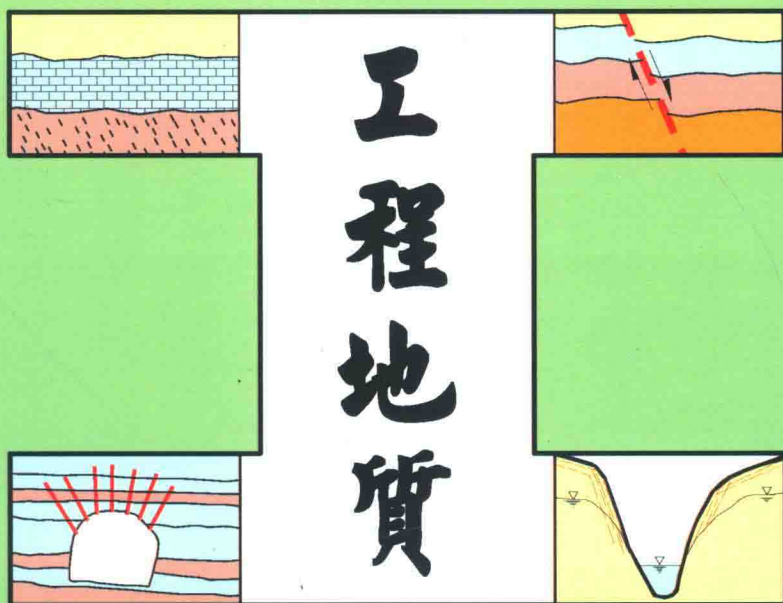


# 大地工程學(三)

工程地質篇



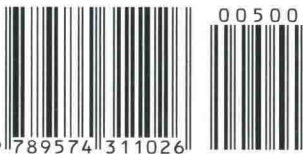
施國欽 編著

總經銷：文筆書局

## 本書特色：

- 內附土木技師、大地技師和應用地質技師之考題，使讀者掌握命題之趨勢。
- 結合理論、考試及實務之精華，深入淺出，適合學生、考生和工程人員閱讀。
- 重要名詞解釋彙整編入附錄中，是考前總複習的最佳利器。

ISBN 978-957-43-1102-6



00500

9 789574 311026

# 大地工程學(三)

## 工程地質篇

施國欽 編著

總經銷：文笙書局

## 作者簡介

學歷：國立高雄工專土木科畢業  
國立台灣工業技術學院營建工程技術系學士  
國立台灣工業技術學院營建系大地工程組碩士

考試：土木技師、大地工程技師、應用地質技師

經歷：工兵排長兼工程官  
國立台灣工業技術學院營建系助教  
聯合大地工程顧問公司副理  
鴻宜工程顧問公司

---

中華民國86年9月初版

中華民國90年3月第三版二刷

中華民國87年2月第二版

中華民國93年11月第四版

中華民國89年2月第三版

中華民國103年1月第五版

版權所有



翻印必究

書名：大地工程學(三)工程地質篇

編著及發行者：施國欽

(104)台北市南京東路二段8號4樓之1

(02)2523-9009

行動電話：0933-019-460

總經銷：文笙書局

(100)台北市忠孝西路一段233號

(02)2381-4280, 2381-0359

郵政劃撥：18802850 施國欽帳戶

---

定價：新台幣500元整

# 序 言

在台灣順向坡的平面滑動和土石流是最典型也是最頻繁的邊坡破壞模式，一旦發生，人命、財產的損失常是難以估計的。殷鑑不遠，去年賀伯颱風(85年8月1日)帶來暴雨，農田、魚塭流失，道路、橋樑沖毀無數，南投縣的神木村被土石流淹沒，全台灣幾乎成為水鄉澤國；今年溫妮颱風(86年8月18日)的外圍環流輕略過台灣北部，卻使鮮有水患的台北、基隆、宜蘭地區嚴重淹水，更不幸的是，位於台北縣汐止鎮汐萬路的「林肯大郡」千戶大社區，經不起豪雨的考驗，看似堅固的邊坡在一夕間崩裂，壓毀四棟五層樓公寓，造成數十人輕重傷！28人殞命！！其餘的房屋全部成為危樓！！！細想是天災？是人禍？全國民眾在哀悼罹難者、憐憫受災戶的同時，是否覺醒到工程地質和民眾的關係？！

二十多年前，筆者就讀專科二年級，首次接觸「工程地質」就因課文枯燥、內容艱澀，加以「副科」—不重要的學科等錯誤觀念，而放棄認真學習。民國76年初，筆者奉派前往台東，參與南迴鐵路隧道的興建工程，才驚覺地質與工程的關係是多密切啊！工程地質何其實用啊！

何以工程地質難以學習且不受重視呢？或許是因為當時學校中普遍缺乏有工地實務經驗的教師；或許是土木科系的學生將心力投注在眾多的「主科」，而無暇他顧；或許是「工程地質」教科書中的礦物名稱和特性離現實生活太遙遠；或許是……；太多的或許造成工程相關人員對「工程地質」的漠

視！

多年來筆者多方搜集地質資料，並輔以媒體教學，企圖能充分說明工程地質的各種機制。本書的付梓即是個人工作心得的呈現，在此願以最誠懇的心與讀者共享。

本書之完成，首先要感謝聯合大地工程顧問公司提供南迴鐵路隧道地質師的工作機會，使本人得以有工程地質實務經驗並激發對研究「工程地質」的動機。撰稿期間，承蒙台電新天輪工程處曾錦鈴課長贈送隧道相關資料，讓本書更充實；萬鼎工程服務公司余明山副理和林曉宗地質師、本公司同事蘇灼謹、許輝文、劉安強和朱紹義等工程師協助校稿、電腦室謝承吉副主任封面彩繪；另外，鄒尉珍小姐從旁多方協助，在此一併表示十二萬分的謝忱。

筆者才疏學淺，倉促成書，書中誤謬在所難免，尚祈先進不吝指正，是所企盼，並期「大地工程學(四)岩石力學篇」能順利在明年與各位見面。

**施國欽** 1997年9月於台北

# 目 錄

## 第一章 概論

1.1 學習工程地質之目的 .....	1-1
1.2 工程地質之問題及影響因素 .....	1-2
1.2.1 工程地質主要問題 .....	1-4
1.2.2 工程地質主要影響因素 .....	1-5
1.3 試題精選 .....	1-7

## 第二章 造岩礦物及板塊構造學說

2.1 礦物的物理性質 .....	2-1
2.2 礦物之鑑定 .....	2-7
2.3 造岩礦物之種類 .....	2-12
2.3.1 矽酸鹽類礦物 .....	2-12
2.3.2 碳酸鹽類礦物 .....	2-15
2.4 地球內部構造簡介 .....	2-16
2.5 板塊構造學說 .....	2-21
2.5.1 板塊構造學說演變簡介 .....	2-21
2.5.2 板塊構造學說之內容 .....	2-23

2.6 試題精選.....2-30

## 第三章 地質材料

3.1 地質材料之種類及循環 ..... 3-1

3.2 火成岩之種類及其工程性質 ..... 3-2

    3.2.1 火成岩之成因及產狀 ..... 3-2

    3.2.2 Bowen 反應系列 ..... 3-5

    3.2.3 火成岩之特徵 ..... 3-7

    3.2.4 火成岩的分類 ..... 3-10

    3.2.5 火成岩之工程性質 ..... 3-13

3.3 沉積岩之種類及其工程性質 ..... 3-15

    3.3.1 沉積岩之成因 ..... 3-15

    3.3.2 沉積岩之特徵 ..... 3-18

    3.3.3 沉積岩之分類 ..... 3-19

    3.3.4 沉積岩之工程性質 ..... 3-22

3.4 變質岩之種類及其工程性質 ..... 3-24

    3.4.1 變質岩之成因 ..... 3-24

    3.4.2 變質岩之特徵 ..... 3-26

    3.4.3 變質岩之分類 ..... 3-28



3.4.4 變質岩之工程性質 .....	3-30
3.5 土壤種類及其工程性質 .....	3-31
3.6 地質年代與地層 .....	3-35
3.6.1 地層的劃分 .....	3-35
3.6.2 地質年代 .....	3-36
3.7 台灣的板塊運動及地質材料分佈 .....	3-38
3.7.1 台灣的板塊運動 .....	3-38
3.7.2 台灣的地質材料分佈 .....	3-41
3.7.3 台灣的地層劃分 .....	3-46
3.8 試題精選 .....	3-49

## 第四章 地質構造及地質圖

4.1 弱面的種類 .....	4-1
4.1.1 層面 .....	4-2
4.1.2 頁理 .....	4-3
4.1.3 不整合面 .....	4-3
4.1.4 節理 .....	4-5
4.1.5 斷層 .....	4-7
4.1.6 劈理 .....	4-7

4.1.7	片理 .....	4-8
4.1.8	剪裂帶 .....	4-9
4.1.9	裂隙 .....	4-11
4.1.10	張裂縫 .....	4-11
4.1.11	葉理 .....	4-11
4.2	弱面位態 .....	4-11
4.2.1	弱面位態之標示 .....	4-12
4.2.2	露頭之尋找 .....	4-15
4.3	斷層 .....	4-15
4.3.1	斷層的類型 .....	4-15
4.3.2	斷層之工程特性 .....	4-21
4.3.3	斷層之野外辨識 .....	4-23
4.4	褶皺 .....	4-26
4.4.1	褶皺之各部位名稱及類型 .....	4-27
4.4.2	褶皺對岩石的影響 .....	4-30
4.4.3	褶皺的野外判識 .....	4-30
4.5	弱面之描述與評估 .....	4-32
4.6	地質圖 .....	4-40
4.6.1	地層與地形之關係 .....	4-40

4.6.2	地質平面圖之繪製 .....	4-44
4.6.3	地質剖面圖之繪製 .....	4-46
4.7	台灣的地質構造 .....	4-57
4.8	試題精選 .....	4-67

## 第五章 環境因素

5.1	地形 .....	5-1
5.1.1	台灣的地形分區 .....	5-1
5.1.2	各種地形之工程地質重點 .....	5-4
5.2	大地應力及當地應力 .....	5-6
5.3	地震與活動斷層 .....	5-11
5.3.1	地震對工程破壞的種類 .....	5-11
5.3.2	地震與板塊之關係 .....	5-15
5.3.3	活動斷層 .....	5-16
5.3.4	集集大地震及其活動斷層 .....	5-18
5.4	地表水與河谷解壓 .....	5-22
5.4.1	河流之沖刷與淤積 .....	5-22
5.4.2	海(湖)岸之沖刷與淤積 .....	5-24
5.4.3	河谷解壓 .....	5-26

5.5	地下水 .....	5-29
5.6	氣候 .....	5-30
5.7	風化 .....	5-31
5.7.1	風化的種類 .....	5-31
5.7.2	影響風化的主要因素 .....	5-34
5.7.3	風化對岩石工程性質影響 .....	5-35
5.8	地下洞穴 .....	5-37
5.9	地熱及溫泉 .....	5-38
5.10	瓦斯及氣爆 .....	5-39
5.11	試題精選 .....	5-41

## 第六章 工程地質在邊坡工程之應用

6.1	山崩之原因 .....	6-1
6.2	山崩的影響因素 .....	6-4
6.3	山崩的類型 .....	6-9
6.3.1	土坡之山崩類型 .....	6-10
6.3.2	岩坡之山崩類型 .....	6-13
6.4	邊坡破壞之預防及處治 .....	6-15
6.5	山坡地開發的失敗案例 .....	6-21

6.5.1	高雄半屏山之山崩案例 .....	6-23
6.5.2	基隆某山坡地山崩案例 .....	6-26
6.5.3	米蘭山莊之山崩案例 .....	6-29
6.5.4	台北縣山坡地基礎上浮案例 .....	6-32
6.5.5	建築物差異沉陷案例 .....	6-36
6.5.6	林肯大郡之山崩案例 .....	6-42
6.5.7	德行東路山崩案例 .....	6-51
6.5.8	山坡地的安全監測 .....	6-56
6.6	開挖工程之影響因素 .....	6-58
6.7	試題精選 .....	6-61

## 第七章 工程地質在隧道工程之應用

7.1	隧道工程之地質災害與問題 .....	7-2
7.1.1	岩石隧道 .....	7-2
7.1.2	土質隧道 .....	7-9
7.1.3	卵礫石隧道 .....	7-11
7.2	隧道選線之工程地質 .....	7-11
7.3	隧道設計之工程地質 .....	7-19
7.4	隧道施工之工程地質 .....	7-21

7.5 隧道地質災害之因應對策 .....	7-26
7.5.1 抽心落盤之處理與防治 .....	7-26
7.5.2 湧水之處理與防治 .....	7-31
7.5.3 岩爆之預防 .....	7-33
7.5.4 瓦斯與氣爆之防治 .....	7-34
7.5.5 地熱與溫泉之因應對策 .....	7-35
7.6 岩體評分在隧道工程之應用 .....	7-35
7.6.1 南非 Bieniawski 之 RMR 法 .....	7-36
7.6.2 挪威 Barton 之岩體品質(Q)法 .....	7-41
7.7 試題精選 .....	7-43

## 第八章 工程地質在水庫工程之應用

8.1 水庫和壩址之工程地質問題 .....	8-1
8.1.1 水庫的工程地質問題 .....	8-1
8.1.2 壩址的工程地質問題 .....	8-2
8.2 壩址的水密性與穩定性 .....	8-5
8.2.1 地質材料與壩址之關係 .....	8-5
8.2.2 地質構造與壩址之關係 .....	8-6
8.2.3 環境因素與壩址之關係 .....	8-14

8.3 水庫淹沒區的水密性 .....	8-15
8.3.1 地質材料與水庫淹沒區的水密性 .....	8-15
8.3.2 地質構造與水庫淹沒區的水密性 .....	8-16
8.3.3 環境因素與水庫淹沒區的水密性 .....	8-18
8.4 試題精選 .....	8-21

## 第九章 工址調查

9.1 工址調查概論 .....	9-1
9.1.1 工址調查的目的 .....	9-1
9.1.2 工址調查之分段 .....	9-3
9.1.3 工址調查之原則 .....	9-4
9.1.4 工址調查方法 .....	9-5
9.2 遙測及航照判釋 .....	9-7
9.2.1 遙測 .....	9-8
9.2.2 航照判釋 .....	9-10
9.3 地表地質調查 .....	9-12
9.3.1 地表地質調查必備工具 .....	9-12
9.3.2 地表地質調查項目 .....	9-13
9.4 地球物理探測 .....	9-14

9.5	鑽探及取樣 .....	9-26
9.5.1	鑽探的目的及設備 .....	9-27
9.5.2	鑽探方法 .....	9-30
9.5.3	鑽探數量及深度 .....	9-33
9.5.4	鑽探之取樣 .....	9-36
9.5.5	鑽探及取樣之品質 .....	9-37
9.6	開挖調查及取樣 .....	9-40
9.7	現地試驗 .....	9-41
9.7.1	岩體現地應力試驗 .....	9-42
9.7.2	岩體強度試驗 .....	9-53
9.7.3	岩體變形性試驗 .....	9-57
9.7.4	岩體滲透性試驗 .....	9-64
9.8	室內試驗 .....	9-66
9.8.1	土壤室內試驗 .....	9-66
9.8.2	岩石室內試驗 .....	9-67
9.9	工址調查報告 .....	9-71
9.10	各種工程之調查重點 .....	9-74
9.10.1	活動斷層調查 .....	9-74
9.10.2	高層建築之工址調查重點 .....	9-77



9.10.3 自然邊坡之工址調查重點 .....	9-79
9.10.4 路工之工址調查重點 .....	9-80
9.10.5 電廠之工址調查重點 .....	9-81
9.10.6 水庫之工址調查重點 .....	9-81
9.10.7 壩址之工址調查重點 .....	9-82
9.10.8 隧道之工址調查重點 .....	9-83
9.11 工址調查個案分析.....	9-83
9.12 試題精選.....	9-88

## 第十章 立體投影簡介

10.1 立體投影之種類、原理和製作 .....	10-1
10.1.1 立體投影之種類和原理 .....	10-1
10.1.2 等角投影網之製作 .....	10-9
10.2 線的立體投影.....	10-14
10.2.1 直線的立體投影 .....	10-14
10.2.2 兩直線之夾角 .....	10-17
10.3 面的立體投影.....	10-18
10.3.1 平面的立體投影 .....	10-18
10.3.2 兩平面交線之立體投影 .....	10-21