

2013 中華民國營建工程學會第十一屆營建工

程與永續能源研討會

坡地校園工程常見缺失改善策略之研究

楊錫麒(Hsi-Chi Yang) 雷啟聰 王昭明
中華大學營建管理學系 中華大學營建管理學系 中華大學營建管理學系
副教授 碩士班研究生 碩士班研究生

摘要

本研究以全國各級坡地校園工程常見缺失所衍生的問題進行彙整，經由初級資料分析、次級資料蒐集進行專家驗證並用德菲法(Delphi)之決策方法進行專家問卷調查，確認坡地校園工程常見缺失原因及其缺失改善策略，以期望可以改善校園坡地工程安全的問題，各級學校一般營建工程與土木工程中所附屬之坡地工程，對於其從規劃、設計、施工、維護等各階段，如何避免與各階段之法規檢討及施工之衝突點，本研究乃是以坡地校園工程常見缺失改善策略為研究重心，探討校園坡地工程常見缺失改善策略的課題。綜合坡地校園工程常見缺失之問題發生之原因，屬潛勢災害評估之缺失為大宗，相關缺失改善對策，改善之方式可分為下述幾項：

- 一、可運用建立自主檢查表機制之改善對策。
- 二、規劃、設計、監造、維護經驗累積運用之改善對策。
- 三、加強校園坡地穩定分析、監測系統設置與回饋。
- 四、勤於維護的原則。

關鍵字：坡地校園工程、工程缺失改善策略、邊坡災害

An Investigation on the Improving Strategies for the Common Problems Encountered in the Slopeland School Campus Construction Projects

ABSTRACT

This study first, through literature reviews and expert inquiries, obtains the common problems encountered in the slopeland campus construction projects of different levels of schools, and then the Delphi method is used to evaluate and verify the improving strategies by performing three-round expert questionnaire, expecting to improve campus construction engineering safety issues. The problems encountered in the planning, design, construction and maintenance phases have been investigated. In

general, most of the causes for the problems of slopland school campus construction projects are of potential hazard assessment. The following four ways can be used to carry out the improving strategies: (1) Adopting the improving strategy of establishing a self-check list; (2) Using the improving strategies based on the accumulated experience from planning, design, construction supervision, maintenance stages; (3) Strengthening the campus slope stability analysis and establishing monitoring and feedback system; and (4) Keeping the principle of frequent maintenance.

Keywords: Slopland, Campus construction projects, Improving strategies, Side slope disasters

一、緒論

台灣地區的山坡地面積高達國土總面積的74%左右，顯示各級學校的基礎建設與坡地環境密不可分，近年來，由於各級學校過度的開發加上颱風豪雨強烈的侵襲下坡地校園環境的災害如淹水、地滑、土石流、山崩以及落石等接二連三的發生，造成坡地校園開發與自然環境的安全產生巨大的衝擊，潛藏著地震(earthquake)、洪氾(flood)、崩塌(landslide)與地滑(landslip)等各種環境致災因子。

由此可知，坡地校園本身的地質條件不佳加上外在天然環境因素的侵襲下，坡地校園災害便隨處可生，為了能更有效的防範坡地校園災害的發生，應因地制宜地規劃並訂定合理的坡地校園開發政策，同時採行有效的防治措施與災害防救體系，將坡地校園災害破壞程度降到最低。

二、研究目的

本文研究之主要目的在於：坡地校園工程常見缺失所衍生的問題進行彙整，以期望可以改善坡地校園工程安全的問題，及對實際坡地校園工程安全與工程順利圓滿完成 因此本研究在經由研究動機提取想法後，具體之研究目的如下：

- 1.探討坡地校園工程之缺失發生原因。
- 2.提出後續坡地校園工程缺失解決對策及建議。

三、文獻回顧

3.1 坡地校園災害案例



圖 3.1 (2009 年莫拉克颱風那瑪夏民族國小土石流災害)

災害描述：2001年09月29日時間11時左右，台北藝術大學游泳館與桃源國中
間之邊坡土石滑動，造成台北藝術大學網球場下陷，游泳館部分地基淘空，塌陷
之土石流入桃源國中校舍內，造成該校數間教室受損。

災害範圍：邊坡滑動範圍長約250公尺，寬約160公尺。



圖 3.2 國立台北藝術大學游泳館旁邊坡大面積崩塌 2001 年 9 月 29 日

四、專家訪談

本研究針對坡地校園工程，自規劃、設計、監造、維護過程中，一般可能導致日後於施工過程、工程驗收、使用維護，常見之缺失，特別邀請十五位專家學者，依據各專家學者領域設計問題，但其問題可分為下列主題：

1. 坡地校園工程規劃常見之缺失問題
2. 坡地校園工程設計常見之缺失問題
3. 坡地校園工程監造常見之缺失問題

4. 坡地校園工程維護常見之缺失問題

此四項問題再依各專家學者之業務、專長具體化為下列問題：

坡地校園工程規劃專家學者

- Q1：一般常見坡地校園工程規劃不合預期之問題？
- Q2：坡地校園工程規劃時，會勘現場結果，常見之缺失為何？
- Q3：規劃時之工法選擇依據為何？
- Q4：規劃時之坡地校園潛勢災害評估為何？

坡地校園工程設計專家學者

- Q1：坡地校園工程設計與建築設計之相關設計配合方式為何？
- Q2：坡地校園工程設計排水問題常見缺失為何？
- Q3：坡地校園工程設計須注意事項為何？
- Q4：坡地校園工程設計時工法選擇依據為何？

坡地校園工程監造專家學者

- Q1：坡地校園工程於施工時常見之問題為何？
- Q2：坡地校園工程施工時，監造作業常見之缺失為何？
- Q3：坡地校園工程圖說常見與施工時常見之衝突為何？
- Q4：坡地校園工程於驗收時常見之問題為何？

坡地校園工程維護之專家學者

- Q1：坡地校園工程維護施工時，工程施作常見之缺失為何？
- Q2：坡地校園工程維護施工時，常見與工程施工成果之衝突為何？
- Q3：坡地校園工程維護工程與自主檢查表之關係重要性為何？

五、德爾菲問卷調查

本研究針對一般坡地校園工程常見的缺失，問卷調查後規劃、設計、施工、維護階段缺失問題，供後續進行三次德爾菲問卷調查。本問卷對象係針對建築師、營造廠工程師、建築系教授、景觀系教授、土木工程學系教授、土地管理學系教授、學校總務承辦人員等共17員。

5.1 第一次德爾菲問卷調查結果分析

本研究第一次德爾菲問卷回收後，彙整專家意見，中位數算術平均數設定門檻值為3.8，算術平均數大於等於3.8表示該項缺失改善對策被認同，算術平均數低於3.8表示該項缺失改善對策不被認同須作修正。

第一次德爾菲問卷，採半開放式問卷方式，主要根據一般坡地校園工程常見的缺失，問卷調查後規劃、設計、施工及維護階段缺失問題進行訪談，並採李克特量表五點分級尺度，分數計算則依問題回答「非常同意」給予5分、到「非常不同意」給予1分，以此來衡量受訪者之整體意見，分別衡量受訪者對問卷內容。本次問卷共發出17份，回收17份，回收率100%。

表 5.1 第一次德爾菲問卷結果

缺失原因	改善對策	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意	算術平均
水土保持設計不，造成坡地危害主因	設計人員應確實評估良好之水土保持方式	0	2	5	9	1	3.53
擋土牆龜裂變形，地下水從牆縫滲流	維護人員應依自我檢查表項目定期檢查	0	1	4	10	2	3.76
排水溝嚴重淤積，影響排水功能	排水溝應定時清淤，避免影響排水功能	0	0	5	9	3	3.88
邊坡縱橫向排水未設置	邊坡縱橫向應設置排水避免	0	0	5	10	2	3.82

成沖刷破壞問題	造成沖刷破壞問題							
未能規劃配合友善校園無障礙空間	坡地校園工程規劃應配合友善校園無障礙空間設計要求	0	0	4	9	4	4.00	
設計開挖面太大，破壞原有穩定坡面	設計開挖面應確實評估原有坡面之穩定	0	3	5	8	1	3.41	
坡地校園潛勢災害調查跟掌握未能事先調查	應確實執行坡地校園潛勢災害調查	1	3	6	7	0	3.12	
建築物與擋土牆間退縮距離不足	建築物與擋土牆間應有一定之退縮距離	0	2	3	10	2	3.71	
回填土未分層夯實或未紀錄	回填土應分層夯實併確實紀錄	0	0	2	9	6	4.24	
銜接排水未消能造成沖刷破壞問題	銜接排水應設置消能設施避免造成沖刷破壞	0	0	0	10	7	4.41	
未能落實地表地質調查之工作	應確實執行地表地質調查之工作	0	0	5	10	2	3.82	
雨水落水管直接以90度彎頭無洩水坡度	雨水落水管應避免以90度彎頭使洩水管無洩水坡度	0	0	4	10	3	3.94	
未設有滯洪池或滯洪池容量不足	應評估設置滯洪池併考量滯洪池容量	0	0	4	9	4	4.00	
配置管線露明影響觀瞻且容易老化損壞	配置管線應避免露明以影響觀瞻及容易老化損壞	0	1	6	8	2	3.65	
地表排水設施不良	增設各種地表排水渠道，如截流溝、陡槽等	0	1	3	12	1	3.76	
地下排水措施不良	以盲溝、集水井、水平集水管或排水廊道宣洩地下水	0	0	5	9	3	3.88	
軟弱地盤高填方區構築擋土牆	以地盤改良提高承载力及減少沉陷量，牆基採用樁基礎	0	0	3	9	5	4.12	

經第一次德爾菲問卷結果得出共有 7 項相關缺失改善對策須修正意見

5.2 第二次德爾菲問卷調查結果分析

針對前一次問卷未達最小信度知題目，經電話訪談，更動坡地校園工程缺失改善方式，問卷共發出 17 份，回收 14 份，回收率 82%。

表 5.2 第二次德爾菲問卷結果

缺失原因	改善對策	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意	算術平均數
水土保持設計不良，造成坡地危害主因	依各校不同之地質環境設計最完善之水土保持方式	0	0	7	5	2	3.78
擋土牆龜裂變形，地下水從牆縫滲流	應主動定期依自我檢查表項目進行檢查及維護	0	0	2	3	9	4.47
排水溝嚴重淤積，影響排水功能	排水溝應定時清淤，避免影響排水功能	0	0	2	5	7	4.24
邊坡縱橫向排水未設置造成沖刷破壞問題	邊坡縱橫向應設置排水避免造成沖刷破壞問題	0	0	2	4	8	4.41
未能規劃配合友善校園無障礙空間	坡地工程規劃應配合友善校園無障礙空間設計要求	0	0	3	2	9	4.35
設計開挖面太大，破壞原有穩定坡面	設計開挖面應執行潛事災害評估及原有坡面之穩定	0	0	3	2	9	4.35
坡地校園潛勢災害調查跟掌握未能事先調查	執行校園周邊自我檢查表及坡地災害潛勢調查表	0	0	6	5	3	3.79
建築物與擋土牆間退縮距離不足	建築物與擋土結構間須設計有一定之退縮安全距離	0	0	6	5	3	3.79
配置管線露明影響觀瞻	應以線槽或管溝埋設避免						4.35

且容易老化損壞	露明以影響觀瞻及損壞	0	0	3	2	9	
地表排水設施不良	依實際情況增設地表排水渠道，如截流溝、陡槽等	0	0	6	5	3	3.79

5.3 第三次德爾菲問卷調查結果分析

本研究第三次德爾菲問卷，針對前一次問卷未達最小信度之題目，本次問卷共發出 17 份，回收 13 份，回收率 76%，針對第二次問卷未通過之四項缺失改善策略再作修正意見，結果四項缺失改善策略已通過被認同，問卷以已收斂。

六、結論

綜合以上之缺失改善對策，應屬可運用建立自主檢查表機制之改善對策為大宗，加強專業之智能及經驗傳承，及增加相關人員之素養，應可較容易於缺施發生實的改善時間，並藉由自主檢查表之統計、分析提醒，符合當初坡地校園工程之預期成效。

並同時運用品管七大手法之檢查表 (CheckSheet) 之方式，製作自主檢查表，提供各階段相關人員之參考，並可依各坡地校園工程之特色及差異性，相關人員自行加列自主檢查表之檢查項目，並藉由不斷之經驗累積，亦可於工程完工後，藉由開會之討論，增加自主檢查表之檢查項目，相信該份自主檢查表所提供之訊息，一定可以增加坡地校園工程之規劃、設計、監造、維護各階段之品質提升，會有非常大之幫助。

參考文獻

1. 交通部中央氣象局：<http://www.cwb.gov.tw/>
2. 交通部公路總局公路防救災系統：<http://bobe.thb.gov.tw/>
3. 農委會水土保持局土石流災害應變網站：<http://246.swcb.gov.tw/>
4. 經濟部水利署防災資訊服務網站：http://fhy.wra.gov.tw/Pub_Web_2011/
5. 董榮復，2011，植栽工程缺失改善策略之研究
6. 陳冠廷，2011，都市計畫分區使用樁位測定問題缺失改善之研究
7. 陳蘭澧，白毓婷，周世璋，黃天浩，2012，校園坡地防災之研究以中國科技大學台北校區為例。
8. 許晃雄、吳宜昭等，「臺灣氣候變遷科學報告2011」。
9. 由環境及設施容受力探討山坡地總量管制之研究：以臺北縣汐止市為例，徐偉鈞，2002。
10. 劉書綺，「都市地區地震災害避難據點與避難路徑擇定之研究」，國立交通大學土木工程學系，碩士論文，2011。
11. SPOT 衛星影像之崩塌地自動分類研究，劉守恆、林慶偉，2004。
12. 參與式地理資訊系統於原住民傳統領域知識建構，Chang 2002；蔡博文、丁志堅，2005。
13. J2ME 行動資訊系統之研究與開發，張揚，2009。
14. 「銅鑼工業區山坡地災害潛勢及安全性評估作業」委託技術服務，經濟部工業局中區工業區管理處，2010。
15. 「SPOT 衛星影像之山坡地自動分類研究」，劉守恆、林慶，2004。
16. 「台灣東部之環境地質分區與山坡類型」。工程環境會刊14：59-85，張石角，1995。