

地震規模與強度簡介 及設計原則

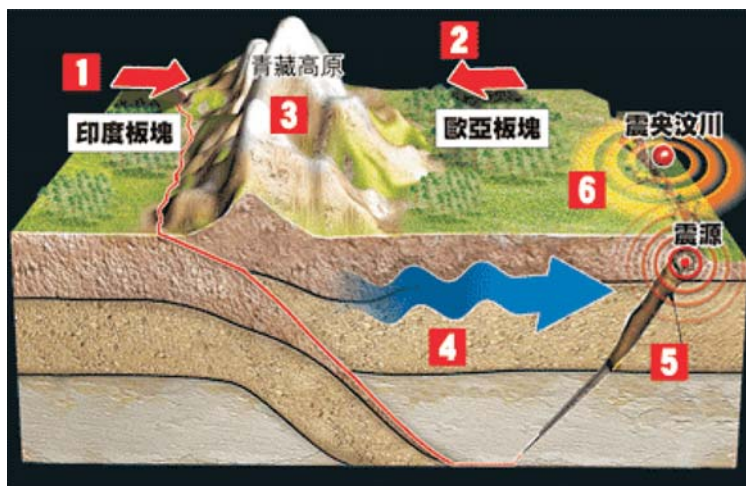
台化工務部營建設計處

一、前言

由於地球環境氣候變遷，地震頻率日益密集，且規模漸趨增大；自 88 年至 97 年短短 10 年間，亞洲地區已發生數次超過芮氏規模 7 以上之地震，其中台灣 921 地震、南亞大地震、四川大地震，造成建築物、橋樑、壩堤等各種設施損壞，以及數以萬計的人員傷亡及財產損失。因此本公司各廠區建廠選址前已避開地震斷層帶，在兼顧安全與經濟性考量下，建築物要採用當地規範的最小地震力做設計。

二、地震發生原因

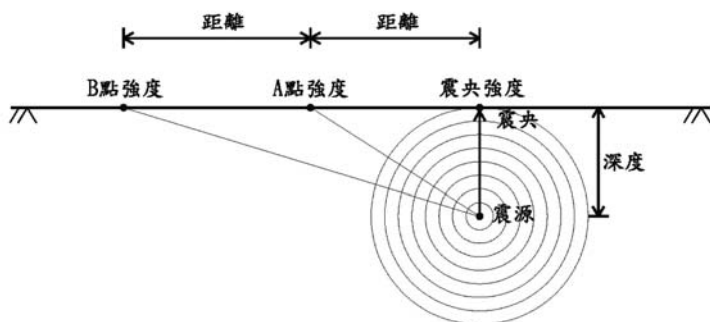
地震發生原因主要有三項：(1) 大陸板塊擠壓、(2) 地殼熔岩爆發、(3) 核子試爆，其中以大陸板塊擠壓為最常見，以 97 年 5 月 12 日四川大地震為例，印度板塊與歐亞板塊的相互擠壓，於板塊交接處儲存了巨大應力，當應力超越界面摩擦阻力時，板塊相互錯動使得龍門山斷層錯移引起地震(詳圖一)。



圖一 印度板塊與歐亞板塊擠壓示意圖

三、震源與震央說明

1. 震源：地震發生錯動的起始點 (詳圖二)。
2. 震央：由震源垂直往上，在地表的投影點 (詳圖二)。



圖二 震源與震央示意圖

3. 地震可按震源分為四類：

類別		深度範圍	危害度
震源	極淺源地震	地表下 0~30km 間	最大
	淺源地震	地表下 30~70km 間	次之
	中源地震	地表下 70~300km 間	輕微
	深源地震	地表下 300~700km 間	無

4. 地震規模與強度

地震的規模世界公認使用只有一個數值，以芮氏規模表示，其意是震源發生點釋放能量的大小，而地震強度則指各個所在位置地表加速度值的等級，以南投 921 大地震為例（震央集集鎮），其地震規模是芮氏 7.3，而台灣各地地震強度如下：

位置	集集(震央)	埔里	台中	嘉義	六輕麥寮	台北
距離	0KM	10KM	50KM	75KM	80KM	170KM
強度	7級	7級	5級	5級	4級	4級

四、地震規模說明

1. 地震震源所釋放的能量，可由如下公式計算而得：

$\log_{10} E = 11.8 + 1.5 M$ ，(E = $10^{11.8 + 1.5M}$)，E = 能量 (爾格 = erg，1erg = 10^{-7} 焦耳)，M = 規模

2. 地震規模與能量釋放關係如下表：〔以規模 6.2 為 1 做比較，每增加 0.2，能量即增為 2 倍 = 2^n ， $n = (6.4 - 6.2) \div 0.2$ 〕

規模 能量	M=6.2	M=6.4	M=6.6	M=6.8	M=7.0	M=7.2
E(erg)	1.26×10^{21}	2.52×10^{21}	5.0×10^{21}	1.0×10^{22}	2.0×10^{22}	3.98×10^{22}
倍數	1	$2^1=2$	$2^2=4$	$2^3=8$	$2^4=16$	$2^5=32$

3. 地震規模 6.2 釋放的能量相當於一顆廣島原子彈 (20,000 噸黃色炸藥)，近年來強烈地震所釋放之能量如下：

項次	地震名稱	發生年份	芮氏規模(M)	釋放能量(erg)	相當原子彈(顆)
1	台灣南投 921	88. 9. 21	7.3	5.6×10^{22}	45
2	大陸四川 512	97. 5. 12	8.0	6.4×10^{23}	512
3	南亞大地震	93. 12. 26	9.0	2.0×10^{25}	16,384

五、地震強度說明

地震強度是指在某一定地點，人所感受到之地震強烈程度，係採用地表加速度做分級，台灣以 7 級震度表示，而大陸則以 12 級烈度表示，詳細區分說明如附表：

大陸				台灣				
烈度	人的感覺	屋內情形	加速度 cm/s ²	震度	分級	人的感覺	屋內情形	加速度 cm/s ²
1	無感。	-	-	0	無感	人無感覺。	-	≤7.84 (0.0008g)
2	室內個別靜止中的人感覺。	-	-					
3	室內少數靜止中的人感覺。	門窗輕微作響。	-	1	微震	人靜止時可感覺微小搖晃。	-	7.84~2.450 (0.0008~0.0025g)
4	室內多數人感覺/室外少數人感覺/少數人夢中驚醒。	門窗作響。	-	2	輕震	睡眠中人,有部份會醒來。	電燈等懸掛物有小搖晃。	2.45~7.84 (0.0025~0.008g)
				3	弱震	幾乎所有人都感覺搖晃。	門窗發出聲音及懸掛物搖晃。	7.84~24.5 (0.008~0.025g)
5	室內普遍感覺/多數人夢中驚醒。	門窗、屋頂、屋架顫動作響,灰土掉落。	31 (22~44)	4	中震	有相當程度恐懼,部份人會尋求躲避的地方。	房屋搖動甚烈,底座不穩,物品傾倒,可能有輕微災害。	24.5~78.4 (0.025~0.08g)
6	驚慌失措,倉惶逃出。	牆體微細裂縫。	63 (45~89)					
7	多數人倉惶逃出。	輕度破壞-局部破壞。	125 (90~177)	5	強震	多數人感到驚嚇恐慌。	部份牆壁產生裂痕,重傢俱可能翻倒。	78.4~245 (0.08~0.25g)
8	搖晃顛簸,行走困難。	中等破壞-結構受損。	250 (178~353)	6	烈震	搖晃劇烈以致站立困難。	建築物受損,門窗扭曲變形。	245~392 (0.25~0.4g)
9	坐立不穩,行動的人可能摔跤。	嚴重破壞-牆體龜裂。	500 (354~707)					
10	騎自行車的人會摔倒。	建築物倒塌。	1000 (708~1414)	7	劇震	劇烈搖晃以致無法依意志行動。	部份建築物受損嚴重或倒塌,幾乎所有傢俱都大幅移位或摔落地面。	≥392 (0.4g)
11	地震斷裂,山崩常見。	毀滅。	-					
12	山河改觀。	毀滅。	-					

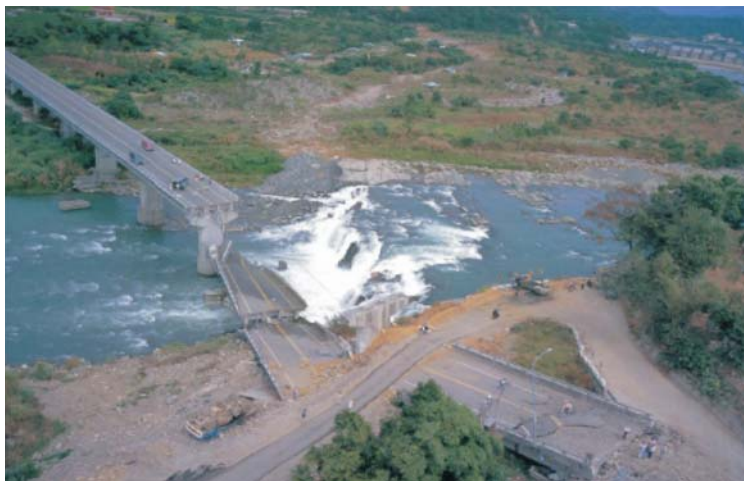
六、地震造成設施損害類型



照片一 地震造成結構物倒塌(樑柱破壞)



照片二 地震造成碼頭護岸設施倒塌



照片三 地層隆起埤豐大橋斷裂



照片四 地震引發海嘯

七、本公司各廠區設計地表加速度比較表如下

廠區	台灣					中國大陸		越南	
	時間	麥寮	新港	龍德	彰化	寧波	洛陽	仁澤	河靜
設計 最小 地表	921 以前	0.28g	0.28g	0.28g	0.23g	0.1g	0.118g	0.0472g	0.1013g
加速 度	921 以後	0.33g (+17.9%)	0.33g (+17.9%)	0.33g (+17.9%)	0.33g (+43.5%)				

八、耐震設計原則研擬

本公司各廠區建廠選址前均已避開地震斷層帶位置，在確保安全前提下，擬訂營建工程設計原則如下：

1. 建築物設計地震力均採當地規範最小地震力設計。
2. 選用適當建築物重要性係數I，兼具安全與經濟性。
3. 目前國外廠區設計地表加速度均較國內小，且工資便宜、材料貴，在設計上以優先採用造價較廉之 RC 結構，其次再考慮鋼構。