

內政部建築研究所籌備處專題研究計畫成果報告

計畫名稱：輕質混凝土經濟性評估之研究

計畫編號：MOIS83006

執行時間：民國八十二年八月一日至八十三年五月三十一日

輕質混凝土經濟性評估之研究

計畫主持人：鄭	復	平	副教授
共同主持人：林	銅	柱	教授
	彭	耀	教授

執行單位：財團法人臺灣營建研究中心

中華民國八十三年六月三十日

輕質混凝土經濟性評估之研究

鄭復平* 林銅柱* 彭耀南*

摘要

本研究的目的是在探討輕質混凝土於建築結構系統中適於使用之桿件，並利用整體結構系統分析及經濟性評估探討輕質混凝土適於使用之範圍，進而可以推廣這種新建築材料，以舒解日益嚴重的砂石短缺的問題，同時可以緩和河川的濫採砂石對公共工程所造成之危害。

建築結構系統之構成桿件一般可分為內外牆、樓版、梁、柱等四大類，經過評估發現，在這四種桿件中，梁和柱由於需要相當高的抗壓強度，不適用於輕質混凝土，柱子不但不適用於輕質混凝土，當樓層甚高需要承受很大的軸力時，高強度混凝土將更為經濟。外牆及內部隔間牆因無需承擔荷重，需要之強度不高，最適於使用輕質混凝土。樓版雖然承受荷重，但仍然可以使用。

輕質混凝土雖然重量較輕可以減少地震產生的水平力及其自重產生之垂直載重，但其強度較低，而且單價高出常重混凝土甚多。經過整體結構系統分析並做經濟性的評估後，發現結構系統的跨距及樓層高度對於使用輕質混凝土有決定性的影響。當跨距小時，使用輕質混凝土較不經濟，隨著跨距的增加，其優勢也跟著增大。結構物越高，輕質混凝土的經濟性也跟著提高。且此二因素有相乘的效果。

受託研究單位：財團法人臺灣營建研究中心

* 國立交通大學土木工程系所教授、副教授

The Economic Study of Light Weight Concrete

Cheng, Fu-Ping* Lin, T. D.* Pen, Yao-Nan*

ABSTRACT

The purpose of this study is to explore the economic using of light weight concrete as a construction material through the structural analysis and economical evaluation of the whole building structure system. The using of the light weight concrete instead of the normal weight concrete can reduce the usage of the aggregate from the rivers and the risk of the public construction on the rivers.

The members of the building structure can be classified into four categories, i.e. wall, slab, beam and column. After evaluation, light weight concrete are not suitable for column and beam due to its low compression strength. The increasing of axial force in the column, due to the increasing of the height of building, can make high strength concrete more economic. The wall is not load bearing element, therefore it is the most appropriate member for light weight concrete. The slab can be constructed by light weight concrete too.

The light weight concrete can reduce the horizontal force from earthquake and vertical load from its weight due to its lower density. This advantage will be offset by its lower strength and high price. From study, two major parameters which dominate the economical use of light weight concrete in the building structure is the height and span of the building. The light weight concrete will be used more economically with the increase of the span and the height of the building. These two factor interact with each other.

Submitted by : Taiwan Construction Technology Research Center

*Professor, associate professor, Department of Civil Engineering, N.C.T.U.

致 謝

本研究計畫承蒙內政部建築研究所籌備處鼎力支持，提供所有研究經費，使得本計畫得以順利執行。在工作期間承蒙建研所張世典主任、蕭江碧副主任、周智中組長及財團法人臺灣營建研究中心等多方面之協助，方使得本計畫得以順利完成，謹在此致以誠懇之謝意。

本研究計畫於執行期間，承蒙國立中興大學工學院顏聰院長提供輕質混凝土配比及相關技術資料；榮工處中壢預鑄廠莊隆昌科長提供進口輕質骨材之價格；財團法人中華顧問工程司結構二部吳錫福組長提供各種工程材料之施工單價。由於獲得上述諸多支援，使得本研究案得以順利完成，在此表示衷心的感謝。另外兩位共同主持人林銅柱教授及彭耀南教授於執行期間所提供之技術協助，研究助理之支援，在此一并表示謝意。

我們希望這份研究報告，能對國內鋼筋混凝土結構設計業者，有從事輕質混凝土意願者能有所參考，進而使輕質混凝土能在國內植根，以舒解砂石短缺之難題。

計畫主持人 鄭復平 謹致
八十三年六月三十日

目 錄

中文摘要	<i>
英文摘要	<ii>
致 謝	<iii>
目 錄	<iv>
表 目 錄	<v>
圖 目 錄	<viii>
第一章 緒論	1
1-1 緣起與目的	1
1-2 研究範圍與方法	2
第二章 結構桿件之經濟性評估	5
2-1 內外牆	5
2-2 柱	6
2-3 梁	7
2-4 樓版	8
第三章 整體性結構分析與經濟性評估	11
3-1 使用設計資料	11
3-2 工程造價評估	14
3-3 空間效益	15
第四章 結論與建議	17
4-1 結論	17
4-2 建議	18
參考文獻	19

表目錄

表2-1	在2%鋼筋比及0.1m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	21
表2-2	在2%鋼筋比及0.2m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	21
表2-3	在2%鋼筋比及0.3m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	22
表2-4	在2%鋼筋比及0.4m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	22
表2-5	在2%鋼筋比及0.5m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	23
表2-6	在2%鋼筋比及0.6m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	23
表2-7	在2%鋼筋比及0.7m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	24
表2-8	在2%鋼筋比及0.8m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	24
表2-9	在2%鋼筋比及0.9m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	24
表2-10	在2%鋼筋比及1.0m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	25
表2-11	在4%鋼筋比及0.1m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	25
表2-12	在4%鋼筋比及0.2m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	26
表2-13	在4%鋼筋比及0.3m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	26
表2-14	在4%鋼筋比及0.4m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	27

表2-15	在4%鋼筋比及0.5m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	27
表2-16	在4%鋼筋比及0.6m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	28
表2-17	在4%鋼筋比及0.7m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	28
表2-18	在4%鋼筋比及0.8m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	29
表2-19	在4%鋼筋比及0.9m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷.....	29
表2-20	在4%鋼筋比及1.0m之彎矩軸重比下， 各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面.....	30
表2-21	35cmx50cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	30
表2-22	35cmx55cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	30
表2-23	35cmx60cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	31
表2-24	35cmx65cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	31
表2-25	35cmx70cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	31
表2-26	40cmx60cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	32
表2-27	40cmx65cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	32
表2-28	40cmx70cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	32
表2-29	40cmx75cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	33

表2-30	40cmx80cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	33
表2-31	45cmx65cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	33
表2-32	45cmx70cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	34
表2-33	45cmx75cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	34
表2-34	45cmx80cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	34
表2-35	45cmx85cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	35
表2-36	45cmx90cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	35
表2-37	50cmx75cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	35
表2-38	50cmx80cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	36
表2-39	50cmx85cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	36
表2-40	50cmx90cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	36
表2-41	50cmx95cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	37
表2-42	50cmx100cm梁在不同混凝土強度 及壓力鋼筋之抗彎矩能力.....	37
表2-43	不同梁柱尺寸所須之樓版厚度.....	37
表2-44	不同混凝土抗壓強度所須之樓版厚度.....	38

圖目錄

圖2-1	在2%鋼筋比及0.1m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係.....	39
圖2-2	在2%鋼筋比及0.2m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係.....	40
圖2-3	在2%鋼筋比及0.3m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係.....	41
圖2-4	在2%鋼筋比及0.4m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係.....	42
圖2-5	在2%鋼筋比及0.5m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係.....	43
圖2-6	在2%鋼筋比及0.6m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係.....	44
圖2-7	在2%鋼筋比及0.7m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係.....	45
圖2-8	在2%鋼筋比及0.8m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係.....	46
圖2-9	在2%鋼筋比及0.9m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係.....	47
圖2-10	在2%鋼筋比及1.0m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係.....	48
圖2-11	在4%鋼筋比及0.1m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係.....	49
圖2-12	在4%鋼筋比及0.2m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係.....	50
圖2-13	在4%鋼筋比及0.3m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係.....	51

圖2-14	在4%鋼筋比及0.4m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造价之關係.....	52
圖2-15	在4%鋼筋比及0.5m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造价之關係.....	53
圖2-16	在4%鋼筋比及0.6m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造价之關係.....	54
圖2-17	在4%鋼筋比及0.7m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造价之關係.....	55
圖2-18	在4%鋼筋比及0.8m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造价之關係.....	56
圖2-19	在4%鋼筋比及0.9m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造价之關係.....	57
圖2-20	在4%鋼筋比及1.0m之彎矩軸重比下， 各種軸重之混凝土強度與工程造价之關係.....	58
圖3-1	不考慮空間效益下，使用不同建築材料， 5.0m跨距工程造价與樓層數之關係.....	59
圖3-2	不考慮空間效益下，使用不同建築材料， 7.5m跨距工程造价與樓層數之關係.....	60
圖3-3	有效空間增加量示意圖.....	61
圖3-4	考慮第一種空間效益下，常重混凝土使用磚牆， 對不同地價5.0m跨距工程造价與樓層數之關係.....	62
圖3-5	考慮第一種空間效益下，常重混凝土使用混凝土牆， 對不同地價5.0m跨距工程造价與樓層數之關係.....	63
圖3-6	考慮第二種空間效益下，常重混凝土使用磚牆， 對不同地價5.0m跨距工程造价與樓層數之關係.....	64
圖3-7	考慮第二種空間效益下，常重混凝土使用混凝土牆， 對不同地價5.0m跨距工程造价與樓層數之關係.....	65
圖3-8	考慮第一種空間效益下，常重混凝土使用磚牆， 對不同地價7.5m跨距工程造价與樓層數之關係.....	66

圖3-9	考慮第一種空間效益下，常重混凝土使用混凝土牆， 對不同地價7.5m跨距工程造價與樓層數之關係.....	67
圖3-10	考慮第二種空間效益下，常重混凝土使用磚牆， 對不同地價7.5m跨距工程造價與樓層數之關係.....	68
圖3-11	考慮第二種空間效益下，常重混凝土使用混凝土牆， 對不同地價7.5m跨距工程造價與樓層數之關係.....	69

第一章 緒論

一、緣起與目的

臺灣地處海島，天然砂石資源有限，時值六年國建，砂石用量大增，砂石來源嚴重不足，造成盜採砂石，嚴重危及河川上公共工程之安全，並威脅人民生命及財產之安全。為長遠公共建設，新骨材料源的開發，遂成為當前重要的課題。輕質混凝土製造技術之研究與推廣也跟著逐漸受到重視。

國內已有輕質骨材燒製成功的例子，或囿於設計施工的習慣及缺乏完備的規範，而鮮有先例。明確的經濟性評估亦付之闕如，輕質混凝土是否有其市場始終不明，因此對於輕質混凝土的利用，遠低於其應有的價值。國外輕質混凝土在工程上的應用頗為普遍，而且輕質混凝土具有質輕，隔音佳及耐火性佳等特性，雖然強度稍低價格較貴，仍不失為當前天然骨材替代的極佳來源。

一種新材料的開發與推廣，除了要有成熟的技術以外，更重要的是要瞭解它的市場在那裏，到底有沒有市場的競爭能力，這就有賴於經濟性的評估了。台灣位處環太平洋地震帶上，一般房屋建築設計大都受到地震力的影響最大，除了超高層建築須考慮風力的影響外，通常都是地震力控制設計，這就是為什麼臺灣建築結構物的梁柱都比國外非地震帶粗壯的原因。輕質混凝土因其單位重量低，如果使用輕質混凝土於房屋建築上，不但可以將每層樓的靜載重降低，其因而產生的地震力也將顯著的減小，樑柱尺寸也將因而縮小，增加可用空間，建築物高度亦可望提高，取代原本須用價格昂貴鋼構建材者，此一部份絕對有其競爭能力，無需做詳細評估。同時跨距亦可增大，如依以上之條件，輕質混凝土必然可以取代使用天然骨材之常重混凝土，但事實上並不盡然如此，

輕質混凝土之抗壓強度偏低，楊氏彈性係數即使用相同的抗壓強度，仍然偏低，造成樑柱尺寸也將相對的放大，抵消部份輕質混凝土重量輕之好處，雖然其強度亦可提高至常重混凝土的一般設計強度，但此時須增加其水泥用量，因而增加其單位體積之重量，抵消其質量輕之部份優勢，同時其成本將提高甚多，即便是低強度輕質混凝土，其價格也高出常重混凝土甚多，此即是為什麼要做經濟性評估的緣由。

建築結構系統中的牆、版、樑、柱等結構桿件，因其本身功能性的不同，所要求的強度亦將不同，同時也將因跨距及建築物高度的不同而有所差別。本研究主要的目的，在找出那些結構桿件較適合使用輕質混凝土，其較佳的強度範圍在那裏，在何種建築物高度及跨距下輕質混凝土有其競爭能力及市場，希望能為輕質混凝土的應用提供設計暨施工的參考，以推廣輕質混凝土的應用，舒解台灣天然砂石供應不足的困境。同時亦可提高鋼筋混凝土建築物高度之極限。

二、研究範圍與方法

建築結構系統所包含的變數甚多，其變化不下於千萬種，要將所有可能的結構物都加以評估，根本不可能，更何況研究期間只有十個月，為使此研究可行，必須簡化許多變數，許多因素雖然影響結構造價，但不會因使用不同建材而發生重大影響者，在此研究中均加以排除。在本研究中的結構系統，選擇最普遍使用的由純樑柱構成的剛構架系統，在結構形狀上，選擇兩向等跨距及等邊的結構物（因形狀不同而產生之影響，並不會因使用不同建材而有太大的不同，同時建築物之形狀常隨著其基地形狀、建築物外觀等的變化，而有甚多的變化，可以說是千變萬化，要全部涵蓋可以說是不可能，因而舉出最普遍及較容易顯現所要探討之因素者），在使用分類上，採用最多的集合住宅（因其活載重最小，使用輕質混凝土將產生最大的效益，同時集合住宅在建築結構中數

量也是最多)，在材料上使用，考慮常重鋼筋混凝土及輕質鋼筋混凝土，但對不同的抗壓強度加以探討，以求出最經濟之組合。

首先要探討的是如何選擇最恰當的混凝土抗壓強度，基本上隨著其強度的提昇，施工技術和品質的要求，也跟著提高，混凝土的價格也會增加，但隨著混凝土抗壓強度的提高，可使各種結構桿件承受外力的能力相對的提升，因而在承受相同外力時，其斷面可以縮小，減少混凝土用量及減低結構物的重量，更降低地震時產生之水平力。同時也降低工程造價，更增加可使用之建築面積，這其中必有其平衡點，也就是最經濟的強度。要檢討這個問題，首先要針對個別結構桿件，施以各種不同的外力，算出可以承受這種外力的最小斷面，再進一步分析其價格便可得到最恰當的混凝土抗壓強度，這就是本計畫中所謂之結構桿件之經濟性評估。

整個建築工程造價是否便宜，並不能單由結構桿件的價格來決定，雖然桿件本身可能較貴，但如果因而可以減少其它桿件之造價，或增加建築物之有效使用空間，整體而言可能使整棟建築物的造價反而便宜。因此桿件本身之經濟性評估，只能用來決定混凝土抗壓強度的使用，至於是否經濟則必需經由整體的結構及經濟分析來決定。輕質混凝土最大的優點是重量輕，但其缺點則為強度低價格高，在規則形狀的純梁柱剛構架結構中，最主要變數為建築物高度及跨距。本計畫將就這兩項變數，來探討輕質混凝土可與常重混凝土競爭的範圍。本計畫所評估之工程造價，僅計算結構桿件使用之鋼筋、混凝土及模板等之價格，其餘之建築性材料，不會因為使用輕質混凝土或使用常重混凝土而有所改變，因此在本計畫中均不予以討論，因而會被認為有造價太低，特別在此提出說明。同時將討論因使用輕質混凝土減小桿件尺寸，所增加空間的利益。一般而言，都市中寸土寸金，房屋價格十分昂貴，如果不將所增加的可用空間計入，加以評估，則輕質混凝土的競爭能力較弱，如果能將此利益一起評估，則輕質混凝土的競爭能力，就大大的提高，尤其是在

大都市之中，其房價非常之高，因此一部份是隨著房價之提高而增加。在本計畫中將就三種不同房價分別代表都市區之高房價區、都市週圍之中等房價區及鄉下之低房價區。可用空間增加之計算，其計算方式相當的分歧，本研究以最保守及最樂觀之兩種空間增加評估方法來討論。

第二章 結構桿件之經濟性評估

一、內外牆

牆在房屋結構中，可分成內牆及外牆，均非承重桿件。內牆又稱隔間牆，保護隱私，隔音效果是其主要的要求，強度並不十分重要，因考慮造價的因素，目前大多使用磚牆，如果使用輕質混凝土，可以使用較低強度的輕質混凝土，重量亦可使用輕者，是所有桿件中最適於使用輕質混凝土者。外牆除了需要有隔音效果外，尚需有隔熱的效果，以節約能源，防水要求，以阻擋外界之風雨。目前一般房屋建築，外牆均以鋼筋混凝土製造，這大部份是應防水的要求。這些特性輕質混凝土都較常重混凝土為佳，外牆雖然需阻擋風雨的壓力，但其所要求的強度並不高，因此輕質混凝土絕對有能力亦符合其需求，唯一要考慮者是輕質混凝土價格較高，尤其是要使用大量的模板，模板費用甚至於比混凝土還貴。如果單以輕質混凝土牆與常重混凝土牆比較，其價格差異尚不太大，如果與磚牆相比則相差不小。雖然如此，因其重量較輕，可以減少建築物所受之垂直靜載重，更重要的是降低地震時產生之水平力，因而可以減小樓地版、梁及柱子的尺寸，如果僅就牆一種桿件而言，幾乎肯定其價格必然較磚牆貴很多，無須作任何評估。但如果考慮減少樓地版、梁及柱子等之尺寸而減少之工程造價，及有效空間增加的效益等所增加之效益，(必需整個建築物做整體性的評估)其則未必不經濟。至於整體上是否較為經濟，不在此考量，將在整體結構評估中加以分析，雖然如上所述，常重混凝土牆或輕質混凝土牆，均較磚牆貴，但其較佳之隔音及隔熱效果，將提高居住之生活品質，講就生活品質者，仍然樂於使用，整體就結構桿件而言，內外牆非常適合用於使用輕質混凝土。

二、柱

柱子是所有建築結構桿件中，需要抗壓強度最大者，使用輕質混凝土顯然並不適合，如果想減小柱斷面，使用高強度混凝土，倒是一個可能的選擇。在本計畫中，利用美國波特蘭水泥協會(PCA)所發展出來的雙向柱設計程式(PCACOL)，以雙向受彎矩的柱子，依ACI-318-89規範，依強度設計法，針對正方形柱子，施以400噸到4000噸的軸力，以200噸為級距，同時在每一軸重，施以兩向大小相同的彎矩，其大小由彎矩除以軸力之偏心0.1M至1.0M，以0.1M為增加級距，針對由每平方呎4000磅到10000磅抗壓強度之混凝土，以每平方呎500磅為增加級距進行分析，求取所需最小的正方形柱斷面。為了求得合理的比較，所有不同強度的混凝土，均使用大致相同的鋼筋比，在本計畫中，使用最高鋼筋量4%及最常使用的2%兩種鋼筋比，柱斷面之增加，一般而言均有一定之尺寸，因此混凝土柱斷面也以慣用的5cm為增加級距，分析結果對於各種軸重、彎矩及混凝土抗彎強度下，所須之柱斷面尺寸，見表2-1至表2-20。由於斷面是以5cm為增加級距，因此可能在某些使用不同抗壓強度時，卻使用相同的斷面，而造成每隔一段混凝土強度之變化，柱斷面才有改變。由於混凝土單價隨著強度增加而增高，因此顯現出來的結果，這一部份的造價會因使用較高的強度混凝土而出現造價增高，但其增加的幅度並不是很大，而且近乎於連續狀態，所以出現在造價與混凝土抗壓強度之關係曲線上，為一緩升之線段。但是在某一強度的增加後，會使斷面減小，此時由於混凝土、模板及鋼筋的使用量突然減少，因此造價會有突然的降低，而造成造價與強度曲線劇降的現象。就表2-1至表2-20的結果，加入鋼筋、混凝土及模板之造價，使其結果以混凝土抗壓強度為橫軸，桿件造價為縱軸，可以繪出造價與混凝土抗壓強度之關係曲線，見圖2-1至圖2-20。整體來說，混凝土強度與造價的關係曲線是由部份緩升與部份劇降組成之屈折線段。首先觀察混凝土柱桿件造價受載重之影響，可以發現在低軸重時，不管彎矩與軸重比是

多大，使用鋼筋比如何，強度對造價的影響非常之小，強度與造價之關係曲線幾乎是呈水平狀態，也就是說在低樓層之房屋建築，混凝土強度對工程造價影響不大，但使用高強度混凝土因須要有較佳之品質管制，相對的增加風險，因此仍然以使用一般強度之混凝土為宜。當彎矩與軸重比不大時，隨著軸重的增加可以發現緩升部份逐漸減少，劇降的部份逐漸增多。這是由於軸重增加以後，高強度混凝土逐漸發揮其優點，只要強度一增加斷面就減小，因而造價立即降低。這也就是說高樓層房屋建築，使用高強度混凝土做柱子的建材較為有利。當彎矩與軸重之比，逐漸增大時，剛才討論高強度混凝土的優勢，又逐漸消失，尤其是在彎矩與軸重比很大時，造價是隨著強度增加而增高。這是因為當彎矩與軸重比大時，柱子是受到彎矩控制，其行為已趨向梁的行為，混凝土的強度很難發揮，而失去效用，即使用再強之抗壓強度之混凝土也是於事無補，因此大致上造價與強度關係曲線呈現緩升之曲線。再觀察2%鋼筋比與4%鋼筋比之差異性，可以發現以上討論之趨勢大致相同，但是因為鋼筋價格遠比混凝土為貴，但使用高鋼筋比之柱斷面減少十分有限，所以4%鋼筋用量的工程造價均比2%鋼筋用量來的高，顯示增加鋼筋用量會增加工程造價。綜合以上的討論以及檢討臺灣地區的施工能力，本計畫採用8000psi抗壓強度混凝土為往後分析之用，因為高強度混凝土在實驗室中要達到10000psi以上的強度並不困難，但需要嚴密的品質管制，如果要在現場施工時，達到此強度甚為困難，同時考量當彎矩與軸重比大時，並不經濟，因此採用折衷之值。

三、梁

梁設計除了需考慮其強度外，為防止非結構性桿件之破壞，變形也常常控制設計。輕質混凝土除了強度較低以外（雖然仍可做出相當高

之強度，但由於需使用較多之水泥，將增加其比重，減少其質輕之優勢，也增加其單價）其楊氏彈性模數也小很多，乾縮性也比常重混凝土大很多，因此使用於梁桿件上，顯然不見得適當。因此在本計畫中僅考慮常重混凝土。

影響梁強度之因素有混凝土強度、拉力鋼筋量、壓力鋼筋量及梁斷面。在此部份是探討混凝土強度對梁抗彎矩能力之影響，因此均以一固定斷面來分析（其梁深與梁寬之比以一般常用之1:1.5到1:2）。拉力鋼筋量爲了避免梁的脆性破壞，規範規定僅能使用平衡鋼筋比之百分之七十五。通常如果使用此鋼筋比，在房屋建築中鋼筋的安排將發生困難，爲使問題簡化，在此部份始用規範最高用量之半，在結構系統整體分析與設計時能然依照實際需要量。在本節中將使用固定斷面（30cmx45cm變化至50cmx100cm），百分之三十七點五平衡鋼筋比之拉力鋼筋，針對不同壓力鋼筋比（但不超過拉力鋼筋用量）及不同混凝土抗壓強度（從3000psi到8000psi每次增加500psi）進行其抵抗彎矩能力之分析。結果顯示抗壓鋼筋用量及混凝土抗壓強度，對梁抵抗彎矩能力的提升貢獻不大但其增加的成本並不小（見表2-21至表2-42），因而往後在本研究中梁構件將使用目前一般房屋建築最常使用之4000psi常重混凝土。至於變形控制設計將在整體分析與設計時考慮，不在此處考量。

四、樓版

樓版是所有結構桿件中，除了內外牆以外，比較有可能使用輕質混凝土者，因爲樓版所要求之抗壓強度較小，常常是因爲變形量過大而控制設計。而且是不考慮側向橫力（僅考慮整層樓版來做爲剪力傳遞之用，此一部份通常不會有問提），在分析常重混凝土樓版與輕質混凝土樓版之經濟性之前，先探討樓版四周所包圍的梁及支撐梁版系統的柱子其尺寸對樓

版之影響到底有多少。經深入探討發現柱子尺寸影響甚小(見表2-43)，梁尺寸雖然有影響，但其影響亦不致於影響樓地版之厚度。

樓版設計的最大控制因素不是其強度而是變形量，此一部份使用美國波特蘭水泥協會(PCA)所設計之ADOSS程式執行梁柱支撐系統設計，本程式可考慮輕質混凝土與常重混凝土之差異性，而進行輕質混凝土樓版設計，此程式係完全依照ACI-318-89規範設計而成，採用等值剛架設計理念(equivalent frame)，以強度設計法設計。先以4000psi常重混凝土分別對5m×5m及7.5m×7.5m兩種跨距以五個跨距之剛架設計其樓版厚度，從分析結果得到5m×5m樓版跨距需要13cm，7.5m×7.5m跨距樓版需要21cm(見表2-44)，以此數據做為整體結構分析之用，以做為與輕質混凝土比較之用。

輕質混凝土部份，則分別對不同之抗壓強度(從2000psi到8000psi以500psi為級距)分別對5m×5m及7.5m×7.5m兩種跨距以與常重混凝土相同之剛構架進行分析，結果顯示當抗壓強度低時，樓版厚度會因混凝土強度的降低迅速增加，但是強度較高時，樓地版厚度增加的速度相當的和緩，其厚度幾乎是一樣，強度增加時不但比重增大，其單價亦增加，因而使用高強度及低強度輕質混凝土於樓地版，是一樣的不經濟，所以於本計畫往後之分析，使用3000psi輕質混凝土於樓地版設計。

在本計畫中的樓版設計中，常重混凝土靜載重用280kg/m²，比重為2400kg/m³，活載重為200kg/m²。輕質混凝土則使用120kg/m²之靜載重，1600kg/m³之比重及200kg/m²之活載重，以上之靜載重均不包含樓地版本身之自重，程式可根據樓地版使用混凝土之比重及其厚度自動計入。從以上之載重情況，輕質混凝土在相同混凝土強度所需之樓地版厚度應該比常重混凝土薄很多，但事實上不然，從分析結果發現兩者相去不遠。這是因為輕質混凝土的楊氏彈性模數較小，產生之變形較大，樓地版的設計如果由變形量控制時，便將其受較小載重之優點抵消掉了。雖然使用輕質混凝土樓地版並未減小太大的厚度，但因混凝土本身的比重較小，仍然可以減

小於地震時產生之水平橫力，當然其造價將比常重混凝土樓地版來得貴，但考慮使用輕質混凝土將使得梁柱尺寸縮小，造成造價在這一方面的節省，尤其是有效使用空間的增加所造成的效益將更大。此一部份不在此考慮，留待整體分析時再考慮。

第三章 整體性結構分析與經濟性評估

一、使用設計資料

在結構桿件之材料及強度均已選定以後，緊接著便是最重要的部份，也就是整體結構物的結構分析及設計，以決定各個桿件之尺寸及其使用之鋼筋量，如此才能做經濟性的評估。首先對設計所使用之資料先做一些敘述。

設計規範：內政部頒佈之最新建築技術規則

美國混凝土協會 ACI-318-89 CODE

設計載重：(1) 靜載重

梁、柱、樓地板均依設計尺寸及其比重實際計算值。內外牆及其粉刷常重混凝土以280kg/m²估計，輕質混凝土則以120kg/m²估計。

(2) 活載重

集合住宅使用200kg/m²

(3) 地震水平力

$$V=ZKCIW$$

V：構造物所受地震之最小總橫力

K：組構係數

C：震力係數

I：用途係數

W：建築物全部靜載重

以上各種係數詳細說明如后，假設建築物之所在地為臺北地區，因而其震區係數為0.8，如緒言所述，本研究係針對純梁柱混凝土韌性剛構架，因而其組構係數為0.67。本研究針對的建築物為集合住宅，因而其用途係數為1.0。震力係數則較為複雜必需依其結構物週期而計算。鋼

筋混凝土結構物基本週期，依據技術規則以下式表示：

$$T = 0.060h_m^{\frac{3}{4}}$$

如果以結構動力計算其基本週期大於上式計算之值，可以採用結構動力所得之值，唯不得超過上式之值的1.4倍。在臺北地區震力係數C可依下式計算：

$$C = \frac{0.248}{T}$$

以上所得之震力係數不必大於0.15，亦不得小於0.0625。分配於各樓層之剪力可依下列公式做豎向分配

$$V = F_t + \sum_{i=1}^n F_i$$

F_t 為構造物頂層外加之集中橫力，依下式規定：

$$F_t = 0.07TV$$

F_t 不必大於0.25V，若基本週期T小於0.7秒以下，則此構造物頂層集中橫力可視為零。作用於各樓層之橫力可依下式計算：

$$F_x = \frac{(V - F_t)W_x h_x}{\sum_{i=1}^n W_i h_i}$$

式中 F_x 為分配於x層之水平橫力

W_x 為x層建築物重量

h_x 為該層距基面之高度

$\sum_{i=1}^n W_i h_i$ 為各層建築物重量與其距基面高度乘積之總和。

本研究所探討之結構物為規則對稱之結構物，依法規可以不必執行動力分析，僅使用靜力分析既可，依照法規除了以上之水平橫力加諸於個樓層外，必需另外加建建築物基地尺寸的百分之五當做意外偏心扭距，以防止其它意外產生偏心

。本研究探討的對象為10至30層樓，每層樓高均假設為三公尺，在此高度依一般經驗，風力並不會控制設計，如果風力控制設計則輕質混凝土的優點將完全消失，因為風力與建築物之重量完全無關。因此在本研究中完全不考慮風力之影響。建築物除了強度需要承受所施加之載重及橫力外，其層間相對側位移亦不得大於樓層高度之千分之五乘以 $1/k$ ，但 $1/k$ 不得小於一，在樓層高度為三公尺，組構係數為0.67之下，此層間相對側位移不得大於一公分。本研究中因結構物對稱，所考慮之載重組合有下列十一種。

$$1.4DL+1.7LL$$

$$1.4DL+1.7LL \quad (\text{部份載重})$$

$$1.4DL+1.7LL \quad (\text{部份載重})$$

$$0.75(1.4DL+1.7LL+1.87EQX)$$

$$0.75(1.4DL+1.7LL+1.87EQY)$$

$$0.75(1.4DL+1.7LL-1.87EQX)$$

$$0.75(1.4DL+1.7LL-1.87EQY)$$

$$0.9DL+1.4EQX$$

$$0.9DL+1.4EQY$$

$$0.9DL-1.4EQX$$

$$0.9DL-1.4EQY$$

根據以上之數據預估各種桿件之尺寸，利用ETABS90程式進行結構分析，(ETABS90為目前國內結構技師分析房屋建築結構最常使用之程式，有一很重要的假設，就是假設樓地板為剛性連接，也就是同一層樓其水平位移及其旋轉角度完全相同)算出各種桿件之受力及變形量，使其符合法規之各種規定。在結構分析後，再利用CONKER程式進行設計(此程式為ETABS90之後處理程式，依照美國混凝土協會之ACI-318-89規範設計，並考慮有關之韌性設計)，計算出各桿件之鋼筋量，如果所設計之桿件尺寸太小，在執行CONKER程式時，會有應力超過之警示，此時必需重新調整桿件尺寸，重新執行ETABS90，如此週而復使直到所有桿件均沒有超過應力也符合層間相對側位移之規定時，這些梁柱尺寸與鋼筋使用量才是分析工程造价使用之數量。

二、工程造價評估

在本研究中，分別用輕質混凝土及常重混凝土兩種材料，每邊各有五個跨距，其跨距又分成5m 及7.5m兩種，建築物高度各從十層樓開始至三十層樓為止，每兩層為一級距，一共分析了四十四棟建築物，分成兩組比較，材料單價以臺北地區為基準，使用之標準如下

碎石料	750 元/立方公尺
砂	880 元/立方公尺
水 泥	2550 元/公噸
工 資	1010 元/立方公尺
模 板	520 元/平方公尺
鋼 筋	18000 元/公噸
1/2B磚牆	500 元/平方公尺
輕質骨材	2800 元/立方公尺

工程造價部份將分成兩部份來討論，第一部份是使用常重混凝土之建築物其內外牆均使用鋼筋混凝土牆，第二部份是使用常重混凝土之建築物其外牆使用鋼筋混凝土，但是內牆部份則使用磚牆。使用磚牆及鋼筋混凝土牆其單價的差異相當大。主要的原因是使用鋼筋混凝土牆需使用大量的模板，以致於使其單價高出甚多，一般來說鋼筋混凝土牆的單價約為磚牆之三倍。但其隔音、隔熱效果、私密性及強度均較磚牆好很多。

首先討論5m跨距使用常重混凝土之建築物與使用輕質混凝土之建築物之比較，當建築物高度為十層樓時，其第一層之柱子分別為55cmx55cm及45cmx45cm，相差甚小，當建築物高度增加至三十層時，其柱子分別為90cmx90cm及75cmx75cm，雖然其尺寸的差別增大但仍然不是很大。因此在此一跨距之下，不管常重混凝土是使用鋼筋混凝土牆或磚牆，輕質混凝土建築物之工程造價均高於一般常重混凝土之建築物（見圖3-1）。唯目前一般高層建築物，通常都利用其地下室當做停車空間，由於5m跨距不夠迴車道之需要，較少使用，一般均使用較大之跨距。

當跨距為7.5m時情況便有所不同，首先檢查使用常重混凝土建築和輕質混凝土柱子尺寸之差異。當樓層高度為十層樓時，常重混凝土建築與輕質混凝土建築之柱子分別為85cmx85cm及65cmx65cm，其差異遠比跨距為5m時為大，隨著樓層高度的增加，柱子尺寸也跟著增大，但是常重混凝土建築增大的速度遠比輕質混凝土為大，當樓層高度為三十層時，其尺寸分別為155cmx155cm及95cmx95cm。其差異值非常之大。在此樓層高度常重混凝土已經幾乎為不可行之方案。如果不使用輕質混凝土，一般均使用鋼骨結構或鋼骨混凝土結構，但其工程造價將高出鋼筋混凝土結構甚多。

7.5m跨距之常重混凝土建築物之工程造價，如果使用鋼筋混凝土牆時，即使是十層樓高都比輕質混凝土建築為高（見圖3-2）。隨著樓層高度的增加，其價格的差異會更大。但是如果常重混凝土建築物使用磚牆時，將有很大的不同，在二十層樓以下常重混凝土建築物工程造價較低，但是在二十二層樓以上時，則輕質混凝土建築物的工程造價較低。當然隨著樓層數之增加，輕質混凝土的效益逐漸顯現，尤其是當常重混凝土成為不可能行的方案時，必需選擇鋼結構或鋼骨混凝土時，輕質混凝土的優勢更是絕對的，一直到其設計受到風力的控制，此時輕質混凝土的優勢消失，由鋼結構或鋼骨混凝土取代。

三、空間效益

使用輕質混凝土的效益，並非只有工程造價之高低而已。一般而言使用輕質均可使用較小尺寸之梁柱，屋內可用空間將因而大增。在目前高房價之下，如果將此效益考慮進去時，其競爭性將大大的提高。而且會因房價越高而越有競爭性。至於其所增加之可用空間到底有多少仍然有爭議，但至少將於下述兩種情況之間（見圖3-3）。第一種情況僅考慮兩種建築物柱子斷面積之差，這是一種最保守的情況，事實上因裝璜的關係，其增加之可用空間將比此為大。另一種較樂觀的看法是以柱間圍成之帶狀面積之差異，此情況事時上是較大，不管如何真正的效益應該在二者之間

。討論空間效益時，將對上述兩種情況以每平方公尺四萬元、六萬元及九萬元乘以增加之可用空間，將此數值加入常重混凝土建築物之工程造價中。以此價格與輕質混凝土建築物之工程造價相比較。首先比較5m跨距使用鋼筋混凝土牆在第一種情況下（見圖3-5），當房價每平方公尺四萬元時，十八層以下常重混凝土較便宜，當房價升至每平方公尺六萬元時降至十四層樓，每平方公尺九萬元時，則在十二層樓以上時輕質混凝土便已經較經濟。而且輕質混凝土因樓層數之增加而更增加其優勢。如果是第二種情況時（見圖3-7）由於其增加之有效空間相當大，因而產生之效益便很大，再此情況下則完全是輕質混凝土的優勢。如果使用磚牆，在第一種情況下（見圖3-4），4萬元地價輕質混凝土完全無競爭力，地價為6萬元時，二十八樓以上始有競爭力，9萬元地價時，則降至十六層。第二種情況時，輕質混凝土具有絕對優勢（見圖3-6）。當考慮7.5m跨距在使用鋼筋混凝土牆時，即使不考慮有效空間增加之效益，輕質混凝土已經較常重混凝土經濟，考慮空間效益時，不管第一種情況或第二種情況，輕質混凝土都將較常重混凝土經濟（見圖3-9，圖3-11）。當使用磚牆時原本需達到二十層以上，輕質混凝土建築物才有其經濟性，但當考慮有效空間增加之效益時，由於7.5m跨距有效空間量的增加遠比5m跨距為快，在加入有效空間之後，即使是第一種情況（見圖3-8），在十層樓時輕質混凝土亦較為經濟。第二種情況空間效益更大（見圖3-10），輕質混凝土的優勢則更不用評估了。

第四章 討論與建議

一、結論

經上述各章節之討論可以發現輕質混凝土應該有其發展空間，但是仍然有待研究與推廣。並獲得以下之結論。

1. 牆適用低強度低比重之輕質混凝土，但是因其需使用大量之模板，為增加其競爭力，有待改進，期使其花在模板上的費用儘量的減低，以增大其競爭能力。
2. 樓地版雖然用可用輕質混凝土，但其強度不宜太高或太低，太低或太高之抗壓強度都不經濟。目前能夠使用於樓地版之輕質混凝土比重仍然稍大，有待繼續研發以降低其比重。
3. 梁宜用常重混凝土及常用之強度，太高之強度並沒有很大的助益。而柱子宜用常重混凝土，但其強度可以因其樓層高度之提高而增加，太低樓層不宜使用高強度混凝土。
4. 輕質混凝土之使用場合將隨著跨距之增大而更具競爭性，如果跨距太小，其競爭力將形減弱，由以上之分析發現在5m以下之跨距其競爭力相當薄弱，但在7.5m以上之跨距則非常之強，在此二者之間就取決於房屋之樓層數。
5. 輕質混凝土之競爭能力，隨著建築物的高度增加，其競爭力也跟著增強，且增加速度加快但並不是無限增強，當建築物高度增加至風力控制時，其競爭力將完全消失。
6. 輕質混凝土之競爭力因梁柱尺寸的減小，而使有效之空間增加甚多，如果考慮空間效益，將大大的加強其競爭能力，尤其是在高房價地區，房價越高其好處越大。

二、建議

依據本研究之探討與分析，茲提出下列幾項建議：

1. 本研究輕質骨材之單價係採用進口單價，如果使用目前各混凝土廠試燒之成本，根本就沒有競爭力，要使輕質混凝土具有更大的競爭力，唯有大力的推廣，早日使得輕質混凝土在國內用量增加，使其生產達到量產的階段，甚至於大量生產，降低成本使輕質混凝土產生良性循環之市場環境。
2. 輕質混凝土的性質變化性相當大，必需有本土化之研究調查，不可完全依據國外之資料，否則相當危險，同時輕質混凝土的行為不似常重混凝土成熟，相關之研究仍有待持續進行，使輕質混凝土能取代部份常重混凝土，以紓解砂石短缺的問題。
3. 輕質混凝土的變異性大，因而品質管制的重要性更大，因此如果要推廣輕質混凝土之使用，健全的施工認證制度之建立有其必要。以確保建築物之安全。
4. 輕質混凝土使用於牆上，因需使用大量的模板而降低其競爭力，研究施工方法降低模板之使用量，以提高輕質混凝土之競爭能力。
5. 在長跨距時，梁可以考慮使用高強度混凝土，但必須配合預力施工，以發揮其優點。

參考文獻

A. 中文著作部份：

1. 蘇南、林維明，"國內外輕質混凝土科技之發展"，結構工程，第六卷，第四期，第91~109頁，八十年十二月
2. 林維明，"輕質混凝土配比設計研討"，結構工程，第七卷，第一期，第95~116頁，八十一年三月。
3. 林維明，"結構用輕質混凝土性質"，結構工程，第七卷，第二期，第89~119頁，八十一年六月。
4. 台灣地區陸上砂石資源調查與報告，第四及第五卷，經濟部中央地質調查所，1986及1987年。
5. 王櫻茂、黃榮吾、張冠諒，"輕質骨材及輕質混凝土之試驗研究報告"，國科會研究報告，1983年。
6. 顏聰，"輕質混凝土之工學性質及工程特性"，混凝土工程技術研習會，台灣營建研究中心，1985年。
7. 高健章，"輕質混凝土用輕質骨材之研究"，混凝土施工技術研討會，台灣營建研究中心，1987年。
8. 黃兆龍、林仁益、詹榮鋒，"煤灰輕質骨材製造與高溫催化技術之探討"，國立台灣工業技術學院，1991年。

B. 外文著作部份：

1. Grubl, P. "The influence of aggregate and compressive strength on the stress-strain curve of lightweight aggregate concrete", Cement and Concrete Research 4, 1974, No 6, pp 657-667。
2. Grubl, P. "The influence of the tensile strength of lightweight aggregates on the compressive strength of lightweight aggregate concrete", Cement and Concrete Research 6, 1976, No 1, pp 1-14。

3. Weigler,H. and Karl S, "Reinforced lightweight concrete. Manufacture, properties and design", Bauverlag, Wiesbaden, Berlin , 1972 °
4. Grubl,P, "About the tensile strength of lightweight aggregate concrete", Beton-und Stahlbetonbau 75, 1980, No 2, pp36-60 °
5. Shideler J. J, "Lightweight aggregate concretefor Structural Use",ACI journal 54, 1957, No 4, pp 299-328 °
6. Schutz,F.R.,"The influence of the elasticity of the aggregate on the crushing strength of the concrete", dissertation TH Aachen, 1971 °
7. ACI Committee 213, "Guide for structural lightweight aggregate concrete", Journal of American Concrete Institute 64, No 6, 1967, pp433-469 °
8. Weigler,H.,Karl S. and Lieser,P. "The bending load capacity of reinforced lightweight concrete", Betonwerk und Fertigteil-Technik 38, 1972 No 5, pp324-334 and No 6, pp445-449 °
9. Pauw,A. "Lightweight concreteas a loadbearing building material (Technology of lightweight concrete, calculation of loadbearing structures)", preprint of the Eighth Congress of IABSE, New York, Zurich 1967, IVBH °
10. Weigler, H. and Reissmann,K. " Research on structural lightweight concretes", Betonstein-Zeitung 31, 1965, No 11,pp615-629 and Mitteilungen aus dem Instiyut fur Massivbau an der TH Darmstadt, Heft 8 °
11. Ashraf Habibullah,"Three Dimensional Analysis of Building System", Computer & Strucyres, Inc. , 1989 °
12. " Strength Design of Reinforced Concrete Column Section", Portland Cement Association , 1990 °
13. " Analysis and Design of Slab Syatem ", Portland Cement Association, 1991 °

表2-1

在2%鋼筋比及0.1m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	550	550	550	500	500	500	500	450	450	450	450	450	450
6000	650	650	600	600	600	550	550	550	550	500	500	500	500
8000	750	700	700	650	650	650	600	600	600	600	550	550	550
10000	800	800	750	750	700	700	700	650	650	650	600	600	600
12000	900	850	800	800	750	750	750	700	700	700	650	650	650
14000	950	900	850	850	800	800	800	750	750	700	700	700	700
16000	1000	950	950	900	850	850	850	800	800	750	750	750	750
18000	1050	1000	1000	950	900	900	900	850	850	800	800	800	750
20000	1100	1050	1000	1000	950	900	900	850	850	850	800	800	800
22000	1150	1100	1050	1050	1000	950	950	900	900	850	850	850	800
24000	1200	1150	1100	1050	1050	1000	950	950	950	900	900	850	850
26000	1250	1200	1150	1100	1100	1050	1000	1000	950	950	900	900	900
28000	1300	1250	1200	1150	1100	1100	1050	1000	1000	950	950	950	900
30000	1350	1300	1250	1200	1150	1100	1100	1050	1000	1000	1000	950	950
32000	1400	1350	1250	1200	1200	1150	1100	1100	1050	1050	1000	1000	950
34000	1400	1350	1300	1250	1200	1150	1150	1100	1100	1050	1050	1000	1000
36000	1450	1400	1350	1300	1250	1200	1200	1150	1100	1100	1050	1050	1000
38000	1500	1450	1400	1350	1300	1250	1200	1150	1150	1100	1100	1050	1050
40000		1500	1450	1350	1300	1300	1250	1200	1150	1150	1100	1100	1050

表2-2

在2%鋼筋比及0.2m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	650	650	600	600	600	600	600	600	550	550	550	550	550
6000	750	750	700	700	700	700	650	650	650	650	600	600	600
8000	850	800	800	750	750	750	750	700	700	700	700	700	700
10000	900	900	850	850	800	800	800	750	750	750	750	750	750
12000	950	950	950	900	850	850	850	800	800	800	800	750	750
14000	1050	1000	1000	950	900	900	900	850	850	850	850	800	800
16000	1100	1050	1050	1000	950	950	950	900	900	900	850	850	850
18000	1150	1100	1050	1050	1000	1000	1000	950	950	900	900	900	900
20000	1200	1150	1100	1100	1050	1050	1000	1000	950	950	950	900	900
22000	1250	1200	1150	1100	1100	1050	1050	1050	1000	1000	950	950	950
24000	1300	1250	1200	1150	1150	1100	1100	1050	1050	1000	1000	1000	950
26000	1350	1300	1250	1200	1200	1150	1150	1100	1050	1050	1050	1000	1000
28000	1400	1350	1300	1250	1250	1200	1150	1150	1100	1100	1050	1050	1050
30000	1400	1350	1300	1250	1250	1200	1200	1150	1150	1100	1100	1050	1050
32000	1450	1400	1350	1300	1300	1250	1200	1200	1150	1150	1100	1100	1100
34000	1500	1450	1400	1350	1350	1250	1250	1200	1200	1150	1150	1100	1100
36000		1450	1450	1400	1350	1300	1250	1250	1200	1200	1150	1150	1150
38000		1500	1450	1400	1400	1350	1300	1250	1250	1200	1200	1150	1150
40000		1500	1500	1450	1400	1350	1350	1300	1250	1250	1200	1200	1150

表2-3

在2%鋼筋比及0.3m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	750	700	700	700	700	650	650	650	650	650	650	600	600
6000	850	800	800	800	800	750	750	750	750	750	700	700	700
8000	900	900	900	900	900	850	850	850	800	800	800	750	750
10000	1000	950	950	950	950	900	900	900	850	850	850	800	800
12000	1050	1050	1000	1000	1000	1000	950	950	850	850	850	800	800
14000	1100	1100	1050	1050	1050	1000	1000	950	950	950	950	900	900
16000	1150	1150	1100	1100	1100	1050	1050	1000	1000	1000	950	950	950
18000	1250	1200	1150	1150	1150	1000	1000	1050	1050	1000	1000	1000	1000
20000	1250	1250	1200	1200	1150	1150	1100	1100	1100	1050	1050	1050	1000
22000	1300	1300	1250	1200	1200	1150	1150	1100	1100	1100	1100	1050	1050
24000	1350	1350	1300	1250	1250	1200	1150	1150	1150	1150	1100	1100	1100
26000	1400	1400	1350	1300	1250	1250	1200	1200	1200	1150	1150	1100	1100
28000	1450	1450	1400	1300	1300	1250	1250	1250	1200	1200	1150	1150	1150
30000	1500	1450	1400	1350	1350	1300	1300	1250	1250	1200	1200	1200	1150
32000		1500	1450	1400	1400	1350	1350	1300	1250	1250	1200	1200	1200
34000			1500	1450	1450	1400	1400	1350	1300	1300	1250	1250	1250
36000				1500	1450	1400	1400	1350	1350	1300	1300	1250	1250
38000					1500	1450	1450	1400	1350	1350	1300	1300	1300
40000						1500	1450	1450	1400	1400	1350	1350	1300

表2-4

在2%鋼筋比及0.4m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	800	750	750	750	750	750	750	750	700	700	700	700	700
6000	900	850	850	850	850	850	800	800	800	800	800	800	800
8000	1000	1000	950	950	950	900	900	900	900	850	850	850	850
10000	1050	1050	1050	1000	1000	950	950	950	950	900	900	900	900
12000	1150	1100	1100	1050	1050	1050	1000	1000	1000	1000	950	950	950
14000	1200	1150	1150	1100	1100	1100	1050	1050	1050	1050	1000	1000	1000
16000	1250	1250	1200	1200	1150	1150	1150	1100	1100	1100	1050	1050	1050
18000	1300	1300	1250	1250	1200	1200	1150	1150	1150	1150	1100	1100	1100
20000	1350	1350	1300	1250	1250	1200	1200	1200	1150	1150	1150	1100	1100
22000	1400	1400	1350	1300	1300	1250	1250	1250	1200	1200	1150	1150	1150
24000	1450	1450	1400	1350	1350	1300	1300	1300	1250	1250	1200	1200	1200
26000	1500	1500	1450	1400	1400	1350	1350	1350	1300	1250	1250	1250	1200
28000	1500	1500	1500	1450	1400	1400	1400	1400	1300	1300	1250	1250	1250
30000			1500	1450	1450	1400	1400	1400	1350	1300	1300	1300	1250
32000				1500	1500	1450	1450	1450	1400	1350	1350	1350	1300
34000					1500	1500	1450	1450	1400	1350	1350	1350	1350
36000						1500	1450	1450	1450	1450	1400	1400	1350
38000							1500	1500	1500	1500	1450	1400	1400
40000									1500	1500	1500	1450	1450

表2-5

在2%鋼筋比及0.5m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	850	850	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	750
6000	950	950	950	950	900	900	900	850	850	850	850	850	850
8000	1050	1050	1000	1000	1000	1000	950	950	950	950	950	950	900
10000	1150	1100	1100	1050	1050	1050	1050	1000	1000	1000	1000	1000	1000
12000	1200	1150	1150	1150	1100	1100	1100	1100	1100	1050	1050	1050	1050
14000	1250	1250	1200	1200	1150	1150	1150	1150	1150	1100	1100	1050	1050
16000	1350	1300	1250	1250	1250	1200	1200	1200	1200	1150	1150	1100	1100
18000	1400	1350	1350	1300	1300	1250	1250	1200	1200	1200	1200	1150	1150
20000	1450	1400	1400	1350	1350	1300	1300	1250	1250	1250	1200	1200	1200
22000	1500	1450	1450	1400	1350	1350	1350	1300	1300	1200	1200	1200	1200
24000		1500	1500	1450	1400	1400	1400	1350	1350	1300	1300	1300	1300
26000				1500	1450	1450	1450	1400	1400	1350	1350	1300	1300
28000					1500	1450	1450	1400	1400	1400	1350	1350	1350
30000						1500	1500	1450	1450	1400	1400	1400	1350
32000							1500	1500	1500	1450	1450	1400	1400
34000									1500	1500	1450	1450	1450
36000										1500	1500	1450	1450
38000											1500	1500	1500
40000												1500	1500

表2-6

在2%鋼筋比及0.6m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	900	900	850	850	850	850	850	850	850	850	850	800	800
6000	1000	950	950	950	950	950	950	950	950	950	900	900	900
8000	1100	1100	1100	1050	1050	1050	1050	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10000	1200	1150	1150	1150	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1050	1050	1050
12000	1250	1250	1200	1200	1200	1150	1150	1150	1150	1100	1100	1100	1100
14000	1350	1300	1300	1250	1250	1250	1250	1200	1200	1150	1150	1150	1150
16000	1400	1350	1350	1300	1300	1300	1250	1250	1250	1200	1200	1200	1200
18000	1450	1450	1400	1350	1350	1350	1350	1300	1300	1250	1250	1250	1250
20000	1500	1500	1450	1400	1400	1400	1350	1350	1350	1300	1300	1300	1250
22000		1500	1500	1450	1450	1450	1450	1400	1400	1350	1350	1350	1350
24000				1500	1500	1500	1450	1450	1400	1400	1400	1350	1350
26000					1500	1500	1500	1450	1450	1450	1400	1400	1400
28000							1500	1500	1500	1450	1450	1450	1450
30000								1500	1500	1500	1450	1450	1450
32000									1500	1500	1500	1500	1500
34000												1500	1500

表2-7

在2%鋼筋比及0.7m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	950	950	950	950	950	900	900	900	900	900	900	850	850
6000	1100	1050	1050	1050	1050	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
8000	1150	1150	1150	1100	1100	1100	1100	1100	1050	1050	1050	1050	1050
10000	1250	1200	1200	1200	1200	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1100
12000	1350	1300	1300	1250	1250	1250	1250	1200	1200	1200	1200	1200	1150
14000	1400	1400	1350	1350	1350	1350	1300	1250	1250	1250	1250	1250	1250
16000	1450	1450	1400	1400	1350	1350	1350	1350	1300	1300	1300	1300	1300
18000	1500	1500	1450	1450	1450	1400	1400	1400	1350	1350	1350	1300	1300
20000			1500	1500	1450	1450	1450	1400	1400	1400	1400	1350	1350
22000					1500	1500	1450	1450	1450	1450	1400	1400	1400
24000							1500	1500	1500	1450	1450	1450	1400
26000									1500	1500	1500	1450	1450
28000											1500	1500	1500
30000													1500

表2-8

在2%鋼筋比及0.8m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	1000	1000	1000	950	950	950	950	950	950	950	900	900	900
6000	1150	1100	1100	1100	1100	1100	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050
8000	1200	1200	1200	1200	1150	1150	1150	1150	1150	1100	1100	1100	1100
10000	1300	1300	1250	1250	1250	1250	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
12000	1350	1350	1350	1350	1350	1300	1300	1300	1300	1250	1250	1250	1250
14000	1450	1450	1400	1400	1400	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1300	1300
16000	1500	1500	1500	1500	1450	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1350	1350
18000				1500	1500	1500	1450	1450	1450	1450	1450	1400	1400
20000						1500	1500	1500	1500	1450	1450	1450	1450
22000									1500	1500	1500	1500	1450
24000											1500	1500	1500

表2-9

在2%鋼筋比及0.9m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	1050	1050	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	950	950	950	950
6000	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
8000	1250	1250	1250	1250	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1150	1150
10000	1350	1350	1350	1350	1300	1300	1300	1250	1250	1250	1250	1200	1200
12000	1450	1450	1450	1400	1400	1400	1400	1350	1350	1350	1350	1350	1350
14000	1500	1500	1500	1450	1450	1450	1450	1400	1400	1400	1400	1400	1400
16000				1500	1500	1500	1500	1450	1450	1450	1400	1400	1400
18000											1500	1500	1500

表2-10

在2%鋼筋比及1.0m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	1100	1100	1050	1050	1050	1050	1050	1100	1100	1100	1100	1100	1100
6000	1200	1200	1200	1200	1200	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1100
8000	1350	1300	1300	1300	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1200	1150
10000	1450	1400	1400	1400	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1300	1300	1300
12000	1500	1500	1500	1450	1450	1450	1450	1450	1400	1400	1400	1400	1350
14000					1500	1500	1500	1500	1450	1450	1450	1450	1400
16000									1500	1500	1500	1500	1500

表2-11

在4%鋼筋比及0.1m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	550	500	500	500	500	450	450	450	450	450	450	450	450
6000	600	600	600	550	550	550	550	500	500	500	500	500	500
8000	700	650	650	650	600	600	600	600	550	550	550	550	550
10000	750	700	700	700	650	650	650	650	600	600	600	600	600
12000	800	800	750	750	700	700	700	700	650	650	650	650	600
14000	850	850	800	800	750	750	750	700	700	700	700	650	650
16000	900	900	850	850	800	800	800	750	750	750	750	700	700
18000	950	950	900	900	850	850	850	800	800	800	750	750	750
20000	1000	950	950	900	900	850	850	850	800	800	800	750	750
22000	1050	1000	950	950	950	900	900	850	850	850	800	800	800
24000	1050	1050	1000	1000	950	950	900	900	900	850	850	850	800
26000	1100	1100	1050	1050	1000	950	950	950	900	900	900	850	850
28000	1150	1150	1100	1050	1050	1000	1000	950	950	950	900	900	900
30000	1200	1150	1150	1100	1050	1050	1000	1000	950	950	950	900	900
32000	1250	1200	1150	1100	1100	1050	1050	1050	1000	1000	950	950	950
34000	1300	1250	1200	1150	1150	1100	1050	1050	1050	1000	1000	950	950
36000	1300	1250	1250	1200	1150	1150	1100	1100	1050	1050	1000	1000	1000
38000	1350	1300	1300	1250	1200	1150	1150	1100	1100	1050	1050	1000	1000
40000	1350	1350	1300	1250	1250	1200	1150	1150	1100	1100	1050	1050	1000

表2-12

在4%鋼筋比及0.2m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	600	600	600	600	550	550	550	550	550	550	550	500	500
6000	700	700	650	650	650	650	650	600	600	600	600	600	600
8000	750	750	750	750	700	700	700	700	700	650	650	650	650
10000	850	800	800	800	750	750	750	750	750	700	700	700	700
12000	900	850	850	850	800	800	800	800	800	750	750	750	750
14000	950	900	900	900	850	850	850	850	800	800	800	750	750
16000	1000	950	950	950	900	900	900	850	850	850	850	800	800
18000	1050	1000	1000	1000	950	950	900	900	900	900	900	850	850
20000	1100	1050	1050	1000	1000	950	950	950	950	900	900	900	850
22000	1100	1100	1100	1050	1050	1000	950	950	950	950	950	950	900
24000	1150	1150	1100	1100	1050	1050	1000	1000	1000	950	950	950	900
26000	1200	1200	1150	1150	1100	1100	1050	1050	1050	1000	1000	1000	950
28000	1250	1250	1200	1150	1150	1100	1100	1050	1050	1050	1000	1000	1000
30000	1300	1250	1200	1200	1150	1150	1100	1100	1100	1050	1050	1050	1000
32000	1300	1300	1250	1250	1200	1150	1150	1100	1100	1100	1050	1050	1050
34000	1350	1300	1300	1250	1250	1200	1200	1150	1150	1100	1100	1100	1050
36000	1350	1350	1300	1300	1250	1200	1200	1150	1150	1150	1100	1100	1100
38000	1400	1350	1350	1300	1300	1250	1250	1200	1200	1150	1150	1150	1100
40000	1450	1400	1350	1350	1300	1250	1250	1200	1200	1200	1150	1150	1150

表2-13

在4%鋼筋比及0.3m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	650	650	650	650	650	600	600	600	600	600	600	600	600
6000	750	750	750	750	700	700	700	700	700	700	650	650	650
8000	850	850	800	800	800	800	750	750	750	750	750	750	700
10000	900	900	900	850	850	850	850	800	800	800	800	800	750
12000	950	950	950	900	900	900	900	850	850	850	850	850	850
14000	1050	1050	1000	950	950	950	950	900	900	900	900	900	850
16000	1100	1050	1050	1000	1000	1000	950	950	950	950	900	900	900
18000	1150	1100	1100	1050	1050	1050	1000	1000	1000	1000	950	950	950
20000	1150	1150	1150	1100	1100	1050	1050	1050	1050	1000	1000	1000	950
22000	1200	1200	1150	1150	1100	1100	1100	1050	1050	1050	1050	1000	1000
24000	1250	1250	1200	1200	1150	1150	1150	1100	1100	1050	1050	1050	1050
26000	1300	1250	1250	1200	1200	1150	1150	1100	1100	1100	1100	1050	1050
28000	1350	1300	1300	1250	1250	1200	1200	1150	1150	1150	1100	1100	1100
30000	1350	1350	1300	1300	1250	1250	1200	1200	1200	1200	1200	1150	1100
32000	1400	1350	1350	1300	1300	1250	1250	1200	1200	1200	1200	1150	1150
34000	1450	1400	1400	1350	1300	1300	1300	1250	1250	1250	1250	1200	1150
36000	1500	1450	1400	1400	1350	1300	1300	1300	1250	1250	1250	1200	1200
38000	1500	1450	1450	1400	1350	1350	1350	1300	1300	1300	1250	1250	1200
40000		1500	1450	1450	1400	1350	1350	1350	1300	1300	1250	1250	1250

表2-14

在4%鋼筋比及0.4m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	700	700	700	700	700	700	650	650	650	650	650	650	650
6000	800	800	800	800	800	750	750	750	750	750	750	700	700
8000	900	900	900	900	850	850	850	850	850	850	800	800	800
10000	950	950	950	950	900	900	900	900	900	900	850	850	850
12000	1050	1000	1000	1000	950	950	950	950	950	900	900	900	850
14000	1100	1100	1100	1100	1050	1000	1000	1000	1000	950	950	950	950
16000	1050	1050	1050	1050	1000	1050	1050	1050	1050	1050	1000	1000	1000
18000	1200	1200	1150	1150	1150	1100	1100	1100	1050	1050	1050	1050	1050
20000	1250	1250	1200	1200	1200	1150	1150	1100	1100	1100	1100	1050	1050
22000	1300	1300	1250	1250	1200	1150	1150	1150	1150	1100	1100	1100	1100
24000	1350	1300	1250	1250	1250	1200	1200	1200	1200	1150	1150	1150	1100
26000	1400	1350	1300	1300	1300	1250	1250	1250	1200	1200	1200	1150	1150
28000	1400	1350	1350	1300	1300	1250	1250	1250	1250	1200	1200	1200	1150
30000	1450	1400	1400	1350	1350	1300	1300	1300	1250	1250	1250	1200	1200
32000	1500	1450	1450	1400	1350	1350	1350	1300	1300	1300	1250	1250	1250
34000	1500	1500	1450	1450	1400	1350	1350	1350	1300	1300	1300	1250	1250
36000		1500	1500	1500	1450	1400	1400	1350	1350	1350	1300	1300	1300
38000				1500	1450	1450	1400	1400	1400	1350	1350	1300	1300
40000					1500	1450	1450	1400	1400	1400	1350	1350	1350

表2-15

在4%鋼筋比及0.5m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	750	750	750	750	750	700	700	700	700	700	700	700	700
6000	850	850	850	850	850	850	850	850	800	800	800	750	750
8000	950	950	950	900	900	900	900	900	900	850	850	850	850
10000	1050	1000	1000	1000	950	950	950	950	950	900	900	900	900
12000	1100	1100	1050	1050	1050	1050	1000	1000	1000	950	950	950	950
14000	1150	1150	1100	1100	1100	1050	1050	1050	1050	1050	1000	1000	1000
16000	1200	1200	1200	1150	1150	1150	1100	1100	1100	1100	1050	1050	1050
18000	1250	1250	1250	1250	1200	1150	1150	1150	1150	1100	1100	1100	1100
20000	1300	1300	1250	1250	1250	1200	1200	1200	1200	1150	1150	1150	1100
22000	1350	1350	1300	1300	1250	1250	1250	1250	1200	1200	1200	1150	1150
24000	1400	1400	1350	1350	1300	1300	1300	1250	1250	1250	1250	1200	1200
26000	1450	1450	1400	1350	1350	1300	1300	1300	1300	1300	1250	1250	1250
28000	1500	1455	1450	1400	1400	1350	1350	1350	1300	1300	1300	1250	1250
30000	1500	1500	1450	1400	1400	1400	1350	1350	1350	1350	1300	1300	1300
32000			1500	1450	1450	1450	1400	1400	1400	1350	1350	1350	1300
34000				1500	1500	1450	1450	1450	1450	1400	1400	1350	1350
36000						1500	1500	1450	1450	1400	1400	1400	1350
38000						1500	1500	1500	1500	1450	1450	1400	1350
40000								1500	1500	1450	1450	1450	1400

表2-16

在4%鋼筋比及0.6m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	800	800	800	800	800	800	750	750	750	750	750	750	750
6000	900	900	900	900	900	850	850	850	850	850	850	850	850
8000	1000	1000	1000	950	950	950	950	950	950	900	900	900	900
10000	1100	1050	1050	1050	1050	1000	1000	1000	1000	1000	950	950	950
12000	1150	1150	1100	1100	1100	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1000
14000	1200	1200	1150	1150	1150	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1050	1050
16000	1250	1250	1250	1250	1200	1200	1150	1150	1150	1150	1150	1100	1100
18000	1350	1300	1300	1300	1250	1250	1250	1200	1200	1200	1150	1150	1150
20000	1350	1350	1350	1300	1300	1300	1250	1250	1250	1200	1200	1200	1200
22000	1400	1400	1400	1350	1350	1350	1350	1300	1300	1250	1250	1250	1200
24000	1450	1450	1400	1400	1400	1350	1350	1300	1300	1300	1300	1300	1250
26000	1500	1500	1450	1450	1400	1400	1350	1350	1350	1300	1300	1300	1300
28000		1500	1500	1450	1450	1450	1400	1400	1350	1350	1350	1350	1300
30000				1500	1500	1450	1450	1450	1400	1400	1400	1350	1350
32000						1500	1450	1450	1450	1450	1400	1400	1400
34000							1500	1500	1500	1450	1450	1450	1400
36000								1500	1500	1500	1450	1450	1450
38000										1500	1500	1500	1450
40000												1500	1500

表2-17

在4%鋼筋比及0.7m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	850	850	850	850	800	800	800	800	800	800	800	800	800
6000	950	950	950	950	900	900	900	900	900	900	900	900	900
8000	1050	1050	1050	1000	1000	1000	1000	950	950	950	950	950	950
10000	1150	1100	1100	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1000
12000	1200	1200	1150	1150	1150	1150	1150	1100	1100	1100	1100	1100	1050
14000	1250	1250	1250	1200	1200	1200	1200	1150	1150	1150	1150	1150	1100
16000	1300	1300	1300	1250	1250	1250	1250	1200	1200	1200	1200	1200	1150
18000	1400	1350	1350	1300	1300	1300	1300	1250	1250	1250	1250	1200	1200
20000	1450	1400	1400	1350	1350	1350	1300	1300	1300	1250	1250	1250	1250
22000	1500	1450	1450	1400	1400	1350	1350	1350	1300	1300	1300	1300	1300
24000	1500	1500	1450	1450	1450	1400	1400	1400	1350	1350	1350	1350	1300
26000			1500	1500	1500	1450	1450	1400	1400	1400	1400	1350	1350
28000					1500	1500	1450	1450	1450	1400	1400	1400	1400
30000						1500	1500	1500	1450	1450	1450	1400	1400
32000								1500	1500	1450	1450	1450	1450
34000										1500	1500	1450	1450
36000											1500	1500	1500

表2-18

在4%鋼筋比及0.8m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	42	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	900	900	850	850	850	850	850	850	850	850	800	800	800
6000	1050	1050	1000	1000	950	950	950	950	950	950	950	950	900
8000	1100	1100	1100	1050	1050	1050	1050	1050	1000	1000	1000	1000	1000
10000	1150	1150	1150	1150	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1050	1050	1050
12000	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1150	1150	1150	1150	1150	1100
14000	1300	1300	1250	1250	1250	1250	1250	1200	1200	1200	1200	1200	1150
16000	1400	1350	1350	1300	1300	1300	1300	1250	1250	1250	1250	1250	1200
18000	1450	1400	1400	1350	1350	1350	1350	1300	1300	1300	1300	1300	1250
20000	1500	1450	1450	1400	1400	1400	1350	1350	1350	1350	1300	1300	1300
22000		1500	1500	1450	1450	1450	1400	1400	1400	1350	1350	1350	1350
24000				1500	1500	1450	1450	1450	1450	1400	1400	1400	1400
26000						1500	1500	1450	1450	1450	1450	1400	1400
28000							1500	1500	1500	1450	1450	1450	1450
30000									1500	1500	1500	1500	1500
32000												1500	1500

表2-19

在4%鋼筋比及0.9m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	900	900	900	900	900	900	900	850	850	850	850	850	850
6000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	950	950	950	950	950	950
8000	1150	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1050	1050	1050	1050	1050	1050
10000	1200	1200	1200	1200	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1100	1100	1100
12000	1250	1250	1250	1250	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1150	1150	1150
14000	1350	1350	1350	1300	1300	1300	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1200
16000	1450	1400	1400	1350	1350	1350	1350	1300	1300	1300	1300	1300	1250
18000	1500	1450	1450	1400	1400	1400	1400	1350	1350	1350	1350	1350	1300
20000			1500	1450	1450	1450	1400	1400	1400	1400	1400	1350	1350
22000				1500	1500	1500	1450	1450	1450	1450	1400	1400	1350
24000						1500	1500	1500	1500	1450	1450	1450	1400
26000								1500	1500	1500	1500	1450	1450
28000										1500	1500	1500	1500

表2-20

在4%鋼筋比及1.0m之彎矩軸重比下，各種軸重及混凝土強度需要之柱斷面

Pn(KN)	28	31	34	38	41	45	48	52	55	59	62	66	69
4000	950	950	950	900	900	900	900	900	900	900	900	900	850
6000	1100	1050	1050	1050	1050	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
8000	1150	1150	1150	1150	1150	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
10000	1250	1250	1250	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1150	1150	1150	1150
12000	1350	1300	1300	1300	1300	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250
14000	1400	1400	1350	1350	1350	1350	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
16000	1450	1450	1400	1400	1400	1400	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350
18000	1500	1500	1500	1450	1450	1450	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1350
20000				1500	1500	1500	1450	1450	1450	1450	1450	1400	1400
22000							1500	1500	1500	1450	1450	1450	1450
24000										1500	1500	1500	1500
26000													1500

表2-21

35cmx50cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	8.33534	8.44198	8.49625	8.52293
105.	8.66063	8.67680	8.68368	8.68653
140.	8.82327	8.82204	8.82108	8.82033
175.	8.92085	8.92263	8.92437	8.92607
210.	8.98591	8.98915	8.99235	8.99549
245.	9.03238	9.03708	9.04173	9.04632
280.	9.06723	9.07340	9.07950	9.08554
315.	9.09434	9.10197	9.10952	9.11701
350.	9.11603	9.12511	9.13412	9.14305
385.	9.13377	9.14432	9.15478	9.16516
420.	9.14855	9.16057	9.17248	9.18431

表2-22

35cmx55cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	10.19957	10.35459	10.43498	10.47465
105.	10.59316	10.62604	10.64120	10.64819
140.	10.78996	10.79073	10.79034	10.78965
175.	10.90804	10.90938	10.91068	10.91193
210.	10.98876	10.98971	10.99261	10.99545
245.	11.04298	11.04755	11.05204	11.05647
280.	11.08516	11.09132	11.09742	11.10343
315.	11.11796	11.12573	11.13342	11.14103
350.	11.14419	11.15358	11.16287	11.17206
385.	11.16566	11.17665	11.18754	11.19832
420.	11.18355	11.19615	11.20864	11.22101

表2-23

35cmx60cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	12.25119	12.46386	12.57580	12.63109
105.	12.71960	12.77502	12.80165	12.81441
140.	12.95381	12.96061	12.96285	12.96334
175.	13.09433	13.09331	13.09261	13.09210
210.	13.18801	13.19057	13.19306	13.19548
245.	13.25493	13.25924	13.26347	13.26762
280.	13.30511	13.31118	13.31715	13.32303
315.	13.34415	13.35196	13.35968	13.36729
350.	13.37538	13.38494	13.39440	13.40374
385.	13.40093	13.41225	13.42344	13.43452
420.	13.42222	13.43529	13.44823	13.46103

表2-24

35cmx65cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	14.49021	14.76983	14.91887	14.99246
105.	15.03994	15.12381	15.16522	15.18542
140.	15.31481	15.33179	15.33885	15.34168
175.	15.47973	15.47867	15.47753	15.47654
210.	15.58968	15.59172	15.59369	15.59558
245.	15.66821	15.67216	15.67601	15.67977
280.	15.72711	15.73295	15.73869	15.74432
315.	15.77292	15.78066	15.78829	15.79579
350.	15.80957	15.81921	15.82872	15.83810
385.	15.83955	15.85109	15.86249	15.87374
420.	15.86454	15.87798	15.89126	15.90438

表2-25

35cmx70cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	16.91663	17.27257	17.46433	17.55890
105.	17.55419	17.67249	17.73207	17.76141
140.	17.87297	17.90436	17.91850	17.92487
175.	18.06424	18.06628	18.06630	18.06569
210.	18.19175	18.19155	18.19142	18.19132
245.	18.28283	18.28630	18.28967	18.29292
280.	18.35114	18.35666	18.36205	18.36732
315.	18.40427	18.41183	18.41925	18.42653
350.	18.44677	18.45638	18.46583	18.47512
385.	18.48155	18.49320	18.50468	18.51599
420.	18.51053	18.52422	18.53773	18.55105

表2-26

40cmx60cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	14.00136	14.24441	14.37234	14.43554
105.	14.53669	14.60002	14.63046	14.64504
140.	14.80435	14.81212	14.81469	14.81525
175.	14.96495	14.96378	14.96298	14.96240
210.	15.07201	15.07493	15.07778	15.08054
245.	15.14849	15.15341	15.15825	15.16299
280.	15.20584	15.21277	15.21960	15.22632
315.	15.25046	15.25939	15.26820	15.27690
350.	15.28614	15.29708	15.30789	15.31856
385.	15.31534	15.32828	15.34108	15.35373
420.	15.33968	15.35462	15.36941	15.38404

表2-27

40cmx65cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	16.56024	16.87981	17.05013	17.13424
105.	17.18851	17.28435	17.33168	17.35476
140.	17.50264	17.52204	17.53011	17.53335
175.	17.69112	17.68991	17.68861	17.68747
210.	17.81677	17.81911	17.82136	17.82352
245.	17.90653	17.91103	17.91544	17.91974
280.	17.97384	17.98052	17.98708	17.99351
315.	18.02619	18.03504	18.04376	18.05233
350.	18.06808	18.07910	18.08997	18.10068
385.	18.10235	18.11554	18.12856	18.14142
420.	18.13091	18.14626	18.16144	18.17644

表2-28

40cmx70cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	19.33330	19.74008	19.95923	20.06731
105.	20.06193	20.19713	20.26522	20.29876
140.	20.42625	20.46212	20.47829	20.48557
175.	20.64484	20.64718	20.64720	20.64650
210.	20.79057	20.79034	20.79019	20.79008
245.	20.89466	20.89863	20.90247	20.90620
280.	20.97273	20.97904	20.98520	20.99122
315.	21.03345	21.04209	21.05057	21.05890
350.	21.08203	21.09300	21.10380	21.11443
385.	21.12177	21.13508	21.14820	21.16113
420.	21.15489	21.17054	21.18598	21.20120

表2-29

40cmx75cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	22.32052	22.82527	23.09976	23.23492
105.	23.15696	23.33843	23.43125	23.47720
140.	23.57519	23.63245	23.65939	23.67211
175.	23.82612	23.83569	23.83894	23.83973
210.	23.99341	23.99159	23.99019	23.98911
245.	24.11290	24.11620	24.11936	24.12237
280.	24.20252	24.20832	24.21396	24.21944
315.	24.27223	24.28053	24.28865	24.29659
350.	24.32799	24.33880	24.34940	24.35980
385.	24.37361	24.38692	24.40001	24.41287
420.	24.41163	24.42744	24.44301	24.45834

表2-30

40cmx80cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	25.52191	26.13540	26.47183	26.63719
105.	26.47360	26.70829	26.82988	26.89024
140.	26.94944	27.03310	27.07358	27.09315
175.	27.23495	27.25554	27.26400	27.26734
210.	27.42529	27.42482	27.42364	27.42241
245.	27.56125	27.56239	27.56311	27.56360
280.	27.66321	27.66838	27.67337	27.67817
315.	27.74252	27.75036	27.75799	27.76542
350.	27.80597	27.81647	27.82675	27.83680
385.	27.85788	27.87105	27.88398	27.89665
420.	27.90114	27.91698	27.93255	27.94784

表2-31

45cmx65cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	18.63027	18.98979	19.18140	19.27602
105.	19.33707	19.44490	19.49814	19.52411
140.	19.69047	19.71230	19.72137	19.72502
175.	19.90251	19.90115	19.89968	19.89840
210.	20.04387	20.04650	20.04903	20.05146
245.	20.14484	20.14991	20.15487	20.15970
280.	20.22057	20.22808	20.23546	20.24270
315.	20.27947	20.28942	20.29923	20.30888
350.	20.32659	20.33899	20.35121	20.36327
385.	20.36514	20.37998	20.39463	20.40909
420.	20.39727	20.41455	20.43162	20.44849

表2-32

45cmx70cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

f_c (kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	21.74996	22.20759	22.45413	22.57573
105.	22.56968	22.72178	22.79838	22.83610
140.	22.97953	23.01989	23.03807	23.04627
175.	23.22545	23.22808	23.22810	23.22732
210.	23.38939	23.38913	23.38896	23.38884
245.	23.50650	23.51096	23.51528	23.51947
280.	23.59432	23.60141	23.60835	23.61512
315.	23.66263	23.67235	23.68189	23.69126
350.	23.71728	23.72963	23.74178	23.75373
385.	23.76199	23.77697	23.79173	23.80627
420.	23.79925	23.81686	23.83422	23.85136

表2-33

45cmx75cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

f_c (kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	25.11058	25.67843	25.98723	26.13929
105.	26.05158	26.25573	26.36016	26.41185
140.	26.52209	26.58651	26.61682	26.63113
175.	26.80439	26.81516	26.81881	26.81970
210.	26.99259	26.99054	26.98897	26.98775
245.	27.12702	27.13073	27.13428	27.13767
280.	27.22784	27.23436	27.24071	27.24687
315.	27.30626	27.31560	27.32473	27.33366
350.	27.36899	27.38114	27.39307	27.40478
385.	27.42032	27.43529	27.45001	27.46448
420.	27.46309	27.48088	27.49839	27.51563

表2-34

45cmx80cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

f_c (kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	28.71215	29.40233	29.78081	29.96684
105.	29.78280	30.04683	30.18362	30.25151
140.	30.31813	30.41223	30.45777	30.47979
175.	30.63932	30.66248	30.67200	30.67576
210.	30.85345	30.85292	30.85159	30.85021
245.	31.00640	31.00769	31.00850	31.00905
280.	31.12111	31.12693	31.13254	31.13794
315.	31.21034	31.21915	31.22774	31.23609
350.	31.28171	31.29353	31.30510	31.31640
385.	31.34011	31.35493	31.36947	31.38373
420.	31.38878	31.40660	31.42412	31.44132

表2-35

45cmx85cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	32.55465	33.37933	33.83496	34.05851
105.	33.76332	34.09511	34.26889	34.35525
140.	34.36765	34.49713	34.56108	34.59243
175.	34.73025	34.77012	34.78782	34.79568
210.	34.97198	34.97635	34.97701	34.97642
245.	35.14465	35.14293	35.14173	35.14086
280.	35.27415	35.27912	35.28385	35.28835
315.	35.37487	35.38303	35.39092	35.39855
350.	35.45545	35.46679	35.47784	35.48860
385.	35.52138	35.53591	35.55012	35.56401
420.	35.57632	35.59404	35.61141	35.62843

表2-36

45cmx90cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	36.63810	37.60945	38.14979	38.41440
105.	37.99314	38.40062	38.61607	38.72317
140.	38.67067	38.84125	38.92686	38.96917
175.	39.07718	39.13814	39.16641	39.17961
210.	39.34819	39.36091	39.36535	39.36653
245.	39.54177	39.53980	39.53798	39.53648
280.	39.68695	39.69015	39.69211	39.69343
315.	39.79987	39.80721	39.81427	39.82102
350.	39.89021	39.90093	39.91132	39.92139
385.	39.96412	39.97821	39.99195	40.00533
420.	40.02571	40.04318	40.06026	40.07695

表2-37

50cmx75cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	27.90065	28.53159	28.87470	29.04365
105.	28.94621	29.17304	29.28906	29.34650
140.	29.46898	29.54056	29.57424	29.59014
175.	29.78265	29.79462	29.79868	29.79967
210.	29.99176	29.98949	29.98774	29.98639
245.	30.14113	30.14525	30.14920	30.15297
280.	30.25315	30.26040	30.26745	30.27430
315.	30.34028	30.35066	30.36081	30.37074
350.	30.40999	30.42349	30.43675	30.44975
385.	30.46702	30.48365	30.50001	30.51609
420.	30.51454	30.53431	30.55377	30.57292

表2-38

50cmx80cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	31.90239	32.66926	33.08978	33.29649
105.	33.09200	33.38537	33.53735	33.61279
140.	33.68681	33.79137	33.84197	33.86644
175.	34.04369	34.06942	34.08000	34.08418
210.	34.28161	34.28102	34.27955	34.27802
245.	34.45156	34.45299	34.45389	34.45450
280.	34.57902	34.58548	34.59171	34.59772
315.	34.67815	34.68795	34.69749	34.70677
350.	34.75746	34.77059	34.78344	34.79600
385.	34.82235	34.83882	34.85497	34.87081
420.	34.87642	34.89622	34.91569	34.93480

表2-39

50cmx85cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	36.17184	37.08814	37.59441	37.84279
105.	37.51480	37.88346	38.07654	38.17250
140.	38.18628	38.33014	38.40120	38.43603
175.	38.58917	38.63346	38.65314	38.66186
210.	38.85776	38.86261	38.86334	38.86269
245.	39.04961	39.04770	39.04637	39.04540
280.	39.19350	39.19902	39.20427	39.20927
315.	39.30541	39.31447	39.32324	39.33172
350.	39.39495	39.40755	39.41983	39.43178
385.	39.46820	39.48434	39.50013	39.51557
420.	39.52924	39.54893	39.56823	39.58714

表2-40

50cmx90cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	40.70900	41.78827	42.38866	42.68267
105.	42.21460	42.66735	42.90674	43.02575
140.	42.96741	43.15694	43.25206	43.29908
175.	43.41909	43.48682	43.51823	43.53290
210.	43.72021	43.73435	43.73928	43.74059
245.	43.93530	43.93311	43.93109	43.92942
280.	44.09661	44.10017	44.10234	44.10381
315.	44.22208	44.23024	44.23807	44.24558
350.	44.32245	44.33436	44.34591	44.35710
385.	44.40457	44.42024	44.43550	44.45036
420.	44.47301	44.49242	44.51140	44.52994

表2-41

50cmx95cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	45.51388	46.74909	47.47263	47.81624
105.	47.19142	47.73709	48.02806	48.17266
140.	48.03019	48.27181	48.39467	48.45572
175.	48.53345	48.62956	48.67542	48.69742
210.	48.86896	48.89629	48.90749	48.91189
245.	49.10860	49.10931	49.10822	49.10673
280.	49.28834	49.28751	49.28697	49.28659
315.	49.42814	49.43524	49.44198	49.44836
350.	49.53997	49.55103	49.56169	49.57195
385.	49.63147	49.64649	49.66107	49.67520
420.	49.70773	49.72670	49.74520	49.76321

表2-42

50cmx100cm梁在不同混凝土強度及壓力鋼筋之抗彎矩能力

fc(kg/cm ²)	0%	10%	20%	30%
70.	50.58646	51.98580	52.84639	53.24358
105.	52.44523	53.09270	53.44057	53.61335
140.	53.37462	53.67480	53.82914	53.90606
175.	53.93225	54.06172	54.12480	54.15557
210.	54.30400	54.34851	54.36811	54.37672
245.	54.56954	54.57637	54.57786	54.57749
280.	54.76870	54.76614	54.76419	54.76272
315.	54.92359	54.92948	54.93319	54.93560
350.	55.04751	55.05756	55.06717	55.07633
385.	55.14890	55.16312	55.17684	55.19008
420.	55.23339	55.25177	55.26962	55.28693

表 2-43

不同梁柱尺寸所須之樓版厚度

(Density = 2400 kg/m³)(Density = 1000 kg/m³)

(fc' = 28.0 MPa)

(fc' = 14.0 MPa)

SLAB	SPAN		SPAN	
	7.5m	5m	7.5m	5m
40x50	20cm	13cm	22cm	15cm
40x60	21cm	13cm	23cm	15cm
50x60	21cm	13cm	23cm	15cm
50x70	21cm	13cm	23cm	15cm
50x90	21cm	13cm	23cm	15cm
60x90	21cm	13cm	23cm	15cm
70x90	21cm	13cm	23cm	15cm
60x100	21cm	13cm	23cm	15cm
70x100	21cm	14cm	23cm	15cm
70x120	21cm	14cm	23cm	15cm
80x100	21cm	14cm	23cm	15cm
80x120	21cm	14cm	23cm	15cm

表 2-44
不同混凝土抗壓強度所須之樓版厚度

D.L. = 280 kg/m²
L.L. = 200 kg/m²
Density = 2400 kg/m³

fc' (psi)	7.5m	5m
4000	21cm	13cm

D.L. = 280kg/m²
L.L. = 200kg/m²
Density = 2400 kg/m³

fc' (psi)	7.5m	5m
2000	24cm	16cm
2500	22cm	14cm
3000	21cm	13cm
3500	20cm	13cm
4000	19cm	12cm
4500	18cm	12cm
5000	17cm	11cm
5500	17cm	11cm
6000	17cm	11cm
6500	16cm	11cm
7000	16cm	10cm
7500	16cm	10cm
8000	16cm	10cm

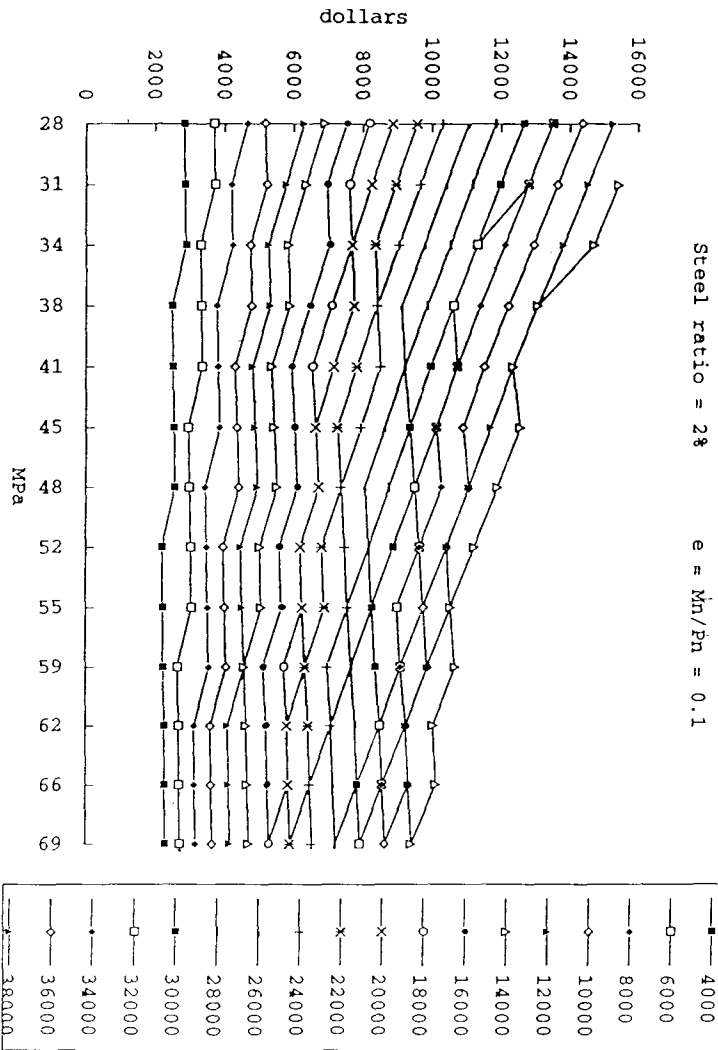


圖2-1 在2%鋼筋比及0.1_n之彎矩軸重比下，
 各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係

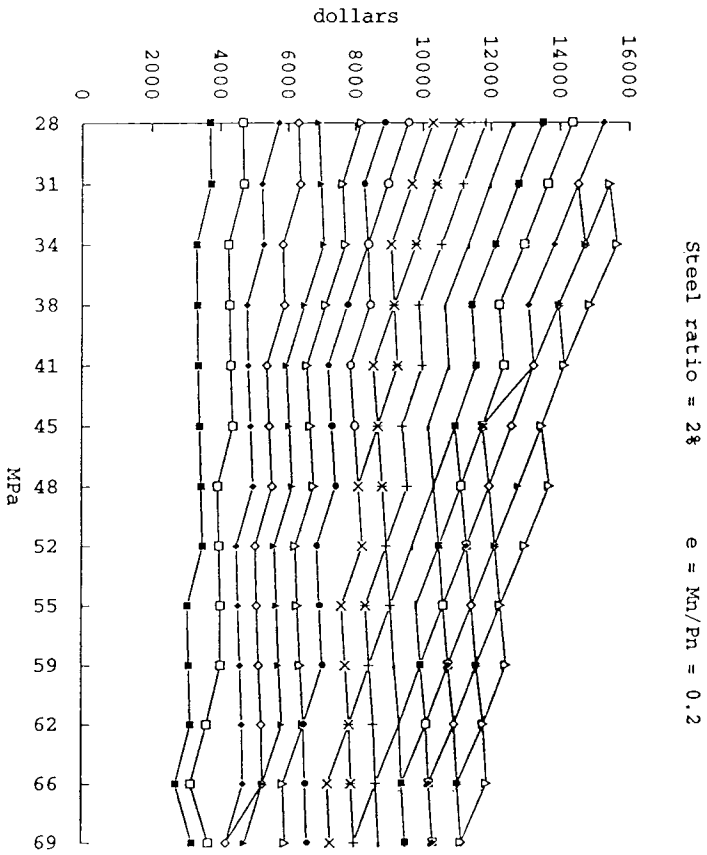


圖2-2 在2%鋼筋比及0.2m之彎矩與軸重比下，
各種軸重之混凝土強度與工程費之關係

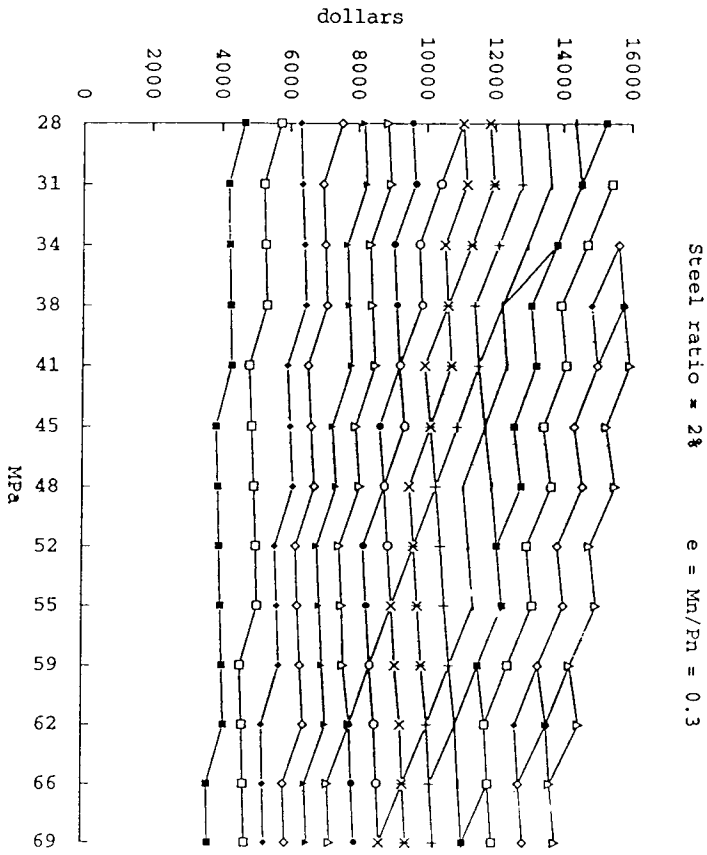


圖2-3 在2%鋼筋比及0.3m之轉矩軸重比下，
 各種軸重之混凝土強度與工程造价之關係

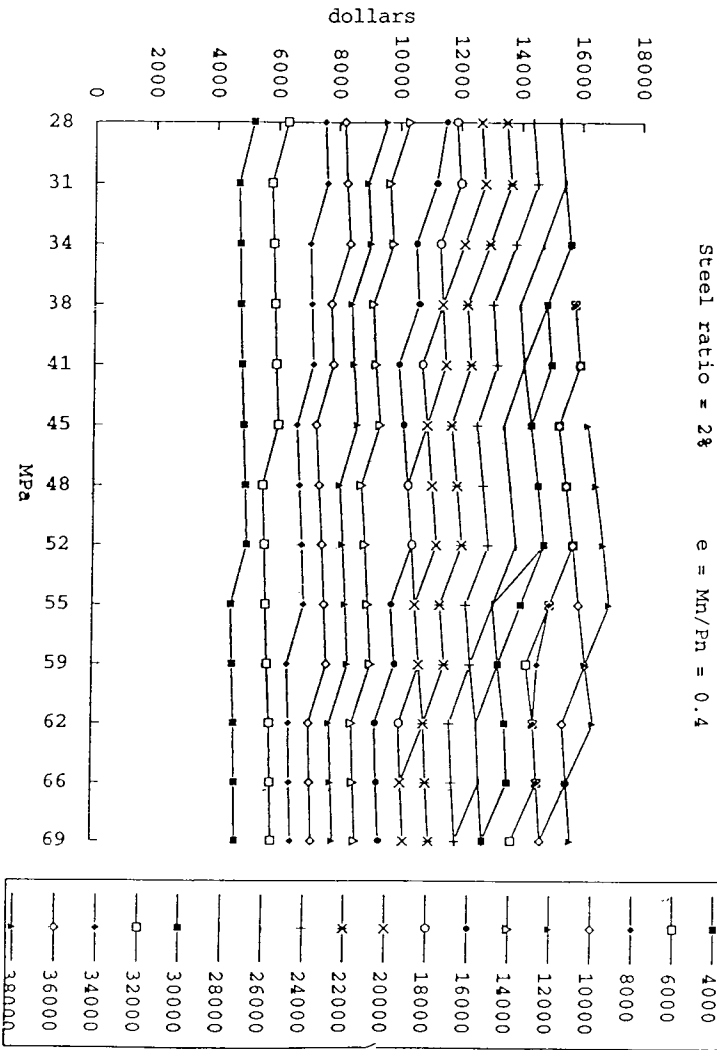


圖2-4 在2%鋼筋比及0.4e之彎矩軸重比下，
各種軸重之混凝土強度與工程造价之關係

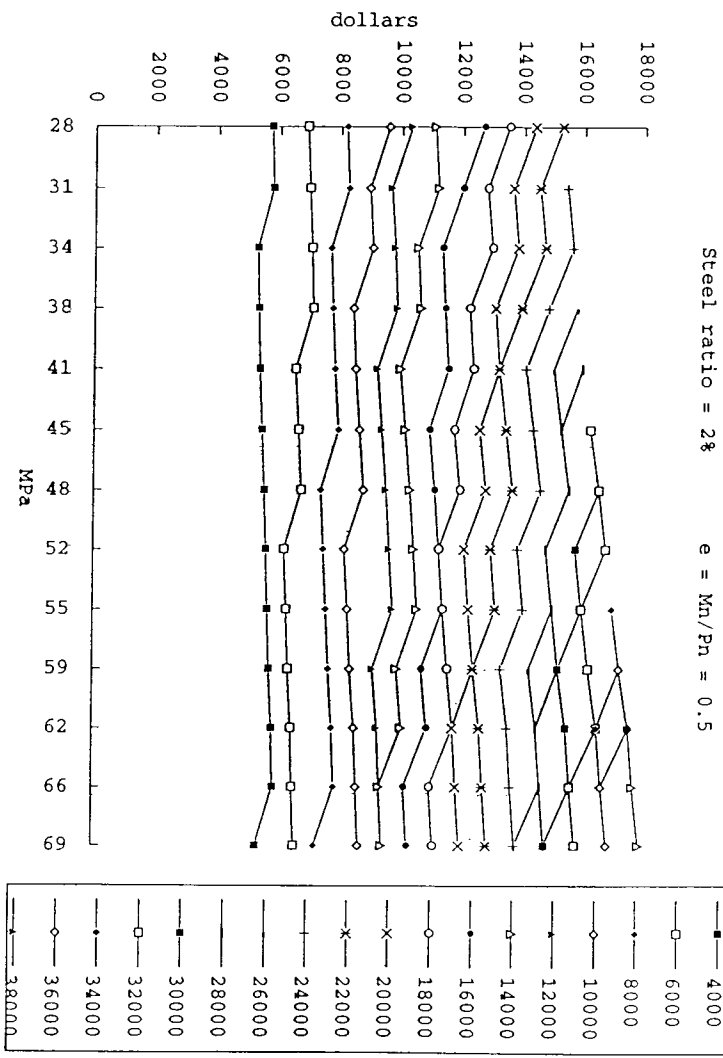


圖2-5 在2%鋼筋比及0.5m之轉矩軸重比下，
各種軸重之混凝土強度與工程造价之關係

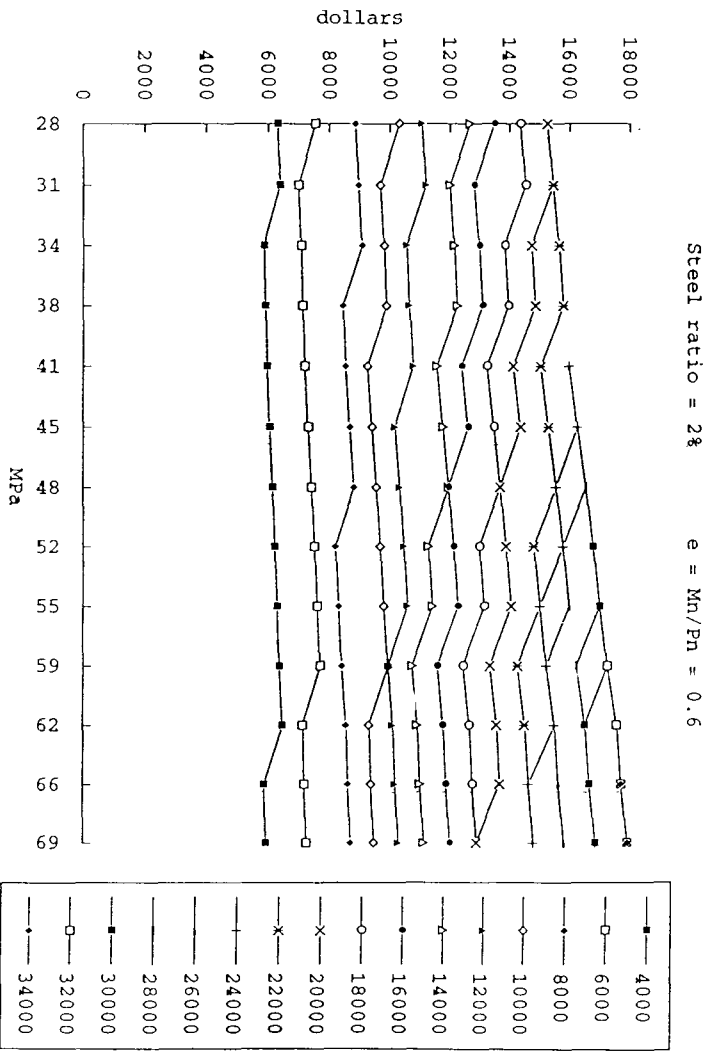


圖2-6 在2%鋼筋比及0.6m之彎矩軸重比下，
各種軸重之混凝土強度與工程造价之關係

Steel ratio = 2% e = Mn/Pn = 0.7

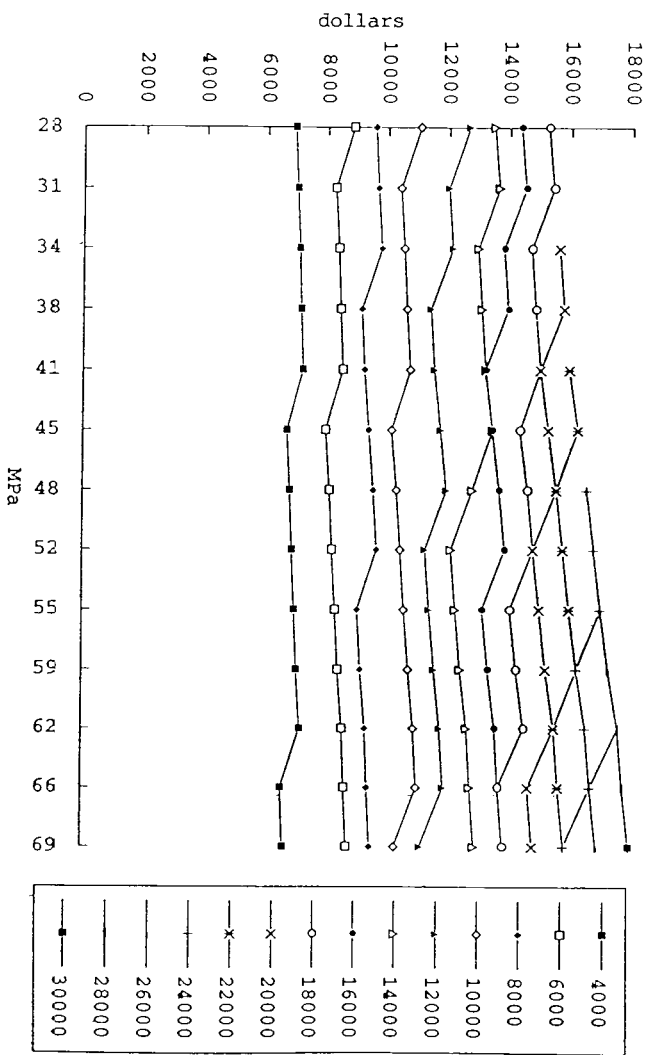


圖2-7 在2%鋼筋比及0.7m之彎矩軸重比下，
各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係

Steel ratio = 2%

$e = M_n/P_n = 0.8$

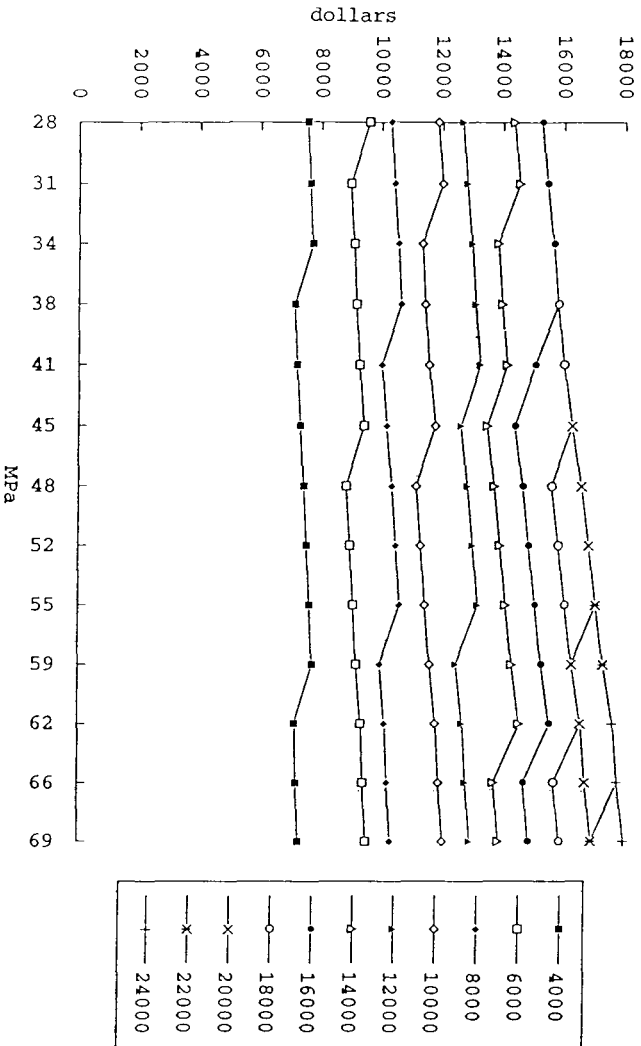


圖2-8 在2%鋼筋比及0.8m之彎矩軸重比下，
各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係

Steel ratio = 2% $e = M_n/P_n = 0.9$

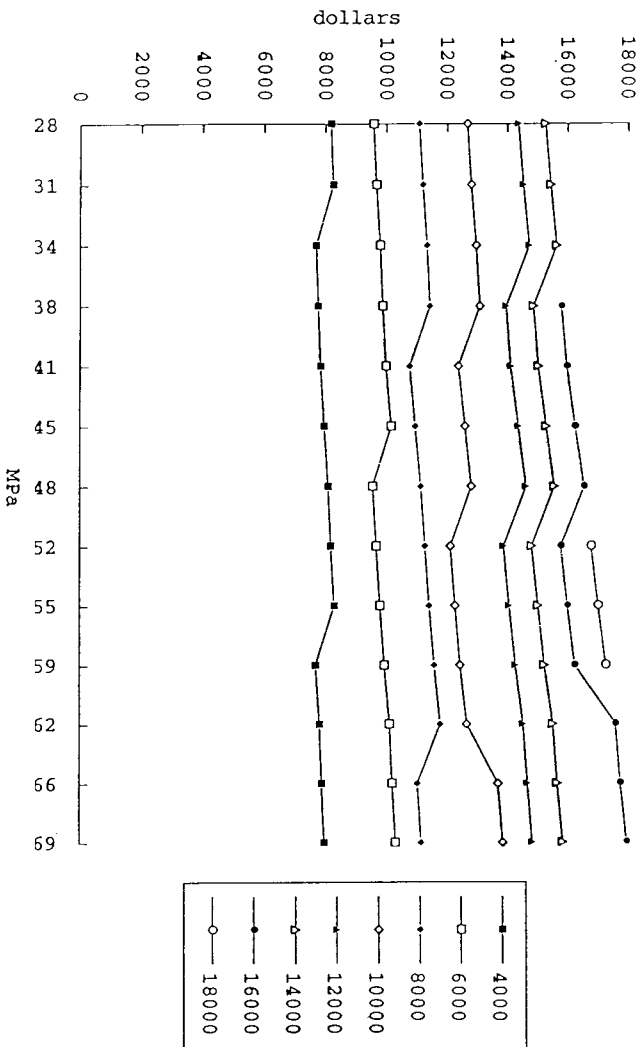


圖2-9 在2%鋼筋比及0.9m之彎矩軸重比下，各種軸重之混凝土強度與工程造价之關係

Steel ratio = 2% e = Mn/Pn = 1.0

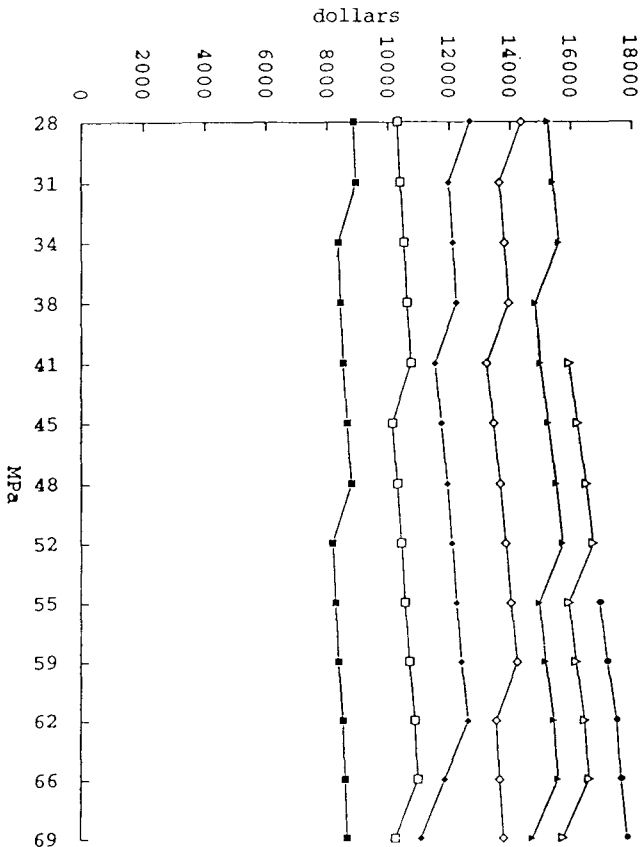


图2-10 在2%钢筋比及1.0m之弯矩轴重比下，
各种轴重之混凝土强度与工程造价之关系

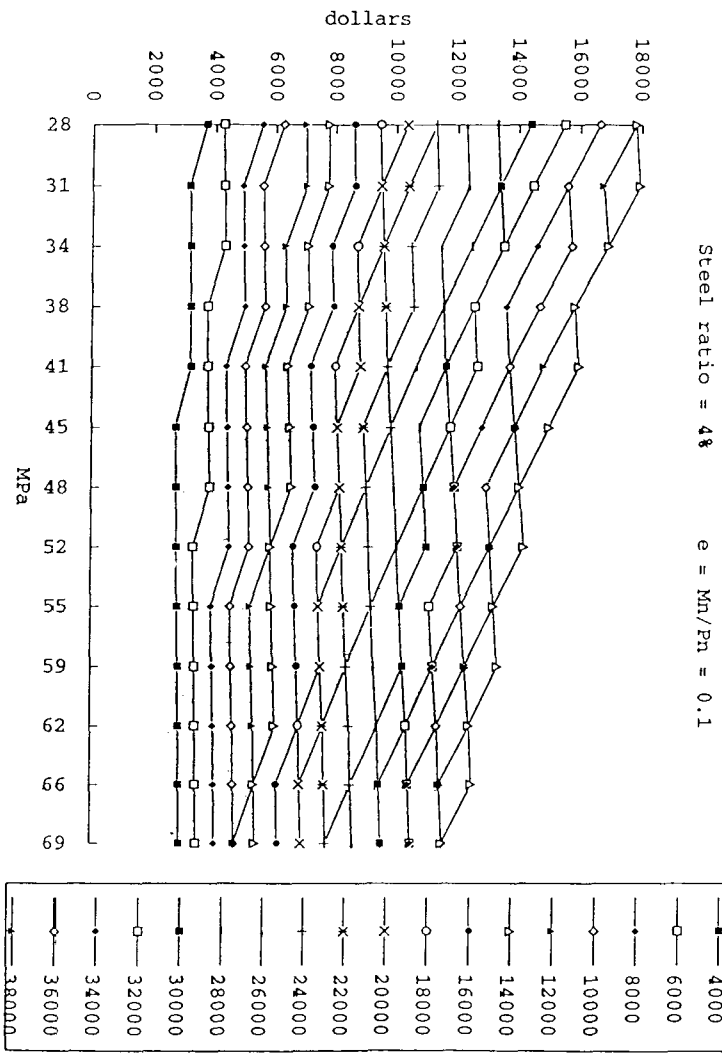


圖2-11 在4%鋼筋比及0.1之彎矩軸重比下，
各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係

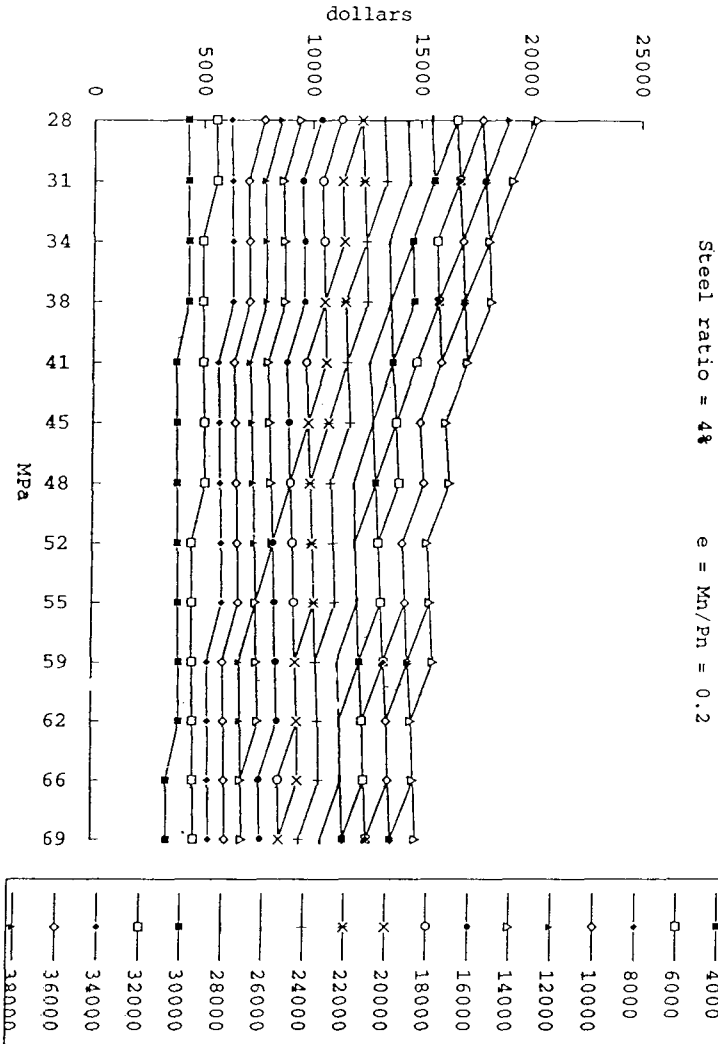


圖2-12 在4%鋼筋比及0.2e之彎矩軸重比下，
各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係

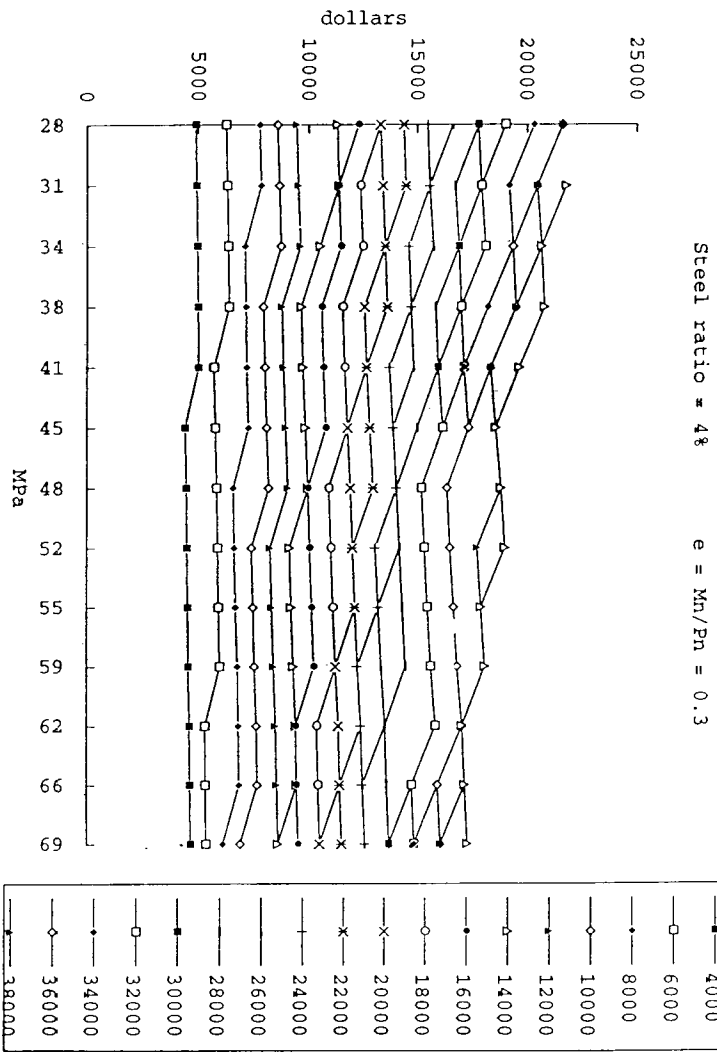


圖2-13 在4%鋼筋比及0.3m之轉矩軸重比下，
 各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係

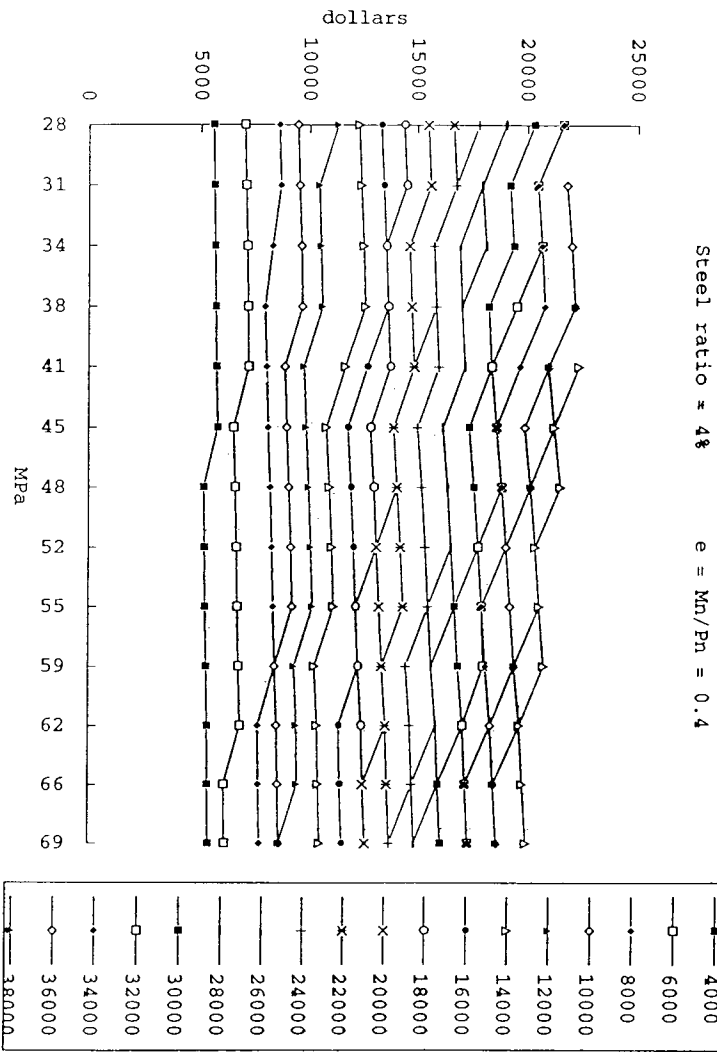


圖2-14 在4%鋼筋比及0.4e之轉矩軸重比下，
各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係

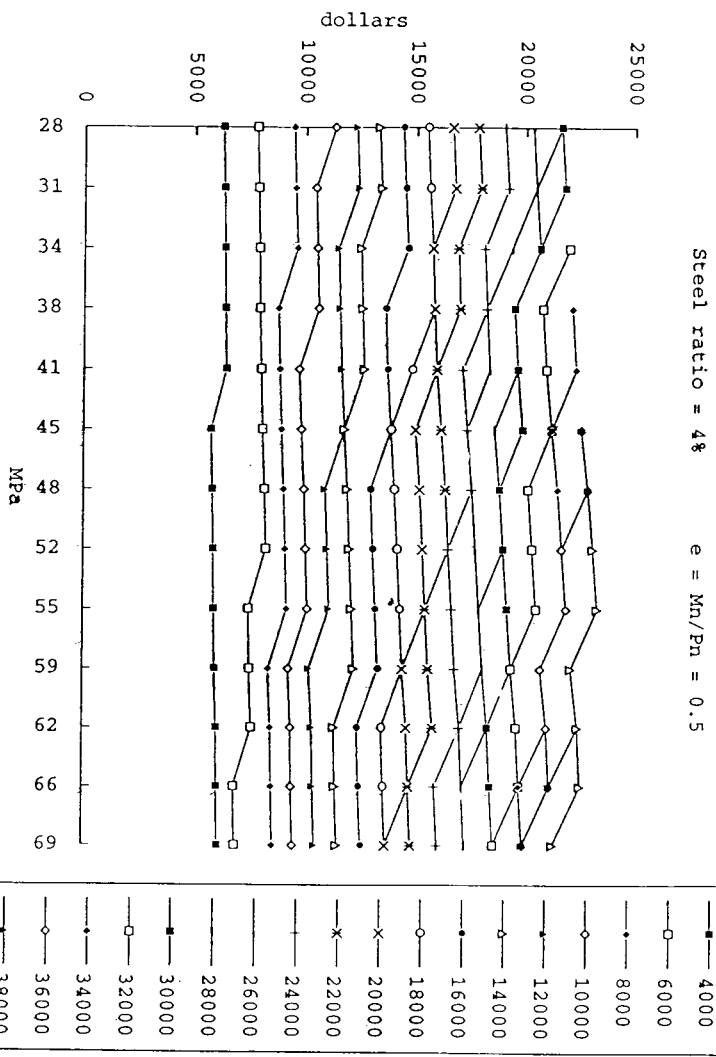


圖2-15 在4%鋼筋比及0.5m之彎矩軸重比下，
各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係

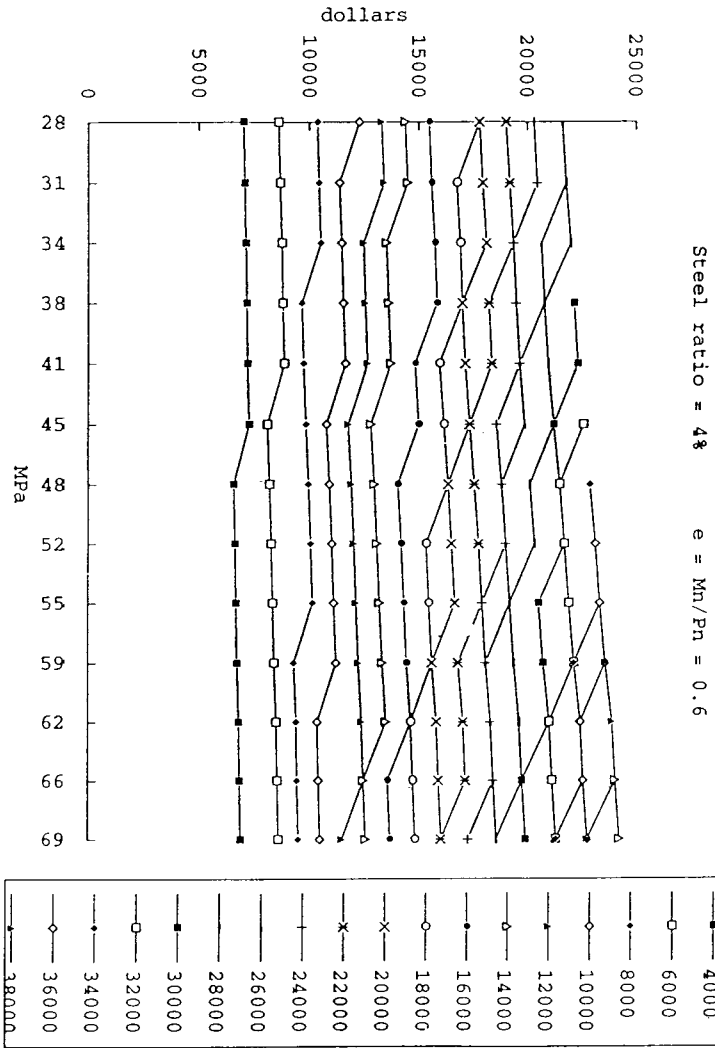


圖2-16 在4%鋼筋比及0.6m之彎矩軸重比下，
各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係

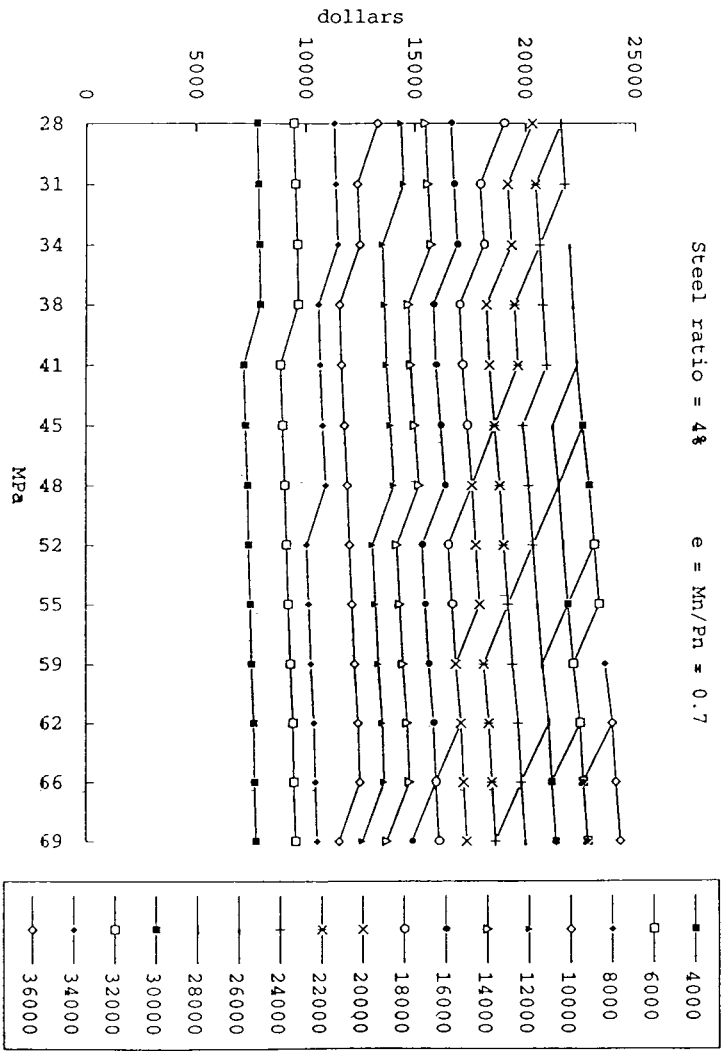


圖2-17 在4%鋼筋比及0.7m之彎矩軸重比下，
各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係

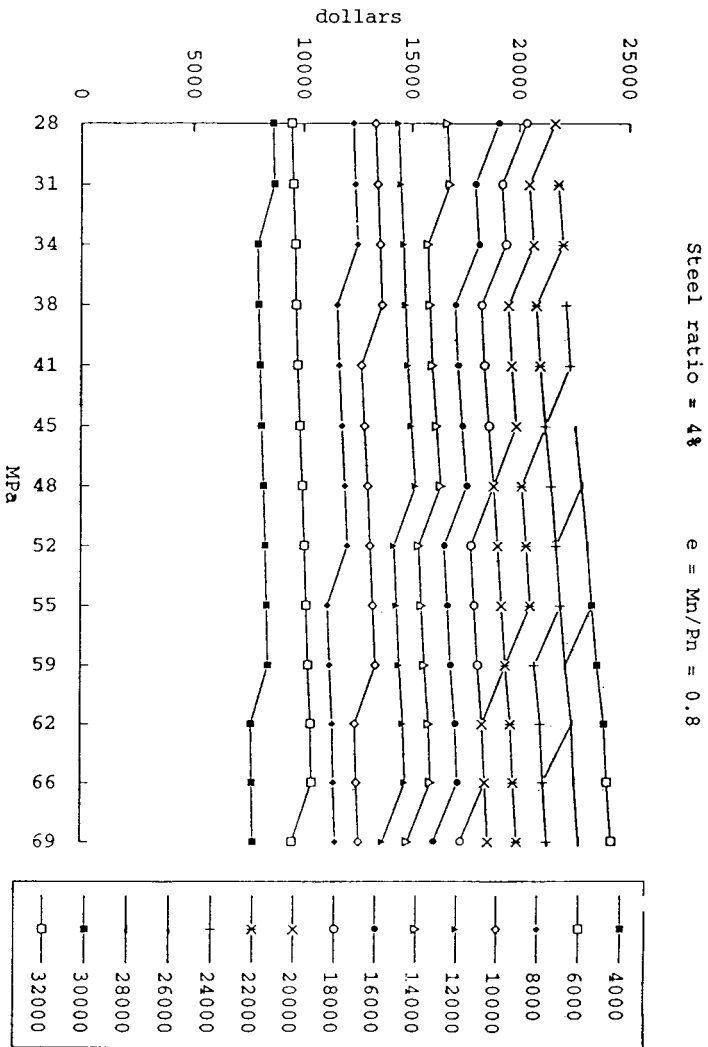


圖 2-18 在 4% 鋼筋比及 0.8m 之彎矩軸重比下，
各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係

Steel ratio = 4%

$e = Mn/Pn = 0.9$

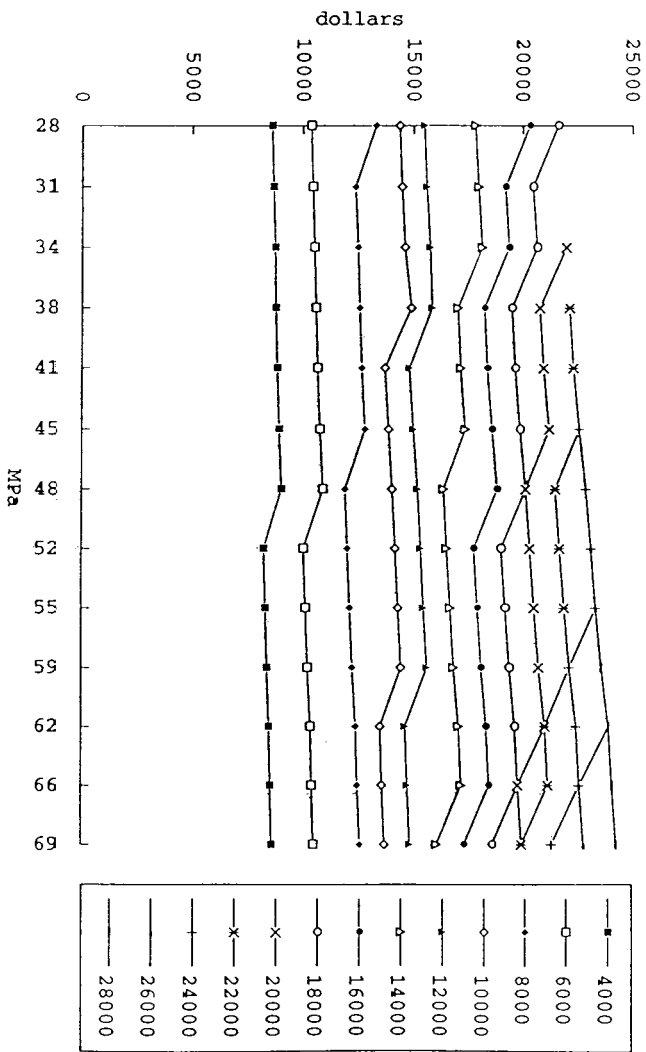


圖2-19 在4%鋼筋比及0.9m之彎矩軸重比下，
各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係

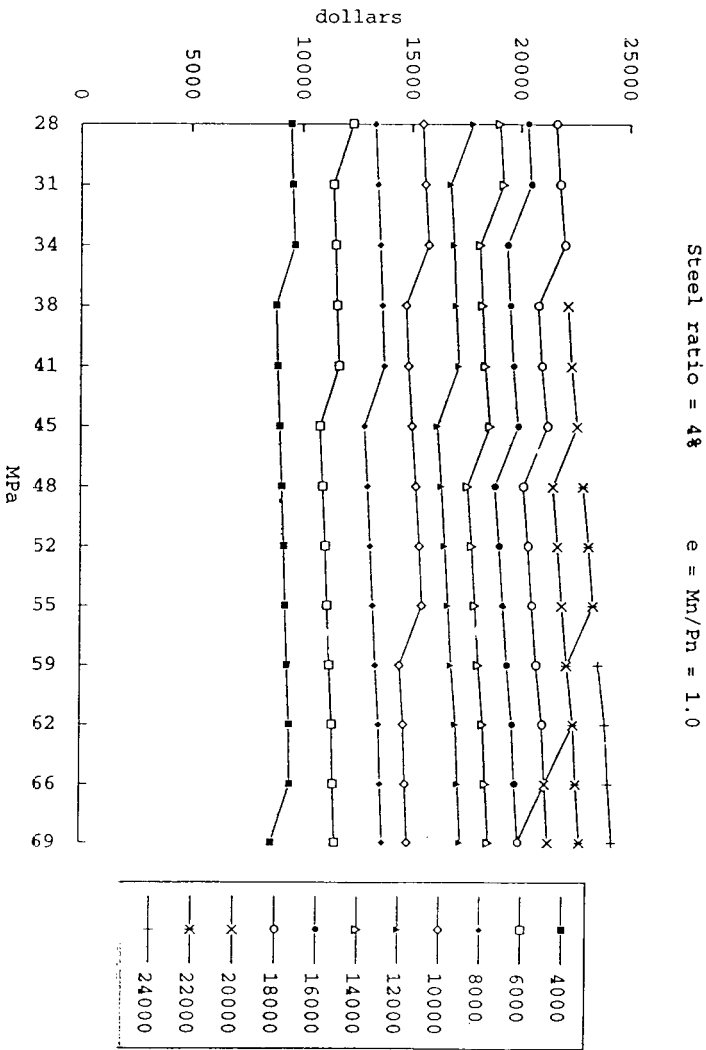


圖2-20 在4%鋼筋比及1.0m之彎矩軸重比下，
各種軸重之混凝土強度與工程造價之關係

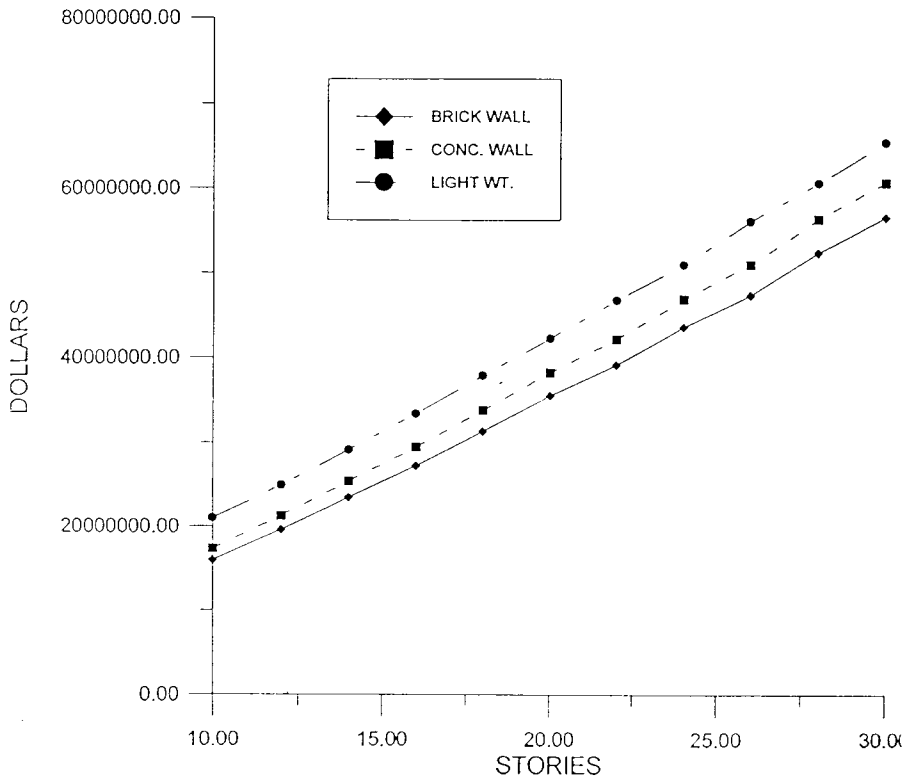


圖3-1 不考慮空間效益下，使用不同建築材料，
5.0m跨距工程造價與樓層數之關係

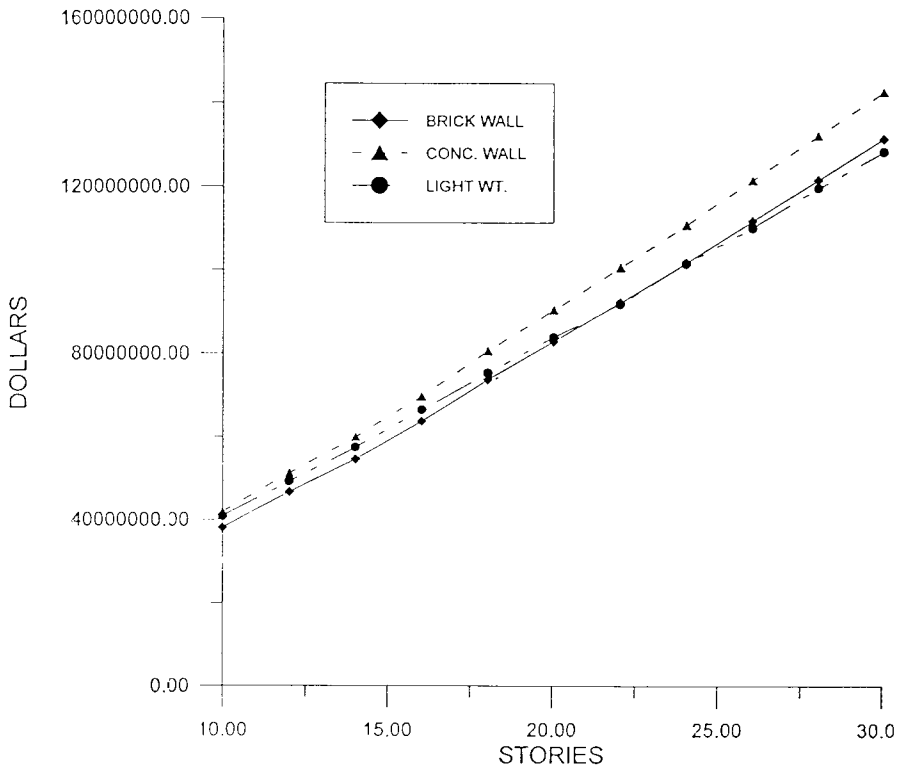


圖3-2 不考慮空間效益下，使用不同建築材料，
7.5m跨距工程造價與樓層數之關係

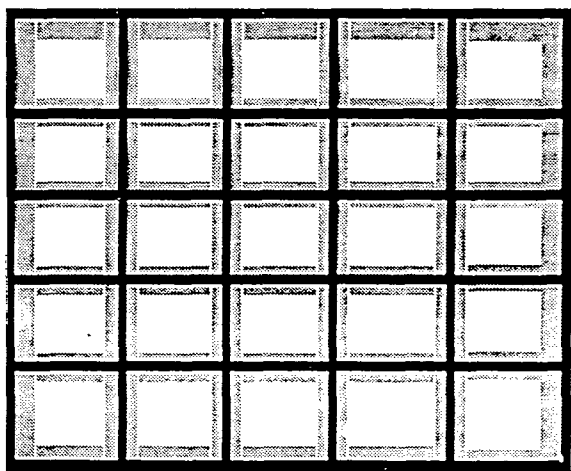


圖3-3 有效空間增加量示意圖

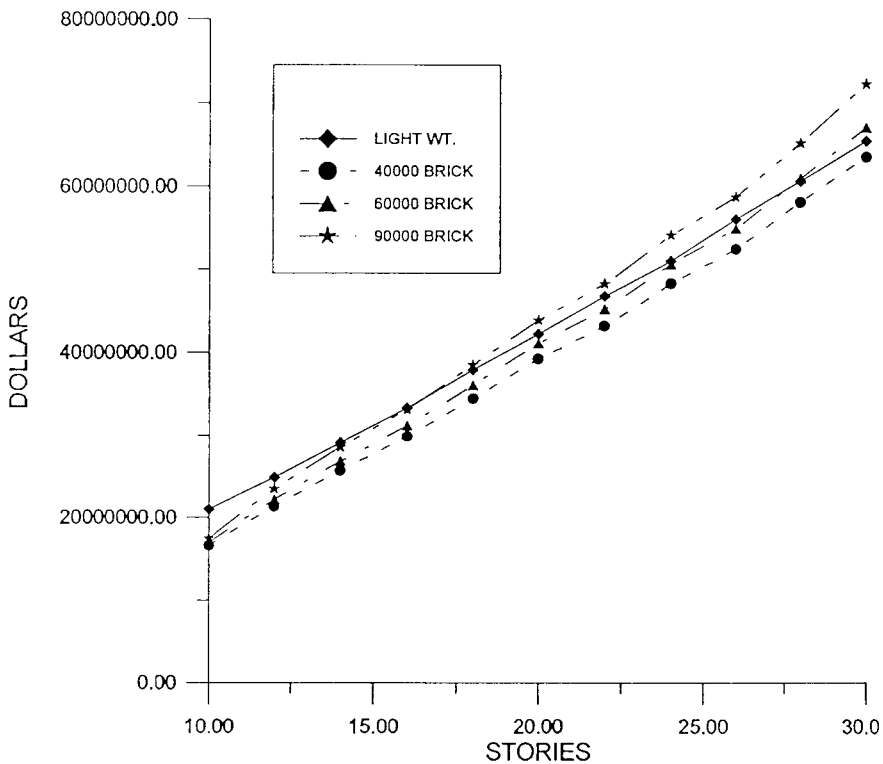


圖3-4 考慮第一種空間效益下，常重混凝土使用磚牆，對不同地價5.0m跨距工程造價與樓層數之關係

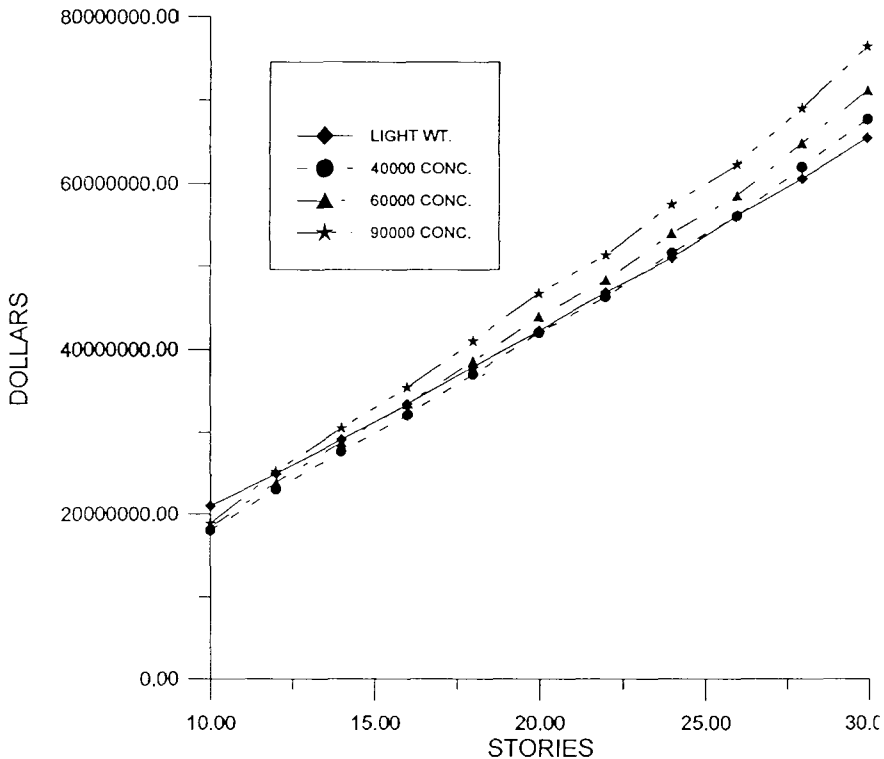


圖3-5 考慮第一種空間效益下，常重混凝土使用混凝土牆，對不同地價5.0m跨距工程造價與樓層數之關係

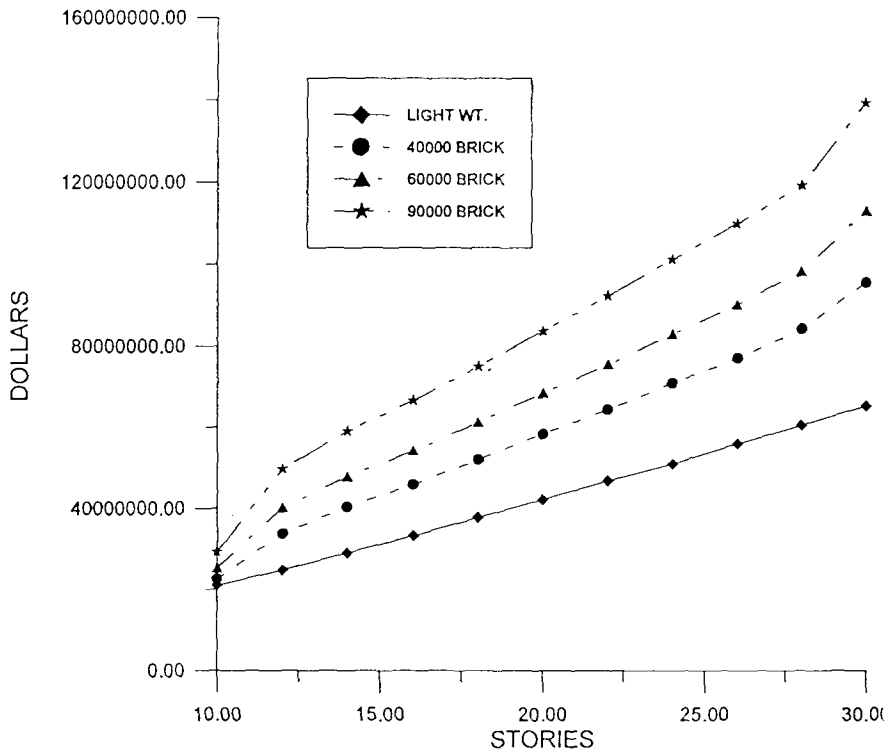


圖3-6 考慮第二種空間效益下，常重混凝土使用磚牆，
對不同地價5.0m跨距工程造價與樓層數之關係

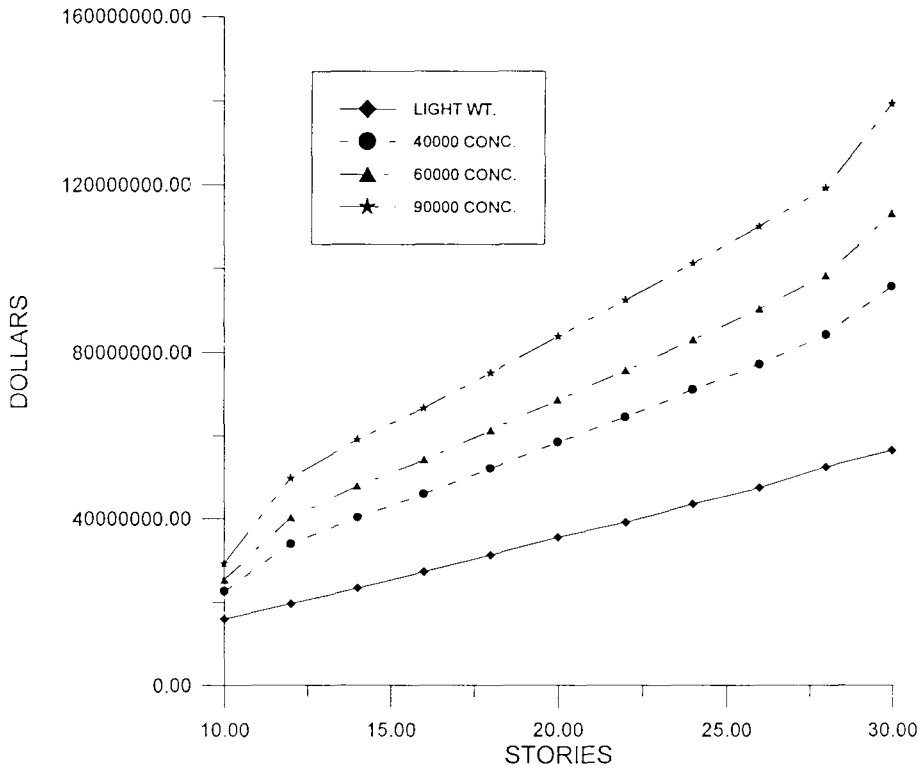


圖3-7 考慮第二種空間效益下，常重混凝土使用混凝土牆，對不同地價5.0m跨距工程造價與樓層數之關係

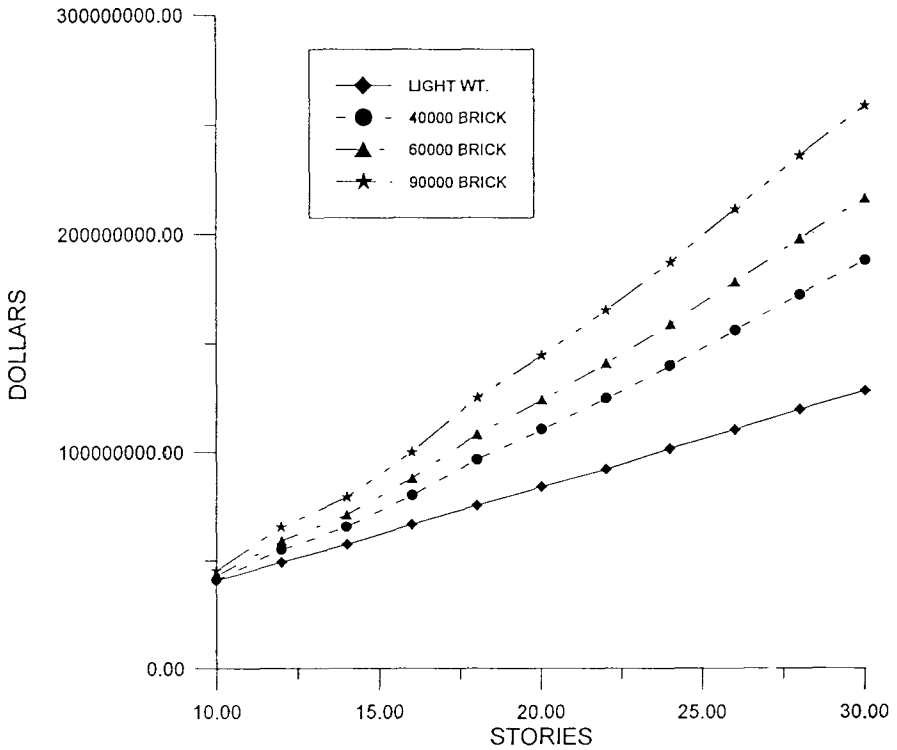


圖3-8 考慮第一種空間效益下，常重混凝土使用磚牆，對不同地價7.5m跨距工程造價與樓層數之關係

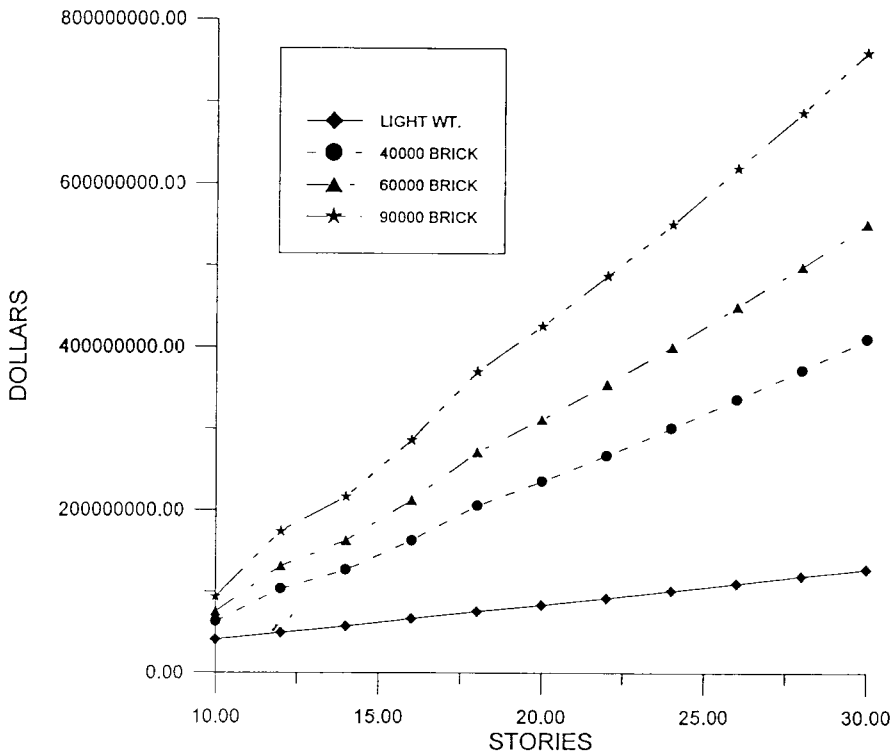


圖3-10 考慮第二種空間效益下，常重混凝土使用磚牆，
對不同地價7.5m跨距工程造價與樓層數之關係

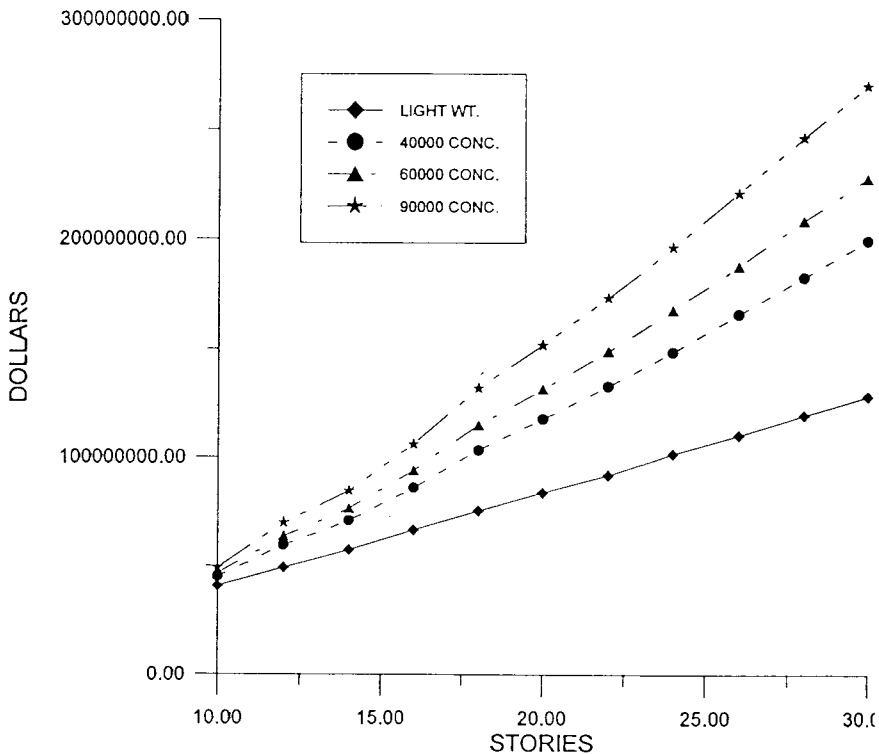


圖3-9 考慮第一種空間效益下，常重混凝土使用混凝土牆，對不同地價7.5m跨距工程造價與樓層數之關係

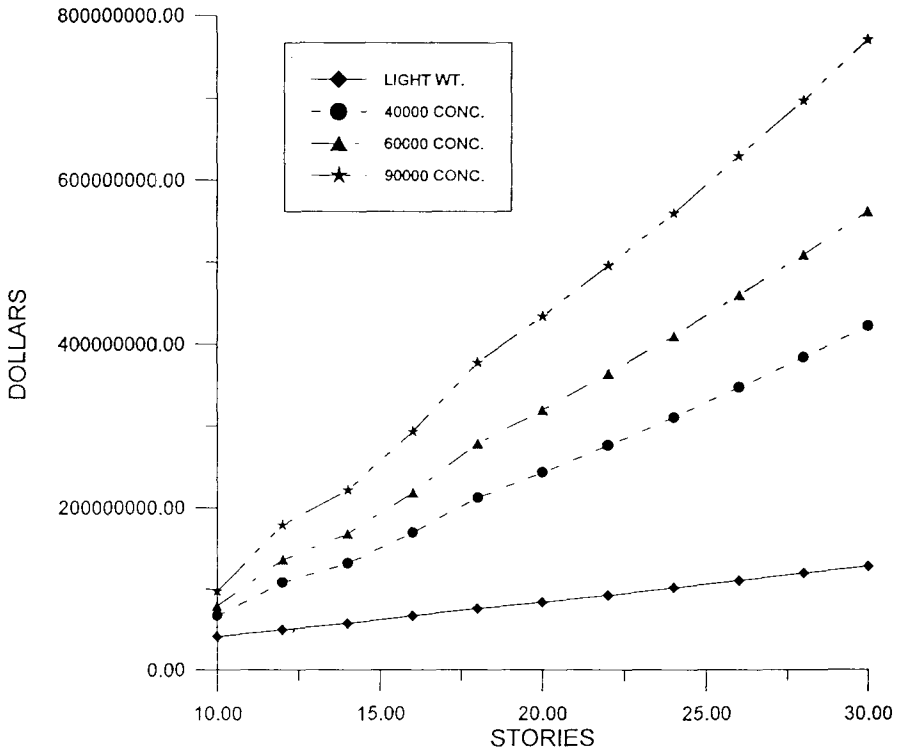


圖3-11 考慮第二種空間效益下，常重混凝土使用混凝土牆，對不同地價7.5m跨距工程造價與樓層數之關係