

II-503

堆砂垣周辺砂面に作用するせん断力と砂面変動の関係

間 組 正会員 山 口 博 人
日本大学理工学部 正会員 堀 田 新太郎

研究の目的

飛砂防止工として一般的に使用される工法の一つに堆砂垣がある。しかし、堆砂垣の堆砂特性については十分に明らかにされている訳ではない。堆砂垣周辺(前後)の堆砂過程を予測する一つの方法として、流砂量(飛砂量)の連続式を適用する方法がある(例えば河田, 1947)。つまり現象を一次元に限定すれば、

$$\frac{\partial q}{\partial x} = \alpha \frac{1}{\gamma} \frac{\partial h}{\partial t} \dots\dots\dots (1)$$

を考えることになる。ここに q は x 方向における飛砂量、 h は砂面高さ、 γ は砂の空隙率、 α は係数である。式(1)を用いて砂面変動量を求めるには x 方向の飛砂量の変化 $\partial q / \partial x$ を与える必要があるが、 $\partial q / \partial x$ を求める方法が確立されていない故に式(1)を適用するには問題が残される。しかし、飛砂量に関しては、もし砂面に作用するせん断力(あるいは摩擦速度 U^*)が与えられれば、飛砂量 q は工学的には妥当な精度で予測することが可能である(例えば、Horikawa et al., 1986)ので砂面に作用する U^* が与えられれば、式(1)を介して砂面変動量を求めることができる。しかしながら、堆砂垣周辺の U^* の変化(つまり風況の変化)は結局、Navier-Stokesの方程式の解を求めることに帰結し、一般的に解析的には解けない。結局、他の方法、実験的に U^* の変化を求めることになる。堆砂垣としては通常透過性を持ったものが使用され、堆砂垣前後の風況は空隙率(垣の空隙面積と全面積との比)によって異なる。本研究の目的は異なった空隙率の堆砂垣前後の U^* の変化を実験的に求め、式(1)によって砂面変動の予測が可能であるかどうかを検討することにある。

実験施設と方法

実験は、断面 1.0×1.1 m、長さ 20 m の吹き出し型風洞で行った。風洞底面は砂を張りつけたベニヤ板を敷いた固定床粗面となっている。風洞の風上端より 15 m の位置に空隙率の異なった堆砂垣の模型を設

置し、堆砂垣前後における風況、風速分布を測定した。風速分布の測定後、移動床を用いて砂面変動についての実験を行った。実験の詳細及堆砂垣周辺の砂の堆積過程については、堀田・堀川(1990)を参照されたい。

実験結果と検討

不透性(a)、透過性(b)垣周辺の流れは図-1に模式的に示すようになる。本実験では、風上側のセルは10%の空隙率では存在したが、20%では存在しなかった。風下側のセルは30%では明確に存在したが、40%垣では明瞭なセルは確認できなかった。しかし、小さいセルが形成され、そのセルが剝離して風下に流されるのが観察された。

底面に作用するせん断力は、もし風速の鉛直分布の対数則が仮定できれば、鉛直分布の勾配から U^* として求めることができる。垣より十分に離れた地点では風速の鉛直分布は対数則を満足しているが、風速が垣の影響を受けて二次流の発生している領域では明らかに対数則は満足していない。しかし、ごく底面近くでは対数則が成立するとして、強引に高さ 0.6 cm と 1.8 cm の風速値より求めた U^* と移動床における最初の十分間における堆砂高さを図-2

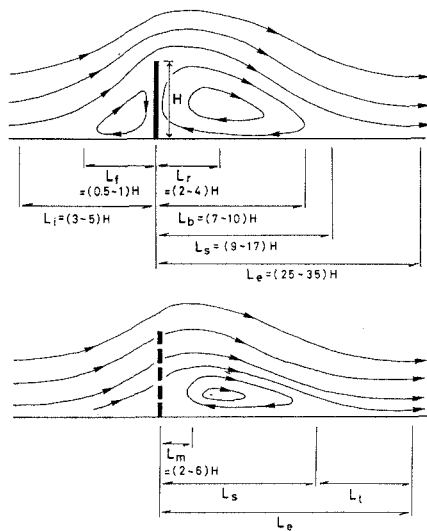


図-1 垣周辺のフローパターン

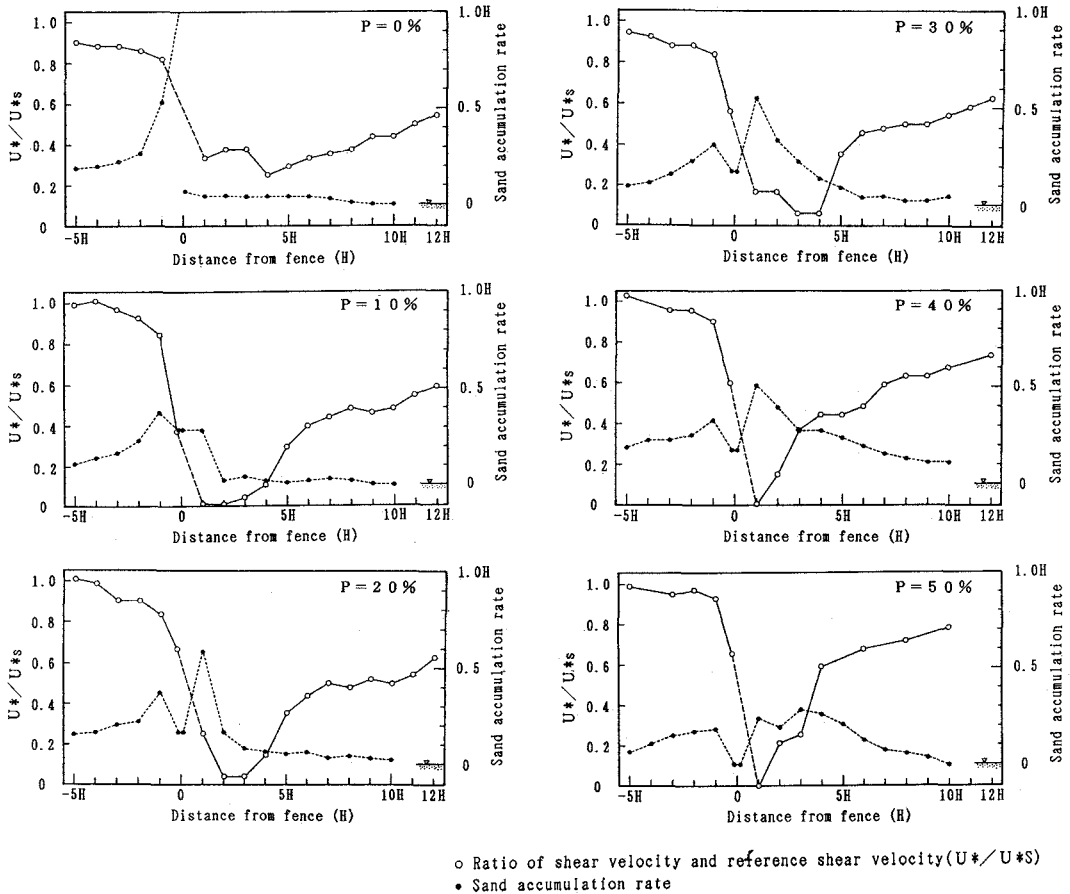


図-2 摩擦速度 U^* の変化と砂面変動量の比較

に示してある。空隙率が20%より大きい垣の設置位置に砂面の凹みがあるのは、風が空隙を通過する際に部分的に加速されて砂の堆積を阻止するために生じるものである。図-2より U^* の変化に対応した砂面変動が生じているのは空隙率40、50%の場合である。風況と合わせて考えてみれば、風下側のセルが消滅した段階で U^* の変化(飛砂量 q の変化)が砂面変動の変化に対応することになる。つまり、局部的な二次流が存在すれば、流砂量に不連続点が生じて、 U^* の変化と砂面変動の変化が対応していないことになる。本実験の結果より、堆砂垣の空隙率が40%以上であれば、初期の段階の堆砂垣前後の砂の堆積形状は式(1)より予測が可能であると推定される。

謝辞

実験は電力中央研究所の飛砂風洞を用いて行った。水理部長白砂孝夫氏、主席専門役鹿島遼一、構造水理研究室長田中寛好氏、主任研究員故斎藤昭三氏に便宜を計っていただいた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 河田三治(1949): 飛砂に関する実験、海岸砂地造林に関する調査報告、林野庁、pp. 1-22.
- 堀田・堀川(1990): 堆砂垣の機能についての実験的研究、海講論文集、Vol. 37, pp. 444-448.
- Horikawa et al. (1986): Literature review of sand transport by wind on a dry sand surface Coastal Eng., Vol. 9, pp. 503-526.