



生成式 AI 助力營造業 科技減災

李秉展* / 全國營造業職業安全衛生促進聯合總會 秘書長

羅紫萍 / 月進整合科技有限公司 副總經理

科技減災是營造業職災預防與永續發展的重要議題，因而許多國家提出矩陣圖（九宮格）、風險處理對策清單等方法，有效引導事業單位選擇合適的科技以減輕或消除職災風險。然而，隨著生成式 AI 的興起，為引導營造業推動科技減災提供了更具彈性的作法。因此，本研究以墜落與碰撞職災預防為例，說明如何使用生成式 AI 以辨識現場可能的風險、分析現有防護設施的情況、評估風險的等級，以及提出可行的科技減災對策。結果顯示，生成式 AI 可有效提出合適的科技，並提供更豐富的資訊，以提高營造業職災預防能力。

關鍵字：營造業、科技減災、生成式 AI

科技減災是營造業職災預防與永續發展的重要議題

運用智慧科技以降低職業災害風險（以下簡稱科技減災），是職業安全衛生領域的國際發展趨勢。英國、新加坡、日本等先進國家甚至將科技減災納入職業安全衛生政策中^[1]，例如新加坡在其國家職業安全衛生政策「WSH 2028」中，就將「促進科技助力工作場所安全衛生（Promote Technology-Enabled WSH）」作為其中一個主軸，發展工作場所安全衛生科技的生態系統以深化產業能力，並藉由科技強化工作場所安全衛生訓練^[2]。此外，營造業因其高風險作業的特色，在各國都是科技減災的優先推動產業。

從相關研究可知，營造業常見的減災科技包括：物聯網、智慧攝影系統、無人機、沉浸式科技、建築資訊模型 / 地理資訊系統、人工智慧等^[3]，都已顯示出其應用潛力與良好成效。然而，如何讓事業單位選擇到合適的科技用以職災預防，是推動營造業科技減災的關鍵問題。針對這個問題，日本利用類別檢索的方式，根據應用領域、工程類型、職災類型、應用目的

等條件，提供可參考的科技減災應用案例^[4]；而英國則是採用風險處理對策清單的方式，根據風險類型、處理對策類型、適用階段等條件，提供可參考的風險處理對策（包括科技減災）^[5]。

然而，自從 ChatGPT 等生成式 AI 工具的興起，為選擇合適的減災科技提供了更有彈性的作法。因此，新加坡在其「科技助力改善工作場所安全衛生（Technology as an Enabler to Improve Workplace Safety and Health）」報告中，更倡議要活用生成式 AI 來加速科技減災成效^[6]。

生成式 AI 在營造業與科技減災的應用

由於生成式 AI 的快速發展，全球的人工智慧領域正經歷一場巨大變革，對營造業與許多產業都將造成重大影響與轉型契機。此外，我國國科會也積極推動百工百業導入生成式 AI 的計畫，期待各產業能將生成式 AI 與領域知識（domain knowledge）結合，加速產業應用擴散。

營造業其實在機器學習、深度學習等 AI 應用已經有長足的發展，且應用於成本預測、工期預測、建築能源預測、工作者作業識別、施工現場安全、現金流預測、結構健康監測、資源分配與最佳化、預測性維

* 通訊作者，pinchan.lee@gmail.com

護與決策支援系統等領域^[7]。然而，雖然營造業在生成式 AI 的應用才剛起步，但已展現出令人期待的發展潛力。Saka 等人從專家訪談與產業調查的結果，將生成式 AI 可應用於工程全生命週期的各項議題彙整如下^[8]：

預設計階段

- (1) 建築活動的基礎，包括場地研究、規劃、建築成本分析及價值工程。
- (2) 採購決策支援，包括價值工程、生命週期成本和多標準決策制定。
- (3) 專案簡報與業主需求研擬，即業主資訊需求（EIR）。

設計階段

- (1) 設計概念的生成，創造符合專案要求的設計選項。
- (2) 自動法規檢核，確保設計符合法規、標準規範，避免延誤和安全問題。
- (3) 最佳化材料選擇，減少工程的環境影響。
- (4) 工程量清單和成本計算，作為成功專案交付的一部分。
- (5) 改善能源效率分析，應對建築行業能源需求的迅速增長。
- (6) 設計規範的制定，為營造工程提供關鍵成功資訊。

施工階段

- (1) 管理工程進度與物流，制定活動、任務、所需資源和完成時間的綜合計畫。
- (2) 自動法規檢核，確保工程遵守眾多法規與性能標準。
- (3) 風險辨識、評估和處理，有效管理專案目標的潛在影響。
- (4) 工地安全管理，預防事故、減少傷害並確保符合安全標準。
- (5) 工程進度監控和報告，確保施工階段的有效完成。

從 Saka 等人的研究可知，營造安全是生成式 AI 具有潛力的應用議題，用以辨識風險、評估風險、建議風險處理對策（包括科技減災）。雖然從 Alada 的研究認為，生成式 AI 在風險處置與風險監測具有良好表現，而在風險辨識與風險分析的表現有改進空間^[9]。但在 GPT-4 模型問世後，這些限制都可能被解決。

在 GPT-4 模型問世後，微軟研究團隊針對其功能與潛在應用提出詳細報告，並認為安全檢查（safety

inspection）是具有潛力的應用主題^[10]。此外，國際專案管理學會（PMI）亦認為生成式 AI 將成為風險評估的有力輔助工具^[11]。施工安全風險管理是營造業的重要任務，特別是現場的危害辨識、風險評估、風險處理對策研擬等，都需要仰賴工程人員的專業及經驗。此時，若藉由生成式 AI 產生豐富資訊與初步分析結果，將能大力協助工程人員進一步評估與決策。

生成式 AI 在營造業科技減災的應用探索

本研究以營造安全的領域知識為基礎，從職災風險預防的角度來說明生成式 AI 在營造業科技減災的應用。本研究使用 ChatGPT 4.0 作為生成式 AI 工具。

墜落職災預防的科技

屋頂是我國營造業發生墜落職災的前三大媒介物。因此，本研究以勞動部職業安全衛生署官網所提供的屋頂作業墜落職災案例為例，說明生成式 AI 如何提出有效的科技減災建議。

當在現場觀察到屋頂作業可能存在墜落風險時，可利用生成式 AI 的圖片與文字分析功能，分析勞工在此工作場所可能會產生什麼職災風險（如圖 1 所示）。圖 2 為生成式 AI 所回覆的答案，包括墜落 / 滾落、物體飛落、物體倒塌 / 崩塌等，確實都是屋頂作業常見的職災類型。

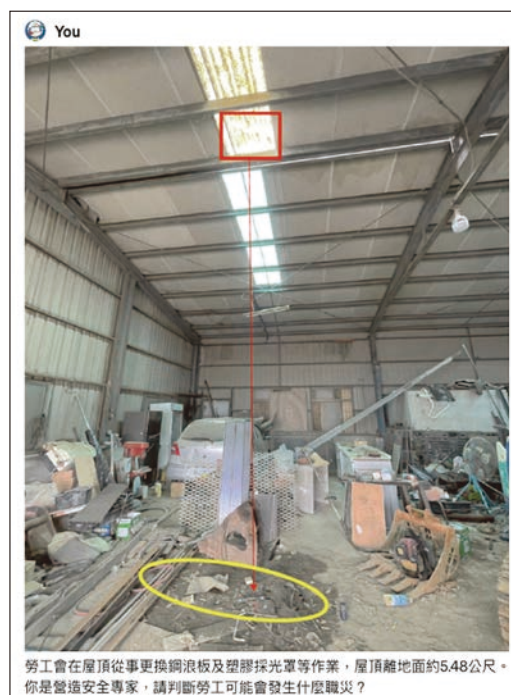


圖 1 屋頂作業職災風險分析



ChatGPT

從這張圖片中，我可以判斷出幾種可能發生的職業災害情況。考量到屋頂的工作環境和高度 (5.48 公尺)，以下是一些潛在的風險：

1. 墜落、滾落：勞工在屋頂工作時，如果沒有適當的防墜設施，如安全網或防墜系統，存在從屋頂墜落的風險。
2. 物體飛落：更換鋼浪板及塑膠採光罩的過程中，如果物件被不當搬運或固定，可能會從高處落下，對下方的勞工造成傷害。
3. 物體倒塌、崩塌：如果屋頂結構不穩或承載超過其設計極限，可能導致部分結構崩塌，勞工有被埋壓的風險。
4. 被撞、衝撞：在屋頂工作時，勞工可能會不慎碰撞到屋頂上的設施或結構，如通風口、天窗邊緣等。
5. 被夾、被捲：工作時使用的工具或機械可能有夾傷或捲入的風險，特別是在搬運重物或操作機械時。
6. 不當動作：由於屋頂工作空間可能受限，勞工在進行作業時可能會因動作不當導致扭傷或拉傷。
7. 踩踏：屋頂上可能散落有鋼釘、工具或其他銳利物品，勞工在行走時可能會踩到這些物品。

為了預防這些職業災害，勞工應該穿著適當的防護裝備，如安全帽、防滑鞋和適當的防墜裝置。同時，應該進行風險評估，以確保所有必要的安全措施都已到位，包括勞工教育訓練、工作監督和緊急應變計劃。

圖 2 生成式 AI 的屋頂作業職災風險分析

接著，可以讓生成式 AI 根據特定法規（例如職業安全衛生設施規則與營造安全衛生設施規則），判斷照片所示的工作場所應遵守的規定，如圖 3 與圖 4 所示。從圖 3 與圖 4 的內容可知，生成式 AI 可根據照片分析風險情況，再跟法規條文進行比對，辨識出適用的規定供使用者參考。

生成式 AI 所產生的內容（圖 2 至圖 4）基本上與職災報告中的肇災原因與防災對策一致，顯示只要輸入足夠詳細、明確的提示詞，生成式 AI 產生的資訊將具有相當的專業性與參考價值。

隨後，可再讓生成式 AI 在現有防護設施下，推薦哪些科技能進一步降低墜落職災風險，如圖 5 所示。



ChatGPT

根據您提供的「職業安全衛生設施規則」文件，對於工作場所進行高空作業時，為了防止勞工墜落，雇主必須依照以下條文實施相應的預防措施：

1. 第224條：高度在二公尺以上的工作場所邊緣及開口部分，若勞工有墜落危險，應設有足夠強度的護欄、護蓋等防護設備。若設置困難或需臨時拆除，則應使用安全帶等措施防止墜落。
2. 第225條：在高度二公尺以上的處所作業，且勞工有墜落之虞時，應架設施工架或其他方式設置工作台。若設置工作台困難，則應採取張掛安全網或使勞工使用安全帶等措施。
3. 第227條：若勞工需在易踏穿材料構築的屋頂或天花板上作業，雇主應規劃安全通道，在屋架或天花板支架上設置寬度超過三十公分的踏板，並在可能墜落範圍裝設堅固格柵或安全網等。
4. 第226條：若作業場所的高度在二公尺以上，遇到強風、大雨等惡劣氣候可能導致勞工墜落，則應停止作業。
5. 第228條：若勞工在高差超過一點五公尺以上的場所作業，雇主應提供能夠使勞工安全上下的設備。

以上措施都是以勞工安全為首要考量，並確保作業時的安全防護。這些條文提供了明確的規範，以減少墜落的職災發生。根據您的專長，應用這些條文來評估和改善工作場所的安全是非常關鍵的。

圖 3 根據職業安全衛生設施規則的生成式 AI 分析內容



ChatGPT

依據營造安全衛生設施標準的第17條規定，雇主對於高度二公尺以上之工作場所，勞工作業有墜落之虞者，應訂定墜落災害防止計畫，並按照風險控制的先後順序採取適當的墜落災害防止設施。這些設施包括：

1. 經由設計或工法選擇，盡量使勞工在地面完成作業，以減少高處作業項目。
2. 變更施工程序，優先施作永久構造物的上下設備或防墜設施。
3. 設置護欄、護蓋。
4. 張掛安全網。
5. 使勞工佩戴安全帶。
6. 設置警示線系統。
7. 限制作業人員進入管制區。
8. 對於增加作業危險的開放邊緣、組模作業、收尾作業等，應訂定保護計畫並實施。

此外，根據第18條，當勞工在屋頂進行作業時，雇主應依據作業的特點採取適當的安全措施，例如設置護欄和適當的工作臺，並在必要時提供背負式安全帶，確保勞工的安全。屋頂作業主管應在現場負責作業方法的決定、檢點、確保個人防護具的使用以及安全衛生設備及措施的有效狀況。

具體措施應根據實際工作條件和勞工墜落的風險來制定和執行，確保勞工在屋頂工作時的安全。

圖 4 根據營造安全衛生設施規則的生成式 AI 分析內容

ChatGPT

為了預防工地上的墜落事故，可以運用多種科技來增強安全。以下是根據網路資料整理出來的可行方案：

1. **物聯網 (IoT) 技術**：可以通過佩戴可感測的設備，實時監控工人的位置和狀態，識別高危區域和跌倒事件，並且提供及時的警報。此外，IoT技術也能夠幫助監控建築材料的運送和管理，從而提高工作效率 [9] [9]。
2. **智慧攝影系統**：運用攝影機和深度感測器配合人工智慧 (AI) 算法，即時偵測不安全行為或可能的墜落風險，並對工地管理者和工人發出警告 [9]。點選可連結至相關案例的網頁
3. **擴增實境 (AR) 和 虛擬實境 (VR)**：這些技術可以模擬真實情境，進行風險場景的培訓，減少對實際設備的損傷及訓練成本，並且在執行高危工作前，透過頭戴式顯示器提供全面的視角 [9]。
4. **人工智慧 (AI)**：AI可以通過分析大量數據來預測風險，優化項目管理和決策過程。例如，AI能夠分析過往的設備使用數據和天氣條件，以生成準確的物料預測 [9]。
5. **建築資訊模型 (BIM)**：結合AI的BIM能夠對設計進行優化，以及自動化重複性和勞力密集型的建築任務，從而提高生產率、降低成本並增強安全性 [9]。
6. **機器人技術**：例如自動化磚砌、混凝土澆注和材料處理等，這些自動化解決方案提升了精確度，加速了建築時間表，並減少了人工勞動 [9]。
7. **無人機 (drones)**：用於對建築工地進行勘察、繪製地圖和監控項目進度，並可以用於建築外觀的檢查，減少高空作業風險 [9] [9]。

結合以上技術，可以有效地提高工地安全性並預防職業災害的發生。

圖 5 生成式 AI 的墜落預防科技減災建議

從圖 5 可知，智慧攝影系統、物聯網、無人機、建築資訊模型等科技，都可用於預防墜落職災發生，且還能點選連結以進一步查看相關案例，助力科技減災的應用。然而，從圖 5 亦可知，生成式 AI 的部分建議描述（例如人工智慧、建築資訊模型、機器人技術）並非針對墜落職災預防。此時就可以修改提示詞，讓生成式 AI 只針對墜落職災預防的科技進行回覆。

除此之外，還可以讓生成式 AI 將上述科技依照控

制層級（hierarchy of control）進行分類，如圖 6 所示。使用者就可以依照控制層級的順序逐步思考每個科技的可行性。

此外，亦可讓生成式 AI 依照所提供的指標（例如安全性、成本、技術成熟度）進行評選，如圖 7 所示。從上述應用可知，科技減災在 PMI 的生成式 AI 分類中應該屬於「輔助」類別，即利用生成式 AI 產生豐富的資訊與初步成果，供使用者根據其專業再進一步評估與調整。

ChatGPT

各項科技應用於工地墜落職災預防的控制層級可以如下分類：

- (a) 消除危害：
 - 無人機 (drones)：透過遠程檢查來避免人員需要在高處作業，從而消除墜落的風險 [9]。
- (b) 以危害性較小的流程、操作、材料或設備取代之：
 - 人工智慧 (AI) 和 建築資訊模型 (BIM)：利用AI進行風險分析和優化設計，以及透過BIM來規劃施工過程中的安全措施，減少人員在危險環境中工作的需要 [9] [9]。
- (c) 使用工程控制與工作重組：
 - 物聯網 (IoT) 技術：實時監控工地環境和工人的位置，以及工作條件，及時檢測並警示墜落的風險 [9] [9]。
 - 機器人技術：用於自動化磚砌和材料搬運，這樣就可以減少人員在高處的工作量 [9]。
- (d) 使用管理控制，包括訓練：
 - 智慧影像系統：透過AI算法分析影像數據來偵測工人的行為模式，識別潛在的安全風險並發出警告 [9]。
 - 擴增實境 (AR) 和 虛擬實境 (VR)：用於模擬高危作業環境的培訓，提高工人對安全風險的認識和應對能力 [9]。
- (e) 使用足夠的個人防護具：
 - IoT技術開發的可穿戴設備：可以實時監測工人的生理數據，比如心率和位置，並在檢測到墜落或其他危險時發出警報 [9] [9]。

圖 6 依據控制層級將墜落預防科技進行分類

ChatGPT

進行科技減災技術的評選時，考慮安全性、成本和技术成熟度是關鍵。以下是根據這些標準對每種技術的評估：

技術	安全性 (1-10)	成本 (1-10)	技術成熟度 (1-10)	平均分數
IoT技術	8	7	8	7.7
智慧影像系統	9	6	7	7.3
AR/VR訓練	7	5	7	6.3
AI/BIM	8	4	6	6.0
機器人技術	7	3	5	5.0
無人機	9	8	9	8.7
可穿戴設備	8	6	7	7.0

- 安全性評分考慮的是技術能夠多大程度上減少或消除工地墜落事故的機率。
- 成本評分則是基於技術的購買、實施以及維護成本。
- 技術成熟度評分根據技術的測試、應用以及業界接受程度來評定。

圖 7 利用生成式 AI 對墜落預防科技進行評選

除了生成式 AI 推薦的科技減災案例之外，使用者也可根據生成式 AI 推薦的方向，從「營造業職業安全衛生管理系統資訊應用平台」的營造業安全衛生電子報、營造業職業安全衛生科技分享、優良工程金安獎科技創新作為電子書、安全看得見手冊等，查詢相關的案例，如圖 8 所示。營造業職業安全衛生管理系統資訊應用平台網址為：<https://coshms.osha.gov.tw/>

例如在運用智慧攝影系統以預防墜落職災方面，可參考「新加坡工作場所安全衛生影像監視系統指引」的技術摘要，以瞭解智慧攝影系統基本規格與解析度的要求、建議裝設的高風險作業與地點，以及可增加的智慧功能（包括開口邊緣偵測、個人防護具偵測、工作者使用掛勾/安全帶的情況、電子圍籬等，如圖 9 所示^[12]）。

為能更方便使用，本研究將上述的分析過程寫成「科技減災 GPT」，使用者只需要拍照上傳，就會自動完成科技減災的所有分析，如圖 10 所示。

碰撞職災預防的科技

碰撞（衝撞/被撞）職災預防也是科技減災的常見應用方向。在行政院公共工程委員會的「公共工程採用自動化及預鑄化之規劃設計參考指引」中，亦提到施工機具搭載 AI 以避免碰撞的應用。因此，本研究同樣以勞動部職業安全衛生署官網所提供的碰撞職災案例為例，說明生成式 AI 如何提出有效的科技減災建議。

根據相關碰撞職災案例，可利用生成式 AI 提出未來預防碰撞職災再發生的科技應用（如圖 11 所示）。圖 12 為生成式 AI 所回覆的答案，包括智慧安全帽（物聯網）、AI 監控（智慧攝影系統）、無人機具等，都是可行的碰撞職災預防科技應用。

智慧安全帽在國外已有許多應用案例，從優良工程金安獎科技創新作為電子書中也可看到國內的應用，如圖 13 所示，能有效偵測工作者與施工機具間的



圖 8 營造業職業安全衛生管理系統資訊應用平台



圖 9 智慧攝影系統的延伸功能



圖 10 科技減災 GPT



圖 11 碰撞職災的科技減災分析

ChatGPT

根據您所提供的情境，以下是幾個相關案例說明，展示了特定科技在預防職災方面的應用：

- 智慧安全帽：**
 - 裝置IoT技術的安全帽能夠即時監測工人的體溫和心跳頻率，進而改善工作場所的安全 [1]。
 - 安全帽可以追蹤工人在工地上的位置、移動軌跡和距離數據。
 - 具備墜落報警、電子圍欄進入限制區域的預警功能，以及緊急求助按鈕。
 - 適合需要即時監控工人健康狀況以預防事故發生的環境。
- 5G無人堆高機：**
 - 使用5G內部定位系統來協調無人堆高機與其他設備之間的通訊，提升物流效率 [1]。
 - 堆高機裝有感應保護裝置，能即時偵測障礙物或行人並採取避讓措施。
 - 適合於需要自動化運作和精準庫存追蹤的場合。
- AI交通監控系統：**
 - 這套系統整合了AI加速與4G LTE無線通訊技術，能在各種環境中即時處理數據 [1]。
 - 可承受各種環境和天氣條件，並能進行靈活部署。
 - 能夠客製化，以適應特定的需求，如加入額外感測器和其他IoT設備。
 - 適用於需要高度即時數據處理的智慧城市應用。

這些科技方案能夠協助實現即時監控和預防職災的目的，有效提升工作場所的安全性。

圖 12 生成式 AI 的碰撞職災預防科技應用回覆



圖 13 使用智慧安全帽預防碰撞的國內應用

距離，在侵界時發出警示，以有效預防碰撞職災發生。

在研擬科技應用時，亦可以藉由生成式 AI 來詢問應注意事項。例如圖 14 所示，使用智慧安全帽時應注意持續配戴、定期檢查等事項。

若現場無法全員提供智慧型安全帽時，智慧攝影系統就是一個可行的方案。在優良工程金安獎科技創新作為電子書中可看到國內智慧攝影系統在碰撞預防的應

用，如圖 15 所示，在施工機具上搭載智慧攝影系統，當工作者侵入預警範圍時發出警示，以預防碰撞職災發生。

除了物聯網與智慧攝影系統之外，自動化與遠端遙控施工機具更是預防碰撞的有效方法。相關資訊可從營造業職業安全衛生管理系統資訊應用平台中，查詢營造業安全衛生電子報「日本工程機械施工自動化與遠端遙控發展簡介」的內容。

 ChatGPT

使用智慧安全帽時，應注意以下事項：

1. 持續配戴：工作人員應在工作場所內全程配戴智慧安全帽，以確保安全帽的監控系統能夠即時追蹤及監控健康數據和位置。

2. 定期檢查：應定期檢查智慧安全帽的感測器和發射裝置是否運作正常，包括電池壽命、數據傳輸和報警系統。

3. 數據隱私：確保工人的個人健康數據受到適當的保護，並且遵守相關的隱私法規。

4. 培訓：工作人員應接受適當的培訓，以熟悉智慧安全帽的功能及其使用方式，包括怎樣回應安全帽的警報和通知。

5. 緊急程序：確保工作場所所有明確的緊急反應程序，以便在智慧安全帽發出警報時能夠迅速且有效地採取行動。

6. 維護保養：智慧安全帽應定期進行維護，包括清潔感測器，確保通訊裝置沒有損壞或異常。

7. 適應性調整：智慧安全帽應能夠根據不同的工作環境進行適應性調整，比如在光線不足或特殊環境下仍能夠穩定工作。

8. 技術支持：應有專業的技术團隊提供後續的技術支持和系統升級，以確保安全帽系統與時俱進。

9. 充分溝通：工作場所應有一套溝通機制，讓工人們能夠對智慧安全帽的使用心得提出反饋，並進行適當的改善。

通過上述措施的實施，智慧安全帽能夠在保護工人安全的同時，提高工作效率和預防職業災害的能力。

圖 14 使用智慧安全帽預防碰撞的應注意事項

圖 15 使用智慧攝影系統預防碰撞的國內應用

結論與建議

本研究以墜落與碰撞的職災預防為例，說明生成式 AI 在營造業科技減災的應用。結果顯示，只要提供明確、詳細的提示詞，生成式 AI 能有效辨識工地的職災風險，並根據相關法規分析現有防護設施的情況。在提供風險評估方法的提示詞後，生成式 AI 亦可根據營造安全的領域知識進行風險評估，並提出可行的科技減災對策。生成式 AI 將成為協助事業單位選擇合適科技的新興方法，也是國際發展的趨勢。

本研究亦建議使用者參考營造業職業安全衛生管理系統資訊應用平台的各項資源，在獲得生成式 AI 推薦的科技方向後，可從平台中查詢相關的國內外應用案例與資訊，協助使用者評估科技減災的可行性與實用性。此外，為使生成式 AI 在安全的環境中運用，亦可參考國際大型營造事業單位的作法^[13,14]，在提高效率的同時能兼具資訊安全。

參考文獻

1. 鄒子廉、李柏昌、李文進、李秉展 (2022)，職業安全衛生數位轉型發展策略，中華技術，第 133 期，第 32-43 頁。

2. Minister for Manpower. (2018). WSH 2028: A Healthy Workforce in Safe Workplaces; A Country Renowned for Best Practices in Workplace Safety and Health.

3. Okpala, I., Nnaji, C., and Karakhan, A.A. (2020). Utilizing emerging technologies for construction safety risk mitigation. Practice Periodi-

cal on Structural Design and Construction, 25(2), 04020002.

4. 建設業勞働災害防止協会 (2019)，勞働災害防止のための ICT 活用データベース。URL: https://www.kensaibou.or.jp/safe_tech/ict/index.html

5. HSE Science and Research Centre. (2021). Discovering Safety - Construction Risk Library project. URL: <https://www.discoveringsafety.com/index.php/works/construction-risk-library-project>

6. WSH Institute (2023). Technology as an Enabler to Improve Workplace Safety and Health. STAS-WSH Council Workplace Safety Forum 2023.

7. Abioye, S.O. et al. (2021). Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges. Journal of Building Engineering, 44, 103299.

8. Saka, A. et al. (2023). GPT models in construction industry: Opportunities, limitations, and a use case validation. Developments in the Built Environment, 100300.

9. Alada, H. (2023). Assessing the Accuracy of ChatGPT Use for Risk Management in Construction Projects. Sustainability, 15(22), 16071.

10. Yang, Z., Li, L., Lin, K., Wang, J., Lin, C.C., Liu, Z., and Wang, L. (2023). The dawn of Imms: Preliminary explorations with gpt-4v (ision). arXiv preprint arXiv:2309.17421, 9(1), 1.

11. PMI. (2023). Shaping the Future of Project Management With AI. <https://www.pmi.org/learning/thought-leadership/ai-impact/shaping-the-future-of-project-management-with-ai>

12. WSH Institute. (2023). Technology as an Enabler to Improve Workplace Safety and Health. STAS-WSH Council Workplace Safety Forum 2023.

13. 鹿島建設株式会社 (2023)，当社グループ専用対話型 AI 「Kajima ChatAI」。 https://www.kajima.co.jp/news/digest/oct_2023/feature/03/index.html

14. 大成建設株式会社 (2023)，生成 AI を用いた専門技術検索システムを開発—信頼性の高い情報を短時間で提供し、業務効率化と生産性向上を実現。 https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2023/231226_9849.html

62

Vol. 51, No. 3 June 2024 土木水利 第五十一卷 第三期