萬用3維邊界元素法用元素自動分割 java 程式說明

(2013.06.20)

1. 前 言

為使3維邊界元素法能適用於海岸特殊複雜環境以分析波場、潮流場、暴潮 及海嘯等,首先應用 Delaunay Triangulation 概念自動分割自由水面及海底面, 這部份請參考專書,例如:「谷口健男:FEM のための要素自動分割 デローニー 三角分割法の利用,森北出版(株),1996年8月」。對各假想邊界面、及港形 線則自行開發出適合海岸環境的元素自動分割法。

2. 設置節點及元素步驟

① 應用海域水深及港形生成取得水深及港形數據。



② 如圖 4 所示,在水面上設定下列各假想邊界線、海岸線及港形線。左、右假想邊界線不必垂直於海岸線,可取傾斜角度,使其與入射波方向同向,如此會簡化左、右假想邊界面上邊界條件,因為在能量守恆理論下,波能不會橫切波向線。 節點設置可後左下角開始或從右上角開始。從左下角開始時,應沿順時針方向進行,但離島則沿逆時針。從右下角開始時,應沿逆時針。從右下角開始時,應沿逆時針方向進行,但離島為順時針。

本文以左下角開始設置為例。

- ④ 左假想邊界線上設置 Ni 節點(含兩端)
- ⓑ 中間假想邊界線上設置№節點(不含左端)
- ⓒ 右假想邊界線上設置 № 節點(不含上端)
- ⓓ 右海岸線(0水位)設置 №節點(含兩端)
- ⑥ 港形線設置 № 節點(含兩端)
- ① 左海岸線(0水位)設置 N. 節點(含兩端)
- ⑧ 各離島設置 Ni 節點

共在自由水面上配置 $N_1+N_2+N_3+N_R+N_Q+N_L+\Sigma N_i$ 節點, 必要時可如程式說明在內部設置加強點。

③ 設置左假想邊界面節點及元素

左假想邊界水深剖面圖



圖5(b) 靜水面設置N1節點



圖5(c)水深方向等分割成2層

- (a)圖 5(a)為左假想邊界線的縱剖面水深圖,在左假想邊界面靜水面上,以 岸線為起始點,等分割設置 Ni 個節點,此時會自動從步驟 1 取得的水深 數據取得對應海底節點的水深座標。
- (b)圖5(b)為左假想邊界線的縱剖面等N分割圖,此時發現最靠近岸線的元素,因地形關係會呈三角形必須設法使其變成四邊形。
- (c) 從第2節點起, 如圖5(c)所示, 對水深方向進行等分割成2層, 左假想邊 界線的縱剖面



圖 6 左假想邊界面元素及節點配置

(d)如圖6所示,將最靠近岸線的元素的海底部份以紅虛線近似,使之成三角形元素,取其重心,對三邊中點作連線,即可將三角形元素轉換成3個四邊形元素。若四邊形形狀不盡理想時,可利用人工方法,移動重心位置,加以修正取得較佳形狀。將轉換後3個四邊形元素及節點編碼如圖所示,一般數字表示節點編號,圓圈內數字表示元素編號。

在左假想邊界面上共有 2Ni-1 個四邊形元素及 3Ni+1 個節點。

④ 設置中間假想邊界面節點及元素

如圖 7 所示,將中間假想邊界面配置 3(N2+1)個節點及 2N2 個四邊形元素



圖 7 中間假想邊界面元素及節點配置

⑤ 設置右假想邊界面節點及元素

同左假想邊界面,如圖 8 所示,將中間假想邊界面配置 3N₃-1 個節點及 2N₃+4 個四邊形元素。



圖 8 右假想邊界面元素及節點配置

⑥ 設置港形邊界面節點及元素



圖 9 港形邊界面元素及節點配置

同上,如圖9所示,將港形邊界面配置 3No+2 個節點及 2No個四邊形元素。但港形線上的節點選定由滑鼠自行依港形依序設定。

 設置離島邊界面節點及元素 離島存在時,依逆時針設置節點。

3後語

於102年1月底完成3維邊界元素法適用於海岸環境數值分析理論開發後, 即決定專心於海洋工程小百科及港灣工程設計課題。因遺漏本說明檔,再補述之, 期望能對有興趣後進有所助益。