

日本公共工程工法選定作業  
導入綜合性評價之初探—預鑄工法

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 112 年 12 月



PR11212-0074

# 日本公共工程工法選定作業 導入綜合性評價之初探—預鑄工法

研究主持人：厲妮妮

研究期程：中華民國 112 年 3 月至 112 年 12 月

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 112 年 12 月



## 目次

表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
第二節 研究目的.....	5
第二章 預鑄工法與日本智慧營造策略.....	7
第一節 預鑄工法之優勢.....	7
第二節 日本 i-Construction 的三支柱.....	9
第三節 日本 i-Construction 之預鑄工法推動 .....	18
第三章 Value for Money 與預鑄工法 .....	27
第一節 Value for Money .....	28
第二節 預鑄工法面臨的課題與推動 .....	30
第三節 日本公共工程工法選定作業導入 VfM 評估 .....	32
第四章 日本港灣工程採用預鑄工法之評估作法.....	41
第一節 地方機關推動預鑄工法之評估作法 .....	41
第二節 港灣工程預鑄工法採用評估手冊（試行版） .....	43
第三節 日本港灣工程導入 VfM 評估執行時程 .....	59
第五章 結論與建議.....	61
第一節 結論.....	61
第二節 建議.....	62
附錄一 實際案例評估實證.....	63
附錄二 日本港灣工程工法評估項目檢查表.....	83
附錄三 日本港灣工程工法評估觀點.....	87
附錄四 日本港灣工程工法評估項目及配分.....	91
附錄五 價值工程研析之參考原則.....	93

**參考書目** ..... **101**

## 表 次

表 1-1	公共工程流標情形.....	1
表 1-2	109 年營造業勞工空缺人數 .....	3
表 2-1	混凝土工作生產力提升研商體制概要 .....	14
表 2-2	混凝土工程生產力提升之配套措施 .....	18
表 2-3	預鑄構造的建議評估項目 .....	22
表 2-4	預拌混凝土資料電子化檢證項目 .....	24
表 3-1	設計階段之新評估項目及指標設定（草案） .....	34
表 3-2	5 例箱涵工程設計作業評估案例一覽表 .....	35
表 3-3	5 案例之評估項目及指標 .....	37
表 3-4	案例 1 之設計時評估 .....	38
表 3-5	案例 1 之 VfM 評估 .....	39
表 4-1	利用工法評估項目檢查表選定評估項目（範例） .....	50
表 4-2	評估項目之重新檢視及彙整（範例） .....	53
表 4-3	調整各評估項目配分（以第⑥大項為例） .....	56
表 4-4	工法效果判定（以第⑥大項為例） .....	57
表 4-5	費用項目以外之評分（以第⑥大項為例） .....	58
表 4-6	費用項目以外之評分（範例） .....	58



## 圖 次

圖 2-1	日本 i-Construction 之領跑者措施說明圖例(1).....	11
圖 2-2	日本 i-Construction 之領跑者措施說明圖例(2).....	12
圖 2-3	日本 i-Construction 之領跑者措施說明圖例(3).....	13
圖 2-4	土木工程預鑄混凝土產品設計條件規定指南 (草案) 標準圖 (以 L 型側溝為例) .....	19
圖 2-5	土木工程之預鑄工法應用案例集 .....	20
圖 2-6	以傳統慣例 (左) 與 Value for Money 概念 (右) 選擇 工法之比較示意圖 .....	21
圖 2-7	道路預鑄混凝土之指針及審查制度 .....	25
圖 4-1	近畿地方整備局評估作法 .....	42
圖 4-2	北陸地方整備局評估作法 .....	43
圖 4-3	日本港灣工程之社會需求與工法評估項目之關聯性 .....	45
圖 4-4	日本港灣工法選擇之評估流程 .....	47
圖 4-5	港灣工程工法採用評估前準備 .....	48
圖 4-6	日本港灣工程導入 VfM 評估執行預定時程 .....	59



## 摘 要

關鍵詞：預鑄工法、預鑄建築物、綜合性評價

### 一、研究緣起

民國六十年代，國內推動房屋工業化，於是集合住宅興建時大量運用預鑄（precast concrete，即預鑄混凝土，以下簡稱PC）工法，但當年的預鑄技術及技巧並不成熟，所興建的預鑄建築常出現防水品質不佳、造形呆板、千篇一律等缺失，直至今日社會上對預鑄建築依舊普遍留有此負面印象。然而國內外歷經四、五十年的發展，不論是設計、施工技術、防水、耐震等方面，預鑄技術已相當成熟。反觀近年由於外商回流及高齡少子化現象，造成勞工短缺問題，嚴重衝擊營建業發展，甚至造成國內本地的勞工根本找不到，致使國內重大公共工程一再流標。

依據本部營建署 110 年 12 月 24 日完成之「中華民國 109 年營造業經濟概況調查報告」，所推估之營造業勞工空缺總人數有 11 萬 8,102 人，其中以基層勞工空缺 8 萬 8,897 人最多，其中又以模板工、泥水工、鋼筋工等 3 類工種缺工最多，正反映一般傳統場鑄工法的困境；另根據今(112)年 11 月 15 日報載，勞動部發布明年(113)年第一季人力需求調查，預估營建工程人力缺口將達到統計以來最高點。而勞工短缺問題也間接造成國內危險老舊房屋重建、都市更新等政策受到影響，傳統習用的場鑄工法由於工期長且勞力密集，漸漸無法勝任需求。

近年因少子化、老齡化以及年輕人從業意願的轉變，形成營建業勞力嚴重缺乏。根據部分研究指出，預鑄工法可以減少 50% 之人力與時程，同時因為模組化設計、工廠化生產，不僅可以提升工程品質、減少廢料，同時也可以降低工地現場之噪音及廢棄物，符合節能減碳及環保需求；更重要的是可以結合建築資訊建模(BIM)技術，輔助設計發展、模擬施工流程，進而與智慧化施工機具等營建新興技術整合應用，成為我國發展智慧營建重要的一環。由於以上種種大環境的需求及轉變，實有推廣預鑄工法之必要。本所前於民國 83 年至 88 年間，進行多項預鑄工法之研究，包括乾拌／蒸汽混凝土

帷幕牆及預鑄版之開發、混凝土預鑄構件之應用及開發、混凝土牆預鑄接頭組裝之應用、預鑄混凝土工程施工規範（草案）、集合住宅工程自動化結構體預鑄工法之應用、高性能混凝土預鑄構件自動化產製技術、預鑄混凝土工程設計規範（草案）、預鑄建築工程實務、預鑄建築工法技術推廣手冊等，奠下預鑄工法研究之基礎；而現今宜在政策制度面向上多加革新，例如在工程工法的選擇機制上予以調整。有鑑於預鑄工法大部分的效益（如：成品品質佳、工期短、現場人力少……等），難以反應在工程造價上；若持續堅持「最低價決標」，則好的工法永遠不可能有被採用的機會，工程品質及技術亦難以提升。

日本政府為推動智慧營造，促使公共工程採用預鑄工法，而考量將工法選擇機制導入綜合性評價「Value for Money」（簡稱 VfM）之作法，選出具「最大價值」的工法，以「最大價值勝於最低價格」，做為提供最高服務為考量。本研究探討日本政府上述作法，供國內規劃預鑄發展策略之參考。

## 二、研究方法及過程

- （一）蒐集日本政府公共工程導入 VfM 之相關資料。
- （二）研析日本政府導入 VfM 訂出綜合性評價指標之選定機制。
- （三）探討綜合性評價可供我國推動預鑄工法參考之處。

## 三、重要發現

- （一）引入 VfM 的評估制度，把評估項目、指標及其配分統一，且均採定量計算。採用 VfM 評估，其工法選定的理由更為明確化。
- （二）採用 VfM 評估模式，打破習用以「工程費用」做為唯一的評估項目，將省人工、安全性、作業方式改善等「非價格」之項目一併納入評估，同時以積極態度配合現今環保減碳之要求。
- （三）在施行 VfM 之前，日本政府已先公布相關的估算基準書、標準工作量、報告等基本資料之引用數字，做為評估計算的依據。對於工程主

辦機關而言，有現成的計算依據則可使評估作業變得簡單、公平且順暢。

(四) 導入綜合性評估，應注意以下各項：

- 1.若該工程採用場鑄工法明顯有利，則無需強採預鑄工法。
- 2.進行綜合性評估前，應就工程本身之各項條件（如基本條件、現場條件、維護管理條件）盡量蒐集調查，以利綜合性評估之進行，獲得適切之評估結果。
- 3.評估項目及配分，應參考工程目標及功能加以訂定，且評估項目應各自獨立。
- 4.評估項目應兼顧社會責任、環境保護。
- 5.評估觀點（即評估項目之定義）應清楚，避免模稜兩可，方利於評估作業簡單、公平且順暢。

#### 四、主要建議事項

##### 建議一

研訂公有建築工程工法選定之綜合性評估參考原則：中長期建議

主辦機關：行政院公共工程委員會

協辦機關：內政部國土管理署、內政部建築研究所

公有建築工程甚少採用預鑄工法，一部分原因係為採用預鑄工法之工程成本較高，加上傳統上工程主辦機關態度保守，為避免爭議，多習用「最低價決標」。如果工法選定作業有綜合性評估參考原則可資依循，則選定採用何種工法之理由將更加明確化，更有利於說服機關之財、主單位編列足夠經費，如此將促使工程主辦機關樂於採用預鑄工法。

關於綜合性評估的切入點，建議可比照行政院公共工程委員會以 100 年 3 月 3 日工程技字第 10000079091 號函頒之「價值工程研析之參考原則」(如附錄五)，於工程生命週期之可行性評估、規劃、設計、施工及維護管理各階段均可導入應用，惟若進入工程執行階段，計費經費變動之可能性及幅度

將受限，此時進行綜合性評估較難發揮最大效益，故盡量在可行性評估、規劃、設計階段採用為宜。

雖然工法的選定，只是工程施作之一個環節，但若能以綜合性評估之方式選擇出滿足需求機能，又能節省經費、提升價值之既適合且優良的工法，相信對於後續工程進行及其提供營運維護，將能事半功倍。

## 第一章 緒論

### 第一節 研究緣起與背景

民國六十年代，國內推動房屋工業化，於是集合住宅興建時大量運用預鑄（precast concrete，即預鑄混凝土，以下簡稱 PC）工法，但當年的預鑄技術及技巧並不成熟，所興建的預鑄建築常出現防水品質不佳、造形呆板、千篇一律等缺失，直至今日社會上對預鑄建築依舊普遍留有此負面印象。然而國內外歷經四、五十年的發展，不論是設計、施工技術、防水、耐震等方面，預鑄技術已相當成熟。反觀近年由於外商回流及高齡少子化現象，造成勞工短缺問題，嚴重衝擊營建業發展，甚至造成國內重大公共工程一再流標（如表 1-1）。根據報導[1]，營造業表示國內本地的勞工根本找不到，無法確保工期，使得許多業者不敢投標。

表 1-1 公共工程流標情形

公共工程項目	流標次數	內容
捷運環狀線樹林段（CQ890 標）	5	自民國 110 年 4 月招標至今，追加預算 58 億元
新北捷運環狀線	樹林段 5 萬大線二期土城段 4	南北環 18 站有 17 站未標出，萬大線二期土城段預算追加 30 億元
林口交流道改善工程	9	追加預算 10 億元，111 年 12 月決標
雲林崙背鄉衛生所	19	追加近 1500 萬元，才在第 20 次決標
台中南區公所工程	9	—
新北市 5 座停車場	6	—
花蓮先期轉運站	2	—
台南國家圖書館的南部分館暨國家聯合典藏中心	16	追加預算約 10 億元
雲林虎尾平和國小附幼新建工程	13	—
彰化市大埔截水溝堤岸道路拓寬工程	6	追加預算 8 億元後，才決標

（資料來源：[1]）

依據本部營建署 110 年 12 月 24 日完成之「中華民國 109 年營造業經濟概況調查報告」，所推估之營造業勞工空缺總人數有 11 萬 8,102 人，其中以基層勞工空缺 8 萬 8,897 人最多（見表 1-2），其中又以模板工、泥水工、鋼筋工等 3 類工種缺工最多，正反映一般傳統場鑄工法的困境；另根據今(112)年 11 月 15 日報載，勞動部發布明年(113)年第一季人力需求調查，預估營建工程人力缺口將達到統計以來最高點。而勞工短缺問題也間接衝擊行政院「社會住宅興辦計畫」[2]（預定於民國 105 年至 113 年共興建 12 萬戶社會住宅），乃至國內危險老舊房屋重建、都市更新等政策都將受到影響，傳統習用的場鑄工法由於工期長且勞力密集，漸漸無法勝任需求。

表 1-2 109 年營造業勞工空缺人數

經營特性別	總人數	基層勞工						
		計	勞力工	技術性 勞工				
					模板工	泥水工	鋼筋工	其他
<b>109 年</b>	<b>118,102</b>	<b>88,897</b>	<b>20,471</b>	<b>68,426</b>	<b>24,492</b>	<b>18,658</b>	<b>20,113</b>	<b>5,162</b>
<b>等級別</b>								
甲等綜合營造業	44,718	35,912	6,919	28,993	10,462	6,760	8,451	3,321
乙等綜合營造業	7,732	5,542	1,210	4,332	1,453	1,131	1,256	492
丙等綜合營造業	45,039	32,381	7,739	24,642	8,584	7,970	7,468	619
土木包工業	18,061	13,217	3,575	9,642	3,737	2,588	2,735	582
專業營造業	2,552	1,846	1,029	817	256	209	204	148
<b>地區別</b>								
臺灣地區	113,822	85,686	18,446	67,239	24,072	18,264	19,741	5,162
北部地區	<b>35,604</b>	<b>27,631</b>	<b>6,162</b>	<b>21,468</b>	<b>8,115</b>	<b>4,749</b>	<b>6,604</b>	<b>2,000</b>
新北市	7,277	5,959	1,672	4,286	1,660	923	1,351	352
桃園市	14,910	11,754	2,730	9,024	3,077	1,757	2,798	1,392
桃園市	6,232	4,672	570	4,102	1,675	1,066	1,111	251
北部其他地區	7,185	5,246	1,190	4,056	1,703	1,003	1,344	5
中部地區	<b>42,397</b>	<b>32,817</b>	<b>6,506</b>	<b>26,311</b>	<b>8,323</b>	<b>8,448</b>	<b>7,713</b>	<b>1,827</b>
臺中市	25,279	20,422	3,932	16,491	5,225	5,269	4,804	1,193
臺中市其他地區	17,118	12,394	2,574	9,820	3,098	3,179	2,909	634
南部地區	<b>31,541</b>	<b>22,394</b>	<b>4,666</b>	<b>17,729</b>	<b>6,823</b>	<b>4,643</b>	<b>4,948</b>	<b>1,315</b>
臺南市	12,758	8,561	1,315	7,245	2,668	1,836	2,150	591
高雄縣市	10,237	7,838	1,688	6,150	2,210	1,756	1,730	454
南部其他地區	8,545	5,996	1,662	4,333	1,945	1,051	1,067	270
東部地區	<b>4,281</b>	<b>2,844</b>	<b>1,112</b>	<b>1,732</b>	<b>811</b>	<b>423</b>	<b>477</b>	<b>21</b>
金門地區	<b>4,279</b>	<b>3,211</b>	<b>2,024</b>	<b>1,187</b>	<b>420</b>	<b>394</b>	<b>372</b>	<b>0</b>

經營特性別	計	技術士					其他營 建土木 類群	工地 主任	專任 工程 人員	公司 內部 管理 人員
		專業工 程特定 施工項 目								
			模板 技術士	混凝土 技術士	鋼筋 技術士	其他 技術士				
<b>109 年</b>	<b>22,692</b>	<b>20,373</b>	<b>5,025</b>	<b>2,655</b>	<b>3,998</b>	<b>8,694</b>	<b>2,319</b>	<b>2,964</b>	<b>1,769</b>	<b>1,781</b>
<b>等級別</b>										
甲等綜合營造業	6,094	5,242	1,420	901	1,313	1,607	852	1,198	760	754
乙等綜合營造業	1,549	1,409	397	283	390	339	140	341	113	187
丙等綜合營造業	10,841	9,778	1,923	1,045	1,437	5,373	1,063	908	472	437
土木包工業	3,768	3,643	1,265	407	832	1,139	125	429	284	363
專業營造業	440	301	20	19	26	236	139	88	139	39
<b>地區別</b>										
臺灣地區	21,710	19,391	4,985	2,557	3,958	7,891	2,319	2,919	1,741	1,767
北部地區	<b>5,677</b>	<b>5,128</b>	<b>1,133</b>	<b>657</b>	<b>976</b>	<b>2,362</b>	<b>550</b>	<b>1,084</b>	<b>613</b>	<b>599</b>
新北市	626	549	129	70	91	259	77	296	163	234
桃園市	2,121	1,856	431	298	429	698	264	479	309	248
桃園市	1,245	1,152	297	280	300	275	93	198	63	54
北部其他地區	1,686	1,570	276	9	156	1,129	115	112	78	64
中部地區	<b>7,265</b>	<b>6,542</b>	<b>1,797</b>	<b>823</b>	<b>1,618</b>	<b>2,305</b>	<b>723</b>	<b>1,018</b>	<b>654</b>	<b>643</b>
臺中市	3,890	3,521	873	495	799	1,354	369	420	285	261
臺中市其他地區	3,375	3,021	924	327	819	951	354	598	369	381
南部地區	<b>7,522</b>	<b>6,677</b>	<b>1,443</b>	<b>958</b>	<b>1,193</b>	<b>3,083</b>	<b>845</b>	<b>762</b>	<b>403</b>	<b>460</b>
臺南市	3,599	3,295	477	266	455	2,097	304	311	100	189
高雄縣市	1,813	1,564	403	302	379	479	249	236	185	166
南部其他地區	2,110	1,818	564	390	358	506	292	216	119	106
東部地區	<b>1,246</b>	<b>1,044</b>	<b>612</b>	<b>120</b>	<b>171</b>	<b>142</b>	<b>202</b>	<b>55</b>	<b>72</b>	<b>65</b>
金門地區	<b>982</b>	<b>982</b>	<b>40</b>	<b>98</b>	<b>40</b>	<b>803</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	<b>28</b>	<b>14</b>

註：1.本報告所列空缺數係以抽樣調查後推估之，因營造業實際缺工數為動態性，仍應依廠商至官方就業媒合網站實際登錄缺工數據為主。

2.109 年以「空缺人數」統計，係指營造業 109 年 12 月底實際具有該項工作機會或職缺，但尚未找到適當人員就任之人數，如營造業擴大營運、增設工地尚待增僱，或有人員退出時等待補充之人員，但不含遇缺不補之員額。

(資料來源：[3])

當然，公共工程流標的原因，不只有缺工，還包括意識型態與行政體制缺失。行政院公共工程委員會李前主任委員鴻源認為，一般公務員不敢用最有利標，而習慣採最低價決標，因為這麼做最為安全；但採用最低標易發生弊端，造成預算不停追加，最後比最有利標還貴。因此，在源頭遴選時做好把關是最重要的[1]。同樣地，如何使工程案採用好的工法，透過適當的選擇機制把關亦能達到此一目的。

近年因少子化、老齡化以及年輕人從業意願的轉變，形成營建業勞力嚴重缺乏。根據部分研究指出，預鑄工法可以減少 50% 之人力與時程，同時因為模組化設計、工廠化生產，不僅可以提升工程品質、減少廢料，同時也可以降低工地現場之噪音及廢棄物，符合節能減碳及環保需求；更重要的是可以結合建築資訊建模(BIM)技術，輔助設計發展、模擬施工流程，進而與智慧化施工機具等營建新興技術整合應用，成為我國發展智慧營建重要的一環。由於以上種種大環境的需求及轉變，實有推廣預鑄工法之必要。本所前於民國 83 年至 88 年間，進行多項預鑄工法之研究，包括乾拌／蒸汽混凝土帷幕牆及預鑄版之開發、混凝土預鑄構件之應用及開發、混凝土牆預鑄接頭組裝之應用、預鑄混凝土工程施工規範（草案）、集合住宅工程自動化結構體預鑄工法之應用、高性能混凝土預鑄構件自動化產製技術、預鑄混凝土工程設計規範（草案）、預鑄建築工程實務、預鑄建築工法技術推廣手冊等，奠下預鑄工法研究之基礎；而現今宜在政策制度面向上多加革新，例如在工程工法的選擇機制上予以調整。有鑑於預鑄工法大部分的效益（如：成品品質佳、工期短、現場人力少……等），難以反應在工程造價上；若持續堅持「最低價決標」，則好的工法永遠不可能有被採用的機會，工程品質及技術亦難以提升。本研究以探討日本政府為推動智慧營造，促使公共工程採用預鑄工法，而考量將選擇機制導入綜合性評價之作法，做為國內規劃預鑄發展策略之參考。

## 第二節 研究目的

- 一、蒐集日本政府公共工程導入 VfM 之相關資料。
- 二、研析日本政府導入 VfM 訂出綜合性評價指標之選定機制。
- 三、探討綜合性評價可供我國推動預鑄工法參考之處。



## 第二章 預鑄工法與日本智慧營造策略

### 第一節 預鑄工法之優勢

依據社團法人台灣混凝土學會對預鑄混凝土工程之定義：「預鑄混凝土工程為採用混凝土、鋼筋與鋼骨材料，利用特有的工廠或現場生產設備及生產技術，預先製造預鑄構材成品後再分別搬運至現場，吊裝組立構築結構物之一種施工技術與工法。」[4]。而於實務上的做法，預鑄工法與傳統施工方式主要的不同之處，在於預鑄工法將構造物的結構部分，於規劃階段先分割為若干單元構件，例如梁、柱、牆等，經由設計部門設計完成後，在工廠內進行預鑄，再利用版車運輸到現場吊裝組立；或可採用現場預鑄方式，將預鑄單元構件在現場預先製作，再利用吊車將預鑄單元構件吊至定點進行組裝。

為何預鑄工法會與智慧營造產生關聯？這問題可以先從預鑄工法的優勢來看[5, 6]：

#### 一、品質佳

預鑄單元構件均於工廠完成製造，由於作業固定且施工流程單純，又不受天候影響，加上有專門技術人員在整體施工過程中進行掌控，故其品質較場鑄者為優。

一般預鑄工法採用之混凝土抗壓強度較傳統工法為高，且因工廠製造對混凝土成分能有較佳之品質控制，同時工廠內振動技術較易將混凝土充分搗實，故可使用坍度較低的混凝土，其混凝土成品之乾縮、潛變因而降低，現場安裝前混凝土體積已達穩定，可確保優良品質。又一般現場澆置混凝土時，常發生泵送時工人任意加水，預鑄工法則因出廠前經過品質檢驗，會將劣質品或缺陷品予以淘汰修正。

預鑄工法所採用之模具為鋼模，精度高，不會爆模、漏漿，所以表面光滑優良，沒有蜂窩現象。配筋、預埋鐵件、泥作粉刷、鋪貼外牆飾材（如瓷磚、石材）在工廠完成，品質受到良好管控，尤其是外牆飾材採用預嵌，其黏著性及拉拔力測試遠高於現場鋪貼之方式，將來發生掉落造成傷害之機率

較低。

現場施工不易施作的部分，例如曲面、特殊造型等，可將其預鑄化，確保其精度與品質。

## 二、減少現場施工人員機具需求

由於預鑄工法是將工廠製作好的預鑄單元構件，運送至現場吊裝，所以現場施工人員只需組裝工人、焊接工人等；而一般場鑄工法所需之鋼筋工、模板工、瓷磚工等施工作業，則移至工廠內進行。因此現場施工部分除了吊裝外，還需構件組裝後的二次混凝土作業施工（如梁柱接頭處理、樓板製程等），卻也減少了配筋、組模、搭設鷹架、澆置混凝土、裝設門窗框、外牆飾材鋪貼等工作，再加上採用預鑄工法之工地現場作業單純，重覆性高，工人操作易熟練，故可減少需工量，施工機具使用亦降低，並減化現場管理人員之管理項目。

## 三、施工工期短

由於預鑄單元構件是在工廠製作完成，不受天候影響，成品運送至現場吊裝組立，因此施工作業無需組模、紮鋼筋、搭設鷹架與支撐架，也不必等待新澆置混凝土達到一定強度才能拆模等作業，而可以直接進下一階段的構件吊裝，故其工期較傳統施工法為短。

工地開挖與工廠生產預鑄構件，可同時進行，待地下結構體完成，地上結構體即可進行預鑄構件之安裝組立，如此可大幅節省施工工期。

## 四、生產力高

預鑄工法於現場的主要作業為吊裝，而現場吊裝技術人員因工作項目固定，加上組裝作業重覆性高，所以生產力較一般工法高；再者，由於建築案施工期縮短，得到的如土地貸款等利息支付之間接收益亦增加。

## 五、施工環境較佳，兼顧環保

預鑄工法在現場主要的工作是利用吊車將預鑄構件安裝組立，可減少現場工作人員風吹雨淋日曬的時間及在高處工作的危險，相較於傳統工法，人員墜落或下層作業人員被各式各樣墜落物襲擊等事故之發生機率較低。

使用預鑄工法施工，因在工地配筋、組模、混凝土澆置等工作大量減少，也因而減少一般傳統工法所造成的灰塵、噪音、振動等環境污染，且構件大多於工廠生產完成，工地現場所產生的廢棄物量遠低於傳統工法，故施工環境較佳。

#### 六、與標準化、模矩化、自動化聯結，有助於智慧營造的實踐

預鑄工法猶如積木，於工地進行組裝。預鑄構件可透過標準化、模矩化、自動化之生產製造，尺寸精度及強度皆可獲得一定程度的保證。預鑄工法亦可與建築資訊建模(BIM)結合，以及應用其他系統使之優化，達到建築物施工階段（生產、運輸、組裝等），與維護管理階段之智慧化。

### 第二節 日本 i-Construction 的三支柱

人口高齡化是現今世界各國面臨的重大議題。除了人口數下降之外，作為主要勞動力骨幹的青壯年齡人口也在逐年減少中。解決此問題的方法之一，便是提高生產力——如何以少量的資源，達到預期之生產量，使經濟能夠繼續成長不墜。

不可避免地，日本營建業也遇到同樣的問題。如何將危機變為轉機？日本國土交通省在平成 28 年（2016 年）推出「i-Construction」（智慧營造），將其視為營建現場生產性革命，並設置「國土交通省生產性革命總部」，從調查、測量、設計、施工、檢查、維護管理、更新等營建過程，全面提升生產力。

依據日本 i-Construction 委員會所提出[7]，營建工程具有(1)按訂單製作單一商品：根據客戶的訂單，各在不同地點製作商品；(2)戶外製作：面對各種地理、地形條件，且需面對每日變化的天氣；(3)勞動密集型製造：集合各種材料、設備、施工方法與專業施工廠商等多種技術的大量人力等三大特性，並據此提出推動 i-Construction 的三個觀點：(1)將營建工程轉化為尖端工廠：利用近年的衛星定位技術等 ICT 技術，在戶外的營建工地也可以使用機器人與數據進行生產管理；(2)於營建工地中導入最先進的供應鏈：透過預製，將工地生產一體化；(3)打破營建工地的 2 個規章制度，並持續改善：例如改變妨礙創新的書面文件繳交等制度、突破工期設定為年底等既存概念。

日本 i-Construction 委員會亦同時提出 3 項「領跑者措施(トップランナー施策)」[7]：(1)ICT の全面的な活用 (ICT 土工)、(2)全体最適の導入 (コンクリート工の規格の標準化等)、(3)施工時期の平準化，意即全面使用 ICT (ICT 土木工程人力作業)、整體最佳化的導入 (混凝土規格標準化等)、工期均衡化。此 3 項大多暱稱為「i-Construction 的三支柱」。其具體作為，依據國土交通省舉例如下：

#### 一、全面使用 ICT (ICT 土木工程人力作業) (如圖 2-1)：

與以往大量倚賴人工及書面文件的作業模式不同，可大幅減少人力及提高機械每日工作量。

- (一) 測量：利用無人機可在短時間內施行高密度的 3D 測量。
- (二) 設計、施工計畫：依據 3D 測量所得數據，自動計算土方量。
- (三) 施工：依據 3D 設計的結果，自動控制 ICT 施工機具，於工地現場實施物聯網。
- (四) 檢查：使用無人機等進行 3D 測量與檢查，省去書面文件，檢查項目達到減半。

3(1)①. トップランナー施策(ICTの全面的な活用(ICT土工)) 国土交通省

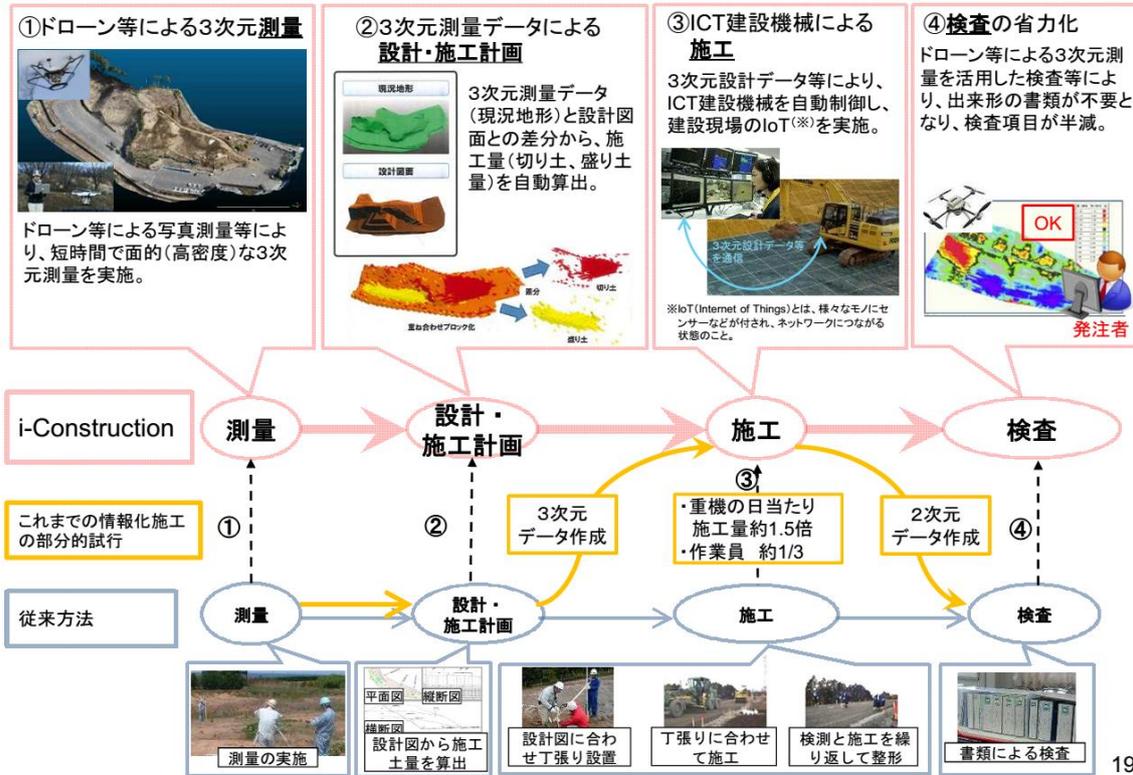


圖 2-1 日本 i-Construction 之領跑者措施說明圖例(1)

(資料來源：日本國土交通省網站)

二、整體最佳化的導入(混凝土規格標準化等)(如圖 2-2)：

改變工程構件均於工地現場製作(如：組模、鋼筋綁紮、灌漿、脫模等)的傳統施工模式，採取預鑄工法、預製工法，於工廠內完成構件製作，並運送至工地現場進行構件組裝，如此可大幅提高工地施作效率，增進工地施工安全性。

- (一) 於設計、發包、材料採購、加工、組裝、維護管理之整體流程，導入全面最佳化的理念，提升供應鏈及生產力的效率。
- (二) 透過構件的規格標準化，推動於工廠進行預鑄、預製，以降低成本、提高生產為目標。

### 3(1)②. トップランナー施策(全体最適の導入(コンクリート工の規格の標準化等))

- 現場毎の一品生産、部分別最適設計であり、工期や品質の面で優位な技術を採用することが困難。
- 設計、発注、材料の調達、加工、組立等の一連の生産工程や、維持管理を含めたプロセス全体の最適化が図られるよう、全体最適の考え方を導入し、サプライチェーンの効率化、生産性向上を目指す。
- 部材の規格(サイズ等)の標準化により、プレキャスト製品やプレハブ鉄筋などの工場製作化を進め、コスト削減、生産性の向上を目指す。



20

圖 2-2 日本 i-Construction 之領跑者措施說明圖例(2)

(資料來源：日本國土交通省網站)

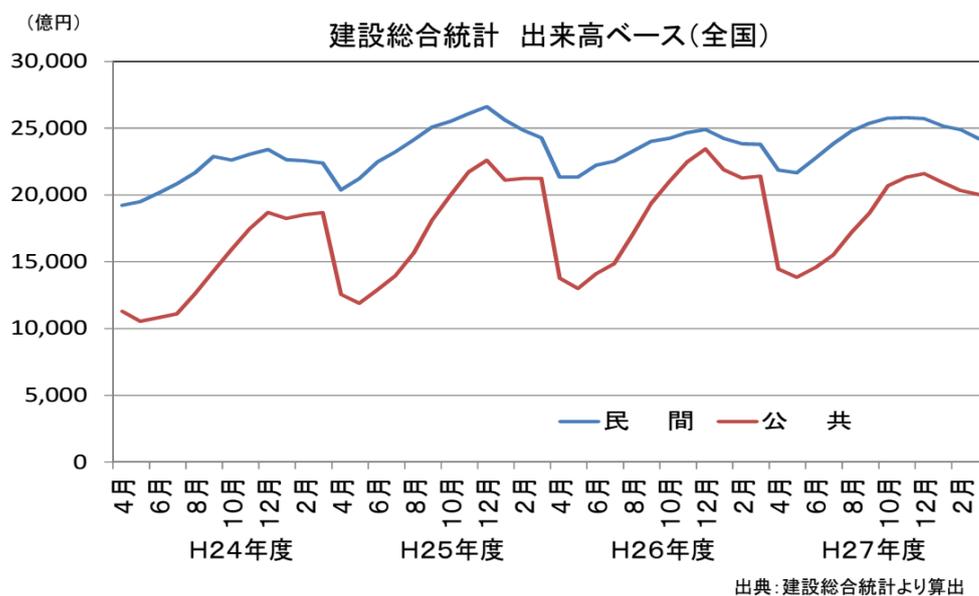
### 三、工期均衡化 (如圖 2-3)：

由圖 2-3 可發現，日本 4~6 月份的公共工程量，相較於全年其他月份，有非常明顯的差距。為能充分利用有限人力資源，將施工期分配均衡，以減少全年各期的工程量差異。

## 3(1)③. トップランナー施策(施工時期の平準化)



- 公共工事は第1四半期(4~6月)に工事量が少なく、偏りが激しい。
- 限られた人材を効率的に活用するため、施工時期を平準化し、年間を通して工事量を安定化する。



21

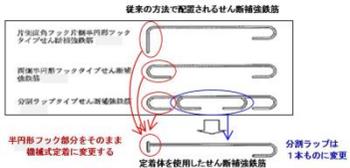
圖 2-3 日本 i-Construction 之領跑者措施說明圖例(3)

(資料來源: 日本國土交通省網站)

本研究主題探討日本智慧營造與預鑄工法，而預鑄工法與 i-Construction 的第二支柱——「混凝土規格標準化」息息相關。日本國土交通省成立「混凝土生產力提升研商協議會」(コンクリート生産性向上検討協議会)，討論生產力提升，以及規格標準化與設計等課題。

混凝土生產力提升研商協議會第 1 次會議於 2016 年 3 月召開，迄今已舉辦 12 次。在第 1 次的會議中，關於混凝土工作生產力提升的部分，所提出的研商體制概要如下表 2-1：

表 2-1 混凝土工作生產力提升研商體制概要

研商項目	概要	提升生產力效果	導入的主要課題
土木構造物指導方針	<b>場鑄混凝土</b>		
	1.鋼筋之預製化	<ul style="list-style-type: none"> <li>減少工地現場之鋼筋作業</li> <li>安全性提升</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>未規定鋼筋預製之必要性能</li> <li>依據構造物的不同，訂定鋼筋綁紮之標準化</li> </ul>
	2.鋼筋續接、綁紮固定之改進		
(1)機械式鋼筋定著工法	 <p>減少剪力鋼筋等搭接接頭</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>縮短工期</li> <li>減少鋼筋量、鋼筋組立作業量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>適用範圍不明確(例如哪些部位可應用)</li> <li>施工條件不明確(如鋼筋組立作業困難之部位、高密度配筋的程度等)</li> </ul>
(2)機械式續接	使用套筒等之鋼筋續接方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>縮短工期</li> <li>減少鋼筋組立作業量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>適用範圍不明確(例如哪些部位可應用)</li> <li>施工條件不明確(如鋼筋組立作業困難之部位、高密度配筋的程度等)</li> </ul>

研商項目		概要	提升生產力效果	導入的主要課題
	3.永久、埋設型(免拆)模板之利用			
	(1)埋設型(免拆)模板工法(半預鑄)	由於採用半預鑄，提高模板設置的效率，可免脫模	<ul style="list-style-type: none"> <li>減少模板設置、脫模作業</li> <li>縮短工期</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>未規定殘留模板剝落、鋼筋腐蝕等缺陷的注意事項</li> </ul>
	(2)與鋼材複合/合成結構	透過鋼骨鋼筋構造等複合結構，減少鋼筋組立等作業	<ul style="list-style-type: none"> <li>縮短工期</li> <li>減少工地之鋼筋作業</li> <li>安全性提升</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>假設工程之材料使用次數</li> </ul>
	4.混凝土澆置方法之改善			
	(1)高流動(中流動)混凝土	使用高流動性的混凝土，可減少混凝土振動搗實作業	<ul style="list-style-type: none"> <li>減少混凝土振動搗實作業</li> <li>安全性提升</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工條件不明確(如搗實作業困難之部位、高密度配筋的程度等)</li> </ul>
	(2)連續澆置工法	用千斤頂等移動模板的同時，連續澆置混凝土	<ul style="list-style-type: none"> <li>縮短工期</li> <li>減少工地之模板作業</li> <li>安全性提升</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同樣斷面需達到一定以上的長度</li> </ul>
	5.現場預鑄			
	預鑄化			
	1.朝向預鑄化未應用範圍擴大			
	(1)隧道襯砌構件	—	—	—

研商項目		概要	提升生產力效果	導入的主要課題
	2.應用範圍的擴大			
	(1)大型分割製品的規格化(箱涵，高度超過 5m)	箱涵的大型分割製品(高度超過 5m)的應用	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 工期縮短 30~60%</li> <li>• 工地現場作業效率化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 大型分割製品不屬於技術基準(如 JIS)之適用範圍</li> </ul>
	(2)柱、梁的分割化	將構件(柱、梁)製作成預鑄單元，於工地組立	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 工期縮短</li> <li>• 減少工地現場作業</li> <li>• 安全性提升</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 構件單元接合部的性能評估</li> </ul>
	3.有效率的構件施工法			
	(1)將小型製品大型化	小型構造物的構件大型化，提高施工效率	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 減少工地現場作業約 6 成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 有選定與過去案件相同式樣之設計傾向</li> </ul>
設計手法指導 (暫稱)	1.規格(尺寸、樣式)標準化	—	—	—
	2.成本以外之效果評估方法	—	—	評估項目，如： <ul style="list-style-type: none"> <li>一、工程費                             <ul style="list-style-type: none"> <li>1.直接工程費(勞務費、材料費、機械費用)：含廢棄物處理費等</li> <li>2.間接費用(假設工程費等)</li> </ul> </li> <li>二、生命週期成本：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>1.設計費</li> <li>2.維護管理費</li> </ul> </li> </ul>

研商項目		概要	提升生產力效果	導入的主要課題
				三、社會成本 1.擁塞造成的經濟損失 2.早期使用的好處 3.勞動災害防止 4.環境保全(再利用材料應用等) 5.降低噪音、振動 四、省力
	3. 整體最佳的設計方法	—	—	1.從勘查、設計開始，至施工、維護管理、更新等過程整體最佳化(易於設計、施工和維護) 2.不只是工地現場，含工廠、輸送等之最佳化 3.尋求全國案件的最佳化 4.基於標準規格構件之設計 5.構件尺寸等之標準化
	4. 採用優良工法的發包方式	—	—	1.將提高生產力(縮短工期等)作為技術提案的主題 2.從設計階段即讓施工廠商參與、設計與施工一併發包之方式

(資料來源：[8, 9]，本研究整理)

### 第三節 日本 i-Construction 之預鑄工法推動

檢視 12 次混凝土生產力提升研商協議會之討論內容，可發現日本政府對土木工程預鑄工法的推動內容考慮甚詳。雖然推動標的不是以建築工程為出發點，但仍值得做為建築工程推動之參考。

於第 3 次混凝土生產力提升研商協議會時，提出將混凝土工程生產力提升的配套措施分為三大類，分別為規格的標準化、整體最佳化設計，及工程改善，如下表 2-2。

表 2-2 混凝土工程生產力提升之配套措施

措 施	內 容	目 標	
規格的標準化／基礎技術的普及	適用範圍標準化： 適用範圍擴及至機械式鋼筋定著工法、機械式續接、高流動性混凝土、大型構造物之預鑄	向全國推廣場鑄及預鑄的生產力提升技術	
	必要性能的標準化： 鋼筋預製化、埋設型(免拆)的模板		
	檢查方法等的標準化： 發包規定、品質管理基準(檢查方法)等		
	尺寸的標準化： 橋墩、大梁、模板、鋼筋等之尺寸	將工地現場作業移至室內、轉化為標準規格構件組合之施工模式	
整體最佳化設計	謀求整體最佳化設計	關於縮短工期、提升安全性及品質等，進行設計階段可評估的方式之研究、採用整體營建生產過程最佳之技術及工法	考量整體生產過程之技術與工法，並建立綜合評價之方式
工程改善	供應鏈管理導入之研究	導入先進的供應鏈管理之案例分析(住宅業界等)，以及朝向場鑄或預鑄製品之相關工廠的適用性研究	謀求整體生產過程效率化，減少損失(如等待時間)

(資料來源：[8]，本研究整理)

### 2.3.1 規格的標準化與基礎技術的普及

為謀求規格的標準化與基礎技術的普及，日本國土交通省不遺餘力，於2016年提出「土木工程預鑄混凝土產品設計條件規定指南（草案）」（土木工事に関するプレキャストコンクリート製品の設計条件明示要領（案）），內容包括L型側溝、U型側溝、RC箱涵（預力鋼筋混凝土），以及L型擋土牆等之標準圖（如圖2-4），訂定構件之標準尺寸、材料、規格與其性能，如此可提高設計效率，進而達到縮短工期、提升安全性及品質。

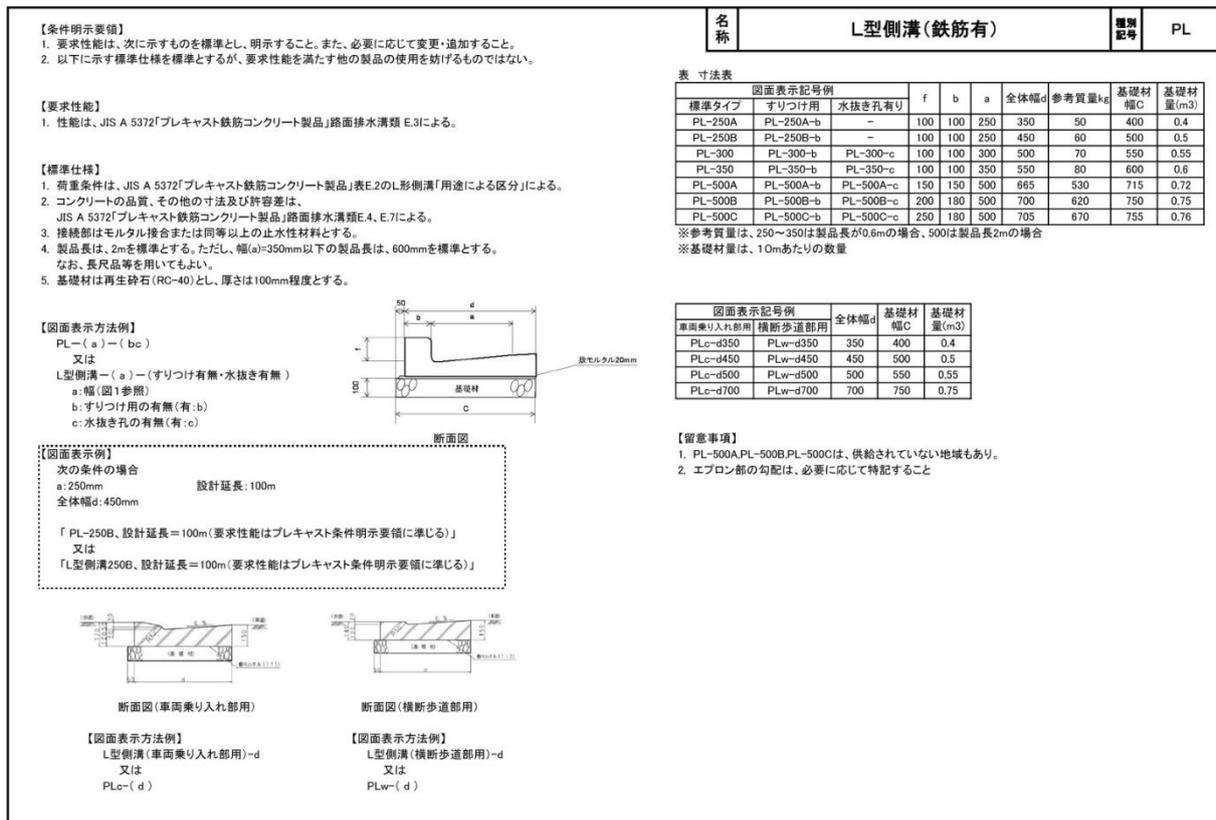


圖 2-4 土木工程預鑄混凝土產品設計條件規定指南（草案）標準圖（以L型側溝為例）

（資料來源：[10]）

同樣在2016年，由產、官、學界專家組成「以橋梁等預鑄化及標準化提升生產力之研商委員會」（橋梁等のプレキャスト化及び標準化による生産性向上検討委員会），於2年後提出「混凝土橋預鑄指導方針」（コンクリ

一ト橋のプレキャスト化ガイドライン) , 特別以設計階段選定橋梁形式的相關注意事項做一說明。本方針內容重點包含：選定橋梁形式之注意事項、使用預鑄構件之混凝土橋特性注意事項、使用預鑄構件之大型混凝土橋特性注意事項，並附上場鑄混凝土構件與預鑄構件之比較案例(勞工人數及職災風險比較、間接工程費比較)。

不論是預鑄構件之間，或預鑄與場鑄構件之間，必定存在接合部，此處之鋼筋可透過使用機械式續接以提高施工效率。為考量機械式續接方式於預鑄工程中之正確使用，確保結構物耐久性、有助於提高施工效率，日本「道路預鑄混凝土工程技術委員會指導方針研商小委員會」(道路プレキャストコンクリート工技術委員会ガイドライン検討小委員会)於2019年提出「適用於預鑄混凝土構造物之機械式鋼筋接續工法指導方針」(プレキャストコンクリート構造物に適用する機械式鉄筋継手工法ガイドライン)，研訂機械式鋼筋接續工法之設計注意事項、機械式鋼筋接續工法之施工檢查注意事項等，供業者依循。

為推廣預鑄工法，日本國土交通省集結各種實際採用的案例，分別於2020年及2022年推出兩版「土木工程之預鑄工法應用案例集」(土木工事におけるプレキャスト工法の活用事例集)(如圖2-5)使其普遍應用。其介紹案例，均屬於箱涵、擋土牆、橋梁等土木工程。

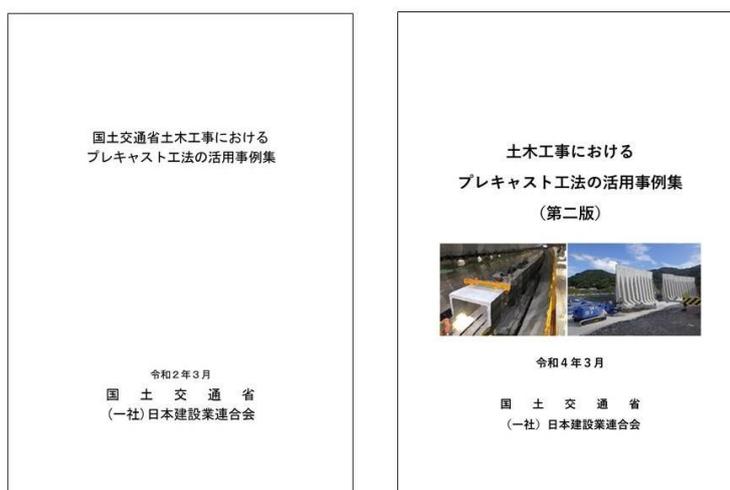


圖 2-5 土木工程之預鑄工法應用案例集

(資料來源：[11, 12])

### 2.3.2 謀求整體最佳化設計

某工程該選擇傳統工法，或選擇預鑄工法，宜有一套方法協助評估。依以往慣例，大多僅以工程的營建成本為考量。在第9次混凝土生產力提升研商協議會中，引入「Value for Money」(簡稱 VfM) 的概念。傳統上是以「價格」取勝，價格愈低，便選定的機會愈大；而 VfM 概念是，將無法換算成價格之要項也列入比較，再選定具「最大價值」的工法。也就是說，VfM 概念即為「最大價值 > 最低價格」，以能提供最高服務為考量。舉例說明如圖 2-6。

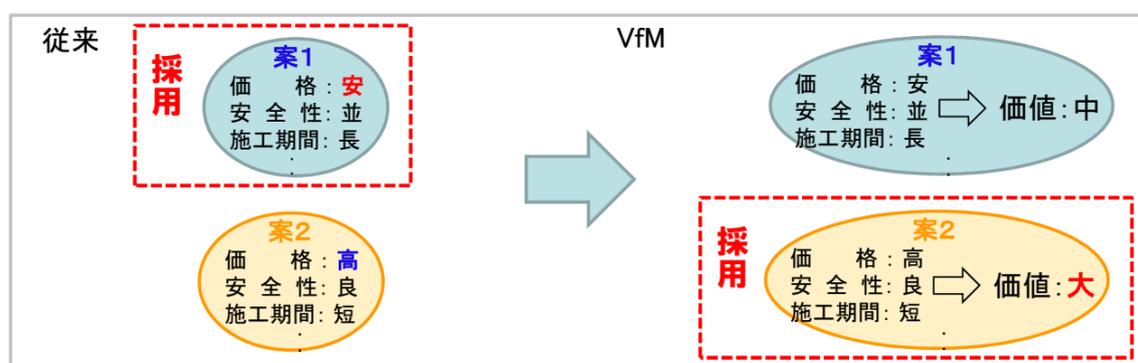


圖 2-6 以傳統慣例（左）與 Value for Money 概念（右）選擇工法之比較示意圖

（資料來源：[8]）

然而，以上所說「無法換算成價格之要項」究係包括哪些？在第5次混凝土生產力提升研商協議會中，一般社團法人預力混凝土建設業協會（一般社團法人プレストレスト・コンクリート建設業協会）提出預鑄構造的評估項目之建議，整理如下表 2-3。

表 2-3 預鑄構造的建議評估項目

評估項目	評估之著眼點	評估方法、評估方式	備註
經濟性	初期成本	建設成本	為傳統之主評估項目
工期縮短	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 提前開通的好處</li> <li>• 交通限制和延誤造成的社會損失</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 評估提前開通的社會效益</li> <li>• 評估交通限制和延誤的外部成本</li> </ul>	—
省力、省人	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 勞工人數之減少效果</li> <li>• 對於未來勞動力短缺的因應</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 勞務成本降低</li> <li>• 彌補未來勞動力短缺的社會影響</li> </ul>	含初期成本 不含初期成本
安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 改善現場工作環境</li> <li>• 降低職災發生機率</li> </ul>	評估職災發生機率降低之效果，及傷病期間給付金、死亡給付金等	—
環境方面之顧慮	降低施工中的環境負荷	環境相關費用	噪音、振動等
低碳	使用低碳水泥、加摻料	排放二氧化碳之外部成本	—
耐久性 及生命週期 成本	提高工廠產品之耐久性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 防止鹽害、中性化等劣化，所付出之維護、維修成本</li> <li>• 生命週期成本</li> </ul>	—

(資料來源：[8]，及本研究整理)

近年來，由於施工現場的勞工短缺，為提高生產率和確保勞工，對於工地安全性等環境改善有明顯需求。港口受海浪、潮位等強大的自然環境影響，需要高品質之工程以為因應。然而預鑄工法對各港口之適用性，需建立統一的評估方式，以利導入與推動。依據國土交通省於 2022 年 10 月 4 日發布，港灣局設置「港灣工程預鑄工法導入促進研商會」，討論預鑄工法綜合性評價手冊之編寫[13]。截至 2023 年 3 月 9 日，已召開 3 次會議。

### 2.3.3 供應鏈管理

關於供應鏈管理，第 5 次混凝土生產力提升研商協議會時提出先進案例，重點包括[8]：

- 一、生產製造商（上游部門）的集中採購管理，以降低採購成本。
- 二、透過整體供應鏈中之訊息共享，以減低庫存和準時交貨。
- 三、透過區域獨立且完整的物流網，以降低運輸成本，並縮短交貨時間。
- 四、透過單元化（規格標準化），以縮短施工期，並穩定品質。

關於供應鏈的管理，重點之一落於預拌混凝土資料的電子化。於第 5 次混凝土生產力提升研商協議會時，便提出施工相關資料電子化與資訊共有的藍圖，包括以網路伺服器為中心構建信息網絡建構資訊網路，將施工單位、預拌混凝土廠、建築工地等訊息連接，便於記錄和確認；以及從預拌混凝土出廠至澆鑄之資料，於各施工單位間可即時共享，以利製作最佳運送計畫與有效率之資訊整理。又於第 9 次混凝土生產力提升研商協議會時，提出預拌混凝土資料電子化之效果（如表 2-4）。

表 2-4 預拌混凝土資料電子化檢證項目

檢證項目	效 果
運送 預拌混凝土 之效率化	◆預拌混凝土車於現場之拘束時間（平均待機時間+平均卸料時間）不變 ◆預拌混凝土車於現場之運送時間不受電子化系統影響
品質確保	●可連續澆置，避免塞管之風險 ●分層澆置時間間隔縮短 1~5 分鐘
整體工程 之生產力提升	●混凝土施作工程之電話聯絡次數減半 ◆關於預拌混凝土車次，無法由電子化系統確認效果 ◆送回預拌廠之混凝土數量不變 ◆個案工程之預拌廠作業時間有縮短，但整體情形未確認 ●澆鑄現場之作業時間，最多可減少 20%
出貨、澆鑄狀況 可視化	●以平板電腦等終端螢幕進行即時監控，可有效與負責人員溝通
見證與檢查	▲對於澆置當天的測試，及日後進行抗壓強度測試之見證，有必要設置即時影片
品質管理之 帳務傳票、檢查結果 資料之製作	●施工方之作業時間在 50% 以下

●：有效果    ▲：尚有可改善之處    ◆：無效果

（資料來源：[8]，及本研究整理）

一般社團法人道路預鑄混凝土製品技術協會（一般社團法人道路プレキャストコンクリート製品技術協会）於 2017 年出版「道路預鑄混凝土工程指針」(道路プレキャストコンクリート工指針)，係基於道路管理人之思考、設計、技術基準，加入道路預鑄混凝土工程之特有事項編寫而成。之後，該協會為顧及道路預鑄混凝土製品之設計品質、施工品質及製造品質，建立道路預鑄混凝土製品審查，與其工廠認證審查等 2 項審查制度，並發給合格者證書及標章，其審查對象為擋土牆、側溝、防護柵、箱涵等預鑄製品及生產工廠。

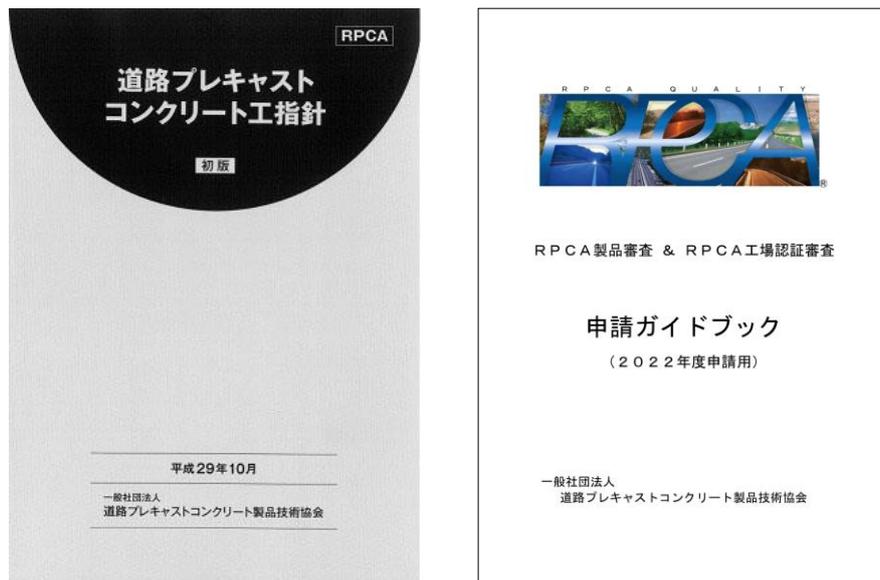


圖 2-7 道路預鑄混凝土之指針及審查制度

(資料來源：一般社団法人道路プレキャストコンクリート製品技術協会網站)



### 第三章 Value for Money 與預鑄工法

國內的公共工程常以最低價決標，也就是說，以投標人所提出的「價格」為唯一評選標準，只要是出價最低者便得標。然而多數機關偏好採用這方式決標，其原因不外於：

- 一、為最簡單、最快速、最客觀的評選方式，可節省招標機關的人力、時間和資源。將評選過程單純化，無需進行其他複雜的評分或比較。
- 二、可降低採購成本，減省公帑。
- 三、可減少主觀因素的影響程度，避免不公平、不透明、不正當的情況發生，維護採購公信力。

然而，單以「價格最低者得標」之決標方式存在一些弊端，例如：

- 一、可能導致品質低劣。為降低成本，供應商很可能會使用劣等材料、劣質服務或減少服務範圍，直接影響採購者的利益及滿意度。
- 二、可能發生不公平競爭之情事，破壞市場秩序。供應商很可能使用不正當手段，排擠其他投標者，例如圍標、偽造等。
- 三、可能導致無意創新。由於獲利被壓低，造成供應商無意願提供優良商品、優質服務，或無意下工夫予以改進。
- 四、劣幣驅逐良幣，形成優質廠商不願投標的局面。

好的工法不一定在價格方面有優勢。在工程案件的設計階段或招標前置階段，應予規劃適合的評估機制或評估方式，以促使好的工法有機會被應用。以下介紹日本政府推出 i-Construction，其中對於預鑄工法之推動，提出導入 VfM 綜合性評價，以及相關舉措。

## 第一節 Value for Money

### 3.1.1 何謂「Value for Money」？

何謂「Value for Money」？據王明德教授[14]等人說明，「Value for Money」（簡稱 VfM）一詞應是緣於英國民間之日常用語，相當於「物有所值」。若是消費者對於所購得物品的「評價」大於所付出的「代價」，則可感受到獲得額外利益；而消費者進行評價時，所考量的往往不單是價格，還包括其他因素。

基於只單一考慮「價格」（如前述之「最低價決標」）易產生品質不如預期的狀況，現今的公共工程案發包已開始重視價格與品質。然而價格與品質的組合，亦有其實際上的執行困難[14]：

- 一、品質有時難以定義，以致工程主辦單位於相當程度上需仰賴主觀判斷各廠商所提服務建議書之品質。
- 二、價格與品質間之替代關係難以界定，致使價格是否合理同樣難以判斷。
- 三、服務建議書雖是廠商承諾事項，卻不等同於必然實現。

在以往的英國，不論是公共工程或民間工程，皆有追求工程價格最小化的強烈傾向，於是形成低價得標後，施工期間指出設計缺失，要求契約變更，工程金額反而增加。沒有按照業主的需求進行施工，完工後的工程成品沒有達到足夠的性能、因契約變更而造成工程預算增加或工期延後等情況，據說時有發生。為了改善這種情況，英國自 1990 年代開始，改以工程的公共價值最大化為目標，而非追求工程價格的降低。同時日本為謀求改善屢屢發生的工程案投標賄賂、圍標等事件，從 1994 年起將一定規模以上的工程投標方式進行改革，以提高競爭性、透明性及公正性，同時引入綜合評估決標方式，導入統包、價值工程等觀念[15]。

在英國，是以「計畫案件整體生命週期中之 VfM 評價最大」選定得標者，這與歐盟一致，除非是簡單的工程契約外，不採取最低價決標。日本自 1999 年起，採取以價格、技術和品質並進的綜合評估決標方式。

採取 VfM 評估模式，對品質與價格之衡量及權重，依個案契約而不同，須事先講明得標評分的基準。該工程具複雜性、創新性，其技術項目的權重較高；若是單純且定型化的工程，價格項目的權重較高。

### 3.1.2 VfM 應用於民間融資提案(PFI)

說到 VfM 評估模式，必定提及英國所創的民間融資提案(private finance initiative, PFI)。PFI 制度以財務自償率低的公共建設及其服務為對象，標榜「公私協作」、「物有所值」(VfM)為推動公共建設服務再造的核心。

引述孫克難[16]之看法，PFI 制度主要特性包括：(1)建立公私合作之夥伴關係：將民間資源，包括人才、資金、技術、創新等，透過長期合約的安排，導入無自償性或無法對消費者收費之公共建設及其服務中。(2)民間財務主導與「一條龍」整合：PFI 由民間特許公司負責籌資，包辦該計畫之設計、興建、融資及營運。(3)強調財政支出價值與物有所值(VfM)：引導民間資金投入公共建設，降低政府財政負擔，並以績效做為服務採購付款依據；民間機構將資產做好管理、維護及運用，提供「物有所值」的服務，以期向政府爭取好的收費。(4)長期合約與風險分擔：PFI 計畫重視生命週期之規劃與評估，從籌劃、設計、籌資、興建、營運等，經歷時間頗長，處處充滿不確定性與風險性，尤其應注意需求面與技術面是否穩定所帶來的風險。(5)PFI 投資計畫要求一定規模，過度舉債造成財務槓桿過高：由於 PFI 要求企業有一定規模才能競標，相對可能造成市場競爭壓力不足；而過度仰賴舉債融通，將大幅提高經營風險。(6)合作對象多，交易成本高：推動 PFI 計畫所涵蓋的合作對象多，包括政府單位、特許專案公司、營建公司、金融機構等，涉及複雜的資訊取得、協調、溝通、簽約、執行等過程，具高度專業性，以致交易成本高。

然而，PFI 必須在施工與營運成本上必須有所節省，唯有當 PFI 的總成本低於傳統採購模式時，選擇 PFI 才符合經濟原則。為此，英國在專案審查流程上，建置 VfM 評估機制[14]。VfM 也經過不斷的演進，從早期的「只是強調成本差異與公帑節省」，到後來 Clark and Root 提出的 VfM「全面可行性檢驗」3 個層面：第一，是否值得進行該計畫；第二，是否採 PFI 或傳

統政府採購方式；第三、由哪個供給者來提供服務[16]。孫克難將 VfM 重新定義如下：(1)受限於既定服務水準，追求支出水準最小化；或(2)受限於支出水準，追求服務水準最大化。如此一來，VfM 評估模式一方面關心消費者或納稅人的滿足，能夠物有所值；一方面關心政府支出，能夠極小化，以期呈現支出的相對價值；至此，採用何種方式推動公共建設，不只是考慮成本面，也應考慮效益面。VfM 評估模式將成本效益評估落實到可操作性上（包括定性與定量分析），以期確保物有所值。然而，如何做好「評估」，實是一件複雜度高的事。

## 第二節 預鑄工法面臨的課題與推動

### 3.2.1 預鑄工法面臨的課題

混凝土可以製作出複雜的形狀，但為了確保品質，混凝土製作過程之拌合、澆置、養護等各個階段的控制顯得十分重要；而預鑄混凝土製品在工廠內製造，且養護階段受到控制，可達到穩定、高效率地生產高品質的混凝土製品。

然而，若是建築工程方面廣泛推動採用預鑄工法，將面臨以下課題：

- 一、一致的評估項目、權重、判斷方法：在設計作業的比較與評估過程中，通常評估者（或決策者）注重的是工程成本、維護營運成本等經濟性問題，而工程成本偏高的預鑄工法往往不被採納；再者，評估項目、權重、判斷方法等也缺乏一致性，工程主辦單位不易執行公正、有說服力的比較與評估。
- 二、制訂預鑄建築相關指南、技術手冊等：在國內，採用預鑄工法的建築物案件量仍低，僅有少數廠商具有預鑄建築的專有技術。制訂預鑄建築相關指南、技術手冊等，方有利於推廣。
- 三、混凝土預鑄構件規格化：預鑄構件規格化，有利於製作成本降低，進而使預鑄構件價格降低，業主樂於採用。

### 3.2.2 日本推動公共工程預鑄工法四面向

日本政府大力推動公共工程預鑄工法，可整理成以下四大面向[17]：

#### 一、比較經濟效率之外之因素

國土交通省於工程規劃設計作業，導入 VfM 的概念，對於工程生命週期成本等無法單純換算成價格（或難以換算成價格）之要項進行評估，以期選出能夠發揮「價值最大化」之方案。這一點與以往以「金錢成本」為常規考慮重點的評估選定的方式有很大不同。

美國在橋梁工程上採用 VfM 的概念，其目的是將交通的影響最小化。目前已實施「加速橋梁建設」(Accelerated Bridge Construction, ABC)，並將使用預鑄混凝土納入其中，且將工程急迫性、繞道必要性等等難以換算成金錢成本的項目訂定其評估方式，列於相關手冊中。

如前所述，日本以往的評估過程較注重成本（經濟性），故現有引進類似美國 ABC 的評估指標。再者，日本宣布 2050 年零碳排、2025 年營建業生產率提高 20% 的政策方針，因此朝向將環境負荷、勞動生產等方面的指標納入評估。

另外，就工程實務的角度來看，預鑄工法比場鑄施工方式更為省時。因此，採用預鑄工法可達高效率施工，非常適用於大型災害後的重建工作。

#### 二、預鑄工法相關指南、技術手冊的運用

如前所述，僅有少數廠商具有預鑄建築的專有技術。為能順利推動預鑄工法，將其普及化，充實並修訂相關指南、技術手冊是相當必要的。基此，日本國土交通省和民間業界團體，已製作預鑄混凝土製品的實例集，且持續更新；且已有構想將地方政府機關的施工案例予以分享，以提高預鑄工法的採用。

#### 三、推廣預鑄工廠及製品的認證制度

以日本北陸為例，北陸地方整備局為完善預鑄廠的管理體制，與提高預鑄混凝土製品的品質，與相關團體聯手合作，對預鑄廠實施一

年一次的確認檢查。通過確認檢查的預鑄廠將獲得「製造品質認定書」。

又如前面第二章所述，為顧及道路預鑄混凝土製品之設計品質、施工品質及製造品質，一般社團法人道路預鑄混凝土製品技術協會（一般社團法人道路プレキャストコンクリート製品技術協会）已建立道路預鑄混凝土製品審查，與其工廠認證審查等 2 項審查制度，並發給合格者證書及標章（目前的審查對象為擋土牆、側溝、防護柵、箱涵等預鑄製品及生產工廠）。經由第三方機構進行認證審查，可提高監督檢查的效率。特定製品的認證制度如能有所進展，即使是技術能力有限的施工廠商也能夠因此提高施工效率。

#### 四、採用埋設型（免拆）模板、現場預鑄的工法

若工地位址鄰近區域並無合適之預鑄廠可供應預鑄混凝土製品，則有必要採用埋設型（免拆）模板或現場預鑄施工的方式。

### 第三節 日本公共工程工法選定作業導入 VfM 評估

日本國土交通省考量就工程的規模大小採用預鑄工法的可行性。

- 一、小型構造物之工程：預鑄產品之運送，以及採購成本等 2 項，是主要的課題。
- 二、中型構造物之工程：就中小型預鑄產品的成本而言，其差異性很低，然而運送方式（專用車輛）仍是需要特別考量。
- 三、大型構造物之工程：以目前資料顯示，大型構造物之工程對預鑄工法之採用率相當低（約 13%），工程成本仍是一大考量主因。為了解決此問題，採取導入 VfM 的概念，將成本以外、對工程有貢獻的項目納入評估，希望透過 VfM 的評估，對於大型構造物工程採用預鑄工法有所助益。

#### 3.3.1 評估項目及評估指標

評估的項目可多種多樣，如前面第二章表 2-3 即為一般社團法人預力混凝土建設業協會所提出的預鑄構造建議評估項目。然而日本國土交通省在第 11 次混凝土生產力提升研商協議會中，考量導入 VfM，發揮工程的「最高

價值」，也就是「價金支付後，可得到的最高價值」。評估項目將以可評價、社會關心度高的指標先予實施，故選出省人化、作業方式改善、安全性提升、降低環境負荷等四大項為主軸，且以大型預鑄構造物導入施行。

前述四大項之評估項目分別舉例如下：

- 一、省人化：作業時間縮短；設計、發包作業效率化……等。
- 二、作業方式改善：減少文件（例如採行預鑄製品認證制度）；檢查效率化（例如減輕施工管理業務）；週休二日達成度、減少過多勤務……等。
- 三、安全性提升：降低事故發生風險；防止對第三者造成危害……等。
- 四、降低環境負荷：降低木模板的使用；縮短機械運作時間……等。

在第 12 次混凝土生產力提升研商協議會中，進一步對前述四大評估項目及其評估指標的設定提出草案，臚列如下表 3-1。

表 3-1 設計階段之新評估項目及指標設定 (草案)

評估項目	評估子項 (草案)	評估指標 (草案)	計算(草案)
省人化	工地現場 施工人員 之省人化	總人工數	「土木工事標準積算基準書」  (土木工程標準估算基準書) 預鑄工法總人工數/場鑄工法總人工數
作業方式 改善	工期縮短	施工天數	「作業日当り標準作業量」  (每工作日標準工作量) 預鑄構件安裝天數/場鑄工法施工天數
安全性 提升	勞工災害 風險	總人工數	「土木工事標準積算基準書」  (土木工程標準估算基準書) 預鑄工法總人工數/場鑄工法總人工數
		施工天數	「作業日当り標準作業量」  (每工作日標準工作量) 預鑄構件安裝天數/場鑄工法施工天數
降低 環境負荷	混凝土 使用量	CO <sub>2</sub> 排放量	「社会資本のライフサイクルをとおした環境 評価技術の開発に関する報告」  (社會資本全生命週期環境評估技術發展報告) 預鑄 CO <sub>2</sub> 排放量/場鑄 CO <sub>2</sub> 排放量

(資料來源：[18]，及本研究整理)

從上表得知，各指標係以定量方式進行評估，且均可由政府公開資料(估算基準書、標準工作量、報告等)獲得計算依據。對工程主辦單位執行評估作業而言，有一定的評估標準，具公平性且計算不複雜，工法選定的理由亦更為明確化。

## 3.3.2 案例實證

日本國土交通省以過往的 24 例箱涵工程設計作業實際案例中，選出 5 例進行評估比較研究，詳細比較資料詳見附錄。

表 3-2 5 例箱涵工程設計作業評估案例一覽表

編號	規格尺寸 (m)	斷面積 (m <sup>2</sup> )	斷面 區分	構造 型式	評估項目	
					定量	定性
1	B3.0×H3.5	10.50	中型	分為 2 部分	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 經濟性(本體、交通規則)</li> <li>• 施工性(工期)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 品質(天候影響、品質管理)</li> <li>• 施工性(施工難易度、現場交通之對應)</li> <li>• 環境(對周邊環境的影響、事業廢棄物)</li> </ul>
2	B4.0×H4.0	16.00	大型	分為 2 部分	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 經濟性(本體工程費、設計費)</li> <li>• 施工性(工期、省人化)</li> <li>• 安全性(總人工數)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 構造性(耐久性)</li> <li>• 品質(施工、品質管理難易)</li> <li>• 施工時間之限制</li> </ul>
3	B4.5×H4.0	18.00	大型	分為 4 部分	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 經濟性(本體、假設、交通管理等)</li> <li>• 工期</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 施工性(工區、省人化)</li> <li>• 品質(構造性、維護管理)</li> <li>• 安全性(施工安全性)</li> <li>• 環境(車輛通行、事業廢棄物)</li> </ul>
4	B2.0×H2.5	5.00	中型	一整體		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 經濟性</li> <li>• 施工性(工期、安全、品質、運搬)</li> <li>• 箱涵工程的條件(基礎、翼牆、地面開挖)</li> </ul>
5	B2.5×H2.3	5.75	中型	一整體		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 經濟性(本體工程、附屬工程、設計費)</li> <li>• 現場工期</li> <li>• 附屬工程數量</li> <li>• 構造性</li> <li>• 維護管理性</li> <li>• 環境性</li> </ul>

(資料來源：[18])

由上表 3-2 及附錄一可知，此 5 案例於原先設計時之評估項目及指標並不一致，各有各的考量項目及重點，有定性的，也有定量的。依附錄一資料顯示，日本國土交通省引入 VfM 的評估制度，暫先把評估項目、指標及其配分統一，且均採定量計算，其中經濟性（工程費用）與其他項目的配分比例為 50:50，意即工程費用的重要性占整體評估的一半。由附錄一的資料比較結果，不論是採用原先的評估方式也好，採用新的 VfM 評估也好，以這 5 案例而言，皆是預鑄工法較場鑄工法為優，但採用 VfM 評估，其工法選定的理由更為明確化。下表 3-3 為此 5 案例之評估項目及指標之彙整。

表 3-3 5 案例之評估項目及指標

設計時之評估項目及指標														
案例 1			案例 2			案例 3			案例 4			案例 5		
評估項目	評估指標	配分	評估項目	評估指標	配分	評估項目	評估指標	配分	評估項目	評估指標	配分	評估項目	評估指標	配分
經濟性(本體、交通規則)	工程費	50	經濟性(本體工程費、設計費)	工程費	50	經濟性(本體、假設、交通管理等)	工程費	50	經濟性(本體)	工程費	—	經濟性(本體工程、附屬工程、設計費)	工程費	—
品質(天候影響)		5	構造型(耐久性)		15	工期(不含準備、施工後整理)	施工日數	10	施工性(工期)	施工月數	—	現場工期	施工日數	—
品質(品質管理)		5	施工性(工期)	施工日數	10	施工性(工區)		5	施工性(安全)		—	附屬工程		—
施工性(施工難易度)		10	施工性(省人化)		5	施工性(省人化)		5	施工性(品質)		—	構造型		—
施工性(工期)	施工月數	10	品質(施工、品質管理難易)		10	品質(構造型)		5	施工性(運搬)		—	維護管理性		—
施工性(現場交通之對應)		10	安全性(總人工數)	總人工數	5	品質(維護管理)		5	箱涵工程的條件(基礎、)		—	環境性		—
環境對周邊環境(景觀)		5	施工時間之限制		5	安全性(施工安全性)		10	箱涵工程的條件(翼牆)		—			
環境(事業廢棄物)		5				環境(車輛通行)		5	箱涵工程的條件(地面開挖)		—			
						環境(事業廢棄物)		5						
VfM 評估項目及指標														
評估項目			評估指標			配分								
經濟性			工程費			50								
省人化、安全性提升			總人工數			20								
作業方式改善、安全性提升			施工日數			20								
降低環境負荷			CO <sub>2</sub> 排放量			10								

(資料來源：[18]，及本研究整理)

其定量評估計算原則為以單一評估指標而言，表現較優者於該項目獲得滿分，表現較差者則依其比率計算得分。以案例 1 為例，評估計算方式如下表 3-5 及表 3-5：

表 3-4 案例 1 之設計時評估

評估項目	評估指標	配分	得分		備註
			預鑄工法	場鑄工法	
經濟性 (本體、交通規則)	工程費 <sup>※1</sup>	50	40	50	[ 定量評估 ] • 以場鑄工法較優，故場鑄工法得滿分 • 預鑄工法之得分計算： $50 \times (11738 / 22233) \doteq 40$
品質 (天候影響)		5	5	3	[ 定性評估 ] 無計算基準
品質 (品質管理)		5	5	3	[ 定性評估 ] 無計算基準
施工性 (施工難易度)		10	10	8	[ 定性評估 ] 無計算基準
施工性 (工期)	施工月數 <sup>※2</sup>	10	10	3	[ 定量評估 ] • 以預鑄工法較優，故預鑄工法得滿分 • 場鑄工法之得分計算： $10 \times (1.1 / 4.3) \doteq 3$
施工性 (現場交通之對應)		10	10	10	[ 定性評估 ] 無計算基準
環境 (對周邊環境的影響)		5	5	3	[ 定性評估 ] 無計算基準
環境 (事業廢棄物)		5	5	3	[ 定性評估 ] 無計算基準
	合計	100	90	83	

※1：〔工程費〕預鑄工法：22,233 千元、場鑄工法：17,738 千元

※2：〔施工月數〕預鑄工法：1.1 個月、場鑄工法：4.3 個月

(資料來源：[18]，及本研究整理)

表 3-5 案例 1 之 VfM 評估

評估項目	評估指標	配分	得分		備註
			預鑄工法	場鑄工法	
經濟性	工程費 <sup>※1</sup>	50	40	50	[ 定量評估 ] • 以場鑄工法較優，故場鑄工法得滿分 • 預鑄工法之得分計算： $50 \times (17738 / 22233) \doteq 40$
省人化、安全性提升	總人工數 <sup>※2</sup>	20	20	5	[ 定量評估 ] • 以預鑄工法較優，故預鑄工法得滿分 • 場鑄工法之得分計算： $20 \times (108.0 / 394.3) \doteq 5$
作業方式改善、安全性提升	施工日數 <sup>※3</sup>	20	20	3	[ 定量評估 ] • 以預鑄工法較優，故預鑄工法得滿分 • 場鑄工法之得分計算： $20 \times (6.1 * 48.4) \doteq 3$
降低環境負荷	CO <sub>2</sub> 排放量 <sup>※4</sup>	10	10	4	[ 定量評估 ] • 以預鑄工法較優，故預鑄工法得滿分 • 場鑄工法之得分計算： $10 \times (27000 / 68000) \doteq 4$
合計		100	90	62	

註：預鑄工法工程設計案長度 22.1m、混凝土量 111.4m<sup>3</sup>

場鑄工法工程設計案長度 21.4m、混凝土量 188.7m<sup>3</sup>

※1：〔工程費〕預鑄工法：22,233 千元、場鑄工法：17,738 千元

※2：〔總人工數〕預鑄工法：108.0 人、場鑄工法：394.3 人

（依據令和 4 年國土交通省頒布之土木工事標準積算基準書）

※3：〔施工日數〕預鑄工法：6.1 日、場鑄工法：48.4 日

（依據令和 4 年每工作日標準工作量：預鑄工法：3.6m/日、場鑄工法：3.9m<sup>3</sup>/日）

※4：〔CO<sub>2</sub> 排放量〕預鑄工法：27,000kg-CO<sub>2</sub>、場鑄工法：68,000kg-CO<sub>2</sub>

（依據平成 24 年日本國土技術政策總合研究所資料：預鑄工法：238.25kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>、場鑄工法：360.91kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>）

（資料來源：[18]，及本研究整理）

### 3.3.3 各年度預定進度

日本國土交通省對於採用預鑄工法的各年度預定進度[18]：

一、令和 3 年（2021 年）：設計階段之新評估項目及指標設定

（一）評估項目的設定：省人化、作業方式改善、安全性提升、降低環境負荷

（二）評估指標的設定：1.彙整各地方整備局的實績，並向設計與施工單位、預鑄廠諮詢意見；2.針對標準設計資料進行實證

二、令和 4 年（2022 年）：研究評估手法

將新的評估項目納入以往年度的 5 個土木工程進行預鑄工法與傳統場鑄工法的比較研究

三、令和 5 年（2023 年）：確定設計階段的評估方式

四、令和 6 年（2024 年）：對直接接轄管的工程設計工作的試行和後續工作

五、令和 7 年（2025 年）：考量是否實際施行

## 第四章 日本港灣工程採用預鑄工法之評估作法

隨著日本人口減少和老化，加上年輕人從事營建業意願不足，導致營建業就業人數不斷下降。另一方面，日本營建業將於 2024 年 4 月開始實施勞工加班時數上限規定，預測實施後，日本營建業勞動力短缺將變得更加嚴峻。如何因應勞動力減少，並且兼顧工地生產力提高、保障工人安全及福利（包括遵守加班時數上限、貫徹一週雙休），成為政府及企業對營建產業之努力改善方向。

場鑄工法在港灣工程中，因其良好的經濟效益而被廣泛採用，但對於某些港灣工程，例如建造防波堤、橋墩等，施工過程受到海浪、潮位等海象狀況影響甚大；且為顧及的港灣日常的作業活動，需搶時間施工或改於夜間施工。以上各種現實層面的挑戰，容易導致工程施作成果不佳。

選擇預鑄工法施工，可適度有效解決上述困難點。為了推動港灣工程採用預鑄工法，日本國土交通省港灣局於 2022 年開始策劃「港灣工程預鑄工法採用評估手冊（試行版）」（港灣工事におけるプレキャスト工法導入検討マニュアル（試行版）），並於 2023 年推出，試圖將工法的選擇評估作法予以統一，除考量其經濟成本方面效益之外，同時導入 VfM 評估，成為綜合性的評價方式。如此一來，更利於工程主辦機關辦理工程案時有所依循，並且樂於採用預鑄工法。

### 第一節 地方機關推動預鑄工法之評估作法

日本政府推動 i-Construction 不遺餘力，連帶地預鑄工法也是推動重點，地方整備局對工法之選定也已規劃評估作法。以下就近畿及北陸等二地方整備局之作法進行簡單介紹。

#### 4.1.1 近畿地方整備局

作為 i-Construction 的一環，並從提高混凝土工程生產力的角度，近畿地方整備局規劃三階段式的評估，做為混凝土構造物工法的選定流程。此三階段評估流程，說明如下（詳圖 4-1）：

一、第一階段：

如果基於現場條件，採取場鑄工法明顯有利，則選擇場鑄工法；若採用預鑄製品明顯有利，則選擇預鑄工法。要是兩者皆可，將步入第二階段進行選擇。

二、第二階段：

如產品符合 JIS，或在不分割的情況下仍可符合運輸的規定，則選擇預鑄製品。如需要分割後分批運輸，則步入第三階段進行選擇。

三、第三階段：

對於需要分割始得運輸的尺寸，或非標準尺寸，將根據尺寸選擇工法。

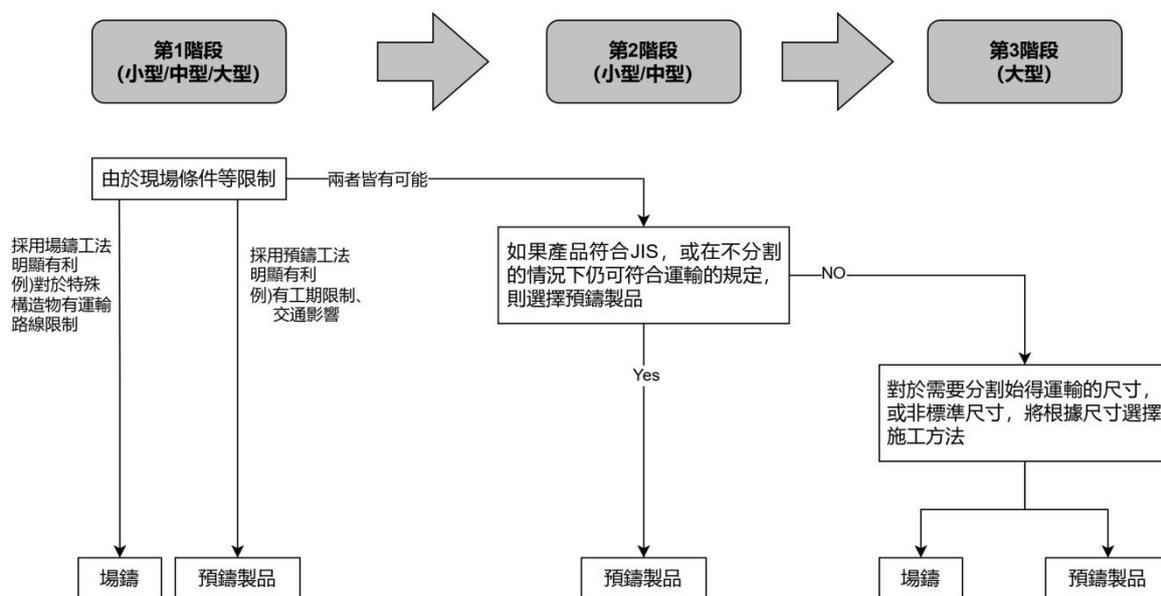


圖 4-1 近畿地方整備局評估作法

(資料來源：譯自[19])

4.1.2 北陸地方整備局

參考北陸地區以往使用預鑄製品之案例，以其具有成效之實例，與河川、道路構造物使用較多的預鑄製品案例予以整理，彙集成採用工法之評估

指標項目。評估程序訂定後，可提供易懂易用之作業方式。

北陸地方整備局評估作法如下圖 4-2，先選定評估項目，再決定評估指標及評估觀點，接下來按照評估指標及評估項目進行各工法的評分，即可計算各工法之得分結果。



圖 4-2 北陸地方整備局評估作法

(資料來源：譯自[19])

## 第二節 港灣工程預鑄工法採用評估手冊（試行版）

場鑄工法和預鑄工法，是混凝土工程的兩大施工方法，有的工程適合採用場鑄工法，而有的工程則適合採用預鑄工法，但也有部分工程是兩種工法皆適合，那麼需要進行評估，以決定採用何種工法施作。

場鑄工法是傳統習用的工法，費用成本較低；而預鑄工法雖然優勢不少（如前面第二章所述），其缺點是費用偏高，往往令工程主辦機關毫不猶豫，一開始便打消採用預鑄工法的念頭。為了在港灣工程中順利採用預鑄工法，日本國土交通省港灣局成立「推動港灣工程採用預鑄工法研究會」（港灣工事におけるプレキャスト工法導入促進検討会），並分別於 2022 年 10 月、2023 年 1 月及 5 月，共計召開 3 次會議，研擬「港灣工程預鑄工法採用評估手冊（試行版）」（以下簡

稱評估手冊)，並於 2023 年 7 月 31 日發布[20]。評估手冊除了將費用、減省人力需求、工期、施工難易度、安全性等首要聚焦的重點納入評估之外，也把改善勞動環境（如休假日的確保、降低事故風險等）、對地方的貢獻等等攬入評估之中，訂出費用、省人化／省力化、確保成品樣式／品質的容易性、工期、維護管理、對施工等影響、對第三者的影響等七大類評估項目，將港灣工程之複雜需求簡單化。評估手冊之推出，可為全國港灣工程選定工法的評估作業予以一致，且以量化的評估方式達到公平客觀的結果。以下就評估手冊所載之評估方式進行介紹。

#### 4.2.1 適用時機

由於材料、設備及施工程序等方面，場鑄工法與預鑄工法之間有顯著差異，因此，於設計階段選定工法是最為適當的；但有的時候，為了因應新的社會需求，或場地、施工等等條件發生變化，很可能在施工階段需要改變施工方式，以滿足需求、如期如質完工。根據評估手冊之第 1 章的說法，不論是工程設計階段，或是施工階段，只要是遇有考量是否需採用預鑄工法之時機，皆可依照評估手冊進行評估。

#### 4.2.2 評估手法

工法選定的評估所涉範圍甚廣且複雜，需評估的項目不只一、兩項。VfM 及層級分析法(analytic hierarchy process, AHP)這兩種分析方法，擅長處理綜合性的評估。AHP 常應用於不確定之情況，或具有多數個評估準則的決策問題，將複雜的問題系統化，進行層級分解，且透過量化運算，加以綜合評估。以採購為例，當面臨「便宜但品質差」、「昂貴但品質佳」等難以抉擇之情況時，可採 AHP 分析做為決策之輔助。然而 AHP 若項目過多時，數據統計量也大，造成權重（配分）難以確定。

在此評估手冊中，日本政府採取的是 VfM 評估模式。如第二章所提，VfM 概念即為「最大價值 > 最低價格」，以能提供最高服務為考量。相關的評估模式詳見第三章。

### 4.2.3 評估項目設定

在工法採用上，評估項目要如何設定？評估項目應配合社會的需要，藉以衡量該工法是否採行，以顯現採用該工法之價值。日本港灣局羅列出主要的社會需求，加以分析，總整為等費用、省人化／省力化、確保成品樣式／品質的容易性、工期、維護管理、對施工的影響、對第三者的影響等七大類，並提列每個評估項目之主要觀點。圖 4-3 為日本港灣工程之社會需求與工法評估項目之關聯性。

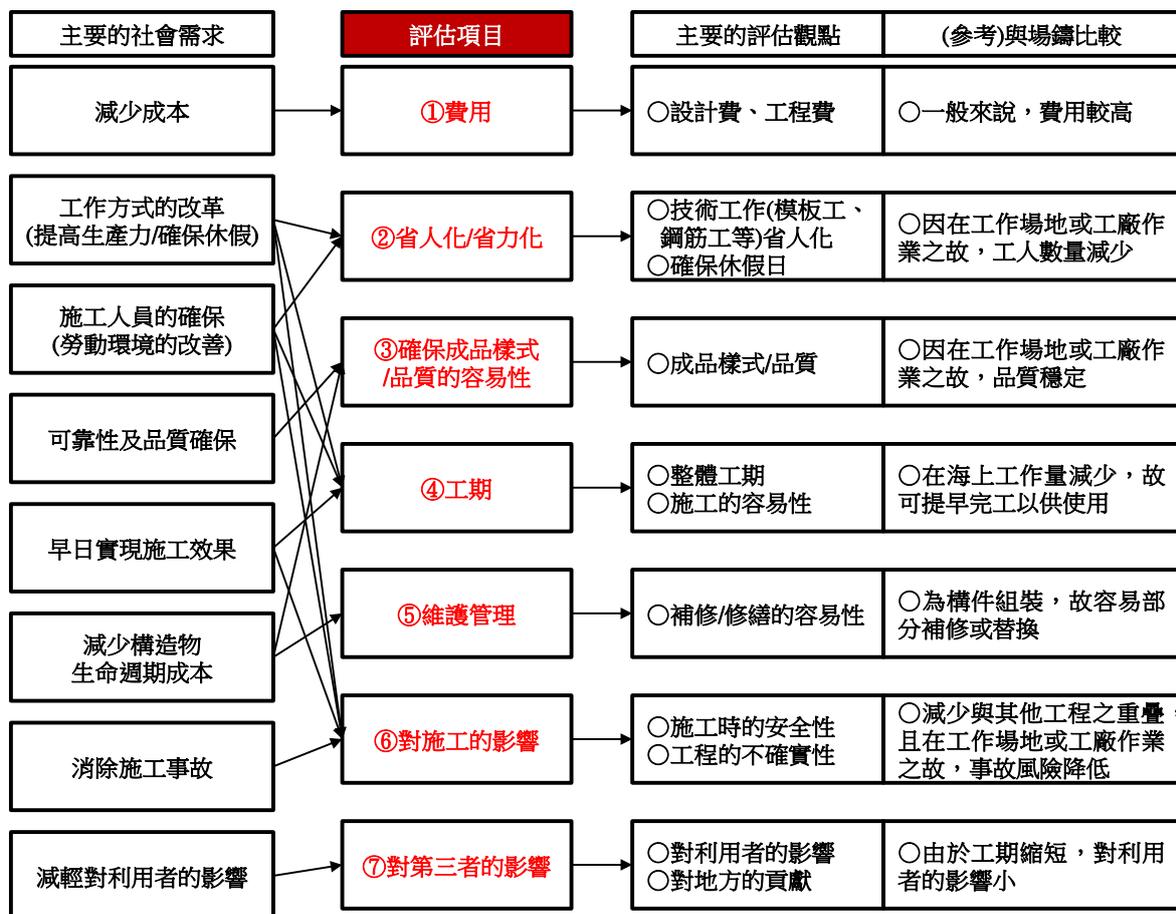


圖 4-3 日本港灣工程之社會需求與工法評估項目之關聯性

(資料來源：譯自[21])

#### 4.2.4 工法選擇之評估流程

欲施作之港灣工程標的是採用場鑄工法，或預鑄工法較為適宜，其評估流程在評估手冊中已提出建議作法：第一步驟先蒐集該工程案之相關資料，並整理其條件，以瞭解該工程之體質，也就是做好工法評估前準備；第二步驟再進行「預鑄工法」與「場鑄工法」之適用性比較，依現場等條件，若採用場鑄工法／預鑄工法明顯有利，則直接決定採用該工法，免經第三步驟；當兩種工法之均有其效益而難以抉擇時，則進行第三步驟，導入 VfM 評估模式，最後採用 VfM 評估分數最高的工法，完成評估作業。上述評估流程詳見圖 4-4。

有些預鑄產品於現今已在港灣建設中普遍使用（例如消波塊、沉箱等），則可逕予使用預鑄工法，無需導入上述之工法適用性評估。

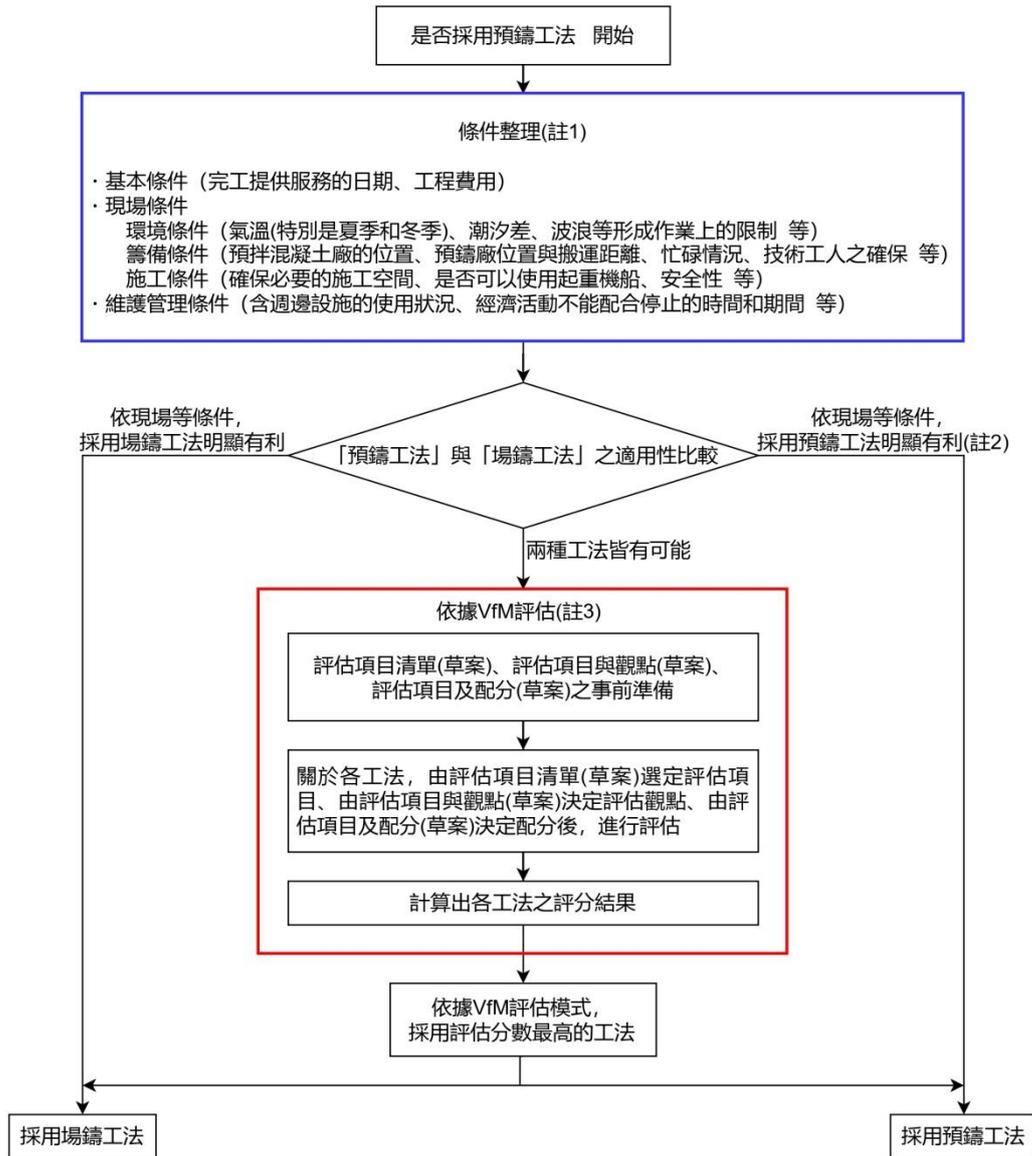


圖 4-4 日本港灣工法選擇之評估流程

(資料來源：譯自[21])

圖 4-4 中之註 1、註 2 及註 3，分別以下述三點說明：

一、港灣工程工法採用評估前準備 (圖 4-4 之註 1)

欲施作之港灣工程標的，以何種工法較為適宜，必須先瞭解該工程體質。評估手冊建議，從基本條件、現場條件及維護管理條件等各

面向蒐集資料(詳圖 4-5)，為進入下一步驟「適用性比較」做一準備。

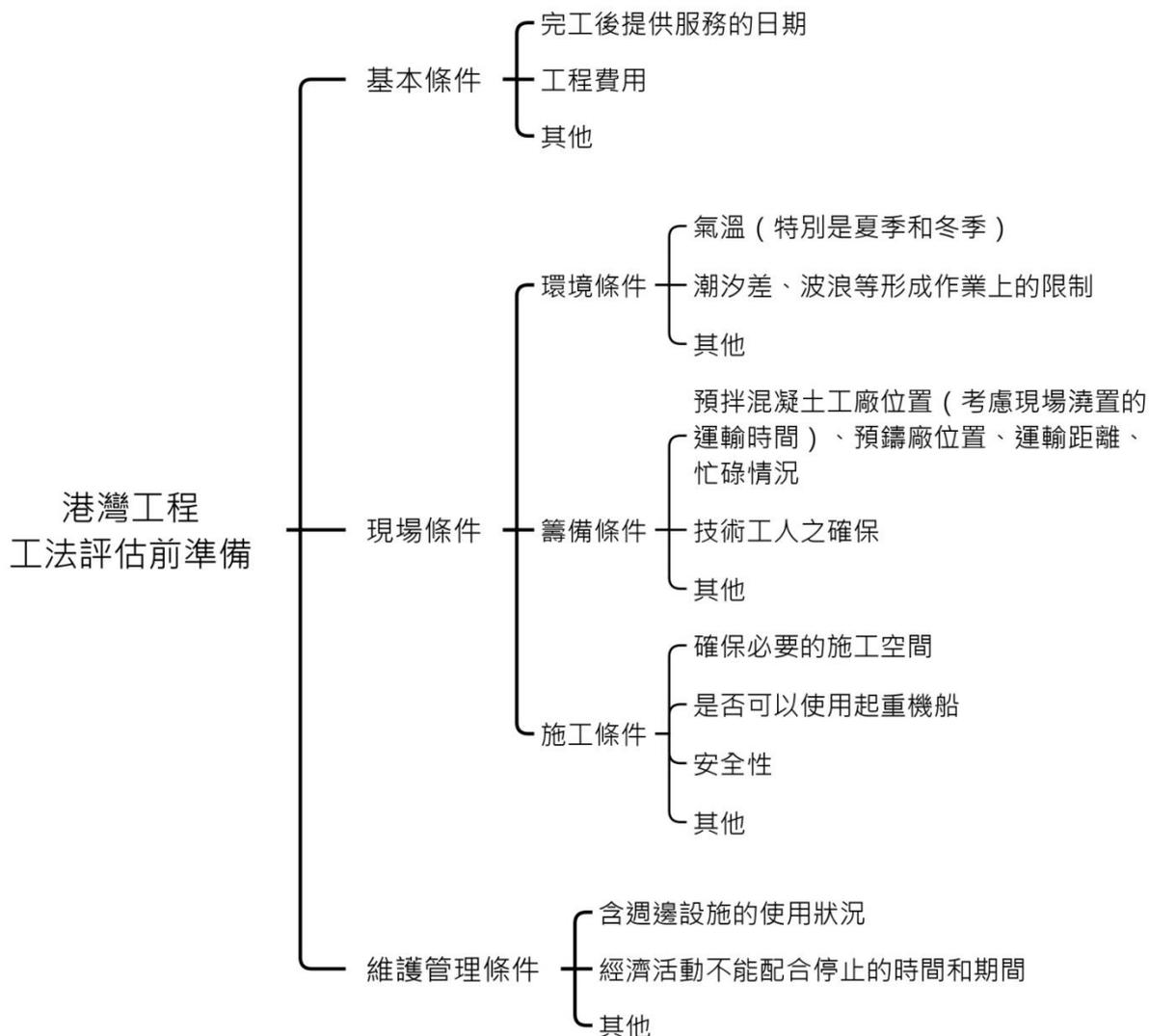


圖 4-5 港灣工程工法採用評估前準備

(資料來源：[21]，本研究整理翻譯)

部分工程標的經由上述三大面向之條件整理並加以分析後，發現採用場鑄工法是明顯有利的，也就是明確認為採用場鑄工法將更有效率、更為經濟，此時則無需再經過評估，建議直接採用場鑄工法；然而也有部分工程標的經過此步驟整理分析後，發現採用預鑄工法明顯有利，則亦建議直接採用預鑄工法即可。

至於何種狀況可視為「採用預鑄工法明顯有利」，將於下述第二點舉例。

## 二、採預鑄明顯有利的情況（圖 4-4 之註 2）

以港灣工程為對象，經分析現場條件等因素後，發現採用預鑄工法明顯有利之情況，舉例如下[21]：

- （一）由於現實需求已決定工程竣工日期，而且採用預鑄以外的工法，該工程顯然難以在目標期限達成。例如災後重建工程等。
- （二）依據現實需求，已決定服務開始日期，並且需要盡可能避免因海象影響而導致施工延誤的情況。
- （三）若採取場鑄工法，經分析後，與工程所需混凝土量相比，預拌混凝土可能發生供應不足的情況。又，預拌車的運輸路線於惡劣天候下，其安全性無法充分確保。
- （四）必須在短時間內完成且不影響貨物裝卸作業的情況。
- （五）由於海象或潮間帶區域之作業較多（例如捕魚季節），造成海上可施工的時間較短。
- （六）無法確保模板工、鋼筋工、潛水員等專業技術人員時。

此外，如果兩種施工方法皆有可能採用、無法明確決定時，則進行 VfM 評估。

## 三、兩種工法比較（圖 4-4 之註 3，進入 VfM 評估模式）

進入 VfM 評估模式，其順序重點為：利用工法評估項目檢查表選定評估項目→設定評估觀點→決定評估項目及配分→計算各工法之評分結果後，採用評估分數最高的工法。以下舉範例說明：

### （一）選定評估項目

某港灣工程因無法明確決定採用場鑄工法或預鑄工法，於是進入 VfM 評估模式，利用附錄二之評估項目檢查表，將工程之各面向條件加以整理以分析，填表結果如下表 4-1 範例：

表 4-1 利用工法評估項目檢查表選定評估項目（範例）

項目	內容	應考慮的內容 (請打○)	評估項目		
1	1)有施工工期或施工時間限制？  (現有設施暫停使用、夜間施工以避免影響海上交通等)	○	④工期 ④工期	1 直至開始提供服務之整體工期（施工期） 3 其他	1 對施工過程有助益（便於整個工程全年施工）
	2)遇冬季、颱風季節等海象惡劣期間，需停止或暫停施工？	○	④工期	1 直至開始提供服務之整體工期（施工期）	
	3)因周邊有漁業活動，施工工期或時間有所受限？	○	④工期 ④工期	1 直至開始提供服務之整體工期（施工期） 3 其他	1 對施工過程有助益（便於整個工程全年施工）
	4)因自然環境保護而有限制？		④工期	1 直至開始提供服務之整體工期（施工期）	
	5)施工期間需配合暫停使用現有設施？	○	④工期 ⑦對第三者的影響	1 直至開始提供服務之整體工期（施工期） 2 對利用者的影響	1 對使用設施的影響
	6)施工期間之工作船，對海上交通造成影響？	○	④工期 ⑦對第三者的影響	1 直至開始提供服務之整體工期（施工期） 2 對利用者的影響	2 對海上交通的影響
	7)施工可能影響週邊漁業活動？		⑦對第三者的影響	2 對利用者的影響	3 對漁業活動的影響
	8)載運材料、設備、機具等車輛規格確定？	○	④工期	2 施工容易性	2 對搬運路線的確保

項目	內容	應考慮的內容 (請打○)	評估項目		
	9)必要的工作場地？	<input type="radio"/>	④工期	2 施工容易性	1 對工作場地的確保
	10)施工對其他工程有影響？	<input type="radio"/>	④工期	1 直至開始提供服務之整體工期(施工期)	
	11)同一施工期間,不只是一處有相似尺寸的預鑄工程？		⑦對第三者的影響	3 規模經濟的有無	
	12)施工討論中,因非施工方原因導致設計或發包時與施工條件產生差異？	<input type="radio"/>	⑥對施工的影響	4 對施工的影響	
	13)如為全年施工,可以克服過程中發生的問題？	<input type="radio"/>	④工期	3 其他	1 對施工過程有助益(便於整個工程全年施工)
	14)因施工噪音、振動、混濁水、鹼液等造成損失的風險？		⑦對第三者的影響	4 造成損失的風險(噪音、振動、混濁水、鹼液等)	
	15)施工有可能改變自然等,造成環境負荷？		⑦對第三者的影響	5 對環境負荷的影響(改變自然等)	
	16)潮汐帶附近有作業？	<input type="radio"/>	④工期	2 施工容易性	3 是否在潮汐帶附近作業
	17)有潛水作業？	<input type="radio"/>	④工期	2 施工容易性	4 有無潛水作業
2 補修、修繕(維護管理)	1)易於維護管理(檢查、補修/修繕)？		③確保成品樣式/品質的容易性 ⑤維護管理	1 確保長期耐久性(抑制劣化/損傷、品質的可靠性) 1 維護管理(補修/修繕)	1 不易損壞 1 容易補修/修繕
3 上部工程等的耐久性	1)需要採取防鹽害措施？	<input type="radio"/>	③確保成品樣式/品質的容易性	1 確保長期耐久性(抑制劣化/損傷、品質的可靠性)	2 不易發生鹽害
4 施工時期	1)需要在冬季、颱風季節等海象不佳的時期進行施工？	<input type="radio"/>	③確保成品樣式/品質的容易性 ④工期	2 成品樣式/品質管理的難易 1 直至開始提供服務之整體工期(施工	

項目		內容	應考慮的內容 (請打○)	評估項目		
				④工期	期) 3 其他	1 對施工過程有助益(便於整個工程全年施工)
5	工作(施工)環境	1)施工時需要特別注意安全?	○	⑥對施工的影響	1 施工安全性(施工現場職災的發生)	
		2)施工期間需要考慮天氣及海象? (依據施工計畫研議大致明確的施工期間(高溫、高濕、颱風季節等海象))	○	②省人化/省力化 ⑥對施工的影響 ⑥對施工的影響	6 週休二日的可行性 2 海象條件影響施工的不確實度 3 高溫造成施工的不確實度	
		3)施工過程中有滿潮、巨浪、海嘯等天災造成損壞的風險?		⑥對施工的影響	5 天然災害的風險(滿潮、巨浪、海嘯)	
		4)技術工作的省人化/省力化?	○	②省人化/省力化	1 技術工作(模板工、鋼筋工等)之省人化	
		5)從設計到完工期間,有助於工作環境改善(確保週休2日、節省人力)?	○	②省人化/省力化 ②省人化/省力化 ②省人化/省力化 ②省人化/省力化	2 勞動力(勞動人數)之省力化 3 減少設計所需的勞力 4 設計/工程發包效率化 5 減少工程文件、提高管理效率	
6	市場性	1)現有模板無法利用?	○	③確保成品樣式/品質的容易性	2 成品樣式/品質管理的難易	
		2)預鑄件在工地附近無法生產,需從其他地區調配?	○	⑦對第三者的影響	1 對地方的貢獻	
		3)當地業者可以支應?	○	⑦對第三者的影響	1 對地方的貢獻	

(資料來源：譯自[21])

## (二) 評估項目之重新檢視及彙整

將前表 4-1 所選之評估項目結果，再利用附錄三之評估觀點，重新檢視其各項目意義並彙整，可以歸整出有哪些評估項目被選出。歸整結果如下表 4-2 範例：

表 4-2 評估項目之重新檢視及彙整 (範例)

評估項目 (大項)	評估項目 (細項)	評估觀點
①費用 (成本縮減)	1 詳細設計費	<ul style="list-style-type: none"> <li>由於預鑄工法和場鑄工法之詳細設計差異很大，因此尚需將詳細設計費之經濟性加以評估。</li> <li>詳細設計費用考慮項目舉例如下所示。               <ul style="list-style-type: none"> <li>a)場鑄工法：配筋計算、編製詳細設計圖(剖面圖、配筋圖等)</li> </ul> </li> </ul>
	2 工程建設費(○○工程等+假設工程等)  1-1○○工程費 1-2 間接工程費、各項經費 (共通假設費、工地管理費、一般管理費)  2 假設工程費 ◇模板等材料存放區 ◇工作場地整理維護費 ◇鷹架工程 ◇臨時棧橋碼頭工程 等	<ul style="list-style-type: none"> <li>若施工時期明確，則依照相對應之施工時期計入施工(材料)費用。 例)冬季：低溫時期施工的混凝土、夏季：高溫時期施工的混凝土</li> <li>採用預鑄工法時，若無法現有模板可使用，則需考慮新模板的製作費。</li> <li>因應工種的船舶損耗費。</li> <li>如需要從外地運送，則需計入由外地運送之搬運費。</li> <li>間接工程費，特別是以直接工程費乘上不同比率計算而得者。</li> <li>隨工期或施工時期而有費用變化之工種(使用租賃材料的假設工程等)，則需特別考量工期並計入該項費用。</li> </ul>
	3 維護管理費	<ul style="list-style-type: none"> <li>完工後提供服務的期間所產生之維護費用。</li> </ul>
②省人化/ 省力化  (有助於 解決人才 短缺、有 助於改革 工作方式)	1 技術工作(模板工、鋼筋工、潛水人員)的省人化	<ul style="list-style-type: none"> <li>評估有短缺可能之技術省人化。 a)場鑄工法：需要技工、b)預製工法：不需技工</li> </ul>
	2 勞力(工人數)的省力化	<ul style="list-style-type: none"> <li>因應工人數量減少和勞動力老化，對於工程之製作至完工期間，相關之工人總數之省人化進行評估。 a)場鑄工法：工人總數較多。 b)預鑄工法：減至○%仍可確保工程成品達到與場鑄工法相同或更佳品質。</li> </ul>
	3 設計所需勞力之省力化	<ul style="list-style-type: none"> <li>根據設計所需的總人員數量進行評估。</li> </ul>
	4 設計/工程發包的效率化	<ul style="list-style-type: none"> <li>評估是否可提高設計和工程發包的效率。</li> </ul>
	5 工程文件的減少、管理的效率化	<ul style="list-style-type: none"> <li>評估是否可減少工程文件並提高品質管理的效率。</li> </ul>
	6 實現週休二日的可能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>從以下角度評估工作效率(減少設計或施工日數(即增加休息日))： 例)①工程文件的減少</li> </ul>

評估項目 (大項)	評估項目 (細項)	評估觀點
		<ul style="list-style-type: none"> <li>②品質管理效率化</li> <li>③設計的省人化/省力化</li> </ul>
③確保成品樣式/品質的容易性	1 確保長期耐久性（抑制劣化/損傷、品質的可靠性）	<ul style="list-style-type: none"> <li>根據工程構造物特性對損壞進行評估。</li> <li>例)依迄今執行的檢查結果，重點在於同年完工且經過相同年數的場鑄件與預鑄件，比較兩者損壞程度。</li> <li>a)場鑄工法：損壞程度大/多（補修次數多）</li> <li>b)預鑄工法：損壞程度小/少（補修次數少）</li> </ul>
	1 不易損壞	
	2 不易發生鹽害	<ul style="list-style-type: none"> <li>根據混凝土的密實度，評估鹽分所造成劣化的發生難易。</li> </ul>
④工期（提高生產力）	2 成品樣式/品質管理的難易	<ul style="list-style-type: none"> <li>評估現場成品/品質管理難易。</li> </ul>
	1 直至開始提供服務之整體工期（施工期）	<ul style="list-style-type: none"> <li>評估直至開始提供服務之整體工期（施工期）長短。</li> <li>比較工法時，適當反映以下之影響工程項目。</li> <li>評估未反映於工程之明確理由。</li> <li>a)採用預鑄工法的生產和安裝天數</li> <li>b)採用場鑄工法的製造與安裝天數</li> </ul>
	2 施工容易性	<ul style="list-style-type: none"> <li>從以下角度評估工作場地的確保。</li> <li>利用現有工作場地&gt;利用租借之場地&gt;新闢工作場地</li> <li>從以下角度評估搬運路線的確保。</li> <li>陸路運輸（無臨時道路）&gt;陸路運輸（有臨時道路）&gt;海運</li> <li>依據潮汐帶附近的模板工、鷹架工、鋼筋工等作業天數進行評估。</li> <li>依據潛水工作天數進行評估。</li> </ul>
	1 對工作場地的確保	
	2 對搬運路線的確保	
3 是否在潮汐帶附近作業		
4 有無潛水作業		
3 其他	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 對施工過程有助益（便於整個工程全年施工）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>評估全年施工的難易度。</li> </ul>
⑤維護管理（補修/修繕的容易性）	1 維護管理（補修/修繕）	<ul style="list-style-type: none"> <li>周期性（約 5 年）檢查時，根據檢查結果確定的損壞程度進行補修/修繕，易於補修/修繕之方式較佳。因此根據補修/修繕的難易度來評估。</li> <li>a)場鑄工法：補修工作規模大⇒補修/修繕困難</li> <li>b)預鑄工法：或許可以針對每節塊進行補修/修繕⇒易於補修/修繕</li> </ul>
1 補修/修繕的容易性		
⑥對施工的影響（有助於災害消除、施工確實）	1 施工時的安全性（施工現場職災的發生）	<ul style="list-style-type: none"> <li>對於工程之製作至完工期間，其施工現場職災發生的風險高低進行評估。</li> <li>a)場鑄工法：因工程之整體過程均於現場作業，施工現場發生職災的風險高。</li> <li>b)預鑄工法：因工程之整體過程有○%為現場作業，因此施工現場發生職災風險低於場鑄工法。</li> </ul>

評估項目 (大項)	評估項目 (細項)	評估觀點
	2 海象條件影響施工的不確實度	<ul style="list-style-type: none"> <li>當海象惡劣時，採用場鑄工法無法確實施工，因此評估暴風雨天氣下施工的確實性。</li> <li>a)場鑄工法：100%現場施作，易受惡劣天氣影響，存在不確實性。</li> <li>b)預鑄工法：大約○%於現場施作，比場鑄工法更能確實施工。</li> </ul>
	3 高溫造成施工的不確實度	<ul style="list-style-type: none"> <li>設想於夏季施工（製作）時，評估因高溫導致工作效率下降而對工期帶來壓力。例如，最高氣溫超過危險值（如盛夏）的日子，需要常休息，因而縮短工作時間。</li> <li>例)使用氣象觀測站的最高氣溫數據 條件：溫度 30°C 以上：40 天 ⇒如果每小時休息 10 分鐘，則每天工作 7 小時。(一般為 8 小時) 所以會少 5 個工作天(=40 天×1 小時/8 小時)</li> </ul>
	4 對施工的影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>非屬施工方原因而變更初始預定之工期，評估與原設定之施工條件有顯著不同的施工影響和海象影響。</li> </ul>
	5 天然災害的風險（滿潮、巨浪、海嘯）	<ul style="list-style-type: none"> <li>評估天然災害（滿潮、巨浪、海嘯）發生時所造成之受損風險高低。</li> </ul>
⑦對第三者的影響 (地方活化/減輕負擔)	1 對地方的貢獻	<ul style="list-style-type: none"> <li>從當地工人就業和當地產業利用的角度，評估使用當地材料數量和工人數量。</li> </ul>
	2 對利用者的影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>對於正在營運使用的設施，施工期間需要停止營運使用的，依其停止使用之期間進行評估。</li> <li>施工期間若因工作船的配置等原因，對海上交通造成影響，請評估其天數（次數）。</li> <li>若施工會影響周邊地區的漁業活動，評估其天數（次數）。</li> </ul>
	1 對使用設施的影響	
	2 對海上交通的影響	
	3 對漁業活動的影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>若施工會影響周邊地區的漁業活動，評估其天數（次數）。</li> </ul>
	3 規模經濟的有無	<ul style="list-style-type: none"> <li>若同一施工（製造）期間，在多個工程存在相似尺寸的預鑄件，則可能會產生規模經濟，請進行評估。</li> </ul>
	4 造成損失的風險（噪音、振動、混濁水、鹼液等）	<ul style="list-style-type: none"> <li>評估因施工產生的噪音、振動、混濁水、鹼液等造成的損失風險。</li> </ul>
5 對環境負荷的影響(改變自然等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>評估施工改變自然等的環境負荷影響。</li> </ul>	

※灰色區塊表示未被選入為評估項目

（資料來源：譯自[21]）

(三) 調整各評估項目配分

將前表 4-2 歸整後，或許會發現有幾項評估項目未被選入，則需將配分按比例重新調整，以維持該大項之分數。評估項目及配分如附錄四。以範例之第⑥大項為例，其第 5 小項（配分為 1 分）未被選入，則需將該 1 分依原配分比率分配予其他小項（也就是原為 2 分者，調整為  $2 \times 8 / 7 = 2.3$ ；原為 1 分者，調整為  $1 \times 8 / 7 = 1.1$ ），以維持第⑥大項分數為 8 分。範例如下表 4-3。

表 4-3 調整各評估項目配分（以第⑥大項為例）

評估項目 (大項)	評估項目 (細項)	原 評估項目 (細項) 之配分 (草案)	調整後 評估項目 (細項) 之配分 (草案)	原 評估項目 (大項) 之配分 (草案)	調整後 評估項目 (大項) 之配分 (草案)
⑥對施工的影響  (有助益於災害消除、 施工確實)	1 施工時的安全性(施工現場職災的發生)	2 分	2.3 分	8	8
	2 海象條件影響施工的不確實度	2 分	2.3 分		
	3 高溫造成施工的不確實度	2 分	2.3 分		
	4 對施工的影響	1 分	1.1 分		
	5 天然災害的風險(滿潮、巨浪、海嘯)	1 分	0 分		

(資料來源：譯自[21])

(四) 工法效果判定

經調整各評估項目配分後，接下來分別判定各工法之效果。如於單一評估細項中，該工法能發揮正向效果(即有效)，則記為 1；如該工法不能發揮正向效果(即無效)，則記為 0。以範例之第⑥大項為例，如下表 4-4。

表 4-4 工法效果判定（以第⑥大項為例）

評估項目 (大項)	評估項目 (細項)	有無正向效果 0：無效 1：有效	
		場鑄	預鑄
⑥對施工的影響 (有助益於災害消除、 施工確實)	1 施工時的安全性(施工現場職災的發生)	0	1
	2 海象條件影響施工的不確實度	0	1
	3 高溫造成施工的不確實度	0	1
	4 對施工的影響	0	1
	5 天然災害的風險(滿潮、巨浪、海嘯)		

(資料來源：譯自[21])

#### (五) 費用項目之評分

依評估手冊之說明，第①大項費用項目之評分計算公式如下：

$$\text{費用之評分} = \text{配分} - \left( \frac{\text{採用該工法之費用}}{\text{最低價之費用}} - 1 \right) \times \text{配分}$$

舉例來說，採用場鑄工法之費用為 1,000 萬元，預鑄工法之費用為 1,200 萬元，則上述公式之「最低價之費用」以 1,000 萬元代入。各工法之第①大項評分計算如下：

$$\text{場鑄工法之費用項目評分} = 50 \text{ 分} - \left( \frac{1,000 \text{ 萬元}}{1,000 \text{ 萬元}} - 1 \right) \times 50 \text{ 分} = 50.0 \text{ 分}$$

$$\text{預鑄工法之費用項目評分} = 50 \text{ 分} - \left( \frac{1,200 \text{ 萬元}}{1,000 \text{ 萬元}} - 1 \right) \times 50 \text{ 分} = 40.0 \text{ 分}$$

如計算結果為負值，則以 0 分計。

(六) 費用項目以外之評分

接下來計算費用項目以外第②～⑦大項之評分。既已從前述第(四)得到各工法效果判定結果，運用簡單的乘法計算，即可得該工法於該細項之評分。以範例之第⑥大項為例，如下表 4-5。

表 4-5 費用項目以外之評分 (以第⑥大項為例)

評估項目 (大項)	評估項目 (細項)	調整後之配分		有無正向效果 0:無效 1:有效		評分 (細項)		評分 (大項)	
		細項 (a)	大項	場鑄 (b)	預鑄 (c)	場鑄 (d=axb)	預鑄 (e=axc)	場鑄	預鑄
⑥對施工的影響 (有助益於災害消除、 施工確實)	1 施工時的安全性(施工現場職災的發生)	2.3	8	0	1	0	2.3	0	8
	2 海象條件影響施工的不確實度	2.3		0	1	0	2.3		
	3 高溫造成施工的不確實度	2.3		0	1	0	2.3		
	4 對施工的影響	1.1		0	1	0	1.1		
	5 天然災害的風險(滿潮、巨浪、海嘯)	0							

(資料來源：譯自[21])

(七) 計算各工法得分結果

將前述第(五)及第(六)之評分結果，合計後可得各工法之得分。範例之計算結果如下表 4-6。以此範例，經由 VFM 評估後，以預鑄工法得分(77.0 分)較場鑄工法(56.0 分)為高，故選定採用預鑄工法。

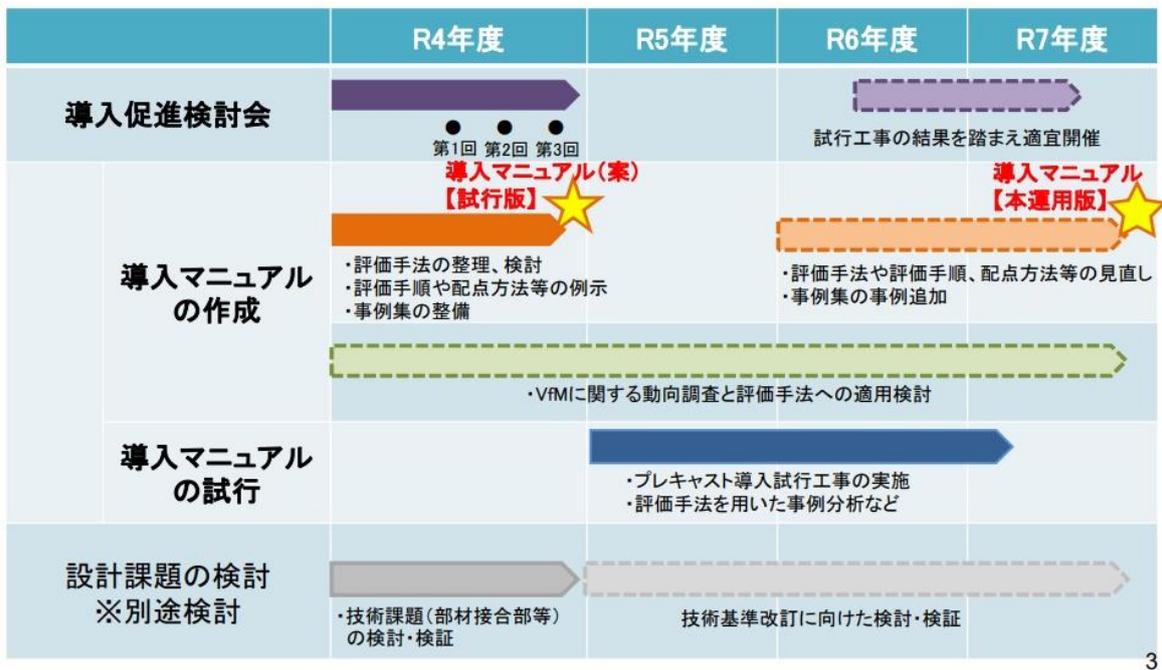
表 4-6 費用項目以外之評分 (範例)

項目	評分		備註
	場鑄工法	預鑄工法	
第 1 大項 費用	50.0	40.0	預鑄工法之費用為 場鑄工法之 1.2 倍
第②～⑦大項 費用以外之項目	6.0	37.0	
合計	56.0	<b>77.0</b>	

(資料來源：譯自[21])

### 第三節 日本港灣工程導入 VFM 評估執行時程

如前所述，港灣工程預鑄工法採用評估手冊（試行版）已於 2023 年 7 月 31 日發布。依據第 1 回推動港灣工程採用預鑄工法研究會（港灣工事におけるプレキャスト工法導入促進検討会）之資料顯示（如下圖 4-6），評估手冊（試行版）發布後，將以導入實際工程進行試辦。在試辦過程中，將評估手法、流程、配分方式等，藉由實際執行狀況予以檢討改善，並預定於 2025 年底推出正式版本（本運用版）。



3

圖 4-6 日本港灣工程導入 VFM 評估執行預定時程

(資料來源：[22])



## 第五章 結論與建議

### 第一節 結論

- 一、採用 VfM 評估模式，打破習用以「工程費用」做為唯一的評估項目，將省人工、安全性、作業方式改善等「非價格」之項目一併納入評估，同時以積極態度配合現今環保減碳之要求。
- 二、VfM 各評估指標，可依工程特性靈活配分，例如該工程具複雜性、創新性，可設定其技術項目的配分較高；若是單純且定型化的工程，可設定價格項目的配分較高。
- 三、引入 VfM 的評估制度，把評估項目、指標及其配分統一，且均採定量計算。採用 VfM 評估，其工法選定的理由更為明確化。
- 四、在施行 VfM 之前，日本政府已先公布相關的估算基準書、標準工作量、報告等基本資料之引用數字，做為評估計算的依據。對於工程主辦機關而言，有現成的計算依據則可使評估作業變得簡單、公平且順暢。
- 五、根據本研究第四章圖 4-4 之工法選擇評估流程所述，若依工程本身條件，採用場鑄工法明顯有利者，則採用場鑄工法；採用預鑄工法明顯有利者，則採用預鑄工法；遇有兩種工法皆有可能之情況下，才依據 VfM 評估採取何種工法為宜。也就是說，場鑄與預鑄工法沒有絕對好或壞，亦無需「為預鑄而預鑄」，一切以工程之條件狀況為主要考量。
- 六、導入綜合性評估，應注意以下各項：
  - (一) 若該工程採用場鑄工法明顯有利，則無需強採預鑄工法。
  - (二) 進行綜合性評估前，應就工程本身之各項條件（如基本條件、現場條件、維護管理條件）盡量蒐集調查，以利綜合性評估之進行，獲得適切之評估結果。
  - (三) 評估項目及配分，應參考工程目標及功能加以訂定，且評估項目應各自獨立。
  - (四) 評估項目應兼顧社會責任、環境保護。

- (五) 評估觀點(即評估項目之定義)應清楚,避免模稜兩可,方利於評估作業簡單、公平且順暢。

## 第二節 建議

### 建議一

研訂公有建築工程工法選定之綜合性評估參考原則：中長期建議

主辦機關：行政院公共工程委員會

協辦機關：內政部國土管理署、內政部建築研究所

公有建築工程甚少採用預鑄工法,一部分原因係為採用預鑄工法之工程成本較高,加上傳統上工程主辦機關態度保守,為避免爭議,多習用「最低價決標」。如果工法選定作業有綜合性評估參考原則可資依循,則選定採用何種工法之理由將更加明確化,更有利於說服機關之財、主單位編列足夠經費,如此將促使工程主辦機關樂於採用預鑄工法。

關於綜合性評估的切入點,建議可比照行政院公共工程委員會以 100 年 3 月 3 日工程技字第 10000079091 號函頒之「價值工程研析之參考原則」(如附錄五),於工程生命週期之可行性評估、規劃、設計、施工及維護管理各階段均可導入應用,惟若進入工程執行階段,計費經費變動之可能性及幅度將受限,此時進行綜合性評估較難發揮最大效益,故盡量在可行性評估、規劃、設計階段採用為宜。

雖然工法的選定,只是工程施作之一個環節,但若能以綜合性評估之方式選擇出滿足需求機能,又能節省經費、提升價值之既適合且優良的工法,相信對於後續工程進行及其提供營運維護,將能事半功倍。

## 附録一 實際事例評価實證

### 事例 1

# 過年度業務による検証

1 中型構造物 2分割 (B 3.0m × H 3.5m)

## □ 過年度の設計業務実績 (参考)

### 【評価項目】

・経済性  
 工事費:PCa/現場打=1.25  
 (※交通規制等を含む)

・品質・出来形管理、施工性、環境

工期:PCa/現場打=0.26

### 【評価手法】

配点方式  
 (合計100点、経済性50点)

・定量評価(経済性、工期)

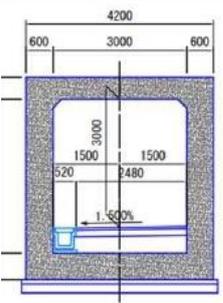
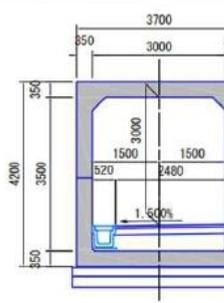
・定性評価(その他の項目)

**総合的評価よりPCa採用**

## 過年度の設計

案		
呼び寸法		
構造形式		
NETIS登録番号		
計画断面図		
施工延長 (m)		
活荷重		
土被り		
備考		
計画概要	現場にて鉄筋組立、型枠、足場2 クリート構造物である。	
構造性	・道路土工カルバート工指針に示	
品質・出来形管理 (10)	天候からの影響	・現場打ちコンクリートであり、
	品質管理	・二次製品に比べると品質にバラ
	評価点小計	
施工性 (30)	施工の難易度	・構造物を構築するまでの施工工
	施工工期	・概略工期: 4.3ヶ月 (比
	現交通への対応	・迂回路を設置で対応。
	評価点小計	
環境 (10)	周辺環境への影響	・現場工期が長期となるため工事
	産業廃棄物	・現場で使用する資材が多く、廃
	評価点小計	
経済性 (50)	函渠工	
	交通規制等	
	直接工事費合計 (比率)	
	評価点小計	
総合評価	評価	経済性で比較案中最も安価であり 環境でフルプレキャスト案に劣

### 計業務によるプレキャスト採用実績の比較検討表

第1案		第3案	
現場打ちボックスカルバート		フルプレキャスト製ボックスカルバート (セグメントボックス工法)	
3000×3500		3000×3500	
剛性構造		剛性構造	
-		-	
			
21.4		24.3	
T-25		T-25	
2.2 (m)		2.5 (m)	
製品：－ 据付：10%勾配		製品：直角 据付：10%勾配	
及び支保工の設置・撤去を行い現場打ちコンクリートを打設して構築するコン		工場で作成されたプレキャスト製品を現地に搬入し、設置・接続して構築するボックスカルバートである。	
す従来型カルバートのため、慣用設計法を適用できる。		・道路土工カルバート工指針に示す従来型カルバートの適用範囲外であるので、地震動を考慮した設計計算により断面形状を決定する。 ・頂版部材と側壁部材をPC圧着にて剛結合する連結構造である。	
品質が天候の影響を受ける。	3	・二次製品であるため天候からの影響はない。	5
ツキを生じる。	3	・工場生産となり、一定の品質確保ができる。	5
	6/10		10/10
種が多い。	8	・構造物を構築するまでの施工工種が少なく施工性が高い。	10
日：3.31)	3	・概略工期：1.1ヶ月 (比率：1.00)	10
	10	・迂回路を設置で対応。	10
	21/30		30/30
関係率が高く、周辺住民に影響を与える。	3	・現場工期が短いため早期の交通開放が可能となる。	5
生ずる産業廃棄物も多くなる。	3	・現場で使用する資材が少なく、発生する産業廃棄物も少ない。	5
	6/10		10/10
11,703 (千円)	50/50	19,712 (千円)	40/50
6,035 (千円)		2,521 (千円)	
17,738 (千円)		22,233 (千円)	
(1.00)		(1.25)	
83/100		90/100	
が、場所打ちとなるため、現場での品質管理、施工性、周辺	○	経済性が場所打ち案に劣るものの、品質、施工性、周辺の環境で優位になる。施工工期が比較	◎
る。		案中最も短縮できる。	

# 過年度業務による検証

1 中型構造物 2分割 (B3.0m x H3.5m)

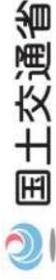
## □ VFMの評価

- ・省人化効果・安全性向上【総人工数】 Pca/現場打=0.27、削減率=73%
- ・働き方改革寄与度・安全性向上【施工日数】 Pca/現場打=0.13、削減率=87%
- ・環境負荷低減【CO2排出量】 Pca/現場打=0.40、削減率=60%

新たな評価項目・評価手法(案)による比較検討表

評価項目	評価細目	評価指標	算出区分	松浦佐々道路						備考	
				評価指標(案)の算出		VFMの算出		削減率	VFM削減率		
				Pca 数量	L=22.1m 単位	現場打 数量	L=21.4m 単位				Pca/現場打 比率
省人化効果	現場施工作業員の省人化	総人工数	総人工数	108.0人		394.3人		0.27	286.3人	73%	令和4年度国土交通省 土木工事標準費算定基準書
			標準作業量	3.6m/日		3.9m3/日		-	-	-	令和4年度 日当たり作業量
働き方改革寄与度	工程の短縮	施工日数	施工日数	6.1日		48.4日		0.13	42.3日	87%	
			総人工数	108.0人		394.3人		0.27	286.3人	73%	令和4年度国土交通省 土木工事標準費算定基準書
安全性向上	労働者の災害リスク	施工日数	標準作業量	3.6m/日		3.9m3/日		-	-	-	令和4年度 日当たり作業量
			施工日数	6.1日		48.4日		0.13	42.3日	87%	
環境負荷低減	コンクリートの使用量	Co2排出量	コンクリート量	111.4 m3		188.7 m3		0.59	77.3 m3	41%	設計資料
			原単位	238.25 kg-CO2/m <sup>3</sup>		360.91 kg-CO2/m <sup>3</sup>		-	-	-	H24国総研資料
			CO2排出量	27,000 kg-CO2		68,000 kg-CO2		0.40	41,000 kg-CO2	60%	

# 過年度業務による検証



1 中型構造物 2分割 (B3.0m x H3.5m)

## 新たな評価項目による工法比較検討

設計時(定性・定量評価)からVFMの評価(定量評価)により、現場打ち工法の点数が**21点減少**  
 プレキャスト工法:現場打ち工法 = 設計時 90点:83点 → VFM比較 90点:62点

設計時の比較検討表

評価項目	評価指標	配点	Pca		現場打 数量	現場打 単位	評価		備考
			数量	比率			点数	比率	
経済性(本体、交通規制)	工事費	50	22,233	1.00	17,738	式	40	0.80	50
品質・出来形管理(天候の影響)		5	-	-	-	-	5	-	3
品質・出来形管理(品質管理)		5	-	-	-	-	5	-	3
施工性(施工難易度)		10	-	-	-	-	10	-	8
施工性(施工工期)	施工月数	10	1.1	0.26	4.3	ヶ月	10	1.00	3
施工性(現場交通)		10	-	-	-	-	10	-	10
環境(周辺環境への影響)		5	-	-	-	-	5	-	3
環境(産業廃棄物)		5	-	-	-	-	5	-	3
評価点合計		100					90		83

VFMの評価項目による比較検討表

評価項目	評価指標	配点	Pca		現場打 数量	現場打 単位	評価		備考
			数量	比率			点数	比率	
経済性	工事費	50	22,233	1.00	17,738	千円	40	0.80	50 元設計資料による
省人化効果・安全性向上	総人工数	20	108	0.27	394	人	20	1.00	5
働き方改革寄与度・安全性向上	施工日数	20	6	0.13	48	日	20	1.00	3
環境負荷低減	Co2排出量	10	27	0.40	68	t-Co2	10	1.00	4
評価点合計		100					90		62

案例 2

# 過年度業務による検証

## 2 大型構造物 2分割 (B 4.0m × H 4.0m)

### □ 過年度の設計業務実績 (参考)

過年度の設計

#### 【評価項目】

・経済性

工事費: PCa/現場打 = 1.27  
(※、設計費も含む)

・構造的性、施工性、品質、安全性、その他

工期: PCa/現場打 = 0.25

総労働者数:

PCa/現場打 = 0.17

#### 【評価手法】

#### 配点方式

(合計100点、経済性50点)

・定量評価(経済性、工期、総労働者数)

・定性評価(その他の項目)

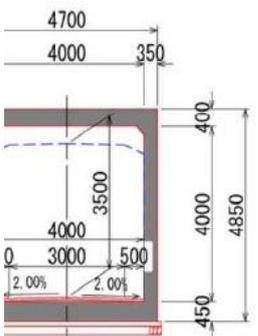
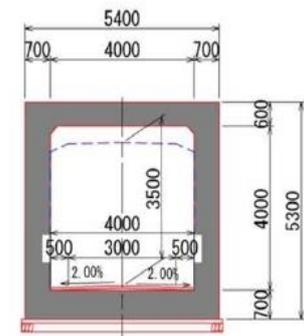
**総合的評価よりPCa採用**

構造形式	プレ
内空断面	B
BOX 延長	
断面図	
経済性 (60点)	概算工事費 + 詳細設計費 (千円) 概算工事費: 24,600 詳細設計費: 950 合計: 25,550
構造的性 (15点)	<input type="checkbox"/> 耐久性 工場施工で密実なコンクリートによる鉄筋の腐食等が発生し
施工性 (15点) 全体工期 (10点) 省人化 (5点)	<input type="checkbox"/> 供用までの全体工期 (10点) ・本体の据付、連結、目地工程  <input type="checkbox"/> 熟練工の省人化 (5点) 工場施工のため、鉄筋工や型
品質 (10点)	<input type="checkbox"/> 施工・品質管理の難易 工場で品質管理するため、
施工時の安全性 (5点)	<input type="checkbox"/> 総労働者数: 83人 (75~ 総労働者数が少ないため、事
その他 (5点)	<input type="checkbox"/> 施工時期の制約 施工期間が短く、冬期施工も縮が求められた場合でも、比較
評価	



### 計業務によるプレキャスト採用実績の比較検討表

ボックス本体比較検討一覧表

キャストボックスカルバート			場所打ちボックスカルバート
4.00 × H4.00			B4.00 × H4.00
1スパン:L=45.0m			1スパン:L=45.0m
			
	▲ (37)	概算工事費：17,800 詳細設計費：2,350 合計：20,150 (1.00)	○ (50)
下構造物となるため、水が起因する劣化（凍害に くい。 ：約15日（1.00） 度のため、場所打ちに比べ施工期間が短い	○ (15)	<input type="checkbox"/> 耐久性 プレキャストに比べ、コンクリートの密実性が悪い ため、水が起因する劣化（凍害による鉄筋の腐食等）が発生しやすい	▲ (8)
砕工等の熟練工が不要であり省人化が図れる	○ (15)	<input type="checkbox"/> 供用までの全体工期（3点）：約60日（4.00） ・足場・支保工設置・撤去、鉄筋組立や型枠設置・撤去、コンクリート養生等多工種に渡るため施工期間が長い <input type="checkbox"/> 熟練工の省人化（3点） 現場施工のため、鉄筋工や型枠工等の熟練工が必要であり省人化は図れない	▲ (6)
品質管理が容易 90人（1.00） 発生リスクは場所打ちに比べ低い。	○ (10)	<input type="checkbox"/> 施工・品質管理の難易 現場のため気象条件等によっては品質管理が困難	▲ (5)
	○ (5)	<input type="checkbox"/> 総労働者数：498人（6.00） 総労働者数が多いため、事故発生リスクが高い。	▲ (1)
可能なため、協議等の遅延により施工期間の短 的容易に対応することが可能	○ (5)	<input type="checkbox"/> 施工時期の制約 施工期間が長く、冬期施工の場合は品質管理が難しいため、協議等の遅延により施工期間の短縮が求められた場合には、対応が困難	▲ (3)
○ (87点)			△ (73点)

# 過年度業務による検証



2 大型構造物 2分割 (B4.0m x H4.0m)

## □ VFMの評価

- ・省人化効果・安全性向上【総人工数】 Pca/現場打=0.11、削減率=89%
- ・働き方改革寄与度・安全性向上【施工日数】 Pca/現場打=0.15、削減率=85%
- ・環境負荷低減【CO2排出量】 Pca/現場打=0.35、削減率=65%

新たな評価項目・評価手法(案)による比較検討表

評価項目	評価細目	評価指標	算出区分	朝日温海道路						備考
				評価指標(案)の算出		VFMの算出		削減率	備	
				Pca 数量	L=45.0m 単位	現場打 数量	L=45.0m 単位			
省人化効果	現場施工作業員の省人化	総人工数	総人工数	97.9人	930.4人	0.11	832.5人	89%	令和4年度国土交通省土木標準準拠算基準書	
働き方改革寄与度	工程の短縮	施工日数	標準作業量	3.6m/日	6.5m3/日	-	-	-	令和4年度	日当たり作業量
			施工日数	13.0日	88.0日	0.15	75.0日	85%		
安全性向上	労働者の災害リスク	施工日数	総人工数	97.9人	930.4人	0.11	832.5人	89%	令和4年度国土交通省土木標準準拠算基準書	
			標準作業量	3.6m/日	6.5m3/日	-	-	-	-	令和4年度
環境負荷低減	コンクリートの使用量	Co2排出量	施工日数	13.0日	88.0日	0.15	75.0日	85%		
			コンクリート量	305.8m3	572.0m3	0.53	266.2m3	47%	設計資料	
			原単位	238.25kg-CO2/m <sup>3</sup>	360.91kg-CO2/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	H24国総研資料
		CO2排出量	CO2排出量	73,000kg-CO2	206,000kg-CO2	0.35	133,000kg-CO2	65%		

# 過年度業務による検証



2 大型構造物 2分割 (B4.0m x H4.0m)

## □ 新たな評価項目による工法比較検討

設計時(定性・定量評価)からVFMの評価(定量評価)により、現場打ち工法の点数が**14点減少**  
 プレキャスト工法:現場打ち工法 = 設計時 87点:73点 → VFM比較 90点:59点

設計時の比較検討表 (PCa+3点)

評価項目	評価指標	配点	Pca		現場打 数量	単位	評価 点数		備考
			数量	単位			比率	比率	
経済性 (本体工事費、設計費)	工事費	50	25,550	千円	20,150	千円	0.79	50	
構造的性 (耐久性)		15	-	-	-	-	-	8	
施工性 (供用開始までの工期)	施工日数	10	15	日	60	日	1.00	3	
施工性 (省人化)		5	-	-	-	-	-	3	
品質 (施工・品質管理の難易)		10	-	-	-	-	-	5	
安全性 (総労働者数)	総人工数	5	83	人	498	人	1.00	1	
その他 (施工時期の制約)		5	-	-	-	-	-	3	
評価点合計		100						87	73

VFMの評価項目による比較検討表

評価項目	評価指標	配点	Pca		現場打 数量	単位	評価 点数		備考
			数量	単位			比率	比率	
経済性	工事費	50	25,550	千円	20,150	千円	0.79	50	元設計資料による
省人化効果・安全性向上	総人工数	20	98	人	930	人	1.00	2	元設計資料による
働き方改革寄与度・安全性向上	施工日数	20	13	日	88	日	1.00	3	元設計資料による
環境負荷低減	Co2排出量	10	73	t-Co2	206	t-Co2	1.00	4	
評価点合計		100						90	59

案例 3

# 過年度業務による検証

## 3 大型構造物 4分割 (B 4.5m × H 4.0m)

### □ 過年度の設計業務実績 (参考)

#### 【評価項目】

- ・経済性  
工事費：  
PCa/現場打 = 1.62
- ・工期  
PCa/現場打 = 0.55
- ・施工性、品質、安全性、環境

#### 【評価手法】

#### 配点方式

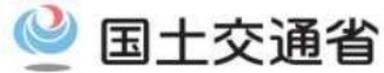
(合計100点、経済性50点)

- ・定量評価(経済性、工期)
- ・定性評価(その他の項目)

#### 総合的評価よりPCa採用

### 過年度の設計

工法名	内空箱
形状寸法	現場にて型枠設置、鉄筋組
工法概要	
計画断面図	
設計条件	鉄筋コンク
経済性 (50点)	工種
	コンクリート
	鉄筋
	床版
	増設し
	残土
	本体・土工合計
	諸経費
交通管理費	
施工工期 (10点)	
施工性 (10点)	施工ヤード 用地内であり、広 及び進入経路 鉄筋組立 施工の省力化 ストより れやすく
品質 (10点)	構造性 現場での 維持管理 完成後 も発生す
安全性 (10点)	施工時の安全性 他案に比 較して
環境 (10点)	車両通行 他案に比 較して 建設産業廃棄物 現場で
総合評価	・プレキャストボックスカ リ、種環境で劣る。よって



### 計業務によるプレキャスト採用実績の比較検討表

第1案：場所打ちボックスカルバート				第2案：プレキャストボックスカルバート（4分割）																																																																																																												
4.50 × 内空高 4.00 × 総延長 L= 63.2 m				内空幅 4.50 × 内空高 4.00 × 総延長 L= 63.2 m																																																																																																												
立、コンクリート打設等を行い、カルバートを構築する従来工法				工場製作されたプレキャスト部材を現場にて組み立て、カルバートを構築する工法（フルプレキャスト：4分割）																																																																																																												
<table border="1"> <tr><th>規格</th><th>単位</th><th>数量</th><th>金額</th></tr> <tr><td>ødk=24N/mm<sup>2</sup></td><td>式</td><td>1</td><td>40,607,000</td></tr> <tr><td>SD345, 加工組立含み</td><td>式</td><td>1</td><td>18,015,000</td></tr> <tr><td>土砂</td><td>式</td><td>1</td><td>318,000</td></tr> <tr><td>土砂</td><td>式</td><td>1</td><td>903,000</td></tr> <tr><td>土砂</td><td>式</td><td>1</td><td>671,000</td></tr> <tr><td colspan="4">60,514,000</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>60%</td><td>36,308,000</td></tr> <tr><td>12,000 円/日・3人</td><td>人</td><td>636</td><td>7,632,000</td></tr> <tr><td colspan="4">104,454,000</td></tr> </table>				規格	単位	数量	金額	ødk=24N/mm <sup>2</sup>	式	1	40,607,000	SD345, 加工組立含み	式	1	18,015,000	土砂	式	1	318,000	土砂	式	1	903,000	土砂	式	1	671,000	60,514,000						60%	36,308,000	12,000 円/日・3人	人	636	7,632,000	104,454,000				<table border="1"> <tr><th>工種</th><th>規格</th><th>単位</th><th>数量</th><th>金額</th></tr> <tr><td>基礎工</td><td>基礎砕石、基礎コンクリート</td><td>式</td><td>1</td><td>3,055,000</td></tr> <tr><td>本体製作工</td><td></td><td>式</td><td>1</td><td>71,127,000</td></tr> <tr><td>本体部材工</td><td>据付工、上下連絡工、継ぎ継工</td><td>式</td><td>1</td><td>17,705,000</td></tr> <tr><td>防水工</td><td>外周地、内周地、シート防水</td><td>式</td><td>1</td><td>6,787,000</td></tr> <tr><td>仮設工</td><td>足場工</td><td>式</td><td>1</td><td>2,629,000</td></tr> <tr><td>仮設</td><td>土砂</td><td>式</td><td>1</td><td>318,000</td></tr> <tr><td>保固し</td><td>土砂</td><td>式</td><td>1</td><td>903,000</td></tr> <tr><td>保土</td><td>土砂</td><td>式</td><td>1</td><td>671,000</td></tr> <tr><td colspan="5">103,195,000</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>60%</td><td></td><td>61,917,000</td></tr> <tr><td>12,000 円/日・3人</td><td>人</td><td>351</td><td></td><td>4,212,000</td></tr> <tr><td colspan="5">169,324,000</td></tr> </table>				工種	規格	単位	数量	金額	基礎工	基礎砕石、基礎コンクリート	式	1	3,055,000	本体製作工		式	1	71,127,000	本体部材工	据付工、上下連絡工、継ぎ継工	式	1	17,705,000	防水工	外周地、内周地、シート防水	式	1	6,787,000	仮設工	足場工	式	1	2,629,000	仮設	土砂	式	1	318,000	保固し	土砂	式	1	903,000	保土	土砂	式	1	671,000	103,195,000							60%		61,917,000	12,000 円/日・3人	人	351		4,212,000	169,324,000				
規格	単位	数量	金額																																																																																																													
ødk=24N/mm <sup>2</sup>	式	1	40,607,000																																																																																																													
SD345, 加工組立含み	式	1	18,015,000																																																																																																													
土砂	式	1	318,000																																																																																																													
土砂	式	1	903,000																																																																																																													
土砂	式	1	671,000																																																																																																													
60,514,000																																																																																																																
		60%	36,308,000																																																																																																													
12,000 円/日・3人	人	636	7,632,000																																																																																																													
104,454,000																																																																																																																
工種	規格	単位	数量	金額																																																																																																												
基礎工	基礎砕石、基礎コンクリート	式	1	3,055,000																																																																																																												
本体製作工		式	1	71,127,000																																																																																																												
本体部材工	据付工、上下連絡工、継ぎ継工	式	1	17,705,000																																																																																																												
防水工	外周地、内周地、シート防水	式	1	6,787,000																																																																																																												
仮設工	足場工	式	1	2,629,000																																																																																																												
仮設	土砂	式	1	318,000																																																																																																												
保固し	土砂	式	1	903,000																																																																																																												
保土	土砂	式	1	671,000																																																																																																												
103,195,000																																																																																																																
		60%		61,917,000																																																																																																												
12,000 円/日・3人	人	351		4,212,000																																																																																																												
169,324,000																																																																																																																
<table border="1"> <tr><th>本体・仮設・土工費</th><th>比率</th><th>日/式</th></tr> <tr><td>212</td><td>1.00</td><td>6</td></tr> </table>				本体・仮設・土工費	比率	日/式	212	1.00	6	<table border="1"> <tr><th>本体・仮設・土工費</th><th>比率</th><th>日/式</th></tr> <tr><td>117</td><td>1.62</td><td>10</td></tr> </table>				本体・仮設・土工費	比率	日/式	117	1.62	10																																																																																													
本体・仮設・土工費	比率	日/式																																																																																																														
212	1.00	6																																																																																																														
本体・仮設・土工費	比率	日/式																																																																																																														
117	1.62	10																																																																																																														
<p>2の作業となるが、鉄筋運搬、コンクリート打設作業が主であり、必要な作業ヤードが必要である。</p> <p>1やコンクリート打設及び養生期間に時間を要するため、プレキャストも施工工期が長期化が必要である。作業工程が気象条件に影響され、施工工程も多い。</p>				<p>部材の大きく分割製品のためトラック運搬となるが、運搬後すぐにクレーンにて設置するため、広範囲な作業ヤードは必要ない。</p> <p>プレキャストのため、第1案に比べて施工の省力化が図れる。</p>																																																																																																												
<p>コンクリート打設時の温度管理作業が重要であり、工業製品に品質の信頼性に懸念が残る。</p>				<p>品質性 全ての部材が工場製作のため、品質の信頼性が現場打ちである第1案に比べて高い。</p>																																																																																																												
<p>初期ひび割れ等が発生する懸念があり、必要に応じて補修作業の可能性がある。</p>				<p>維持管理 主要部材は工場製品でひび割れが発生する懸念は少なく、完成後の維持管理の容易性にも優れる。</p>																																																																																																												
<p>体系的な施工期間が長く、足場上での作業期間が長いため、労働災害リスクが高くなる。</p>				<p>施工時の安全性 第1案に比べ施工期間が短く、足場上での作業期間も短く、転落等の労働災害リスクは第1案に比べ低減できる。</p>																																																																																																												
<p>全ての施工期間が長い。資材の運搬車両が多く、周辺環境への騒音の影響が長期にわたる。</p>				<p>車両通行 第1案に比べて施工期間が短く工場製品のため、運搬車両の台数が第1案に比べて少ないので周辺環境への大きな影響は発生しない。</p>																																																																																																												
<p>発生する産業廃棄物が比較的多い。</p>				<p>建設産業廃棄物 現場で発生する産業廃棄物は比較的少ない。</p>																																																																																																												
<p>ルパートである第2案、第3案に対し経済性が優れるものの、施工工期や維持管理、総合評価としては一番低い結果である。</p>				<p>現場打ちボックスカルバート案に対し、施工工期や維持管理、環境面に優れる。第2案と比較すると、施工工期、施工性で有利であり、経済性を含めた総合評価でも有利である。</p>																																																																																																												
<p>△ 75</p>				<p>⊙ 81</p>																																																																																																												

# 過年度業務による検証

3 大型構造物 4分割 (B4.5m x H4.0m)

## □ VFMの評価

- ・省人化効果・安全性向上【総人工数】 Pca/現場打=0.12、削減率=88%
- ・働き方改革寄与度・安全性向上【施工日数】 Pca/現場打=0.18、削減率=82%
- ・環境負荷低減【CO2排出量】 Pca/現場打=0.53、削減率=47%

新たな評価項目・評価手法(案)による比較検討表

評価項目	評価細目	評価指標	算出区分	阿久根川内道路						備考	
				評価指標(案)の算出		VFMの算出		削減率	VFM削減率		
				Pca 数量	単位	現場打 数量	単位				Pca/現場打 比率
省人化効果	現場施工作业員の省人化	総人工数	総人工数	212.1人		1,738.5人		0.12	1,526.4人	88%	令和4年度国土交通省 土木工事標準費算定基準書
				2.6m/日		6.5m3/日		-	-	-	令和4年度 日当たり作業量
働き方改革寄与度	工程の短縮	施工日数	施工日数	24.3日		135.6日		0.18	111.3日	82%	
				212.1人		1,738.5人		0.12	1,526.4人	88%	令和4年度国土交通省 土木工事標準費算定基準書
安全性向上	労働者の災害リスク	施工日数	施工日数	2.6m/日		6.5m3/日		-	-	-	令和4年度 日当たり作業量
				24.3日		135.6日		0.18	111.3日	82%	
環境負荷低減	コンクリートの使用量	Co2排出量	コンクリート量	699.6m3		881.6m3		0.79	182.0m3	21%	設計資料
				238.25kg-CO2/m <sup>3</sup>		360.91kg-CO2/m <sup>3</sup>		-	-	-	H24国総研資料
				167,000kg-CO2		318,000kg-CO2		0.53	151,000kg-CO2	47%	

# 過年度業務による検証



3 大型構造物 4分割 (B4.5m x H4.0m)

## □ 新たな評価項目による工法比較検討

設計時(定性・定量評価)からVFMの評価(定量評価)により、現場打ち工法の点数が**14点減少**  
 プレキャスト工法:現場打ち工法 = 設計時 81点:75点 → **VFM比較 81点:61点**

設計時の比較検討表

評価項目	評価指標	配点	Pca		現場打 数量	単位	評価 点数		備考
			数量	単位			比率	比率	
経済性(本体、仮設、交通管理等)	工事費	50	169,324	千円	104,454	千円	0.62	50	
施工工期(準備工、後片付け含まない)	施工日数	10	117	日/式	212	日/式	1.00	6	
施工性(施工ヤード)		5	-	-	-	-	-	5	
施工性(省人化)		5	-	-	-	-	-	1	
品質(構造性)		5	-	-	-	-	-	3	
品質(維持管理)		5	-	-	-	-	-	3	
安全性(施工時の安全性)		10	-	-	-	-	-	5	
環境(車両通行)		5	-	-	-	-	-	1	
環境(産業廃棄物)		5	-	-	-	-	-	1	
評価点合計		100						81	75

VFMの評価項目による比較検討表

評価項目	評価指標	配点	Pca		現場打 数量	単位	評価 点数		備考
			数量	単位			比率	比率	
経済性	工事費	50	169,324	千円	104,454	千円	0.62	50	元設計資料による
省人化効果・安全性向上	総人工数	20	212	人	1,739	人	1.00	2	
働き方改革寄与度・安全性向上	施工日数	20	24	日	136	日	1.00	4	
環境負荷低減	Co2排出量	10	167	t-Co2	318	t-Co2	1.00	5	
評価点合計		100						81	61

案例 4

# 過年度業務による検証

## 4 中型構造物 一体型 (B 2.0m × H 2.5m)

### □ 過年度の設計業務実績 (参考)

#### 【評価項目】

- ・経済性  
工事費: PCa/現場打 = 0.78  
(※工期短縮効果を含む)

- ・施工性、函渠工の条件  
(工期、安全、品質、運搬、基礎、ウイング、床掘など)

#### 【評価手法】

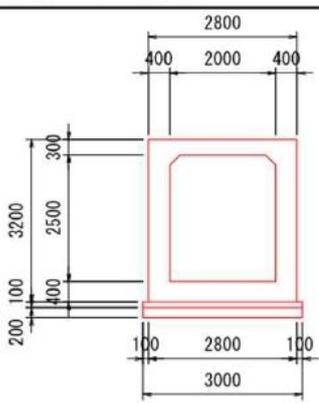
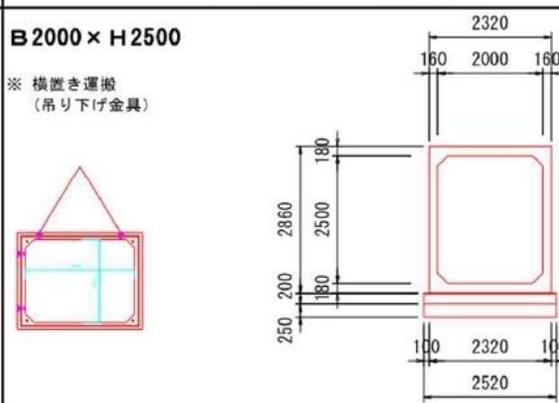
- ・定性評価 (○△)

**総合的評価よりPCa採用**

### 過年度の設計

	第1案:	
工法	従来の	
断面図	B2000 × H2500	
	断面条件	背面土 建築限界
施工条件	クレーン車、ポンプ車、	
経済性	【当初計画】	
	※工期短縮効果 3	
施工性	工期	現場打ちのため
	安全	施工上の制約
	品質	現場打ちである
	運搬	現場打ちである
函渠工の条件	基礎	直接基礎となる
	ウイング	現場打ちのウイング (一連での施工)
	床掘	函渠形状が大
採用可否	プレキャスト 工期短縮効果	

### 計業務によるプレキャスト採用実績の比較検討表

現場打ち函渠 [当初計画]		第3案：プレキャスト函渠	
鉄筋、型枠による現場施工		プレキャスト構造（二次製品）	
 <p>2800 400 2000 400 300 3200 2500 400 200 100 100 2800 100 3000</p>		 <p>B 2000 × H 2500 ※ 横置き運搬 (吊り下げ金具) 2320 160 2000 160 180 2860 2500 180 250 200 100 2320 100 2520</p>	
$\gamma=20\text{kN/m}^3 \quad \phi=35^\circ$		背面土	$\gamma=20\text{kN/m}^3 \quad \phi=35^\circ$
H=2.5m確保		建築限界	H=2.5m確保
コンクリート運搬車などの大型車両の出入が必要		クレーン車(据付用)、製品運搬車(トラック)などの大型車両の出入りが必要 横置き運搬に伴って、吊り下げ金具の加工費が必要(縦置き製品+加工費)	
412,000 円 /m 1.00		323,300 円 /m 0.78	
<small>工事費用に土工・仮設は含まない。  <small>前 (560万円÷42m≒13.3万円/m) を加算する。</small></small>		<small>※工事費用に土工・仮設は含まない。  <small>※吊り下げ金具の加工費を加算する。(加工費：1.75万円/m)</small></small>	
位	(1.27) △	1位	(1.00) ○
め工期が長くなる。(約6ヶ月)	△	工期	工場製品のため工期が短くできる。(約1ヶ月) ○
はない。	○	安全	運搬車両通行の支障はない。 ○
るが、品質に問題はない。	○	品質	工場製品のため、品質に特に問題ない。 ○
るため、函渠工の運搬は生じない。	○	運搬	横置き運搬を行う事で、JR桁下をトラックで通行可能。 (トラックは運搬が可能で効率的に運搬可能) ○
る。	○	基礎	直接基礎となる。 ○
ィング構造となる。 工となる)	○	ウィング	プレキャスト断面が大きくウィングは別構造物となる。 (両側に直搬壁を設置するため、工種が増える) △
きくなり、床堀規模が若干、大きくなる。	△	床堀	二次製品のため床堀規模が小さくなる。 ○
トに比べて工期が長くなる 額を加算すると経済性に劣る		最も経済性に優れる ○	

# 過年度業務による検証

4 中型構造物 一体型 (B2.0m x H2.5m)

## □ VFMの評価

- ・省人化効果・安全性向上【総人工数】 PCa/現場打=0.14、削減率=86%
- ・働き方改革寄与度・安全性向上【施工日数】 PCa/現場打=0.11、削減率=89%
- ・環境負荷低減【CO2排出量】 PCa/現場打=0.15、削減率=85%

新たな評価項目・評価手法(案)による比較検討表

評価項目	評価細目	評価指標	算出区分	木と防災測量設計						備考
				評価指標(案)の算出		VFMの算出		削減率	備考	
				Pca 数量	現場打 L=42.1m 数量	比率 Pca/現場打	削減量 数量			
省人化効果	現場施工作業員の省人化	総人工数	総人工数	48.3人	348.4人	0.14	300.1人	86%	令和4年度国土交通省土木工事標準管理基準書	
働き方改革寄与度	工程の短縮	施工日数	標準作業量	8.0m/日	3.5m3/日	-	-	-	令和4年度 日当たり作業量	
			施工日数	5.3日	48.1日	0.11	42.9日	89%		
安全性向上	労働者の災害リスク	総人工数	総人工数	48.3人	348.4人	0.14	300.1人	86%	令和4年度国土交通省土木工事標準管理基準書	
			施工日数	8.0m/日	3.5m3/日	-	-	-	令和4年度 日当たり作業量	
環境負荷低減	コンクリートの使用量	CO2排出量	コンクリート量	36.1m3	168.4m3	0.21	132.3m3	79%	設計資料	
			原単位	238.25kg-CO2/m3	360.91kg-CO2/m3	-	-	-	H24国総研資料	
			CO2排出量	9,000kg-CO2	61,000kg-CO2	0.15	52,000kg-CO2	85%		

# 過年度業務による検証



4 中型構造物 一体型 (B 2.0 m × H 2.5 m)

## 新たな評価項目による工法比較検討

設計時(定性評価)からVFMの評価(定量評価)により、**選定理由の明確化**  
 プレキャスト工法:現場打ち工法 = 設計時 ○:△ → **VFM比較 100点:46点**

設計時の比較検討表

評価項目	評価指標	配点	Pca			現場打			評価 点数	備考
			数量	単位	比率	数量	単位	比率		
経済性(本体)	工事費	-	13,611	千円	0.78	17,345	千円	1.00	△	土工は含まない
施工性(工期)	施工月数	-	1	ヶ月	0.17	6	ヶ月	1.00	△	
施工性(安全)		-	-	-	-	-	-	-	○	
施工性(品質)		-	-	-	-	-	-	-	○	
施工性(運搬)		-	-	-	-	-	-	-	○	
函渠工の条件(基礎)		-	-	-	-	-	-	-	○	
函渠工の条件(ウイング)		-	-	-	-	-	-	-	○	
函渠工の条件(床掘)		-	-	-	-	-	-	-	○	
評価点合計									○	

VFMの評価項目による比較検討表

評価項目	評価指標	配点	Pca			現場打			評価 点数	備考
			数量	単位	比率	数量	単位	比率		
経済性	工事費	50	13,611	千円	0.78	17,345	千円	1.00	39	元設計資料による
省人化効果・安全性向上	総人工数	20	48	人	0.14	348	人	1.00	3	
働き方改革寄与度・安全性向上	施工日数	20	5	日	0.10	48	日	1.00	2	
環境負荷低減	Co2排出量	10	9	t-Co2	0.15	61	t-Co2	1.00	2	
評価点合計		100							100	46

事例5

# 過年度業務による検証

## 5 中型構造物 一体型 (B 2.5m × H 2.3m)

### □ 過年度の設計業務実績 (参考)

#### 【評価項目】

・経済性

本体工事費:

PCa/現場打 = 1.25

付帯工事、設計費も含む:

PCa/現場打 = 0.98

・工期: PCa/現場打 = 0.31

・特性評価

(構造的性、施工性、維持管理性、環境性など)

#### 【評価手法】

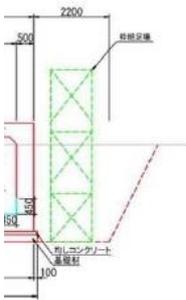
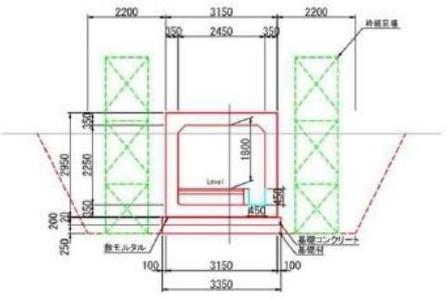
・定性評価 (◎○△)

### 総合的評価よりPCa採用

### 過年度の設計

比較案		第1案 現場打ち	
構造諸元	構造寸法	内空幅: 2.45m × 内空	
	基本構造	鉄筋コンクリート	
	材料強度	σ <sub>ck</sub> =	
断面図			
工法概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>現場にて鉄筋、型枠、コンクリート打設を行い、ボックス方向に1箇所伸縮目地を設け、伸縮目地部には段落ち</li> </ul>		
概算工事費	本体工事	工種	数量
		図架工	65.7
		土工 (密削)	1.0
		換土盛埋工	1.0
		足場工 (枠組足場)	412.0
	小計		
	付帯工事	水管工 (水路付替工)	1.0 式 (7.7)
		置換工	7.1
		小計	
		設計費	
ボックス設計		1.0	
温度応力解析	1.0		
小計			
合計			
現場工期	比率: 1.02		
最大設計反力	比率: 3.19		
特性評価	付帯工事		
	構造的性	<ul style="list-style-type: none"> <li>全てが現場製作のため品費は第2案に比べて劣る。</li> <li>強度が第2案と比較して低いため変形に対する性能は第2案に比</li> </ul>	
	施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>現場にて型枠・打設を行うため熟練工が必要である。</li> <li>全て現場作業であり工程が天候に左右される。</li> <li>温度ひび割れに留意した施工が必要である。</li> </ul>	
	維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート強度が第2案に比べ低いため、継続的な維持管理が</li> </ul>	
総合評価 (100点)	環境性	<ul style="list-style-type: none"> <li>型枠等の産業廃棄物がプレキャストより多い。</li> <li>工期が長い工事車両の内燃機関運転期間が長く、大気への塵</li> <li>水路切替の期間が長く、ゲリラ豪雨による水路処置等のリスク</li> </ul>	
	総合的評価	<p>経済性及び特性評価4項目の全てにおいて第2案に比 用水路の付替えが目的であるため、非かんがい期(6力 る。そのため異常気象など天候に左右される現場施工 た、仮設水路など工事期間が長い場合は、周辺への影 しない。</p>	

### 計業務によるプレキャスト採用実績の比較検討表

ボックスカルバート		第2案 プレキャストボックスカルバート					
[高: 2.25m × 総延長: 65.4m		内空幅: 2.45m × 内空高: 2.25m × 総延長: 66.0m					
ト構造 (RC構造)		鉄筋コンクリート構造 (RC構造) (QS-150009-VE)					
24N/mm <sup>2</sup>		σ <sub>ck</sub> =35N/mm <sup>2</sup>					
							
ボックスカルバートを構築する従来工法である。防止柵を設置する。		工場で製作されたボックスカルバートを現場へ運搬し、設置する工法である。 ・縦断方向はPC鋼棒で一体化する。					
	単価	工事費	工種	数量	単価	工事費	
本体工事	1 m	374 千円	24,460 千円	図案工 (部付含む)	66.0 m	494 千円	32,584 千円
	1 式	2,180 千円	2,180 千円	土工	1.0 式	2,190 千円	2,190 千円
	1 式	3,184 千円	3,184 千円	積土処理工	1.0 式	2,961 千円	2,961 千円
	掛m <sup>2</sup>	3.7 千円	1,510 千円	足場工 (枠組足場)	389.0 掛m <sup>2</sup>	3.7 千円	1,426 千円
	比率1.00		31,334 千円	小計		比率1.25	39,161 千円
	1 月	9,480 千円	9,480 千円	水替工 (水路付替工)	1.0 式 (2.4ヶ月)	3,062 千円	3,062 千円
	1 m <sup>3</sup>	3.8 千円	29 千円	置換工	7.2 m <sup>3</sup>	3.8 千円	27 千円
	比率3.08		9,509 千円	小計		比率1.00	3,089 千円
	1 式	3,470 千円	3,470 千円	ボックス設計	1.0 式	2,720 千円	2,720 千円
	1 式	1,500 千円	1,500 千円	小計		比率1.00	2,720 千円
比率1.83		4,970 千円	合計		比率1.00	44,970 千円	
比率1.02		45,812 千円					
	○		比率: 1.00	・約80万円安い		◎	
	△	230 日 (7.7ヶ月)	比率: 1.00	・約6カ月短い		◎	
13.5 kN/m <sup>2</sup>				234.6 kN/m <sup>2</sup>			
		水路付替工:2カ所					
すべて劣る。	△		全ての部材が工場製作のため、高い品質を確保できる。 ・高強度のコンクリート製品であり、変形に対する性能が高い。			◎	
	△		ウイング以外はクレーンでの施工が可能であり、熟練工は不要である。 ・施工の省人化による生産性向上が図れる。 ・支保工を必要とせず沈下ひび割れの心配がない。 ・製品高さが高く、運搬に慎重を要する。			◎	
必要となる。	△		第1案に比べ全て高強度材料の材質であるため維持補修が少ない。			◎	
量がプレキャストより大きい。 がある。	△		工場にて同型枠で部材を作成するため、第1案より産業廃棄物は少ない。 ・工期が短いため工事車両の内燃機回転期間が短く、大気への影響が小さい。 ・水路切替の期間が短く、ゲリラ豪雨による水路氾濫等のリスクを軽減できる。			◎	
劣っている。また、当面渠は1月以内での施工完了が理想とな る。長い本案は不利となる。ま た、量も大きくなるため、推奨案と			経済性及び特性評価4項目の全てにおいて第1案に比べ優れている。また、現場工期が短いことから非かんがい期(6カ月)以内での施工が可能である。さらに、当面渠は工場製作の高品質及び高強度材質(NETIS製品)であるため、現場打ちに比べ維持管理面が有利となるため第1案より優れている。以上のことから本案を推奨案とする。			推奨案	

5 中型構造物 一体型 (B 2.5 m × H 2.3 m)

ロ VFMの評価

- ・省人化効果・安全性向上【総人工数】 Pca/現場打=0.29、削減率=71%
- ・働き方改革寄与度・安全性向上【施工日数】 Pca/現場打=0.09、削減率=91%
- ・環境負荷低減【CO2排出量】 Pca/現場打=0.46、削減率=54%

新たな評価項目・評価手法(案)による比較検討表

評価項目	評価細目	評価指標	算出区分	伊万里松浦道路						備考
				評価指標(案)の算出		VFMの算出		削減率		
				Pca L=66.0m 数量 単位	現場打 L=65.4m 数量 単位	比率 Pca/現場打	削減量 数量 単位			
省人化効果	現場施工作业員の省人化	総人工数	総人工数	264.8人	903.7人	0.29	638.9人	71%	令和4年度国土交通省土木工事標準積算基準書	
	働き方改革寄与度	施工日数	標準作業量	4.0 m/日	2.0 m3/日	-	-	-	令和4年度 日当たり作業量	
安全性向上	工程の短縮	施工日数	施工日数	16.5日	176.4日	0.09	159.9日	91%		
	労働者の災害リスク	総人工数	総人工数	264.8人	903.7人	0.29	638.9人	71%	令和4年度国土交通省土木工事標準積算基準書	
環境負荷低減	コンクリートの使用量	CO2排出量	標準作業量	4.0 m/日	2.0 m3/日	-	-	-	令和4年度 日当たり作業量	
			施工日数	16.5日	176.400日	0.09	159.9日	91%		
			コンクリート量	249.5 m3	352.8 m3	0.71	103.3 m3	29%	設計資料	
			原単位	238.25 kg-CO2/m <sup>3</sup>	360.91 kg-CO2/m <sup>3</sup>	-	-	-	H24国総研資料	
			CO2排出量	59,000 kg-CO2	127,000 kg-CO2	0.46	68,000 kg-CO2	54%		

## 過年度業務による検証

5 中型構造物 一体型 (B 2.5 m × H 2.3 m)

### □ 新たな評価項目による工法比較検討

設計時(定性評価)からVFMの評価(定量評価)により、**選定理由の明確化**  
 プレキャスト工法:現場打ち工法 = 設計時 ○:△ → **VFM比較 100点:62点**

設計時の比較検討表

評価項目	評価指標	配点	Pca			評価 点数	現場打			評価 点数	備 考
			数量	単位	比率		数量	単位	比率		
経済性(本体工事、付帯工事、設計費)	工事費	-	44,970	千円	0.98	◎	45,813	千円	1.00	○	
現場工期	施工日数	-	72	日	0.31	◎	230	日	1.00	△	
付帯工事		-	2	箇所	-	-	2	箇所	-	-	水路付替え工
構造性		-	-	-	-	◎	-	-	-	△	
維持管理性		-	-	-	-	◎	-	-	-	△	
環境性		-	-	-	-	◎	-	-	-	△	
評価点合計						○					

VFMの評価項目による比較検討表

評価項目	評価指標	配点	Pca			評価 点数	現場打			評価 点数	備 考
			数量	単位	比率		数量	単位	比率		
経済性	工事費	50	44,970	千円	0.98	50	45,813	千円	1.00	49	元設計資料による
省人化効果・安全性向上	総人工数	20	265	人	0.29	20	904	人	1.00	6	
働き方改革寄与度・安全性向上	施工日数	20	17	日	0.10	20	176	日	1.00	2	
環境負荷低減	Co2排出量	10	59	t-Co2	0.46	10	127	t-Co2	1.00	5	
評価点合計		100				100				62	

(資料來源:資料 2-2 要素技術の一般化・企画の標準化の検討(全体最適の導入に関する検討、民間審査制度の活用),コンクリート生産性向上検討協議会(第 12 回・令和 5 年 2 月 9 日),日本国土交通省網站)

附錄二 日本港灣工程工法評估項目檢查表

項目	內容	應考慮的內容 (請打○)	評估項目		
1	1)有施工工期或施工時間限制？  (現有設施暫停使用、夜間施工以避免影響海上交通等)		④工期	1 直至開始提供服務之整體工期(施工期)	1 對施工過程有助益(便於整個工程全年施工)
			④工期	3 其他	
	2)遇冬季、颱風季節等海象惡劣期間，需停止或暫停施工？		④工期	1 直至開始提供服務之整體工期(施工期)	
			④工期	1 直至開始提供服務之整體工期(施工期)	1 對施工過程有助益(便於整個工程全年施工)
	3)因周邊有漁業活動，施工工期或時間有所受限？		④工期	1 直至開始提供服務之整體工期(施工期)	1 對施工過程有助益(便於整個工程全年施工)
			④工期	3 其他	
	4)因自然環境保護而有限制？		④工期	1 直至開始提供服務之整體工期(施工期)	
			④工期	1 直至開始提供服務之整體工期(施工期)	1 對使用設施的影響
	5)施工期間需配合暫停使用現有設施？		④工期	1 直至開始提供服務之整體工期(施工期)	1 對使用設施的影響
⑦對第三者的影響			2 對利用者的影響		
6)施工期間之工作船，對海上交通造成影響？		④工期	1 直至開始提供服務之整體工期(施工期)	2 對海上交通的影響	
		⑦對第三者的影響	2 對利用者的影響		
7)施工可能影響週邊漁業活動？		⑦對第三者的影響	2 對利用者的影響	3 對漁業活動的影響	
		④工期	2 施工容易性	2 對搬運路線的確保	
8)載運材料、設備、機具等車輛規格確定？		④工期	2 施工容易性	1 對工作場地的確保	
		④工期	2 施工容易性		

項目		內容	應考慮的內容 (請打○)	評估項目		
		10)施工對其他工程有影響？		④工期	1 直至開始提供服務之整體工期（施工期）	
		11)同一施工期間，不只一處有相似尺寸的預鑄工程？		⑦對第三者的影響	3 規模經濟的有無	
		12)施工討論中，因非施工方原因導致設計或發包時與施工條件產生差異？		⑥對施工的影響	4 對施工的影響	
		13)如為全年施工，可以克服過程中發生的問題？		④工期	3 其他	1 對施工過程有助益（便於整個工程全年施工）
		14)因施工噪音、振動、混濁水、鹼液等造成損失的風險？		⑦對第三者的影響	4 造成損失的風險（噪音、振動、混濁水、鹼液等）	
		15)施工有可能改變自然等，造成環境負荷？		⑦對第三者的影響	5 對環境負荷的影響（改變自然等）	
		16)潮汐帶附近有作業？		④工期	2 施工容易性	3 是否在潮汐帶附近作業
		17)有潛水作業？		④工期	2 施工容易性	4 有無潛水作業
2	補修、修繕（維護管理）	1)易於維護管理（檢查、補修/修繕）？		③確保成品樣式/品質的容易性 ⑤維護管理	1 確保長期耐久性（抑制劣化/損傷、品質的可靠性） 1 維護管理（補修/修繕）	1 不易損壞 1 容易補修/修繕
3	上部工程等的耐久性	1)需要採取防鹽害措施？		③確保成品樣式/品質的容易性	1 確保長期耐久性（抑制劣化/損傷、品質的可靠性）	2 不易發生鹽害
4	施工時期	1)需要在冬季、颱風季節等海象不佳的時期進行施工？		③確保成品樣式/品質的容易性 ④工期	2 成品樣式/品質管理的難易 1 直至開始提供服務之整體工期（施工期）	

項目		內容	應考慮的內容 (請打○)	評估項目		
				④工期	3 其他	1 對施工過程有助益(便於整個工程全年施工)
5	工作(施工)環境	1)施工時需要特別注意安全?		⑥對施工的影響	1 施工安全性(施工現場職災的發生)	
		2)施工期間需要考慮天氣及海象? (依據施工計畫研議大致明確的施工期間(高溫、高濕、颱風季節等海象))		②省人化/省力化 ⑥對施工的影響 ⑥對施工的影響	6 週休二日的可行性 2 海象條件影響施工的不確實度 3 高溫造成施工的不確實度	
		3)施工過程中有滿潮、巨浪、海嘯等天災造成損壞的風險?		⑥對施工的影響	5 天然災害的風險(滿潮、巨浪、海嘯)	
		4)技術工作的省人化/省力化?		②省人化/省力化	1 技術工作(模板工、鋼筋工等)之省人化	
		5)從設計到完工期間,有助於工作環境改善(確保週休2日、節省人力)?		②省人化/省力化 ②省人化/省力化 ②省人化/省力化 ②省人化/省力化	2 勞動力(勞動人數)之省力化 3 減少設計所需的勞力 4 設計/工程發包效率化 5 減少工程文件、提高管理效率	
6	市場性	1)現有模板無法利用?		③確保成品樣式/品質的容易性	2 成品樣式/品質管理的難易	
		2)預鑄件在工地附近無法生產,需從其他地區調配?		⑦對第三者的影響	1 對地方的貢獻	
		3)當地業者可以支應?		⑦對第三者的影響	1 對地方的貢獻	

(資料來源:譯自日本國土交通省港灣局「港灣工事におけるプレキャスト工法導入検討マニュアル(試行版)」,令和5年7月)



### 附錄三 日本港灣工程工法評估觀點

評估項目 (大項)	評估項目 (細項)	評估觀點
①費用 (成本縮減)	1 詳細設計費	<ul style="list-style-type: none"> <li>由於預鑄工法和場鑄工法之詳細設計差異很大，因此尚需將詳細設計費之經濟性加以評估。</li> <li>詳細設計費用考慮項目舉例如下所示。                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a)場鑄工法：配筋計算、編製詳細設計圖(剖面圖、配筋圖等)</li> </ul> </li> </ul>
	2 工程建設費(○○工程等+假設工程等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>若施工時期明確，則依照相對應之施工時期計入施工(材料)費用。 例)冬季：低溫時期施工的混凝土、夏季：高溫時期施工的混凝土</li> <li>採用預鑄工法時，若無法現有模板可使用，則需考慮新模板的製作費。</li> <li>因應工種的船舶損耗費。</li> <li>如需要從外地運送，則需計入由外地運送之搬運費。</li> <li>間接工程費，特別是以直接工程費乘上不同比率計算而得者。</li> <li>隨工期或施工時期而有費用變化之工種(使用租賃材料的假設工程等)，則需特別考量工期並計入該項費用。</li> </ul>
	1-1○○工程費 1-2 間接工程費、各項經費 (共通假設費、工地管理費、一般管理費)  2 假設工程費 ◇模板等材料存放區 ◇工作場地整理維護費 ◇鷹架工程 ◇臨時棧橋碼頭工程 等	
3 維護管理費	完工後提供服務的期間所產生之維護費用。	
②省人化/ 省力化  (有助於解決人才短缺、有助於改革工作方式)	1 技術工作(模板工、鋼筋工、潛水人員)的省人化	<ul style="list-style-type: none"> <li>評估有短缺可能之技術省人化。</li> <li>a)場鑄工法：需要技工、b)預製工法：不需技工</li> </ul>
	2 勞力(工人數)的省力化	<ul style="list-style-type: none"> <li>因應工人數量減少和勞動力老化，對於工程之製作至完工期間，相關之工人總數之省人化進行評估。</li> <li>a)場鑄工法：工人總數較多。</li> <li>b)預鑄工法：減至○%仍可確保工程成品達到與場鑄工法相同或更佳品質。</li> </ul>
	3 設計所需勞力之省力化	根據設計所需的總人員數量進行評估。
	4 設計/工程發包的效率化	評估是否可提高設計和工程發包的效率。
	5 工程文件的減少、管理的效率化	評估是否可減少工程文件並提高品質管理的效率。
	6 實現週休二日的可能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>從以下角度評估工作效率(減少設計或施工日數(即增加休息日))：</li> <li>例)①工程文件的減少</li> <li>②品質管理效率化</li> <li>③設計的省人化/省力化</li> </ul>
③確保成品樣式/品質的容易性	1 確保長期耐久性(抑制劣化/損傷、品質的可靠性)	<ul style="list-style-type: none"> <li>根據工程構造物特性對損壞進行評估。</li> <li>例)依迄今執行的檢查結果，重點在於同年完工且經過相同年數的場鑄件與預鑄件，比較兩者損壞程度。</li> </ul>
	1 不易損壞	

評估項目 (大項)	評估項目 (細項)	評估觀點
	2 不易發生鹽害	a)場鑄工法：損壞程度大/多（補修次數多） b)預鑄工法：損壞程度小/少（補修次數少） • 根據混凝土的密實度，評估鹽分所造成劣化的發生難易。
	2 成品樣式/品質管理的難易	• 評估現場成品/品質管理難易。
④工期（提高生產力）	1 直至開始提供服務之整體工期（施工期）	• 評估直至開始提供服務之整體工期（施工期）長短。 • 比較工法時，適當反映以下之影響工程項目。 評估未反映於工程之明確理由。 a)採用預鑄工法的生產和安裝天數 b)採用場鑄工法的製造與安裝天數
	2 施工容易性	
	1 對工作場地的確保	• 從以下角度評估工作場地的確保。 利用現有工作場地>利用租借之場地>新闢工作場地
	2 對搬運路線的確保	• 從以下角度評估搬運路線的確保。 陸路運輸（無臨時道路）>陸路運輸（有臨時道路）>海運
	3 是否在潮汐帶附近作業	• 依據潮汐帶附近的模板工、鷹架工、鋼筋工等作業天數進行評估。
	4 有無潛水作業	• 依據潛水工作天數進行評估。
	3 其他	
	1 對施工過程有助益（便於整個工程全年施工）	• 評估全年施工的難易度。
⑤維護管理 (補修/修繕的容易性)	1 維護管理（補修/修繕）	
	1 補修/修繕的容易性	• 周期性（約 5 年）檢查時，根據檢查結果確定的損壞程度進行補修/修繕，易於補修/修繕之方式較佳。因此根據補修/修繕的難易度來評估。 a)場鑄工法：補修工作規模大⇒補修/修繕困難 b)預鑄工法：或許可以針對每節塊進行補修/修繕⇒易於補修/修繕
⑥對施工的影響（有助於災害消除、施工確實）	1 施工時的安全性（施工現場職災的發生）	• 對於工程之製作至完工期間，其施工現場職災發生的風險高低進行評估。 a)場鑄工法：因工程之整體過程均於現場作業，施工現場發生職災的風險高。 b)預鑄工法：因工程之整體過程有○%為現場作業，因此施工現場發生職災風險低於場鑄工法。
	2 海象條件影響施工的不確實度	• 當海象惡劣時，採用場鑄工法無法確實施工，因此評估暴風雨天氣下施工的確實性。 a)場鑄工法：100%現場施作，易受惡劣天氣影響，存在不確實性。 b)預鑄工法：大約○%於現場施作，比場鑄工法更能確實施工。
	3 高溫造成施工的不確實度	• 設想於夏季施工（製作）時，評估因高溫導致工作效率下降而對工期帶來壓力。例如，最高氣溫超過

評估項目 (大項)	評估項目 (細項)	評估觀點
		危險值(如盛夏)的日子,需要常休息,因而縮短工作時間。 例)使用氣象觀測站的最高氣溫數據 條件:溫度 30°C 以上:40 天 ⇒如果每小時休息 10 分鐘,則每天工作 7 小時。(一般為 8 小時) 所以會少 5 個工作天(=40 天×1 小時/8 小時)
	4 對施工的影響	• 非屬施工方原因而變更初始預定之工期,評估與原設定之施工條件有顯著不同的施工影響和海象影響。
	5 天然災害的風險(滿潮、巨浪、海嘯)	• 評估天然災害(滿潮、巨浪、海嘯)發生時所造成之受損風險高低。
⑦對第三者的影響  (地方活化/減輕負擔)	1 對地方的貢獻	• 從當地工人就業和當地產業利用的角度,評估使用當地材料數量和工人數量。
	2 對利用者的影響	
	1 對使用設施的影響	• 對於正在營運使用的設施,施工期間需要停止營運使用的,依其停止使用之期間進行評估。
	2 對海上交通的影響	• 施工期間若因工作船的配置等原因,對海上交通造成影響,請評估其天數(次數)。
	3 對漁業活動的影響	• 若施工會影響周邊地區的漁業活動,評估其天數(次數)。
	3 規模經濟的有無	• 若同一施工(製造)期間,在多個工程存在相似尺寸的預鑄件,則可能會產生規模經濟,請進行評估。
	4 造成損失的風險(噪音、振動、混濁水、鹼液等)	• 評估因施工產生的噪音、振動、混濁水、鹼液等造成的損失風險。
5 對環境負荷的影響(改變自然等)	• 評估施工改變自然等的環境負荷影響。	

(資料來源:譯自日本國土交通省港灣局「港灣工事におけるプレキャスト工法導入検討マニュアル(試行版)」,令和 5 年 7 月)



### 附錄四 日本港灣工程工法評估項目及配分

評估項目 (大項)	評估項目 (細項)	評估項目 (細項) 之配分 (草案)	評估項目 (大項) 之配分 (草案)	
①費用(成本縮減)	1 詳細設計費	50 分	50	
	2 工程建設費(○○工程等+假設工程等) 1-1○○工程費 1-2 間接工程費、各項經費 (共通假設費、工地管理費、一般管理費) 2 假設工程費 ◇模板等材料存放區 ◇工作場地整理維護費 ◇鷹架工程 ◇臨時棧橋碼頭工程 等			
	3 維護管理費			
②省人化/省力化 (有助於解決人才短缺、有助於改革工作方 式)	1 技術工作(模板工、鋼筋工、潛水人員)的省人化	3 分	14	
	2 勞力(工人數)的省力化	3 分		
	3 設計所需勞力之省力化	2 分		
	4 設計/工程發包的效率化	2 分		
	5 工程文件的減少、管理的效率化	2 分		
	6 實現週休二日的可能性	2 分		
③確保成品樣式/品質的 容易性	1 確保長期耐久性(抑制劣化/損傷、品質的可靠性) 1 不易損壞 2 不易發生鹽害	1 分 1 分	4	
	2 成品樣式/品質管理的難易	2 分		
	④工期(提高生產力)	1 直至開始提供服務之整體工期(施工期)		3 分
	2 施工容易性 1 對工作場地的確保 2 對搬運路線的確保 3 是否在潮汐帶附近作業 4 有無潛水作業	3 分 1 分 2 分 1 分	13	
	3 其他 1 對施工過程有助益(便於整個工程全年施工)	3 分		
	⑤維護管理 (補修/修繕容易性)	1 維護管理(補修/修繕)		3
	1 補修/修繕容易性	3 分		

評估項目 (大項)	評估項目 (細項)	評估項目 (細項) 之配分 (草案)	評估項目 (大項) 之配分 (草案)
⑥對施工的影響 (有助益於災害消除、 施工確實)	1 施工時的安全性(施工現場職災的發生)	2分	<b>8</b>
	2 海象條件影響施工的不確實度	2分	
	3 高溫造成施工的不確實度	2分	
	4 對施工的影響	1分	
	5 天然災害的風險(滿潮、巨浪、海嘯)	1分	
⑦對第三者的影響 (地方活化/減輕負擔)	1 對地方的貢獻	2分	<b>8</b>
	2 對利用者的影響		
	1 對使用設施的影響	1分	
	2 對海上交通的影響	1分	
	3 對漁業活動的影響	1分	
	3 規模經濟的有無	1分	
4 造成損失的風險(噪音、振動、混濁水、鹼液等)	1分		
	5 對環境負荷的影響(改變自然等)	1分	
合計			<b>100</b>

(資料來源：譯自日本國土交通省港灣局「港灣工事におけるプレキャスト工法導入検討マニュアル(試行版)」，令和5年7月)

## 附錄五 價值工程研析之參考原則

檔 號：  
保存年限：

### 行政院公共工程委員會 函

地址：11010台北市松仁路3號9樓  
聯絡電話：(02)87897693  
傳 真：(02)87897674

受文者：教育部

發文日期：中華民國100年3月3日

發文字號：工程技字第10000079091號

速別：最速件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如文（100079091-1.PDF，共1個電子檔案）

主旨：檢送本會研訂「價值工程研析之參考原則」，供 貴機關  
參考運用，請 查照。

說明：

- 一、經建會於（99）年成立「加速公共建設推動小組」，該推動小組設置有基金組、融通組、土地組、審議組、企劃組及個案作業組，其中有關審議組工作內容覈實工程經費，由本會訂定價值工程研析之參考原則，供相關機關參考運用。
- 二、案經本會於100年1月31日邀集業界及交通部、內政部、經濟部等相關工程機關召開會議，經過縝密討論，研訂「價值工程研析之參考原則」，前述原則包括價值工程目的、應用時機、參考評估方式、評估參考準則、評估注意事項及相關規定等。
- 三、前述會議重要結論，擇要如下：  
(一)查依「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」規定，各部會提報計畫內容應包含預期績效指標與評估基準、替選方案之分析及評估等，並應由機關進行自評作業，爰各部會應本於權責建立自評作業機制，覈實運用成本效益分析，核實估列經費，俾有效運用有限之財力



資源並提昇計畫之執行效能。

(二)考量公共工程計畫運用價值工程研析作業，以研提替代方案，宜由機關本於權責，遵照政策要求期限，依計畫之需求、特性及環境等因素，於工程生命週期之可行性評估、規劃、設計等階段導入價值工程研析作業，本會以研訂「價值工程研析之參考原則」供機關參考運用，各機關可參酌或委由專業廠商評估，依所辦理公共工程個案計畫性質訂定相關細節據以執行。

正本：內政部、國防部、財政部、教育部、法務部、經濟部、交通部、行政院主計處、行政院衛生署、行政院環境保護署、行政院經濟建設委員會、行政院國軍退除役官兵輔導委員會、國立故宮博物院、行政院國家科學委員會、行政院研究發展考核委員會、行政院文化建設委員會、行政院農業委員會、行政院原住民族委員會、行政院體育委員會、行政院客家委員會

副本：本會技術處（第一科、第二科、第三科、第五科）(均含附件)

100/03/03  
16:56:42

裝

訂



## 價值工程研析之參考原則

### 一、目的

依「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」規定，各部會提報計畫內容應包含預期績效指標與評估基準、經費需求與計算基準、預期效果與影響及替選方案之分析及評估等，並應由機關進行自評作業，爰各部會應本於權責建立自評作業機制，覈實運用成本效益分析，核實估列經費，俾有效運用有限之財力資源並提昇計畫之執行效能。

在政府資源有限情況下，各機關在推辦政府重大公共建設之規劃上，可透過價值工程研析的方法，以創新思維發揮集體創意，降低工程投入成本，提升工程機能，以最少的錢，做最好的事，達到持續支援國家建設之目標。

### 二、應用時機

價值工程在工程生命週期之可行性評估、規劃、設計、施工及維護管理各階段均可導入應用，但因各階段條件不同，在辦理價值工程研析時，應著重於所欲達成的目標，適時推動，有關各階段進行價值工程之研析，說明如下：

- (一)可行性評估、規劃階段：對於預算編列及行政作業(如變更設計)較無影響，可確認機能需求、覈實編列經費、縮短工程進度。
- (二)設計階段：因總工程經費業已確定，研析後可針對需求機能選擇最佳方案，以避免過度設計的浪費情形發生。
- (三)施工階段：本階段執行研析可能增加變更設計之行政作業流程，但如能不影響工程完成時程，亦可應用價值工程。
- (四)營運維護管理階段：可節省平時維護經費支出，提升服務效能。

依公共工程之執行階段，計畫經費已於核定時匡列，隨著工程進行，計畫經費變動之可能性愈形縮小，而價值工程研析費用雖然差異不大，但應用價值工程研析可能節省經費及可調整彈性亦隨之減少，故在可行性評估、規劃、設計階段將價值工程研析成果之替代方案納入考量範疇，其發揮效益最佳，至於施工及營運維護階段，機關可選擇預算金額比例大、機能重要、複雜且介面多者辦理價值工程研析作業，或委由專業廠商協助。

本會於辦理各部會所提送之公共工程計畫審議時，將檢視納入價值工程之研析成果，至於未送本會審議之公共工程計畫，各部會亦應本於權責，於工程生命週期之可行性評估、規劃、設計等階段導入價值工程研析作業。

### 三、參考評估方式

價值工程係針對標的物，由專業研析小組應用價值方法進行研析，進而運用創意思考的方法，提出滿足需求機能、又能節省經費、提昇價值建議方案的有效方法。

價值工程的內涵包括：價值、機能和所投入之成本等 3 個基本要素，其相互間之關係定義如下：

價值：V      機能：F      所投入之成本：C

價值  $V=F/C$

### 四、價值工程研析評估參考準則

經價值工程研析結果所建議之替代方案具有加以實施的價值，其對應之評估參考準則建議如下附表所示：

序號	機能	成本	評價	說明
1	提升 ↑	不變 →	佳	成本無減少，但增加機能
2	不變 →	下降 ↓	佳	基本模式
3	提高 ↑	降低 ↓	最佳	最理想模式
4	大幅提高 ↑	略增 ↑	可	成本增加些微，但大幅提高機能
5	略降 ↓	大幅降低 ↓	可	縮減不必要之機能，大幅降低本

附表：評估參考準則建議表

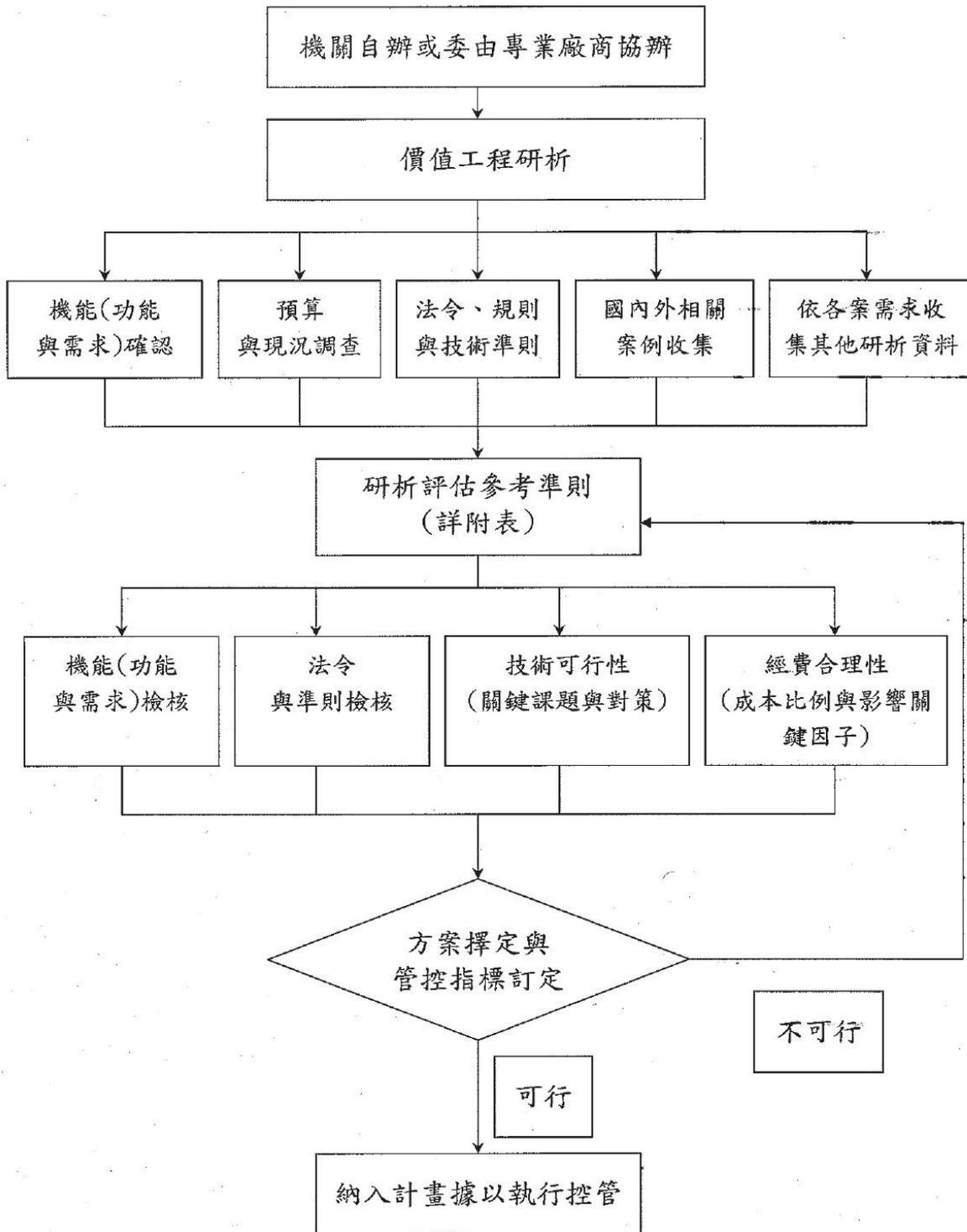
#### 五、評估注意事項：

- (一)機能應參考政策目標與計畫之欲達成功能加以訂定。各機能項目應各自獨立，以便確實呈現各項機能佔總成本之比例，俾以篩選出具有研析價值之標的。
- (二)研提替代方案前，應經系統化機能分析，以呈現機能相互間的關係，再藉由針對機能與機能相互間的關係激發創意思考，發展各種替代方案。
- (三)替代方案應本於各項機能之創新構想加以組成，避免直接以市場上現有之套裝產品做為替代方案。
- (四)應訂定客觀之評估因子並配予權重後進行各替代方案評選。對各替代方案之評選標準應一致，避免以目標方案或以既有方案訂定評估標準等先入為主的作法。

- (五)建議替代方案應詳列與既有方案之所投入之成本比較，包括初期成本，後續年度成本與總成本。
- (六)價值工程研析應儘量於計畫初期進行，以獲得較佳之研析成果與較多之選擇替代方案，另機關可考量價值工程研析作業採自訂或委託等方式辦理。
- (七)本原則係供參考運用，相關參考作業流程詳附圖，各機關可參酌或委由專業廠商評估，依所辦理公共工程個案計畫特性訂定相關細節據以執行。

#### 六、實施價值工程研析之相關規定

- (一)依「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」規定各部會提報計畫內容應包含預期績效指標與評估基準、經費需求與計算基準、預期效果與影響及替選方案之分析及評估等，並應由機關進行自評作業。
- (二)機關委託技術服務廠商評選及計費辦法第 8 條第 13 款已有規定：「機關委託廠商辦理第 4 條至第 7 條之服務，得依個案特性及實際需要，擇定下列服務項目，併案招標，或另案辦理招標：……十三、 價值工程分析。……」。
- (三)「政府採購法」第 35 條：「機關得於招標文件中規定，允許廠商在不降低原有功能條件下，得就技術、工法、材料或設備，提出可縮減工期、減省經費或提高效率之替代方案。其實施辦法，由主管機關定之。」
- (四)「替代方案實施辦法」第 2 條允許廠商於招標階段提出替代方案，同法第 9 條允許廠商於得標後提出替代方案。同法第 13 條規定：「機關於招標文件中規定允許廠商於得標後提出替代方案且定有獎勵措施者，其獎勵額度，以不逾所減省契約價金之百分之五十為限。所減省之契約價金，並應扣除機關為處理替代方案所增加之必要費用」。



附圖：價值工程研析參考作業流程



## 參考書目

1. 特別企畫「全台拉警報！公共工程深陷流標風暴 大缺工潮來襲 國家建設急速中」，第 150~171 頁，遠見雜誌 2023 年 1 月號。
2. 「社會住宅興辦計畫（第二次修正）」，行政院 111 年 4 月 7 日院臺建字第 1110169560 號函核定。
3. 「中華民國 109 年營造業經濟概況調查報告」，內政部營建署，民國 110 年 12 月 24 日。
4. 「預鑄混凝土工程設計規範與解說」，社團法人台灣混凝土學會，2017 年 3 月。
5. 鄭明淵、王世貞，「集合住宅工程自動化結構體預鑄工法之應用」內政部建築研究所，民國 86 年 6 月 30 日。
6. 「預鑄建築工程實務」，內政部建築研究所，民國 88 年 3 月。
7. 「i-Construction～建設現場の生産性革命～」，日本 i-Construction 委員會，平成 28 年 4 月。
8. 日本國土交通省網站，コンクリート生産性向上検討協議会，<https://www.mlit.go.jp/tec/i-con-concrete.html>，民國 112 年 6 月 5 日瀏覽。
9. 「機械式鉄筋定着工法の配筋設計ガイドライン」，機械式鉄筋定着工法技術検討委員会，平成 28 年 7 月。
10. 「土木工事に関するプレキャストコンクリート製品の設計条件明示要領（案）」，日本國土交通省，平成 28 年 3 月。
11. 「国土交通省土木工事におけるプレキャスト工法の活用事例集」，一般社団法人日本建設業連合會網站，<https://www.nikkenren.com/publication/detail.html?ci=326>，民國 112 年 6 月 5 日瀏覽。
12. 「土木工事におけるプレキャスト工法の活用事例集（第二版）」，日本國土交通省網站，<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001474498.pdf>，民國 111 年 10 月 13 日瀏覽。
13. 日本國土交通省網站，[https://www.mlit.go.jp/report/press/port05\\_hh\\_000223.html](https://www.mlit.go.jp/report/press/port05_hh_000223.html)，

民國 112 年 6 月 5 日瀏覽。

14. 王明德、張倩瑜、周慧瑜、黃正翰、黃俊儒、陳文正、林文棟、馬惠美、李世堅，「我國民間參與公共建設導入 VfM 評估模式之建置」，行政院公共工程委員會委託專業服務案研究報告，民國 98 年 2 月。
15. 大野泰資、原田祐平，「日・米・欧における公共工事の入札・契約方式の比較」，<https://www.jbaudit.go.jp/koryu/study/mag/pdf/j32d09.pdf>，民國 112 年 6 月 13 日瀏覽。
16. 孫克難，「民間參與公共建設之 PFI 模式探討—引進新制度經濟學觀點」，財稅研究，第 44 卷第 5 期，民國 104 年 9 月。
17. 多田神、高森博之、松田信彦、小田稔，「コンクリート工の生産性向上および地方への普及促進に向けた課題と展望」，JICE REPORT 第 39 號，一般財団法人国土技術研究センター，2021 年。
18. 資料 2-2 要素技術の一般化・企画の標準化の検討(全体最適の導入に関する検討、民間審査制度の活用)，コンクリート生産性向上検討協議会(第 12 回・令和 5 年 2 月 9 日)，日本国土交通省網站，[https://www.mlit.go.jp/tec/tec\\_tk\\_000104.html](https://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000104.html)，民國 112 年 4 月 15 日瀏覽。
19. 資料-2 論点整理，港湾工事におけるプレキャスト工法導入促進検討会(第 1 回・令和 4 年 10 月 5 日)，<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001573960.pdf>，日本国土交通省網站，民國 112 年 10 月 2 日瀏覽。
20. 「港灣工程預鑄工法導入評估手冊(試行版)」發布新聞稿，[https://www.mlit.go.jp/report/press/port05\\_hh\\_000267.html](https://www.mlit.go.jp/report/press/port05_hh_000267.html)，日本国土交通省網站，民國 112 年 10 月 2 日瀏覽。
21. 「港灣工程預鑄工法導入評估手冊(試行版)」，<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001622038.pdf>，日本国土交通省網站，民國 112 年 10 月 2 日瀏覽。
22. 資料-1 検討会の趣旨及びスケジュール，港湾工事におけるプレキャスト工法導入促進検討会(第 1 回・令和 4 年 10 月 5 日)，<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001573959.pdf>，日本国土交通省網站，民

國 112 年 10 月 2 日 瀏覽。

