

利用砂箱質點影像測速儀實驗探討不同底部摩擦的影響

Using PIV to Analyze Sandbox Experiments of Different Basal Friction

潘昌志¹ 盧佳遇² 喬凌雲¹ 胡植慶²

Chang-Chih Pan¹, Chia-Yu Lu², Ling-Yun Chao¹, Jyr-Ching Hu²

1. 國立台灣大學海洋研究所

1. Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

2. 國立台灣大學地質科學研究所

2. Institute of Geosciences, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

摘要

利用物理模型來進行地質構造模擬，能即時觀察到構造的型貌及構造的演化，而砂箱模型由於其顆粒狀流體的特性，可以用來模擬非線性變形過程及岩層破裂之前的變形，雖然砂箱實驗有部分限制，如地溫梯度、時間效應及某些無法縮尺的參數等，但利用材料的相似性，如彈性、塑性及摩擦行為，可用於研究構造動力學。但實際上的構造行為遠比我們肉眼觀察到的更為複雜，包括在破裂前強度的增加，以及破裂後強度的減弱，這些行為亦是常見的地殼變形過程。許多模型都必須經過一個適當簡化的過程，但仍必須保有研究範圍內的相似性，而摩擦係數提供在邊界摩擦行為的相似性，有助於模擬岩層之間的摩擦行為。

PIV(Particle Image Velocimetry，質點影像測速儀)，利用兩個影像的對比分析得到的位移場，廣泛應用在流場監測上。有些研究將其應用在航照或衛星影像來了解地殼變形、地震變形和山崩隨時間的演化(Lecdorier et al., 1994; Chambon et al., 2003; Dominguez et al., 2003; White et al., 2003; Delacurt et al., 2004; Casson et al., 2005; Tseng et al., 2007)，用於砂箱實驗可提供高解析度的位移監測(Adam et al., 2005)，對於岩層破裂前後其瞬變行為的觀察，可以提供動力學的機制分析。

本研究使用的砂箱為底拉式砂箱，長三公尺，寬十公分，底部使用砂紙，上覆均質砂粒，用來進行 2D 的構造模擬。此砂箱亦可同時進行二組實驗，而在初步的結果方面，由於二組實驗的砂紙性質由於使用次數並非完全相同，在相同的縮短量下，變形行為卻有很大差異。第一組具有多組逆斷層，水平的變形集中在斷層下盤，垂直向的變形則集中在上盤近斷層處。第二組除多組逆斷層亦多了數組背衝斷層(back thrust fault)，水平向的變形除了在逆斷層下盤，亦有較小分量延伸至上盤至逆衝斷層，垂直向變形則是較均勻的向上。第一組的變形特性類似於高底部摩擦係數(high basal friction)，第二組的特性則為低底部摩擦係數(low basal friction)；過去亦有研究針對侵蝕角度及摩擦係數探討基盤掘升(exhumation)作用(Konstantinovskaia and Malavieille 2005)。本研究利用 PIV 技術分析砂箱實驗，並結合傳統的砂箱實驗分析，探討不同底部的摩擦係數造成的構造演化，未來將利用定量分析，將底部砂紙的摩擦係數量化，了解此參數對於構造演化的影響。

參考文獻

- Adam, J., Urai, J.L., Wieneke, B., Oncken, O., Pfeiffer, K., Kukowski, N., Lohrmann, J., Hoth, S., van der Zee, W., Schmatz J., 2005. Shear localisation and strain distribution during tectonic faulting—new insights from granular-flow experiments and high-resolution optical image correlation techniques. *J. Struct. Geol.* 27, 283-301.
- Casson B., Delacourt C., Allemand, P., 2005. Contribution of multi-temporal remote sensing images to characterize landslide slip surface - Application to the La Clapière landslide (France). *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 5, 425-437.
- Chambon, G., Schmittbuhl J., Corfdir A., Vilotte J.-P., Roux S., 2003. Shear with comminution of a granular material: Microscopic deformations outside the shear band. *Phys. Rev. E* 68, 011304.
- Delacourt, C., Allemand, P., Casson, B., Vadon, H., 2004. Velocity field of the “La Clapière” landslide measured by the correlation of aerial and QuickBird satellite images. *Geophys. Res. Lett.*, 31, L15619, doi:10.1029/2004GL020193.
- Dominguez, S., Avouac, J.-P., Michel, R., 2003. Horizontal coseismic deformation of the 1999 Chi-Chi earthquake measured from SPOT satellite images: Implications for the seismic cycle along the western foothills of central Taiwan. *J. Geophys. Res.* 108(B2), 2083.
- Konstantinovskaia, E., and J. Malavieille, 2005. Erosion and exhumation in accretionary orogens: Experimental and geological approaches, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 6, Q02006, doi:10.1029/2004GC000794.
- Lecordier, B., Mouqallid, M., 1994. CCD recording method for cross-correlation PIV development in unstationary high speed flow. *Exp. Fluids* 17, 205.
- Tseng, C.-H., Hu, J.-C., Chan, Y.-C., Chu, H.-T., Lee, J.-F., Wei, J.-Y., Lu, C.-Y., 2007. Non-catastrophic landslides induced by the Mw 7.6 Chi-Chi earthquake in central Taiwan as revealed by PIV analysis. *Tectonophysics*, revised.
- White, D.J., Take, W.A., Bolton, M.D., 2003. Soil deformation measurement using particle image velocimetry (PIV) and photogrammetry. *Géotechnique* 53(7), 619-631.