



黃 炳 勳

台灣世曦工程顧問股份有限公司
土建事業群 副總經理

◆ 學歷

國立交通大學土木研究所

◆ 專長

橋梁工程、結構工程

◆ 經歷

1990~2007 財團法人中華顧問工程司

2007~迄今 台灣世曦工程顧問股份有限公司

◆ 現職

中華民國結構工程學會 常務理事

中華民國地震工程學會 理事

中華民國道路協會 理事

台灣混凝土學會 常務理事

◆ 簡報摘要

金門大橋銜接大、小金門島，為台灣首座大規模跨海橋梁，工址位處離島、地質條件特殊且最大水深逾23公尺，規劃設計須因應環境條件並兼顧安全性、耐久性、景觀性、施工性、經濟性及後續管養等。

本議題主要報告計畫執行歷程、工程之挑戰、設計亮點、整體施工規劃及深海域基礎施工等相關內容，提供與會者對於本工程能有全貌性的了解。



FREEWAY
BUREAU
M O T C
高公局

金門大橋緣起與規劃 (含基礎施工概述)

報告人：黃炳勳副總經理
111年8月29日

簡報大綱



- 前言
- 工程挑戰
- 設計介紹
- 施工規劃
- 結語

■ 前言

3

前言—大、小金門交通

資料來源：金門日報



- 海運為主要途徑
- 土地利用失衡
- 小金醫療缺乏



急難空運配合



民生、就學、就醫完全依賴海運
海運易受天候影響中斷

4



前言-前次研討會內容

交通部高速公路局 「金門大橋工程研討會」議程表

指導單位：交通部
主辦單位：交通部高速公路局、金門縣政府
協辦單位：交通部公路總局、台灣世曦工程顧問股份有限公司、國家地震工程研究中心、中國土木水利工程學會、東丕營造股份有限公司

議題	主講人	與談人	主持人
報到			
開幕致詞	交通部長官、楊鎮浚縣長、趙興華局長		司儀 王儀婷
金門大橋一話說從頭	高速公路局 陳議標 前副局長	曾大仁前次長	陳國隆 副局長
金門大橋工程之整體 規劃及設計理念	高速公路局 羅財怡科長	張純青 前副局長 許鴻志 處長(金門縣政府) 楊永斌 教授	
茶敘交流			
金門大橋橋梁及 基礎型式之研選	台灣世曦 黃炳勳 資深協理	陳國隆 副局長 黃震興 教授(國震中心) 許鉦漳 副局長(公路總局)	黃喬炎 副總 工程師
午餐時間			
海上施工棧橋設置 及船機運用	東丕公司 宋武 副理	廖肇昌 副總工程師 李柏昌 副署長(職安署) 歐來成 董事長(土水學會)	台灣世曦 廖學瑞 副總經理
深槽區基樁鑽掘 之困難與對策	高速公路局 張震宇 主任	黃喬炎 副總工程師 王銀和 董事長(東丕公司) 林三賢 教授	郭呈彰 處長
茶敘交流			
鋼箱圍堰之設計 規劃與施工挑戰	台灣世曦 柯明佳 計畫經理	郭呈彰處長 朱文同 董事長(肇鐵公司) 蔡榮根 理事長	陳國隆 副局長
交流與討論			



金門大橋工程研討會
2019/4/17 WED
地點：交通部集思國際會議廳

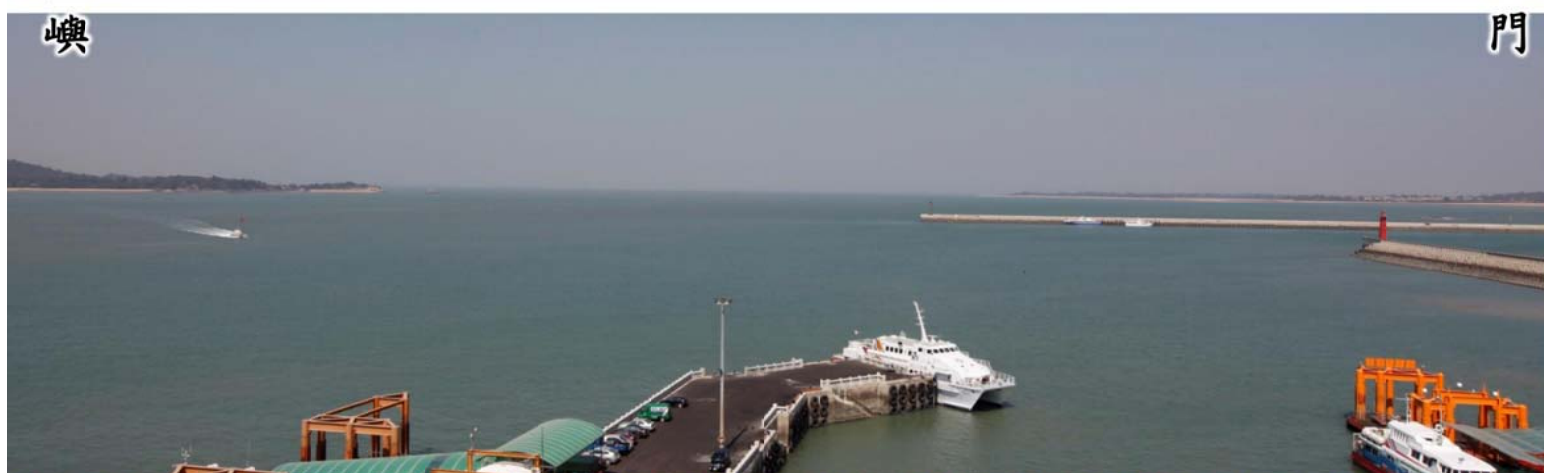
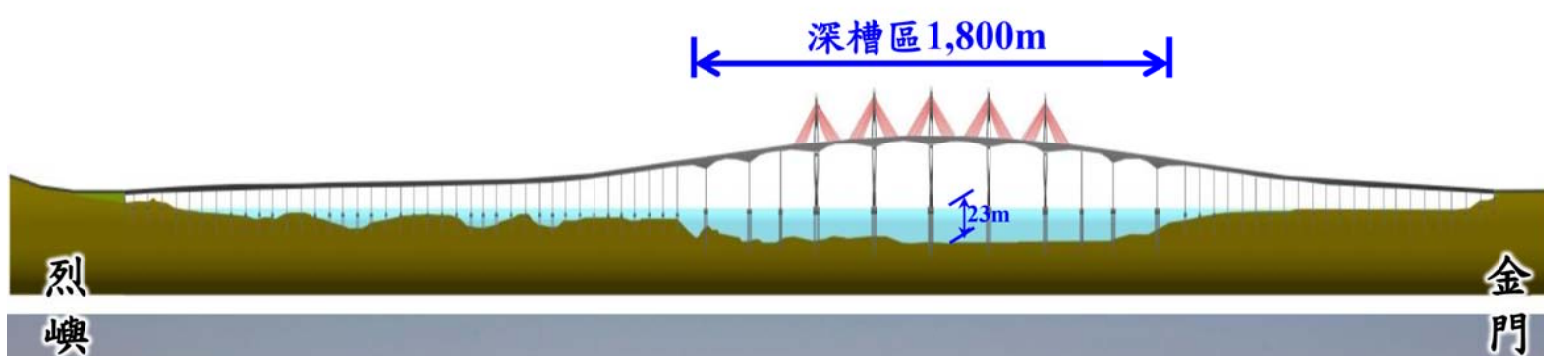
The poster features a large illustration of the bridge and smaller images of construction equipment.

協辦單位：中華民國交通部
主辦單位：交通部高速公路局
金門縣政府

■ 工程挑戰

7

工程挑戰—深槽區水深達23m



8

工程挑戰-潮差達6.3m

漲潮



退潮



14:40



08:50



9

工程挑戰-10月~3月東北季風強勁



10

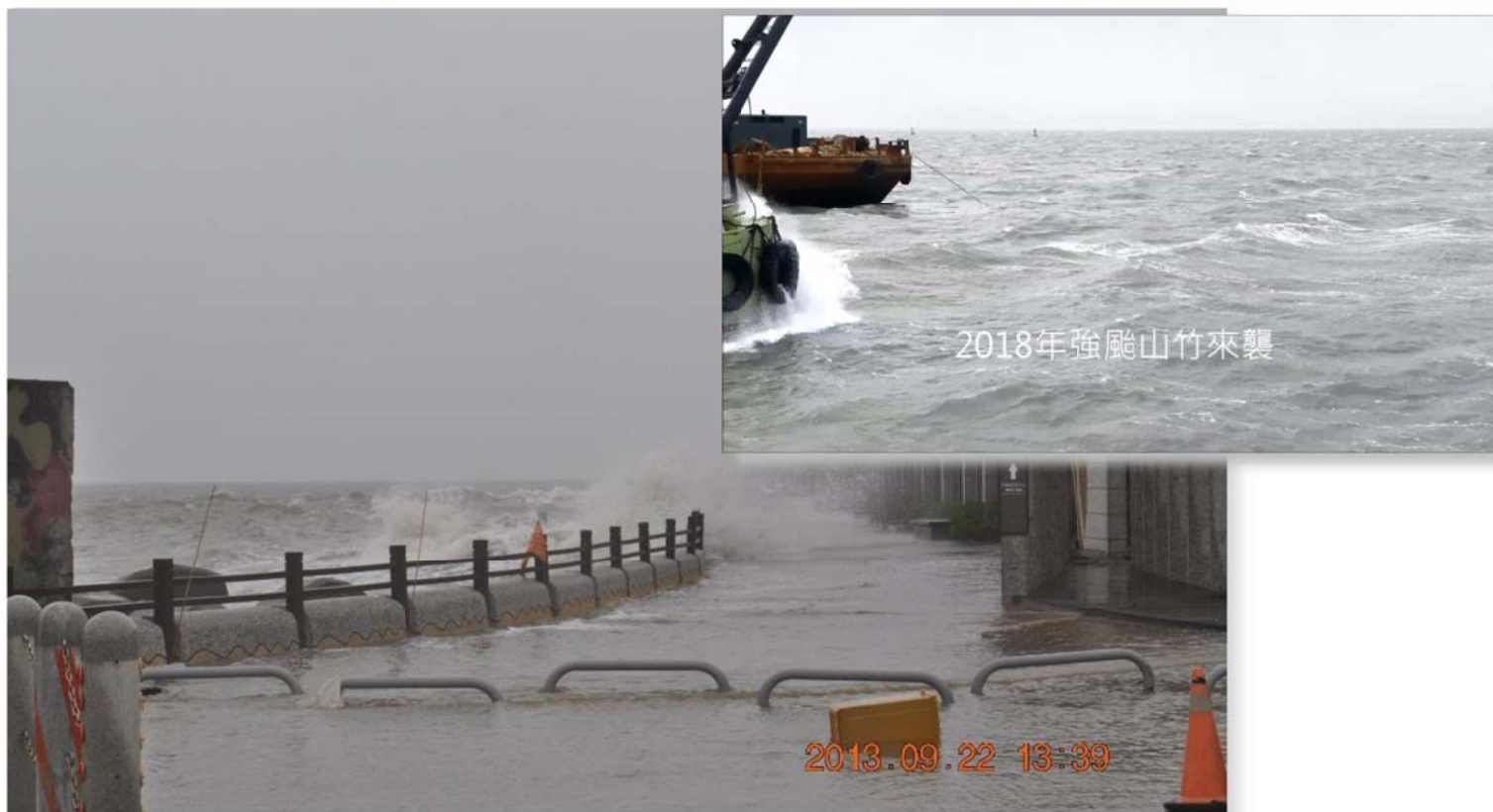
工程挑戰-3月~5月易有濃霧



2019-03-21 11:01:59

11

工程挑戰-每年約2個颱風侵襲



2018年強颱風山竹來襲

2013.09.22 13:39

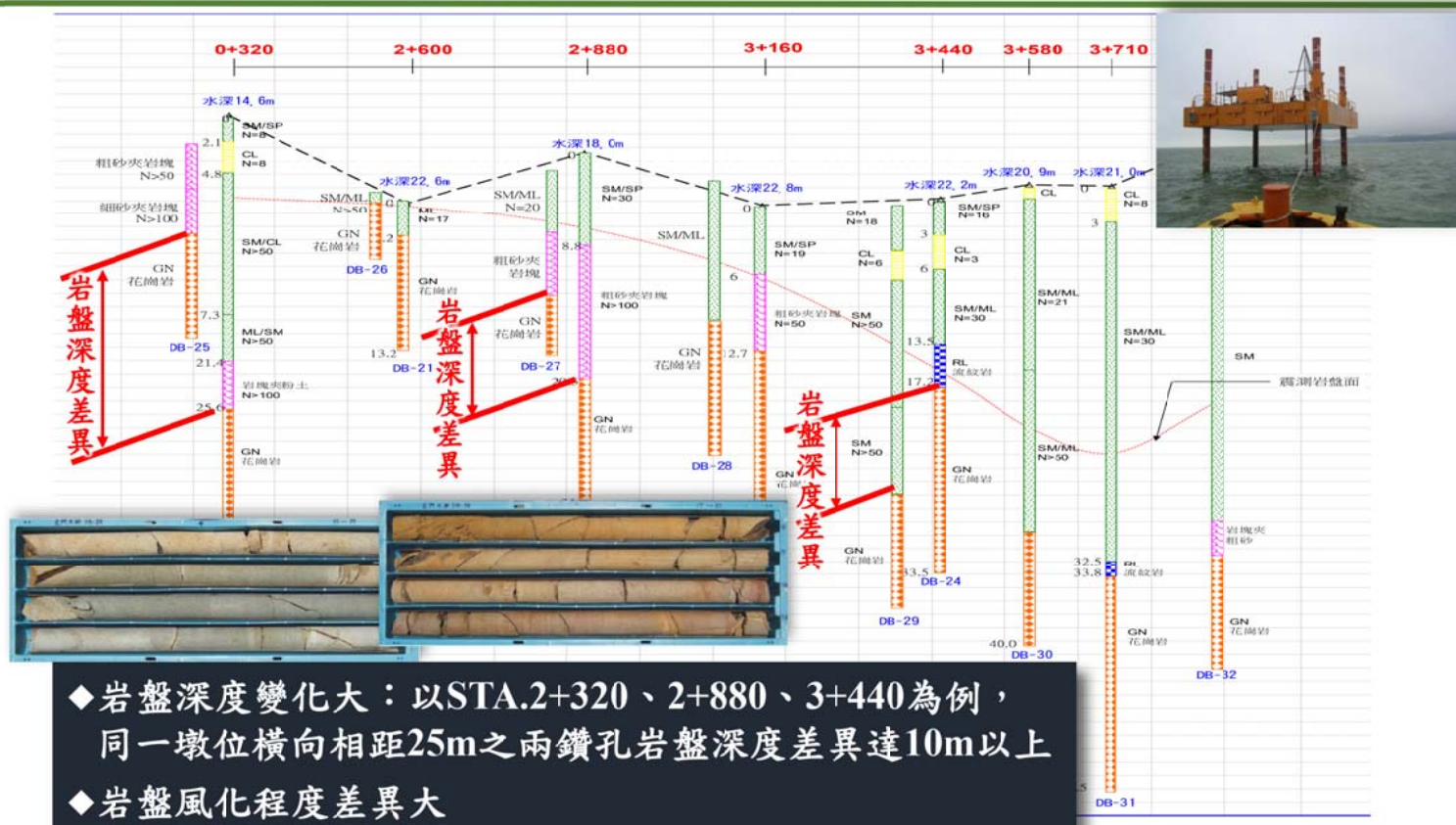
12

工程挑戰-堅硬花崗岩基盤



13

工程挑戰-地質變化大



14

工程挑戰-首次深水域花崗岩施作基樁



15

工程挑戰-首座大規模跨海大橋



16

■ 設計介紹

17

設計介紹-路廊研選



后頭



湖下



九宮



水頭

18

項 目	北路廊		南路廊	
長度(km)	5.4		3.7	
最大水深(m)	23		30	
引道設置	無拆遷問題	佳	有拆遷問題	差
海域水文	水深較淺、流速較慢	佳	水深較深、流速較快	差
海域地質	覆土較深、基礎深入硬岩盤需求較低	佳	覆土淺、基礎深入硬岩盤需求較高	差
周邊影響	無影響	佳	限制水頭商港、九宮碼頭、塔山電廠未來發展	差
交通衝擊	對相關道路衝擊較輕	佳	影響九宮及水頭進出	差

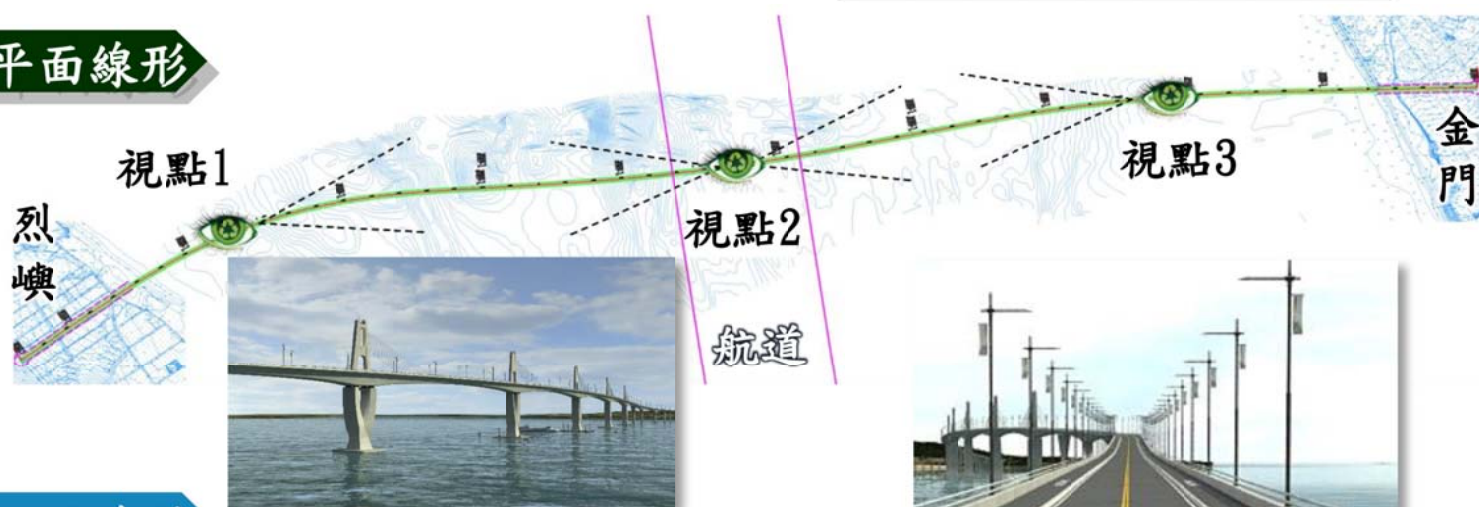
設計介紹-線形景觀考量

三分交通 七分觀光



- 優美平縱線形配合
- 動態視覺景觀控制

平面線形



縱面線形

設計介紹-優美平縱面線形



21

設計介紹-配合金門港口通航需求

通航船型建議

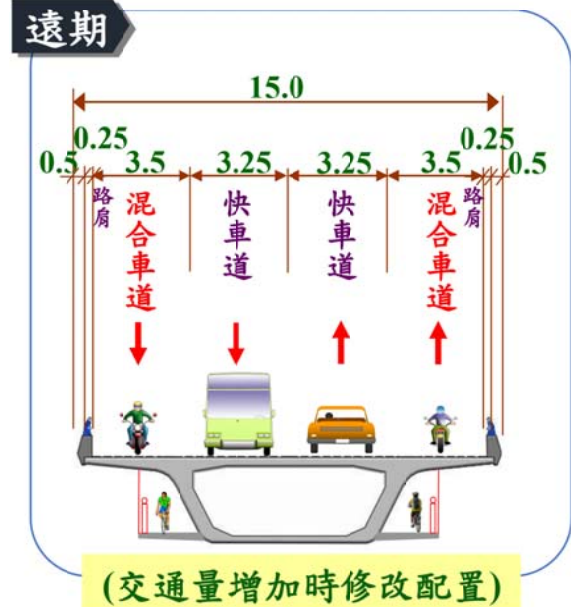
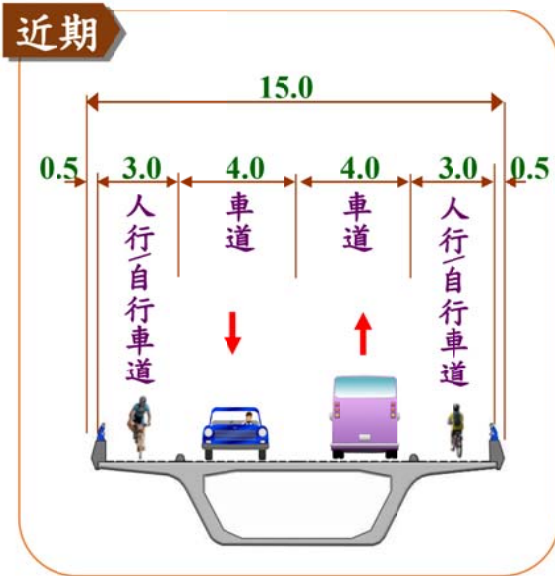
綜合考量港口水深及相關航道配合之可行性
計畫船型設定為5000GT客貨輪
航道淨高39.2m、淨寬170m



22

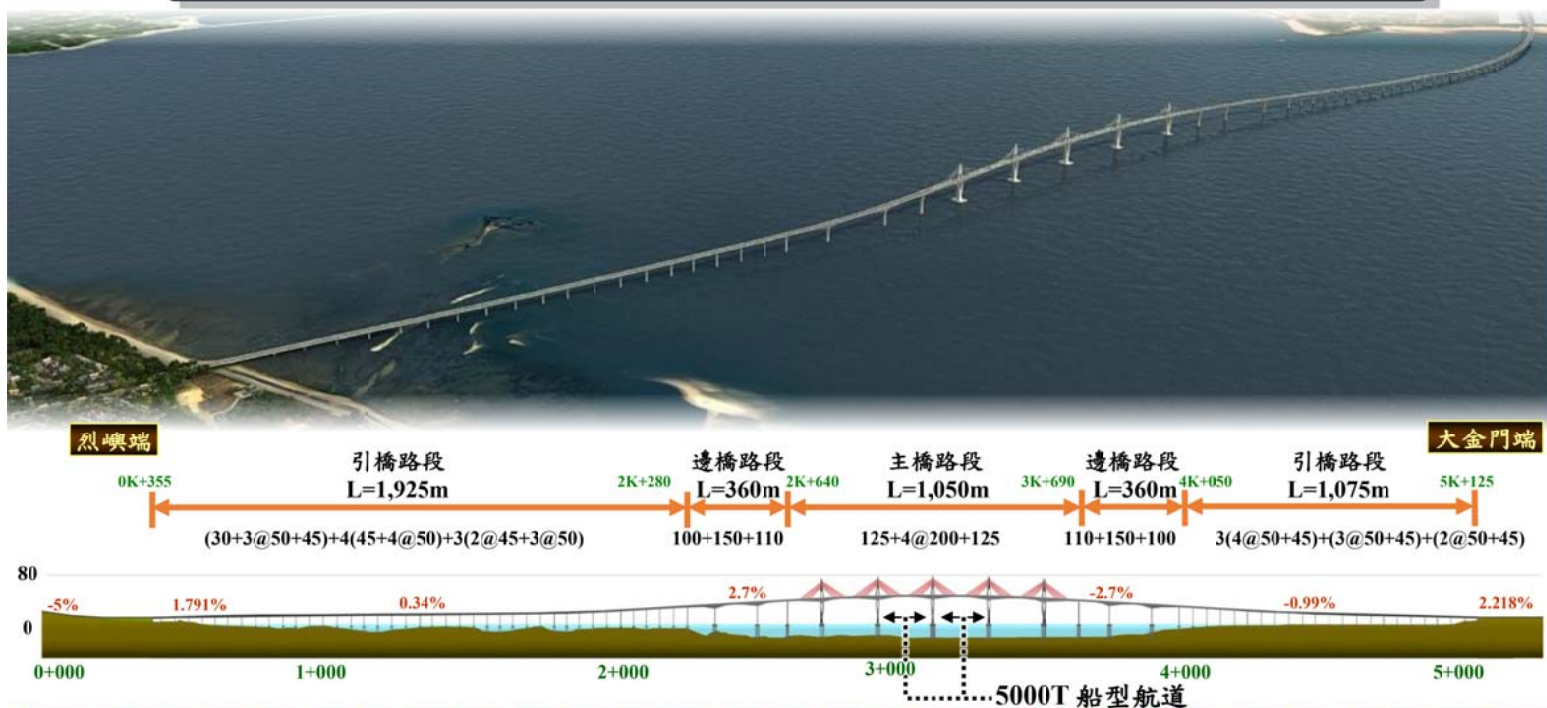
雙向4車道(2混合車道+2人行/自行車道)

額外考量自行車道附掛載重



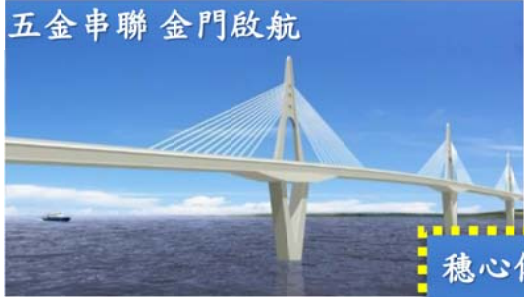
設計介紹-橋梁配置考量

- 依橋梁位置及海域水深區分為**主橋**、**邊橋**及**引橋**三部分
- 跨徑配置由主橋段、邊橋段至引橋段，跨徑漸進變化

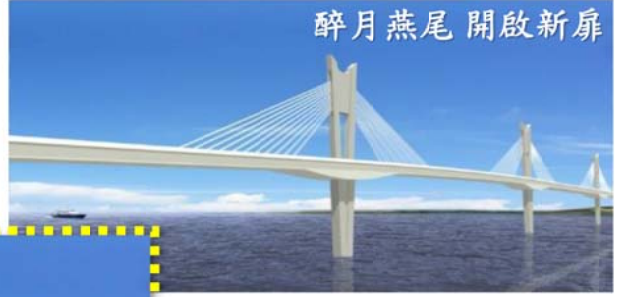


- 研擬五種橋塔造型方案，依金門縣民票選決定採高粱穗心型橋塔方案

五金串聯 金門啟航



醉月燕尾 開啟新扉



穗心傳語 風情再現



雙十生輝 精采一百



五行馬背 捨我其誰



設計介紹-主橋意象及語意

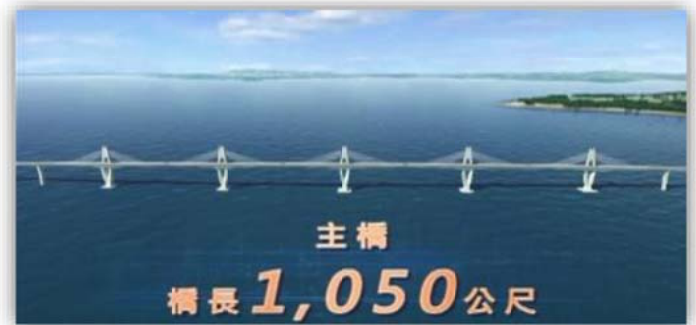
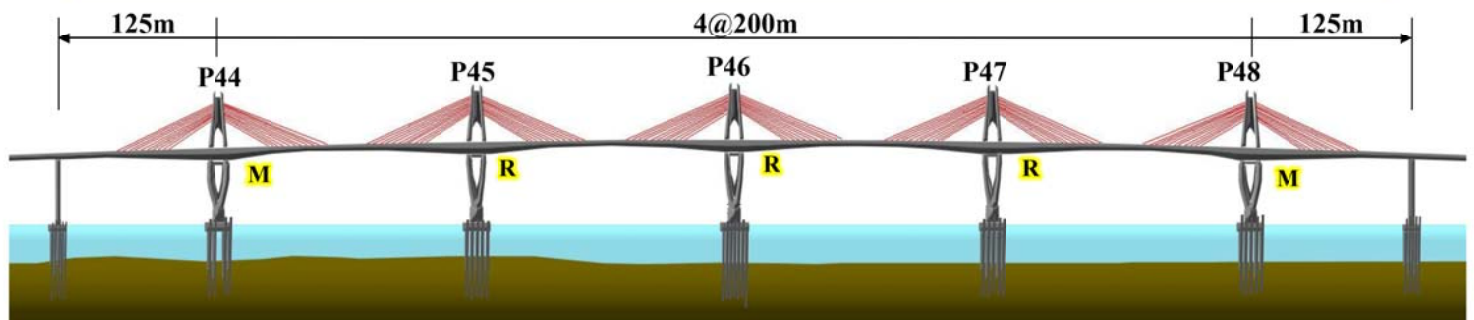
- 高粱為金門特產，**金門高粱酒**更是名聞遐邇
- 橋塔採高粱穗心意象造型，可**行銷金門特色**，傳頌著金門高粱酒的「香」、「醇」，藉由橋梁展現金門在地風情



穗心傳語 風情再現

主橋為五塔六跨預力箱型梁脊背橋，採懸臂工法施工

- 最大跨徑200m
- 全長1,050m
- 採2.5m基樁

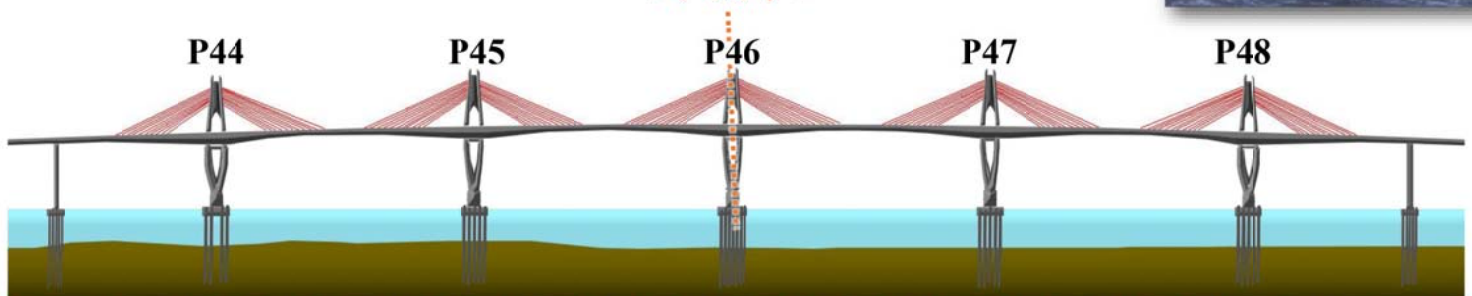


設計介紹-橋塔外型設計

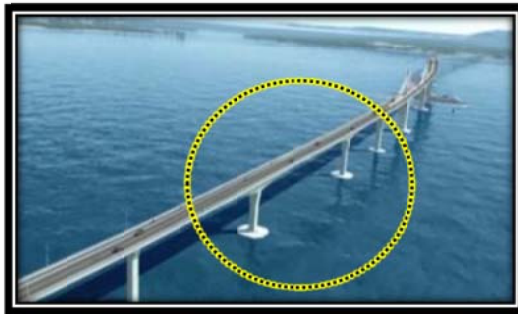
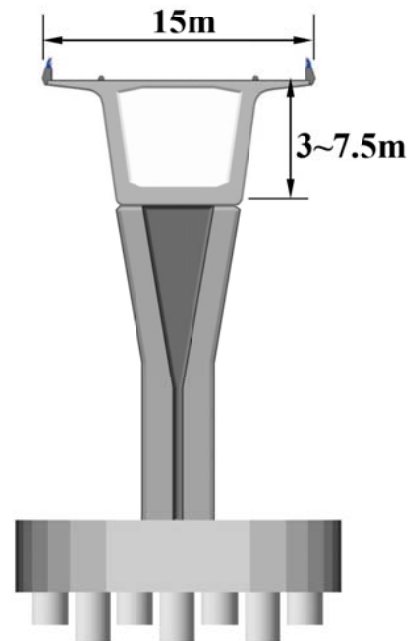
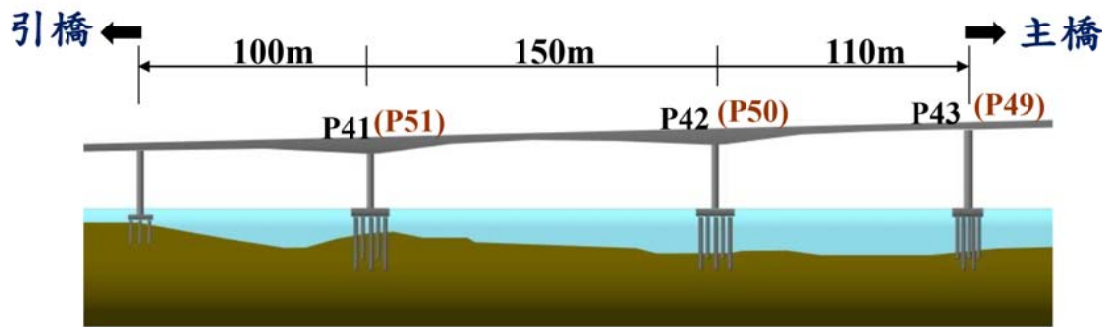
- 橋塔配合開孔，滿足縱向勁度需求，並減輕視覺量體
- 橋面線型以P46為對稱軸，5座橋塔橋面以下對稱配置，橋面以上外型尺寸皆相同，模板可翻用



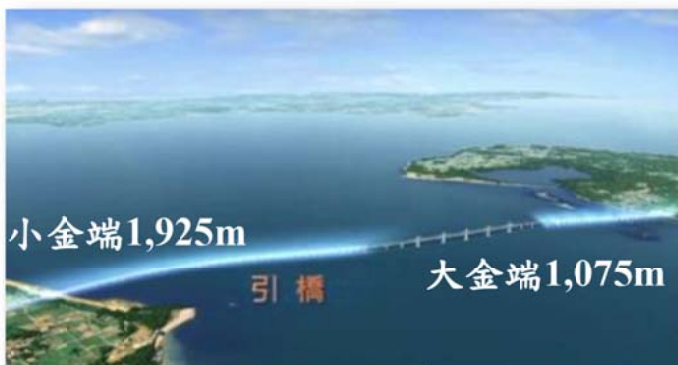
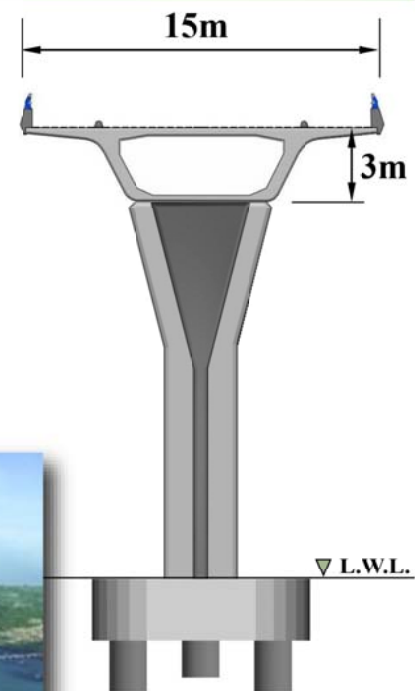
對稱軸



- 變梁深預力箱梁橋(最大梁深7.5m)，採懸臂工法施工
- 每側單元長360m，採2m基樁



- 等梁深預力箱梁橋
- 主要跨徑50m，兩端共13單元
總長3,000m，採支撐先進工法施工
- 採1.5m基樁



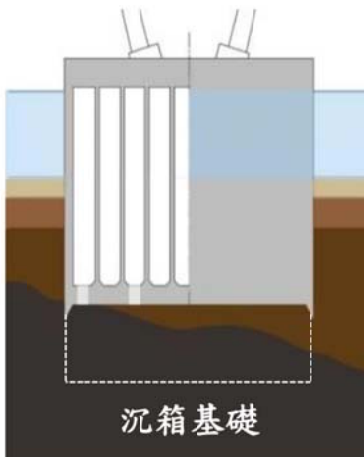
工址地質條件

- ◆ 岩盤深度變化大
- ◆ 岩盤風化程度差異大
- ◆ 覆土層N值變化大

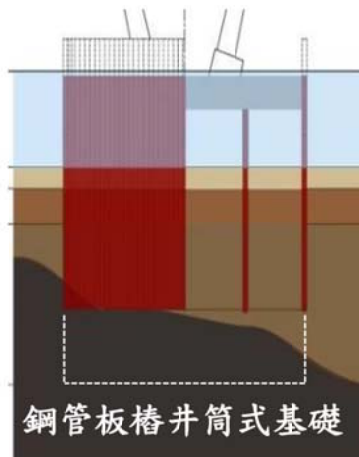
基礎型式選擇考量

- ◆ 沉箱基礎 → 岩盤深度差異大穩定性不佳，深水作業施工危險
- ◆ 鋼管板樁井筒式基礎 → 板樁需打設入岩，施工困難且危險
- ◆ 全套管場鑄RC基樁基礎 → 無需深水作業，易因應地盤變化

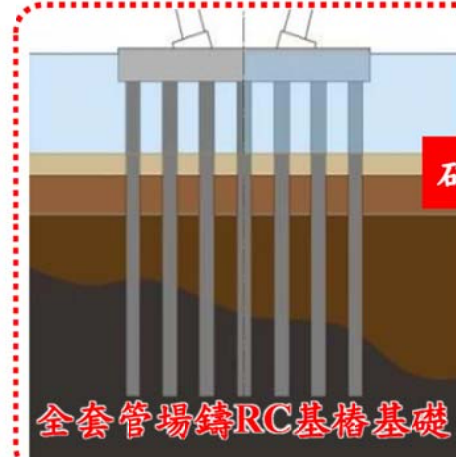
確保施工品質
及結構安全



沉箱基礎



鋼管板樁井筒式基礎



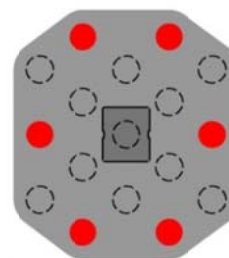
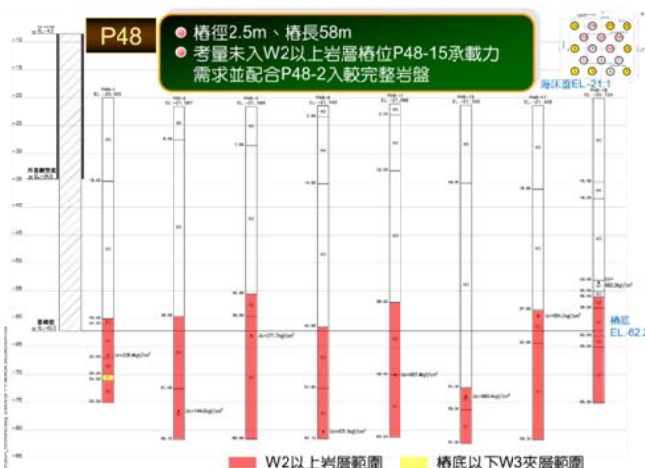
全套管場鑄RC基樁基礎

確保品質

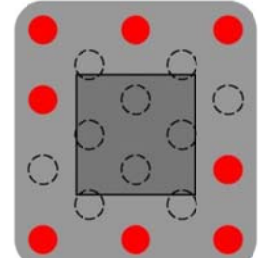
要求100%
基樁完整性
試驗

設計介紹-補充鑽探

- 考量工址岩盤變化急遽，於施工前施作補充鑽探
- 確認樁底座落**新鮮岩盤**(岩盤風化度分類級數3，中度風化，ISRM)
- 引橋段每墩至少**1~2**孔
邊橋段每墩至少**6**孔
主橋段每墩至少**8**孔



邊橋鑽孔配置



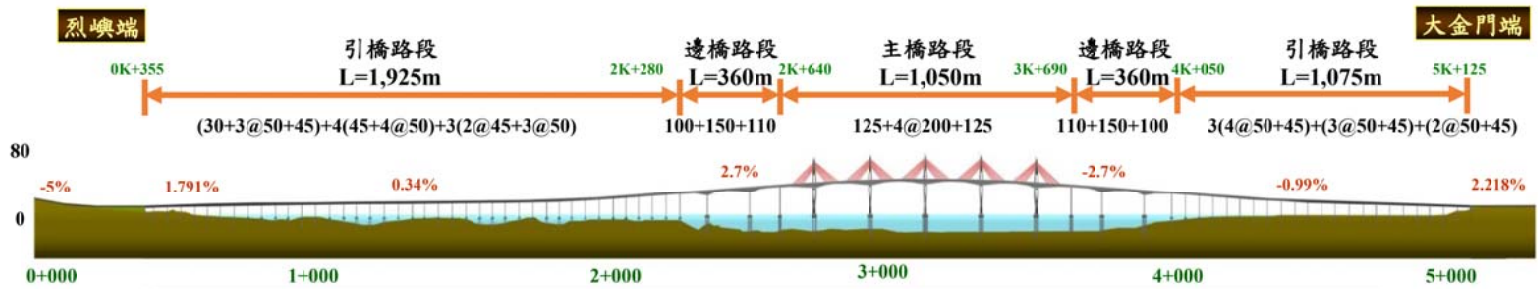
主橋鑽孔配置

● 鑽孔位置

確認基樁
施工機具及承載能力

設計介紹-樁帽高程配置

綜合景觀及施工性



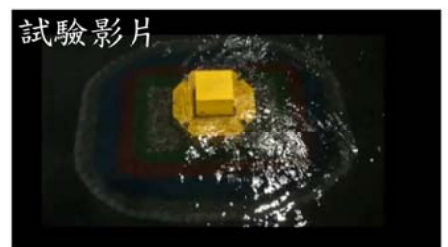
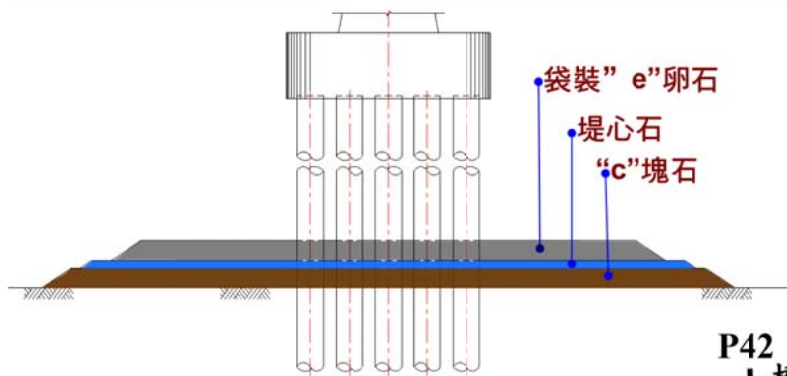
- 引橋段：退潮時不露出樁帽為原則(樁帽頂EL.-3.2m)
- 主橋與邊橋段：退潮時不露出基樁為原則(樁帽底EL.-4.2m)



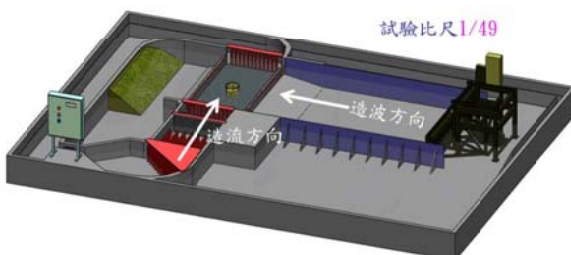
33

設計介紹-深槽區墩位防淘刷設計

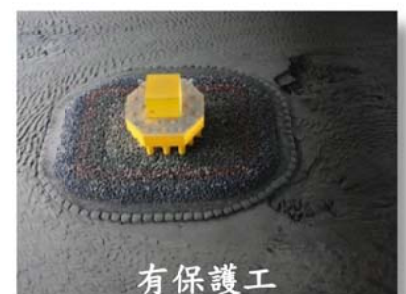
配合水工試驗驗證



P42 P50
橋墩採防淘刷配置

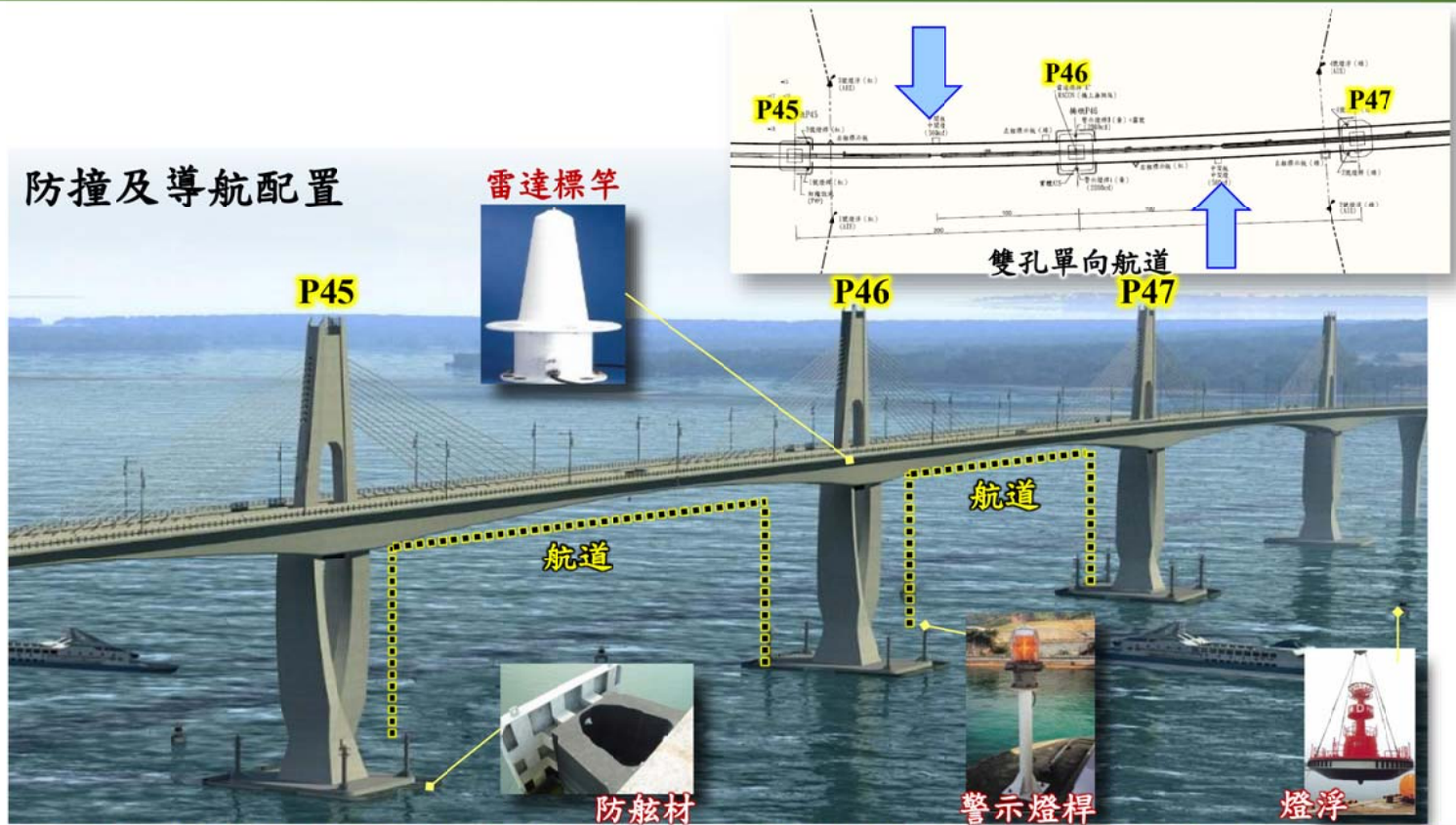


於成大辦理水工模型試驗



34

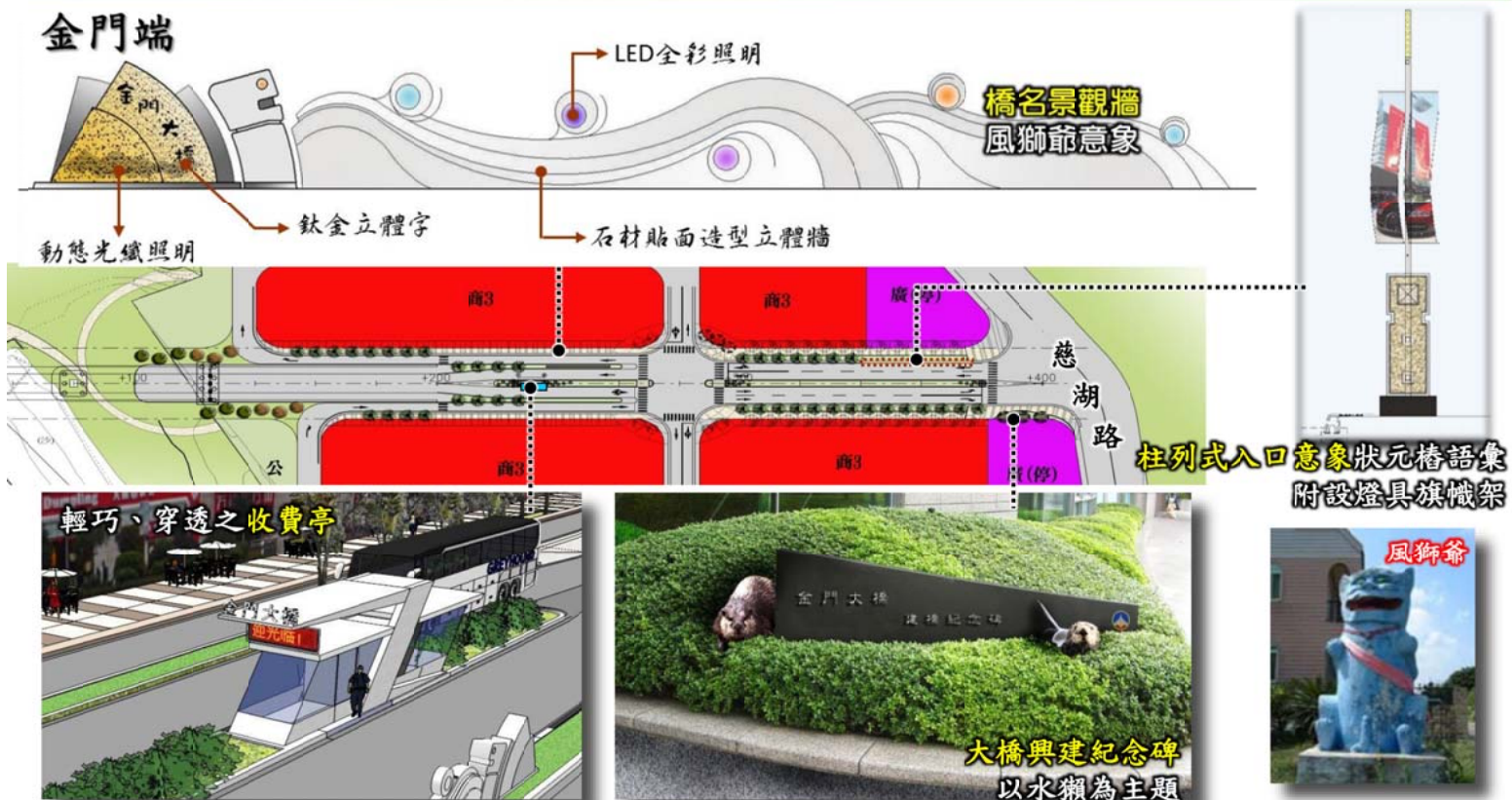
防撞及導航配置



35

設計介紹-景觀計畫(金門端)

金門端



36

列嶼端

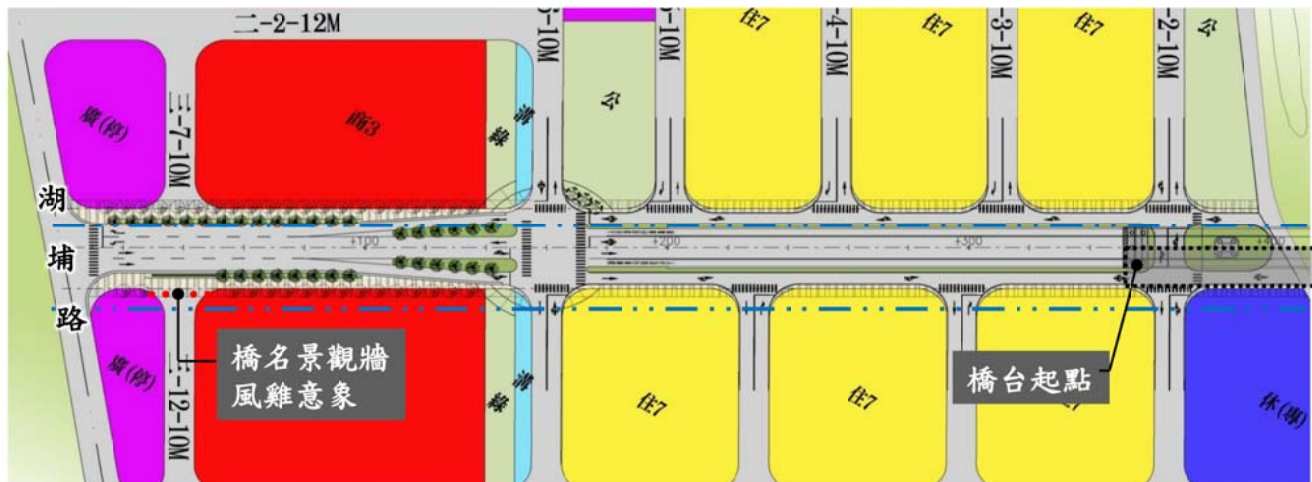
橋名景觀牆
風雞意象

石材貼面造型立體牆

LED全彩照明

鈦金立體字

動態光纖照明



37

設計介紹-景觀照明設計構想

主橋段光雕效果

採用投射燈搭配節能、壽命長、程式化全彩變色LED燈
可依季節、節日、時段作多元性之規劃，呈現多樣風貌

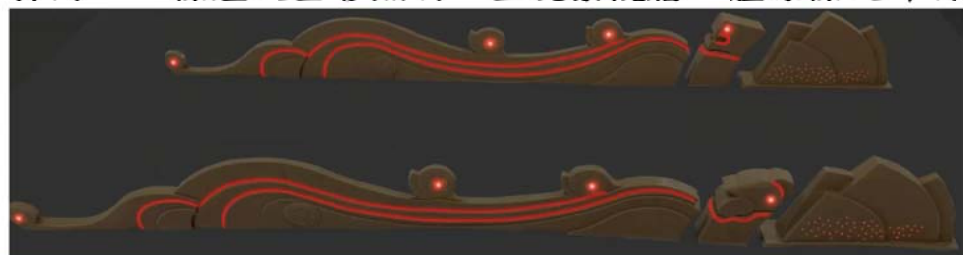
平日

節慶



景觀牆照明效果

採用LED條燈及全彩照明，呈現景觀牆立體線條及鮮明風



38

採用100年設計年限 

環境等級

- 「**極嚴重鹽害區**」
- 加大保護層

設計考量

- 流暢、圓順結構外型
- 箱梁採**全預力**避免裂縫

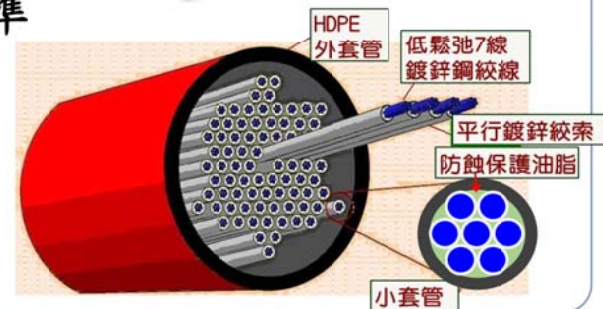
材料要求

- 混凝土
 - 採 II 型水泥
 - 限制水膠比(W/P Ratio)
 - 混凝土56天齡期抗氯離子穿透能力符合CNS 14795等級“低”標準
 - 添加高爐石粉、飛灰
 - 橋墩採自充填混凝土
- 鋼筋
 - 橋墩及樁帽**鋼筋須採防蝕處理**
- 外置預力鋼腱
 - **4層防蝕考量**

保護層規定

腐蝕區域 橋梁部位	極嚴重 鹽害區	一般區 域
基礎、基樁	10	10
柱、牆	10	5
橋面板頂層筋	6.5	4
箱梁內層筋	4	2.5
箱梁腹板外露面	6.5	4

減少維修需求



39

設計介紹-生態永續考量

設置污染防治膜及水質監測

避免下部結構施工期間影響大金端蚵架區



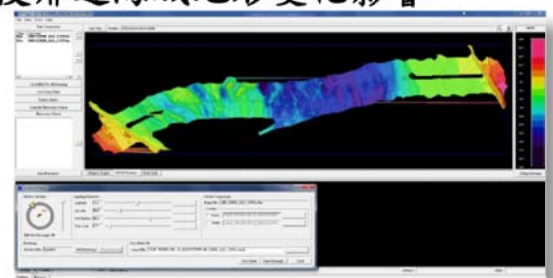
白海豚觀測

發現中華白海豚時，暫停作業，並填寫紀錄



海域3D地形測量

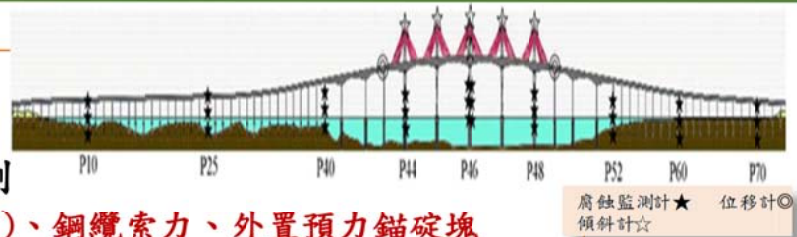
逐年比對海域地形變化，掌握大橋興建後鄰近海域地形變化影響



40

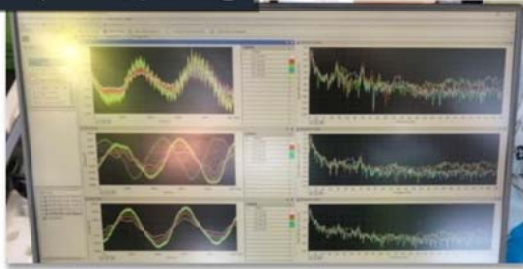
計畫內容

- 長期材料腐蝕試驗與橋墩腐蝕監測
- 配合施工時之橋梁構件初始值之量測
環境影響因素(風速、溫度、雨量、濕度)、鋼纜索力、外置預力錨碇塊應變、主橋橋塔傾斜量及橋體位移、主橋箱梁及基樁應變
- 完工時橋梁結構初始值量測
主橋車輛載重試驗、主橋箱梁應變量測、橋體振動量測、橋體撓度量測、鋼纜微振量測
- 所有鋼纜皆採自動化監測

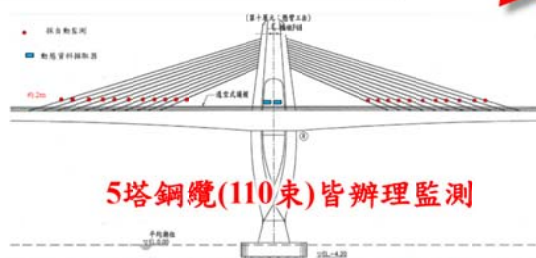


確實掌握
橋梁狀況

振動訊號示意



鋼纜自動化監測配置



5塔鋼纜(110束)皆辦理監測

設計介紹-交控系統

設置目的

- 路況監視
- 天候偵測
- 用路人資訊提供
- 交通與速限管制

車行管制建議

- 路況監視
- 當WD偵測強風資訊，配合CMS提醒用路人
- 縣府視後續營運狀況，再行研議封橋或限速啟動機制

烈嶼端

金門端



CCTV 閉路電視



CMS 資訊可變標誌



60 CSLS 速限可變標誌



RD 雨量偵測器



VI 濃霧偵測器



WD 風力偵測器



VD 車輛偵測器(路側式)



LCS 車道管制號誌

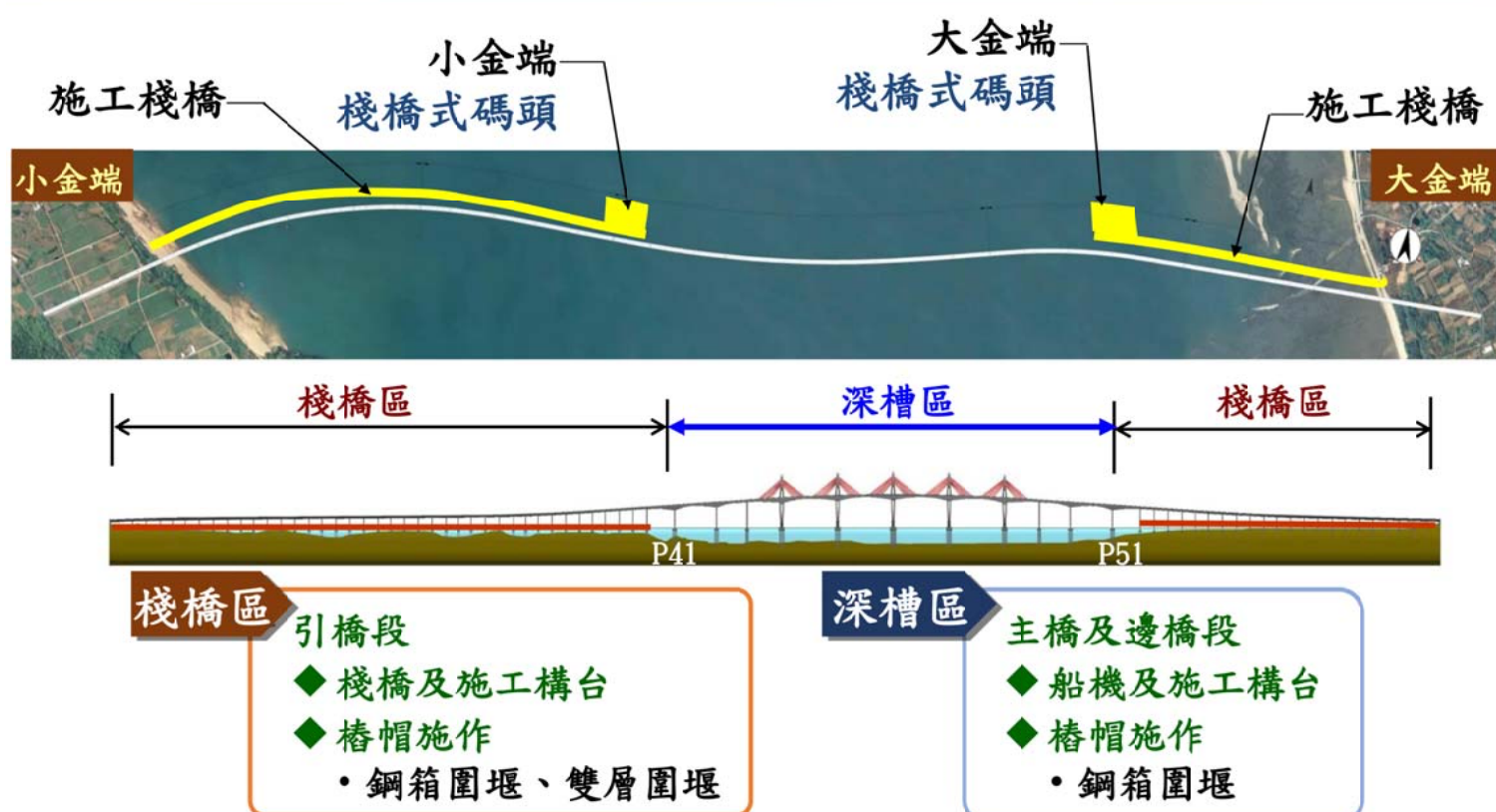


VB 車道管制柵欄

■ 施工規劃

45

施工規劃-海上施工方式



46

施工規劃-關鍵船機(頂昇式平台船)

東地1號
棒錨長度：52.5m



東彥112
棒錨長度：48m

施工規劃-關鍵船機(起重船)



東坪8號
吊昇荷重：650噸



東坪9號
吊昇荷重：800噸



東坪7號
淨噸位(空重)：696噸
滿載重：2,320噸



東錫97號
淨噸位(空重)：849噸
滿載重：2,833噸

每航次最大可提供800立方澆置量

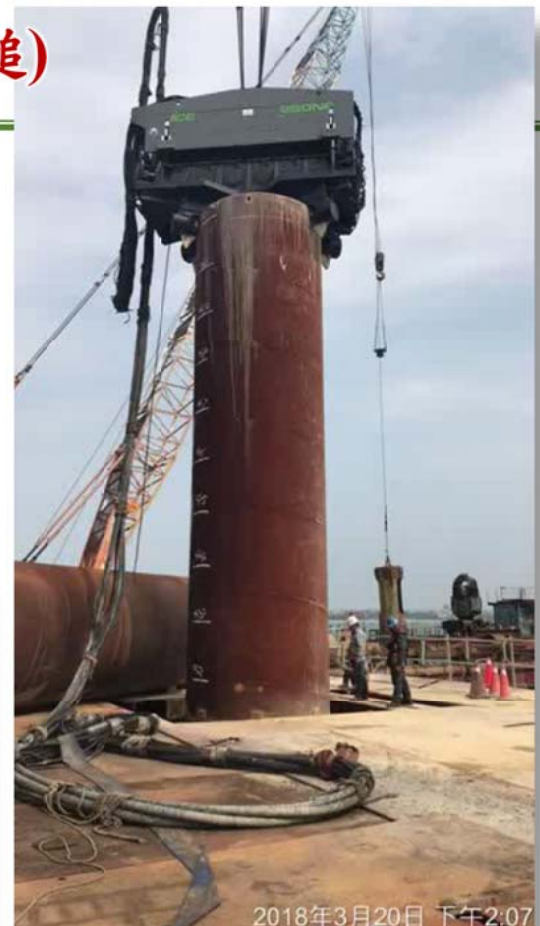
49

施工規劃-外套鋼管打設(振動鉗)



ICE250NF
(振動力 712 T)

ICE1412
(振動力 305T)



50



施工規劃-深海基樁施工

CASE 1 以外套鋼管構築施工構台

適用於配合搖管機組下內套管護壁之樁位

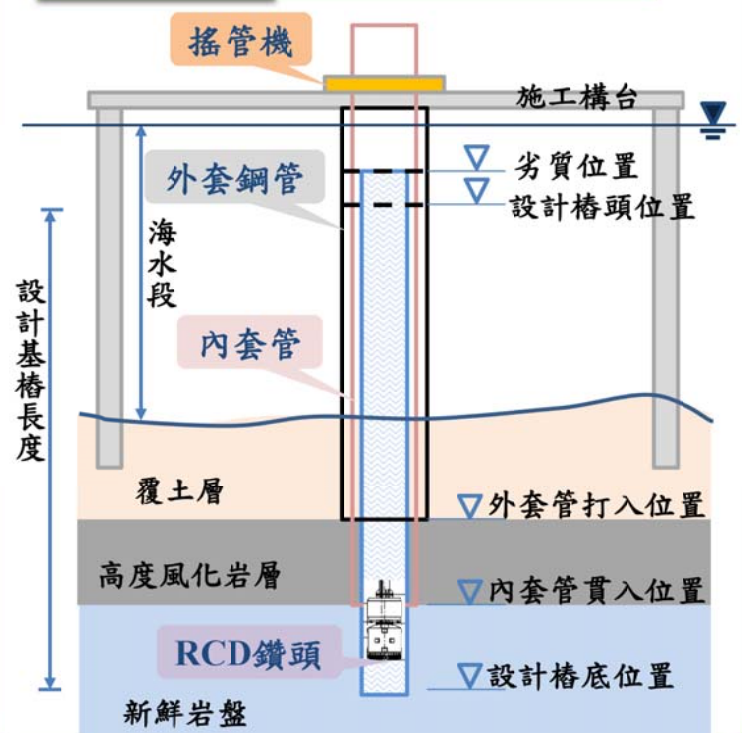


CASE 2 以頂昇式平台船作為構台

適用於直接採RCD機組鑽掘之樁位



構台規劃 深槽區基樁施工示意圖





53

施工規劃-基樁施工挑戰與克服(1/2)

鑽頭磨損及外套鋼管變形問題克服



鑽頭磨損因應對策

- 依據岩性強弱，評估鑽頭磨損率，定期進行鑽頭更換
- 加強機操作人員對出渣料岩性辨識能力，適時調整鑽桿壓降速度，減緩鑽頭磨損率



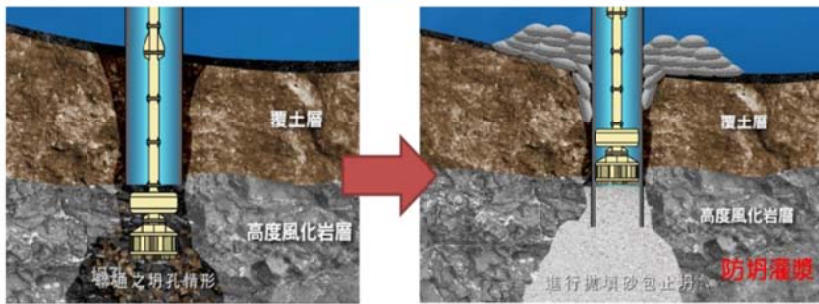
外套鋼管變形因應對策

- 增厚鋼管管壁，管口增設加勁環
- 配合引孔
- 保持管內外水壓平衡

54

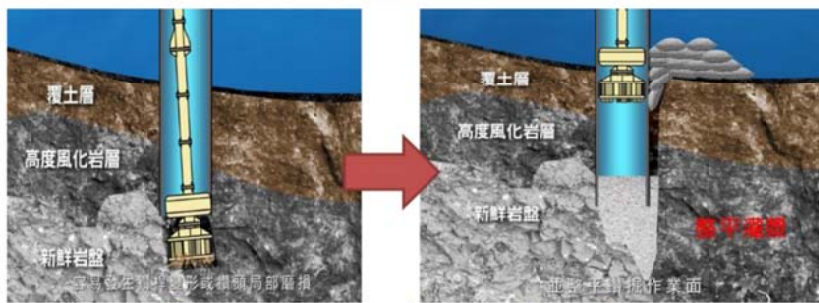
遭遇坍孔及傾斜岩盤問題克服

遭遇坍孔因應對策



基樁坍孔克服方式示意圖

- 套管外圍海床面配合拋填砂包止坍
- 管內澆置水中混凝土待其固化後復鑽



遭遇傾斜岩面克服方式示意圖

遭遇傾斜岩面因應對策

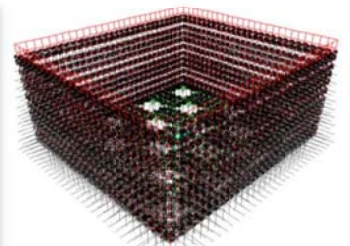
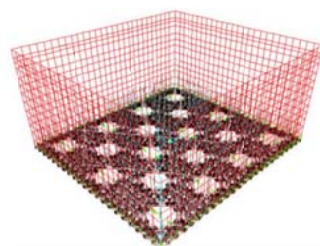
- 放慢鑽桿壓降速度
- 岩面傾斜角度過大時，另配合澆置水中混凝土建置平整鑽掘作業面

55

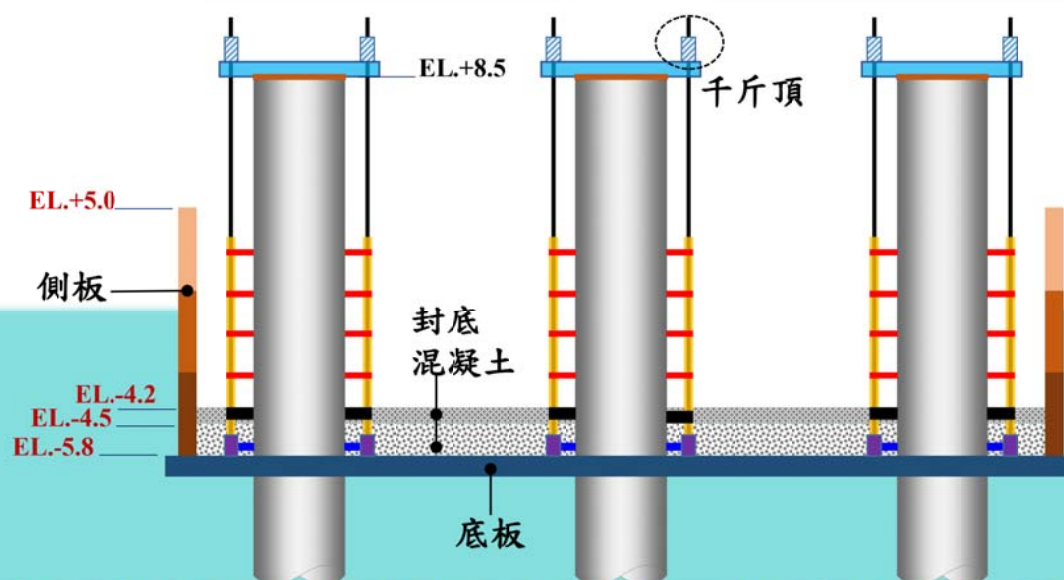
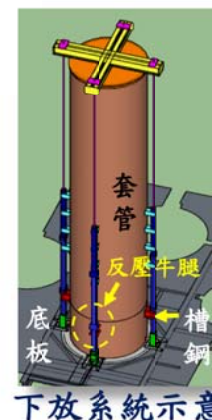
施工規劃-深水域基礎樁帽圍堰

工址水深造成巨大水壓傳統式圍堰不可行
國內首次採用懸吊式圍堰

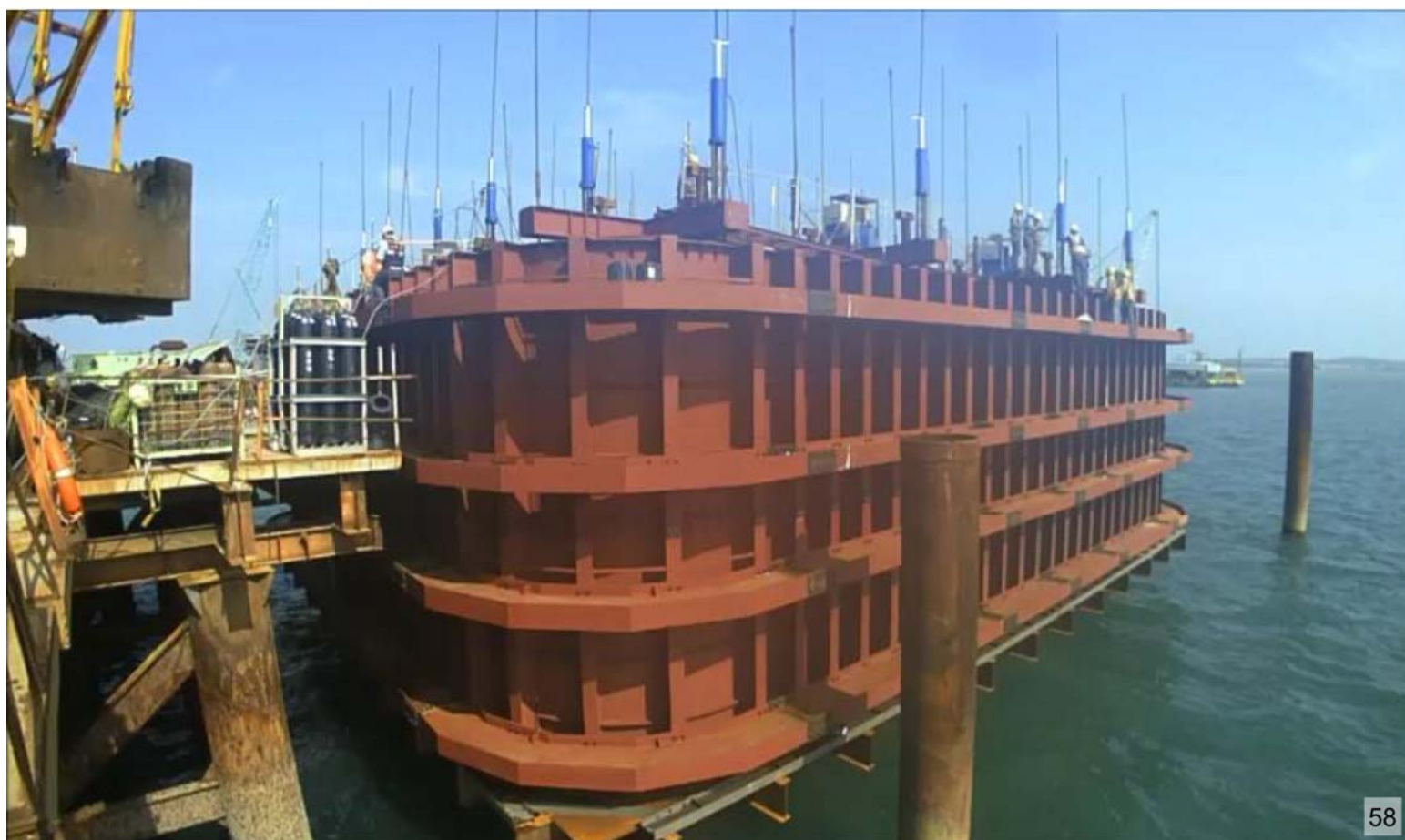
- 降低深水區圍堰施工風險
- 確保樁帽施工品質



56



57



58



■ 結語

59

- 透過大橋的完成，結合大小金門土地使用，提升金門地區民眾生活品質，帶動金門整體發展
- 本工程除滿足交通功能、提供民生管線附掛，橋梁結構外型具景觀地標意象，可促進金門產業升級
- 金門大橋為國內首座大規模跨海大橋，設計施工皆為國內團隊，相關經驗可作為後續跨海橋梁規劃設計參考
- 本工程監測資料、維管經驗，可供後續耐久性設計本土化資料之參考

60

簡報結束

敬請指教