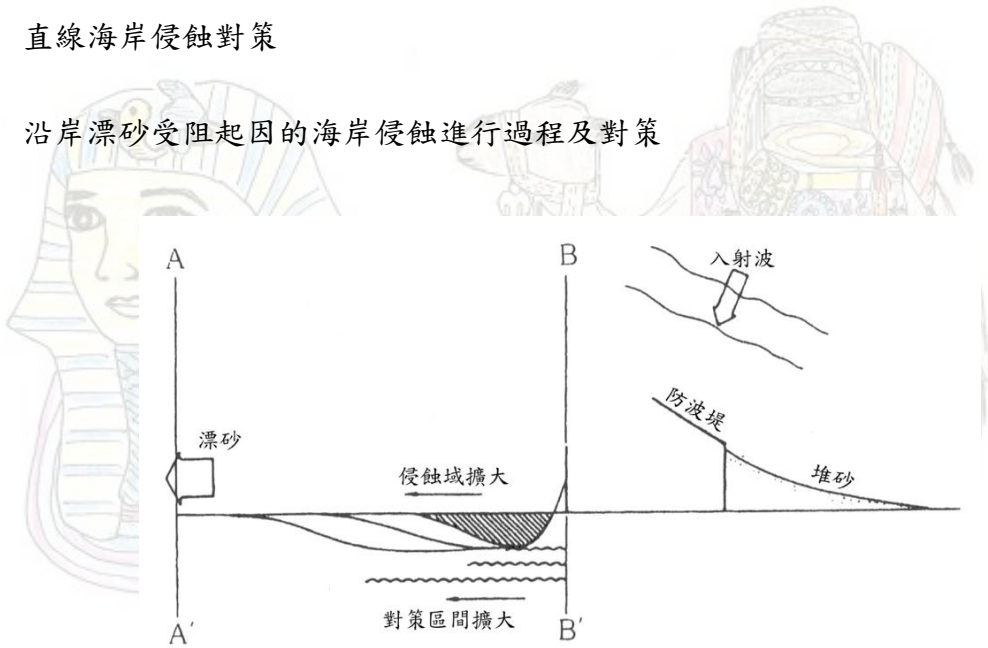


## 海岸設施興建規劃侵蝕對策

### 1, 直線海岸侵蝕對策

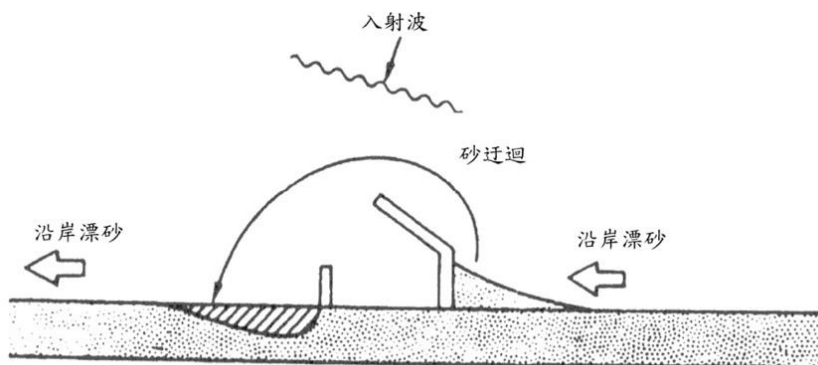
#### 1) 沿岸漂砂受阻起因的海岸侵蝕進行過程及對策



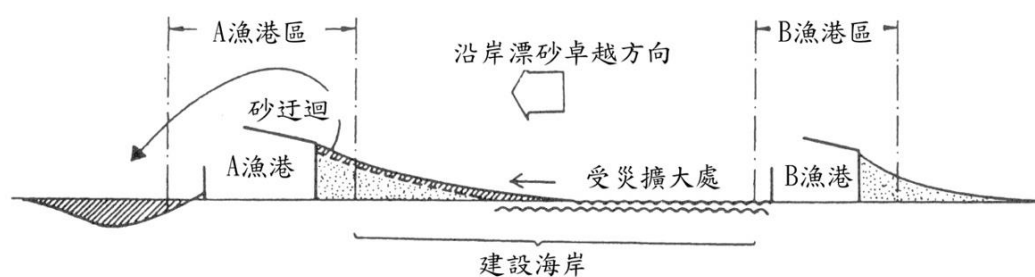
如上圖所示，在漂砂卓越的海岸建造結構物時，沿岸漂砂受阻於結構物，在漂砂方向上游側砂逐漸堆積，由於漂砂受阻，在結構物漂砂方向下游側會逐漸被侵蝕，侵蝕範圍隨時間逐漸向下游側擴大。改善結構物引起侵蝕的基本對策有：

#### (a) 砂迂迴

如下圖所示，將堆積於防波堤或其他海岸結構物漂砂上游側的堆砂，設法將之等量搬運回填至下游側被侵蝕區域，確保漂砂收支平衡，再隨波流向下游漂移是最自然的對策，稱為砂迂迴法。應被搬運沿岸漂砂量，可利用各地點長年測量繪製的水深圖估算。



砂迂迴法僅能確保漂砂的流動，然而在某些條件時砂迂迴法可能會助長上游側產生侵蝕，必要加以留意。例如如下圖所示，A、B兩漁港防波堤存在，假設兩防波堤皆會阻礙漂砂活動。若為減少A漁港左側的侵蝕，將A漁港右側的堆砂迂迴至左側時，A漁港與漁港間的土砂量減少，靠近B漁港左側的灘線會被侵蝕後退，並逐漸向A漁港側擴大。因此僅在一區間內進行砂迂迴工法無法奏效，必要在多數區間同時進行才能有成功的機會，但是至目前為止，砂迂迴法亦只能依試錯法，例如應迂迴多少砂量，尚無標準工法。



#### (b) 海灘靜安定化

砂迂迴法無法奏效，必要採用各種結構物進行侵蝕對策時，首先必要量測繪製結構物周邊海岸的水深圖，依等深線變化狀況調查了解沿岸漂砂的受阻率。

沿岸漂砂幾乎完全受阻時，由於上游側已無土砂供給來源，下游側海岸被侵蝕是遲早會發生，此時可採用人工岬工法，嘗試海灘的靜安定化。

在長直線海岸進行海灘靜安定化時，應從自然環境、自然景觀的觀點及自然砂灘具有良好自然消波的特性，盡可能使用最少數的結構物群，取得最大區間的安定化。

#### (c) 沿岸漂砂量減少

沿岸漂砂部分受阻時，依沿岸漂砂受阻率，沿岸漂砂量會減少，此時必要考量海灘的動安定化，可利用離岸堤、突堤、人工礁等成群設置於海岸，以減少沿岸漂砂量。

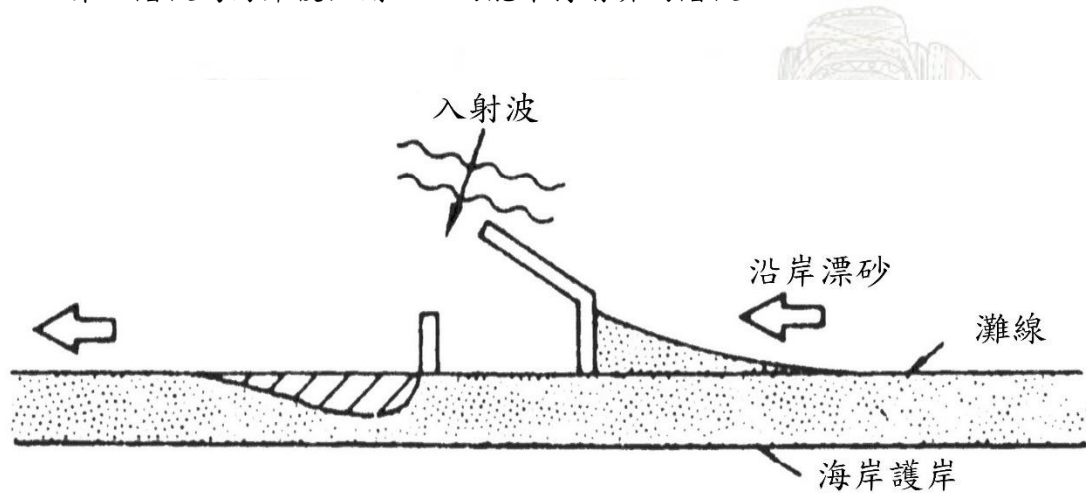
由於各種結構物的沿岸漂砂受阻率，大部分會隨時間變化。以突堤為例，建造初期突堤堤頭水深會設計成深於漂砂的臨界水深，完全阻止漂砂。隨時間堆積於堤頭的土砂，致使堤頭水深淺於漂砂臨界水深，部分沿岸漂砂會漂移至下游側，這是造成對策可能失敗的原因之一。

海岸侵蝕對策必要依海岸狀況，選定其工法。有侵蝕狀況的海岸，其侵蝕

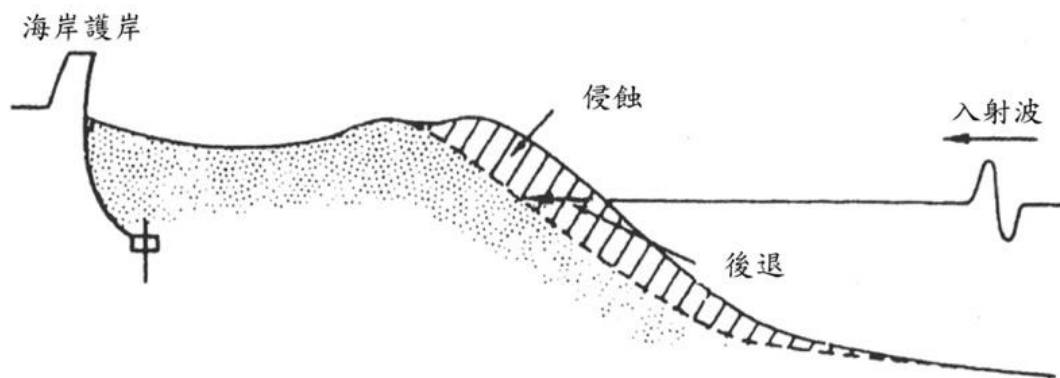
進行狀況，通常有如下 3 個階段，各階段可適用海岸保育設施各自不同。

### 第 1 階段

第 1 階段為海岸侵蝕開始，尚能維持前灘的階段。



如上圖，因防波堤建設沿岸漂砂受阻，結構物漂砂方向上游側海岸發生堆積，或因河川、海崖的土砂供給量減少，下游側發生侵蝕。由於侵蝕發生不久，灘線開始後退，如下圖，結構物漂砂方向下游側海岸護岸前灘寬尚有足夠寬度，因自然砂灘的自然消波特性，尚無越波問題。

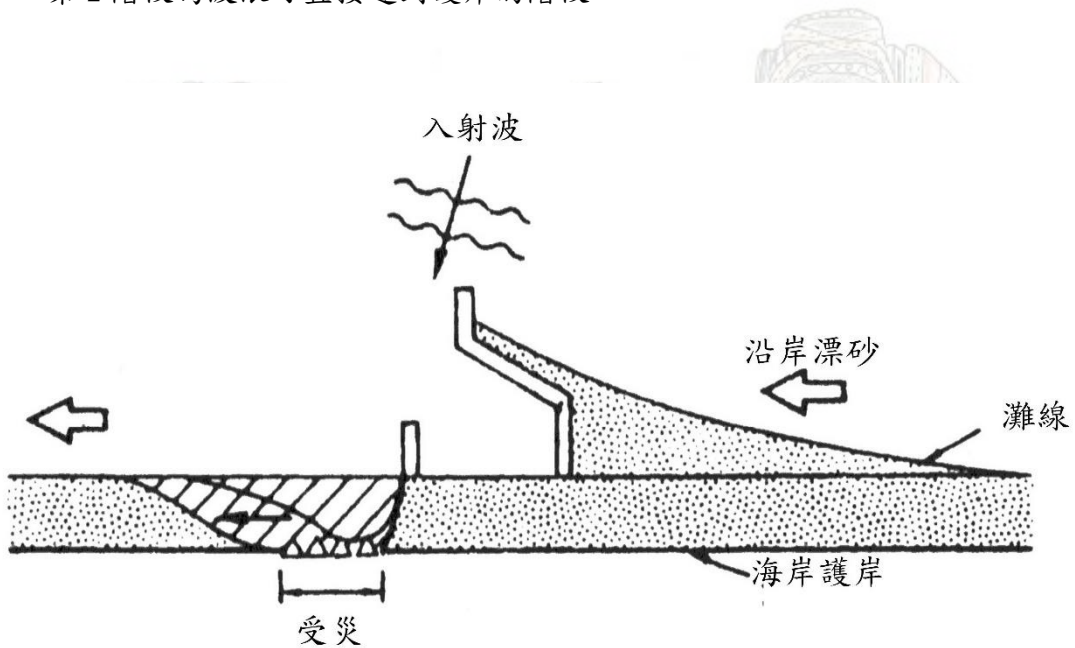


在此階段，侵蝕開始不久，侵蝕域前灘寬度有數 10m，欲將因防波堤阻止沿岸漂砂的影響降低至最少有效工法是砂迂迴法。由於前灘寬度尚夠寬，可在漂砂下游側設置人工岬群，並進行養灘，在理論上是有可能將前灘恢復原狀。

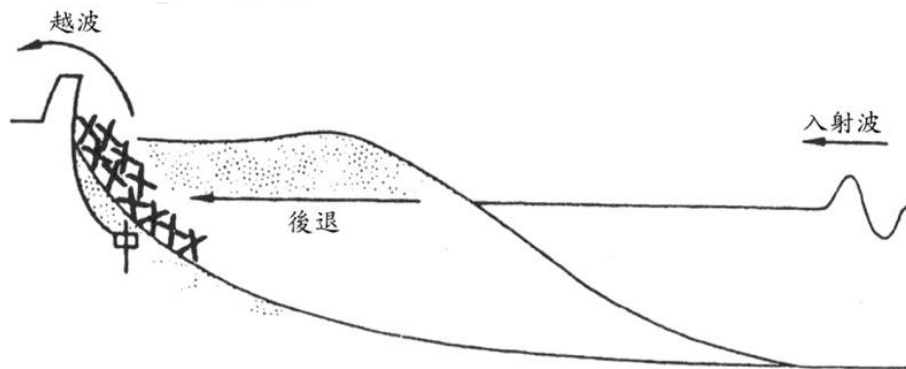
結構物建造致使沿岸漂砂受阻，改善對策必要對漂砂活動的全體區域實施，不可僅對局部區域進行，因對短期說不定有成效，但是隨時間進行，侵蝕範圍會隨之擴大。

## 第2階段

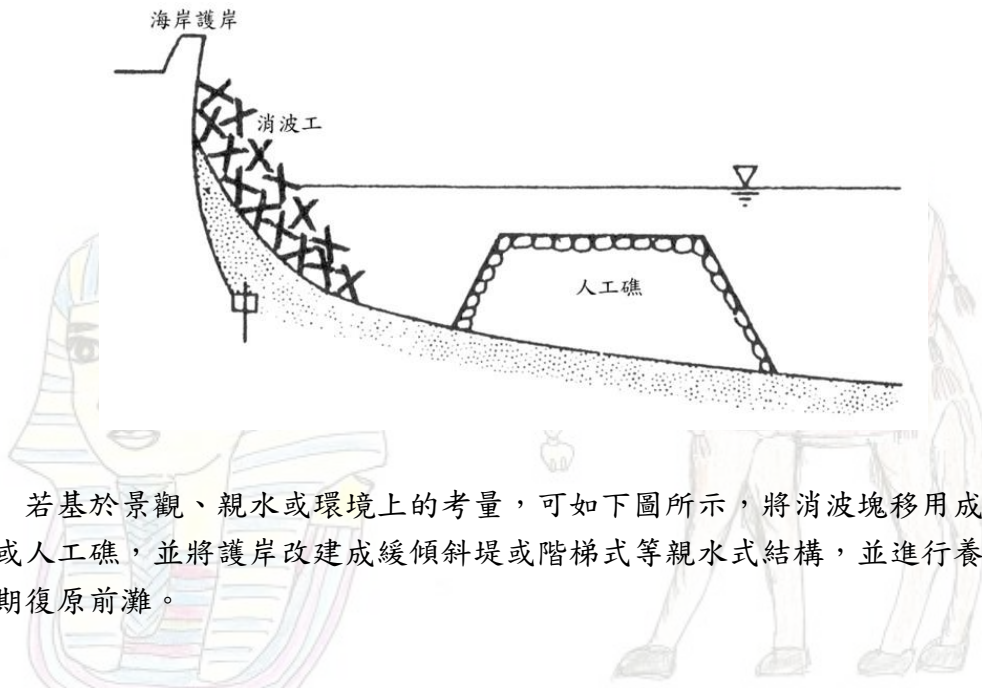
第2階段為波浪可直接達到護岸的階段。



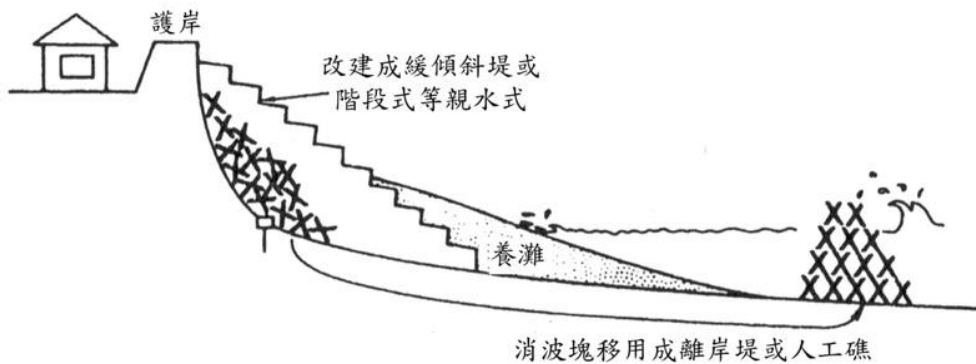
如上圖，下游側開始侵蝕，灘線後退，部分區間的灘線後退至護岸，護岸可能被淘刷而倒塌，或使越波現象變劇烈。如下圖，必要依賴消波工保護，若無法奏效則可考量設置離岸堤，此時侵蝕範圍約在數百 m 左右，漂砂方向下游側尚有砂灘存在。



在此階段，波浪可到達海岸護岸，護岸前面變深，越波現象變劇烈，前灘已不可能復原，由於護岸前面水深深、坡度陡，即使實施砂迂迴進行養灘，因迂迴填置的砂會被沖出外海，無法奏效。為了防範越波並保持景觀，可如下圖所示，設置沒水式人工礁。

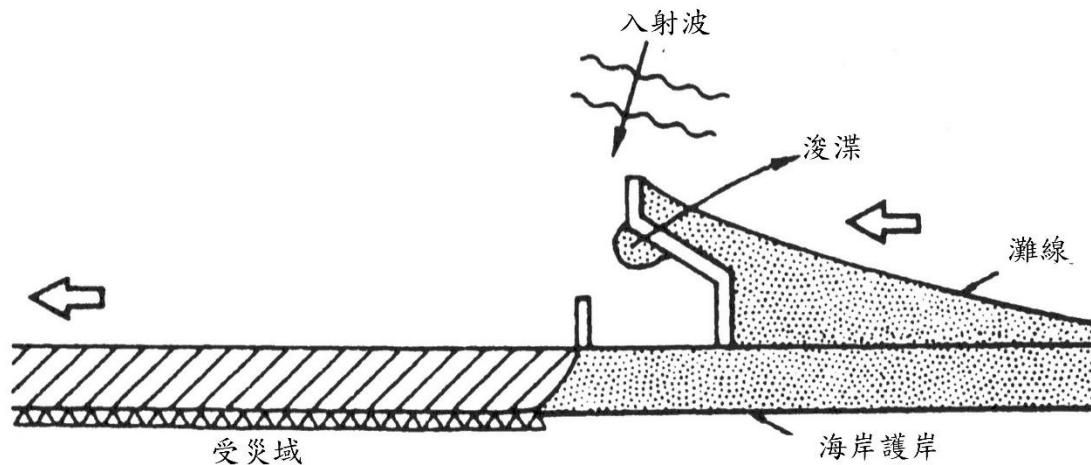


若基於景觀、親水或環境上的考量，可如下圖所示，將消波塊移用成離岸堤或人工礁，並將護岸改建成緩傾斜堤或階梯式等親水式結構，並進行養灘，以期復原前灘。

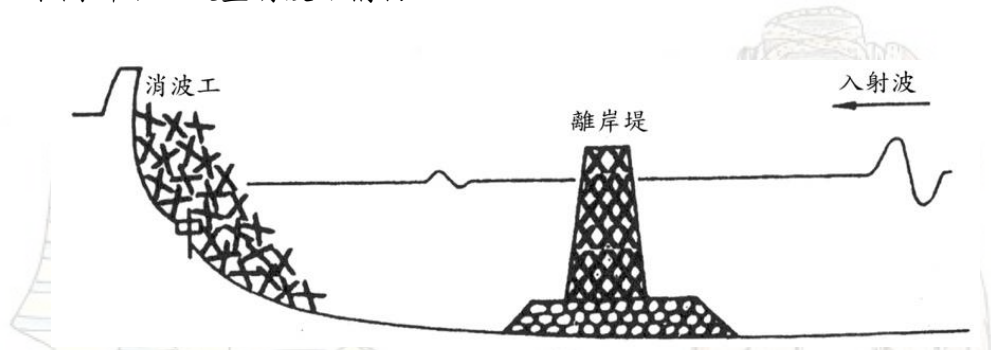


### 第3階段

第3階段是海岸侵蝕持續進行，海岸侵蝕達最深刻狀況。



海岸侵蝕持續進行，如上圖所示，海岸達最深刻狀況經過數 10 年的侵蝕，漂砂方向下游側砂灘完全消失，僅剩消波工及護岸，其海灘斷面坡度陡峭，必要如下圖所示，設置消波結構物。



依賴護岸+消波工+離岸堤雖可有效的維持灘線現狀並防止越波，但是會有因消波工、離岸堤會產生下陷，景觀、如何進出海灘等問題。必要時，可參考第 2 階段，將護岸改建成緩傾斜堤或階梯式等親水式結構，並進行養灘，以期復原前灘。

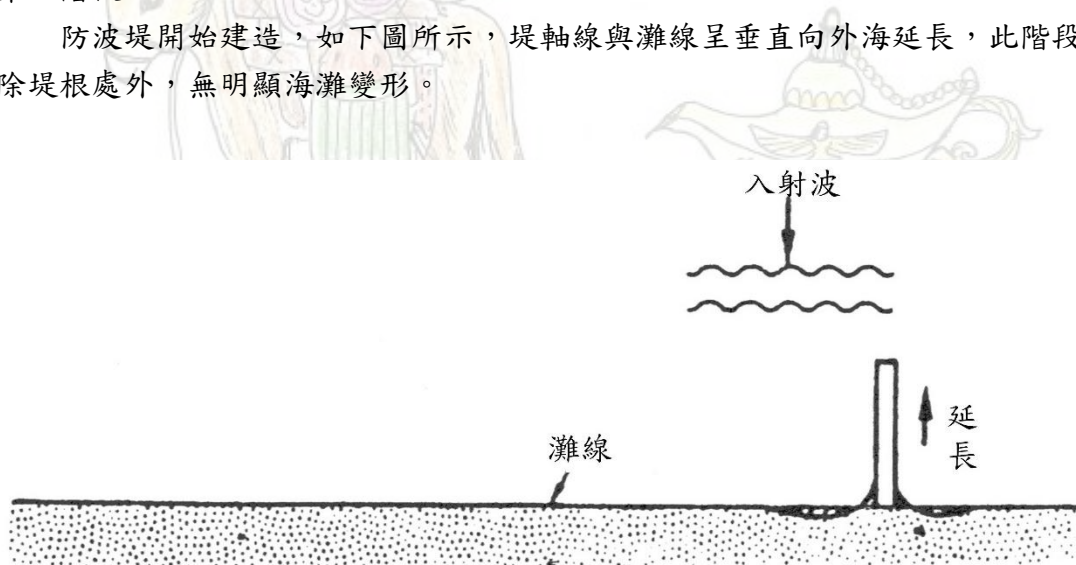
由於海岸侵蝕過程通常達數 10 年，為不可逆的行為，一旦發生復原極為困難，即使可復原其花費時間及費用無法預料，必要盡早採取對策。

## 2) 波遮蔽域形成起因的海岸侵蝕進行過程及對策

建造防波堤等外海結構物會形成波浪遮蔽域，致使波的入射方向、波高分佈發生變化，使遮蔽域外的漂砂流入遮蔽域內，破壞原本安定的海岸漂砂活動，在遮蔽域內產生堆積，其海灘變形有依下列 3 階段，但是在此僅討論波浪垂直入射的狀況。

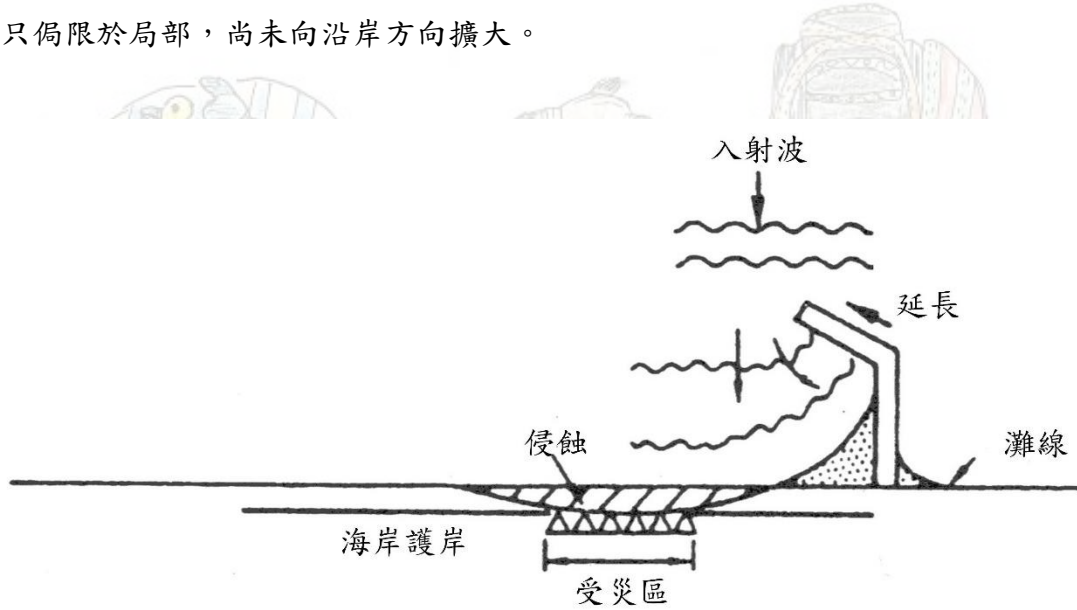
### 第 1 階段

防波堤開始建造，如下圖所示，堤軸線與灘線呈垂直向外海延長，此階段除堤根處外，無明顯海灘變形。



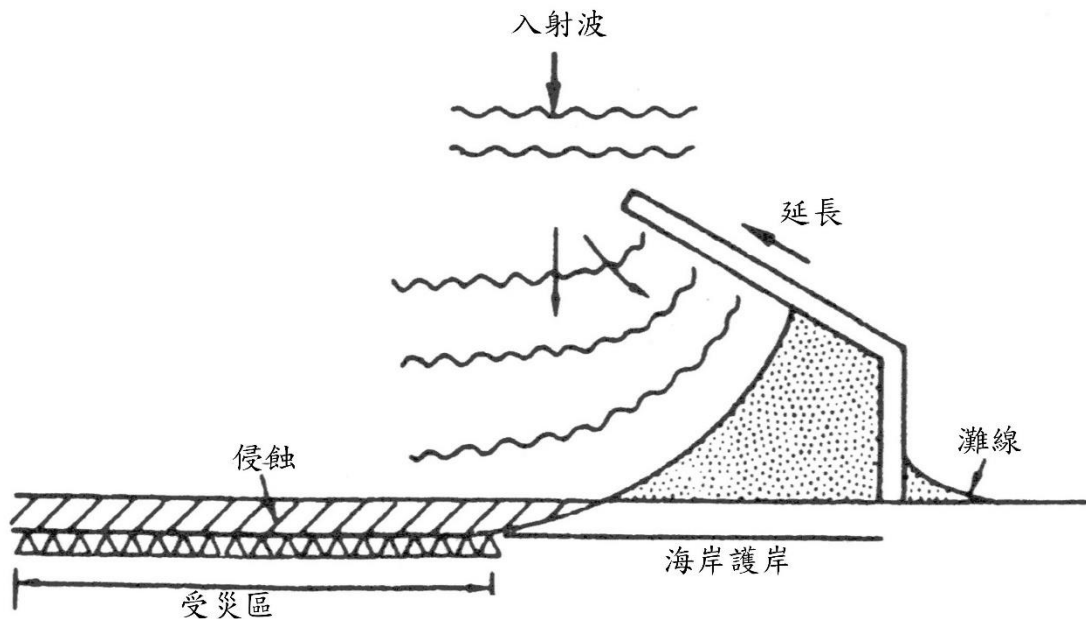
### 第2階段

開始斜防波堤的延長工程，逐漸形成波遮蔽域，如下圖所示，遮蔽域內沿垂直堤，土砂開始堆積，為保持漂砂平衡，鄰近海岸開始侵蝕，此時侵蝕區域只侷限於局部，尚未向沿岸方向擴大。



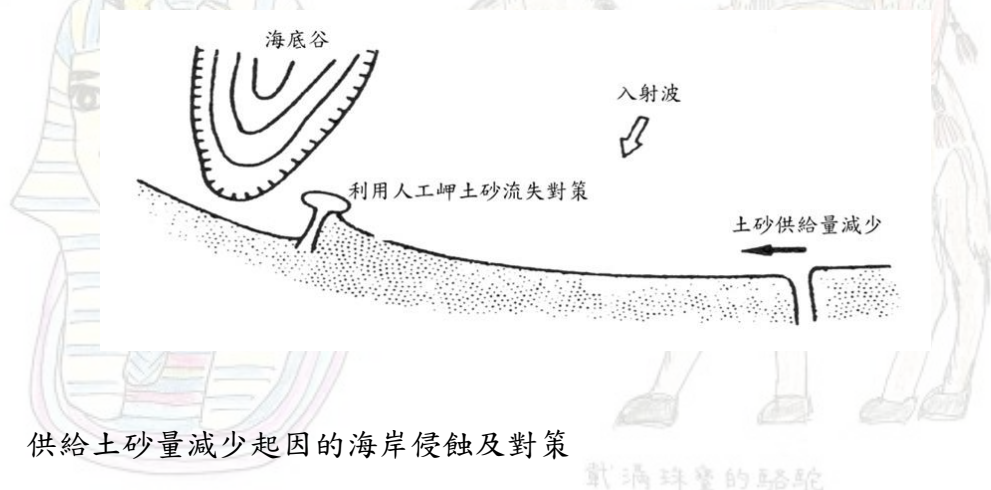
### 第3階段

防波堤建造完工，如下圖所示，由於斜防波堤改變波的進行方向，致使灘線呈弧形狀。為防止侵蝕域內因侵蝕而形成的海崖後退，即使設置護岸或消波工亦無成效，其原因為防波堤存在，漂砂會從遮蔽域外漂移至遮蔽域內，形成堆積，又漂砂會向沿岸方向移動，擴大侵蝕範圍。若進行港內航道浚深，則侵蝕域會向沿岸方向擴大。為解決港內淤砂問題，可在防波堤遮蔽域外漂砂方向上游側設置防砂突堤。若在遮蔽域內設置防砂突堤，港內會有大量土砂堆積，但是鄰近海岸可利用消波工保全其灘線。



### 3) 土砂流入深海起因的海岸侵蝕及對策

面向急深灣的海岸，部分沿岸漂砂會經由海底谷流入深海，流失土砂不會回流至海岸，即該海岸的土砂量絕對會減少。防止土砂量減少的對策，通常為如下圖所示，在土砂流出地點上游側設置人工岬。



### 4) 供給土砂量減少起因的海岸侵蝕及對策

因來自河川或海蝕崖的供給土砂量減少而發生海岸侵蝕，若必要增加供給量，則應配合供給土砂量減少程度，控管沿岸漂砂量。其改善對策基本上與1)所述利用結構物控管的對策相同，無法預期土砂供給量增加時，可採用海灘靜安定化，土砂供給量會減少時，則配合土砂供給量的減少量控管沿岸漂砂，採用海灘動安定化。若因河川上游建造水庫致使供給土砂量減少時，可考量浚渫水庫，將之流入河川。

### 5) 因浚渫、採砂、地盤下陷起因的海岸侵蝕及對策

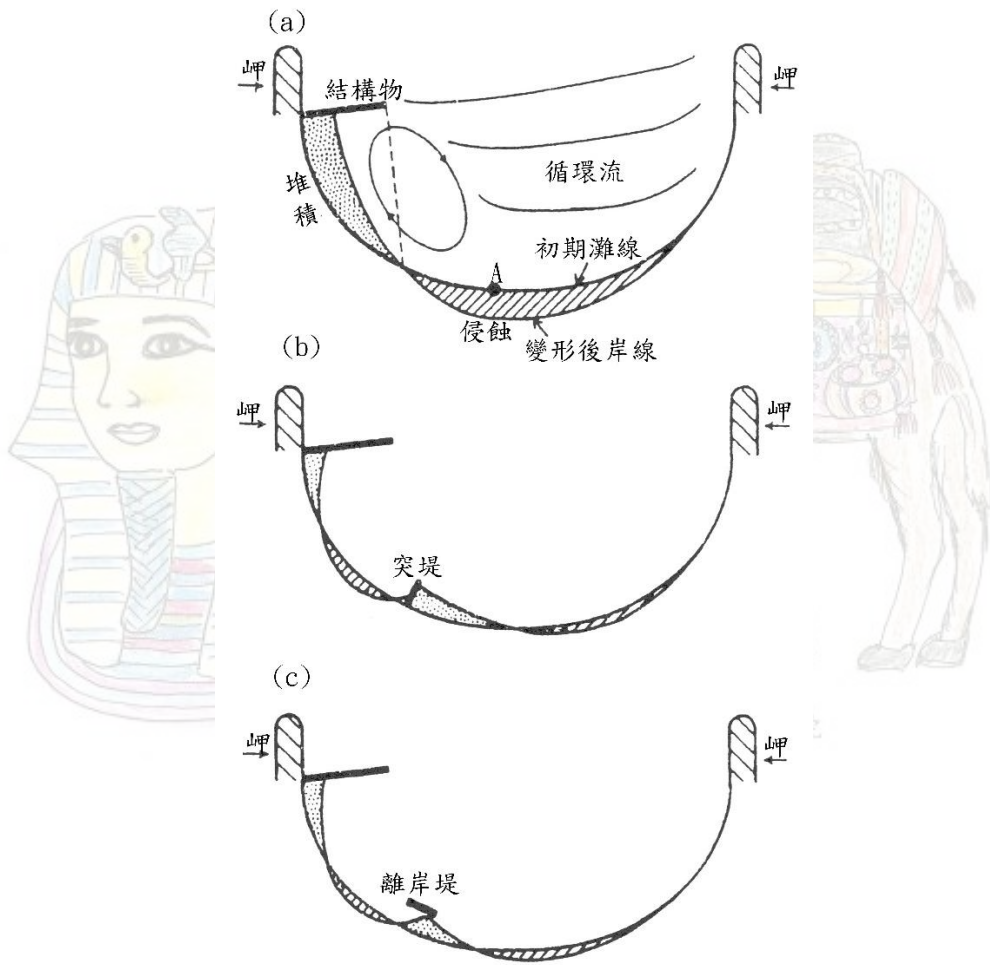
因採砂致使土砂量減少時，應考量其他手段或限制，地盤下陷起因的海岸侵蝕，應考量造成地盤下陷的地下水抽取限制等行政對策，此外應進行養灘工。具有河口砂洲的河川，在河口砂洲上游部進行浚渫、採砂等，土砂會逆流至河口，砂洲會向上游移動，並使河口周邊發生侵蝕，應留意。

## 2. 袋灘海岸侵蝕對策

袋灘漂砂活動侷限袋灘內，通常無土砂流出入，是非常安定的海灘。在這安定的海灘建造防波堤時，因範圍小會產生急速而且深刻的影響，引起袋灘發生侵蝕的原因如下。

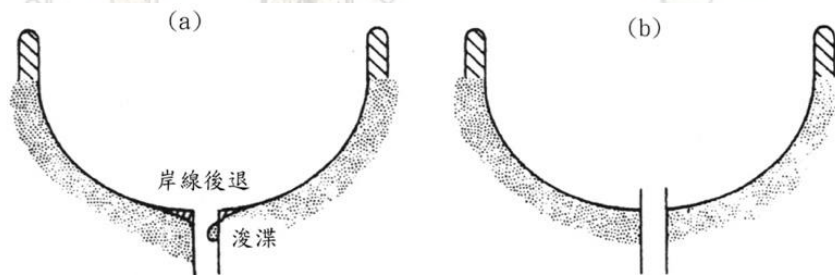
### 1) 波遮蔽域形成起因的海岸侵蝕進行過程及對策





通常會在袋灘的端部，建設防波堤、漁港或其他港灣設施，受其影響致使發生侵蝕。如上圖所示，在端部建設防波堤時，灘線變形，因結構物形成的波遮蔽域內灘線前進，波遮蔽域外灘線後退。改善對策為設置人工岬、突堤、離岸堤等阻止沿岸漂砂的結構物。

## 2) 河口土砂淤積起因的海岸侵蝕進行過程及對策

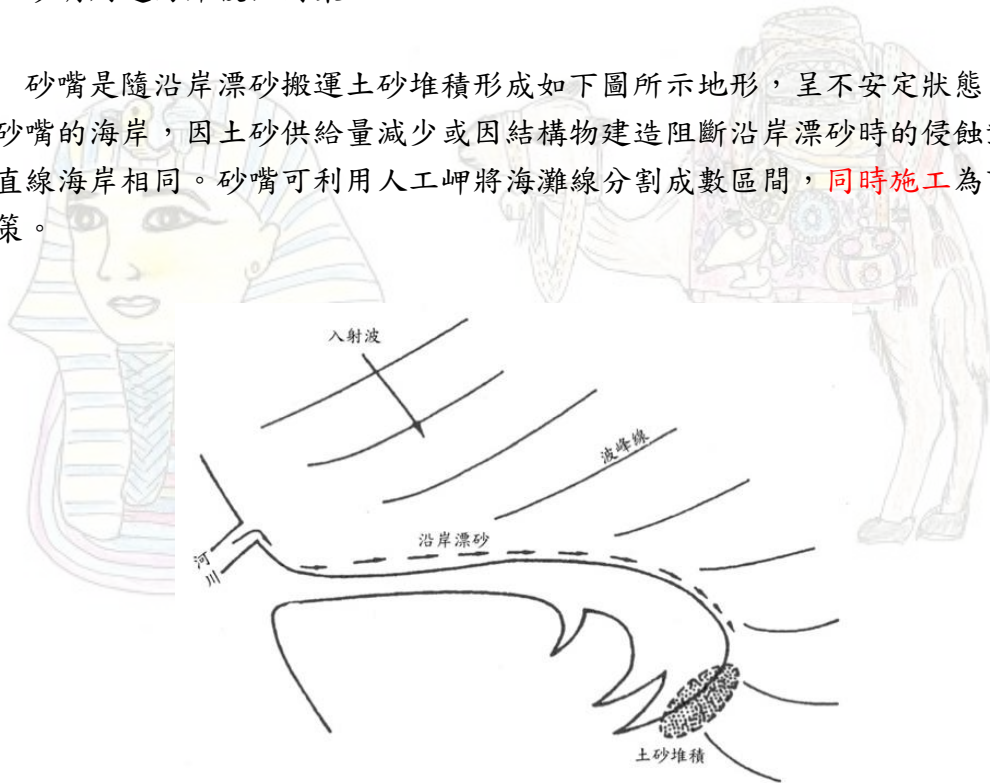


幾乎全部的袋灘海岸都會有中小河川流入，時會發生河口淤塞，若進行過度的河口土砂淤積，會如上圖所示，造成灘線後退。為防止侵蝕，可設置河口

導流堤，防止土砂逆流回河口，或設置離岸堤，或在河口兩側海岸設置突堤。

### 3. 砂嘴周邊海岸侵蝕對策

砂嘴是隨沿岸漂砂搬運土砂堆積形成如下圖所示地形，呈不安定狀態。形成砂嘴的海岸，因土砂供給量減少或因結構物建造阻斷沿岸漂砂時的侵蝕對策與直線海岸相同。砂嘴可利用人工岬將海灘線分割成數區間，**同時施工**為可行對策。



載滿貨品的驢子

### 回海岸設施興建規劃



阿拉丁神燈