

# 調查報告

壹、案由：高鐵雲林段地層下陷一直是高鐵行車安全最大隱憂，非但影響高鐵營運，且攸關乘客之生命安全；此乃高鐵選線規劃之初，即存在且需面對的問題，惟近期報導顯示，高鐵始終無澈底解決方案，迭遭外界批評卻無積極作為，認有深入瞭解之必要乙案。

## 貳、調查意見

一、報載高速鐵路跨越台78線處橋墩差異沉陷對高鐵結構雖尚無立即危險，惟確已造成行車安全隱憂，為防範持續地層下陷可能對高速鐵路之行車、結構安全及營運等造成負面影響，甚至危及民眾搭乘之安全，交通部高速鐵路工程局應積極督促台灣高速鐵路股份有限公司持續監測地層下陷，並預先妥為因應

(一)按台灣高速鐵路股份有限公司(下稱台灣高鐵公司)99年3月1日「TK224+260~TK224+405橋墩差異沉陷分析」報告略以，高鐵雲林土庫路段TK224+260~405為三跨連續橋梁(40+64+40)，由於受到區域地層下陷之影響以及78號快速道路6公尺高路堤額外載重之影響，自2003年監測系統初值建立以來，下陷持續發展，至2009年10月差異沉陷為1.076/1500，已超過高鐵軌道結構設計標準1/1500。該報告記載，依據工業技術研究院之測量結果，TK224+260~405三跨連續橋梁下4支橋墩P512、P513、P514、P515之累積沉陷量與對應之角變量如下表：

表1 橋墩累積沉陷量與對應之角變量

墩號	里程數	結構型式	跨徑	92-98年度累積沉陷量(cm)	橋墩前後變位角	橋墩角變量(*1500)
P512	224+259.842	連續梁	35	-51.82	-0.0006060	0.187
			40		0.0007308	

P513	224+299.842	連續梁	40	-54.75	-0.0007308	0.985
			65		0.0000742	
P514	224+364.842	連續梁	65	-55.23	-0.0000742	1.076
			40		-0.0006435	
P515	224+404.842	連續梁	40	-52.66	0.0006435	0.283
			35		-0.0004551	

(註：台灣高鐵於95年12月7日正式通車營運)

(二)查據工業技術研究院99年3月「台灣高速鐵路計畫2008~2009年度地層下陷監測與分析評估計畫-2009年度評估報告」，高鐵跨越台78線處墩柱間之差異沉陷量在2003年10月~2004年7月期間為1.2cm，至2008年10月~2009年10月之差異沉陷量僅為0.4cm，2003年10月~2009年10月累積之差異沉陷量為3.6cm，顯示地層雖仍持續下陷，惟已逐年減緩。

(三)據復，工程實務上，橋梁結構可承受之差異沉陷遠較設計規範值為大。台灣高鐵公司為確認高鐵行車安全，請原設計單位中興工程顧問公司參考日本鐵路橋梁國家規範「鐵道構造物標準同解說-混凝土構造物」第3.4.3節規定，從極限結構承載力的觀點，評估該處連續梁結構可承受最大之差異沉陷量，其分析結果顯示，P512~P515橋墩在平時狀況下，最大允許之長期差異沉陷為16公分(角變量6/1500)；在設計地震下，最大允許之長期差異沉陷為12公分(角變量4.5/1500)。故高鐵跨越台78線之連續梁「結構不發生破壞」之最大差異沉陷(角變量)為4.5/1500，該值可視為差異沉陷之最大容許值。該公司考量高鐵跨越台78線處墩柱間差異沉陷量之最大容許值與現階段累積之角變量(1.076/1500)與墩柱間累積差異沉陷量(3.6cm)之差距以及角變量之增加速率，研判高鐵跨越台78線處橋梁結構目前並無安全疑慮。經本院諮詢專家學者亦認為，雲林土庫地區雖有長期地層下陷的問題，但均屬

大範圍且全深度的下陷，並無極端的差異沈陷現象，對高速鐵路在短期內不致形成安全上的威脅。

(四)惟查，高鐵結構安全與高鐵行車安全係截然不同的兩個問題，上述4.5/1500之角變量數值均係以強度上限（Strength limit）觀點推算高鐵結構是否安全，惟該等極限狀況產生時，早已超過適用性上限（Serviceability limit）要求，亦即高鐵高速行車早已無應有之舒適性與安全感，為兼顧高速行車安全性及適用性，依高鐵土建設計規範，高鐵所能承受之最大差異沉陷角變量應小於1/1500，而P514橋墩前後沉陷角變量已達1.076/1500，顯然已略超過1/1500規定。另查據高鐵土建設計規範2.3.2節規定，為維持軌道平整與舒適性，垂直線型平整度不得超過1/1000，目前軌檢車(EM120)最新量測垂直線型平整度之數值為0.67/1000。

(五)經核，有關報載高速鐵路跨越台78線處橋墩差異沉陷雖已逾設計規範值1/1500，雖經台灣高鐵公司函復該規範值僅係為施工最低參考標準，且從極限結構承載力的觀點，高鐵橋墩結構可承受之最大差異沉陷角變量可達4.5/1500，該公司爰據該數值說明現有橋墩角變量均尚在安全範圍內，惟自高速行車安全及舒適性觀之，高鐵所能承受之最大差異沉陷角變量仍應小於1/1500，而P514橋墩前後沉陷角變量已達1.076/1500，顯然已略超過1/1500規定。另目前軌檢車(EM120)最新量測垂直線型平整度之數值為0.67/1000，亦已日驅接近臨界值1/1000。為防範持續的地層下陷對高速鐵路結構及營運功能造成負面影響，甚至危及民眾搭乘之安全，交通部高速鐵路工程局應積極督促台灣高鐵公司持續並加強監測橋墩之絕對沉陷量及差異沉陷量外，同時預先妥為因應，並提出具體可行改善方案。

二、一般農業用水只抽取淺層地下水，只會造成地表淺層地

層的壓縮，而雲林縣高鐵沿線的地層下陷是以地表以下150m的深層抽水壓縮佔較大比例（約2/3），僅禁止抽取中淺層農業用水並無法有效改善高鐵沿線地層下陷，故應全面限制或減少大量抽取地下水，包括中淺層（200m以上）之農業用水及深層（200m以下）之工業及民生用水

- (一)經本院諮詢專家學者認為，雲林縣土庫、元長位在距離濁水溪及北港溪約略等距的內陸地區，其地層下陷主要是來自深層地層(150m以下)的壓縮。因此降低當地深層井的抽水以及減少來自濁水溪及北港溪的地下水補注上的妨害，將可減少土庫、元長的地層下陷。而彰化縣溪州鄉主要下陷錐發生在中山高速公路與高速鐵路交叉段北方約1公里之位置，經由地層下陷監測井與水準測量成果交叉分析顯示，該地區之土壤壓縮位置主要發生在地底300公尺以下，顯示區域的深層抽水才是造成土層壓縮下陷的主要原因。另彰化縣溪州鄉的區域下陷行為已導致高速鐵路亦產生區域下陷，因此建議彰化縣政府應儘快協調該地區的區域用水，減少地下水抽用量，以降低該區域與高速鐵路的下陷量。
- (二)針對高鐵雲林段沿線3公里範圍內封井成效評估結果，雲林農田水利會封井後，其範圍內之水準樁下陷量並無明顯減緩趨勢，主要因雲林內陸地區單位厚度壓縮速率以含水層4最大(超過含水層2之二倍以上)，雲林農田水利會封填之水井深度大都在120~150公尺(含水層2)，其非主要抽水深度，故成效不佳。而土庫鎮自來水廠之封填，對於減緩地層下陷則有良好成效，其原因為自來水廠的水井深度約介於244~301公尺，而該深度正位於主要地層壓縮深度(220~300公尺)。因此由上述數據顯示，優先限制或減少深層（200m以下）

之大量抽水，對減緩地層下陷具有較好的效果。

- (三)分析高鐵雲林段沿線3公里封井成效，成果顯示僅土庫鎮10口自來水廠封井後有顯著效果。然而該地區地層壓縮量雖有減緩，但其佔整體之壓縮比例仍高(目前約56.7%)，推測除自來水廠之水井外，應有其它深層水井分布在土庫鎮，建議經濟部水利署進行土庫地區水井普查，並管制該區域抽水或逕行封井。濁水溪沖積扇富含易壓縮土壤，且非法抽水井超過15萬口以上，因此造成當地嚴重地層下陷，預計新增水源(湖山水庫)需至民國103年才會完成，現階段應大範圍持續監測該地區的地層下陷趨勢與沉降中心。
- (四)整體而言，雲林土庫地區最大累積地層下陷已超過55公分，其中深層(200m以下)壓縮下陷約佔2/3~4/5，而中淺層(200m以上)壓縮下陷約佔1/5~1/3，彰化溪州地區最大累積地層下陷已達150公分，其中深層(150m以下)壓縮下陷約2/3，而中淺層(150m以上)壓縮下陷約佔1/3。由此可見，雲彰地區地層下陷係大面積及全深度之地層下陷，其中雖以深層壓縮沉陷佔較大的比例，但要有效阻止高鐵沿線地層持續下陷，應全面避免或減少大量抽取地下水，包括中淺層之農業用水及深層之工業及民生用水，尤其應嚴格取締非法抽取地下水。
- (五)雲彰地區地面水源缺乏，有賴長期抽取大量地下水以供應農業灌溉、工業及民生用水所需，此乃造成大規模且全深度(達300m)地層下陷之原因，不但對高鐵高速行車安全造成隱憂，而且影響國土規劃及保育，政府應早日訂定雲彰地區水資源開發及水資源調配政策，並規劃優質及永續發展的生活環境。

三、為避免地層下陷持續惡化，地層下陷區於區內之地面水資源開發計畫完成前，均應長期持續推動地下水補注工作，並確實管理維護地下水補注設施，以確保發揮補注功能

(一)按地層下陷區於地面水資源開發計畫未能取代抽取地下水情況下，難以立即達成大幅減抽之目標，地下水水位仍有下降潛勢。彰雲地區目前雖已規劃開發湖山水庫及大度堰等地面水資源計畫，惟此等大型水資源開發計畫易與環境生態保護課題相衝突，且辦理環境影響評估作業時間冗長，甚易影響原定水資源開發進程，使其供水時程延宕，而於其延宕所產生之供水缺口，需依賴地下水源之供應，使得地下水減抽困難。

(二)經本院諮詢專家學者認為，藉由持續地下水補注，可有效增加地下水儲蓄量，並可於區域水資源缺乏而各標的用水仍需抽用地下水時，減緩地下水水位下降速率，降低抽取地下水之衝擊。惟彰雲地區主要水源多來自濁水溪，而集集攔河堰已於彰雲地區濁水溪上游攔蓄大量川流水供聯合調度使用，而濁水溪下游亦核發地面水權，且基於生態保護需求，濁水溪河道仍需維持其保持水量，造成彰雲地區可供作地下水補注之水源量不穩定，如何有效利用有限水源進行地下水補注，則仍待審慎評估及分析。

(三)為避免地層下陷持續惡化，地層下陷區於區內之地面水資源開發計畫完成前，均應長期持續推動地下水補注工作，並確實管理維護地下水補注設施，以確保發揮補注功能。揆諸經濟部水利署過去擬推行之彰雲地區地下水補注工作雖可有效挹注地下水含水層，但因地下水仍遭持續超抽而成效不彰，此仍需藉由產業配合調整、水井有效管理及違法抽水行為管制等工作同步進行，始可確保地下水補注功效。

#### 四、雲林縣政府辦理地層下陷防治工作經費及人力不足、執行意願低落，應深切確實檢討改善

- (一)依地層下陷防治方案計畫目標，雲林縣地下水年抽取量須減至4.5億立方公尺，惟實際抽用量迄96年止仍高達10.37億立方公尺；全縣持續下陷面積應減為330平方公里，惟實際下陷面積迄97年止，卻仍高達580.7平方公里；應封填違法水井累計800口，惟迄97年僅封填204口。
- (二)據復，該府基層執行人力及經費不足實為無法落實執行防治工作之主因。以往防治工作之推動經費，主要係由中央政府編列經費再衡量地方政府執行能力與需要補助地方政府執行，但目前因統籌分配款則改變，中央部會年度經費已大不如前。以內政部為例，第二期方案推動期間，各年度編列防治經費，由90年10,554萬元，逐年減縮至96年4,971萬元。中央部會防治經費縮減，而地方政府在施政績效及財政收支考量下，地層下陷防治經費亦相當有限或遭議會刪除。
- (三)按地層下陷為緩慢之壓密變形，一旦啟動壓密行為，縱使立即而全面地停止抽地下水，地層仍將持續壓密，因此地層下陷防治成效很難於短期間內具體顯現，故地方政府往往將封填違法水井等根本防治工作排序在最後；兼之以地方首長及議會代表均為民選，違法水井取締工作迭遭民眾激烈抗爭，又欠缺額外防治經費挹注，導致地方政府在民意壓力、施政成效、財政收支、社會穩定及定常業務等因素綜合考量下，對於土地及抽水等違法行為之管理、取締意願普遍低落，因而限制防治執行進度與成效。
- (四)經核，高速鐵路沿線3公里範圍內尚有高達11,942口違法水井，日日夜夜威脅著南來北往疾駛的高鐵列車，高鐵的行車安全無異是地方政府「不可承受之重」。

地層下陷防治工作誠然千頭萬緒，然除中央機關之會銜推動外，地方政府亦應充分體認，積極配合執行，揆諸縣府地層下陷防治業務均無專任業務承辦人員籌辦之現況，思及目前高鐵沿線部分橋墩已逾設計容許值的沉陷量，實令人憂心不已，地方政府是該確實檢討改善的時候了！

參、處理辦法：

- 一、擬抄調查意見函請行政院轉知所屬確實檢討改進見復。
- 二、檢附派查函及相關附件，送請交通及採購委員會暨內政及少數民族委員會處理。