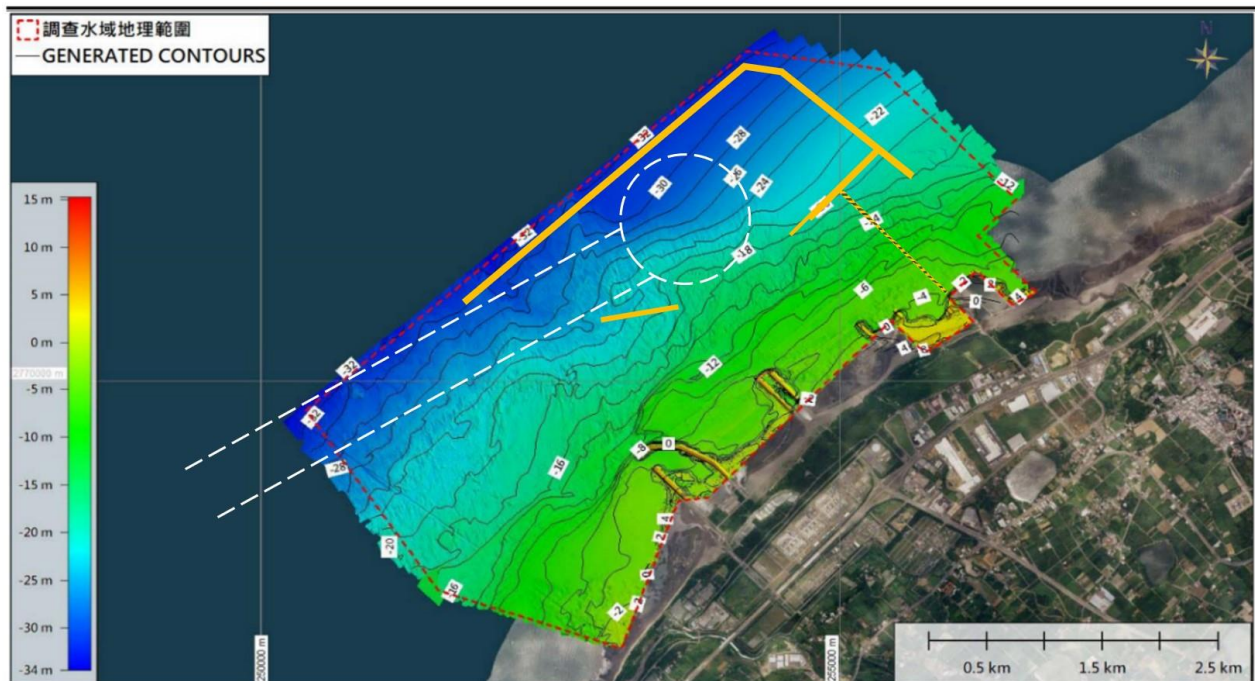


## 6.1.1 地形地質

### 一、地形

本計畫工業專用港鄰近陸地屬於中壠台地西部邊緣地帶，台地地形平坦，海拔高度均在 100 公尺以下，地勢東南側高而西北側低，略呈 0.04 % 坡度。鄰近海岸為平直沙岸，海岸線走向呈向南折之趨勢，並有零星沙丘呈東北向排列。海岸坡度約在 1/150 ~ 1/110 之間，海岸線穩定。

台灣中油公司於 108 年 1 月 11 日至 2 月 21 日進行水深探測，調查成果如圖 6.1.1-1。計畫區附近水深地形量測成果圖係包括海域及陸域之水深測量成果，範圍北起觀音溪出海口，南至新屋溪出海口，約略岸線南北長 6 公里，寬約 4 公里，合計測量面積約為 2,400 公頃。



在此海域範圍內之地形特徵如下：

從海岸向外海延伸(尤其位於港區附近)，近岸處水下 3 至 5 公尺處坡度較緩，形成一堆積台地，顯示此處邊緣為碎波區之所在位置；從上述水深至水下約 12 公尺處，地形坡度較陡，坡度約為 1:60；水深 12 至 22 公尺間坡度則變緩，其後水深 22 公尺處向外再度變傾斜。計畫區附近之海域底床由陸域向海側形成類似階梯狀海底之地勢。

本處海域地形似有呈南北走向之海底沙堤，起伏高度約 1.0 公尺，波長約上百至數百公尺，或為沿海海流及波浪在海底產生的南北走向的海沙堆積，但此地形走勢在港區處較凌亂。

本計畫區西南方海域水深約介於水下 20 至 35 公尺間，依經濟部工業局對觀音附近海域所作調查，海域表面覆蓋之物質初步經海圖判釋分別有砂、沉泥、卵礫石、生物礁及介殼。

## 二、地質

### (一) 地質現況

本計畫工業專用港位於中壠台地西北側之濱海地區，地質上屬於西部麓山帶之一部分，地層組成主要以第四紀台地紅土礫石層及沖積層為主。依據經濟部中央地質調查所地質資料整合查詢系統，調查區域海床表層主要為砂及海岸沉積物所組成，附近海域沉積物分布圖分別如圖 6.1.1-2 所示。

### (二) G1 區

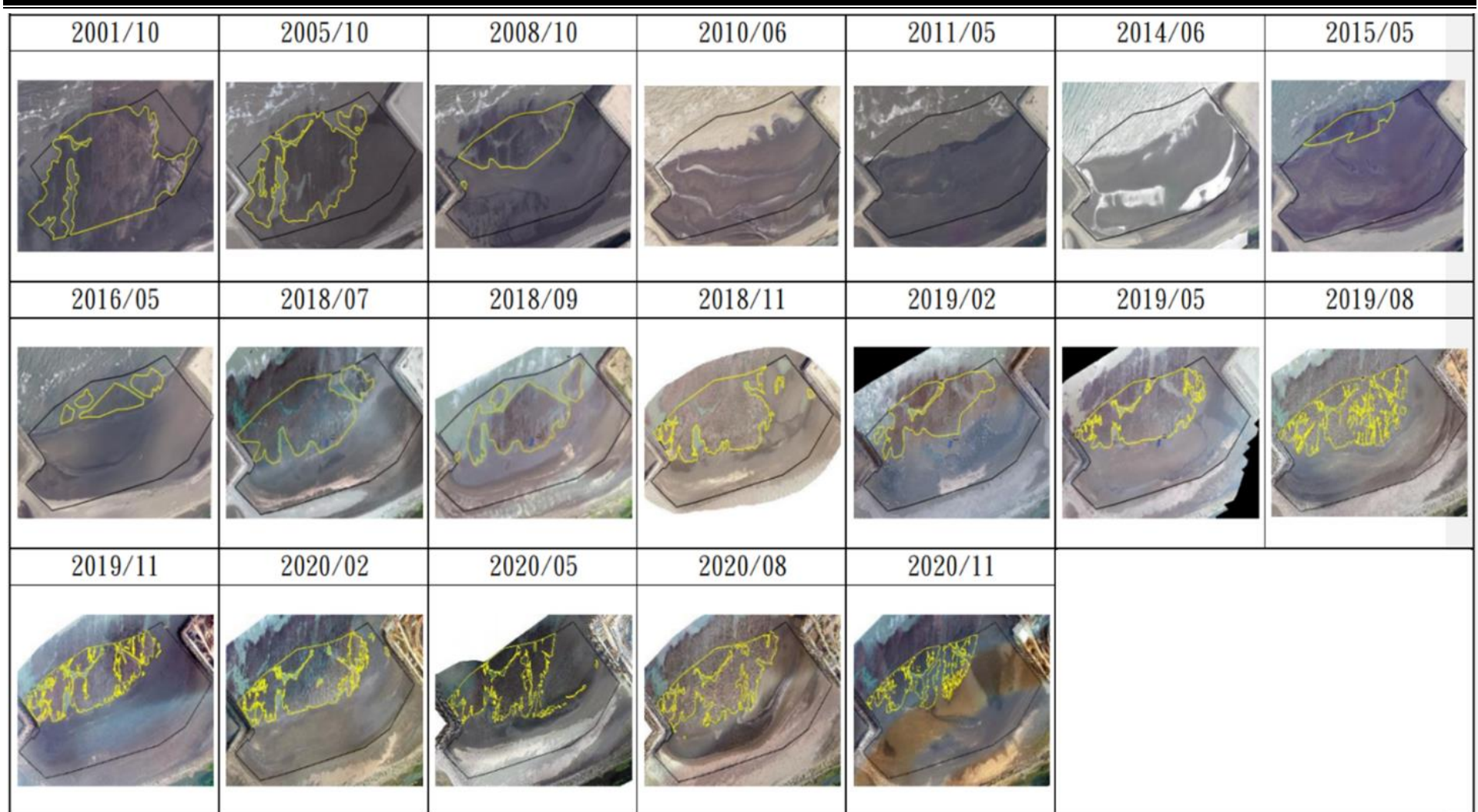
工業區現地地形變遷顯著，比對 2001 至 2020 年航照圖(圖 6.1.1-3)，G1 區藻礁多為淤砂掩埋，偶受颱風影響短期內改變海岸現況而露出。G1 區的中下潮帶為侵蝕與淤積交互出現的地形。近二十餘年來，至少有超過一半的時間為淤積地形。推測 G1 區的侵蝕與淤積現象與颱風效應有關，2005 年與 2008 年均出現數個颱風侵襲台灣，G1 區出現礁體大量裸露；2009 年至 2014 年颱風效應不明顯，G1 區以淤積為主；2015 年連續出現兩個颱風侵襲台灣北部，G1 區下潮帶的礁體部分露出。而對比第三接收站施工前及施工中之航照圖可以發現(圖 6.1.1-4)，施工前 G1

區有覆沙情形，施工中則有下潮帶的礁體部分露出，說明施工期間對於 G1 區積沙情況影響並不顯著，沙來沙往乃自然現象。



資料來源：經濟部中央地質調查所地質資料整合查詢系統(<https://gis3.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys8/t3/index1.cfm>，發布日期 2019.11.7)，本計畫整理

圖 6.1.1-2 計畫區附近海域沉積物分布



資料來源：農林所正射航照圖，本計畫整理

圖 6.1.1-3 觀塘工業區(港)G1 區歷年地形變遷比較圖

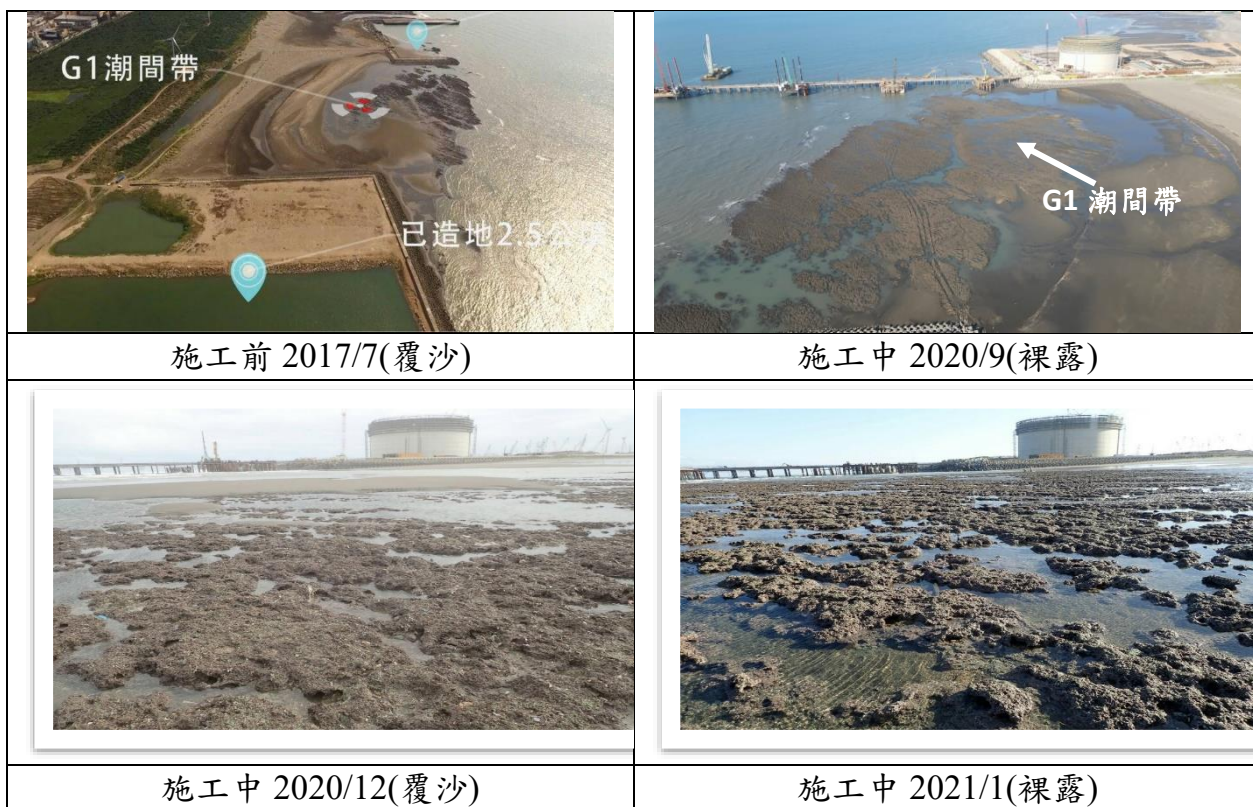
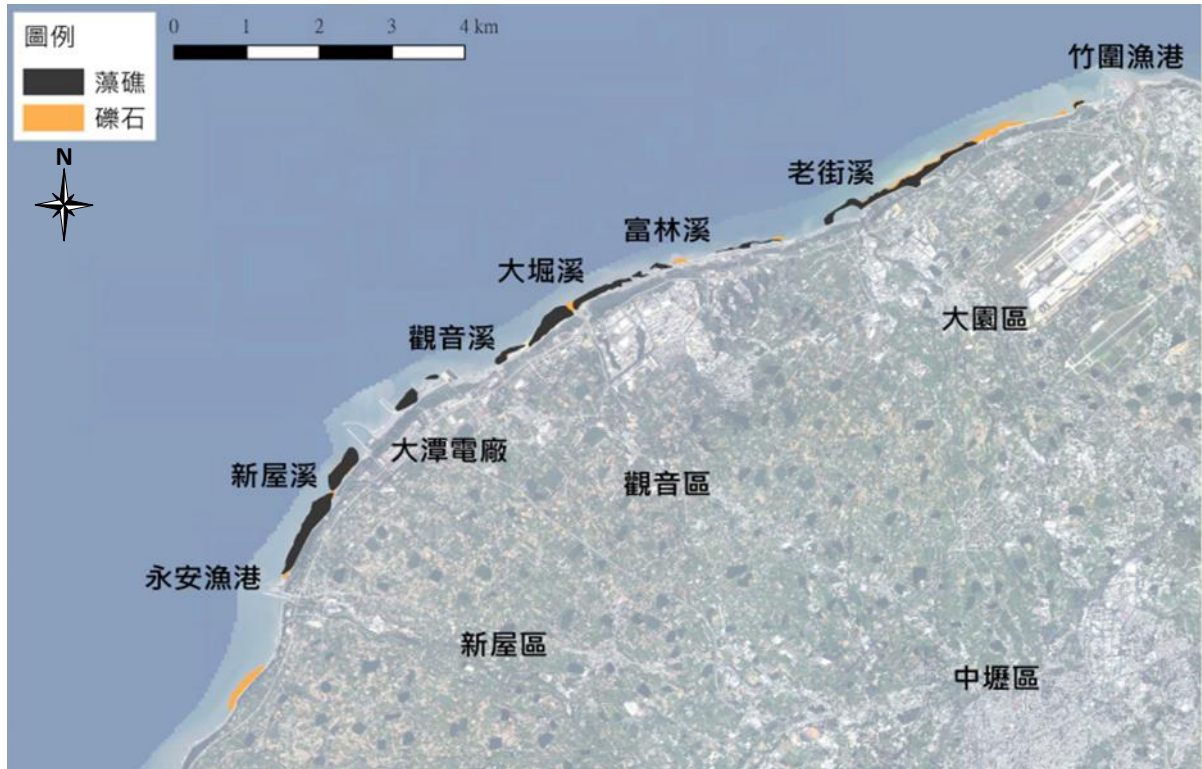


圖 6.1.1-4 觀塘工業區(港)G1 區施工前與施工中地形變遷比較圖

### 6.1.1.1 桃園海岸礁體分佈

#### 一、 桃園海岸礁體分佈

依據桃園市政府「2017 桃園海岸生態保護白皮書」，桃園市礁體分佈如圖 6.1.1.1-1 所示。顯示本計畫工業區現地有礁體裸露情形。



資料來源：2017 桃園海岸生態保護白皮書

圖 6.1.1.1-1 桃園海岸礁體分佈圖

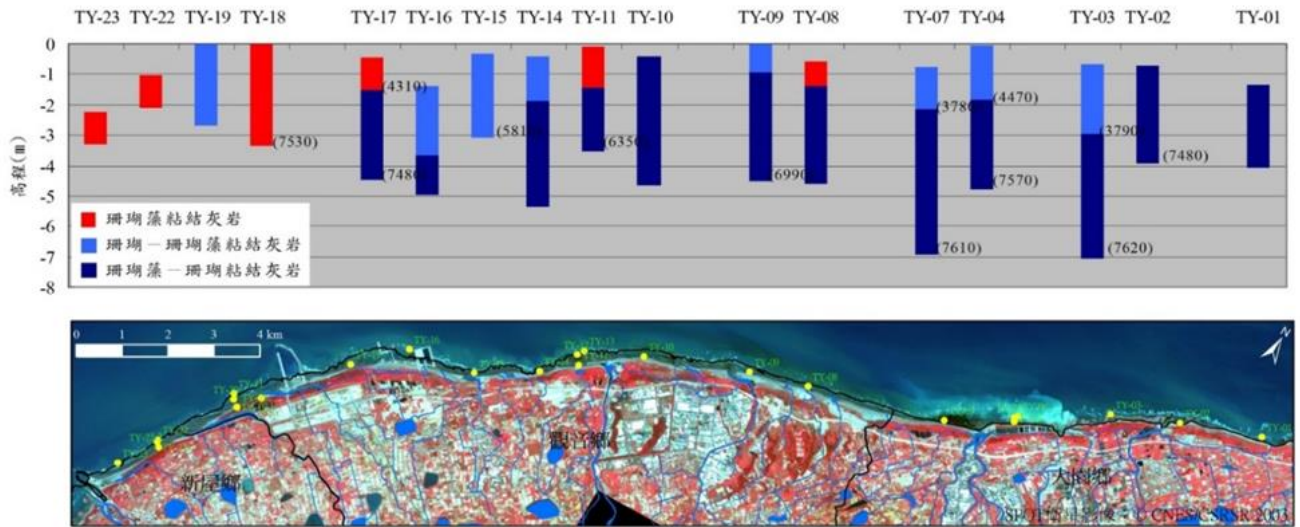
## 二、 桃園海岸的礁體組成、厚度與年代分析(圖 6.1.1.1-2)

桃園海岸線長約 40 公里，其中約 27 公里是有礁體地形的。根據國立台灣大學戴昌鳳教授等(2009)之研究指出：

- (一) 大潭電廠以北的礁體，多為珊瑚藻-珊瑚黏結灰岩(圖 6.1.1.1-3)，是以珊瑚為主體，參雜珊瑚藻。
- (二) 大潭電廠以南的礁體，多為珊瑚-珊瑚藻黏結灰岩(圖 6.1.1.1-3)，是以珊瑚藻為主體，參雜珊瑚。

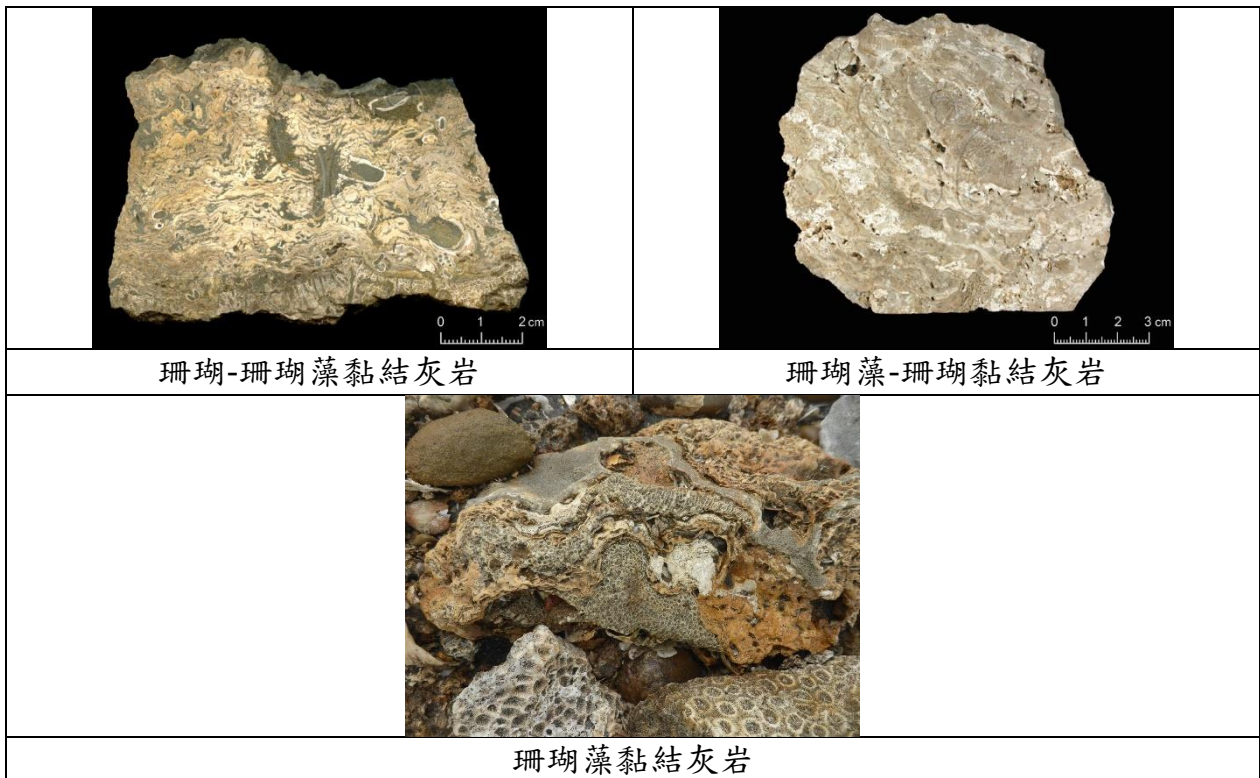
以珊瑚為主體的礁體，南邊或表層則多為以珊瑚藻為主體的礁體。針對以殼狀珊瑚藻所形成之藻礁主體其範圍大都均納入 103 年公告之觀新藻礁生態系野生動物保護區中，受政府法令完整保護。

目前觀塘工業區及鄰近場址有多處結構物，該區海岸部分為人工化海岸，且呈現淤積或部分礁體裸露之狀況，其地質及景觀已不若桃園地區其他自然海岸具有完整性，且該區礁體以混合型為主(珊瑚藻-珊瑚黏結灰岩，是以珊瑚為主體，參雜珊瑚藻)，不是以殼狀珊瑚藻為主之藻礁結構體，在此區海岸興建工業區對環境影響相對輕微。



圖示說明：  
 · 紅色：珊瑚藻黏結灰岩  
 · 淺藍色：珊瑚-珊瑚藻黏結灰岩，是以珊瑚藻為主體，參雜珊瑚  
 · 深藍色：珊瑚藻-珊瑚黏結灰岩，是以珊瑚為主體，參雜珊瑚藻  
 資料來源：國立台灣大學戴昌鳳教授等(2009)之研究。

圖 6.1.1.1-2 桃園海岸的礁體組成、厚度與年代分析圖



資料來源：數位典藏國家型科技計畫/國立自然科學博物館及台北市立大學地球環境暨生物資源學系許民陽特聘教授。

圖 6.1.1.1-3 礁體組成外觀圖

### 6.1.1.2 工業區(港)地質鑽探暨礁體判讀結果

針對觀塘工業港外推方案，為瞭解棧橋、圍堤內迴船池區與圍堤外料源區之海床地層分布狀況，台灣中油公司於民國 108 至 109 年進行土壤地質鑽探工作，調查範圍包括建港及圍堤造地新建工程(BH1~10)、觀塘港新增鑽孔工程(新 1~4)及棧橋新建工程，共計 36 孔鑽孔岩芯，茲就各層次之工程性質，分述如下：

#### 一、 建港及圍堤造地新建工程

共有 10 個鑽孔岩芯，編號為 BH1~10，經岩芯個別審視、分析及測量後得到表 6.1.1.2-1，並將這些特性標註位置圖內可得圖 6.1.1.2-1。由表可知有 4 個鑽孔岩芯有藻礁岩體分布，但厚度均不大，藻礁岩體與珊瑚礁岩分布、厚度、高程及比例分析如下：

- (一) 分布：水深 20 公尺以內大致還有藻礁岩體分布(BH-1，BH-2，BH-3)，BH-7 的藻礁岩體厚 0.1 公尺，可能為滑落再沉積所致。
- (二) 厚度：不大，在 0.2 至 0.3 公尺之間。
- (三) 高程：在約-16 至-18 公尺之間。
- (四) 藻礁岩體與珊瑚礁岩比例：由於水深較大，或漂沙較多等因素，以藻礁岩體分布為主，兩者比例為 10：0。

#### 二、 觀塘港新增鑽孔工程

共有 4 個鑽孔岩芯，編號為新 1~4，經岩芯個別審視、分析及測量後得到表 6.1.1.2-2，並將這些特性標註位置圖內可得圖 6.1.1.2-1。由表 6.1.1.2-2 可知有 2 個鑽孔岩芯有珊瑚礁岩分布，但厚度均不大，藻礁岩體與珊瑚礁岩分布、厚度、高程及比例分析如下：

- (一) 分布：水深 14 公尺以內大致還有藻礁岩體分布(新 3 及新 4)。
- (二) 厚度：不大，在 1 至 0.9 公尺之間。
- (三) 高程：在約-10.5 至-15 公尺之間。
- (四) 藻礁岩體與珊瑚礁岩比例：由於水深較大，或漂沙較多等因素，以藻礁岩體分布為主，兩者平均比例為 9：1。

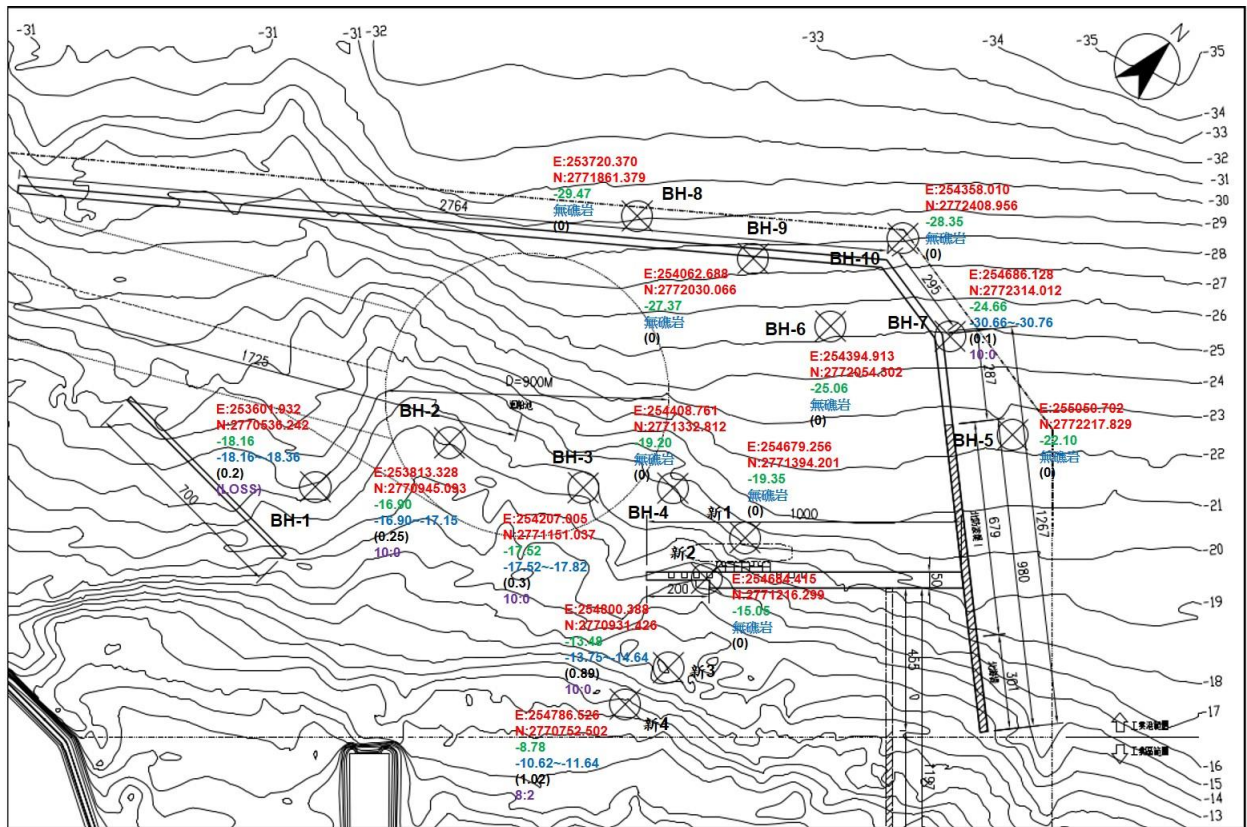


表 6.1.1.2-1 建港及圍堤造地新建工程鑽孔岩芯藻礁岩體與珊瑚礁岩特性分析

孔位	鑽孔口 海床高程	礁體 深度	礁體 厚度	礁體 高程	分類	藻礁岩體與 珊瑚礁岩比例
BH-1	-18.16M	0~0.2M	0.2M	-18.16~ -18.36	珊瑚礁岩	LOSS(樣品流失)
BH-2	-16.90M	0~0.25 M	0.25M	-16.90~ -17.15	珊瑚礁岩	藻礁岩體為主，藻礁岩 體&珊瑚礁岩 10：0
BH-3	-17.52M	0~0.3M	0.3M	-17.52~ -17.82	珊瑚礁岩	藻礁岩體為主，藻礁岩 體&珊瑚礁岩 10：0
BH-4	-19.20M	-	-	-	無礁岩	-
BH-5	-22.10M	-	-	-	無礁岩	-
BH-6	-25.06M	-	-	-	無礁岩	-
BH-7	-24.66M	6~6.1M	0.1M	-30.66~ -30.76	珊瑚礁岩	藻礁岩體為主，藻礁岩 體&珊瑚礁岩 10：0， (其中有一半是岩石)， 藻礁岩體上有苔蘚蟲， 管蟲、貝類附生。
BH-8	-29.47M	-	-	-	無礁岩	-
BH-9	-27.37M	-	-	-	無礁岩	-
BH-10	-28.35M	-	-	-	無礁岩	-

表 6.1.1.2-2 觀塘港新增鑽孔工程岩芯藻礁與珊瑚礁特性分析

孔位	鑽孔口 海床高程	礁體 深度	礁體 厚度	礁體 高程	分類	藻礁岩體與 珊瑚礁岩比例
新 1	-19.35M	-	-	-	-	無礁岩
新 2	-15.05M	-	-	-	-	無礁岩
新 3	-13.48M	0.27~1.16 M	0.89M	-13.75~ -14.64 M	珊瑚礁岩	藻礁岩體&珊瑚 礁岩 10：0
新 4	-8.78M	1.84~2.86 M	1.02M	-10.62~ -11.64 M	珊瑚礁岩	藻礁岩體&珊瑚 礁岩 8：2 混雜



註：  
座標(E,N)鑽孔口高程(m)礁體高程(m)礁體厚度(m)指藻礁與珊瑚礁比例

圖 6.1.1.2-1 觀塘工業港-外推方案附近地質鑽探結果

### 三、棧橋新建工程

共有 22 個鑽孔岩芯，經岩芯個別審視，14 個鑽孔岩芯有珊瑚礁岩，經分析及測量後得到表 6.1.1.2-3。由表可知有 14 個鑽孔岩芯有藻礁岩體分布，但厚度均不大，藻礁岩體與珊瑚礁岩分布、厚度、高程及比例分析如下(圖 6.1.1.2-2)：

- (一) 分布：藻礁岩體由棧橋陸側(0 公尺)至海側(-10 公尺)均有分布。
- (二) 厚度：棧橋中段部分最厚(P-8 至 P-4)，厚度由 2.0 公尺至 1.15 公尺，主因為藻礁岩體中夾雜珊瑚礁岩，珊瑚礁層生長速度較快所致，由棧橋中段向陸側及海側藻礁岩體及珊瑚礁岩厚度較薄。
- (三) 高程：由陸側-3.5 至海側-13 公尺均有藻礁岩體及珊瑚礁層。
- (四) 比例：礁體較薄部分大致上均由藻礁岩體組成，比例 10:0，較厚部分藻礁岩體及珊瑚礁岩混雜，但以藻礁岩體比例較高，藻礁岩體及珊瑚礁岩比例由 6:4 至 10:0 不等，平均比例約 9:1 左右。

表 6.1.1.2-3 棧橋新建工程鑽孔岩芯藻礁岩體與珊瑚礁岩特性分析

孔位	鑽孔口 海床高程	礁體深度	礁體厚度	礁體高程	分類	藻礁岩體與珊瑚礁 岩比例
擋土牆	4.5M	9~9.4 M	0.4 M	-4.5~-4.1M	珊瑚礁岩	藻礁岩體為主， 藻礁岩體&珊瑚礁 岩 10：0
A-2	4.5M	8~8.65 M	0.65 M	-3.5~-4.15 M	珊瑚礁岩	藻礁岩體為主， 藻礁岩體&珊瑚礁 岩 10：0
P-10	4.5M	10.15~10.4 M	0.25 M	-5.65~-5.9 M	珊瑚礁岩	藻礁岩體為主， 藻礁岩體&珊瑚礁 岩 10：0
P-9	4.5M	10.5~11 M	0.5 M	-6~-6.5 M	珊瑚礁岩	藻礁岩體&珊瑚礁 岩 6：4 混雜
P-8	-1.7M	2.5~4.5 M	2.0 M	-4.21~-6.21 M	珊瑚礁岩	藻礁岩體&珊瑚礁 岩 7：3 混雜
TW-7	-2.85M	1.6~2.5 M	0.9 M	-4.45~-5.35 M	珊瑚礁岩	藻礁岩體為主， 藻礁岩體&珊瑚礁 岩 10：0
P-6	-4.28M	0.92~2.07 M	1.15 M	-5.3~-6.45 M	珊瑚礁岩	藻礁岩體&珊瑚礁 岩 9：1 混雜
TW-6	-4.28M	0.47~1.8M	1.33 M	-4.75~-6.08 M	珊瑚礁岩	藻礁岩體&珊瑚礁 岩 7：3 混雜
P-4	-6.46M	2.5~3.65 M	1.15 M	-8.96~-10.11 M	珊瑚礁岩	藻礁岩體為主， 藻礁岩體&珊瑚礁 岩 10：0
P-3-7	-9.19M	1.0~1.12 M	0.12 M	-10.19~-10.39 M	珊瑚礁岩	藻礁岩體為主， 藻礁岩體&珊瑚礁 岩 10：0
P-3-22	-9.19M	0.27~1.2 M	0.93 M	-10.17~-10.39 M	珊瑚礁岩	藻礁岩體&珊瑚礁 岩 7：3 混雜
P-2	-10.02M	1.9~2.1 M	0.2 M	-11.92~-12.12 M	珊瑚礁岩	藻礁岩體為主， 藻礁岩體&珊瑚礁 岩 10：0
TW-2	-10.02M	0.95~1.4 M	0.45 M	-10.97~-11.42 M	珊瑚礁岩	藻礁岩體為主， 藻礁岩體&珊瑚礁 岩 10：0
A-1	-12.38M	0.25~0.7 M	0.45 M	-12.63~-13.08 M	藻礁碎屑	藻礁岩體為主， 藻礁岩體&珊瑚礁 岩 10：0

#### 四、 小結

有關本次調查對三十六個的鑽孔岩芯判讀及分析結果總結如下：

##### (一) 三個鑽孔岩芯區珊瑚礁岩出現比率

1. 建港及圍堤造地新建工程：10 個鑽孔岩芯有 4 個有珊瑚礁岩。
2. 棧橋新建工程：22 個鑽孔岩芯有 14 個有珊瑚礁岩。
3. 觀塘港新增鑽孔工程：4 個鑽孔岩芯有 2 個有珊瑚礁岩。

總計 36 個岩芯中有 20 個珊瑚礁岩，比率約為二分之一。

##### (二) 珊瑚礁岩分布水深

1. 建港及圍堤造地新建工程：水深 20 公尺以內大致還有藻礁岩體分布 (BH-1, BH-2, BH-3)。
2. 棧橋新建工程：藻礁岩體由棧橋陸側(0 公尺)至海側(-10 公尺)均有分布。
3. 觀塘港新增鑽孔工程：水深 14 公尺以內大致還有藻礁岩體分布(新 3 及新 4)。
4. 綜合分析：水深為珊瑚礁岩生長的最重要因素，超過一定深度，藻類及珊瑚無法光合作用、即停止生長。

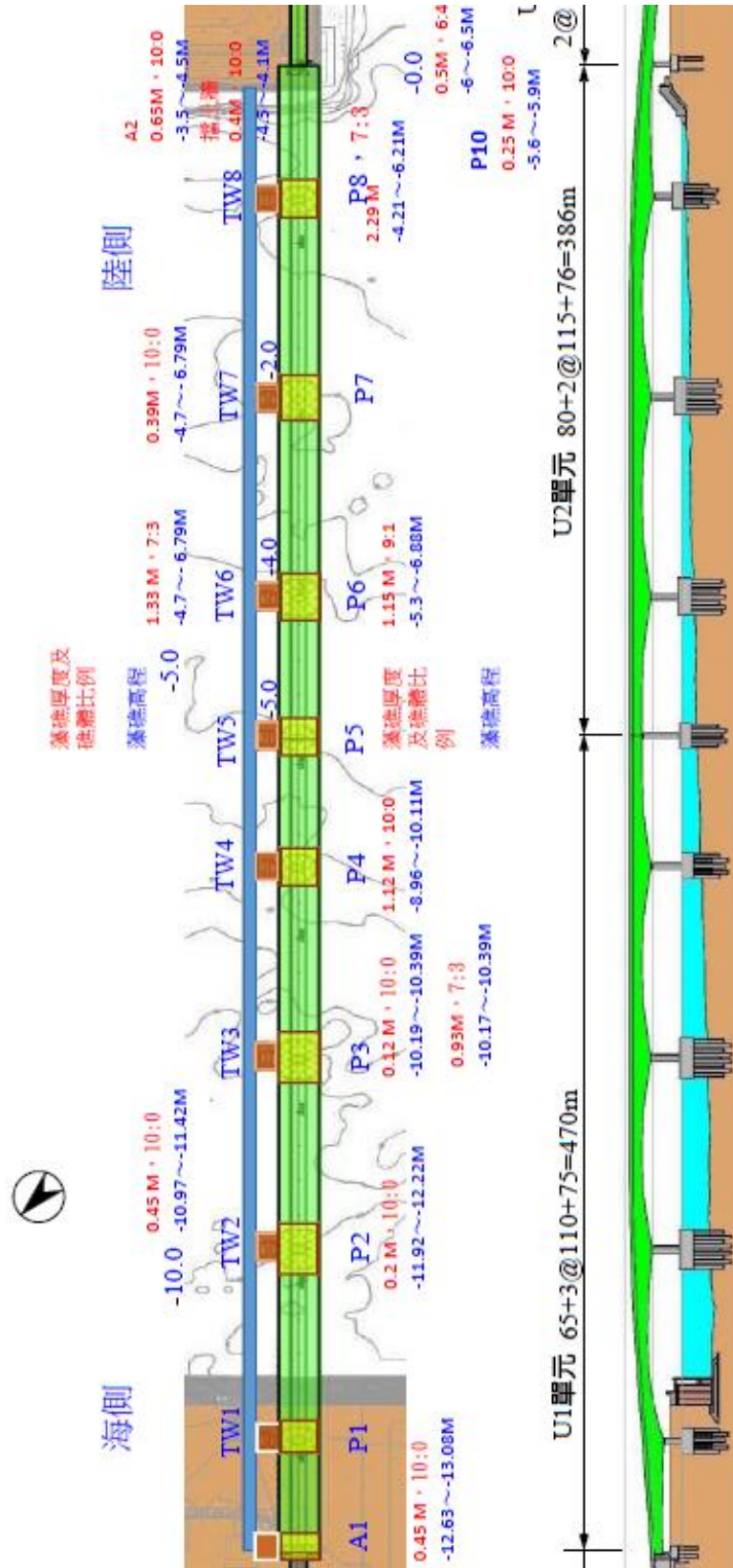


圖 6.1.1.2-2 棧橋及鋼便橋橫剖面圖(藻礁厚度、高程及礁體比例)

(三) 珊瑚礁岩厚度

1. 建港及圍堤造地新建工程：在 0.2 至 0.3 公尺之間，厚度不大。
2. 棧橋新建工程：棧橋中段部分最厚(P-8 至 P-4)，厚度由 2.0 公尺至 1.15 公尺，主因為藻礁岩體中夾雜珊瑚礁岩，珊瑚礁層生長速度較快所致，由棧橋中段向陸側及海側藻礁岩體及珊瑚礁岩厚度較薄，最薄僅 0.1~0.2 公尺。
3. 觀塘港新增鑽孔工程：在 1 至 0.9 公尺之間，厚度不大。

綜合分析：珊瑚礁岩厚度由 2.0 公尺至最薄僅 0.1~0.2 公尺不等。

(四) 珊瑚礁岩分布高度

1. 建港及圍堤造地新建工程：在約-16 至-18 公尺之間。
2. 棧橋新建工程：由陸側-3.5 至海側-13 公尺之間。
3. 觀塘港新增鑽孔工程：在約-10.5 至-15 公尺之間。

綜合分析：珊瑚礁岩分布高度在約-3.5 至-18 公尺之間。

(五) 藻礁岩體與珊瑚礁岩比例

1. 建港及圍堤造地新建工程：由於水深較大，或漂沙較多等因素，以藻礁岩體分布為主，兩者比例為 10：0。
2. 棧橋新建工程：礁體較薄部分大致上均由藻礁岩體組成，比例 10：0，較厚部分藻礁岩體及珊瑚礁岩混雜，但以藻礁岩體比例較高，藻礁岩體及珊瑚礁岩比例由 6：4 至 9：1 不等，平均比例約 9：1 左右。
3. 觀塘港新增鑽孔工程：由於水深較大，或漂沙較多等因素，以藻礁岩體分布為主，兩者平均比例為 9：1。

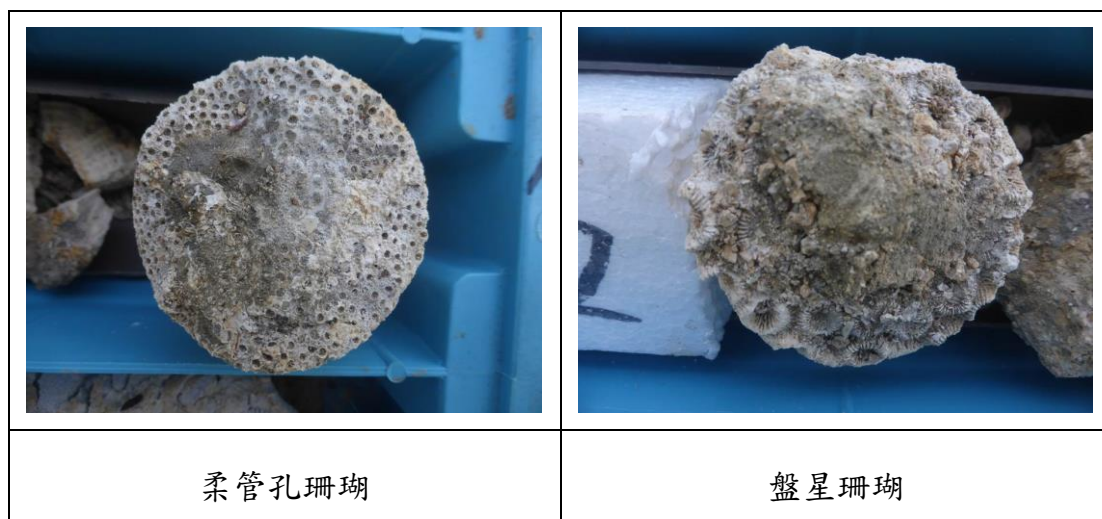
總計 36 個岩芯中，藻礁岩體及珊瑚礁岩比例平均約 9：1 左右。

(六) 鑽孔岩芯藻礁的特性

經審視三十六個鑽孔岩芯的藻礁岩體樣本，可得到第三液化天然氣接收站觀塘港及圍堤造地新建工程及液化天然氣接收站棧橋新建工程鑽孔岩芯藻礁可分兩類，其一為膠結良好，層理清楚的藻礁岩體，其二為多孔隙的藻礁岩體，其他藻礁岩體以碎塊呈現，層理不清楚，有多種生物骨骼組成或附生，如管蟲、苔癬蟲、珊瑚碎塊、貝類等。

#### (七) 鑽孔岩芯珊瑚礁的特性

大潭藻礁區較厚礁層中夾有珊瑚礁生長鑽孔岩芯並不多，但由於珊瑚生長的速率可以是藻礁的 10 倍，因此較厚的藻礁岩體層必然有珊瑚礁間夾於其中生長。在礁層中由於生長的結構(framework)緻密，顏色較白，在礁層中很容易辨認。在棧橋區各岩芯中，現今鑽孔發現的種類有柔管孔珊瑚及盤星珊瑚，以柔管孔珊瑚較為常見，所佔的比例較高，可能是它較能適應泥沙較多的淺海環境生長，也是用來採集定年的好材料。



## 五、地質鑽探豎礁體彙整比較

針對觀塘工業港外推方案，為瞭解棧橋、圍堤內迴船池區與圍堤外料源區之海床地層分布狀況，彙整台灣中油公司於民國 88 年、92 年及 108 至 110 年進行土壤地質鑽探資料(如圖 6.1.1.2-3)，岩芯判讀及分析結果總結如下：

- (一) 據 88、92 年鑽探作業，結果顯示浚挖區為卵礫石夾雜礁岩，港區原浚挖範圍有礁岩，珊瑚礁岩厚度自 0.5~4.7m 不等。
- (二) 108 及 109 年鑽探作業，結果顯示礁岩厚度自 0.1~1.02m 不等。
- (三) 110 年鑽探作業，結果顯示礁岩厚度自 0.1~0.7m 不等。
- (四) 由圖 6.1.1.2-3 初步分析，離岸越遠、水深愈深(18 米以深)，海床下的礁岩厚度有越少越薄的情況。

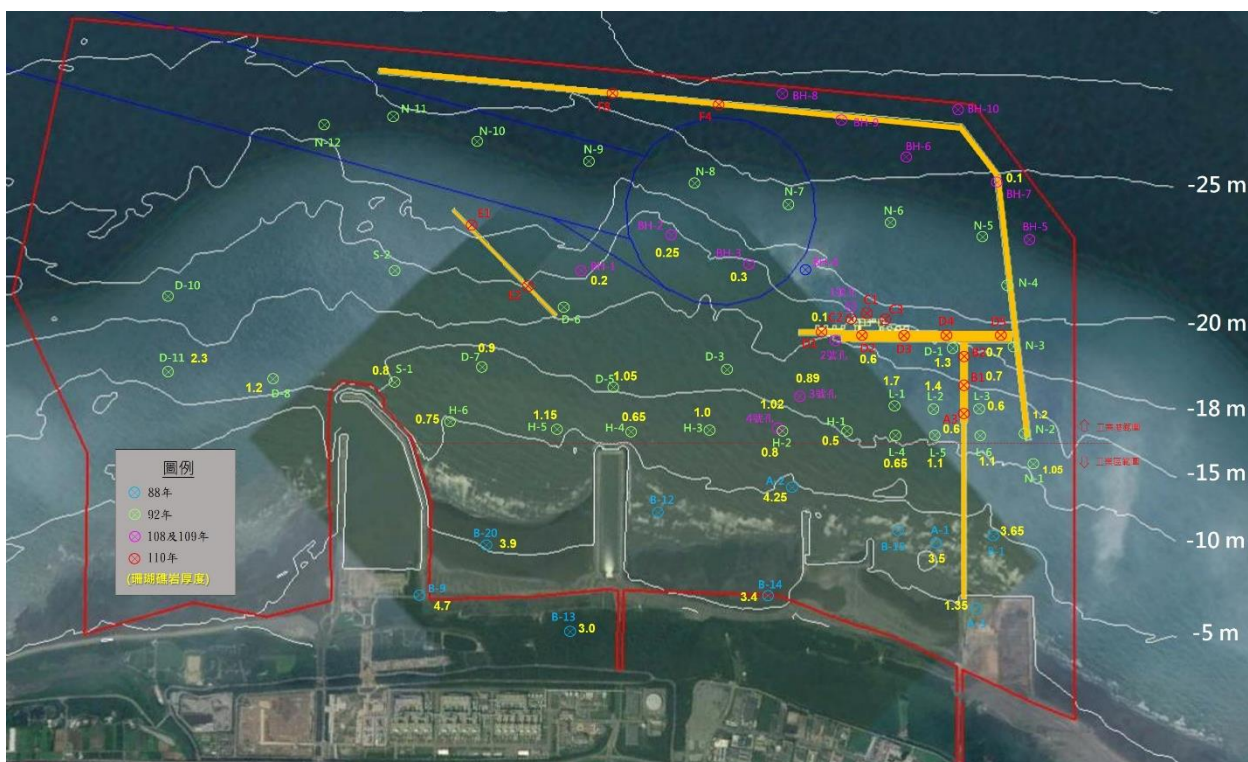
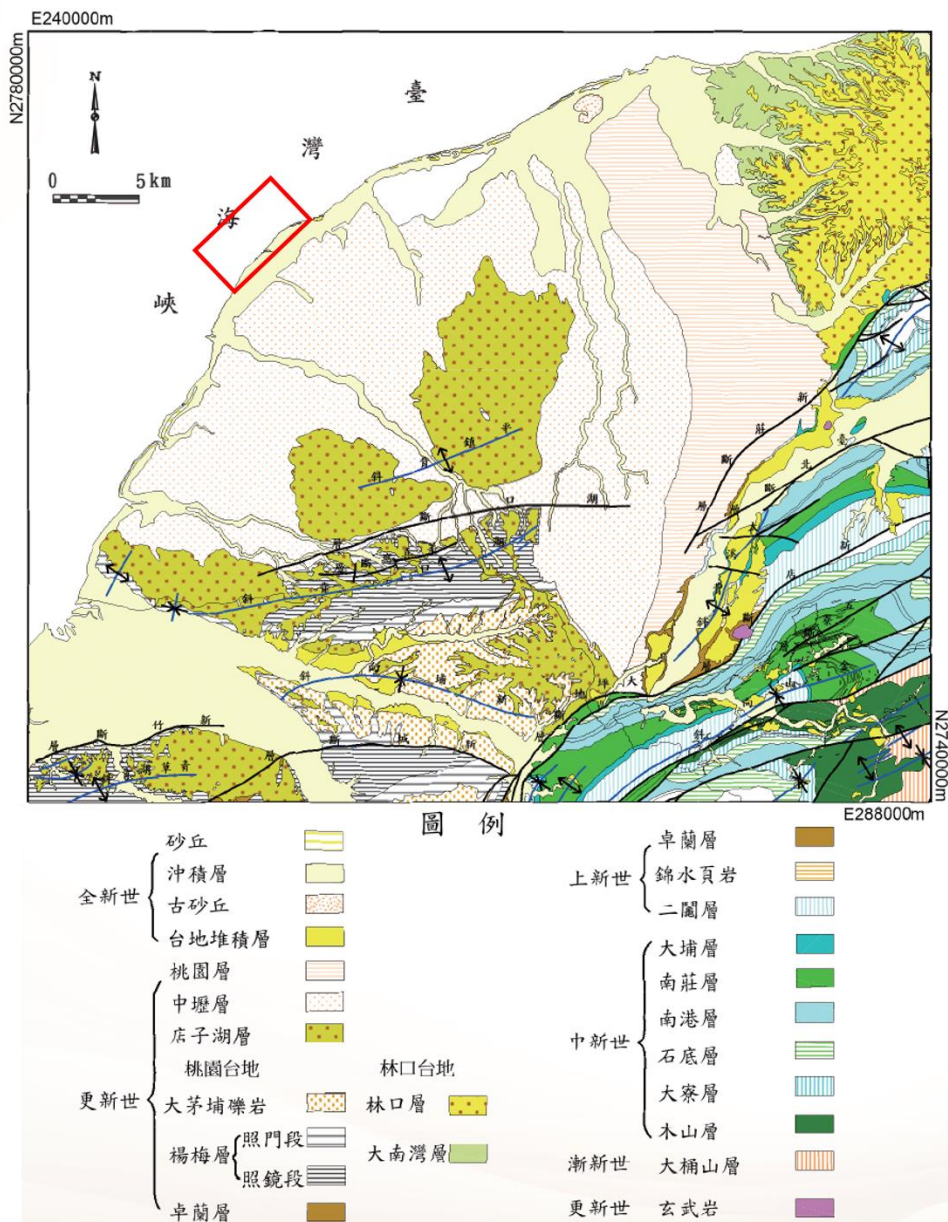


圖 6.1.1.2-3 民國 88、92、108-110 年鑽探作業礁岩厚度示意圖



## 六、高解析地質調查

針對觀塘工業港外推方案場址，於鄰近地區執行高解析地質調查，本調查區域位於桃園市觀音區之近岸，蒐集鄰近地區地質調查結果如圖 6.1.1.2-4，地層主要為更新世的中壠層以及全新世的沖積層，中壠層的主要性質為紅土礫石層，為古大漢溪在更新世晚期的河床堆積物所組成，觀音附近平均礫石層厚度約為 20 公尺；在靠近海岸處則是全新世的沖積層，為最近 11,700 年以來所堆積的沉積物。

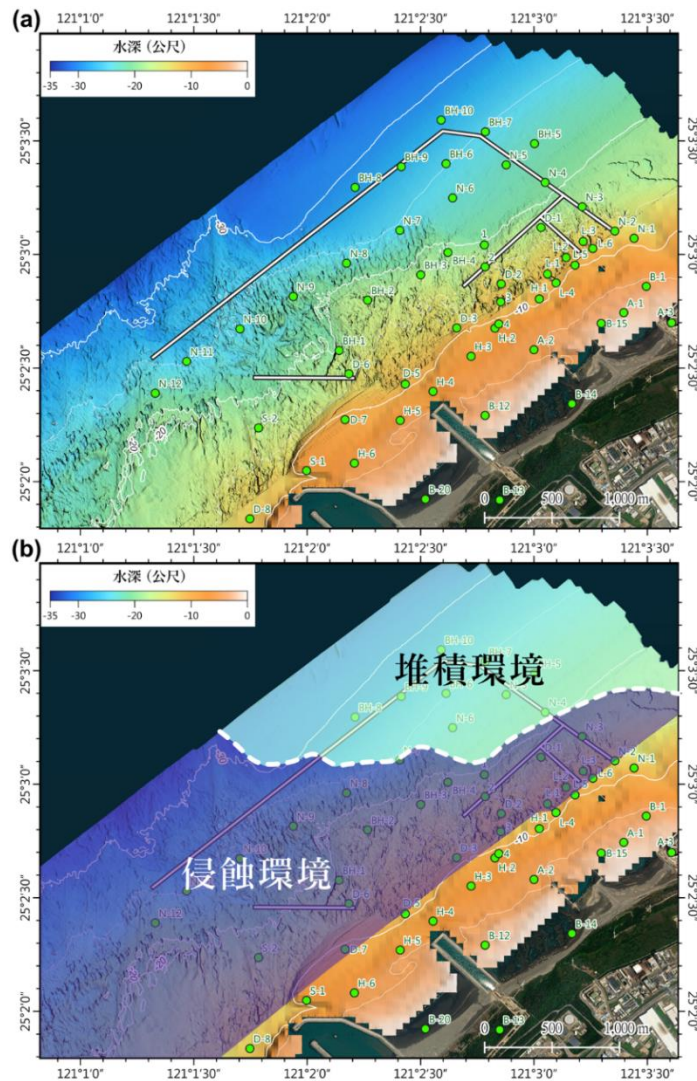


註:紅色方框標示範圍為本調查作業區域。

圖 6.1.1.2-4 桃園台地區域地質圖 (李錫堤,2020)

## (一) 多音束水深調查

調查區域的多音束水深資料，其整體水深範圍為 0 至 -35 公尺深，呈現由東南往西北方向逐漸加深的趨勢（圖 6.1.1.2-5 (a)）。海床形貌以北緯 25°03'24" 為大致的區隔線，區隔線以南的海床形貌較為崎嶇，為明顯的侵蝕溝環境（圖 6.1.1.2-5 (b)），其中在水深 -10 至 -20 公尺之間有明顯且密集的海床侵蝕溝特徵，而在水深超過 -20 公尺之後，海床侵蝕溝特徵的數量、密度便逐漸減少，只有在岩心井位 N-9、N-10 之間有較密集的侵蝕溝特徵出現。在區隔線以北的區域，海床形貌顯示以小凹陷的堆積環境為主（圖 6.1.1.2-5 (b)），海床平緩無明顯的侵蝕特徵，更外海西北處有明顯砂層堆積。



註:圖(a)為水深概況，綠色圓點為過去的鑽井調查井位；

圖(b)以白色虛線為界，以南的海床為侵蝕環境，以北則是堆積環境

圖 6.1.1.2-5 調查區域聲納側掃及鑽探，礁岩水深、厚度及水平分布成果

## (二) 側掃聲納調查分析

調查區域的側掃聲納影像成果如圖 6.1.1.2-6，根據側掃聲納影像所呈現的海床形貌，可辨識出不同底質的分布區域，並結合多音束水深調查資料判斷海床環境。

由成果發現堆積環境的側掃聲納影像呈現均勻且平坦的海床特徵；而侵蝕環境的側掃聲納影像則較多海床的起伏、坑洞等特徵，及較強烈的回散射 (backscatter) 訊號。其中在侵蝕環境的部分中，可依照側掃聲納所反映的海床特徵分為一般的侵蝕海床及礁岩兩個區塊：一般的海床侵蝕環境呈現不規則分布的海床凹陷特徵 (圖 6.1.1.2-6 (b))；而礁岩區塊的海床，其側掃聲納影像特徵則為平行海岸的礁岩分布，以及礁岩區表面與海岸斜交而與波浪方向一致的海蝕溝等構造 (圖 6.1.1.2-6 (c))。

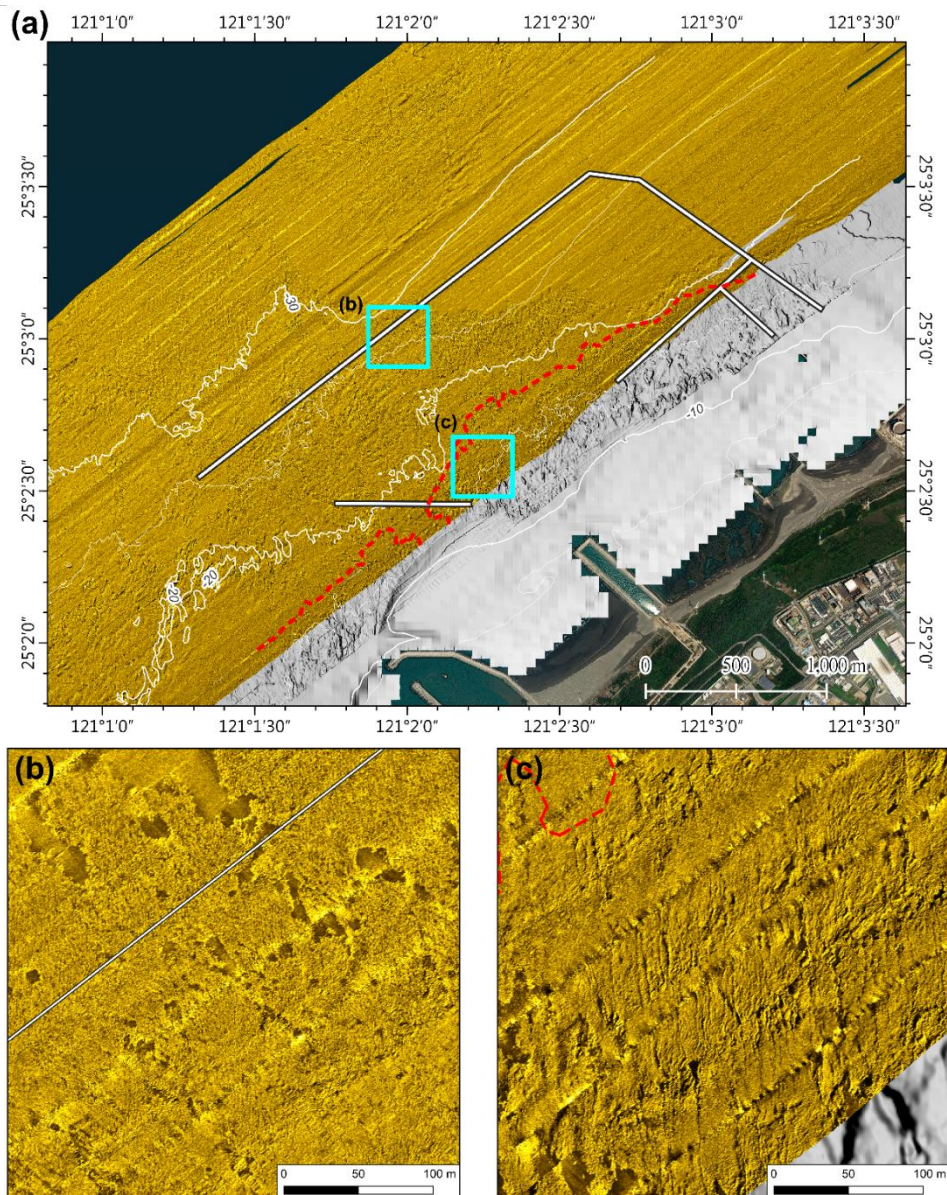
以上述特徵作為依據，我們將調查區域的礁岩分布範圍進行完整的圈繪 (圖 6.1.1.2-6 (a)紅色虛線標示之範圍)，可發現所礁岩的大多分布在水深淺於 -18 公尺的範圍之內，在水深 -18 公尺以外的海床幾乎沒有發現礁岩分布的海床特徵。再根據圖 6.1.1.2-6 (a)紅色虛線標示之礁岩範圍加以測量，礁岩的水平分布最遠範圍，大約從陸地向外海延伸約 1600 公尺。

## (三) 鑽探資料比對分析

彙整台灣中油公司於民國 88 年、92 年及 108 至 110 年於調查區域所進行的地質鑽探資料，一共有 74 筆資料，其中有 39 筆的岩心內有發現厚度不一的礁岩層，厚度從 0.1 到 4.7 公尺之間不等。將所有岩心井位的海床位置深度及岩心內所發現的礁體厚度進行繪圖，即可得到不同水深位置與礁體厚度的對應關係圖 (圖 6.1.1.2-7)，由對應關係圖中歸納出三個結論：

1. 水深越淺的區域，礁體的厚度越厚；
2. 所發現礁體厚度上限大約是 5 公尺；
3. 當水深超過-18 公尺後無發現礁體。

其中第三點的結論與前述透過側掃聲納影像所辨識的海床礁岩分布水深範圍有高度的一致性。另一方面，將岩心在空間上的平面位置與多音束水深圖資進行套疊，使用不同顏色的圖示表示岩心的礁體厚度（圖 6.1.1.2-8），可判斷出距離海岸越近（水深越淺）的區域有較厚的礁體分布；而距離海岸越遠（水深越深），礁體的厚度則逐漸減薄，超過水深-18 公尺後則不再有任何的礁體出現，而岩心鑽探所顯示的礁體分布範圍，也與側掃聲納影像中判識的礁岩分布區域有高度的重疊，就如上述的結果一樣。



註：圖(a)中紅色虛線為大致礁岩區域的邊界；

圖(b)顯示一般侵蝕環境海床的側掃聲納影像的特徵；

圖(c)顯示含礁岩區域的側掃聲納影像特徵

**圖 6.1.1.2-6 整體側掃聲納影像拼圖**

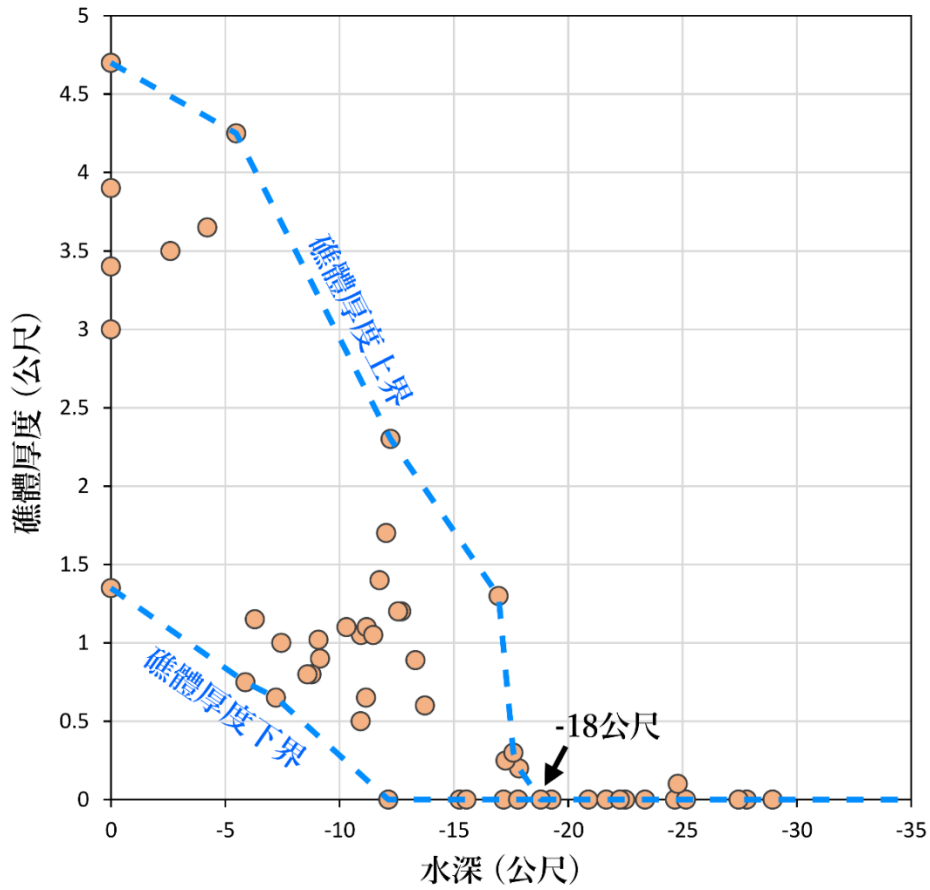


圖 6.1.1.2-7 礁體厚度與水深關係圖。

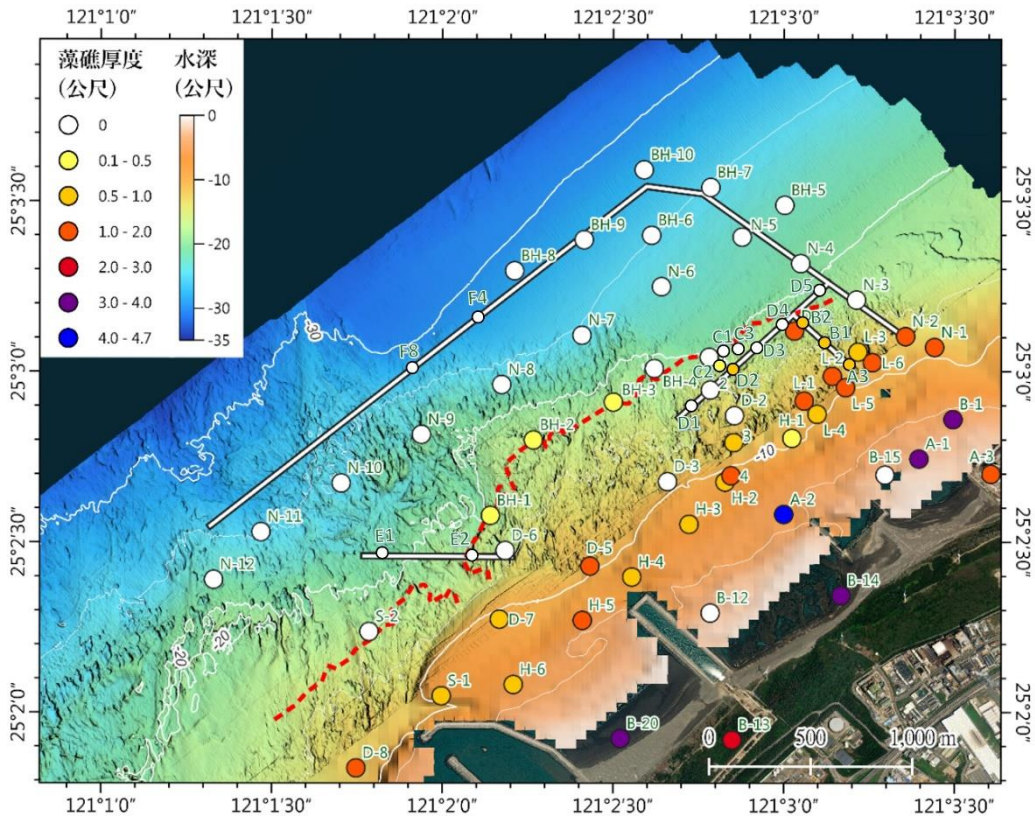


圖 6.1.1.2-8 礁岩厚度空間分布圖

#### (四) 綜合分析與結論

使用各種不同的地球物理探勘方法，及整合過去調查區域內的探勘成果，明確發現無論是海床的特徵分類，或是直接的鑽井調查，結果都顯示調查區域內的礁岩分布皆以水深-18 公尺為界線，水深淺於-18 公尺的區塊有明顯的礁岩分布特徵，且礁體厚度隨水深變淺而增厚；而水深深於-18 公尺的區域則沒有任何的礁岩出現，且無論是從海床的特徵進行判斷，或是垂直海床向下取樣的鑽井結果中都沒有出現任何的礁體，因此由上述說明可以確定調查區域內的礁岩僅座落於水深-18 公尺的界線以內。

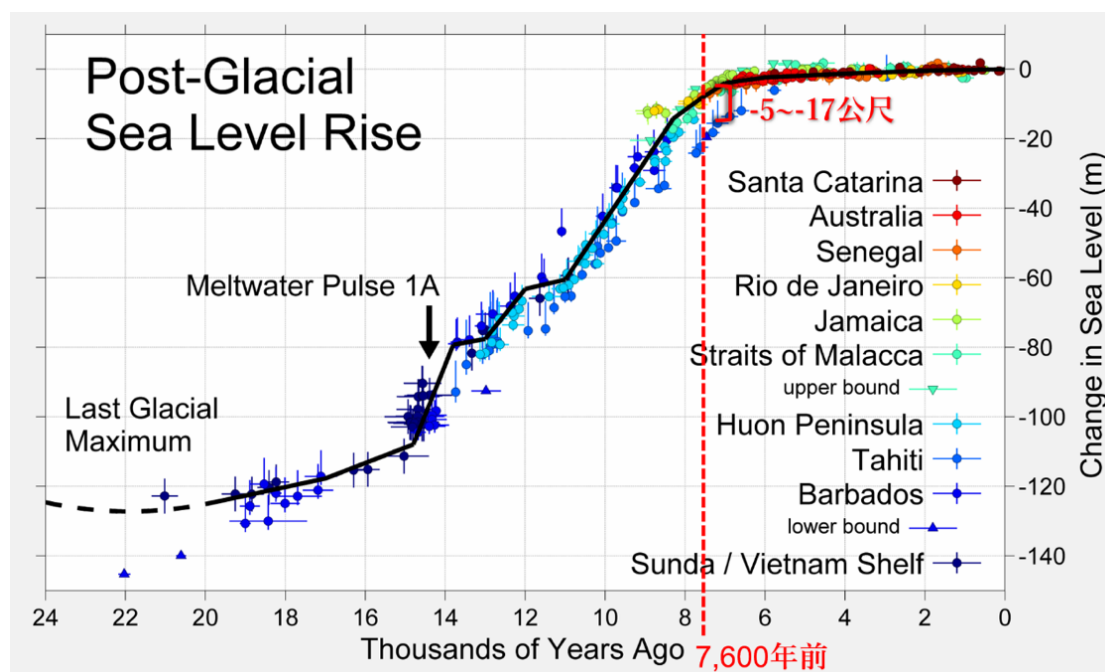
依過去研究論述結果顯示，調查區域內藻礁最早的形成年代約為 7,600 年前左右，和過去全球海水面升降的背景資訊（資料來源：Post-Glacial Sea Level.png. (2020, October 9).）進行對比（圖 6.1.1.2-9），可以發現 7,600 年前的全球海水面相較於現今的海水面可低約 17 公尺，除部分區域如大溪地（Tahiti）在當時的海水面約低於現今海水面 20 公尺左右，因火山島嶼環境長時間有構造冷卻沉降的因素。

末次冰盛期（The Last Glacial Maximum，~26,500 - ~20,000 年前）為全球最近一次海水面最低的時期，當時的海水面約為-120 至-140 公尺之間，隨著末次冰盛期結束，全球氣溫開始上升，海水面也隨著融冰的增加而快速上升，隨後維持相對穩定的海水面高度直到現在。在海水面快速上升的時期，各種類型的礁體由於海水面的急遽變化，並沒有得到穩定的生長條件，其中包括需要足夠的日照、營養鹽等供應。

而自 7,600 年前以來，全球海面上升開始趨於穩定，古石門溪沖刷到近岸的礫石堆積也趨於穩定，因而近岸的環境開始轉變為穩定適於礁體生長的環境，由於 7,600 年前的海水面約低於現今海水面 17 公尺左右，故 7,600 年前海岸帶大致會是目前現今所看到礁岩分布的最前緣。

無論是從全球海水面變化關係推論，或是透過高解析度之側掃聲納、底質剖面及火花放電反射震測影像的判識，亦或是歷年來的鑽井調查資

料結果，所得到的礁體分佈結論都有高度的一致性，亦即本計畫之外海礁體分佈大致皆在水深 18 公尺內。



註:修改自檔案來源: Post-Glacial Sea Level.png. (2020, October 9)

圖 6.1.1.2-9 全球海水面高度圖(24,000 年前至今)