

既有建築物地下室拆除重建工法之研究

(資料蒐集分析報告)

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 109 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

既有建築物地下室拆除重建工法之研究

研究主持人： 王安強 副所長

協同主持人： 楊勝德

研究員： 邱尚孝、周楷峻、李台光、范仲棋

研究助理： 楊文賓、游其海

研究期程： 中華民國 109 年 2 月至 109 年 12 月

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 109 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目次

目次	i
表次	v
圖次	vii
摘要	ix
ABSTRACT	xiii
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起	1
第二節 研究目的	1
第三節 研究範圍	2
第四節 研究流程及方法	2
第五節 研究進度	4
第二章 文獻回顧	5
第一節 基地現況調查	5
(一) 現況調查的項目及內容	6
(二) 現況調查的課題	6
(三) 現況調查的方法	7
第二節 新舊地下室的相對關係	8
(一) 外側	9
(二) 外側緊貼	9
(三) 內側緊貼	10
(四) 內側	10
(五) 重疊	10

(六) 交錯	11
(七) 基樁	11
第三節 既有地下構造物之利用	11
(一) 既有地下室已有回填物之問題	11
(二) 保留既有地下構造物繼續使用	12
(三) 先利用再拆除	13
(四) 無法利用、直接拆除	13
第四節 新設基樁穿過既有地下室之施工	14
(一) 基樁施工面之結構補強	14
(二) 樁位與舊地下室柱梁衝突之處理	14
第五節 既有地下構造拆除重建之常見工法	14
(一) 全套管切削工法	14
(二) 隔艙工法	15
第六節 施工安全	16
(一) 現況調查	16
(二) 鄰房保護措施	16
(三) 基樁拔除或破除樁孔崩塌之預防	16
(四) 拆除、開挖穩定性分析	17
(五) 安全監測	17
第七節 日本之既有地下工作物處置準則	17
(一) 技術課題	18
(二) 利用型態	19
(三) 移除方法	20
(四) 既有地下構造利用及拆除的注意事項	21

第三章 既有地下室拆除重建施工流程與評估架構.....	31
第一節 外側：一般導溝.....	31
第二節 利用既有地下室結構體之隔艙工法.....	31
第三節 新舊連續壁重疊之全套管切削之清障工法.....	32
第四節 新連續壁與既有地下構造物相交錯之全套管切削.....	32
第五節 既有建築物地下室拆除重建評估架構.....	40
(一) 基地現況及既有地下構造物調查.....	41
(二) 判斷既有地下構造物能否利用.....	41
(三) 建築設計檢討、既有地下構造物利用方式評估.....	41
(四) 現況問題.....	42
(五) 既有地下構造物結構強度評估及補強.....	42
第四章 建築物地下室拆除重建工期與造價案例分析.....	45
第一節 案例 18 之工期與造價.....	45
(一) 工程概要.....	45
(二) 施工步驟與工期.....	47
第二節 工期、造價分析.....	56
第五章 既有建築物地下室拆除、結構審查相關規範.....	59
第一節 建築物拆除施工規範.....	59
第二節 特殊結構委託審查.....	62
第三節 小結.....	62
第六章 結論與建議.....	65
第一節 結論.....	65
(一) 既有建築物地下室拆除重建評估架構.....	65
(二) 既有地下構造物的利用.....	65

(三) 既有地下室回填課題	66
(四) 於設計階段即規劃既有地下室的拆除與利用能節省工期 與造價	66
第二節 建議	67
(一) 建議一：殘留地下室之封閉回填應有規範	67
(二) 建議二：既有地下構造物之調查報告	67
(三) 建議三：既有地下構造物拆除及再利用之結構設計與審查	68
參考書目	71
附錄一 期中審查會議記錄及研究團隊回應	75
附錄二 期末審查會議記錄及研究團隊回應	79
附錄三 第一次專家座談會會議紀錄	83
附錄四 第二次專家座談會會議紀錄	87
附錄五 第三次專家座談會會議紀錄	91
附錄六 工地實地參訪照片	95
附錄七 連續壁管湧破壞及預防對策	97
附錄八 法規修訂建議	101

表 次

表 2-1 日本地下構造之利用、拆除分類	18
表 2-2 案例一覽表.....	22
表 4-1 案例 18 新建築物地下結構物概述	46
表 4-2 案例 18 土層與工程性質參數表.....	46
表 4-3 案例 18 施工步驟與工期	48
表 4-4 案例 18 工期表.....	53
表 4-5 案例 18 造價分析	55
表 4-6 無地下構造物之工期分析	57
表 4-7 無地下構造物之工程造價分析	58

圖 次

圖 1-1 研究流程.....	3
圖 1-2 研究進度.....	4
圖 2-1 基地內既有基樁.....	5
圖 2-2 新舊地下室配置的相對關係	9
圖 2-3 全套管搖管機.....	15
圖 2-4 東京日本橋地下室拆除重建案例	20
圖 2-5 案例新舊地下室關係圖	25
圖 3-1 隔艙工法深導溝分段施作	33
圖 3-2 隔艙工法施工流程 1	34
圖 3-3 隔艙工法施工流程 2	35
圖 3-4 隔艙工法立體示意圖	36
圖 3-5 清障工法施工流程 1	37
圖 3-6 清障工法施工流程 2	38
圖 3-7 交錯部分全套管切削	39
圖 3-8 既有建築物地下室拆除重建評估架構	40
圖 4-1 案例 18 新舊連續壁關係平面圖	45
圖 4-2 案例 18 基地地質剖面圖	47
圖 4-3 案例 18 全套管切削位置圖	49
圖 4-4 微型樁代替深導溝	51
圖 4-5 淺導溝及地改樁.....	51
圖 4-6 案例 18 施工要徑圖	54

摘要

關鍵詞：既有地下室、既有地下構造物、拆除重建、連續壁、深導溝

一、研究緣起

都會區既有建築物地下室拆除重建日益普遍。重建時既有建築物遺留之地下室、擋土設施、基樁等地下構造物若直接破除會擾動地層、產生安全問題，造成基地四周塌陷與鄰房損壞之事故發生。

本研究的目的為藉由彙整分析國內外既有地下室拆除重建之施工案例，分析施工過程面臨之施工課題及工法。

二、研究方法及過程

本研究以文獻蒐集回顧分析、專家座談、案例工法、工期及造價進行研究，並實際參訪施工中工地。

本研究並探討國內目前關於地下室拆除重建之相關規範，提出在建築管理制度面針對地下室拆除重建施工安全管理之建議。

三、重要發現

(一) 既有建築物地下室拆除重建事前評估與施工中應變

- 建築物地下室拆除重建事前評估，應有詳細、適當的調查，包含地工資料之詳細調查；檢討建築設計與既有地下構造物的關係，必要時調整設計或變更計畫，以利用既有地下構造物、或避開施工困難處。
- 建築計畫設計完成後，在施工過程中可能浮現而導致計畫變更的問題包括：既有地下室回填營建廢棄物、或既有結構體梁柱被破壞而倒導致施工面上施工機械的載重不足問題；既有連續

壁的垂直度、內擠變形問題。

- (二) 既有地下構造物的利用，可分為三種類別，分別為 1.既有連續壁含擋土排樁的利用方式，2.既有地下室本體結構，包含梁柱版牆等構造的利用方式，3.既有地下基樁利用方式，基樁強度足夠可以留存，強度不足應考慮拔除或原地保留廢除。
- (三) 既有地下室回填課題，1.回填材料若為營建工程廢棄物，需將其挖除另行回填適當材料，因而會增加造價與工期。2.施作連續壁、反循環樁時，穩定液易從回填物空隙流失，因而需要施作與舊地下室同深度具水密性之深導溝或井筒構造。

四、建議事項

建議一

中長期建議：殘留地下室之封閉回填應有規範

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

《建築物拆除施工規範》第十四條雖規定「地下室或坑洞須經檢查後，始得進行回填。」但檢查項目及標準並未規範，本研究建議應研擬相關規範。

建議二

中長期建議：既有地下構造物之調查報告

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

地下室拆除重建時，建築物基地之地質調查及基礎構造設計需包含既有地下構造物之調查報告，並對地下構造物之拆除與利用方式提出建議。

建議三

短期建議：既有地下構造物再利用之結構設計與審查

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

各地方主管建築機關，對於需要建築結構設計委託外部審查時，應將其地下室拆除之安全支撐、開挖擋土系統，既有結構體構件再利用，包含於委託審查之範圍內，且審查委員應包含具備大地工程領域專業資格之人員。

ABSTRACT

Keywords: existing basement, existing underground structures, demolition, reconstruction, diaphragm wall, deep guide wall

1. Introduction

Demolition and reconstruction of existing buildings' basements in metropolitan areas is becoming more common. Due to the high density of buildings, if the existing underground structures such as the basement, retaining walls, pile foundations, etc. are directly destroyed during the reconstruction, the soil will be affected, causing soil collapse and damage to neighboring buildings.

The purpose of this research is to collect the cases of the demolition and reconstruction of existing basements, and analyze the construction issues and solutions in the construction process.

2. Research Methods and Process

The research methods include case study, literature review, and expert discussion. This research focuses on the construction phase of demolishing existing underground structures (including basements, retaining walls, pile foundations, etc.) to implement new diaphragm walls and foundations.

This research also discusses the current domestic regulations on basement demolition and reconstruction, and puts forward suggestions on the safety management of basement demolition and reconstruction in the official building management system.

3. Results

(A) Assessment of existing underground structures and construction site safety

- The assessment of existing underground structures includes detailed investigations of geotechnical data; review of the

relationship between the architectural design and the existing underground structures, and adjusting the design when necessary to utilize the existing underground structures or avoid positions where construction is difficult.

- The issues that may arise during the construction process and lead to design modifications include: insufficient strength of existing underground structures for bearing the weight of construction machines and existing diaphragm wall's verticality and lateral squeeze deformation problems.
- (B) There are three types of utilization of existing underground structures:
1. The utilization of existing retaining walls;
 2. The utilization of existing basement structures (columns, beams, slabs and walls);
 3. The utilization of existing pile foundations.
- (C) The issues of existing basement backfilling:
1. If the backfill material is construction waste, it needs to be removed and refilled with appropriate materials, which will increase the cost and construction period.
 2. When constructing diaphragm walls and reversed circulation piles, the stabilizing solution can easily leak into the gaps of backfill materials, so it is necessary to implement deep guide walls or water-stop measures at the same depth as the existing basement.

4. Recommendations

Recommendation 1: The backfill of the abandoned basement should be standardized

Although Article 14 of the *Demolition Directions for Building* stipulates that "basements or potholes must be inspected before they can be backfilled," however, the inspection items and standards are not regulated, and the filling material qualities and compaction standard are not specified. This research suggests that relevant specifications should be developed.

Recommendation 2: Investigation report of existing underground structures

In case of basement demolishing and reconstruction, the building foundation design statement should include the investigation of existing underground structures, and suggestions on how to remove them.

Recommendation 3: Review of the structural design of utilizing existing underground structures

When entrusting experts review of the structural computation statement, it shall include the safety support for the demolition of the basement, the excavation and retaining system and the reuse of the existing structure. The review committee shall include one geotechnical engineer at least.

第一章 緒 論

第一節 研究緣起

民國七、八十年代台灣經濟起飛，高樓大廈大量興建。這些屋齡高達三、四十年的老舊建築物其使用壽命將屆、且機能無法滿足當代生活之需求。隨着都會區高度發展，可建土地飽和，因此需將老舊建築物拆除重建，以復甦都市機能，改善居住環境。

由於都會區建築密度高、建築物緊鄰。建築物重建時，舊有建築物遺留之地下室、擋土設施、基樁等地下構造物若直接破除會擾動地層、產生安全問題，造成基地四周塌陷與鄰房損壞之事故發生。舊建築物地下構造物破除重建時，如何避免上述災變，乃為工程人員之主要課題。此外，拆除舊建築物之地下構造物再新建地下室，其施工之複雜性及困難度較於無地下構造物之素地新建建築物為高，導致工期及營造成本增加(呂芳熾等，2016)，因而影響開發之效益。

第二節 研究目的

既有建築物地下室拆除重建日益普遍。關於既有建築物地下構造物拆除重建課題，近年來也已累積相當之研究成果，但內容偏向於工程實務面，對拆除既有地下構造物於新建築物設計規畫面的影響較少着墨。

專家座談指出，若於設計規畫階段完全不考慮既有地下構造物，未評估施工可行性，可能使營造費用、工期暴增；甚或導致變更設計，造成開發計畫延宕。

本研究的目的為藉由彙整分析國內外既有地下室拆除重建之施工案例，彙整分析既有建築物地下室拆除重建之施工課題及工法，使老

舊建築物之拆除重建在規畫設計階段即能對其施工性、經濟性、安全性進行評估。

本研究成果可以提供開發單位於規畫設計時能將這些課題納入考量，估算施工可能衍生之工期及營造成本，評估開發之效益、採取適當的工法，避免或減少施工時可能發生的問題或災變。

本研究成果亦可提供施工單位作為參考，擬定周全之施工計畫及必要之預防措施，降低施工過程之不確定性與災變發生之機率，並提升災變時施工單位之應變能力。

本研究並探討國內目前關於地下室拆除重建之相關規範，提出在建築管理制度面完善地下室拆除重建施工安全管理之建議。

第三節 研究範圍

本研究蒐集、分析既有地下室拆除重建案例。研究範圍着重於如何拆除既有地下構造物（包括既有地下室、擋土設施、基樁等）以施作新擋土措施、基礎之施工階段。

本研究將分析各案例之既有地下構造物拆除以施作新擋土措施、基礎之施工流程，探討過程中面臨之課題及可能投入之工期與金額；使開發單位在設計規畫階段即可評估施工可行性及對工期、造價之影響。

第四節 研究流程及方法

本研究以既有建築物地下室拆除重建案例調查蒐集、文獻回顧分析、專家座談、案例模擬法等方法進行研究，研究流程如（圖 1-1）：

- 資料蒐集、文獻回顧、案例分析：蒐集國內外的相關研究與案例，歸納分析既有建築物地下室拆除重建之規劃設計、經濟性、施工性、安全性之課題與解決方案。

- 評估架構：建構既有建築物地下室拆除重建設計評估之基礎架構，供開發、設計、施工單位參考。
- 專家座談、訪談：經由專家的經驗回饋，提供地下室拆除重建之課題與評估架構之修正建議。本研究共舉行三次專家座談（詳附錄三～五）、一次專業施工人員訪談、兩次工地實地參訪（附錄七）。
- 案例分析：分析設計案例之施工流程、工期、造價。

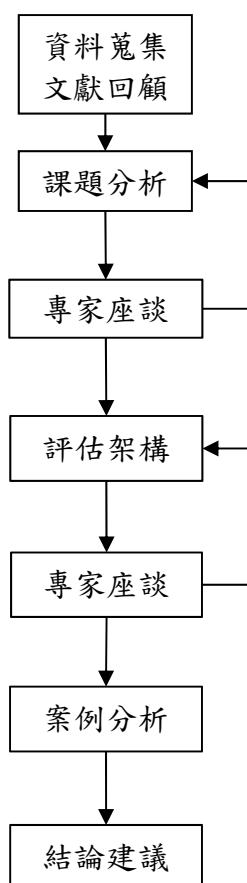


圖 1-1 研究流程

第五節 研究進度

本研究之進度安排如（圖 1-2）。

月 工作項目	第 1 個月	第 2 個月	第 3 個月	第 4 個月	第 5 個月	第 6 個月	第 7 個月	第 8 個月	第 9 個月	第 10 個月
相關案例、文獻蒐集	■	■	■							
課題分析			■	■						
專家座談				■						
期中報告					■					
評估架構						■	■	■		
專家座談								■		
案例模擬								■	■	
成果報告										■
預定進度 (累積數)	15%	25%	40%	45%	55%	65%	70%	80%	90%	100%

研究期間：109 年 2 月~109 年 12 月

圖 1-2 研究進度

第二章 文獻回顧

第一節 基地現況調查

本研究蒐集之案例及資料來源整理如本章末(表2-2 案例一覽表)。既有地下室拆除重建因必須將原有之地下構造物拆除，其施工之複雜性及困難度遠高於無地下構造物之素地，導致工期及營造成本增加(呂芳熾等，2016)。2013年研究團隊在高雄參與之建廠計畫即因開工前未調查基地內既有地下構造物，在打設鋼板樁時遭遇遺留之基樁(圖2-1)，導致必須停工檢討既有基樁之處理方式，險些造成工期延宕。



圖 2-1 基地內既有基樁 (圖片來源：楊勝德建築師事務所)

為降低衍生之工期、營造費用，尹衍樑等(民96)由實際工程經驗得出：舊建築物拆除重建，首先應瞭解新、舊建物地下構造相關位置，針對新、舊建物地下構造位置相衝突處，作地下障礙物移除之詳細規畫與施工；在建築規劃時，若能利用舊地下構造物，作為新建物施工過程中的臨時擋土構造，則對工期、費用必有益處。案例25即因新設計須拆除舊連續壁導致工期、成本大幅提高，影響業主之營運規畫，而修改設計(廖惠生、葉文謙，民90)。

(一) 現況調查的項目及內容

新建築規劃設計時必須確實掌握既有建築物之現況，從新舊地下室、基礎、擋土措施之間的三度空間關係，包括平面位置與開挖深度及既有地下構造物的結構強度，方能檢討新建築物施工時是否能利用既有地下構造。基地現況調查的內容約可分為四大項目（廖惠生、葉文謙，民 90；吳銘剛等，2002；何泰源等，2007；張登貴，民 104）：

1. 既有地下構造物調查：調查既有地下構造物(包含地下室、擋土措施、基礎等)的結構強度、位置及深度，確認其與新地下室的相對關係。
2. 基地及鄰房調查：基地內地中管線之狀況、大型重機具之出入動線、大型構件(如鋼板樁、鋼筋籠等)之吊裝空間、鄰房分佈使用狀況及結構與基礎型式調查。
3. 地質調查：原地質鑽探之蒐集及補充地質調查資料之綜合整理、地下水位之調查，以確實評估土水壓力之大小及地下水位對施工性之影響。
4. 其他調查：鄰房使用或當地法令對噪音及振動管制是否有特殊要求。

(二) 現況調查的課題

現況調查中最重要項目是既有地下構造物調查，主要內容包括原有建築物設計及施工圖說的蒐集及內容確認(何泰源、陳聰海，2007)。但屋齡在二、三十年以上建築物之原建築/結構設計圖或竣工圖通常都已軼失(譚國豪、潘文昇，民 96)；此外，實際施工亦可能發生與圖說不完全相符之情況，因此必須重新測量整棟建築物的位置(何樹根等，民 96)；必要時須對舊結構的鋼筋、混凝土採樣試驗，確認其強度是否與設計相符；甚至須訪談當初參與設計及施工人員，取得正確詳實的

資訊（何泰源、陳聰海，2007）。當無圖說可參考時，須於現地試挖或鑽探，於設計施工前取得正確資料以供參考，比如香港的 Chater House 建案，在施工前就於舊地下室範圍內鑽探 28 處調查地質狀況及既有基礎型式(Young & Sze, 2004)。

早年工程之品質管理較不嚴謹，連續壁施工過程中因品管不良導致壁體垂直度不良、向內外兩側偏移，亦有可能因土水壓力內擠或土壤坍孔向內側突出壁面形成障礙（何樹根等，民 96）。連續壁施工瑕疵引發之災變原因及預防對策參見 附錄七。但目前尚無經濟有效的方法來調查既有連續壁的變形狀況，這些問題通常在施工過程才會浮現。何樹根等（民 96）在調查階段曾研擬破除筏基再沿連續壁周圍洗孔以超音波檢測壁體變形情況；技術上雖可行，但因過程複雜、且又無法全面調查而作罷。

在建築物的生命週期中，房屋的基礎或結構體可能因地震或傾斜而補強。然而，這些補強措施雖委託專業人員設計施作，但通常並未取得建管單位許可，經常缺乏完整之記錄；使得新建計劃案於設計規畫時忽略補強措施的可能影響。

(三) 現況調查的方法

既有建築物設計圖資不全或軼失的現況調查方法包括：

- 現場重新測量：測量現場可見之既有地下結構物，確認其位置（何樹根等，民 96）。
- 淺層開挖調查：於基地淺層開挖，露出既有地下結構，調查其位置（廖惠生、葉文謙，民 90；同豐營造，2015b）。
- 地球物理法（廖惠生、葉文謙，民 90）：
 - 下孔式速度井測：利用折射震測原理測量地下結構物之長度。於地下結構物頂部附近以錘擊產生震波，由於混凝土

與土層之震波速度不同，藉此計算出地下結構的長度。

- 孔內電磁法：利用電磁感應原理測量地下結構物之長度。於基地內埋設感應器，偵測地下構造感應磁場發射源後產生之電磁反應，藉此計算出地下結構的長度。
- 試鑽：沿既有連續壁兩側，約 0.5m 間隔試鑽，探測既有連續壁之垂直度、及是否有大肚、內擠變形等現象。
- 施工人員訪談：訪談當初參與設計及施工人員，取得設計、施工的資訊(廖惠生、葉文謙，民 90；何泰源、陳聰海，2007；何樹根等，民 96)。
- 混凝土、鋼筋現場取樣試驗確定材料強度

第二節 新舊地下室的相對關係

倪至寬(2014)指出既有地下室的改建工程，依照新舊地下室平面的相對位置，新連續壁與舊連續壁(或地下室外牆)之間的關係可分為四種類型：

1. 新建連續壁完全將既有連續壁及地下室包圍；
2. 新建連續壁完全位於既有連續壁內側；
3. 新建連續壁與既有連續壁錯位，即部分位於舊連續壁及地下室外側、部分位於舊連續壁及地下室內側。
4. 新建連續壁與既有連續壁位置重疊。

經由文獻回顧及案例分析，本研究另歸納出三種新連續壁與既有地下構造物的距離關係：

1. 間隔：新舊連續壁間隔一段距離。
2. 緊貼：新連續壁緊貼舊連續壁之外側或內側。
3. 重疊：新舊連續壁位於同樣位置。

綜合以上，可分為六種關係（圖 2-2），分述如下：

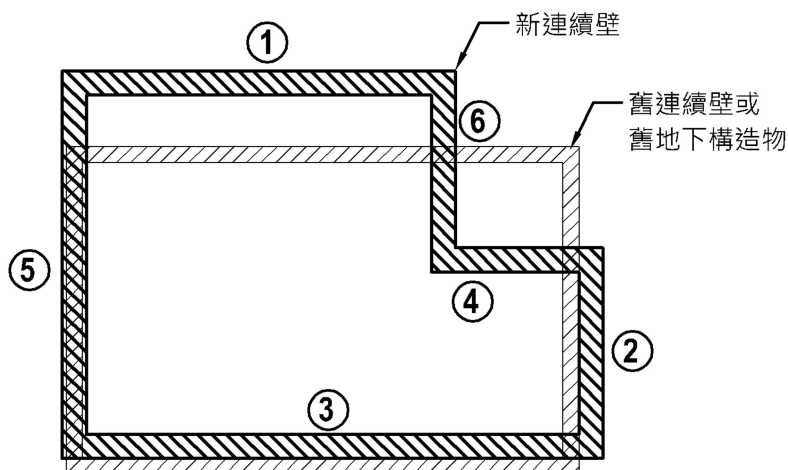


圖 2-2 新舊地下室配置的相對關係

(一) 外側

【圖 2-2-①】：新連續壁位於舊地下室連續壁、構造物外側，並離舊連續壁、構造物有相當距離。此為最簡易之類型：舊有連續壁及地下室未妨礙新連續壁導溝的施作，依照一般新作連續壁構築導溝的方式進行即可。

(二) 外側緊貼

【圖 2-2-②】：新連續壁緊貼於舊地下構造物外側。

案例 19 之新連續壁有部分緊貼既有預壘樁之外側。因既有預壘樁與地界間有足夠施工空間，故可先行施作臨時擋土措施，再拔除舊預壘樁。

案例 12 有部分之舊連續壁接近地界，且無足夠之空間可施作臨時擋土措施以拆除舊連續壁；若於內側施作新連續壁又將減少新地下室之使用空間。解決方式為不拆除舊連續壁，但於舊連續壁及地界間打設深度更深之單面鋼板樁，讓舊連續壁與新設鋼板樁共同作用、共同分擔側土壓力；單面鋼板樁佔用空間較小，容易打設，但水密性不佳，需要另行施作 CCP 止水灌漿。

(三) 內側緊貼

【圖 2-2-③】：新連續壁緊貼舊地下構造物內側。因舊連續壁常貼近地界施作，限縮施工空間，此等空間關係，最常見的利用方式是將舊地下構造物、連續壁作為新連續壁外導牆。施工可能發生的問題為舊連續壁因土壤坍塌或土水壓力向內側突出壁面形成障礙，解決方式為新舊連續壁間預留適當間隙以避開障礙，(何樹根等，民 96)。

另一利用方式為將舊連續壁作為新擋土措施的一部分。如案例 11，緊貼舊連續壁內側，施作新連續壁，將舊連續壁為新擋土措施的一部分。案例 5 則於舊連續壁內側以型鋼排樁補足舊連續壁深度不足部分，是為另一種運用方法(郭晉榮等，2014)。

(四) 內側

【圖 2-2-④】：新連續壁位於舊地下構造物內側，並離地下舊構造物有相當距離。此類型無法利用舊地下構造物做為新連續壁外導牆(導溝外牆)，須拆除舊地下室構造以施作新連續壁深導溝。此類型常見之施工方式為跳島式施工：先拆除舊地下室樓版部分，但保留舊地下室梁柱做為施作新導溝之臨時支撐；接着構築部分新導溝及其中間加勁版(隔艙板)或扶壁，分區完成後拆除舊地下室梁柱，再行構築貫穿環繞四周連續壁導溝，這種工法亦即常見的所謂隔艙工法。

(五) 重疊

【圖 2-2-⑤】：新連續壁與舊地下構造物位置重疊，如案例 17、18。此類型為難度最高之類型，特別是以新連續壁取代舊連續壁。若以傳統粉碎移除工法，須先設置較舊連續壁更深之臨時擋土措施、及必要之水平支撐，以維持施工過程的安全性，其所耗費之工期、成本難以估計。全套管切削因以套筒防止孔壁坍塌，鑽掘後澆灌低強度拌合土，能減少臨時擋土、支撐措施，為較適合之工法，但因施工機具龐大，

基地需有足夠之空間方能採用。在設計過程中，應避免或盡量減少新舊擋土壁的完全重疊，以降低施工成本及工期（羅惠盈，2017）。

(六) 交錯

【圖 2-2-⑥】：新連續壁與舊地下構造物交錯。此類型無法單獨存在，發生於新地下室部分位於舊地下室外側、部分位於舊地下室內側時。新舊連續壁交錯時，依據基地的施工空間條件，有兩種施工方式可供選擇：(1)全套管切削樁、(2)明挖逆築擋土牆(倪至寬，2014)。因全套管需佔用的空間較大，若是交錯位置太靠近地界線，置放全套管施作機具的空間不足，便可選用明挖逆築擋土牆的方式。

(七) 基樁

既有地下構造物包括承載建築物之基樁。若既有基樁的強度足以承載新建築物，則可繼續延用。若須拔除，專家座談及文獻均提及必須避免於拔樁時造成地盤擾動、導致鄰房傾斜，通常在拔樁前於樁周圍施作地質改良及鄰房保護措施(尹衍樑等，民 96)。若舊樁無法延用，且不需拆除，可將其保留，避免移除擾動地盤、導致災害發生。保留既有基樁的好處為有效利用資源，減少拆除時產生的廢棄物、噪音、振動、等對環境的負擔；此外也還有降低新建基樁或地質改良樁的成本、縮短工期的效果（一般社団法人日本建設業聯合會，2020）。

第三節 既有地下構造物之利用

(一) 既有地下室已有回填物之問題

此處理方式即為吳銘剛等(2002)提出三種施工概念中的「回復素地」：將基地恢復成原本無地下室基礎的素地。理論上需先行施作臨時擋土及支撐結構以拆除舊地下構造物，並回填以適當材料。但為節省成本，地下構造物經常未拆除完全，常見的遺留部分包括舊擋土構造或

地下室外牆、筏基底版及地梁；且回填之材料常為上部構造拆除之營建工程廢棄物，如拆屋之混凝土塊、磚石、再加以廢棄細砂填補空隙(倪至寬，2014)。這種做法衍生之問題包括：

- 遺留部分若為連續壁，若位置緊貼新連續壁，可做為新連續壁導溝之導牆。
- 舊地下室柱樑經常被拆除破壞，施作新連續壁深導溝時需設置臨時擋土或支撐。
- 因營建廢棄物之間隙過大，無法充分壓實，可能無法承載重型施工機械；且在挖掘時可能容易坍塌；
- 施作連續壁、反循環鑽掘樁時，穩定液容易從回填物空隙流失(施志鴻等，2016)，因而需要先行施作具水密性的擋土設施。
- 新作連續壁完成後，需要施打後續全面開挖擋土支撐系統之立柱及構台樁時，填補材料的不均勻性、變異性，對於立柱施打的準確位置會有影響。
- 回填填補材料需要再次的挖除，等於運棄兩次廢棄物；而這外來的廢棄物與原地下構造物破除後的廢棄物材質不一樣，再分離再利用比較困難，幫助解決環保問題意義不大。

(二) 保留既有地下構造物繼續使用

若能保留既有地下構造物於新建案中繼續使用，將可節省工期與施工費用。常見的利用方式有兩種：(1)舊擋土措施為新擋土措施的一部分，仍發揮擋土功用；(2)利用舊連續壁做為新導溝壁。

保留舊連續壁為擋土措施須評估舊擋土措施的強度是否足夠，否則須另行補強。常見狀況為新地下室遠較舊地下室為深，舊連續壁之深度往往不足以承受新深度的土水壓力，因此需就深度不足部分於舊連續壁外側或內側新築擋土措施，如案例 11 於舊連續壁內側施作新連

續壁補足舊連續壁深度不足部分(何樹根等，民 96)；案例 12 則於舊連續壁外側施作鋼板樁壁補足舊連續壁深度不足部分(張瑞仁、洪慶章，民 96)；案例 5 於舊連續壁內側以型鋼排樁補足舊連續壁深度不足部分(郭晉榮等，2014)。

若新地下室深度與舊地下室相同，則可延用舊連續壁。案例 13 即是如此，但因新地下室範圍超出舊地下室，則於超出部分施作同樣深度之新連續壁與舊連續壁連結(林培元等，2016)。

(三) 先利用再拆除

此即為吳銘剛等(2002)提出三種施工概念中的「邊拆邊築」：檢討新舊地下室構造的相對位置，設法利用原有的擋土設施或地下室結構做為施作新擋土措施的臨時擋土或臨時支撐，待替代擋土措施完成後再拆除做為臨時擋土或臨時支撐的舊結構。

林培元等(2016)提出舊地下構造物中個別構件的利用方式：

- 舊擋土措施的利用：延用為擋土措施、新導溝外壁。
- 舊地下室外牆的利用：通常做為新導溝外壁。
- 舊地下室梁柱構架的利用：做為施作新擋土措施的臨時支撐。

此外，若舊地下室未拆除，一樓地板面經常做為新擋土措施、基礎結構的施工面。

無論做為臨時水平支撐或施工面承載垂直荷重，均須先對舊地下室之梁、柱強度進行評估，若強度不足須有足夠之補強。案例 14 即於原地下室增設部分梁柱補強以承受施工機具載重(呂芳熾等，2016)。

(四) 無法利用、直接拆除

舊地下構造物若無法利用，則需拆除。此即為吳銘剛等(2002)提出三種施工概念中的「直接破除」。

基地是否有足夠的空間可以設置擋土措施會影響既有地下構造物

的拆除工法（一般社團法人日本建設業連合會，2020）。若既有地下構造與地界間有足夠的空間能夠設置臨時擋土措施及鄰房保護措施，則可在設置相關措施後以一般破碎機具進行拆除。若既有地下構造與地界間沒有足夠空間設置臨時擋土措施及鄰房保護措施，則須以特殊機具，如全套管切削，破除既有地下構造。

第四節 新設基樁穿過既有地下室之施工

地下室拆除重建過程，有時須要施作新基樁以滿足新建築物之承載要求。新設基樁穿過既有地下室施工之課題有二：地面層樓版強度不足以承載施工機械重量，則須施作結構補強，樁位與舊梁柱衝突亦需施作井筒補強以配合全套管切削鑽掘(施志鴻等，2016)。

(一) 基樁施工面之結構補強

既有建築物一樓地板面做為施工面時，其上常有重型機具如反循環機、搖管機、吊車、混凝土澆置設備及鋼筋籠等進行施工作業，一般建築物之結構設計通常並未考慮如此龐大之荷重，因此須對既有地下室結構進行補強，方可作為基樁施工面(廖惠生、葉文謙，民 90)。

(二) 樁位與舊地下室柱梁衝突之處理

穿過舊地下室基樁，若與舊梁柱結構衝突時，須施作與舊地下結構結合、足夠強度之井筒以替代舊有結構系統作為承載載重之臨時結構。而後再作全套管反循環鑽掘，如下節全套管切削所述。

第五節 既有地下構造拆除重建之常見工法

(一) 全套管切削工法

全套管切削是將裝有切削齒的全套管利用搖管機將其扭轉壓入土層中並切削地下構造物，套管作用在於挖掘土層時避免孔壁崩塌（圖 2-3）。施工進程中分段利用十字衝錘將舊地下構造物擊碎，再以垂式抓

斗將土渣抓除。反覆接續套管重覆以上步驟至預定深度後，在管內回填原土或水泥拌合土、並依序抽拔套管。

全套管切削樁能切削混凝土構造物及其中埋設之鋼筋、高強度金屬物，能一次性解決、拔除舊有構造物、障礙物。缺點為設備重，若施工面位於舊地下室上方，須評估是否需要補強。全套管切削機具需較大之作業空間，狹小基地可能無法施作。



圖 2-3 全套管搖管機 (研究團隊工地參訪照片)

(二) 隔艙工法

若新連續壁位於既有地下室範圍內，須拆除與新連續壁重疊之地下室構造施築與既有地下室同深度之深導溝以施作新連續壁。拆除舊地下室施築深導溝通常採取分區分段方式進行，即先保留梁柱做為支撐、拆除樓版部分施築深導溝。樓版部分之深導溝須於導溝內部增設無筋混凝土隔板加勁，有如船艙構造，謂之「隔艙」。有必要時再於深導溝外側增加扶壁，使其能承受導溝壁傳遞之龐大土水壓力，避免拆除梁柱時坍塌。

第六節 施工安全

地下室拆除重建主要發生在都會區，由於都會區建築物密集，一旦進行舊地下結構拆除，勢必擾動原有穩定狀態，造成土壤變形與移動，可能造成鄰房或者公共設施損壞（蔡錦松、周立德，民 85）。因此施工過程首要任務為維持地盤穩定，將土壤擾動控制在安全範圍內。

(一) 現況調查

首先調查鄰房位置、基礎形式及地質、地下水位狀況，以於施工過程中採取適當的鄰房保護措施。

(二) 鄰房保護措施

鄰房保護分為直接保護與開挖區內部穩定兩類(林永光等,2016)。直接保護是指強化鄰房基礎或施作臨時擋土、地質改良措施來強化地層。直接保護方法包括：

- 以低壓灌漿將混凝土漿液注入鄰房基礎下方，以固結土壤、減低透水性。
- 於鄰房基礎下方設置微型樁，達到基礎補強或托底的效果。
- 若地下室與地界間有足夠空間，可施作地質改良並設置臨時擋土措施如預壘樁、鋼板樁等保護鄰房。

開挖區內部穩定方式則是以地質改良、連續壁增加地中壁或扶壁等工法於開挖過程中維持開挖區穩定，減少擋土設施變形；配合開挖區降低水位，進而減少對鄰房的影響。

(三) 基樁拔除或破除樁孔崩塌之預防

若以拉拔工法拔除舊樁時，土中產生的中空現象容易導致樁孔崩塌，無法順利進行回填（一般社團法人日本建設業聯合會，2020）。此外，樁孔崩塌將破壞土層穩定，影響鄰房安全。研究團隊訪談施工人員時指出，有實際案例拔除既有樁時發生鄰房傾斜，後續拔樁前先於

樁周圍施作預壘樁防止樁孔崩塌，再進行拔樁。

拆除既有樁時若使用粉碎破除工法之全套管切削，因以套管防止孔壁坍塌，相較於拉拔工法能避免樁孔坍塌並順利回填（一般社団法人日本建設業聯合會，2020）。

(四) 拆除、開挖穩定性分析

《建築物基礎構造設計規範》要求基礎設計必須進行開挖穩定性分析，項目包括貫入深度、塑性隆起、砂湧、上舉、及施工各階段之整體穩定分析。但既有地下室拆除重建在開挖之前就必須針對地下構造之拆除進行穩定性分析，因地下構造拆除即破壞原有之穩定平衡狀態，造成土壤之變形與移動。既有地下室的開挖穩定分析涉及新、舊基礎、擋土措施、及既有地下室，因此必須就各個重要或臨界斷面(譬如新、舊擋土措施交會處等)，進行詳細估算分析（林永光等，2016）。

(五) 安全監測

既有地下室拆除重建須隨時注意施工對鄰房的影響，將其變化控制在安全的範圍內，因此必須建立完整之安全監測系統，於施工期間以自動化系統進行觀測，倘發現異常或預估不合現象，可及時分析其原因而進行改善或彌補措施（何樹根等，民96）。

第七節 日本之既有地下工作物處置準則

一般社団法人日本建設業連合會於2020年發表《既有地下工作物處置準則（既存地下工作物の取扱いに関するガイドライン）》（以下簡稱「處置準則」），目的在提供地下工作物處置的判斷標準，使行政部門、開發單位、設計單位、監造單位、施工者互相能有共識。

處置準則以問卷調查及文獻調查為主要研究方法。問卷調查調查各自治體的既有地下工作物處置準則；文獻調查共蒐集於1995-2018

年發表之 232 篇文獻。從文獻數量來看，2010 年以後相關文獻數量大量增加約 140 篇，足見近年來，地下室拆除重建課題日益重要。處置準則將地下構造物分為三類：

- 基樁：預鑄、場鑄混凝土樁；鋼管樁
- 地下室：地下室之基礎梁板、牆壁、梁、柱、地板
- 擋土牆

處置準則並歸納出三種利用既有地下構造的型態：

- 永久工程利用
- 臨(假)設工程利用
- 留置以維持地盤的健全度與穩定性

表 2-1 為日本地下構造之利用、拆除分類表。

表 2-1 日本地下構造之利用、拆除分類

	基樁	地下室	擋土牆
永久工程利用	做為新建物的基樁	做為新建物的基礎板、地下室外牆	
臨(假)設工程利用	搭配擋土牆，有抑制擋土牆水平位移的效果；對水壓有抵抗上浮的效果	做為擋土牆	做為擋土牆
留置以維持地盤的健全度與穩定性	做為地質改良樁	保留避免地層擾動	保留避免地層擾動
拆除方法	<ul style="list-style-type: none"> ● 拉拔工法(預鑄、場鑄混凝土樁) ● 粉碎移除工法(全套管切削) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 先設置擋土牆，再以破碎機具進行拆除； ● 若無法設置，使用粉碎移除工法 	<ul style="list-style-type: none"> ● 拉拔工法(預鑄、場鑄混凝土樁) ● 粉碎移除工法

(一) 技術課題

處置準則蒐集的 232 篇文獻中，有關既有樁的文獻最多，超過 1/2；2010 年後「移除後樁孔的回填」的文獻數量明顯增加，可見該問題為

日本近年地下構造拆除重建的主要課題，包括：

- 拔樁時樁孔容易崩塌，無法順利回填，造成地盤強度不均，須檢討新樁長度；全套管切削因以套筒防止孔壁坍塌，較拉拔工法能夠妥善施工。
- 新舊樁重疊時，會影響新樁的周邊摩擦力，可能需要增加新樁長度。

值得注意，這本處置準則與臺灣社會現況有較大的差異。臺灣大部分文獻探討的重點則是如何拆除既有地下室以施築連續壁深導溝。

(二) 利用型態

處置準則歸納出三種利用型態為：永久工程利用、臨(假)設工程利用、留置以維持地盤的健全度與穩定性。

樁類構造物的永久工程利用型態是把既有樁作為新建物的樁基礎。臨設工程利用則是搭配既有擋土牆，有抑制擋土牆水平位移的效果、或對於水壓有抵抗上浮的效果。留置來維持地盤的健全度、穩定性則是讓既有樁發揮地質改良樁的效果。

日本地下室常見利用方式為將既有地下室的外壁作為新建物地下室外壁的一部份利用。藉由在既有地下室內部新築地下室，企圖減少結構數量、縮短工期及減少廢棄物。此外，藉由省略擋土牆工程，還能夠減輕對周遭地盤的影響，如圖 2-4 位於東京日本橋的重建案所示（松添明彥等，2005）。

臺灣的新地下室通常較既有地下室更深，必須拆除既有地下室，因此既有地下構造常利用於施作新連續壁深導溝的假設工程。

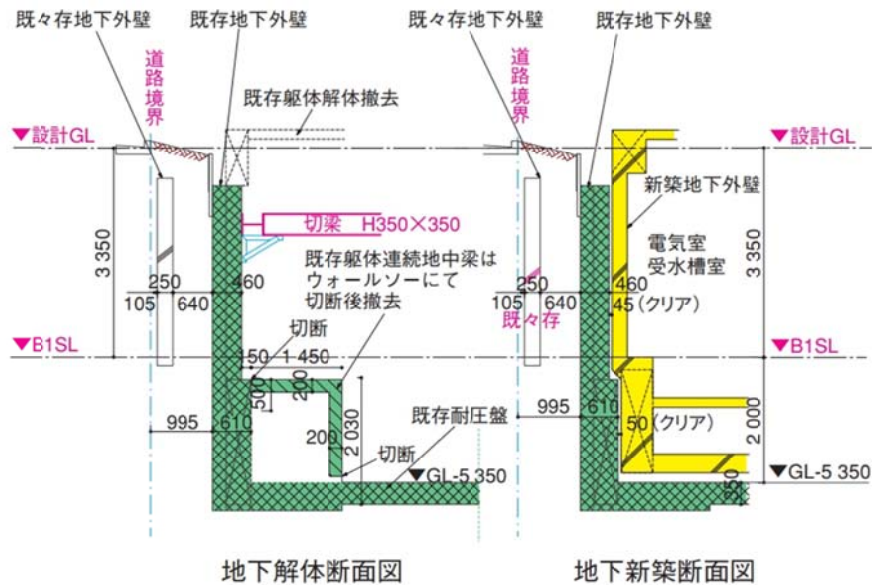


圖 2-4 東京日本橋地下室拆除重建案例 (圖片來源:松添明彦等,2005)

日本既有擋土牆的利用型態，除了繼續做為擋土牆使用，也可留置來維持地盤的健全度、穩定性。若繼續做為擋土牆使用，要注意既有擋土牆的性能可能不足，或著是因為過去經歷的地震而有所損傷。因此必須進行現地調查，適度檢查既有擋土牆的健全度。留置擋土牆來維持地盤的穩定性被認為有提升新建地下結構性能的效果：

- 能夠幫忙分擔地下結構所承受的地震力。
- 在砂質地盤中，擋土牆的圍束效應可以減輕土壤液化的影響。
- 藉由將既有擋土牆與地下結構一體化，可以應對例如洪水發生時，地下水位上升導致的浮力增加。
- 既有擋土牆能夠提升地下室外壁的止水性。

(三) 移除方法

既有樁的移除主要有兩種工法：拉拔工法及粉碎移除工法。拉拔工法係以施工機具將既有樁拔除。粉碎移除工法則普遍使用全套管切割機具（參見第二章第五節(一)）。

既有地下室的拆除施工視基地是否有足夠施工空間而有所不同。

若有足夠空間能夠設置擋土牆時，可先設置擋土牆後再以破碎機機具進行拆除工程。既有地下結構周圍不能設置擋土牆時，需要使用粉碎移除工法將既有地下結構移除。

樁類擋土牆的移除方法則普遍使用拉拔工法，若施工空間不足則採用粉碎移除工法。此外，移除以水泥漿擴大加固根部之基樁或是連續壁等擋土牆時，需要使用粉碎移除工法。

(四) 既有地下構造利用及拆除的注意事項

不論臺、日文獻，都強調現況調查的重要性。處置準則歸納現況調查的注意事項包括：

- 新建物與既有地下結構的相對關係
- 既有地下構造的耐久性與健全度評估：既有地下構造通常年代久遠，結構強度可能不足，或因地震而有所損傷。結構性能除了以目視診斷外，也須進行現地實驗檢測，如調查混凝土、鋼筋的劣化情形、進行抗壓強度或中性化深度檢測。對於曾經歷過大型地震的地下結構，更須在現地調查其健全度。
- 透過地質調查，能了解地層分佈、土壤力學及地下水位等狀況。

施工中的注意事項包括：

- 為避免災變，事先的變形預測、施工中的監測非常重要。
- 移除地下構造時，需選擇適當的回填材料與方法，確實回填至構造物的底端，以穩定地盤。

施工動線及空間影響工法選擇：

- 基地、道路狹小導致大型機具無法進入，而無法採用粉碎移除工法。
- 施工空間不足無法設置臨時擋土措施拆除既有地下構造。

表 2-2 案例一覽表

編號	案名	年份	資料來源	既有建築概要	新建築概要	地質狀況	現況調查方法	新舊關係	既有地下構造之利用	工法
1	- (註一)	-	倪至寬(2014)案例 A	14/B2, 8.5m (註二) 連續壁 32.5cm/16m 地下室梁版拆除, 回填營 建廢棄物	22/B6(24.7m) (註二) 連續壁 60cm/43.3m	- (註一)	- (註一)	外側 內側緊貼 交錯	舊連續壁做為新連續壁導溝之外 導溝。	微型樁: 鄰房保護。 施工機具臨時構台、中間柱、臨時支撐。 深導溝、隔艙、撐牆。
2	-	-	倪至寬(2014)案例 B	12/B1, 6.1m 地下室梁版拆除, 回填營 建廢棄物	22/B4(15.8m) 連續壁 90cm/30.3m	-	-	外側緊貼 內側 重疊 交錯	-	鋼軌樁: 深導溝擋土 深導溝、隔艙、撐牆
3	-	2001	倪至寬(2014)案例 C	14/B2, 9m 地下室未回填, 梁柱完整	24/B6(26.2m) 連續壁 120cm/39.1m	-	-	外側 內側 重疊 交錯	舊地下室梁柱做為新導溝施作之 臨時支撐。	CCP 地改樁: 阻隔地下水 鋼板樁: 阻隔地下水 深導溝
4	臺北市文山區	-	尹衍樑等(民 96) 張穎林(2011) 倪至寬(2014)案例 D	14/B2(9m) 預壘樁 $\phi 45@45/18m$ 保留地下室梁柱, 拆除 1F 版, B1 回填營建廢棄物	21/B3(12m) 連續壁 70cm/20.5m	粉土質粘土、粉土質細砂 地下水 2.0~6m	-	外側 內側緊貼 內側 交錯	舊預壘樁保留, 舊地下室已拆除 回填	CCP 地改樁: 舊預壘樁拔除後地改穩定 土層 鋼軌樁、地改固結灌漿: 深導溝擋土 深導溝
5	基隆路二段	-	李易昌(2013) 郭晉榮等(2014) 倪至寬(2014)案例 E	12/B3(14.2m) 連續壁 70cm/25m 地下室未回填、梁柱完整	15/B4(21.5m) 型鋼排樁 $\phi 80cm/34m$	粉土質粘土、粉土質細砂 地下水 3.5m	-	內側緊貼	舊連續壁保留, 於內側以型鋼排 樁補足舊連續壁深度不足; 舊地下室梁柱保留做為型鋼擋土 樁、JSG 地改樁之臨時支撐	門形鋼架補強舊地下結構、臨時構台。 臨時撐牆。 型鋼排樁、JSG 地樁。
6	高雄市鹽埕區大 勇路(高雄捷運共 構)	-	張穎林(2011) 倪至寬(2014)案例 F	4/B1(5.3m) 連續壁 50/16.5m 地下室保留筏基, 梁版拆 除、回填	8/B3(14.7m) 全套管切削樁 $\phi 80@60/25\sim 28m$	粉土質粘土、粉土質砂層 地下水 1.1m	-	外側 內側緊貼 交錯	舊連續壁保留, 以全套管切削樁 補強。	開挖深導溝施作空間、破除部分筏基。 深導溝、隔艙、撐牆。 破除深導溝處筏基。 回填。
7	仁愛路(潤泰敦 仁)	2005	郭晉榮(民 97) 張穎林(2011) 倪至寬(2014)案例 G 林永光等(2016)	14/B3(12m) 連續壁 30cm/23m 地下室未回填, 梁柱完整	22/B6(23m) 連續壁 120/38.7m 全套管切削樁 120/ 38.7m	粉土質粘土、粉土質細砂	-	外側 內側緊貼 交錯	利用舊連續壁做為新導溝外壁、 舊地下室做為施作新導溝內壁臨 時支撐	深導溝、隔艙、撐牆。
8	高雄河東路	-	蔡錦松、周立德(民 85)	B1 地下室保留筏基, 梁版拆 除、回填	35/B5(22.5m) 連續壁 cm/36m	沉泥質細沙、沉泥質黏土 地下水 3~3.3m	-	外側 重疊	未利用	舊地下室外牆外側微型樁。 微型樁臨時支撐。 內導牆、隔艙、扶壁。 導溝內外回填。
9	高雄新光、成功 路	-	蔡錦松、周立德(民 85) 倪至寬(2014)案例 H	4/B1(4.7m) 地下室保留筏基, 其餘拆 除、回填	21/B2(10.1m) 連續壁 cm/18.8m	-	-	外側 內側緊貼 重疊 交錯	內側緊貼: 利用舊地下室外壁做 為新導溝外壁 內側: 施作 CCP 托底樁加強鄰房 基礎;	CCP 托底樁加強鄰房基礎。 舊地下室外牆外側鋼板樁。 鋼板樁臨時支撐。 內導牆、隔艙、扶壁。 地下室、導溝內外回填。
10	基隆路一段	-	譚國豪、潘文昇(民 96) 倪至寬(2014)案例 I	13/B2(8m) 連續壁/11m 地下室梁柱完整、回填營 建廢棄物	13/B5(21.9m) 連續壁 100cm/34m	厚層沉泥質黏土、黏土質 沉泥 地下水 1m	-	外側 內側 重疊	舊地下室梁柱做為新導溝施作之 臨時支撐。	舊地下室外牆外側鋼板樁。 鋼板樁臨時支撐。 深導溝、隔艙、扶壁。 導溝內外回填。
11	松山區敦化北路 (臺北金融大樓)	-	何樹根等(民 96)	14/B3(13.3m) 連續壁 70cm/23m 地下室未回填, 梁柱完整	-	粉土質粘土、粉土質細砂 地下水 2.5m	重新測量 施工人員訪談	內側緊貼	保留舊連續壁為擋土措施, 於舊 連續壁內側施作新連續壁補足舊 連續壁深度不足部分	跳島拆除。 深導溝、隔艙、撐牆。 回填。

表 2-2 案例一覽表

編號	案名	年份	資料來源	既有建築概要	新建築概要	地質狀況	現況調查方法	新舊關係	既有地下構造之利用	工法
12	-	-	張瑞仁、洪慶章(民 96)	3/B1(5.5m) 連續壁 50cm/11m	14/B3(12m)	粉質細砂、粉質中細砂 地下水 2.4~2.6m	-	外側緊貼	保留舊連續壁為擋土措施，於舊連續壁外側施作鋼板樁補足舊連續壁深度不足部分	鋼板樁
13	松高路 (陶朱隱園)	2014	張登貴(民 104) 林培元等(2016) Lin et al.(2017) 林培元(2018)	14/B4(18.3m) 連續壁 100cm/36m	21/B4 連續壁 基樁 $\phi 2.5m/\cong 50m$	粉土質黏土,粉土質細砂 地下水 2.5~5.1m	-	外側 內側 交錯	保留舊連續壁為擋土措施，於舊連續壁外側施作新連續壁補足舊連續壁範圍不足部分	施工構台、1F 樓版補強以承載施工機具。 破除樁位樓版、拔除舊基樁。 全套管鑽掘基樁。
14	臺北市中山區	-	呂芳熾等(2016)	10/B2(10.4m) 連續壁 60cm/17.5m 地下室梁柱完整	15/B6(23.05m) 連續壁 90cm/46.7m	粉土質細砂層 粉土質細砂層夾薄層黏土	-	內側緊貼 重疊 交錯	內側緊貼：利用舊地下室外壁做為新導溝外壁 舊地下室梁柱做為新導溝施作之臨時支撐	微型樁：鄰房保護。 圍束 CCP 灌漿 封底灌漿 跳島拆除。 深導溝、隔艙、撐牆。
15	-	-	施志鵬等 (2016)	-	基樁	-	-	-	-	翼牆補強舊結構以承載施工機具。 井筒(鑽掘引導,舊結構補強)。 全套管鑽掘。
16	長安段	-	王顯正(2014)	8/B2(8.9m) 連續壁 40cm/16m 地下結構拆除、回填	14/B6(24.8m) 連續壁 60cm/43.2m	粉土質細砂,粉土質黏土 地下水 3.75~3.83m	-	外側 內側緊貼 交錯	-	-
17	敦化北路	-	羅惠盈(2017)	11/B1	連續壁	粉土質細砂,粉土質黏土 地下水淺層 2.80~3.70m 地下水第二層 4.60~8.00m	-	外側 內側 重疊 交錯	設計檢討新舊結構關係	-
18	寶慶路	-	同豐營造(2015b)	B2(10.8m) 地下室樓版拆除、回填營 建廢棄物	14/B5 連續壁 100cm/37m 壁樁	粉土質砂土,粉土質黏土 地下水 4.4m	-	內側 重疊 交錯	-	舊地下室回填 全套管清障 淺導溝(導溝下方微型樁地質改良)
19	聯合報 A	-	同豐營造(2012)	A1 區：9/B1(6.1m) 預壘樁 $\phi 35cm$, 10m 樁基礎 $\phi 40cm$, 40m B1 樓版拆除、回填 A2 區：12/B4(14.8m) 連續壁 70cm/28m	-	粉土質黏土,粉土質細砂 地下水 2.0m	-	外側緊貼 內側 內側緊貼 交錯	利用舊連續壁做為新導溝外壁、 舊地下室做為施作新導溝內壁臨時支撐	預壘樁 全套管拔樁 支撐柱補強 深導溝、隔艙、撐牆
20	聯合報 B	-	同豐營造(2015a)	12/B3(8.8m) 連續壁 60cm/20m	-	粉土質黏土,粉土質細砂 地下水 2.0m	-	內側 內側緊貼	利用舊連續壁做為新導溝外壁、 舊地下室做為施作新導溝內壁臨時支撐	近鄰房預壘樁 深導溝、隔艙、撐牆
21	萬華區康定路(麒麟飯店)	-	同豐營造(2013)	連續壁/7.9m	-	粉土質黏土,粉土質細砂 地下水 2.5m	淺層開挖發現舊基礎	外側 內側緊貼 內側 交錯	利用舊連續壁做為新導溝外壁、 舊地下室做為施作新導溝內壁臨時支撐	深導溝、隔艙、撐牆 全套管切削
22	信義敦化南路	-	張政弘、張庭偉(2018) 案例二	舊地下室全面回填	-	-	-	-	-	全套管基樁
23	中山北路	-	張政弘、張庭偉(2018) 案例三	連續壁 60cm/17.5m	-	-	-	重疊	-	全套管清障
24	試院路	-	張政弘、張庭偉(2018) 案例四	預壘樁 $\phi 80cm/17m$	-	-	-	-	-	全套管清障

表 2-2 案例一覽表

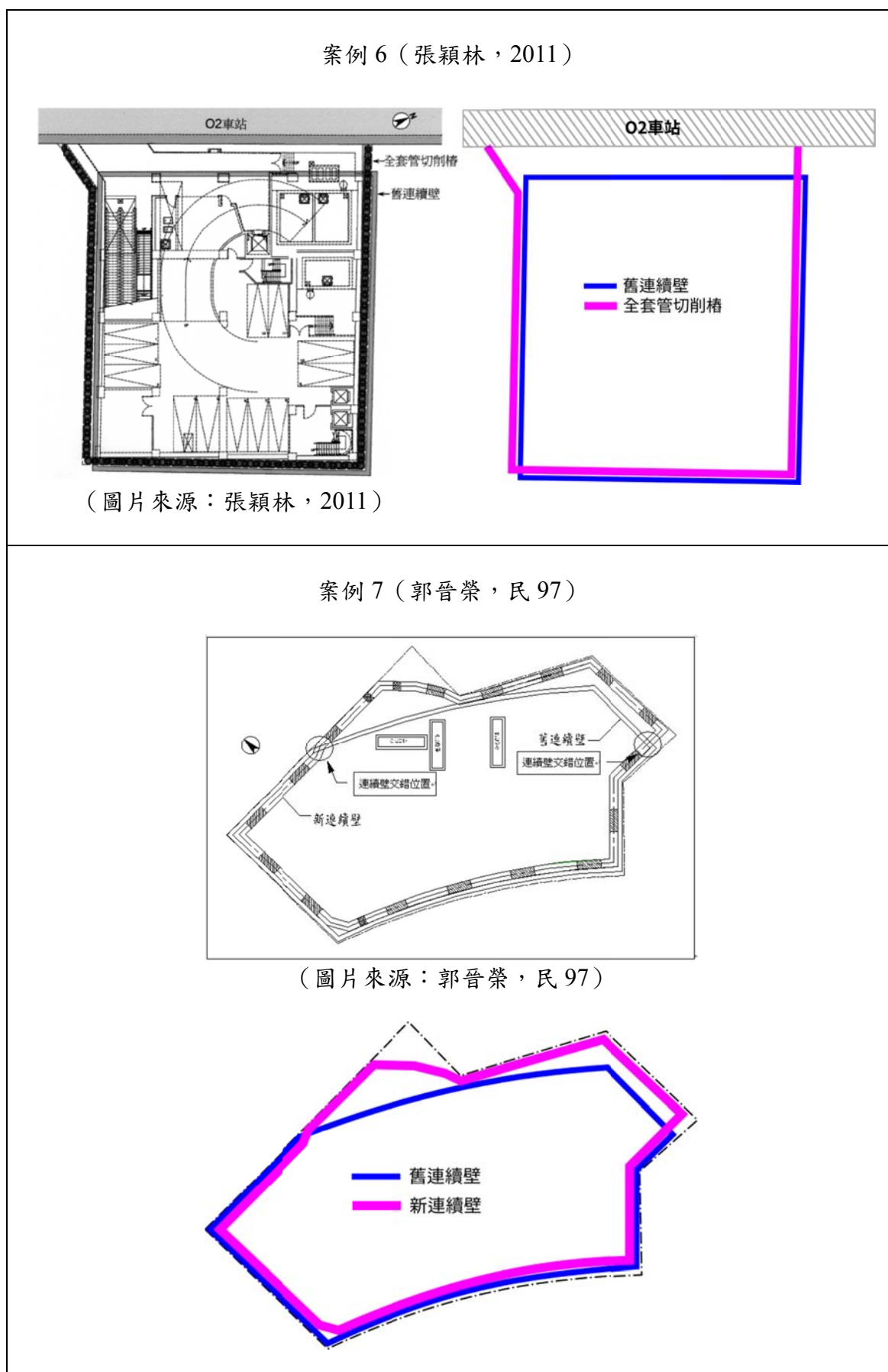
編號	案名	年份	資料來源	既有建築概要	新建築概要	地質狀況	現況調查方法	新舊關係	既有地下構造之利用	工法
25	臺南市	-	廖惠生、葉文謙(民 90)	6/B2(9m)	13/B2(10.75m)	粉質粘土,粉質細砂 地下水 3.50m	地球物理探測法調查現有擋土結構之形式、深度 淺層開挖調查既有擋土樁之配置 施工人員訪談	內側	-	-
26	香港	-	Young & Sze(2004)	22/B1, Franki Piles/18m	32/B3(15m) 連續壁, 反循環鑽掘樁(bored pile)φ2.5-3m/m	-	-	重疊	-	-
27	東京日本橋	-	松添明彥等(2005)	6/B1(5.7m)	13/B1(5.7m)	-	舊地下室構造混凝土鑽心取樣確認強度	內側	保留舊地下室基礎版、外牆，於內側新築地下室	-
28	大阪市中央區	-	北條稔郎等(2011)	9/B1	13/B1	-	調查舊地下結構之混凝土強度、中性花深度、保護層厚度、氯離子、鋼筋腐蝕程度	內側	保留舊地下室基礎版、外牆，於內側新築地下室	-

註一：文獻未描述

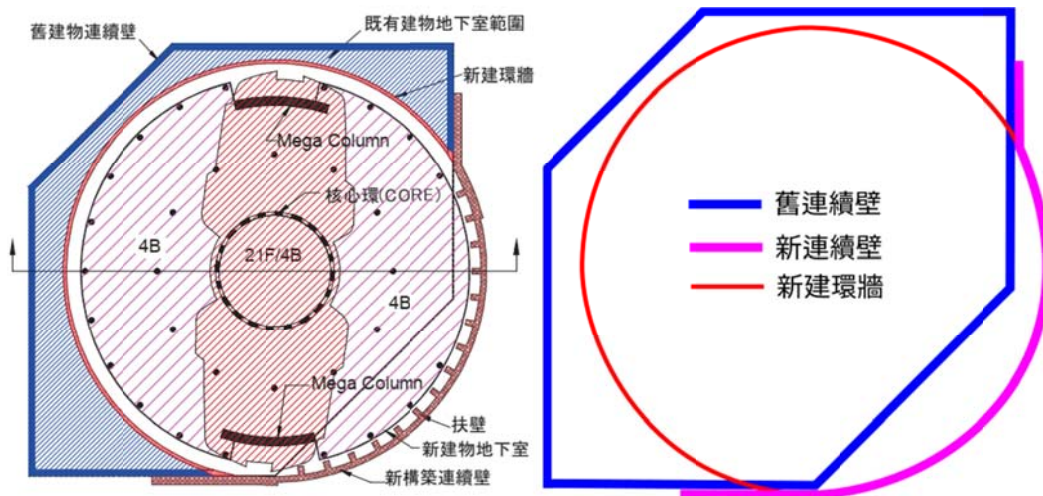
註二：地上層數/地下層數(開挖深度 m)
連續壁寬 cm/深度 m

註三：案例新舊地下構造關係圖 詳 圖 2-5

圖 2-5 案例新舊地下室關係圖

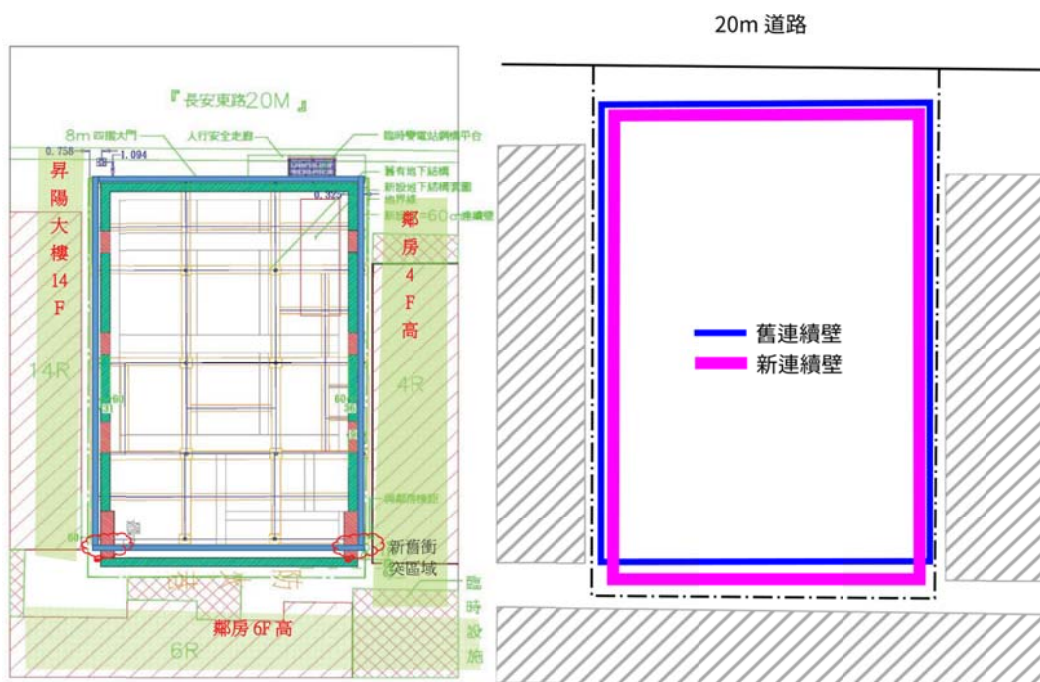


案例 13 (張登貴, 民 104)



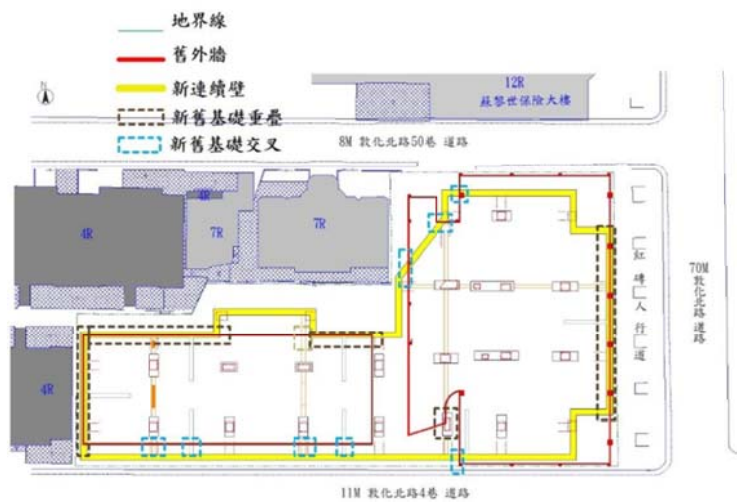
(圖片來源：張登貴, 民 104)

案例 16 (王顯正, 2014)

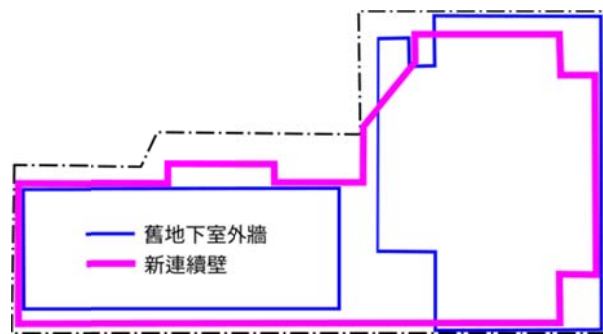


(圖片來源：王顯正, 2014)

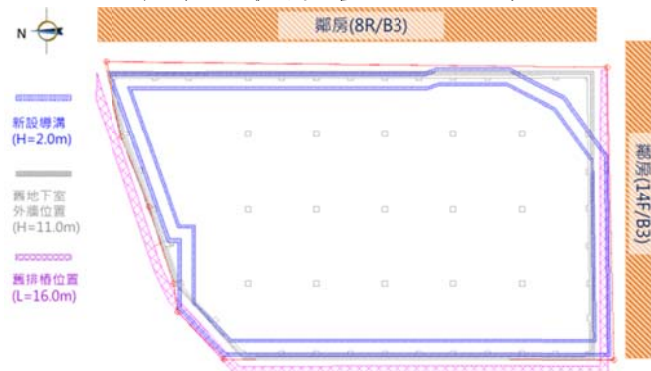
案例 17 (羅惠盈, 2017)



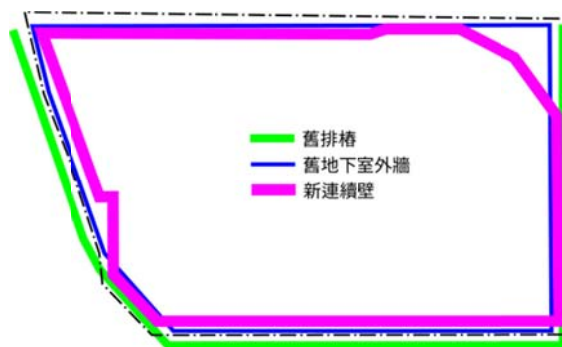
(圖片來源: 羅惠盈, 2017)



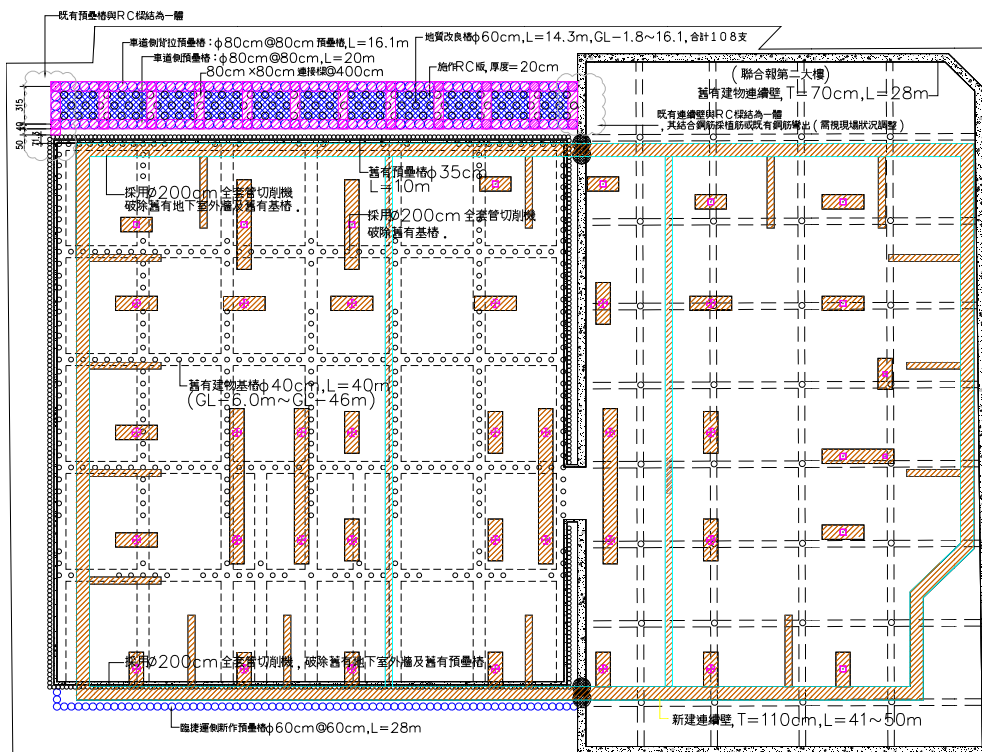
案例 18 (同豐營造, 2015b)



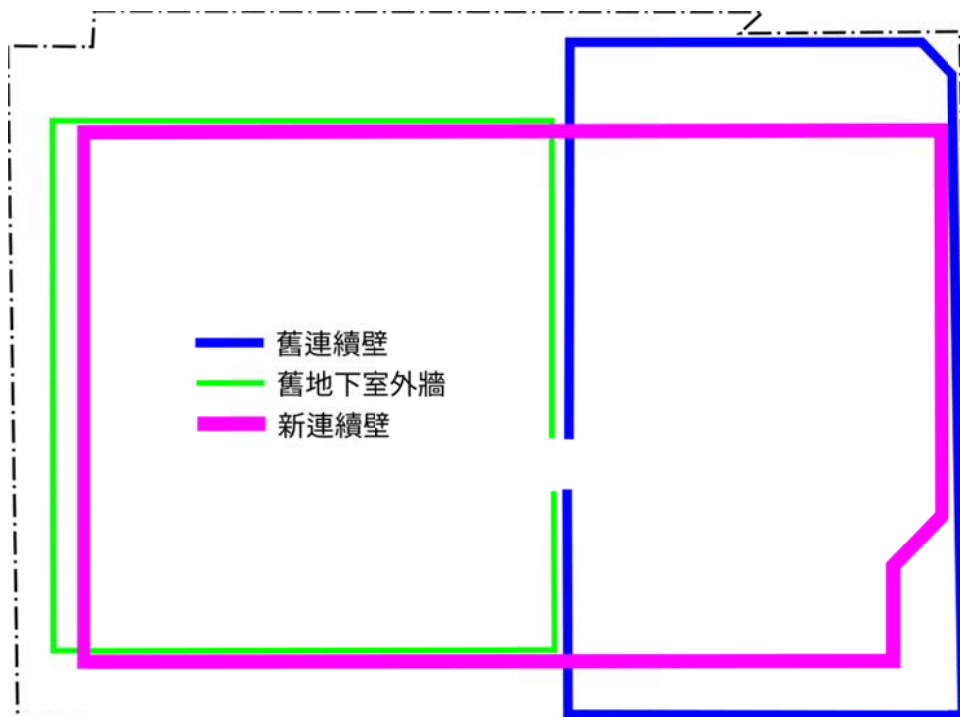
(圖片來源: 同豐營造, 2015b)



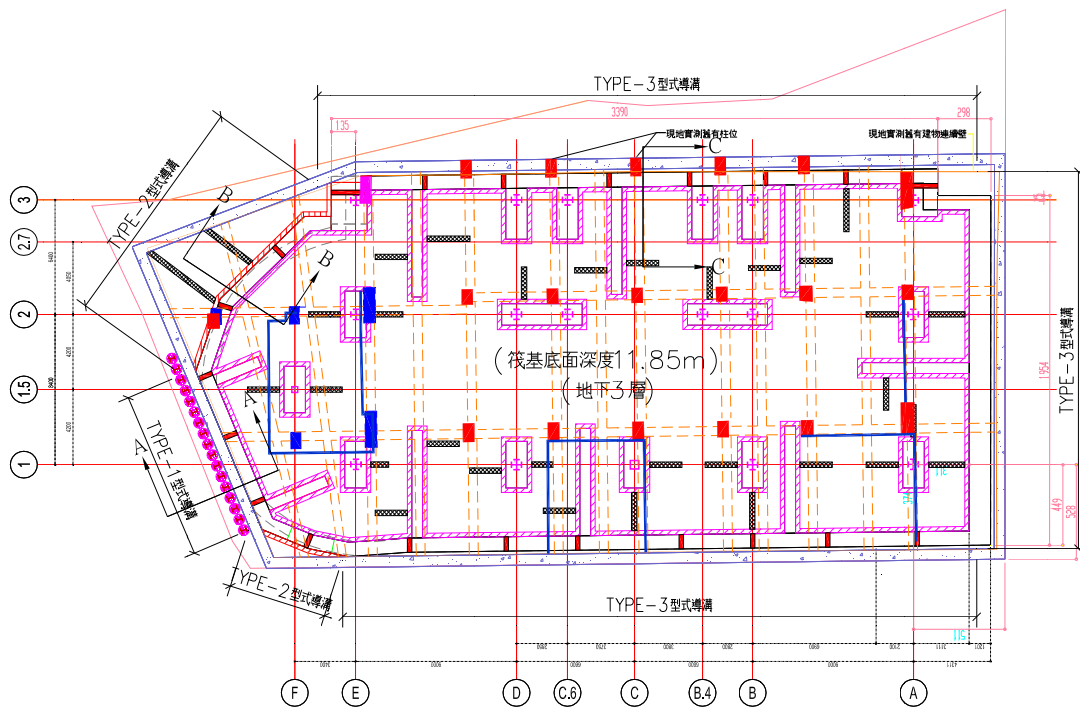
案例 19 (同豐營造, 2012)



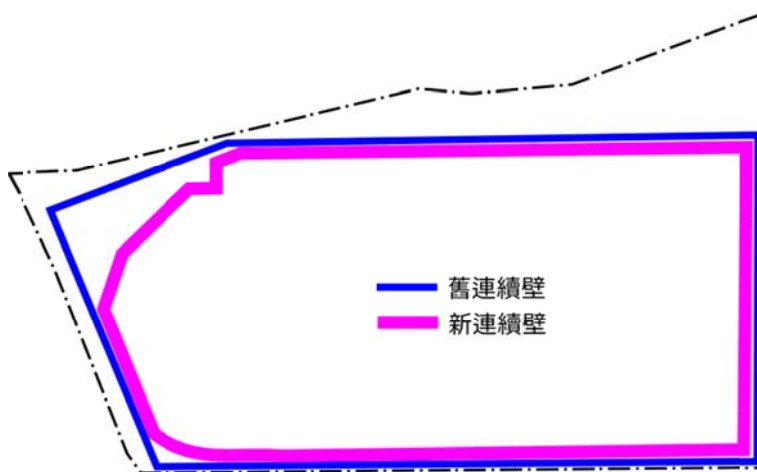
(圖片來源：同豐營造, 2012)



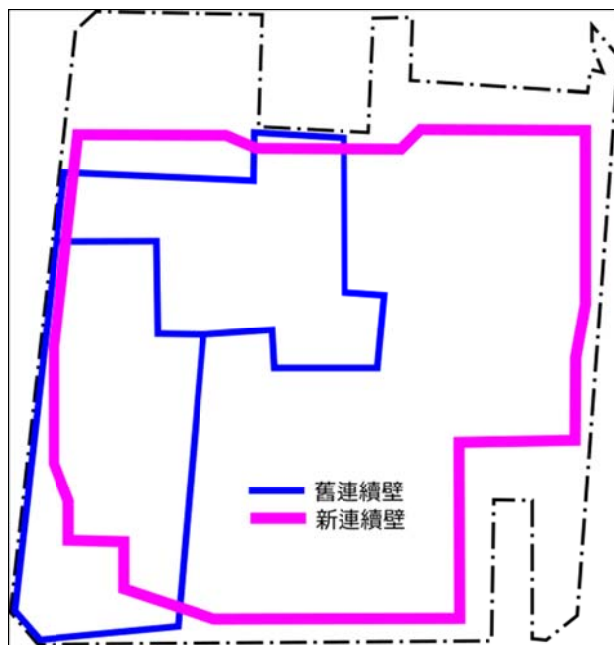
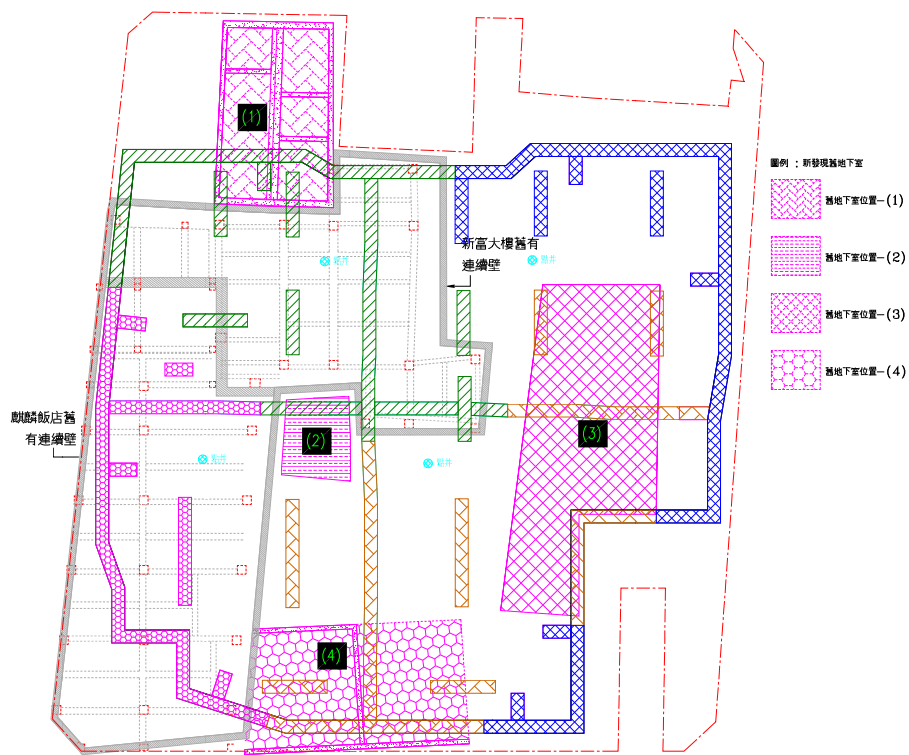
案例 20 (同豐營造, 2015a)



(圖片來源：同豐營造, 2015a)



案例 21 (同豐營造, 2013)



第三章 既有地下室拆除重建施工流程與評估架構

既有地下室拆除重建若採用連續壁為擋土措施，與無地下構造物之素地新建地下室的施工流程的最主要差異為如何施作完成新連續壁的導溝。導溝施作完成，後續的基礎工程都可依一般工法進行。不管是整體結構為順打工法或逆打工法，都不在本研究案討論範圍。

本章分析既有地下室拆除重建案例，歸納出 4 種新地下室完成新連續壁導溝前施工流程，說明如下。

第一節 外側：一般導溝

新連續壁位於舊地下構造物外側時，若既有地下構造物不會妨礙新連續壁的導溝施作，則依照一般導溝的施作方式即可，為最簡易之類型。

第二節 利用既有地下室結構體之隔艙工法

由於既有連續壁經常貼近地界施作，既有連續壁與地界間通常沒有足夠的空間來施作新連續壁、亦無空間來施作鄰房保護或臨時擋土措施來拆除既有連續壁，因此最常見之設計規畫為將新連續壁緊貼既有連續壁內側施作，並利用既有連續壁做為新連續壁導溝的外導牆。

導溝施作時需要拆除既有地下室，拆除前必須設置臨時支撐以避免拆除時發生危險。此時常見之施工方式為分段拆除既有地下室、施作新導溝（圖 3-1），即先拆除樓版部分，保留既有地下室樑柱做為支撐。樓版拆除後施作位於樓版位置之導溝、導溝內之隔艙及導溝外側之扶壁，以做為拆除梁柱時之支撐。梁柱拆除後再施作位於梁柱位置之導溝、導溝內之隔艙及導溝外側之扶壁，最後連貫整個連續壁導溝。分段施作步驟如（圖 3-2 ~ 圖 3-3）。

第三節 新舊連續壁重疊之全套管切削之清障工法

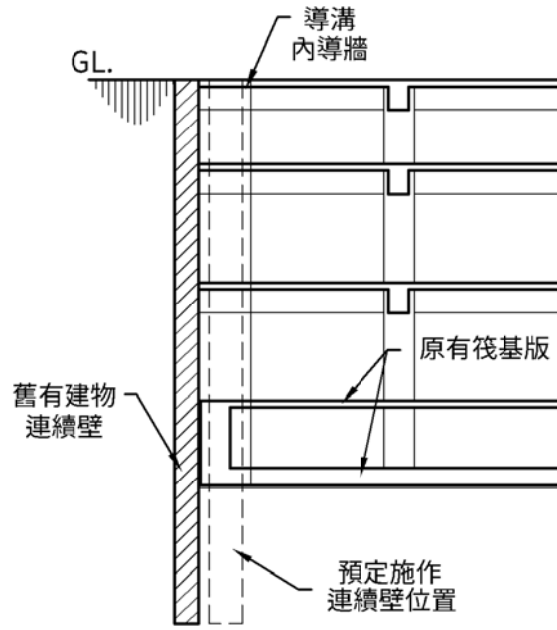
新連續壁與既有地下構造物重疊，特別是與既有連續壁或預壘樁重疊時，為難度最高的施工方式。既有連續壁通常有相當深度，拆除既有連續壁時，周圍土壤可能因解壓範圍與深度過大而崩塌，因此需先施作臨時擋土及地質改良措施。為拆除既有連續壁而施作更深之臨時擋土措施顯然不符效益，因此在規畫新方案時，應儘量避免同時拆除大範圍的既有連續壁。

清障工法利用全套管切削重疊部分之地下構造物、並回填適當強度之水泥拌合土，幾近回復為素地狀態。有需要時於施作新導溝前，先於導溝壁下方施作地質改良以防止周圍回填物坍塌、及穩定液從回填物空隙流失。施工流程詳圖 3-5~圖 3-6。

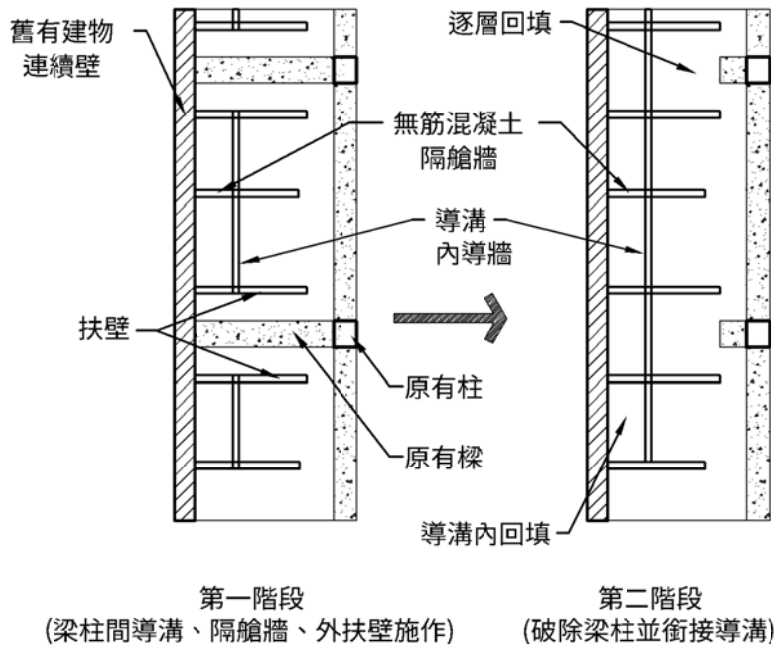
第四節 新連續壁與既有地下構造物相交錯之全套管切削

新連續壁與既有地下構造物交錯(正交)之狀況無法單獨存在，發生於新地下室部分連續壁位於舊地下室外側、部分連續壁位於舊地下室內側時，常採用全套管切削工法拆除新舊地下構造物交錯部分。施工流程如下(圖 3-7)：

- 先施作位於既有地下室內之深導溝、隔艙、及扶壁，並於既有連續壁殖筋與深導溝連結，深導溝施作完成後須回填；
- 施作既有地下室外側、淺導溝下之地質改良樁，增加土壤自立性及防止地下水滲入；
- 全套管清除交錯處既有連續壁，並填充水泥拌合物；
- 施作淺導溝，並於既有連續壁殖筋與淺導溝連結，使深、淺導溝結合為一體。



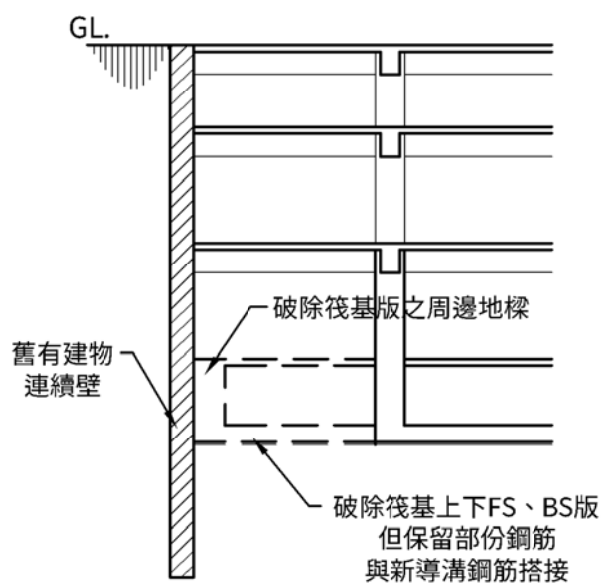
新舊結構相對關係剖面圖



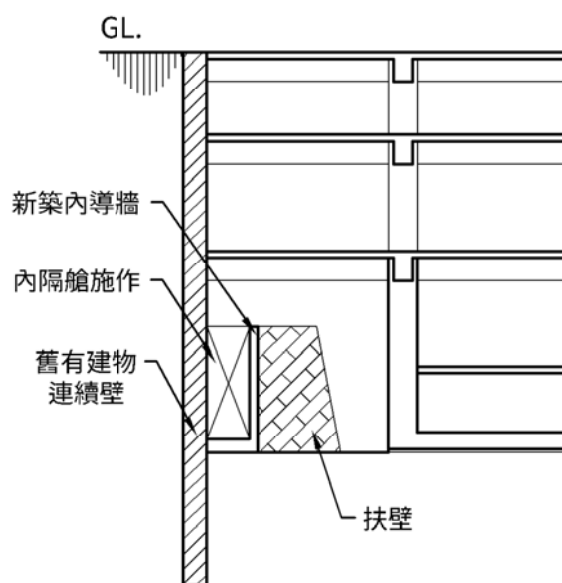
第一階段 (梁柱間導溝、隔艙牆、外扶壁施作) 第二階段 (破除梁柱並銜接導溝)

深導溝分段施作平面圖

圖 3-1 隔艙工法深導溝分段施作

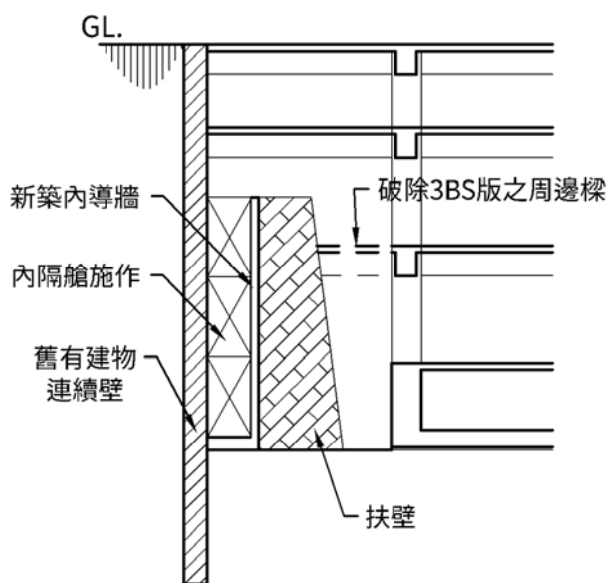


1. 逐層破除樓板但保留必要結構系統

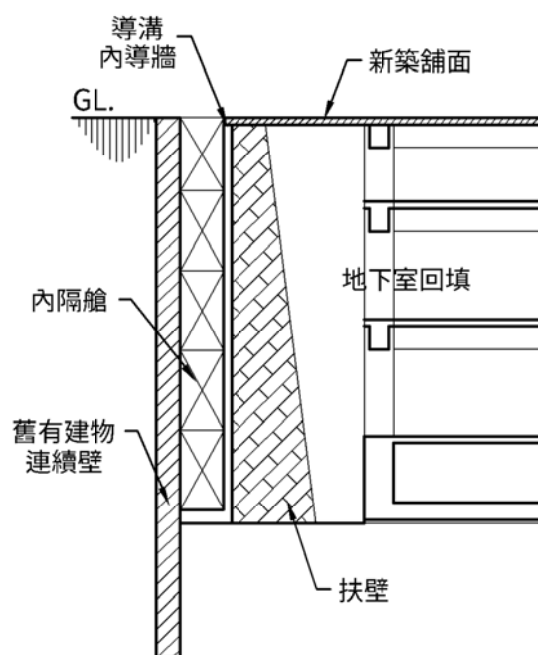


2. 深導溝與扶壁分層施作

圖 3-2 隔艙工法施工流程 1



3.破除上層樓板、
導溝向上升層施作並築層回填



4.新導溝及鋪面完成

圖 3-3 隔艙工法施工流程 2

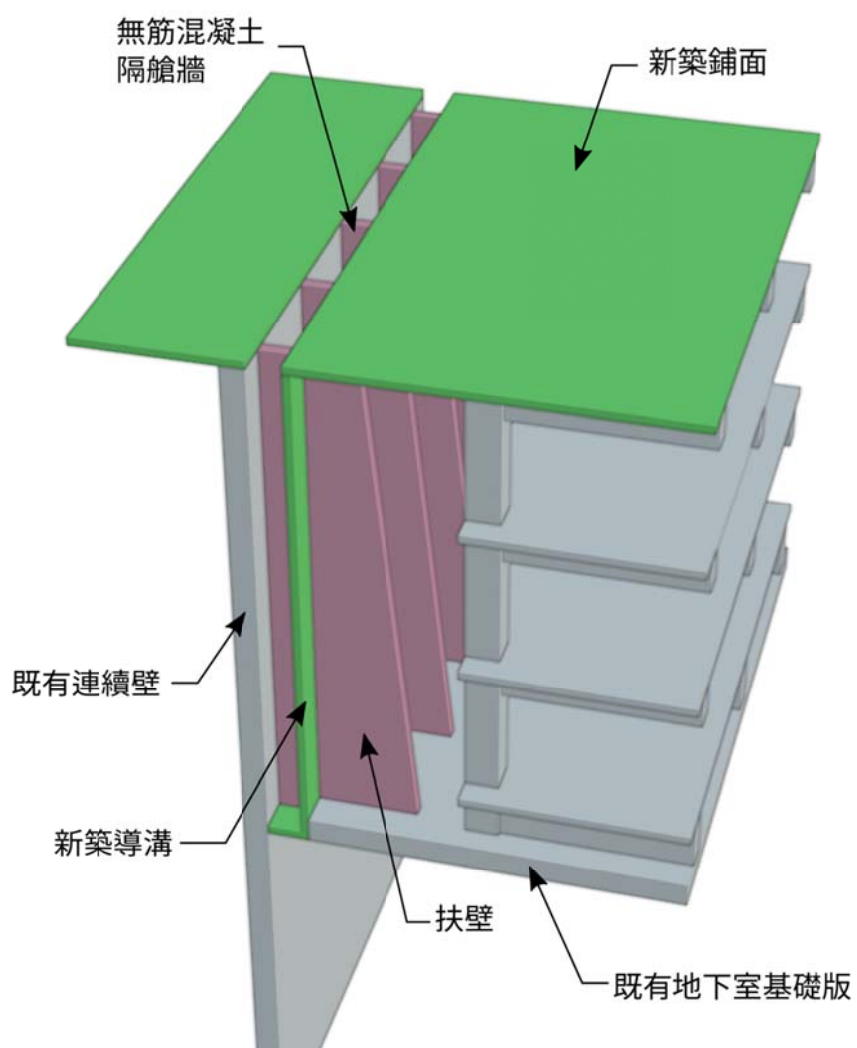
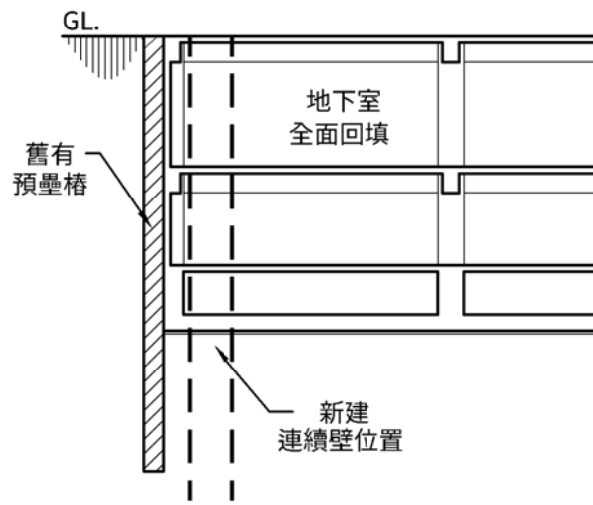
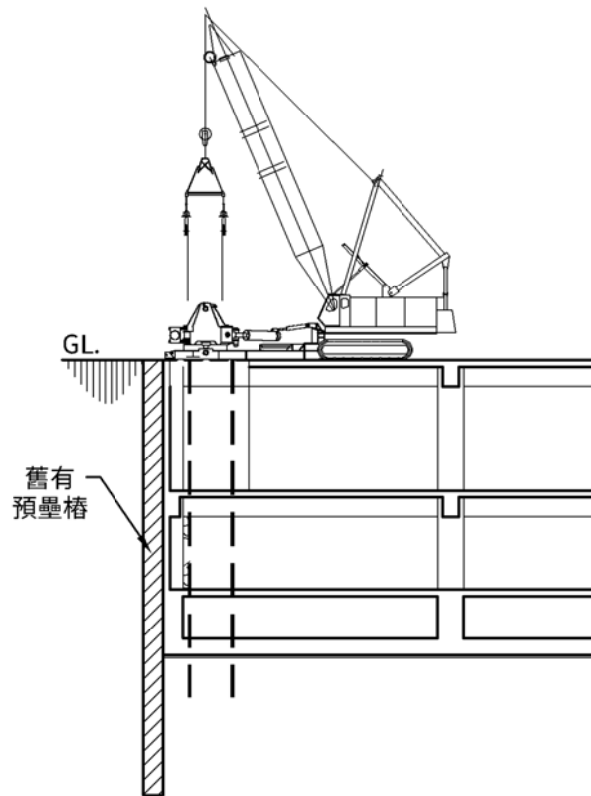


圖 3-4 隔倉工法立體示意圖 (Revit 繪製)

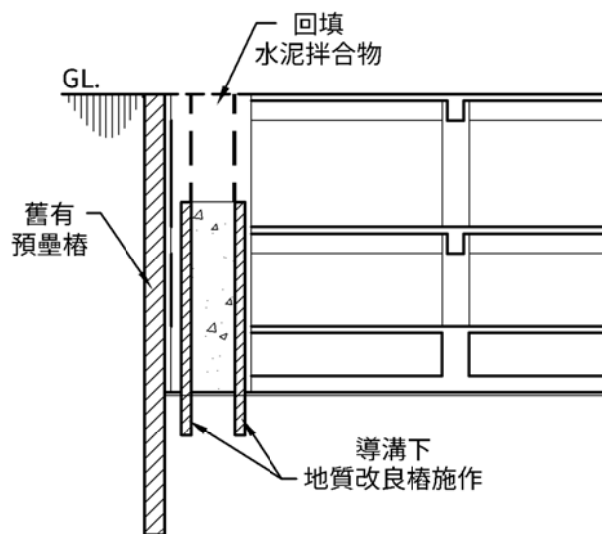


1. 舊地下室全面回填

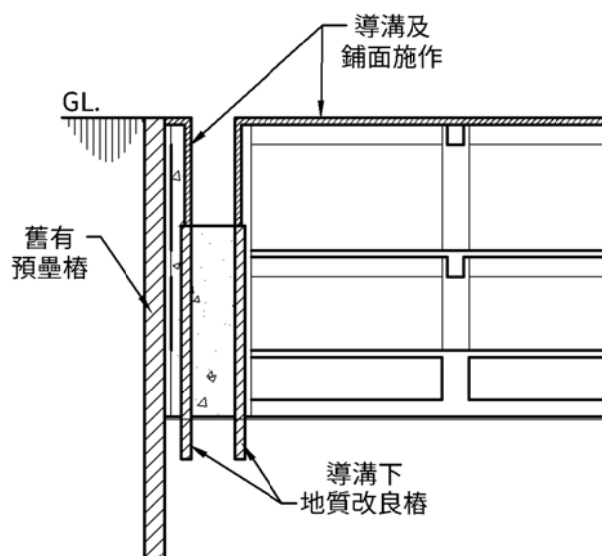


2. 全套管清障

圖 3-5 清障工法施工流程 1



3.清障後回填低強度水泥拌合物、
導溝下地質改良樁施作



4.新導溝及鋪面施作

圖 3-6 清障工法施工流程 2

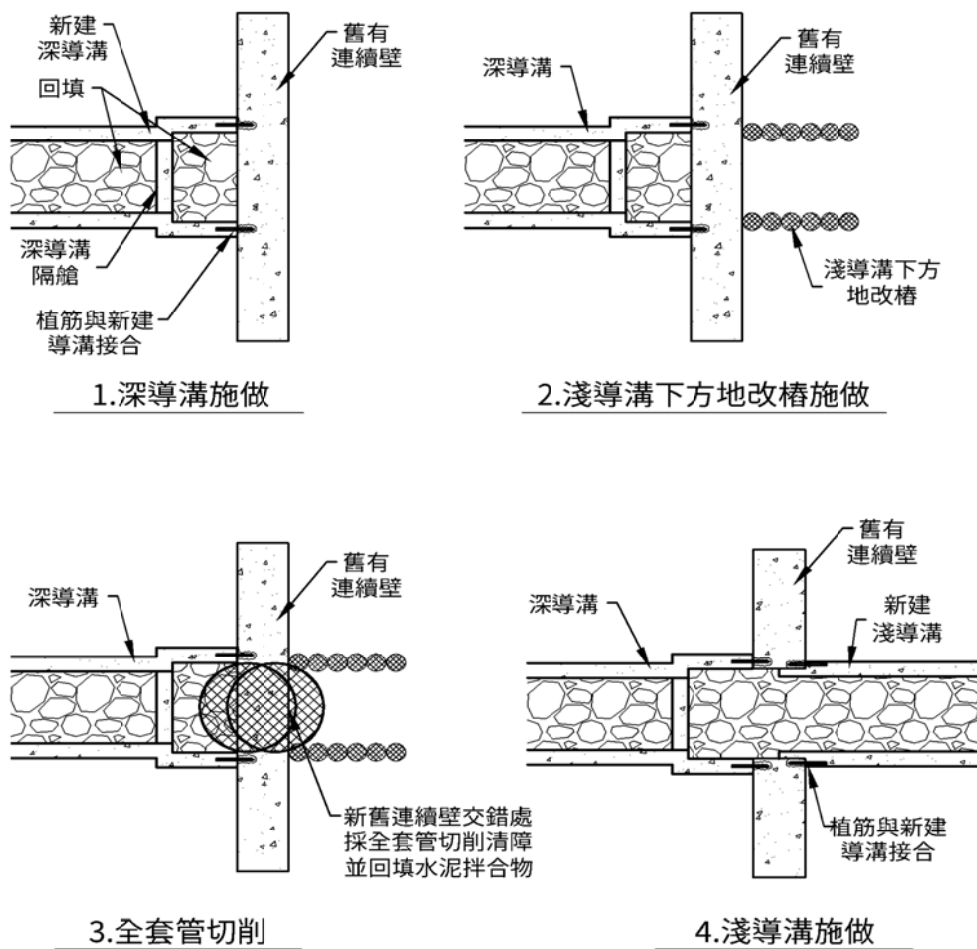


圖 3-7 交錯部分全套管切削

第五節 既有建築物地下室拆除重建評估架構

經由文獻回顧及案例分析，本研究提出既有建築物地下室拆除重建評估架構如（圖 3-8），評估內容分述如後。

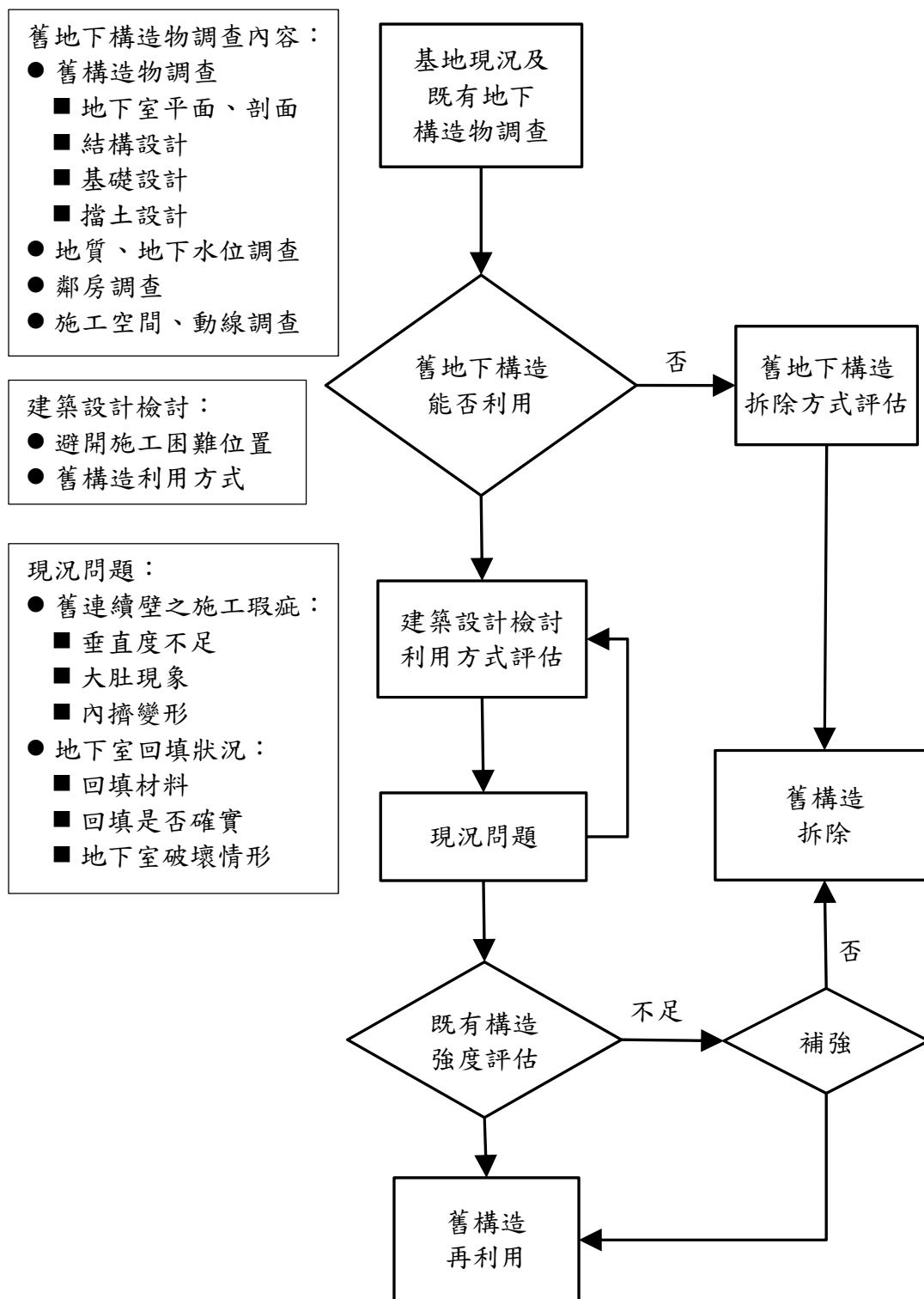


圖 3-8 既有建築物地下室拆除重建評估架構

(一) 基地現況及既有地下構造物調查

評估始於基地現況及既有地下構造物調查，調查重點包括：

- 既有地下構造物的現況，包括位置、深度、結構強度、地下室是否拆除回填
- 基地交通及作業空間
- 地質、地下水
- 鄰房

(二) 判斷既有地下構造物能否利用

目前國內地下室拆除，擋土措施（連續壁、預壘樁等）、樁基礎、地質改良樁等會保留，待新建地下室時一併處理。地下室則通常保留外牆及筏基不拆，內部梁柱大致可分為兩種處理方式：

- 梁版拆除，回填：僅能利用連續壁、地下室外牆做為新導溝的導牆。
- 梁柱完整：既有地下室梁柱可做為新導溝施作時的臨時支撐，並利用連續壁、地下室外牆做為新導溝的導牆。

(三) 建築設計檢討、既有地下構造物利用方式評估

根據新舊地下室的相對位置、既有地下構造的結構強度、基地作業空間來評估既有地下構造物利用方式：

- 調整建築物配置避開施工困難位置。
- 基地狹小：既有連續壁貼近地界，延用既有連續壁做為新地下室的擋土措施，深度不足則於既有連續壁內側另行施作擋土措施補強
- 既有連續壁、地下室外牆做為新連續壁導溝壁
- 既有地下室梁柱做為新導溝施作的臨時支撐

(四) 現況問題

因既有連續壁深埋於土壤之中，難以直接調查其施工品質，必須以間接資料如施工記錄或施工人員訪談進行評估並提出應變方案，並於施工過程獲得之資訊修正方案，必要時做最差之假設調整設計或規畫。既有連續壁之施工瑕疵包括：

- 垂直度不足
- 大肚現象
- 內擠變形

另一可能影響施工規畫之因素為地下室回填狀況：

- 既有地下室經常拆除不完全、回填不確實：回填材料若為上部構造拆除之營建工程廢棄物，需將其挖除另填適當材料，增加造價與工期。
- 拆除回填過程可能破壞既有地下室樑柱，造成既有構造無法利用。若保留梁柱、僅拆除樓版回填，須清除回填物方能確認梁柱是否遭到破壞，評估梁柱能否利用。

(五) 既有地下構造物結構強度評估及補強

在利用既有連續壁、地下室結構之前，須對其耐久性與健全度評估：

- 對曾經歷過大型地震的既有地下結構，最好能現場取樣實驗檢測其健全度。
- 關於性能，除了以目視診斷外，也須適度進行現場取樣實驗檢測。如調查混凝土或鋼筋的劣化情形、進行抗壓強度或中性化深度檢測。
- 若既有地下室梁柱強度不足或受損，則需另設水平支撐補強措施。

- 若要將一樓地板面做為新擋土措施、基礎結構的施工面；亦須對既有地下室之梁、柱強度進行評估；若強度不足須補強。

(六) 既有地下構造物拆除方式評估

若既有地下構造物須拆除，基地與鄰房之關係、基地內之施工空間為主要考量因素。

- 施工空間充足：若既有地下構造物與地界間有足夠的空間可施作鄰房基礎補強措施、地質改良措施、臨時擋土措施，可於必要安全措施施作後，拆除既有地下構造物。
- 施工空間不足：若既有地下構造物與地界間沒有足夠的空間可施作鄰房基礎補強措施、地質改良措施、臨時擋土措施，可將地下室全面回填，再以全套管切削方式清除既有地下構造物。

第四章 建築物地下室拆除重建工期與造價案例分析

本章分析一有地下構造物之基地（案例 18）於連續壁導溝施築階段之工期與造價。

第一節 案例 18 之工期與造價

（一）工程概要

案例 18 位於台北市中正區，基地面積 1,140 m²，於 107 年間重建完成。既有地下室為地下 2 層，每層面積約 1,068m²，原基礎深度 10.5m，地下室 B1 層於上部結構拆除時同時回填完成（回填拆屋廢棄物、混凝土塊及雜物）。

新建築為地下 5 層、地上 14 層、SC 構造之建築物。地下每層面積約 940 m²、地上每層面積約 860 m²，合計總樓地板面積約 17,710 m²。新連續壁與既有地下構造關係如（圖 4-1）；地下開挖深度 22m，擋土措施為厚度 1m、深度 41m 之連續壁（表 4-1）。

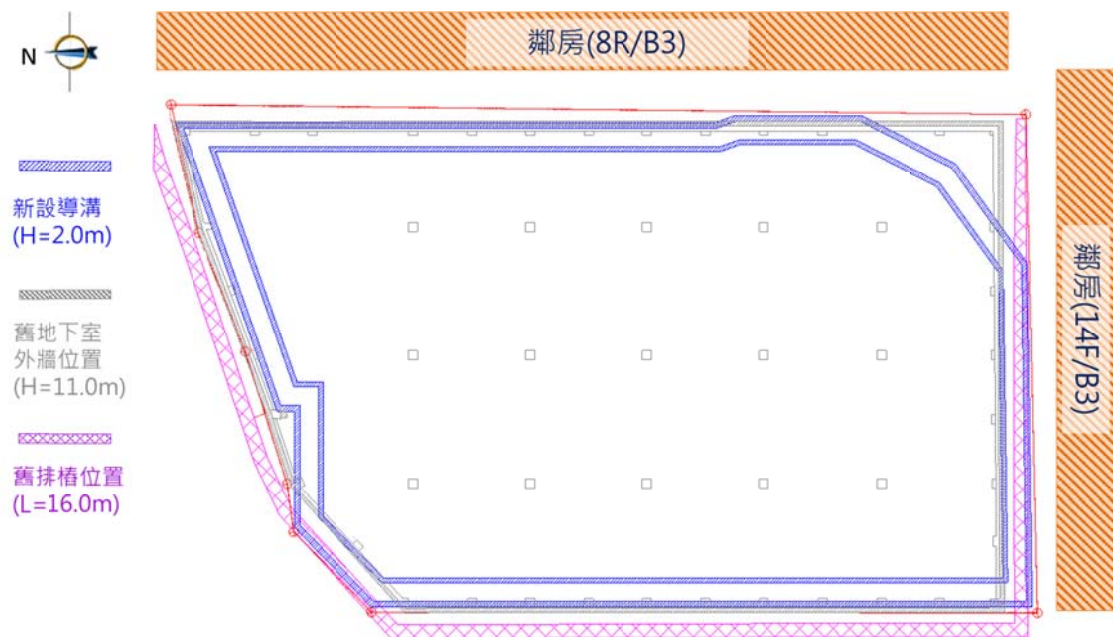


圖 4-1 案例 18 新舊連續壁關係平面圖(圖片來源：同豐營造，2013)

表 4-1 案例 18 新建築物地下結構物概述

用途	擋土壁及地下室結構外牆	地中壁、扶壁	壁樁
壁厚	100cm	60cm	-
壁深	41.0m	30.0m	-
週長	131.5m	51.8m	-
施工面積	5,392m ²	1,555m ²	-
施工工法	Masago工法	Masago工法	-
接頭型式	凹面端板接縫	凹面端板接縫	-
樁徑	-	-	150cm、100cm
樁深	-	-	50.6m
支數	-	-	9
入岩	-	-	2m

依據鑽探資料及試驗室土壤一般物理性質試驗的結果，顯示本基地主要為灰色粉土質黏土層，地下水位於 GL-4.4m。調查深度內之土層可概分為八層，各地層之一般性質如（表 4-2、圖 4-2）所示。

表 4-2 案例 18 土層與工程性質參數表(資料來源：同豐營造，2013)

層別	地層概述	分佈範圍 (平均分佈深度) (公尺)	平均厚度 (m)	N 值 (平均)	γ_t (t/m ³)	e	w _n (%)	LL	PI
1	回填層(SF)	0.0~11.0 (0.0~10.9)	10.9	-	1.94	-	-	-	-
2	粉土質砂土層(SM1)	10.5~17.8 (10.9~17.2)	6.3	6~15 (10)	1.88	0.77	27	-	-
3	粉土質黏土層(CL)	16.6~25.5 (17.2~25.0)	7.8	3~12 (8)	1.92	0.84	31	35	12
4	粉土質砂土層(SM2)	24.5~32.0 (25~30.6)	5.6	10~21 (14)	1.94	0.75	25	-	-
5	粉土質黏土與粉土層(CL/ML1)	29.2~38.0 (30.6~37.5)	6.9	8~14 (12)	1.92	0.82	30	31	8
6	粉土質砂土層(SM3)	37.0~43.0 (37.5~42.3)	4.8	17~26 (21)	2.07	0.58	20	-	-
7	粉土質黏土與粉土層(CL/ML2)	41.6~49.0 (42.3~48.6)	6.3	10~16 (13)	2.03	0.65	25	25	5
8	卵礫石層(GW)	48.3~49.0 以下	-	>50	2.30	-	-	-	-

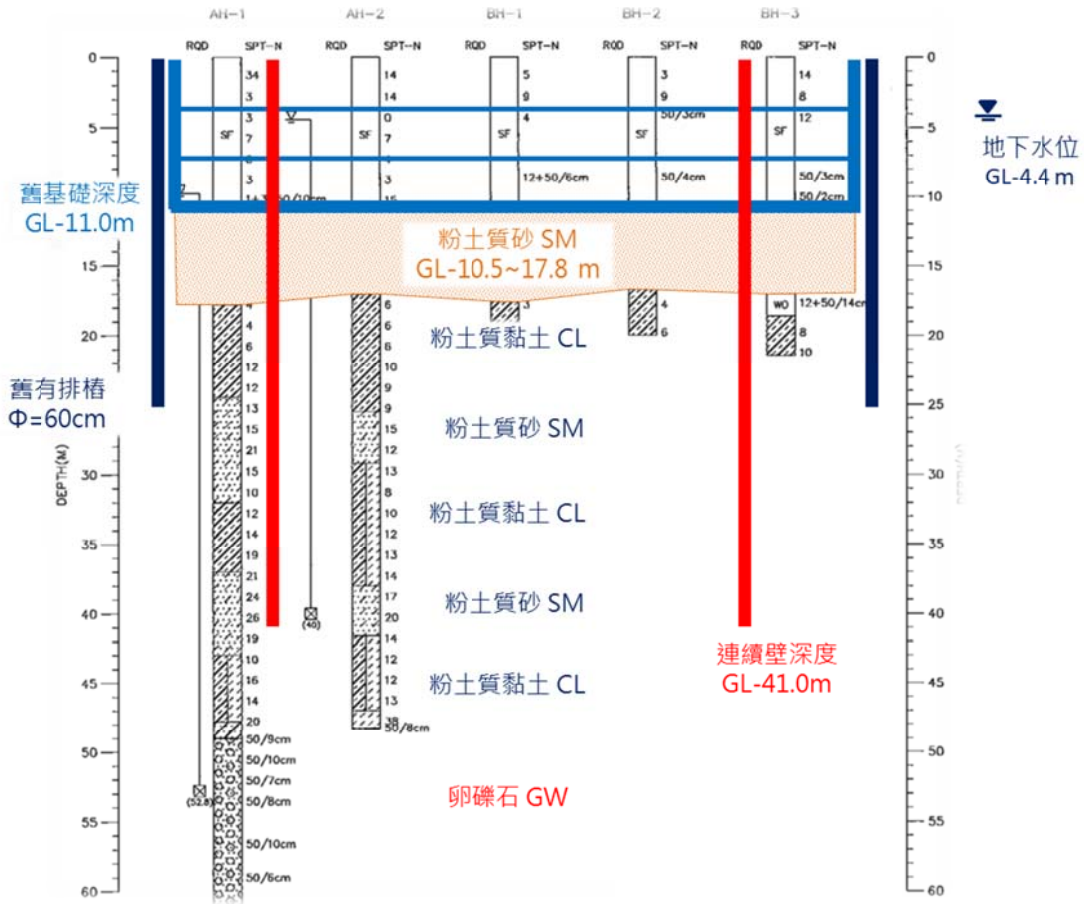


圖 4-2 案例 18 基地地質剖面圖（圖片來源：同豐營造，2013）

(二) 施工步驟與工期

1. 施工說明

既有地下室 B1 層於多年前上部結構拆除時已回填完成（回填物為拆屋廢棄物、混凝土塊及雜物）。考量施工機械承重因素後，將現有回填廢棄物全面清除，重新回填粉土質土壤或不良級配之砂土，並將地下室全部填滿，以作為日後連續壁重型機具之作業承載層。現場遺留舊有地下一層頂版之梁柱結構系統部分遭破壞，考量鄰房及施工安全影響，以型鋼施作補強。

基地內之既有地下構造物會造成新建連續壁施作上之困難，因此須將連續壁施作範圍內之既有地下構造物清除。由於既有地下構造幾

乎全部緊貼地界，無足夠空間施作臨時擋土措施拆除既有地下構造，因此採用全套管切削清障工法（圖 4-3）。本例地下室深度 10.5m，既有擋土排樁深度 16.0m，配合舊結構體深度不同其切削深度也不同，將逐一清除舊有地下結構後，再回填水泥拌合土以穩固清除後之土層。

由於地下室內全面回填，為確保連續壁施工品質及安全，本例於新導溝下施作地質改良樁，施作位置從導溝下開始至既有地下室深度下 50cm；並內插#8 鋼筋，以穩固回填之土石避免連續壁抓掘時坍塌。

新導溝則坐落於地質改良樁之上。新導溝施作深度 2m，其餘深度則由地質改良樁代替深導溝。本例主要之施工工項及工期如（表 4-3）所示。

表 4-3 案例 18 施工步驟與工期

工項	內容	工期
原回填廢棄物運棄	原回填物為拆屋廢棄物及雜物。考量施工機械承重因素後，將現有回填廢棄物全面清除	清運體積約 1,068m ² ×4.5m÷ 4,800m ³ ，計 33 天
舊有 B1F 頂版結構梁柱補強	考量鄰房及施工安全影響，以型鋼施作補強	結構計算 5 天、梁柱修補 4 天、型鋼支撐補強 17 天，計 26 天
破除 B1、B2F 樓板及地樑	破除面積約 1,068m ² ×2=2,136m ²	計 10 天
土方回填	地下室全部重新回填粉土質土壤或不良級配之砂土，以作為日後連續壁重型機具之作業承載層	回填體積約 1,068m ² ×9.8m÷ 10,465m ³ ，計 20 天
舊基礎切削工程	舊基礎切削： φ 100cm 切削深度 11m，252 支 φ 200cm 切削深度 11m，45 支 舊排樁切削： φ 100cm 切削深度 16m，65 支 φ 200cm 切削深度 16m，6 支	工期 175 天
地質改良微型樁	導溝坐落於微型樁之上，導溝施作維持深度 2m 其餘深度則由微型樁代替深導溝。 微型樁尺寸：φ 20cm @25cm L=12m 共 163 支	工期 17 天
導溝工程	導溝深度 2m、總長度 183.3m	工期 49 天，約 3.74 m/日

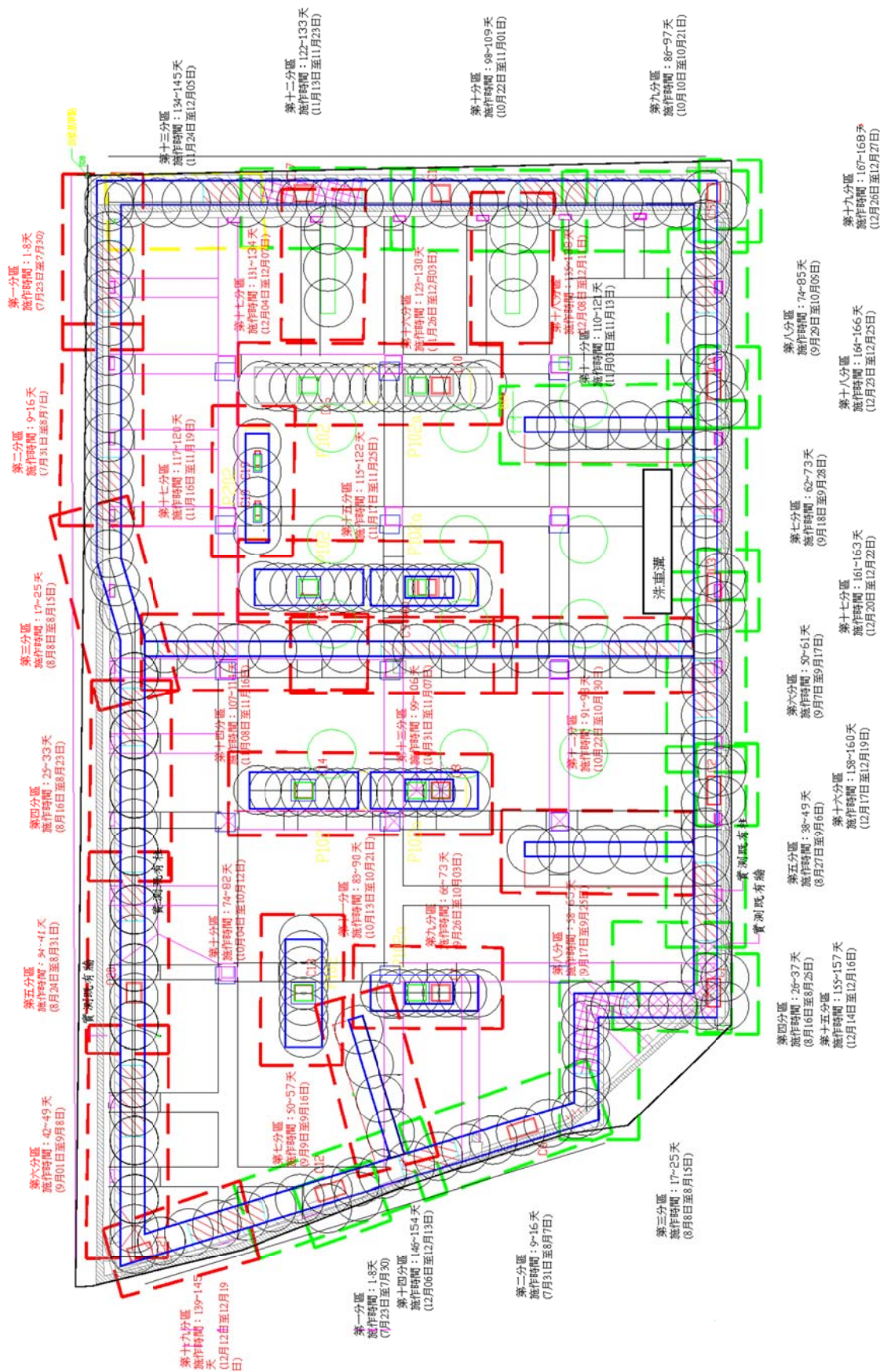


圖 4-3 案例 18 全套管切削位置圖 (圖片來源: 同豐營造, 2013)

2. 施工工期細述

1. 舊地下室回填物運棄(含舊地下室部分結構補強、部分結構破除)

由於舊有結構系統部分已遭破壞，需先修補方可進行土方運棄開挖。經破除部份不影響結構之樓版來進行清運及補強工作。本項工期在土方運棄方面，計 33 天，部分結構補強部分結構破除方面，計 36 天。

2. 舊有地下室回填土方及夯實

新作回填方式由下而上分層分區施作，逐一破除部份樓板進行回填作業，施作至全部地下室完成；回填材料為粉土質土壤或不良級配之砂土。為確保回填施工品質，一次回填厚度約為 50 cm，並施作適當的夯壓作業，以承載日後連續壁重型機具。考量連續壁抓掘之施工安全與品質，連續壁導溝旁 1.5m 內之範圍以水泥拌合土進行回填物加固加強作業，本項工期計 20 天。

3. 切削工程、清障後廢棄物運棄

本例採用全套管鑽掘機具清除既有地下構造，地下室深度 10.7 m，既有擋土排樁深度 16.0 m，配合舊結構體深度不同其切削深度也不同，將逐一清除舊有地下結構後再回填水泥拌合土以穩固清除後之土層。本項工期計 175 天。

4. 導溝施作前地質穩定改良

本例微型樁尺寸： $\phi 20\text{cm} @ 25\text{cm}$ 、 $L=12\text{m}(\text{GL}-0\sim-12\text{m})$ 、地質改良樁尺寸： $\phi 30\text{cm} @ 30\text{cm}$ 、 $L=9.2\text{m}(\text{GL}-2.0\sim-11.2\text{m})$ 。

由於地下室內全面回填，為確保連續壁施工品質及安全，本例於導溝下施作微型樁、地質改良樁代替深導溝(圖 4-4)，施作位置從導溝下開始至舊有地下室深度下 50 cm，並內插#8 鋼筋，以穩固回填之土石避免連續壁抓掘時坍塌。本項工期計 47 天。

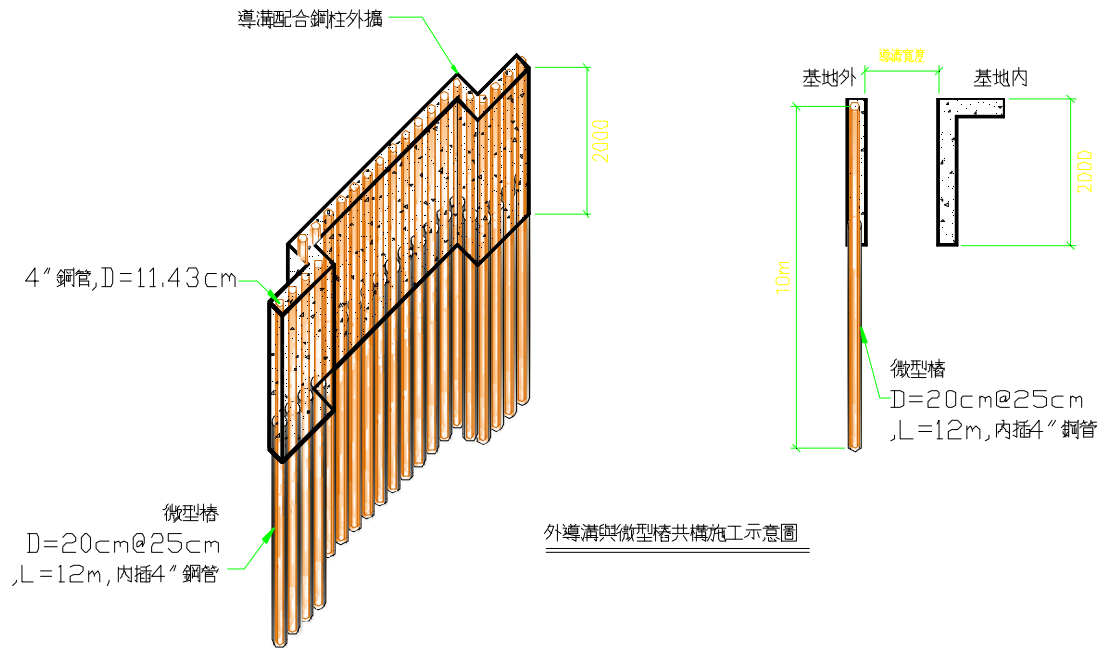


圖 4-4 微型樁代替深導溝 (圖片來源：同豐營造，2013)

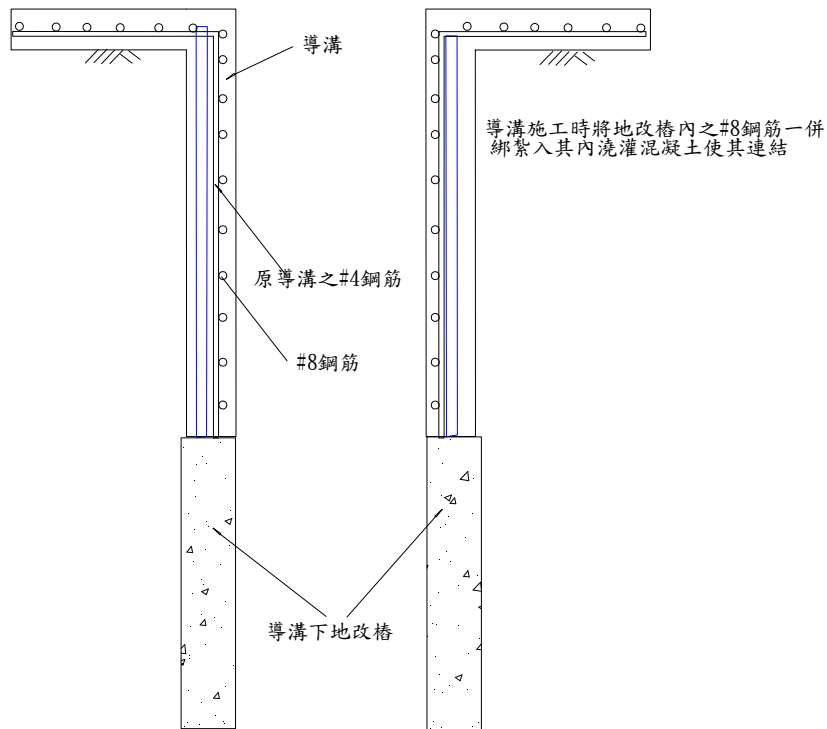


圖 4-5 淺導溝及地改樁 (圖片來源：同豐營造，2013)

5. 導溝(含穩定液池、棄土坑、洗車坑)

導溝開挖深度自現有地面向下施工約 2m (圖 4-5)。棄土坑及穩定液池施作方式，採 R.C 構築。本例基地工區大小之限制，因此採隱藏式棄土坑及穩定液池方式施作，以爭取施工機具動線。本項工期計 49 天。

6. 連續壁及扶壁地中壁

依工程實務經驗，連續壁 80cm 厚、30m 深，每日應可完成一個單元。本例連續壁 100cm 厚、41m 深，工作條件差，平均每 2 日才有機會完成一個單元，本例連續壁、扶壁地中壁合計總長 183m (劃分為 51 個單元)，施工中又有其他相對作業時間，實際工期計 142 天。

各工項所需之施工日數如 (表 4-4)、施工要徑如 (圖 4-6)。

表 4-4 案例 18 工期表

預計工期					
	基地面積：1140(m ²)，SC造，開挖深22m，建築物高度50m				
	建築規模：地下6層 = 5,670m ² 、地上14層 = 12,040m ² 、 $\Sigma F = 17,710m^2$				
		任務名稱	天數	小計	
1	假設工程(圍籬、整地、工務所)		20		
2	清障工法增加工期				
	1	舊有地下室土方運棄	V 33		
	2	舊有地下室部分結構補強、部分結構破除	V 36		
	3	舊有地下室回填土方及夯實	V 20		
	4	切削工程、清障後廢棄物運棄	V 175		
	5	導溝施作前地質穩定改良	V 47	311	
3	導溝(含穩定液池、棄土坑、洗車坑)		49	49	
4	連續壁及扶壁地中壁		142	142	
5	地下室挖土及支撐架設_挖土完成)				
	1	中間柱打設含引樁	20		
	2	鋪面破碎、第一層挖方	12		
	3	第一層支撐及構台架設	20		
	4	第二層挖土及第二層支撐架設	V 16		
	5	第三層挖土及第三層支撐架設	V 16		
	6	第四層挖土及第四層支撐架設	V 16		
	7	第五層挖土及第五層支撐架設	18		
	8	第六層挖土及第六層支撐架設	20		
	9	第七層挖土及PC搗築	24	162	
6	地下室結構體及支撐拆卸				
	1	放樣、BF層搗築(大底FS版、地梁、BS版)	60		
	2	6層支撐拆卸、B5版搗築	28		
	3	5層支撐拆卸、B4版搗築	28		
	4	4層支撐拆卸、B3版搗築	28		
	5	3層支撐拆卸、B2版搗築	28		
	6	2層支撐拆卸、B1版搗築	28		
	7	1層版搗築完成，含1層支撐及構台拆卸、中間樁切除、第一節鋼構吊裝24天	70	270	
7	地上結構體				
	1	2層~14層鋼構吊裝(第2~第6節)_5x28	140		
	2	屋頂及其他	40	180	
8	外裝及內部隔間、初胚		320		
9	庭院景觀、使照		60	380	

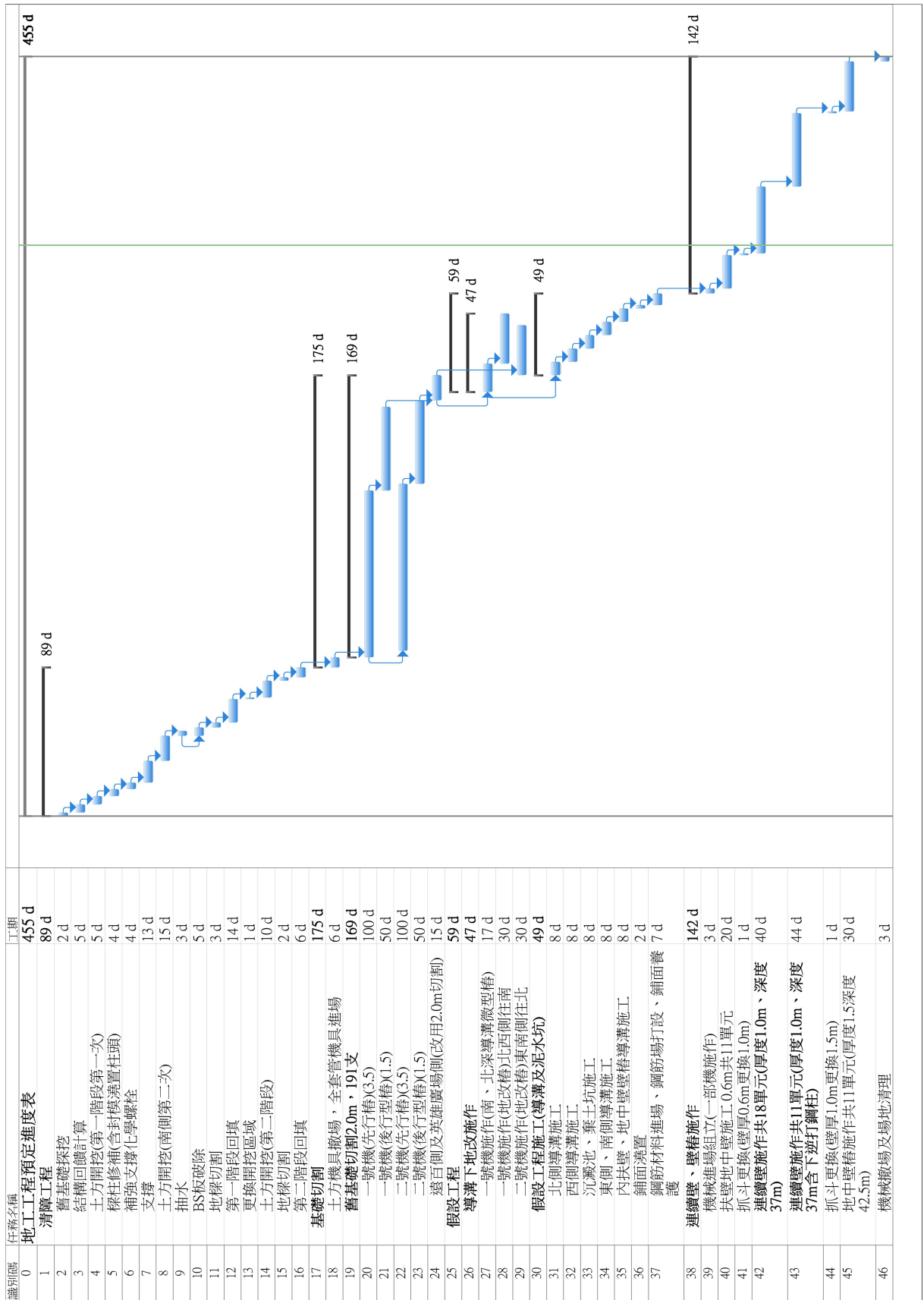


圖 4-6 案例 18 施工要徑圖

(三) 工程造價

案例 18 之造價分析如表 4-5。

表 4-5 案例 18 造價分析

基礎工程費用						
項次	項目及說明	單位	數量	單價	小計	備註
1	增加工程費用 (舊有地下室深11m)					
1	舊有地下室土方運棄、棄土證明	m ³	3,900	1,100	4,290,000	
2	舊有地下室回填土方及夯實	m ³	9,000	270	2,430,000	
3	切削工程	支	282	180,000	50,760,000	
4	清障後廢棄物運棄費用	m ³	3,500	1,200	4,200,000	
5	導溝施作前地質穩定改良	m	8,160	500	4,080,000	
	小計				65,760,000	
2	導溝					
5	導溝(含穩定液池、棄土坑、洗車坑)	m	183	15,000	2,745,000	
	小計				2,745,000	
3	連續壁(100cm厚)及扶壁地中壁(60cm厚)					
1	穩定液池、土坑、洗車坑(或移動車體)	式	1		1,208,000	
2	連續壁(100cm厚)					
	a 施工費	m ²	5,392	5,500	29,656,000	
	b 材料(鋼筋、混凝土)(4,200×100/80×1.5	m ²	5,392	8,700	46,910,400	
	c 劣質打除、其他	式	1		4,300,000	
3	扶壁、地中壁(60cm厚, 含壁樁)					
	a 施工費	m ²	1,555	3,500	5,442,500	
	b 材料	m ²	1,555	5,600	8,708,000	
	c 劣質打除、其他	式	1		1,970,000	
	小計				98,194,900	
4	安全支撐					
1	水平支撐含中間樁、圍苓背填	m ²	5,720	1,300	7,436,000	
2	施工構台	式	1		1,100,000	
3	勞工安全衛生、棄土及其他	m ²	5,720	600	3,432,000	
	小計				11,968,000	
5	挖土棄土					
1	挖土方	m ³	13,000	900	11,700,000	
2	棄土證明	m ³	13,000	110	1,430,000	
	小計				13,130,000	
6	點井、監測、其他 5%				9,589,000	
	合計				198,641,900	

第二節 工期、造價分析

分析案例之導溝深度約 2m、合計長度 183.3m。若無地下構造物，導溝施作之工期為 49 天（表 4-6）、造價 274.5 萬元（表 4-7）。

為清除既有地下構造以施作導溝，分析案例增加工項包括（表 4-4、表 4-5）：

1. 舊有地下室內之廢棄物清運
2. 舊有地下室回填土方及夯實
3. 全套管切削工程
4. 清障後廢棄物運棄費用
5. 導溝施作前地質穩定改良（位於新導溝下方）

增加工項施作之工期為 311 天、造價 6,576 萬元。工期、造價增加最多之工項為全套管切削（含清障後廢棄物運棄），工期 175 天、造價 5,496 萬元。

分析案例因以不適當材料回填，須將其移除再以適當材料回填、夯實，增加工期、造價。若既有建築物拆除時能以適當材料將地下室回填、夯實，可減少 89 天工期（-28%）、及 672 萬元造價（-10%）。

分析案例若扣除原回填廢棄物運棄、重新回填夯實之工項，工期可縮短至 222 天、造價 5,904 萬元。

日本的案例也顯示，若在規劃設計階段即考慮既有地下構造的拆除及利用，地下室拆除重建的費用降低了約 20%，工期縮短了 4 個月，並在 10 個月內完成（北條稔郎等，2011）。

表 4-6 無地下構造物之工期分析

預計工期					
		基地面積：1140(m ²)，SC造，開挖深22m，建築物高度50m			
		建築規模：地下6層 = 5,670m ² 、地上14層 = 12,040m ² 、 $\Sigma F = 17,710m^2$			
			任務名稱	天數	小計
1		假設工程(圍籬、整地、工務所)		20	
2		導溝(含穩定液池、棄土坑、洗車坑)		49	49
3		連續壁及扶壁地中壁		142	142
4		地下室挖土及支撐架設(挖土完成)			
	1	中間柱打設含引樁		20	
	2	鋪面破碎、第一層挖方		12	
	3	第一層支撐及構台架設		20	
	4	第二層挖土及第二層支撐架設		14	
	5	第三層挖土及第三層支撐架設		14	
	6	第四層挖土及第四層支撐架設		14	
	7	第五層挖土及第五層支撐架設		16	
	8	第六層挖土及第六層支撐架設		18	
	9	第七層挖土及PC搗築		22	150
5		地下室結構體及支撐拆卸			
	1	放樣、BF層搗築(大底FS版、地梁、BS版)		60	
	2	6層支撐拆卸、B5版搗築		28	
	3	5層支撐拆卸、B4版搗築		28	
	4	4層支撐拆卸、B3版搗築		28	
	5	3層支撐拆卸、B2版搗築		28	
	6	2層支撐拆卸、B1版搗築		28	
	7	1層版搗築完成，含1層支撐及構台拆卸、中間樁切除、第一節鋼構吊裝24天		70	270

表 4-7 無地下構造物之工程造價分析

基礎工程費用							
項次	項目及說明		單位	數量	單價	小計	備註
1	導溝						
	1	導溝(含穩定液池、棄土坑、洗車坑)	m	183	15,000	2,745,000	
	2	整地、鋪面	式	1		1,000,000	
		小計				3,745,000	
2	連續壁(100cm厚)及扶壁(60cm厚)						
	1	穩定液池、土坑、洗車坑(或移動車體)	式	1		1,208,000	
	2	連續壁(100cm厚)					
	a	施工費	m ²	5,392	5,500	29,656,000	
	b	材料(鋼筋、混凝土)	m ²	5,392	8,700	46,910,400	
	c	劣質打除、其他	式	1		4,300,000	
	3	扶壁、地中壁(60cm厚,含壁樁)					
	a	施工費	m ²	1,555	3,500	5,442,500	
	b	材料	m ²	1,555	5,600	8,708,000	
	c	劣質打除、其他	式	1		1,970,000	
		小計				98,194,900	
3	安全支撐						
	1	水平支撐含中間樁、圍苓背填	m ²	5,720	1,300	7,436,000	
	2	施工構台	式	1		1,100,000	
	3	勞工安全衛生、棄土及其他	m ²	5,720	600	3,432,000	
		小計				11,968,000	
4	挖土棄土						
	1	挖土方	m ³	23,000	900	20,700,000	
	2	棄土證明	m ³	23,000	110	2,530,000	
		小計				23,230,000	
5	點井、監測、其他 5%					6,258,000	
		合計				143,395,900	

第五章 既有建築物地下室拆除、結構審查相關規範

第一節 建築物拆除施工規範

目前國內針對建築物拆除最主要之施工管理法規為內政部規定：申請拆除執照應檢附依內政部訂頒《建築物拆除施工規範》之規定配合辦理之拆除施工計畫書。

內政部於民國 107 年 12 月頒佈之《建築物拆除施工規範》，主要目的係規範建築物拆除工程業者落實對建築物拆除工程所產生之拆除物進行分類處理，俾利後續再利用、使資源有效處理。《建築物拆除施工規範》並對拆除施工計畫書之撰寫內容有所規範，其中與本研究相關之條文包括：

四、本規範資料送審規定如下：

(一) 施工計畫書：

施工前承攬營造業應分別依建築物拆除施工方式擬具拆除工程施工計畫書，並經相關主管機關備查後始可施工。施工計畫書內容應包含下列項目：工程概述、準備工作、防護設備、拆除作業、拆除物源頭分類、交通維持、安全衛生管理、環境保護、緊急應變等計畫，與需留於原地之各項建築物或設施之保護及損傷修補措施及承攬契約所規定之事項：

2. 準備工作計畫：包含申請書、建築物之權利證明文件或其他證明、工程圖樣、基地環境調查、拆除建築物本身及基地四周環境進行調查，依據調查結果選定施工方法及機具。
3. 防護設備計畫：包含安全圍籬、臨時支撐、鷹架、防塵帆布網、安全防護措施及設備。
4. 拆除作業計畫（包含地上及地下構造物之拆除作業）：包含工法與促使廢棄物減量及提升再利用價值之程序。

(三) 有其他安全考量者，承攬營造業須應提交安全支撐或補強計畫；拆除作業採爆破方式者，應專案報請中央主管機關同意。

八、施工時應採取下列防護措施：

(二) 施工期間，承攬營造業應隨時監測被拆除之構造物、鄰近建築物或

其他構造物之情況，有傾斜、隆起、沉陷、龜裂或其他不正常之危險現象者，應立即停工、通知業主、疏散與隔離非工作人員，並儘速加固、支撐、回填、灌漿或採取其他必要之因應措施。待構造物情況穩定後，始得繼續施工。

九、拆除施工準備工作如下：

(一) 建築物現場勘查：

1. 為了解建築物之現況及結構特性、建築變動等，據以擬訂符合現況之拆除施工計畫。
2. 應參照公共工程施工綱要規範第○二二九一章「工程施工前鄰近建築物現況調查」及各直轄市、縣（市）政府相關規定。
3. 現場勘查之前應詳細了解建築結構、建築、工程竣工及使用後之變更等圖說資料。
4. 調查鄰近建築物與拆除建築物之位置關係，供未來施作防護措施參考。

(三) 構造物或設施僅需拆除一部分，而其他部分須予保留者，承攬營造業應於拆除前，先研究其原有構造，並根據其構造擬訂拆除步驟及必要之安全措施，避免於拆除時損及保留部分。拆除後，保留部分之拆除面應予以適當之處理。

十二、施工過程之檢查及監督規定如下：

(一) 承攬營造業或建築師應負責監督工程之進行，確保工程施工符合本規範相關規定。

十四、拆除施工規定如下：

- (一) 於高水位地區拆除有地下層之建築物時，承攬營造業應採取防止上舉之措施，避免損鄰事件。
- (二) 拆除後之地下室或坑洞應以符合規定之填築材料填築，並依有關規定予以壓實。地下室或坑洞須經檢查後，始得進行回填。
- (三) 建物部分拆除時，未拆除結構部分應鑑定結構安全，並提供安全支撐或補強計畫。
- (四) 每日工作結束後，應使未拆除完竣之建築物保持在安全及穩定狀態。

《建築物拆除施工規範》之特點分析如下：

1. 規範以環境保護及施工安全為重

規範第四條第(一)款規定拆除施工計畫書應包含防護設備計畫、拆除物源頭分類計畫、環境保護計畫，且拆除作業計畫包含工法與促

使廢棄物減量及提升再利用價值之程序；以使建築物拆除施工時，能依適當的拆除程序，並進行現場分類與運送清理，以達成資源回收再利用之永續環境目標。

2. 現場勘察之規定重點為預防損鄰事件及做為事後賠償之依據

規範第九條第（一）款第 2 目規定現場勘察之規範以公共工程施工綱要規範第 02291 章「工程施工前鄰近建築物現況調查」為主，其重點在承包商對鄰近本工程範圍及可能因施工方法及作業而受損害之建築物現況提供紀錄，可供日後業主遭遇索賠時作為施工前之狀況證明。而《建築物基礎構造設計規範》之規定以基地地質構造及土壤性質為調查重點，對於基地內既有構造物之調查並無規定。

現場勘察其他條目雖規定應詳細了解建築結構、建築、工程竣工及使用後之變更等圖說資料，據以擬訂符合現況之拆除施工計畫。但規範並未明確要求拆除計畫對被拆除之構造物的結構系統及強度進行評估。本研究建議拆除施工計畫應包含相關內容，以落實規範第四條第（三）款「有其他安全考量者，承攬營造業須應提交安全支撐或補強計畫」之規定。

3. 無安全監測計畫及災變處置之相關規定

規範第八條第（二）款雖規定承攬營造業應隨時監測被拆除之構造物、鄰近建築物或其他構造物之情況，有不正常之危險現象時應立即停工並採取必要之因應措施；但施工過程之監測措施未列入防護設備計畫之內容。本研究建議拆除施工計畫應包含鄰近建築物或其他構造物之安全監測計畫，以預防可能發生之災變並能及時採取適當之應變措施。

4. 無地下室回填之規範

規範第十四條第（二）款規定拆除後之地下室或坑洞應以符合規

定之填築材料填築，並依有關規定予以壓實。現今建築物拆除常態為僅拆除地面以上之構造，保留地下室構造不拆以回填方式處理。然而，現有公共工程施工綱要規範第 02317 章「構造物回填」係針對「未為永久構造物所佔據，而形成之空間之回填」規範，對地下室空間之填築材料及壓實未有明確規定。此外，規範規定「地下室或坑洞須經檢查後，始得進行回填。」但檢查項目及標準並未規範。

第二節 特殊結構委託審查

目前六都均訂定建造執照申請有關特殊結構委託審查原則，其中應將其結構設計委託審查之地下室規模、及審查人員資格規定之重點為：

- 六都均規定地下層超過三層者。
- 除桃園市、臺中市規定地下層含基礎之總深度超過十五公尺之建築物外，其餘四都均規定地下層含基礎開挖之總深度在十二公尺以上者。
- 前二項條件於臺北市、高雄市非強制規定，而是經都市發展局認為有必要者，方須委託審查。
- 除高雄市外，其餘五都均規定審查人員中應包含具備大地工程領域專業資格之人員。

第三節 小結

《建築物拆除施工規範》之精神係以環境保護及施工安全管理為重，着重拆除廢棄物的分類處理、再利用、減量。但規範對既有地下室拆除、回填之規定尚有不足之處。

地下室拆除重建之主要原因係因空間、機能無法滿足當代生活之需求，重建之新地下室深度往往超過既有地下室之深度。因此原有擋

土措施之強度可能無法滿足新建地下室的擋土需求，須將既有擋土措施補強或拆除重建。而既有擋土措施拆除時造成之地質擾動，為對鄰房及施工安全之重大威脅。本研究認為，目前規範規定不足之處，應可透過結構審查把關。本研究建議，若遇有地下室拆除重建時，新建地下層開挖超過二層之建築物，亦應將其地下室拆除之安全支撐或補強計畫、既有構造再利用之結構計算包含於委託審查之範圍內。

第六章 結論與建議

第一節 結論

本研究透過既有建築物地下室拆除重建案例之調查蒐集分析、相關文獻回顧、專家座談回饋、參訪施工中之工地、案例模擬推估等方法進行研究，結論分述如下：

(一) 既有建築物地下室拆除重建評估架構

- 既有建築物地下室拆除重建評估始於既有地下構造物調查，以評估既有地下構造能否於施工過程中再利用。
- 無論是否利用既有地下構造，均須檢討建築設計與既有地下構造物的關係，必要時調整新設計或變更計畫，以利用既有地下構造、或避開施工困難處。
- 建築計畫完成後，在施工過程中可能浮現而導致計畫變更的問題包括：
 - 既有連續壁的垂直度、內擠變形問題
 - 既有地下室回填不確實、或破壞既有梁柱的問題。
- 若既有地下構造必須拆除，主要根據基地施工空間是否充足來選擇拆除工法。

(二) 既有地下構造物的利用

- 既有連續壁の利用方式：
 - 繼續做為新建案的擋土措施，必要時加以補強。
 - 做為新連續壁的導溝壁。
- 既有地下室的利用方式：
 - 梁柱做為新導溝施作的臨時支撐，必要時加以補強。

- 外牆做為新連續壁的導溝壁。
- 既有地下基樁利用方式：
 - 若既有基樁的強度足以承載新建築物，則可繼續延用。
 - 若無法延用，且與新基樁不相衝突，可將其保留做為地質改良措施，避免移除既有樁時擾動地盤，維持地盤的健全度、穩定性。

(三) 既有地下室回填課題

現今建築物拆除常態為僅拆除地面以上之構造，保留地下室構造不拆，將其封閉回填以維護公共安全，待新建地下室時再一併處理既有地下室的拆除問題。但既有地下室經常拆除不完全、回填不確實，課題包括：

- 回填材料若為上部構造拆除之營建工程廢棄物，需將其挖除另填適當材料，增加造價與工期。
- 須清除回填物方能評估既有地下室柱樑能否再利用。
- 既有地下室柱樑常於拆除地上層建築物時遭到破壞，無法利用。
- 既有地下室構造若能再利用，亦須清除回填物以騰出作業空間，增加造價與工期。
- 施作連續壁、反循環樁時，穩定液易從回填物空隙流失，因而需要施作與舊地下室同深度具水密性之深導溝或止水措施。

(四) 於設計階段即規劃既有地下室的拆除與利用能節省工期與造價

為排除既有地下構造物以施作新地下室，工期、造價大幅增加。但由第四章之分析顯示，既有建築物地下室拆除重建若能從拆除伊始即能詳盡規畫，即能避免無謂經費支出並減少工期。案例 18 之地下室即以不當材料回填，須將其移除再以適當材料回填、夯實，導致工期、

造價增加。日本的案例也顯示同樣的結論（北條稔郎等，2011）。

第二節 建議

(一) 建議一：殘留地下室之封閉回填應有規範

中長期建議：殘留地下室之封閉回填應有規範

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

既有建築物地下室拆除重建之建案日益普遍。《建築物拆除施工規範》第九條已規定拆除施工之準備工作應詳細了解建築結構、建築、工程竣工及使用後之變更等圖說資料，據以擬訂符合現況之拆除施工計畫。但國內建築物拆除常態為僅拆除地面以上之構造，保留地面以下之構造物（地下室）不拆，待新建地下室時再一併處理既有地下室的拆除問題。保留未拆之地下室若無立即改建計畫，通常須將其封閉回填以維護公共安全。《建築物拆除施工規範》第十四條雖規定「地下室或坑洞須經檢查後，始得進行回填。」但檢查項目及標準並未規範，且對地下室空間之填築材料及是否壓實未有明確規定。本研究建議應研擬相關規範。

(二) 建議二：既有地下構造物之調查報告

中長期建議：既有地下構造物之調查報告

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

既有建築物地下室拆除重建在規畫設計之初，必須對基地現況進行詳盡調查，方能有足夠之資訊對地下室拆除及利用方式進行評估。目前關於基地調查，有二本準則作參考：交通部台灣區國道新建工程局之《大地工程調查作業準則》、及中國土木水利工程學會之《工程地

質測繪準則與解說》。但此二篇準則中有關於基地調查之規定如同《建築物基礎構造設計規範》，均以地質構造及土壤性質為調查重點，對於基地內既有地下構造物之調查並無規定。為使開發單位在設計規畫階段即能正視既有地下構造物對設計規畫及施工安全之影響，本研究建議《建築物基礎構造設計規範》應規定除必要之地質鑽探資料外，若遇地下室拆除重建時，需對既有地下構造物進行調查並提出報告，其中包含對地下構造物之拆除方式提出建議（附錄九：表1）。使開發單位能編列現況調查的預算。詳盡的調查報告亦能幫助設計單位於規畫時避免施工困難之設計；協助施工單位編列預算及工期、並規畫施工時必要之安全措施。

(三) 建議三：既有地下構造物拆除及再利用之結構設計與審查

短期建議：既有地下構造物再利用之結構設計與審查

主辦機關：內政部營建署、各縣市政府

協辦機關：內政部建築研究所

無論利用既有地下構造物為臨時擋土、支撐或施工面，均須先對既有地下構造物之強度進行評估，若強度不足須有足夠之補強；此外，既有地下室梁柱拆除過程中，土水壓力改由深導溝的隔艙、扶壁支撐。然而，一般結構設計通常未包含此部分之計算，經常是由施工單位憑經驗施作，因而增加施工時之安全隱患。

《建築物拆除施工規範》之精神係以環境保護及施工安全管理為重，着重拆除廢棄物的分類處理、再利用、減量。規範並未明確要求拆除施工計畫必須對被拆除之構造物的結構系統及強度進行評估，以研判地下室拆除或再利用時是否需要額外支撐或補強。本研究建議拆除施工計畫應包含相關內容，以落實拆除施工規範第四條第（三）款「有其他安全考量者，承攬營造業須應提交安全支撐或補強計畫」之

規定。

本研究認為，目前規範對被拆除之構造物的結構強度評估規定不足之處，應可透過結構審查把關。本研究建議，除六都規定之結構設計委託審查之地下室規模外，若遇有地下室拆除重建時，新建地下層開挖超過二層之建築物，亦應將其地下室拆除之安全支撐或補強計畫包含於委託審查之範圍內，且審查委員中應包含具備大地工程領域專業資格之人員。因六都中僅有高雄市未規定審查委員須包含大地技師，法規修訂以高雄市政府工務局建造執照申請有關特殊結構委託審查原則為例（附錄九：表2）。

參考書目

- [1] 蔡錦松、周立德(民 85)〈都會區舊地下室拆除之開挖工程〉《地工技術 53 期》pp.15-24。
- [2] 蔡琪駿、林婷媚、吳立華、謝旭昇(2016)〈新莊副都心逆打工法、深開挖工程實務剖析〉《土木水利 43 卷 2 期》pp.42-47。
- [3] 中國土木水利工程學會(民 88)《工程地質測繪準則與解說》臺北縣：科技圖書。
- [4] 交通部高速公路局(民 88)《大地工程調查作業準則》。
- [5] 廖惠生、葉文謙(民 90)〈既有建物地下工程增建及改建案例之探討〉《地工技術 84 期》pp.49-60。
- [6] 尹衍樑、許進乾、施紹琪、林永光、郭晉榮、呂芳熾(民 96)〈突破舊地下室三層及連續壁之大廈更新連續壁施工案例〉《地工技術 111 期》pp.5-14。
- [7] 尹衍樑、黃南強、黃志祥、林永光、呂芳熾、郭晉榮(民 96)〈舊地下室二層大廈更新之連續壁施工案例〉《地工技術 111 期》pp.39-46。
- [8] 何樹根、高秋振、周家瓊、陳斗生、姚村准、甘錫滢(民國 96)〈台北金融大樓重建之地下工程調查、設計案例〉《地工技術，第 111 期》pp.27-38。
- [9] 譚國豪、潘文昇(民 96)〈具地下室之重建大樓連續壁深導牆的施工案例〉《地工技術 111 期》pp.47-54。
- [10] 張瑞仁、洪慶章(民 96)〈既有連續壁基地進行更深開挖之案例分析〉《地工技術 111 期》pp.65-70。
- [11] 張穎林 (2011)《舊建物改建既有地下結構再利用深導溝規劃施工模式探討》(碩士論文, 國立臺灣海洋大學河海工程學系)。
- [12] 張登貴(民 104)〈都市更新地下開挖工法探討及三維數值分析之應用〉《技師期刊 71 期》pp.33-44。
- [13] 張政弘、張庭偉 (2018)〈地下障礙物破除及特殊地層基樁施工案例介紹〉《技師期刊 82 期》pp.42-47。
- [14] 郭晉榮(民 97)〈突破舊地下室三層及連續壁之大廈更新連續壁施工案例〉《技師報 591 期》。

- [15] 郭晉榮、林永光、洪菁隆、夏沛禹、張文海、石朝松、林英傑(民 103)〈利用舊連續壁之都市更新開挖規劃與設計案例簡介〉《地工技術 140 期》pp.49-56。
- [16] 沈茂松 (2000)《營建工程防災技術—基礎施工篇》臺北市：文笙書局。
- [17] 吳銘剛、張麗景、黃子明 (2002)〈都會區大樓重建連續壁施築與舊地下室拆除互制問題探討〉《地工技術第 17 次研討會》。
- [18] 倪至寬、丘仕初 (2006)〈連續壁工程品質管制與研判分析機制〉《現代營建 321》pp.25-38。
- [19] 倪至寬 (2014)《新舊建築基礎開挖工法與案例研討》臺北：詹氏書局。
- [20] 內政部建築研究所 (2006)《公共工程(含建築物)拆除施工規範之研擬》。
- [21] 內政部建築研究所 (2006)《建築物拆除施工安全管理制度及施工規範研究》。
- [22] 何泰源、陳聰海 (2007)〈既有建物拆除及新建捷運出入口之設計與施工案例探討〉《地工技術第 111 期》, 15-26。
- [23] 何泰源等 (2008)〈拆除舊建物新建捷運共構大樓之深開挖案例探討〉《技師月刊》494 期。
- [24] 莊皇彬 (2010)《都市更新中舊有建物基礎改建施工規劃模式之研究》(碩士論文, 國立台北科技大學)。
- [25] 同豐營造 (2012)《聯合報忠孝東路辦公暨住宅大樓新建工程- A 棟假設工程施工計畫書》。
- [26] 同豐營造 (2013)《興富發建設股份有限公司 台北晶麒住宅大樓 連續壁及壁樁工程 施工計畫書》。
- [27] 同豐營造 (2015a)《聯合報忠孝東路辦公暨住宅大樓新建工程- B 棟假設工程施工計畫書》。
- [28] 同豐營造 (2015b)《寶慶路案新建工程 - 地工工程施工計畫書》。
- [29] 李易昌. (2013)《圓桶形配置 JSG 地盤改良應用於 既有建物更新之基礎重建案例研究》(碩士論文, 國立交通大學)。
- [30] 李駿揚 (2014)《地下室改建深基礎施工模式之探討》(碩士論文, 國立台北科技大學)。
- [31] 李湘娟 (2016)《舊建物既有地下結構施工造價分析》(碩士論文, 國立臺灣海洋大學河海工程學系)

- [32] 王顯正 (2014)《舊有建物基礎改建施工案例探討-以長安段工地為例》(碩士論文, 國立台北科技大學).
- [33] 林永光、郭晉榮、呂芳熾、黃志祥、洪菁隆、李維峰 (2016)〈都市更新基礎設計施工的挑戰與技術應用〉《土工技術 147》pp.7-12。
- [34] 林培元、張登貴、何樹根、徐明志、荷世平 (2016)〈都市更新中舊地下室再利用之策略與技術案例介紹〉《土工技術 147》pp.13-24。
- [35] 呂芳熾、黃志祥、林永光、陳啟德、魏文功、郭俊何、邱武雄、程立達(2016)〈都市更新案遭遇高透水性地層之連續壁規劃與施工例〉《土工技術 147》pp.25-32。
- [36] 施志鴻、林冠宏、許張林 (2016)〈遭遇舊地下結構之大尺寸樁施工〉《土工技術 147》pp.33-40。
- [37] 羅惠盈 (2017)《舊基礎之新建連續壁工法施工案例探討》(碩士論文, 國立台北科技大學).
- [38] 徐偉恩 (2018)《地下室改建深基礎之三維分析》(碩士論文, 國立台北科技大學).
- [39] 曾慧玲 (2019)《深開挖擋土壁在既有建物基礎之變形分析》(碩士論文, 國立台北科技大學)
- [40] 松添明彦、石橋幸治、吉田誠 (2005)〈地下解体工事に既存建物を有効活用～ファミリー日本橋新築工事〉《川田技報 24》pp.98-99。
- [41] 北條稔郎、橋本宗明、山崎順二、田中剛 (2011)〈既存地下構造を再利用した事務所ビルの建替〉《日本建築学会技術報告集 17(36)》pp.515-518。
- [42] 日本建築学会 (2006)《建築基礎のための地盤改良設計指針案》
- [43] 日本建築学会 (2008)《小規模建築物基礎設計指針》
- [44] 日本建築学会 (2009)《建築基礎設計のための地盤調査計画指針》
- [45] 日本建築学会 (2011)《小規模建築物基礎設計例集》
- [46] 日本建築学会 (2015)《建築基礎構造設計のための地盤評価・Q & A》
- [47] 日本建築学会 (2018)《建築地下外防水の設計と施工の考え方》
- [48] 日本建築学会 (2020)《建築基礎構造設計指針》
- [49] 地下室設計施工研究会 (2005)《地下室設計・施工マニュアル》

- [50] 一般社団法人日本建設業連合会 (2020) 《既存地下工作物の取扱いに関するガイドライン》
- [51] Lin, P. Y., Chang, T. K., Ho, S. K., & Ho, S. P. (2017). EXCAVATION WITHOUT INTERNAL SUPPORT AND ITS IMPLICATIONS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT : A CASE STUDY. *Journal of GeoEngineering*, 12(2), 81-88.
- [52] Kuo, C. J., Lin, Y. K., Hung, C. L., & Lin, S. S. (2014). Case study of deep excavation in existing underground structure of three-story basement and diaphragm wall. *Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground*, 423.
- [53] Young, S., & Sze, J. W. (2004). Deep Basement Construction Through an Existing Basemement at the Central Business District of Hong Kong. *Fifth International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering*.
- [54] 建築物基礎構造設計規範 (民 90 年 10 月 2 日)
- [55] 建築物拆除施工規範 (民 107 年 12 月 10 日)
- [56] 公共工程施工綱要規範第 02291 章「工程施工前鄰近建築物現況調查」V3.0
- [57] 公共工程施工綱要規範第 02317 章「構造物回填」V3.0
- [58] 臺北市建造執照申請有關特殊結構委託審查原則 (民 102 年 7 月 24 日)
- [59] 新北市申請建築許可涉特殊結構委託審查原則 (民 107 年 1 月 31 日)
- [60] 桃園市建築執照應實施特殊結構或設備審查之構造規模及審查機構指定辦法 (民 107 年 11 月 28 日)
- [61] 臺中市特殊結構建築物委託審查辦法 (民 108 年 11 月 20 日)
- [62] 臺南市政府工務局建造執照申請有關特殊結構審查原則(民 109 年 7 月 3 日)
- [63] 高雄市政府工務局建造執照申請有關特殊結構委託審查原則(民 108 年 9 月 3 日)

附錄一 期中審查會議記錄及研究團隊回應

委員意見	研究團隊回應
<p>宋技師永鑾：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 請增加收集地下 1 樓之案例。 2. 建議於研究內容提出，新連續壁施工深度，超出舊連續壁深度之對應方式。 3. 是否可考慮舊連續壁必須拆除時之施工方式。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 目前已有數個地下 1 樓案例，將持續蒐集、補充。 2. 已於期中報告文獻回顧列舉數個案例，將持續蒐集、補充。 3. 已於期中報告文獻回顧列舉數個案例，將持續蒐集、補充。
<p>莊理事長均緯：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建議搜集的案例能分別就：舊地下構造物之調查方法、地下室施工及拆除之工期、地下室施工遇到的問題等，進行比較，做為未來拆除重建之施工選擇參考。 2. 研究成果可針對案例分析後，定義何謂特殊結構或建議多少深度之地下室拆除重建需進行結構審查。 3. 第三章案例分析採用之案例主要以案例 19、18、21 進行分析，但本案已蒐集 25 案例，是否增加案例工法分析。 4. 初步研究發現，課題是否包括地下水之抽排，地盤改良鄰房保護等。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，後續將於案例分析表增加欄位比較分析。 2. 將於後續研究內容中研議，並於後續研究提出地下室拆除重建需進行結構審查之深度條件。 3. 擬於案例分析詳列類似案例。 4. 將於後續研究內容，加強各案例地下水抽排、地盤改良、鄰房保護課題之分析、整理。
<p>陳教授水龍：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 未見香港或日本文獻。 2. 研究報告書第 19 頁，圖例來源為何？請註明。 3. 本研究蒐集 25 個案例，建議可將各案例平面配置圖，以研究報告附件方式呈現。 4. 研究報告僅針對工期探討，建議應將各拆除重建工法造價納入分析研究。 5. 研究報告書第 31 頁，圖面比例太小，不易閱讀。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 外文文獻持續蒐集中。 2. 圖例均由研究團隊繪製，將於期末報告註明。 3. 將於後續研究內容，彙整各案例之平面圖，並於研究報告呈現。 4. 將於後續研究內容，進行造價分析研究。 5. 圖面比例大小將重新調整，並於期末報告修正。

委員意見	研究團隊回應
<p>陳技師煌城：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 新舊地下構造物配置的相對關係多樣化，本研究提出案例解決方案，供業界參考很好，但期望本研究可提出訂定規劃設計應進行評估報告等，類似相關法規之建議。 2. 若既有建築物之地下室為二層以上時，建議是否於建管單位核發建築執照時，在其附表上註記放樣勘驗前，須提出既有地下構造物之調查與拆除方式之評估報告，並納入施工計畫書內。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，相關法規條文之蒐集、整理及修正建議將於期末報告提出。 2. 感謝委員建議，將在後續研究內容研議增加。
<p>劉博士泓維</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 是否增加相關實驗數量，併入法規供設計者參考使用。 2. 本研究可提出地質種類與拆除重建工法應對之建議。 3. 是否以一個相同規模、變化不同工法，檢討其成本和工期之建議。 4. 大地問題是否應納入大地技師或大地背景的專家作為設計和查核。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將儘可能增加實驗數量，供開發、設計及施工單位參考。 2. 本研究將加強各案例地質條件之分析、整理。 3. 本研究之工期、造價分析，將以類似規模之案例進行檢討。 4. 感謝委員建議，相關審查專家納入參與機制，將納入後續研究研議。
<p>中華民國全國建築師公會代表 江委員支川：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 地下連續壁為地下開挖過程的擋土措施，應通盤檢討基地特性，包括 N 質、地下水位等等。 2. 舊連續壁如不拆除，新舊連續壁的接合點或面，如何施工？ 3. 對新完成的連續壁，如何檢測其功能，確保其發揮擋土作用？ 4. 7 月 11 日永和 113 巷工地開挖塌陷意外，是否與地下連續壁有關，請納入本研究內分析。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，加強各案例內容之分析、整理。 2. 本研究將整理增加各案例新舊結構接合之施工方法及分析。 3. 感謝委員建議，將蒐集相連續壁檢測方法，納入研究內容。 4. 感謝委員建議，將蒐集相關資料並納入本研究分析。
<p>財團法人國家實驗研究院 國家地震工程研究中心 林研究員克強：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 既有建築物地下室拆除重建的可行性工法五花八門，如何歸納整理實不容易，且施工的工期或成本與工地環境、施工機具及開挖順序方法有相當大的關係，研究目的如何呈現為本研究重要的關鍵。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究將利用案例分析，並製作表格方式呈現。

委員意見	研究團隊回應
<ol style="list-style-type: none"> 2. 拆除重建須考量的調查項目、評估的程序及可能的公安問題，建議應列於報告書中。 3. 地下室（含、不含連續壁）或基礎型式分類。 	<ol style="list-style-type: none"> 2. 感謝委員建議，後續將彙整、分析所蒐集之資料，並納入本研究報告內容。 3. 加強各案例擋土、基礎型式之分析、整理。
<p>陳組長建忠：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 調查及施工計畫書部分，請參考各地方政府開工前的要求。 2. 圖說製作請收集日本建築學會相關工法利用、製作，以提升品質。 3. 蒐集三重新貴、天母西路大成建設（新光百貨）等案例，瞭解災後周邊鄰房處理情形，突顯本研究之重要性，近期亦有不少案例，請研究團隊將相關調查、間接災害案例，收錄整理於研究報告。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，將蒐集各地方政府開工前之基地調查規定資料並納入本研究分析。 2. 感謝委員建議，將蒐集相關圖說、製作，並納入本研究報告內容。 3. 感謝委員建議，將蒐集相關案例，並進行分析、研究。
<p>陶主任其駿：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 請說明本研究所稱「既有建築物地下室」之探討範圍，例如：考量建築構造地下室規模、基地條件、周邊環境等因素。 2. 請說明本研究案之預期成果，是否可以手冊型態呈現？未來如何依本案採購規格，提供開發單位、設計單位及施工單位參考。 3. 本研究所用之圖及照片，應註明引用出處。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究已於研究報告之研究範圍說明，後續將持續補充內容，以明確界定探討範圍。 2. 後續將探討相關架構，以利研究成果可供開發單位、設計單位及施工單位參考使用。 3. 感謝主任建議，將重新檢視研究報告之圖說及照片，並註明出處。
<p>鄭主任秘書元良：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 近期永和建築工地地下室開挖造成路基塌陷，本案是否有蒐集類似的缺失案例，可在本研究內探討比較不同案例之成功與缺失經驗，供業界參考。 2. 若研究成果涉及修改法規，於期末報告、成果報告務必提出修正條文相關內容（如三段式對照表），可以研究報告附件型式呈現。未來本所將研究成果函送營建署，方能獲得採納。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝主秘建議，將增加蒐集相關缺失案例，進行比較分析。 2. 感謝主秘建議，相關法規條文之蒐集、整理及修正建議將於期末報告提出。

附錄二 期末審查會議記錄及研究團隊回應

審查委員意見	研究團隊回應
<p>宋技師永鑾：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建議對原連續壁應加入品質調查，以確保後續工作之安全性。 2. P.39 外導溝施作微型樁，其精度應加以規範。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員指導，於 3.6 節評估構架加入既有連續壁品質調查，以利評估。 2. 感謝委員指導，於圖 4-4 微型樁加註水泥砂漿應有適當強度，也要有適度的精度要求。
<p>莊理事長均緯：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究報告第二章第四節標題有提到「地質改良樁施工」，但內文並未 2. 表 2-2 空白處是否採用”-”，並備註說明原因。 3. 拆除重建工法之研究，有關安全性部分，建議補充說明。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員指導，地質改良樁非本節要項，擬刪除。 2. 感謝委員指導，空白處，加註 ”-”，並統一說明「文獻未描述」。 3. 感謝委員建議，於研究中加入拆除重建安全性之注意事項。
<p>陳教授水龍：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究蒐集之日本案例，亦請補充於文獻蒐集。 2. 本研究蒐集了 26 個案例，宜進行分類，較容易供其參考。 3. 本研究蒐集之案例，尚未補上平面圖，建議放在附件。 4. 新舊壁體宜用彩色區別，較易區分。 5. P 本研究報告第 33 頁，舊排樁未於北側圖示顯示，請再檢核圖示之正確性。 6. 本研究報告部分圖示太小，不易閱讀，請修正。 7. 是否有可能採用逆打工法之開挖？有這類案例嗎？ 8. 案例分析只有一例，宜再增加不同類型兩到三個，以作比較。 9. 引用資料或圖示，在圖示下要註明來源。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員指導，於文獻回顧補充日文文獻探討。 2. 感謝委員指導，案例一覽表已有地下室「新舊關係」分類欄位。 3. 感謝委員指導，案例新舊關係平面圖整理於附件。 4. 感謝委員指導，依照辦理。 5. 感謝委員指導，確認無誤。 6. 感謝委員指導，將圖面簡化、放大，提高可讀性。 7. 感謝委員指導，尚未蒐集到開挖之案例，後續若有機會可以專案研究。 8. 感謝委員指導，希望有更多時間與預算來作深入比較。 9. 感謝委員指導，依照辦理。

審查委員意見	研究團隊回應
<p>陳技師江淮：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本文中有關基”樁”，誤植為基”樁”，請全文修正。 2. P.19 第一節「...，詞為最簡易之類型」，”詞”誤植請修正。 3. 第四章為工期及造價案例，章節名稱建議以「案例探討」為名稱。 4. 第六章結論與建議，第二節建議部分，請補充基地調查規則依據，或補充規範。 5. 建議增加京華城現有地下室完全採舊擋土壁為擋土支撐措施，並採半逆打工法施工類型。 6. 建議(二)名稱，建議改為「既有地下構造物拆除及再利用之結構計算與審查」。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員指導，已作通盤掃描改正。 2. 感謝委員指導，已改正。 3. 感謝委員指導，章節名稱已修正。 4. 補充基地調查之依據，有二本準則作參考：交通部台灣區國道新建工程局之《大地工程調查作業準則》、中國土木水利工程學會之《工程地質測繪準則與解說》。 5. 感謝委員建議，希望有更多時間與預算做多方與深入的比較研究。 6. 感謝委員指導，已修正。
<p>劉博士泓維</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 新舊結構介面問題，請再多著墨。 2. 是否給予相關規範條文之建議給建研所參採。 3. 本研究報告第 50 頁，是否改為特殊結構大地委託審查。 4. 如何推廣此研究成果？ 5. 本研究報告圖 1-1 研究流程圖，其中專家座談會應為輔助本研究案提供建議，因此在流程圖上不宜使用菱形的判斷符號表示。 6. 圖 3-8，是否增加補強判斷？ 7. 本研究報告第 43 頁，建議增列鄰損預算。 8. 圖 1-2，起始時間為何？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員指導，新舊結構介面已於 6 種類型中詳述。 2. 感謝委員指導，於結論針對建議條款以三段式對照表呈現。。 3. 感謝委員指導，建議 3 內容增加須邀請大地技師參與審查。 4. 感謝委員指導，研究成果可於建研所網站下載。 5. 感謝委員建議，已修正。 6. 感謝委員建議，已修正。 7. 感謝委員建議，本研究焦點為地下室拆除工法之預算，建議於後續研究探討損鄰預算。 8. 感謝委員指導，已補充研究起、訖時間。
<p>中華民國全國建築師公會代表 江委員支川：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 地下構築物拆除重建，必將擾動土壤壓力，可能造成崩塌（防護不善時），地下連續壁雖為有效工法，在 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，蒐集案例皆敘述施作過程，並無缺失案例。

審查委員意見	研究團隊回應
<p>收集的 26 個案例中，有否發現缺失案例，以及改善方法？</p> <p>2. 期中審查時，曾提出新北市永和和文化路 113 巷之案例，雖有詳細分析原因及預防對策，但未來該何防堵再度發生，是否有明確的檢核量測機制？</p> <p>3. 國外的工地嚴格限制抽取地下水，但國內似乎較不重視，如有後續研究，期盼納入考量。</p>	<p>2. 感謝委員建議，倪至寬教授與臺北市工務局均有建議連續壁施工各階段之工程品質管制與研判分析機制，以預防災變。</p> <p>3. 感謝委員建議，如有機會，希望能於後續研究繼續探討。</p>
<p>財團法人國家實驗研究院 國家地震工程研究中心 林研究員克強：</p> <p>1. 既有建築物地下室拆除重建工法所面對的狀況可能很多樣，因此很難完全概括，但顧及安全性，應至少點出拆除工法的應注意事項及面對的議題。</p> <p>2. 是否有缺失案例的收集？</p> <p>3. 顧及工程安全的考量，「拆除重建計畫」應經第三方審查，建議提出審查要項。</p>	<p>1. 感謝委員建議，於研究中補充拆除重建安全性之注意事項。</p> <p>2. 感謝委員建議，尚未蒐集到關於缺失案例之文獻資料。</p> <p>3. 感謝委員建議，拆除個案隨基地、地質、設計規畫、採用工法等條件不同而有極大差異，因此建議將拆除工法交付審查。</p>
<p>中華民國結構工程技師公會 全國聯合會代表 陳技師正平：</p> <p>1. 移除地下構造前，對地下室回填材料採營建廢棄物是否可達到密度需求？若密度不足，可能加劇變位造成鄰損。</p> <p>2. 移除工法及移除步驟，宜由設計單位併同新建結構一併考量。</p> <p>3. 逆打工法應較為有利。建議增列並考慮既有樓板再利用之可能性。</p>	<p>1. 感謝委員指導，研究內容已敘述廢棄物密度不足可能造成之問題，並建議訂定地下室回填之規範。</p> <p>2. 感謝委員指導，本研究結論為設計規劃單位應於規畫時即一併考量地下室之拆除問題。</p> <p>3. 感謝委員指導，尚未蒐集到逆打開挖之案例，後續若有機會可以專案研究。</p>
<p>陳組長建忠：</p> <p>1. 請再收集日本、香港及歐美先進國家出版書籍，以補充研究成果。</p>	<p>1. 感謝組長指導，外文文獻持續蒐集中。</p>

審查委員意見	研究團隊回應
<p>2. 地下室拆除可能面臨許多問題，如載重驟失造成隆起等，宜整理出注意事項供業者參考，並另做成檢核表。</p> <p>3. 期初、期中及期末意見回應表等文件請附上。</p>	<p>2. 感謝組長指導，拆除過程個案都非常特殊，不易製作通用表格。於研究中加入拆除重建安全性之注意事項。</p> <p>3. 感謝組長指導，已附於期末報告附錄。</p>
<p>鄭主任秘書元良：</p> <p>1. 案例收集若涉及個資，人名部份文字請以符號等方式呈現。</p> <p>2. 若研究成果涉及修改法規，於成果報告提出修正條文草案三段式對照表。</p> <p>3. 本研究報告附錄七，新北市永和區文化路 113 巷建築工地之案例，目前仍有爭議，刻正進行相關調查中，不宜作為本研究使用，案例部分可參考由沈茂松教授撰寫，89 年再版之《營建工程防災技術-基礎施工篇》。</p>	<p>1. 感謝主祕指導，大部分案例為公開文獻，無個資問題。</p> <p>2. 感謝主祕指導，將法條建議以三段式對照表呈現。</p> <p>3. 感謝主祕指導，已將沈教授之著作列入參考資料。</p>

附錄三 第一次專家座談會會議紀錄

楊勝德 函

地址：台北市承德路三段 58 號 8 樓之 2
電話：(02)2591-4383
傳真：(02)2595-4825
連絡人：楊文賓

受文者：如行文單位

號文日期：中華民國 109 年 5 月 7 日
號文字號：德字第 1090507 號

開會事由：召開內政部建築研究所 109 年度協同研究「既有建築物地下室拆除重建工法之研究」專家會議。

開會時間：民國 109 年 5 月 15 日(星期五)，上午 10 時 00 分

開會地點：內政部建築研究所 簡報室

(新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓)

聯絡人及電話：楊文賓(02)2591-4383

黃玟婷(02)2591-4383

出席者：施志鴻(同豐技術顧問有限公司)、呂芳熾(磐碩工程股份有限公司)、趙國祥(國祥土木大地技師事務所)

副本：內政部建築研究所



內政部建築研究所

「既有建築物地下室拆除重建工法之研究」會議簽到簿

時間：109年5月15日(星期五) 上午10時00分			
地點：本所簡報室(新北市新店區北新路3段200號13樓)			
出席人員	簽到處	代理人	
		職稱	簽到處
	趙國祥		
	施志鴻		
	呂芳熾		
	楊勝德		
	邱尚孝		
	楊文賓		
	游其海		
	周楷峻		
	陳其宏		

專家意見	研究團隊回應
<p>趙技師國祥：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究之案例分析，因每個案例之「工期、造價」皆有其特殊性，不易歸納統計，建議研究案可聚焦在技術層面探討？另外，收集到的案例建議以圖面的方式呈現。 2. 舊基礎、舊有擋土結構物再利用，在設計規劃階段應多加考量，建議研究報告多加陳述。 3. 設計規劃階段若忽略舊地下結構物對施工的影響，當無法施工時，需付出延遲發包、甚至需要變更設計的代價，所以現況調查顯然非常重要，建議可在研究報告中多加陳述。 4. 研究範圍與研究課題應先行明確闡述？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案在技術層面會作詳細探討；案例會以建築工程慣用圖面表達。 2. 同意辦理 3. 同意辦理 4. 同意辦理
<p>施技師志鴻：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 民國 109 年 5 月 1 日專家諮詢會議，建議增加穿越地下結構之基樁、地質改良樁施工課題，本次已補上。 2. 藉由實際案例探討舊建築物拆除重建，因每個案例所面臨到的情況都不同，故研究「工期、造價」時應仔細謹慎處理。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝指導 2. 本案會選則一~二個案例作研究
<p>呂技師芳熾：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究之案例分析，因每個案例之地下室規模都不一樣，需要有一個比較基準（例如以地下樓層數分類），應先定義清楚。 2. 舊建築物拆除重建，新舊地下結構配置會面臨到多種不同情況，建議可於選用工法上作原則性陳述。 3. 利用設計規劃階段思考如何迴避舊有、或者新舊並用，儘量不拆除，以減少二氧化碳排放（舊建築之擋土結構再利用），建議可在研究報告中多加陳述。 4. 建議選擇案例，同時作有、無地下構造物之工期與造價比較。 5. 建議在研究報告中敘述「基地事前如何作詳實調查」，或以實際案例作說明。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 同意辦理 2. 同意辦理 3. 同意辦理 4. 同意辦理 5. 同意辦理
<p>陳組長建忠：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究案可參考日本研究報告、地工手冊，藉由其所探討之地工技術，而歸納出有、無地下構造物之工期與經費原則性差異，以指引方式即可。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 同意辦理

附錄四 第二次專家座談會會議紀錄

楊勝德 函

地址：台北市承德路三段 58 號 8 樓之 2
電話：(02)2591-4383
傳真：(02)2595-4825
連絡人：楊文賓

受文者：如行文單位

號文日期：中華民國 109 年 9 月 4 日
號文字號：德字第 1090904 號

開會事由：召開內政部建築研究所 109 年度協同研究「既有建築物地下室拆除重建工法之研究」專家會議。

開會時間：民國 109 年 9 月 10 日(星期四)，上午 10 時 00 分

開會地點：內政部建築研究所 簡報室(一)
(新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓)

聯絡人及電話：楊文賓(02)2591-4383
黃玟婷(02)2591-4383

出席者：施志鴻(同豐營造工程股份有限公司)、呂芳熾(璞昌營造股份有限公司)、趙國祥(國祥土木大地技師事務所)

副本：內政部建築研究所



內政部建築研究所

「既有建築物地下室拆除重建工法之研究」會議簽到簿

時間：109年9月10日(星期四) 上午10時00分			
地點：本所簡報室(新北市新店區北新路3段200號13樓)			
出席人員	簽到處	代理人	
		職稱	簽到處
	魏長鴻		
	趙國祥		
	呂芳熾		
	楊勝德		
	邱尚孝		
	游其海		
	楊文賓		
	周楷煥		
	呼建忠		

專家意見	研究團隊回應
<p>趙技師國祥：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在建築物的生命週期中，房屋的基礎或結構體若因地震或傾斜而補強，可能影響後續施工的工法選擇。建議在現況調查階段增加這方面的內容。 2. 建議可在所整理的案例中，擇 1~2 個案例作深入訪談。 3. 第四章節的標題與前面章節敘述不同，建議統一。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝專家建議，建築物生命週期的修繕、補強過程納入現況調查事項。 2. 儘速邀請現場施工人員參加專家座談。 3. 將詳加校對、務求一致。
<p>施技師志鴻：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 針對「既有建築物地下室拆除重建評估架構」，在現場確認舊連續壁施工瑕疵方面，因現場無法以目視觀察，須利用機具試鑽；建議修改「現場確認」標題以符合現場可能遭遇到的問題。 2. 第三章施作流程所引用之案例為基地條件複雜之特殊個案，並非典型案例，建議排除特殊部分，呈現標準施工流程。 3. 期中報告 P.24、圖三-6 全套管切削，步驟二~四未能說明施工順序，建議訪談現場施工人員釐清。 4. 第四章工期、造價分析，應以相同基地比較有無地下構造物之地下室施作之工期、造價差異。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝專家建議，將修正標題以符合現場狀況。 2. 感謝專家建議，將深入研究多數案例，歸納呈現標準流程。 3. 儘速邀請現場施工人員參加專家座談。 4. 本研究之工期、造價分析，將以同一基地進行模擬分析。
<p>呂技師芳熾：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 一定規模地下室拆除重建之特殊結構審查機制，建議在研究報告中陳述。 2. 期中報告 P.12，建議補充穿過地下室施作地質改良樁之施工課題。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，相關審查機制，將納入建議事項。 2. 本研究將補充穿過地下室施作地質改良樁之施工課題。
<p>陳組長建忠：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 蒐集地下室開挖缺失案例，瞭解災變原因及鄰房處理情形，突顯本研究之重要性。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝組長建議，將蒐集、彙整相關缺失案例。

附錄五 第三次專家座談會會議紀錄

楊勝德 函

地址：台北市承德路三段 58 號 8 樓之 2

電話：(02)2591-4383

傳真：(02)2595-4825

連絡人：楊文賓

受文者：如行文單位

號文日期：中華民國 109 年 10 月 15 日

號文字號：德字第 1091015 號

開會事由：召開內政部建築研究所 109 年度協同研究「既有建築物地下室拆除重建工法之研究」專家會議。

開會時間：民國 109 年 10 月 22 日(星期四)，上午 10 時 00 分

開會地點：中華民國建築師公會全國聯合會 會議室

(台北市信義區基隆路二段 51 號 13 號樓之 3)

聯絡人及電話：楊文賓(02)2591-4383

黃玟婷(02)2591-4383

出席者：陳輝雄(南榮開發建築股份有限公司)、施志鴻(同豐營造工程股份有限公司)、

呂芳熾(璞昌營造股份有限公司)、趙國祥(國祥土木大地技師事務所)。

副本：內政部建築研究所



內政部建築研究所

「既有建築物地下室拆除重建工法之研究」會議簽到簿

時間：109年10月22日(星期四)上午10時00分			
地點：中華民國建築師公會全國聯合會會議室 (台北市信義區基隆路二段51號13號樓之3)			
出席人員	簽到處	代理人	
		職稱	簽到處
	魏志鴻		
	趙國祥		
	傅振唯		
	呂芳熾		
	楊勝德		
	邱尚君		
	楊文實		
	游其海		

專家意見	研究團隊回應
<p>施技師志鴻：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. p.5 案例 28 未見於表 1。 2. p.16 隔艙工法應敘明施工脈絡，非屬移除工法。 3. 文獻回顧作者姓名誤植。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝專家指正，已修正。 2. 感謝專家建議，已詳述施工脈絡。 3. 感謝專家指正，已修正。
<p>趙技師國祥：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. p.8 CCP 試鑽建議刪除 CCP 字樣，毋須限制試鑽方法。 2. 表 1 部分案例連續壁厚度未標單位。 3. 地下室拆除重建須審查之條件應更具體。 4. 附錄七連續壁缺失原因之案例仍在鑑定中，尚未有結論，不宜在此討論。 5. 建議建築主管單位對於建造執照須要結構審查時可註明既有地下室二層拆除為必要審查條件。審查內容也須要包含拆除方案及應注意事項。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員斧正，已修改。 2. 感謝專家指正，已詳加校對。 3. 感謝專家建議，深入研議中 4. 感謝專家指正，已將案例刪除，改為一般性討論。 5. 感謝專家建議，已加入建議中。
<p>呂技師芳熾：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 附錄七之內容與本研究相關性低，建議刪除。 2. p.10 外側緊貼、p.11 重疊小節，文義略有矛盾，應釐清。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員斧正，已修改。 2. 感謝專家建議，已釐清。
<p>陳建築師輝雄：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 危老重建日益普遍，既有地下構造物影響規畫、施工甚鉅，事先調查很重要。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝專家建議，已於報告中強調現況調查的重要性。

附錄六 工地實地參訪照片

20200731_工地參訪照片

	
<p>編號：01 說明：全套管切削施工_現況一</p>	<p>編號：02 說明：全套管切削施工_現況二</p>
	
<p>編號：03 說明：全套管切削刀具</p>	<p>編號：04 說明：全套管切削之大石塊廢棄物</p>
	
<p>編號：05 說明：研究團隊與施工單位研究討論全套管切削機具</p>	

20200917_工地參訪照片

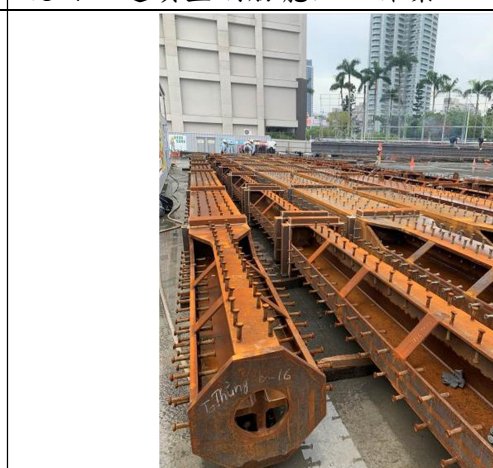


編號：01
說明：連續壁工程挖掘式掘削機施工

編號：02
說明：連續壁鋼筋籠組立作業



編號：03
說明：連續壁鋼筋籠吊放及定位



編號：04
說明：逆打工法鋼柱、鋼柱上有剪力釘

20200924_專家座談照片



編號：01
說明：專家訪談、研究新舊地下構造物配置之施工實務經驗。



編號：02
說明：專家訪談、研究新舊地下構造物配置之施工實務經驗。

附錄七 連續壁管湧破壞及預防對策

管湧破壞

地下擋土壁為一種止水性的擋土結構物，但常因壁體接頭施工不良、水中混凝土施工缺失等，造成壁體產生裂縫。因此在具透水性且地下水位高之地層中，壁體裂縫容易形成透水路徑。當水流足以破壞土壤顆粒間之黏結力及摩擦力時，地下水先將土壤中的細顆粒帶出，使顆粒間的阻力減少，再將較大顆粒的土壤帶出，形成滲流管道，此現象稱為管湧（piping）（臺北市政府工務局，民 93）。

管湧現象開始時僅是很微弱的水流，然後慢慢形成水路而流量漸增，水與砂均勻的被帶出並逐漸向地盤內部深入形成管狀，導致背土漏失、地面塌陷、鄰房傾斜下陷及鄰近埋設物受損。

連續壁管湧破壞之徵兆

臺北市政府工務局（民 93）指出，一般深開挖工程中，若連續壁施工過程中有接縫處理不良、坍孔；或混凝土澆置不當導致致有包泥瑕疵；或地下管線止水處理不當者，造成透水路徑，有可能導致管湧破壞。連續壁管湧破壞之徵兆說明如下：

1. 澆置混凝土之吃漿紀錄：澆置連續壁混凝土過程中，在某個深度下吃漿量少於預估值，則表示在此處可能有發生包泥現象，或者混凝土已夾雜著空氣或穩定液，形成有孔洞的混凝土，當日後地下開挖至該深度時，可能會發生管湧現象，因此，由澆置混凝土之施工紀錄，可大概作為連續壁是否會發生管湧之徵兆及依據。
2. 連續壁完整性評估：連續壁澆置完後，可利用超音波檢測法找出施作品質不良之處，再加上澆置混凝土之施工紀錄，可大概判斷

連續壁是否有孔洞存在。

3. 鄰房傾斜計：發生管湧現象時，基地四周鄰房會因為擋土壁外側之地下水位下降產生差異沉陷。由於管湧現象之滲水路徑係持續向擋土壁外側延伸，故形成凹槽型沉陷，靠近擋土壁之鄰房產生向反開挖面傾斜之現象，而離擋土壁較遠之建物則產生向開挖面傾斜之現象。此外，發生管湧現象之擋土壁外側水位會降低，側向水壓力減少，導致支撐系統受力狀態改變，發生管湧之擋土壁會往開挖面外側傾斜，而另一側之擋土壁會往開挖面內側傾斜。故可由鄰房及擋土壁傾斜之徵兆，研判是否發生管湧現象。

連續壁包泥防治

連續壁包泥為造成連續壁工程災變主要原因之一(沈茂松,1999)。

連續壁包泥的防治、預測可利用連續壁壁體內超音波檢測，說明如下：

1. 連續壁挖掘孔洞時，孔壁垂直度超音波檢測可量得孔洞內軟弱粘土沈泥及鬆砂流出與塌落之厚度與深淺，以印証地質鑽探，或提醒可能的包泥位置。
2. 於連續壁單元內預埋二支 PVC 塑膠管，等連續壁養護到足夠強度至地下室開挖前，進行連續壁壁體內超音波檢測連續壁之包泥、混泥、斜裂縫等，可提供連續壁包泥的預先警告。

連續壁縫隙滲漏管湧破壞預防機制

連續壁縫隙滲漏管湧破壞預防機制，一般在監測儀器上可藉由裝設於開挖區外之水位觀測井、水壓計觀測。若發生水壓異常下降(如超過 2 公尺)或地面沉陷點有異常沉陷變化時，即有可能發生此類型之破壞。此破壞現象常用之防範措施如下(臺北市政府工務局，民 93)：

1. 針對擋土壁接縫處、瑕疵單元、缺損、包泥部份於開挖前作好止水灌漿工作。

2. 於開挖面出現浮水現象或開挖面土壤滲水不止時，應立即停止開挖作業，並視狀況於滲水處堆置事前備妥之砂包及回填土方。
3. 預先成立應變救災小組，依據現場開挖施工狀況及安全監測資料判讀，積極發掘潛在危機，並即時採用有效因應對策。
4. 每階段開挖可考慮先於連續壁四周開挖，檢查連續壁施工瑕疵。
5. 基地外四周埋設點井，於事故發生後確認有必要時用來抽降開挖區外側地下水，以有效控制地下水流入開挖區內。

連續壁管湧破壞應變措施

連續壁管湧破壞應變措施包括（臺北市政府工務局，民 93）：

1. 擋土壁面僅滲水不帶砂
 - (1) 出現少量滲水時，在滲水點以無收縮水泥進行表面處理，並埋設包覆濾層之導水管，以利將水導出。
 - (2) 若出現大量滲水時，在滲水點以組模方式進行無收縮水泥灌漿，灌漿前亦需埋設導水管，以利將水導出。
2. 擋土壁面出現滲水且帶砂
 - (1) 立即停止該分區之開挖作業，抽調現場人員全力針對管湧現象進行緊急處置。
 - (2) 凡滲水夾帶砂土時，無論滲漏量多寡，均由現場工程師於第一時間內，將現場預留之砂包圍堵滲漏點，以提供初期濾層作用，減少土砂流失。
 - (3) 若滲漏情況嚴重時，須採取現地土壤，回填管湧處，減少或停止管湧現象，以避免擋土壁破洞持續擴大。
 - (4) 聯絡相關管線單位，檢查基地鄰近之維生管線之分布及閘門位置，並請派員赴現場緊急應變，若有管線破裂，可立即關閉管線進行修補。

- (5) 在擋土壁外側進行低壓填縫灌漿(LW工法)，出漿口壓力須小於 $3.0\text{kg}/\text{cm}^2$ ，緩慢注入漿液以填補流失砂土形成之空隙。灌漿過程中應避免出漿口灌漿壓力過大，沖破或擴大原有之擋土壁破洞，造成二次災害。因此灌漿全程需派員檢視發生管湧處之滲水量及吃漿量之變化情形。由於止水灌漿作業的敏感度較大，要求的施工技術高，因此專業廠商的篩選及督導作業很重要，同時這類緊急應變施工計畫需明確說明灌漿改良範圍、施工方式、灌漿壓力及灌漿量之全程監控機制。
- (6) 若在在擋土壁外側進行低壓灌漿後，擋土壁之出水量仍無法控制，甚至大量出水，則可考慮緊急灌水或回填級配砂石料，以平衡擋土壁外側之水壓力，避免管湧處之破洞持續增大。採用回填級配砂石料穩定壁體，乃基於級配料有較高之安息角，遇水流較無流動性及日後進行補救動作時易於挖除回收。若採用一般開挖土料回填，勢必在大雨過後變成泥漿而失卻阻擋土壓及水流之效果，況且泥漿將隨水流動而漫溢整個工區，造成開挖區泥濘阻礙搶救作業。
- (7) 視災害規模，考慮對周邊道路或鄰房基礎施作填充灌漿，以填補可能淘空之區域，強固周邊道路或鄰房基礎，防止損鄰災害擴大。
- (8) 在管湧附近加設監測設施，訂定監測頻率、安全管理值及通報方式，持續至復工完成為止。

參考資料

- 臺北市政府工務局 (民 93) 開挖工程之災變原因與預防及應變對策。
- 沈茂松 (1999) 營建工程防災技術 - 基礎施工篇，新北市：文笙書局。

附錄八 法規修訂建議

表 1 建築物基礎構造設計規範 修訂建議

修正條文	現行條文	說 明
3.1.2 考慮要素 7 基地之環境因素，包括地震、振動、降雨、洪水、地形、地下水、鄰近建築物、地下障礙物與公共設施等狀況。 <u>若遇地下室拆除重建時，須包括既有地下室、擋土措施、基礎。</u>	3.1.2 考慮要素 7 基地之環境因素，包括地震、振動、降雨、洪水、地形、地下水、鄰近建築物、地下障礙物與公共設施等狀況。	若遇地下室拆除重建時，需對既有地下構造物進行調查並提出報告
3.3.2 報告內容 1 紀實部份包括下列內容： ● <u>既有地下室、擋土措施、基礎之平面、剖面圖及描述。</u>	3.3.2 報告內容 1 紀實部份包括下列內容：	新增紀實部分應包含既有地下構造資訊。
3.3.2 報告內容 2 分析部份包括下列內容： ● <u>既有地下室、擋土措施、基礎拆除施工應注意事項及安全監測項目。</u>	3.3.2 報告內容 2 分析部份包括下列內容：	新增分析部分應包含既有地下構造拆除施工注意事項及安全監測項目。
3.3.2 報告內容 3 必要時尚應包括下列項目： ● <u>既有地下室、擋土措施、基礎拆除工法建議。</u>	3.3.2 報告內容 3 必要時尚應包括下列項目：	新增報告內容應包含既有地下構造拆除工法建議。

表 2 高雄市政府工務局建造執照申請有關特殊結構委託審查原則 修訂建議

修正條文	現行條文	說明
<p>第一點第(二)目 高度未達五十公尺，而跨度較大或結構行為與環境特殊之建築物，且有下列情形之一，並經本局認有必要者。</p> <p>8. <u>遇有地下室拆除重建時、且新建地下層開挖超過二層之建築物。</u></p>	<p>第一點第(二)目 高度未達五十公尺，而跨度較大或結構行為與環境特殊之建築物，且有下列情形之一，並經本局認有必要者。</p>	<p>新增地下室拆除重建須結構審查之條件。</p>
<p>第五點第(二)目 前款每案之審查人員應有<u>具備大地工程或應用地質技師資格之審查委員參與審查</u>，大專院校及附設研究中心之審查團體其中至少二人需具備結構工程技師資格或教授結構相關科目三年以上之大專院校助理教授以上資格，其他單位之審查人員其中至少二人需具備結構工程技師資格。</p>	<p>第五點第(二)目 前款每案之審查人員除大專院校及附設研究中心之審查團體其中至少二人需具備結構工程技師資格或教授結構相關科目三年以上之大專院校助理教授以上資格外，其他單位之審查人員其中至少二人需具備結構工程技師資格。</p>	<p>審查委員中應包含具備大地工程領域專業資格之人員。</p>

既有建築物地下室拆除重建工法之研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路3段200號13樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：王安強、楊勝德、邱尚孝、楊文賓、游其海、周楷峻、
李台光、范仲棋

出版年月：109年12月

版次：第1版

ISBN：978-986-5450-33-5（平裝）