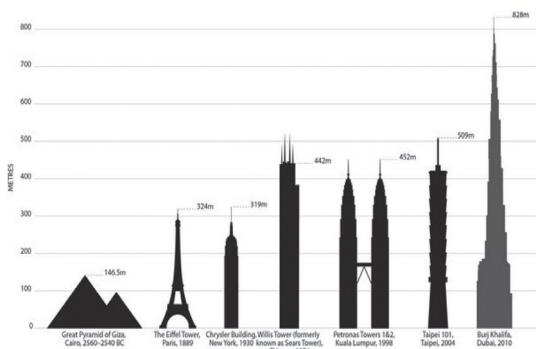


混凝土與鋼筋應變檢測基本介紹

三聯科技股份有限公司 / 楊傑凱

一、概論

現代工業不可或缺的材料之一，混凝土又稱洋灰或者石矢，是利用各種配方與水調和比例製作而成，經過一段時間後會固化而形成堅固耐用的固形物，在人類歷史上有著相當豐富的演變，從最早的泥土石磚開始，到最新的摩天大樓抗震建材，通通都算混凝土的範圍，隨著人類科技不斷演進，城市人口密度越來越高，建物向上發展已是必然的趨勢，然而高度越高，需多問題也油然而生，包括強風、溫度、地基、地震、溫度、疲勞等等，一旦發生意外都是相當嚴重的後果，因此現代安全科技發展更為重要，掌握材料特性將是永遠的需求。

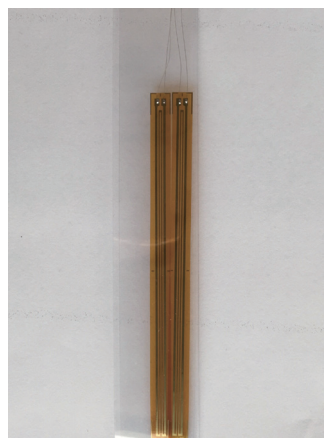


各國皆在建造更高的建築以宣示經濟與技術的高度

二、應變規黏貼

混凝土由於材料特性問題，常常表面有許多粉塵、孔洞或是凹凸不平等狀況，在黏貼時須特別避開或注意，而一般標準應變規大約為1~10mm，即使成功黏貼上去，也可能因為混

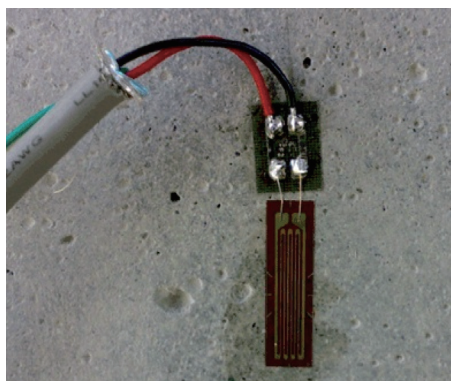
凝土在澆鑄時內部出現氣泡、瑕疵或不均勻等狀況而讓應變規找不到最大應變位置或誤判，因應此狀況共和電業推出混凝土專用的應變規，標準規格感測柵有10~30mm長，特殊規格則有到120mm長，以便感測更大的範圍與正確性。



10~30mm長形應變規



60~120mm超長單線型應變規



標準片配合端子黏貼的情況



另外也有埋入型的應變規，可量測混凝土在收縮時的應變變化，以及附帶熱偶線的形式，可一併量測混凝土澆鑄後的溫度變化，以便掌握混凝土在固化過程的特性，或是研發新型材料的性質。

一般混凝土的高強度都是形容抗壓能力，一旦遇到剪力或抗拉方向的力量，則顯得不夠強韌了，因此工程師在澆鑄混凝土時將鋼筋結構埋入，可大大提升結構的穩定與各項強度，在檢測上則有專用的鋼筋計，或是直接黏貼應變規來實施實驗或監控，近年的建築更是改為鋼骨結構與特殊設計，更能夠抵抗來自於地震的破壞。



此為橋墩受到過大剪力而破壞的案列



黏貼於鋼筋上的應變規



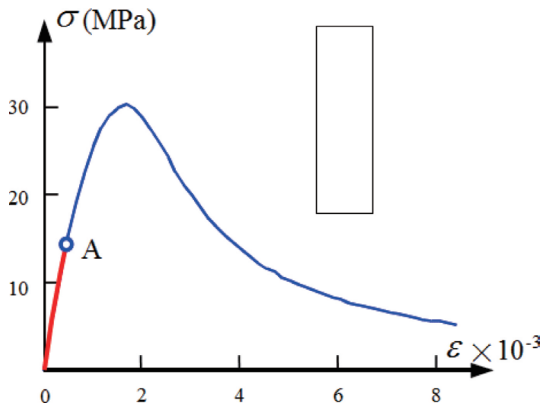
共和電業針對各種情況推出的鋼筋計



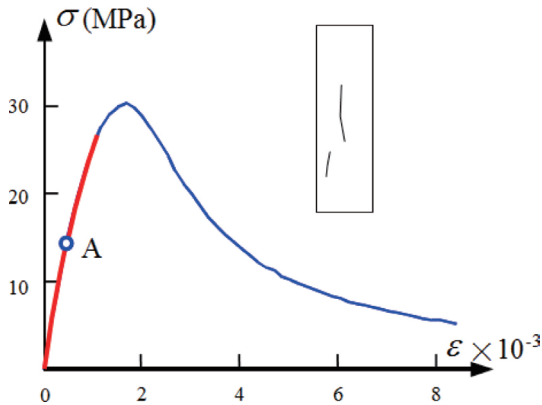
鋼筋計安裝案列

三、量測

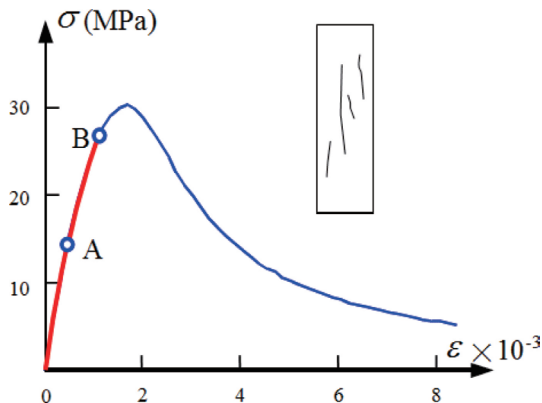
混凝土強度高，量測其應變變化特性時，大多採用油壓機施力，來檢測應變、位移、荷重量等變化，並將結果記錄下來以利後續分析，並以各種形狀來重複檢測最可靠強度。透過鋼筋的編織與支撐，試體強度及可大大增加，混凝土在結硬過程中，由於水泥石的收縮、骨料下沉以及溫度變化等原因，在骨料和水泥石的介面上形成很多微裂縫，成為混凝土中的薄弱部位。混凝土的最終破壞就是由於這些微裂縫的發展造成的。



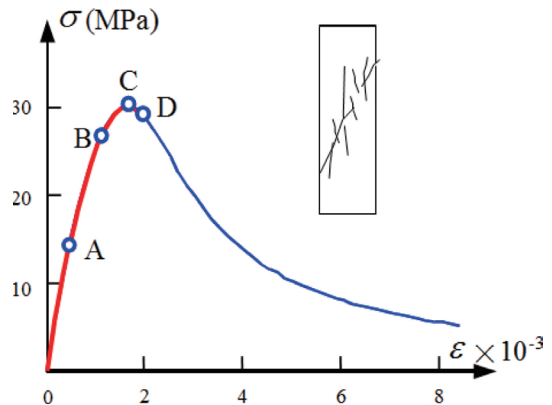
A點以前，微裂縫沒有明顯發展，混凝土的變形主要彈性變形，應力-應變關係近似直線。



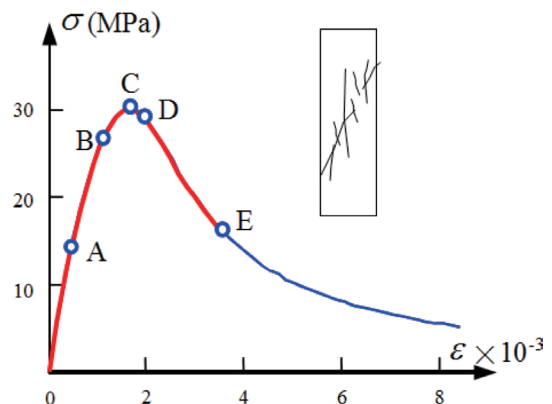
A點以後，由於微裂縫處的應力集中，裂縫開始有所延伸發展，產生部分塑性變形，應變增長開始加快，應力-應變曲線逐漸偏離直線。微裂縫的發展導致混凝土的橫向變形增加。但該階段微裂縫的發展是穩定的。



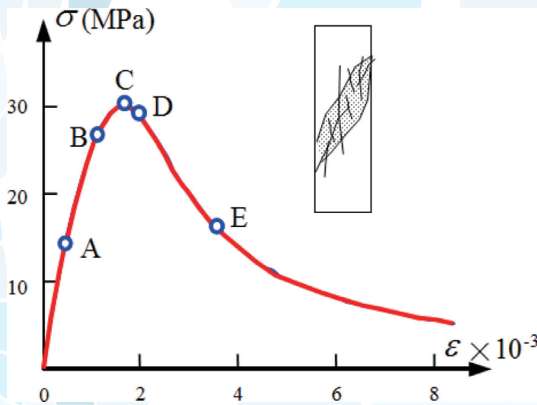
達到B點，內部一些微裂縫相互連通，裂縫發展已不穩定，橫向變形突然增大，體積應變開始由壓縮轉為增加。在此應力的長期作用下，裂縫會持續發展最終導致破壞。取B點的應力作為混凝土的長期抗壓強度。



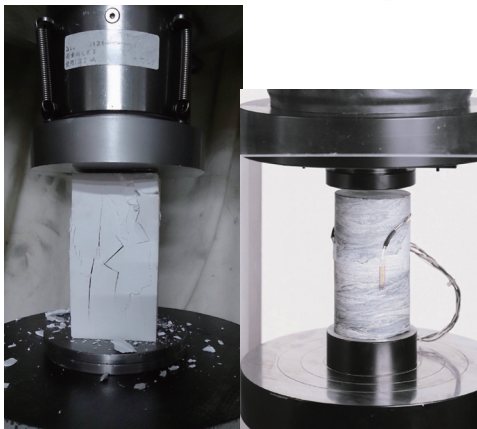
達到C點，內部微裂縫連通形成破壞面，應變增長速度明顯加快，C點的縱向應變值稱為峰值應變。縱向應變發展達到D點，內部裂縫在試件表面出現第一條可見平行於受力方向的縱向裂縫。



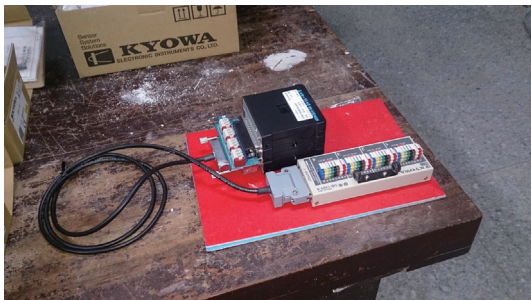
隨應變增長，試件上相繼出現多條不連續的縱向裂縫，橫向變形急劇發展，承载力明顯下降，混凝土骨料與砂漿的粘結不斷遭到破，裂縫連通形成斜向破壞面。



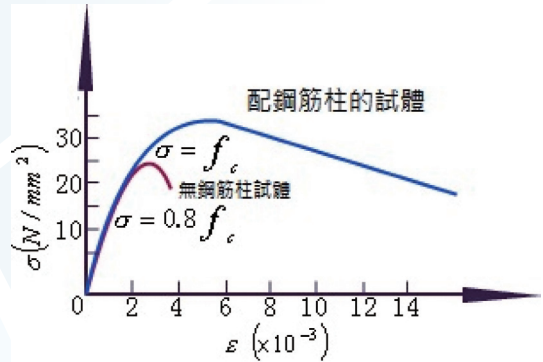
E點以後，縱向裂縫形成斜向破壞面，此破壞面受正應力和剪應力作用繼續擴展，形成一破壞帶。此時試件的強度由斜向破壞面上的骨料的摩阻力提供。隨應變繼續發展，摩阻力和粘結力不斷下降。但即使在很大的應變下，骨料間仍有一定的摩阻力。



在油壓機上施力的情形(圖為石材與特殊石膏)



使用的動態紀錄器



測試曲線之一(應力與應變)

縱使現今技術已經相當成熟，但是仍然有大量的舊式建築並沒有良好的抗震設計，再加上屋齡不斷增加，即使建築高度並不高，也存在著極大的安全性隱憂，一旦主梁或受力牆面出現裂痕或剝落，則必須更加注意建物的結構安全，這不一定是馬上發生的危險，但是肉眼發現裂縫變化增加時可能就已經太晚，可使用裂縫計做長期監測。



應變式裂縫計

四、結語

專業感測器百百種，除了有各式規格之外，也有著各種作動原理，不論是什麼原理的感測器，目的都是為了能讓工業與技術更上一層，以安全為出發點、以進步為目標、以節能為要求，善用精密感測器可讓人類生活有極大的改變，將物理量以數據化／數位化的方式呈現，讓更多各業菁英能更加發揮，提升標準與生活品質，創造更好的環境。