

ANALISI SPERIMENTALE E MISURA DIRETTA DELLO SFORZO TAGLIANTE DI FONDO DI CORRENTI IN CANALE A PELO LIBERO

SOMMARIO

In questo lavoro si presenta lo studio che ha portato alla progettazione, realizzazione e sperimentazione di un sistema innovativo per la misura diretta, in laboratorio, dello sforzo tagliente di fondo delle correnti a pelo libero. Con tale studio si è voluta sondare la possibilità di fornire un nuovo strumento di indagine alla ricerca, soprattutto nell'ambito dell'erosione del fondo dell'alveo durante gli eventi noti come debris flow. In questi fenomeni particolarmente complessi, infatti, lo sforzo tagliente di interfaccia tra la corrente di acqua e detriti e il fondo su cui essa si propaga, è ormai riconosciuto come uno dei parametri chiave che più incide sulla dinamica locale e globale del moto (Iverson 2010). Ciò nonostante, la ricerca sperimentale non ha ancora sufficientemente indagato questo aspetto. L'impianto elettromeccanico presentato in questo lavoro ha, dunque, l'obiettivo di dare un contributo a questa indagine.

Nella prima parte del lavoro si propone un breve inquadramento sulle teorie di modellazione della fase propagativa dei debris flow, discutendo le differenze tra l'approccio monofasico e il più recente approccio bifasico. Di quest'ultimo approccio si presentano e mettono a confronto due modelli specifici, Takahashi (2007) e Iverson (2010), per evidenziare l'influenza che hanno le ipotesi di base sulla capacità del modello di giustificare e simulare il comportamento dinamico del fenomeno.

Un'attenzione specifica viene dedicata al fenomeno dell'entrainment di massa che frequentemente si verifica per i debris flow che scorrono su fondi erodibili, evidenziando come, anche in questo caso, lo sforzo tagliente alla base sia di fondamentale importanza, insieme alle altre condizioni al contorno del fenomeno, come lo stato tensionale del fondo.

Contestualmente alla modellistica si riportano i più recenti e significativi esperimenti fisici presenti in Letteratura, con particolare attenzione a quegli aspetti che maggiormente palesano il ruolo delle tensioni di fondo sulla dinamica globale dei debris flow. A tale riguardo si presenta e commenta il lavoro di McArdeil (2007), in cui c'è un primo tentativo di misura diretta dello sforzo tagliente in esperienze di campo in Svizzera.

Il lavoro, quindi, entra nel vivo della ricerca sperimentale eseguita, presentando l'impianto elettromeccanico pensato e realizzato. Ogni sua componente fondamentale viene presentata singolarmente, discutendone le caratteristiche peculiari e il ruolo che svolge nel complesso dell'intero sistema.

Si passa poi alla presentazione di un modello matematico, con il quale si simulano analiticamente gli esperimenti realizzati con l'impianto, consentendo alla fine del lavoro una stima sulla precisione della misura.

Nell'ultimo capitolo si presentano le diverse condizioni sperimentali imposte al sistema, si riportano i dati degli esperimenti eseguiti, si descrive la procedura di elaborazione dei segnali provenienti dall'impianto elettromeccanico e si evidenzia il legame funzionale tra lo sforzo tagliente di fondo, la pendenza e la scabrezza del canale. Attraverso l'elaborazione statistica dei dati si dimostra la ripetibilità della misura mentre, per valutare il grado di precisione, viene posta particolare attenzione al confronto tra i valori dello sforzo tagliente di fondo calcolati con il modello analitico e i valori misurati dall'impianto elettromeccanico. Il lavoro si chiude proponendo alcuni possibili sviluppi futuri della ricerca sperimentale sui debris flow che possono avvalersi del metodo di misura presentato.

EXPERIMENTAL ANALYSIS AND DIRECT MEASURE OF SHEAR STRESS BED OF FLOW IN OPEN CHANNEL

ABSTRACT

The manuscript presents the study that led to the design, implementation and testing of an innovative system for the direct measurement, in the laboratory, of the bed shear stress of flows in open channel. The related analysis has been intended at exploring the possibility of providing a new tool to survey research, especially in the context of the erosion of the bed during the events known as debris flow. In fact, the shear stress between the debris flow and the ground over which it propagates, is now recognized as one of the key parameters that affect the most dynamic local and global motion (Iverson 2010). However, experimental research has not sufficiently investigated this aspect. The electromechanical system presented in this work earned, therefore, the purpose to make a contribution to this survey.

In the first part of the work a short introduction on the theories of modeling development phase of debris flow is proposed, discussing the differences between the one-phase and multi-phase (two-phase) approach. For the two-phase approach two specific models are presented and compared, Takahashi (2007) and Iverson (2010), to highlight the influence that the assumptions on the model's ability to justify and simulate the dynamic behavior of the phenomenon.

A specific attention is paid to the entrainment phenomenon that occurs frequently for debris flow that slide on erodible beds, highlighting how, also in this case, the basal shear stress is of fundamental importance, together with the other conditions outlining of the phenomenon, as the stress state of the bed.

Together with the modeling we show the most recent and significant physical experiments in literature, with particular attention to those aspects that most reveal the role of the shear stress bed on the dynamics of the global debris flow. At this regard the work of McArdell (2007) is shown, in which there is a first attempt of direct measure of the bed shear stress in field experiences in Switzerland.

The work, therefore, gets to the heart of experimental research carried out so far, by presenting the electromechanical system designed and built. Each key component is presented individually, presenting the characteristics and the role it plays in the complex of the system.

After exposing the mathematical model, it is analytically simulated the experiments made with the plant. Comparison allowed on getting the measurement estimate accuracy.

In the last chapter the different experimental conditions imposed on the system are shown. The procedure of processing the signals from the plant is described, highlighting the functional link between the shear stress bed, the slope and the roughness of the channel. Through a statistical analysis of the data, it is demonstrated the repeatability of the measurements, while, to assess the precision degree, particular attention is paid to the comparison between the values of the shear stress bed calculated with the analytical model and the values measured by the plant electromechanical. The work closes by offering some possible future developments of experimental research on debris flow that can make use of the measurement method presented.