

梳子壩在土石流作用下之三維數值分析

林德貴^[1] 黃伯舜^[2] 黃隆明^[3]

摘 要 本研究以台中縣和平鄉博愛村境內松鶴一溪第 5 號梳子壩為分析案例，在相同壩柱高度條件下且尺寸配置符合水土保持規範之要求原則下，選用四組不同壩柱寬度(D)與壩柱間開口寬度(L)比之配置變化 ($D/L=0.667\sim 0.683$) 之梳子壩，以三維 (3-D) 有限元素數值程式，建立三維數值模型，並對 4 種外力組合作用狀況下，即 *Case 1* (壩體上游堆積土石由淨空 (空壩) 到土石流推擊)、*Case 2* (淤滿後靜土石堆積狀態加最大地震力)、*Case 3* (壩體上游土石流淤滿後土石流溢流) 及 *Case 4* (壩體上游土石流接近淤滿時巨礫撞擊) 進行靜態 3-D 力學分析，並針對壩柱 D/L 比值及對壩體應力與變位分布之影響進行探討。分析結果顯示，在最大彎曲拉應力 $+\sigma_{yy}$ (>0) 與混凝土容許拉應力 σ_t 之比值 ($+\sigma_{yy} / \sigma_t$) 方面: *Case 4* (80.02%) $>$ *Case 1* (17.94%) $>$ *Case 3* (5.78%) $>$ *Case 2* (0.12%)。而在最大彎曲壓應力 $-\sigma_{yy}$ (<0) 與混凝土容許壓應力 σ_c 之比值 ($-\sigma_{yy} / \sigma_c$) 方面: *Case 4* (4.46%) $>$ *Case 1* (2.86%) $>$ *Case 3* (1.95%) $>$ *Case 2* (1.51%)。同時，最大剪應力 σ_{yz} 與混凝土容許剪應力 σ_s 之比值 (σ_{yz} / σ_s) 方面: *Case 4* (71.11%) $>$ *Case 1* (6.93%) $>$ *Case 3* (2.76%) $>$ *Case 2* (0.93%)。最後，依據數值分析結果，壩柱在最大拉應力方面，當土石流巨礫撞擊力由三支壩柱減為二支壩柱來分擔時，其最大拉應力 $+\sigma_{yy}$ 與混凝土容許拉應力 σ_t 之比值 ($+\sigma_{yy} / \sigma_t$)，將由 0.53 提昇為 0.80 (約增加 51%)。同時，最大剪應力 σ_{yz} 與混凝土容許剪應力 σ_s 之比值 (σ_{yz} / σ_s)，則由 0.48 提昇為 0.71 (約增加 48%)。由上述分析值可知，巨礫撞擊力之承擔方式由三支壩柱減為二支壩柱後，將使混凝土壩體結構之拉應力及剪應力更接近其容許強度值。因此，在進行壩體應力檢算時，土石流巨礫撞擊力可考慮假設由相鄰之二支壩柱來承擔，以獲得較有效經濟之材料強度應用。

關鍵詞：梳子壩、三維有限元素、三維數值模型、撞擊力、壩柱寬度與壩柱開口寬度比。

Three Dimensional Numerical Analyses of Slit Dam Subjected to Debris Flow

Der-guey lin^[1] Bor-Shun Huang^[2] Long-Ming Huang^[3]

ABSTRACT This study selects the No. 5 slit dam (gravity dam) situated at the Song-He No. 1 creek, Bo-Ai village, He-Ping, Taichung County as a case history for structural analysis. By keeping the dam height (or slit column height) unchanged, the configuration meets the design criteria. The four sets of fictitious slit dam were

-
- [1] 國立中興大學水土保持系副教授 (通訊作者)
Associate professor, Department of Soil and Water conservation, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan 402
(Corresponding Author)
E-mail: dglin@nchu.dragon.edu.tw
- [2] 國立中興大學水土保持系博士生
Doctoral student, Department of Soil and Water Conservation, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan 402
- [3] 國立中興大學水土保持系副教授
Associate professor, Department of Soil and Water conservation, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan 402