

# 國立宜蘭技術學院經德大樓水平及垂直 雙向之長期監測

黃賢統 徐輝明 方俊盛

國立宜蘭技術學院土木工程科

## 摘 要

國立宜蘭技術學院經德大樓長期監測始自八十二年起至八十五年止共三年，為一國科會四年整合型計畫中之子計畫，其間分年之量測結果已陸續刊登於各年度成果報告中[1, 2, 3]。本文將此三年量測結果予以整合及討論，可因此對一座落於地震區之大型學校大樓結構改變狀況有所了解。至於監測項目以採定期量測之現地測量方法，現地量測工作分為兩項，即〈一〉大樓水平傾斜量及〈二〉大樓垂直沉陷量；兩項量測工作分兩組人員每月進行一至二次量測，每年內所量測次數也約略相同，各項量測時所使用經緯儀，水準儀及標尺之種類及準確性均經有定期檢驗以確保量測之精度。

關鍵詞：大樓長期監測，大樓水平傾斜量，大樓垂直沉陷量。

# The Long-Term Surveying of Settlement and Inclination of the School Building Located at the National Ilan Institute of Technology

**S.T. Hwang H.M. Hsu G.S. Fang**

Department of Civil Engineering, National Ilan Institute of Technology

## **Abstract**

The research involves the investigations of inclination and settlement of the school building which is located at the campus of the National I-Lan Institute of Technology. During a period of three years, two different teams of members respectively measure the amounts of inclination and settlement one or two times in each month. By observing the recorded data for each surveying point set up for the building, it is found that the maximum single record of inclination is 0.9 cm and the maximum calculating value of cumulative inclination is 0.8 cm. In the mean time, it is also noted that those values of inclination change the sign frequently. On the other hand, the maximum determined value of settlement is 2.1 cm and the maximum final value of cumulative settlement is 0.9 cm. Both value of the maximum calculating cumulative inclination and settlement are within 1.0 cm. On the basis of considering various errors, these small amounts of inclination and settlement may indicate that the building remains the same level of position without variation. As a final, some issues related to the methodology of field setup for this study as well as recommendations for future studies are also reported in this paper.

**Key Words:** Survey, Settlement, Inclination.

## 壹、緒論

國立宜蘭技術學院經德大樓現場量測始自八十二年至八十五共三年，量測工作分為兩大部份，即 1. 大樓傾斜量及 2. 垂直沉陷量。

1. 大樓傾斜量採用經緯儀儀器作定點垂直投影偏移量之量測，因受地物及視距之影響，基準點與測點之距離有所限制，以致於經緯儀視鏡轉角極大對於儀器操作及偏移量之讀值不無影響，此種量測誤差值應大於儀器誤差值，且很難定出一最大誤差值。

2. 垂直沉陷量採用水準儀儀器作相對於一遠離經德大樓基準點之水準定點測量，該基準點離經德大樓基地有十米，以水泥樁埋於地震中心園區圍欄邊之土地上，經德大樓四邊牆上所佈之水準點則以該基準點為基準測量其高程差，各點之累計高程差則用以計算垂直沉陷量，水準儀測量時，標尺之水平氣泡確實居中與否頗能影響讀值，尤其水平距離較大之水準點。

各年度兩項量測工作分兩組人員每月進行一至二次量測，兩項量測之現場佈點仍儘量維持各年相同〔參考圖 1 及 2〕，一年內所量測次數也約略相同，各項量測時所使用經緯儀，水準儀及標尺之種類及準確性均經本校測量科技士定期送總廠檢驗。

水平位移量及垂直沉陷量於量測時所設置之基準點及觀測點觀測期間均須維持通視良好、其間不能有新、舊障礙物之阻礙，於其間因不可抗拒之故有所更改（即量測大樓傾斜量之西一及西二之基準點因受地震中心園區內新建工程之影響）而另行選點，然其量測結果正確性並不因此而受影響。

圖 1 國立宜蘭技術學院經德大樓水平位移量觀測點位分佈圖

圖 2 國立宜蘭技術學院經德大樓垂直沉陷量觀測點位分佈圖

## 貳、測量儀器、方法與步驟

經德大樓係採用現地比對的方法測量，兩組人員〔計畫共同研究人員二名及工讀生六名〕採三個部份實行量測：〈一〉傾斜部份測量、〈二〉沉陷部份測量、〈三〉比對參考部份測量；如前兩部份量測值變化過大時，此部份測量可作為檢測修改之用，如前兩部份量測值無過大變化時，則本部份測量值不予使用。

其所用儀器如經緯儀、水準儀及標尺之種類及準確性均有定期檢驗外，並固定使用相同儀器而不予更換，以確保量測之精度。儀器之規格如下：

1. 經緯儀 Wild 6 秒讀 一台
2. 水準儀 Kern〔2.5mm/1km〕 一台
3. 標尺〔0.5cm, 最小刻劃〕 二支

此三部份測量方法之步驟則歸納如下：

### 〈一〉傾斜測量方法：

(A)首先依照建築物位置分為東、西、南、北，四個方向，每個方向在通視之遠處作一至二點標準樁〔依現場環境而定〕，標準樁前方，作一副樁，作為核對用。在建築物上每個方向頂處佈二點〔均佈在二邊角落〕，並垂直下至建物中央處，同時穩固貼上標準尺。

(B)在標準樁上架經緯儀，作定心、定平後，經緯儀切過副樁作檢核，經緯儀對準頂點點位，垂直下核對標準尺，如此重覆檢測數次，並作倒鏡檢測，以比對每次的傾斜量。

### 〈二〉沉陷測量方法：

(A)以石樁作為標準樁，同時在建築物上佈若干點〔點位佈在建物的柱上〕，作一個閉合水準測量。

(B)以水準測量出每個點位的高程，必須閉合到石樁原點，並計算出每點高差，以比對前次高差，而得知沉陷量。

### 〈三〉比對參考測量：

經德大樓在頂點的各個角落作若干標準點，用水準儀直接測量出每點高差，並與前次高差比對，其所得的成果作為參考之用。〔因比對結果良好，故本項量測值不須使用。〕

## 參、成果與分析

三年來各年之量測結果已陸續刊登於各年度國科會成果報告中(李咸亨等；1994, 1995, 1996)，該些資料經整理分析後，依照水平位移量量測之記錄值所計算得到之各點位水平位移量則列於表 1 與繪於圖 3，垂直沉陷量量測之記錄值所計算之各點位間相對高程差〔已平差〕後，再計算相對於基準點之各點高程則列於表 2 與繪於圖 4。水平位移量之正負號規定為測者由基準點面向觀測點、每一測方之上下各置一測點，測尺置於下方測點上，上對下之位移向測者

右方為正、反之為負，單位為公分；垂直沉陷量之正負號規定為向上為正、反之為負，單位為公分。

量測水平位移量時經緯儀之使用均採正、倒鏡相互檢測，觀測點及架設經緯儀之基準點位置如圖 1。觀察水平位移量之值〔列於表 1〕，表列之單次最大增減值為 0.9 公分(南 1 點)、累計最大增減值為 0.8 公分(南 1 點)，而其中三個點位即西 2、北 1、北 2 三點之正負號時常變動，故雖然儀器誤差值極小，然基於考量量測誤差〔如緒論中所述〕之原因，水平位移量似無變化，應列為誤差之現象，南 2 點整個歷程中所測之水平位移量均過小，故也視同水平位移量似無變化。其餘四點位東 1、東 2、西 1、南 1 水平位移量及正負號均穩定，將其變動方向畫出如圖 5 即可發現其變動方向，而又因此四點位移量雖比較上比其他四點位大，然整體之位移量均十分小，故並不宜解讀為傾斜，僅可解釋為一北偏西之些微撓動，方不失之公允。

測垂直沉陷量之三角測量各點位及設於地震中心園區圍欄邊之基準點所在位置如圖 2。經由垂直沉陷量量測之相對於基準點之各點高程〔列於表 2〕，垂直沉陷量僅有極些微之沉陷，單次最大累計增減值為 2.1 公分〔點位 7 計算值〕，而最後結果之最大累計增減值為 0.9 公分〔點位 2 計算值〕，已超過儀器最大誤差值，以標尺觀測而言此值極不可能為誤差之故，故應可解釋些微之垂直沉陷量。

表 1 國立宜蘭技術學院經德大樓水平位移觀測之水平位移量計算結果

日期	東 1	東 2	南 1	南 2	西 1	西 2	北 1	北 2	備註
82.11.21*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	單位： 公分  正負號見文內說明  位置見附圖 1  *為年度之新測
82.12.16	0.00	-0.10	0.00	-0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	
83.01.09	0.10	-0.10	0.00	0.40	-0.10	-0.30	-0.50	0.30	
83.01.30	0.00	0.00	-0.10	0.30	-0.20	0.10	0.00	0.30	
83.03.13	0.20	-0.10	0.00	0.50	-0.40	-0.10	-0.10	0.00	
83.03.21	0.10	0.00	0.10	0.40	-0.50	-0.20	0.10	0.10	
83.03.26	0.00	0.00	-0.20	0.30	0.00	-0.20	0.00	-0.20	
83.04.23	0.30	0.20	0.20	0.40	-0.30	-0.10	0.10	-0.10	
83.05.01	0.20	0.10	0.00	0.50	-0.10	0.00	0.00	0.10	
83.05.08	0.10	0.00	0.20	0.50	0.10	0.00	-0.10	-0.30	
83.05.21	0.10	-0.10	0.30	0.50	-0.30	-0.30	0.00	-0.10	
83.05.28	0.30	-0.20	-0.10	0.30	-0.40	-0.20	-0.20	0.00	
83.11.17*	0.50	0.00	0.30	0.40	-0.40	-0.40	-0.40	0.10	
83.12.1	0.40	-0.70	-0.50	0.40	-0.50	-0.60	-0.40	0.10	
83.12.15	0.30	-0.70	0.10	0.10	-0.40	-0.70	-0.30	-0.40	

83.12.30	0.30	-0.20	0.10	0.40	-0.30	-0.60	-0.40	-0.40
84.1.14	0.30	-0.30	-0.40	0.60	-0.60	-0.70	-0.30	-0.40
84.1.26	0.30	-0.50	-0.20	0.10	-0.60	-0.70	-0.30	-0.30
84.2.13	0.40	-0.20	-0.50	0.20	-0.40	-0.70	-0.20	-0.30

84.3.14	0.50	0.00	-0.30	0.50	-0.40	-0.20	-0.20	0.00
84.3.28	0.40	0.00	-0.10	0.30	-0.50	-0.30	-0.20	-0.10
84.4.11	0.40	0.00	-0.30	0.40	-0.90	-0.30	0.00	0.00
84.4.25	0.50	-0.10	-0.30	0.50	-0.40	-0.20	0.30	0.00
84.5.11	0.30	0.00	-0.60	0.40	-0.40	-0.30	0.00	-0.50
84.5.25	0.30	-0.10	-0.60	0.30	-0.50	-0.10	-0.30	-0.10
84.6.15	0.30	0.10	-0.10	0.30	-0.60	-0.20	-0.10	0.00
84.7.2*	0.30	0.10	-0.10	0.40	-0.60	-0.20	-0.20	0.10
84.7.12	0.30	-0.10	0.10	0.30	-0.70	-0.20	-0.10	-0.30
84.8.14	0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.50	-0.20	-0.30	-0.10
84.8.23	0.30	-0.40	-0.10	0.20	-0.60	-0.30	0.10	-0.10
84.11.9	0.70	0.60	-0.80	0.10	-0.60	0.10	-0.10	0.00
84.11.30	0.73	0.50	-0.80	0.20	-0.60	0.10	0.00	0.00
84.12.14	0.80	0.53	-0.84	0.20	-0.60	0.05	-0.10	0.02
84.12.21	0.30	0.50	-0.85	0.20	-0.60	0.05	-0.05	0.00
84.12.28	0.30	0.50	-0.80	0.10	-0.50	0.10	0.00	0.02
85.1.16	0.30	0.50	-0.80	0.10	-0.60	0.05	0.00	0.10
85.2.7	0.30	0.50	-0.90	0.10	-0.60	0.00	0.00	0.05
85.3.7	0.35	0.50	-0.85	0.20	-0.60	0.00	-0.10	0.05
85.3.14	0.30	0.60	-0.80	0.15	-0.60	-0.05	-0.05	0.10
85.4.11	0.30	0.55	-0.80	0.20	-0.55	0.00	0.00	0.00
85.4.18	0.35	0.55	-0.75	0.25	-0.50	0.10	0.00	0.10
85.5.2	0.30	0.50	-0.80	0.20	-0.55	0.00	0.00	0.00
85.5.25	0.30	0.60	-0.84	0.20	-0.55	-0.05	-0.05	0.00
85.6.12	0.35	0.55	-0.85	0.25	-0.60	0.00	-0.10	0.10
85.6.28	0.30	0.53	-0.80	0.20	-0.50	0.00	-0.05	0.10
85.7.5	0.30	0.60	-0.75	0.20	-0.55	0.10	0.00	0.05
85.7.20	0.35	0.55	-0.80	0.15	-0.55	0.00	0.00	0.00

85.7.30	0.35	0.55	-0.80	0.20	-0.50	-0.10	-0.05	0.10	
---------	------	------	-------	------	-------	-------	-------	------	--

圖 3 國立宜蘭技術學院經德大樓水平位移量觀測量計算值歷程圖

表 2 國立宜蘭技術學院經德大樓垂直沉陷量觀測各點位相對於基準點高程差累計結果

/位置	1 至	2 至	3 至	4 至	5 至	6 至	7 至	8 至	9 至	10 至	備註
日期						基準點					
82.11.21*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	單位：
82.12.16	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.00	-0.10	-0.10	公分
83.01.09	-0.10	-0.10	0.00	-0.10	-0.20	0.00	-0.10	0.00	-0.10	-0.10	
83.01.30	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.20	-0.10	-0.20	0.00	0.00	-0.20	正負號見
83.03.13	-0.10	-0.20	0.00	-0.10	-0.10	0.00	0.00	-0.10	0.00	-0.10	文內說明
83.03.21	-0.10	-0.60	0.00	-0.10	-0.10	0.00	-0.10	-0.20	-0.20	-0.20	
83.03.26	-0.20	-0.30	-0.10	-0.20	-0.10	0.00	0.10	-0.10	-0.10	-0.20	位置見附
83.04.23	-0.10	-0.20	0.00	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.30	-0.20	-0.20	圖
83.05.01	-0.30	-0.30	-0.10	-0.20	-0.10	0.00	0.10	-0.10	-0.10	-0.20	
83.05.08	-0.10	-0.60	0.00	-0.10	0.00	0.10	0.10	-0.10	-0.10	-0.20	*為年度
83.05.21	-0.10	-0.30	-0.10	-0.20	0.00	0.00	0.00	-0.30	-0.20	-0.20	之新測
83.05.28	-0.10	-0.30	-0.10	-0.20	-0.20	-0.10	-0.20	-0.30	-0.20	-0.20	
83.06.05	-0.30	-0.30	-0.40	-0.60	-0.50	-0.40	-0.20	-0.40	-0.40	-0.30	
83.06.19	-0.30	-0.30	-0.30	-0.80	-0.50	-0.50	-0.30	-0.40	-0.60	-0.30	
83.07.03	-0.40	-0.40	-0.40	-0.80	-0.40	-0.50	-0.40	-0.50	-0.70	-0.40	
83.07.17	-0.40	-0.40	-0.30	-0.80	-0.60	-0.60	-0.40	-0.50	-0.70	-0.40	
83.11.17*	-0.36	-0.38	-0.30	-0.75	-0.52	-0.63	-0.40	-0.45	-0.77	-0.44	
83.12.1	-0.50	-0.45	-0.30	-0.74	-0.49	-0.43	-0.34	-0.54	-0.69	-0.40	
83.12.15	-0.35	-0.46	-0.37	-0.81	-0.57	-0.51	-0.27	-0.47	-0.68	-0.39	
84.1.5	-0.38	-0.37	-0.25	-0.73	-0.58	-0.56	-0.35	-0.43	-0.67	-0.36	
84.1.14	-0.36	-0.32	-0.18	-0.64	-0.46	-0.42	-0.18	-0.24	-0.56	-0.28	
84.1.26	-0.40	-0.51	-0.36	-0.80	-0.55	-0.49	-0.24	-0.28	-0.59	-0.30	
84.2.13	-0.35	-0.47	-0.32	-0.77	-0.53	-0.49	-0.31	-0.36	-0.67	-0.39	
84.3.6	-0.36	-0.48	-0.34	-0.80	-0.62	-0.58	-0.34	-0.40	-0.56	-0.28	
84.3.14	-0.37	-0.51	-0.38	-0.85	-0.63	-0.67	-0.45	-0.52	-0.69	-0.37	

84.3.28	-0.43	-0.41	-0.28	-0.75	-0.53	-0.57	-0.35	-0.42	-0.75	-0.43	
84.4.21	-0.38	-0.43	-0.37	-0.85	-0.64	-0.68	-0.47	-0.55	-0.73	-0.42	
84.5.11	-0.38	-0.43	-0.37	-0.85	-0.64	-0.68	-0.47	-0.55	-0.73	-0.42	
84.5.25	-0.39	-0.45	-0.34	-0.83	-0.63	-0.63	-0.43	-0.52	-0.71	-0.41	
84.6.15	-0.39	-0.39	-0.34	-0.83	-0.63	-0.63	-0.43	-0.52	-0.71	-0.41	
84.7.12*	-0.24	-0.80	-0.25	-0.84	-0.64	-0.64	-0.80	-0.43	-0.52	-0.22	
84.8.12	-0.35	-1.11	-0.36	-0.95	-0.75	-0.65	-0.81	-0.54	-0.73	-0.43	
84.10.30	-0.64	-1.40	-0.45	-1.34	-1.64	-0.28	-1.10	0.23	0.04	0.14	
84.11.10	-0.91	-0.81	-0.16	-0.25	-0.65	-0.55	-1.01	-0.04	-0.23	-1.49	
84.11.21	-0.94	-0.84	-0.19	-0.28	-0.68	-0.58	-2.10	-0.07	-0.26	-0.16	
84.12.1	-0.97	-0.87	-0.22	-0.31	-1.47	-0.61	-1.07	-0.10	-0.29	-0.19	
84.12.10	-1.04	-0.94	-0.29	-0.38	-0.78	-0.68	-1.14	-0.17	-0.36	-0.26	
84.12.21	-1.04	-0.94	-0.29	-0.38	-0.78	-0.68	-1.14	-0.17	-0.36	-0.26	
85.1.7	-1.03	-0.93	-0.28	-0.37	-0.77	-0.67	-1.13	-0.22	-0.35	-0.25	
85.1.19	-1.04	-0.94	-0.29	-0.38	-0.78	-0.68	-1.14	-0.17	-0.36	-0.26	
85.1.29	-1.00	-0.90	-0.25	-0.34	-0.74	-0.64	-1.46	-0.13	-0.32	-0.22	
85.2.9	-0.94	-0.84	-0.19	-0.28	-0.68	-0.58	-1.04	-0.07	-1.32	-0.16	
85.2.23	-0.77	-0.83	-0.02	-0.11	-0.51	-0.41	-2.03	0.04	-1.65	0.01	
85.3.7	-1.04	-0.94	-0.29	-0.38	-0.78	-0.68	-1.14	-0.17	-0.36	-0.26	
85.3.21	-1.04	-0.94	-0.29	-0.38	-0.78	-0.68	-1.14	-0.17	-0.36	-0.26	
85.4.6	-1.04	-0.94	-0.29	-0.38	-0.78	-0.68	-1.14	-0.17	-0.36	-0.26	
85.5.4	-1.04	-0.94	-0.29	-0.38	-0.78	-0.68	-1.14	-0.17	-0.36	-0.26	
85.5.10	-0.50	-1.16	-0.61	0.16	-0.90	-0.80	-0.96	-0.69	-0.68	-0.38	
85.5.24	-0.25	-0.91	-0.46	-1.05	-0.65	-0.55	-0.61	-0.34	-0.43	-0.23	
85.6.7	-0.26	-0.82	-0.37	-0.86	-0.76	-0.66	-0.62	-0.45	-0.44	-0.14	
85.6.21	-0.23	-0.89	-0.44	-0.93	-0.63	-0.63	-0.59	-0.42	-0.51	-0.21	
85.7.5	-0.21	-0.87	-0.32	-1.01	-0.71	-0.61	-0.57	-0.50	-0.39	-0.19	
85.7.19	-0.25	-0.91	-0.46	-0.95	-0.65	-0.55	-0.61	-0.44	-0.43	-0.13	
85.7.29	-0.24	-0.90	-0.45	-0.84	-0.54	-0.54	-0.70	-0.43	-0.52	-0.22	

圖 4 國立宜蘭技術學院經德大樓垂直沉陷量觀測計算值歷程圖



圖 5 國立宜蘭技術學院經德大樓水平位移量示意圖

#### 肆、結論與建議

各年度量測收集之資料〔至 85 年 7 月〕經整理分析後，水平位移量及垂直沉陷量僅有極些微之增減值，除儀器誤差及量測誤差所造成部分外，故可結論為一局部北偏西之些微水平撓動及整體之些微向下垂直沉陷量。

除上述結論外，再參考三年度量測收集整理之資料〔表 1 及 2〕所整理出之統計表〔表 3 及 4〕，並輔以歷程圖(圖 3 及 4)可進一步推論出：

1. 水平位移量方面：參考表 3 可看出各單點(方位)間均有正負號變動，故誤差之影響不可忽視，依表 3 之值顯示此誤差應為 0.5 公分左右，又該局部北偏西之些微水平撓動值本就在 1 公分內，再扣除此誤差之影響，則此些微水平撓動將更行些微。此外觀察圖 3 之歷程圖可看出整體(八個方位)之變化平均值為 0，故頗符合一整體量測原則，即增減值概括平衡，因此可論斷此項量測之佈設與量測的可接受性。

2. 垂直沉陷量方面：參考表 4 可看出各單點(方位)間正負號變動不大，故誤差影響僅 0.1 公分左右似可忽視。此外觀察圖 4 之歷程圖可看出明顯之三段標示依序為 A、B、C，比較此三段，該些微垂直沉陷量在第一年(大樓新建完成)佔即高之比例，後面兩年已趨於直線，雖各點位線上下跳動仍大，然應為局部誤差之影響，故 A、B、C 三段線之連線可表示為大樓之整體垂直沉陷量平均歷程圖。又全部點位垂直沉陷量值均為向下(負值)且相差不大，故應為一均勻沉陷，並無不均勻沉陷之發生。此外 C 段(第三年其間)前半段之波動大，所以可發現該其間，因年度交接新手加入之故，恐量測工作之穩定性稍差，然總體由圖 A、B、C 三段線之連線及表 4 之統計值觀之，大樓均勻些微沉陷之平均歷程圖圖形之變化形式合乎正常的現象，也相對地驗證本項量測之佈設與量測的可接受性。

3. 水平位移量與垂直沉陷量兩方面之相互驗證：由圖 3 之水平位移量歷程圖可看出整體全方位之變化(雖僅些微之變動)以 0 為基準，上下方各四點，故頗符合一整體量測原則，即增減值概括平衡下，在另一方向即垂直向應為一單方向且全體同上或同下的變動方合理；果不然在垂直沉陷量方面即得到驗證，由圖 4 之垂直沉陷歷程圖可明顯看出整體全方位之變化均向下且穩定在 0.5 公分附近，故水平位移量與垂直沉陷量兩方面長期監測之資料又再一次相互驗證了二者資料之解讀方向尚稱正確，而此微量之變化，就工程觀點研判，應均不影響大樓結構之安全。

建議可在停止監測數年後再觀測一年，如該年量測收集之資料仍與此三年之結果推論類同，則方可 1. 再一次確定水平位移極些微且偏北西向及 2. 確定較大垂直沉陷量產生在第一年而於第二年後即穩定，此外在這三年內也發生過數次中級地震，如能作一結構動力分析則可計算此座落於地震區之大型學校結構遭受中級地震之前後反應改變狀況，接著則可再以本監測資料予以互相驗證。因為此大樓為一中度抗彎構架(Intermediate Moment-Resisting Frame)，且因為地震區之要求，故而中度抗彎構架在台灣就較多，所以此種分析之驗證則可對此類結構有作為參考或改進上貢獻之可能。

表 3 水平位移觀測之水平位移量計算統計結果(單位：公分)

位置	其間最大值	其間最小值	最後累計值
東 1	0.80	0.00	0.35
東 2	0.60	-0.70	0.55
南 1	0.30	-0.90	-0.80
南 2	0.60	-0.10	0.20
西 1	0.10	-0.90	-0.50
西 2	0.10	-0.70	-0.10
北 1	0.30	-0.50	-0.05
北 2	0.30	-0.50	0.10

表 4 垂直沉陷量觀測各點位相對於基準點高程差累計統計結果(單位：公分)

位置		其間最大值	其間最小值	最後累計值
1 至	基準點	0.00	-1.04	-0.24
2 至		0.00	-1.40	-0.90
3 至		0.00	-0.61	-0.45
4 至		0.16	-1.34	-0.84
5 至		0.00	-1.64	-0.54
6 至		0.10	-0.80	-0.54
7 至		0.10	-2.10	-0.70
8 至		0.23	-0.69	-0.43
9 至		0.04	-1.65	-0.52
10 至		0.14	-1.49	-0.22

## 謝 誌

本計畫(NSC83-0410-E-011-003)、(NSC84-2621-P-011-004-B)、(NSC85-2621-P-011-002)承蒙行政院國家科學委員會研究經費補助，特予感謝。

## 參考文獻

1. 李咸亨，張得文，黃炯憲，黃賢統，”宜蘭農工教學大樓基地土壤彈簧勁度與祖尼之研究 (I)” ，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，1994
2. 李咸亨，張得文，黃炯憲，黃賢統，”宜蘭農工教學大樓基地土壤彈簧勁度與祖尼之研究 (II)” ，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，1995
3. 李咸亨，張得文，黃炯憲，黃賢統，”宜蘭農工教學大樓基地土壤彈簧勁度與祖尼之研究 (III)” ，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，1996

87 年 10 月 19 日 收稿

87 年 11 月 11 日 接受