

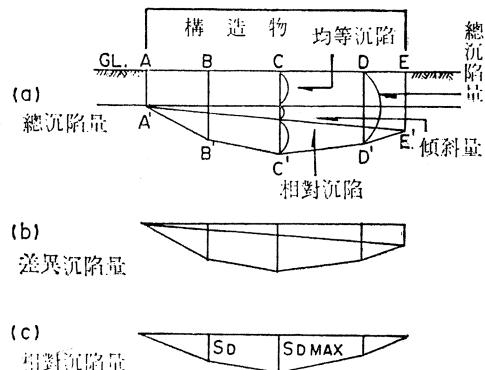
名詞解說專欄

趙 基 威*

8. 差異沉陷

一、定義

構造物內若干點（譬如圖一之 A, B, C, D, E 等五點），求出其總沉陷量，打點繪圖，則得圖一(a) 所示之沉陷曲線 $A'B'C'D'E'$ 。某一點之總沉陷量一般是如該圖所示，為均等沉陷、傾斜量、相對沉陷等三分量之和。總沉陷量扣除均等沉陷則得圖一(b) 之差異沉陷曲線，再扣除傾斜量則得圖一(c) 之相對沉陷曲線。



圖一 各種沉陷量之定義

差異沉陷，顧名思義是不均等之沉陷，係指傾斜量與相對沉陷量之和，但是，由於傾斜量係與均等沉陷一樣，是構造物之剛性位移（移動或旋轉），而不會引起差異沉陷應力，故有時候，差異沉陷單指相對沉陷。

二、差異沉陷與結構性障礙

均等沉陷或傾斜會造成結構物各種機能上之障礙，但不使結構物產生應力或甚小。

另一方面，相對沉陷因會使構造物產生強制變形（剪力變形、彎曲變形等），而產生差異沉陷應力，致使發生龜裂、耐力降低等結構性障礙。

要確實地計算出差異沉陷應力，須先確實地評估相對沉陷量，但由於其除深受構造物剛性之影響外，亦與地盤之變形或構造物之剛性時間變化有密切關係，因此，在現階段尚屬未解明之問題。因而，在規範內大多僅規定其容許沉陷量，而不要求計算差異沉陷應力。

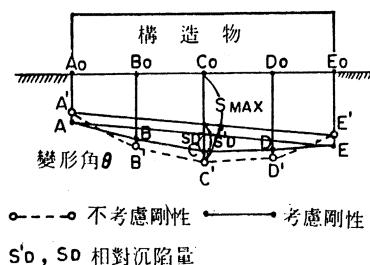
三、構造物之剛性與差異沉陷

構造物之剛性（對變形之抵抗性）效果是於沉陷之進行同時能促使構造物對地盤之荷重分佈變化，致使差異沉陷平均化。此種效果如圖二所示，為弧狀之差異沉陷，其效果為：①最大總沉陷量減少，②均等沉陷增大，③相對沉陷量大幅度減少。

一般之構造物多少具有剛性，故此種效果不能忽略而不計。而類似填方之沉陷等則可視為特例，不必考慮其剛性。

假設不考慮剛性所求之最大相對沉陷量為 $S_{D'max}$ ，考慮剛性所求之最大相對沉陷量為 S_{Dmax} ，令此二者之比為剛性係數 α ($0 < \alpha < 1$)，則可用此

* 中華顧問工程司土壤基礎工程部副理



圖二 剛性之效果

α 來略算 S_{Dmax} 。 α 可由實測結果而以經驗定之，或從理論式近似估算，但基本上 α 是時間的函數。

四、差異沉陷型態

地盤性質、構造物荷重分佈甚為均勻時，地中應力在構造物中央部份為最大，在端部為最小，而呈圖一所示之凸弧狀差異沉陷曲線。此種情形下，如遇鄰接構造物或交通荷重等所產生之應力重量，亦會使一端或兩端之地中應力增大而形成 S 字形或

9. 薄殼基礎

由於基礎大部份是埋置在地盤內，建築物完成後，從外部看不到。因此，建築物基礎不論多好都難以受人讚譽。但對整個建築物而言，基礎設計是最為重要。設計考慮欠週，造成差異沉陷，往往致使建築物遭受重大損傷。在設計基礎時，傳統之混

上凸形。

採用承載樁時，亦因樁長與樁間隔之關係，羣樁大部份均成集羣（Block）化，故其沉陷亦形成圖一所示之型態。

獨立基腳等直接基礎或未集羣化承載樁基礎，因各別直接受地盤性質變動之影響而常呈全面鋸齒狀（Zigzag）型。

基樁施工不良、剛性或荷重之局部變化較大時，弧狀之一部份亦會產生鋸齒狀。

五、問題點

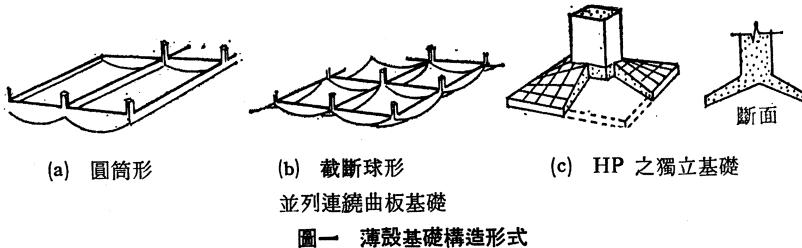
上部構造，基礎與地盤之整體解析在現階段利用電腦來處理已非困難之問題，但是發表之實測結果很少，欠缺理論之實證。目前尚無法定量分析之問題相當多，列舉如下三項：

- ①地盤性質之變動，基樁品質（包括施工狀況）之不均勻性。
- ②鋼筋混凝土龜裂發生後之剛性評估。
- ③上部構造之潛變特性（應力鬆弛特性）。

凝土塊基腳或平版筏式基礎是常被採用，惟很少有突破性之設計。基於探索更合理之基礎形式與尋求突破性之基礎形式，而有了將薄殼之構造應用到基礎設計之概念，根據文獻資料，目前已施工之薄殼基礎有表一所示。

表一

建 築 物	年 代	建 築 物 概 要	基 础 形 式	基 础 概 要
辦 公 室 (法 國)	1951	鋼筋混凝土 地上 1 層 地下 4 層	圓筒薄殼	厚度 10 cm 曲率半徑 15 m 高度 1.4 m
倉 庫 (墨 西 哥)	1952	鋼筋混凝土 長 216 m × 寬 31.5 m	矩形狀之 HP 薄殼獨立基礎	縱 5 m × 橫 3 m 厚度 15 cm 高度 75 cm
系 館 (日本、日大理工館)	1959	鋼筋混凝土 長 31.2 m × 寬 15 m × 高 30.3 m 9 層建築，地下 1 層	4 並列及 2 連續 圓筒薄殼	橫跨 6.2 m 縱跨 7.5 m 高度 80 cm
實 驗 室 (日本、日大生工館)	1959	鋼筋混凝土 屋頂圓筒薄殼 縱跨 40 m 橫跨 11 m 高度 2 m	HP 薄殼 獨立基礎	厚度 15 cm 縱 2.5 m 橫 1.6 m



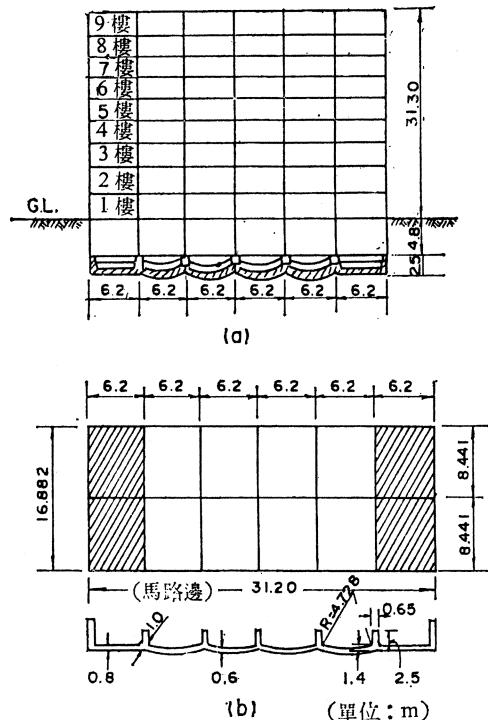
薄殼 (Shell) 一般是指厚度與其跨徑或曲率半徑等長度之比較為極薄之曲板。以適當支撐構造支承之殼，因荷重之大部份是以面內應力傳遞，僅需薄的斷面就能承受大空間之荷重，在工程上是極

為有利之構造。對集中荷重可補強該部份，僅考慮使其能承耐 Punching Shear (衝孔剪力) 即可，對基樁亦可作類似之適當處理。此種工法不能普及之主要原因是薄殼的解法極為複雜，但在電腦發達，節約能源的今天，薄殼基礎之利用應該是值得推廣的。

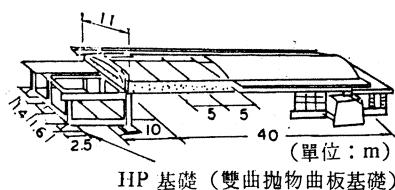
應用在基礎構造之薄殼代表形式有圖一所示之圓筒曲面、球形曲面、雙曲拋物曲面等。雙曲拋物曲面 (Hyperbolic Paraboloidal Shell, HP 薄殼) 是相對方向二彎曲之拋物線，其一拋物線沿着另一拋物線上移動時所產生之曲面是為雙曲拋物面，利用其面所作成之曲板謂 HP 薄殼。

目前此種施工例在世界尚屬稀少，圖二為日本日大理工學5號館之施工例，圖三為同校生產工學部實驗室之施工法。

根據施工經驗得知，在材料上，薄殼（曲板）基礎之混凝土量較平板筏式基礎省2成，鋼筋量則約省3成。施工上並沒有任何困難。



圖二 日大5號館概略圖



圖三 日大生產工學部實驗室