

飛砂飛沫對策設施

1. 飛砂、飛沫對策設施的機能及種類

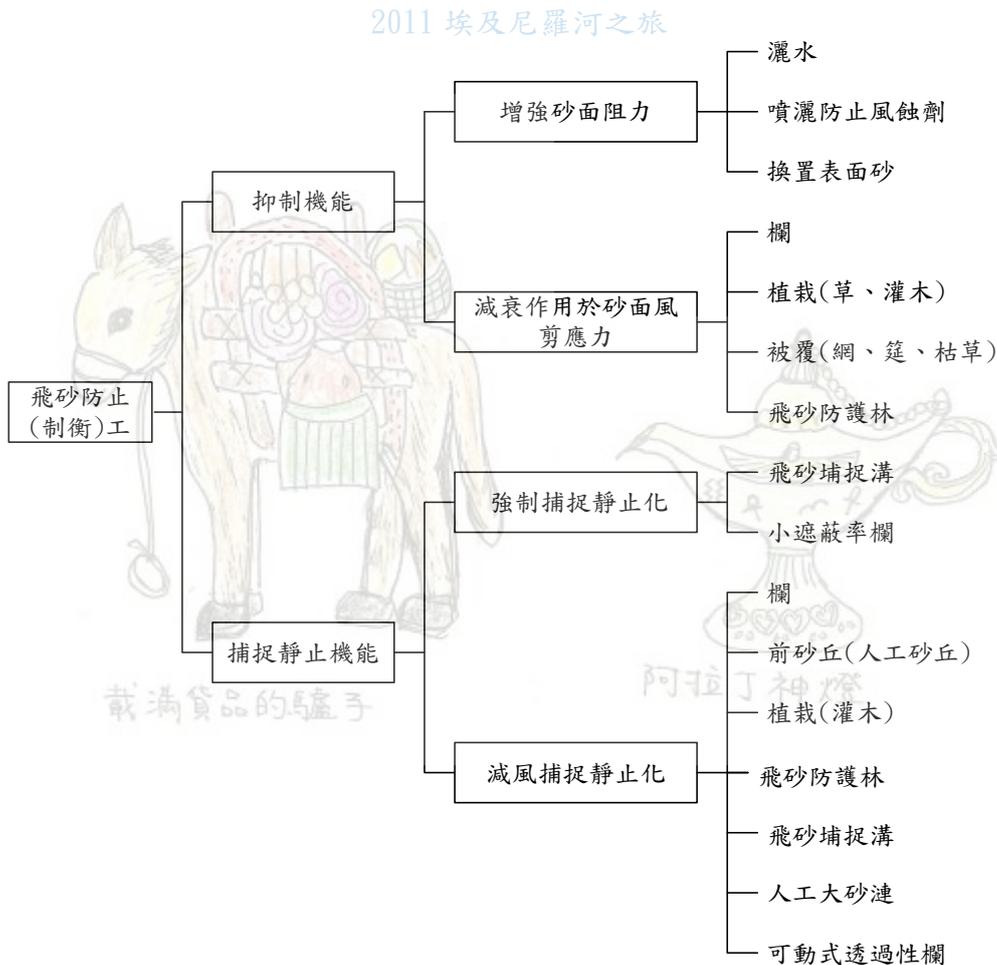
飛砂對策設施具有 2 個機能制衡飛砂：

- ① 防止飛砂發生的抑制機能
- ② 捕捉上風側飛來的飛砂、靜止飛砂活動，使飛砂不再向下風側漂移的捕捉靜止化機能。

飛砂發生抑制機能是提高砂表面對風的阻力，或是減弱風勢即減少作用於砂面的風力。飛砂捕捉靜止化機能有下列 2 種狀況：

- ① 將處於運動狀態的飛砂強制捕捉、停止砂粒運動，將之固定，即強制捕捉靜止化機能。
- ② 衰減風場，將飛砂粒子從運動狀態轉換至靜止狀態，即減風捕捉靜止化機能。

依上述機能可將飛砂對策設施分類如下表。



1) 欄、柵

世界各國自古以來就利用「欄」(fence)作為防風或防砂工，利用當地容易取得的材料構築，通常以構築材料或主要目的命名，以構築材料命名者有如竹欄、板欄等，以主要目的命名者有如防風欄、堆砂欄、靜砂欄等。近年來有使用金屬、塑膠或混凝土作為構築材料。

制衡飛砂用欄稱為堆砂欄(sand fence)，是用於發生飛砂海灘的第1道防線，堆砂欄是在欄前後創造出減風域，抑制飛砂發生，或以捕捉靜止化飛砂為目的。堆砂欄特性隨欄遮蔽度、開口部形狀而異，遮蔽度可依遮蔽率或開口率表示。遮蔽率是欄正面投影時，欄構成材料所占面積與全投影面積的比，開口率=1-遮蔽率。堆砂欄捕捉效果隨遮蔽率而異，通常遮蔽率50%時可得到最佳效果，堆砂欄高度一般約為1m，被飛砂埋沒時可在其上再構築，以防風為主目的時，欄高度約為1.8~2.7m。

靜砂欄是以堆砂欄同樣材料構成、形狀亦同的欄，但是目的不同，主要目的是在下述前砂丘(人工砂丘)背後植林時，在植林樹苗成長至一定高度前，為保護樹苗在植林設置約10m的四方形欄。

柵是利用小口徑圓木或角材構成類似欄的結構物，其目的和欄相同。

使用堆砂欄時應注意下列事項：

2011 埃及尼羅河之旅

- ① 期待在堆砂欄上風側堆積砂時，使用開口率小的堆砂欄，期待在堆砂欄下風側堆積砂時，使用開口率大的堆砂欄。
- ② 期待在堆砂欄周邊能迅速堆積砂時，使用開口率小的堆砂欄，反之期待緩慢堆積砂時，使用開口率大的堆砂欄。
- ③ 風速比較小時開口率小的堆砂欄效果佳，風速大時開口率大的堆砂欄效果佳，因堆積在欄周邊的砂會被強風吹起。
- ④ 欄開口部越小效果越佳，但是開口部過小時，大粒徑砂石會被阻塞於開口部，形成不透過欄，降低效果。
- ⑤ 堆砂欄平行灘線設置，風向斜向時，開口部可稍微加大。
- ⑥ 堆砂欄快者1年會被埋沒，慢者數年，盡可能使用容易腐蝕植物或木材作為材料，不宜使用合成樹脂或金屬材料。
- ⑦ 堆砂欄構築材料，以當地最容易、最廉價取得者為宜。
- ⑧ 風對欄側吹時，可設置與風呈垂直方向的側欄，但是高度低於主欄。

2) 前砂丘(人工砂丘)

堆砂欄反復使用，經過歲月後會形成砂丘，具制衡飛砂效果，稱為前砂丘(foreshore)或人工砂丘，自古就被採用。現在可使用建設機械的土木作業，可大量、迅速、價廉施工構成人工砂丘。前砂丘或人工砂丘的機能基本上，與不

透過性欄相同，由於上風、下風側有斜面，頂部有寬度故不盡全部相同。人工砂丘上風側斜面坡度約 1：2~1：3，下風側斜面坡度約 1：1，頂寬約 1~3m。

3) 植栽

植栽是有力的防止飛砂工法，自古就被採用。植砂草就會在砂面被覆砂草，減低作用於砂面的風力。飛砂會被挾入砂草群的空間，由於捕捉量不大，無法期待可固定大量飛砂。灌木可擾亂風，具減風效果，具捕捉靜止化飛砂的能力，適切密度植栽灌木，可期待相當數量的捕捉靜止化飛砂。作為制衡飛砂用植栽的砂草或灌木，其性質為其成長速度快於飛砂堆積速度，若砂草或灌木被飛砂埋沒，即不可寄望其捕捉靜止化固定能力。植栽其他海岸使用的砂草或灌木，有時可得到相當良好效果，但是失敗例亦不在少數，盡可能使用當地自生的草木。

4) 飛砂防護林

通常砂灘海岸，在砂灘陸側會育成海岸林，以期減輕各種自然災害，稱為海岸防災林或海岸保安林，以制衡飛砂為目的者稱為飛砂防護林。

砂灘陸側植生狀況為，最靠海處為無法生育植物的裸地，其次是砂草生育地帶，再其次為灌木及樹木生育地帶，防護林靠近海岸端是樹木對抗海上吹來強度、入侵飛砂場所。防護林為保持捕捉固定飛砂機能，必要邊對抗強風及堆積飛砂邊成長，然由於樹木成長速度緩慢，會因強風、鹽害、堆積砂等而枯死，因此以制衡飛砂為目的，單獨使用防護林並不適宜，於防護林靠近海岸端設置堆砂欄或人工砂丘為多，即制衡飛砂應將堆砂欄或人工砂丘設置最靠近海岸的第 1 線，防護林配置於其後，作為備用。

飛砂防護林的飛砂捕捉靜止化機能隨樹木高度、生育密度、樹木種類、林帶寬等決定，其特性目前尚無法定論，無定量防制法供使用，但是了解飛砂防護林寬至少必要 100m 以上，主要使用黑松。

5) 被覆工

被覆工是將網、蓆、藁等被覆於砂面上，減輕作用於砂面上的風剪應力，抑制飛砂發生的工法，若全部被覆不會發生飛砂。被覆工使用的被覆材可期待儲留部分飛砂，但是被覆材被飛砂埋沒則無效果可言。被覆工必要對發生飛砂全部領域被覆，才會有效果，範圍大時會有經濟問題。

被覆工通常是作為植栽的補助工法，將藁、蘆葦等覆蓋於砂面上，防止飛砂發生，縮小晝夜地溫差及抑制地壤水分蒸發等，有助於提高植栽效果。

上述 1)~5)是自古既有的工法，施工後不作維護，任其腐壞，或被飛砂埋沒，失去其機能時，再重新檢討新對策。若以設施維護管理為前提，有下列工法。

6) 飛砂捕捉溝

飛砂捕捉溝(trench)是將部分砂灘挖掘出溝狀，讓飛砂掉入溝內，阻止飛砂向溝陸側方向移動的設施，寬 2~5m、深 1m 以上會有效果。

7) 可動式透過性欄(可動式防砂屏風)

可動式透過性欄本質上與欄相同，上述「欄」是固定於設置位置，可動式透過性欄狀如屏風，可設置於任意位置，飛砂發生季節前設置於飛砂發生海灘，季節結束予以撤去，再利用推土機整平，以期恢復砂灘原貌的工法，屏風顧慮搬運或景觀，高度以 1.0~1.5m、長度以 5~10m 為宜。適切設置多重屏風，可在相當大砂灘有效阻止飛砂發生、捕捉及靜止化效果，傳統的欄當 80% 左右被埋沒時會失去其捕捉效果，季節中屏風被埋沒時，可利用重機將之吊起，恢復其機能。

2011 埃及尼羅河之旅

8) 飛沫對策設施

飛沫是因碎波致使海水飛散大氣中，其細微飛沫被風挾帶至陸地，飛沫中含有的鹽分會造成植物枯死、金屬腐蝕、輸電線短路、電子電路盤腐蝕等事故，即所謂鹽害，不可忽視。

飛沫對策的基本是抑制風速，飛沫對策設施可利用以減風為目的的飛砂對策設施，不同點為飛砂集中於地底面附近，飛沫則呈垂直方向分布移流，因此飛沫對策設施必要高於飛砂對策設施，因此欄及飛砂防護林比較適宜。

2. 依機能選定工法

飛砂現象受風向、風速、砂粒徑、地面濕潤狀況等自然條件左右，隨飛砂方向、飛砂量及其分布而異。檢討對策時必要調查這些特性，考量飛砂相關問題的性格、制衡飛砂必要的地域土地利用計畫、經濟性社會條件，選定適正工法。

海岸有相當程度的寬度、海灘近乎自然海灘時，可將傳統的制衡設施，如欄、人工砂丘、植栽、飛砂防護林、被覆工等工法，適切組合成制衡飛砂的工法。

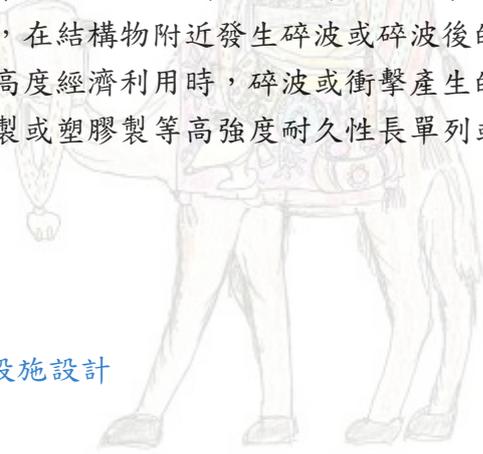
砂灘鄰接地域有步道、公園、停車場或住宅時，傳統制衡設施無法對應，

可利用多重高層欄、飛砂捕捉溝、防砂屏風較為適宜，使用多種設施組合而成的複式工法，其制衡效果會高於單一工法。

飛沫現象隨碎波狀況、風向、風速等有很大差異，海灘近乎自然海灘，碎波帶寬時，碎波發生的大飛沫可忽視，但是飄浮在空中的小飛沫會被飄送至內陸1公里處，必要檢討對策。與飛砂對策相同，防風欄、保安林、人工砂丘等工法較為適合，灘線附近有海岸結構物，在結構物附近發生碎波或碎波後的波衝擊結構物，或有步道、道路、住宅等高度經濟利用時，碎波或衝擊產生的大飛沫必要檢討對策，使用鋼製、混凝土製或塑膠製等高強度耐久性長單列或多列欄(柵)為宜。



回海岸設施設計



載滿珠寶的駱駝

2011 埃及尼羅河之旅



載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈