

基礎開挖破壞案例介紹

課程教師：蕭秋安 楊國鑫 謝佑明
日期：101.05.25



內容大綱

- 一. 基礎開挖破壞原因與類型
- 二. 基礎開挖破壞案例介紹
- 三. 結語

一、基礎開挖破壞原因與類型

3

一、基礎開挖破壞原因與類型

◎ 工程災害的原因



4

一、基礎開挖破壞原因與類型

◎ 施工災害原因 (基地調查因素)

- 地質鑽探報告造假、錯誤，以致造成誤判
- 鑽探孔數不足，深孔不足，位置不對
- 試驗項目及數量不足
- 水文資料掌握不確實，無長期地下水位調查資料，以致無法掌握乾雨季地下水位之變化情形
- 受壓水層或湧泉壓力未確實調查掌握
- 沼氣、漂流木、障礙物之影響

一、基礎開挖破壞原因與類型

◎ 施工災害原因 (設計因素)

- 設計規範、準則引用不當
- 土工參數選定錯誤而高估，或計算錯誤
- 開挖之穩定性分析錯誤
 - 擋土壁體貫入深度分析錯誤
 - 黏土層底部隆部穩定分析錯誤
 - 砂土層開挖砂湧分析錯誤
 - 地下水壓引起上舉分析錯誤
- 支撐系統分析錯誤
 - 擋土壁勁度分析錯誤，斷面不足
 - 支撐檢核分析錯誤
 - 中間柱分析錯誤

一、基礎開挖破壞原因與類型

◎ 施工災害原因 (施工因素)

- 擋土壁體施工
 - 鋼版樁打設過程振動或拔除未確實回填
 - 排樁施工不良，止水性不佳，造成砂湧破壞
 - 連續壁導溝施工品質不良，造成地盤下陷
 - 連續壁溝槽開挖坍塌，造成地盤下陷
- 支撐系統架設
 - 時機延誤，擋土壁靜置過久變形
 - 支撐拆除過快，永久結構未達強度
- 超抽地下水位，造成地盤下陷
- 高壓灌漿作業不當，造成地盤下陷或隆起
- 中間柱或鑽孔貫穿不透水層，空隙未封填，形成地下水流路，而造成底部砂湧破壞

7

一、基礎開挖破壞原因與類型

◎ 施工災害原因 (自然因素)

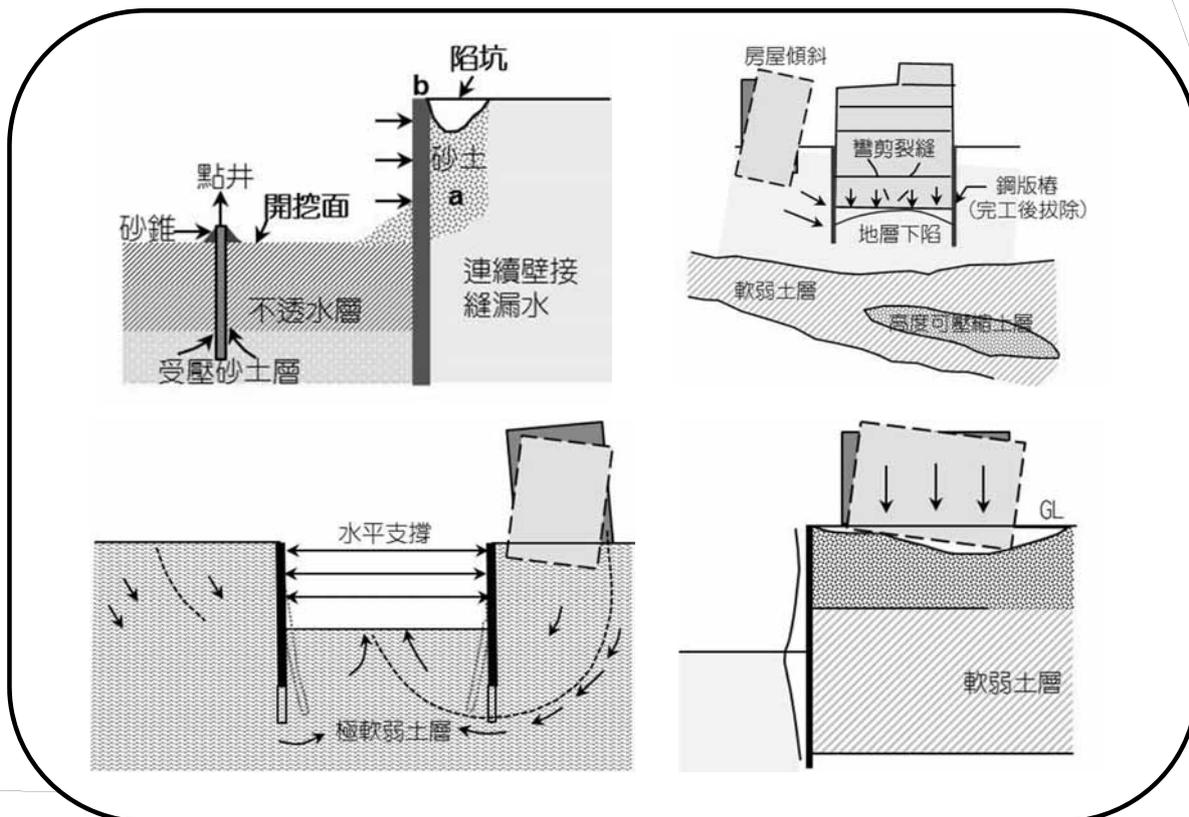
- 地震引致擋土壁體之應力增加產生變形，或使支撐系統破壞，造成地盤側向位移下陷
- 暴雨或水災導致地下水位上升，造成擋土壁主動土壓力提高，產生額外壁變形或支撐系統破壞



8

一、基礎開挖破壞原因與類型

◎ 施工災害類型



一、基礎開挖破壞原因與類型

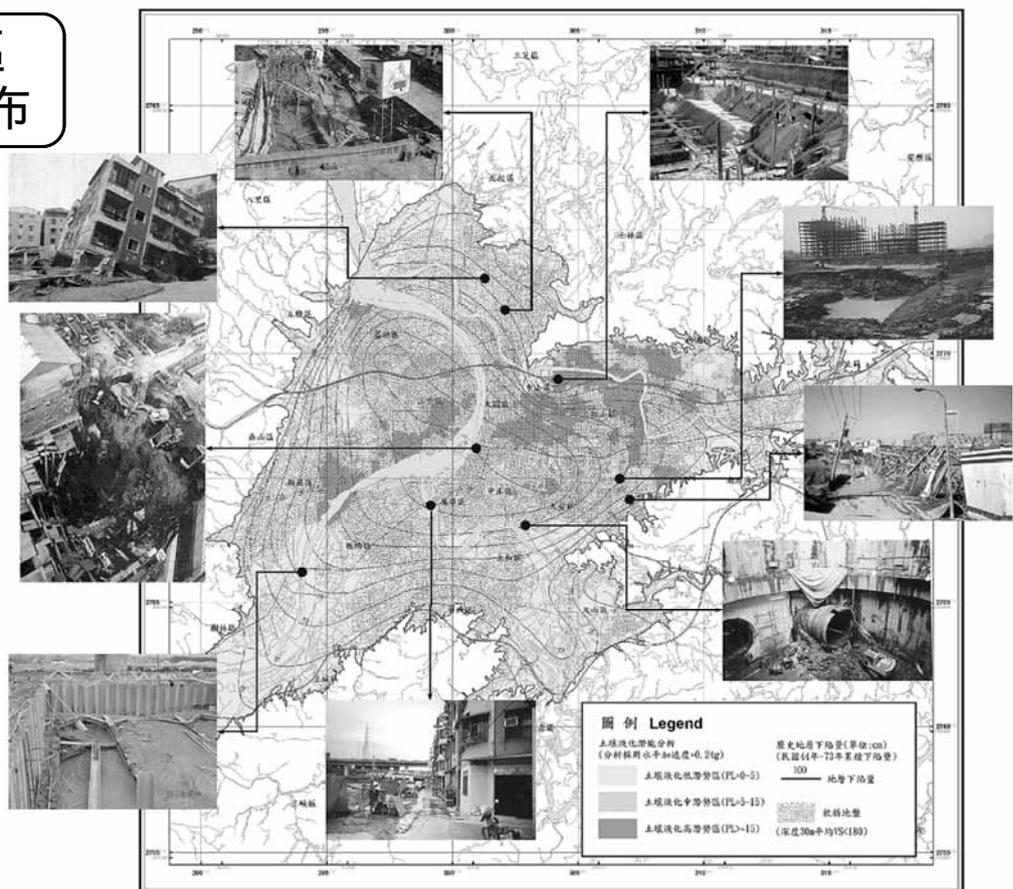
◎ 土壤稠度與緊密度描述指標

| 粗粒土壤 | | 細粒土壤 | |
|-------|-------|-------|---------------------------|
| N 值 | 緊密度描述 | N 值 | 稠度描述 |
| 0~4 | 極疏鬆 | 0~2 | 極軟弱 (以手指擠壓時土樣可由手指間擠出) |
| 4~10 | 疏鬆 | 2~4 | 軟弱 (手指稍用力可捏塑土樣) |
| 10~30 | 中等緊密 | 4~8 | 中等堅實 (手指須用力才可以捏塑土樣) |
| 30~50 | 緊密 | 8~15 | 堅實 (用拇指可刻出凹痕，以之貫入則較困難) |
| >50 | 極緊密 | 15~30 | 極堅實 (用拇指指甲可刻出凹痕) |
| | | >30 | 堅硬 (用拇指指甲很難刻出凹痕) |

二、基礎開挖破壞案例介紹

二、基礎開挖破壞案例介紹

台北都會區
施工災害分布



二、基礎開挖破壞案例介紹

◎ 研析案例列表

| 編號 | 名稱 | 破壞型態 | 致災環節 | 工址位置 |
|----|--------|------|----------|--------|
| 一 | 信義雙星大樓 | 底部隆起 | 設計、施工 | 台北市信義區 |
| 二 | 鄭州路 | 支撐破壞 | 施工 | 台北市大同區 |
| 三 | 市府停車場 | 邊坡滑動 | 調查、設計、施工 | 台北市信義區 |
| 四 | 鐵路橋基礎 | 砂湧 | 施工 | 新北市板橋區 |

13

案例一 信義雙星大樓基礎開挖

時間：民國75年10月31日上午約9點

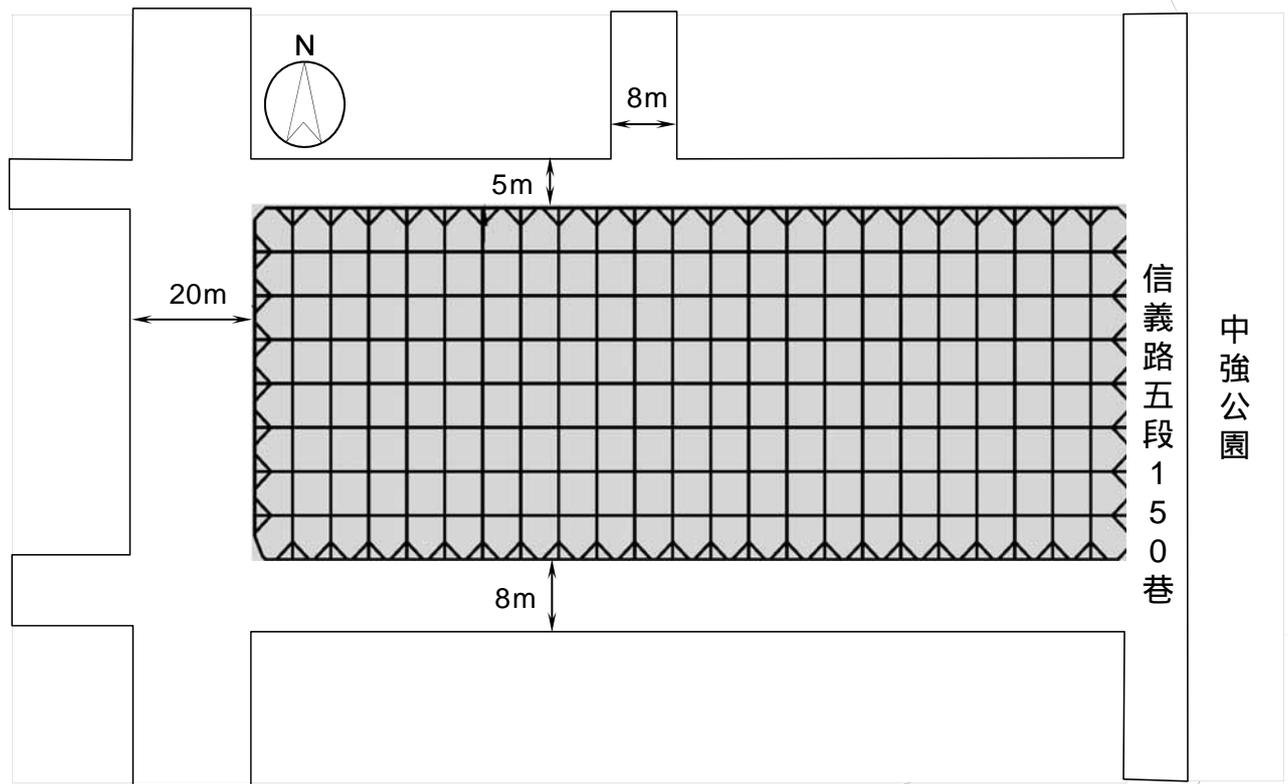
面積：115公尺，寬約70公尺，深9公尺

破壞型式：土壤底部隆起破壞



14

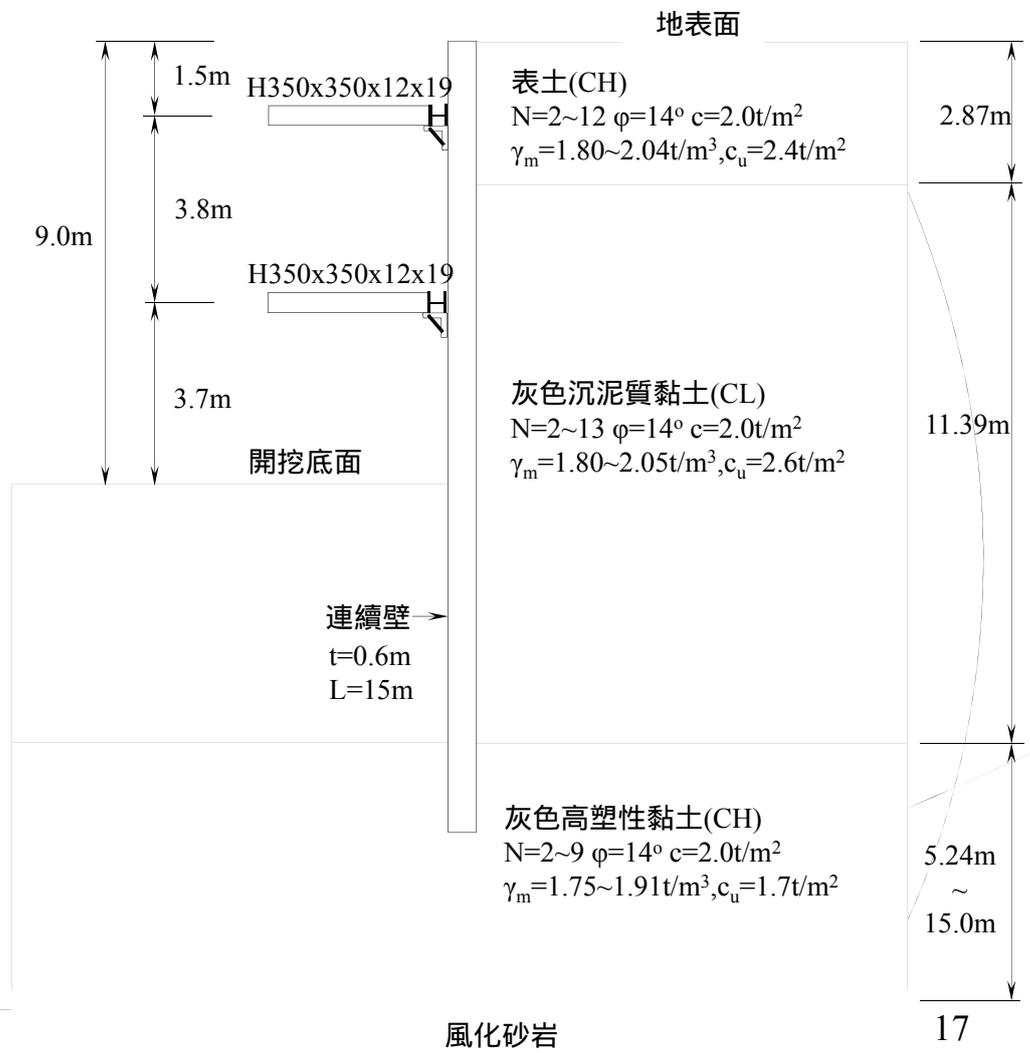
基礎開挖平面圖



基地工址之土層簡化表

| 深度 (m) | 層次 | 土層描述 | 土層分類 | N值 | γ (t/m ³) | w_n (%) | s_u (t/m ²) | c (t/m ²) | ψ (°) | c' (t/m ²) | ψ' (°) |
|--------|----|------------|------|--------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------------|------------|--------------------------|-------------|
| 2.87 | ① | 表土及回填土 | CH | 2-12 (5) | 1.80-2.04 (1.91) | 18.7-42.7 (32) | 2.4 | 2.0 | 14.0 | 1.0 | 26.0 |
| 14.26 | ② | 棕黃至灰色沉泥質粘土 | CL | 2-19 (4) | 1.80-2.05 (1.90) | 27.1-38.9 (33) | 0.8-3.4 (2.6) | 2.0 | 14.0 | 1.0 | 30.0 |
| 22.93 | ③ | 灰色高塑性粘土 | CH | 2-9 (5) | 1.75-1.91 (1.81) | 33.4-91.6 (41) | 1.6-3.5 (1.7) | 2.0 | 14.0 | 1.0 | 26.0 |
| 28.52 | ④ | 有色沉泥質粘土 | CL | 5-17 (9) | 1.18-2.07 (1.87) | 21.0-40.6 (34) | 2.0-3.8 (2.9) | 2.0 | 15.0 | 1.0 | 30.0 |
| 44.12 | ⑤ | 灰色高塑性粘土 | CH | 8-42 (24) | 1.79-2.19 (1.92) | 14.1-46.5 (32) | (5.0) | 1.5 | 14.5 | 0.8 | 21.3 |
| | ⑥ | 棕黃色砂岩 | | 大於 30 | - | - | - | 3.0 | 34.0 | - | - |

支撐剖面圖





19



20



21

災變原因綜合研判

◎ 破壞型態

- 主要為開挖底部隆起造成嚴重災害，損失約7,000萬元

◎ 致災原因

• 設計

- 連續壁之貫入深度不足，連續壁體強度亦不足

• 施工

- 支撐系統之H型鋼接頭，未使用充足的螺栓數目，且未充份鎖緊以斷裂發生在接頭
- 開挖工程未設置監測系統，以致無法提供預警效果，等到用肉眼可查覺時，為時已晚
- 工址附近沒有建物，以致工程人員失去警覺

22

相關案例 – 北投公寓傾斜案例

- 民國82年2月28日清晨約7時15分
- 自強街5巷155號、157號、159號及承德路112巷23號、25號、27號住戶22戶
- 整棟公寓向北側傾斜 $18^{\circ}20''$



23



24



25



26



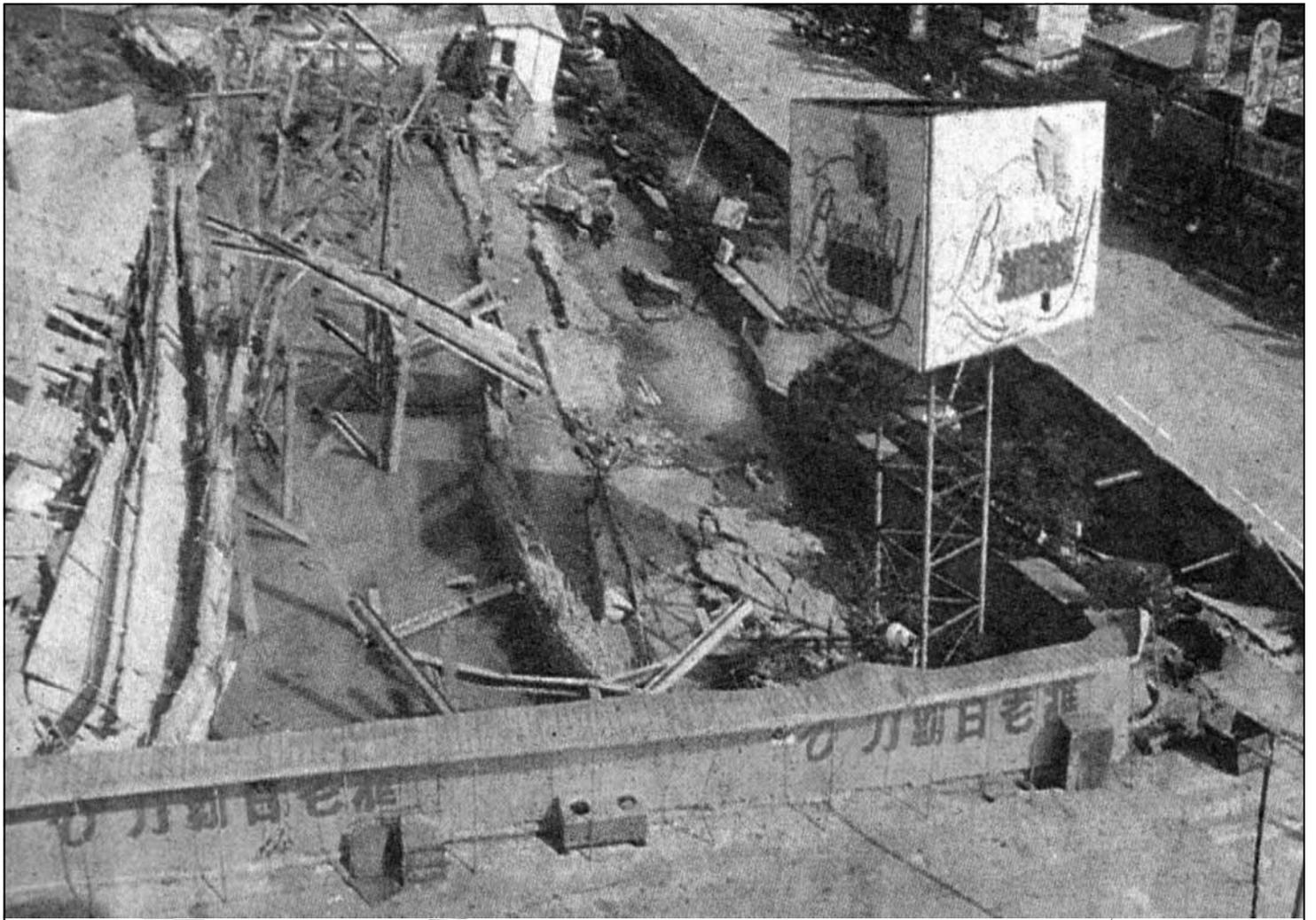
27

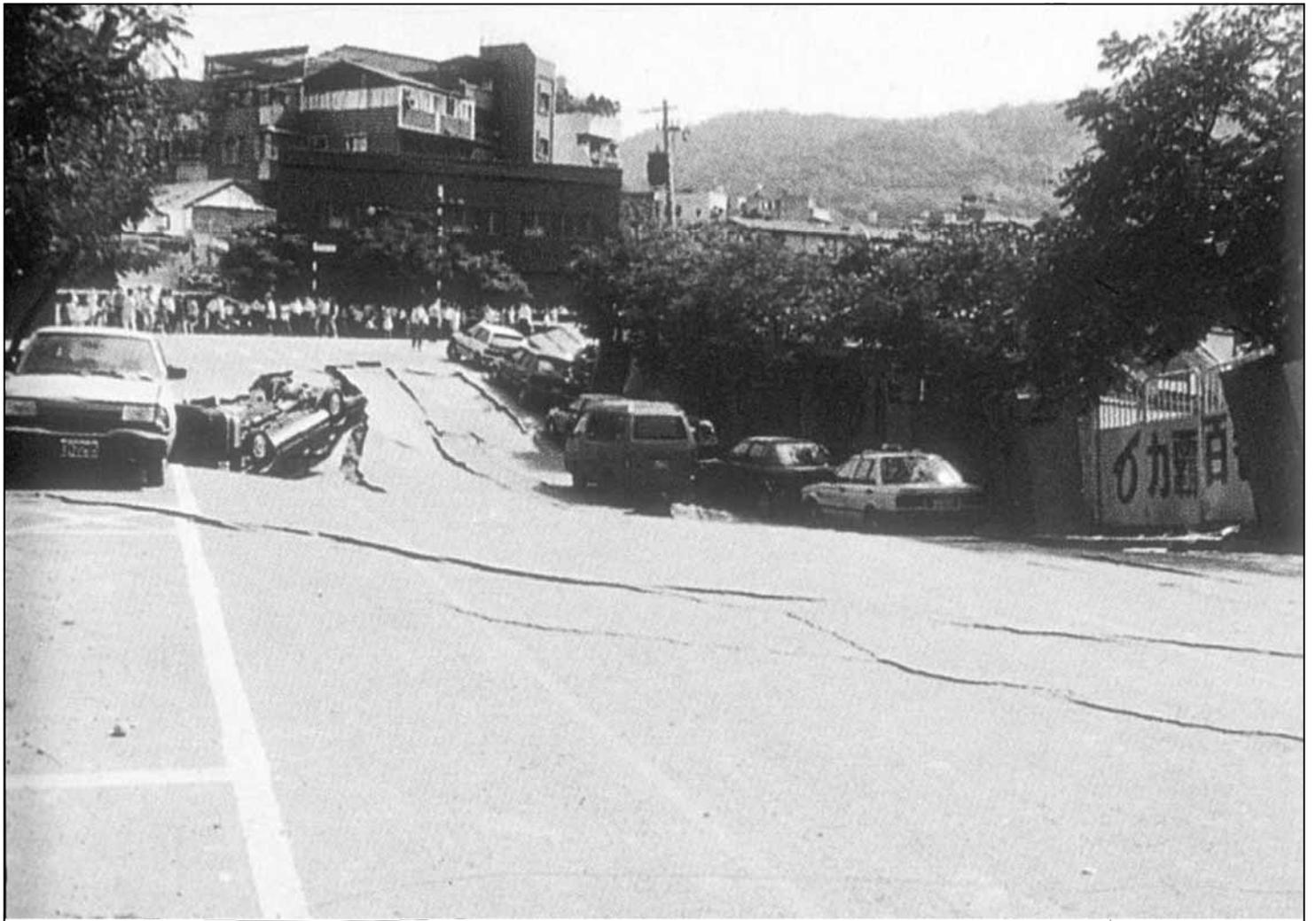
相關案例 – 士林基河路基地案例

- 民國82年9月26日深夜
- 基河路屬基隆廢河道抽砂回填，為地質敏感區域，土壤非常軟弱粘土層
- 施工期間由監測資料顯示應力異常，施工單位未及時加以妥善處理

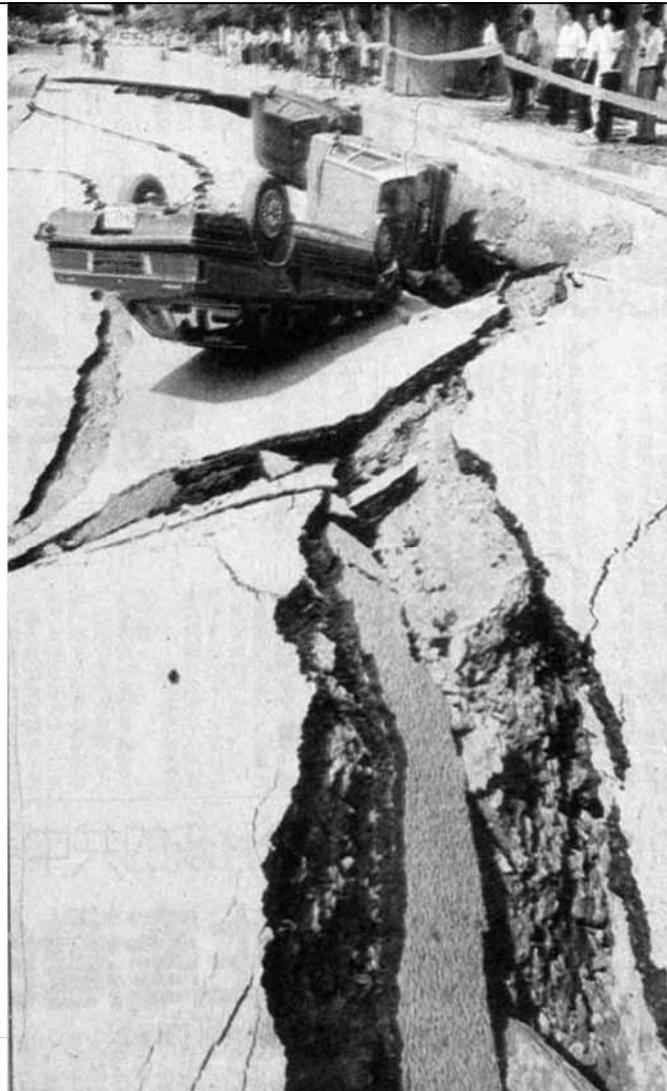


28





31



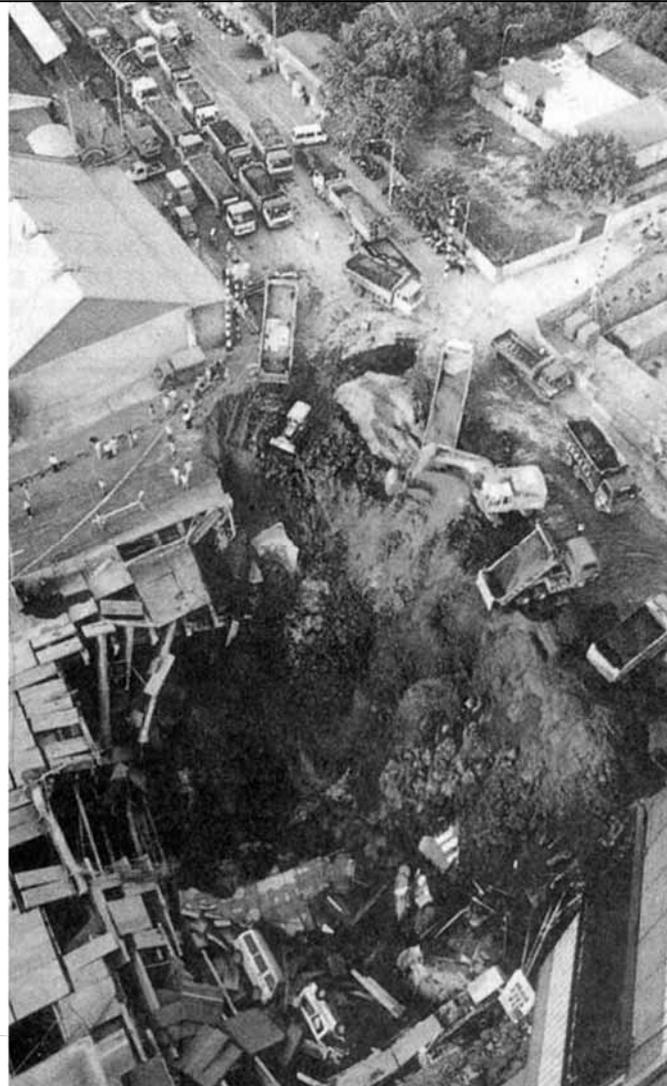
32

案例二 鄭州路開挖災害案例

民國84年10月4日凌晨
連續壁擋土支撐破壞造成30×40
公尺陷落區
開挖面積37m×800m
開挖深度19m
連續壁厚100cm，深度30m
內部六階水平支撐
端部採大斜撐方式



33



34

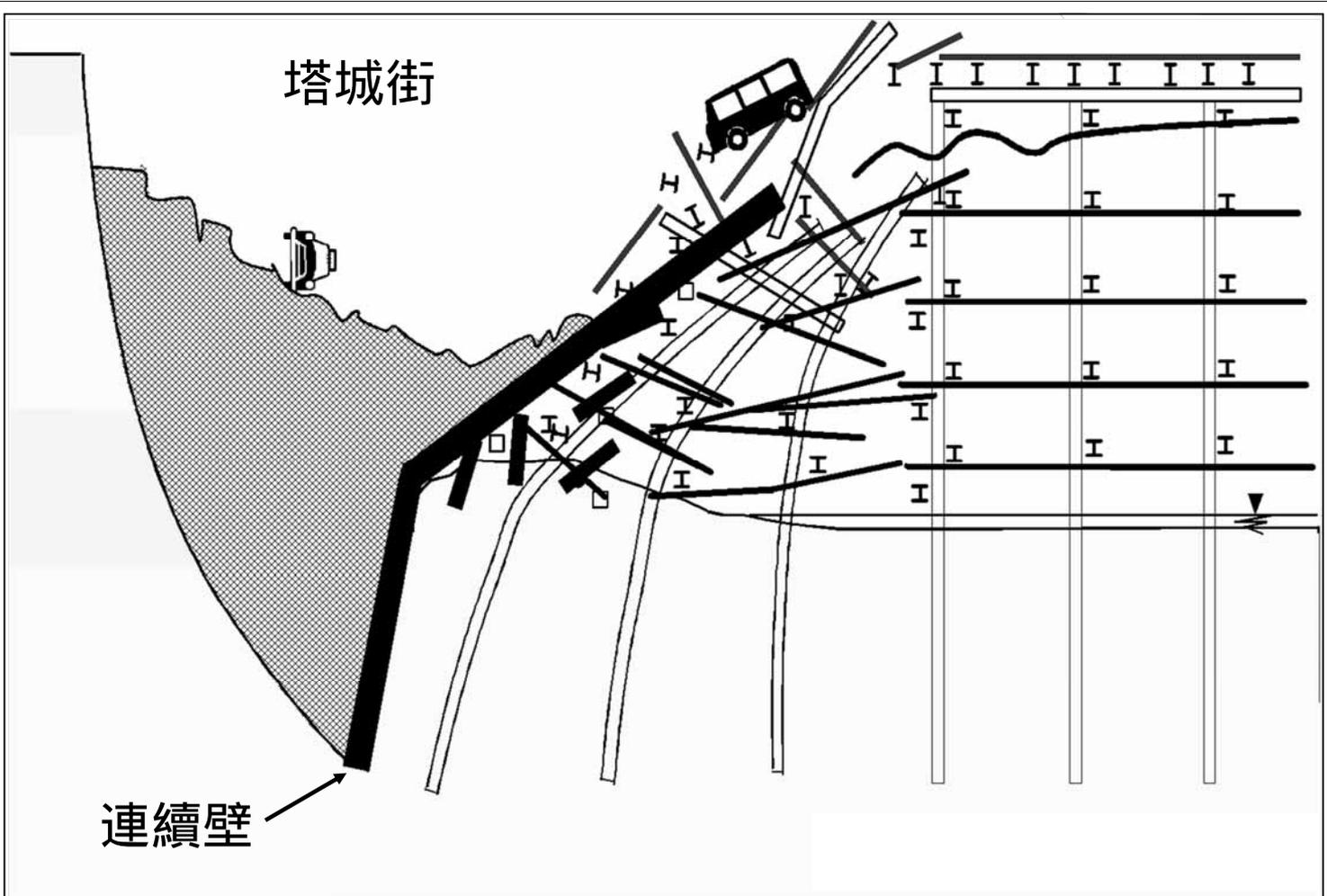




37



38



台北市鄭州路開挖災變示意圖

39

災變原因綜合研判

◎ 破壞型態

- 支撐系統強度不足，造成支撐潰散

◎ 致災原因

• 施工

- 原設計採六階支撐，施工計畫變更為五階支撐
- 第五階支撐太慢，連續壁久置產生大量變形，造成大斜撐之橫檔與連續壁間滑脫，以致大斜撐預壓值下降
- 中間柱底部支承之反循環基樁澆置作業深度控制不佳，開挖階段採底部超挖、樁頭混凝土敲除以進行水平支撐架設，底部超挖及混凝土敲除震動可能造成支撐鬆脫及滑移

案例三 市府停車場開挖案例

時間：民國78年4月3日

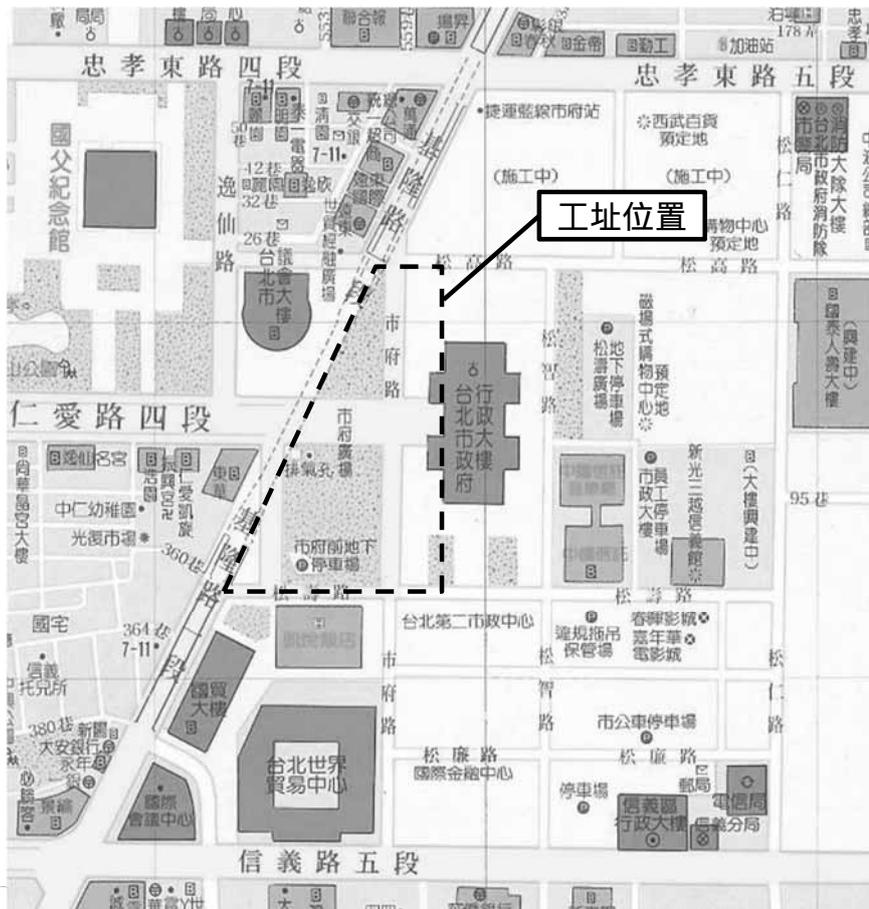
地點：台北市政府前廣場

災害規模：島式開挖施工，邊坡滑動破壞，高度13.6m，長度200m

破壞型式：邊坡滑動

41

台北市政府一號廣場平面位置圖



42

基地工址之土層簡化表

| 深度 (m) | 層次 | 土層描述 | 土層分類 | N值 | γ (t/m ³) | w_n (%) | s_u (t/m ²) | c (t/m ²) | ψ (°) | c' (t/m ²) | ψ' (°) |
|--------|----|------------|------|--------------|------------------------------|-----------|---------------------------|-------------------------|------------|--------------------------|-------------|
| 1.1 | ① | 表土及回填土 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2.3 | ② | 棕黃至灰色沉泥質粘土 | CL | 1-7 (3) | (1.88) | (34.2) | - | - | - | - | - |
| 32.5 | ③ | 灰色高塑性粘土 | CH | 1-18 (5) | (1.86) | (35.7) | 1.6-3.5 (1.7) | 2.0 | 20.0 | 1.0 | 30.7 |
| 47.5 | ④ | 有色沉泥質粘土 | CL | 9-54 (18) | (2.01) | (25.6) | - | - | - | - | - |
| | ⑤ | 青灰色風化砂岩 | | 大於 50 | | | | | | | |





45





47

災變原因綜合研判

◎ 破壞型態

- 島式開挖之斜坡明挖部份，發生邊坡坍塌

◎ 致災原因

• 調查、設計

- 信義區地層屬軟弱粘土地質敏感區，厚度達45公尺
- 開挖深度達13.6m，採用1:2.5 (V:H,約22°)斜坡明挖

• 施工

- 開挖解壓後久置、施工期間降雨入滲、施工震動，造成土壤剪力強度降低，產生漸進式破壞
- 斜坡上構築臨時施工便道，車輛載重及震動造成土壤剪應力之增加
- 邊坡坡底超挖

48

相關案例 – 濱江市場開挖案例

時間：民國89年5月21日

地點：台北市民族東路

災害規模：島式開挖施工，邊坡滑動破壞造成路面嚴重塌陷達 350m^2 ，並有六部自用車滑落坍塌區。

破壞型式：邊坡滑動

49

攪拌樁改良土堤之局部滑動破壞



50



51

案例四 鐵路橋基礎砂湧案例

時間：民國92年1月18日

地點：新北市板橋區

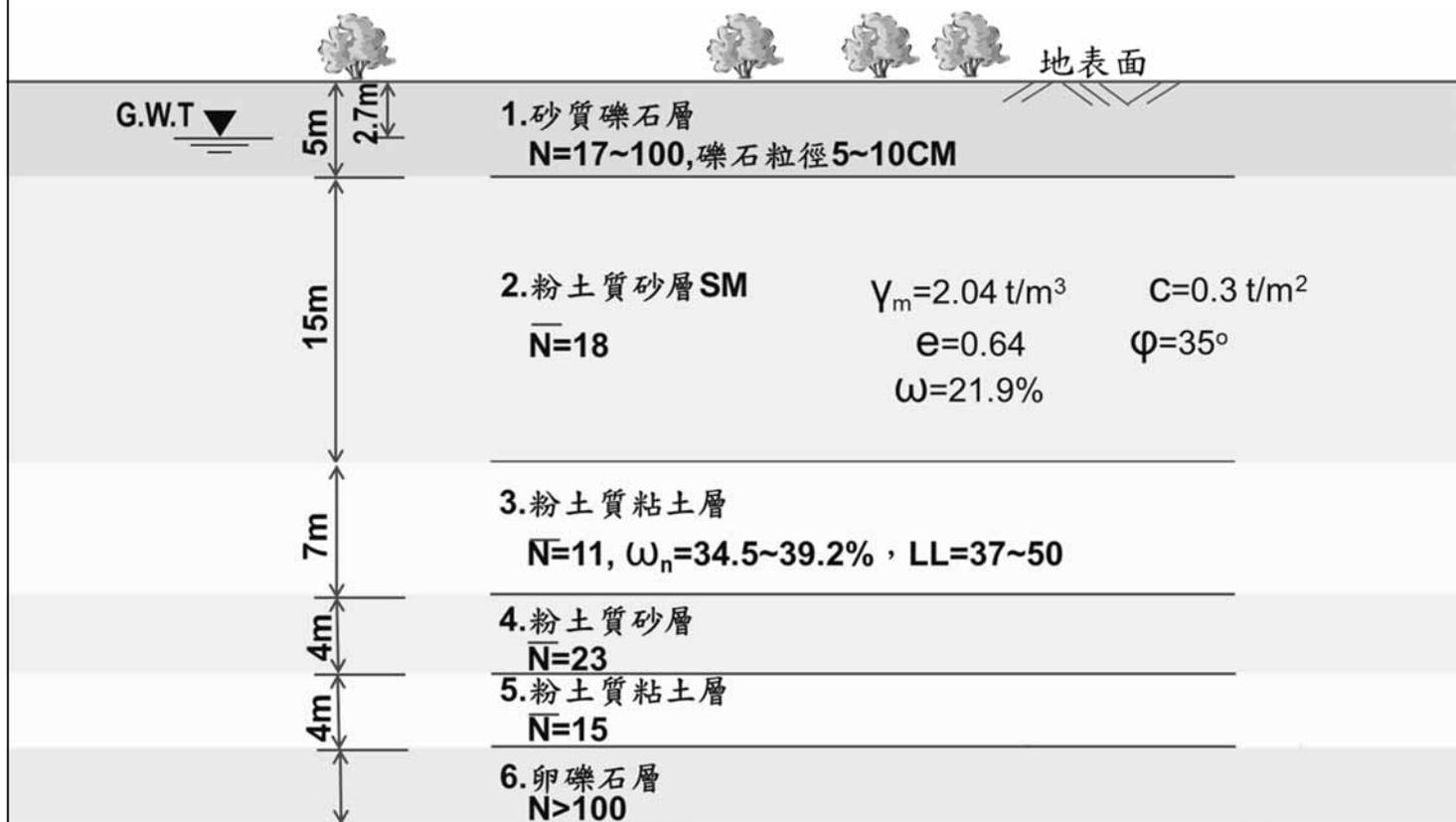
災害規模：開挖底面湧砂湧水，擋土支撐系統崩壞。

52



災害平面位置圖

土層簡化剖面



橋墩開挖擋土工程概述

開挖深度 $H=11.0\text{m}$

開挖面積 $B\times L=14\text{m}\times 19\text{m}$

開挖擋土壁體

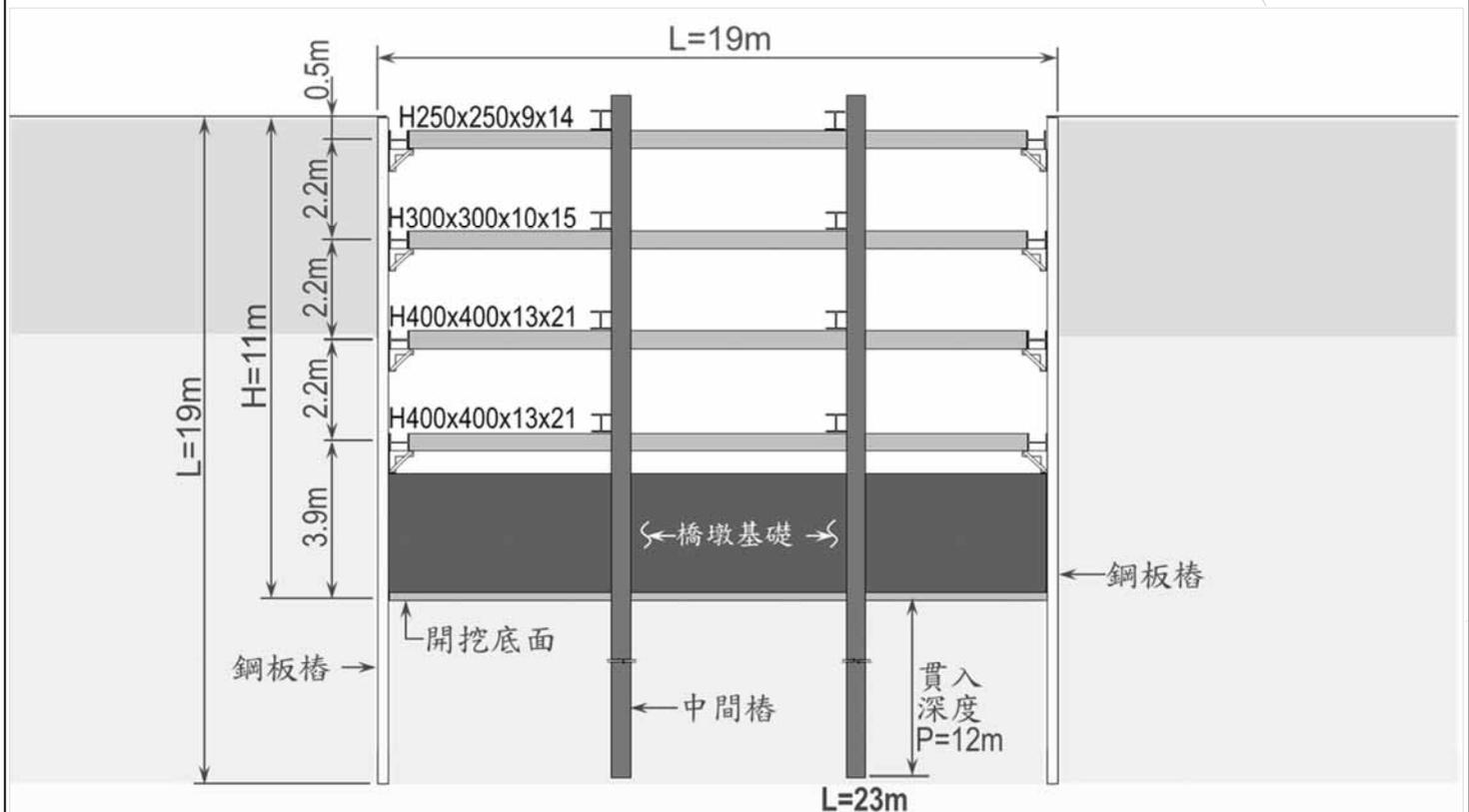
SP-IV型鋼版樁，樁長 $L=19\text{m}$

擋土支撐型式

1. 內部四階水平支撐(H型鋼)
2. 橋墩基礎採用 $\phi 2.0\text{m}$ 基樁計12支於開挖區底部

55

橋墩基礎開挖擋土支撐系統斷面配置示意圖



56

P21橋墩基礎開挖施工，開挖至第三階支撐情形



57

第一、二階水平支撐因中間柱下陷，
而造成向下彎曲情形



58

水平支撐由千斤頂處向下彎曲情形



59

支撐系統破壞情形



60

災變後緊急回填土砂至地表下1.0m，
臨鐵路橋側進行抽水井鑽孔作業



開挖砂湧內部水平支撐失敗，
造成周圍地盤下陷情形



第一階水平支撐下滑及中間柱歪斜下陷情形



災變原因綜合研判

◎ 破壞型態

- 由現場僅1中間樁旁有一湧砂孔，並非全面性開挖底面砂湧現象

◎ 致災原因

• 施工

- 推測鋼板樁於砂土層範圍內之接頭不密合，存在較大開口或空隙，以致地下水向上湧入開挖區內
(鋼板樁接頭不密實之原因，可能因採用舊料，其卡榫變形及磨損產生間隙，或於打設時已脫離所致)
- 開挖區內點井深度不足，無法有效抽降入滲之地下水

災變原因綜合研判

◎ 致災原因

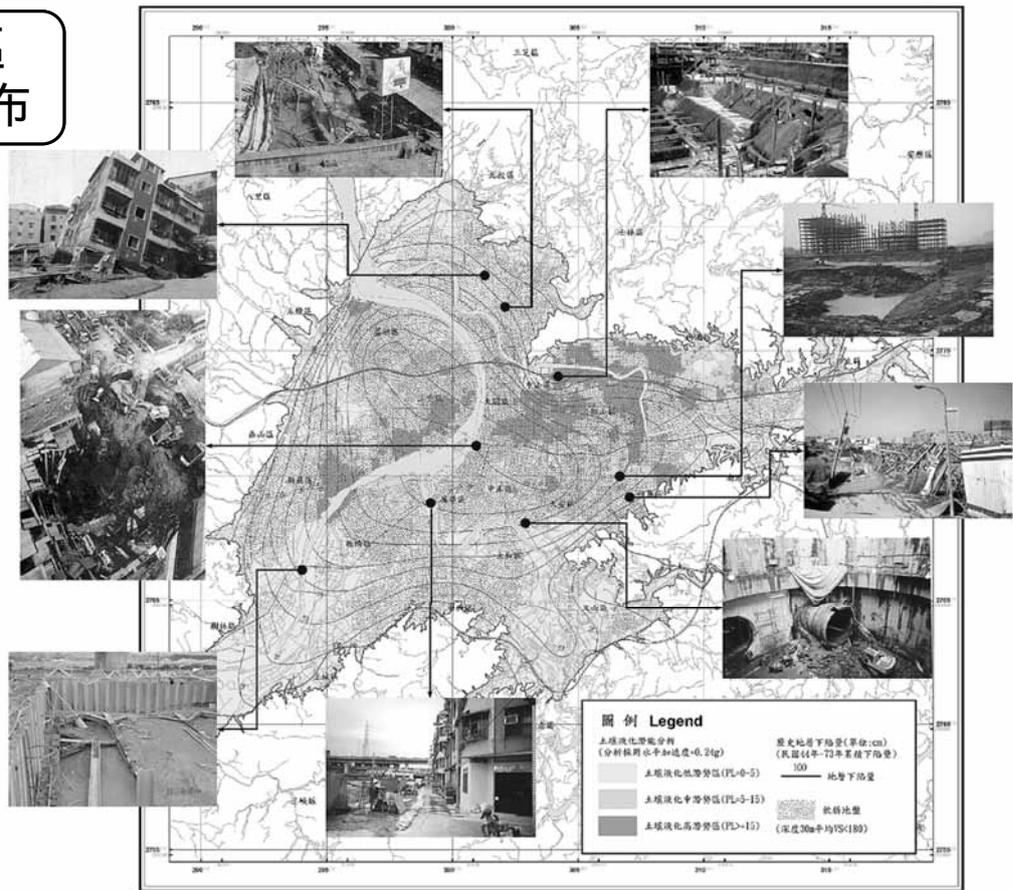
• 施工

- 原設計四排水平支撐(間距為4.0m)，而現場實際僅設置兩排水平支撐(間距為7.0m)，因支撐間距加大，鋼板樁側向變形亦增加，可能造成接頭處脫開或間隙增大，而造成滲漏水之情形
- 中間柱設計原有8支，施工時僅打設4支，且貫入深度仍維持原設計之23m，並未因減少中間柱數量而增長，則中間柱載重增加，砂湧現象掏空樁周之土壤，樁承载力降低，無法支承水平支撐載重而產生下陷，以致支撐系統向內擠壓變形而產生支撐系統破壞

三、結語

二、基礎開挖破壞案例介紹

台北都會區
施工災害分布



67

三、結語

- ◎ 台北都會區地層主要為未固結且軟弱之現代沖積層，加上人口密度高、老舊鄰房緊臨，由歷史工程案例中，經常發生相關基礎開挖災害，必須加以警惕與避免類似事件之發生
- ◎ 開挖損鄰事件，發生原因可從基地調查、設計、施工、天然因素等四方面，加以探討與分析
- ◎ 基礎開挖災害後果嚴重，惟有詳細基地調查，取得充分地工參數，設計者進行正確的分析設計，與施工廠商提高施工品質等三方面嚴格落實，則施工之地質災害是可有效避免的

68