

金門大橋建設計畫工程研討會

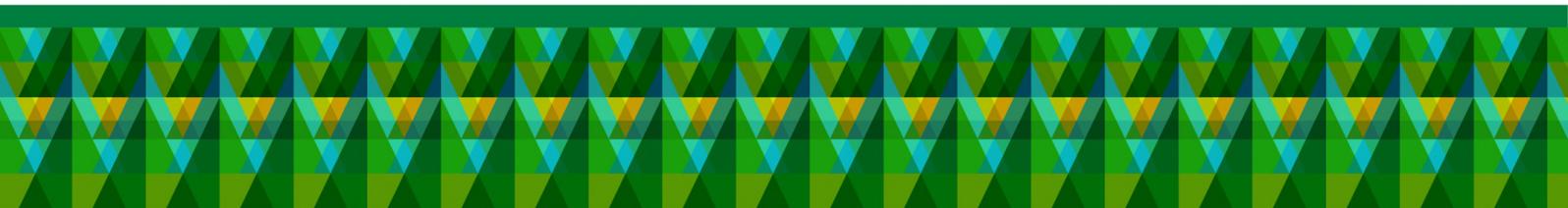


FREEWAY
BUREAU
M O T C
高公局

金門大橋橋梁及基礎型式 之研選

報告人：黃炳勳 資深協理

108年4月17日



金門



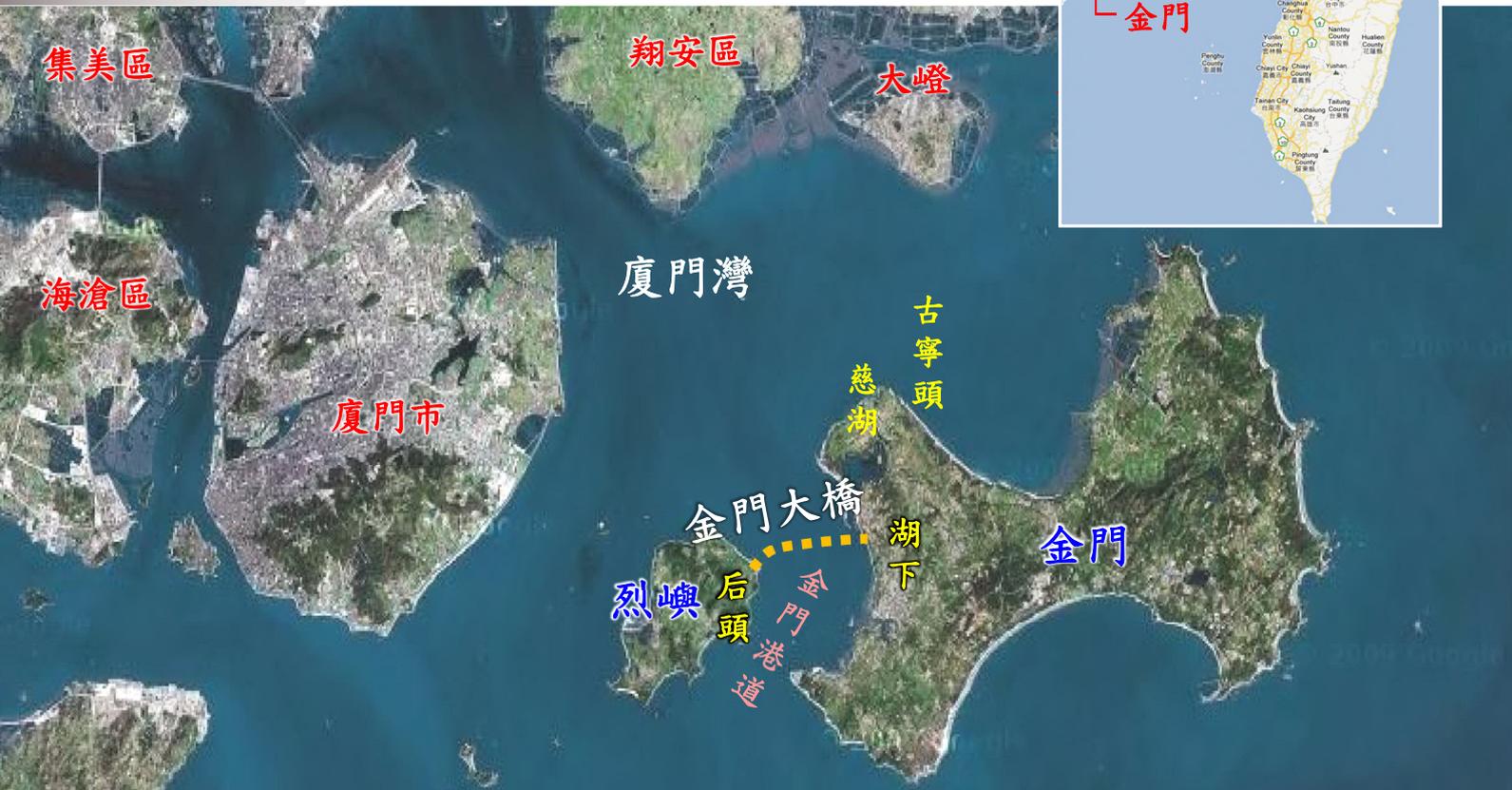
報告內容

- ◆ 基本資料說明
- ◆ 規劃設計考量
- ◆ 橋梁型式研選
- ◆ 基礎型式研選
- ◆ 結語



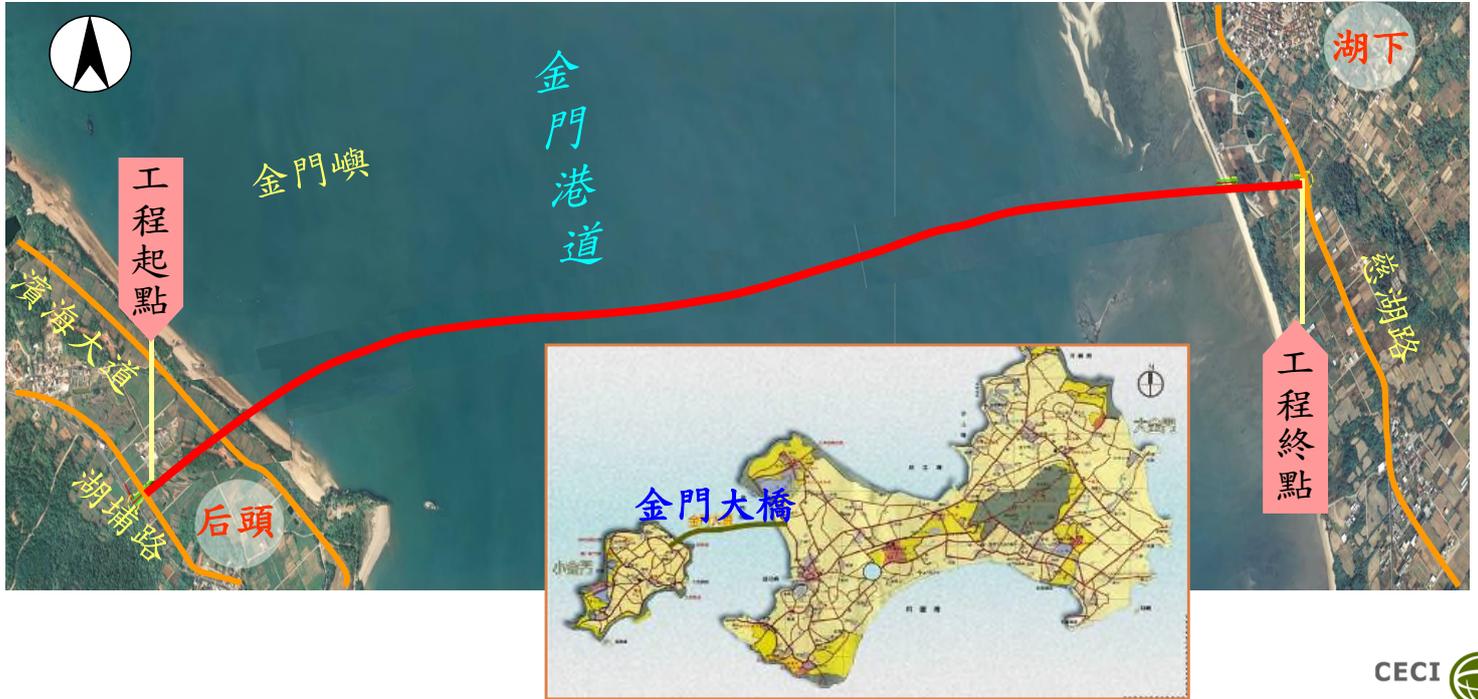
基本資料說明

工程位置

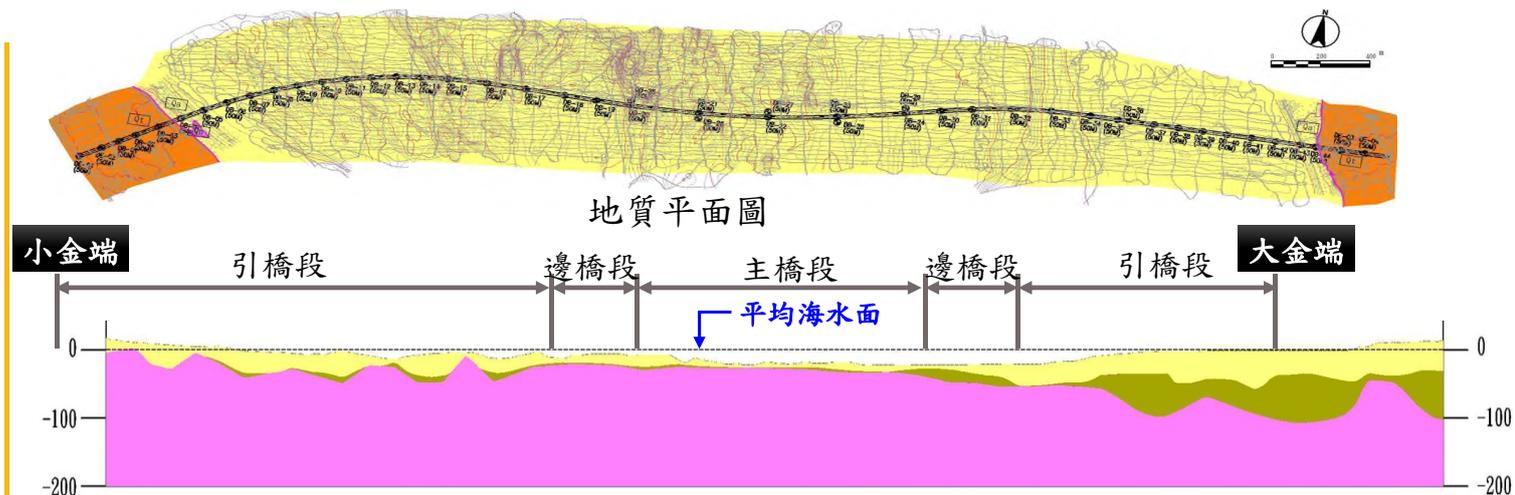


工程範圍

- ◆ 烈嶼(小金門)后頭湖埔路至大金門湖下慈湖路
- ◆ 路線長約**5.4公里**，橋梁部分**4.77公里**



區域地質概況

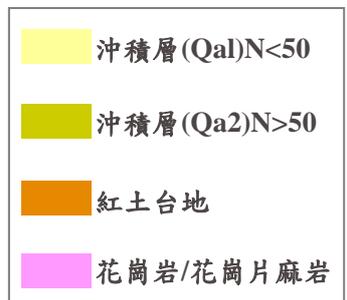


◆ 地質分布

基盤為花崗岩、最上層為沖積層

◆ 岩盤深度

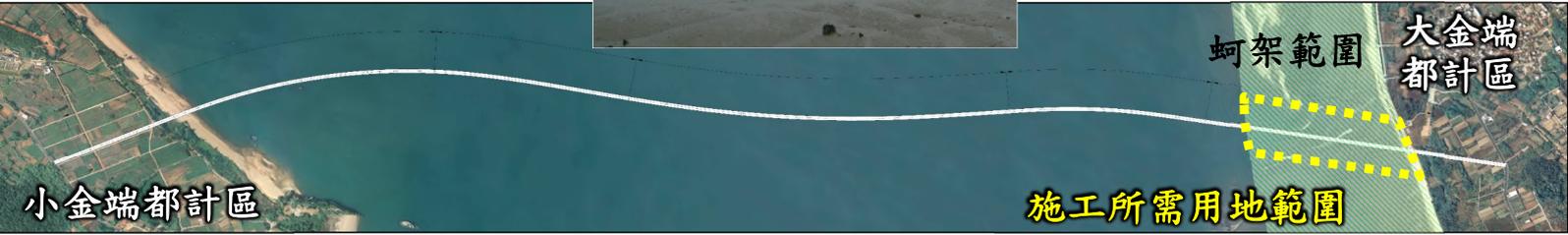
小金端較淺約2~40m，大金端度較深約65m以上
岩盤深度變化大



用地取得時程

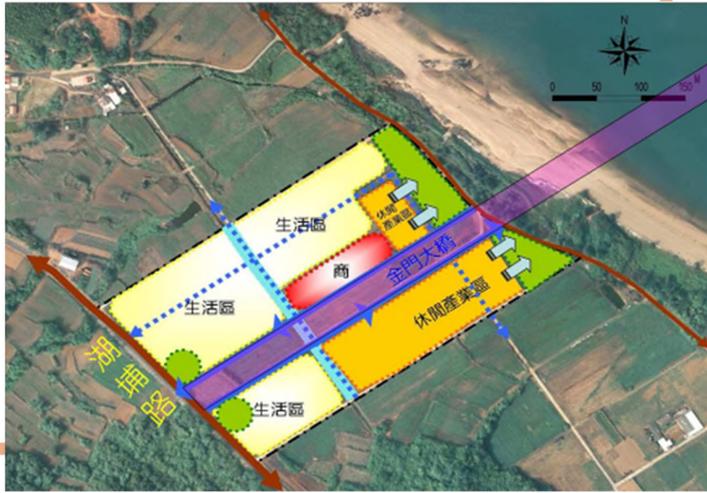


含牡蠣養殖區



小金端都計區

施工所需用地範圍



小金端都計區



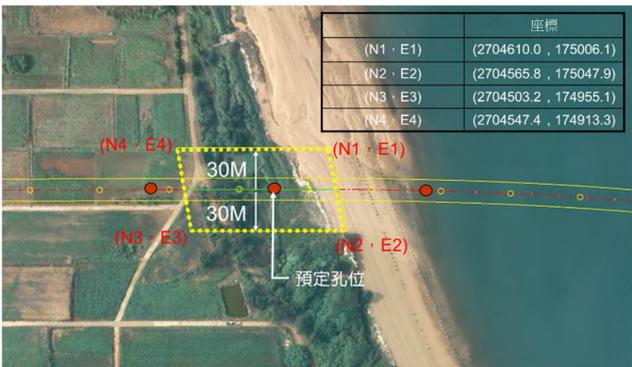
大金端都計區



雷區清除作業配合



雷區警示範圍



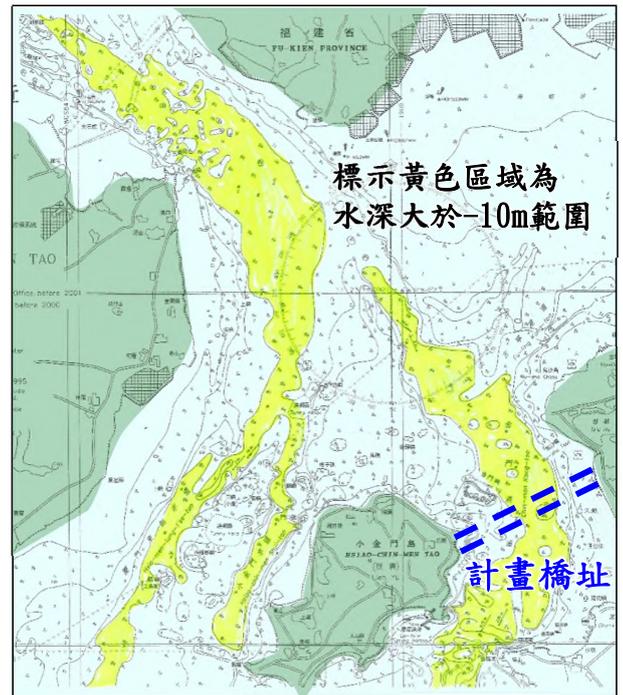
配合鑽探工作優先排雷範圍



◆依「金門港埠整體規劃及未來發展計畫(98年-100年)」目標船型為萬噸級郵輪，航道水深至少需約10.0m

◆ 港口北側水深急遽變淺僅餘8.0m，無法滿足萬噸級郵輪航行需求

◆ 建議計畫船型設定為5000GT客貨輪，未來萬噸級郵輪建議該船型利用小金門島南側青嶼水道航行



金門島及廈門附近海圖

航道需求演算

計畫船型尺寸諸元

	船高(m)	船長(m)	船寬(m)	滿載吃水深(m)	備註
5,000GT	30	131	20.7	6.4	船型

● 設計淨高=設計潮位+2.0×(H_{1/3}波高)/2+船高+餘裕
=6.3+2.0×(1.0)/2+30+(4.0+0.5)=41.8(m)

建議採用42m

● 設計航道寬度>4.7倍修正船寬(B')=206(m)

建議採用210m

變更及重新擬定
航道寬度作業

橋梁所有人
(金門縣政府)

行文

內政部

依據「在中華民國大陸礁層鋪設維護變更海底電纜或管道之路線劃定許可辦法」

水頭商港臨時碼頭及臨時航道申請

與金門縣政府港務處協調



海運臨時航線示意圖

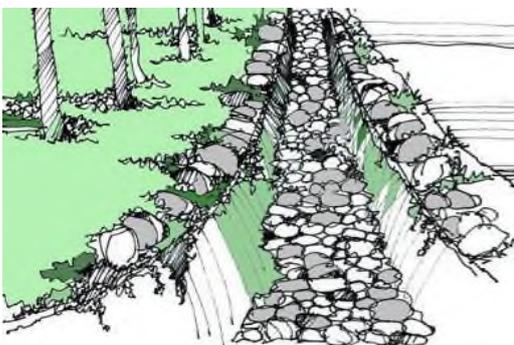
臨時施工碼頭建議位置



整體景觀規劃設計

整體景觀設計概念：

■藉金門大橋工程技術之植入，結合風土文化與環境意象之景觀設計，塑造一嶄新景觀焦點，豐富特殊多元的環境景觀



生態設計概念應用

- 植栽多層次、水岸多孔隙
- 海岸防風林的復育
- 土方挖填平衡，表土再利用



設計元素擷取：

- 風土文化元素擷取
- 當地環境意象轉化
- 配合橋塔造型設計



基樁承載力考量

Hong kong

	Description of rock or soil	Presumed allowable bearing pressure (kPa)
1(a)	Rock (granite and volcanic): Fresh strong to very strong rock of material weathering grade I, with 100% total core recovery and no weathered joints, and minimum uniaxial compressive strength of rock material (UCS) not less than 75 MPa (equivalent point load index strength PLI_{50} not less than 3 MPa)	10,000
1(b)	Fresh to slightly decomposed strong rock of material weathering grade II or better, with a total core recovery of more than 95% of the grade and minimum uniaxial compressive strength of rock material (UCS) not less than 50 MPa (equivalent point load index strength PLI_{50} not less than 2 MPa)	7,500
1(c)	Slightly to moderately decomposed moderately strong rock of material weathering grade III or better, with a total core recovery of more than 85% of the grade and minimum uniaxial compressive strength of rock material (UCS) not less than 25 MPa (equivalent point load index strength PLI_{50} not less than 1 MPa)	5,000
1(d)	Moderately decomposed, moderately strong to moderately weak rock of material weathering grade better than IV, with a total core recovery of more than 50% of the grade	3,000

AASHTO

編號	深度		土壤分類	SPT-N	RQD	qu (t/m ²)	樁身摩擦阻抗 fs(t/m ²)	樁底承載力 fb(t/m ²)	群樁折減
1	2	-15.8	SM	8	-	-	2.67	-	0.67
2	5	-18.8	CL	4	-	5	1.13	-	0.51
3	17	-30.8	SM	>50	-	-	15	-	0.67
4	22	-35.8	ML	>50	-	-	15	-	0.67
5	26	-39.8	SM	>100	-	-	15	-	0.67
6	36	-49.8	花崗岩	-	35	1811	30	300	1

Rock Mass Quality	General Description	RMR ⁽¹⁾ Rating	NGI ⁽²⁾ Rating	RQD ⁽³⁾ (%)	N_{ms} ⁽⁴⁾				
					A	B	C	D	E
Excellent	Intact rock with joints spaced > 10 feet apart	100	500	95-100	3.8	4.3	5.0	5.2	6.1
Very good	Tightly interlocking, undisturbed rock with rough unweathered joints spaced 3 to 10 feet apart	85	100	90-95	1.4	1.6	1.9	2.0	2.3
Good	Fresh to slightly weathered rock, slightly disturbed with joints spaced 3 to 10 feet apart	65	10	75-90	0.28	0.32	0.38	0.40	0.46
Fair	Rock with several sets of moderately weathered joints spaced 1 to 3 feet apart	44	1	50-75	0.049	0.056	0.066	0.069	0.081
Poor	Rock with numerous weathered joints spaced 1 to 20 inches apart with some gouge	23	0.1	25-50	0.015	0.016	0.019	0.020	0.024
Very poor	Rock with numerous highly weathered joints spaced < 2 inches apart	3	0.01	<25	Use q_{ult} for an equivalent soil mass				

✓ 公路橋梁設計規範 表5.7
 $7.5 \times 50 = 375 \text{ tonf/m}^2$
 ✓ AASHTO Table 4.4.8.1.2A
 $0.024 \times 1811 = 43.5 \text{ tonf/m}^2$
 ✓ Hong kong Table 2.1
 $300 \times 3 = 900 \text{ tonf/m}^2$

CECI

地震力係數考量

大陸規範



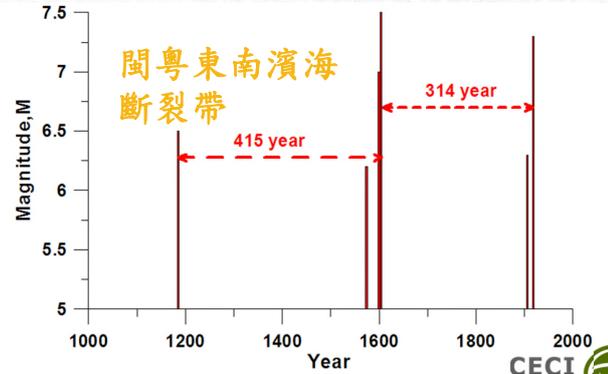
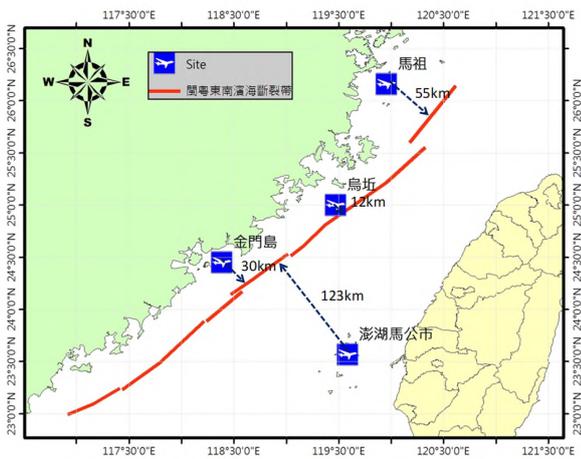
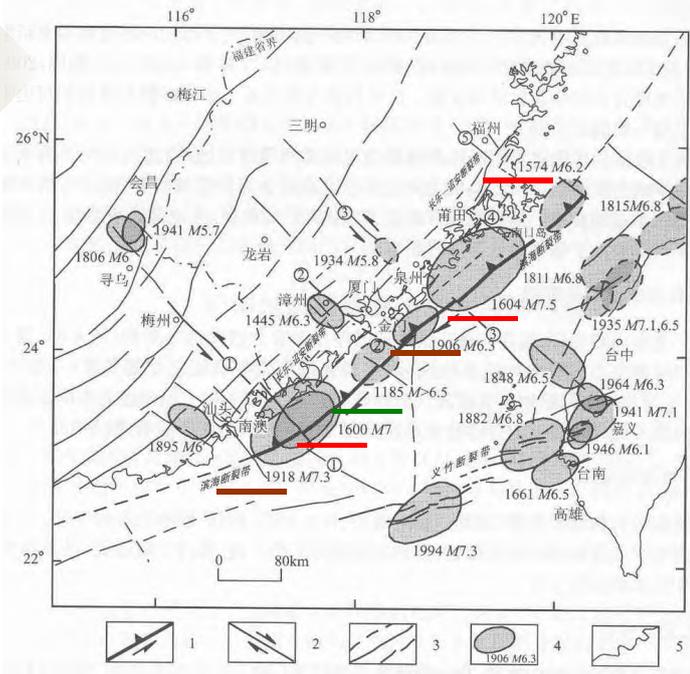
- ◆ 金門、馬祖、澎湖等地區位置與華南地震構造區之東南沿海地帶相鄰或重疊，地理位置對應於大陸之耐震設計分區標準
- ◆ 鄰近金門的廈門地區其設計地震動烈度最高達8度，對應之

PGA=0.15g~0.2g



閩粵東南濱海斷裂帶

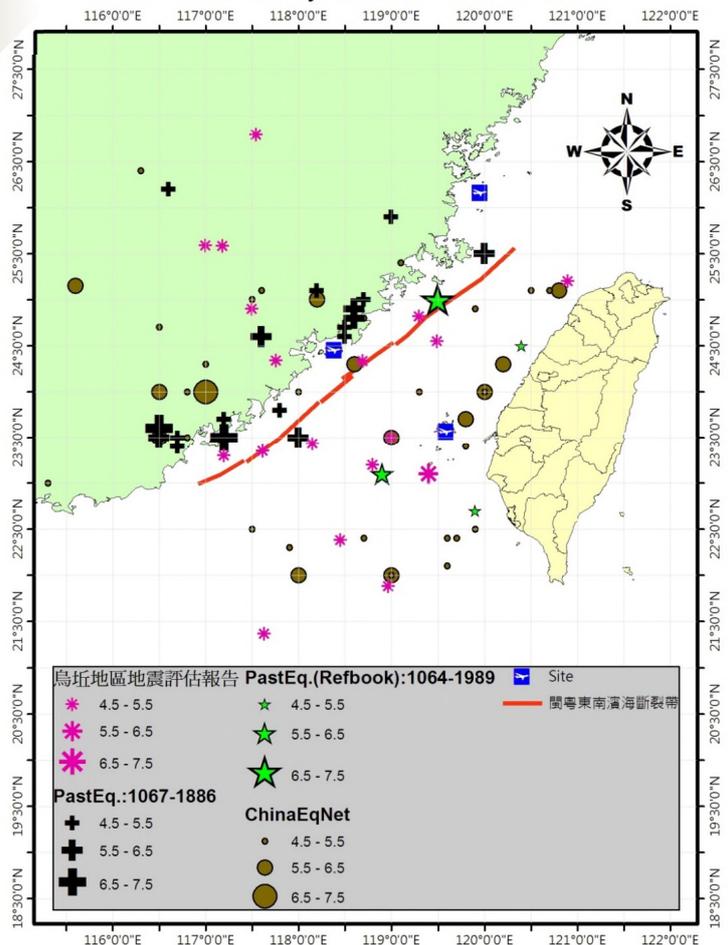
- 距離大、小金門約30km
- 具有右移走滑—逆衝之性質，全長約500公里，約略位於福建沿海等深線50-60公尺處。斷裂帶寬約12公里
- 歷史紀錄，發生3次系列地震，M6.3-M7.5



臺灣海峽地震紀錄

- 歷史地震
 - 1067-1886, 18筆, M=4.75-6.75
 - 1604-1989, 28筆, M=2.5-7.5
- 「烏坵地區地震評估」報告
 - 1923-1999, 18筆, M=4.5-5.6
- 大陸地震網
 - 1874-1920, 40筆, M=4.5-7.3
- 整合後，台灣海峽地區
 - 共計有105筆地震
 - 規模範圍：M=2.5-7.5

The Seismicity around Taiwan Strait





工址地震力係數

主席：張國鎮主任

出席：王亭復顧問、翁作新教授、郭錫卿協理、楊仁傑先生、陳國隆組長、宋裕祺組長、許健智副主任、黃震興副主任、蔡益超教授、戴忠董事長、薛強博士、鍾立來組長、黃立宗副理

列席：鄧崇任、簡文郁、翁元滔、邱俊翔、林克強、林瑞良、汪向榮、張毓文、邱世彬

時間：2010年12月6日 12:00~15:00

地點：國家地震工程研究中心 410 會議室

紀錄：汪向榮、張毓文、邱世彬

會議記錄：

主席致詞：略

議題一：金門地區設計地震研擬

1. 依據規範委員會開會初步決議，建議金門縣之震區短週期及一秒週期水平譜加速度係數分為兩區，以金湖鎮為最高，各鄉鎮之震區係數如下表所列

Site	475years		2500years	
	$S_{as}(g)$	$S_{al}(g)$	$S_{as}(g)$	$S_{al}(g)$
列嶼鄉 (Lieyu)	0.20	0.35	0.30	0.45
金寧鄉 (Jinning)	0.20	0.35	0.30	0.45
金城鎮 (Jincheng)	0.20	0.35	0.35	0.50
金沙鎮 (Jinsha)	0.20	0.35	0.35	0.50
金湖鎮 (Jinhu)	0.25	0.40	0.35	0.50



依99年12月6日 規範研究發展委員會 研究結果決議辦理

金門縣各鄉鎮設計地震係數修正：

• 原規範 S_S^D S_1^D S_S^M S_1^M

金門縣各鄉鎮	0.50	0.30	0.70	0.40
--------	------	------	------	------

• 修正後

烈嶼鄉	0.35	0.20	0.45	0.30
金寧鄉	0.35	0.20	0.45	0.30
金城鎮	0.35	0.20	0.50	0.35
金沙鎮	0.35	0.20	0.50	0.35
金湖鎮	0.40	0.25	0.50	0.35



工址地震力係數

• 連江縣（馬祖地區）

地區	回歸期475年			回歸期2500年		
	$S_{as}(g)$	$S_{al}(g)$	EPA(g)	$S_{as}(g)$	$S_{al}(g)$	EPA(g)
馬祖	0.20	0.109	0.08	0.263	0.146	0.105

• 原規範

連江縣各鄉鎮	S_S^D	S_1^D	S_S^M	S_1^M
	0.50	0.30	0.70	0.40

• 修正後

連江縣 (南竿鄉、東引鄉、 北竿鄉、莒光鄉)	0.20	0.11	0.26	0.15
------------------------------	------	------	------	------

偏低

採用

金門縣 最小值	0.35	0.20	0.45	0.30
---------	------	------	------	------



活載重特殊需求

特殊車輛載重需求(戰車通行)

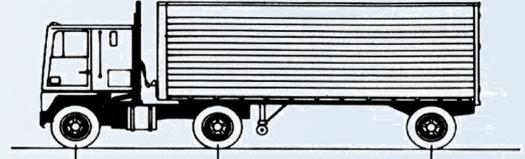


中華民國交通部
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND
COMMUNICATIONS R.O.C

公路橋梁設計規範

HS20-44(MS18)

HS15-44(MS13.5)

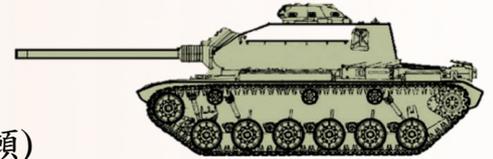


HS20-44(MS18)	3,650kgf (36kN)	14,600kgf (144kN)*	14,600kgf (144kN)*
HS15-44(MS13.5)	2,750kgf (27kN)	11,000kgf (108kN)	11,000kgf (108kN)



金門防衛指揮部

M60A3戰車(55公噸)



M60A3戰車(55公噸)

M41A3戰車(30公噸)

CM21及CM23甲車(20公噸)

10.5噸大貨車及戰術型輪車(7公噸)



21

其他載重考量

1. 靜載重
- ✓ 2. 活載重
3. 溫度力
4. 溫度梯度



5. 船隻撞擊力
6. 波浪力
7. 水流力
8. 風力
- ✓ 9. 地震力

22



5. 船隻撞擊力

■ 依據

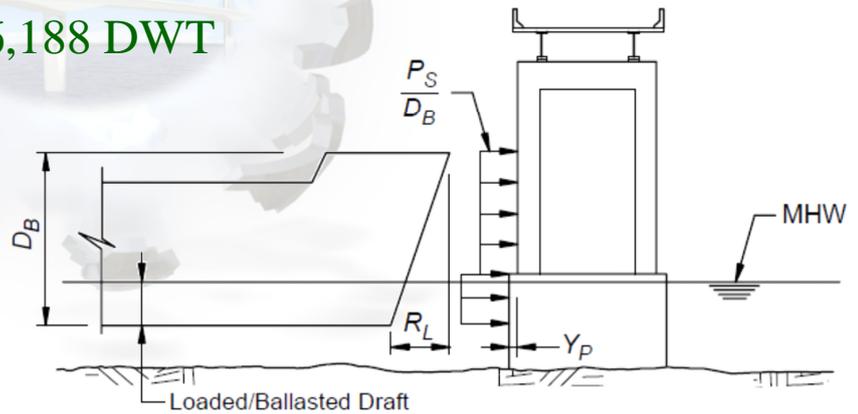
- Guide Specifications and Commentary for Vessel Collision Design of Highway Bridges

■ 等值靜態撞擊力 $PS \cong 5,000 \text{ t}$

- 船舶噸數：5,000 GT = 6,188 DWT
- 航行速率：10節

■ 總船高 $DB=25\text{m}$

■ $PS/DB=200 \text{ t/m}$



6. 波浪力

■ 依據

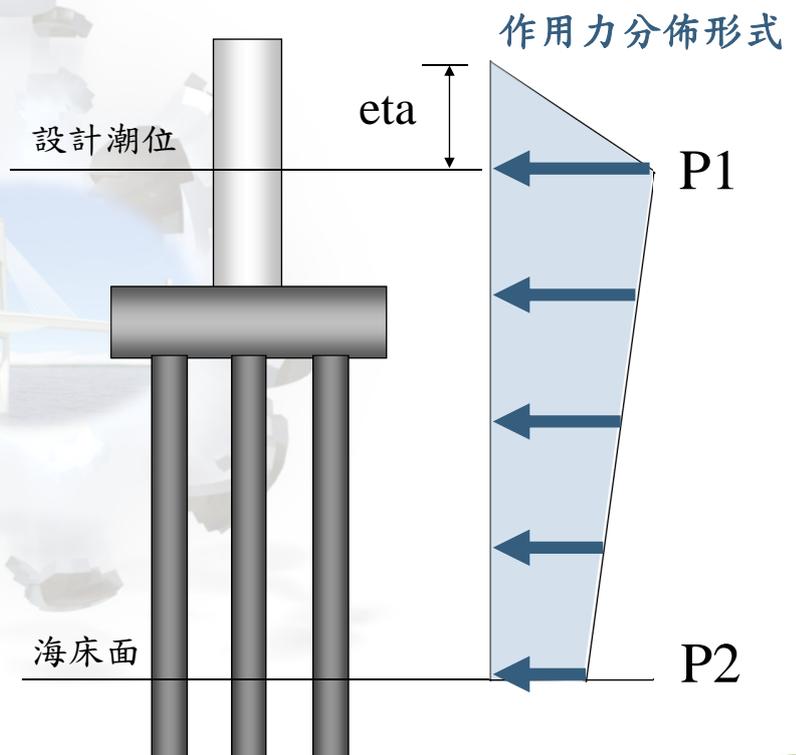
- ◆ 港灣構造物設計基準-防波堤設計基準及說明

■ P1、P2

- ◆ 波高=1.5m
- ◆ 波浪週期=11.9sec
- ◆ 海床坡度1/50
- ◆ 水深約18~23m

■ eta(設計波高)

- ◆ 是否有消坡設施
- ◆ 波浪入射角



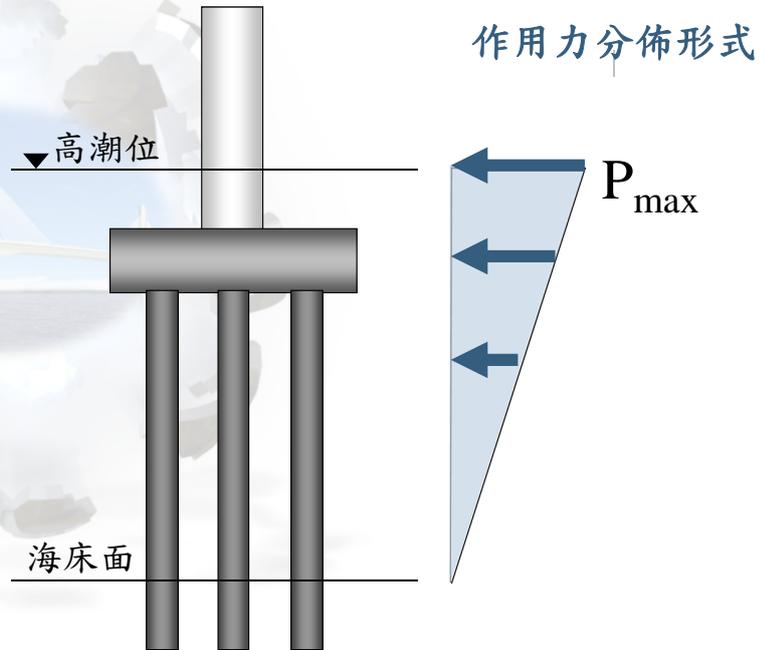
7. 水流力

■ 依據

- ◆ 交通部98年頒「公路橋梁設計規範」

■ 水流力

- ◆ P_{max}
 $=2XP_{avg}$ (平均流水壓力)
- ◆ $P_{avg}=52.5K(V_{avg})^2$
K : 水流作用力常數
 V_{avg} : 平均水流速



8. 風力(1/3)

靜風壓力

■ 依據

- ◆ 交通部98年頒「公路橋梁設計規範」
- ◆ 台灣橋梁耐風設計準則研究定稿報告

■ 設計考量

- ◆ 100年回歸期，設計風壓力加乘1.1倍
- ◆ 風壓強度 $=390 \text{ kgf/m}^2 \times 1.1 = 429 \text{ kgf/m}^2$



8. 風力(2/3)

主橋(脊背橋)耐風設計穩定性檢討

■ 依據

- ◆ 台灣橋梁耐風設計準則研究定稿報告
- ◆ 日本道路橋耐風設計便覽

■ 設計考量

- 基本風速 $U_{10} = 38.5\text{m/s}$
- 粗度區分 = I 級(海中)
- 修正係數 $E_1 = 1.41$
- 設計基準風速 $U_d = U_{10} * E_1 = 54.3\text{m/s}$

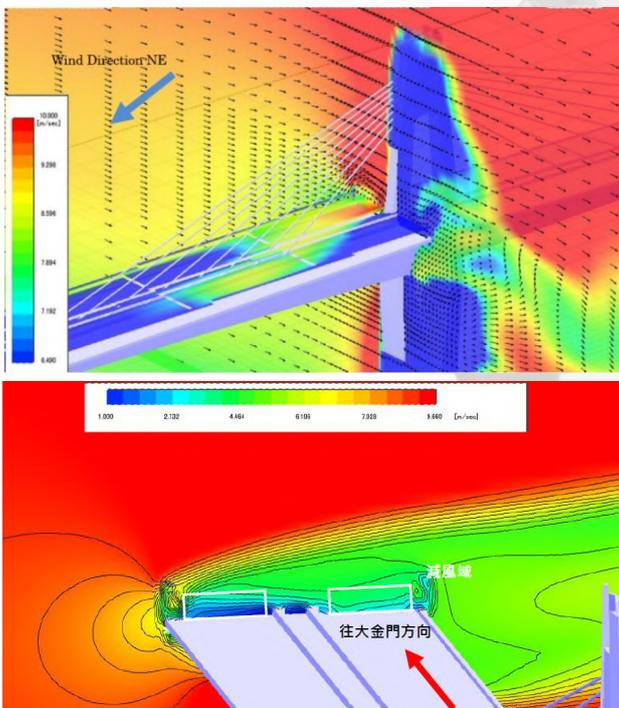
■ 檢核

- ◆ 顫振(Flutter)-扭轉向及垂直向 → 安全性
- ◆ 渦流共振(Vortex Shedding) -扭轉向及垂直向
→ 材料疲勞現象及影響行車舒適性

8. 風力(3/3)

季風對車行影響檢討

■ 模擬有無防風柵及防風柵開口率對減風率之影響



橋段	開口率 (%)	減風率 (%)	保守減風率*1 (%)	測得最大瞬間風速*2 (m/s)	偏移距離*3 (m)	減風後風速(m/s)	偏移距離*4 (m)	車速限制 (km/hr)
引橋段	50	63	76	10.7(5級)	0.25	8.1(5級)	0.25	<80
				13.8(6級)	0.50	10.5(5級)	0.50	<60
				17.1(7級)	0.75	13.0(6級)	0.50	<60
				20.7(8級)	1.00	15.7(7級)	0.75	<40
				24.4(9級)	1.50	18.5(8級)	1.00	禁行
邊橋段	60	45	54	10.7(5級)	0.25	5.8(4級)	0.25	<80
				13.8(6級)	0.50	7.5(4級)	0.25	<60
				17.1(7級)	0.75	9.2(5級)	0.50	<60
				20.7(8級)	1.00	11.2(6級)	0.50	<40
				24.4(9級)	1.50	13.2(6級)	0.75	禁行
主橋段	50	45	54	10.7(5級)	0.25	5.8(4級)	0.25	<80
				13.8(6級)	0.50	7.5(4級)	0.25	<60
				17.1(7級)	0.75	9.2(5級)	0.50	<60
				20.7(8級)	1.00	11.2(6級)	0.50	<40
				24.4(9級)	1.50	13.2(6級)	0.75	禁行

註*1: 保守減風率(%)=減風率(%)×安全係數1.2

註*2: 金門氣象站測得之最大瞬間風速

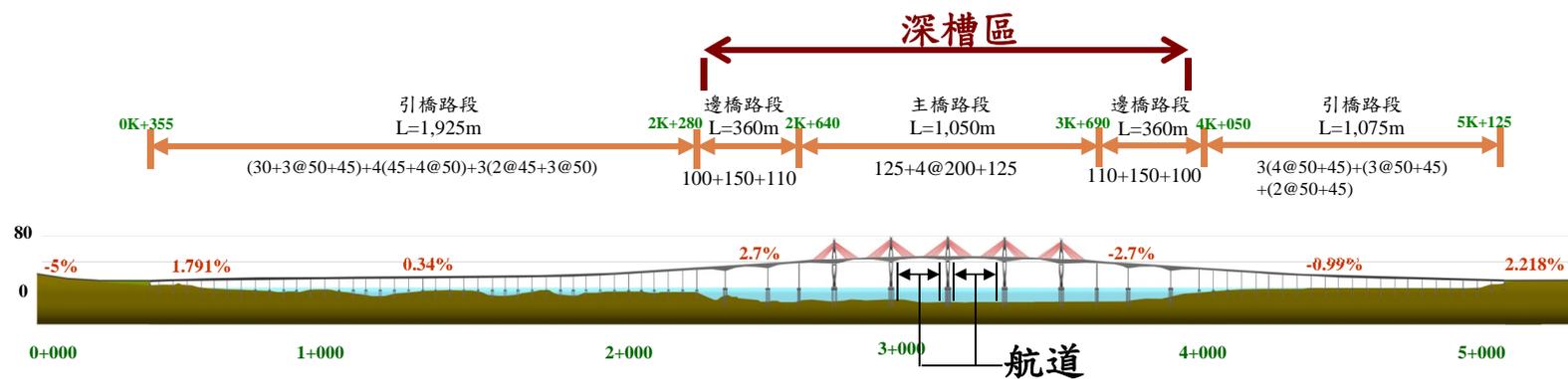
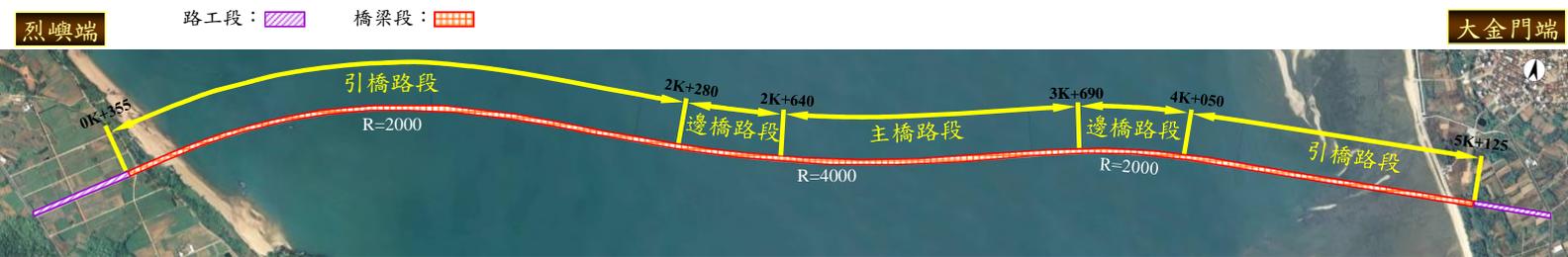
註*3: 實施減風措施前之80km/hr車行偏移距離

註*4: 實施減風措施後之80km/hr車行偏移距離

橋梁型式研選

橋梁配置

◆依橋梁位置區分為主橋、邊橋及引橋三部分



橋梁全長4.77公里



主橋型式研擬

主橋段跨越深槽區及航道，研擬規劃超大跨徑橋，減少落墩並營造地標景觀意象

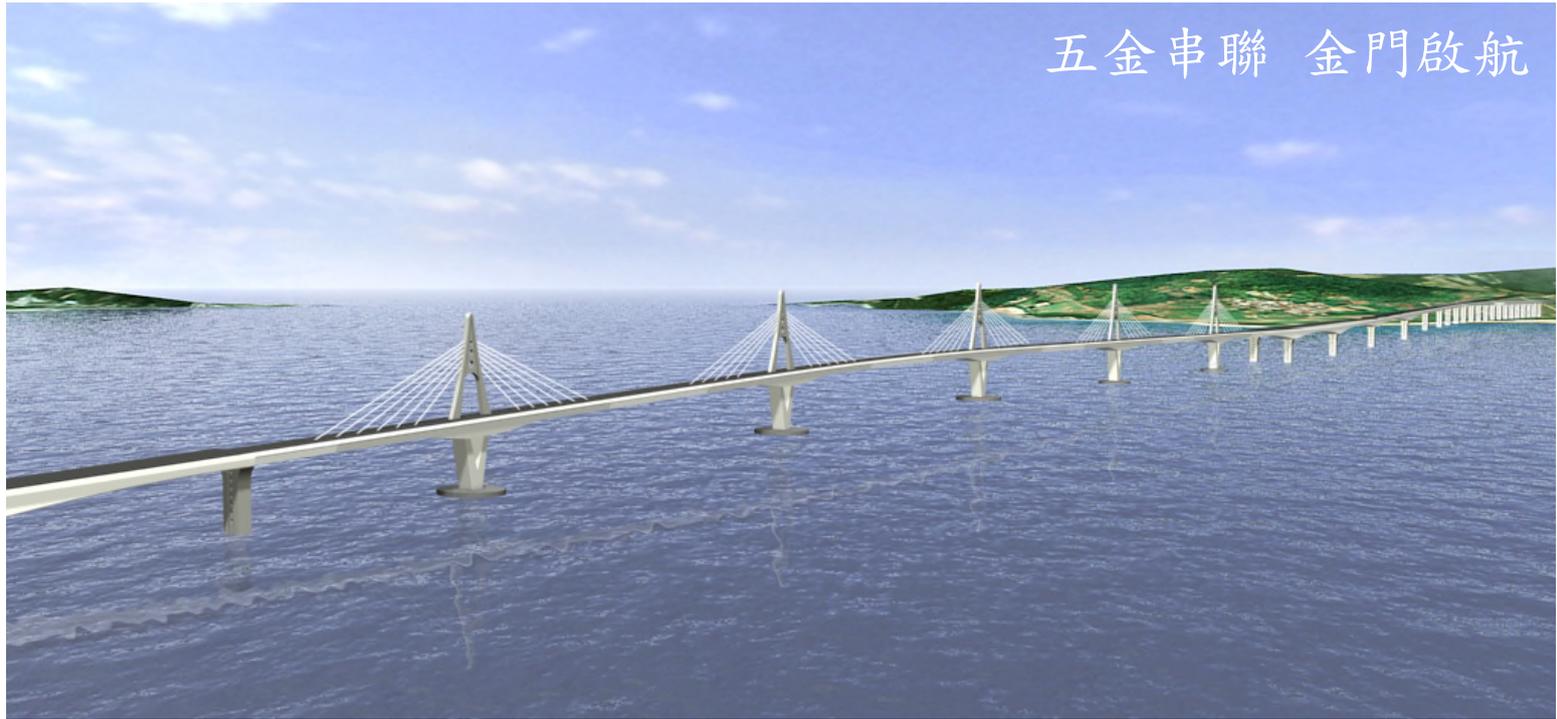
4 種橋型

- 斜索外置預力橋 (脊背橋)
- 雙拱肋鋼拱橋
- 斜張橋
- 桁架式鋼拱橋



斜索外置預力橋(脊背橋) 方案

五金串聯 金門啟航



主跨徑配置250m

斜張橋方案

浴火鳳凰 攜手未來

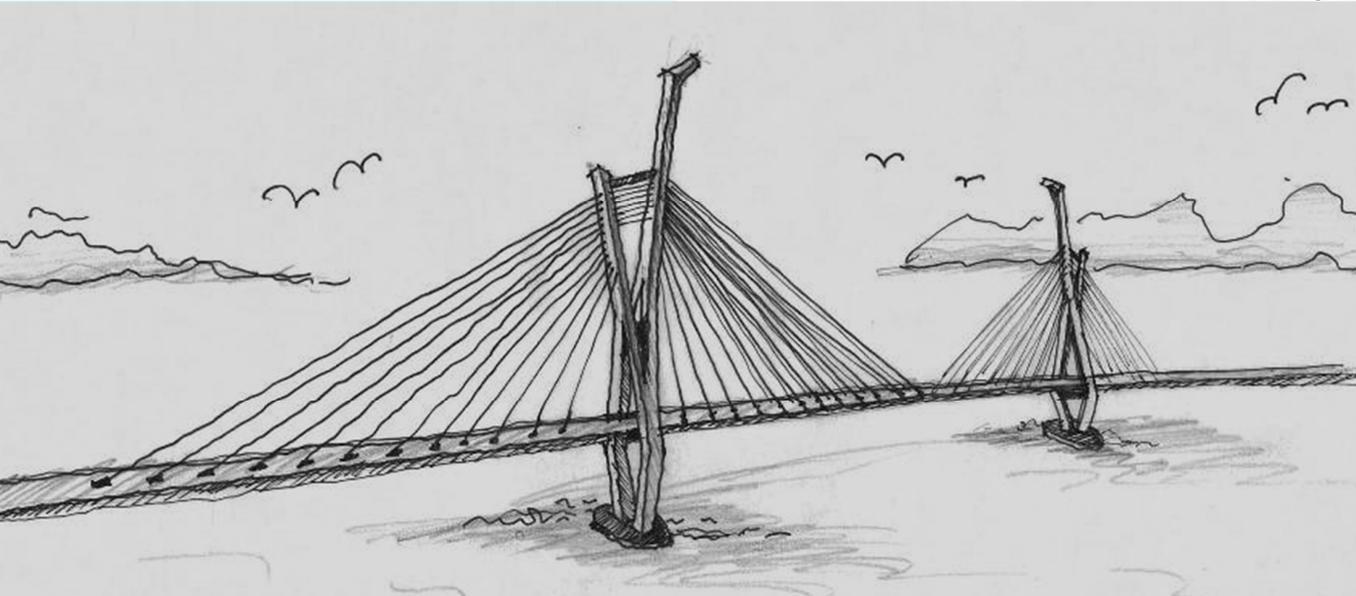
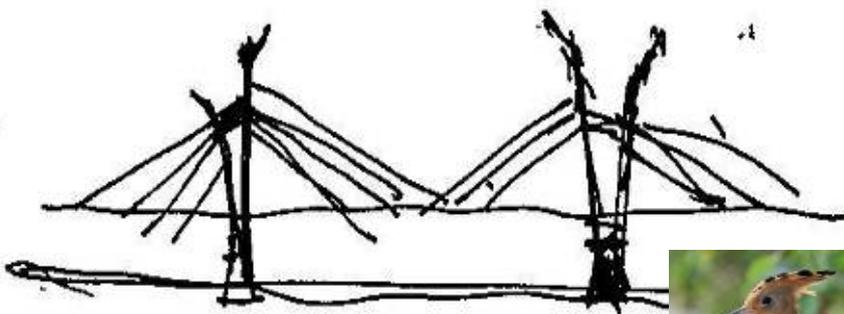


主跨徑配置480m

手足情誼・攜手未來

鳥類姿態・形體塑造

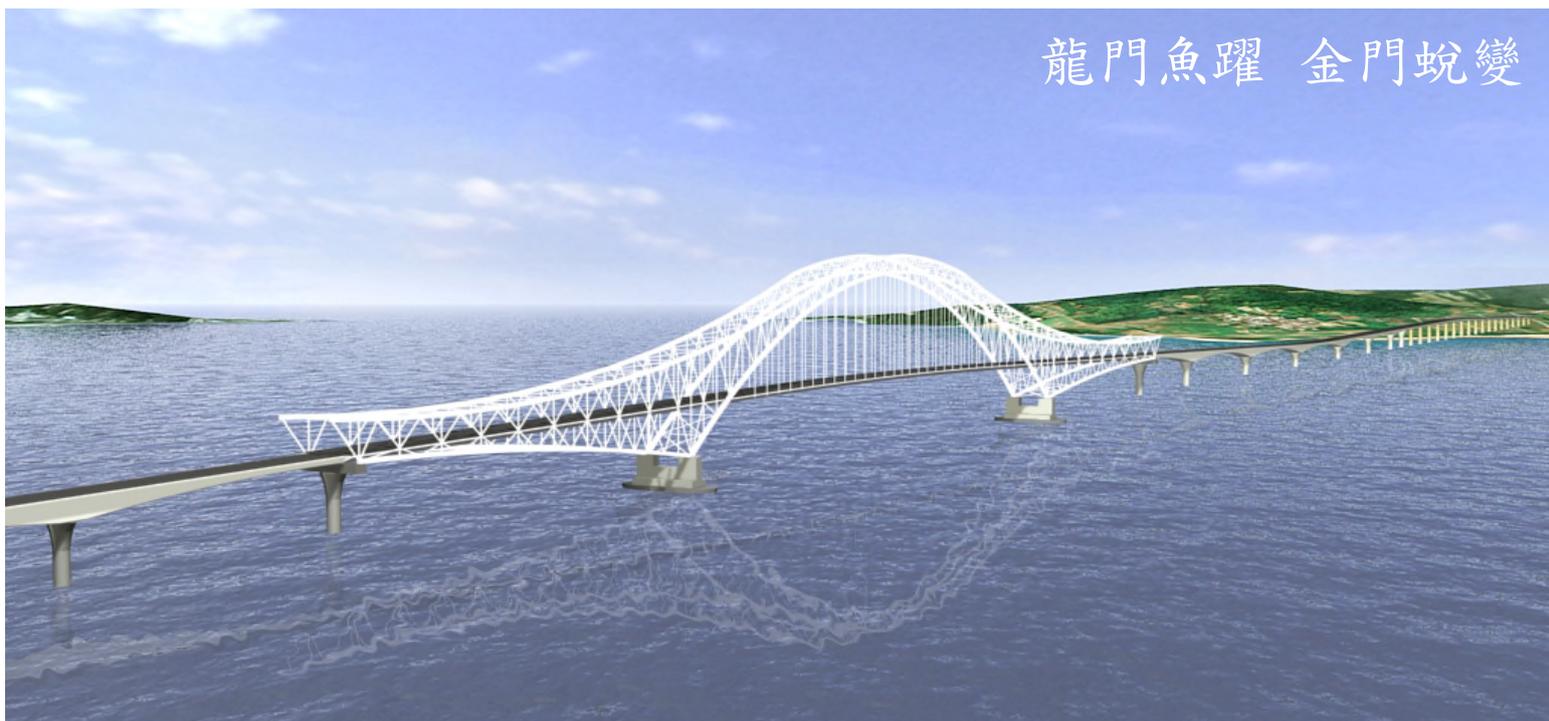
- ◆造型模擬水鳥與候鳥肢體語言，抽離轉化而成，猶如相依相偎、相依而生等意涵
- ◆大小金門隔著金門港口相望數百年，雙塔造型猶如手足之情攜手共創嶄新未來



戴勝

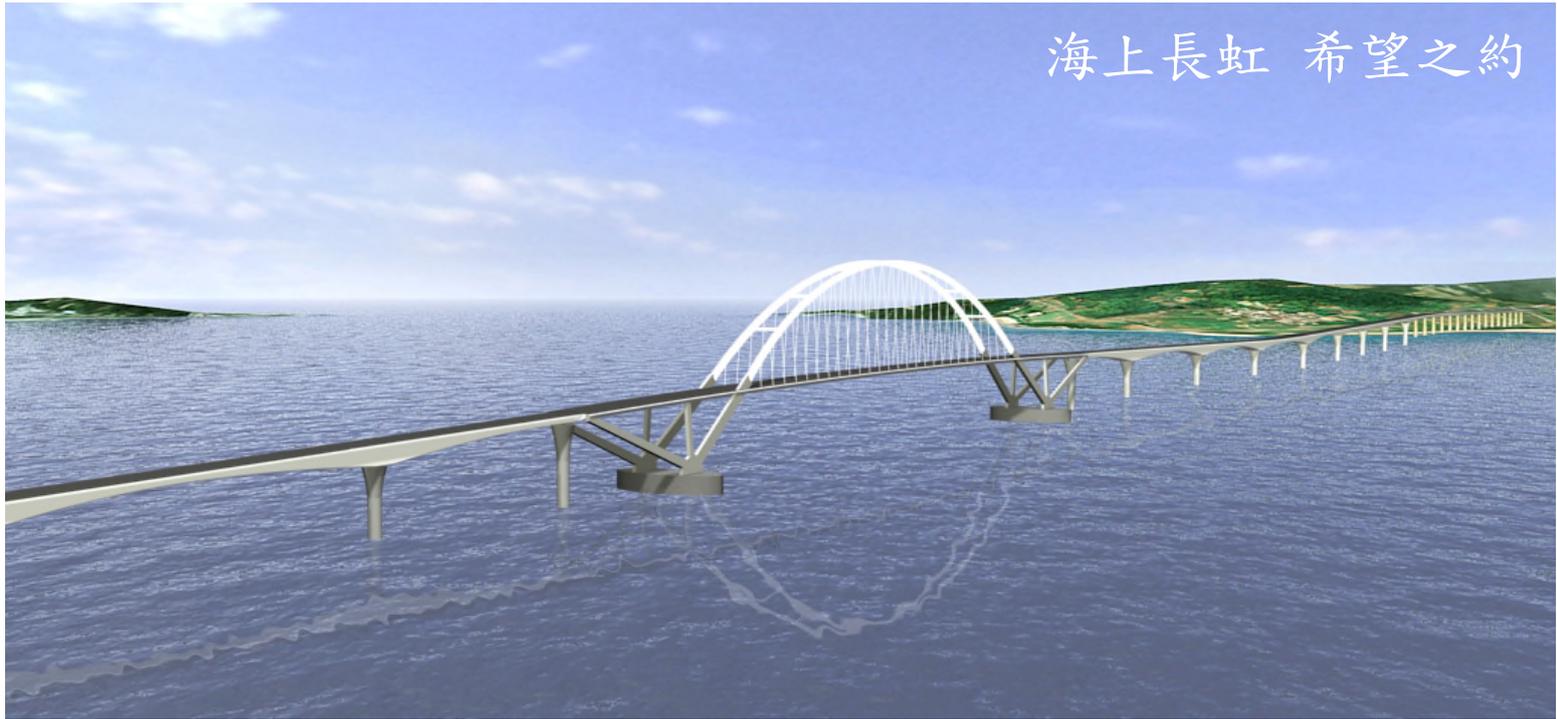
桁架式鋼拱橋方案

龍門魚躍 金門蛻變



主跨徑配置450m

海上長虹 希望之約



主跨徑配置450m

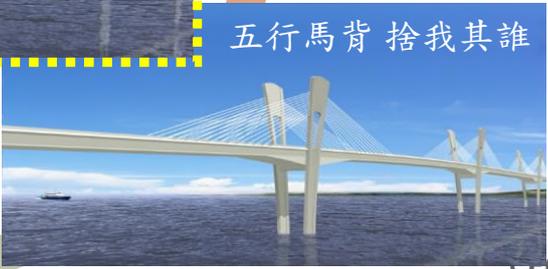
方案評估



橋梁方案		橋型特性	工期	工程費	維護費
一	脊背橋	1.上構採預力箱型梁，配合外置預力鋼纜壓低梁深，減少自重 2.五座主橋塔展現如五金串聯，金門啟航意象 3.上構配合懸臂工法施工 4.主跨徑配置250m	中	低	低
二	斜張橋	1.橋型採雙塔設計，上部結構採鋼箱型梁，橋塔搭配兩側斜張鋼纜，可突顯出雄偉氣勢，增添橋景特性與視覺美感 2.鳳凰型之橋塔，雄偉氣勢象徵浴火鳳凰，攜手迎向未來 3.混凝土橋塔於橋柱完成後，逐節塊施作橋塔節塊，鋼箱型梁採平衡式節塊懸臂吊裝，斜張鋼纜則配合箱梁節塊施作 3.主跨徑配置480m	長	高	高
三	桁架式鋼拱橋	1.採三孔鋼構拱架搭配鋼床板梁體，輕巧細薄 2.雙圓曲式拱體搭配桁架結構及吊索，宏偉橋體宛如巨龍悠游於海中，另拱體線條亦呼應金門當地閩式建築屋脊燕尾之造型 3.橋墩完成後配合採吊裝方式施工 4.主跨徑配置450m	短	中	高
四	雙拱肋鋼拱橋	1.採三孔鋼拱架搭配預力繫索及鋼床板梁體 2.雙斜面圓曲式拱體搭配繫索，拱體宛如一道乍現海中之長虹，劃破天際 3.橋墩完成後吊裝閉合鋼拱後再行吊裝橋面箱梁 4.主跨徑配置450m	短	中	高

基本設計階段裁定採脊背橋方案

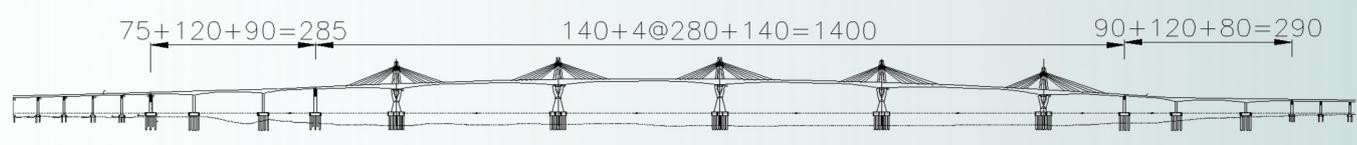
應金門縣政府要求，研擬五種橋塔造型方案，供金門縣居民票選，票選決定採高粱穗心型橋塔方案



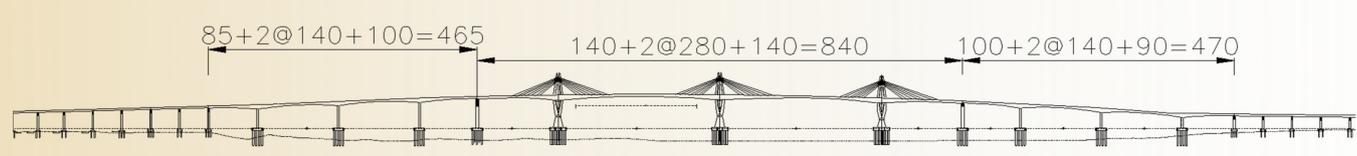
主橋及深槽區橋梁配置檢討

針對主橋橋塔數配置檢討

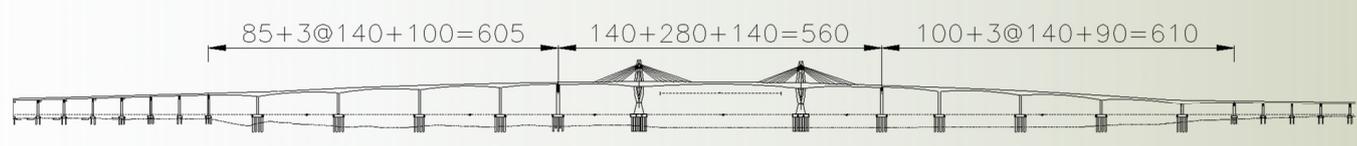
方案 A：主橋採 5 塔



方案 B：主橋採 3 塔 (約-2.8億元)



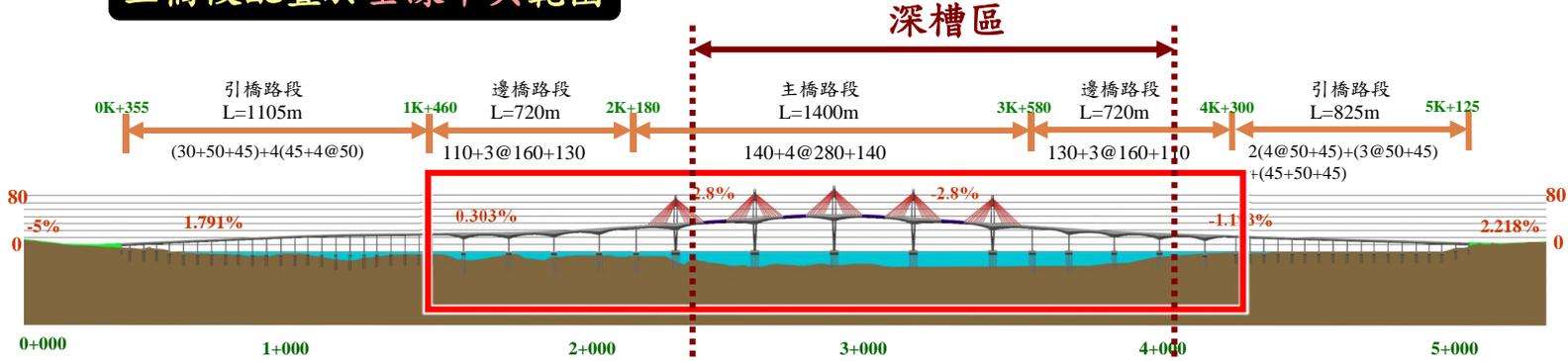
方案 C：主橋採 2 塔 (約-4.2億元)



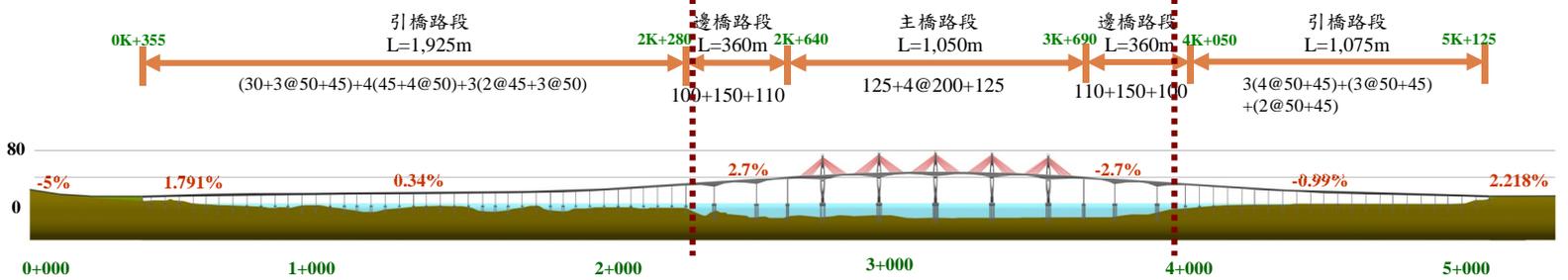
主橋及深槽區橋梁配置檢討

針對主橋配置區位檢討

主橋段配置於全線中央範圍



主橋段配置於深槽中央範圍



經費減省約3億元



邊橋型式研擬

邊橋段位於主橋兩側，須配合主橋型式、跨徑配置，使橋梁之跨徑由主橋之超大跨徑延伸到兩側邊橋之大跨徑

研提兩種預力箱型梁橋型，配合懸臂工法施工



考量橋寬僅15m，較無加肋梁需求

採一般斷面預力混凝土箱型梁橋





引橋型式研擬

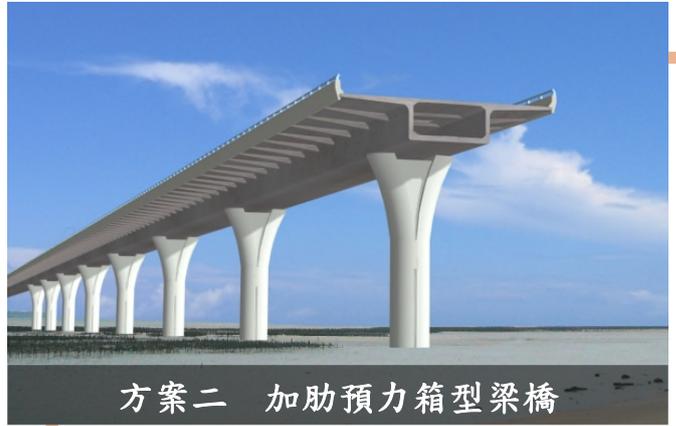
引橋段銜接邊橋及陸域引道

跨徑配置由邊橋之大跨徑延伸到中長跨徑

研提兩種預力箱型梁橋型，配合支撐先進工法施工



方案一:預力箱型梁橋



方案二 加肋預力箱型梁橋

考量橋寬僅15m，較無加肋梁需求

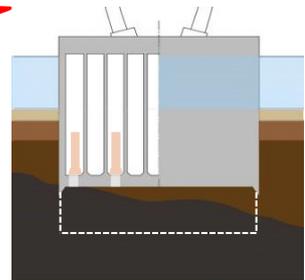
採一般斷面預力混凝土箱型梁橋



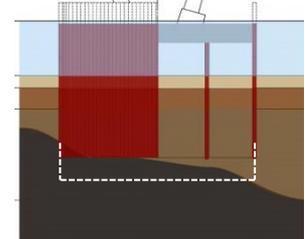
基礎型式研選

基礎型式選擇考量

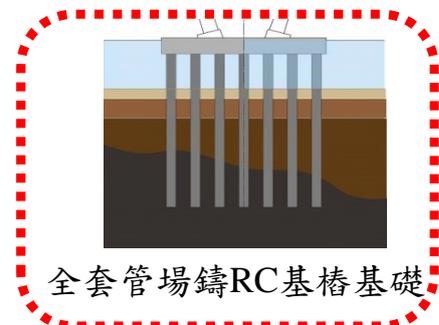
- ◆ 壓氣式沉箱基礎
 - 岩盤深度差異大，座底穩定性及施工性不佳
- ◆ 鋼管樁井筒式基礎
 - 鋼管樁需打設入岩，施工性不佳成本高
- ◆ 全套管場鑄RC基樁基礎
 - 能因應地盤變化



壓氣式沉箱基礎



鋼管樁井筒式基礎



全套管場鑄RC基樁基礎

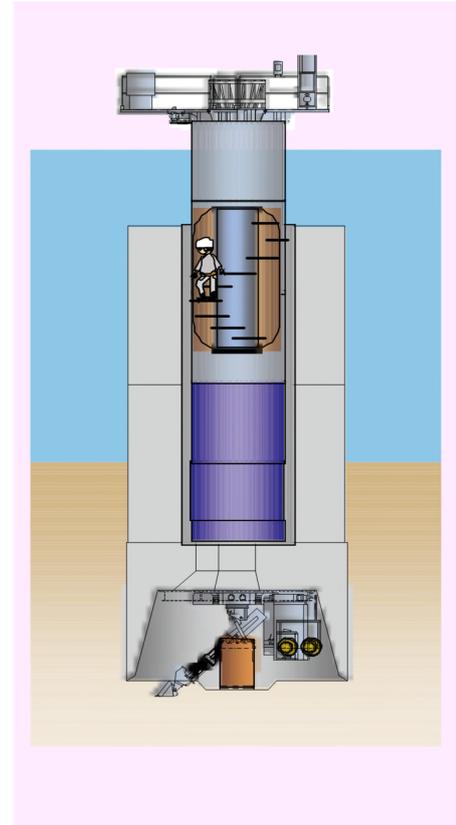
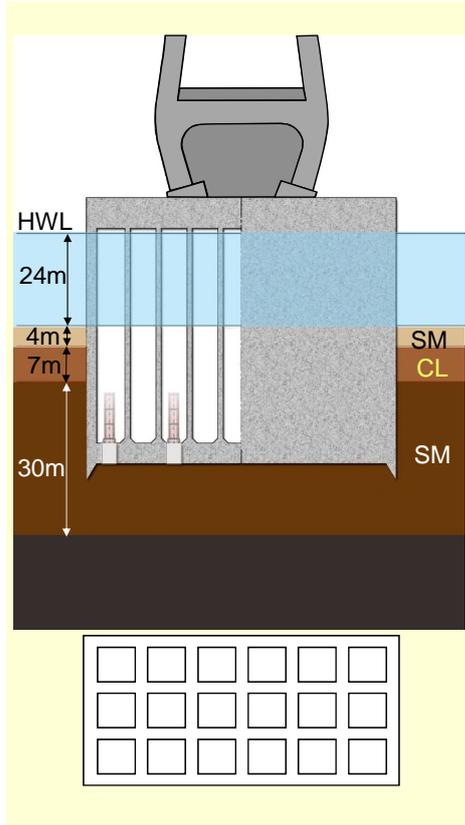
鑽探結果

- ◆ 岩盤深度變化大
- ◆ 部分墩位覆土層淺 → 最淺僅約60cm
- ◆ 岩盤風化程度差異大
- ◆ 覆土層N值變化大



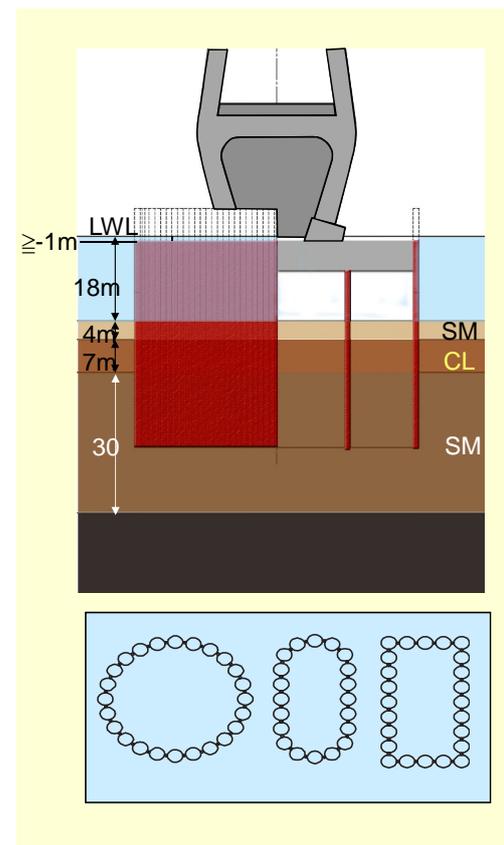
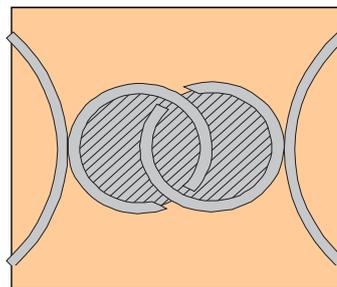
壓氣式沉箱基礎

- ◆ 將預製沉箱吊放定位後，於底板下方注入高壓空氣排水，人員進入施工，使沉箱下沉至承載層
- ◆ 需深入海平面-40m，壓差達3~4個大氣壓，勞安須特別注意
- ◆ 特性：堅固耐用，使用年限長，惟設備特殊、成本高昂



鋼管樁井筒式基礎

- ◆ 鋼管連續打設成密合筒體，內部填砂後以混凝土樁帽與鋼管樁連結封頂
- ◆ 所需樁較短，減少入岩困難及污染，對風浪抵抗較差，施工風險較高

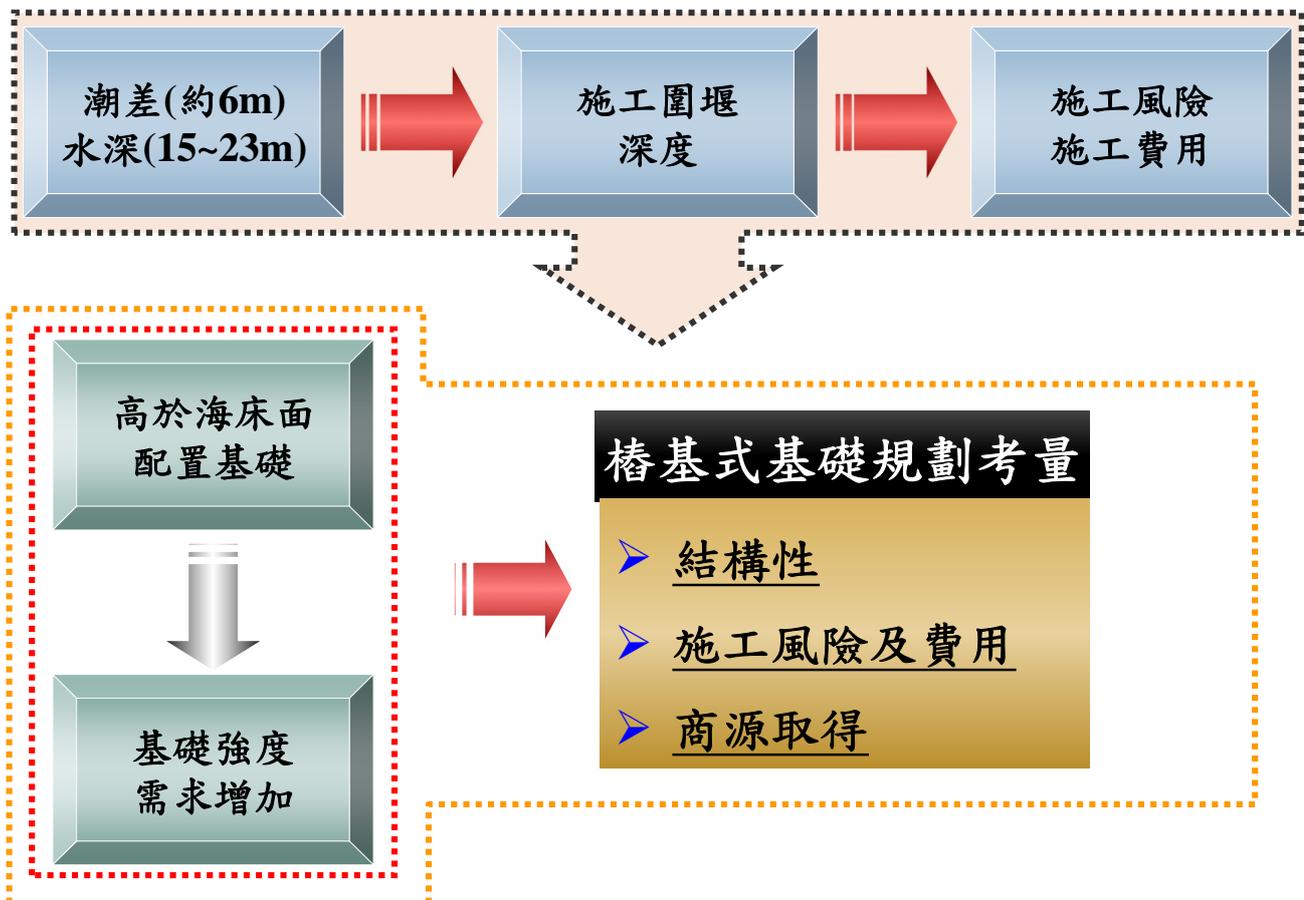


海中深槽區基礎型式評估

評項	樁基式(全套管基樁)	壓氣式沉箱式	鋼管樁井筒式
主要工項	<ul style="list-style-type: none"> 鑽掘樁孔至岩面 樁孔岩石鑽掘 鋼筋籠吊放 全套管基樁澆鑄 	<ul style="list-style-type: none"> 沉箱製作、儲存及安放 基礎浚挖及拋石 施工構台施作 沉箱澆鑄及加壓開挖 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管樁製作及打設 水中混凝土打設 回填砂、逐步降水 基礎底版紮筋及澆鑄
主要材料	鋼筋混凝土	鋼筋混凝土	鋼管樁、鋼筋混凝土
耐久性	良好	良好	須防蝕處理
施工性	佳	尚可	佳
環境影響	<ul style="list-style-type: none"> CO₂排放量高 	<ul style="list-style-type: none"> CO₂排放量最高 大型船機作業不利海域清淨 	<ul style="list-style-type: none"> CO₂排放量最少
施工風險	較低	深入海平面-40m，壓差達3~4個大氣壓，施工風險高	較低
綜合評選	<ul style="list-style-type: none"> 國內經驗最豐富 可因應岩盤深度差異 	<ul style="list-style-type: none"> 國內無大水深壓氣沉箱案例 須動員國外船機及專業人員 岩盤深度差異不利沉箱穩定 	<ul style="list-style-type: none"> 部分墩位覆土淺，鋼管樁入岩施工困難

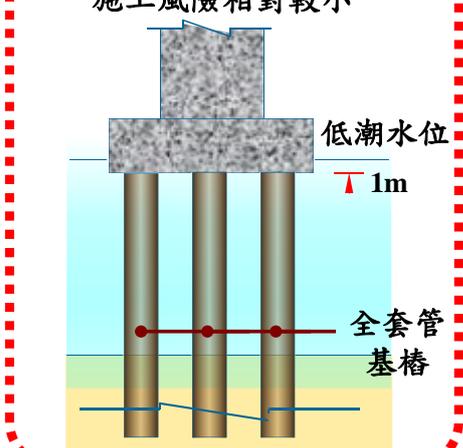
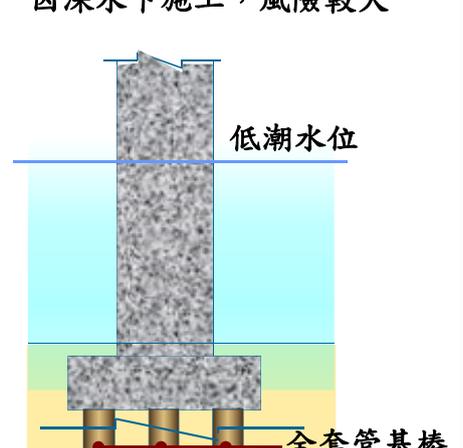


樁基式基礎規劃考量



深槽區樁帽高程配置檢討

● 深槽區水深約20m，採**樁基式基礎**，樁帽位置可採緊臨海床或出露海床，其對結構性及施工性之影響比較如下：

樁帽位置	樁帽出露海床 (基樁裸露)	緊臨海床 (基樁未裸露)
基樁結構量體	基樁數量大	基樁數量小
施工圍堰需求	無需臨時圍堰	需臨時圍堰
施工風險	<p>施工風險相對較小</p> 	<p>因深水下施工，風險較大</p> 

考量經濟性及施工風險擬採樁帽出露海床方式



47

基樁配置檢討

斜樁配置評估

- 配置斜樁勁度較大，樁數需求較直樁為少
- 斜樁施工過程之**鑽掘**、**取土**、**吊放鋼筋籠**及**澆置混凝土**皆較直樁**困難**
- 斜樁施工費用約為直樁**1.5倍**
- 地盤變異性大，斜樁底部座落地盤特性**無法掌握**



■ 直樁配置

- ✓ 船機費用 1
- 材料費用 1.28
- ✓ 施工費用 1

■ 斜樁配置

- 船機費用 1.35
- ✓ 材料費用 1
- 施工費用 1.5

評估後擬採直樁配置



48



基樁配置檢討

樁徑配置評估

■ 評估2m、2.5m、3m樁徑之全套管基樁

■ 2m樁徑

- 經費：高
- 工期：長
- ✓ 商源：多
- ✓ 施工能力：多

■ 2.5m樁徑

- 經費：中
- 工期：中
- ✓ 商源：多
- ✓ 施工能力：多

■ 3m樁徑

- ✓ 經費：低
- ✓ 工期：短
- 商源：少
- 施工能力：少
(僅有德國或日本)



考量經濟性及商源取得擬採2.5m樁徑之全套管基樁



49



基樁入岩位置考量

■ 基樁須入風化等級 III 岩盤（中度風化，ISRM），一倍樁徑以上

基樁入岩需求

風化等級	地質鑽探分類	分類	風化程度
I	W0	新鮮	岩石材料未見風化跡象，或僅不連續面稍有變色
II	W1	輕度風化	全部岩材均已變色；或岩材表面變色，其強度略低於新鮮岩材之核心
III	W2	中度風化	岩材內分解或崩解為土壤之部分小於50%；新鮮或變色岩材仍保留岩層連續結構
IV	W3	高度風化	岩材內分解或崩解為土壤之部分大於50%；剩留少部份新鮮或變色核心
V	W4	完全風化	所有岩材均已分解或崩解為土壤，但仍保留岩層結構
VI	W5	殘留土	所有岩材均已轉化為土壤，岩層結構破壞，體積變化大

風化程度（ISRM, 1981）、（國工局大地工程調查作業準則88年）



50

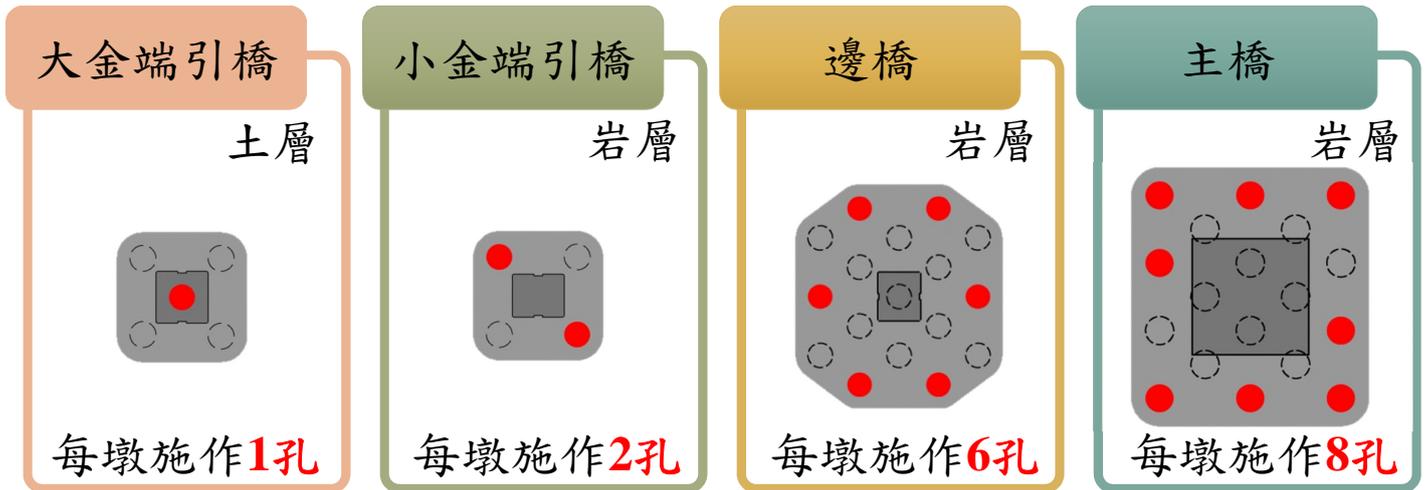


岩盤位置確認

施工前補充鑽探

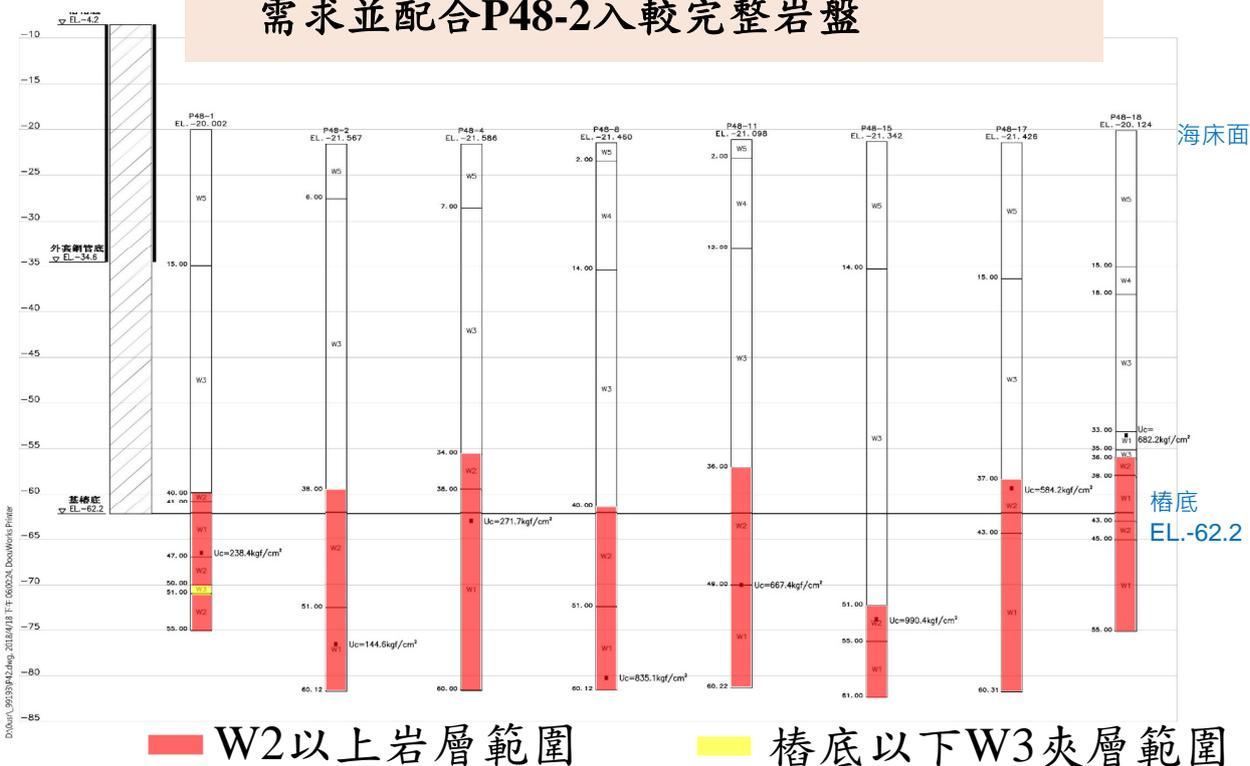
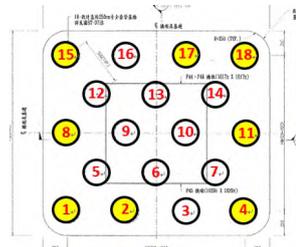
- 考量工址岩盤變化急遽，於施工前施作補充鑽探
- 確認基樁底部座落風化等級 III 岩盤
- 施工前補充鑽探配置

鑽孔配置(每墩)



補充鑽探成果(以P48為例)

- 樁徑2.5m、樁長58m
- 考量未入W2以上岩層樁位P48-15承載力需求並配合P48-2入較完整岩盤

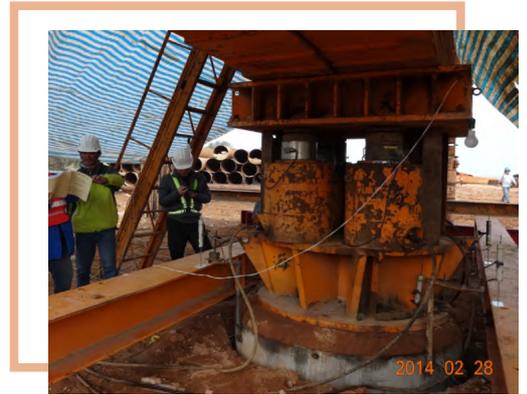




樁載重試驗

■ 考量金門地區地質特殊，並為瞭解花崗岩承載特性

- ◆ 試驗位置於小金端陸域
- ◆ 試驗樁樁徑1.5m
- ◆ 配合錨錠樁加載
- ◆ 試驗樁樁長入岩1D，對應設計載重約950 T
- ◆ 試驗加載至3,000 T或達試驗樁之限破壞載重
- ◆ 樁體內埋設鋼筋計及變位計，量測樁體不同深度位置所受應力及變位



結語

- ◆ 本工程因其位置之特殊性，於地震力係數考量、大陸船機引進使用等相關規定，皆獲得相關單位協助，方能使本工程之推動更加順暢
- ◆ 本工程為國內第一座大規模跨海橋梁，為優化設計成果、降低施工風險，並提昇施工廠商參與意願，設計期間共召開兩次價值工程研析會議、五次結構審查會議、五次發包策略會議，透過國外顧問及國內專家學者參與討論審查，使設計成果更加完備
- ◆ 期望透過本工程之執行，提供國內後續海域工程設計之參考

簡報結束

敬請指教