

# 標題：海事工程打樁隔音技術

屬性：訊息

期別：第 299 期

資料來源：

1. [https://canadianpond.ca/learn/air-bubble-curtains/discover-air-bubble-curtain-applications-bubble-tubing/?gclid=CL6P37n5\\_dACFUyFKgodt\\_cA\\_A](https://canadianpond.ca/learn/air-bubble-curtains/discover-air-bubble-curtain-applications-bubble-tubing/?gclid=CL6P37n5_dACFUyFKgodt_cA_A)
2. <https://www.wsdot.wa.gov/research/reports/fullreports/849.1.pdf>
3. [https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/2013\\_Sound-Solutions.pdf](https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/2013_Sound-Solutions.pdf)
4. [https://www.researchgate.net/publication/242087962\\_Measurements\\_of\\_Construction\\_Noise\\_During\\_Pile\\_Driving\\_of\\_Offshore\\_Research\\_Platforms\\_and\\_Wind\\_Farms](https://www.researchgate.net/publication/242087962_Measurements_of_Construction_Noise_During_Pile_Driving_of_Offshore_Research_Platforms_and_Wind_Farms)

目前海事工程基礎樁底型式以鋼結構物最為常見，然而這些海事工程基礎大多需要進行打樁施工，通過撞槌進行敲擊使得鋼管樁柱插入海床來穩固基礎，而這些打樁所敲擊的能量則會多以聲波的型式往四處傳遞，對於生活在附近海域之生物產生了嚴重的影響。

隨著環保意識的抬頭及為了保護原生地的生物，此工程施工噪音也被列為海洋環境污染源之一，而聲波在水裡的傳送速度為每秒 1490 公尺，約為在空氣中每秒傳送速度的 4.5 倍之多，海事工程施工之噪音聲波的傳遞範圍可達數公里遠，由於影響範圍廣泛，因此有許多專家以不同種方式來減低此聲音的強度，以降低施工時噪音對海洋生物的傷害。

依照目前世界現有及正在發展降噪音技術而言，大致可分為數種方式進行降噪，一是針對聲音的來源著手改善、二是針對聲音傳遞的路徑進行改善，其方式如下所示：

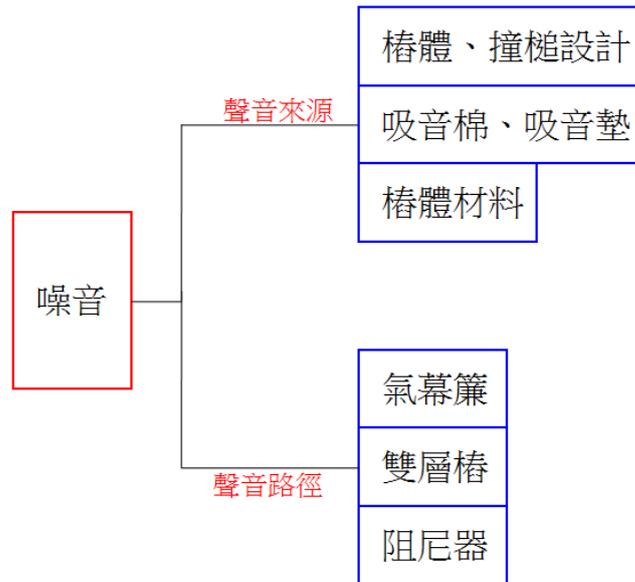


圖 1 噪音防制分類圖

針對上圖之噪音防制，我們可分成兩種方式並介紹：

## 一、聲音來源

### 1. 樁體、撞槌設計

施工打樁時所產生的振動與噪音等問題，針對樁體與撞槌的減噪設計為最主要降低音源的辦法，常見之撞擊式撞槌由於所產生的噪音太過劇烈，且隨著工藝技術及製造能力的提升，因此有許多別於撞擊式設計的操作方式出現，如液壓式、振動式等方式，且更精良的打樁方式皆能提升更好的工作效率，由於所使用的能量較低所以間接的降低了聲波的能量，進而降低噪音。

### 2. 吸音棉、吸音墊

吸音棉與吸音墊有分成放置在樁體及撞槌兩種，其原理為增加在施工時樁體或撞槌的總阻尼力，進而降低樁體或是撞槌所產生的振動行為，降低幅射音的產生。

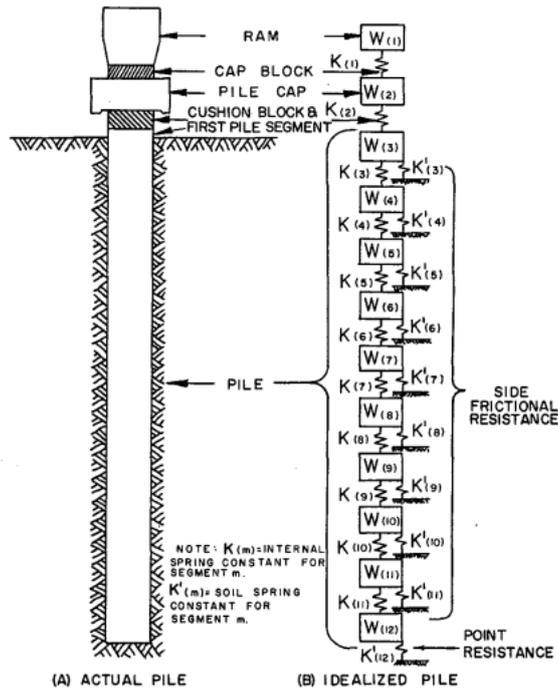


圖 2 吸音棉與吸音墊放置位置示意圖

資料來源：

<http://d2dtl5nnlpfr0r.cloudfront.net/tti.tamu.edu/documents/33-9.pdf>

### 3. 樁體材料

樁體材料也是可降低噪音聲源的方式之一，如改進樁體設計，選用高分子材料或高阻尼材料放置在樁體內部做為夾心，來取代原有之全部普通鋼所製的機件，藉由材料的阻尼力來吸收撞擊時的能量，來降低樁體產生的振動幅度，進而降低樁體的輻射音。

## 二、聲音路徑

### 1. 氣幕簾(Air Bubble Curtain)

氣幕簾水下隔音技術已發展相當成熟，並在歐洲有許多離岸打樁施工工程皆有在使用，其原理為聲音能量在水中傳遞碰到氣泡時，就像是撞擊到一面牆壁般而產生聲音反彈的現象，而真正能量衰減之主要原因為，當氣泡內部壓力比外界大時氣泡的體積會膨脹，但碰到了

聲音的音壓後體積會變小，這一往一復的壓力改變使得在氣泡表面產生了細微的振動行為，進而吸收了外部的聲音能量，其氣泡表面振動過程中外部聲音損失的能量會變成熱量，熱量再藉由外部環境的液體吸收，因此當聲波通過了數層氣泡層後能量大大的折損，進而降低了打樁時所產生的聲音強度。



圖 3 氣幕簾氣泡示意圖

資料來源：

[https://canadianpond.ca/learn/air-bubble-curtains/discover-air-bubble-curtain-applications-bubble-tubing/?gclid=CL6P37n5\\_dACFUyFKgodt\\_cA\\_A](https://canadianpond.ca/learn/air-bubble-curtains/discover-air-bubble-curtain-applications-bubble-tubing/?gclid=CL6P37n5_dACFUyFKgodt_cA_A)

## 2. 雙層樁(Double Pile)

雙層樁的設計為在樁體內部設計以空氣為夾心，並以兩個同心圓樁柱做為夾層，在敲擊時只敲擊內樁且內樁的底部已插入在土壤的情況下，撞擊的能量與振動能被土壤大量的吸收，由於空氣夾層之原因，所以打樁時所產生的撞擊能量比較無法由外樁直接傳遞至外界，因此降低了振動的輻射音。

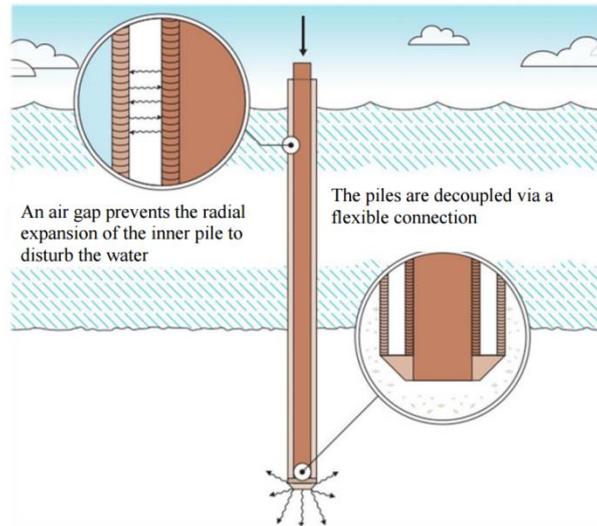


圖 4 雙層樁設計示意圖

資料來源：<https://www.wsdot.wa.gov/research/reports/fullreports/849.1.pdf>

### 3. 阻尼器(Hydro Sound Dampers)

阻尼器系統是在樁體外部圍上一網狀物並在網上附著高彈性材料製作的空氣薄層，網狀物最上層部分放置浮體物、底部放置一沉體，使整個樁體被阻尼器系統圍住來阻隔聲音傳遞的路徑，此系統的優點為不會隨著洋流的影響而降低降噪的能力，在有洋流的環境中比氣幕簾的氣泡還來的容易控制。

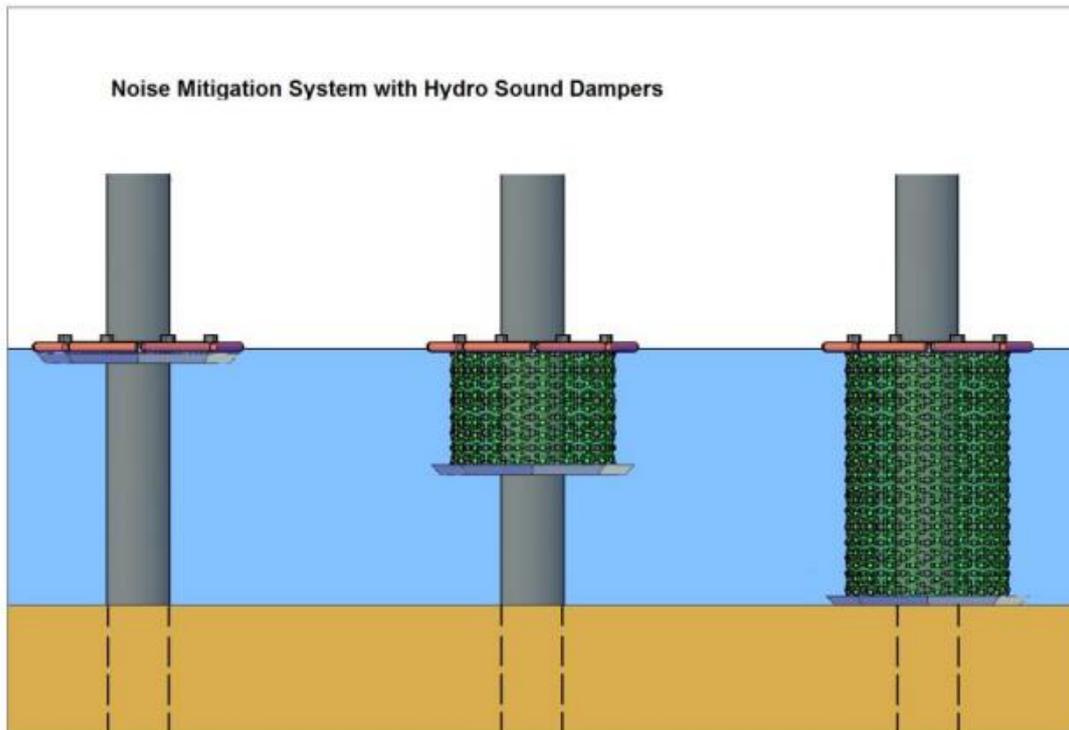


圖 5 阻尼器佈置設計圖

資料來源：

[https://www.acoustics.asn.au/conference\\_proceedings/INTERNOISE2014/papers/p854.pdf](https://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/INTERNOISE2014/papers/p854.pdf)