

檔 號：
保存年限：

經濟部水利署水利規劃分署 函

地址：臺中市霧峰區中正路1340號
聯絡人：杜怡德
連絡電話：04-7628741#1307
電子信箱：g8742002@wrap.gov.tw
傳 真：

受文者：社團法人中華民國水利技師公會全國聯合會

發文日期：中華民國113年3月8日

發文字號：水規技字第11309004630號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：0301專家座談會議紀錄.odt (1130900465_1_08095325446.odt)

主旨：檢送本分署113年3月1日「全灌漿式水壓計技術指導原則
研擬及應用推廣」專家座談會議紀錄1份，請查照。

正本：余化龍委員、李鐵民委員、林志平委員、林連山委員、陳瑞昇委員、游景雲委員、賴典章委員、鍾朝恭委員、羅偉誠委員、鐘志忠委員、顧承宇委員、經濟部水利署、社團法人中華民國水利技師公會全國聯合會、三聯科技股份有限公司、中興工程顧問股份有限公司、社團法人台灣省水利技師公會、巨廷工程顧問股份有限公司、艾奕康工程顧問股份有限公司、傑美工程顧問股份有限公司、精靈工匠科技股份有限公司、黎明工程顧問股份有限公司、環興科技股份有限公司

副本：吳文賢



經濟部水利署水利規劃試驗所 會議紀錄

壹、開會事由：「全灌漿式水壓計技術指導原則研擬及應用推廣」專家座談會

貳、開會時間：民國113年3月1日上午10時整

參、開會地點：水利署台北辦公區第1會議室(臺北市大安區信義路3段41-3號9樓)

肆、主持人：張分署長廣智

伍、記錄人：杜怡德

陸、參加單位及人員：(詳會議簽名冊)

柒、主持人致詞：(略)

捌、業務單位報告：(略)

玖、邀請陽明交通大學工學院院長林志平委員簡報：(略)

拾、討論意見：

一、林委員連山

(一)本計畫如果可以發展到具商業規模，則對水壓計的推廣具有里程碑式的發展，樂見其成。

(二)一般水庫觀測使用者乃孔隙水壓計為主，而孔隙水壓計之埋測原理乃探頭四週均以粗砂覆蓋，而本計畫乃以水泥皂土來封閉探頭，因此，基本差異乃探頭四週的包覆材料不同，致造成量測的成果會有差異，或許設法讓它的時間延遲多以平差後可以量得較相近孔隙水壓力，惟如何進行平差？

(三)依報告，美國已有成功案例，因此，可就其具體成果予以引薦，俾合理本計畫之正當性。

(四)水壓計的探頭被水泥皂土包覆後，未知其耐久性如何？

二、陳委員瑞昇：

(一)建議除數值模擬與室內試驗外，也應進行現地試驗以及水灰比和皂土混合比的評估。

(二)何謂灌漿之K值，如何決定與施作？

(三)此方法的成本與傳統差異？如遇特殊地質是否會有應用上的問題？是否會有應用深度的限制？

三、游委員景雲：

- (一)數值分析與室內試驗看來成效頗豐，建議進行現地試驗。
- (二)實際施工時可能面臨問題建議說明。

四、賴委員典章：

- (一)數值模擬在各種水壩構造形態的分析，建議再持續進行。
- (二)建議在國內均質壩小型壩體，先行進行現地測試。水庫的選擇，建議注意其庫水位與降雨等基本資料之同步蒐集。
- (三)分層碾壓壩也可選擇風險較低之小型壩體進行殼層與濾層之全灌漿式水壓計之裝設監測，心層部分，建議在初期測試確定可靠後，再進行。
- (四)壩基部分，也可考慮進行，但其測得結果與壩體測得結果之評析，應考慮壩基地質狀況之局部變異性大，建議分開評析。
- (五)基於壩體之風險考量，建議對鑽探方法也進行分析探討，訂定規範。
- (六)大部分水庫之土石壩埋設之水壓計都因年久失效，壩體水壓計資料缺失，壩體浸潤線多為推定，疑慮難除，全灌漿式水壓計可能為有用之解方，建議積極推動。

五、鐘委員志忠(書面意見)：

- (一)目前研究顯示於土壤地層之安裝可行性高，但於岩石邊坡應用可行性？因受現場岩石邊坡裂隙影響主導。
- (二)岩石邊坡現場灌漿常受到因破碎帶而漏漿，若採用砂石回填灌漿，應該影響有限？
- (三)目前若需要多層封層，但若使用單一全深度均回填灌漿，換言之是否封層效果有限？

六、鍾委員朝恭：

- (一)全灌漿式水壓監測井可分高低層次放入數個感測器(如水壓計)，且比傳統水壓計施工容易，依簡報所示目前已有多國實際使用案例，同時復經國內學術單位數模及室內實驗評析可行，因此建議儘速進行實地驗證進而推廣使用。
- (二)目前部分水庫完工營運已久，致壩體水壓監測儀器故障無法使用，而水壓計為水庫重要安全監測儀器，爰建議先選擇水壓計故障較多之二、三級水庫進行實地測試驗證，由於水庫殼層位於濾層下游，其量測水壓值較低且變化不大，因此可考量於濾層上游不透水心層實地測試，並與附近原理設水壓計加以比對評析，惟如需

於短期內查證全灌漿式水壓監測系統是否可行，則可於地層下陷區擇地先行施作測試(孔深20~50m左右)。

- (三)全灌漿式水壓監測系統灌漿配比為日後施工重要材料，依據簡報所示 PR 適用範圍應小於100~1000為較佳可行方案，但 PR 值也不能過小，會有遲滯現象的產生，因此建議參酌國外案例選擇適當灌漿材料及配比(合宜 Kg)後進行實地測試，期使該技術能早日應用於國內各水庫。

七、羅委員偉誠：

- (一)此技術之優勢與潛力甚高，不論是由滲透係數比值，皂土混合漿配比與週遭地質關係及土壤壓縮等影響等方面考量。
- (二)以往地層下陷區域進行試驗，土壤或地質分層確實造成影響，建議水規分署可進行分層試驗以確定其影響。
- (三)依經驗傳統水壓計與光纖水壓計實際應用上仍會有所差異，亦會有時間延遲效應且水壓計分層串接亦可能造成誤差，建議針對此部分進行試驗。

八、三聯科技股份有限公司：

- (一)建議進行試驗時將水壓計分為上下兩層進行。
- (二)不同土層滲透係數不同，請教是否需要不同灌漿配比以為因應。
- (三)不同灌漿配比於施工時將造成施工困難度提升或工作性不佳等問題，請問如何解決？

九、中興工程顧問股份有限公司：

- (一)水壓計長時期使用後可能會有故障，將於現地試驗造成影響，不知全灌漿式水壓計表現如何？
- (二)土石壩水壓計安裝部份可考慮在壩的下游側如雜填區等，除了能測到水庫水位變化影響外，也能初步探討未來在壩基岩盤遇到的問題。

十、艾奕康工程顧問股份有限公司：

不同配比之現地適用性(例如高滲透性砂土與低滲透性黏土)與時間延遲為何？建請說明？

十一、巨廷工程顧問股份有限公司：

- (一)全灌漿式水壓計與一般傳統施作方式其成本與單價之差異建請說明？
- (二)全灌漿式水壓計在鑽井施作時可能會有坍塌問題，請問填砂或灌

漿配比是否需要改變？另請教否能應用於深開挖？

十二、精靈工匠科技股份有限公司：

- (一)因有事無法參加會議，故寫下意見供參考，本人專長在於沖積平原的地下水資源研究與永續管理，非大壩安全監測或其他種場域，因此本人意見著重於「全灌漿式水壓計是否可應用於地下水資源研究」之可行性，不涉及大壩安全等應用場域。
- (二)由於無法參與會議，與會前自行查詢文獻，本技術似乎多施行於幾種特殊場域，大壩監測或冰凍土等。灌入水泥、通膨土與水之已知參數混合漿液，眾多文獻指出 $K_g/K_s < 1e2$ 之條件下 (K_s 為環境水力傳導係數， K_g 為漿體之水力傳導係數)，全灌漿式水壓計方可正確觀測，意味著漿體傳導係數有其上限。
- (三)在沖積層之水位觀測，關鍵在於含水層與阻水層的分層水位，不可打破阻水層封隔效應，且必須量測到含水層的水壓力變化。因此設置單孔多井之關鍵，分段說明如下：
 1. 在開篩段，以濾料與外界相連，且濾料需能擋住外砂從篩網流入(抽水試驗時尤為重要)。濾料滲透率應較高，方可因應外部水文地質行為的變化。
 2. 另外，以皂土來隔開分層，避免水壓透過 PVC 管與井壁間通道聯通。
- (四)在尚未實地試做以前，本人認為幾件事情應注意：
 1. 對水文地質觀測而言，漿體之建議 K_g 為何？如 K_g 較大，其可感測到含水層壓力變化，但兩個含水層分層可能藉由漿體部分，產生垂直向的快速路徑；如 K_g 太小，雖可阻隔垂向交換，但是否還能正確觀測到含水層外部壓力變化？
 2. 如若執行抽水試驗，漿體是否可像濾料一般，擋住含水層的外砂流入？
 3. 如若無法滿足前述需求，本技術應無法應用於沖積平原之地下水位觀測場域。
- (五)本技術是否可行，建議可直接實地試做測試，科技部於雲林地陷區設置一口16層觀測井，建議可於相近場域，同步觀測其可行性與正確性等。
- (六)如若通過測試，證實正確性與可行性。在地下水管理與地層下陷管理問題中，絕對有其幫助，然關鍵還是在於是否正確可行。

十三、黎明工程顧問股份有限公司：

- (一)現地試驗是否利用現有井孔裝設，以節省時間與經費？

十四、試驗科吳正工程司文賢：

(一)理論與技術可行性高，後續要建立完整技術體系，如此才能有系統性地與美國墾務局交流後逐步掌握此項技術關鍵處，並能有效地推廣應用在國內工程實務。

(二)如何有效將該技術推廣於國內需一步步推進，而不是跳躍式，應該是有系統性的邁進，首先應該有技術規範，然後教育訓練推廣，畢竟無技術規範，民間業者也不敢使用，此外現場施工技術人員本位主義，將對該技術推動可能也會是一種阻礙。以下為個人提出意見供參：

1. 配比技術：

(1)配比考量原則：該技術規範使用範圍及條件，倘若裝設於壩體時需如何考量哪些條件，例如觀測井與現場土壤之滲透係數比或彈性模數比（希望觀測井與周圍環境力學性質一致性）。

(2)配比公式：雖有一定的配比範圍可供參考，但材料種類性質仍有差異，所得結果會有所不同，使用者使用前仍須自行調整，因此需提供如何採用何種實驗設計方法來確定各材料比例，畢竟沒有像混凝土配比設計的公式可供參考使用。

(3)提供影響配比因素，俾利實驗設計使用決定；有時候會要改善水泥皂土漿的工程性質會工作度，會添加化學藥劑來改善其性質，因此影響因素增加，實驗設計也更加複雜，所以要有有效的實驗設計方法來使用。

(4)配比優選方法：透過實驗設計後會有不同的配比，如何選擇恰當的配比則需要有優選的方法來使用。

(5)拌和機具（機具形式要求）與程序（各項下料順序、水泥與皂土混合方式，例如：濕式或乾式）。

(6)漿體配比設計雖如達到工程性質要求，但現場施工性仍須考量，因此工作度要求是重要的，採用何種規範施做則必須考量。

(7)需考量水泥的化學反應非及時完成，漿體使採用水灰比會比混凝土來得大，因此其水化反應時間會較久，時間可能會一年以上，漿體孔隙結構會越來越緻密，所以對於漿體的透水係數設計值決定需考量此點，避免該設計值在設計範圍的邊緣值。

2. 材料規範

(1)水泥系材料：使用水泥類型，品質相關要求，是否需依使用

環境而使用不同類型水泥，二型水泥或抗侵蝕水泥等，這些都應該清楚規範。

(2)皂土類型：不同鹽基（鈣基或鈉基）皂土會與水泥混合會有不同影響；另外皂土的悟性與化性都必須有品質要求及相關試驗規範。

(3)化學添加劑：為因應配比目標或許可以添加化學藥劑來改善漿體工作性及工程性質，例如輸氣劑（TAPE A）、強塑劑（TAPE F 或 TAPE G）。鑑於添加劑與水泥間的化學反應會因水泥種類、廠牌、現地施工氣溫等有所差異，需進行使用前相關測試工作，其試驗規範可以既有相關規範來實施。

3. 現場施工技術與規範

(1)施工人員技術要求：現場施工人員會依本身經驗施做，該經驗或許會造成工程失敗，不可不慎。

(2)實驗室配比與現場差異克服：實驗室所求得配比之工作性與性質往往會與現場有所差異，其原因大多實驗室環境為可控，試驗機具類型、與材料數量與現場有差，如何掌握在現場調控漿體工作性與材料比例誤差範圍是值得注意。

(3)鑽孔最小直徑要求：主要是配合施工機具、漿體工作性。

(4)漿體工作度測試規範制訂：要考慮實際各種工況，訂定適當工作性，採用適當的測量儀器來確保其工作性。

(5)現場施工機具要求：相關設備要求，確保具有施工能力廠商執行。

(6)若在壩體鑽探，其鑽探工法要求。壩體不是不能鑽探，而是如何施工，一般是禁止使用水作為沖洗介質，以避免土壤流失，如何在壩體鑽探要有一施工規範，且嚴格實施，避免施工人員依自身經驗施做。

4. 儀器規格要求

(1)儀器類型要求

(2)儀器是否要有氣壓補償設計

(3)水泥漿是否會影響儀器的感測器，漿體之粉體粒徑大小範圍需不需要求。

(4)儀器安裝前需進行何種動作？是否可將整理為規範做為現場施工依循。

十五、技發科科長程運達：

本年度擬進行現地試驗，將尋找已有資料收集之水位觀測井

區域設置試驗，待有成果後，將可嘗試於人工湖、小型堰壩區域進行試驗。

拾壹、綜合決議：

請參酌委員及業界代表意見，循序漸進執行現地試驗及後續相關事宜，請技發科考量現實狀況尋找示範地點進行現地試驗。

拾貳、散會(下午1時30分)

**「全灌漿式水壓計技術指導原則研擬及應用推廣」專
家座談會議
簽到表**

時間	113年3月1日 08:00	地點	9F第一會議室
主持人	張廣智 (數位)(09:54)	紀錄	杜怡德 (09:26)

出席人員:

單位	職稱	姓名	簽名	備註
余化龍委員				
李鐵民委員				
林志平委員	教授	林志平	林志平	(09:41)
林連山委員	委員	林連山	林連山	(10:00)
陳瑞昇委員	教授	陳瑞昇	陳瑞昇	(09:59)
游景雲委員	教授	游景雲	游景雲	(10:05)
賴典章委員	委員	賴典章	賴典章	(09:54)
鍾朝恭委員	委員	鍾朝恭	鍾朝恭	(09:56)
羅偉誠委員	教授	羅偉誠	羅偉誠	(09:54)

單位	職稱	姓名	簽名	備註
鐘志忠委員			(書面意見)	
顧承宇委員				
社團法人中華民國水利技師公會全國聯合會				
三聯科技股份有限公司	經理	謝志龍		(09:50)
中興工程顧問股份有限公司	工程師	朱蕙蘭		(09:40)
中興工程顧問股份有限公司	工程師	馮文明		(09:41)
中興工程顧問股份有限公司	地質師	唐厚樞		(09:43)
中興工程顧問股份有限公司	工程師	吳嘉賓		(09:51)
中興工程顧問股份有限公司	正工程師	江憲宗		(09:53)
社團法人台灣省水利技師公會	技師	陳韋圻		(09:54)
巨廷工程顧問股份有限公司	經理	王昱雲		(10:07)

單位	職稱	姓名	簽名	備註
艾奕康工程顧問股份有限公司	水利技師	溫嘉琪		(09:41)
傑美工程顧問股份有限公司				
精靈工匠科技股份有限公司				
黎明工程顧問股份有限公司	工程師	鄭向高		(09:58)
環興科技股份有限公司				
水利規劃分署/ 技發科	正工程司兼 科長	程運達		(09:23)
水利規劃分署/ 技發科	正工程司	畢嵐杰	畢嵐杰(數位簽到)	(09:45)
水利規劃分署/ 技發科	工程員	邱映軒		(09:26)
水利規劃分署/ 試驗科	正工程司	吳文賢	吳文賢(數位簽到)	(09:24)
水利規劃分署	秘書室	劉育卉		(09:30)
資訊室	駐點人員	吳隆川	吳隆川(數位簽到)	(09:44)
陽交大 防災中心	副工程師	呂昱瑋		(09:39)