

共同管道工程技術
THE CONSTRUCTION TECHNIQUE
OF COMMON DUCT

黃金振
J. J. Huang

原著載於財團法人臺灣營建研究院
道路及下水道工程施工技術研討會
1999年11月23~24日, 第167~200頁
*Reprinted from Proceedings on the Construction Technique of
Roadway and Underground Drainage Facilities
Taiwan Construction Research Institute
November 23-24, 1999, pp.167~200*

摘 要

我國發展共同管道已有十年之時間，但對於共同管道之認知仍未普遍建立，尤其在工程技術方面仍處於摸索及模仿國外經驗之階段。由於國情不同，這些國外經驗是否能移植於國內而不致於產生水土不服之現象，甚少有人研究，這些都是本文所欲探討之重點。

如眾所知，共同管道之投資建設相當昂貴，且一旦興建以後就不易於更改或擴充，因此為避免投資之不當及發揮共同管道之最大邊際效益以及提昇管線服務品質起見，在興建共同管道之前應對共同管道系統作一整體規劃並擬訂具體實施計畫以便按部就班予以興建營運，此乃本人探討之另一重點所在。

共同管道假如是透過良好之設計及健全之管理，它可以是很安全及實用之都市基礎設施，否則它也可能是既不當又危險之結構物。因此在本文之最主要章節即在探討這方面之工程技術，其中包涵了相當多之本土經驗，可供各位先進參考。

Abstract

Common duct system has been over ten years in Taiwan. But it is lack of common acknowledgement in our society, especially we are still in the early stage of engineering techniques study and oversea practical experience imitation. Due to substantial differences in culture and ecology between local and foreign countries, weather the foreign engineering experience could be safely transplanted to Taiwan is rarely documented. This article will explore and emphasize on the above issue.

The construction of common duct system will definitely involve numerous costs and the possibility of its future expansion and structural amendments are difficult. In order to avoid indiscriminate investment while maximizing the effectiveness of the system, proper integration planning and implementation plan before construction are essential for the system be able smoothly constructed and operated. This is another issue to be looked into in this article

Common duct is a safe and useful infrastructure systems in urban areas only if proper design and maintenance procedures are carried out and enforced. Failure to do so would only lead to a major disaster or endangerment of the structures. The following article will mainly cover the engineering aspects and technical issues of the planning and design of common duct system wherein local practical experience in this field was also included as reference of the reader.

共同管道工程技術

黃金振

亞新工程顧問公司協理

壹、緒言

一、功能定位

共同管道係道路主管機關為了收容都市維生管線而在道路下方預先設置之公共管道結構物，它一般收容之管線包括電力、電信、自來水、瓦斯及下水道等等，有些國家甚至亦將垃圾收集管、油管、冷暖氣等管線收容在內，因此共同管道是一種道路之附屬設施，且是收容兩種以上之公用管線地下管道系統。

依照目前國內之狀況，公用管線之設置係由道路主管機關無償提供道路上方或下方一定空間，配合道路修築計畫同時設置由各管線單位申請獲得主管機關許可後挖掘道路埋設，惟因各管線單位性質不同、財狀況不一，欲協調整合極為困難，同時由於各管線單位營運計畫或未能以長期發展目標配合道路修築提前投資，以致各管線單位間無計畫的挖掘道路，其頻度已無法為社會大眾所接受，這種現象早期在外國亦同樣發生而困擾著主管當局，因此遂有人想到以共同管道方式來解決問題，它的基本想法是興建了共同管道以後管線之布纜、放管、更新、擴充規模、日常維修等工作均可以改在管道內進行，不必再挖路補路了，這樣做，道路自然可保持暢通亦維持了市容之美觀，提昇居民之生活品質。

儘管共同管道有多麼美妙，可是它也有它一本難唸之經，譬如說龐大之財務負擔、工程浩大以及衍生日後之管理問題等等，因此，共同管

道是一種地下管線很好之鋪設方式，但絕不是解決管線埋設問題之萬靈丹。

二、歷史軌跡

最早有共同管道概念的應屬西歐之法國，他們早於 1833 年在巴黎興建下水道系統時即附設共同管道，其後在世界各國亦相繼發展跟進，但建造共同管道之目的不大一樣，有的是為了防止道路重覆挖掘，有的是為了設置服務廊道而逐漸演變而來，有的為了軍事或戰爭之需要，有的為了防凍之需要，有的為了通過海底或河底之需要，甚至滿多之大學校園先作實驗計畫而設置等等。以下簡介一些國家之共同管道概況以供參考：

2-1. 法國(詳圖 1)

A. 1833 年於巴黎大規模興建下水道，並附設自來水、電話、壓縮空氣、號誌纜線等管線，迄今已完成 2100 公里

B. 1960 年代新開發之第凡斯(LA DEFENSE)副都心，則有現代化共同管道

C. 特色：

- 中央沒立法也沒機構來推動，全部授權地方自辦
- 大部份完成於 19 世紀，且均為下水道附屬物
- 百年來巴黎很少見到挖馬路
- 瓦斯及油管因具危險性不予納入

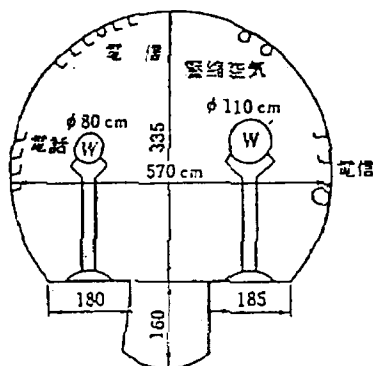


圖 1 法國巴黎(1833)共同管道示意圖

2-2. 德國(詳圖 2)

- A. 1893 年漢堡配合市街建設，於人行道下(單側)設置支管共同管道(僅 455m 長)
- B. 其後基於大眾存疑(管道內自來水管破裂、容量不足、挖路依舊)而暫停
- C. 1959 年布培特又建設 300m 的支管
- D. 前東德亦於 1964 年開始興建，至 1970 年完成 15 公里，收容管線包括雨污水、瓦斯等各種管線

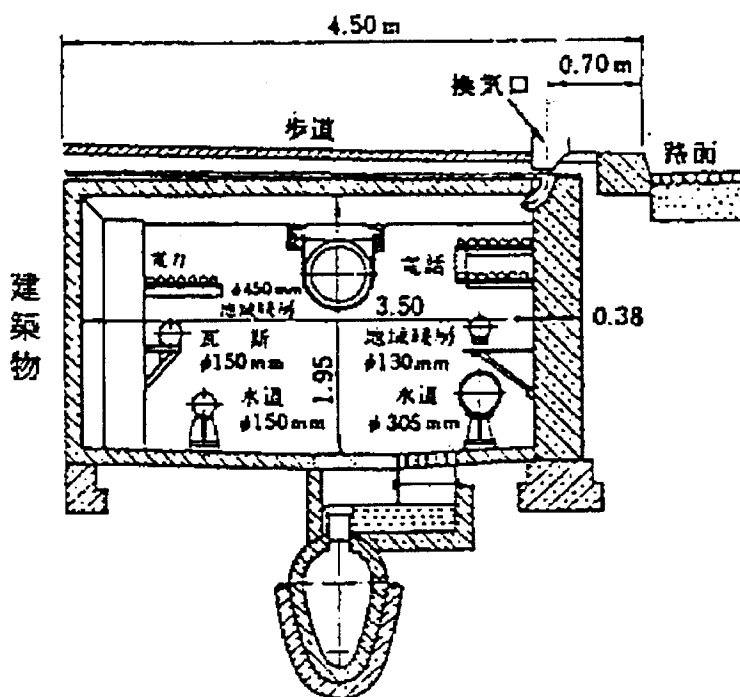


圖 2 德國漢堡(1893)共同管道示意圖

2-3. 英國(詳圖 3)

- A. 於 1871 年配合地下捷運而建，內寬 2.5m、高 2.5m，頂部拱形磚砌，累積長度約 63 公里
- B. 僅設自然通風口(200~300m)自然換氣
- C. 電力纜線(22kv 及 11kv)與電信纜線共室收納，並無干擾問題
- D. 均為市府興建再出租空間給管線單位

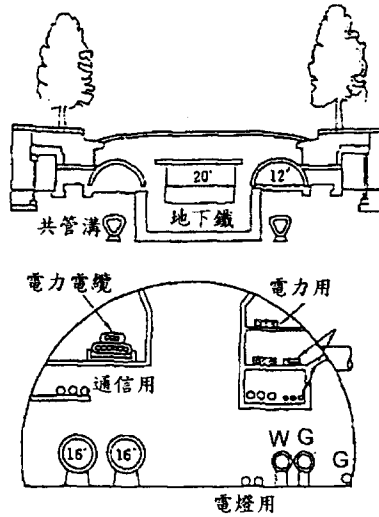
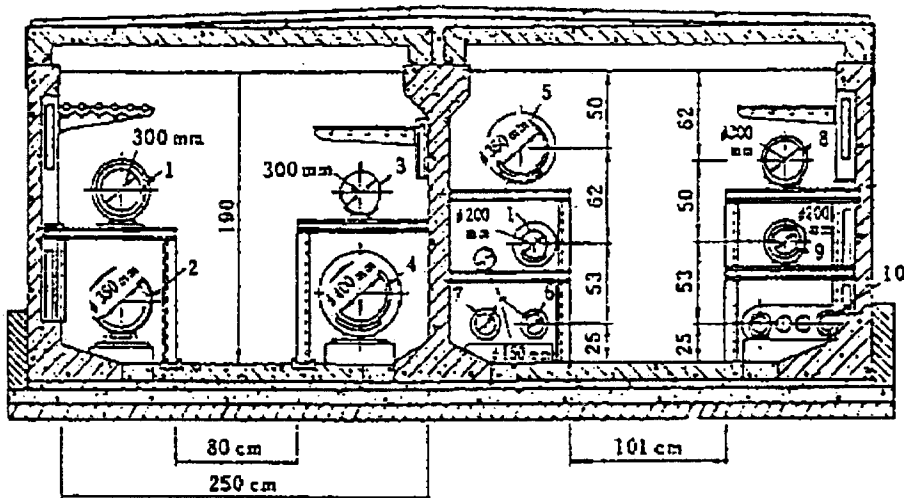


圖 3 英國倫敦(1871)共同管道示意圖

2-4.蘇俄(詳圖 4)

- A.於 1950 年代開始興建，目前在莫斯科、聖彼德堡及其他城市均設置共同管道，目前總長約一千多公里
- B.共同管道大部份採用標準預鑄構件施工，有防災偵測系統及監控中心
- C.推動之原因為戰爭及熱水供應



1:蒸氣管, 2:預縮蒸氣管, 3:送風管, 4:往程供熱管, 5:回程供熱管, 6:壓力凝縮管, 7:軟化水管, 8:通風管, 9:熱水管, 10:保溫燃料油管

圖 4 蘇俄預鑄式共同管道示意圖

2-5. 西班牙(詳圖 5)

A. 1953 年在馬德里始興建

B. 據觀察，設置後大量減少路面之挖補路面壽命較一般長 2~3 倍

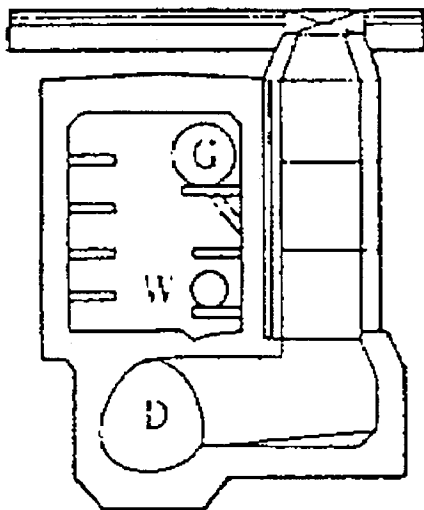


圖 5 西班牙支管型共同管道示意圖

2-6. 日本(詳圖 6)

A. 1927 年東京關東大震災後開始興建三條支管，其後困難重重(經費分攤、疑惑...)而停頓

B. 1959 年又恢復興建，並於 1963 年立法"籌設共同管道特別措置法"，將共同管道列入道路附屬物迄今已完成 440km

C. 1995 年阪神大地震後加速興建共同管道。

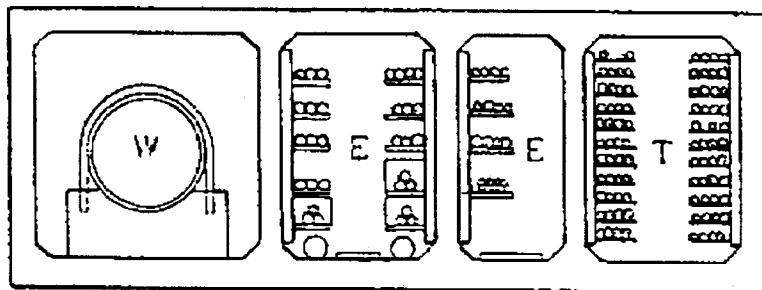


圖 6 日本東京幹管共同管道示意圖

2-7.我國(詳圖 7)

- A.於10年前開始推動
- B.已完工：高雄市民族路(支管3.2KM)、台北市東西向快速道路(15KM)、台北市基隆河新社區(幹管1.5KM，電纜溝5.1KM)
- C.施工中：高雄新市鎮(幹管0.9KM，電纜溝2.3KM)、淡海新市鎮(幹管2.5KM，電纜溝4.5KM)、南港經貿園區(幹管0.9KM，電纜溝1.15KM)
- D.設計中：高鐵新竹車站特定區(幹管2.7KM，電纜溝8.5KM)、宜蘭縣政中心(電纜溝17.3KM)、台北市信義路(7KM)
- E.系統規劃：高雄市(已完成)、台中市(進行中)、台北市(進行中)、嘉義市(進行中)、新竹市(進行中)

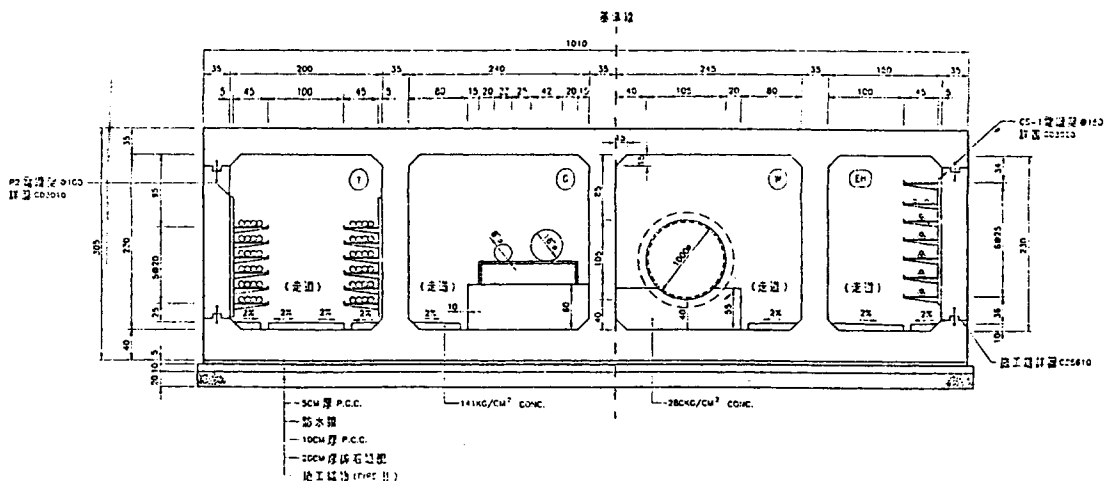


圖 7 幹管共同管道示意圖

從以上之簡介中我們瞭解到共同管道之發展歷史，我們也正從這個歷史軌跡中走下去，因此本文擬歸納二點比較值得一提的。

1.推動共同管道原因

- A.防止反覆挖掘→西班牙、德國、日本、我國
- B.與基礎設施整合為一體→法國

- C.軍事目的→蘇聯、東歐
- D.防凍→瑞典
- E.特定目的(通過河、校區)→美國

2.作作停停現象

該不該做共同管道？這個問題已伴隨共同管道之發展百餘年來爭論不休，蓋它如同其他之重大投資計畫一樣，有它正反兩面之評價，而且此兩評價一直是處於拔河狀態，很難達成共識。以下茲舉二個質疑之案例來說明，其一因當時社會大眾質疑為何要做共同管道，19世紀所建造之共同管道由於多種管線共處一室設備簡陋且管材品質不良，造成管線營運之問題，德國漢堡之共同管道內就有自來水管常破裂漏水而影響到其他管線，於是大眾開始質疑興建共同管道幹什麼？此後德國一停就幾十年沒再興建。另一個案例是日本，當他們於1930年代在東京興建幾條共同管道以後就感到好像沒有必要再做下去，其主因是投資太大，而挖馬路埋管工作似乎沒有減少(共同管道只做了幾公里，大部份路段當然仍需挖路)，而且也沒有什麼困難(因當時東京道路之交通量還很稀少)，這一質疑，就停了二十年，後來是因為交通繁忙起來，大家又開始想到共同管道，並且在1995年阪神震災以後，他們也覺悟到共同管道除了有防止道路重覆挖掘之功能外又新加入了防災角色，於是乎他們目前加快了興建共同管道的腳步，這個案例可以以下圖來說明。

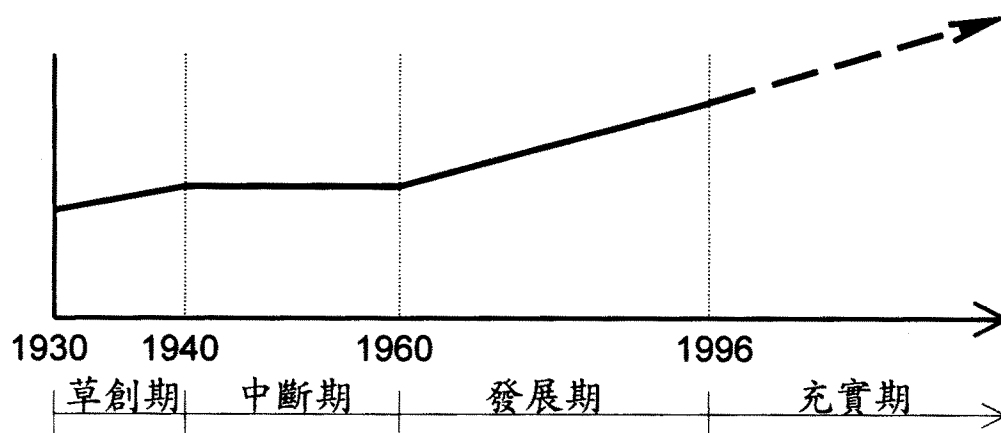


圖 8 日本共同管道建設發展趨勢圖

歷史本是一面鏡子，這種軌跡也可能發生在我們身上，但不管如何，發展共同管道絕非一片坦途，其過程也必曲折如斯，但我們目前有一個契機，即經過此次9 2 1集集大震災以後，社會大眾對於防災之觀念有更進一步之體會，亦即我們也許不必然像別人一樣一路辛苦地走來。

三、探討範圍

共同管道雖然已是現代化都市建設之趨勢，但此一目標並非一蹴可及，橫在它面前之主要問題包括財務、社會、管線意願、環境、法令規章以及工程技術等，由於篇幅所限，本文擬僅就工程技術方面專題討論以就教於各位先進，至於其他方面對於推動共同管道來說，更為重要，希望這方面之學者專家能共襄盛舉，以利共同管道之發展推動。

貳、系統規劃

一、共同管道系統架構及特性

共同管道系統猶如大眾所熟悉之下水道系統一樣，下水道系統有其最前端之收集系統、支線、幹線及終端處理設施等，而共同管道系統則有電纜溝、支線、幹線等型式所組成之共同管道系統，但兩者仍有下列顯著之不同處：

下水道系統水流方向一定是收集→支線→幹線→終端處理，但共同管道一般是逆向供給，且幹線共同管道原則上只容納不服務沿線用戶之主幹道(如變電站間之高壓電纜轉接局間之電信電纜等)，在周圍地區有供應之需要時，可由幹道之分匯特殊部將一部份供應設施分岔出來，而支線或電纜溝所容納管線則直接服務沿線用戶。此收容對象弄清楚乃為系統規劃之第一步。

共同管道系統主要是配合其都市發展及管線發展而布設，它視情況可以是大區域性之網路系統，也可能是局部地區之封閉系統，而且各種公用管線均有其各自獨立之系統網路，其系統並非依附共同管道系統而配置，而共同管道系統之配置僅僅是將其中合乎設置條件之各種公用管線"共同"湊在一起而已，也就是在各種公用系統路徑中求其"最大公約數"，換句話說，共同管道系統對於某種管線(例如電信)而言，只是該管線系統中之一部份而已，大家可以想見，該管線系統可能到最後有部份配置在共同管道內、有部份傳統埋設、也許有部份還在高架線上。

下水道之興建是為了排除處理雨水或污水，主體是水，而共同管道容納的是各種民生管線且作業人員經常要下去工作，對象應是"人"。因此系統必需人性化，亦即一切設施之設置皆應以此為出發點，例如管道內之作業環境及安全措施均應考慮到"人"之因素，此外管道內滲漏水非常敏感，不若下水道漏點水反正也沒有人知道，目前國內設置之共同管道有部份滲漏水現象令人難過，再者，各種管線由於特性不同，營運(例如管線怎麼匯進匯出)方式不同，因此它的系統必需配合需求設置各種特殊部

(如分岔、通風)才能營運，因此共同管道與下水道雖然同是地下箱涵結構，但它們的需求不同，特性也不同。

二、系統規劃之任務

共同管道計畫之推動必需先有一套完整之系統規劃，正如市區道路之闢建必需先有一套完整之都市計畫，然後依照計畫來施作。共同管道之興建本身就是一項重大建設，不但投資大且影響深遠，因一旦投資興建不容易更改，因此吾人需要有一套完整之長程網路系統，並擬訂分期執行計畫來推動，其理甚明。當然在國外(尤其是日本)或者目前台北市共同管道推動之狀況也不儘然如此，他們往往配合當時之特殊情況，或需要就一條路、一條街先作了，到了某一程度後才回頭來做系統規劃，這種情況在都市發展中也是常態，因早期人類都是依生活需要而聚居，都市也跟著自然發展，可是到了某一程度不好好擬訂都市計畫，就會產生各種問題，共同管道系統其實也是如此。

共同管道系統規劃之主要任務除了配合都市發展及管線系統之需要擬訂網路系統外，更必需透過經濟效益分析以確定是否值得投資，透過容量需求之檢驗以確定未來之管道是否過度浪費或容量不足，透過技術層面之探討以確定工程及管線營運、安全都沒問題。

三、作業流程及方法

共同管道系統規劃之目標在尋找最適當之路網系統及最適當之建設方案使能創造三贏—道路主管機關、管線單位、社會大眾之局面，因此它最好能有一套慎密周延的作業程序以為遵循，可是此項工作不但在國內史無前例，即使在國外也少見，筆者有幸參與國內第一宗共同管道系統規劃—高雄市系統，累積不少此方面之工作經驗，下圖為共同管道系統規劃之作業流程，茲提供給各位先進作為參考。

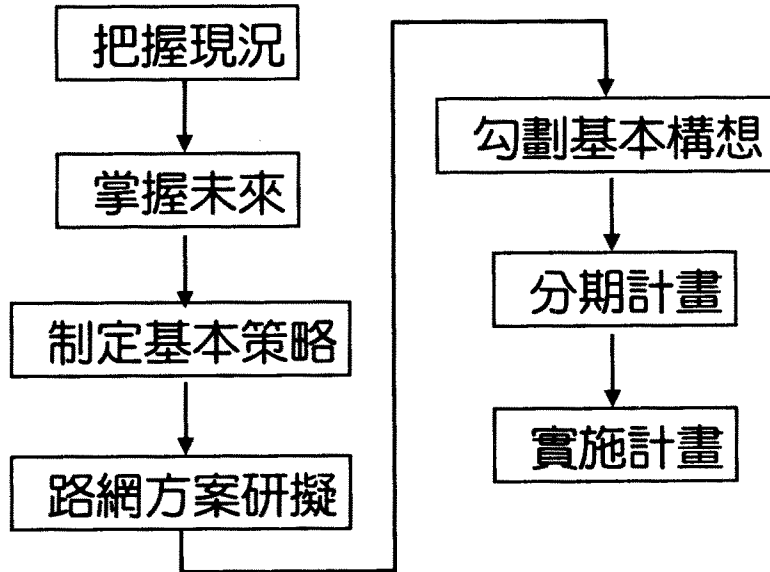


圖 9 共同管道系統規劃作業流程圖

以上各項作業環節之工作方法說明如下；

- 1 · 把握現況
 - A.管線設施
 - B.道路交通
 - C.都市計畫
 - D.都市發展
 - E.相關計畫
 - F.既有之問題
- 2 · 掌握未來
 - A.管線需求預測
 - B.各管線發展計畫
 - C.管線單位參與之意願
 - D.未來都市發展
 - E.未來之問題
- 3 · 制定基本策略
 - A.系統之基本目標
 - B.收容型式及管線類別
 - C.共管設置條件

3-1 共同管道設置條件

●道路環境

- a.道路及人行道寬度
- b.交通量
- c.管線挖掘頻率
- d.地下空間

●管線特性

- a.共構可行性
- b.附屬設備
- c.管數及口徑

●設置時機

- a.管線新建或更新計畫
- b.新闢道路及道路翻修
- c.捷運或地鐵工程
- d.新社區或新市鎮開發

3-2 系統規劃原則

●幹管共同管道

	評估項目	指 標
道路管理	交通量多	X 年日交通費 Y 輛以上
	目前管線設施多寡	二種以上
	挖掘次數多	次／年／公里
管線設施	未來管線設施多寡	二種以上
	既有設施更新或擴充	管線單位營運計畫
都市	具備長期效益路線	幹道或主要道路
	需建民生管線之重要路線	管線幹線系統

B. 效益評估

- a. 交通延滯效益
- b. 道路維護效益
- c. 管線更新維修效益

C. 擬定路網方案

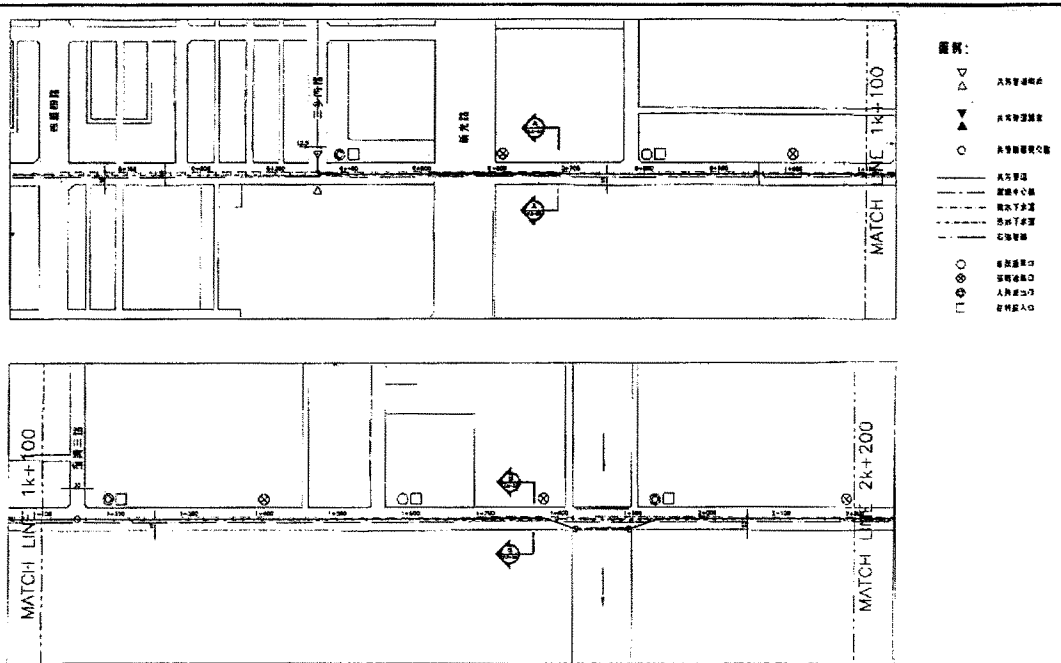
- a. 就可行路線(效益評估亦可行)加以選擇串連
- b. 賦與網的連續性(有時 12M 道路亦要走)
- c. 幹線與支線系統之整合
- d. 幹線與新市鎮(新社區)之整合
- e. 相關計畫之整合

5. 基本構想

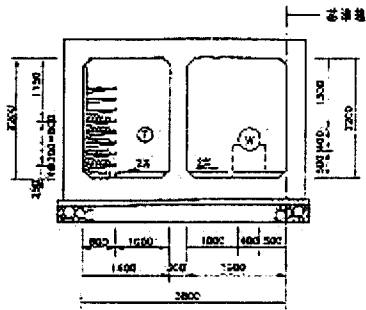
A. 施工方式

- 場鑄
- 預鐵
- 潛盾

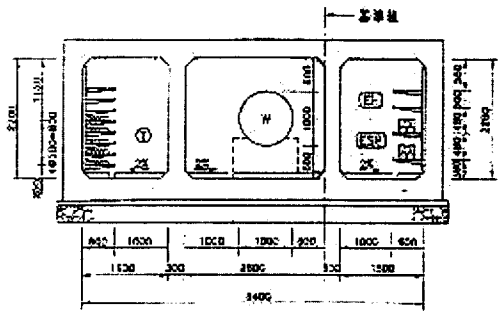
A. 線形大樣



B. 斷面構想



案例一



案例二

圖 11 共同管道系統規劃斷面線形示意圖

6 · 分期計畫

- A. 短程計畫
- B. 中程計畫
- C. 長程計畫

7 · 實施計畫

- A. 財源及經費分攤辦法
- B. 管理維護辦法
- C. 實施步驟
- D. 施工構想
- E. 資訊系統之建置
- F. 系統定期通盤檢討

參、工程實務

一、前言

共同管道完成了系統規劃以後，若要付諸實施，則進入了實質之工程階段，它的範圍涵蓋了工程之規劃、細部設計及施工，在這一階段之工作目前在國內、外都有相當多書籍、文獻可供參考，但本文擬從工程技術之實務直接切入主題，其中沒有長篇大論，只有經驗之談，故名曰“工程實務”。

以下茲先要說明共同管道之組成元素，以提供設計者一個概念，希望不要漏掉任一環節，緊接著要說明的是一般共同管道常用之設計施工方法，包括：場鑄幹線、預鑄幹線、潛盾幹線、電纜溝、C.C.BOX 以及機電安全系統等。

二、共同管道之組成元素

共同管道一般以地下箱涵或隧道空間來收容管線，但為了管線配置及營運安全之需要，除此之外必須有很多設施來配合，這些設施包括：

1. 安全及管理設施—包括興建一處監控中心及於管道內部裝設災害偵測系統，其項目包括水位、管道內之溫度、煙霧、有毒氣體及門禁等，此外，相關之消防、通風、防爆、防火、防水等設備均屬之。
2. 通風口及出入口—共同管道為維護管線及工作人員進出管道，應設置出入口及足夠之通風設備以維護安全。由於管道內容易滯留不良氣體造成缺氧，且由電纜所逸出之熱量常使管道內溫度升高，均需藉助通風系統使空氣流通及降溫。通風系統通常以共同管道本身為通風管道，而通風口之位置需依道路及其他條件加以選擇，其間隔約以 200 公尺為準。而入口一般設置在人行道間距

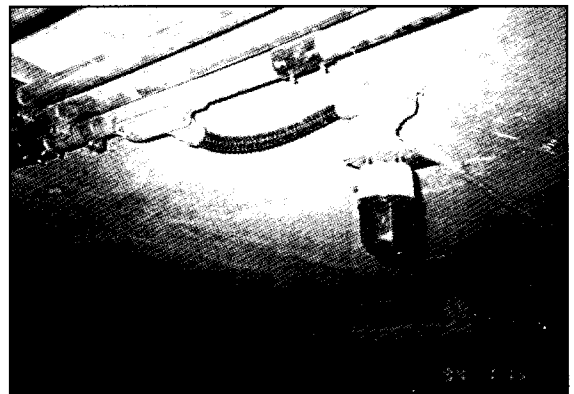
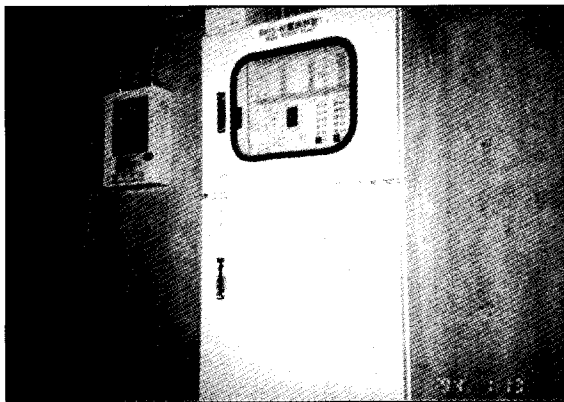
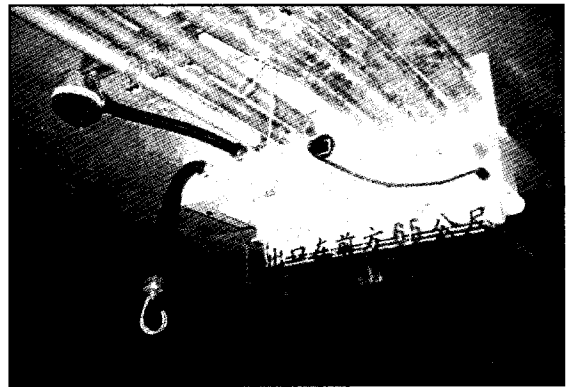
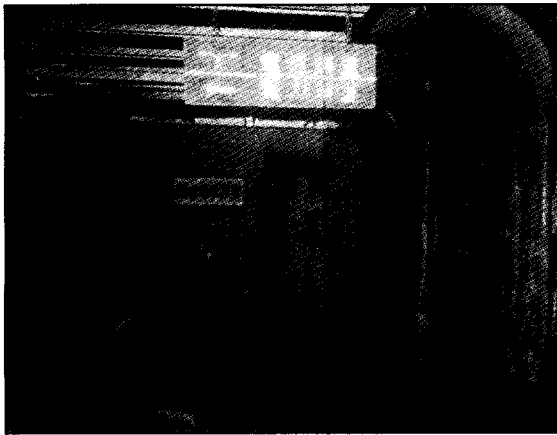
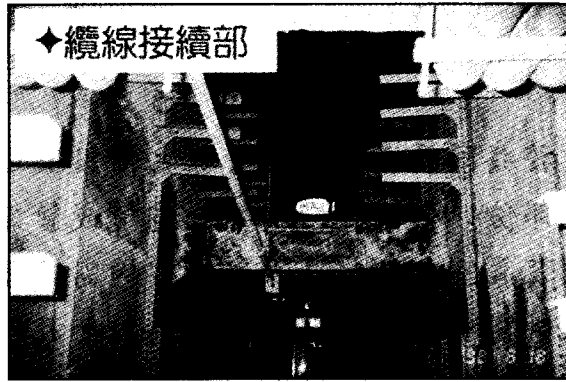
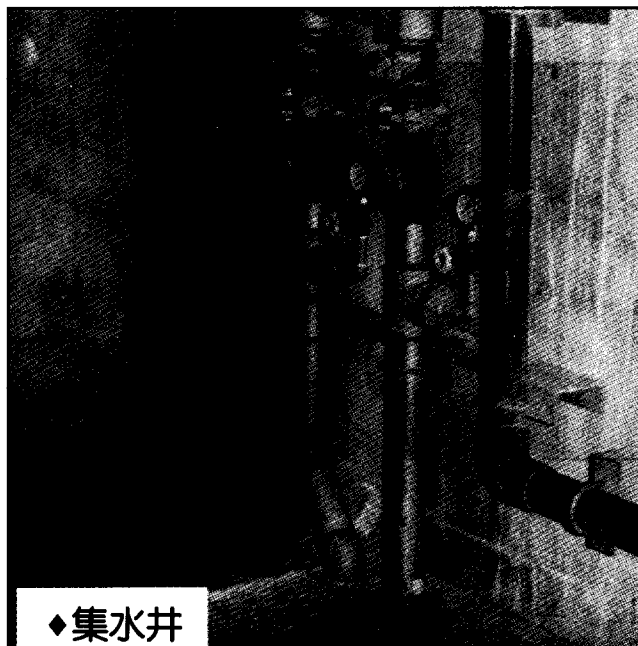
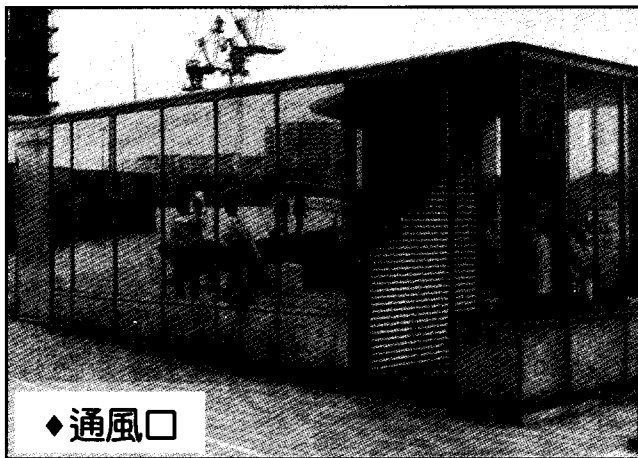


圖 12 共同管道特殊斷面及附屬設施

約一公里為原則。

3. 特殊斷面—為便於共同管溝內各類管線之佈設及運作，必需設置管道分岔或交會部份、材料運搬入口、電纜或管類接頭、管類伸縮裝置室、閘制裝置室、集水井等處通常均需設置特殊斷面以為容納，而其一般所需斷面常較標準斷面為大，且較為複雜，須依需求及其他條件，加以檢討規劃。

為求簡明，茲將上述設施以圖表方式呈現如后。



三、場鑄幹線共同管道

場鑄混凝土箱涵是一般最常用之施工方法，因其最為方便，造價低，可是若在舊市區施工因考慮交通維持之問題有時難以採用。這部份工程實與下水道工程大同小異，比較特別之處為：

- 1.採用耐震設計
- 2.伸縮縫及防水之特別處理
- 3.特殊部之設置
- 4.更嚴謹之品質要求

A.耐震設計

因收納民生管線，地震來襲時應具有足夠之抗震能力，以發揮其共同管道防災功能，因此必需採用耐震設計，以下是一些耐震設計之觀念及原則：

- a.地下結構物與地上結構物（如房屋、橋梁）所受地震力之考量方式有所不同。地上結構物所受到之地震力主要來自於結構物靜重受地表加速度作用產生之慣性力。地下結構物所受之地震效應則來自於周圍土壤因地震波作用產生變形，此種土壤變形亦會傳遞至結構物上並使結構物產生相同趨勢之變形。
- b.地下結構物耐震設計應考慮下列兩種因地震波作用所產生之結構物變形：
 - (a)垂直傳遞剪力波所造成之結構物橫斷面剪力變形。
 - (b)與地下結構物軸向成 45° 交周傳播之水平剪力波所造成之撓曲變形與軸向變形。

欲分析上述兩種地盤運動所造成地下結構物的變形，應考慮周圍土壤原有的變形趨勢，將其強制加於結構物上，但須同時考慮兩者之

相對勁度及其所引致之互制作用，以求得結構物之變形程度。

- c.地震對下結構物之效應應是強制變位，且此變位不因結構體之加強而有很大的改變。所以在結構耐震設計上之解決方法，使結構體有足夠之韌性以吸收其強制變位，而不折損其承受靜載重之能力；而不是設計結構物去抵抗相當強制變位之外力。

● 周邊地盤液化

a. 砂質土質液化潛能評估

(a)地下水位面在地表下 10 公尺以內之沖積層，且地表面下 20 公尺以內，通過率為 50%之粒徑 D_{50} 在 0.02mm 至 2mm 間之飽和砂土層，須作液化潛能之評估。

(b)液化之評估由液化抵抗率 F_L 決定之。 F_L 值小於 1.0 時，即判定該土層可能液化。

$$F_L = \frac{R}{L} \cdot C_m$$

其中， L 為地震產生之平均剪力與有效覆土壓力之比值， R 為使土壤在地震規模為 7.5 條件下發生液化時之平均應力比， C_m 為若分析考量之地震規模不是 7.5 時之修正值。

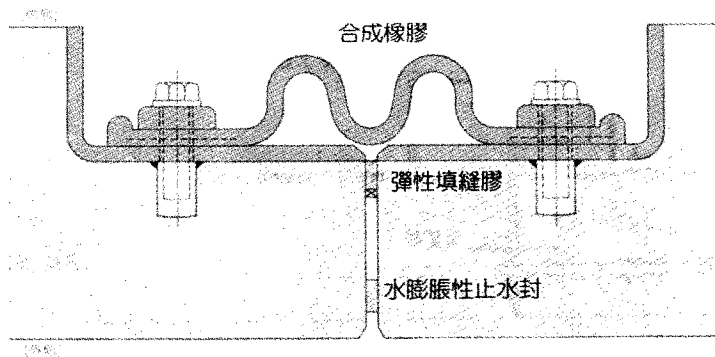
b. 極軟弱粘土層及粉土層之判定

距原地表 3 公尺以內之粘土層及沉泥層，由單軸壓縮試驗或現地試驗推定其單軸抗壓強度為 0.2kg/cm^2 以下時，則視為耐震設計上之極軟弱土層。

B. 伸縮縫及防水處理

- a. 共同管道應至少每隔 30 公尺設置伸縮縫一處，以因應共同管道結構因溫度變化、混凝土收縮及地盤不均勻沉陷等因素產生之不良影響。

(g)經觀察目前國內完工之共同管道漏水很嚴重，其原因除了施工品質有問題外，亦發現預留過牆管處(尤其是共同管道起、終點處)大量漏水，(如圖 15)，改善之方法有二途，其一為使用新型膨脹性管塞(如圖 16)以作管內止水，其二為過牆管應使用多道水膨脹性止水帶並在結構體外牆土壤作止水灌漿形成止水牆，以防止過牆管週圍之滲漏水。



■ 耐震接縫(可撓性接縫)

預鑄共同管道為了耐震、伸縮可撓性及止水等目的，可設置耐震接縫，最大變形量為100mm，可承受1kgf/cm²之內外水壓。

圖 14 可撓性接頭

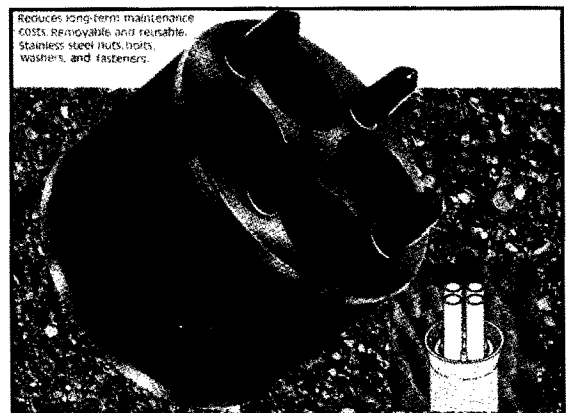
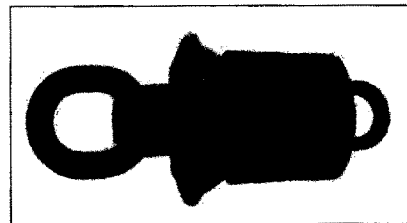
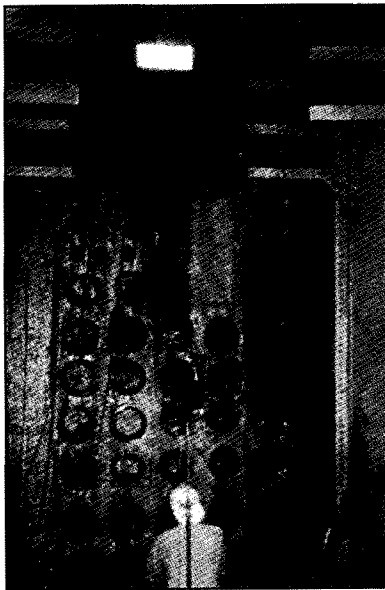


圖 15 共同管道終端施工實例(上)

圖 16 各式膨脹性管塞(右)

C. 特殊部之設置

特殊部可區分為共同使用及管線專屬兩大類別、其種類於上節已加以說明，以下為一些設置原則：

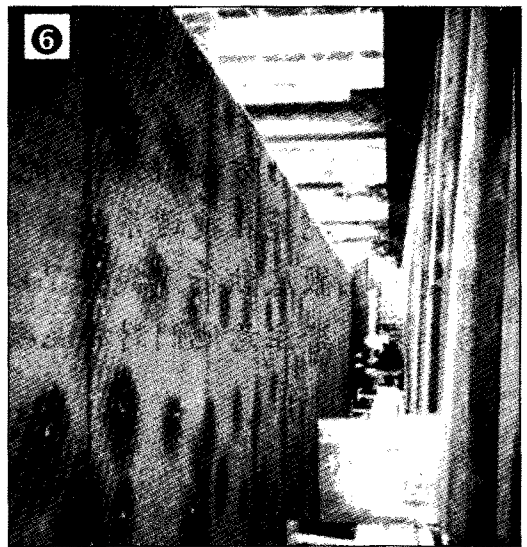
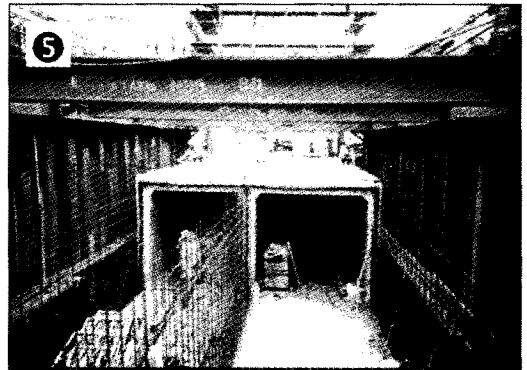
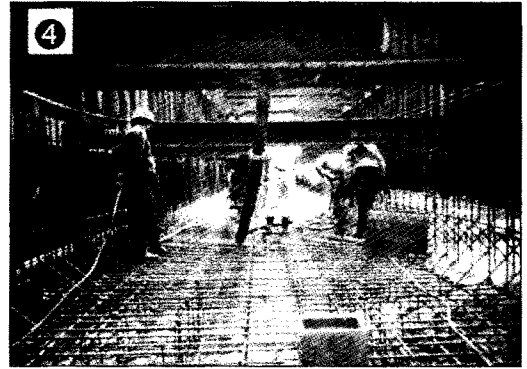
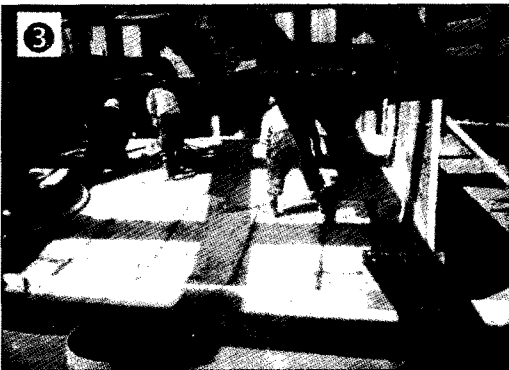
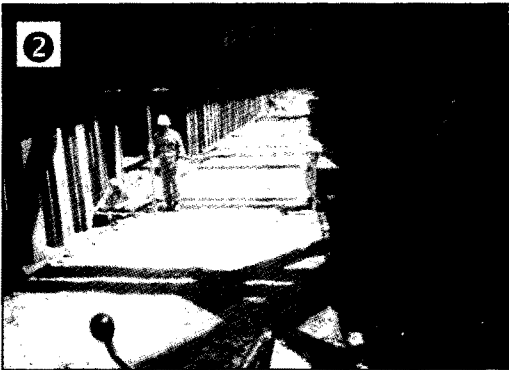
1. 共同使用之特殊部(人員出入、通風、排水...)應從設置之目的及功能需求著手，能達到安全實用及美觀(外露部份)之目標。
2. 管線專屬者，應請該管線單位提出需求，其設計需符合其特性(如管線容許彎曲半徑及不受干擾等)。
3. 原則上應設在標準段之上層，覆土可減少至 1m。
4. 出入口及通風口設在綠帶(最佳)或人行道(次佳)。
5. 開口部應在洪水位以上，並應設防非法入侵及做截油設施。
6. 人孔蓋之處，必需防水。

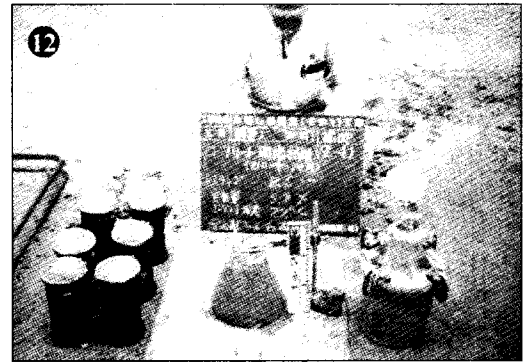
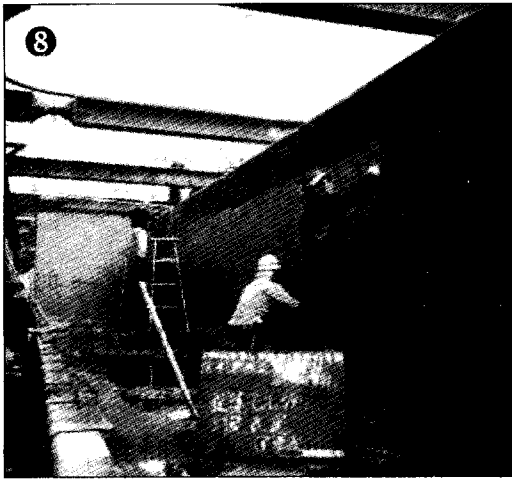
但據觀察，目前我們有下列問題須改進：

1. 外觀不美
2. 進出不方便(高來高去、滑溜、碰頭...)
3. 材料搬運口未設斜角、電纜容易受損
4. 未預留材料搬運設施
5. 集水井未置於特殊段、設施擋路
6. 通風口未作逃生口之準備

D. 更嚴謹之品質要求

因共同管通對防水、防震功能特別注重，因此施工品質必需嚴格控制，其實施工規範在捷運系統、下水道工程及共同管道工程都大同小異，問題只在徹底執行了幾分？以下茲以日本場鑄之施工照片為例提供各位參考，請注意他們對於混凝土澆等及防水處理是如何認真地去做！





end



圖 17 日本場鑄共同管道施工實例

四、預鑄幹線共同管道

預鑄結構因其品質佳且可大幅縮短現場施工之優點，因此在市區交通繁忙之道路可以考慮採用，目前台北市有部份共同管道已打算採用。此處所謂預鑄結構專指以明挖覆蓋法吊裝預鑄構件所建造之共同管道，茲說明工作重點如后。

1. 預鑄構件以箱型構件為主要單元組合而成，但大型結構亦可採用預鑄版構件組合(詳圖 18)，構件之尺寸及重量之決定除配合預鑄工場之設備外，尚需考慮搬運及組合時狀況。
2. 預鑄結構設計應考慮基礎之不均勻沉陷對結構之影響
3. 直線段應採等距分割，但曲線段可採用斜切分割如圖 19
4. 預鑄構件接頭設計須使其能傳遞各種載重作用力，其接頭可採用灌漿、焊接、螺接、預力結合或現場澆築。如圖 20。
5. 預鑄構件兩端應設置接頭，其型式宜簡單有效且便於安裝組合，一般可採用凹凸卡榫，其長度至少在 6 公分以上，並採用 4 重止水設施(圖 21)。
6. 現場之明挖擋土支撐、覆蓋版系統等應比照地鐵施工之方式，白天覆蓋，晚間才開啓挖土及吊裝構件，但擋土因時間甚短且為臨時結構，故原則上不必考慮使用連續壁方式。(圖 22)

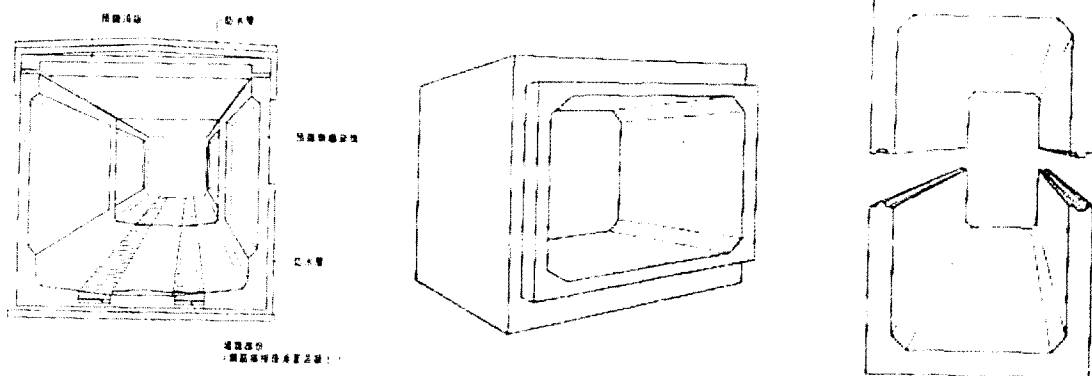


圖 18 箱型預鑄構件示意圖

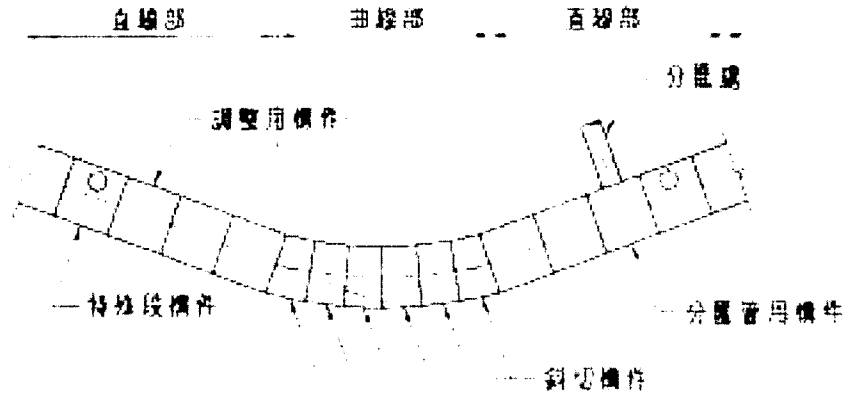


圖 19 預鑄構件鋪設平面示意圖

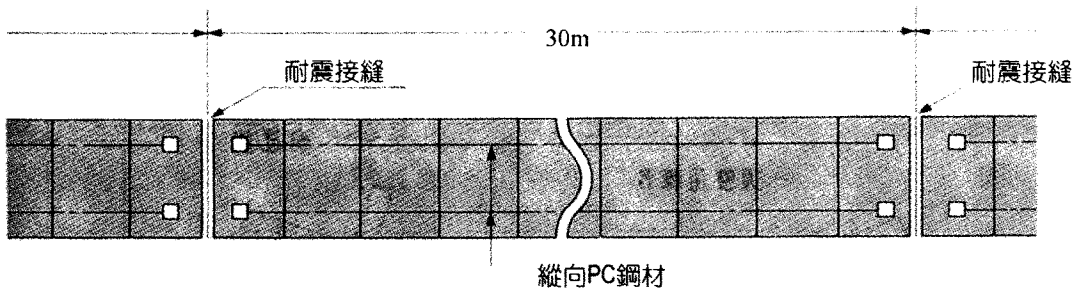
五、潛盾幹線共同管道

潛盾施工法過去在台北市衛生下水道及捷運工程均已有豐富之施工經驗，共同管道之一般段潛盾與上述工程沒有什麼不同，因此在此不擬贅述。但共同管道因需配合各種需要而設置特殊部，此特殊部斷面都比一般部來得大，因此共同管道通常是利用潛盾之工作井來作為特殊部，但假如在工作井間另有需要設置特殊部時，則需要有特別之施工法來處理，以下茲介紹可以考慮之三個方法。

A. 擴大式潛盾機施工法

本工法在日本曾有數個案例，但在國內尚無先例，以下茲引用日本之資料(如圖 23)說明步驟如下：

- (a)先於特殊部預定設置位置附近進行地盤改良。
- (b)進行一般標準斷面之潛盾隧道鑽掘，並且於特殊部預定位置採用鋼環片組立。
- (c)採用人工開挖方式於潛盾隧道下方挖掘出外環式潛盾機之裝設空間，並組裝外環式潛盾機。
- (d)利用外環式潛盾機進行環狀挖掘擴大斷面。
- (e)架設擴大式潛盾機並完成特殊部全段之擴大斷面。



■ 縱向連結

為防止預鑄共同管道不均勻沉陷、漏水及使用之目的，必須以PC鋼材作縱向結合，使節塊能成一体。

圖 20 預鑄構件接頭防水平面示意圖

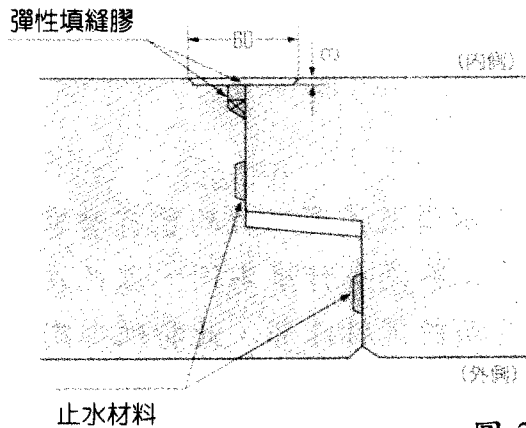


圖 21 預鑄構件接頭防水平面示意圖

■ 接縫止水(共有4重構造)

預鑄節塊間之接縫必需是水密性，且能耐 $1\text{kgf}/\text{cm}^2$ 之水壓，使用二處自粘性水橡膠帶，並由縱向預力提供壓力，以增加止水效果。在內側設有可觀察變動之接縫溝槽並填滿填縫膠(合成樹脂)，並分二層設置。

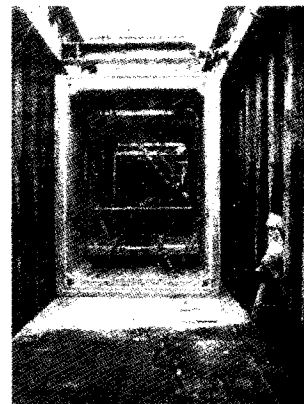


圖 22 預鑄構件施工實例

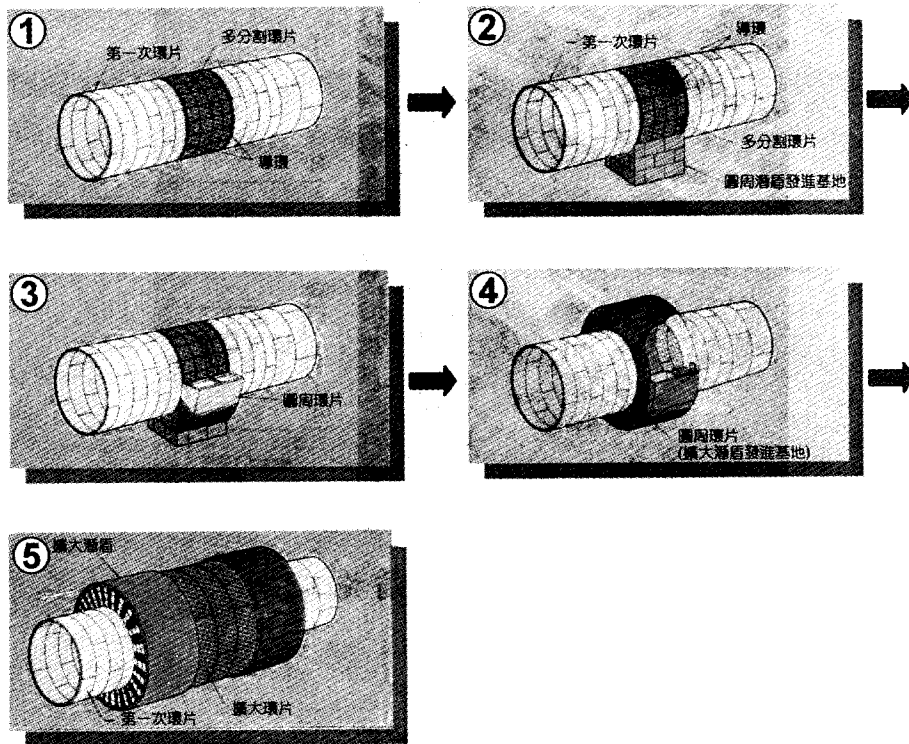


圖 23 擴大式潛盾施工法

本工法之優點為不需在地面上進行施工，對交通影響較小，但缺點為需另購外環式潛盾機及擴大式潛盾機，工程費用甚高，若使用長度較短，則恐將較不經濟，另外目前國內尚無此種工法之施工經驗，因此採用本工法需特別小心。

B. 親子式潛盾機施工法

本工法係利用外徑符合特殊部斷面大小之親子式潛盾機，於通過特殊部後，分離出較小斷面後潛盾機繼續掘進其餘路段，一般多使用於排、污水工程，以下茲以日本之資料說明其施工方式如圖 24 所示。親子式潛盾機工法之優點為利用一部潛盾機即可完成二種不同斷面之隧道，但其缺點為隧道斷面只能由大變小，無法再由小變大，因在二工作井間之潛盾隧道可能設置數處特殊部，此時可能產生親子式潛盾機無法施工之情形。另外若在二工作井間之潛盾隧道只設置一處特殊部，則因特殊部長度甚短，使用親子式潛盾機恐不經濟。

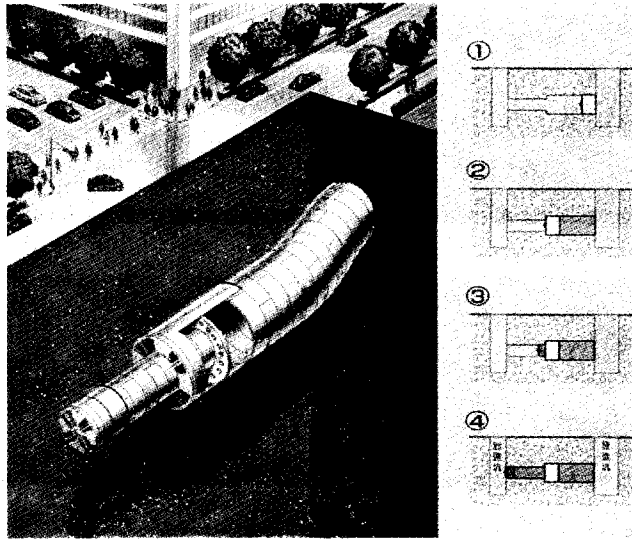


圖 24 親子式潛盾施工法

C. 明挖覆蓋配合地盤改良施工法

本工法之施工方式，其施工步驟如下：

- (a) 先於特殊部兩側施作摻土排樁(SMPW)，並於前後兩端進行地盤改良。
- (b) 進行一般標準斷面之潛盾隧道鑽掘，於特殊部則採用鋼環片並且進行背填灌漿。
- (c) 於特殊部前後端再進行隧道內之二次補強灌漿。
- (d) 以兩側之摻土排樁(SMPW)及前後端之地盤改良為擋土措施，於地面上進行開挖及架設覆蓋板、支撐等作業，並於開挖後進行特殊部之構築工作。

本工法具施工方便、迅速及成本較低等優點，但由於需經由地面往下進行開挖，在夜間施工時對交通影響較大。

以上三種工法以明挖覆蓋工法配合地盤改良處理作為特殊部之施工方式，最能配合國內之施工技術且能達到安全及經濟實用之目的。

六、電纜溝

電纜溝屬於直接供給或接戶使用的共同管道，以收納纜線類的公共管線為主，一般設置於人行道下方(如圖 25)，因此多採預鑄結構體，

而活動式溝蓋板的使用有助於公共管線需求擴充及維修。以下將對電纜溝的設計施工考量作一簡要說明；

1. 電纜溝結構型式可分為標準段、特殊段及暗渠段，前二者原則上如同前述可為預鑄，至於暗渠段，則多使用於過馬路、迴避其他埋設物、彎曲段，為避合現場狀況，而需採用場鑄施工調整因應。
2. 預鑄電纜溝原則上需為防水設計，因此溝體(U 型)必須有凸凹接榫、止水帶及螺栓固接等。
3. 特殊段使用於管線分匯處、起終點處等，一般採用加寬加深標準段斷面，又因該處為一易積水處，因此需加設集水坑。
4. 蓋板為 RC 預鑄，設計觀念首重與人行道景觀之配合及防水，並需有鎖定裝置，以防外人開啓。(圖 26)。

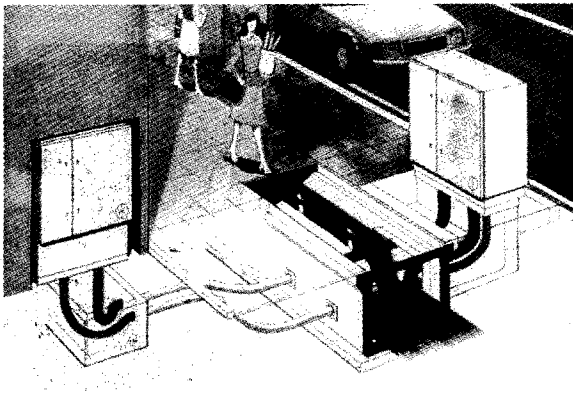


圖 25 電纜溝埋設與接戶示意圖 圖 26 人行道下佈設電纜溝完工實例

七、C.C.BOX

C.C.BOX 是另一種型式的供給管共同管道，如同電纜溝亦埋設於人行道下方，是將事先預鑄完成的管道單元，於佈設地點逐節吊放並加以接合，形成供纜線使用的管道空間，若有接續、分匯的需求時，則需另行增設特殊部(請參閱日本資料圖 27、28)，實際上 C.C.BOX 的觀念頗類似於公共管線的傳統埋設，主要的差異是各種管線統一挖掘，集中佈纜於同一預鑄管道中，可以有效減少公共管線各自開挖管溝的空間，大

大提昇地下空間的利用價值，並降低誤挖的機率，另外基於以下幾點原因，在日本目前有逐漸以 C.C.BOX 取代電纜溝的趨勢。

1. 工程費更為經濟，據估算約可節省 30~50% 的工程費。
2. 由於全部設施皆採預鑄構件，施工更為快速。
3. 可配合現場狀況，施工更富彈性。
4. 人行道表面更完整美觀。

另於設計 C.C.BOX 有幾項重點是吾人需加以注意的：

1. 構件原則上全部皆採預鑄，現場僅有組裝工作就好。
2. 防水考量需周延，尤其是管路段與特殊部之銜接及管路段間之接 (圖 29、30)。
3. 基礎要妥善處理，特殊部基礎版亦可考慮採用。
4. 特殊部之蓋版一般採用鋼架設計，注意防水處理，抗擡力檢核及底版之排水設施。

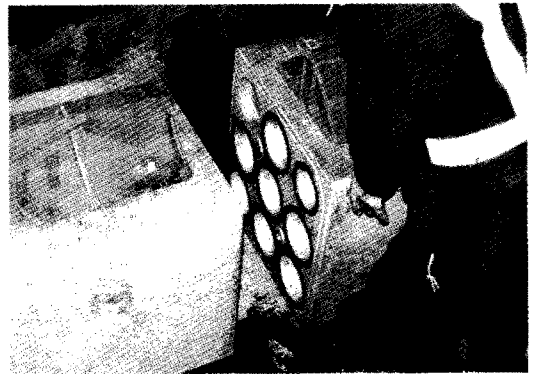
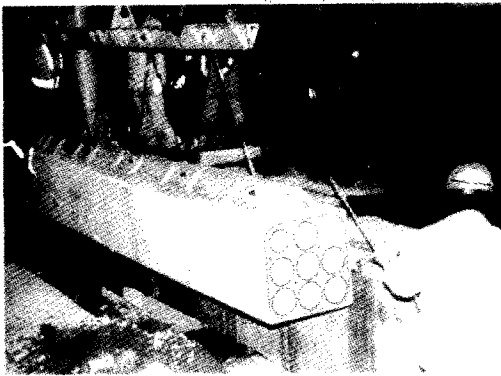


圖 27 C.C.BOX 管路段施工實例

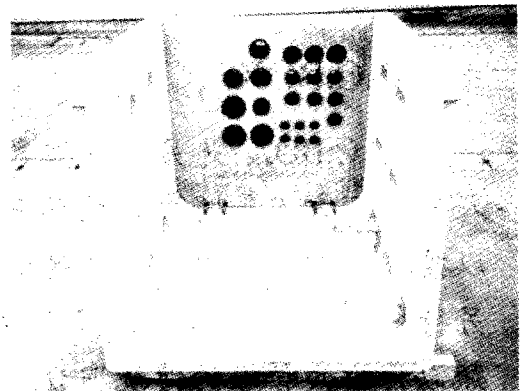
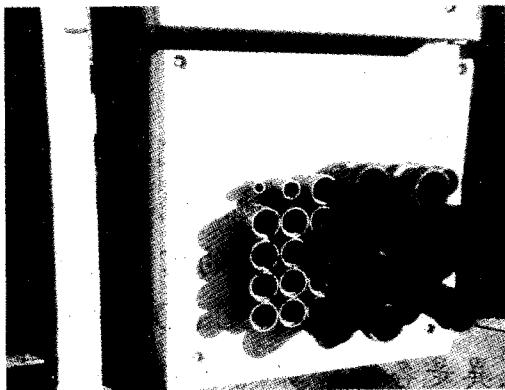


圖 28 C.C.BOX 特殊部實例

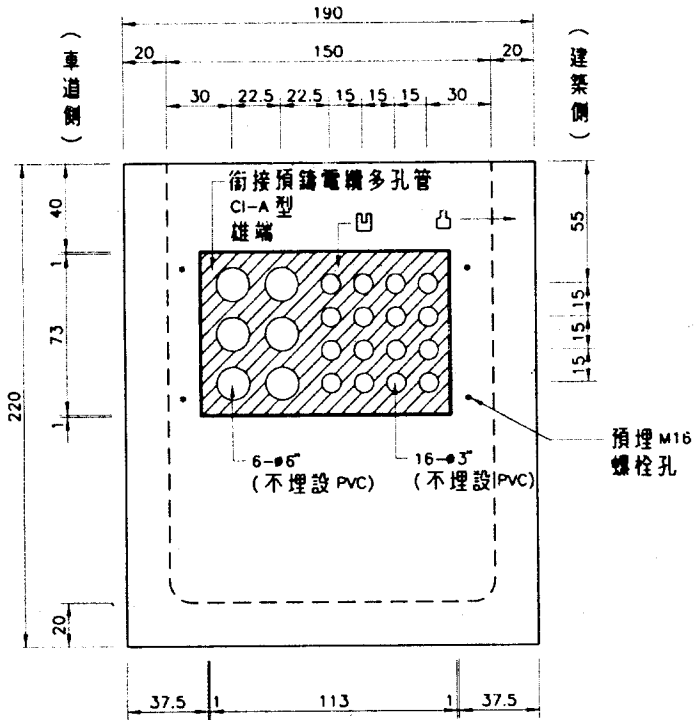


圖 29 C.C.BOX 特殊部結構示意圖

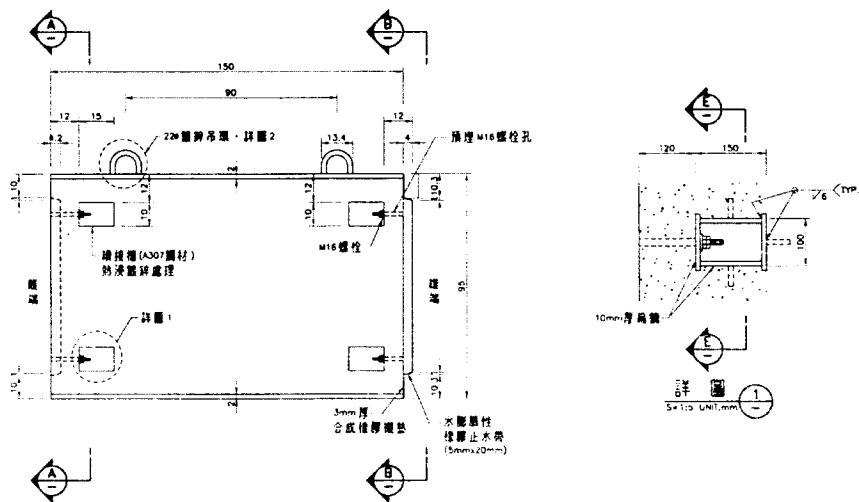


圖 30 C.C.BOX 管路段結構示意圖

肆、結語

共同管道之主要功能在防止因地下管線引起之道路重覆挖掘問題，同時因它具有都市防災以及經濟使用道路地下空間之優點，因此共同管道已成為現代化都市發展之趨勢，我們有理由相信未來共同管道在國內將繼續發展下去。但目前它在國內是處於剛在起步階段，因此推動共同管道建設所遭遇之困難實在不少，而工程技術問題僅是其中一個環節而已。

共同管道工程技術是否已臻成熟，我們可以從工程建設之結果是否已經達到實用、經濟及安全之目標加以檢驗。我們既然尚在草創階段，則工程技術經過一連串之摸索實習階段為在所難免，然而共同管道本屬一般土木機電工程範疇，其技術並無特別艱深之處，因此只要把握它的重點及相關特性，並參考國內、外之相關經驗加以設計施工，吾人相信一般工程師對共同管道工程技術都能勝任愉快，但這項工程技術也不容低估疏忽，否則其結果也可能是錯誤百出虛擲公帑而已，筆者在此願與各位工程先進共勉之。