

() 電返國報字第 號出國報告

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：實習)

高強度纖維混凝土耐撞擊及施工技術

服務機關：台灣電力公司
出國人：職 稱：土木工程監
 姓 名：張濬
 (姓名代號)：825529

行政院研考會／省(市)研考會 編 號 欄

出國地點：日本

出國期間：92.10.16~92.10.27

報告日期：92.12.22

出國計畫：92年度第62號

94 / 009204610

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

高強度纖維混凝土耐撞擊及施工技術

C09204610

頁數 15 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司/陳新火/04-22855681

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

張 濬/台灣電力公司/施工隊/土木工程監/04-22873172

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：92.10.16~92.10.27

出國地區：日本

報告日期：92.12.22

分類號/目

關鍵詞：鋼纖維混凝土(SFRC)

內容摘要：(二百至三百字)

一般的纖維混凝土是修補方便，強度需求與原來混凝土相當，即抗壓強度為 210 kg/cm² 結構，用略低強度的纖維混凝土亦可；如何達到較高的強度需從不斷的施工經驗及從小型工程逐步累積經驗及其配比試驗中研究而得。

「八王子高架橋」施工現場及[算面收費道路工程]避難坑見聞。
廠牌[DRAMIX]產品相關資料：鋼纖維混(噴)凝土鋼纖含量、抗壓及韌性的試驗方法等。
上信越自動車道之隧道襯砌鋼纖維混凝土其配比及強度試驗結果。

日本鋼纖維混凝土使用情形。

鋼纖維(含 2%)混凝土(SFRC)與普通混凝土性能比較；景觀藝術創意作品等。

混凝土中心自民國八十六年迄今六年多已從事的鋼纖維試驗有 70 件以上，纖維配比試驗則不到 10 件，建議在現有基礎能力上，繼續在此領域多作實務試驗研究及搜集各相關的資訊，建立纖維混凝土的資料庫以應運用發展之驅勢。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

目 錄

壹、國外公務之過程與內容.....第 1~ 8 頁

貳、國外公務之心得與感想.....第 8~ 13 頁

參、出國期間所遭遇之困難與特殊事項.....第 13~ 14 頁

肆、對本公司的具體建議.....第 15~ 15 頁

壹． 國外公務之過程與內容

一、 前言：

纖維加入混凝土中，一如早期「土角厝」的稻草加黏土做成房屋的隔牆，是傳統之優良觀念：有防震、密緻、隔音、遮避風雨等許多適合居住的建造，如今科技發達，雖交通、電力設施及其他工業之興建方式日新月異，建材方面，在鋼筋混凝土內配加適量纖維以確保更多安全與施工之便利，是各種建造場合均可運用的技術，不單單是電廠的各項設施，如廠房、尾水隧道、攔砂壩、進出水口等，其他如橋樑、隧道、下水道等均可借鏡，因此本次去到日本的 12 天過程中，也可接觸更多的工程範圍。

一般的纖維混凝土是修補方便，強度需求與原來混凝土相當，即抗壓強度為 210 kg/cm^2 結構之修補，用略低強度的纖維混凝土亦可。纖維材料一般可分為玻璃、金屬、合成及天然物質四大類，通常較廣泛應用的是鋼纖維混凝土，簡稱 SFRC (Steel Fiber Reinforced Concrete)；如何達到較高的強度需從不斷的施工經驗及從小型工程逐步累積經驗及其配比試驗中研究而得。

二、 研習過程：

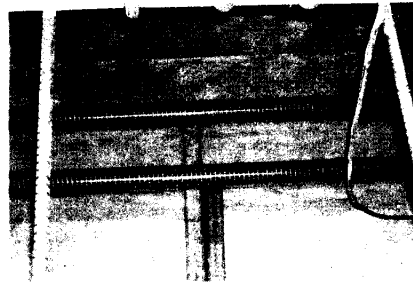
在抵達東京之第二天，先拜訪這次安排工地行程的熊谷組公司總部：有海外本部部長、海外工事課長、土木本部副部長及助理人員等共四人，在會客室中簡報公司的工程承做狀況，(如右圖)：並討論第一週的行程內容及交換意見，

工地是在東京西郊約 50km±的『八王子高架橋』施工現場，第二週的工地現場是在大阪北郊 15km±箕面市的一個『公路隧道』（本坑長 2,000 公尺，避難坑長 2,000 公尺），亦由海外工事課長、熊谷組公司關西支店土木事業技術部長和箕面隧道南工區事務所所長帶領至現場。

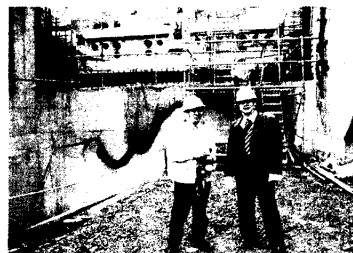


三、研習內容：

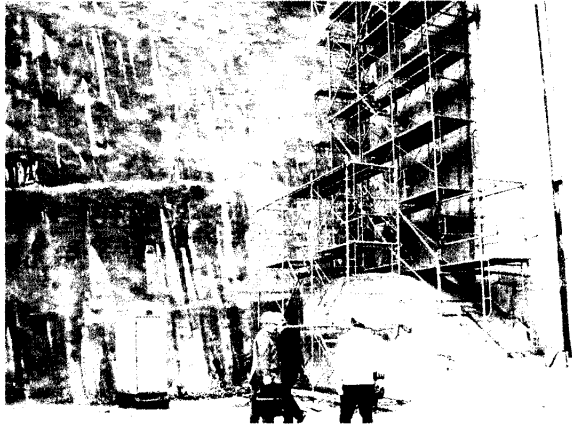
* 包覆預力鋼絞線的透明塑膠套管，是為著爾後灌漿(流動砂漿)可以觀察得到的裝置，比只用不透明套管灌漿多一個查驗的方式。同樣的日本在許多高架道路上裝置的隔音板也逐漸多採用透明的玻璃纖維或壓克力，在城市中水泥叢林裡不再需要更多的封閉隔牆，而是需要透明的視野。



* 無論到那個工地：路面、通道、工作梯、安全保護網、標線、物品放置方式等都覺暢通自在，安全第一隨時隨地可體驗。



* 在[八王子高架橋]的
工地邊坡穩定完成
後的表面；白色條
紋看起來是自然的
透水孔流出的水泥
漿痕跡，而坡面的
顏色也是自然的棕
色，陳舊而有點
髒，請問是自然形
成的表面嗎？答案
是：人工設計而塗
佈的。



工程人員的用心不只在工程的本體，
也與原來的環境相合。

從獲得的[廠牌 DRAMIX]產品相關資料中，可參考的如下：

- * 鋼纖維混凝土的耐久性在不同環境下的裂縫產生試驗檢討。
- * 鋼纖維混凝土結構在核電廠廢料儲存設備的耐久性、抗蝕性試驗檢討。
- * 鋼纖維在水泥砂漿中受氯化物腐蝕的試驗探討。
- * 鋼纖維在海事工程中允許裂縫寬度的試驗探討、防蝕試驗研究。
- * 鋼纖維與水泥間介面強度的研討。
- * 鋼纖維在南非的運用及發展情形。

從獲得的日本工程施工及試驗資料中，可參考的如下：

- * 碳纖維混凝土耐撞擊試驗之研討。
- * 纖維混凝土施工品質之檢討。
- * JSCE-E 101 鋼纖維品質試驗檢查方法。

- * JSCE-F 551-1999 試驗室製作鋼纖維混凝土(SFRC)的方法。
- * JSCE-F 552-1999 鋼纖維混凝土強度及韌性試體的製作。
- * JSCE-F 553-1999 鋼纖維噴凝土強度及韌性試體的製作。
- * JSCE-F 554-1999 鋼纖維混凝土鋼纖含量的試驗方法。
- * JSCE-F 555-1999 鋼纖維噴凝土鋼纖含量的試驗方法。
- * JSCE-G 551-1999 鋼纖維混凝土抗壓及韌性試驗方法。
- * JSCE-G 552-1999 鋼纖維噴凝土抗壓及韌性試驗方法。
- * JSCE-G 553-1999 鋼纖維噴凝土抗剪試驗方法。

* 上信越自動車道之隧道襯砌鋼纖維混凝土其配比及強度試驗結果：

配比：

SF 混入量		W/C (%)	s/a (%)	單位量 (kg/m ³)					坍度 (cm)
30mm	60mm			水泥	水	細骨材	粗骨材	SF	
50	40	47.0	59.0	457	215	930	659	90	18
30	60		62.0	466	219	967	606	90	18

容許彎曲強度 > 74(kgf/cm²)

SF 混入配合(50+40)KG				
齡期	編號	試體質量 (kg)	最大彎曲強度 (kgf/cm ²)	彎曲韌性係數 (kgf/cm ²)
7 日	1	9.800	93.0	66.6
	2	9.800	79.8	65.9
	3	9.730	75.9	65.1
	平均	-	82.9	65.9

28 日	4	9.760	85.8	71.0
	5	9.680	92.4	67.5
	6	9.700	91.8	75.3
	平均	-	90.0	71.3
SF 混入配合(30+60)KG				
7 日	1	9.740	93.0	65.1
	2	9.740	80.1	79.1
	3	9.620	94.2	69.6
	平均	-	89.1	71.3
28 日	4	9.700	127.8	103.5
	5	9.730	113.4	87.9
	6	9.600	112.8	607
	平均	-	118.0	628

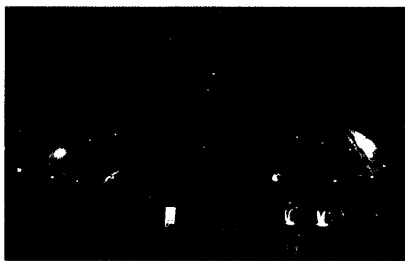
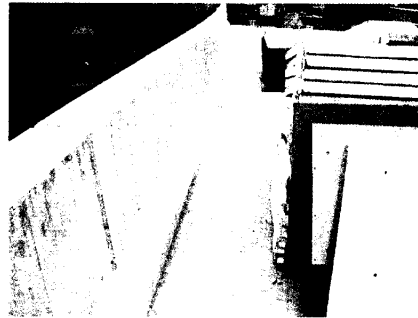
* 鋼纖維混凝土配合比例參考：(混凝土中心試驗編號 BE-3978)

W/C +F (%)	S/A (%)	Air (%)	單位重 (kg/m ³)						
			附加 劑	鋼纖維	水 (含附加 劑量)	水泥	飛灰	細骨 材	粗骨材
44.1	41.5	1.5	5.304	30	195	376	66	699	985

* 鋼纖維含量不同時混凝土之抗壓及抗張(28天)之強度試驗值

纖維含量百分比 (%)	抗壓強度 (N/mm ²)	抗張強度 (N/mm ²)	相對抗壓強度	相對抗張強度
0	32.7	2.39	1.00	1.00
0.50	30.2	2.97	0.92	1.24
1.00	33.6	2.90	1.03	1.21
1.50	33.7	3.02	1.03	1.26

〔八王子高架橋〕的橋面護牆，堆放的模板除了整齊之外，就是模板都包覆了一層薄的塑膠膜，緊密又不易脫落，折模後比清水模板更平順，也可重複使用，基本上混凝土的施工良好，沒有蜂窩的現象，才会有配套的模板設計者使混凝土之有好的品質。



[箕面收費道路工程]避難坑中已施工完成的鋼纖維噴凝土防護及防水塑膠布的鋪設。



[箕面收費道路工程]本坑中已施工完成的鋼纖維噴凝土防護準備襯砌工作的安排。

* 日本鋼纖維混凝土使用情形：

工程名稱	件數	SFRC 使用總量(m ²)	構築年份
隧道和地下結構物	40	12,140	1974~1984
水壩和河川結構物	22	4,720	1977~1984
道路鋪設	36	4,133	1973~1984
橋面鋪設	17	557	1976~1984
機場跑道	2	28	1977
邊坡噴漿	29	3,455	1978~1984
工場機器基座	13	656	1975~1984

房屋建築	9	604	1976~1984
* 次要結構	6	1,260	1975~1980
※ 其他	8	1,413	1979~1983
總計	182	28,966	-

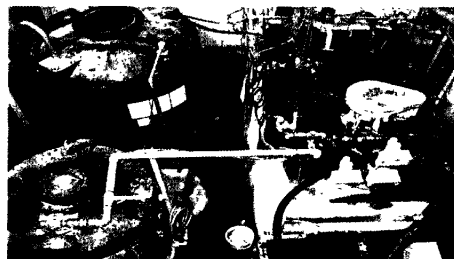
* 次要結構包括公路隔音牆和樓梯結構等。

※ 其他項目包括捷運系統電車走道、鐵塔基礎等。

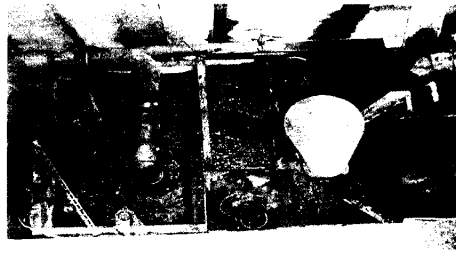
* 除了現場參觀之外，錄影帶或較新科技的展示在模擬場等，都是保存經驗的手段，但還是要專業者運用現今科技的能力。



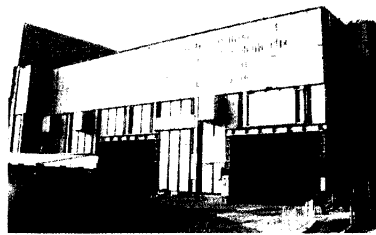
顧及環保一向是工程建設注重的事，每一個工程計劃都有後續的廢水、污染物、廢氣、廢土、廢化學藥劑及雜物等處理



流程，就連噪音、灰塵及交通等都是要考慮週全後才施工的。其所投資的金額雖然都是由承攬者付出，但施工後的便利性及提昇生活環境品質，長久以來就形成一個好的制度，像在國內常有抗爭焚化爐、變電所、交流道等的興建，若是以補償費的方式來處理，無法建立政府威信，工程進行並不就此順利，某些場合民意和專業需要一同考量。



[箕面收費道路工程]的規劃施工是由熊谷、間、竹中、大豐、森本等五家共同組成的企業體承攬，各自分工分擔的範圍都明確，遇有分界處也都儘快處理完成，以便交接相關的公司配合施工。



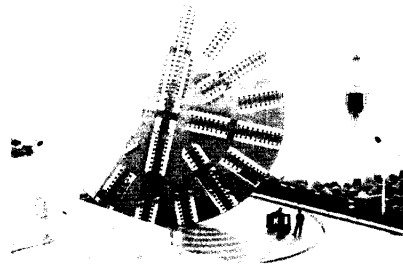
貳、國外公務之心得與感想：

- ◎ 能夠有機會出國至日本，研習與工作相關的知識、經驗和接觸異國文化的生活，是良好的體驗，感謝公司的安排，在各級主管的鼎力支持鼓勵及人事部門、會計部門等繁雜事務的多方配合協助之下，才能完成這 12 天的行程。

◎ 新宿中央公園是一個免費的休閒散步去處，清晨有一群賞鳥人在拍照，很有興趣而專業的裝備隨身帶著；相對的，公園裡有許多藍色的遮蓬密閉的像蒙古包，露出一縷縷白煙，原來是許多遊民在公園裏居住而形成群聚，寒冷的早晨有人從裏面呼氣，成了白白的煙。忙碌與休閒都要專業才可豐富生活，偏重於休閒成了遊民，專業於忙碌成了工作狂，這兩者並存於都市中，略加注意就可發覺。

◎ 填海造地、建立工業區、開設世界性展覽場地於千葉縣，又建狄斯耐公園、海底隧道以連絡橫濱與千葉等大型工程計畫，造就許多工作機會，這是在日本很普遍的發展現象，實施國家基礎建設一直是富強的社會所持續不斷進行中的事業。

開鑿海底隧道後的存留潛盾機置於工程地點，給施工人員付的血汗功勞留下長久的紀念碑
工程施工人員是值得尊重的專先驅。



◎ 搭車經過交通安全管理單位，看見門前告示牌的三個數字 0、0、0，是 0 死亡、0 受傷、0 事故，時常警惕著交通維護的情形，盡力做到零災害是大家有目共睹的責任。

◎ 日本山多，彎曲道路隨地形變化，常有 R=850、R=700、R=350，等標誌在高速路上，給行路人一個簡單的教育學習，台灣的道路還沒見過此類標示。

- ◎ 住在大阪第一飯店樓高 33 層，發現到其中有一層是教堂，想去做禮拜，只發現幾個人在準備婚禮，原來 - - 日本的飯店、旅館大部份都設有教堂，不是敬拜神的而是出租給新人舉行婚禮用的地方，就如聖經上說的：敬拜神是從心裡去做，不一定是在什麼有形的場所。
- ◎ 學生生活化的戶外教學，見於各古蹟、美術館、博物館、科技展示館、企業體實習場，培養出合群、守規矩、講禮儀的文化，奠定國力基礎有功。例如：小學生帶著家裡自製的便當，在小田原域的空地上，每人坐在自己預備的塑膠布上，互相交談分享，形成和諧的景象，最常見的是人們間的鞠躬答禮，自然而真誠。
- ◎ 在風景區也有幫人照像的服務，進入時請遊客擺姿勢照像，出來時就可以看到照片，是否要買，不做推銷，但憑遊客欣賞後決定，台灣的墾丁或台中公園也有幫人照像，但索價高且契而不捨。
- ◎ 接近退休的人員，其有功於公司已告一段落，可以輕鬆傳承接棒者，所以日本一些機構或公司的屆退者，顯得受尊重且樂於迎接第二春的來到，也許整個制度配合得恰當之故，反觀國內，退休人員還要想辦法加班，是國民所得低嗎？
- ◎ 在某些公司的庭園中，有魚池、流水等美化設施，也都適時有工作人員餵食或整理，工作環境的維護，一直是與生活相關的，本公司的勞務性人力在這方面也有外包，似乎還可推廣至使環境安全、景觀、視聽等結成一體的方式。
- ◎ 10/22 從東京到大阪的機票是在台灣就買好好的，然而從住處到機場的交通要自己想辦法，因此 10/21 的晚上才去預購次日的票，因為屬臨時性的，只能次日臨時買補位的，還好都提早去辦成了此

事，沒造成趕不上飛機的窘境；在日本等較先進的國家，預定行程如提早買票或安排住宿等是很需要且正常的，有些情形預定的費用比臨時購買更便宜，如此才能坦然的處理其他臨時及例外事件，對別人對自己都方便。

◎ 鋼纖維混凝土的施工在國內外已逐漸普及，施工期間混凝土中心的配合試驗如：型號 RC65/35-BN 鋼纖維之

長度=35mm，直徑=0.57mm，抗拉強度=10,654kg/cm²。

長度=30mm，直徑=0.75mm，抗拉強度= 9,767kg/cm²。

長度=30mm，直徑=0.74mm，抗拉強度=11,192kg/cm²。

廠牌 DRAMIX 之鋼纖維規格參考：

型號	長徑比	長度	直徑	抗拉強度
80/60-BN	80	60mm	0.75mm	> 1100 N/mm ²
80/50-BN	80	50mm	0.62mm	> 1100 N/mm ²
80/60-BP	85	60mm	0.71mm	> 2500 N/mm ²
80/50-BP	77	50mm	0.65mm	> 2500 N/mm ²

不同的長徑比，在各種不同需求下運用，例如：

長徑比 45：一般基本的需求。

長徑比 65：較好品質的混凝土。

長徑比 80：具抗裂縫、能量吸收、韌性等。

一般的原則是：長徑比愈大，具有較佳性能，價格也較高。

◎ 鋼纖維混凝土的防撞擊強度約為無筋混凝土的 20 倍，每增加 20 kg/m³ 的鋼纖，收縮裂縫可減小 1mm 為 0.2mm。

- ◎ 在大阪地區的某一天行程中，行車 500 餘公里，過橋、過路費用約台幣 10,000 餘元，許多的通路或橋樑都在新築，所需的費用也龐大，而人們也守法繳費雖然收費昂貴，國家也得以開發更多交通建設，有利於國民。
- ◎ 出國研習是終身學習的重要管道之一，國外的技術、經驗雖可以引進運用，但能親身體驗國外的環境，則更能了解技術如何才可生根在國內，且擴大視野於地球村的互動國家是盡國民的一份責任。
- ◎ 由研究資料得知，與無纖維混凝土比較，其 1% SFRC 與 2% SFRC 強度增比分別為 30% 與 40%；就 10mm 長 6% 體積含量玻璃纖維而言，其抗彎強度約為普通水泥材料強度之 4.5 倍。
- ◎ 鋼纖維(含 2%)混凝土(SFRC)與普通混凝土比較

項目	工程特性	SFRC 為普通混凝土之倍數
1	抗壓強度	1~1.3
2	抗拉強度	1.5~1.8
3	初始裂縫強度	1.5~2.0
4	抗撓強度	2~3
5	抗剪強度	4~6
6	抗疲勞強度	1.4~2.0
7	抗扭強度	1.5~2.0
8	磨耗阻力	1.23
9	防滑及轉動阻力	1.15
10	韌性	70~100
11	疲勞壽命	100

12	抗衝壽命	20
13	抗震能力	20
14	衝孔能力	1.42
15	孔蝕及沖蝕抗力	1.2
16	潛變	0.8

◎ 市街上攤販少的聯想：攤販的特點是臨時、量少的，但是出現眾多的群聚攤販則顯示出：沒有固定工作的人增加、政府管理能力漏失、環境景觀的被忽略、人民的自由無限制等。目前台灣的許多地下街商場、黃昏市場、夜市等也逐漸納入管理，進步很多。

◎ 一位在日本的留學生（35歲）讀完碩士，說欠母親400萬要還，在日本六年中，努力以赴學習當導遊的種種知識，因為要有競爭能力可多學就儘量學，問他：是否要將所學教導後進者？回答說：才不呢！這是「知識經濟」的誤導，以為所知是一種利器勢力，只想多得，卻失之東隅。

在11月20日的返國座談會中，有同仁提到日本的工程計劃是否注重景觀藝術創意作品等設施？如右圖就是一例，許多都市中的各種高樓附近，或樓層架構的外型、公園、或公共設施等都常見令人激賞的優良創作，本國亦有如是藝術眼光，也是值得欣慰



參．出國期間所遭遇之困難與特殊事項

- ◎ 在東京及大阪均由日籍熊谷組公司的接待負責人栗原伸介先生同行，因為他曾在台灣的北二高隧道工程中工作，也能說中文，使我們得到實際的幫助，直到最後一天談話中才知道，他是已離開了熊谷組公司，雖然他的年齡也只 50 歲，曾



經到過中國大陸、菲律賓、越南、台灣等地工作，工作熱忱、能力很好、有貢獻於公司、經歷多，但還是因應公司縮編的趨勢，卻在最近遭到解職，實在感到遺憾。

- ◎ 八年前在東京認識的一位朋友，當時他的任職於一家公司的土木本部工事部，八年來歷經企業整併共四次，而他的部門工作也遭縮編而被裁併，只好自行離職另謀出路，目前從事與本行（土木工程）並不相干的『金融商品買賣』業，據他表示：也許準備不久又要換工作，都是不得已，碰到了只好多學點東西，但年歲也是壓力，是否真能化危機轉機？

肆、對本公司的具體建議

- 一、在搜集到的 DRAMIX 產品相關資料中，可參考的如：鋼纖維在海事工程中允許裂縫寬度的試驗探討、防蝕試驗研究、核能電廠使用鋼纖維混凝土的經驗檢討、對化學性質的反應影響等，顯示全球各國都已積極在各自的需求上運用鋼纖維或其他纖維混凝土，混凝土中心自民國八十八年迄今六年多已從事的鋼纖維試驗有 70 件以上，纖維配比試驗則不到 10 件，建議在現有基礎能力上，繼續在此領域多作實務試驗研究及搜集各相關的資訊，建立纖維混凝土的資料庫以應運用發展之驅勢。

- 二、對於耐撞擊性能的構造物及試驗，除 92 年研究計劃已獲得之成果如：高性能碳纖維混凝土配比及工程特性、裂縫對混凝土耐沖擊能力的影響、耐沖擊高性能碳纖維混凝土的產製與適用配比等外，近來在殼狀(shell)或大空間建築物，如大型會場、運動場地等，其結構受力狀況的分佈值得研究，也愈形重要，所取得的碳纖維混凝土的試驗研究資料，擬存放混凝土中心供本公司設計單位或需要單位需要時參考。