故藉由 AR、MR 技術搭配視訊軟體，改善作業流程，讓設計、施工人員於遠距進行工址調查與會勘討論，降低人員接觸需要，維持工程進度，為本研究擬探討之關鍵議題。

配合工程進度 BIM 勞工安全模型宣導動畫應用

連立川[1]、彭獻生[2]、陳亞堂[3*]
[1]中原大學土木工程學系, 助理教授
[2]中原大學土木工程學系, 兼任助理教授
[3*]創優微圖股份有限公司, 經理
[*]lclien@cycu.edu.tw

本研究使用建築資訊模型(Building Information Modeling, BIM)技術配合實際工程進度勞工安全宣導需求，以 3D 模型影像方式建立工地現狀與施工架搭設計模型，以做為勞工安全法規宣導的基礎。研究作法包括常見的勞工安全模型與施工架的三維模型建置、進行安全檢測和修改、將模型結合影片製作成宣導影片。此外將 BIM 技術結合 VR 模型，以實踐模擬施工安全動線，確保施工人員的安全與健康。BIM 技術的輔助施工架搭設安全管理方案能夠幫助施工人員更好地掌握施工架的搭設安全，預測預防事件發生，同時還能足夠將相關規定宣導到位，增強相關人員對施工安全的認識和警覺。此外，VR 墜落體驗是一項有效的方法，可以使施工人員切身體驗到墜落事情的嚴重性，並將對跌落的預防銘記於心。本研究應用可以為營建業提供 BIM 模型應用的加值示範，並形成更加安全和健康的工作環境，同時也可以為製造業提供更加有效的職業災害預防措施。在未來的發展中，BIM 技術和 VR 模擬技術將會得到更加廣泛的應用，並在職業災害預防和工作場所安全管理方面發揮更加重要的作用。

業主規劃與建構 BIM 模型資訊需求管理之研究

王心嵐[1*]、林祐正[2]
[1*]國立臺北科技大學土木與防災所, 碩士生
[2]國立臺北科技大學土木與防災所, 教授
[*]t110428039@ntut.org.tw

業主若想於營運維護階段透過 BIM 模型查詢設備資訊或是導入於營運維護階段，便需針對 BIM 進行需求探討並擬定業主 BIM 模型資訊需求，以作為營造廠建置 BIM 模型之依據。但業主對於 BIM 之專業知識不足或是未於專案執行前釐清對於 BIM 之相關需求，另外，業主若想參照目前推出之相關指引完成需求擬定，但其內容涉及較多專業知識，且所需收集之文件非短時間內可完成，導致業主無法明確說明自身需求，如業主對於 BIM 模型有哪些相關需求或是要做哪些應用等，除使營造廠無法保證可交付符合業主需求之 BIM 模型，其模型內可能無建置設備模型或是附帶資訊，進而使業主無法於後續階段繼續使用 BIM 模型。

本研究探討業主建置 BIM 模型資訊需求模式，建議業主於專案之設計階段完成前，釐清並提出 BIM 模型資訊需求，研究內容包含相關成員及職責探討、模型及文件檔案交付規範、明細表產出及設備資訊需求表等業主資訊需求相關表單且針對需求表單設計流程，最後透過案例導入分析，協助業主了解所需填寫之模型資訊需求及其目的為何，進而擬定出業主 BIM 模型資訊需求，使營造廠可依照業主需求建置 BIM 模型資訊，除使交付之 BIM 模型更符合業主需求，也使業主可於營運維護階段繼續使用模型或是查詢相關資訊。

應用 BIM 於碰撞衝突檢核及施工管控探討

黃隆昇[1*]、黃忠發[2]、曾正吉[2]
[1*]樹德科技大學建築與室內設計研究所, 教授
[2]國立高雄科技大學土木工程系, 教授
[2]國立高雄科技大學土木工程系，博士生
[*]sheng@stu.edu.tw

建築資訊模型 (Building Information Modeling, BIM)，採用參數化、數值化、資訊化的方式來建構精確的建築物模型，已逐漸應用於建築產業，以 3D 界面中轉換介面及視覺，協助設計及施工管理等人員了解衝突內容，降低介面衝突影響建築物生命週期及成本。本研究針對建築工程實際案例，探討設計及施工階段之建築及機電之工程界面，歸納結論為藉由 BIM 碰撞檢核，在工程尚未施工前，發現之界面衝突問題修正以及釐清，於施工前適時修正建築、結構、機電圖說，降低施工時衝突之變更設計及展延工期。碰撞衝突點修正方式，多是考量建築空間優化，而修正結構及機電圖說，但會衍生結構及機電檢核費用及工期。碰撞衝突點於圖說修正後，需考量施工合理性，避免衍生施工困難問題。也須結合施工圖考量品質缺陷問題。

實景模型輔助道路工程逆向建模技術之研究

連立川[1]、洪偉豪[2*]、曹恆瑄[3]、楊舜宇[4]
[1]中原大學土木工程學系, 助理教授
[2*,3,4]中原大學土木工程學系, 大學生
[*]lclien@cycu.edu.tw

本研究藉由空拍機(Unmanned Arial Vehicle, UAV)大量取樣現地照片，並交由人工智慧(Artificial Intelligence, AI)訓練後，對現有個案進行辨識，達到節省大量時間及人力成本在現場實際調查的目的，且能應用在道路工程相關的作業。此外，將得到的空拍機照片進行實景模型建置，與現場交叉比對更能快速地掌握現場狀況。再者，空拍機所拍攝的現地照片，可透過軟體生成實景模型，因此，實景模型與人工智慧辨識結果進行地理座標套匯後，能確定道路工程已完成的工程物件及所在地理座標位置。現階段工程完工後，常有竣工 3 維模型需求，建築資訊模型(Building Information Modelling, BIM)是主要的交付檔案格式之一，本研究透過 AI 辨識確認完工物件後，經由實景模型地理座標定位完工物件後，透過視覺化 Dynamo 程式應用，在事先製作好完工族元件後，協助快速進行竣工 BIM 模型建置，以實現現今勞動力缺乏的營建自動化目的。

若工程案一開始沒有 BIM 模型，但有後續營運維護模型需求，採用本研究所提出逆向工程來重建道路工程之 BIM 族元件與模型，是可行的方法；且藉由無人機點雲圖的套疊，可以更加準確比較建模與實際情況差異。如何減少成本，提高效率，是現今業界關注的話題，因此有開發自動化程式之必要，藉由 Dynamo 自動化程式輔助，自動放置族元件，對於減少時間成本是很有幫助的。

UAV 雲點高程差異分析結合 BIM 於實際地表高程分析研究

蔡仁卓[1*]
[1*]萬能學校財團法人萬能科技大學室內設計與營建科技系, 副教授
[*]trj@vnu.edu.tw

近年來無人空拍機 UAV 於工程管理應用範圍已逐漸擴大由單純地表攝影進階至地面現況模型分析。UAV 空拍成果結合後製分析軟體可提供地表雲點資訊可建構原始”地表數值模型”(digital surface model, DSM)，然而因地表空間中常有非地面元素如樹木、建築物等故而造成於設計初期無法提供較為精確之土方數量評估故需去除地面披覆以獲得”地面數值模型”DEM(digital earth model)。本文透過雲點高程差異分析(could point height elevation difference analysis, CPHDA)方式將地面 3m 以上物件去除以擷取真實地表資料。另一方面透過所獲得地表資料將能利用 BIM 功能獲得工程整地所需挖填方數量以達到精準評估土方資訊並能將所建空間模型作為 BIM 後續建築與景觀規劃模型之依據。本文即利用 UAV 對於台灣北部某邊坡為分析案例，將原始空拍成果透過 CPHDA 分析坡面植生物件並做去除後再以 AutoDesk Revit 建立 BIM 模型並建立設計評估分析之依據。

Session I1

09:00-10:20　主持人：林之謙

Topic : 工程進度與成本管理 Project schedule and cost management

- **橫跨國道景觀橋之橋梁施工安全與營運管理設計初步探討－以國道大雅交流道為例**

  程金龍、潘格平、陳宜均

- **數位化資訊及視覺化管理於專案管理系統之應用**

  呂斌豪、郭鴻祥、唐士宸、林芳輝

- **人力薪資對營建業市場影響之研究**

  蔡翊紘、李欣運

- **開發新型無人飛行載具智能檢測複合橋梁之劣化維護成本估算系統**

  郭品君、周瑞生

- **新冠肺炎疫情對營建產業在工程管理與規劃上之影響調查**

  侯錦棟、楊亦東

- **BIM 結合 Power BI 應用於工程進度管理之研究**

  邱浤洧、陳懿佐

橫跨國道景觀橋之橋梁施工安全與營運管理設計初步探討-以國道大雅交流道為例

程金龍[1*]、潘格平[2]、陳宜均[3]、游賀中[4]
[1*]林同棪工程顧問股份有限公司, 組長
[2]林同棪工程顧問股份有限公司, 協理
[3]林同棪工程顧問股份有限公司, 交通技師
[4]林同棪工程顧問股份有限公司, 監造經理
*clcheng@tylin.com.tw

國道高速公路橋樑工程過去部分橋梁完工後之所偶爾出現營運或施工中造成職業災害的遺憾，部分原因是由於規劃設計理念尚未完善或設計階段未考量施工安全因素所致，相關設計人員在選擇橋樑類型的過程中，並沒有充分考慮到工址環境的特性，使得最終在設計階段結構無法與周邊環境相互補足其不足之處，鑒於此就會致使後期橋樑施工中產生施工安全性和完工後營運維護相關問題。本研究於案例設計過程中，同非常重視橋樑的剛度和強度，亦對於道路橋樑施工使用的材料、抗腐蝕性性能、工程設計、施工、和使用環節可能產生的影響，因而減少施工廠商有計算圖示不明確、路線規劃不準確等情況，以避免道路橋樑整體出現受力不均、混凝土強度不夠等情況，導入 BIM 應用：「在本工程工作範圍內選擇一座結構系統較為複雜的橋梁，導入橋梁資訊模組（Bridge Information Model）技術於細部設計 3D 衝突分析，其設計成果可做為日後主管機關與得標施工廠商之參考依據。

數位化資訊及視覺化管理於專案管理系統之應用

呂斌豪[1*]、郭鴻祥[2]、唐士宸[3]、林芳輝[4]
[1*,2,3]中興工程顧問股份有限公司, 工程師
[3]中興工程顧問股份有限公司, 資深協理
*ahow@mail.sinotech.com,tw

為配合「數位國家、智慧島嶼」為政策綱領及公共工程推動數位化之趨勢，中興公司透過 PMIS 系統，建立監造全周期數位管理，以監造「無紙化」數位查驗作為公共工程「數位轉型」及企業「ESG 轉型」的第一步。

從監造數位化的「使用性」、「符合度」與「核心價值層面」三大關鍵層面進行盤點，以 PMIS 系統為介面核心串聯不同平台以達成無紙化數位查驗、自動化彙整報表、工程資料統計、外部數據串接應用、履約管理與決策等具體書位化科技應用功能。

進一步彙整專案歷程相關數據建立指標基準，藉由施工中的數據收集與分析，建立專案健康指數，並整合既有數化平台，以視覺化儀表板為基礎，納入施工查核、工地內稽、計畫收入/支出資訊，制定量化管理標準，藉由系統輔助判斷，以建立合理計畫、同仁績效指標之參考，將數位化延伸效益應用於與監造全生命週期履約管理，提高監造管理工作的效率和品質，以達成監造全生命週期履約管理的目標。

人力薪資對營建業市場影響之研究

蔡翊紘[1*]、李欣運[2]
[1*]國立臺灣科技大學營建工程系, 碩士生
[2]國立臺灣科技大學營建工程系, 教授
[*]M11005101@mail.ntust.edu.tw

近年在疫情及國際政治經濟情勢劇烈變化的影響下，營建成本大幅上漲，加上臺灣人口高齡化、少子化、教育程度提升以及國內工程量體擴增下，缺工問題大幅惡化，雖然廠商藉由提高薪資招攬工人，但亦導致工程成本增加，如果估計與實際成本有差異，廠商需自行吸收，出入部分將由工程利潤支付，嚴重甚至面臨虧損狀況。本研究藉由調整人事利潤，以業主為出發點，模擬缺工對營建業市場從業人數、薪資與總樓地板開發量之影響。

本研究設定三組人事利潤百分比，分別為總工程造價之 0.4%、0.6%、0.8%，利用 SIMUL8 軟體進行模擬，分析結果顯示人事利潤設定愈高，薪資與從業人數增加愈多，廠商因預留足夠利潤空間，使人事成本上漲不至於導致虧損，能繼續維持與招引人才加入，不破壞預定之興建計畫，且廠商的策略選擇會對市場造成不同程度之影響，透過薪資調整與控制總樓地板開發量以減少缺工發生之可能性，另外人事利潤 0.6%與 0.8%的薪資變化，較符合過往營建業市場發展，可當作未來薪資調整之參考，提供營建業廠商制定相關營運策略。

開發新型無人飛行載具智能檢測複合橋梁之劣化維護成本估算系統

郭品君[1]、周瑞生[2]
[1]國立臺灣科技大學營建工程系 碩士生
[2]國立臺灣科技大學營建工程系 講座教授
070808jenny@gmail.com
jschou@mail.ntust.edu.tw

臺灣在橋梁逐年老舊的情況下，對於興建後的長期監測與例行性維護已為管理單位的年度執行重點。其中又以橋梁底版及下部構件檢測最為困難，實因橋梁位置常距離河床面遠，檢測員難在高空近距離人工目視檢測，還容易衍生勞工安全危害，致使檢測效率低落。近年來橋梁管理單位在例行巡檢需求量逐年增加，另需於橋梁的使用年限內編列可觀的維修經費，已造成沉痾的財務負擔。經審閱檢視多家廠商的歷史估算表後，發現各家廠商工程成本估算之維修工項及維修單價尚無制式標準，遑論自動化的推估劣化維修經費。此外，如何合理預測橋梁生命週期內的例行維修成本，可讓相關養護單位編列及政府機構爭取適當預算，或提供承包商劣化型式及修復區域，成為投標文件的需求背景說明，為本研究的主要目的。經現地遙控操作無人飛行載具採集臺灣中部以北之 13 座複合式橋梁、18 座鋼構橋梁以及 30 座鋼筋混凝土橋梁的劣化影像，統計發現橋梁底版及下部元件之常見劣化態樣可分為混凝土破裂、混凝土裂縫、混凝土蜂窩、鋼筋裸露鏽蝕、鋼鈑脫漆、鋼鈑鏽蝕以及螺栓鏽蝕，故本研究以此七種劣化類別作為後續 YOLOv7 實例分割模型之辨識目標。首先，藉由計算機電腦視覺圖像分割技術框列劣化範圍，以橋梁劣化態樣對應之維修工法，推估劣化元件維修的總經費成本；最後，建構無人機檢測影像劣化維護成本估算系統，研究成果希冀提供予橋梁管理單位或施工廠商作為日後橋梁檢修之決策資訊。

TRACK1

新冠肺炎疫情對營建產業在工程管理與規劃上之影響調查

侯錦棟[1*]、楊亦東[2]
[1*]國立臺灣科技大學營建工程學系, 碩士生
[2]國立臺灣科技大學營建工程學系, 教授
[*]danny.hou61@gmail.com

新冠肺炎疫情肆虐世界各地，從 2019 年末至今已經約 3 年多的時間。期間改變了人們很多生活方式，各項產業也都因此改變了營業模式，而營建產業也不例外。臺灣的營建產業因應疫情以及防疫措施而改變其管理模式，從經營者至現場施工人員皆有所影響。對此，本研究針對疫情影響探討具體影響層面與項目，以及影響程度。本研究首先進行業界專家的訪談，建立問卷內容後進行問卷調查，並對於問卷之各項問題進行統計。另外也針對各項問題之統計結果進行交叉分析，歸納具體影響層面與項目，並量化影響程度。

本研究整理與分析問卷調查結果後指出，疫情對於工程管理上有一定程度之影響，包含規劃預算、物料、人力資源、工期，以及後續完工成本都有所上升，但相對並不一定影響後續接案的意願度。問卷結果呈現受疫情影響之總成本約增加 35%，工期部分約增加 30%。另外，交叉分析結果指出，又以民間工程的整體成本與時間部份的影響皆大於公共工程。

BIM 結合 Power BI 應用於工程進度管理之研究

陳懿佐[1]、邱浤洧[2*]
[1]國立高雄科技大學營建工程系, 助理教授
[2*]國立高雄科技大學營建工程系, 碩士生
Cyt108@nkust.edu.tw
[*]F111106106@nkust.edu.tw

本研究提出一種將建築資訊模型（BIM）和商業智能軟體 Microsoft Power BI 集成，以用於營建專案進度管理的數據分析方法。這種方法應對營建施工專案中大量的異構和動態資訊碎片化的問題，並為專案的各方提供了一個協作平台，以進行準確的數據分析。這使得業主、PCM、監造和現場工程師能夠即時查詢這些資訊，以便進行管理、決策和分析。研究方法包括使用 Revit 建置 BIM 模型、使用 Primavera P6 建置工程進度資料庫、以及使用 Microsoft Access 和 Excel 建置非幾何資料。最後將所有資料整合至 Power BI 平台進行進度管理。此外，本研究也採用了 3D 模型來可視化工程進度，並以顏色來呈現進度延遲的影響程度。這種方法增加了決策的可靠性。本研究不僅為營建專案管理團隊提供了即時進度查詢和更新的功能，而且還確保了專案的交付能力。

Session J1

09:00-10:20　主持人：洪嫦闈

Topic : 永續營建與智慧城市 Sustainable construction and smart cities

- **運用深度學習追蹤鋼筋混凝土內鋼筋與定位之探討**

  林鎮華、溫翎

- **建置能源績效指標與能源基線結合 EnergyPlus 能源模擬於教學館舍能源管理之探討**

  徐卉萱、黃世昌

- **評估防窗殺貼紙圖案設計對窗景的影響**

  顏騰淞、詹瀅潔

- **建築工程生命週期階段減碳策略之選擇與評估**

  陳泓志、黃文穎、蔡宗益、高明秀、王世旭、王維志

- **建築全生命週期碳定價成本實例分析**

  徐紹芳、楊亦東

- **營建工程循環經濟做法與淨零碳排之探討**

  李昀澄、翁紹偉、鄭裕仁、王維志

- **企業 ESG 漂綠行為之影響因素與民眾認知：理論推導與實證**

  游承義、荷世平

運用深度學習追蹤鋼筋混凝土內鋼筋與定位之探討

林鎮華[1]、溫翎[2*]
[1]中華大學土木工程學系, 助理教授
[2*]中華大學土木工程學系, 碩士生
[*]M11104006@chu.edu.tw

本研究提出運用透地雷達檢測老舊建築構件內之鋼筋數量與物件追蹤，使用機器學習演算法 Azure Custom Vision 建構影像資料庫，其中影像（標籤）分析模式來標記的數據標準化預測，賦予監督學習更高準確率的優勢，隨著簡單化及方便性的需求，機器學習技術也在不斷的更新。

本研究針對鋼筋圖像進行深度學習影像特徵分析，以微軟線上演算法對影像標籤資料進行訓練、測試，初步研究鋼筋影像識別成果達 80%，若持續增加資料庫數量，對於鋼筋辨識率會持續提升至九成以上，表示以深度學習自動識別鋼筋數量與位置之可行性非常高且符合實務應用價值。

建置能源績效指標與能源基線結合 EnergyPlus 能源模擬於教學館舍能源管理之探討

徐卉萱[1*]、黃世昌[2]
[1*]國立陽明交通大學土木工程系, 碩士生
[2]國立陽明交通大學土木工程系, 副教授
[*]hxhsu.en10@nycu.edu.tw

基於國際間能源議題高漲，各界對於能源管理的重視提升，並陸續以 ISO 50001 作為能源管理系統的標準，目前國內將能源績效指標與能源基線普遍運用於節能措施之執行後的效益檢討，對於執行前的評估多以推算概估方式進行，也因此對於投資的風險無法事先掌握。

本研究以大專院校教學館舍為例，導入能源績效指標與能源基線的建置概念，使用量測與驗證(Measurement and Verification, M&V)方法進行節能量評估，並結合 EnergyPlus 能源模擬軟體，在執行前預先模擬決策的節能結果，希望達成輔助決策的效益，避免傳統推估方法所帶來的不確定性，減少不必要的支出與消耗，使能源管理的決策規劃有更好的管控。

本研究收集建築物耗電量、當月外氣溫度與設備使用狀況，運用迴歸分析建立教學館舍適用之能源績效指標與能源基線，使用 EnergyPlus 模擬節能措施執行後的狀況，預測其節能成效，並透過量測與驗證的方式取得節能量，目前初步估計在節能措施的運行下，預測一年共可節省 12%的能源消耗量。

評估防窗殺貼紙圖案設計對窗景的影響

顏騰淞[1*]、詹瀅潔[2]
[1*]國立臺灣大學土木工程系, 碩士生
[2]國立臺灣大學土木工程系, 助理教授
[*]R10521715@ntu.edu.tw

防窗殺貼紙的設計對於保護鳥類生態環境和提供居住者更好的窗景品質具有重要的意義。然而，目前對於不同圖案設計對窗景滿意度的影響仍存在研究上的空白。因此，本研究旨在評估不同的防窗殺圖案設計對窗景滿意度的影響。本研究設計了 18 個防窗殺圖案，包括點陣、垂直線條和水平線條三種主要圖案類型，3%、5%和 10%的覆蓋率與大和小間距比例的組合。透過招募 60 位受試者，以 VR 技術為工具，對視野清晰度和視野干擾度進行評分，探討圖案設計對窗景滿意度的影響。

研究結果顯示防窗殺貼紙圖案設計對窗景滿意度有顯著影響。水平和垂直線條類型的圖案相對於點陣圖案設計在提高窗景滿意度的表現更好。此外，受試者的滿意度隨覆蓋率的增加而降低，且具顯著差異。在間距比例設計方面，大間距比例設計的滿意度比小間距比例設計更好。最適合防窗殺貼紙設計可以在保護鳥類生態環境的同時提供更好的窗景觀察體驗。

這項研究填補了現有研究中關於防窗殺貼紙圖案設計對窗景影響的研究空白。研究結果可為現有綠建築標準對窗戶品質的評估規範提供重要的參考。選擇最適合的防窗殺貼紙圖案設計，同時建立一個可持續和人性化的城市環境。

TRACK1

建築工程生命週期階段減碳策略之選擇與評估

陳泓志[1*]、黃文穎[2]、蔡宗益[3]、高明秀[4]、王世旭[5]、王維志[6]
[1*]國立陽明交通大學土木工程系, 碩士生
[2]國立陽明交通大學土木工程系, 博士生, 福建江夏學院工程學院, 講師
[3]國立中央大學營建管理研究所, 博士
[4]國立陽明交通大學土木工程系, 助理教授
[5]中華民國陸軍軍官校土木系, 副教授
[6]國立陽明交通大學土木工程系, 教授
[*]aa310612151.c@nycu.edu.tw

有效控制及減少建築工程生命週期各階段過程之碳排，才能減緩全球暖化，並達成我國 2050 年淨零碳排之目標。本研究根據營建工程專案管理流程，發展包含可行性研究、規劃、基本設計、細部設計、招標發包及施工等 6 個階段減碳策略之選擇與評估機制。首先，本研究透過文獻回顧，蒐集學術上已發展之碳足跡計算模式，並分析每種模式之適用情況、條件及需要參數；之後，選擇建築工程適用之碳足跡計算方式，以建立碳量評估基礎、探討排碳熱點(排碳量較高之工作項目)及決定碳量檢核門檻值(未滿足門檻值碳量之工程，不得進入下一個生命週期階段)；最後，透過專家訪談研擬各個生命週期階段之候選減碳策略，並試算及評估每種候選策略之排碳量及減碳量。本研究以一個新建建築工程進行案例測試，結果顯示，透過本研究建立之系統化機制，除可協助各個生命週期階段利益關係人選擇適用之減碳策略外，亦可明顯降低建築工程之排碳量(減碳量 29%，約 43,016,101.54 kgCO2e)，有助於達成我國 2050 年淨零碳排之目標。

建築全生命週期碳定價成本實例分析

徐紹芳[1*]、楊亦東[2]
[1*]國立台灣科技大學營建工程系, 碩士生
[2]國立台灣科技大學營建工程系, 教授
[*]yesiwere@gmail.com

根據聯合國跨政府組織「政府間氣候變遷專門委員會(IPCC)」在《第六次評估報告》第一組工作報告(Working Group II)中指出，人類活動引起的氣候變化已造成了全球各地多種極端天氣和氣候事件，自第五次評估報告發布以來，人類活動對於極端事件的發生影響力逐漸加強。除非在未來幾十年內大幅減少二氧化碳和溫室氣體的排放，否則全球暖化升溫將在本世紀超過1.5℃和 2.0℃。我國也於 2023 年 1 月正式三讀通過《氣候變遷因應法》，將 2050 淨零排放目標入法，並正式啟動碳費徵收機制。

本研究以某社會住宅為案例，使用 BCF 碳足跡評估系統，並搭配 BIM 模型進行數量計算，針對案例做全生命週期的評估，計算出各階段碳排放量，並透過我國碳稅情境的設定，計算出當我國實行碳定價制度時，所增加的環境成本為何。

本研究具體成果包括：

一、得出我國社會住宅全生命週期的單位面積碳排放量為 2224.17 $kgCO2e/m^2$，並得到生命週期各階段碳排放之比例關係。其中，使用耗能階段占了 74.49%，說明減碳之熱點可從日常使用階段進行。

二、透過將碳排放量轉換成碳定價成本，並換算為現值，本案例在建造階段時的單位環境成本為 540 NTD/m^2；在使用維護、修繕更新及拆除廢棄階段的單位環境成本為 3890 NTD/m^2；若以全生命週期來看，單位環境成本為 4430NTD/m^2。

TRACK1

營建工程循環經濟做法與淨零碳排之探討

李昀澄[1]、翁紹偉[2]、鄭裕仁[3*]、王維志[4]
[1]國立陽明交通大學土木工程系, 碩士
[2]長佳成工程資訊整合有限公司, 博士
[3*]國立陽明交通大學土木工程系, 博士生
[4]國立陽明交通大學土木工程系, 教授
*yujencheng.en09@nycu.edu.tw

近年來由於全球產業發展快速造成的暖化、氣候變遷及海洋廢棄物汙染等問題，各國對於永續及循環經濟等相關課題日益重視。此外，為降低氣候變遷對於地球所造成的影響，各國(包括台灣)已陸續提出「2050 淨零排放」的宣示與行動。其中，國內營建產業近年來亦積極針對循環經濟與淨零碳排等兩議題，分別探討其可能的實踐做法，惟此兩項議題應有其密切之相關性。為避免此兩項議題後續之發展陷於事倍功半之疑慮，首先，本研究深入探討營建工程循環經濟之實務做法，並回顧循環經濟 R 策略以對應實務做法(如 Reduce、Recycle 等)；其次，探討可實踐淨零碳排之循環經濟做法，包括建築工程(如結構輕量化設計、使用混凝土添料等)與土木工程(如使用再生能源、仿自然植生造林法等)；最後，分析循環經濟做法與淨零碳排間之關聯性。

本研究透過國內 2 個實際建築工程與土木工程運用循環經濟之案例，彙整出 23 項建築工程與 13 項土木工程之循環經濟實務做法，以研析其做法之效益並對應 R 策略，並透過 12 位專家訪談，分析藉由循環經濟做法以實踐淨零碳排之可行性。研究成果顯示，本研究所提出可實踐淨零碳排之 34 項循環經濟做法，獲業界專家之認同，應可作為我國後續推動及實踐營建工程淨零碳排做法之參考。

企業 ESG 漂綠行為之影響因素與民眾認知：理論推導與實證

游承義 [1*]、荷世平 [2]
[1*]國立臺灣大學土木工程學系, 碩士生
[2]國立臺灣大學土木工程系, 教授
[*]r10521713@ntu.edu.tw

隨著社會對環境、社會和公司治理（ESG）議題的關注增加，企業永續發展成為全球經濟的重要議題。然而，近年來出現了一些漂綠現象，即企業以虛假或不實的方式宣稱其環境和社會永續作為，從而損害了公眾對企業永續行為的信任。本研究以 ESG 漂綠現象為研究主軸，基於相關文獻提出之主張及質性論述，瞭解漂綠現象的定義、影響因素和相關理論，並結合現有漂綠監管案例，整合建立本研究 ESG 企業漂綠行為的基礎概念架構。

實證研究以民眾與企業的互動關係為基礎，談討民眾對企業宣稱之永續作為的信任程度，以此瞭解國內對於漂綠現象的認知與看法。根據概念架構，將民眾對於企業宣稱之永續作為的信任程度影響因素歸納於四個層面：民眾環境意識層面、企業內部特性層面、企業產業衝擊層面與企業外部因素層面，共十一項影響因素，並建立計量模型、變數與對應假說，後設計調查問卷以收集數據。研究現進行到實證結果分析階段，後續將以計量實證分析法探討各因素及層面對於民眾的影響程度，並探討本研究設立的假說與實證數據之驗證及比較，再進一步提出相關討論。

NOTE

Session A2

14:10-15:15　主持人：張智元

Topic : 營建材料與品質管理 Construction materials and quality control

- **應用電腦視覺技術於袋裝水泥倉儲管理系統自動化**

  曹裕、林之謙、曾惠斌

- **運用 BIM 模型計量複合木構造蘊含碳排之研究**

  鍾明勳、陳怡兆

- **鋼結構斜張橋應用推進工法與場撐工法的比較－以桃 19 號道路大竹橋為例**

  陳恭、蘇明朝、陳弘毅、曾惠斌

- **預鑄構件應用於建築統包工程設計階段之研究－以山坡地工業廠房導入預鑄樓梯為例**

  陳文彥、莊坤諺、曾惠斌

應用電腦視覺技術於袋裝水泥倉儲管理系統自動化

曹裕[1*]、林之謙[2]、曾惠斌[3]
[1*]國立台灣大學土木工程系, 碩士生
[2]國立台灣大學土木工程系, 助理教授
[3]國立台灣大學土木工程系, 教授
[*]P09521709@ntu.edu.tw

本論文旨在探討應用電腦視覺技術於袋裝水泥倉儲管理系統自動化的可行性。本研究主要採用點雲(Point Cloud)技術建立 3D 模型，並選擇適當的監視器架設位置，藉此監控並識別水泥品名，進行數量計算與進出貨追蹤，並將攝影機訊息自動傳送到資料庫中，以實現自動化管理。

本研究採用物體偵測(Object detection)技術、OCR 光學字元辨識 (Optical Character Recongnition)技術、人工智慧(Artificial intelligence)等，透過現有的資料來進行訓練和學習，然後建立模型來進行推論和預測，透過機器學習讓監視器能將水泥的資訊被計算出，包含：進出貨、品牌、數量等資料來進行貨物管理，並且結合 ERP 庫存管理系統，將貨物資訊自動寫入資料庫中，最終讓銷貨管理系統使用。

經由實驗結果顯示，本研究所提出的方法能夠有效地提高倉儲管理的效率，降低管理成本，並且能夠在不同的營造業和水泥經銷商等領域廣泛應用。本研究所提出的自動化管理方法，將為營建倉儲管理系統的現代化升級提供有力的支持。

運用 BIM 模型計量複合木構造蘊含碳排之研究

鍾明勳[1*]、陳怡兆[2]
[1*]國立高雄大學建築學系, 碩士生
[2]國立高雄大學建築學系, 副教授
[*]m1111401@mail.nuk.edu.tw

目前建築業每年消耗全球約40%的能源並產生三分之一的溫室氣體排放量，應立即設法減少整體建築資源的耗損及降低碳排放量。建築產業大部份都使用高耗能及高污染的RC結構設計，因此必須從建築材料的使用進行改善，以減少建造過程中二氧化碳的排放量。使用木製品可以減少能源消耗並儲碳，進而降低建築物生命週期中的蘊含碳排放量。若能把BIM模型的參數化特性與主結構低碳建築設計作有系統的整合，分析建築工程生命週期各階段所產生的蘊含碳排放量。未來在永續低碳建築設計上將有幫助。

本研究選擇實際案例進行複合木構建築物的主結構蘊含碳排放量計算及分析。並期望在BIM模型設計初期，進行建築材料蘊含碳排計算和量化，以達到低碳永續建築的目標。研究採用內政部建築研究所的碳足跡資料庫進行主結構碳排放量計算，並分析各項材料的生命週期蘊含碳排放量，進一步探討實務上選取之二個複合木構造主結構案例進行材料碳排放量平衡比例分析，以建議於後續室內裝修、景觀或傢俱等工程階段，增加木製品使用量以減少碳排放量，並提出案例碳平衡(碳中和)之具體建議及作法。

鋼結構斜張橋應用推進工法與場撐工法的比較—以桃 19 號道路大竹橋為例

陳恭[1*]、蘇明朝[2]、陳弘毅[3]、曾惠斌[4]
[1*]國立臺灣大學土木工程學系, 碩士生
[2,3]國立臺灣大學土木工程學系, 博士生
[4]國立臺灣大學土木工程學系, 教授
[*]r10521704@ntu.edu.tw

臺灣的基礎建設經過近百年的發展，許多橋樑橋齡已逾 40 載，有許多橋樑需要進行改建，伴隨都市發展帶動週遭區域，橋樑新建的需求也持續產生。鋼結構具有架設快速的優點，橋樑改建、新建工程常以鋼橋取代傳統混凝土橋樑。隨著鋼橋的發展，相應的施工方法卻未見普及，使鋼橋常配合傳統的場撐工法進行施工，失去鋼結構施工快速、交通衝擊小等特性。

國內使用鋼構進行建設的橋樑繁多，然鋼構橋樑上部結構施工方法的相關研究仍十分有限。本文將以桃 19 號道路拓寬工程中施作的鋼構斜張橋大竹橋作為研究標的，確認鋼構斜張橋採用推進工法較場撐工法作為橋面的施工方案更具優勢。

本文回顧過去臺灣橋樑的施工方法，搜集國內外橋樑施工個案，與國外鋼橋採用推進工法的案例等，配合對國內首先使用推進工法進行鋼結構斜張橋上部結構施工的團隊成員進行深度訪談，梳理桃 19 號道路拓寬工程中選用推進工法取代場撐工法進行橋面施工的相關原因，並對兩種不同工法的工期、成本與工項差異等進行分析。

本文介紹鋼構斜張橋上部結構採用推進工法施工的案例，分析選擇傳統場撐工法與推進工法的利弊，並提出鋼橋上部結構採用推進施工時成功的關鍵因素與應用條件，可以作為未來鋼橋施作上部結構時，選用推進工法的參考資料。

預鑄構件應用於建築統包工程設計階段之研究-以山坡地工業廠房導入預鑄樓梯為例

陳文彥[1*]、莊坤諺[2]、曾惠斌[3]
[1*]國立臺灣大學土木工程學系, 碩士生
[2]國立臺灣大學土木工程學系, 博士候選人
[3]國立臺灣大學土木工程學系, 教授
[*]p09521713@ntu.edu.tw

檢視國內預鑄建築相關研究文獻，從規劃設計階段、生產製程、成本分析、運輸吊裝、現場組裝、預鑄工法研究等皆非常豐富，惟這些相關研究皆針對梁、柱、板、牆等主要結構或構件進行探討，並未針對建築空間中屬於垂直動線的上下設備樓梯有所著墨，而樓梯構件金額及數量雖然佔整體預鑄系統比例偏低，但樓梯自規劃設計階段即屬於非常重要的設計項目。

本研究者身為建築師專業，除了建築設計層面外，對於施工面及施工安全層面亦須同步妥善考量。故本研究擬從規劃設計階段之角度出發，根據工業廠房建廠需求之特性，透過實際的現況問題分析後。基於選擇以預鑄樓梯能夠有利於工程生命週期中達成減省人力、提升精度、縮短工期、降低施工風險等優點，將藉由真實之研究案例擬採用預鑄樓梯之機會，提出統包工程自規劃、基本設計、細部設計等各階段應考量之要點，並透過 BIM 模型建置以及結構分析進行實證，確保後續施工階段之精確性，亦為國內整體預鑄建築系統提出更完整的研究。

Session B2

14:10-15:15　主持人：王裕仁

TRACK2

Topic : 人工智慧與大數據 Artificial intelligence and big data

- **於虛擬工地場景機具協同合作情境下資料創建自動化及安全辨識之應用**

  謝天霖、曾仁杰

- **结合 UAV 及 AI 影像辨識技術於農田水利地佔用調查應用之研究**

  黃昱翔、陳怡兆

- **Predicting Scour Depth at Bridge Piers by Metaheuristic-Optimized Stacking Machine Learners**

  Ngoc-Mai Nguyen and Jui-Sheng Chou

- **Enhancing Post-disaster Road Detection from Satellite Images using Synthetic Datasets**

  Lien-An Chen, Fang-Jung Tsai and Szu-Yun Lin

- **A Novel Hybrid Deep Learning Model for Predicting Time-related Construction Engineering Problems**

  Frederik Elly Gosal, Min-Yuan Cheng and Moh Nur Sholeh

於虛擬工地場景機具協同合作情境下資料創建自動化及安全辨識之應用

謝天霖[1*]、曾仁杰[2]
[1*]國立陽明交通大學土木工程系,碩士生
[2]國立陽明交通大學土木工程系,教授
[*]a993355.en10@nycu.edu.tw

工地內環境由於作業性質的關係，重型機具之間或重型機具與人員之間常常會需要緊密的接觸來進行協同作業，但重型機具周圍是相當有危險性的區域，若在區域內有其他機具或是人員，很容易會造成機具間或是機具與人員間的碰撞，從而導致工安事故發生等嚴重後果，虛擬環境能自由定義需求資料的特性能夠取得欲辨識的機具與人員的各種角度與狀態的影像資料。傳統方法中對於影像標籤的標籤方式大多採用人工一張張進行標籤，但資料集數量多時，以人力進行標籤非常耗費時間，本研究透過虛擬資料能自由生成各種背景影像之優勢生成背景顏色單純的機具與人員影像，並透過二質化的技術自動將影像進行標籤，以及影像合成的方式生成背景單純與具有隨機背景的兩種機具與模型資料集，並比較兩種資料集在 YOLO 中的 mAP 與實際在影片上辨識的效果，最後透過電腦視覺技術計算辨識物件與攝影機之距離以及設定門檻值來判斷辨識物件與攝影機之狀態。

結合 UAV 及 AI 影像辨識於農田水利地佔用調查應用之研究

黃昱翔[1*]、陳怡兆[2]
[1*]國立高雄大學建築學系,研究生
[2]國立高雄大學建築學系,副教授
[*]m1101417@mail.nuk.edu.tw

農田水利地幅員廣闊，以往進行水利地佔用調查時存在人員難以到達、資訊量過於龐大、書面調研複雜化及標準不一致產生人力及時間的耗費，資訊不全也容易導致溝通不易。本研究將以高程度自動化工具進行前期資訊蒐集及整合，不僅加速調研效率也將降低衝突產生也增加後續應用之效益。隨著 UAV 技術成熟，也普遍運用於現地調查，高程度的自動化也可節省工時，將 UAV 裝載衛星高精度定位儀又可進行更高精度的工程測量，以利後續相關應用；近年來 AI 深度學習相關技術成熟並且日漸普及化，也有許多應用於監控階段掛載具 AI 影像辨識功能之 UAV 進行作業，本研究將進行專家訪談，了解實際於農田水利地調查相關要點及難度，並應用上述之技術於調查及後續應用，將 UAV 產出之土地正射圖運用 AI 影像辨識進行非法佔用的辨識，並進一步將佔用形式分類，後交由水利單位進行實際運用。

Predicting Scour Depth at Bridge Piers by Metaheuristic-Optimized Stacking Machine Learners

Ngoc-Mai Nguyen[1], Jui-Sheng Chou[2]
[1] Assistant Professor, Department of Civil Engineering and Environmental Informatics, Minghsin University of Science and Technology, Hsinchu, Taiwan.
[2] Chair Professor, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
nnmai@must.edu.tw
nnmai@must.edu.tw
jschou@mail.ntust.edu.tw

This paper proposes a novel artificial intelligence (AI)-based approach, called the metaheuristic-optimized stacking machine learners (MOSML), to assist civil engineers in accurately estimating scour depth at bridge piers. MOSML integrates the advantages of hybrid and stacking ensemble models by combining a metaheuristic optimizer with efficient AI models. The optimizer simultaneously finds the optimal values of all hyperparameters of constituent AI models in the stacking ensemble to generate the most effective system. The efficiency of MOSML is comprehensively verified with reference to three case studies that cover various levels of complexity and types of pier foundations. The performances of MOSML are compared to that of other single AI models, ensemble models, hybrid models, and empirical methods. The analytical results reveal that MOSML was the most reliable approach, achieving the best values of all performance evaluation metrics. The contributions of this study include (1) re-defining the establishment of a stacking ensemble AI model, and (2) developing a highly promising tool that greatly outperforms currently available methods in predicting the bridge scour depth.

Enhancing Post-disaster Road Detection from Satellite Images using Synthetic Datasets

Lien-An Chen [1], Fang-Jung Tsai [2], Szu-Yun Lin [3*]
[1] Lien-An Chen, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[2] Fang-Jung Tsai, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[3*]Szu-Yun Lin, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[*]szuyunlin@ntu.edu.tw

Accurate detection of damaged road segments in satellite images is crucial for effective disaster response and recovery operations. While numerous studies have focused on road extraction from satellite imagery, the specific task of accurately distinguishing damaged road segments from intact ones still presents ongoing challenges, as damage often led to misclassification as part of the road. In this research, we proposed an approach that leveraged the Dlinknet model, a two-class road extraction model, to identify damaged road parts by comparing pre- and post-disaster satellite images. However, post-disaster images often lack complete annotations, which posing a challenge for the training of the Dlinknet model. In order to tackle this issue, synthetic training datasets comprising randomly generated noise or GAN-generated synthetic damaged road segments were introduced to enhance the performance of the Dlinknet model. This study compared and evaluated the performance of the Dlinknet model trained on four different datasets. The first dataset consisted of the original training dataset, comprising a total of 769 images, characterized by a wide range of diverse landscapes. Additionally, three synthetic datasets were generated, including one with randomly generated noise and two others with GAN-generated damaged road segments. Notably, one synthetic dataset imitates the damage features in the same region as the test data: Indonesia. Meanwhile, the other dataset imitates the damaged features in a region different from the test data, specifically Haiti. We conducted experiments on a testing dataset from satellite images of Indonesia after a tsunami. The result showed that the Dlinknet model trained on the synthetic dataset representing the testing dataset location, Indonesia, achieved the highest performance. This outcome shows that incorporating local damaged road patterns into the training dataset improves the model's ability to identify damaged road segments.

TRACK2

A Novel Hybrid Deep Learning Model for Predicting Time-related Construction Engineering Problems

Frederik Elly Gosal[1*], Min-Yuan Cheng[2], Moh Nur Sholeh[3]
[1*] Master's Student, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[2] Professor, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taiwan
[3] Doctoral Student, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taiwan
[*]m11005810@mail.ntust.edu.tw

In recent years, the construction industry experienced significant growth in scale and complexity, necessitating effective decision-making for project success. Data-driven decision- making has emerged as a critical approach in construction industry, enabling decision maker to gain valuable insights, identify trends, and make informed choices. However, conventional technique such as statistical and machine learning methods may fall short in capturing the complexity of high-dimensional and temporally dynamic construction data. To solve this problem, deep learning techniques are utilized. Neural Networks (NN) excel at capturing patterns and extracting complex relationships. However, they struggle to handle sequence data, which is prevalent in engineering applications with temporal dependencies. Gated Recurrent Units (GRU), a second-order of Recurrent Neural Network, effectively models temporal dependencies by utilizing memory mechanisms. To leverage the strengths of both NN and GRU, a hybrid model is developed in this study to improve prediction accuracy in complex engineering datasets with high dimensions and temporal dynamics. Bidirectional technique is applied to enhance GRU's accuracy by allowing it to process data in both directions (BiGRU). Additionally, this study introduces the Optical Microscope Algorithm (OMA), inspired by the optical microscope mechanism, as a novel optimization algorithm for fine-tuning the proposed model. OMA optimizes the initial parameters of the hybrid model and the weights of the combined output between NN and BiGRU (OMA-NN-BiGRU). Through implementation on case studies, the proposed model demonstrates superior performance compared to other state-of-the-art models, as indicated by regression performance metrics. Accurate predictions and estimations provided by the model contribute to enhanced decision making in the construction industry. This improves project planning, risk management, resource allocation, productivity, and promotes sustainable construction practices, ultimately driving efficiency and profitability.

Session C2

14:10-15:15　主持人：陳維東

Topic : 其他營建工程與管理相關課題 Others

- **預鑄構件生產策略之模擬分析**

  李笙源、楊亦東

- **不虧損導向之多準則投標決策模式—以建築工程專案為例**

  陳景瀚、鄭明淵

- **營建工程結構體主要材料碳排放量分析-以港灣工程為例**

  葉鳳鳴、莊坤諺、詹瀅潔、曾惠斌

- **以文字探勘技術應用在營造業重大職災案例探究其影響關鍵因子與後果**

  蘇彥融、洪嫦闈

- **應用 VR 虛擬實境提升建築工程學習成效之研究**

  黃文德、陳怡兆

- **政府採購選商納入 ESG 指標之研究-以工程採購為核心**

  曾筱雲、謝定亞

預鑄構件生產策略之模擬分析

李笙源[1*]、楊亦東[2]
[1*]國立台灣科技大學營建工程系, 碩士生
[2]國立台灣科技大學營建工程系, 教授
[*]sheng880525@gmail.com

預鑄工法在國內的技術發展已成熟並廣泛應用於建築和土木工程項目中，相較於傳統工法，預鑄工法在工期、品質和現場環境等方面具有明顯優勢。由於勞動成本的不斷上升，預鑄工法因其減少對人力需求的特點，預計在未來市場上將更具競爭力。然而，預鑄生產仍存在營建行業的不確定性，特別是在面對大量或急迫訂單時，資源的規劃和分配變得尤為重要。僅依賴經驗法則進行生產規劃可能會增加生產成本或造成不必要的資源浪費，進一步影響預鑄產業的發展。

因此，本研究旨在建立一個有效的模型，能夠模擬預鑄構件生產的現況和流程。該模型旨在考慮堆存空間和生產過程的不確定性，使預鑄廠商能在生產規劃階段中平衡資源和成本，並在有限的時間內提供基於客觀標準的最佳化生產計劃。

為實現此目標，本研究使用 Arena 模擬軟體構建了一個模擬專案特定預鑄構件生產流程的模型。同時，利用 OptQuest 模擬最佳化工具搜索最有效的資源配置組合，以最小化生產總成本。隨後，對模擬結果進行詳細分析，以評估推薦的資源配置策略是否符合指定的限制和預期。通過分析不同情境案例，研究結果顯示，所建立的模型和最佳化方法能夠在不同情境下提供最小化總生產成本的生產配置建議。所建議的生產策略與預期結果一致。

不虧損導向之多準則投標決策模式—以建築工程專案為例

陳景瀚[1*]、鄭明淵[2]
[1*]國立臺灣科技大學營建工程系, 碩士生
[2]國立臺灣科技大學營建工程系, 教授
[*]Jerrychen.TC@gmail.com

營造業屬於高度競爭、高風險、但獲利低的行業，受到近年來全球性經濟衝擊、加上專案執行週期較長，營造業者面臨成本變動的風險較其他產業高。在絕大多數的工程標案採取最低價決標方式進行招標之前提下，參與投標時如何擬定一個具有競爭力、同時又可以確保公司在專案執行結算後不致虧損的投標策略至關重要。

本研究建立「不虧損導向之多準則投標決策模式」，旨在協助決策者在考量多競爭對手的情況下，擬定合理的投標策略。此模式以展望賽局理論為基礎，加入不虧損機率方法，針對建築專案工程成本變動之風險進行分析，考量過往採購績效、標案預估成本及可能受到通膨影響之未來價格，來建構工程成本機率分布函數，藉此預測不同競標策略實際執行時之不虧損機率，以作為調整各策略採行機率之依據。本研究以一工程案例驗證決策模式應用之可行性，並探討導入不虧損機率分析前後所採行競標策略之差異。研究發現導入不虧損機率分析後，多數廠商變得更傾向採用利潤率較高的投標策略，此現象反映了營造業者通常會低估市場物價波動造成工程成本變動之風險，也進一步凸顯了加入不虧損機率分析之模式預測結果，更貼近實務需求、更可避免廠商為求得標，訂定過低利潤率，反而導致虧損之風險。

營建工程結構體主要材料碳排放量分析-以港灣工程為例

葉鳳鳴[1*]、莊坤諺[2]、詹瀅潔[3]、曾惠斌[4]
[1*]國立台灣大學土木工程營建管理組, 碩士生
[2]國立台灣大學土木工程營建管理組, 博士候選人
[3]國立台灣大學土木工程營建管理組, 助理教授
[4]國立台灣大學土木工程營建管理組, 教授
[*]yehholy@gmail.com

全球暖化導致極端氣候接連不斷在全球各地發生，對人類生活造成嚴重威脅，為減緩暖化問題，減少碳排放量已成為趨勢。營建產業素有火車頭工業之稱，亦即營建工程的高耗能、消耗天然能(資)源、運輸量等需求大幅增加，必然造成大量碳排放；國內碳排放量統計資料，鋼筋與水泥產業為 2020 年全台十大碳排企業之二。本研究以計畫工程之工程契約、詳細價目表及單價分析表來建構港灣工程碳盤查的計算架構，再以單價分析表進行各項目討論，並計算施工階段鋼筋及混凝土材料的碳排放量；再以鋼筋及混凝土材料為例，探討材料從搖籃到出供應商大門之碳排放量，以及討論影響此階段碳排放量之變因；蒐集國內鋼鐵產業代表性供應商之煉鋼原料來源及煉製方法，以及分工模式，提供更多碳排放係數選用資訊，以作為設計階段碳足跡與施工階段碳盤查計算選用係數參考。

以文字探勘技術應用在營造業重大職災案例探究其影響關鍵因子與後果

蘇彥融[1]、洪嫦闈[2*]
[1]國立臺灣科技大學營建工程系, 碩士生
[2*]國立臺灣科技大學營建工程系, 助理教授
[*]hungcathy@mail.ntust.edu.tw

營造業長期居臺灣災害發生率之冠，對比其他行業除了高發生率外，損失之生命財產亦較嚴重。以往與營造職災相關研究多使用資訊探勘方法(Data Mining)進行分析，然而有受限(研究團隊)自定義屬性而無法全面挖掘訊息等疑慮與限制。現有國外研究採用文字探勘技術(Text Mining)應用於營造職災領域，因此本研究試圖以國內少見的無監督式文字探勘進行分析職災案例分析，由營造業重大職災報告書案例中挖掘關鍵詞彙作為代表性關鍵因子，繼而延伸至與後續違反法條(母法)之相關性，透過職災事件發生之前因到後果進行全面性的關聯探討，期可歸納出各別主題底下之關鍵詞彙，以及與潛在觸犯法條。

本研究樣本取自 2018 至 2021 年營造業『墜落、滾落』類型職災報告書共 337 篇，並分為『(A)間接原因&應辦理』、『(B)間接原因&刑事罰』、『(C)基本原因&應辦理』、『(D)基本原因&刑事罰』四組文本集，經文字預處理，含 tf-idf 演算法清除文本雜訊後歸納出關鍵詞彙，使用 LDA 分析進行主題文本分群，聚焦在各別主題下關聯性較高的文本並進一步透過 Jaccard 文字共現算法進行分析，且繪製文字網絡圖進而討論關鍵詞彙及法條(母法)之關聯性規則。

應用 VR 虛擬實境提升建築工程學習成效之研究

黃文德[1*]、陳怡兆[2]
[1*]國立高雄大學建築學系, 碩士生
[2]國立高雄大學建築學系, 副教授
[*]m1101416@mail.nuk.edu.tw

近年來 5G 網路的興起改變了技術樣貌，低延遲和沉浸科技設備帶來許多的變化和契機；應用其模擬特點包含展現猶如身歷其境的虛擬實境以及藉由在虛擬平台上的沉浸式互動，能提供使用者直觀面對虛擬實境中所呈現的場景資訊。現階段的發展不僅能使用沉浸式設備的觀看，也可以與虛擬空間產生互動，傳統教育不能完整的讓學生理解全方位內容，課本中的圖片僅能呈現單一面貌；沉浸式的技術架構活用 3D 技術，利用 VR 設備，依照不同的使用情境提供多維度的人機介面。本研究嘗試將該技術應用於建築構造與施工教學，結合教育形式跳脫傳統紙本教學所帶來的資訊不完整性。整合沉浸式設備，打造輔助建築結構教學系統，比較傳統教學和各項虛擬實境設備對於學習的成效。

政府採購選商納入 ESG 指標之研究-以工程採購為核心

曾筱雲[1*]、謝定亞[2]
[1*]國立中央大學土木工程系營建管理碩士班, 碩士生
[2]國立中央大學土木工程系營建管理碩士班, 教授
[*]xiaoyun9997@gmail.com

因疫情和全球氣候變遷、海平面上升等現象，人們開始思考如何與自然環境共存，同時也在思考在營收成長如何保護地球，達到永續經營。而 2004 年在聯合國的倡議之下，以 ESG 作為企業社會責任與永續發展上努力的目標，自此開始了企業以 ESG 為達到永續目的之重心。而政府採購做為我國重要經濟活動之一。政府為建立依公平、公開之採購程序之採購制度，且同時提升採購效率與功能以及確保採購品質，而制定政府採購法。因此，本研究將透過專家訪談，了解專家於 ESG 相關措施於工程採購招決標階段實施之觀點及看法，並針對國內採購評選於 ESG 之相關議題進行深度探討，提出將 ESG 融入工程採購評選較合適之方案。經研究認為將 ESG 概念納入現有的評選項目中會更有助於突顯 ESG 在評選項目中的重要性，並依原評選架構提出應備考量之 ESG 小子項，並探討工程採購若要實行 ESG 相關制度可能會遭遇之困難以及可避免或降低困難之方法。

Session D2

14:10-15:15　主持人：潘乃欣

TRACK2

Topic : 設計與施工管理 Plan, design, and construction management

- **利用虛實整合及人機協作建構全自動化營建機器人之雛型系統—以噴漆施工作業之移動行為為例**

  黃柏瑜、馮重偉

- **沉浸式格局客變工期推算之探討**

  陳冠宇、王琨淇

- **影像辨識於工地管制與差勤管理之應用研究**

  林利國、何承諭

- **工程專案管理人力資源動態規劃模式之研究**

  江政達、鄭明淵

- **統包工程中景觀設計成功之關鍵要素－以「土城區和段青年社會住宅統包新建工程」為例**

  羅正男、詹瀅潔、曾惠斌

利用虛實整合及人機協作建構全自動化營建機器人之雛型系統—以噴漆施工作業之移動行為為例

黃柏瑜[1*]、馮重偉[2]
[1*]國立成功大學土木工程系, 碩士生
[2]國立成功大學土木工程系, 副教授
[*]jerryhuang19628@gmail.com

本研究旨在探討引入人機協作流程及數位雙生平台在建築營造行業中發展全自動化機器人的可行性。深入分析工程領域中的勞動力短缺、營建機器人施作瓶頸、工程作業有關之移動約束和缺乏訓練資料等問題。透過解析移動機器人在人機協作模式下的位移規劃需求，導入符合協作需求的模型和資訊，建置混合實境人機協作機器人路徑規劃控制系統，以提升施工人員在營建工地上與機器人的交互效率。提供可視化路徑，讓施工人員能事先制定適宜的移動路線，並理解機器人的意圖。使用本研究提出的人機協作作業流程，解決了自動化機器人難以獨立施工的問題。透過混合實境與機器人之間的通訊連結，結合人類和機器人各自的優勢，提升作業的可行性。並蒐集協作過程中保存於數位雙生平台上的資訊，以便後續開發人工智慧，逐步取代目前仍須人工介入的部分，實現機器人的全自動化施工能力，促進營建工地發展全自動化機器人之應用。

沉浸式格局客變工期推算之探討

陳冠宇[1*]、王琨淇[2]
[1*]朝陽科技大學營建工程系, 碩士生
[2]朝陽科技大學營建工程系, 助理教授
[*]abc338853733@gmail.com

建設公司對於格局變更進行工期估算時，因當中涉及工班、物料與機電等因素造成介面衝突使估算工期不易，也未有一套工期估算流程，亦或只依靠經驗來訂定工期，故得耗費較多時間來統計，導致無法即時交代交屋日給予客戶。

本研究透過 Unity3D 開發平台開發「工期估算系統」，以及「成本估算系統」，使建設公司與客戶能針對格局變更探討工期與成本。工期估算系統是基於工率與計算式進行開發，從預算書擷取工率資訊，以及與業界人士進行經驗訪談，將兩者加以彙整，以保守與穩健方式推算一套計算流程，可隨格局變更模擬時亦即自動計算工期。預算書之單價是彙整材料、機具與人力等等進行單價編列，將單價與數量彙總進而計算總價，使方案替換時，亦使總價變動。建立操控 UI 與展示 UI 介面，方能於虛擬環境中與隔間牆進行互動，透過操控 UI 介面以調整隔間牆樣式，以及透過展示 UI 介面以展式隔間牆資訊。當點選調整樣式按鈕時，隔間牆亦即變更樣式；隨方案按鈕切換時，除隔間牆外觀會因對應材料變化外，工期與成本亦能同步變化，使方案與方案之間能進行比較，以便於客戶針對工期、成本與材料等進行考量。

影像辨識於工地管制與差勤管理之應用研究

林利國[1]、何承諭[2*]
[1]國立臺北科技大學土木工程系, 教授
[2*]國立臺北科技大學土木與防災碩士班, 碩士生
[*]t110428037@ntut.org.tw

近年來，工地安全問題引起了廣泛關注；許多嚴重的工地事故已經發生，造成了重大的人員傷亡和財產損失。這些事故的主要原因包括管理不善、工人培訓不足、安全設備不夠完善。本研究針對此類問題加以分析，並研究如何將人臉辨識運用於工地安全檢查，加強培訓並更新設備，提高工作環境之安全。此外，施工人員應自覺遵守安全規定，確保自身安全；只有通過共同努力，才能實現工地安全之目標，為建設安全可靠的社會環境做出貢獻。

本研究研以公開資料庫之影像作為研究數據集，並藉由影像辨識技術結合深度學習技能，達到提升辨識施工人員及個人防護用具的準確度。本研究運用 YOLOv5 之類神經網路對施工人員偵測進行辨識；並建立施工階段的門禁管理應用系統雛形，並測試其應用性及可行性；研究結果證實該系統可有效避免出入口值班人員之管理不善之情形發生，亦可保障施工現場與人員之安全。

工程專案管理人力資源動態規劃模式之研究

江政達[1*]、鄭明淵[2]
[1*]國立台灣科技大學營建工程系, 碩士生
[2]國立台灣科技大學營建工程系, 教授
[*]sname598@gmail.com

營造業的人力資源規劃是基於公司的發展策略和目標，以有效地規劃和管理人力資源，確保公司擁有足夠且合適的人才，並能合理分配和運用這些人力資源，以實現長遠的永續經營目標。本研究根據營造廠各專案管理人力計畫書配置，彙整求得公司未來 3 年所有專案所需的人員總數(需求)，再與目前聘僱之管理人力數(供應)相減，分析研判公司人力需求為過剩或不足，據此發展「工程專案管理人力資源動態規劃模式」。

若人力即將過剩，公司應積極爭取新標案，以免出現人力閒置的情形。而新專案投標之準備，係應用「投標不虧損機率」方法，分析決定新投標案之利潤率，以確保在人力過剩前至少得標一新專案，避免營造廠因人力閒置增加營運成本。

得標新專案後，考量如何指派合適的人力來執行新專案，本研究創新發展「專案管理人力指派雙矩陣」，此矩陣係依據得標之專案需求與目標，按組織內將閒置人力之專業能力與經驗，評估所有人員能達成專案目標之達成度，進行排序，再依序挑選出最合適此專案的人力組合，以提升完成工程之成功率。同理，在人力不足時，亦可使用此矩陣進行新進人員的招募。

統包工程中景觀設計成功之關鍵要素 - 以「土城區和段青年社會住宅統包新建工程」為例

羅正男[1*]、詹瀅潔[2]、曾惠斌[3]
[1*]國立台灣大學土木工程營建管理組, 碩士生
[2]國立台灣大學土木工程營建管理組, 助理教授
[3]國立台灣大學土木工程營建管理組, 教授
[*]p09521705@ntu.edu.tw

成功的景觀工程在一開發案中往往有畫龍點睛之效果，而一個有品質的景觀設計與施工，除了結合當地的自然及人文風情外，更需貼近使用者的需求，進而追求美感的呈現，藉此一方面可以增加當地的地形地貌的美觀，另一方面可以提供居民有品質的戶外休憩空間，藉此提高該區域的生活水準。

優質的景觀工程施工成果首先需要面面俱到的景觀設計作為基礎，通常在大型的開發案中(例如：社會住宅的新建、老舊校舍的改建、美術園區的設計等)，景觀所佔據的篇幅相當之重，並且在進行設計工作時，必須橫向的與其他專業領域做密切的聯繫與溝通，以避免未來在進行景觀工程項目時，造成施工上的困難以及衝突，以至於營建成本有不必要的浪費，進而降低景觀施工品質。

本研究將以社會住宅新建工程統包案中景觀設計為例，主要探討統包工程中景觀設計的成功關鍵要素。

Session E2

14:10-15:15　主持人：林偲妘

TRACK2

Topic : 防救災與風險管理 Disaster prevention and risk management

- **營造業危險性工作場所施工安全評估制度精進之研究**

  何沛潔、王翰翔

- **以無線感測儀器透過微振量測識別橋梁自然頻率之研究**

  陳弘毅、曾惠斌

- **以近期災害性地震檢討台灣地震損失評估系統的新版地震動預估模式**

  黃李暉、葉錦勳

- **無人機配合無線傳輸應用於自然頻率量測分析橋梁掏刷深度**

  吳彬瑞、曾惠斌

- **土木材料實驗室火災爆炸風險評估研究**

  邱浩益、林利國、唐婉婷

營造業危險性工作場所施工安全評估制度精進之研究

何沛潔[1*]、王翰翔[2]
[1*]國立中央大學土木工程學系營建管理碩士班, 碩士生
[2]國立中央大學土木工程學系營建管理碩士班, 教授
[*]hojoy1206@gmail.com

營造業的高風險源自於產業的環境與作業型態，例如作業場所易受不可抗力之自然狀況影響、工作內容本身具高危險性質等因素。我國為防止職業重大災害，於勞動檢查法第 26 條規定需辦理丁類危評作業，以及職業安全衛生法第 5 條第 2 項規定於設計及施工階段辦理風險評估，僅就工程範圍而言丁類危險性工作場所僅為整體工程一部分。因此本研究旨在透過施工安全評估與風險評估兩制度之比較與個別分析，檢討丁類危評制度應如何透過風險評估之精神進行調整與實施，以及參考國外對於風險評估制度之審查做為我國實務應用之借鏡，結合產、官、學界專家對於現行兩制度之相關文件與制度執行之修正看法與具體建議，以期確定相關制度更革之推動內容與期程。其包括：(1)於相關法令規定與文件內容中將「施工安全評估」一詞修正為「施工風險評估」用詞，以及提出調整過後之配套條文及文件，以減少事業單位重複性之作業；(2)於相關法規中增訂主辦機關(業主)之部分職責，強化工程業主之角色精神，落實源頭之安全管理，於未來有助於提高營造工程之施工安全性，並改善國內安全管理之機制。

以無線感測儀器透過微振量測識別橋梁自然頻率之研究

陳弘毅[1*]、曾惠斌[2]
[1*]國立臺灣大學土木工程系, 博士生
[2]國立臺灣大學土木工程系, 教授
[*]d07521006@ntu.edu.tw

隨著氣候變遷的加劇，極端氣候對基礎設施的破壞亦愈行嚴重。其中，橋梁基礎的淘刷攸關橋梁安全甚鉅，但頻繁發生的特大暴雨對橋樑基礎造成沖刷，嚴重影響橋樑安全。與傳統的有線或水下測量儀器不同，透過量測橋梁上部結構的動力參數，可以反映橋墩土壤互制系統的特性，間接推估橋梁基礎淘刷的嚴重程度。本研究採用無線感測儀器、MMF KB12VD 加速度計進行微振量測試驗，後續則使用 Arduino Uno 介面控制版、Xbee 無線傳輸模組等開源軟體(Open Source)，進行資料蒐集與傳輸，再以 MATLAB 作為資料處理及示波器，將測得之加速度值進行數位濾波並以嘗試新提出之「短時傅立葉轉沿時間序列累積法」 (STFTCATS)，取代快速傅立葉轉換(FFT)識別橋梁的自然頻率。經本研究比較「短時傅立葉轉沿時間序列累積法」相對於快速傅立葉轉換(FFT)較能識別橋梁自然頻率，且較為穩定。後續將可用於推估橋梁基礎淘刷的嚴重程度，確保橋梁安全。

以近期災害性地震檢討台灣地震損失評估系統的新版地震動預估模式

黃李暉[1*]、葉錦勳[2]
[1*]國家地震工程研究中心, 助理研究員
[2]國家地震工程研究中心, 研究員兼任組長
[*]lhhuang@narlabs.org.tw

國家地震工程研究中心(以下簡稱國震中心)研發之台灣地震損失評估系統(Taiwan Earthquake Loss Estimation System, TELES)多年來，協助政府機關與防災事業單位進行地震防災規劃、地震防災演練、地震緊急應變和地震風險評估與管理，為我國進行推估地震情境不可或缺的重要工具。為反映新蒐集之地震動資料特徵和新式地震動預估模型之研究成果，精進 TELES 之地震動預估模式(Ground Motion Prediction Equation，簡稱 GMPE)，國震中心採用趙書賢博士所開發之 GMPE Chao19，並研發對應的廣域場址效應修正模式，完成可應用於廣域震損評估的新版地震動預估模式。

本研究蒐集近期災害性地震的震源資訊以及測站之實測強地動紀錄，包含 2016/02/06 高雄美濃地震、2018/02/06 花蓮地震和 2022/09/18 池上地震。推估三個歷史災害地震事件下測站的地震動強度。透過地震動強度推估結果和實際量測結果的比較，驗證檢討新版地震動預估模式的合理性和適用性。結果顯示，逆斷層之情境下，既有和新版 GMPE 兩者推估結果約略相同。2022/09/18 池上地震之錯動機制主要為平移斷層，新版 GMPE 推估結果較符合實際地震動之趨勢結果。換言之，新版地震動預估模式可區分斷層破裂機制(正/逆/平移斷層)，推估結果更能符合實際之地震動情況。即便如此，實際地震動具有不確定性，GMPE 僅能掌握距離與地震動衰減的趨勢，因此 GMPE 推估結果不可能與實際地震動完全一致。

無人機配合無線傳輸應用於自然頻率量測分析橋梁掏刷深度

吳彬瑞[1*]、曾惠斌[2]
[1*]國立台灣大學土木工程系, 碩士生
[2]國立台灣大學土木工程系, 教授
[*]r10521712@ntu.edu.tw

台灣的河流大多為東西走向，但台灣的東西向僅 142 公里，加上中央山脈地勢高聳，導致溪流大多坡陡流急，造成河床沖刷劇烈，以及河道變化等水文現象，進而引發橋樑基礎沖刷的問題，橋梁檢測需要耗費大量的人力物力，而且為一年一度的規畫，每個年度地方政府都需要撥出大量經費來支持橋梁檢測，另外在橋梁檢測時，水面下的損傷例如基礎掏刷較不易進行目視檢測，近年來交通部運輸研究所致力於開發 AI 影像辨識結合無人機空拍的技術，但目前無人機僅針對水上的構件進行拍攝缺陷辨識，本研究將使用無人機去檢測橋樑基礎的掏刷深度，期望未來能夠使用無人機去代人力目視橋梁檢測。

由結構動力方程式推導可以發現，掏刷深度與自然頻率有關係，本研究將以自製的加速度量測器放置在橋梁端，並且透過無線傳輸的方式將在橋樑上量測到的資料傳輸到無人機上，無人機再將資料帶回研究室分析出自然頻率，最後與 SAP2000 有限元素模擬出的自然頻率與掏刷深度關係圖進行內插，得出現地的掏刷深度。除了分析以外，開發軟硬體亦為本研究的內容，目前市面上的自然頻率量測儀器雖然能力強大，但是價錢十分昂貴、儀器巨大而且需要人為操作，本研究將使用 ESP32、nRF52832 開發板加上加速度感測器來組成量測儀器，使用樹梅派放在無人機上來採集資料，並且達成量測自動化，使採集加速度資料的流程比起過去研究大幅簡化。

本研究在進行室內驗證時發現本研究的設備與市面上的儀器量測出的結果相近，推論本研究自行開發的設備具有一定的可信度，另外取得一壽橋完整竣工圖進行 SAP2000 建模，分析比對出一壽橋的基礎掏刷的現象，驗證本研究之可行性。

土木材料實驗室火災爆炸風險評估研究

邱浩益[1*]、唐婉婷[2]、林利國[3]
[1*]國立臺北科技大學土木工程與防災系, 碩士生
[2]國立臺北科技大學土木工程與防災系, 碩士生
[3]國立臺北科技大學土木工程系土木與防災研究所, 教授
[*]t111428035@ntut.org.tw

實驗室場所具有多種潛在危害，但是在過去實驗室安全文獻中，沒有針對土木材料試驗室探討災害風險。又因實驗室一般要求事項 ISO/IEC17025 在 2017 最新改版中，納入風險概念，要求實驗室應就可能之風險進行評鑑、分析並改善。在教育部統計資料與多項研究中顯示，實驗室事故以火災爆炸最多。因此本研究蒐集國內相關案例 51 件，經分析後發現政府與民間實驗室造成火災爆炸造成之損失較為嚴重。

本研究以國內某土木材料實驗室為研究主體，以風險評估為分析方法，製作試驗室試驗項目風險矩陣，分析實驗室火災爆炸危害面向。在風險評估中嚴重度部分，本研究參考規範試驗步驟中，分析可能造成火災爆炸危害因子，再利用德爾菲法，邀請實驗室專家進行嚴重度評分。在風險評估中可能性部分，本研究蒐集個案實驗室，在 2019 至 2021 年各項試驗執行數量。綜合以上資料製作風險矩陣，針對 102 項試驗項目，進行分析歸納，找出各項目在實驗室中火災爆炸風險類別。最後對風險進行控制，參考 TOSHMS 相關規定，針對評估為極高風險等級的 7 個試驗項目，進行預防改善措施，以期達成零災害實驗室之目標。

Session F2

14:10-15:15　主持人：楊智斌

Topic : 國際場次 International Session

- **The role of energy forecasting in promoting sustainability and resilience for university demand-side management**

  Ko-Hsuan Liao, Shyh-Chang Huang

- **A Novel Metaheuristic Algorithm Inspired by the Behavior of Gold Seekers to Optimize Deep Learning Model in Predicting Concrete Compressive Strength**

  Hoang-Minh Nguyen, Jui-Sheng Chou

- **Automatic Investment Decision Support System for Portfolio Investment in Taiwan Construction Industry**

  Tran-Bao-Quyen Pham1, Jui-Sheng Chou2

- **LoRa Wireless Sensor System for Scaffold Safety Monitoring**

  Lun Wang Wu, Kun Yen Chuang, Hui-ping Tserng

- **Arctic tern-inspired optimization algorithm for engineering informatics**

  Asmare Molla, Jui-Sheng Chou

- **Developing a user-centered VR platform for applying robotic furniture**

  Juan David Salazar Rodriguez and Chung-Wei Feng

The role of energy forecasting in promoting sustainability and resilience for university demand-side management

Ko-Hsuan Liao[1*], Shyh-Chang Huang [2]
[1*] PhD Student, Department of Civil Engineering, National Yang Ming Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan.
[2]Associate Professor, Department of Civil Engineering, National Yang Ming Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan.
[*]khliao.c@nycu.edu.tw

This paper investigates the role of energy forecasting in promoting sustainability and resilience on a university campus, particularly in the realm of demand-side management (DSM). As buildings contribute significantly to global energy consumption and greenhouse gas emissions, the integration of artificial intelligence (AI) and robotics in the building industry for energy efficiency optimization is becoming increasingly important. In this study, we propose a data analysis framework that unravels the potential of energy-related data collected by Energy Management Systems (EnMS). More specifically, we demonstrate how meter data analytics can aid decision-making by integrating DSM techniques, thereby achieving the goal of reducing energy costs and carbon footprint.

Furthermore, we also develop an interactive real-time energy dashboard that integrates the energy prediction model with other energy-related data to facilitate an intuitive understanding of the campus energy usage pattern. Finally, we explore how energy forecasting and energy storage systems can enhance the resilience of the electrical grid by establishing a baseline and predicting future energy consumption to achieve load flattening and reducing uncertainties on the demand side. Future research should focus on the potential of AI in predictive modelling, advanced building control technologies, the incorporation of renewable energy sources, and the financial and technological challenges associated with the implementation of these strategies.

A Novel Metaheuristic Algorithm Inspired by the Behavior of Gold Seekers to Optimize Deep Learning Model in Predicting Concrete Compressive Strength

Hoang-Minh Nguyen[1], Jui-Sheng Chou[2]
[1] Ph.D. Candidate, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[2] Chair Professor, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
d11005813@mail.ntust.edu.tw
jschou@mail.ntust.edu.tw

Metaheuristic optimization algorithms are used in various fields, such as engineering, banking, and logistics. These algorithms are designed to efficiently explore and exploit the search space for the best possible solution. However, optimization problems are becoming increasingly complex, especially in artificial intelligence, and novel, efficient methods are required. Thus, this study formulated a novel California gold rush algorithm, a population-based optimization algorithm where each particle (gold seeker) moves to high-fitness (gold-rich) locations. The proposed algorithm uses a clustering mechanism to determine whether a particle should pursue an exploitation or exploration strategy. The proposed algorithm outperformed five other algorithms in optimizing 50 small- and medium-scale functions, 12 functions in the World Congress on Computational Intelligence 2022 competition, and a neural network that predicts the strength of concrete. The practical outcomes of the neural network model for predicting concrete strength demonstrate the high applicability of the California gold rush optimization algorithm to construction-related problems. This article represents the first attempt to integrate a clustering algorithm and the notion of the California Gold Rush into a metaheuristic optimization algorithm.

Automatic Investment Decision Support System for Portfolio Investment in Taiwan Construction Industry

Tran-Bao-Quyen Pham[1], Jui-Sheng Chou[2]
[1] Ph.D. Student, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[2] Chair Professor, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
d11105819@mail.ntust.edu.tw
jschou@mail.ntust.edu.tw

Despite being a well-studied issue, managing a portfolio of investments remains difficult for investors. This study developed an automatic investment decision support system, namely the Auto-IDS system, to create a long-term investment portfolio considering investors' preferences in making decisions. This framework comprises two phases: stock preselection to select companies with high future returns and portfolio allocation to determine the investment size based on traders' preferences. The Auto-IDS is an aid system that combines the forensic-based investigation-optimized extreme gradient boosting technique (FBI-XGBoost) for stock prediction and a multi-objective FBI based on decomposition algorithm (MOFBI/D), an expanded mean-variance (MV) model, and a multi-criteria decision-making technique for portfolio allocation. Data on Taiwan construction stocks from 2013 to 2021 were utilized for model construction, backtesting evaluations, and analyses. The practical experimental application of the backtesting evaluation was conducted for three years. The out-sample average MAPE of the FBI-XGBoost prediction model for 11 backtesting datasets was 8.04%. The annualized internal ROR and annualized Sharpe ratio of the investment proposed by the Auto-IDS framework were maximized at 61.4% and 1.42, respectively. The results indicate that this model was superior to the equal weighting method and three TWSE funds in terms of annualized rates of returns and Sharpe ratios, reflecting that the excess returns obtained with this model are due to higher investment quality.

LoRa Wireless Sensor System for Scaffold Safety Monitoring

Lun Wang Wu[1*], Kun Yen Chuang[2], Hui-ping Tserng[3]
[1*, 2]Doctoral candidate, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[3]Professor, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[*]D10521040@ntu.edu.tw

As the most widely used temporary support structure in the construction industry, scaffolding is often set up and dismantled at different stages of construction. However, because scaffolding safety inspections are primarily visual and labor intensive, the standards related to scaffolds are frequently violated, and engineers are unable to continuously monitor multiple scaffolds throughout their lifecycle at the construction site, therefore, scaffolding collapse accidents occur frequently and seriously affect the life safety of workers. In recent years, many studies have made progress in the area of autonomous monitoring of scaffolding, however, most of the studies focus on how to analyze and solve the structural or loading problems of the scaffold at the moment, the physical quantities of abnormal changes before the collapse of the construction frame are seldom analyzed and monitored, and few research results are applied to actual construction sites, so the impact of the complex construction site environment on the monitoring system is easily overlooked. This paper proposes a method to monitor scaffolding by establishing a wireless sensing system composed of LoRa technology and LoRaWAN protocol, combining physical quantities and points that cause abnormal changes in a scaffolding collapse, and testing this system in actual construction sites to achieve real-time monitoring of scaffolding posture, thus effectively reducing casualties caused by construction scaffolding collapse accidents. The preliminary test results confirm the effectiveness of the wireless scaffold sensor system, which provides an effective preventive measure for scaffold safety management and is suitable for introduction into practice in the construction industry.

Arctic tern-inspired optimization algorithm for engineering informatics

Asmare Molla[1], Jui-Sheng Chou[2]
[1] Ph.D. Candidate, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[2] Chair Professor, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
d10805805@mail.ntust.edu.tw
jschou@mail.ntust.edu.tw

This study presents a bio-inspired metaheuristic algorithm, "A novel bio-inspired optimization algorithm inspired by migration and foraging behavior of Arctic terns." The Arctic tern optimizer (ATO) simulates the migration behavior (exploration) and foraging behaviors (exploitation) of Arctic terns in real life. The simulation of this optimization algorithm is based on two migration rules of the Arctic terns; the movement of the Arctic terns and their stopover (walking and flying as spirals). The performance of ATO is evaluated on fifty well-known benchmark test functions that are unimodal separable and non-separable functions and multi-modal separable and non-separable large-scale functions. The results indicate that ATO outperformed all other meta-heuristic algorithms. ATO yields the best results on 45 out of 50 small-scale and large-scale benchmark functions achieving the global minima of 39 functions, whereas the FBI, SOS, TLBO, and WOA find the global minima of 37, 35, 34, and 30 out of 50 benchmark functions, respectively. Hence, the comparative result reveals a remarkable performance of ATO in solving small-scale and large-scale real-world engineering problems. ATO was also used to predict the fiber-reinforced soil's peak shear strength (friction angle) and yield superior results with MAPE and R values of 99.7 % and 2.080, respectively. Thus, the ATO is effective in global optimization and engineering applications.

Developing a user-centered VR platform for applying robotic furniture

Juan David Salazar Rodriguez[1*]
[1*] Master's Student, Department of Civil Engineering, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan.
[*]n66107040@gs.ncku.edu.tw

The rapid population growth and urbanization trends pose challenges in creating livable spaces for the growing global population. This research explores the integration of robotic furniture (RF), a type of architectural robotics (AR) into buildings to address this issue. By utilizing virtual reality (VR) technology, the study aims to understand how people respond to RF in comparison to traditional architectural walkthroughs and how RF affects their acceptance. The research focuses on user engagement, interaction, customization, immersion, and satisfaction through the use of a Likert scale rating system. A working prototype of a virtual world with different RF configurations is developed, and a survey is created to assess user perceptions of RF in buildings. The findings highlight the high level of engagement and immersion experienced by users, as well as the significance of customization and exploration of different apartment configurations. Users expressed satisfaction and enjoyment with the VR experience, emphasizing the potential applications of RF in real-world scenarios. The study acknowledges limitations, such as the small sample size, and suggests future directions for research in this field.

Session G2

14:10-15:15　主持人：連立川

TRACK2

Topic : 營建資訊科技 Information technology in construction

- **應用彩現引擎建置營建工程安全教育場景之研究**

  周詩蔓、紀乃文

- **利用 WebXR 建構房地產體驗平台－以生活體驗為例**

  洪靜慧、馮重偉

- **應用預測資料與不確定性之冰水主機群負載分配最佳化**

  林志璿、施冠群、詹瀅潔

- **建築資訊模型及延展實境技術之能源資訊整合展示**

  李函玲、張智雄、王乃儀、張皓崴、簡奕帆、柯榮云、王蘇杰、莊梅菱、王如觀、周建成

- **Systematic Visual Data Capture Plans for Construction Monitoring using BIM**

  Phuong Linh Le and Jacob J. Lin

應用彩現引擎建置營建工程安全教育場景之研究

周詩蔓[1*]、紀乃文[2]
[1*]國立臺北科技大學土木與防災研究所, 碩士生
[2]國立臺北科技大學土木與防災研究所, 助理教授
[*]t111428034@ntut.edu.tw

近年來，台灣營建產業工安意外頻傳，死傷人數高居不下，造成巨大的損失和社會影響。主要肇因為不安全的工作環境與不安全的操作行為，強化勞工與雇主的工安教育成了刻不容緩的重要議題。由於傳統工安教育的方式受限於紙本的知識傳遞，其中仍以文字描述為主或簡易圖說為輔，呈現方式仍然有所侷限。現代資訊科技的應用為工安教育提供新的可能性。例如沉浸式環境、虛擬實境與擴增實境等技術的導入，能讓勞工在安全的前提下進行危險場景的體驗，並更深入了解工地的潛在危險因素和應對的安全措施，對提高勞工的安全意識有所助益。然而，建置完整的虛擬工安教育場景需專業的團隊協同參與並密切合作，結合資訊科技的技術背景與營建工安領域的專業知識與實務經驗，方能有效構建適合於工安教育的知識平台。為了能在逼真的前提下呈現「不安全工作環境」與「不安全操作行為」，本研究採 Twinmotion 彩現軟體，快速搭建具高真實感的虛擬場景，除了提升工安教育訓練的教材製作效率也提供易學易用、便宜和具有高度交互操作性的工具，讓勞工和雇主更全面及有效率地理解工作環境中的危險因素，並進行相關教育訓練，以改善台灣營建產業的工安現況。

利用 WebXR 建構房地產體驗平台－以生活體驗為例

洪靜慧[1*]、馮重偉[2]
[1*]國立成功大學土木工程系, 碩士生
[2]國立成功大學土木工程系, 副教授
[*]Meky12312@gmail.com

自2002年以來，在台灣房地產業者開始提供線上看屋網站服務，讓使用者能夠透過網絡上刊登和瀏覽房屋照片和資訊。近年來，新的銷售方式催生了讓看屋者透過網站進行虛擬720度環景導覽的機會，這有助於他們快速篩選出適合的房屋選項。

在房地產行業中，建商通常會利用樣品屋來展示預售屋產品，以吸引消費者的注意。然而，並非每個戶型都有建成的樣品屋供消費者參觀，這可能導致實際成品與消費者期望不符的情況。近年來，HTC團隊推出了「VR多人同步體驗解決方案」，讓多位體驗者可以在接待室內同步欣賞整體建案和室內空間規劃的細節。然而，這仍然無法完全解決消費者需要親自前往設置的接待室進行體驗的限制。

隨著虛擬寶境技術的發展，虛擬實境和擴增實境已經可以通過網頁瀏覽器實現，這被稱為WebXR。WebXR技術允許使用者直接在網頁瀏覽器中體驗虛擬實境和擴增實境，無需額外下載應用程式。

根據文獻回顧，目前的研究主要集中在虛擬實境在設計、模擬和培訓方面的開發，對於房地產導覽的研究和應用相對較少。本研究旨在利用 WebXR 技術提供一種身歷其境的看屋服務，讓潛在買家能夠透過網頁瀏覽器在線上瀏覽不同的房地產物件。這種新型態的看屋服務不僅提供了更豐富的感官體驗，還節省了買家的時間和精力。

應用預測資料與不確定性之冰水主機群負載分配最佳化

林志璿[1*]、施冠群[2]、詹瀅潔[3]
[1*]國立臺灣大學土木工程系, 碩士生
[2]國立臺灣大學土木工程系, 博士候選人
[3]國立臺灣大學土木工程系, 教授
[*]R10521707@ntu.edu.tw

由於台灣位於亞熱帶的地區，屬於炎熱且潮濕的氣候，中央空調是大多數建築維持室內熱舒適度的必要工具。在一般使用下，空調耗電量會占整棟建築的 30%，在尖峰時刻更會達到 40% 。然而，當全球暖化效應下，全球平均溫度不斷上升，空調耗電量將會佔整棟建築的更大比例，減少空調的耗電量不僅能減緩溫室效應、降低發電廠負擔，更能減少電費支出。前人研究指出，不當操作冰水主機將會使整體建築能源消耗大幅提升，因此本研究期望透過最佳化演算法找出較佳的冰水主機群的負載組合同時符合現實操作的合理性，提供操作人員足夠資訊判斷如何控制，以達到比傳統人工操作更省電的結果。

本研究改善過去研究的缺點: 沒有考慮頻繁開關機對於冰水主機的影響，並選取辦公大樓最密集的地區-台北市做為研究對象基於空調負載控制(Cooling load based control)。對於改善負載分配效率、頻繁開關機次數，提出控制方法。在 18 個月的模擬分析中，電量節省約 18%，COP 提升約 11%，總切換次數卻只增加 0.01%。研究中以同一組案場資料，模擬不同的冰水主機的表現，並考慮案場性質對於不確定性的忍受程度高低提供決策方案。

建築資訊模型及延展實境技術之能源資訊整合展示

李函玲[1]、張智雄[2]、王乃儀[3]、張皓崴[4]、簡奕帆[5]、柯榮云[6]、王蘇杰[7]、莊梅菱[8]、
王如觀[9]、周建成[10*]
[1,3,4,5,6,7,8,9]國立中央大學土木所防災與資訊應用組, 研究生
[2]國立中央大學土木所防災與資訊應用組, 博士
[10*]國立中央大學土木所防災與資訊應用組, 教授
[*]ccchou@ncu.edu.tw

我國於 2022 年正式公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」，建築方面希望以優化建築外殼設計，提升建築能效及落實家電能效標準為主要推動方針。而近年來也因疫情影響，科技在網際網路、延展實境（Extended Reality, XR）與雲端等領域都有突破性的躍進。現今延展實境的應用多半用於醫學及工業發展的領域，較少見用於節能相關產業。未來可預期在政策推動下，許多新建建築物除了擁有建築資訊模型(Building Information Modeling, BIM)外，還配備能源監控設備，倘若能善用此優勢，將已成熟之分析軟體結合 BIM 與 XR 技術，將建築物資訊整合於延展實境的穿戴式裝置中，更有利於建築物能源管理。本研究著重於開發 XR 資訊整合平台及演示如何透過延展實境所提供之程式，將整合的資訊流透過平台投射於穿戴式裝置上，達到虛實互動的成效，並提出可行之平台架設流程及建議。範圍包含將 BIM 模型轉檔至 XR、組建 IoT (Internet of Thing, IoT)感測器並使其連接至所開發之雲端整合平台、資訊整合與 HoloLens 的應用軟體的介接。利用建築資訊模型結合現代科技，快速轉換檔案格式並建立模型，搭配建築現場感測器取得之監測數據，再加上電腦生成能耗分析及電器資訊標示，最終將資訊整合呈現於延展實境裝置。

Systematic Visual Data Capture Plans for Construction Monitoring using BIM

Phuong-Linh Le[1*], Jacob J. Lin[2]
[1*] Master's Student, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[2]Assisstant Professor, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[*]r10521732@ntu.edu.tw

Sensing technology utilization in construction sites has grown exponentially due to the expectation of its impact on jobsite digital transformation for construction monitoring. However, without clear utilization strategies, the massive amount of visual data from various sensors often remains underutilized, resulting in wasted data. To address these problems, we propose a framework for adopting vision-based construction monitoring methods that utilize BIM and construction documents. The framework enables construction practitioners to define the digitalization level needed for their projects and then provide the appropriate techniques required through model-driven analysis. It involves extracting element information from BIM and activity information from progress taxonomy to generate a vision-based monitoring plan. The monitoring plan identifies the elements, work-in-progress, resources, and the most suitable data acquisition means. This study contributes to planning processes and creates opportunities for facilitating jobsite digitalization on the construction task level monitoring.

Session H2

14:10-15:15　主持人：王琨淇

TRACK2

Topic : BIM 建築資訊模型 Building information modeling

- **設備 BIM 模型建置模式及自動化系統開發之研究－以設備供應商為例**

  陳家妤、林祐正
- **分層分系統與基準點輔助施工圖紙視覺化應用**

  連立川、彭獻生、陳宇薇
- **BIM 與 AR 整合系統在 VDC 應用之研究**

  何忠憲、林祐正
- **預鑄工法及傳統工法的碳排放分析研究－以臺灣某預鑄專案為例**

  韋家振、李承哲、戴興偉
- **AI 點雲處理及展示平台開發**

  陳大均、吳翌禎、謝嘉聲、蔡雪華、吳建誠、許貴棠
- **道路工程 BIM 模型的地理標記資訊自動化建立研究**

  連立川、江芠昕

設備 BIM 模型建置模式及自動化系統開發之研究-以設備供應商為例

陳家妤[1*]、林祐正[2]
[1*]國立台北科技大學土木與防災所, 碩士生
[2]國立台北科技大學土木與防災所, 教授
[*]t110428035@ntut.org.tw

建築資訊模型（Building Information Modeling, BIM）的技術已逐漸成熟並趨向穩定，幫助公司提高專案設計之正確性並依據客戶提供之資訊、時間、成本及需求針對專案項目進行優化。模型的應用除了可以涵蓋整個建築生命週期之外，亦可作為一個載體容納成千上萬的資訊，使用者可以從模型中取得自身所需之資訊。然而一個完整的專案是由各項不同之元件所組成，但因設施設備種類繁多且所包含資訊繁複與具有多樣性之特點，導致當前供應商於交付設備產品與模型時資訊缺乏良好的整合，易造成資訊散落不易管理與查找之情形。

為使設備模型於專案中發揮價值，本研究將以 Revit 及 Dynamo 兩者導入設備模型進行相關之應用，同時探討導入 BIM 技術之設備專案於實務上使用時該如何有效地簡化繁瑣且重複之作業方式，其中，研究內容包含設備模型建置之參與成員配置、建立 BIM 模型建置與資訊整合之標準與參考之依據以及開發自動化程式輔助設備資訊之匯入及檢核、修正，減少人工與重複性之作業並於程式完成後撰寫使用者介面，讓後續使用者更容易操作程式，最後透過實際案例探討分析，優化程式以減少資料填寫之重複性作業，提供給未來需實際導入之使用者參考，讓缺乏程式背景之使用者亦可輕鬆操作自動下系統，提高專案執行之效率。

分層分系統與基準點輔助施工圖紙視覺化應用

連立川[1]、彭獻生[2]、陳宇薇[3*]
[1]中原大學土木工程學系, 助理教授
[2]中原大學土木工程學系, 兼任助理教授
[3*]創優微圖股份有限公司, 助理工程師
[*]lclien@cycu.edu.tw

現階段國內營建工程人員大部分在施工現場仍透過現場紙本施工圖紙進行施作，按圖施工，其原因除了工程人員尚對於資訊科技應用力不從心；更多是對於建築資訊模型(Building Information Modeling, BIM)的應用不接地氣，現場工程人員仍認為 BIM 操作不便利且與實務應用面不符的情況，因此甚少研究人員提出有效整合施工圖紙的 BIM 應用成果；再者因 BIM 模型需要使用特定軟體或設備要求等因素，以至於施工檢討過後的 BIM 模型使用率不佳，最終致使工程施工現場及完工後與模型造成落差。

本研究主要目的為(1)提出 Forge Viewer 免費雲端平台應用構想，(2)提供 BIM 模型在建築、結構與機電系統碰撞檢討完成後，依據不同專業施工圖紙之需求，提出標準化的雲端分層分系統 BIM 模型劃分，讓使用者可以輕易的使用手機、平版或電腦，透過網路與掃描 QR code，除可直接查看傳統紙本圖紙外，亦可進到相對應圖紙範圍的 BIM 模型中觀看與操作：(3)再者，本研究提出在分層分系統的 BIM 模型中，建立現場測量套匯的基準點(線)，如此可在 BIM 模型查看的同時，運用基準點來對模型丈量物件與物件的相對幾何尺寸，並與現場進行對應，增加施工效率。

BIM 與 AR 整合系統在 VDC 應用之研究

何忠憲 [1*]、林祐正 [2]
[1*]國立臺北科技大學土木工程系, 碩士生
[2]國立臺北科技大學土木工程系, 教授
[*]t110428043@ntut.org.tw

受益於建築資訊模型(Building Information Modeling, BIM)所帶來的應用及其益處，營建產業也開始在不同的階段利用 BIM 模型虛擬的特性進行虛擬設計及施工(Virtual Design and Construction, VDC)，但以往在檢視 BIM 模型時受限於硬體上的限制，導致專案參與者無法在現場檢視 BIM 模型。而在專案現場，若是無法透過 BIM 模型進行可視化討論時，成員間僅能依靠自身的想像力來對專案細節進行討論。

近年來隨著科技的進步，擴增實境(Augment Reality, AR)等可視化技術也被導入到營建產業內，其目的就是為了改善以往檢視 BIM 模型時之硬體限制，而在導入 AR 技術後，成員間即可利用更加良好的可視化對專案進行討論。

但過去的研究卻只注重將 BIM 和 AR 整合在不同的應用上，例如：施工進度追蹤、成本控管及設施之維護管理等應用，缺乏對於在決定導入 AR 技術的使用時之導入情境分析。因此，本研究為建立整合 BIM 與 AR 技術應用在 VDC 時之導入流程，將利用兩種不同的使用情境，建立明確的角色關係與分工，最終建置一套簡易的 AR 系統。

而本研究利用案例導入執行後所帶來之成效，的確可讓欲導入 BIM 與 AR 技術之人員更加明確的瞭解在使用情境上需要進行的事前準備，及藉由明確的分工制度讓成員在專案中不會無所適從，而最終在討論專案細節時，也可藉由 BIM 與 AR 技術虛實整合後之效果提升專案討論效率。

預鑄工法及傳統工法的碳排放分析研究-以台灣某預鑄專案為例

韋家振[1]、李承哲[2*]、戴興偉[3]
[1]國立屏東科技大學土木工程系, 指導教授
[2*]國立屏東科技大學土木工程系, 碩士生
[*]cz181203@gmail.com

在聯合國環境總署 2020 年得報告中指出，建築占全球碳排放量的 38%，我國內政部也於 2022 年發布了「淨零建築路徑規劃」，目標 2050 年 100%新建築物達到近零碳建築，因此推動營建業轉型成了勢在必行的趨勢。作為建築的鋼筋混凝土，除了調整材料外，在澆鑄的工法上，由於環境、時間、耗材種類、人力需求及不確定性等複合因素的減少，預鑄工法擁有比傳統工法更精密的工藝能力。然而目前國內外比較兩種工法碳排放量的文獻尚少。因此本研究希望透過使用臺灣預鑄廠在某大型商場建案作為研究目標，研究方法使用系統邊界法以及建築資訊模型進行模擬計算。經本研究分析結果發現，預鑄工法在建造部分以及複合因素上，分別可以減少 46%以及 71%的碳排放量，就整體而言，本研究發現運輸距離對於預鑄工法是重要關鍵，預鑄工廠與現地距離低於 40 公里以下時，可以比傳統工法減少大約 48%的碳排放量，(相當於每公頃減少 15 公噸的碳排放量)，若運輸距離約為 120 公里時，預鑄工法則與一般傳統工法相差無異，可以作為學術與企業永續發展的參考。

AI 點雲處理及展示平台開發

陳大均[1*]、吳翌禎[2]、謝嘉聲[3]、蔡雪華[4]、吳建誠[5]、許貴棠[6]
[1*,4,5]中興工程顧問股份有限公司 南部工程中心, 工程師;
[2]國立高雄科技大學 土木工程系, 教授
[3]國立高雄科技大學 土木工程系, 副教授
[6]中興工程顧問股份有限公司 南部工程中心, 技術經理
[*]tcchen6870@mail.sinotech.com.tw
swchoi@mail.sinotech.com.tw
ccw6908@mail.sinotech.com.tw
kwu@nkust.edu.tw
hsieh@nkust.edu.tw
sgt0729@mail.sinotech.com.tw

雷射掃描儀以及數位攝影測量技術的發展，能有效為使用者提供真實現況的三維點雲模型，點雲為空間測量及現況掌握帶來便利性，但點雲本身僅帶有三維坐標及顏色資訊不具有屬性資訊，因此較難以被廣泛應用。本研究主要目的為透過點雲切割及點雲分類技術擴增點雲應用價值使得其三維資訊能被廣泛應用在不同領域。並建置展示平台雛型，整合 BIM、GIS 及點雲資訊，以利於工程資訊視覺化展示及管理。

道路工程 BIM 模型的地理標記資訊自動化建立研究

連立川[1*]、江芠昕[2]
[1*]中原大學土木工程學系, 助理教授
[2]中原大學土木工程學系, 學士生
[*]lclien@cycu.edu.tw

本研究旨在探討如何透過自動化程式將道路工程建築資訊模型(Building Information Modeling, BIM)轉換為地理標記式語言(Geography Markup Language, GML)格式的可擴展標記語言(Extensible Markup Language, XML)，以實現營建自動化目的。GML 能夠表示地理空間對象的空間數據和非空間屬性數據，包含了用於抽象幾何元素和具體點、線、多邊形空間幾何元素的類型定義，以及用於基礎地物類型的複雜類型定義；國內目前主要的 GML 網頁版檢視器為內政部營建署公共設施管線資料庫網站，並且有疑義檢查功能，輔助國內管線工程查核。現有 GML 的建置非常仰賴人工手動進行，人工的方法雖然可行，但並不符合營建自動化的概念，且錯誤機率非常高，須反覆修正。本研究使用 Dynamo 軟體編寫自動化程式，擷取 BIM 模型中的非幾何資訊，並以一個實際的道路工程為例，包含排水工程、汙水工程、共同管道工程、照明工程、自來水工程和整地道路工程等多個項目。根據公共設施管線資料標準，對模型中的設施設備進行研究，可根據不同類別的管線設施和設施設備，自動產生 GML 檔案。期望能透過自動化建立 GML 檔案，達成 BIM 與 GML 的資訊格式交換之目的，並有效減少營建專案的人力成本及作業時間。

Session I2

14:10-15:15　主持人：陳懿佐

TRACK2

Topic : 工程進度與成本管理 Project schedule and cost management

- **修繕工程導致工期增加之常見問題及解決方法**

  潭沛紋、楊智斌

- **從國內工程成本估價課程探討工程估價師制度**

  謝文靜、黃世昌

- **應用 BIM 於不固定作業排程系統之研究**

  楊鎧碩、范素玲

- **施工中廠商利潤率下降解決對策之研究**

  王虎山、楊智斌

- **多層級專案管理資訊系統運用於大型計畫之研究－以施工階段進度管理為例**

  陳瑞忠、林之謙、曾惠斌

- **建物修繕與重建之經濟可行性分析**

  鍾明展、曾浩璽

修繕工程導致工期增加之常見問題及解決方法摘要

譚沛紋[1*]、楊智斌[2]
[1*]國立中央大學土木工程學系營建管理碩士在職專班, 碩士生
[2]國立中央大學土木工程學系, 教授
cs198574930@gmail.com
jyhbin@ncu.edu.tw

老舊建築物最常見的處理方法為「重建」及「整建修繕」，當中選擇「整建修繕」又較為普遍。在修繕進度規劃中，承商常面臨各種因素致無法於規定期程完成施作，影響後續承商承接意願及業主修繕成本增加，鑒於修繕工程需求日漸增加，但逾期問題屢見不鮮，仍缺乏相關研究參考。藉由文獻及案例彙整歸納修繕項目，發現不同專案性質工程均可包含在內。以實際案例從承商角度探討修繕工程規劃，彙整影響進度因素及工期增加原因，最後分析延遲履約問題及提出解決方案之成果:一、修繕期程相較新建短，工序安排較緊湊，易致工程不連續，使承商需更多人力及時間完成，因此承攬時須再次確認現場並完成清圖作業而有相對應措施，降低逾期及界面問題風險。二、因部分施工，工區範圍通常較小，在動線受限下，業主須確認可供廢棄物及物料堆置地方以及說明相關規定，減少承商清搬運問題。三、圖面整合不易及現狀與預期不符，工程完成後，應將圖說歸檔，爾後規劃時需相關原始圖說確認並查證，必要時輔以設備；承商需提送相關人員證照、學經驗及相關資料提送業主備查，以降低非專業人員問題及後續修繕時相關資料可參考。四、釐清需求時，需充分溝通討論，並再次確認圖說是否正確或遺漏，降低變更。

從國內工程成本估價課程探討工程估價師制度

謝文靜[1*]、黃世昌[2]
[1*]國立陽明交通大學工學院工程技術管理組, 碩士生
[2]國立陽明交通大學土木工程系, 副教授
[*]w510608022.en10@nycu.edu.tw

工料測量(Quantity Surveying)體系源自於英國，而多數鄰近台灣周圍的國家，皆有獨立學習工程估價之學系，並擁有完整的估價制度，反觀國內土木教育，將工程估價專業併入營建管理中，教學著重於工料數量計算而缺少對整體工程成本的認知，授課師資也多數無實務經驗，以致學生初入職場因為經驗不足或理解錯誤而導致作業缺失影響投標結果、工程發包數量爭議等。

本研究係利用文獻回顧與專家訪談，探討目前(1)國內大學工程成本課程不足之處、(2)業界所需工程估價之專業能力、(3)依據訪談內容，以 SWOT 分析作整體分析，綜合以上結果擬出國內工程成本估價學程之規劃，以及建立國內工程估價師學會與制度之短中長期計畫，期能改善國內營造業無法接軌國際與長期缺乏人才之窘境。

本研究之國外案例以擁有完整工料測量體系之國家，如：中國、香港、日本、馬來西亞、新加坡計 5 所工料測量系大學的課程規劃為樣本，比較後得知，國外估價教育以跨領域學習方式，並重視實作課程與企業實習。

最後本研究建議，(1)以短中長期計畫建立國內工程估價制度、(2)國內大學導入工程成本估價學程，一則跨領域學習與非相關背景人才教育是未來趨勢與營造產業長期面臨的課題，二則養成國內工程估價專業性，將臺灣的營建工程接軌國際並開拓新視野。

應用 BIM 於不固定作業排程系統之研究

楊鎧碩[1*]、范素玲[2]
[1*]淡江大學土木工程系, 碩士生
[2]淡江大學土木工程系, 教授
[*]rizhi55@gmail.com

實際的工程專案中，作業之間的關係存在固定作業關係和不固定作業來關係。固定作業關係指施作順序固定不變之作業關係，而不固定作業關係則是因為資源或工區分區不同而改變的作業關係。

不固定作業關係隨著工區的分區方式而改變，因此本研究結合建築資訊模型（Building Information Modeling，BIM）使工區資訊可以自動擷取而應用於不固定作業關係之演算，並將演算方法透過系統實作並應用於實際案例，以驗證系統功能。

施工中廠商利潤率下降解決對策之研究

王虎山[1]、楊智斌[2]
[1]國立中央大學土木工程學系,碩士生
[2]國立中央大學土木工程學系,教授
tjuggle@kajima.com.tw
jyhbin@ncu.edu.tw

營造公司的生存在於工程取得之承攬，並遵循與客戶所簽訂之合約內容、確保安全及品質，並力行環境保護，最為重要是同時創造必要之利潤，使得一家企業能夠持續成長永續經營的基本需求。近年來大環境因素導致物價高漲、施工人力短缺、國際情勢影響、及疫情因素等，導致公共工程流標數次提高，已承攬進行中公共工程爭議不斷，綜觀其原因乃施工過程中受到各種外部、內部等因素干擾，導致施工承攬者風險提高利潤降低所致。因此，本次研究將藉由大型公共工程建築案件案例於工程承攬時，所面臨在施工過程中存在原估算利潤和執行預算差異、工程變更、結構體時發包和執行預算差異、裝修時發包廠商和執行預算差異、新冠疫情、部分驗收及分段查驗等之影響因素加以分析探討，找出履約經常性所面臨之問題，藉由認知影響關鍵因素消弭問題，及早加以排除減少爭議因素，進而降低損失提升獲利。

多層級專案管理資訊系統運用於大型計畫之研究-以施工階段進度管理為例

陳瑞忠[1*]、林之謙[2]、曾惠斌[3]
[1*]國立台灣大學土木工程系,碩士生
[2]國立台灣大學土木工程系,助理教授
[3]國立台灣大學土木工程系,教授
[*]P09521711@ntu.edu.tw

營建產業在技術及材料上持續發展與進步，工程執行與推動的複雜程度大增，加上近幾年的物價上漲、缺工缺料等不利工程推動的情況持續的發生，突顯好的專案管理的重要性，完善良好的專案管理可以讓工程專案在安全的前提下如期、如質、如預算的完成。

大型專案為利於管理，也為降低風險，會將專案分拆為數個子專案來執行與管理。每個子專案都仍是一個完整專案，需要完整的專案管理資訊系統來輔助專案管理，所有子專案執行成果需要彙整合併，才能掌握全案執行成果。本研究基於此架構下探討及研究的多層級專案管理資訊系統，系統架構包含專案層及子專案層，子專案層提供子專案完整專案管理系統功能模組來進行專案管理，專案層能將子專案層執行數據資料經由系統功能整合匯集至專案層級，使專案管理者透過系統功能既能掌握全專案的資訊，也能隨時查閱子專案層級的詳細資料。

本研究以大型專案的進度管理為例，以實際工程案例數據導入驗證本研究所提出的多層級專案管理資訊系統是否具體可行，期望能提供未來大型工程專案管理有一個更完善的管理工具能夠運用。

建物修繕與重建之經濟可行性分析

鍾明展[1*]、曾浩璽[2]
[1*]國立宜蘭大學土木工程系, 碩士生
[2]國立宜蘭大學土木工程系, 助理教授
[*]mydearfriends520@gmail.com

內政部推動住宅性能評估之政策，旨在提高建物的居住安全性和環境品質，然而內政部所推行的既有住宅性能評估政策卻並未達到預期效果，因為對住宅持有者而言，提升性能以達到指標所需之費用遠不如重建單純。根據內政部不動產資訊平台第民國 112 年第一季全國住宅之統計，住宅屋齡 30 年以上之占比率已高達 50.83%，且住宅之數量約為 900 萬(宅)，意旨將近 450 萬(宅)之屋齡超過 30 年以上。因此，本研究探討國內外既有住宅性能評估制度之指標，並蒐集性能損壞之資訊，提供一種易於檢核與評估建物性能之評價方法，並藉由概估修繕費用與重建造價，提供一成本與效益之比較分析，讓修繕或重建之決策更加具體，其內容分別為：(1)檢核評估項目彙整、(2)評價方法建置、(3)修繕技術彙整、(4)修繕費用彙整、(5)建物單位造價蒐集、(6)營建物價指數調整、(7)建物折舊率、(8)成本效益分析。本研究之終旨，是期望藉由此模式提升建物自行評估率，促進相關政策推動之效率，進而提升建築物安全性改善的比例。本研究將達成以下目標：

1、提供易於檢核與評估建物之性能評價方法。
2、提供檢核評估後之修繕方法參考與費用概估。
3、建立修繕與重建於經濟效益上之比較分析方法。
4、盼提升建物安全性改善的比例與市容美化。

Session J2

14:10-15:15　主持人：紀乃文

Topic： 永續營建與智慧城市 Sustainable construction and smart cities

- **以計畫行為理論探討營建從業人員減碳意圖與行為**

  王俊喬、黃忠發

- **高科技廠的環境措施面向與方法**

  全繹諺、張行道

- **碳盤查資料品質**

  陳彥豪、張行道

- **考慮不確定性之建築碳排放計算模式**

  黃文穎、王維志

- **公共工程碳足跡評估與盤查方式之探討－以社會住宅結構體工程爲例**

  吳倫旺、林聰能、蔡宜真、劉家揚、曾惠斌

- **以競爭優勢觀點做為企業 ESG 之理論基礎：理論推導與實證**

  顏宇岑、荷世平

以計畫行為理論探討營建從業人員減碳意圖與行為

王俊喬[1*]、黃忠發[2]
[1*]國立高雄科技大學土木工程系, 碩士生
[2]國立高雄科技大學土木工程系, 教授
[*]F110141113@nkust.edu.tw

營建業所耗費之地球能源甚多，在各國皆政府不斷加強減碳及氣候變遷相關政策立法下，本研究以「計畫行為理論模式」方向切入，瞭解其營建從業人員之減碳行為概況，並探討營建從業人員其參與減碳教育訓練意圖及未來策略。

本研究針對國內營建從業人員，利用問卷調查及分析，本研究共發出 292 份問卷，總計共回收 248 份，有效問卷率為 84.9%，透過 SPSS 統計軟體進行分析，其研究結果發現：

1. 當職位越高時，其知覺行為控制及參與碳排放教育訓練行為意圖則越高，換言之，基層工程師對於自身知覺行為及參與碳排放教育訓練行為意圖相對薄弱，從提升營建從業人員之主觀規範與知覺行為控制均有很大的助益，其中以提升知覺行為控制最具效果，而在構面分析部分知覺行為控制構面整體平均數為 (3.82 分)；相較於態度與主觀規範構面來說，為最低分。

2. 當知覺行為越強烈時，越易促進該行為之行為意圖，提升節能減碳行為。爾後於推廣此相關政策或教育訓練前，可先由提升營建從業人員其減碳、碳管理知識，加強基層工程師物料管理計算及建立正確營建廢棄物分類觀念，使營建從業人員認為自身能掌控此能力，藉由安排其素養之課程、演講，加強碳排放自我認知概念，提升其素質及參與碳排輔導意願，將有助於其順利推動。

高科技廠的環境措施面向與方法

全繹諺[1*]、張行道[2]
[1*]國立成功大學土木工程學系, 碩士生
[2]國立成功大學土木工程學系, 教授
[*]andygg211@gmail.com
anschang@mail.ncku.edu.tw

企業陸續採取環境措施以降低營運活動對環境的影響，並揭露於 ESG 永續報告書中。然而這些措施，是用在何面向，針對何種議題，採用的頻率如何，缺乏整理、分類，不易整體了解措施的內容與成效。

本研究為了解高科技公司永續報告書之環境措施，選取十家上市半導體或光電公司為個案，依循全球報告綱領(Global Reporting Initiative, GRI)300 系列歸納環境面向，再依措施方法、性質分類。

研究結果顯示，十家公司的 212 項環境措施中，以能源、水與放流水、排放面向較多，分別占 32、23、30%。管理類措施有 69%最多，第二層的「資源流程優化」有 32%最多，「設備支出」有 29%其次，技術類的「設備改善」占 12%。

一般公司可從能源、水與放流水、排放等三個面向著手，由資源、流程優化之措施開始，因較容易實施且成本低，接者著手於(廠務)設備支出類，其成本較資源、流程優化高一些，最後進行設備改善。

碳盤查資料品質

陳彥豪[1*]、張行道[2]
[1*]國立成功大學土木工程學系, 碩士生
[2]國立成功大學土木工程學系, 教授
[*]eric6010240@gmail.com
anschang@mail.ncku.edu.tw

近年來碳盤查成為國內重要議題，國內企業紛紛依照法規盤查組織的碳排放量，而碳排放量數字的可靠性取決於資料的品質。

為確定碳排放數字的可靠性，幫助組織更有效地收集與準備資料，本研究透過文獻回顧與案例公司實例，提出資料來源，及資料路徑的品質模型，評估案例公司碳盤查資料的來源與移動品質。

資料來源評估利用公司排放源的活動數據與排放係數評分，資料路徑評估利用資料在公司移動路徑評分。結果顯示，資料來源品質相同者，經過不同路徑，最後資料品質卻有差距，例如汽油及電力。由此可知，即使資料的來源品質佳，未經過良好的資料管理，資料品質仍會降低。

總結發現活動數據若非初級，資料移動路徑再好，資料品質較難提升。而資料來源可靠，若未經過良好的資料管理，最終的資料品質仍可能降低。

考慮不確定性之建築碳排放計算模式

黃文穎[1*]、王維志[2]
[1*]國立陽明交通大學土木工程系, 博士生；福建江夏學院工程學院, 講師
[2]國立陽明交通大學土木工程系, 教授
[*]huangwenying666@gmail.com

營建業資源消耗巨大，產生大量二氧化碳，對環境造成嚴重威脅，故量化並減少建築碳排放有重要意義。目前建築碳排放計算已有相關研究，但仍缺乏統一的建築碳排放計算模式，導致各計算結果難以對比分析。且建築碳排放計算大多為確定性結果，而計算過程不確定性來源眾多，計算結果可信度不足。

故本研究提出基於不確定分析的建築碳排放估算模式，亦即結合資料品質指標法，利用 Oracle Crystal Ball 進行蒙地卡羅模擬，得到建築碳排放量之範圍，判斷碳排放最不利情況。同時分析減碳策略之效果及經濟性，以利減碳策略之選擇，並再次透過蒙地卡羅模擬計算減碳後碳排放達到規定的可能性。以一實際住宅樓驗證該模式，結果顯示：(1)無論確定還是不確定性分析結果，建材生產在建築物化階段皆占比最高，為減碳重點。(2)95%置信區間內建築物化階段碳排放的最大值比確定性結果高 120.06t，故以往只關注碳排放之確定性結果，可能導致工程實際碳排放超過規定要求。(3)減碳策略的選擇應兼顧減碳效果和成本，例如將普通混凝土替換成再生骨料混凝土，可有效減碳，還能降低成本，為優選策略。(4)選用高性能建材策略應注意，有些高性能建材雖可減少建材用量，但其本身碳排放係數大大增加，導致整體碳排放增加。

公共工程碳足跡評估與盤查方式之探討-以社會住宅結構體工程爲例

吳倫旺[1*]、林聰能[2]、蔡宜真[3]、劉家揚[4]、曾惠斌[5]
[1*,2]國立台灣大學土木工程系, 博士生
[3,4]國立台灣大學土木工程系, 碩士生
[5]國立台灣大學土木工程系, 教授
[*]D10521040@ntu.edu.tw

面對溫室效應氣候變遷之衝擊，節能減碳成為世界各個國家或地區需共同面對的焦點議題。從 1997 年「京都議定書」到 2015 年「巴黎協定」再到 2021 年「格拉斯哥氣候協議」等國際決議，無不都在積極推動各項減碳政策及措施。為邁向 2050 淨零排放，台灣內政部於宣佈，2023 年度起住都中心招標的社會住宅及公辦都更建物，將率先全面導入「新建住宅效能標示 1 級」制度。但是現階段台灣對於社會住宅工程碳足跡評估與盤查驗證，僅有部分案例分享經驗，缺乏相關的作業流程與技術指引，僅公路總局有針對道路工程，鐵道局有針對鐵道工程擬定碳管理架構，惟該架構並未完整。本研究結合多個社會住宅實際工程案例，先以結構體施工階段爲例，針對工程類別判定、盤查範圍、產品系統邊界、計算範疇、活動數據及排放係數等，提出增修建議，研擬社會住宅工程碳足跡評估與盤查作業流程和方式，並藉由專家訪談或導入專案試行，驗證全生命週期碳足跡評估與盤查作業流程可行性，俾利後續專案執行之依據，落實節能減碳與溫室氣體減量之目標。

以競爭優勢觀點做為企業 ESG 之理論基礎：理論推導與實證

顏宇岑[1*]、荷世平[2]
[1*]國立臺灣大學土木工程學系, 碩士生
[2]國立臺灣大學土木工程學系, 教授
[*]r10521702@ntu.edu.tw

ESG 是對企業在環境、社會和治理層面的表現進行評估，以評估其永續經營績效的方法，具有永續性和協調發展的價值。由於金融危機、疫情和全球性天災等事件的影響，全球對永續性發展項目關注越來越高。聯合國提出的永續發展目標（SDGs）不僅成為各國努力的方向，企業更被視為實現全球永續發展的重要合作夥伴。本研究的目的是探討企業如何與永續發展目標同步進行，並將其納入企業策略中，以保持競爭優勢。研究提供有關企業在 ESG 準則和永續發展目標下制定策略的洞察和建議，以促進全球永續發展的實現。

首先進行文獻回顧，提出了以公司 ESG 舉措為核心的持續競爭優勢概念架構。然後，通過計量實證分析方法，探討影響消費者對 ESG 優良公司產品購買意願的因素和層面關係。研究建立相應的計量模型、變數和假說，並設計調查問卷來收集數據。接著，研究分析各因素對消費者購買意願的影響程度，並驗證和比較研究的假說與實證數據。根據研究結果，當公司制定策略時，不僅要關注傳統的產業結構定位，還要考慮企業在永續發展項目上的競爭方向。公司應重視 ESG 本身所帶來的核心價值，並考慮與環境和社會的互動關係，以滿足消費者的期望，同時創造持續的競爭優勢。

NOTE

Session A3

15:25-16:30　主持人：李欣運

Topic : 永續營建與智慧城市 Sustainable construction and smart cities

- **內部碳定價作為企業碳管理之效益實證:以臺灣上市櫃公司為例**

  郭晉圻、荷世平

- **Forecasting Regional Energy Consumption by Jellyfish Search-optimized Convolutional-based Deep Learning**

  Ngoc-Quang Nguyen, Hoang-Minh Nguyen and Jui-Sheng Chou

- **Assessing Embodied carbon emissions of various building types in Indonesia using IO-LCA**

  Tamara Jennifer Carolina and Cathy C. W. Hung

- **Space Planning and Conflict Resolution in Interior Renovation Projects**

  Lin Na Chiang, Hui-Ping Tserng, Ying-Chieh Chan and Achille Wendyam Tapsoba

- **Quantifying Life Cycle Carbon Emissions of Typical Residential Buildings in Indonesia with Local Inventory Data**

  Daniel Laurent Hussein and Cathy C.W. Hung

內部碳定價作為企業碳管理之效益實證:以臺灣上市櫃公司為例

郭晉圻[1*]、荷世平[2]
[1*]國立臺灣大學土木工程學系,碩士生
[2]國立臺灣大學土木工程學系,教授
[*]r10521705@ntu.edu.tw

本研究旨在探討企業內部碳定價政策（ICP）對碳管理聲譽（CMR）與碳排放強度（INR）的影響，採用了 CDP 的資料庫來獲取企業的碳管理數據，並透過多種計量模型實證分析，提出五個假說以理解本研究之目的。

從實證結果來說我們證實了企業採用 ICP 確實可以提升 CMR。而 ETS 的存在可能對 CMR 表現產生了降低的效果。此外，我們的實證結果並未證明 ICP 可以降低 INR，僅採用 ICP 的企業在降低 INR 的影響上並不顯著。反之，未採用 ICP 而參與 ETS 的企業可以顯著降低碳排放。而同時採用 ICP 與 ETS 的企業在短期內可能會面臨轉型投資等挑戰，導致 INR 增加。最後，我們利用 CMR 以及新的應變數 INRCAGR 來探討內部碳價格之影響。結果顯示，雖然 ICP 價格對 CMR 並無明顯影響，但對 INRCAGR 呈現顯著負向關係，每 1 美元的 ICP 價格增加，將導致碳排強度變化率降低 0.028。這證明了我們對於企業設定較高的內部碳價格確實會改善其 INR 之假說。

整體而言，本研究證實了企業採用 ICP 與其碳管理聲譽有正向關聯，且設定較高的內部碳價格可以改善 INR。然而，ICP 對降低 INR 的影響受許多因素影響，包括企業是否同時參與 ETS、轉型投資以及政策執行等。此研究的發現有助於深化我們對於 ICP 如何影響企業碳管理行為的理解，並可以為相關政策、企業策略乃至於後續研究提供參考。

Forecasting Regional Energy Consumption by Jellyfish Search-optimized Convolutional-based Deep Learning

Ngoc-Quang Nguyen[1], Hoang-Minh Nguyen[2], Jui-Sheng Chou[3]
[1] Master Student, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[2] Ph.D. Candidate, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[3] Chair Professor, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
m10905858@mail.ntust.edu.tw
d11005813@mail.ntust.edu.tw
jschou@mail.ntust.edu.tw

The energy sector must achieve a delicate balance between energy supply and demand. Highly accurate energy consumption forecasts can help plant operators achieve this goal. In this study, various techniques from three artificial intelligence categories, namely convolutional neural networks (CNNs), machine learning (ML), and time-series deep learning (DL), were applied to predict short-term regional energy consumption from a power company. An image conversion process was proposed to utilize the powerful image-processing capabilities of CNNs, in which numerical matrices of input values created by the sliding-window technique are encoded into two-dimensional grayscale images as input for CNN models. The proposed method outperformed conventional numerical input methods. Then, the best ML and time-series DL models were combined into ensemble models with ImageNet-winning CNN architectures based on the rationale of utilizing the strengths of each approach and compensating for their limitations. However, the ensemble models had lower performance than CNN alone. Moreover, various leading models performing single-step or multistep forecasting and models that use seasonal or annual data were constructed. The performance of all the constructed models was evaluated, and the most efficient models were determined as proposed models. Finally, a nature-inspired optimization algorithm, namely jellyfish search, was used to fine-tune the proposed models' hyperparameters to minimize prediction error. The results revealed that the JS fine-tuning of hyperparameters significantly enhanced the precision of the CNN models, resulting in a MAPE improvement range of 4.4% to 17.5% compared to the default models. The proposed models can help utilities plan daily power allocation and match supply and demand to maintain a stable power system.

Assessing Embodied carbon emissions of various building types in Indonesia using IO-LCA

Tamara Jennifer Carolina[1], Cathy C. W. Hung[2*]
[1]Master's Student, Department of Civil Engineering, NTUST, Taipei, Taiwan.
[2*] Assistant Professor, Department of Civil Engineering, NTUST, Taipei, Taiwan.
[*]hungcathy@mail.ntust.edu.tw

Life Cycle Assessment is one of the recognized methods to evaluate the environmental impact of product or a defined process. While several Asian countries have comprehensively conduct LCA studies, there is still distinct absence of interest in adopting LCA for building and construction projects in Indonesia. In the prior studies, building LCAs in Indonesia have been primarily concentrating on the environmental impact of specific building types with less attention given to comparing various building types. Additionally, lack of localized data of emission factors and supply chain activities make performing LCA can be significantly challenging.

This research uses Input-Output (IO) analysis approach with process-based LCA to estimate the construction-related emissions of 3 building types in Indonesia, by considering the local intersectoral economic relationships. Several conversation procedures are performed to ensure the emission factors are updated and regionalized. The building information, data and emission factor are derived from bill of quantity, Indonesia and EORA IO tables and Simapro database, and then used to estimate more reliable CO2e emissions in the context of Indonesia.

The results state that with the use of Simapro's emission factors directly would lead to significantly underestimation for Indonesia cases. Among three project types, residential building has the highest GHG embodied emissions per square meter at 439.08 $kgCO_2e/m^2$, followed by commercial and educational building at 340.61 and 329.47 $kgCO_2e/m^2$ respectively. The steel sector and cement sector contribute for 35-50% of the overall embodied emissions. It is important to note that data source of emission factors, building type (structure), and quantity of building materials are critical factors affecting GHG embodied emission. This study emphasizes the importance of refining estimation methods, addressing sector-specific emissions, and considering various factors for more accurate carbon emission assessment.

Space Planning and Conflict Resolution in Interior Renovation Projects

Chiang Lin Na[1*], Hui-Ping Tserng[2], Ying-Chieh Chan[3], Achille Wendyam TAPSOBA[4]
[1*] PhD Student, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[2]Professor, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[3]Assistant Professor, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[4]Master, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[*]tinailoveyou99@gmail.com

Poor safety and low productivity have been long-standing issues in the construction industry, making the workspace a critical resource. Space planning can enhance both workplace safety and productivity. However, project schedules and workspace are severely constrained in renovation projects, making space conflicts unavoidable. In recent years, the renovation industry in Taiwan has flourished, with the use of new and old materials and innovative construction methods reflecting Taiwan's progressive approach to building renovations. However, workspace conflicts remain a hindrance to execution.

Furthermore, the workspace on construction sites refers to the space required for on-site workers, equipment, and materials to perform construction activities safely and efficiently. Workspace conflicts can be an event or a series of events that may result in schedule delays, interruptions, or jeopardize specific operations or the entire project. Workspace conflicts can be a real constraint on operations. Therefore, proper workspace planning becomes a critical resource. Well-planned workspace can improve safety on construction sites, reduce project duration and costs, and ensure quality deliverables. Engaging in workspace planning and conflict resolution may be an appropriate approach to mitigate safety and productivity issues in building renovations.

Workspace conflicts have become a significant factor in ensuring the safe and effective execution of construction operations. However, properly planning required workspaces is a valuable resource for construction projects. Therefore, the implementation of research findings on construction sites is essential. Furthermore, a literature review demonstrates that past significant studies have proposed methods and found solutions to improve workspace planning and address conflicts. Unfortunately, workspace conflicts continue to persist on construction sites. The first contribution of this study is to identify the gaps and propose prospects to bridge the divide between theory and reality. Additionally, since on-site engineers typically rely on their professional knowledge to plan and manage workspaces, this research aids in finding standard operating procedures. The proposed procedures may assist engineers and serve as step-by-step instructions for practitioners in conducting daily workspace planning and management operations. Furthermore, the highly realistic model presented in this study suggests the necessity of dedicated software for workspace planning and management. The designs, concepts, and functionalities developed in this research can serve as a reference for tool development. In conclusion, the outcomes of this study create opportunities for future research and the implementation of standardized procedures and software products for workspace planning and management.

Quantifying Life Cycle Carbon Emissions of Typical Residential Buildings in Indonesia with Local Inventory Data

Daniel Laurent Hussein[1], Cathy C.W. Hung[2*]
[1] Master's Student, Department of Civil Engineering, NTUST, Taipei, Taiwan.
[2*] Assistant Professor, Department of Civil Engineering, NTUST, Taipei, Taiwan
[*]hungcathy@mail.ntust.edu.tw

Buildings are known as a significant contributor to global CO_2 emissions, emphasizing the need for effective mitigation measures in this sector. Life cycle assessment (LCA) is a well-known tool for evaluating the environmental impacts of buildings throughout the product stage, construction stage, and use stage. Yet, the validity of LCA results is directly related to local inventory data reflecting regional characteristics, production processes, and emission factors. Primary data collection is resource-intensive and time-consuming, especially in most of Asian developing regions. Existing LCA studies on buildings in Indonesia generally use accessible inventory data directly from data sources which may lead to underestimating the calculated impacts or emissions.

The study aims to address the gap by conducting an LCA using local inventory data in the cases of two residential buildings in Indonesia: single-family buildings (SFB) and multi-family buildings (MFB) with lifespan of 50 years. Also, the results of local and non-local inventory data (OpenLCA) are compared to reflect the difference in LCA outcome.

The results demonstrate that CO_2 emissions emitted in operational use stage are the major contributor throughout the life cycle, accounting for 76-87% of total emissions. In the case of SFB, concrete exhibits the highest embodied CO_2 contribution, while in the case of MFB, both steel and concrete are responsible for majority of the embodied CO_2 emissions. The estimated CO_2 emissions using localized inventory data reveal higher for both SFB and MFB compared to OpenLCA inventory data. Consequently, relying on OpenLCA (non-local) data may lead to inconsistent decision-making. This study is one of the first LCAs of buildings in Indonesia that incorporates local inventory data. It serves to underscore the importance of regionalization in assessing environmental impacts since they can vary significantly based on local factors.

Session B3

15:25-16:30　主持人：鄭明淵

Topic : 工程進度與成本管理 Project schedule and cost management

- **運用建築資訊模型(BIM)以輔助查核營建工程估驗計價**

  趙芃毅、紀乃文、翁紹偉、陳世昕、鄭裕仁、高明秀、王維志

- **天候與自然災害影響建築工程工期之研究**

  張芳慈、姚乃嘉

- **Incorporating Impact of Rain in Scheduling of Building Structures**

  Stefan Tjiptowiyono and I-Tung Yang

- **Multi-objective Decision Making in Pavement Maintenance and Rehabilitation**

  Zahra Alya Darojati and I-Tung Yang

- **Exploring Barriers of Implementing Earned Value Management from the Perspective of Construction Industry: A Literature Review－Based Research**

  Ianatul Hamdiyah and Jyh-Bin Yang

運用建築資訊模型(BIM)以輔助查核營建工程估驗計價

趙芃毅[1*]、紀乃文[2]、翁紹偉[3]、陳世昕[4]、鄭裕仁[5]、高明秀[6]、王維志[7]
[1*]國立陽明交通大學土木工程系, 碩士生
[2]國立臺北科技大學土木工程系, 助理教授
[3]長佳成工程資訊整合有限公司, 博士
[4]國立交通大學土木工程系, 碩士
[5]國立陽明交通大學土木工程系, 博士生
[6]國立陽明交通大學土木工程系, 助理教授
[7]國立陽明交通大學土木工程系, 教授
[*]cfctxmyi.en10@nycu.edu.tw

隨著建築物規模擴大和復雜性增加，可順利執行營建工程每個月的估驗計價作業，乃是施工階段工程管理成功的基礎。惟實務上，除了工地現場工程人員外，工程主管與行政人員大都無法清楚每個月已施作的工程項目(或成本項目)要進行估驗計價，且其估驗數量應為多少，較難以 2D 書面文件而快速理解所要估驗計價之工項內容(例如估驗工項之位置、形體等)，以致估驗計價內容之確認更為曠日費時，故若能透過 3D 方式呈現，應有利加速各方對於估驗數量的認定。

本研究建立一套建築資訊模型(BIM)以輔助查核營建工程估驗計價之管理系統。此系統包括六個模組，首先，透過 BIM 建立模型與估驗計價資訊(模組 1)，藉由匯出 BIM 元件明細表於估驗計價輔助查核系統中，以對應 BIM 元件與估驗計價工項之關聯(模組 2)；其次，透過建立估驗計價所需資訊(模組 3)，將其資訊與 BIM 元件存入 MySQL 資料庫(模組 4)，並開發 3D 視覺化輔助施工廠商點選 BIM 元件以利查詢與填報估驗計價資訊(模組 5)；最後，業主與監造單位可透過 3D 視覺化方式，查核本期(或累計)估驗計價範圍與高亮選擇之估驗計價 BIM 元件(模組 6)。本研究以北部實際建築工程為測試案例，探討所提系統之可行性。

天候與自然災害影響建築工程工期之研究

張芳慈[1*]、姚乃嘉[2]
[1*]國立中央大學土木工程學系營建管理碩士班, 碩士生
[2]國立中央大學土木工程學系營建管理碩士班, 教授
[*]smilelove525885@gmail.com

因人類大量的開發與發展導致氣溫逐漸上升，造成自然界的循環慘遭破壞，使世界各地紛紛受到「全球暖化」和「氣候變遷」之影響，本就容易受天候外力影響的營建工程，極易因為天候因素與自然災害導致工程工期之延宕。但就目前工程契約中對於天候可展延工期之規定並非相當明確，亦即並非每項工程可展延工期之因素與條件都有詳細的規定和規範。

本研究以營建工程中的建築工程為基礎，首先理解建築工程中的工程項目與作業項目，再來進行相關文獻回顧、蒐集過往工程案例與工程契約條文，針對因天候因素得以展延工期之約定情況，進行統整分析「天候影響工期展延」的天候類別以及影響工程項目之種類與條件；其次尋找從事建築工程相關業務的營造廠商、顧問公司、專家和機關進行問卷調查，彙整分析後以利專家訪談中做使用；針對問卷之答覆與專家進行討論，完成「因天候因素展延工期之標準」之初步調查，彙整分析專家之意見綜合提出本文之結論與建議，希望透過初步調查可以處理天候因素在建築工程展延工期上所面臨到的問題，並給於修正之建議，以提升規範執行之可行性，供未來訂定契約相關條文時之參考。

Incorporating Impact of Rain in Scheduling of Building Structures

Stefan Tjiptowiyono[1], I-Tung Yang[2]
[1]Master's Student, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[2] Professor, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
stefantjip@gmail.com
ityang@mail.ntust.edu.tw

RainPlan is a major source of uncertainty in outdoor operations, which can significantly impact the duration of tasks and the overall scheduling of projects. This concern greatly affects building construction projects, where the activity usually involves concrete and steel-related activities. This study proposed RainPlan, a simulation system that incorporates rainfall data to estimate the duration needed for the activity to finish for building construction projects. RainPlan incorporates historical precipitation records and uses Monte Carlo Simulation to generate the rain value, fuzzy techniques that relate to categorizing the level of rain, and experts' opinions regarding the impact of rain on the activities. RainPlan's response will be evaluated with a storage warehouse case study. The case study result is compared against traditional scheduling methods, which don't take rain into account. The result shows that rain has quite a significant impact that may lead to disaster delays. A further analysis is also conducted where the project starting time is changed and the city is changed. Different starting times will affect the duration needed to complete the project; a different city will generate a completely different result from other cities since each city has its own historical precipitation record. Our finding suggests that incorporating rain-informed duration estimation into building construction scheduling simulations can lead to more robust and efficient project scheduling, particularly in outdoor operations that are sensitive to weather conditions. RainPlan offers a valuable tool for project managers to improve scheduling accuracy and optimize project outcomes.

Multi-objective Decision Making in Pavement Maintenance and Rehabilitation

Zahra Alya Darojati[1*], I-Tung Yang[2]
[1*] Master's Student, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[2] Professor, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[*]zahradarojati@gmail.com

Pavement Management Systems (PMS) are essential for maintaining and improving pavement conditions while managing local finances. A comprehensive pavement deterioration model with a sufficient database is crucial for achieving reliable predictions. This study utilized pavement distress information from Long-Term Pavement Performance (LTPP) to calculate the sigmoid parameter of the pavement performance master curve using Pavement Condition Index (PCI) in Micro-PAVER. The proposed framework, Multi-objective Maintenance Strategy (MOMS), integrates the master curve with optimization using Non-dominated Sorting Algorithm-II (NSGA-II) and Multi-Objective Particle Swarm Optimization (MOPSO) algorithms. MOMS determines strategic Maintenance and Rehabilitation (M&R) plans for 1043 pavement sections in Taiwan, aiming to maximize average condition and minimize overall costs over a five-year period. The results yield Pareto fronts with 17 non-dominated solutions for NSGA-II and 14 for MOPSO. NSGA-II outperforms MOPSO in terms of cost and hypervolume. Scenarios are conducted to support decision-making based on the outcomes of NSGA-II. The proposed framework provides valuable insights and tools for establishing expectations and guiding appropriate M&R strategies.

Exploring Barriers of Implementing Earned Value Management from the Perspective of Construction Industry: A Literature Review-Based Research

Ianatul Hamdiyah[1*], Jyh-Bin Yang[2]
[1*] Graduate Student, Graduate Institute of Construction Engineering and Management, Department of Civil Engineering, National Central University, Zhongli, Taiwan.
[2]Professor, Graduate Institute of Construction Engineering and Management, Department of Civil Engineering, National Central University, Zhongli, Taiwan.
[*]ianatulhamdiyah.21@gmail.com
jyhbin@ncu.edu.tw

The construction industry often faces significant challenges related to poor project performance, with cost overruns being a prominent problem. To address this issue, earned value management (EVM) has been introduced as a powerful tool for performance measurement and forecasting with the potential to enhance project success. This research discussion focuses on two key aspects: barriers to EVM implementation and approaches to improving its implementation in the construction industry. In order to gain a comprehensive understanding of the topic, a systematic review of the existing literature was conducted. The findings of this study highlight common barriers mentioned by previous researchers, such as people-related problems (e.g., lack of understanding, leadership attitudes, inaccurate performance appraisals), organization-related problems (e.g., distrust and pressure to report good news/fear of transparency), and finance-related problems (e.g., invest in necessary resources and training). Furthermore, this study also highlights a strategy to enhance EVM implementation in construction industry. Despite EVM being a widely accepted methodology, its adoption is not yet prevalent across the construction industry and its application is frequently limited. As a result, it is recommended that significant efforts be made to enhance the level of EVM application within the construction industry.

Session C3

15:25-16:30　主持人：陳維東

Topic： 其他營建工程與管理相關課題 Others

- **探討安全教育訓練、正念覺察及安全氛圍對營造業安全行為與職業傷害之關聯**

  許育翰、洪嫦闈

- **統包工程廠商績效評量指標之探討-以公共工程施工品質查核制度為例**

  曾界升、莊坤諺、曾惠斌

- **探究年報及企業社會責任報告書之文字情緒及 ESG 披露 與企業財務績效之關聯性**

  傅安邦、張芷綺、洪嫦闈

- **AR 擴增實境於防救災教育推廣之應用**

  許博淵、陳智謀、孫天邦、葉禹廷

- **運用層級分析法探討拆除工程發包之關鍵因素-以公共工程為例**

  陳奕嘉、王裕仁

探討安全教育訓練、正念覺察及安全氛圍對營造業安全行為與職業傷害之關聯

許育翰[1]、洪嫦闈[2*]
[1]國立台灣科技大學營建工程系, 碩士生
[2*]國立台灣科技大學營建工程系, 助理教授
[*]hungcathy@mail.ntust.edu.tw

營造業長年居各產業發生重大職災死亡人數的首位，主要肇因可追溯至人員的不安全行為，為有效降低發生不安全行為的可能性，進而探討「安全教育訓練」、「正念覺察」、「安全氛圍」對於個人行為的影響，並延伸至「未遂傷害及職業傷害」以完整研究假設模型。

首先透過文獻回顧確立研究假設與問卷設計，彙整潛在變數間的關係與影響，包括「安全教育訓練」、「正念覺察」、與「安全氛圍」(二階六因子)等；(不)安全行為區分為「安全參與」、「違反」、「錯誤」，並以「未遂傷害和職業傷害」作為評估職業傷害是否會發生的指標，共 55 題問項。分析過程採用信效度分析、驗證性因素、結構方程模型以驗證各變項間的因果關係，以及「安全氛圍」的中介與調節效果。

依有效問卷 380 份的結果顯示，「安全教育訓練」、「正念覺察」與「違反」、「錯誤」呈負相關，進而降低「未遂傷害和職業傷害」。「安全氛圍」在「安全教育訓練」、「正念覺察」與「(不)安全行為」的部分關係間扮演了中介、調節的角色，但對「未遂傷害和職業傷害」的影響有限。如欲降低國內營造業「未遂傷害和職業傷害」，仍需以強化「安全教育訓練」與提升「正念覺察」為主，可有助於降低人員發生職災的可能性。

統包工程廠商績效評量指標之探討-以公共工程施工品質查核制度為例

曾界升[1*]、莊坤諺[2]、曾惠斌[3]
[1*]國立台灣大學土木工程系營建管理組, 碩士生
[2]國立台灣大學土木工程系營建管理組, 博士候選人
[3]國立台灣大學土木工程系營建管理組, 教授
[*]jason1120ntu@gmail.com

公共工程與社會大眾息息相關，自「統包實施辦法」頒布實施以後，公共工程統包採購具有法源依據，國內營建工程採用統包工程案例近十年來與日俱增。然而公共工程之團隊成員眾多，利害關係人介面複雜，還要面對自然環境中的許多不確定因素，不能完全按照既定的計畫或步驟執行。據此，各項工程品質查核執行方向及精進作為，值得本研究進一步探討。 國內統包之公共工程施工品質查核制度與自我查核機制，仍有待進步空間，本研究旨在探討及建構廠商自我施工品質查核指標。以廣慈博愛園區整體開發計畫 A、B 標統包工程之個案，採計 2018 年 9 月至 2022 年 3 月會議紀錄加上查核資料，共計 26,163 項研究個案的缺失查核事項為範圍。研究分析茲依據行政院公共工程委員會為提升公共工程品質，採行之三層級品管制度，採平衡計分卡模式歸納出 4 個主構面、輔以開放式譯碼分析收斂出 12 個次構面。藉此，設計層級分析法之專家問卷，於 2023 年 4 月至 5 月間進行共計 15 位專家學者的約訪與資料蒐集。根據研究結果，本研究建構一單化的廠商自我施工品質查核指標：所得之廠商自我缺失查核權重，以 C1、施工類管制之指標配分最重(8.19 分)，其次為 B3、施工品質之指標配分居次(8.13 分)，再者為 C2、材料類管制之指標配分次高(8.13 分)。

探究年報及企業社會責任報告書之文字情緒及 ESG 披露與企業財務績效之關聯性

傅安邦[1]、張芷綺[2]、洪嫦闈[3*]
[1]國立台灣科技大學營建工程系, 碩士生
[2]國立台灣科技大學營建工程系, 大學生
[3*]國立台灣科技大學營建工程系, 助理教授
[*]hungcathy@mail.ntust.edu.tw

年報及企業社會責任報告書為公司和投資者溝通之重要管道，文本內之量化數值與質化資訊隱含許多重要訊息，然而過往研究多專注於量化數值，近期方有研究開始投入質化資訊分析。至今已有不少國內外研究依據文本內詞彙特性將質化資訊進行分類並編撰為辭典或詞彙庫，作為評估文本情緒及資訊披露程度的基礎。然而已建置之文字情緒與 ESG 詞彙庫尚缺乏針對土木營造行業編撰之詞彙表，因此若直接套用恐會造成誤判，繼而產生偏差結果。故本研究目的是以國內外已建置之詞彙庫為基礎，就國內營造建材上市櫃企業的年報及企業社會責任報告書用字特質，擴充土木領域之情緒詞彙及 ESG 詞彙，並探究年報文字情緒及企業社會責任報告書 ESG 訊息披露量與當年企業財務績效的關係。

本研究以臺灣營造建材上市櫃企業為研究對象，研究期間由 2016 至 2020 年 343 筆公司年報及 92 筆企業社會責任報告書為樣本進行多元回歸分析，結果顯示「致股東報告書」文字正面情緒與當年企業財務績效無顯著相關；「致股東報告書」負面文字情緒則與當年企業財務績效呈顯著負相關。而「經營者的話」ESG 資訊披露量和當年企業財務績效呈顯著負相關。

AR 擴增實境於防救災教育推廣之應用

許博淵 [1*]、陳智謀 [2]
[1*]國立高雄科技大學土木工程系, 助理教授
[2]國立屏東科技大學土木工程系, 助理教授
[*]sbyhome@nkust,edu,tw

在防災和救災領域中，教育和意識提升對於個人和社區更好地應對災害並減少損失至關重要。然而，傳統的防救災教育推廣方法存在一些挑戰，包括缺乏互動性、缺乏真實感和難以理解抽象概念等，可能限制了推廣的效果。為解決這些挑戰，擴增實境（Augmented Reality，AR）技術提供了一個切實可行的解決方案。AR 技術結合了虛擬和現實世界的元素，通過在真實環境中呈現虛擬對象，為使用者提供一種身臨其境的體驗。在多個領域，AR 技術已經取得成功應用。本研究的目的是探討如何應用 AR-SandBox 沙盒來推廣防救災教育，透過結合實體沙盒和投影技術的互動工具，模擬各種地形和自然災害場景。

AR-SandBox 沙盒讓使用者能夠真實觀察、探索和學習有關地理地貌和災害的知識，並學習逃生路線。為了適應不同需求方的現有設備、展覽場地和搬運，改良沙盒成可調式、拆卸式設計，以便根據不同尺寸的沙盒和單槍投射設備進行調整。為了增強學習效果，另新增了海平面的上升和下降功能，並開發了外接控制器，讓使用者能夠更方便地操作 AR-SandBox 沙盒。透過控制器，使用者可以改變海平面的上升和下降、模擬定點降雨和乾旱情境，以及觀察洪水氾濫的成災路徑。

透過互動式沙盒的學習，學生更能夠直觀地觀察和學習地理、地形、水文循環等相關知識，並認識等高線、集水區、山脊線（分水嶺）、河谷線、鞍部等地形特徵。此外，也能夠了解環境變遷下海平面上升所帶來的影響。研究結果顯示，使用 AR-SandBox 沙盒在提昇教育學習成效上具有明確且肯定的成果，有超過 71.4%的學生對其表現予以高度肯定。透過在科工館和社區等場所進行的展覽，能夠提高公眾的整體防災素養和認知，促進社會的災害風險管理和減災意識。未來，將進一步研究和開發更多基於擴增實境的防災教育工具，以進一步推動災害風險管理和減災意識在社會中的應用。

運用層級分析法探討拆除工程發包之關鍵因素-以公共工程為例

陳奕嘉[1*]、王裕仁[2]
[1*]國立高雄科技大學 土木工程與防災科技研究所, 碩士在職研究生
[2]國立高雄科技大學土木工程系, 教授
*taichen1233@gmail.com

根據內政部不動產資訊平台統計，截至 112 年第一季全國 30 年以上建築超過 460 萬戶，隨著都市更新及發展，各種拆除類型之公共工程專案也日趨龐大及複雜化，對於施工機具和廠商的需求與日俱增。

拆除工程為建築物生命週期必經之路，但以往拆除工程以最低標方式發包導致施工廠商削價搶標及施工廠商素質參差不齊之情形，而忽略工安及施工相關議題。

因此近年來公共工程為提升施工安全與效率，除了增加重大工程需另外審議計畫外、調整施工規範及規劃等等，其中最重要的就是改變了拆除工程發包之策略，如何利用發包的方式在諸多的施工廠商中，如何客觀的評選出適合的施工廠商，以降低因考量不周所導致的風險，並挑選良好的廠商及利用相關配套措施提升拆除工程之效益。

本研究之目的期望運用層級分析法探討影響拆除工程執行成效之關鍵因素，根據文獻以及公部門專家的經驗歸納選商的主要考量因素及變數，並建立分析之層級關係，再以層級分析法(AHP)，決定各層級變數間相互之權重，以利未來機關尋找承攬廠商時，應該如何選擇其承包商之評估因素及衡量變數之權重，才能將發包策略作出最佳運用，提升施工執行效益。

Session D3

15:25-16:30　主持人：潘乃欣

Topic： 設計與施工管理 Plan, design, and construction management

- **高雄國際機場擴建施工階段平行分標間界面管理作業模式之研究**
  郭裕昂、姚乃嘉
- **特殊大跨徑橋梁碳足跡分析及減碳策略之研究：以「安心橋」為例**
  李家振、荷世平
- **BIPV 太陽能板應用於建築立面設計最佳化之評估**
  楊裕閔、陳怡兆
- **Multi-Objective Pile Foundation Design Using Metaheuristic-Integrated PLAXIS 2D API**
  Ana Yelina Arif, Min-Yuan Cheng and Moh Nur Sholeh
- **A Stochastic Cash Flow Forecasting Simulation Model at Company Level for Contractor Enterprises in Making Decisions on Future Contracts**
  Xuan Thinh Nguyen and Hsin-Yun Lee

高雄國際機場擴建施工階段平行分標間界面管理作業模式之研究

郭裕昂[1*]、姚乃嘉[2]
[1*]國立中央大學土木工程學系營建管理碩士班, 碩士生
[2]國立中央大學土木工程學系營建管理碩士班, 教授
[*]w123wwi88@gmail.com

大型交通建設之高雄國際機場擴建施工階段需要整合不同類型專業的作業項目，也可能因管理思維模式不同而產生各種專案間之平行分標界面，其風險有別於簡單的工程。因此，本研究首先透過文獻回顧，綜整大型交通建設因平行分標產生的界面問題與其界面管理作業模式，並嘗試應用於高雄國際機場擴建之專案中。

本研究藉由文獻整理之成果，並結合國際機場工程之特性與已知風險，綜整與發想成第一階段訪談內容，探詢國際機場專家問題與共同討論後，藉由訪談成果提出高雄國際機場擴建施工階段可行之分標原則、平行分標界面問題，接著將界面問題綜整與發想第二階段訪談內容，透過訪談現地專家，釐清國際機場施工階段平行分標間產生界面問題之發生的成因，並根據訪談成果提出可行的施工階段平行分標界面管理作業模式。

最後，本研究歸納出八項高雄國際機場擴建平行分標間可能的界面問題，並建立界面管理作業模式，以供擴建高雄國際機場時發包與解決施工階段界面問題之界面管理規劃參考。希望本研究之成果對於高雄國際機場擴建的施工階段平行分標間界面管理有所幫助，防止專案產生工期延宕與成本膨脹，使專案能如期、如實、如質順利完工。

特殊大跨徑橋梁碳足跡分析及減碳策略之研究：以「安心橋」為例

李家振[1*]、荷世平[2]
[1*]國立台灣大學土木工程營建管理組, 碩士生
[2]國立台灣大學土木工程營建管理組, 教授
[*]ka11170227@gmail.com

隨著城市及工業發展而來的是全球溫室效應及氣候變遷問題日益嚴重，如何減碳並推展永續工程是接下來所有工程人員必須面對的重要課題，精準掌握工程碳排狀況並研擬減碳對策方能有效達成碳排減量目標。

本研究案例「安心橋」為安坑輕軌運輸系統計畫之跨越新店溪路段橋梁，結構型式為單塔非對稱斜張桁架複合式軌道橋，依碳盤查結果分析，此類型大跨徑橋梁之「工程材料」排碳量占比為最高，達 84.8%，其次為直接排碳量(發電機、機具設備油耗)，占比為 11.6%，此二部分合計已達 96.4%，為此類型工程減碳之關鍵因子，本研究案例工程採用以下二種方式達到減碳效益。

一、 改變混凝土配比：採用飛灰爐石替代率 40%之配比，減碳量達 2,360.2 tonCO_2e，減碳效果已超過 6 座大安森林公園每年可吸碳數量總和。

二、 改變鋼桁架吊裝施工方式：藉由改變吊裝施工方式，讓原規劃設置於新店溪之施工便橋及臨時支撐架免設置，減少排碳量至少達 301.6 tonCO_2e(此減碳量尚未考慮施工便橋例行維護及遇颱風或豪大雨來襲，須將覆蓋板系統緊急撤除之相關作業)。

BIPV 太陽能板應用於建築立面設計最佳化之評估

楊裕閔[1*]、陳怡兆[2]
[1]*國立高雄大學建築學系, 碩士生
[2]國立高雄大學建築學系, 副教授
*m1101410@mail.nuk.edu.tw

國際能源署(IEA)的數據估算，潔淨技術（Cleantech）將於 2030 年創造出 6500 億美元的價值產能，同時帶來近 1400 萬的工作機會，這之中包含著電動車、太陽能光電、風電等綠能產業。建築產業佔全球最終能源消耗的三成以上，將太陽能光電（PV） 集成到建築物結構中的潛力巨大；建築太陽能一體化（BIPV）可能是增加可再生能源部署的關鍵方式。當 BIPV 系統在綠能選擇上成為趨勢，其須面對的問題不僅有成本、與施工考量， BIPV 更適合應用在高樓建築而非民宅。本研究基於設置太陽能光電版設計階段初期的可控制可變因素先決條件: 1.基地條件、2.建築物周還環境、3.鄰近建築物高度、距離、4.太陽能光電板設置位置、5.設置成本、6.發電效益。並透過 BIPV 模型資訊整合，經由 Energyplus 匯出之地理資訊碼進入 grasshopper 與其插件 ladybug 進行任意立面建立與日照等能源模擬，經由模型建立的大量樣本交叉比對最佳配置方案，經由 file output 測驗並歸類最有效率產能的 3 種配置方式來定義最佳化。

Multi-Objective Pile Foundation Design Using Metaheuristic-Integrated PLAXIS 2D API

Ana Yelina Arif[1*], Min-Yuan Cheng[2], Moh Nur Sholeh[3]
[1*] Master's Student, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[2] Professor, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[3]Doctoral Student, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[*]anayelinaa97@gmail.com

Geotechnical problems are considered to have high uncertainties and complexities, and one of them is pile design engineering. The pile design involves irregular solution patterns with the consideration of non-convex and non-continuous objective functions. Therefore, engineers often utilize a widely used commercial geotechnical software known as PLAXIS 2D to help with the pile foundation safety factor calculation.

However, even with the help of PLAXIS 2D, engineers still face challenges in determining the safety factor while considering construction costs. This often requires them to manually engage in repetitive trial and error processes. To address this issue, the use of multi-objective optimization is used to replace the labor-intensive and time-consuming manual design process.

In this study, an API was developed to automate the assessment of safety factors using PLAXIS 2D and integrate it with the optimization algorithm in order to analyze the optimum safety factor and cost tradeoff. The study also proposes a new optimization algorithm called the Multi-Objective Optical Microscope Algorithm (MOOMA). The algorithm is applied to a real-life case study involving pile design under multiple loads.

To achieve a more efficient design, the indifference curve is utilized to determine the optimal design from the Pareto front, and it is compared with the Taiwanese Geotechnical Design Code. The algorithm is expected to serve as a valuable tool for designers, helping them strike a balance between safety factors and costs in pile design.

A Stochastic Cash Flow Forecasting Simulation Model at Company Level for Contractor Enterprises in Making Decisions on Future Contracts

Xuan-Thinh Nguyen[1*], Hsin-Yun Lee[2]
[1*] Master's Student, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[2]Professor, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[*]hsinyun0520@gmail.com

Globally, finance has been acknowledged as the most critical resource in an organization, especially in the construction industry which experiences the highest level of financial failure compared to any sector of the economy. In that, cash flow is considered playing the most important role in a contractor enterprise's resources because numerous contractors fail since a lack of liquidity for serving their day-to-day activities, which has been shown by studies and investigations. Hence, cash flow management is a valuable and indispensable instrument in a contractor enterprise. In past, although the significance of financial or cash flow management is typically addressed in terms of company level considerations, the majority of cash flow forecasting models are customarily developed for specific types of projects. By the presented research, the researchers propose a powerful approach for cash flow management in order to support senior leaders of contractor enterprises in making bidding and investing decisions, considering influencing elements from microeconomic to macroeconomic issues, when identifying future contracts, which assures that cash flow of organizations always keeps in acceptable thresholds. Besides that, the proposed approach also acts as an early warning system so as to help contractor enterprises could realize opportunities and challenges in the next years, from that, they can anticipate the resources needed to achieve and maintain financial resilience. In this research, one rating questionnaire is designed to collect the professional experience of practices in the construction industry to serve the Stochastic Cash Flow Forecasting Simulation Model (SCFS) and the Stochastic Basic Value Model (SBVM) which are built up to forecast the financial items in next years. Furthermore, general ranges of liquidity ratios in market also are gathered as the base of Accepted Threshold of Cash Flow (ATCF) calculation. Finally, a case of a contractor enterprise is applied to illustrate whole process of the research.

Session E3

15:25-16:30　主持人：黃盈樺

Topic : 防救災與風險管理 Disaster prevention and risk management

- **利用紅外線熱像儀應用於混凝土橋梁檢測之研究**

  蔣恩維、曾惠斌

- **二維建物框與建築物耐震屬性資料融合運算**

  陳世良、葉錦勳、陳志欣

- **建築工程營造施工中墜落職災防治之實務研究**

  彭瑞麟、劉宇牟、吳冠霖、鄒子廉

- **Multivariate-Time-Series Deep Learning Model for Forecasting Deep-Seated Landslide Displacement Using Groundwater Data**

  Huy Phuong Phan, Jui-Sheng Chou and Kuo-Lung Wang

- **A Preliminary Study of Building Damage Prediction Using Machine Learning Models in Meinong and Hualien Earthquakes**

  Wen-Ni Kuo, Fang-Jung Tsai and Szu-Yun Lin

利用紅外線熱像儀應用於混凝土橋梁檢測之研究

蔣恩維[1*]、曾惠斌[2]
[1*]國立台灣大學土木工程系, 碩士生
[2]國立台灣大學土木工程系, 教授
*r10521701@ntu.edu.tw

橋梁在人類歷史和現代社會中扮演了非常重要的角色，在交通、經濟、社會和文化方面皆起到了關鍵的作用。因此，為了維持其能夠正常運作，橋梁檢測成為了一個重要的任務。本文旨在先探討利用紅外線熱像儀 FLIR E5 進行被動紅外線熱成像技術檢測混凝土橋梁之缺陷的可行性，再找出該設備於被動紅外線熱成像技術檢測混凝土橋梁缺陷時，建議之量測距離和缺陷尺寸以及該設備造成之尺寸誤差；最後，欲透過熱成像分析輔助 AI 影像辨識之方法，提高目前橋梁檢測之學術和技術發展。

本研究經過三個階段之實驗室研究與橋梁實拍後，結果表明於建議量測距離 1 公尺與 2 公尺下，較低規格之紅外線熱像儀不僅能偵測到實務上較具危險性之缺陷，還可藉由其熱成像分析輔助 AI 影像辨識分辨樣態與缺陷相近之異物，實是利用兩者各自之優勢相輔相成，開發了嶄新且具前瞻性之橋梁檢測方法。

二維建物框與建築物耐震屬性資料融合運算

陳世良[1*]、葉錦勳[2]、陳志欣[3]
[1*,3]國家實驗研究院國家地震工程研究中心, 副技術師
[2]國家實驗研究院國家地震工程研究中心, 研究員兼組長
*slchen@narlabs.org.tw

內政部國土測繪中心三維圖資成果資料，包含三維建物資料及三維資料所對應的二維 SHP 建物框，屬性資料中僅有航照量測高度及樓高，無法供防救災或模擬演練規劃使用。本研究介紹二維 SHP 建物框及建築物耐震屬性資料來源與前置處理說明，並透過 QGIS-Processing providers and algorithms 提供演算法，進行幾何物件融合計算。再者透過建物框所含括的建築物耐震屬性資料集合，依特定邏輯運算並統計建物框內所代表的建物樓高、建造年份分類、結構型態。在三維圖台展示上可以提供更多元的資訊，亦可於演練規劃中扮演決策參考因子。

建築工程營造施工中墜落職災防治之實務研究

彭瑞麟[1*]、劉宇牟[2]、吳冠霖[3]、鄒子廉[4]
[1*]國立雲林科技大學營建工程系, 教授
[2,3]國立雲林科技大學營建工程系, 碩士
[4]勞動部職業安全衛生署, 署長·博士
[*]pengjl@yuntech.edu.tw

職災資料顯示營造業墜落致死約五成，工程若分公共及建築工程，後者墜落致死約 7~8 成；建築法未要求建築師督導工安致使建築工程有高墜落死亡。本研究參與職安署「高風險安全衛生項目檢查落實之輔導計畫」，與國內兩家大型營造公司合作。本研究以法家法、勢、術概念及重賞措施執行，法，協助營造公司建立「高風險安衛項目查核績效獎勵辦法」及「高風險安衛項目查核之類金安獎競賽辦法」；勢，由公司董事長主持並由總經理或執行副總督導推動；術，分五年逐步推動。執行三項重點：以「勞動檢查法第 28 條立即發生危險之虞認定標準」制定「高風險安衛項目檢查表」檢查、「全員工安」、「缺失立即停工改善後立即復工」。重賞，董事長提供高額執行績效獎勵金以競賽排名方式發放。研究結果顯示，以 108 年為例，K 公司 10 工地檢查 17,156 次，查缺失 6,499 處，缺失查核率 38%；「墜落」缺失 5,593 件，佔所有缺失 86.1%。L 公司 10 工地檢查 4,637 次，查缺失 1,032 處，缺失查核率為 22%；「墜落」缺失 734 件，佔所有缺失 71%。二公司檢查墜落缺失率分別為 86.1%、71%，與建築工程墜落死亡率佔總死亡職災 7~8 成有正相關。兩家大型營造公司歷年死亡職災每年約 2~4 人，參與職安署計畫期間無死亡職災，顯示本研究降低墜落災害具實務價值。

Multivariate-Time-Series Deep Learning Model for Forecasting Deep-Seated Landslide Displacement Using Groundwater Data

Phan Huy Phuong[1], Jui-Sheng Chou[2], Kuo-Lung Wang[3]
[1]Master Student, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[2]Chair Professor, Department of Civil and Construction Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[3]Professor, Department of Civil Engineering, National Chi Nan University, Nantou, Taiwan.
m10905857@mail.ntust.edu.tw
jschou@mail.ntust.edu.tw
klwang@ncnu.edu.tw

Deep-seated landslides are dangerous geological events that significantly threaten human life and property. Short-term displacement forecasting for deep-seated slopes is critical for implementing early warning systems for hazard prevention. This paper proposes a framework that uses deep learning techniques to analyze data collected from The northern slope of Lushan Mount Taiwan for deep-slope displacement forecasting. For forecasting, direct multistep window sliding was used in conjunction with Artificial Neural Network (ANN), Deep Neural Network (DNN), and one-dimensional Convolutional Neural Network (1D-CNN) models. Three time-series deep learning neural networks, namely Recurrent Neural Network (RNN), Long Short-Term Memory (LSTM), and Gated Recurrent Unit (GRU), were used to extract representative features from real-time displacement data. Two displacement data sets measured at 40 and 70 m were combined with groundwater measurements from multiple stations and were split into two subsets: 90% for training and 10% for testing. The deep learning approaches were stable and did not exhibit overfitting. The RNN showed the best forecasting ability, achieving mean average percentage errors of 1.28% and 1.00% in 4-day forecasting for depths of 40 and 70 m, respectively, and 1.13% and 1.50% in 7-day forecasting, respectively. Therefore, the proposed deep learning method can provide reliable predictions that can be used to develop management strategies for ensuring the safety of road networks and other infrastructure systems in the sloping area of Lushan Hot Spring.

A Preliminary Study of Building Damage Prediction Using Machine Learning Models in Meinong and Hualien Earthquakes

Wen-Ni Kuo [1], Fang-Jung Tsai [2], Szu-Yun Lin [3*]
[1] Wen-Ni Kuo, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[2] Fang-Jung Tsai, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[3*] Szu-Yun Lin, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
*szuyunlin@ntu.edu.tw

Grasping the situation of disaster damage is the first step for planning rescue operations and recovery strategies. Conducting on-site assessments may be time-consuming and expose investigators to risks. This study presents a preliminary investigation into applying machine learning models for building damage prediction in the context of the Meinong and Hualien earthquakes. This research explores the potential and effectiveness of machine learning techniques in predicting the extent of structural damage caused by seismic events. The study utilizes a comprehensive dataset that includes various parameters related to basic building information, seismic intensity, and structural characteristics. Several machine learning algorithms are employed to develop predictive models. The results demonstrate the promising performance of the machine learning models in predicting building damage. By incorporating basic building features and geometric information of structural components, the GBC model significantly improves prediction accuracy compared to being trained with basic features alone. In addition, this research provides insights into the importance of various parameters in prediction models. Future research may further investigate the effect of additional parameters, such as site conditions and construction materials, to improve prediction accuracy.

Session F3

15:25-16:30　主持人：廖彬超

Topic : 國際場次 International Session

- **A Cloud-Integrated and BIM-Based Mobile Application for Post-Disaster Building Inspection**

  Adrianto Oktavianus, Po-Han Chen, Jacob J. Lin and Christian

- **A comparative analysis of the influence of Taipei city block forms on thermal comfort**

  Anh Vu Le and Ying Chieh Chan

- **The BIM-based approach for evaluating carbon emissions in retrofitting buildings envelope: A case study in Taiwan**

  Minh Duc Le and Ying Chieh Chan

- **Facility Management: BIM and IoT Applications to Support Sustainable Development Goals (SDGs)**

  Nai-Hsin Pan and Tedy Wonlele

- **Moveability in Construction, and Its Components, Measures, and Prospects**

  Seyedehfatemeh Kamali and Han-Hsiang Wang

- **The Framework of Creating and Searching 3D Objects in the VR Platform – A Case Study of Interior Design**

  Aurellius Ansell Reffriandi and Chung Wei Feng

A Cloud-Integrated and BIM-Based Mobile Application for Post-Disaster Building Inspection

Adrianto Oktavianus[1*], Po-Han Chen[2,3], Jacob J. Lin[4] and Christian[5]
[1*] PhD Candidate, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[2] Professor, Department of Building, Civil, and Environmental Engineering, Concordia University, Montreal, Canada.
[3] Adjunct Professor, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[4] Assistant Professor, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[5] Master of Science, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[*]d09521030@ntu.edu.tw

Developing technology for building inspections is a growing challenge in the pursuit of efficient building response and recovery. Traditional building inspection methods can be time-consuming and resource intensive, leading to messy data management, especially in large-scale disasters. In order to address these challenges, this study develops a cloud-integrated mobile application that utilizes Building Information Modeling (BIM) data for building inspections. The system consists of a mobile application based on Unity software that provides a capable interface for visualizing and interacting with 3D BIM building models. The application allows users to take pictures of selected elements in buildings and store them on a cloud-based server. Data storage on a cloud server with a BIM element-ID base can provide easy access and management. This study develops an image capture and storage system in building inspection, especially post-disaster building inspections, using a mobile application based on BIM data using cloud web hosting. BIM data guarantees that every captured photo connects to the building elements in the model. At the same time, cloud storage ensures that mobile devices can upload image data via the Internet and local networks as an alternative. In addition, this cloud and BIM data integration can support digitalization and automation efforts with artificial intelligence later after an inspection in the post-disaster building recovery process through much more efficient data management. This study demonstrates the system's work by applying the developed mobile application in a case study. Integrating a cloud-integrated mobile application based on BIM data can become a powerful and efficient tool for building recovery efforts that are faster, more accurate and can facilitate coordination between teams.

A comparative analysis of the influence of Taipei city block forms on thermal comfort

Anh-Vu, Le[1], Ying-Chieh, Chan[2*]
[1]Ph.D. Candidate, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[2*]Professor, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[*]ychan@ntu.edu.tw

The population growth and the big city trend led the urban environments to continue expanding. Besides, controlling the influence of urban design parameters on thermal comfort is insufficient. Therefore, understanding the impact of city block forms to improve human thermal perception becomes crucial for creating sustainable and livable cities are needed for architects and engineers. This study aims to compare three common Taipei city block forms: Open, Semi-open, and Linear to examine how they affect pedestrians' thermal experiences by quantitative and qualitative analysis. We used CFD microclimate simulation software, ENVI-met, to simulate some weather parameters, and utilized BIO-met to calculate the performance indicator, Physiological Equivalent Temperature (PET). The comfortable and uncomfortable zone was explored through three types of city block form models. The results show a small gap between the three proposed models by average PET calculation. But, the advantage of the Linear and Semi-open forms is their ability to reduce thermal stress zone, creating more zones with lower PET than the Open form. Besides the shading effects, the wind flow enhancement also proved critical in reducing thermal stress through the channels created in the Linear form. However, the application of each studied form, including the Open form, must be discussed carefully concerning other factors, such as greenery coverage, the width and length of the building, and the distance between them. At last, our findings are put forward to engage architects and engineers in the early urban design process with detailed thermal visualized information and assessment for each city block forms.

The BIM-based approach for evaluating carbon emissions in retrofitting buildings envelope: A case study in Taiwan

Minh-Duc Le[1], Ying-Chieh Chan[2*]
[1]Master's Student, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[2*]Associate Professor, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[*]ychan@ntu.edu.tw

Building Information Modeling (BIM) has demonstrated its efficacy in early-stage project modeling, showcasing the considerable potential for utilization in building retrofitting endeavors. However, there is still a lack of BIM methodologies for quantifying carbon emissions resulting from building retrofits, particularly in regions with Humid subtropical climates where the predominant energy demand for buildings is attributed to process cooling. Therefore, the objective of this scholarly work is to propose a comprehensive BIM-based framework tailored to similar projects. Subsequently, the efficacy of the framework is evaluated through a real-world case study encompassing diverse retrofitting options. The results of this study not only underscore the potential of BIM in retrofitting projects in Taiwan but also contribute to future investigations aiming to comprehensively assess the multifaceted benefits of retrofitting over the project's entire lifecycle.

Facility Management: BIM and IoT Applications to Support Sustainable Development Goals (SDGs)

Nai-Hsin Pan[1*], Tedy Wonlele[2]
[1*]Professor, Department of Civil and Construction Engineering, National Yunlin University of Science and Technology, Douliu, Taiwan.
[2]Ph.D.'s Student, Graduate School of Engineering Science and Technology, National Yunlin University of Science and Technology, Douliu, Taiwan
[*]pannh@yuntech.edu.tw

Facility maintenance (FM) play important role in the life cycle of the building. Both new and existing building demand more efficient approach and advanced technology to improve the efficiency of FM, nevertheless, the advanced technology has to support Sustainable Development Goals (SDGs) which has become an important issue of United Nation agency. The study is aimed to make an approach to FM in existing buildings using Building Information Modeling (BIM) and Internet of Thing (IoT) which capable of making assessments, controlling and scheduling that refer to the SDGs. To make the SDGs-based FM approach effectively, firstly, energy analysis was carried out on the existing building using Green Building Studio (GBS). This analysis is to determine the possibility of upgrading components of architectural, structural, mechanical, electrical and plumbing (MEP) in buildings. The next step is to create composition of IoT sensor that is able to sense the situation on indoor environment building related to humidity, temperature, brightness and air quality. IoT sensors can record indoor situations and can provide alarm if abnormal situations occur. IoT sensors can also record and store all related data that can be used automatically to make comparisons of energy consumption in the design, operation, and maintenance phases, also for rescheduling of FM.

Moveability in Construction, and Its Components, Measures, and Prospects

Seyedehfatemeh Kamali[1*], Han-Hsiang Wang[2]
[1*]Ph.D. Student, Department of Civil Engineering, National Central University, Taoyuan, Taiwan.
[2]Professor, Department of Civil Engineering, National Central University, Taoyuan, Taiwan.
[*]110325604@cc.ncu.edu.tw
Kimia.kamali16@gmail.com (Corresponding Author E-mail)

After thousands of years of human civilization, now our lives on this planet are encountering some serious crises, due to global warming, environmental degradation, scarce resources, and population growth. It is irrefutable that human activity is responsible for a significant share of the occurred anomaly in the ecosystem and life cycle, a part of which originates from applied construction methods and strategies.

Seeking new ways of construction for reducing the damage rate to the environment as well as increasing productivity and functionality for better responding to contemporary human needs and demands, many architectural schools were introduced, moveability is one of which. The aforementioned approach was recently initiated in the field, thus it is rather unexplored and its properties are still under debate.

In this paper, the components, means, and benefits of moveability as an architectural/constructional measure are discussed towering around optimization of space and hazard mitigation as the main concentrated subjects. It is hoped that the present study could be of help to designers, architects, and researchers in finding their path toward their future related projects.

The Framework of Creating and Searching 3D Objects in the VR Platform – A Case Study of Interior Design

Aurellius Ansell Reffriandi[1*], Professor Chung-Wei Feng[2]
[1*] Master's Student, Department of Civil Engineering, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan.
[2]Associate Professor, Department of Civil Engineering, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan.
[*]n66107082@gs.ncku.edu.tw

Implementing Virtual Reality (VR) technology into real estate proved beneficial in terms of time and cost efficiency. In addition, VR technology also believes in befitting interior and architectural design. The regular application of developing a VR scene was to create a synthetic digital model generated by 3D modeling software as its virtual environment. However, it ensues in a vague feeling of realism. Therefore, a 3D reconstructed model, captured and presented to mimic real-world visualization, can be used as a VR virtual environment scene substitute. The Gibson Environment dataset provides the 3D indoor space model and 3D-FUTURE as the interior object library to build the VR app. Then, data management was performed using the YOLOv5 object detection task to comprehend the dataset. Moreover, another technique to achieve the 3D model reconstruction incorporating the iPhone14 Pro LiDAR sensor camera and third-party app, Polycam, was done to expand the database. This study integrates the organized dataset into the VR development process, resulting in an effective VR interior design simulation system.

Session H3

15:25-16:30　主持人：吳翌禎、范素玲

Topic : BIM 建築資訊模型 Building information modeling

- **應用混合實境技術於基礎建設工程協同作業模式**

  林承佑、陳怡兆

- **Developing A Framework for Cyber-Physical System of Construction Project Life Cycle according to Information Requirements**

  Thanh Trung Nguyen and Chung Wei Feng

- **The Importance of BIM Benefit Evaluation Guideline: A Review of Research and Practice**

  Nimas Latifatul D.A and Jyh-Bin Yang

- **LOD Checker**

  Shao-Ming Lu and Su-Ling Fan

- **Automated BIM Parametric Design for Optimal External Wall Tile Planning**

  Min-Yuan Cheng, Ahmad Aldo and Quoc-Tuan Vu

- **BIM Adoption: Real? Fake? and Why?" is slightly incorrect.**

  Jeffrey Chiu and S. Ping Ho

應用混合實境技術於基礎建設工程協同作業模式

林承佑[1*]、陳怡兆[2]
[1*]國立高雄大學建築學系, 碩士生
[2]國立高雄大學建築學系, 副教授
[*]m1101406@mail.nuk.edu.tw

在工程專案中，2D 圖面與現地環境對照或施作時，經常出現資訊的錯誤亦或是判讀不易等問題。同時施工人員當下並無法立即取得正確且有效的資訊做為決策的輔助。因此許多研究開始發展輔助於現地時能夠取代口頭交代、2D 圖面及資訊取得不易等相關問題的工具。其中最核心的發明就是建築資訊模型（Building Information Modeling, BIM），BIM 乃由完整的建築資訊構成，但隨著當今工程專案的資訊量增長，容易促使 BIM 的資訊混亂、閱讀困難與學習成本過高等問題。特別是基礎建設工程這一個複雜的過程，需要牽涉到許多不同的部門和相關單位之間的協調與溝通。再者一般的電腦與攜帶型裝置並不易攜帶以及於現地使用。

而隨著科技的發展混合實境（Mixed Reality, MR）技術已越趨成熟並開始運用於 AEC 領域中。藉由該項技術能夠達到模型放樣、圖面判讀、模型判讀與查閱 BIM 資訊的功能。因此本研究在 BIM 的基礎上就執行介面部分的問題，藉由 MR 混合實境提供更有效的模式來提升 BIM 的使用效率，使得基礎建設工程的管理與運作更具品質與效率。

Developing A Framework for Cyber-Physical System of Construction Project Life Cycle according to Information Requirements

Nguyen, Thanh-Trung[1*], Feng, Chung-Wei[2]
[1*] Master's Student, Department of Civil Engineering, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan.
[2]Associate Professor, Department of Civil Engineering, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan.
[*]nguyenthanhtrung.bkdn@gmail.com

Simulating the construction activities nowadays becomes a must before the implementation in construction sites to reduce risks and predict the working performance. However, using the 3D model to simulate the construction environment still has limitations. Building Information Modeling (BIM) Integrated with Point Cloud Data can fill this gap since this combination can create a complete and accurate space as reality and for upcoming design. In other words, these two things can respectively be the virtual and physical components in the Cyber-Physical System architecture. Nevertheless, there is a lack of research on combining BIM with Point Cloud Data. Therefore, this research aims to develop a method to bring them together in terms of geometry integration and information integration.

First, this research formulates the categories of engineering information to classify the necessary information aspects for a specific task in the construction phase. Following these categories helps Engineers to determine important information for the work, moreover, they can conduct a quick selection which can be modeled within a BIM tool. Second, an overall process of creating BIM for a particular task is proposed. This process includes the information selection mentioned previously and the geometry creation both according to the Level of Development. Third, the geometry integration applies an existing algorithm for multiple-point cloud alignment to correct the coordinates of the point cloud data set. The information integration process uses the Element ID as a key to the information transferring from BIM to the point cloud.

A case study of wall painting is conducted to validate the proposed framework. The result of the integration of BIM with point cloud data of a room generates a point cloud information model, which can be imported into Unity virtual environment to simulate the room spaces.

The Importance of BIM Benefit Evaluation Guideline: A Review of Research and Practice

Nimas Latifatul D.A[1*], Jyh-Bin Yang[2]
[1*] Master's Student, Graduate Institute Program of Construction Engineering and Management, Department of Civil Engineering, National Central University, Zhongli, Taiwan.
[2] Professor, Graduate Institute Program of Construction Engineering and Management, Department of Civil Engineering, National Central University, Zhongli, Taiwan.
[*]nimaslatif@gmail.com

In the current technologically advanced environment, the adoption of various technology in the construction industry is increasing, thus the implementation of BIM shall also increase. But, if there is poor awareness regarding BIM benefit evaluation techniques, then it might discourage the implementation of BIM in the organization and project. In the past, few researchers have discussed the BIM benefit evaluation at the project level which is more specific and helps only a specific stakeholder. Practical implementation is limited. This research is aiming to prove that developing an appropriate and easy-to-use benefit evaluation framework and guideline provides an essential solution for all BIM-enabled stakeholders, to systematically analyze the current status of benefits evaluation in BIM implementation research (publications), and identify future research needs. This study adopts a literature review-based approach, beginning with the acquisition of publications from the WoS, Scopus, and Google Scholar databases using PRISMA model guideline, followed by a mixed-review approach that combines bibliometric analysis (quantitative review), and systematic analysis (qualitative review). The findings reveal that the number of publications in the field of BIM benefit evaluation has not shown significant growth in recent years. This study concluded that developing an appropriate and easy-to-use benefit evaluation framework and guideline provides an essential solution for all BIM-enabled stakeholders. More researches and more practical implementations of BIM benefit evaluation are required, those provide more useful tools and lessons learned in evaluating their BIM implementation cases for BIM users who deserve BIM implementation benefits.

LOD Checker

Shao-Ming, Lu[1*], Su-Ling, Fan[2]
[1*] Master's Student, Department of Civil Engineering, Tamkang University, New Taipei City, Taiwan.
[2] Professor, Department of Civil Engineering, Tamkang University, New Taipei City, Taiwan.
[*]steward4531@gmail.com

Level of Development (LOD) defines the information needed to develop a Building Information Modeling (BIM) model element from its conception to its construction and operation. It is a project management approach that helps give clarity and assurance to developers involved in model creation. Although LOD specifications are available in many countries, there are still problems with inconsistent standards and inconsistent interpretations. Moreover, ambiguous LOD definitions might cause disputes when delivered in phases. Due to unclear information, there may be duplication of effort for subsequent updates, which will increase the workload and cost. In addition, it can be challenging to reach agreement due to the imprecise terminology used in LOD definitions. To facilitate the use of LOD and improve its efficiency, this study develops an automated BIM-based LOD checker interface to check BIM models against the attribute data in the specification. The proposed interface has been verified with a practical case to demonstrate its merits.

Automated BIM Parametric Design for Optimal External Wall Tile Planning

Min-Yuan Cheng[1*], Ahmad Aldo[2], Quoc-Tuan Vu[3]
[1*] Professor, Department of Civil and Construction Engineering,
National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[2,3] Master's Student, Department of Civil and Construction Engineering,
National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan.
[*]myc@mail.ntust.edu.tw
m10905836@mail.ntust.edu.tw
m10905835@mail.ntust.edu.tw

The process of external wall tile planning, even manually or BIM, is time-consuming to be completed. It is due to numerous attributes that need to be created and filled. Therefore, this study creates an attribute creation system for BIM-based external wall tile planning using parametric design. First, this study established the tile database according to the Knowledge Base (KB) and transferred the KB into pattern-matching rules. Second, it developed a system for automatically inputting, labeling, and calculating wall tile layout through the connection between BIM and the parametric design platform. Third, this research integrated the system with Optical Microscope Algorithm (OMA) to obtain the minimum percentage of truncated tiles. The developed system is completed through five modules: import tile database, create tile attributes, input wall tile data, label and calculate tile, and optimize truncated tiles percentage. Then, this study successfully implemented the system in the case of an eight-story building. It decreased the truncated tiles percentage to 15.35% for fixed starting points and 15.17% for free starting points. The findings indicate that the system is applicable in external wall tile planning.

BIM Adoption: Real? Fake? and Why?" is slightly incorrect.

Jeffrey Chiu[1*], S. Ping Ho[2]
[1*] Master's Student, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[2]Professor, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
[*]R10521717@ntu.edu.tw

As Building Information Modeling (BIM) gains popularity through the academic field and working environments, there has been a concern on its adoption rate and utilization on the project lifecycle. This project aims to investigate the levels of BIM adoption in the Taiwanese construction industry. The study focuses on gathering insights from construction managers and BIM managers and analyzing their perspectives on BIM adoption within their organization as well as the overall AEC industry. Six construction companies were interviewed and analyzed, and the data collected on topics regarding BIM cost, government support, organizational structure, and collaboration among stakeholders. The outcomes of this study are categorized into four factors: Financial, Organizational, Government and Processes. It is evident that full utilization of BIM implementation on construction projects has not yet been achieved. However, firms have increasingly invested time and effort into the collaborative platform of BIM. The interviews conducted in this study revealed a lack of BIM adoption from architects. Theoretically, BIM should initially be applied in the design stages and then passed down to the contractors in preparation for the construction phase. Another interesting piece of findings reveal that some BIM managers believe mandating BIM, at the current level of BIM adoption in Taiwan, will restrict the freedom to independently learn and efficiently utilize BIM in their organization. This study contributes to the development of effective BIM strategies for promotion and implementation.

Session I3

15:25-16:30　主持人：林之謙

Topic : 工程進度與成本管理 Project schedule and cost management

- **多分標統包工程契約單價審定機制之建立**

  林紜名、蔡宗祐、陳泓志、趙芃毅、鄭裕仁、翁紹偉、李元良、徐世正、賴宇亭、楊智斌、王維志

- **考量多目標及規劃偏好之鋼骨工程塔吊配置最適規劃模式**

  賴宥全、鄭明淵

- **營建工程技術士設置標準之研究**

  曾亘婉、李佳龍、黃榮堯

- **以 SAVI 系統制定我國公路橋梁維護計畫之可行性分析**

  黃上寬、曾浩璽

- **應用模糊理論及限制規劃技術建構古蹟維護排程模式**

  蔡嘉晉、劉述舜

多分標統包工程契約單價審定機制之建立

林紜名[1*]、蔡宗祐[2]、陳泓志[3]、趙芃毅[4]、鄭裕仁[5]、翁紹偉[6]、李元良[7]、徐世正[8]、賴宇亭[9]、楊智斌[10]、王維志[11]
[1*,2,3,4]國立陽明交通大學土木工程系, 碩士生
[5]國立陽明交通大學土木工程系, 博士生
[6]長佳成工程資訊整合有限公司, 博士
[7]桃園市政府, 科長
[8]桃園市政府, 處長
[9]中華大學建築學院, 教授
[10]國立中央大學土木工程系, 教授
[11]國立陽明交通大學土木工程系, 教授
[*]jasminelin28005@gmail.com

預算書由工程項目、數量及單價組成，其中工項及數量可與設計圖說文件互相勾稽確認，惟單價的訂定卻很難有明確的界定。雖公共工程委員會已明確說明勿強以機關之預算單價調整廠商單價，但為避免廠商部分工項有價格偏高或偏低之情形，衍生日後履約爭議，專案管理單位或主辦機關在進行預算書審查時仍需注意廠商編列之契約單價是否合理。而當工程同時涉及多件分標統包工程時，此審定契約單價之作法與合理性，更為複雜。

本研究乃以某區段徵收工程為探討案例，該工程共分為 10 件統包分標，且每一分標因考量優先開發(以加速工程進度)亦再分為 2 階段預算書審查，故此徵收工程共計同時涉及 20 預算書進行契約單價之審定。為此，本研究提出一套創新的多分標統包工程預算書契約單價審定機制，此機制主要包括三種合理單價判斷標準，以檢視統包商單價，分別為：(1)以業主單價 80%~120%視為合理單價(判斷標準 1)、(2)以營建物價 80%~120%視為合理單價(判斷標準 2)，以及(3)以各分標平均值±1 倍標準差信賴區間視為合理單價(判斷標準 3) 。此外，在此機制的審查流程中，首先乃以是否為重要工項，區分是否須以審查較費時的各分標平均值±1 倍標準差(判斷標準 3)檢視單價，再以概算書(業主單價)是否包括有對應相同工項，以確認是否可透過業主單價 80%~120%(判斷標準 1)檢視單價。

本研究以案例工程的 5 個工項進行測試，測試結果顯示其中分標廠商所提 4 個工項之單價可直接判定為合理，1 項則需要求廠商進一步說明。此契約單價審定機制與研究成果經該案例專管單位及主辦機關之討論與驗證，證明此機制之可行性，惟為利實務之進行，建議修改以「營建物價 80%~110%視為合理單價」為主要判斷標準，後續並須視個別標案特性選擇較適合之合理單價判斷標準。

考量多目標及規劃偏好之鋼骨工程塔吊配置最適規劃模式

賴宥全[1*]、鄭明淵[2]
[1*]國立台灣科技大學營建工程系, 碩士生
[2]國立台灣科技大學營建工程系, 教授
[*]31xj460731 @gmail.com

鋼骨工程為鋼構建築結構工程最重要的工程項目，目前鋼骨工程所採用之施工機具進行吊裝作業，大都以配置塔吊為主，而塔吊的吊裝工期與成本為影響專案成功度的重要關鍵因素，影響塔吊施工工期，以塔吊設備的配置與選擇最大，且不同之塔吊機械設備的配置和機型選擇，其成本亦隨之而異。因此如何因應塔吊機械配置和選擇，估算吊裝工期與成本，進而評估最適之吊裝計畫，為本研究之重點。

本研究應用 BIM 建立鋼骨建築資訊模型，開發 REVIT-API 建立塔吊配置所需之相關屬性，據此搜尋塔吊配置位置與機型的可能組合，再檢核各組合能否滿足作業範圍與荷重能力需求，並計算吊裝工期與成本，然後創新發展多目標光學顯微鏡演算法(Multi-Objective Optical Microscope Algorithm-MOOMA)搜尋不同塔吊配置組合之吊裝工期與成本之柏拉圖效率前緣，求得塔吊工期與成本取捨之最佳解。

再者，本研究將決策者之風險偏好納入考量，求得其偏好之無異曲線；最後再結合柏拉圖效率前緣，求得兩者之切點，進而建立一考量工期與成本兩規劃目標之塔吊配置最適規劃模式。本模式可協助塔吊施工廠商於擬定塔吊配置計畫時，在有限的人力與時間，於眾多的塔吊配置組合中，在滿足吊裝限制的前提下，快速有效的分析求得符合其風險偏好之最適塔吊配置計畫。

營建工程技術士設置標準之研究

曾亘婉[1*]、李佳龍[2]、黃榮堯[3]
[1*]財團法人臺灣營建研究院營建管理組, 助理工程師
[2]財團法人臺灣營建研究院營建管理組, 副組長
[3]財團法人臺灣營建研究院產業發展推廣處, 處長
[*]cuce60@tcri.org.tw

營造業法於 92 年 02 月 07 日公布施行至今，其中技術士設置標準係依據營造業法第 33 條規定，並由內政部訂定「營造業專業工程特定施工項目應置之技術士種類比率或人數標準表」（以下簡稱標準表）。標準表於 93 年 06 月 29 日公布施行，僅於 11 種專業工程項目訂定其中 6 項，剩餘 5 項當時勞動部尚無對應技術士種類故無定之，標準表內容包括專業工程、特定施工項目、技術士種類、特定施工項目規模及設置人數標準，迄今經 96 年 05 月 08 日及 99 年 05 月 25 日兩次修正。

然因現行標準表中項目有缺漏、設置門檻過高、技術士種類未符合現行工地施工實務等因素，造成目前營造工地並未依法落實技術士設置標準。

本研究將重新檢視標準表，透過資料蒐集及訪談相關公會，針對標準表之專業工程、特定施工項目及技術士種類進行編修，另對於標準表之特定施工項目規模及設置人數標準，已參考相關公會意見並提出未來編修方向(可採用「施工項目」、「工程數量」及「工程金額」)，以供作為後續標準表編修參考。惟推行設置技術士仍需考量技術士供需現況及給予營造業者緩衝期，以期能有效落實設置技術士，提升技術專業。

在此感謝內政部營建署對於本研究經費補助，並提供相關重要資料，以供完成本研究相關成果。

以 SAVI 系統制定我國公路橋梁維護計畫之可行性分析

曾浩璽[1]、黃上寬[2]
[1]國立宜蘭大學土木工程系,助理教授
[2]國立宜蘭大學土木工程系,碩士生
hhtseng@niu.edu.tw
addison23014643@gmail.com

隨著我國公路橋梁壽命已逐漸接近法規設計之 50 年耐用年限，可預見公路橋梁資產的維護管理，是政府部門面臨之迫切議題。本研究探討了應用我國 DER&U 目視檢測資料，結合英國資產管理系統 SAVI，來增進基礎設施資產價值與會計帳目之間的管理績效。首先介紹基礎設施資產價值評估的定義與內涵，並分析我國資產的實際性能狀況，與會計價值背離之情事，接著嘗試轉換和補足我國現存資料與 SAVI 所需資料間的缺口，包含：(1)DRE&U 評分轉換、(2)構件分類轉換、(3)修復工法轉換、(4)橋梁單位造價蒐集、(5)修復單位價格蒐集、(6)營建物價指數調整、(7) 構件生命週期和環境狀態因子。最後使用我國公路橋樑檢測資料進行模擬分析，橋梁原始價值的認定採用重置成本法，而價值耗損則採用橋梁實際性能狀況和生命週期為主的判斷方式。本研究期望建立資產狀態與會計間互益之模式，並達成以下目標：

1.資料缺口轉換與價值評估模式之建置
2.維護需求的呈現與維護績效在會計帳目的檢視
3.制定維護計畫和編列合理的維護經費
4.降低目視檢查與性能狀態之誤差

應用模糊理論及限制規劃技術建構古蹟維護排程模式

蔡嘉晉[1*]、劉述舜[2]
[1*]國立雲林科技大學營建工程系, 碩士生
[2]國立雲林科技大學營建工程系, 教授
[*]M11016012@yuntech.edu.tw

古蹟作為重要的文化遺產，承載著人文、歷史和藝術的豐富內涵。回顧過去相關文獻可以發現，許多古蹟年久失修沒有得到妥善的維護，根本原因就是沒有一套合理標準的維護作業安排流程。因此本研究為協助維護單位改善維護作業安排流程，遂以有限資源專案排程問題進行議題探討，並利用限制規劃建構一考慮古蹟評分的維護作業排程模式，用於維護過程中可能會發生的幾種情況下並確定最佳的維護計畫。以幫助決策者進行維護作業及預算安排，並考慮維護作業的優先關係、資源考量和時間限制，以確保古蹟得到適時的維護，延長其使用壽命。

為考量維護作業的優先關係便會涉及到古蹟的評估指標，研究中引入了模糊理論的概念，旨在減少專家評分時的主觀性和不確定性，並希望提供更具彈性和客觀性的評估方式。本研究以一過去文獻中的案例進行三種不同情境之分析，研究結果顯示透過模糊理論的應用可幫助決策者更直觀的了解古蹟狀況及相關信息，且透過限制規劃的應用，可依造決策者的需求及限制進行適當的調整，以確保維護作業的合理安排及資源的有效利用。最後，透過本研究提供之古蹟維護作業排程模式，有助於提高古蹟維護作業的成效及安排效率，確保古蹟得到妥善維護，並最大限度延長其生命週期。

Session J3

15:25-16:30　主持人：林祐正

Topic： 永續營建與智慧城市 Sustainable construction and smart cities

- **半透明太陽能番茄溫室設計策略之研究**

  黎錦輝、詹瀅潔

- **無機再生粒料於工程用途之優選用途分析之研究**

  黃榮堯、涂雅瀞、羅文澤

- **循環營建可逆式建築設計案例初探**

  黃榮堯

- **EPS 生產製造至使用階段之能源使用碳排量分析研究**

  林利國、吳峙叡

- **以運動攝影機輔助台北市人行道環境評估**

  王柏喻、詹瀅潔

- **臺北市建築物質存量動態分析與預測**

  張筠萱、洪嫦闈

半透明太陽能番茄溫室設計策略之研究

黎錦輝[1*]、詹瀅潔[2]
[1*]國立台灣大學大學土木工程系, 碩士生
[2]國立台灣大學土木工程系, 教授
[*]R10521130@ntu.edu.tw

本研究旨在探討在台北地區使用半透明太陽能番茄溫室設計策略。半透明太陽能溫室結合了太陽能發電和植物生長的優勢，為溫室種植提供了可持續和高效的解決方案。本研究分析了台北地區的溫室所需朝向、屋頂傾斜度以及不同太陽能種類對太陽能發電量及溫室室內照度的影響，並綜合考慮了番茄植物的生長需求。

基於研究結果，我們提出了以下設計策略：

首先，針對台北地區的氣候特點，建議將半透明太陽能溫室的主要朝向設置為南方，傾角為16°以最大程度地利用太陽輻射。

其次，對於半透明太陽能溫室的覆蓋材料選擇，採用適宜的太陽能電池種類以及覆蓋比例，以平衡光照和發電量。適當的覆蓋太陽能電池覆蓋在確保足夠的光照透過，同時減少過熱和能量損失。

最後，本研究提出了在台北地區應用不同結構類型和不同太陽能種類的半透明太陽能溫室種植優缺點。通過使用半透明太陽能溫室，可以有效地提高番茄的生產量和品質，同時減少對傳統能源的依賴，實現可持續的農業發展。

無機再生粒料於工程用途之優選用途分析之研究

黃榮堯[1*]、涂雅瀞[2]、羅文澤[3]
[1*]財團法人臺灣營建研究院循環營建推動辦公室 執行長
[2]國立臺灣大學土木工程系, 碩士
[3]國立陽明交通大學土木工程系, 博士生
[*]ryhuang@tcri.org.tw

本研究針對無機再生粒料在工程中的循環利用提出了優先選用之策略，重點關注四個核心因子：性質符合、再利用處理難易程度、再利用供需單一化和再利用市場效益。根據這四個因子，對 14 種無機再生粒料進行了嚴格的篩選和排序，並提出了每種再生粒料的優先使用建議。並對每種材料的性質、處理難度、供需關係和市場潛力進行了深入分析。

從再生粒料端看，各類材料具有不同的優先再利用途徑，如燃煤飛灰、燃煤底灰、焚化底渣、電弧爐煉鋼爐氧化碴等，均具有多種優先使用選項。從工程用途端看，例如瀝青混凝土粒料、控制性低強度回填材料原料粒料、水泥製品粒料等，也有多種再生粒料可作為優先選擇。

本研究目標為減少再生粒料間的競爭和排擠，確保各類再生粒料能夠被有效且適當地利用，透過深入分析和嚴格排序，本次研究成果提供了一個實用的優選順序，以指導無機再生粒料在公共工程中的循環利用。通過關注性質符合、處理難度、供需平衡和市場效益，我們可以確保再生粒料得到最佳的利用，從而推動環保和創造經濟價值。

藉由無機再生粒料優先使用規劃建議，期望在廢棄物管理與資源化方面達成最大的效益，我們在此感謝行政院環保署對本研究經費的補助，並提供了重要資料以完成此次的研究。

循環營建可逆式建築設計案例初探

黃榮堯 [1*]
[1*]台灣營建研究院 循環營建推動辦公室 執行長
[*]ryhuang@tcri.org.tw

「可逆式建築設計」讓建材能夠被完整地拆卸與重覆使用，如此建築物將轉變成為建材的暫時存放處，在其生命週期結束或用途改變時，將這些建築廢棄資材進行完整規劃再利用的途徑，達到減少建築資源浪費，同時也能減少施工所造成的環境負擔（例如降低能耗、二氧化碳排放、廢棄物等）。可逆式建築設計概念已成為永續健康綠建築之有效施行策略之一，也翻轉了人們對於建築的想像，逐步成為歐洲地區永續城市循環發展的基礎。但台灣因位處多颱風地震的氣候環境特性，歐盟發展的可逆式建築設計是否可以照單全收?亦有待未來進一步探討!

本研究初步蒐集整理國內外可逆式建築設計之相關文獻資料與應用案例，以理解國際間對於可逆式建築的實務應用與發展。並建議國內未來引進可逆式建築設計必須探討的議題與發展方向。

EPS 生產製造至使用階段之能源使用碳排量分析研究

林利國 [1]、吳峙叡 [2*]
[1] 國立臺北科技大學土木工程與防災所, 教授
[2*] 國立臺北科技大學土木工程與防災所, 碩士生
[*] t110428040@ntut.org.tw

在全球經濟與科技快速發展下，導致地球上生態遭到嚴重破壞，造成二氧化碳排放量持續增加，進而引發全球暖化、氣候變遷等嚴重問題，地球上災害頻繁發生，對人民的生命及財產受到巨大威脅。目前台灣也面臨著全球氣候變遷的考驗，因此台灣政府正積極進行重大改革，改善過去的營建觀念，讓建築與自然生態能夠相互適應和融合，並致力於實現節能減碳的永續發展目標。這也是當前營建工程人員應該深思熟慮的目標之一。

發泡聚苯乙烯（EPS）是利用從石油中提取的液態苯乙烯單體，經過重合反應形成固態苯乙烯，再加入發泡劑製成塊狀形體產品。EPS 通過發泡、融合等製程，具有輕量化、高緩衝性、耐水性優、自立性佳、卓越的隔熱性能，並且施工簡單迅速。在歐美國家，工程師常使用地工泡棉（Geofoam）作為土木工程中砂土回填的替代材料。地工泡棉主要由 EPS 製成，本研究的主要目的是探討 EPS 在生產和 EPS 及各種建材在現場使用階段中的碳排放情況，並經由 SimaPro 生命週期評估軟體與碳足跡評估法模擬計算後，不論是 ReCipe2016 或 IPCC2021 GWP100 的分析模式均顯示在 $1m^3$的材料中，RC 之碳排放量大於 EPS 所導致人體健康損害之衝擊效應為 17.19 Pt，及二氧化碳排放為 76.236703 kgCo_2eq，臭氧消耗為 2.26E-06 kg CFC11 eq，人類非致癌毒性為 9.7897488 kg 1,4-DCB，礦產資源稀缺為 0.014895875 m^3。與 RC 和 EPS+RC 相比，EPS 在這些指標上表現較低。

以運動攝影機輔助台北市人行道環境評估

王柏喻[1*]、詹瀅潔[2]
[1*]國立臺灣大學土木工程系,碩士生
[2]國立臺灣大學土木工程學系,助理教授
[*]r10521711@ntu.edu.tw

近年來，隨著城市化與人口增長，城市中的交通問題日益嚴重，人行環境的評估與改善也日漸受到關注。人行環境是一個城市中不可或缺的元素，它關係到市民的生活品質與行走安全。在維持都市車流順暢的同時也應改變過去以車輛為道路主角的觀念，並重視都市人本交通。然而過去人民習慣以車代步與城市既有設計之阻礙造成都市人本交通計畫執行之困難。

本研究選取台北市為研究區域，台北市相較台灣其他城市，人行道發展相對成熟，由於台北市政府長年重視人行道環境的建設和管理，並積極推動相關政策，希望透過對台北市人行環境的研究成果，為其他地區的人行環境研究提供參考價值。

研究旨在探討運動攝影機輔助現行人行道環境考評之可行性，以較為客觀的方式蒐集與評估資料，並在抽取人行道路段後計算其分數。計算分數之依據來自層級分析法(AHP)之民眾問卷發放，分析人行道環境之四大屬性：暢行性、舒適性、安全性、與使用性。

研究結果顯示，民眾對人行道的安全性最為關注，其次是暢行性、使用性和舒適性。而運動攝影機在人行道環境評估中提供了極大的幫助，它可以消除主觀評估的因素，降低實際評估所需的人力成本，減少天氣對評估結果的影響，並且相較於傳統的標尺測量人行道寬度更為迅速。

臺北市建築物質存量動態分析與預測

張筠萱[1]、洪嫦闈[2*]
[1]國立臺灣科技大學營建工程系,碩士生
[2*]國立臺灣科技大學營建工程系,助理教授
[*]hungcathy@mail.ntust.edu.tw

自人口與技術迅速成長開始，建築物質材料大量流入城市地區，多數城市地區的營建廢棄物及自然資源消耗均大幅增加。因此，研究臺灣各地區建築物存量及流量的動態變化，掌握其分布和去化，繼而了解各區在建材代謝循環，可有助於建設規劃、強化物質管理、制定建築物廢棄物等之管理及策略制定。

本研究採用建築個案分析，利用工程單價分析表，以了解四大建築類別(住宅、工業、文教、商業)和同為住宅類別中，鋼筋混凝土構造(RC)及鋼骨鋼筋混凝土構造(SRC)之各別物質強度。後以此建築物質強度為基礎，進行臺北市建築物質存量的動態分析。使用實際新建與拆除面積可得知歷年建築物質存量變化，結合人口、社會經濟指標，推估未來存量流入與流出以及建築物質存量，另為符合實際情況及不確定性，故採情境分析以瞭解因不同發展對存量變化造成之影響。

由 2020 年與 2000 年存量比較結果得知臺北市各區現有建築物質存量多有增加，亦指年度平均物質流入高於流出。另以文獻之建築壽命分布為基礎推估年度拆除量與建築存量變化。其預測結果顯示老舊建築持續進行拆除但年度流出量顯示緩和現象，且受到臺北市整體人口未來成長呈現下滑趨勢，在 2041 年因需求驅動與拆除活動的減少，建築物質存量的流動較 2021 年趨緩。

NOTE

04

Organizers and Sponsors

Organizing Committee

籌備委員會

召集人：王維志 教授 Wei-Chih Wang

研究領域/專長：

- 成本估算與管理
- 專案管理
- 招標採購
- 建築資訊模型(Building Information Model)

副召集人：高明秀 助理教授 Minh-Tu Cao

研究領域/專長：

- 營建管理
- 工程規劃與控制
- 建築資訊模型
- 人工智慧在土木工程與專案管理
- 計算智慧

共同召集人：曾仁杰 教授 R.J.Dzeng

研究領域/專長：

- 營建管理
- 風險分析
- 智慧生活科技應用
- 人工智慧應用
- 遊戲式教育

共同召集人：黃世昌 副教授 S.C.Huang

研究領域/專長：

- 專案管理
- 統包

共同召集人：黃玉霖 教授 Y.L.Huang

研究領域/專長：

- 專案管理
- 營建財務
- 公共建設投資與民營化

Organizers

主辦單位

國立陽明交通大學 土木工程學系
社團法人中國土木水利工程學會

第 27 屆營建工程與管理學術研討會 籌備委員會
The 27th Symposium on Construction Engineering and Management

本校歷史悠久，秉承唐山工學院與上海交通大學之優良傳統，在台復校後，為配合國家經濟建設之需要，民國 67 年奉准成立交通工程系，然因課程相近於土木工程，遂於民國 68 年正名為「土木工程學系」。本系所經多年的擴充發展，師資及設備均具規模。二十餘年來所培育出的優秀人才，投入國內土木工程相關領域，對國家建設貢獻厥偉。然而，近年來國民的環境意識提高，開始重視經濟與工程建設，導致環境與自然生態的改變，使得土木工程師也在規劃和興建基礎建設時必須一併考量對於環境的衝擊。另一方面，石化能源的耗竭和自然資源的日益減少，乃至於溫室效應 增強所引致的全球 暖化與海平面上升，都對台灣的永續發展帶來了嚴峻的挑戰。

土木工程師肩負提升人類生活品質與保障人類生命安全的雙重使命，因此未來本系的教學與研究將以結合人類生活的需要以及能源、生態、環境(Energy, Ecology, Environment, EEE)的整體平衡宗旨，並以培育新世代的土木工程師以及領導土木工程跨領域的創新卓越研究為目標。本系更因為交通大學在電子資訊與通訊科技領域享譽全球，且位於台灣科技的創新基地新竹科學園區旁，擁有龐大的高科技資源支持尖端土木工程科技的研究，以及提供土木工程人員將先進技術應用於高科技廠房興建之機會，皆為本系所獨具之發展優勢。凡本系培育之學生，不僅具備成為優良土木工程師的充分條件，也同時擁有跨足高科技領域的機會與潛力。

國立陽明交通大學 CE 土木工程學系 Department of Civil Engineering

水利 土木 學會 工程 2023 50 CICHE 50th Anniversary 土開五域 水創十方

Co-organizers

協辦單位

義力營造股份有限公司

世合工程技術顧問股份有限公司

中華工程股份有限公司

台灣世曦顧問股份有限公司

亞新工程顧問股份有限公司

冠輝營造股份有限公司

皇昌營造股份有限公司

誠蓄工程顧問股份有限公司

聚恆科技股份有限公司

潤弘精密工程事業股份有限公司

Sponsors
贊助廠商

社團法人台灣省土木技師公會

中華民國內政部建築研究所

旭源營造工程股份有限公司

中興工程顧問股份有限公司

築本科技股份有限公司

台北市土木技師公會

社團法人新北市土木技師公會

互助營造股份有限公司

高雄市結構工程技師公會

威勝營造有限公司

臺灣區綜合營造業同業公會

林同棪工程顧問股份有限公司

中華民國行政院公共工程委員會

台南市土木技師公會

內政部營建署下水道工程處

煜拓工程有限公司

潘冀建築師事務所

艾奕康工程顧問股份有限公司

榮工工程股份有限公司

Sponsors
贊助廠商

中鼎工程股份有限公司

中華民國仲裁協會

歐亞電腦股份有限公司

亞利預鑄工業股份有限公司

社團法人台灣建築醫學學會

國立陽明交通大學 土木工程系友會

中華民國地下管道技術協會

黎明工程顧問股份有限公司

容正建築師事務所

安美建設股份有限公司

Review Committee

審稿暨論文評選委員(依姓氏筆畫排序)

職務	姓名	現職
召集人	王維志	國立陽明交通大學土木工程學系 教授
副召集人	高明秀	國立陽明交通大學土木工程學系 助理教授
共同召集人	黃玉霖	國立陽明交通大學土木工程學系 教授
共同召集人	黃世昌	國立陽明交通大學土木工程學系 副教授
共同召集人	曾仁杰	國立陽明交通大學土木工程學系 教授
委員	楊智斌	國立中央大學營建管理系所 教授
委員	王翰翔	國立中央大學營建管理系所 副教授
委員	王世旭	陸軍軍官學校土木工程學系 副教授
委員	王裕仁	國立高雄科技大學土木工程學系教授兼教育事業暨產品推廣處處長
委員	王琨淇	朝陽科技大學營建工程系 助理教授
委員	李欣運	國立宜蘭大學建築與永續規畫研究所 教授兼工學院院長
委員	阮玉梅	明新科技大學土木工程與環境資源管理系 助理教授
委員	吳翌禎	國立高雄科技大學土木工程系 教授
委員	周建成	國立中央大學土木工程學系 教授兼註冊組組長
委員	林之謙	國立台灣大學土木工程學系 助理教授
委員	林祐正	國立台北科技大學土木工程系 教授兼系主任
委員	林威延	逢甲大學土木工程學系 副教授
委員	林建良	國立高雄科技大學營建工程系 教授
委員	林偲妘	國立台灣大學土木工程學系 助理教授
委員	洪嫦闈	國立台灣科技大學營建工程系 教授
委員	紀乃文	國立台北科技大學土木工程系 助理教授
委員	范素玲	淡江大學土木工程學系 副教授兼工程法律研究發展中心主任
委員	連立川	中原大學土木工程學系 助理教授
委員	張智元	逢甲大學土木工程學系 教授

Review Committee

審稿暨論文評選委員(依姓氏筆畫排序)

職務	姓名	現職
委員	陳懿佐	國立高雄科技大學營建工程系 助理教授
委員	陳怡兆	國立高雄大學建築系 副教授
委員	陳維東	國立雲林科技大學營建工程系 教授兼工程學院院長
委員	黃盈樺	國立雲林科技大學營建工程系 教授兼系主任
委員	楊亦東	國立台灣科技大學營建工程系 教授
委員	詹瀅潔	國立台灣大學土木工程學系 助理教授
委員	潘乃欣	國立雲林科技大學營建工程系 教授
委員	廖彬超	清華大學建設管理系 副教授
委員	鄭明淵	國立台灣科技大學營建工程系 教授
委員	謝定亞	國立中央大學土木工程學系 教授

Student Members of the Conference Organizing Committee

研討會工作人員

組別	姓名
學生召集人	黃柏睿
副召	范如伶
	白佳卉
論文組	吳奐貞(組長)
	廖克軒
	張國輝
公關組	李佳婷(組長)
	黃上恩
	陳韋翰
財務組	林紜名(組長)
	蔡宗祐
	黃芃豫
美編組	黃宥蓁(組長)
	陳宜均
	黃嘉琪
網站組	黃律銘(組長)
	陳鈺祥
	朱詠恩
器材組	郭光壘(組長)
	徐卉萱
	陳泓志
機動組	謝旻傑(組長)
	趙芃毅
	劉家豪
	林為緒

AECOM
創新解決方案
優化基礎建設
Optimize the infrastructure with
innovative solutions
從航空到軌道交通，從營建工程到
專案管理，AECOM 多元領域專業團隊，
積極推動行業領域數位化，交付更智慧、
更高效、更具成果的解決方案
From aviation to transit, from construction
management to project management,
AECOM's multi-disciplinary professional team
actively leads the digitization of industries,
driving Smarter solutions, Faster results and
Better outcomes.
桃園航空城區段徵收專案管理及優先開發區工程監造案
Project Management and Construction Supervision
Service for Taoyuan Aerotropolis Development
aecom.com
Delivering a better world

BIM EXPERT

About us

ZenithBIM
CONSTRUCTION TECHNOLOGY

築本科技核心理念為「關注市場 - 創新作為」創始至今即致力應用BIM/UAV/IoT/AR/VR等創新技術與於營建產業全生命週期,依循目標/需求/品質/成本提供客戶全方位的專業服務。

BIM Technical Services

1- 各類型工程專案BIM全階段服務
2- 全專業機電整合CSD/SEM服務
3- FM設施管理系統客製化開發服務
4- BIM衍生各類渲染及模擬服務

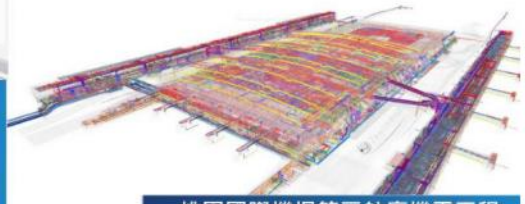
UAV Technical Services

1- 航拍實況三維模型技術服務
2- 航拍實況攝影及剪輯技術服務
3- 三維模型衍生渲染及各類模擬服務

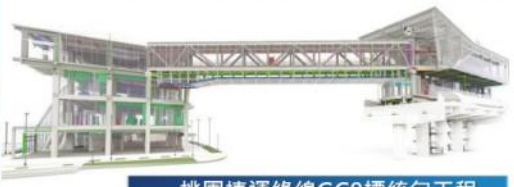
LiDAR Technical Services

1- 光達掃描點雲模型技術服務
2- 光達掃描應用相關技術服務
3- 點雲模型衍生渲染及各類模擬服務

INDICATIVE PROJECT

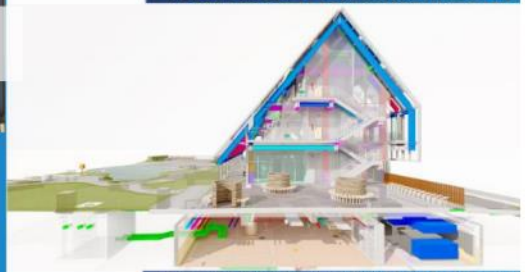


桃園國際機場第三航廈機電工程



桃園捷運綠線GC0標統包工程

內政部營建署國家檔案館新建工程



台糖沙崙智慧綠能循環住宅新建工程

社團法人新北市土木技師公會

NEW TAIPEI CITY PROFESSIONAL CIVIL ENGINEERS ASSOCIATION

本會提供 完善、貼心、優質、快速 服務品質

鑑定業務

- 現況鑑定／安全鑑定
- 協助法院辦理漏水、給付工程款等鑑定業務
- 損害之修復鑑定
- 損害之安全及補強鑑定
- 未報勘驗之安全鑑定
- 地震前七日內澆置混凝土之安全
- 地震後建築物損害之修復
- 地震後建築物損害之安全及補強
- 構造物受火害之安全
- 高氯離子混凝土構造物之安全
- 工程鑑估／公共工程等等
- 協助政府勘災及救援事宜。

審查業務

- 水土保持及山坡地開發計畫審查
- 地質敏感區基地地質調查及地質安全評估
- 施工(防救災)計畫說明會
- 縮短工期施工計畫審查
- 高鐵/捷運沿線基地開挖安全評估及施工計畫
- 特殊結構(高層建築結構)審查
- 新建住宅結構安全單項評估
- 住宅大樓建築物執照結構設計安全快篩分析
- 都市危險及老舊建築物結構安全性能評估
- 公共安全耐震能力評估檢查線上申報
- 結構耐震設計標章之認證、結構耐震施工標章之查證

會址:新北市板橋區民生路一段33號21樓之3
電話:(02)2957-2300　傳真:(02)2957-0690
網址 http://www.ntce.org.tw/

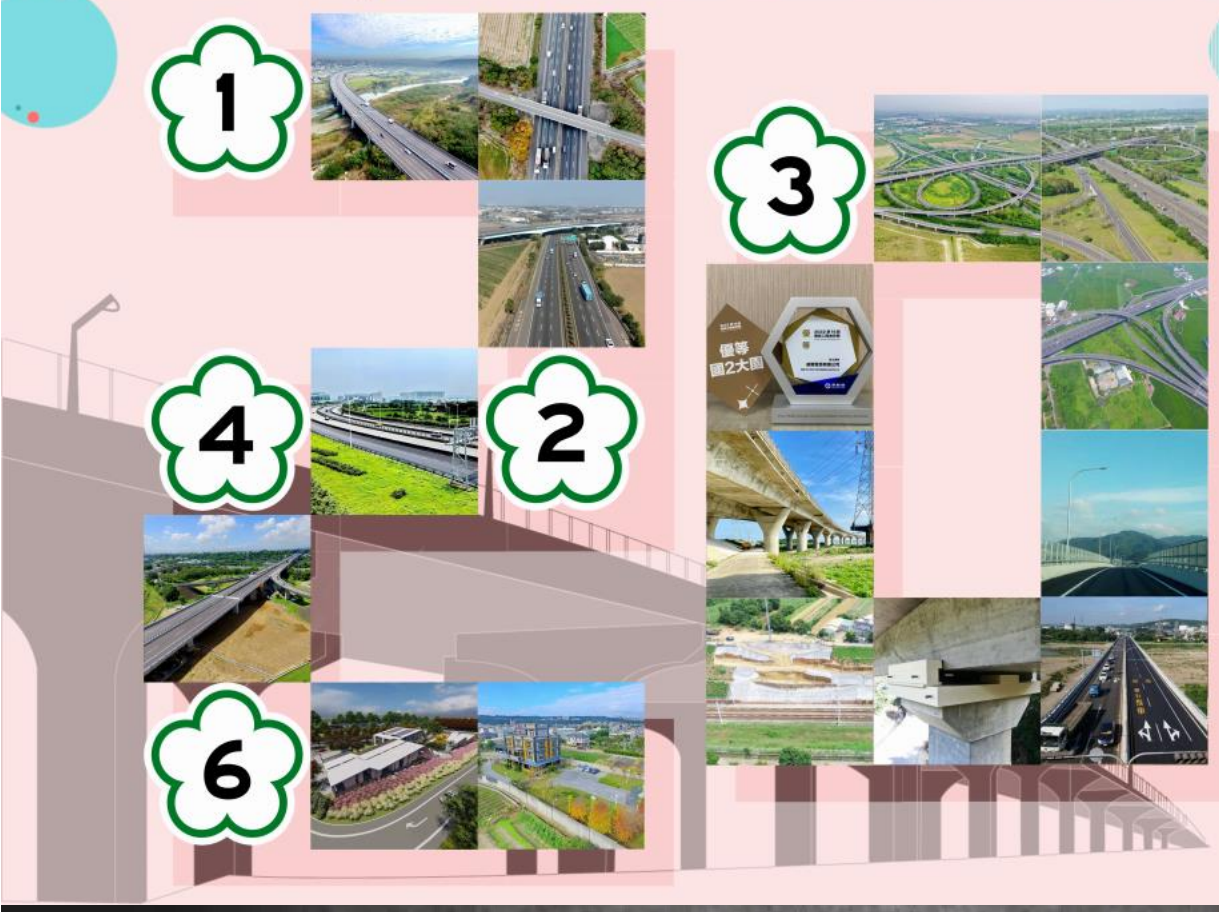
★歡迎技師加入本會，尤其尚未加入其他公會且受聘於新北市營造業者，屬強制加入★

威勝營造有限公司

WEI SHENG CONSTRUCTION CO., LTD

歡迎青年才俊加入我們！

參與國家交通建設20年



公司網頁

徵才網頁

徵 JOIN US

營建工程師

1.工地現場實務施作
2.協調工地事務及溝通事宜
3.控管施工進度與品質

46,000-58,000

煜拓工程有限公司

本公司擁有專業的經營團隊，以豐富的技術經驗、穩健的財務與管理制度，建構卓越的品質口碑，秉持專業、誠信、團隊、創新以及「以人為本」的企業文化精神，不斷提昇品質、累積信譽，追求企業永續經營及不斷成長，協助每一位員工都能開發最大的價值，勇於突破舊有觀念不斷學習與精進，建立煜拓工程卓越非凡的企業特色。

歡迎年輕畢業生加入我們！

一同成長、創新，實現夢想！

福利制度

1. 年終獎金、績效獎金、中秋獎金。
2. 享勞健保、團保、勞工退休金提撥。
3. 各項婚喪喜慶或傷病之賀禮及慰撫金。
4. 完整的教育訓練、順暢的升遷管道。
5. 提供工程人員完整安全裝備。
6. 公司提供每人公務手機及門號。

應徵方式

1. 研討會外徵才攤位
2. Email 履歷至：yutuo@yutuo.com.tw

CONSTRUCTORS & ENGINEERS
亞翔集團

榮工工程股份有限公司
RSEA Engineering Corporation
privatized 2009

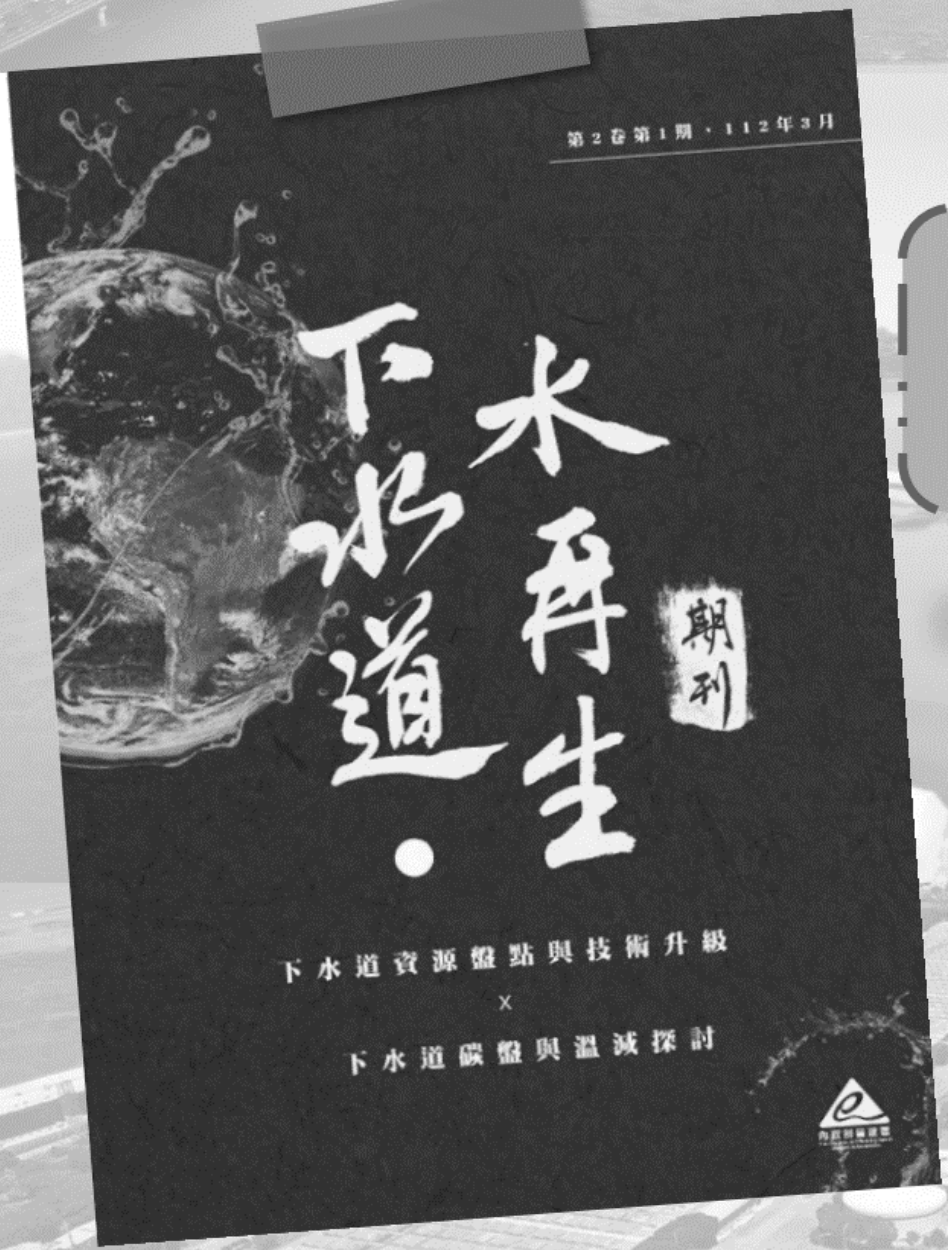
新北市汐止區大同路一段175號13樓
13F.,175, Sec.1,Datong Rd., Xizhi Dist.,New Taipei City
22145, Taiwan, R.O.C
TEL：(886)2-8691-7366 FAX：(886)2-8691-7866

CTCI
Discover Reliable

逐綠×築夢

地球永續的把關者

下水道・水再生



第2卷第1期
112年3月正式發行

檔案連結 QR-code

內政部營建署
Construction and Planning Agency
Ministry of the Interior

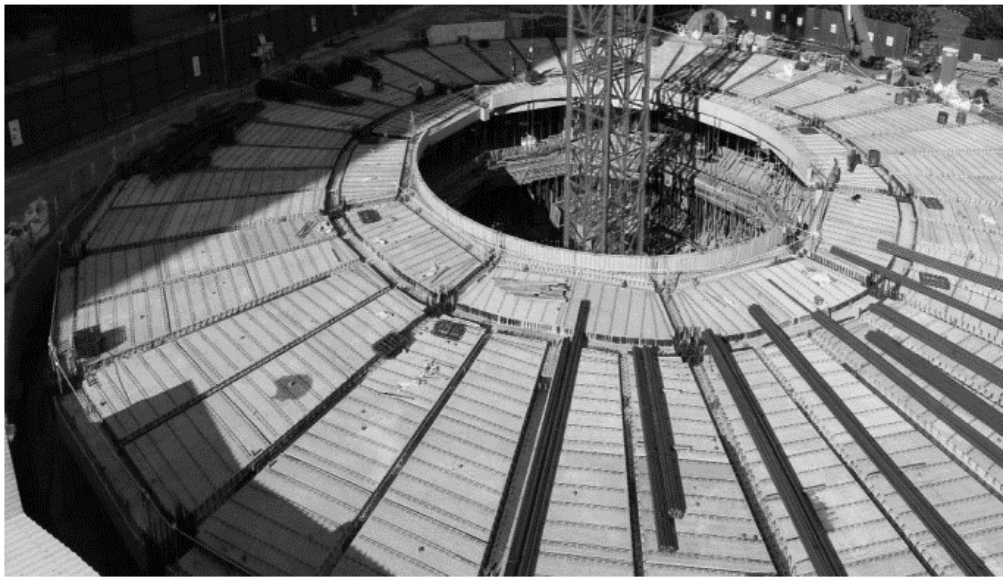
ecs 歐亞電腦股份有限公司
ENGINEERING COMPUTER SERVICES TAIWAN CO.,LTD.
台北 TEL：(02)87722966 台中 TEL：(04)23750756 高雄 TEL：(07)3363422
www.ecs-ap.com

亞利預鑄

遠東集團
FAR EASTERN GROUP

業界第一
全預鑄圓形結構

高強度、高品質

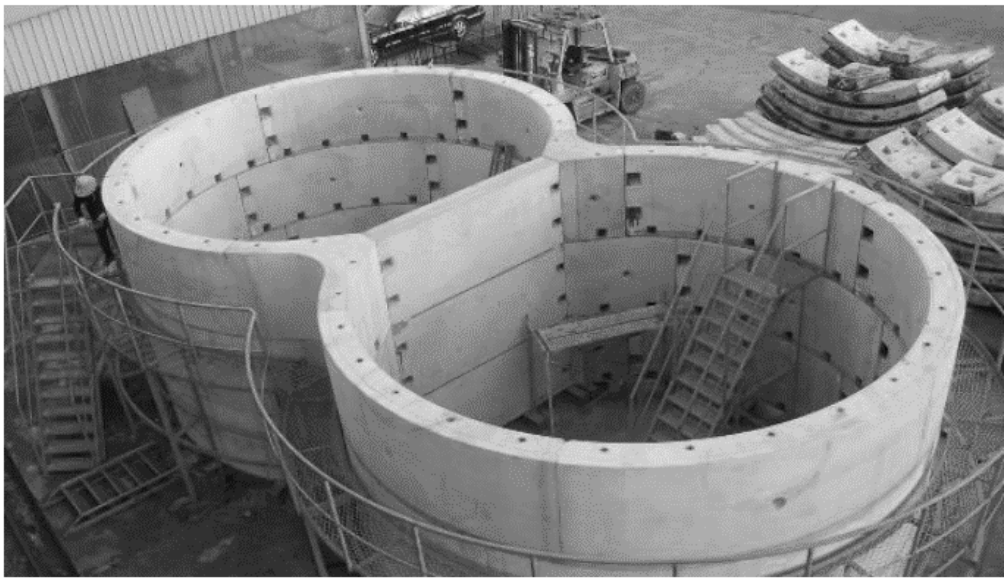


業界第一
蓮根梁預鑄工法

七天一層

業界第一
高精度雙孔環片

客制化樂高積木

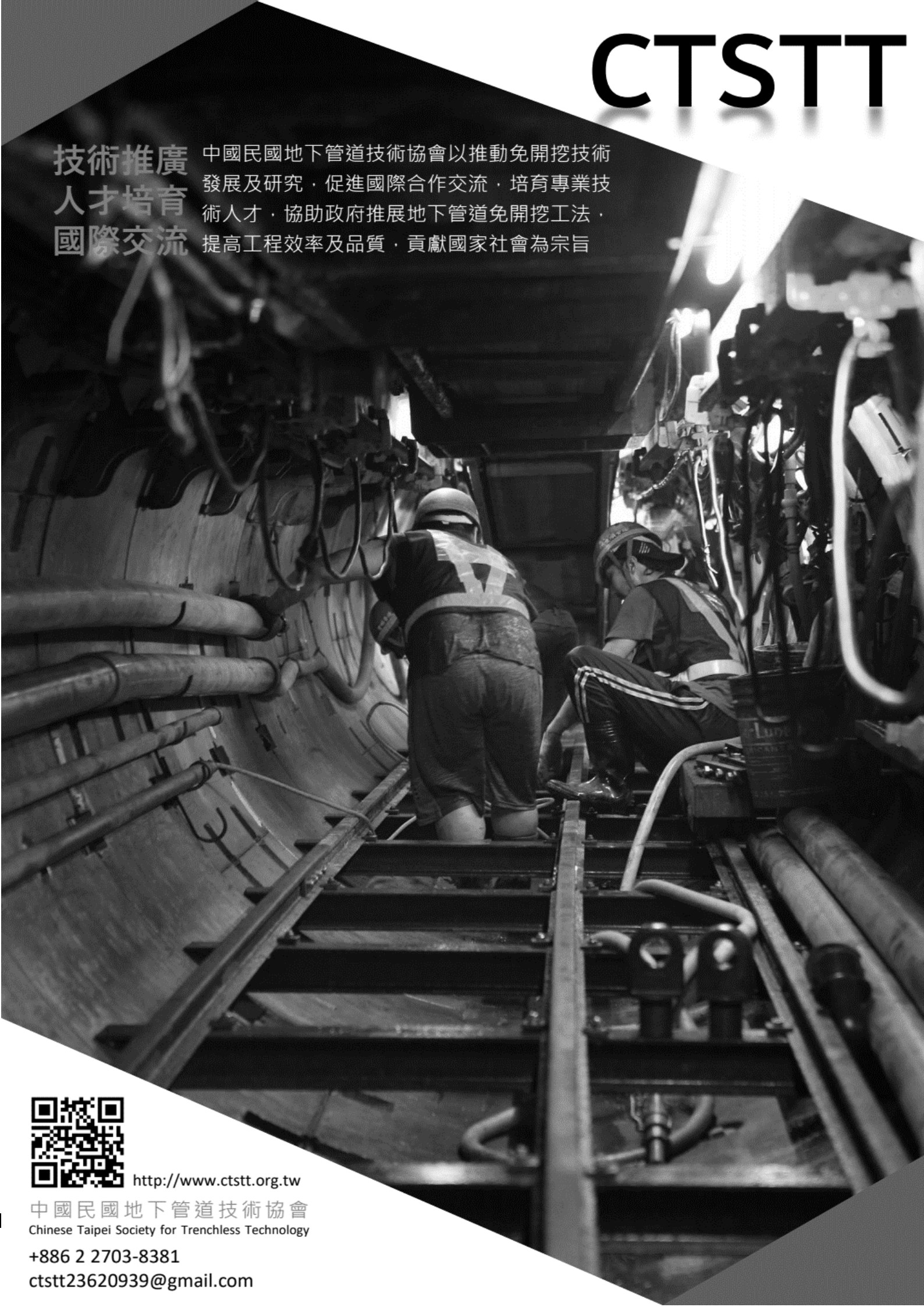


地址：新北市樹林區佳園路二段3號
電話：02-26803123
E-mail：jameshmlee@mail.yalipc.tw
網址 https://yalipc.tw/tw/

CTSTT

技術推廣
人才培育
國際交流

中國民國地下管道技術協會以推動免開挖技術發展及研究，促進國際合作交流，培育專業技術人才，協助政府推展地下管道免開挖工法，提高工程效率及品質，貢獻國家社會為宗旨



http://www.ctstt.org.tw

中國民國地下管道技術協會

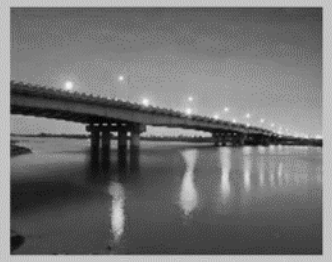
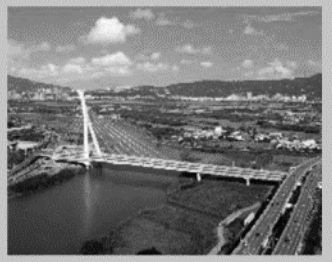
Chinese Taipei Society for Trenchless Technology

+886 2 2703-8381

ctstt23620939@gmail.com

開路架橋 穿山越水

治河理川 穩土固石

專業、客觀
公益、永續

歡迎掃碼，獲知我們最新消息！

台北市土木技師公會
Taipei Professional Civil Engineers Association

105612台北市松山區東興路28號9樓 02-27455168 tpce@tpce.org.tw

工程監造團隊

*台9線蘇花公路山區路段改善計畫(簡稱蘇花改)中仁隧道

用技術落實對安全及永續的執著

(蘇花改)於台9線蘇澳至大清水間，分三段進行改善
中興工程負責蘇澳-東澳及和中-大清水兩路段之設計及施工監造
和中-大清水段主要構造之一為長4.8公里之中仁隧道
於2020年1月6日通車，提供一條往來宜蘭及花蓮之安全道路

中興團隊專業服務

水利、大地、電力、結構、建築、軌道、交通、系統、機械、環境
海岸及港灣、都市設計、工業城鄉開發、園區規劃等之規劃
設計與施工監造管理

聯絡資訊

10570 臺北市南京東路五段171號 電話:(02) 2769-8388 傳真:(02) 2763-4555
E-mail : sinotech@sinotech.com.tw https : //www.sinotech.com.tw

中興工程顧問股份有限公司
SINOTECH ENGINEERING CONSULTANTS, LTD.

互助營造
Fu Tsu Construction

www.futsu.com.tw

innovation x challenges

應用創新科技挑戰未來

TOP 5000大型企業排名 營造業第一名

台灣各大龍頭企業總部大樓興建工程首選

INTEGRITY
INNOVATION
TEAM WORK

看影片了解我們

互助形象影片
品牌篇

互助形象影片
人生篇

社團法人台灣建築醫學學會

Taiwan Society of Architectural Medicine

本會為跨領域專業學術整合平台，以推展土木建築、建築醫學、環境工程、住宅健診、健康建築與智慧化環境、資通訊與機電、不動產與物業管理之學術研究為方向，並以提昇居住環境健康與生活品質為宗旨

本會推廣公平公正之學術研究風氣，設立 論文獎 及 傑出獎 (學術貢獻獎/產業貢獻獎/學術論文獎)，每年舉辦甄選，勉勵優秀學子與獎勵傑出人員或團體

本會提供專業輔導及「健康環境認證」服務，透過環境檢測與分析，進行評估及改善建築物室內空氣與環境品質，共同打造更健康、舒適的生活空間

本會具備豐富學術與產學合作經驗，如有專案研究或服務需求，歡迎接洽本會，亦歡迎踴躍加入本會，可透過下列方式搜尋本會

社團法人台灣建築醫學學會

tsam.org.tw2019

E-mail | service@tsam.org.tw 電話 | 04-23121616 地址 | 407 台中市西屯區文心路三段 199 之 2 號 24 樓之 7

NOTE

NOTE