

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：混凝土科技研究專案

計畫編號：TR-83011

執行期間：民國八十二年八月一日至民國八十三年五月三十一日

輕質混凝土使用準則之編訂

計畫主持人：	高健章	教授
共同主持人：	沈進發	副教授
	陳式毅	副主任
	陳朝和	主任
專任助理：	陳懿維	小姐
兼任助理：	莫海龍	先生

執行單位：國立臺灣大學與財團法人臺灣營建研究中心

中華民國八十三年五月三十一日

輕質混凝土使用準則之編訂

摘 要

臺灣位於亞熱帶之地震區，不論從房屋隔熱與結構防震之觀點，輕質混凝土是房屋隔間之上好材料，尤其工資高漲之今日臺灣，更需輕質混凝土預鑄板件，來取代傳統建材如紅磚砌牆，步向房屋營建自動化之境界。

中華民國內政部建築研究所籌備處有鑑於此，特提供經費資助本研究案，完成「輕質混凝土使用準則」之編訂工作，以利輕質混凝土使用之推廣，望能作為施工作業之準則，以及品質要求之法典。

本準則內容包括三部份：

1. 輕質骨材混凝土之施工準則，
2. 發泡輕質混凝土之施工準則，以及
3. 中空輕量混凝土之施工準則。

本研究重點偏重於非結構板之施工，以為配合現今臺灣建築業之實際需要。

Editing the Specifications of Lightweight Concrete

ABSTRACT

Base on the subtropical weather and seismic conditions, Lightweight Concrete is one of the best materials for building partitions, especially at the period of labour shortage in Taiwan, use precast lightweight concrete panel instead of traditional brick wall, is a better way to reach the automation of building construction.

For this consideration, the Institute of Building Research, Ministry of Interior, R. O. C., gave the financial supports to this project, to edit "The Guide of Lightweight Concrete Fabrication", hoping to promote the fabrication standard of this material.

The Guide include three parts :

1. The Lightweight Aggregate Concrete;
2. The Autoclaved Lightweight Concrete Panel;
3. Hollow Core Concrete Panel.

The object is aimed at the non-structure building panel, to fill the practical need in Taiwan at this time.

第一篇 緒論

1.1	研究緣起	-----	1
1.2	研究經過	-----	1

第二篇 輕質骨材混凝土(LAC)

第一章 輕質骨材混凝土材料

1.1	一般規定	-----	3
1.2	水泥	-----	3
1.3	摻料	-----	4
1.4	水	-----	4
1.5	結構用混凝土之輕質骨材	-----	5
1.6	非結構用混凝土之輕質骨材	-----	6
1.7	天然砂	-----	6
1.8	氯離子含量限制	-----	6
1.9	材料之儲存	-----	7

第二章 預拌輕質骨材混凝土

2.1	一般規定	-----	8
2.2	材料	-----	8
2.3	配比設計	-----	8
2.4	施工計畫	-----	14
2.5	施工前之準備	-----	15
2.6	混凝土之產製	-----	16
2.7	輸送	-----	16
2.8	澆置	-----	18

2.9	養護	19
2.10	修飾	19
2.11	品質管制與檢驗	20

第三章 輕質骨材混凝土牆版

3.1	一般規定	22
3.2	版片製造	22
3.3	版片之運送	26
3.4	版片之安裝	27
3.5	防水嵌縫處理	28

第三篇 高壓蒸氣養護輕質混凝土板(ALC)

1.1	適用範圍	29
1.2	本篇專用名詞	29
1.3	一般規定	31
1.4	特別規定事項	31

第四章 ALC 板施工、組立、安裝、材料

4.1	板件	34
4.2	鋼筋及五金	34
4.3	填充用砂漿	34
4.4	修補用砂漿	35
4.5	其他材料	35

第五章 ALC 板施工通則

5.1	一般規定	36
-----	------	----

5.2	臨時措施	36
5.3	搬運	36
5.4	現場加工	36
5.5	焊接部防銹處理	37
5.6	伸縮縫之耐火處理	37
5.7	填充砂漿之養護	37
5.8	板件之修補	37
5.9	防護	38

第六章 ALC 板件施工細則

6.1	樓版	39
6.2	外牆板	39
6.3	隔間牆	41
6.4	承重牆	42

第四篇 預鑄混凝土中空板件之施工

第七章 預鑄預力混凝土中空樓版

7.1	一般規定	44
7.2	中空樓版板件之種類	44
7.3	施工計畫書	45
7.4	施工詳圖	46
7.5	現場施工材料	46
7.6	運送	50
7.7	安裝	51
7.8	整修	53
7.9	品質管制與檢驗	54

第八章 擠出成型水泥複合材中空牆版

8.1	一般規定	55
8.2	施工計劃書	55
8.3	施工詳圖	56
8.4	施工材料	56
8.5	機具與人員	58
8.6	運送、進料與臨時放置	58
8.7	支承面處理	59
8.8	標繪墨線與板件長度控制	59
8.9	襯底鋼材之安裝	60
8.10	鐵件之裝設	60
8.11	縱板牆板件之安裝	61
8.12	橫板牆板件之安裝	61
8.13	整修	61
8.14	品質管制與檢驗	62

參考資料

• 附錄 •

附錄一	「輕質混凝土使用準則之編訂」工作會議概況	63
附錄二	JASS 21 ALC 板工程	71
附錄三	高溫高壓蒸氣養護之輕質氣泡混凝土板使用規準	85
附錄四	高溫高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土板之構造設計基準	88
附錄五	高溫高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土構造用預鑄混凝土製 大樑使用說明 -- 特別說明書	91
附錄六	人工輕質骨材混凝土的使用基準 別錄1	94
附錄七	人工輕質骨材混凝土的性能判定標準 別錄2	96
附錄八	人工輕質骨材混凝土設計施工手冊	101
附錄九	SPANCRET 樓版構造設計要領	121
附錄十	SPANCRET 合成樓版施工法設計要項	133

第一篇緒論

1. 研究緣起與目的

輕質混凝土施工規範為施工作業之準則，亦為達成工程品質要求之法典。若工程缺乏良好之施工規範，不但工程之進行無所依據，而且容易造成偏差與糾紛，使工程無法順利進行，而施工品質更無法保障。世界各先進國家之營建主管機關莫不特加重視。

對於施工技術正需要進一步提升之際，訂定本規範以配合輕質混凝土之發展與應用更為值得重視，惟國內輕質混凝土尚處研究推廣期間，本土相關數據仍嫌不夠，目前尚不足以制定正式規範，但可先釐定使用準則，作為初步推行之依據，待有足夠本土資料之後，則可進一步修訂為規範。

2. 研究經過

(1) 文獻蒐集與研討：

蒐集國內外(如日本、美國等地)相關標準、制度與規範，並加以研讀參考。

(2) 研擬使用準則：

由於輕質混凝土在國內尚處研究推廣期間，在本土相關數據不夠充份的情況下，暫先釐訂使用準則，作為初步推行之依據，日後可進一步修訂為規範。

(3) 舉辦座談會：

邀請相關學者、專家、業者參加座談，針對本研究案初步擬定之草案提出意見，並逐一討論準則中之各項條文。

(4)修正準則草案：

綜合座談會討論結果，檢討修正本草案，以其有效可行。

(5)總結與建議。

第二篇 輕質骨材混凝土

第一章 輕質骨材混凝土材料

1.1 一般規定

- 1.1.1 輕質骨材混凝土所使用之材料包括水泥、粗細骨材、拌合用水及摻料，輕質骨材與其他成份材料之品質均須符合本章之規定，並須嚴加管制。
- 1.1.2 使用上除注意輕質骨材與其他成份材料之品質外，並應注意其來源及品質之穩定性。

1.2 水泥

- 1.2.1 水泥須符合CNS 61 [卜特蘭水泥]之規定。
- 1.2.2 除另有規定者外，混凝土使用之水泥應為卜特蘭水泥之第 I 型。
- 1.2.3 工程上混凝土使用之水泥應與所選用配比設計之水泥相當，若水泥之廠牌與類型在合約中有特別指定者，應按其指定。[註：所謂水泥相當是指該水泥可以是(1) 只指同型不同牌之水泥，或是(2) 專指同型與同牌之水泥。應依下述情況而定：若界定混凝土要求強度值所用之標準差是從某一特定廠牌與類型水泥之強度試驗結果得到的，則適用情況(2)；若標準差是得自所有不同品牌之同型水泥之強度試驗統計記錄，則適用情況(1)]。工程材料之品管要求，不只須滿足各項品質之規定，且須品質均勻，因此同一結構體內以使用同型同牌之水泥為宜。

1.3 摻料

- 1.3.1 輕質骨材混凝土所使用之摻料，應以能達混凝土品質要求，且對其他混凝土性質無妨害為原則，並應經核可。
- 1.3.2 摻料經指定或許可使用時，須符合下列規範之規定。
 - (1) CNS 12283 [混凝土化學摻料]
 - (2) CNS 3036 [卜特蘭水泥混凝土用飛灰及天然或煨燒卜作嵐攪合物]
 - (3) CNS 11271 [卜特蘭飛灰水泥用飛灰]
 - (4) CNS 12549 [混凝土及水泥壩料用水淬高爐爐渣粉]
 - (5) CNS 3091 [混凝土用輸氣附加劑]
- 1.3.3 各種摻料於使用前應有可靠資料以作為配比設計之依據。必要時應進行試驗，測試其性能。
- 1.3.4 施工所使用之摻料應與選用配比設計時所使用之摻料相同。
- 1.3.5 除本規範之規定外，使用摻料時，應參照產品說明書之規定。
- 1.3.6 各種摻料除應按第1.9 節規定妥為儲存外，並應注意其有效期限，超過期限者不得使用。

1.4 水

- 1.4.1 混凝土拌合用水須為潔淨，所含各種油脂、酸、鹼、鹽類、有機物或其他有害於混凝土或鋼筋之物質，不得達有害程度，且其品質至少須符合CNS 3090表2之規定。
- 1.4.2 混凝土拌合用水之水質檢驗應依CNS 1237 [混凝土用水品質試驗法] 之規定。

1.4.3 混凝土拌合用水之品質如有疑問時，應加檢驗，符合下列條件亦可使用：

- (1) 按CNS 1010 [水硬性水泥壩料抗壓強度檢驗法]之規定進行強度試驗，其試體之7天及28天抗壓強度至少需達使用符合第1.4.1節規定之水所作同種試驗強度之90%。強度試驗之比較除拌合水不同外，其他條件應完全相同。
- (2) 按CNS 786 [水硬性水泥凝結時間檢驗法]之規定進行凝結時間試驗，其凝結時間與控制試樣(使用符合第1.4.1節規定之水)凝結時間之差異不早於1小時及晚於1.5小時。
- (3) 與其他材料不產生互斥性之影響。

1.5 結構用混凝土之輕質骨材

輕質骨材之品質要求應符合CNS 3691 [結構用混凝土之輕質粒料]之規定，其重要品質要求如下：

- 1.5.1 輕質骨材之級配應符合CNS 3691 中表1之規定，且應確保其級配之均勻性，按要求之間隔分批取樣進行細度模數測定，任何一批骨材與試驗合格樣品之細度模數之差值不得大於7%。但若經試驗證明該輕質骨材可製成指定性質之混凝土者除外。
- 1.5.2 輕質骨材之單位重應符合CNS 3691 中表2之規定，且應確保其單位重之均勻性，連續多批輕質骨材與試驗合格樣品之單位重之差值不得大於10%。
- 1.5.3 輕質骨材不得含過量之有機不淨物、沾染物及黏土等有害物質，規定如下：
 - (1) 有機不淨物：輕質粒料於有機不淨物試驗時，不得產生比標準色深之顏色，除非經試驗證明此種變色乃由於少量對混凝土無害之物質所引起。
 - (2) 沾染物(staining)：輕質粒料於著色物試驗時，以肉眼分類為「重色」或較深者，須以化學方法試驗之，每200g的樣品若含有1.5mg以上三氧化鐵(Fe_2O_3)之粒料不得用於結構用混凝土。

(3) 黏土塊：黏土塊含量不得大於2%(乾重百分率)。

1.5.4 輕質骨材之燒失量不得大於5%。

1.5.5 輕質骨材製成混凝土之性質，包括強度、單位重、乾燥收縮率、剝裂及耐久性等應符合CNS 3691 中表3之規定。

1.5.6 上述各項輕質骨材及其混凝土之性質試驗，應按CNS 3691[結構用混凝土之輕質粒料]之規定辦理。

1.6 非結構用混凝土之輕質骨材

非結構用混凝土之輕質骨材應按設計要求，符合以下適當之規定：

(1) ASTM C 331 [Lightweight Aggregates For Concrete Masonry Units]

(2) ASTM C 332[Standard Specification For Lightweight Aggregates For Insulating Concrete]

(3) 工程設計圖說

1.7 天然砂

輕質骨材混凝土可按設計需要，部份或全部輕質骨材中之細骨材以天然砂替代，所用之天然砂應符合CNS 1240 [混凝土用粒料]之要求。

1.8 氯離子含量限制

1.8.1 為防止混凝土內鋼材腐蝕，齡期在28天至56天之硬化混凝土之成份，包括水、骨材、膠結材料及摻料，其氯離子之總含量應低於表 1.8.1所規定之最大含量。

1.8.2 混凝土中含有鋁質或鍍鋅金屬埋設物或接觸永久性金屬模板，除非能提供為工程師認可之保護措施，否則應比照表 1.8.1 中預力混凝土項之規定。

表 1.8.1 輕質骨材混凝土內之最高容許氯離子含量

構 材 種 類		最大水溶性氯離子對 水泥重量之百分率(%)
預 力 混 凝 土		0.06
鋼 筋 混 凝 土	暴露含氯化物環境	0.15
	經常保持乾燥	1.00
	其他狀況	0.30

1.9 材料之儲存

- 1.9.1 輕質骨材混凝土用之各項材料均應妥為儲存，以確保其品質。
- 1.9.2 取用儲存中之水泥，若發現有硬塊現象時，則硬塊部份應予廢棄不得再用。
- 1.9.3 混合骨材堆積儲存時應防止其過度析離，並避免不同尺寸骨材或與其他物料摻混。使用前須在拌合廠骨材進料處取樣試驗，以測定其級配與清潔度是否符合規定。
- 1.9.4 輕質骨材於混凝土拌合前之堆放應注意其吸水量之均勻性，料倉應有遮蓋，以防止日曬雨淋，及其他天候影響。
- 1.9.5 摻料之儲存須防止汙染、蒸發、損壞或對性質有不良影響之溫度變化。如為懸浮或不穩定液體狀態者，使用時應先以適當設備攪拌均勻。

第二章 預拌輕質骨材混凝土

2.1 一般規定

輕質骨材混凝土(以下簡稱輕質混凝土)與常重混凝土在施工方式上類似，輕質混凝土可以預拌方式使用。為確保其施工品質，需特加規定之項目有：輕質骨材混凝土之材料、配比、產製、輸送、施工及品管檢驗等。預拌輕質混凝土應符合CNS 3090之規定。

2.2 材料

2.2.1 預拌輕質骨材混凝土所使用之材料均應符合第一章輕質骨材混凝土材料之規定。

2.2.2 採用泵送預拌輕質骨材混凝土之特別規定如下：

(1) 採用泵送施工之輕質混凝土，為使混凝土具良好之泵送性，其細骨材之粒度應為通過0.3mm 試驗篩之通過率為 20%~30% 之級配。若使用細顆粒較少之細骨材時，可以飛灰等做為部分細骨材調整其粒度。

(2) 具吸水性之輕質骨材使用前應予以充分預濕，泵送時以不影響水灰比為原則。使用時之含水率，粗骨材應為25%以上，細骨材應為15%以上細骨材應為15%以上。

2.2.3 非泵送輕質骨材混凝土不受第2.2.2節之限制。

2.3 配比設計

2.3.1 用於工程上之預拌混凝土，訂購時須指定品質及配比之要求，預拌混凝土廠應做混凝土之配比設計，必要時並應試拌及試泵，其配比設計計算書並應提供購用者備查，並做為品質管制之資料。

2.3.2 混凝土品質之決定：

(1) 強度

輕質骨材混凝土之強度應以規定抗壓強度($f'c$)為準。預拌混凝土廠應提出水灰比與抗壓強度之關係供購買者備查。但混凝土水灰比之決定，另須考慮耐久性及水密性之要求者，應由耐久性或水密性之要求求出其所需水灰比之相當強度。此強度與規定抗壓強度比較，應採其較大者做為決定「要求平均抗壓強度($f'cr$)」之依據。

(2) 坍度

1. 混凝土在適合施工作業之範圍內，其坍度應儘可能選用小者，並應參照中國土木水利工程學會「混凝土工程施工規範與解說(土木402-80)」之規定。在輕質混凝土澆置施工時之坍度，一般以 5至21cm為準。
2. 採用泵送方式施工者須採用流動性較高之混凝土，但其坍度應在18cm以下，以免產生輕質骨材分離現象；非泵送混凝土之坍度應在12cm以下。
3. 規定強度超過 225kg/cm²以上之混凝土，配比設計時需考慮其工作度及坍度為15cm以下。
4. 訂購預拌混凝土時之指定坍度，係指卸貨地點之坍度，訂購時之要求坍度須考慮輸送過程中之坍度損失加以計入。工地小搬運之坍度損失隨所用搬運方法及所需時間而異，應參考過去的實際記錄或經過試驗後決定之。

(3) 含氣量

輕質骨材混凝土，若有輸氣之要求時，應規定其含氣量。

(4) 單位體積重量

輕質骨材混凝土之單位體積重量，應按結構設計時之規定。

(5) 其他事項

使用預拌輕質骨材混凝土可視需要對下列性質加以規定：

1. 水泥之種類
2. 骨材之種類
3. 粗骨材之最大尺寸
4. 混凝土之最高及最低溫度(有必要時)

2.3.3 配比決定方法

(1) 要求平均抗壓強度

預拌輕質混凝土之強度，必須同時滿足(2.1)及(2.2)式之規定。

$$f'_{cr} \geq f'_c + 1.34s \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

$$f'_{cr} \geq f'_c + 2.33s - 35 \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

前兩式中 f'_{cr} ：要求平均強度(kgf/cm²)

f'_c ：規定抗壓強度(kgf/cm²)

s ：標準差(kgf/cm²)

(2) 水灰比

以試驗數據或生產資料繪製水灰比和強度之關係式曲線，再以要求平均強度對照出所需之水灰比。但在一般情況下之混凝土之水灰比應在0.65以下。經常與土壤或水直接接觸者，則水灰比應在0.55以下。

(3) 單位水量

所需之拌合水量應考慮指定坍度及由預拌廠輸送至現場之坍度損失值等來決定。

(4) 單位水泥用量

1. 由單位水量及水灰比來決定。輕質骨材混凝土的水泥使用量應在300kg/m³以上。但在經常與土壤或水直接接觸處之部份，單位水泥用量應在340kg/m³以上。
2. 泵送施工之輕質骨材混凝土，其單位水泥用量至少應為320kg/m³，但夏季施工溫度高時，須注意單位水泥用量不得太多以免降低泵送性。

3. 在符合強度與耐久性之要求下且經工程師之核可，可以良質飛灰替代部份水泥以改進混凝土之泵送性。飛灰應符合第1.3.2節之規定。

(5) 細骨材率(s/a)

1. 細骨材率係指細骨材對骨材總體積比，須考慮混凝土所需工作性，並根據試拌決定之。試拌時應調整細骨材率，使混凝土能具所需之工作度。輕質骨材混凝土之細骨材率及與單位水量有關，配比設計時可參考表 2.3.1。

2. 流動化混凝土之細骨材率之決定可參考同一坍度之普通混凝土之細骨材率，流動化混凝土坍度為15cm時，細骨材率須根據其基本混凝土增加 0~2 %，坍度為18cm時，則須增加 1~3 %。

3. 採用泵送方式施工時，須依泵送機的機種或泵送條件調整細骨材率。粗細骨材均用人工輕質骨材時，細骨材率(體積比)如表 2.3.1所示。

(6) 依下式求出全部骨材之絕對體積，再由細骨材率求出單位粗骨材量及單位細骨材量。

全部骨材之絕對體積 v (l/m^3)

$$v = 1000 - \{W + C/\rho + [10 \times \text{所需空氣含量}(\%)]\}$$

式中， ρ = 水泥密度(kg/m^3)

W = 單位水量(kg/m^3)

C = 單位水泥用量(kg/m^3)

(7) 單位摻料用量

摻料用量應依可信資料或試驗決定之。

(8) 單位體積重量

由材料單位重量之總和求得混凝土之單位體積重量。

表 2.3.1 配比設計參考表(粗細骨材均採用人工輕質骨材)

(a) $w/c = 0.55$, 坍度=約 7.5cm, 輕質砂的 $FM=2.75$

粗骨材最大粒徑 (mm)	輸 氣 混 凝 土					非輸氣混凝土	
	適當含氣量 (%)	使用減水劑		使用輸氣劑		s/a	W
		s/a(%)	W(kg)	s/a(%)	W(kg)	(%)	(kg)
15	6±1	40	163	40	172	44	165
20	5±1	38	157	38	165	41	178
20*	5±1	38	150	38	157	41	170

* 表示20~10mm用河川礫石, 10mm以下用輕質骨材之情況。

(b) 修正表

條 件	變 動 值	修 正 值	
		s/a(%)	W (kg)
W/C	±0.05	± 1%	0
FM	±0.1	±0.5%	0
坍度	±1cm	0%	±1.2%
含氣量	±1%	(0.5-1)%	3%
s/a	±1%	-	±1.5kg

註：1)表中之數值適用於粗細骨材都使用非造粒型膨脹頁岩的情形。使用造粒型粗骨材時，單位水量可減少2-3%。

2)表中數值以體積百分率表示細骨材的細度模數時，約2.75。由細骨材分析試驗結果(重量百分率)計算細度模數，若要換算成容積百分率時，通常加0.15即可。

- 3) 表中之數值適用於水灰比0.45以上之普通鋼筋混凝土。使用水灰比0.37~0.38以下的預力混凝土構件之混凝土時，單位水量需增加15~20%。這種情形坍度增減1cm 時單位水量須增減約3.6%。
- 4) 輕質骨材混凝土的拌合狀態因拌合機之形式、種類、拌合時間而顯著不同。表中之單位水量值是達到充分拌合時之數值。
- 5) 表中之數值係使用預濕之骨材所得之值，若混凝土之拌和狀態未完全吸水時所產生之值將有所不同。

2.3.4 配比表示法

- (1) 配比之表示如表2.3.2所示。
- (2) 產製計量配比時須將表2.3.2中粗細骨材之用量由絕對體積改用重量表示，且須考量骨材之含水狀態、細骨材中殘留在NO.4 篩之量及粗骨材中通過NO.4篩之量。

表 2.3.2 輕質骨材混凝土配比表示法

混凝土配比條件					單位體積混凝土之材料用量				
骨材最大粒徑 (mm)	坍度範圍 (cm)	含氣量範圍 (%)	水灰比 w/c (%)	細骨材率 s/a (%)	水 w (kg)	水泥 c (kg)	細骨材之絕對體積 (l)	粗骨材之絕對體積 (l)	摻料 (cc) 或 (g)

註：1. 上表所示細骨材係通過 NO.4篩著，粗骨材係全部殘留在NO.4篩上者。

2. 細、粗骨材應明示輕質或普通。

2.4 施工計畫

輕質骨材混凝土採用泵送機施工之施工計畫應參照有關混凝土泵送及高流動性混凝土施工準則進行，並應按本節以下之規定。

2.4.1 基本計畫

為使輕質骨材混凝土之泵送容易，須詳細檢討下列事項：

- (1) 混凝土流動性之檢討。
- (2) 考慮施工條件檢討混凝土配比。
- (3) 檢討輕質骨材在高壓泵送時之吸水率。
- (4) 檢討配管及管徑。
- (5) 選定適當之泵送量。

最重要之檢討項目乃是應使輕質骨材泵送受壓吸水所伴隨之稠度變化減至最小，應儘可能使用流動性較高之混凝土，並應使輸送管內之抵抗減至最小。

2.4.2 混凝土之泵送計畫

- (1) 使用泵送機泵送混凝土者，應擬定泵送計畫。
- (2) 選擇適當機種之泵送機，其泵送機之操作業人員應經專業訓練經認可者。
- (3) 泵送機種及台數之選定。混凝土泵送機之機種應依骨材之組合及單位水泥量等配合條件，考慮配管計劃及泵送條件等，選擇有充分能力之機種。而混凝土泵送機之台數則可根據單位時間之壓送量來決定。單位時間之泵送量增加時，管內壓力亦增，並使泵送困難，所以應考慮輕質骨材混凝土之配比條件及澆置速度，定出適度之泵送量。
- (4) 泵送性之檢討

1. 混凝土泵送的最大壓力可用下式求出：
$$P_{\max} = (\text{每公尺水平管之壓力損失}) \times (\text{換算等值之水平長度})$$
2. 每公尺水平管之壓力損失依骨材的組合、單位水泥量、泵送量、及管徑等條件而定。但壓力損失會因混凝土溫度增高而變大，所以夏季施工時要注意混凝土溫度之控制。
3. 換算成等值水平距離。將垂直管、漸縮管、彎管、橡皮軟管等依照表 2.4.6之數值換算成等值水平長度，再和水平管的長度合計求出。
4. 依上述 1.至 3.之步驟求出 P_{\max} ，其值若不大於預定機種之理論輸出壓力能量之80%，即可採用泵送。其機種之理論輸出壓力應至少在40 kgf/cm²以上。
5. 預計混凝土泵送有困難時，須進行泵送試驗，以確認其泵送性。可能發生泵送困難之情況可能有泵送距離長、未加流動劑前之基本混凝土坍度在8cm 以下且泵送時之坍度也在15cm以下，或水泥量偏多並在夏季施工等。

2.5 施工前之準備

- 2.5.1 輕質骨材混凝土施工前，輕質骨材應按第一章之規定，其他準備工作應比照常重混凝土施工做相同之準備，其工作可參照中國土木水利工程學會之「混凝土工程施工規範(土木 402-80)」第9.2節之有關規定。
- 2.5.2 輕質骨材混凝土在拌合前須將輕質骨材預濕，使其含水率符合設計之假設情況，且須儘量使其穩定。

2.5.3 除具極低吸水率之骨材外，泵送澆置之輕質混凝土用輕質骨材使用前應充分預濕，以防止混凝土之工作度損失過急。若採泵送施工者，則其含水率，粗骨材應達飽和吸水率之50%以上，細骨材應達飽和吸水率之35%以上。

2.6 混凝土之產製

2.6.1 計量

混凝土各項材料計量之準確度應符合CNS 3090 [預拌混凝土]之規定。配比設計之骨材用量若以絕對容積表示，在實際拌合時，則應以重量計量。

2.6.2 人工輕質骨材使用時之飽和面乾比重與吸水率等性質均須加以確認。

2.6.3 輕質骨材混凝土之拌合應按下列規定：

- (1) 輕質骨材混凝土之拌合宜採用強制式拌合機為原則，若使用可傾式或其他型式拌合機拌合時，其性能均應加以確認。
- (2) 材料投入拌合機內須考量拌合機拌合效率之發揮，及骨材在拌合機內之吸水速率，以決定材料之最佳投入順序。
- (3) 其拌合時間應由試驗決定之，其拌合效果應符合CNS 3090有關均勻性之要求。

2.7 輸送

2.7.1 混凝土之供給

供應泵送施工之混凝土不可有延遲現象，應預先提出輸送計劃。施工中預拌廠和工地應保持密切連絡。若因混凝土泵送機發生故障、塞管、下雨或其他突發狀況，須施工中斷或中止時，應立刻與預拌廠連絡停止產製。

2.7.2 用預拌車輸送輕質骨材混凝土時，其構造須具卸料容易不產生材料分離之性能。

- 2.7.3 輸送輕質骨材混凝土，最好採用吊桶。
- 2.7.4 用混凝土泵送機輸送輕質骨材混凝土時，原則上應使用流動性良好之混凝土，其施工可參照中華民國結構工程學會之「高性能混凝土施工規範」之規定。

2.7.5 泵送作業

使用混凝土泵送機泵送混凝土時，除應按照第 2.4.1節及第 2.4.2節有關之規定外，並應按下列規定。

(1) 配管上應注意事項：

1. 輸送管之選擇

輸送管須具符合泵送條件之強度，無變形破洞，凹凸等損傷或管內無硬化水泥漿附著之輸送管才可。輸送管之內徑應為125mm 以上者。特別是承受高壓部份的輸送管，須用管厚 4mm以上的高壓用管。彎曲管之半徑須1m以上者。管厚磨損 1/2以上者或管重磨耗損失 40 % 以上之輸送管不可使用。

2. 配管的固定

水平管應採專用之支架固定，不可直接放置於配筋上。垂直管之最下端要固定牢靠，中間段應於適當間隔處做適當固定，防止水平方向之移動。

(2) 泵送作業應注意事項：

- 1. 泵送之中斷對輕質骨材混凝土有不良影響，故儘可能連續泵送。不得已須中斷時，若剛開始泵送，則可將泵送機逆轉，使混凝土退回泵送機的進料漏斗內，然後再開始泵送。
- 2. 為避免混凝土之供應不連續使泵送作業中斷，應有兩台混凝土拌合車等候供料。
- 3. 泵送中斷時間較長或進餐時間，為防止塞管應做短時間間隔之間歇性運轉。特別是夏季溫度高時，施工上更須注意上述事項。
- 4. 泵送中加諸於輕質骨材混凝土的壓力，一般來說，比普通混凝土大，所以應特別注意配管材

料及管線定點檢查，有輕微阻塞現象時，須立刻減少泵送量。

(3) 泵送前後品質變化應注意事項

1. 經泵送後之混凝土應注意其品質變化，如澆置點之坍度、含氣量及單位容積重量均須在容許範圍內。
2. 泵送後混凝土之抗壓強度，須符合中國土木工程學會之「混凝土工程施工規範（土木402-80）」第18.2節之品質要求。
3. 泵送後混凝土品質不符合規定時，除須修正配比、檢查機械設備之性能及改善作業方法等處理外，並以非破壞試驗或鑽心取樣或載重試驗等方法，評估該批混凝土之品質，並做適當處置，如延長養護時間、補強或拆除。

2.8 澆置

混凝土澆置須保持混凝土之均勻性並使用振動機充分搗實使混凝土密實，確保施工品質。

- 2.8.1 混凝土澆置作業須儘量採用發生材料分離比較少的方法。
- 2.8.2 連續澆置須避免產生冷縫，振動機需貫入下層混凝土內約10cm，使搗實工作確實。
- 2.8.3 澆置後應充分搗實，使混凝土密實且均勻，並按下列規定：
 - (1) 輕質骨材混凝土之搗實，以採用內部振動機搗實為原則，所使用振動機之振動頻率應在10000rpm以上。
 - (2) 振動搗實以不使材料產生分離為限。
 - (3) 使用內部振動機時，每層搗實之高度、振動之時間及振動機插入間隔等，均須適當決定。
 - (4) 使用泵送機泵送混凝土之澆置施工，應有足夠數目之內部振動機進行搗實作業，混凝土輸送管出口處至少有一組振動機進行搗實。

- (5) 薄壁或模板組合複雜使用內部振動機搗實混凝土作業困難之部份，可採用外模振動機。
- 2.8.4 分層澆置之上層混凝土可酌減拌合水量以減少下層混凝土浮水之影響，但水量之減少不得影響混凝土之泵送性。

2.9 養護

- 2.9.1 新澆置混凝土之露出表面，養護時應以養護劑噴覆或經常灑水保持濕潤或用潮濕的蓆、布、砂等覆蓋，以使混凝土表面保持水份。
- 2.9.2 澆置後至少應保持濕潤狀態 5天以上。濕治養護5 天後，須仍加以保護避免急速乾燥。
- 2.9.3 模板呈現乾燥或高溫狀況時，須灑水加以潤濕或冷卻。
- 2.9.4 工地結構體混凝土之養護效果應加以校核，其方法為按 CNS 1230 [混凝土試體在試驗室模製及養護法] 及 CNS 1231 [工地混凝土試體之製作及養護法] 之規定進行兩種試體之養護，於經廿八天時進行試體之抗壓試驗，比較其強度，若工地養護試體已達試驗室養護試體之抗壓強度之85%，則其養護方法可以認可，否則應改善其養護方法。

2.10 修飾

- 2.10.1 模鑄面(直接與模板接觸部分之表面)修飾
輕質骨材混凝土之模鑄面修飾應按照中國土木水利工程學會之「混凝土工程施工規範(土木 402-80)」之有關規定進行。

2.10.2 表面(非模鑄面)修飾

表面修飾時可使用孔寬10mm之金屬網將浮在混凝土表面之粗骨材拍擊壓入混凝土中，然後修飾其表面至達規定之平整度為止。

2.11 品質管制與檢驗

為確保輕質骨材混凝土之品質應對下列各項加以管制與檢驗。

2.11.1 浮水量

按照CNS 1235[混凝土之泌水測試法]規定方法測定。

2.11.2 含氣量

按照CNS 11151 [混凝土單位重、拌和體積及含氣量(比重)試驗]或CNS 9662 [新拌混凝土空氣含量試驗法(容積法)]兩種方法測試。

2.11.3 坍度

按照CNS 1176[混凝土坍度試驗法]。

2.11.4 氣乾混凝土單位容積重量

用直徑15cm，高30cm的抗壓強度試驗用試體，應在飽和石灰水中養護7天後，放置於溫度 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，濕度 $60 \pm 5\%$ 的恆溫恆濕箱中養護91天，測重後除以容積而求得。

2.11.5 28天之抗壓強度

按照CNS 1232[混凝土圓柱試體抗壓強度之檢驗法]。試體直至試驗前，在 $23 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ 的石灰水中養護。試驗齡期為28天，同時齡期7天及91天的強度值也要做為參考。

2.11.6 28天之抗拉強度

按照CNS 3801 [混凝土圓柱試體分裂抗張強度試驗法]及CNS 1231 [工地混凝土試體之製作及養護法]之規定。試體直到試驗前，皆放在 $23 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ 的水中養護。

2.11.7 28天之粘著強度

使用之鋼筋應為符合CNS 560 [鋼筋混凝土用鋼筋] 規定之D-19竹節鋼筋。鋼筋的周圍埋入由直徑6mm鋼線捲成直徑約10 cm之螺旋狀體補強混凝土。鋼筋分上下二段水平埋入，由鋼筋中心至下面混凝土澆灌深度各為 22.5及7.5cm。試體在試驗前一直放在水溫 $23 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ 水中養護。鋼筋的扭轉在拉拔方向的另一端測定，此時測定變位量達0.02mm之粘著強度，同時最大粘著強度之試驗值亦需求出做為參考。

2.11.8 長度變化率(乾燥收縮)

按照CNS 1236 [水泥砂漿及混凝土的體積變化檢驗法]，由91 天的長度變化值求出長度變化率。試驗室溫度 $23 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ ，濕度 $60 \pm 5\%$ 。

2.11.9 潛變

按照CNS 1231 作成之試體，放在飽和石灰水中養護28天後，用混凝土抗壓強度的1/3荷重加載，並繼續測試至少 3年的潛變。乾縮測定用的試體和潛變用之試體形狀須相同，而且試驗室的溫度為 $23 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ ，濕度為 $60 \pm 5\%$ 。試驗結果須為2個或3個試體之平均值。與規定強度比較，應採用其較大者，並稱之為「標稱強度」，表 2.3.1 內無該標稱強度時，則為 CNS 3090預拌混凝土規定外的製品。

第三章 輕質骨材混凝土版片

3.1 一般規定

- 3.1.1 本章所謂預鑄輕質骨材混凝土牆版係指使用第一章所規定之材料，包括水泥、粗細骨材、拌合用水及摻料，在工廠所製造之牆版，以下簡稱版片。
- 3.1.2 輕質骨材混凝土之預鑄牆版製品之製造應由專業製造商負責。版片須符合CNS8074[建築用組件－混凝土屋頂嵌版]、CNS8076 [建築用組件－混凝土樓版嵌版] 及CNS8078[建築用組件－混凝土牆壁嵌版] 之規定，其製作並應按第3.2 節之規定。
- 3.1.3 預鑄牆版之搬運、存放、吊裝及接縫防水處理等施工應先擬訂施工計畫，經工程師核可後做為施工之依據。

3.2 版片製造

版片製造過程中應有專責人員確實量度、記錄、執行與提報書面之修正要求及資料記錄，並應有專責人員對組模、配筋、材料檢驗、鐵件埋設、混凝土澆置、養治、試體試驗、修補等加以監督。

- 3.2.1 版片之製造商依設計圖樣以專業技術與經驗詳細檢討，提出強度計算書，繪製施工大樣圖，經監造人認可後始可製作。大樣圖須詳細註明形狀尺寸、材質、配筋、埋設鐵件及排水方式等。
- 3.2.2 鋼模、組立與清理
 - (1) 鋼模應加設計，其主要部材鋼板之厚度應在6mm以上，以防鋼模變形。
 - (2) 鋼模組立前應將鋼模上之混凝土或黏著之雜物徹底清理乾淨。

- (3) 鋼模應均勻塗刷脫模劑，並不得淤積於模板上，脫模劑應為水性，塗刷前若有淤積則以布吸乾。
- (4) 鋼模組立完成時須量測其尺寸精度是否在容許誤差範圍內。
- (5) 鋼模容許誤差：
鋼模於每次組立後，均須量測其尺寸精度是否在容許誤差範圍內，量測方法係以樣板覆蓋鋼模以檢核其誤差，其容許誤差如表3.2.1所示。

表3.2.1 鋼模之容許誤差

邊長	± 2mm
厚度	± 2mm
對角線長	± 3mm
面的凹凸	± 2mm
彎曲度(wrapping)	± 2mm

3.2.3 鋼筋及鋼絲網之組立

- (1) 必須確保鋼筋保護層確依大樣圖尺寸，其誤差不得超過±5mm 保護層一律採用塑膠製之墊塊。
- (2) 注意鋼筋之加工精度，主筋不得電焊。
- (3) 鋼筋或鋼絲網應按配筋圖連續放置，如有中斷時，應事先提出其搭接加強之方法經監造人認可。
- (4) 將事先加工好之鋼筋及鋼絲網吊放至鋼模內，吊放時確實控制吊點力量的平衡，勿使鋼絲網變形。

3.2.4 鐵件或埋設物

- (1) 埋設鐵件位置誤差不得超過±3mm，每次均須檢查確認無誤。
- (2) 放置埋設鐵件於鋼模內時，應盡量避免剪斷其附近鋼筋，如確實必須剪斷才能置入時，應事先提

出其剪斷部份之加強筋配置，經監造人同意，並應做確實補強。

- (3) 埋設鐵件之焊道應確實檢查符合電焊標準，不得有焊道厚度不足、下陷氣孔或留有焊渣之現象，應事先會同監造人檢定合格方得使用。
- (4) 須埋設供工地吊裝用之螺栓，應予每片檢查其螺絲部份預留之螺紋深度是否足夠，以及螺絲與螺栓交接處是否焊牢，承商監工人員應予每片檢查表內確認本項之要求。
- (5) 吊裝用之預埋彎鉤應採用 SR 24之光面鋼筋，不得採用竹節鋼筋以免脆斷發生危險。
- (6) 預埋鐵件有螺栓孔者，兩端均應以頂蓋封住，或以泡綿塞滿栓孔以防澆置混凝土時，水泥漿流入孔內。
- (7) 所有預埋件均須鍍鋅及作防銹處理，螺帽及空隙於儲存前均應做塗油脂(黃油)處理，使用前再將油脂去除。
- (8) 須預鋪磁磚於模底者，其技術細節應另定之。

3.2.5 混凝土澆置

- (1) 製作版片之混凝土材料，應符合第一章之規定。
- (2) 混凝土澆置後應適當均勻振動，充分搗實混凝土，使用外模振動器時，振動器應於鋼模外適當配置，振動時不得影響鋼模及埋設物之定位。
- (3) 混凝土版澆置完成後，應即將其表面整平，不得有過度不平現象。
- (4) 製造版片之混凝土，應按第二章之規定。每日澆置之混凝土至少應取樣 4次，各製作 2 個標準試體，作成試驗記錄。

3.2.6 養護

輕質骨材混凝土澆置後應施以適當之養護，並應做養護計畫經監造人核可，以為執行之依據。

3.2.7 脫模

- (1) 混凝土強度須超過設計之拆模強度且至少為 $75\text{kg}/\text{cm}^2$ 方可拆模。
- (2) 脫模應使用適當之工具，以防止版片受不當外力發生龜裂或受損。
- (3) 脫模後應將預埋螺栓之外露部份作防銹包紮或是塗敷黃油於螺栓孔內以防生銹。
- (4) 拆模後應即清理模板面上之渣物，鋼模內外整體均隨時保持乾淨。

3.2.8 製品檢查：

- (1) 製造完成之版片製品應有專責人員確實檢查其品質，並做成記錄，以配合施工管理。
- (2) 檢查項目包括尺寸、精度、鐵件、表面情況及製品之標記等必要項目，預鑄混凝土版或其面上磁磚之精確性，施工過程之任一環節均須製作檢查表，其格式須事先經監造人核可。
- (3) 每一版片均須檢查尺寸精度並記錄於版片檢查表 (check list) 上，容許誤差之規定如下：

寬、長度	$\pm 3.0\text{mm}$
厚度	$\pm 3.0\text{mm}$
對角線長	$\pm 5.0\text{mm}$
彎曲度	$\pm 3.0\text{mm}$
埋設鐵件位置	$\pm 3.0\text{mm}$

- (4) 版片表面不可有蜂窩現象，表面氣孔直徑超過 2mm 者須以規定之材料填補後再利用細砂輪磨平。
- (5) 版片製品若檢查發現有瑕疵存在不符合規定時，應按第 3.2.9 節之規定處理。

3.2.9 版片瑕疵處理

- (1) 若版片有裂痕存在，應報請監造人進行評估，對強度有不良之影響時，應予廢棄，無不良之影響者，則可按下面 (2) 之方法進行修補。
- (2) 裂痕之修補，應先充分檢討修補方式，對瑕疵部位打出記號，用環氧樹脂修補；缺角修補時應先塗刷接著劑後以砂漿修補。修補用之環氧樹脂、接著劑、修補砂漿及修補方法均應先提送監造人核可後，方得使用。
- (3) 預埋鐵件附近之混凝土如有蜂窩或破損，可能造成安全顧慮者應予廢棄，如欲修補時，應先提供專用材料及修補方式，但買方得拒絕接受。

3.2.1C 製品儲存：

- (1) 水平疊放塊數依重量及形狀而定，以五片為限。
- (2) 水平堆積時，應用枕木支墊，枕木之放置應在上下同一垂直線上，枕木上應以清潔之塑膠袋包裹，不得使枕木直接與版片表面接觸，以防污染。
- (3) 版片預埋鐵件表面不得沾有水泥漿，否則應予清除乾淨後始可出廠。

3.3 版片之運送

- 3.3.1 版片之運送須擬訂運輸計劃，計畫中應考慮版片形狀、尺寸、運輸路線狀況、運輸法規限定、現場狀況、安裝機具及卸貨機具種類等因素，決定裝車形式、搬運時間、裝車及卸貨等相互配合問題。
- 3.3.2 裝車出廠前，版片應用中性洗劑清洗，並以水沖洗乾淨後，始得運往工地。
- 3.3.3 版片須襯以墊木等防護材，避免版片碰撞破損。
- 3.3.4 運送過程中應以有效之方法以防止版緣混凝土或二次防水膠條受損。

3.4 版片之安裝

- 3.4.1 版片之吊裝，承造人應先擬訂安裝計劃，計畫中應包括標準作業量之訂定、作業人員之設置、放樣、安裝順序、吊裝方法、吊裝保護機具、安裝鐵件、相關作業之配合事項等，並應事先充份研討。
- 3.4.2 現場吊裝作業承造人應指派有經驗之專業人員在現場監督施工。
- 3.4.3 版片現場吊裝作業期間，乙方現場監工應詳填施工日報，並送甲方參閱存查。日報表內容，須含出工人數、出工機具、當日吊裝數、累計片數及當日重要記事等。
- 3.4.4 現場吊裝作業，應注意版片之保全措施避免破損，版片電焊固定時，電焊火花須嚴加管制，不得傷及門窗、耐火被覆等。
- 3.4.5 版片吊裝須配合施工進度，工地若須存放版片，應經建築師認可，始可存放。
- 3.4.6 安裝鐵件電焊處應塗防銹漆。
- 3.4.7 吊裝使用之鐵件、螺栓等須充份檢核其安全性。
- 3.4.8 版片吊裝若與不銹鋼門窗之吊裝抵觸時，則應互相配合。
- 3.4.9 版片之吊裝順序應妥為規劃並對於垂直及水平接縫加以控制。預鑄版片安裝限於精度，無礙外觀、性能範圍內，其尺寸之容許誤差不得超過預鑄版接縫寬度之1/4。安裝精度標準如下：

垂直縫寬度：	± 3mm
水平縫寬度：	± 3mm
相鄰版與版平面高差：	± 3mm

- 3.4.10 版片吊裝完成後，應全面清洗使其表面保持潔淨。
- 3.4.11 應特別注意勞工安全衛生之規定，嚴格實施出入危險區之管制，承造人應有工地安全衛生管理人員現場督導管理。

3.5 防水嵌縫處理

- 3.5.1 防水嵌縫處理工程應由專業廠商負責施工。
- 3.5.2 承造人應提出填縫料資料，包括規格、出廠時效（出廠6個月以上之填縫劑不得使用）、出廠證明、試驗報告、施工說明書及材料樣品經監造人核可。
- 3.5.3 填縫料之品質國內可以試驗者，可會同監造人抽樣送檢合格後使用，否則應有原廠在最近6個月內之原產地試驗報告，該試驗報告應符合該出產國之國家標準，該標準應由承造人事先提送予監造人核定。
- 3.5.4 環狀襯墊(二次防水)之十字交接部份，必須塗佈經監造人認可之填縫料(廠內及吊裝後均是)。
- 3.5.5 雙液型之填縫料應依原廠之規定以機械設施充份拌合，並以真空消除氣泡，每次拌合量以不超過20分鐘之使用量為度。
- 3.5.6 雨天，天潮不乾燥時均不得進行，二次防水作業，在廠內時，版溝應先以底塗劑塗佈後，經規定之乾燥時間後，再塗上接著劑，再貼上嵌縫料（止水材）。
- 3.5.7 填縫時以接縫之交叉或隅角開始，配合擠出量及接縫大小妥為充填，不得有隙縫及氣泡等現象。
- 3.5.8 嵌縫料充填後應以細鏟刀修飾，使接著面完全密接無縫隙並須將凹凸之表面予以整平。
- 3.5.9 嵌縫料充填前，應注意保護，勿使之受損傷。

第三篇 高壓蒸氣養護輕質混凝土板(ALC)

1.1 適用範圍

- a. 本篇適用於[高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土板](以下簡稱ALC板件)使用於建築物之屋頂、樓版、外牆及隔間牆之範圍。
- b. 有關建築工程一般規定應遵照建築技術規則。
- c. 作為承重牆時，其構造規定與本篇其他章節規定有異時，應以第 6.4 節之規定為優先適用。
- d. 使用之ALC板件與本篇中所規定之規格、基準不同時，須與工程師協商訂定之。

1.2 本篇專用名詞如下：

安裝鐵件	安裝ALC板件於主結構體之五金。
底襯鋼材	安裝ALC板件時，以C型鋼或鋼棒等作為墊平或防震之底襯鋼材。
定位型鋼	為調整ALC牆板之平整，在樑柱等結構體上裝置之型鋼。
墊高鋼材	裝在大樑上，以方便安裝屋頂版及樓版用之C型鋼材。
開口補強材	為支持窗口及出入口等開口及其四周構件之鋼材和五金。
填充用砂漿	填充在板的連接縫及空洞部位等所用之砂漿。
修補用砂漿	為填補ALC板件切割後之凹部或毀損處之專用砂漿。
耐火填縫材	為確保耐火性能，充填在ALC板件間隙(伸縮縫)之材料。

短邊(ALC 板件的)	與ALC 板件之主筋成垂直之邊及側面。
長邊(ALC 板件的)	與ALC 板件之主筋成平行之邊及側面。
鋪設 裝設	將樓版用板件安裝於規定之位置上 將外牆用板件及隔間用板件安裝於規定之位置上。
支承長	ALC 板件於其長邊方向與支承構材相接之支承長度。
縱板牆	ALC 板件之長邊成直立之牆壁。
橫板牆	ALC 板件之長邊成水平之牆壁。
鋪設用嵌入筋安裝 方式	在ALC 板件間之長邊接縫溝槽，以安裝用五金為媒介，鋪設接縫鋼筋，溝槽填充砂漿，此為屋頂及樓板之安裝方式。
嵌入筋安裝方式	在ALC 板件間之直立接縫孔洞中以安裝用五金為媒介嵌入鋼筋，並填充砂漿，固定ALC 板件之上下部位，此為外牆用板件之安裝方式。
滑動安裝方式	在ALC 板件之下部直立接縫空洞中嵌入鋼筋，並填充砂漿，而板件上部用五金搭鉤於定位型鋼上，成為ALC 板件下部固定，上部板內面方向可滑動之縱板牆安裝方式。
螺栓固定安裝方式	在ALC 板件長邊方向兩端鑽埋頭擴座孔貫穿，使用螺栓固定成橫板牆之安裝方式。
蓋板安裝方式	ALC 橫板牆在短邊接縫處利用蓋板蓋住接縫之安裝方式。

錨定筋安裝方式	ALC 板件直立接縫之空洞內套入預植於地板上之鋼筋，並填充砂漿成爲下部固定，上部板面方向可活動，爲隔間縱板牆之安裝方式。
腳板安裝方式	ALC 板件下部用安裝用五金(腳板)固定於地板上，上部在板面方向可活動，爲隔間縱板牆之安裝方式。
接縫鋼筋	埋入相鄰ALC 板件接縫空洞內之鋼筋短棒(長度100 公分)，用以傳遞相鄰ALC 板間之結合力或傳遞 ALC 板件之重量於主結構體之五金上。

1.3 一般規定

- a. 本節爲本篇中所提特別規定之規格明細。
- b. 本節規定較本篇其他一般規定爲優先。

1.4 特別規定事項

特別規定事項如下所示。有[*] 標示之項目，需明確規定於特別規定內。

(第四章 材料)

第4.1.a ALC 板件

*種類	使用部位	*厚度	容許荷重	耐火性能	製造者	備註

第4.5.a 填縫材

使用部位	種 類	名 稱	製造者	備 註 (顏色等)

第4.5.b 耐火填縫材

使用部位	種 類	名 稱	製造者	備 註

第4.5.c 接著材

使用部位	種 類	名 稱	製造者	備 註

第4.5.d 防銹塗料

塗裝部位	種 類	名 稱	製造者	備 註

第6.1 節 屋頂及樓版

第6.1.b 屋頂ALC板件及樓版安裝方式之種類

安 裝 部 位	安 裝 方 式 之 種 類	備 註

第6.2節 外牆

*6.2.a 外牆板安裝方式之種類

6.2.b 外牆板安裝方式之種類

安裝部位	安裝方式之種類	備註

第6.3節 隔間牆

*6.3.a 隔間牆板安裝方式之種類

6.3.b 隔間牆板安裝方式之種類

安裝部位	安裝方式之種類	備註

第6.4節 承重牆

6.4.d 基礎及地梁之混凝土種類

施工場所	種類	設計強度 kgf/cm ²	坍度 cm	水泥種類	骨材種類	粗骨材最 大尺寸mm	備註

第四章 ALC 板件施工、組立、安裝、材料

4.1 板件

- a. ALC 板件應符合 CNS 8646 [高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土嵌板] 規格，但僅形狀與該 CNS 規定不同之 ALC 板件亦可適用。各種類之厚度，設計荷重，長邊之加工形狀，耐火性能等，須有特別規定或以圖說標示。
- b. 搬入工地以及在安裝前，板件種類、容許荷重、尺寸及形狀須經監造人員確認。外觀亦須檢查，若使用時呈現有裂痕或破損之情況，則依合約規定處理。

4.2 鋼筋及五金

- a. 安裝 ALC 板件用之鋼筋應符合 CNS 560 [鋼筋混凝土用鋼筋] 之規定。
- b. 安裝用五金之材質、形狀、尺寸及防銹處理宜比照日本 ALC 協會認定之「ALC 安裝用五金規格」。
- c. 底襯鋼材規格適用 CNS 2473 [一般結構用軋鋼料] 及 CNS 6183 [一般結構用輕型鋼] 之規定，並施以適當之防銹處理。

4.3 填充用砂漿

- a. 水泥應符合 CNS 61 [卜特蘭水泥] 之普通及早強卜特蘭水泥之規格。
- b. 砂不得含有害泥土、有機物及氯化物，且最大粒徑應在 4.75mm 以下，級配適當。
- c. 拌合水不可含對鋼筋及砂漿有害之物質。
- c. 使用摻料需經工程師之核可。

- e. 砂漿之水泥與砂之標準比以 1:3(容積比)為原則，砂漿應有充分之流動性。

4.4 修補用砂漿

修補用砂漿需使用ALC 板件專業廠商規定之ALC 工程用砂漿。

4.5 其他材料

- a. 在ALC 板件間使用之填縫材須符合CNS 8901 [建築用油性填縫材料] 之規定，種類為根據耐久性需求列於特別規定事項者。若無特別規定，則參照日本 JIS 壓克力類之耐久性區分 7020之材料規格。
- b. 耐火填縫材應使用岩綿或依特別規定之耐火材料。
- c. ALC 板件接合處之黏著材料應依ALC 板件專業廠商指定之種類。使用部位及使用上述以外的黏著材料則依特別規定之要求。
- d. 防銹塗料，宜參照日本建築協會JASS 18 (塗漆工程) 第三節「金屬類基礎面塗漆」之規定，以合成樹脂調和油漆為底漆之塗料，其種類應依特別規定。若無特別規定，則適用CNS 4908 [一般用防銹底漆]。

第五章 ALC 板件施工通則

5.1 一般規定

- a. 專業承造人應提送施工計畫書及施工詳圖，經工程師核可後，始得施工。
- b. 專業承造人在每一階段工程結束後，須會同監造人員檢查認可。若監造人員同意亦可用檢查報告書替代。
- c. 專業承造人應遵照政府有關安全衛生法規之規定施工。

5.2 臨時措施

施工計畫書中應包括板件之搬運、起重、鋪設及裝設所需之臨時措施。

5.3 搬運

- a. ALC 板件應盡量由工場直接運送至施工場所，避免中途再裝卸或小搬運。
- b. ALC 板件之裝卸需使用專用器具，注意防止破損之產生。
- c. ALC 板件之儲存疊放，須鋪設木材，使之不產生變形、裂痕等，並須防止污染和吸水。

5.4 現場加工

- a. 頂樓版件、樓版件及外牆板件，原則上不得切割。
- b. ALC 板件之挖溝，原則上僅可用於外牆板，一片只挖一條，且寬 30mm，深 10mm 以內，頂樓版及樓版則不可挖溝。

- c. ALC 板件之開孔，以不切斷主筋並避開接合區為原則，一片只能挖一孔，其直徑：頂樓板件及樓版件為50 mm以內，外牆ALC 板件為板件寬的 1/6以內。
- d. 若超過上述範圍之切割、挖槽與開口，須經工程師之核可。
- e. 因加工露出之鋼筋，須用第4.5.d 節規定之防銹塗料進行防銹處理。

5.5 焊接部防銹處理

底襯鋼材及安裝用五金之焊接部，須用第4.5.d 節規定之防銹塗料做防銹處理。

5.6 伸縮縫之耐火處理

伸縮縫要求耐火性能時，ALC 板件間須填充第4.5.b 節規定之耐火填縫料。

5.7 填充砂漿之養護

- a. 填充砂漿硬化前，不得振動或衝擊板件。
- b. 若有不利於砂漿之充填及硬化之天候條件存在時，可與工程師協議採取合適處理。

5.8 板件之修補

ALC 板件安裝完成後，應使用第4.4 節規定之修補用砂漿對切挖部分及缺損部分進行修補。

5.9 防護

施工者在ALC板件安裝工程結束後至防水、修飾工作前，需對板件之乾濕、髒污、破損等，給予適當防護。

第六章 ALC 板件施工細則

6.1 樓板

- a. 頂樓板及樓板之安裝方法應參照日本ALC協會之「ALC安裝方法」之規定。
- b. 使用上述以外之安裝方式則依特別規定之要求。
- c. 確認支持ALC板件之梁等已依照施工詳圖精確施工。
- d. 墊高鋼材等之底襯鋼材寬度應足夠掛裝ALC板件於其上，安裝前需測量定位，並用墨線標示，再牢固安裝於預定之結構體位置上。
- e. 柱子四周鋪設ALC板件之下方支承構材若有高低不一致時，應使用底襯鋼材適當補襯。
- f. ALC板件鋪設前，應依照施工詳圖放樣。
- g. 原則上安裝鐵件應於鋪設前先行焊接於支承構材上。
- h. 確認ALC板件之上下面標記。ALC板件之支承長需為主要支點間距離之 $1/75$ 以上，且不得小於 4cm 。
- i. ALC板件之長邊接縫處，嵌入規定長度之接縫鋼筋，以安裝鐵件固定於結構體上。
- j. 外周部四周無法安裝接縫鋼筋之處，則使用螺栓安裝。
- k. 清掃接縫處，再灌入填充用砂漿。

6.2 外牆板

- a. 高 31m 以下閉鎖形建築物外牆板之安裝方式應參照日本ALC協會規定之「ALC安裝方法」之規定。
- b. 使用日本ALC協會「ALC安裝方法」以外之安裝方式則依特別規定之要求。

- c. 確認支持ALC 板之連續基礎，梁、柱等，已依照施工詳圖精確施工。
- d. 定位型鋼等之底襯鋼材在安裝前需先測量定位，並畫上墨線，然後依照規定斷面尺寸在主體之固定位置上牢固安裝。
- e. 窗口及出入口等開口部之四周，應設足夠之開口補強材。
- f. 板件在安裝前，依施工詳圖先行標示放樣。
- g. 確認板件之內外面標記，並確保有效之支承長，順序安裝。
- h. 採用嵌入筋及滑動式安裝時，板件之安裝方法如下：
 - (1) 使用插入筋時，在直立接縫空洞部插入規定長度之接縫鋼筋，用安裝鐵件固定。
 - (2) 使用滑動式時，板件上端板面方向用安裝鐵件使之成爲可滑動式。板件之下端，在已固定之安裝鐵件上事先焊接接縫鋼筋。
 - (3) 板件之短邊接合部之層間接縫及邊角之直立接縫，須於ALC 板間設10-20mm 之伸縮縫。
 - (4) 在邊角及開口部等不能使用接縫鋼筋處，應鑽孔以螺栓等安裝之。
 - (5) 直立接縫孔洞中，由板件頂部澆灌填充用砂漿。
- i. 採用螺栓固定方式及蓋板方式時，板件之安裝方式如下：
 - (1) ALC 板件每堆積五塊以內，即須設置可承受全部板件重量之鋼材。
 - (2) 板間之直立接縫須有10-20mm 之間隙。
 - (3) 採用螺栓固定時，ALC 板之兩端挖孔，用螺栓安裝。
 - (4) 採用蓋板安裝時，在板的短邊用蓋板固定。
- j. 淋雨部分之ALC 板間之接縫，使用第4.5.a 節規定之填縫材，並參照日本JASS 8 (防水工程) 第三節「填縫材工程」之規定充填。

6.3 隔間牆

- a. 隔間用板件之安裝方法應參照日本ALC協會規定「ALC安裝方法基準」之規定，其種類應依特別規定。
- b. 使用日本ALC協會「ALC安裝方法」以外之安裝方式，則依特別規定。
- c. 確認支持ALC板件之地板及梁等，應依施工詳圖精確施工。
- d. 底襯鋼材在安裝前應先標示，再牢固安裝於固定位置上。
- e. 出入口等開口部四周，應設足夠之開口補強材。
- f. 板件於裝設前，依施工詳圖先行標示放樣。
- g. 板件須安裝平順。
- h. 採用錨定筋安裝或用腳板安裝時，ALC板件之裝設如下
 - (1) 板件之上端與面內方向安裝成可滑動式。
 - (2) 板件之邊角之直立接縫及外壁、梁柱和板之間須有 10-20mm 伸縮縫。
 - (3) 使用錨定筋時，板件下部在直立接縫空洞部配置一定長度之接縫鋼筋。接縫鋼筋的下端須預先固定於地板面或基礎部分。
 - (4) 使用錨定筋時，在板件的上部直立接縫空洞中澆灌填充砂漿。
 - (5) 使用腳板安裝時，板件之下部用安裝鐵件固定於地板面。
 - (6) 採用腳板安裝並用黏接劑接合時，預先在板件之長邊塗第4.5.c規定的黏接劑固定。
- i. 採用嵌入筋或滑動式安裝時，依第6.2.h節之規定。
- j. 採用固定螺栓或蓋板安裝時，依第6.2.i節之規定。

6.4 承重牆

ALC 板件作為承重牆使用時，除參照日本 [ALC 構造設計基準] 之規定外，並須符合中國建築技術規則。

- a. 承重牆板之直立接縫空洞、建物隅角、端部及開口部之周圍須裝設鋼筋，該等鋼筋插入基礎或地梁之固定長度需符合表 6.4.1 之規定。且鋼筋之搭接應在基礎或地梁之內。

表 6.4.1 基礎或地梁之最小錨定長度

竹節鋼筋		圓鋼筋
無彎鉤	附有彎鉤	附有彎鉤
40d	30d	45d

(註) d：圓鋼筋之直徑或竹節鋼筋之標稱直徑。

- b. 於 ALC 板件之接縫空洞內需插入之鋼筋，在基礎及地梁澆置混凝土前，應先正確安裝固定，澆置時不可移動，其安裝位置及固定狀況需先經監造人員檢驗。
- c. 在地梁澆置混凝土前應清理板件之頂面，並噴水適當潤濕。
- d. 基礎及地梁之鋼筋混凝土工程施工須參照中國土木工程學會編訂 [混凝土工程施工規範(土木 402-80)] 之規定。混凝土之種類應依特別規定。若無特別規定則採用一般混凝土。
- e. 和 ALC 板件相接之基礎或地梁之上端面與板件之底端有空隙時，板件安裝前應先在基礎或地梁上面鋪設填充砂漿，以支持板底。

f. 牆板之安裝如下：

- (1) ALC 板件在安裝前，依施工圖先行放樣。
 - (2) 確定板件之內外面，平順安裝。
 - (3) 基礎及地梁之上端，鋪設填縫砂漿，使板件密切相接，並迅速安裝。
 - (4) 板件需用連結工具或支撐等臨時固定之，並調整與安裝。
 - (5) 先於板件之頂部直立接縫孔洞內澆灌填充用砂漿。
 - (6) 在承重牆之端部及開口四周，排置鋼筋並以填充用砂漿或第6.4.d 節所列之混凝土澆灌。
 - (7) 板件之上部用混凝土澆灌固定。
- h. 淋雨部分之板件間接縫，使用第4.5.a 節之填縫料，並參照日本 JASS 8(防水工程)第三節「填縫材工程」之規定填充之。

第四篇 預鑄混凝土中空板件之施工

第七章 預鑄預力混凝土中空樓版

7.1 一般規定

- 7.1.1 本章所稱「混凝土中空樓版」(Concrete Hollow-Crete Slab)(以下簡稱中空樓版)，係以特定製造方式鑄成之混凝土樓版板件，其內部形成平行於板件之長方向連續空洞，而達輕量化之目的。
- 7.1.2 本章所述「混凝土中空樓版板件」僅指在專業製造廠預鑄並施加預力之混凝土中空樓版板件，不包括在工地現場澆鑄之混凝土中空樓版。
- 7.1.3 本章適用於將中空樓版板件水平架設在建築物橫梁或承重牆上之構造。
- 7.1.4 本章規定中空樓版板件在工地施工之基本注意事項，不包括工廠製造程序。
- 7.1.5 除本章之規定外，施工作業尚須依照設計圖說、建築技術規則及相關法規辦理。

7.2 中空樓版板件之種類

- 7.2.1 中空樓版板件之生產方法與產品規格隨製造系統而異，使用中空樓版板件之種類應依設計圖說之規定。
- 7.2.2 中空樓版構造依設計之受力條件分為以下二種：
 - (1) 第一種中空樓版構造：中空樓版只負擔垂直荷重。
 - (2) 第二種中空樓版構造：中空樓版除負擔垂直荷重外，亦兼傳遞水平荷重。

- 7.2.3 施工前應詳細瞭解中空樓版板件之種類與設計之受力條件。採用第一種受力條件之中空樓板構造時，須注意保留水平變位空間；採用第二種受力條件之中空樓板構造時，須注意水平荷重之傳遞設施。
- 7.2.4 各類中空樓版之施工均應先妥擬施工計畫，由合格之架設技術員施工。

7.3 施工計畫書

- 7.3.1 為使中空樓版之施工與其他工程之施工能順利配合，承造人應與中空樓版專業製造廠協商施工細節，妥擬施工計畫書，其內容至少應包括中空樓版板件之訂製、運送、收料、儲存、吊搬、安裝、整修、及檢驗等之全部施工作業。
- 7.3.2 施工計畫書應以適當之圖、表、及文字等明確表示。
- 7.3.3 施工計畫書應於施工前提經監造人核可方可施工，修正時亦同。
- 7.3.4 施工中應定期檢討施工計畫書及作必要之修正。
- 7.3.5 施工計畫書除須考慮一般性因素外，尚須考慮以下施工因素：
- (1) 工地環境：
大型搬運車（大型卡車、拖車等）要能從主要道路進入現場。特別是長度大之中空樓版板件須用長車身搬運車，須特別規劃所須之轉彎半徑與進退空間。
 - (2) 施工現場之條件：
 - a. 須預先安排足夠空間作為大型搬運車、重型機器等之通路、作業場所及中空樓版板件暫置場等之用。
 - b. 須仔細規劃中空樓版板件吊進或運進安裝位置之方式、順序與通路。

c. 應事先考慮柔弱地面所需之臨時鋪面或通路等之準備工作。

(3) 特殊環境：

若在鐵路、道路、電力通訊設施、教育設施、醫院及其他公共設施相鄰處施工，應特別注意且遵守其相關規定。

7.4 施工詳圖

7.4.1 承造人應根據中空樓版之設計圖說與相關規定繪製施工詳圖，經監造人核可後方可施工。

7.4.2 每張施工詳圖須有工程名稱、編號、繪製日期、修正版別、與相關人員簽章等。

7.4.3 施工詳圖應標明工地實際尺寸，與鄰近重要物體、工作或設備之相互關係。

7.4.4 施工詳圖要明示中空樓版板件之位置、接頭細部、邊緣狀況、支撐情形、尺寸、開口部位、預埋鐵件位置及相關之鄰接材料。

7.4.5 各施工詳圖應標明對照之合約條款、設計圖、及位置編號等。

7.4.6 各施工詳圖之分送應有詳細紀錄，更正時亦同。施工詳圖作更正時，須書面通知各原接受施工詳圖單位。

7.5 現場施工材料

7.5.1 中空樓版板件

(1) 中空樓版板件應由經監造人核可之專業製造廠生產，其規格應符合中國國家標準，在國家標準尚未制訂前，應經試驗證明其規格，並經中央主管建築機關審核認可備案。

- (2) 中空樓版板件之專業製造廠應有完整品質管制措施，其品管紀錄與生產紀錄應妥為保存，期間至少兩年，並應接受監造人之隨時查閱。交貨時應檢附品質檢驗報告。中空樓版之品質檢驗與試驗除設計圖說另有規定者外，應依照中華民國土木工程學會「混凝土施工規範與解說」（土木402-80）之規定辦理。
- (3) 中空樓版板件之品質應符合設計圖說之要求。
- (4) 中空樓版板件之尺度許可差除設計圖說另有規定者外，應如表7.5.1所示：

表7.5.1 中空樓版板件之尺度許可差

項 目*	許可差(mm)
1.長度	±5mm
2.寬度	±3mm
3.厚度	+5mm, -2mm
4.直角度	±2mm
5.扭曲	5mm
6.翹曲	5mm
7.預留拱量	±6mm/3m°
8.螺栓孔位置	±2mm
9.端錨、埋設物、開口等之位置	±3mm°

*許可差項目(7.和9.兩項除外)之定義依CNS 8076 [建築用組件--混凝土樓版嵌板]之規定。第7.項預留拱量為中空樓版長向三公尺之拱量差。第9.項各位置差為相對於設計圖說之指定位置。

- (5) 混凝土的規定抗壓強度須40 MPa [400 kgf/cm²]以上。
- (6) 施預力時之混凝土抗壓強度應為其最大預應力之1.7倍以上，而且不得低於35 MPa[350 kgf/cm²]。

- (7) 預力鋼線之保護層厚度須符合設計要求。但耐火構材之保護層應按相關規定辦理。
- (8) 中空樓版板件之其它品質應符合CNS 8076 [建築用組件--混凝土樓版嵌板] 規定中設計要求之項目。
- (9) 必要時，建造人得要求承造人提供中空樓版板件之載重試驗證明。

7.5.2 現場澆置混凝土

- (1) 現場澆置所用混凝土之配比設計、產製、輸送、澆置、搗實、養護及檢驗等，應依照中華民國土木水利工程學會「混凝土施工規範與解說」(土木402-80)之規定辦理，其規定強度按設計圖說之要求。
- (2) 混凝土所用各項材料需符合第7.5.3至7.5.6節之規定。

7.5.3 水泥

現場澆置所用水泥應採用符合CNS 61 [卜特蘭水泥]之規定。

7.5.4 粒料

現場澆置混凝土所用粒料，按設計要求應符合以下之適當規範：

- (1) CNS 1240 [混凝土粒料]。
- (2) CNS 3691 [結構混凝土用輕質粒料]。

7.5.5 水

- (1) 混凝土及水泥砂漿拌合用水須為潔淨，不得含有害量之油脂、酸、鹼、鹽類、有機物等有害於混凝土或鋼筋之物質。若無其它特殊要求時，至少須符合CNS 3090 [預拌混凝土]第3.4.2節表2.之要求。

- (2) 拌合用水之檢驗應按CNS 1237 (混凝土用水品質試驗法) 之規定。
- (3) 飲用水可視為適合之拌合用水。

7.5.6 摻料

- (1) 混凝土或水泥砂漿需使用摻料時應經監造人核可。
- (2) 摻料須符合下列規範之規定。
 - a.CNS 3091 [混凝土用輸氣附加劑]。
 - b.CNS 11271 [卜特蘭飛灰水泥用飛灰]。
 - c.CNS 12549 [混凝土及水泥壩料用水淬高爐爐渣粉]。
 - d.CNS 3036 [卜特蘭水泥混凝土用飛灰及天然或煨燒卜作嵐攪和物]。
 - e.CNS 12283 [混凝土化學摻料]。
- (3) 各種摻料於使用前應有可靠資料以作為配比設計之依據。必要時應進行試驗，測試其性能。
- (4) 除本節之規定外，使用摻料應依照其產品說明書之規定。

7.5.7 水泥砂漿

中空樓版板件間灌縫之水泥砂漿之28天齡期之抗壓強度應符合設計圖說之要求。所用各項材料需符合第7.5.3至7.5.6節之規定。

7.5.8 鋼筋

- (1) 現場施工所用鋼筋，均須為竹節鋼筋，但鋼線網不受此限。
- (2) 鋼筋應符合設計圖指定之 CNS 560 [鋼筋混凝土用鋼筋]之級別要求。

- (3) 鋼筋表面不得有浮銹、泥垢、油脂、瘡孔或其它有害之物質。
- (4) 經設計圖說註明為鍍鋅或環氧樹脂（以下簡稱樹脂）塗布鋼筋者應符合以下規定：
 - a. ASTM A767 [混凝土用鍍鋅鋼筋]。
 - b. ASTM A775 [樹脂塗布鋼筋]。

7.5.9 熔接鋼線網

- (1) 現場施工所用焊接鋼線網必須按設計圖說規定之線徑、網眼尺寸、及光面或麻面鋼線構成。
- (2) 熔接鋼線網須符合CNS 6919 [熔接鋼線網]之規定。

7.5.10 安裝用鐵件

安裝中空樓版板件所用鐵件之尺寸、材質及其防銹處理應符合設計圖說之要求。

7.6 運送

7.6.1 裝運

- (1) 應考慮中空樓版板件之尺度與重量、施工現場狀況、及裝卸貨方式等,選用適當種類之搬運車輛。
- (2) 裝貨作業不得損傷板件及預裝鐵件,起吊或搬運之受力位置應按設計圖或中空樓版板件製造廠之規定。
- (3) 中空樓版板件應保持正確之正反面,不得任意翻面。
- (4) 應將中空樓版板件妥為固定,以免車子行進中,因移位或震動而破損。

7.6.2 搬運車的行駛

- (1) 須事先讓司機及搬運工充份瞭解中空樓版板件之搬運特性。
- (2) 應要求司機嚴守交通規則，避免急開急停，以防中空樓版板件受損，另外應按路況適當調整行駛速度。

7.6.3 卸貨及臨時放置

- (1) 卸貨時不得損傷板件及預裝鐵件，板件須盡量放在適當位置，避免多次搬運。
- (2) 臨時放置時，中空樓版板件不可直接放置於地面，應先鋪設枕木供堆置中空樓版板件，枕木間距與支承位置應按規定或經監造人同意。
- (3) 中空樓版板件有受污染之慮時，應用帆布等遮蓋保護。

7.7 安裝

7.7.1 安裝前準備

- (1) 安裝前應先向工作人員解說清楚施工計畫及作業內容，並徹底執行作業之安全管理。
- (2) 需要資格證明的作業(如銲接或吊裝)，須由具專業證照之合格人員擔任。
- (3) 須檢查各項機器，證明可正常運作，特別注意吊裝機具之操作安全。

7.7.2 支承面處理

- (1) 施工前之協調與檢查：
中空樓版板件之施工與完成狀況，易受支承梁（

或牆)面平坦度影響,應協調支承梁(或牆)之施工者妥為注意控制其高程及平坦度。

(2) 支承面之調整:

- a. 中空樓版板件施工前應詳細調查測定支承梁(或牆)面之平坦度。
- b. 混凝土支承梁(或牆)過低時以水泥砂漿整平,過高部份可適當鑿除,惟不得傷及支承梁(或牆)。
- c. 支承梁為鋼梁時,可用墊片等調整其平坦度,墊片之材質及防銹處理應按設計圖說之規定辦理。
- d. 各處理方法應經監造人同意。
- e. 處理方法有時會產生工程變更或工期延長之情形,有必要作詳細檢討。

7.7.3 吊搬

- (1) 應依據中空樓版板件之重量、形狀、施工方式等,並考慮其安全系數,慎重選擇合適吊具。
- (2) 中空樓版板件吊進或運進安裝位置之方式與通路,須仔細規劃,必要時應作沙盤演練。
- (3) 吊往預定位置時不得碰觸到假設工程、主結構體、電線等。
- (4) 要注意施工中因反覆使用,可能導致吊具強度降低之情形,吊具應定期作安全檢查。

7.7.4 中空樓板之安裝

- (1) 安裝工作應在不損害中空樓版板件承載力、外觀之情行下進行。起吊或臨時放置時,要注意不得受到強烈撞擊。
- (2) 所需之臨時支撐須適時裝妥,並應保持到中空樓版板件完全固定,經監造人同意後方可拆除。

- (3) 中空樓版板件之位置須作微調整時，應避免板片受傷。用撬桿調整時，撬桿與板之接觸面應有足夠之保護措施。中空樓版板件在樑(或牆)上移動時，應注意板與支承梁(或牆)面的重疊長度，嚴防滑脫墜落。
- (4) 中空樓版板件之支承長度應符合設計圖說之規定。
- (5) 安裝過程中需暫停工作時，應先對施工中板件作適當之臨時固定，未能固定妥當者，應先吊離至安全處所。
- (6) 安裝完成後，應保持均衡與平直，須灌漿之接縫，應預留灌漿縫。
- (7) 最後固定前，應調整板件間之高低差異，達設計圖說應求之平坦度。
- (8) 受損害之板件除經監造人同意修復者外，應予更換新品。
- (9) 中空樓版板件互相間及端頭之填縫，應依設計圖說之規定處理。
- (10) 需現場澆置混凝土面層情況，如有移動或脫落顧慮時，應先加臨時固定。
- (11) 現場澆置混凝土面層之配筋與混凝土施工，依中華民國土木水利工程學會「混凝土施工規範與解說」(土木402-80)之規定辦理。

7.8 整修

- (1) 中空樓版板件若有缺損，除無害於安全且經監造人同意採修復者外，應予更換新品。
- (2) 採修復者，視缺損狀況決定修復方法：
 - a. 如為邊或角整塊掉落者，可用環氧樹脂等接合復原。

- b. 如為局部破碎者可用低坍度混凝土或樹脂混凝土等修補，待修補材料達相當強度時，再以砂輪等磨平。
- (3) 無法修復或有礙安全及使用者，應予更換新品。
- (4) 完成安裝之相臨板若有高低不平之情況，需用水泥砂漿補平或用砂輪機等研磨，使板與板間能平滑相接。

7.9 品質管制與檢驗

- 7.9.1 為確保中空樓版板件完成之結構符合設計要求，承造人應妥擬品質管制計畫，經監造人同意後確實執行。
- 7.9.2 品質管制內容包括工程圖說等文件之核對檢討、上下協力廠商之能力審查、各種材料之進料檢驗、各項施工作業標準之擬訂與查核、半成品與完成品之檢驗。
- 7.9.3 各項檢驗若有不合格情況，應即檢討改善，若有礙安全或無法改善至設計圖說及監造人同意程度，承造人應立即將不合格部份拆除重建。
- 7.9.4 各項品質管制計畫書、設備校正報告、檢驗報告、分析結果、改善措施等品質相關文件等應妥為分類，隨時依序建檔保存，並編索引。
- 7.9.5 監造人得隨時查閱或抄錄所監督工程之各項品質管制檔案。
- 7.9.6 工程驗收後，品質管制資料應繼續保存至少兩年，或按合約規定處理。

第八章 擠出成型水泥複合材中空牆板

8.1 一般規定

- 8.1.1 本章所稱「擠出成型水泥複合材中空牆板」（以下簡稱中空牆板），係以水泥、細砂、無機纖維、水和摻料等材料，用擠出成型方式所製成之中空牆板，其內部平行於板件之長方向形成連續空洞，而達輕量化之目的。
- 8.1.2 本章適用於建築物非承重之內牆與外牆之施工。
- 8.1.3 將中空牆板之長邊做直立向裝設之牆壁稱「縱板牆」，做水平向裝設者稱「橫板牆」。
- 8.1.4 本章規定中空牆板在工地施工之基本注意事項，不包括板件工廠之製造程序。
- 8.1.5 中空牆板之施工應交由具此施工專業技術之人員辦理。
- 8.1.6 除本章之規定外，施工作業尚須依照設計圖說、建築技術規則及相關法規辦理。

8.2 施工計畫書

- 8.2.1 為使中空牆板之施工與其他工程之施工能順利配合，承造人應與中空牆板板件專業製造廠協商施工細節，依工程日程、工程規模大小、使用部位(外牆或內牆)等妥擬施工計畫書。其內容至少應包括中空牆板板件之訂製、運送、收料、儲存、吊搬、安裝、整修、及檢驗等之全部施工作業。
- 8.2.2 中空牆板之施工計畫書須特別考慮以下施工因素：
 - (1) 大型搬運車之進出道路與迴轉空間。
 - (2) 作業場所及板件暫置場。
 - (3) 板件吊進或運進安裝位置之方式、順序與通路。
 - (4) 必要之施工架。

- 8.2.3 施工計畫書應以適當之圖、表、及文字等明確表示。
- 8.2.4 施工計畫書應於施工前提經監造人核可方可施工，修正時亦同。
- 8.2.5 中空牆板施工前一至二週，應對先前施工作業之下列事項進行確認，並作必要之修正及安裝準備。
 - (1) 必須之暫設設施(施工架、電源等)。
 - (2) 基本墨線。
 - (3) 基礎與版混凝土之表面狀況。
 - (4) 柱、梁及補強鋼材之施工精度。
 - (5) 錨筋之位置、間距與數量。
 - (6) 相關之水電管路位置。

8.3 施工詳圖

- 8.3.1 承造人應根據中空牆板之設計圖說與相關規定繪製施工詳圖，經監造人核可後方可施工。
- 8.3.2 每張施工詳圖須有工程名稱、編號、繪製日期、修正版別、與相關人員簽章等。
- 8.3.3 施工詳圖應標明工地實際尺寸，與鄰近重要物體、工作或設備之相互關係。
- 8.3.4 施工詳圖要明示中空牆板之安裝位置、接頭細部、邊緣狀況、支撐情形、尺寸、開口部位、預埋鐵件位置及相關之鄰接材料。
- 8.3.5 各施工詳圖應標明依據之合約條款、設計圖、及位置編號等。
- 8.3.6 各施工詳圖之分送應有詳細紀錄，更正時亦同。施工詳圖作更正時，須書面通知施工詳圖原受文單位。

8.4 施工材料

- 8.4.1 中空牆板板件

(1) 中空牆板板件應由監造人核可之專業製造廠生產，其品質應符合中國國家標準CNS 13265[擠出成形水泥複合材中空板]之要求。

其主要規定如下：

a. 尺度許可差：

長度：+0, -2mm

寬度：±2mm

厚度：+0.5, -1mm

b. 外觀：板件之表面須平滑，不得有妨害使用之傷痕、龜裂、缺損、翹曲等情形。

c. 質量：70 kg/m²以下。

d. 抗壓強度：平放 350 kgf/cm² 以上。

立放 300 kgf/cm² 以上。

e. 彎曲破壞載重：2100 kgf以上。

f. 耐衝擊強度：180 kg-cm。

g. 耐燃性：一小時以上。

h. 吸水率：18% 以下。

i. 含水率：10% 以下。

(2) 隔音及其他性能要求按合約之規定。

(3) 中空牆板板件之檢驗應依中國國家標準 CNS 13266[擠出成形水泥複合材中空板檢驗法]之規定辦理。

(4) 中空牆板板件之專業製造廠應有完整品質管制措施，其品質紀錄與生產紀錄應妥為保存，期間至少兩年，並應接受監造人之隨時查閱。交貨時應檢附品質檢驗報告。

8.4.2 安裝用鐵件

安裝中空牆板所用鐵件之尺寸、材質及其防銹處理應符合設計圖說之要求。

8.5 機具與人員

- 8.5.1 施工前應先向工作人員解說清楚施工計畫及作業內容，並徹底執行作業之安全管理。
- 8.5.2 需要資格證明的作業(如銲接或吊裝)，須由具專業證照之合格人員擔任。
- 8.5.3 須檢查各項機器，證明可正常運作，特別注意吊裝機具之操作安全。

8.6 運送、進料與臨時放置

8.6.1 裝運

- (1) 中空牆板出廠前應適當捆包，通常以六至七片為一捆。
- (2) 應考慮中空牆板之尺度與重量、施工現場狀況、及裝卸貨方式等，選用適當種類之搬運車輛。
- (3) 裝卸貨作業不得損傷板件，起吊或搬運之受力位置應按中空牆板製造廠商之規定。
- (4) 運輸中應將中空牆板妥為固定，各捆間應留有適當間隙(通常為10cm以上)，以防碰撞。

8.6.2 進料

- (1) 工地進料時應詳細核對種類與數量，並檢查有無發生缺口或龜裂等不良狀況。
- (2) 進料後，中空牆板須盡量放在適當位置，避免多次搬運。

8.6.3 臨時放置

- (1) 中空牆板不可直接放置於地面，板件與地面間，以及各捆間應以枕木隔離。枕木間距與支承位置應按規定或經監造人同意。
- (2) 中空牆板板件之堆置高度應依照中空牆板板件製造廠商之規定，通常限制為1m以下。
- (3) 堆置之中空牆板有受污染之慮時，應用帆布等遮蓋保護。

8.6.4 吊搬及小搬運

- (1) 承造人應依據中空牆板之重量、形狀、施工方式等因素，考慮其安全係數，慎重選擇合適吊具。
- (2) 中空牆板吊進或運進安裝位置之方式與通路，須仔細規劃，必要時應作沙盤演練。
- (3) 吊往預定位置時不得碰觸假設工程、主結構體、電線等。
- (4) 注意施工中吊具反覆使用，可能導致強度降低之情形，吊具應定期作安全檢查。
- (5) 工地之小搬運可用製造廠建議之適當台車等為之。

8.7 支承面處理

8.7.1 施工前之協調

中空牆板之施工與完成狀況，易受支承面之平坦度影響，承造人應協調支承面之施工者妥為注意控制其高程及平坦度。

8.7.2 支承面之調整

- (1) 中空牆板施工前應詳細調查測定支承面之平坦度。
- (2) 混凝土支承面過低時應以水泥砂漿整平，過高部份應適當鑿除，惟不得傷及構件之強度。
- (3) 支承面為鋼結構時，可用鋼墊片等調整其平坦度，墊片之材質及防銹處理應按設計圖說之規定辦理。
- (4) 各處理方法應經監造人同意。

8.8 標繪墨線與板件長度控制

8.8.1 承造人應按中空牆板安裝位置標繪放樣墨線，包括水平與垂直線。

8.8.2 繪妥之墨線應報經監造人核可。

8.8.3 核對中空牆板長度與墨線是否配合，中空牆板應盡可在製造工廠按所需長度正確裁切，若需在工地裁切，應按製造工廠規定方法小心從事。

8.9 襯底鋼材之安裝

8.9.1 先將固定用之一小段固定角鋼依設計之間距固定於支承面，若支承面為混凝土時，應先鑽孔，再以膨脹螺栓固定；若支承面為鋼材時應以鉚接固定。

8.9.2 固定角鋼之長度依中空牆板板件厚度而定，通常板件之規定厚度為50、60和75mm時，固定角鋼之長度分別為100、150和200mm。固定角鋼之間距(中心至中心)，按設計圖之規定。

8.9.3 將長條角鋼(通條)鉚接於固定角鋼上，若支承面為工字鋼梁之上緣或下緣時，可將長條角鋼直接鉚於工字鋼梁之上緣或下緣上，其搭接寬度不得小於20mm，每段鉚接長度不小於60mm，各段相距不大於 900 mm。

8.9.4 鉚接時應注意控制長條角鋼之方向與位置正確。

8.9.5 鉚道應經確實檢查符合鉚接標準，不得有厚度不足、殘留氣孔或鉚渣等不良現象，鉚妥後應經監造人檢查合格方可進行下一工作。

8.9.6 鉚接部位須依規定作防銹塗裝。

8.10 鐵件之裝設

按中空牆板製造廠規定方法在板件上裝設鐵件，通常使用Z字型鐵件，其作業步驟如下：

- (1) 將中空牆板平鋪於枕木上。
- (2) 精確標繪出裝設鐵件之位置，每片四處。
- (3) 以電鑽鑽孔，僅鑽穿中空牆板板件之一側之面板厚。

- (4) 以一專用夾具，將預留螺孔之鋼板由中空牆板板件之端部孔洞送入，並對準上述之鑽孔。
- (5) 接著以螺栓及墊圈等將Z字型裝設鐵件旋緊固定。
- (6) 將彈性防水壓條安裝入中空牆板板件之凹側。

8.11 縱板牆板件之安裝

- 8.11.1 將完成準備工作中空牆板送入安裝位置。
- 8.11.2 將Z字型鐵件之凹縫嵌在長條角鋼上。先將中空牆板適當傾斜，待上下各一只鐵件對準後，再緩緩扶正，將四個Z字型鐵件扣上長條角鋼暫時定位。
- 8.11.3 微細調整中空牆板板件，使板件之位置、接縫寬度、垂直與水平線等正確。
- 8.11.4 微調完成後，應依螺栓之大小所需之標準扭矩立即旋緊螺栓。
- 8.11.5 將上層Z字型鐵件鉸牢於長條角鋼，鉸接長度應達20mm以上。
- 8.11.6 中空牆板互相間及端頭之填縫，應依設計圖說之規定處理。
- 8.11.7 其他方式之安裝應按設計圖之指示辦理。

8.12 橫板牆板件之安裝

橫板牆板件之安裝與縱板牆相似，長條角鋼改為垂直裝設，板件改為水平安裝，每疊加三片應有一固定角鋼可承載板件荷重，且Z字型鐵件須全部鉸接於長條角鋼。

8.13 整修

- 8.13.1 中空牆板若有缺損，除無害於安全且經監造人同意修補者外，應更換新品。

8.13.2 牆板之修補，應視缺損狀況決定修補方法：

- (1) 如為邊或角整塊掉落者，可用環氧樹脂等接著劑接合，待接著劑硬化後，再以砂輪等磨平。
- (2) 如為局部破碎者可用低坍度混凝土或樹脂混凝土等及適當之接著劑修補，待修補材料達相當強度時，再以砂輪等磨平。

8.13.3 無法修補或有礙安全及使用者，應予更換新品。

8.13.4 完成安裝之相鄰板件若有高低不平之情況，需用水泥砂漿補平或用砂輪機等研磨，使板與板間能平滑相接。

8.13.5 中空牆板安裝完成並經監造人檢驗認可後，方可進行後續之披土與塗裝等修飾作業。

8.14 施工品質管制與檢驗

8.14.1 為確保中空牆板完成之結構符合設計要求，承造人應妥擬施工品質管制計畫，經監造人同意後確實執行。

8.14.2 施工品質管制內容包括工程圖說等文件之核對檢討、協力廠商之能力審查、各種材料之進料檢驗、各項施工作業標準之擬訂與查核、半成品與完成品之檢驗。

8.14.3 各項檢驗若有不合格情況，應即檢討改善，若有礙安全或無法改善至符合設計圖說要求程度，承造人應立即將不合格部份拆除重建。

8.14.4 各項品質管制計畫書、檢驗報告、分析結果等品質相關文件等應妥為分類，隨時依序建檔保存並編索引。

8.14.5 監造人得隨時查閱或抄錄各項品質管檔案。

8.14.6 工程驗收後，品質資料應繼續保存至少兩年，或按合約規定處理。

• 附錄一 •

之一. 「輕質混凝土使用準則之編訂」 工作會議概況

◎ 初步討論

日期：中華民國八十二年九月一日 星期三

時間：09 時 00 分至 11 時 00 分

地點：國立臺灣大學工學院綜合大樓227室

出席：高健章、沈進發、陳式毅、陳懿維

討論內容摘要：

1. 這次以HCC、LAC、及ALC三者為主要研究對象。
2. 工作分配：沈老師負責輕質骨材混凝土部份；
陳副主任負責HCC 部份；
高老師負責ALC 部份；
陳主任則負責研讀日文方面的資料。
3. 下次開會時間為合約確定之後的當週。並通知陳主任開會。

◎ 第一次工作會議

日期：中華民國八十二年九月十七日 星期五

時間：10 時 00 分至 12 時 00 分

地點：國立臺灣大學工學院綜合大樓227室

出席：高健章、沈進發、陳式毅、陳朝和、陳懿維、莫海龍

討論內容摘要：

1. 這次以HCC、LAC、及ALC 三者為主要研究對象。
2. 工作分配：沈老師負責輕質骨材混凝土部份；
陳副主任負責HCC 部份；
高老師負責ALC 部份；
陳主任則負責研讀日文方面的資料；
莫先生負責有關牆板部份。
3. 下一次會議於兩週後舉行。
4. 綜合各主持人的空檔時間，以後開會時間以星期四下午2-5點為宜。

- 5. 訂定計畫表：82・10月確定架構、綱要
 - 83・01月開始討論初稿
 - 83・02月完成初步討論
 - 83・03月至06月舉行12次座談會
 - 83・05月底完稿、送印
 - 83・06月22日印完報告

◎ 第二次工作會議

日期：中華民國八十二年十月九日 星期六

時間：09 時 30 分至 11 時 30 分

地點：國立臺灣大學工學院綜合大樓227室

出席：沈進發、陳式毅、陳懿維、莫海龍

討論內容摘要：

1. 陳副主任報告進度：

已經將CNS 相關標準找出，並做成目錄，計畫將之付印成書，方便查詢。目前手邊有兩本日文資料，過濾後請陳小姐翻譯。

2. 工技院林耀煌老師指導一篇有關於帷幕牆方面的論文，其中後付的參考資料中有一些值得我們參考。陳副主任手邊有這份資料。

3. 沈老師：

有兩篇需要翻譯的文章。

4. 莫先生之進度：

關於牆板方面，找出的資料有建築技術規則、CNS、ACI、JIS等。CNS 方面可與陳副主任之部份互相對照，刪除重複者。至於JIS部份則只要目錄即可。

5. 這次因對象明確，所以不太需要問卷調查，只需要調出上次問卷之部份內容即可。

6. 原則上，下次開會時間為10月21日(四)，2-5 pm。

◎ 第三次工作會議

日期：中華民國八十二年十月二十八日星期四

時間：14 時 00 分至 15 時 30 分

地點：國立臺灣大學工學院綜合大樓227室

出席：高健章、沈進發、陳懿維、莫海龍

討論內容摘要：

1. 此次以隔間牆板、帷幕牆之規範為主盡量尋求完整。
2. 與RC重複之部份可略去。
3. 關於材料配比上之特別規定要詳細。
4. 將所看過文章摘要錄出，以利參考。
5. Hebal 產品有層間變位等疑慮，地震時有變短柱之虞。
6. 高老師會蒐集國外使用磚型實例，做參考。
7. 列出通則。
8. 在臺灣，外牆要注意耐震、風壓、耐久性等；內牆則要注意撞擊度、防火時效、隔音性、耐燃性
9. 參考UBC。

◎ 第四次工作會議

日期：中華民國八十二年十一月十日 星期三

時間：14 時 00 分至 15 時 00 分

地點：國立臺灣大學工學院綜合大樓4F

出席：高健章、沈進發、陳式毅、陳懿維、莫海龍

討論內容摘要：

1. 討論本次報告之初步章節架構。

◎ 第五次工作會議

日期：中華民國八十二年十二月一日 星期三

時間：14 時 30 分至 17 時 50 分

地點：國立臺灣大學工學院綜合大樓4F

出席：高健章、沈進發、陳式毅、陳懿維、莫海龍

討論內容摘要：

1. 喜陽實業願意提供國外使用ALC之相關資料。

2. HCC：樓板方面有PCI設計資料及SPANCRET 設計施工方法可供參考。牆板方面則有漢威公司提供的設計手冊。
3. 第五個月：討論ALC 部份之初稿
第七個月：討論HCC 部份之初稿
第八個月：討論LAC 部份之初稿
4. 陳副主任提供JIS A 5308 (Ready-Mixed Concrete)
5. 更改計劃案原英文名稱，為 Editing the Guide for Lightweight Concrete ，及期初簡報第五頁部份。
6. 將擬邀請之專家學者分三類，分次邀請。
7. 座談會前先將已完成之初稿寄給與會人士，請其事先逐條細閱，並將意見匯集後於座談會時討論。
8. 專家學者之出席費請建研所補助。

◎ 第六次工作會議

日期：中華民國八十二年十二月十一日星期三

時間：09 時至 12 時

地點：國立臺灣大學工學院綜合大樓4F

出席：高健章、沈進發、陳式毅、陳朝和、陳懿維、莫海龍

討論內容摘要：

1. 討論邀請人士名單。
2. 1 月份起開始討論初稿。

◎ 第七次工作會議

日期：中華民國八十二年十二月三十一日星期五

時間：09 時 30 分至 12 時

地點：國立臺灣大學工學院綜合大樓4F

出席：高健章、陳式毅、陳懿維

討論內容摘要：

1. 討論邀請人士名單。
2. 研討會預計舉行六次，地點在建研所。
3. 暫定1月10日舉行第八次工作會議。
4. 研討會參與人員名單於下次會議中定案。

◎ 第八次工作會議

日期：中華民國八十三年一月十日 星期一

時間：14 時至 16 時

地點：國立臺灣大學工學院綜合大樓4F

出席：高健章、沈進發、陳式毅、陳懿維

討論內容摘要：

1. 研討會預計舉行六次，地點在建研所，每次兩場。
在二月初至四月底間辦理，五月底完稿送印。
時間安排：
14：00～17：00 第一場
17：00～18：00 休息(便當供應)
18：00～20：00 第二場
時間分配：
LAC：3次
ALC：1.5次
HCC：1.5次
2. 每次參與人員15人(含本案人員)，可邀請外面專家9～10人。
3. 擬定研究報告格式。
4. 報告中儘量採用國內規定，若無適當可用者，可引用國外規定。另外，設計公式可以不列入。
5. 第一次座談會預定於83年2月1日(二)舉行，先行討論ALC部分。

◎ 第九次工作會議

日期：中華民國八十三年二月十九日 星期六

時間：09 時至 13 時

地點：國立臺灣大學工學院綜合大樓4F

出席：高健章、沈進發、陳式毅、陳懿維、莫海龍

討論內容摘要：

1. 印出附圖，並於下次研討會中討論。
2. 修改ALC 部份。
3. 將本案初步章節架構印發給參與研討會人士。
4. 第二次研討會時間為二月二十六日(六)
5. 此次會議中分發之資料：第七章及第八章(陳副主任之部份)。

◎ 第十次工作會議

日期：中華民國八十三年三月三日 星期四

時間：17 時 30 分至 21 時 30 分

地點：國立臺灣大學工學院綜合大樓4F

出席：高健章、沈進發、陳式毅、陳懿維、莫海龍

討論內容摘要：

1. 決定研討會相關事宜：

(1) 討論HCC 有關牆板之部份。

(2) 日期定為三月十二日，上午九點三十分至下午，

(3) 擬定參與研討者名單。

2. 修改HCC 文稿。

◎ 第十一次工作會議

日期：中華民國八十三年三月十七日 星期四

時間：14 時至 17 時

地點：國立臺灣大學工學院綜合大樓4F

出席：高健章、沈進發、陳式毅、陳懿維、莫海龍

討論內容摘要：

1. 修改沈老師第二章之部份。

2. 下一次研討會訂於3月26日。

3. 3月23日舉行第十一次工作會議。

4. 每次研討會邀請一位學者與會。

5. 研討會時帶參考資料之原稿。

◎ 第十二次工作會議

日期：中華民國八十三年三月二十八日 星期一

時間：14 時

地點：國立臺灣大學工學院綜合大樓4F

出席：高健章、沈進發、陳式毅、陳懿維、莫海龍

討論內容摘要：

1. 修改LAC 之部份

◎ 第十三次工作會議

日期：中華民國八十三年四月二十六日 星期二

時間：14 時

地點：國立臺灣大學工學院綜合大樓4F

出席：高健章、沈進發、陳式毅、陳懿維、莫海龍

討論內容摘要：

- 1.修改LAC 之部份

◎ 第十四次工作會議

日期：中華民國八十三年五月五日 星期四

時間：14 時

地點：國立臺灣大學工學院綜合大樓4F

出席：高健章、沈進發、陳式毅、陳懿維、莫海龍

討論內容摘要：

- 1.修改HCC 之部份
- 2.五月十四日舉行研討會。

◎ 第十五次工作會議

日期：中華民國八十三年五月三十一日 星期二

時間：14 時至15 時30分

地點：國立臺灣大學工學院綜合大樓4F

出席：高健章、沈進發、陳式毅、陳懿維

討論內容摘要：

- 1.分配期末簡報報告內容及時間。
- 2.檢討初稿內容。

之二. 「輕質混凝土使用準則之編訂」座談會概況

◎ 時間：八十三年二月四日～五月十四日，共舉行十次。

地點：內政部建築研究所籌備處會議室

主持：高健章教授

出席：1. 專家學者(依姓氏筆畫為序)

- 邱昌平 教授(台大土木系)
- 沈進發 副教授(工技院營建系)
- 林文賢 教授(逢甲大學建築系)
- 黃兆龍 教授(工技院營建系)
- 趙文成 副教授(國立交通大學)
- 陳式毅 副主任(公路局材料試驗所)
- 陳朝和 主任(台電混凝土中心)
- 顏聰 院長(中興大學工學院)

2. 參與單位

- 王韻森 先生(優控實業有限公司)
- 江新添 總經理(億承工程公司)
- 李惠隆 科長(台灣水泥公司)
- 林延年 先生(威佳工業公司)
- 林明寬 協理(國產實業建設公司)
- 林榮三 經理(臺灣技術服務社)
- 林榮祥 廠長(亞利預鑄公司)
- 陳宗禮 總經理(一梅達工程公司)
- 陳健弘 經理(中興顧問社)
- 許峻榮 主任(互助營造公司)
- 黃文財 經理(太子建設開發公司)
- 葉文凱 總經理(華清技術開發公司)
- 葉欣明 經理(奇新實業公司)
- 劉新振 總經理(聯馬有限公司)
- 謝紹松 經理(永峻工程顧問公司)
- 羅田 總經理(漢威實業有限公司)

3. 本計畫相關人員

- 陳懿維 專任助理(台大土木系)
- 莫海龍 兼任助理(工技院營建系)

4. 建研所籌備處相關人員

- 周智中 組長
- 蔡銘儒 先生

· 附錄二 ·

JASS 21 ALC 板工程

1.1 適用範圍

- a. 本施工規範細則適用於以下工程：ALC 板（以下簡稱板）用在建築工程及施工物的屋頂、地板、外牆及隔間牆時。
- b. 關於建築工程一般的共通事項應根據 JASS（一般共通事項）。
- c. 第七節中關於耐力壁的構造規定與其他章節規定有異時，以第七節的規定優先適用。
- d. 與本施工規範細則中採用的規格、基準不同時，與承辦人員協調解決。

1.2 本規範用語如下：

安裝用五金	將 ALC 板安裝在主結構或底子鋼材用之五金。
底襯鋼材	安裝 ALC 板時，作為底的鋼材。
定規角鋼	為調整 ALC 壁板的凹凸，在樑柱等軀體上設置的底襯鋼材。
加高鋼材	裝在大樑上，為確實安裝屋頂 ALC 板及樓板用的底襯鋼材。
開口補強材	為支持窗及出入口等開口部及四周板的底襯鋼材和五金。
充填用砂漿	填充在板的黏合接縫及空洞部等用的砂漿。
補修用砂漿	為填補 ALC 板切割後的凹部或毀損處的專用砂漿。

耐火填縫材	為確保耐火性能，充填在 ALC 板的間隙(伸縮縫) 的材料。
短邊(ALC 板的)	與ALC 板的主筋垂直的邊及側面。
長邊(ALC 板的)	與ALC 板的主筋平行的邊及側面。
鋪設	地板及樓板在規定的位置安裝。
裝設	外壁板及隔間牆板在規定的位置安裝。
	與支持材相接的長邊長。
縱壁	版之長邊安裝成垂直方向的固定用牆壁。
橫壁	版之長邊安裝成水平方向的固定用牆壁。
鋪設筋安裝方式	在 ALC 板之間的長邊接縫溝部，以安裝用五金為媒介，鋪設鋼筋，溝部充填砂漿，這是屋頂及樓板的安裝方式。
插入筋安裝方式	在ALC 板之間的縱接縫、空洞部，以安裝用五金為媒介，插入鋼筋，空洞部充填砂漿，固定ALC 板的上、下部。
滑動式安裝方式	在 ALC 板間縱接縫空洞，板的下部插入接縫鋼筋，上部用五金安裝壓入定規角鋼，在空洞部充填砂漿，成為下部固定，上部版內面方向可動的縱壁ALC 板的安裝方法。
固定螺栓式安裝	在 ALC 板長邊方向挖孔貫通，使用螺栓安裝的橫壁ALC板的安裝方式。
蓋板安裝方式	在ALC板夾插蓋板。為橫向板安裝方式。
錨定筋安裝方式	ALC板下部利用縱接縫空洞部固定於地板的鋼筋及空洞部，填充砂漿以

- 資固定，上部板面方向可動，為隔間縱壁的安装方式。
- 腳板安裝方式 ALC 板下部用腳板五金固定於地板，上部在版面方向為可動的，隔間縱壁ALC 板的安裝方式。

2.1 板

- a. 板是適合JIS A 5416 (輕質氣泡混凝土板 - ALC板)，或只是形狀和該JIS 規定不同的ALC 板。各種類的厚度，設計荷重，長邊的加工形狀，耐火性能等，特別記載或以圖示。
- b. 搬入時，板的種類，容許荷重，尺寸及形狀要由承辦人員確認。再者，外觀也要檢查，若使用上有有害裂縫，或破損的情況則依承辦人員指示處理。

2.2 鋼筋及五金

- a. 安裝ALC 板用的鋼筋以JIS G 3112 (鋼筋混凝土用鋼棒)的SR 24、SD 30 A 及SD 30 B 和JIS G 3117 (鋼筋混凝土用再生鋼棒)的SRR 24 為宜。
- b. 安裝五金的材質、形狀、尺寸及防銹處理是根據ALC 協會認定的「ALC 安裝用五金規格」。使用其他的安裝用五金時，需先經承辦人員的認可。
- c. 底襯鋼材適用JIS G 3101 (一般構造用軋鋼)及JIS G 3500(一般構造用輕質形鋼)，並施以適當防銹處理。

2.3 充填用砂漿

- a. 水泥適用JIS R 5210 (波特蘭水泥)的普通及早強

- 波特蘭水泥。使用其他水泥時則要承辦人員的認可。
- b. 砂不可含有害灰塵、土、有機物及氯化物，且最大粒徑在 5mm 以下，級配分佈均勻。
 - c. 水，不可含對鋼筋及砂漿有害之物質。
 - d. 使用混合劑時，要得到承辦者的認可。
 - e. 砂漿的配比，水泥與砂的標準比是 1:3 (容積比)，是讓砂漿能有充分的流動性。

2.4 修補用砂漿

修補用砂漿要使用 ALC 製造業者製造的 ALC 工程用砂漿

2.5 其他材料

- a. 在 ALC 板間使用的填縫材須適合於 JIS A 5758 (建築用填縫材)，種類則根據特別記載的規定。若無特別記載，則以該 JIS 壓克力類的耐久性區分 7020 為準。
- b. 耐火接縫材適用 JIS A 9504 (石綿保溫材) 的石綿保溫板。其餘則依據特別記載。
- c. ALC 板接合處使用的接著材種類依業者指定使用。使用場所及使用上述以外的接著材則依特記所記。
- d. 防銹塗料，依 JASS 18 (塗漆工程) 第三節「金屬類基礎面塗漆」，用合成樹脂調和油漆為底漆之塗料，其種類需特別指定者種類記在特記。若特記中沒有記載，則適用 JIS K 5621 (一般用防銹油漆)。

3.1 一般事項

- a. 施工者應預先作好施工圖，得到承辦人員的認可。

- b. 施工者應預先作好必要的施工計畫書，得到承辦人員的認可。
- c. 施工者在工程結束之後，要會同承辦人員檢查以得到認可。但若得到承辦人員的同意亦可用檢查報告來代替。
- d. 施工者要注意防止伴隨工程而來的事故。

3.2 臨時工程

施工者在施工前應完成對板的搬運、起重、鋪設及裝設所需的臨時措施。

3.3 搬運、起重及保管

- a. ALC 板通常直接由工場運送至施工場所，儘量避免重新裝卸或小搬運。
- b. ALC 板的裝卸要使用專用器具，注意不要產生破損。
- c. 保存 ALC 板時，鋪上木材使之不要產生彎曲、扭曲、裂痕等，並防止污染和吸水。

3.4 板的切割、挖溝紋、穿洞

- a. 頂樓板、樓板及外壁板，原則上不切割。
- b. 板的挖溝，原則上用在外壁板，一片只能挖一條，並且寬 30mm，深 10mm 以內，頂樓板及樓板則不可挖溝。
- c. 對 ALC 板的穿孔，在不切斷主筋的範圍內為原則，一片只能挖一孔，頂樓板及樓板在 50mm 以下，外壁 ALC 板為寬的 1/6 以下。

- c. 若超過上述範圍的切割、挖溝、穿孔時，要有承辦人員的認可。
- e. 因加工露出的鋼筋，依2.5.d 規定的防銹塗料進行防銹處理。

3.5 焊接部的防銹處理

在底襯鋼材及安裝用五金的焊接部，依2.5.b 規定的防銹塗料進行防銹處理。

3.6 伸縮接縫的耐火處理

要求耐火性能時，在ALC板間充填2.5.b 的耐火填縫料。

3.7 填縫用砂漿的養護

- a. 填縫用砂漿硬化之前，不要給與振動或衝擊。
- b. 在有害於填縫用砂漿的充填及硬化的條件下，可與承辦人員協議採取合適處理。

3.8 板的補修

板鋪設完了之後，利用2.4 補修用砂漿對切挖部分及缺損部分進行修補。

3.9 工程結束後板的養護

施工者在ALC 板工程結束後至防水、修飾工作前，要注意板的乾濕、髒污、破損等，並給予適當養護。

4.1 一般事項

- a. 頂樓板及樓板的安裝方法依據ALC協會規定的「ALC安裝方法」為準。
- b. 「ALC安裝方法規準」之外的安裝方式則根據特記。

4.2 安裝底襯

- a. 檢查支持ALC板的梁等，是否照施工圖精確施工。
- b. 加高鋼材等的底襯鋼材之寬度應足夠掛裝ALC板之用，安裝前需測量定位並用墨線標示，然後在主體預定的位置堅固的安裝。
- c. 在柱子四周的板若有凹陷部份應使用底襯鋼材適當地補襯。

4.3 鋪設

- a. ALC板鋪設前，照施工圖放樣。
- b. 安裝五金原則上在鋪設前先焊接在支持材上。
- c. 確認ALC板的表裏，ALC板與固定五金之凸緣重疊寬度為主要支點間距離之1/75以上，且不得小於4cm。
- d. ALC板的長邊接縫部以安裝用五金為媒介，插入固定長度的接縫鋼筋。
- e. 外周部四周無法安裝接縫鋼筋處，則使用螺栓安裝。
- f. 清掃接縫處，再灌入充填砂漿。

5.1 一般事項

- a. 高31m以下閉鎖形建築物外壁板的安裝方式以ALC協會規定的「ALC安裝方法」為準，安裝方法如特記。
- b. 「ALC安裝方法規準」之外的安裝方式見特記。

5.2 安裝底襯

- a. 支持ALC板的水平基礎，梁、柱等，要按照施工圖精確施工。
- b. 準規角鋼等的底襯鋼材在安裝前需先測量畫墨線，然後依照規定斷面尺寸在主體的固定位置堅固的安裝。
- c. 在窗口及出入口等開口部的四周裝設有效的開口補強材。

5.3 安裝

- a. 板在安裝前，先依施工圖放樣。
- b. 確認板的內外面，並且確保有效的支座，順序安裝。
- c. 採用插入筋及滑動式安裝時，板的安裝方法如下：
 - (1) 使用插入筋時，在縱接縫空洞部插入一定長度的接縫鋼筋，用安裝五金固定。
 - (2) 使用滑動式時，板上端內面方向用安裝五金使之成爲可動式。板的下端，在事先固定的安裝五金上焊接接縫鋼筋。
 - (3) 板的短邊接合部的層間接縫及邊角的縱接縫，要在ALC板間設10-20mm的伸縮縫。
 - (4) 在邊角及開口部等不能使用接縫鋼筋處，挖孔，用螺栓等來安裝。
 - (5) 縱接縫空洞部中，由板的頂部開始澆灌充填入砂漿。
- d. 使用固定螺栓式及蓋板式時，板的安裝法如下。
 - (1) 板堆積起來每五層以下要有承受全部板重量的鋼材。
 - (2) 板的縱接縫要有10-20mm的間隙。
 - (3) 使用螺栓固定時，ALC板的兩端挖孔，用螺栓安裝。
 - (4) 使用蓋板安裝時，在板的短邊用蓋板固定。

5.4 添縫材

淋雨部分的ALC板間的接縫，使用2.5.a規定的添縫材，依JASS 8（防水工程）第三節「添縫材工程」的規定充填。

6.1 一般事項

- a. 隔間牆板的安裝方法以ALC協會的「ALC安裝方法基準」為準，其種類記在特記。
- b. 「ALC安裝方法基準」之外的安裝方式，記在特記。

6.2 安裝底襯

- a. 支持板的地板及梁等，依照施工圖精確施工。
- b. 底襯鋼材在安裝前先標示，再在固定位置堅固的安裝。
- c. 出入口等開口部四周應設有效的開口補強材。

6.3 裝設

- a. 板的裝設前先依施工圖標示放樣。
- b. 板需安裝平順。
- c. 用錨定筋安裝或用腳板安裝時板的裝設如下。
 - (1) 板的上端內面方向安裝成可動式的。
 - (2) 板的邊角的縱接縫及外壁、梁柱和板之間要有10-20mm伸縮縫。
 - (3) 使用錨定筋時，板的下部在縱接縫空洞部配置一定長度的接縫鋼筋。此時，接縫鋼筋的下端預先固定在地板面或基礎部分。
 - (4) 使用錨定筋時，在板的頭部縱接縫空洞部澆貫充填砂漿。

- (5)使用腳板安裝時，板的下部用安裝五金固定於地板面。
- (6)採用腳板安裝並用黏接劑接合板時，預先在板的長邊塗 2.5.c 規定的黏接劑固定。
- d.使用插入筋或滑動式安裝時，以5.3.c 為準。
- e.使用固定螺栓或蓋板安裝時，以5.3.d 為準。

7.1 一般事項

ALC 板作為承重牆使用時，依照「ALC 構造設計基準」規定。

7.2 基礎，地梁

- a.板的縱接縫空洞部，建物的隅角部等作承重牆時的壁端部及開口部的周圍裝設鋼筋，該等鋼筋插入基礎或地梁之固定長度需在表7.1 所示數值以上。且鋼筋之搭接應在基礎或地梁之內。

表7.1 基礎或地梁的固定長度

竹 節 鋼 筋		圓鋼筋
無彎鉤	附有彎鉤	附有彎鉤
40d	30d	45d

〔注〕d：圓鋼筋之直徑，竹節鋼筋時為號稱直徑。

- b.板的縱接縫空洞部插入鋼筋在基礎及地梁澆置混凝土時，需正確安裝固定，澆置時不可移動，安裝位置及固定狀況需先請承辦人員檢驗。

- c. 在地梁澆置混凝土前清掃板的上端面，並噴水保持適當的濕度。
- d. 基礎及地梁的鋼筋混凝土工程依 JASS 5 (鋼筋混凝土工程)。混凝土的種類記在特記。若無記載則用普通混凝土。
- e. 和板相接的基礎或地梁的上端面與板之底端有空隙時，板安裝前應先在基礎或地梁上面鋪設砂漿，以便支持板。

7.3 鋪設和安裝

- a. 頂樓版及地板鋪設，依據 4.3。
- b. 壁板的安裝如下。
 - (1) 板在安裝前，依施工圖先行放樣。
 - (2) 確定板的內外面，並平順安裝。
 - (3) 基礎及地梁的上端，鋪上砂漿，使板密切相接，並迅速安裝。
 - (4) 板需用連結工具或支撐等臨時固定，然後調整安裝。
 - (5) 地梁的混凝土澆置之前，預先在板的頂部縱接縫空洞部澆灌充填入砂漿。
 - (6) 在承重牆的壁端部及開口部四周，排置鋼筋並用充填入砂漿及 7.2.d 所示的混凝土澆灌。
 - (7) 板的上部，用地梁的混凝土澆灌固定。

7.4 添縫材

淋雨部分的板間的接縫，使用 2.5.a 的添縫材，依 JASS 8 (防水工程) 第三節「添縫材工程」的規定充填。

8.1 總則

- a. 本書中所提特記規格明細記於此節。
- b. 本節較本規格明細書中一般規定優先考慮。

8.2 特記事項

特記事項如下所示。若印有* 的項目，一定要明確表明特記事項的內容。

(第2 節 材料)

2.1.a 板

*種類	使用場所	*厚度	容許荷重	耐火性能	製造業者	備註

2.5.a 填縫材

使用場所	種 類	名 稱	製造業者	備 註 (顏色等)

2.5.b 耐火接縫材

使用場所	種 類	名 稱	製造業者	備 註

2.5.c 接著材

使用場所	種 類	名 稱	製造業者	備 註

2.5.d 防銹塗料

塗裝場所	種類	名稱	製造業者	備註

第4節 屋頂及樓板

4.1.b 屋頂ALC板及樓板安裝方式之種類

安裝場所	安裝方式之種類	備註

第5節 外牆

*5.1.a 外牆板安裝方式之種類

5.1.b 外牆板安裝方式之種類

安裝場所	安裝方式之種類	備註

第六節 隔間牆

*6.1.a 隔間牆板安裝方式之種類

6.1.b 隔間牆板安裝方式之種類

安裝場所	安裝方式之種類	備註

第七節 承重牆

7.2.d 基礎及地梁之混凝土種類

施工場所	種類	設計基準強度 kgf/cm^2	坍度 cm^2	水泥種類	骨材種類	粗骨材最大尺寸 mm	備註

• 附錄三 •

高溫高壓蒸氣養護之輕質氣泡混凝土板使用 規準(1963)

1. (適用範圍)

- (1)本規範暫適用在使用於建築物屋頂及帷幕牆之高溫高壓蒸氣養護之輕量氣泡混凝土(以下簡稱板)。
- (2)經常與水或土、土砂接觸部份不可使用上述的板。
- (3)本規範規定之外者，請依照建築基準法的規定。

2. (定義)

- (1)本規範規定之高溫高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土是指水泥或石灰、砂等，發泡劑和混和劑組合而成，而且，經高溫高壓蒸氣養護而成者，其氣乾比重在0.5以上。
- (2)本規範規定的板是指前項所述之高溫高壓蒸氣養護之輕質氣泡混凝土，並經施以防銹處理的補強鋼筋補強後，成為板狀者。其平均單位容積重量為 $0.65\sim 0.85\text{kg}/\text{cm}^3$ 。
- (3)使用在板之輕質氣泡混凝土在氣乾狀態下，5cm 立方體之抗壓強度一定要在 $30\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上。

3. (板的形狀、尺寸等)

- (1)板的厚度，為主要支點間距離的 $1/35$ 以上，而且一定要在7.5cm以上。
- (2)板的寬度、厚度等尺寸的容許誤差範圍，為標準尺寸 $\pm 3\text{mm}$ 以下，長度的尺寸則需在 $\pm 5\text{mm}$ 以下。
- (3)板上不可有對構造耐力上有不良影響的裂縫，凹陷、不均勻氣泡或有缺口。

4. (板的構造)

- (1)板的長方向寬60cm者使用補強筋3支以上，每支補強筋需等間隔配置在等間隔之橫筋上。
- (2)補強筋及橫筋的直徑需在5mm以上。
- (3)補強筋及橫筋的保護層厚度需在1.25cm以上。

5. (依照構造計算之檢討)

- (1)板的構造計算，做為兩端支持的簡單梁計算。
- (2)輕質氣泡混凝土的容許應力如下表。
- (3)使用在容許抗壓應力之圓形鋼及鋼線的容許應力，長期上需 $1200\text{kg}/\text{cm}^2$ ，短期上則需 $1400\text{kg}/\text{cm}^2$ 。
- (4)使用在屋頂時，板的撓度為主要支點距離的 $1/250$ 以下，使用在帷幕牆時則要在 $1/200$ 以下。

6. (板的安裝)

- (1)將板安裝在其他部份構造上時，不可使用會產生局部破壞的接合方法。
- (2)板用做屋頂時，對其他部份之支持部份為主要支點間距離之 $1/75$ 以上，且需在4cm以上。
- (3)板和其他構件間之接合，需防止因風壓及地震力而引起分離之方法。

7. (板的接合方法)

- (1)板互相接著處，用水泥砂漿（至少1:4）或具同等以上效力的接著劑，長期使用也不會產生不良現象，或者使用鋼筋，特殊五金等接合亦可。

(2)因接合等目的而使用之鋼筋、五金等，需施以防銹處理。

8. (板的防濕)

在屋外或有吸水、吸濕之虞的地方使用之板及其接合部分，需施以適當的防水處理。

〈附則〉

在此規準中的高溫高壓蒸氣養生之輕質氣泡混凝土板是指住友金屬礦山株式會社製造的，及日本Siporex 工業株式會社製造的「Siporex」而言。

• 附錄四 •

高溫高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土板之構造設計基準(1964)

1. (適用範圍)

- (1)本基準適用以下場合：建築物的地板、屋頂及帷幕牆使用高溫高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土板時。但，原則上屋頂及地板的水平剪力由板以外的構造負擔。
- (2)本基準規定以外者，依建築基準法之規定。
- (3)經特別的調查研究後，認為和本基準有同等以上之安全性者，可不適用本規定的一部份。

2. (定義)

- (1)所謂高溫高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土是以水泥、石灰、矽砂等為主原料，經高溫高壓蒸氣養護後生成之多孔質混凝土。
- (2)本基準規定的混凝土中，第一種是絕乾比重為 $0.5\sim 0.7$ ，氣乾狀態的抗壓強度在 $30\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上者，第二種是絕乾比重 $1.0\sim 1.2$ ，氣乾狀態的抗壓強度 $120\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上者。
- (3)本基準所規定的板是，前項的混凝土以防銹處理後的鋼筋補強做成版狀者，若使用第一種混凝土則其平均單位容積重量在氣乾狀態下，是 $650\sim 850\text{kg}/\text{cm}^2$ 使用第二種混凝土者則其平均單位容積重量在氣乾狀態是 $1200\sim 1400\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

3. (板的形狀、尺寸等)

- (1)板的厚度如下表。

(2)板的寬度及長度的公差(注1)為各4m/m及10m/m，厚度之容許誤差為± 2m/m。

(注1)所謂公差是指板的最大實體尺寸和最小實體尺寸之差。

(3)板上不可有對構造耐力上有不良影響的裂縫，凹陷、不均勻氣泡、缺口、彎曲等。

4. (板的構造)

(1)主筋一屋頂及帷幕牆，板寬60cm時要3支以上；地板時，板寬60cm，在抗張力側要3支以上，在抗壓側要2支以上，主筋與橫筋以焊接接合。使用第二種混凝土的地板，板寬60cm者主筋要有3支以上。

(2)主筋及橫筋的直徑一定要5m/m以上。

(3)主筋及橫筋的保護層厚度要1.2cm 以上，最邊的橫筋一定要配置在距板端3cm以內。

5. (對構造強度的檢討)

(1)板的構造計算，使用材料之容許應力度如下表。

(2)板的構造計算，除特別情形，以兩端支持之簡單梁來算。

(3)設計荷重引起的板的撓度，使用在地板時，為主要支點間距離的1/300 以下，使用在屋頂時為主要支點間距離的1/250以下，使用在帷幕牆時為主要支點間距離的1/200 以下。

(4)對於構造強度的檢討除根據上述的計算外，也可根據實驗。

6. (板的安裝)

(1)板不可因垂直荷重、地震力、風壓或其他外力而產生脫離及局部破壞現象。

- (2)板兩端之支持長度使用在屋頂、及地板時，為主要支點間距離的 $1/75$ 以上。
- (3)使用第二種混凝土的地板用板，其主筋為單筋時，支持點以外的上端安裝時需採用該上端不發生張力的方法。

7. (板相互間的接合)

板與板相鄰接處以水泥砂漿充填或其他具同等效力的方法接合，在接合處使用鋼筋或五金時，要用水泥砂漿充分覆蓋，並要施以防銹處理。

8. (板的防水、防濕等)

- (1)板的表面必要時對於集中荷重或損耗需加以保護。
- (2)使用於屋外或有吸水、吸濕之虞的場所時，板及板的接合部需要施以有效的防水處理。
- (3)板使用在有被化學性有害影響之虞的場所時，應施以必要的防護措施。
- (4)板不宜使用在承受大的集中荷重或受衝擊的場所。

9. (板的表示法)

板的材質、使用部份，設計荷重、尺寸、上下方向的配筋等事項需清楚表示。

· 附錄五 ·

高溫高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土構造用預 鑄混凝土製大樑使用說明--特別說明書(PC 大樑工業)

1節 材料

1-1 水泥

使用 JIS R 52103 規定之水泥

1-2 規定強度(f_c')

定為 210kgf/cm^2 。

1-3 骨材

骨材係 JASS 5,2,2所示之礫石、碎石及砂等，粗骨材的粒徑要在20mm以下。

1-4 鋼筋

鋼筋使用SD-30 及 SR-24。

2節 構件製作

2-1 模型

為金屬製，經得起重覆使用，形狀、尺寸正確，組立確實，容易拆除，模型面應塗刷適當的剝離油。

2-2 模型精度

±3cm以下

2-3 檢查

構件在構造上，修飾上有無有害損傷，及尺寸精度等須經承辦人員檢查。

3節 搬運及組合裝配

3-1 搬運

搬運時要注意構件的養護，勿使產生裂痕及破損。

3-2 裝配時的混凝土強度

原則上要在混凝土的規定強度之上。

3-3 組立作業

- a. 構件暫時堆積放置或立放時要放置在適當臺上，不可使構件有彎曲、裂縫等的損傷，而且要注意不可折彎錨固用的露出鋼筋。
- b. 組立時，不可移動預先組立的ALC壁板，利用短管或大樑接合部之現場澆灌混凝土用的模型，必須事先固定板。
- c. 在PC大樑鋪設前要充分清掃ALC板的上端及PC大樑的下端。
- d. 大樑與板之間設有水平調整用空隙，水泥砂漿不可從該縫隙流出，板上部的兩側需適當固定。
- e. 大樑的水平是利用插入壁板上部之適當固定物正確固定，固定物不可使用有機材料。
- f. 壁板的接縫鋼筋可利用平板條，在大樑的接縫溝之適當位置仔細扣住。

4節 構件的接合

4-1 PC大樑的接合

- a. ALC壁板和PC大樑的接合利用設在大樑的充填入槽。
- b. PC大樑間相互之接合要用現場澆灌之混凝土。
- c. 利用在大樑上設之溝槽，充填入水泥砂漿時，水泥需充份填入壁板之接縫以及PC大樑間固定物之周圍，使大樑與壁板一體化。
- d. 充填入水泥砂漿需依照ALC工程專用施工規範。

1-2 接縫鋼筋之接合

- a. 接縫鋼筋用接頭來接合。
- b. 接頭尺寸、品質、強度，以及與接頭之螺紋長度需與鋼絲配合。

• 附錄六 •

人工輕質骨材混凝土的使用基準 別錄1

1. 適用範圍

- (1) 此基準適用於鋼筋混凝土造及鋼骨鋼筋混凝土造的建築物及部分使用規定強度超過 $150\text{kg}/\text{cm}^2$ 之人工輕質骨材混凝土者。
- (2) 此基準以現場澆灌混凝土為對象，原則上不適用於預鑄混凝土製品。

2. 定義

- (1) 所謂人工輕質骨材混凝土是指 JIS A 5002 中稱之者。
- (2) 人工輕質骨材混凝土即粗細骨材皆使用人工輕質骨材，或砂，或人工輕質骨材和砂混合而成的混凝土。
- (3) 混凝土的規定強度是指構造計算時作為基準之混凝土抗壓強度係指齡期28天為準。

3. 混凝土的規定強度

人工輕質骨材混凝土的規定強度為 $270\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下而且為關於使用的人工輕質骨材被認定之規定強度的最大值以下。

4. 混凝土的坍度

混凝土所需坍度，澆灌時為21cm以下，但混凝土的規定強度超過 $225\text{kg}/\text{cm}^2$ 時，則需在15cm以下。

5. 混凝土重量

設計時使用之混凝土的重量應考慮實際狀況而決定。

6. 混凝土之配比

- (1) 人工輕質骨材混凝土的水灰比應在65%以下。但在經常與土或水直接接觸處，水灰比應在55% 以下。
- (2) 人工輕質骨材混凝土的水泥使用量應在 $300\text{kg}/\text{m}^2$ 以上。但在經常與土或水直接接觸處的部份，水泥量要在 $340\text{kg}/\text{m}^2$ 以上。

7. 其他注意事項

使用規定強度超過 $225\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上之混凝土時，設計時需考慮使坍度15cm以下之混凝土容易澆灌，施工時應採取能確保混凝土品質的管理方法，混凝土澆灌時則要用振動機充分振搖，使混凝土密實，確保其品質。

· 附錄七 ·

人工輕質骨材混凝土的性能判定標準 別錄2

1. 適用範圍

此基準以建築基準法第38條規定為藍本，關於人工輕質骨材的品質及使用這些骨材之混凝土之性能的測試方法，及以這些試驗結果，判定輕質骨材的性能是否符合要求，以達品質保證的目的。

2. 輕質骨材的種類

此基準的對象為以膨脹頁岩，膨脹黏土，膨脹板岩，飛灰等燒成之人工輕質骨材。

3. 輕質骨材的品質

本輕質骨材係指適用JIS A 5002「構造用輕質混凝土的骨材」，這些骨材應符合下列區分的規定：上浮率應在10%以下。

依骨材的絕乾比重而分：M 或H

依骨材的實積率而分：A

依混凝土抗壓強度而分：300 以上

但規定強度 $240\text{kg}/\text{m}^2$ 以上及 $270\text{kg}/\text{m}^2$ 的混凝土所使用之骨材，分別為300(但試驗值在 $350\text{kg}/\text{m}^2$ 以上) 及400。

4. 輕質骨材的試驗方法

輕質骨材的試驗方法應採用JIS A 5002「構造用輕質混凝土骨材」所規定品質試驗的項目。但上浮率如下：採取停

留在#4 篩之代表性試料約2L，使其充份乾燥後放入裝滿水的容器內。10分鐘後，採取浮游在水面的粒子，求其乾燥重量。上浮率是上浮粒重量除以試料總重量的比率。

5. 輕質骨材混凝土的品質

輕質骨材混凝土依第6 節所示方法試驗，並須符合表-1 的規定。

6. 輕質骨材混凝土的品質測試法

6.1 配比

採用表-2所示的4種配比

表-2 混凝土試驗之基準配比

配比記號	單位水泥量 (kg/m^3)	坍度 (cm)	空氣量 (%)
A	400 ± 6	15 ± 2	5 ± 1.5
B	400 ± 6	15 ± 2	5 ± 1.5
C	400 ± 6	15 ± 2	5 ± 1.5
D	400 ± 6	15 ± 2	5 ± 1.5

* 試驗方法依據6.3 節

6.2 材料

混凝土使用之材料如下列所記。

(1) 水泥

JIS R 5210 (波特蘭水泥) 規定之普通波特蘭水泥，依 JIS R 5210 (水泥之物理測試方法) 試驗水泥28天抗壓強度是 $400 \pm 30 \text{ kg/cm}^2$ 。

(2) 河砂

試驗輕質粗骨材時使用的河砂品質應符合 JIS A 5002 (構造用輕質混凝土骨材) 中5, 13, 6所規定者河砂應盡量在面乾內飽和狀態下使用。

(3) 輕質骨材

應合於3 規定之品質規定，骨材應盡量在面乾內飽和狀態下使用。

(4) 水

乾淨能飲用者。

(5) 混合劑

使用標準的AE劑 (天然類樹脂型)

6.3 試驗方法

(1) 浮水量

用 JIS A 1123 (混凝土的浮水測試法) 的方法測定。但，混凝土配比採用 C 及 D。

(2) 含氣量

依照 JIS A 1116 (混凝土之單位容積重量測試法及含氣量用重量法測定——重量法) 及 JIS A 1118 (尚未凝固混凝土含氣量用容積法測試——容積法) 的兩種測試方式。

(3) 坍塌度

依照 JIS A 1101 (坍塌試驗方法) 的方法。

(4) 氣乾單位容積重量

用直徑15cm，高30cm的抗壓強度試驗用試體，在水中養護7天後，放置於溫度 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ ，濕度 $60 \pm 5\%$ 的恆溫恆濕箱中養護91天，測重後除以容積而求得。但是，混凝土配比係指 A、B、C 及 D 四種。

(5) 28天抗壓強度

依照JIS A 1132 (混凝土抗壓強度試驗用試體製作法) 及 JIS A 1108 (混凝土抗壓強度試驗方法) 的方法。試體直至試驗前, 在 $23 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ 的水中養護。試驗齡期為28天, 同時齡期7天及91天的強度值也要做為參考。但混凝土的配比為A、B、C、D(規定強度 $225\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下者, 配比A、B除外)。

(6) 28天拉力強度

依照JIS A 1132及JIS A 1113 (混凝土的拉力強度試驗方法)。試體直到試驗前, 皆放在 $23 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ 的水中養護。但, 混凝土配比為A及D。

(7) 28天粘著強度

依照ASTM C 234的水平鋼筋拉拔試驗。使用鋼筋, 係依照JIS G 3112 (鋼筋混凝土用鋼棒) 規定之竹節鋼筋D-19。鋼筋的周圍埋入徑6mm鋼線捲成直徑約10cm之螺旋狀體補強混凝土。鋼筋分上下二段水平埋入, 由鋼筋的中心至下面混凝土澆灌深度各為22.5及7.5cm。試體在試驗前一直放在水溫 $23 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ 水中養護。鋼筋的扭轉在拉拔方向的另一端測定, 此時測定變位量達0.02mm之粘著強度, 同時最大粘著強度之試驗值亦需求出做為參考。

(8) 長度變化率 (乾燥收縮)

依照JIS A 1124 (砂漿及混凝土的長度變化試驗方法測微計法) 或JIS A 1125 (砂漿及混凝土的長度變化試驗方法一對比法), 由91天的長度變化值求出長度變化率。試驗室溫度 $23 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$, 濕度 $60 \pm 5\%$ 。但, 混凝土為配比B及C。

(9) 潛變

依照JIS A 1132而作成之試體, 放在水中養護28天後, 用抗壓強度的1/3荷重壓試, 並繼續測試至少3年的潛變。收縮測定用的試體和潛變用之試體形狀一定要相同, 而且試驗室的溫度為 $23 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$, 濕度為 $60 \pm 5\%$ 。試驗結果須為2個或3個試體之平均值。而且混凝土配比为A及D。

表 -1 輕質骨材混凝土的品質

項目	配比記號	A	B	C	D	備註
1. 淨水量(cc/cm ³)		-	-	0.5以下	0.5以下	規定強度超過 225kg/m ³ 時適用
2. 氣乾單位容積重量(t/m ³)						
細骨材是河砂時		1.9以下	1.9以下	1.9以下	1.9以下	
細骨材是輕質骨材時		1.7以下	1.7以下	1.7以下	1.7以下	
3. 28日抗壓強度(F)(kg/cm ²)						
規定強度 150 止		-	-	200以上	150以上	
規定強度 180 止		-	-	230以上	180以上	
規定強度 210 止		-	-	260以上	210以上	
規定強度 225 止		-	-	275以上	225以上	
規定強度 240 止		290以上	270以上	280以上	230以上	
規定強度 270 止		320以上	270以上	280以上	230以上	
4. 28日抗拉強度(kg/cm ²)		20 以上 且0.06F以上	-	-	20以上 且0.06以上	
5. 28日附著強度 (變位量0.2mm時)(kg/cm ²)		1/15以上 且(9+2/75F) 以上			1/15以上 且(9+2/75F) 以上	暫時參考值
上段		1/10F以上			1/10F以上	
下段		且(13.5+1/25F) 以上			且(13.5+1/25F) 以上	
6. 長度變化率(乾燥收縮) (齡期91天)		-	9×10 ⁻⁴ 以下	10×10 ⁻⁴ 以下	-	
7. 潛變係數 (載重3年)		2.5以下			2.5以下	暫時參考值

· 附錄八 ·

人工輕質骨材混凝土設計施工手冊(摘錄)

4. 施工

4.1 配合設計

使用在混凝土工程上的混凝土，因為都是預拌混凝土，所以訂購時指定品質及敘述配比之規定，並有配比設計的計算範例。

4.1.1 關於品質之指定

(1) 強度

一般來說，訂購輕質骨材混凝土時之強度，應以規定強度 ($f'c$) 為準。強度之外，在耐久性及必須規定水密性為基礎之水灰比時，以預拌混凝土廠，所提出之水灰比及抗壓強度的關係式為原則，由耐久性等求出和一定水灰比相當的強度。比強度值和規定強度比較，採用較大者並叫“標稱強度”，表4.1內無該標呼強度時，則為JIS A 5308預拌混凝土規格外的製品。

表4.1 輕質混凝土,含氣量 5%¹⁾ 粗骨材之最大尺寸15mm及20mm 時

標稱強度 坍度	135	150	160	180	195	210	225	240	255	270	300
5	●	●	●	○	●	●	●	○	●	○	○
8	●	●	○	○	●	●	●	○	●	○	○
12, 15	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○

1) 寒冷地區為5.5%

注：○為標準品(指定表列項目以外者以特製品處理)

●特製品(特別訂購者)

(2) 坍度

混凝土的坍度在適當作業範圍內，儘可能坍度愈小愈好。根據RC 規範書，在輕質骨材混凝土的澆灌位置之坍度，一般以 5-21cm為標準。另一方面，訂購預拌混凝土時之指定坍度，係指卸貨地點之坍度須考慮對澆置位置現場內輸送過程中之坍度損失值，並預先計入後決定。現場內搬運的坍度損失值因搬運方法及搬運所需時間而異，最好參考過去的實際記錄或經過試驗後決定。

(3) 含氣量

輕質骨材混凝土，若無特殊規定時，則含氣量5% (寒冷地區為 5.5%) 的AE 混凝土，若必須要超過5%時，需另行指定。此時即為特製品。

(4) 單位容積重量

輕質骨材混凝土的單位容積重量，依設計時之規定值為準。

(5) 其他事項

輕質骨材混凝土，使用預拌混凝土時，依表4.1 所示的強度與坍度組合之外，並和生產者協議後適當規定其他項目。

① 標準品的時候

- a 水泥的種類
- b 骨材的種類
- c 粗骨材的最大尺寸
- d 混凝土的單位容積重量

另外，有必要時，

- e 混凝土的最高及最低溫度

② 特製品時

- a 水泥的種類
- b 骨材的種類
- c 粗骨材的最大尺寸
- d 保證標稱強度的齡期
- e 混合材料的種類
- f 含氣量

- g 混凝土的單位容積重量
- h 混凝土的最高及最低溫度
- i 其他必要事項

1.1.2 配比決定方法

(1) 配比強度

預拌混凝土的強度，須同時滿足(4.1)及(4.2)式

$$m \geq 0.85 + 3\sigma \dots (4.1)$$

$$m \geq s + 1.73\sigma \dots (4.2)$$

其中：

m：配比強度 (kgf/cm²)

s：標稱強度 (kgf/cm²)

σ ：標準偏差 (kgf/cm²)

通常的混凝土預拌廠一般都用上述的式4.2來決定
配比強度，決定公式如下：

$$m = s + t \sigma$$

其中 t：正規偏差值

採用 t = 2.0~2.5的預拌廠較多

(2) 水灰比

以自己公司試驗或生產成品為基本，依水灰比和
強度的關係式由配比強度來決定。

(3) 單位水量

單位水量要考慮指定坍度及由預拌廠輸送至現場的
坍度降低值等來決定。

(4) 單位水泥量

由單位水量及水灰比來決定。

(5) 細骨材率

試拌時調整細骨材率，使能用得到塑性並符合工
作性的混凝土。輕質骨材混凝土的細骨材率及與
單位水量有關之配比設計的參考資料如，表4.2。

另外輕質骨材混凝土流動化施工時，水流動化後之混凝土的工作性為基準來決定細骨材率。此細骨材率依試驗而定為原則，一般來說，流動化混凝土的坍度是15cm時，細骨材率需增加0~2%，18cm時需增加1~3%。而且，用混凝土壓送機施工時，依壓送機的機種，或壓送條件調整細骨材率是必要的。

表4.2配比設計參考表(細粗骨材都使用人工輕質骨材時)：
(a) $w/c=0.55$ ，坍度 \approx 約7.5cm，輕質砂的 $FM=2.75$ (容積百分率)表示

粗骨材的 最大尺寸 (mm)	A E 混 凝 土				不用AE劑的混凝土		
	適當之空氣量 (%)	使用良質減水劑		使用良質AE劑		s/a (%)	W (kg)
		s/a(%)	W(kg)	s/a(%)	W(kg)		
15	6 \pm 1	40	163	40	172	44	135
20	5 \pm 1	38	157	38	165	41	178
20*	5 \pm 1	38	150	38	157	41	170

*20~10mm,為河砂,10mm以下為輕質骨材。

(b) 修正表

條 件 之 變 化		修 正 值	
		s/a	W
W/C	0.05的增減	$\pm 1\%$	0
FM	0.1 的增減	$\pm 0.5\%$	0
坍度	1cm 的增減	0	$\pm 1.2\%$
空氣量	1% 的增減	$\mp(0.5\sim 1)\%$	$\mp 3\%$
s/a	1% 的增減	-	$\pm 1.5\text{kg}$

- 注： ① 表中之數值適用於粗細骨材都使非造粒型膨脹頁岩的情形。使用造粒型粗骨材時，單位水量可減少2-3%。
- ② 表中數值以容積百分率表示細骨材的細度模數時，約2.75。由細骨材分析試驗結果(重量百分率)計算細度模數，若要換算成容積百分率時，通常加0.15就可。

- ③ 表中之數值適用於水灰比45%以上之普通鋼筋混凝土。使用水灰比37 ~ 38% 以下的預力混凝土構件之混凝土時，單位水量需增加15-20%。這種情形坍度增減1cm時單位水量須增減約3.6%。
- ④ 輕質骨材混凝土的拌合狀態因拌合機的形式、種類、拌合時間而顯著不同。表中之單位水量值是確實拌合時的數值。
- ⑤ 表中之數值係將使用預濕之骨材，混凝土的拌和狀態未完全吸水時所產生之值。
- (6) 單位粗骨材量及單位細骨材量依下式求出全骨材的絕對容積，由細骨材率求出單位粗骨材量及單位細骨材量。
- 全骨材的絕對容積 v (l/m^3)
 $= 1000 - \{ W + C/\rho + \{ 10 \times \text{所要空氣量}(\%) \} \}$
- (7) 單位混合劑量 (單位摻料用量)
 混合劑量依可信資料或試驗而定。
- (8) 單位容積重量
 混凝土的單位容積重量是材料單位重量的總和
- (9) 配比之表示方法。
 依據表4.3。

表4.3 輕質骨材混凝土配比之表示法

粗骨材的最大尺寸 (mm)	坍度的範圍 (cm)	空氣量的範圍 (%)	水灰比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	單位量			
					水 W (kg)	水泥 C (kg)	細骨材的絕對容積 (l)	混合劑 (cc) 或 (g)

- 註：① 全部通過NO.4篩者為細骨材，停留在#4篩者為粗骨材。
- ② 對細粗骨材應註明輕質或普通。

4.1.3 配比設計例

- (1) 針對混凝土要求性能（工程施工規範）
- ① 混凝土之種類：輕質骨材混凝土最大尺寸15mm，使之流動化後用混凝土壓送機壓送。
 - ② 水泥之種類：普通波特蘭水泥規定強度。
 - ③ 規定強度：270kg/cm²（齡期28天）
 - ④ 水灰比：考慮其耐久性故為55%以下。
 - ⑤ 坍度範圍：參考混凝土的坍度8±2.5 cm，在澆灌位置的流動化混凝土之坍度為15±2.5cm。
 - ⑥ 含氣量的範圍：4~7%
 - ⑦ 設計上用的單位容積重量：1700kg/m³
- (2) 參考混凝土（預拌混凝土）的訂購，對於預拌混凝土的訂購應先與預拌廠做下列檢討之後，才訂購：
- 1) 檢討1：流動化的方法參考混凝土，使用預拌混凝土，流動化則由訂購者自行在工地使之流動化。
 - 2) 檢討2：標稱強度在預拌廠之標稱強度決定法
$$m = S + 2\sigma \quad (\sigma = 25 \text{ kgf/cm}^2)$$
及和水灰比與強度的關係式
$$m = -100 + 200 (C/W)$$
$$W/C = 55\% \text{ 換算成強度 } 264 \text{ kgf/cm}^2, \text{ 和規定強度比較, 決定標稱強度為 } 270。$$
 - 3) 檢討3：坍度
預拌混凝土（參考混凝土）之規定坍度為8cm，因預拌廠在輸送過程中會使坍度損失2cm，拌合完成時之目標坍度是10cm，流動化混凝土經壓送機壓送之坍度損失為2cm，則流動化後的目標坍度為17cm。
 - 4) 檢討4：含氣量
在澆置地點之含氣量若需5.5%，而因流動化及壓送機壓送使含氣量下降1%，則拌合之含氣量應為6.5%。若由拌合廠至工地之檢送過程中含氣量會下降1%，則剛拌合完成時之目

標含氣量應為 7.5%。(注意：配比設計時所需含氣量為 5.5%)

5) 檢討5：單位容積重量

在澆灌位置所要單位容積重量：1700 kg/m³
配比設計要針對上述所要求之單位容積重量進行。拌合完成之單位容積重量，可依照下式求得。

拌合完成時之單位容積重量

$$= \text{依據配比規定材料之計量重量 (kg/m}^3\text{)} \\ \times 1000 [1 - \text{拌合完成時之含氣量}(\%)/100] \\ \div \text{配比規範材料之絕對容積 (l/m}^3\text{)}$$

在拌合廠，偏差應控制在 ±2.5 % 以內。

(3) 配比設計

① 使用材料之性能：

普通波特蘭水泥 比重 ρ : 3.16

輕質粗骨材 最大尺寸：15mm

絕乾比重 ρ : 1.26

使用時表乾比重 ρ : 1.55 (使用時吸水率 23 %)

輕質細骨材 細度模數 2.80

絕乾比重 ρ : 1.62

使用時表乾比重 ρ : 1.90 (使用時吸水率 17%)

AE減水劑之標準使用量：水泥重量 \times 0.25 %

② 配比強度：根據預拌廠之要求強度決定式等出：

$$m = S + 2\sigma$$

$$(S = 270\text{kg/cm}^2 \text{時 } \sigma = 25\text{kgf/cm}^2)$$

$$= 270 + 2 \times 25 = 320\text{kgf/cm}^2$$

- ③水灰比：根據預拌廠之水灰比和28天強度的關係式決定。

$$m = -100 + 200(C/W) = 320 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{因此， } C/W = 2.10$$

$$W/C = 100/2.10 = 47.6 \% (< 55\%, 0K)$$

條件	修正計算	細骨材率(%)	單位水量(kg)
表4.2所示之值		40.0	163
砂之FM 2.95(=2.80+0.15)	$40 + (2.95 - 2.75) \times 0.5 / 0.1 = 41.0$	41.0	163
水灰比為0.476	$41.0 + (0.476 - 0.55) \times 1 / 0.05 = 39.52$	39.5	163
拌合完成之坍度為10cm時	$163 \times \{1 + (10 - 7.5) \times 0.012\} = 167.9$	39.5	168
空氣量為5.5%	$39.5 + (6 - 5.5) \times 0.75 = 39.875$ $168 \times \{1 + (6 - 5.5) \times 0.03\} = 170.52$	39.5 39.9	171

- ④單位水量及細骨材率，依表4.2的方法，求出單位水量W及細骨材率 s/a。

因為要使混凝土流動化，所以用上表求出之細骨材率需再加1%，變成40.9%左右。

$$W = 171 \text{ kg/m}^3, \quad s/a = 40.9\%$$

- ⑤單位水泥量

$$C = 100W/(W/C) = 100 \times 171 \div 47.6$$

$$= 359 \text{ kg/m}^2 (> 320, 0K)$$

- ⑥單位粗骨材量

全骨材的絕對容積V

$$= 1000 - [W + C/\rho \{10 \times \text{所要空氣量}(\%)\}]$$

$$= 1000 - (171 + 359/3.16 + 10 \times 5.5) = 660 \text{ l/m}^3$$

單位粗骨材量(絕對容積)V

$$= \text{全骨材的絕對容積} V(1/\text{m}^3) \times$$

$$\{1 - \text{細骨材率} s/a(\%)/100\}$$

$$= 660 \times (1 - 40.9/100) = 390 \text{ l/m}^3$$

$$\begin{aligned} & \text{單位粗骨材量(表乾重量)G} \\ & = \text{粗骨材的絕對容積}(l/m^3) \times \\ & \quad \text{粗骨材的表乾比重 } \rho \\ & = 390 \times 1.55 = 605 \text{kg}/m^3 \end{aligned}$$

⑦ 單位細骨材量

$$\begin{aligned} & \text{細骨材的絕對容積} \\ & = \text{全骨材的絕對容積}(l/m^3) \\ & \quad \times \text{細骨材率 } s/a(\%) / 100 \\ & = 660 \times 1.55 = 605 \text{kg}/m^3 \end{aligned}$$

最大細骨材重量

$$\begin{aligned} & = \text{目標單位容積量}(kg/m^3) - \\ & \quad \{ \text{水} \cdot \text{水泥} \cdot \text{粗骨材的重量}(kg/m^3) \} \\ & = 1700 - (171 + 359 + 605) = 565 \text{kg}/m^3 \end{aligned}$$

在本例全部細骨材都使用輕質骨材。

單位細骨材量(表乾重量)S

$$\begin{aligned} & = \text{細骨材的絕對容積}(l/m^3) \times \\ & \quad \text{輕質細骨材之表乾比重 } \rho \\ & = 270 \times 1.90 = 513 \text{kg}/m^3 (< 565, 0K) \end{aligned}$$

⑧ 單位混合劑量

$$\begin{aligned} & \text{單位混合劑量A} \\ & = C \times 0.25 / 100 \\ & = 395 \times 0.25 / 100 \\ & = 0.898 \text{kg}/m^3 \end{aligned}$$

⑨ 單位容積量

$$\begin{aligned} & \text{單位容積重量} \\ & = W + C + S + G \\ & = 171 + 359 + 513 + 605 \\ & = 1648 \text{kg}/m^3 (< 1700, 0K) \end{aligned}$$

⑩ 計算結果如表4.4 所示，以此為基本進行拌合試驗，有必要時加以修正，再決定最後配比。

表4.4 輕質骨材混凝土之配比規定

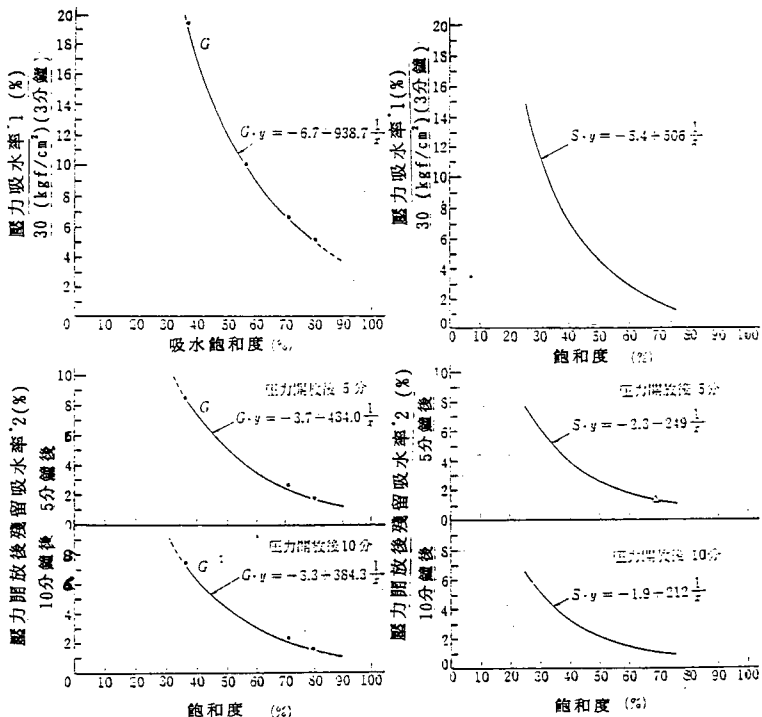
粗骨材的 最大尺寸 (mm)	坍度 範圍 (cm)	空氣 量之 範圍	水灰 比 W/C (%)	細骨 材率 s/a (%)	單 位 量				
					水 W (kg)	水泥 C (kg)	輕質細 骨材的 絕對容 積 (l)	輕質粗 骨材的 絕對容 積 (l)	混和劑 (cc) 或(g)
15	8±1.5	4~7	47.6	40.9	171	359	270	390	898

4.2 施工一般事項

4.2.1 人工輕質骨材的管理

(1) 一般管理

人工輕質骨材內部有很多空隙，依吸水率的大小，表乾比重會變化。而且在「4.3 壓送機壓送」的敘述中，使用吸水率（預濕Pre-wetting）少的骨材拌合之混凝土在壓送過程中，容易發生塞管的情形。



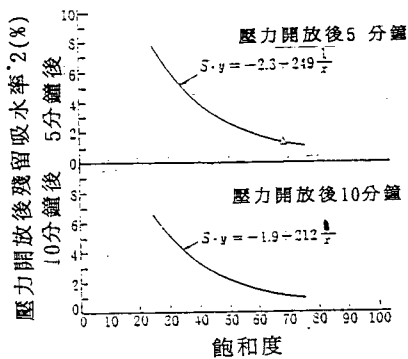
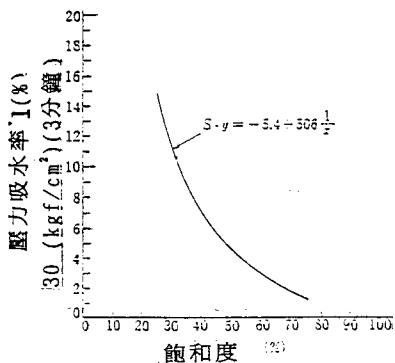


圖 4.2 細骨材之飽和度與壓力吸水率之關係

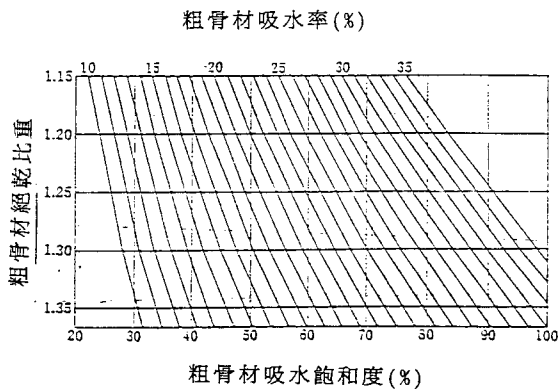


圖 4.3 粗骨材比重與吸水飽和度之關係

4.2.2 拌合

配比規範之骨材需要量，以絕對容積表示，在實際拌合時，以重量表示。在這裡用的人工輕質骨材使用時之表乾比重，吸水率等之品質都有必要加以確認。輕質骨材混凝土的拌合機與其用可傾式拌合機不如用強拌式拌合機來得好。

4.2.3 輸送

使用混凝土壓送機壓送混凝土時，依照「4.3 壓送機壓送」。

4.2.4 澆置及搗實

輕質骨材混凝土的澆置及搗實除依「RC規範」外，也要遵守下列規定。

- (1) a) 搗實混凝土需密實且均勻，澆置中及之後要充分搗實。
- b) 搗實，原則上使用內部表動機。使用振動機的振動數要在 10000rpm 以上者比較有效。
- c) 振動搗實要在不使材料產生分離的範圍內充分進行。
- d) 連續澆置時施工縫須避免產生裂縫，振動機需貫入下層混凝土內約 10cm，使搗實工作確實。
- e) 用壓送機 (pump) 壓送時，為搗實而用內部振動機之台數為，吐出口要有 2 支以上。

4.2.5 修飾及養護

輕質骨材混凝土的修飾及養護除依照「RC規範」之規定外，更要注意下列事項。

4.2.5.1 修飾

- (1) 混凝土澆置之後混凝土須用木塼板塼平，視浮水狀混及凝結時間，加以搗實並用鍍刀修飾。隨著混凝土的凝結，表面急遽乾燥而產生收縮，加上其他外力，容易產生裂縫。特別是在混凝土下陷，由於鋼筋，表面發生裂縫的情形很多，這些裂縫，儘可能在早期就發現，可用搗實或再修飾加以消除。
- (2) 粗骨材浮至上面修飾困難時用網式整平等器具將粗骨材壓入混凝土中，凝結前用慢加修飾。
- (3) 在冬季施工遇到太多除水時，須用適當方法除去浮水，並用上述方法修飾。

4.2.5.2 養護

- (1) 對混凝土露出面須採用洒水等方法充分初期養護。因急遽乾燥時，容易發生微細裂縫須加以注意。
- (2) 混凝土不可在初期齡期凍結冬季混凝土在澆置後；在抗壓強度未達 $50\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以前應保持溫度在 5°C 以上。其次之後的3天，勿使其凍結。其他關於冬季混凝土的注意事項依「RC規範」之規定。

4.2.6 品質管理及檢查

- (1) 品質管理及檢查依「RC規範」及「流動化混凝土施工基準」。輕質骨材混凝土的品質管理及檢查方面則以下列事項作為參考。

4.2.6.1 混凝土製造時之管理、接受時之檢查及試驗。

- (1) 使用預拌混凝土時之品質管理依照JIS A 5308 預拌混凝土中的7.5節「品質管理」。關於使用之骨材則根據JIS A 5308 附錄「預拌混凝土用骨材」及附錄4「輕質骨材上浮率的試驗方法」。

4.3 壓送機壓送

輕質骨材混凝土，因骨材中有未飽和的空隙，將坍度8~12cm的混凝土以壓送機壓送時容易，發生輸送管的阻塞。爲了使用壓送機壓送輕質骨材混凝土順利，需使用流動化混凝土使流動性增力，輕質骨材也需事先十分預濕，才可使混凝土與輸送管間之摩擦抵抗減小是極爲重要的。再者，一定要選擇壓送性能良好的混凝土壓送機機種及壓力損失小之配管。

表4.5 流動化輕質骨材混凝土壓送性之難易程度

坍度 (cm)	使用骨材		壓送量 (m ³ /h)					
	細骨材	粗骨材	10	15	20	25	30	35
base 流動化								
8 → 15	輕質普通	輕質混合	○	○	○	×	×	×
			○	○	○	○	△	△
12 → 18	輕質普通	輕質混合	○	○	○	○	○	○
			○	○	○	○	○	○

- 條件 1) 單位水泥量 350~400 kg/m³
 2) 水平實長 ≒ 100m (水平換算長度 ≒ 150m)
 3) 管徑……125mm
 4) 混合……粗骨材中50%輕質，50%普通骨材(絕對容積)

表4.6 是土木學會、國鐵及人工輕質骨材協會實施的輕質骨材混凝土之壓送機壓送性能試驗的概要也有提及因輕質骨材混凝土之配比條件及壓送量之組合及壓送難易程度之記載等。表中的○表示壓送容易，×表示壓送困難，△表示因混凝土配比條件或高溫時施工條件等，可能會壓送困難，所以最好進行壓送試驗加以確認。

4.3.1 施工計劃

輕質骨材混凝土之壓送機施工計劃「混凝土之壓送機施工指南」及「流動化混凝土施工指南」外，最好也參考以下事項。

4.3.1.1 基本計劃

爲使輕質骨材混凝土之壓送機壓送容易，對於下列事項需詳細檢討。

- ① 流動化混凝土之檢討。
- ② 考慮施工條件的混凝土配比之檢討。
- ③ 輕質骨材使用時之吸水率之檢討。
- ④ 配管及管徑之檢討。
- ⑤ 選定適當的壓送量。

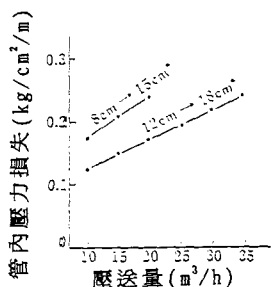
檢討時，最重要的，項目是：爲了使輕質骨材加壓吸水伴隨的稠度變化，減至最小，要儘可能使用流動化混凝土，使管內抵抗減至最小。因此輸送管的口徑必須全部使用125A(5A)管以上者。

4.3.1.2 混凝土的壓送計劃

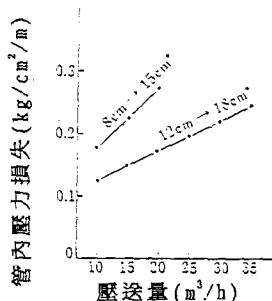
- (1) 選擇壓送機壓送業者，輕質骨材混凝土的壓送屬於全日本混凝土壓送事業團體聯合會，選擇擁有壓送機之pump機種及配管材料作業比較好。另外壓送機壓送作業人員，也以具有勞動省認可之混凝土壓送技工之資格者較妥當。
- (2) 壓送機機種及台數的選定混凝土pump的機種依骨材之組合及單位水泥量等之配比條件，考慮配管計劃及壓送條件等選擇有充分寬裕能力之機種較好。混凝土pump的台數則可根據單位時間的壓送量來決定。再者，單位間的壓送量，增加時，管內壓力亦，增加使壓送困難，所以要考慮輕質骨材混凝土的配比條件及澆置速度，定出適量的壓送量。
- (3) 壓送性之檢討

- ① 作用於混凝土壓送機的費大壓力可用下式求出
$$p_{max} = (\text{每1m水平管的壓力損失}) \times (\text{換算或水平長度})$$

- ② 1m 水平管的壓力損失依骨材的組合、單位水泥量、壓送量、及管徑等而定。可參考圖4.4之但，壓力損失會因混凝土溫度增高而變大，所以夏季施工時要注意混凝土的溫度控制。



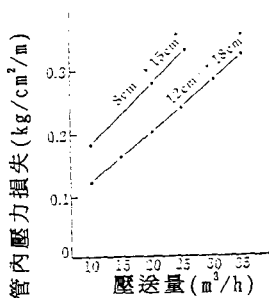
管內壓力損失 (kg/cm²/m)



管內壓力損失 (kg/cm²/m)

粗骨材 人工輕質骨材
 細骨材 人工輕質骨材
 單位水泥量 350~400(kg/m³)

粗骨材 人工輕質骨材
 細骨材 普通砂
 單位水泥量 350~400(kg/m³)



粗骨材 人工輕質骨材50%
 碎石 50%
 細骨材 人工輕質骨材
 單位水泥量 350~400(kg/m³)

註：添加流動劑

圖4.4 坍度、壓送量及管內壓力損失間之關係(管徑125A)

- ③ 換算成水平的距離是將垂直管、漸縮管、彎管、橡皮軟管等依照表4.6之數值換算成水平長度，再和水平管的長度合計求出。

表4.6 各種輸送管的水平換算長度

項 目	單 位	標 稱 尺 寸	水平換算長度
向上垂直管	1m 左右	125A (5B) 150A (6B)	3 3
tapared管	1根左右	175A ← 150A 150A ← 125A	3 3
彎 管	1根左右	半徑1m(90°)	6
flexible hose	1根(5~8m)	與管徑同	20

- ④ 依①~③的程序求出 p_{max} ，若是預定機種的理論上出壓力之80%以下，可以判斷壓送可能。但無論何種場合，一定要使用具有理論吐出壓力 $40\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上之性能的機種才行。
- ⑤ 預估混凝土壓送有困難的狀況時，則要進行適宜壓送試驗，以確認其壓送性。

預估有困難的情況是壓送距離長，參考混凝土的坍度在8cm以下，壓送時之坍度也在15cm以下，或水泥量偏多並在夏季施工等。

4.3.2 材料及配比

4.3.2.1 材料

(1) 骨材

- ① 對於混凝土的pump壓送性，因細骨材的0.3cm節通過率之影響很大，所以最好使用0.3cm節通過率20%~30%的範圍，若使用微粒部分不足之細骨材時，最好用飛灰等做為細骨材的微粒部分。

- ② 人工輕質骨材要充分預濕 (pre-wetting)，使用時的吸水率，粗骨材，是25% 以上，細骨材是15% 以上為佳。
- (2) 混合材料用符合JIS A 6204「混凝土用化學混合劑」之混合劑；飛灰則用合於JIS A 6201「飛灰」者。關於輕質骨材混凝土的pump壓送，必須使用流動化劑，使坍度增加。使用之流動化劑一定要合於「混凝土用流動化劑品質規範者」。

4.3.2.2 配比

輕質骨材混凝土的pump壓送只限用在流動化混凝土因此，關於輕質骨材混凝土流動化時關於配比應。注意事項如下：

- (1) 坍度 輕質骨材混凝土流動化後的坍度在不產生材料分離等不好影響的範圍內增大坍度，可使混凝土pump，壓送性及搗實性也變容易。另一方面，流動化劑之使用方法不適當時，所以流動化混凝土的坍度要在18cm以下，坍度的增大量在5~8cm左右時適用15cm，12cm左右時，適用18cm的流動化。
- (2) 單位水泥量 pump壓送輕質骨材混凝土的單位水泥量，以320kg/m³以上較好但，夏季施工，混凝土溫度高時，須注意單位水泥量不可太多因壓送抵抗會增大，而使壓送困難。若無強度、耐久性等問題，在壓送性方面則以良質飛灰替代部份水泥為宜。
- (3) 細骨材率細骨材率須考慮流動化後的工作性，並根據試拌決定。流動化混凝土的細骨材率和參考base混凝土同一坍度的普通混凝土之細骨材率比較，流動化後的坍度15cm時增加0~2%，18cm時增加1~3%左右較好。

4.3.3 混凝土的製造及供給

4.3.3.1 混凝土製造

- (1) ready-mixed 混凝土 使用ready-mixed 混凝土時，依照JIS A 5308 之規定。
- (2) 在工地plant製造之混凝土，工地拌合廠製造混凝土時，依照「RC規範」之規定

4.3.3.2 混凝土之供給

供應混凝土pump之混凝土，不可有延遲現象應預先提出輸送計劃，和預拌廠和工地拌合廠間的連絡，一定要密切。因為混凝土pump的故障，阻塞下雨等及其他突發狀況，都需作業中斷或中止 以須立刻與製造工場斷絡停止製造。

4.3.4 壓送

4.3.4.1 配管

- (1) 選擇輸送管 輸送管須具符合壓送條件之強度，無變形空洞，凹凸等損傷或管內無硬化水泥附著之輸送管才可。輸送管之尺寸125 A (5B)以上者。等別是承受高壓部份的輸送管，須用管厚4~4.5mm以上的高壓用管（瓦斯管）。彎曲管使用半徑1M以上者管厚磨損1/2以上者，管重磨耗損失40% 以上之輸送管不可使用。
- (2) 配管的固定 水平管用支持台固定，不可直接用或鋼筋來支持。垂直管的最下部要堅固固定，中間部份近適當間隔處適當固定，防止產生水平方向的移動。

4.3.4.2 壓送作業

輕質骨材混凝土的壓送，須遵守所列注意事項：

- ① pump 壓送的中斷，對輕質骨材混凝土的壓送有不良影響，須儘可能連續壓送，不得已必須中斷時若剛開始壓送，則將壓送機逆轉，使混凝土移動至壓送機的進料漏斗內然後再開始壓送。
- ② 為避免供應 pump 的混凝土中斷，混凝土拌合車應乙台。
- ③ 長時間中斷壓送時，為防止配管、阻塞，午餐時應少量間斷運轉。特別是夏季溫度高時，施工上更要注意上述事項。
- ④ 壓送中加諸於輕質骨材混凝土的壓力，一般來說，比普通混凝土大，所以配管材料及配管定點檢查要特別注意，有輕微阻塞現象時，須立刻減少壓送量。

4.3.5 壓送後的混凝土，品質管制由壓送開始到澆置完成的混凝土，須確保要求品質，所以一定要加以管理。

4.3.5.1 品質的變化

- ① 壓送後混凝土之品質要注意到澆灌場所，如澆置地點之坍度，含氣量及單位容積重量須在規定範圍內。
- ② 壓送後混凝土之抗壓強度，須符合「RC 規範」中第 190 條規定的品質檢查。
- ③ 壓送後混凝土品質不適當時，除了要修正配比，檢查機械設備的性能，改善作業方法等適切之處理外，為確認是否已達混凝土應具備之要求可採用非破壞試驗鉗取混凝土壓試，或載重試驗等，如有需要需做適當處理（延長養護時間，補強或拆除）。

・附錄九・

SPANCRET 樓版構造設計要領

昭和46年11月15日

評定書

財團法人日本建築中心
混凝土系構造評定委員會
委員長 工學博士 小倉弘一郎

第1 條 適用範圍

1. 本要領適用第3 條所示以 SPANCRET 樓板構件架設在建築物的橫架材上，主要為只負擔垂直荷重的SPANCRET樓板構造(含頂樓板，以下稱第一種SPANCRET 樓板構造)，也包括負擔水平荷重的 SPANCRET 樓板構造(含頂樓板，以下稱第二種SPANCRET 樓板構造)。
2. 本要領規定之外者，則依建築基準法的規定。
3. 根據特別調查研究而設計，具有與本要領要求之相同安全性者，該部份可不適用本要領。

第2 條 使用 SPANCRET 樓板之建築物的構造及適用層樓

1. 使用 SPANCRET 樓板的建築物，其構造須能安全支持 SPANCRET 樓板。
2. 使用第一種 SPANCRET 樓板構造時，水平力要向樓板以外的主要構造部份有效傳達。
3. 使用第二種 SPANCRET 樓板構造者，須適合下列規定。
 - a. 在設有耐震要素（有支撐的骨架，耐震壁，尤其是剛構架）的建築物，其各層的耐震要素，須在同一垂直位置上。
 - b. SPANCRET 樓板的單位大小原則上在66m²以下（固定樓板周邊大樑等橫架材的中心線所包圍的面積）。

第3條 構件的品質

1. 構件以日本 SPANCRET 協會規定之製造基準所規定之，製品規格「樓板用 SPANCRET」為準。
2. 構件使用之 PC 鋼線的品質須符合 JIS G3536 (PC 鋼線及鋼腱) 的規定，並應符合表1之規定。

表1. PC 鋼線之品質

種 類	抗張荷重(kg)	降伏荷重(kg)	伸長率(%)
2股2.9mm 絞線	2600以上	2300以上	3.5以上
3股2.9mm 絞線	3900以上	3450以上	3.5以上
7股9.3mm 絞線	9050以上	7700以上	3.5以上
7股12.7mm絞線	18700以上	15900以上	3.5以上

3. PC 鋼線之施拉荷重如表.2 所示之值。鋼筋配置量在標準量及以下者，預力導入後之有效百分率為施拉荷重的80%。鋼筋配置量大於標準量時，每次都要計算有效百分率。

表.2 施拉荷重

種 類	施拉荷重(kg)	施拉時最大荷重(kg)
2股2.9mm 絞線	1800	1850
3股2.9mm 絞線	2700	2750
7股9.3mm 絞線	6000	6080
7股12.7mm絞線	12000	12120

4. 混凝土的28 天抗壓強度應在400kg/cm²以上。水泥的使用量，每M³混凝土，要350kg以上。

5. 施預力時混凝土的抗壓強度應為最大預力的1.7倍以上，且需在 $350\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上。
6. 構件內配置的 PC 鋼線的保護層要在 2cm 以上。但耐火材則隨規定條件而定。
7. 構件內配置的 PC 鋼線之種類及支數係依跨度及荷重條件而定。各斷面的PC鋼線的種類、支數、跨度及荷重以附表-2為標準。
8. 構件的斷面如附圖-1所示。斷面的各種性質如附表-1所示。
9. 構件的寬度及長度的正負公差各為 4mm ， 10mm ，厚度的容許差為 $+4\text{mm}$ ， -3mm 。
10. 構件上不可有會造成構造耐力及施工上障礙之有害傷痕、裂縫、扭曲及缺口等。
11. 構件的長度為厚度之60倍以下，對於承載荷重須滿足應力及撓度等其他條件。標準設計之承載荷重及跨度的關係，請參考附表-2。
12. 構件之撓度須具必要的斷面耐力，且垂直荷重作用下，其撓度不可超過支點距離之 $1/300$ ，並且應有適當剛性，使撓度保持在 20mm 以下。

第4條 SPANCRET 樓板之構造

1. 各項構件之端部(PC鋼線方向)用樑，桁等橫架來支持，並且用鋼筋、鋼料、水泥砂漿或混凝土等加以充分固定，以防止移動。構件端部與支持樑等之重疊長度，應為跨度之 $1/100$ 以上，且須 4cm 以上。
2. 各構件與構件相互間之接縫，用水泥砂漿或混凝土充填，使其相互結合。
3. 第一種 SPANCRET 樓板構造，除依照前二項之規定外，尚需如附圖-2所示，須緊結在主構造體上。
4. 第二種 SPANCRET 樓板構造，除依照前1、2項之規定外，為了抵抗水平剪力，各構件之接縫，需如附圖-3所示，使用接縫及小五金等加以補強。

- 第一種及第二種 SPANCRET 樓板構造之耐力上重要的補強鋼筋及鋼料需採用電焊或其他方法緊密連接。

第5條 構造計算

- SPANCRET 樓板承受垂直荷重時，以單一構件之簡單樑來計算。這種情形需依照第3條之11項及12項來校核耐力及剛性。
- 第二種 SPANCRET 樓板構造之接縫應密接及周邊加補強鋼筋，使成爲合成樓板，其水平剪力強度及剛性，應經計算或試驗，確定樓板十分安全。
- 對於承受部分集中荷重的 SPANCRET 樓板，須對荷重引起之局部破壞十分安全，承受集中荷重的板，及對鄰接板之荷重分配，應按照實際狀況用試驗來確定。
- 構件接合用的水泥砂漿及混凝土的配比(體積比)如表3所示，28天之抗壓強度應在 $210\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上。接縫及與其他構件之接觸部分之長期容許剪應力爲 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ ，長期容許壓應力爲 $40\text{kg}/\text{cm}^2$ 。短期容許剪應力爲 $6\text{kg}/\text{cm}^2$ ，短期容許壓應力爲 $80\text{kg}/\text{cm}^2$ 。但特別小心施工時，可將上述各容許應力提高1.5倍。

表3

種 類	水 泥	砂	粗骨材
水泥砂漿	1	2	
混凝土	1	2	3.5

- 構件之混凝土容許剪力應爲長期 $9.8\text{kg}/\text{cm}^2$ ，短期 $14.7\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下。
- 鋼材及其焊接縫之容許應力，請依照日本建築學會之相關構造計算之規定。

第6條 其他

1. 屋頂樓板及其他會淋雨部分的 SPANCRET 樓板，須做有效的防水設施。
2. 組立用五金須做防銹設施。
3. 構件及結合部之混凝土，原則上不可開孔。不得已須在斷面上挖切時，應注意不可對構造耐力上有所影響。
4. 特別是要求耐火性時，須使用建設省認定之產品，另外也應做其他有效設施。

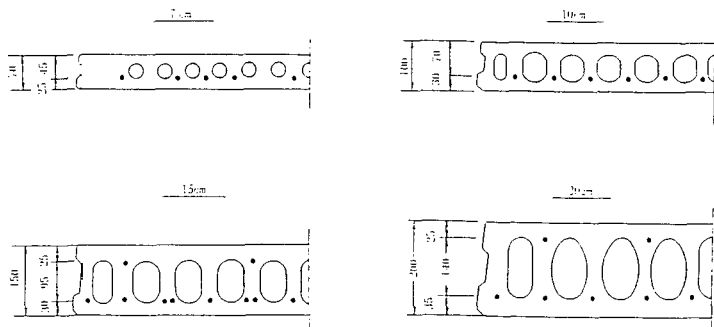
附表-1 SPANCRET板斷面各項性質

項目	板厚 (cm)	7	10	15	20
斷面積	A cm ²	600	751	1055	1314
中心軸距上緣距離	Y' cm	3.51	5.01	7.52	10.02
中心軸距下緣距離	Y cm	3.49	4.99	7.48	9.98
斷面二次力矩	I cm ⁴	2773	7794	25158	57870
斷面係數	上緣 Z' cm ³	790	1566	3344	5775
	下緣 Z cm ³	794	1562	3363	5799
PC鋼線限界核	e _p cm	1.32	2.07	3.17	4.40
回轉半徑	i ² cm ²	4.61	10.38	23.85	44.06
斷面一次力矩	Q cm ³	578	1096	2308	3957
中心軸之腹部寬度	b cm	59.1	46.6	47.7	40.0
單位重量	W kg/m ²	140	175	245	305

附表-2 標準板之容許跨距(mm)

板件 厚度 cm	PC鋼線配筋	板件以外 固定荷重 kg/cm ²	堆積荷重 kg/cm ²						
			180	230	300	360	400	550	
7	上層筋	0支	0	3500	3250	3000	2800	2700	2400
	下層筋		50	3250	3050	2800	2650	2600	2300
	2.9mm三股絞線	10支	100	3050	2900	2700	2550	2450	2200
			150	2900	2750	2600	2450	2400	2150
			200	2750	2600	2450	2350	2300	2100
		250	2600	2500	2400	2300	2200	2050	
10	上層筋	0支	0	4600	4300	3950	3700	3600	3200
	下層筋		50	4300	4050	3750	3550	3450	3100
	2.9mm二股絞線	4支	100	4050	3800	3600	3400	3300	3000
	2.9mm三股絞線	8支	150	3800	3650	3450	3300	3200	2900
			200	3650	3500	3300	3150	3100	2800
		250	3500	3350	3200	3050	3000	2750	
15	上層筋		0	6800	6400	6000	5700	5500	4950
	2.9mm二股絞線	4支	50	6400	6100	5700	5450	5300	4800
	下層筋		100	6100	5800	5500	5250	5100	4650
	2.9mm二股絞線	2支	150	5800	5600	5300	5100	4950	4550
	2.9mm三股絞線	14支	200	5600	5400	5100	4900	4800	4400
		250	5400	5200	4950	4800	4650	4300	
20	上層筋		0	8500	8100	7600	7300	7050	6400
	2.9mm三股絞線	4支	50	8100	7750	7300	7000	6800	6200
	下層筋		100	7750	7450	7050	6800	6600	6050
	2.9mm三股絞線	2支	150	7450	7150	6800	6550	6400	5900
	9.3mm七股絞線	8支	200	7150	6900	6600	6400	6200	5750
		250	6900	6700	6400	6200	6050	5650	

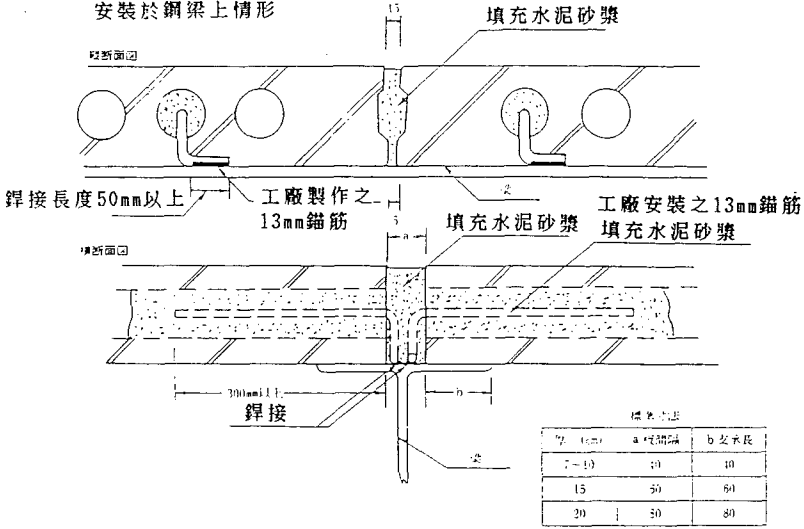
配筋圖



：因設計條件變更而使用之特殊板，可依照鋼線之種類與配置而改變跨距

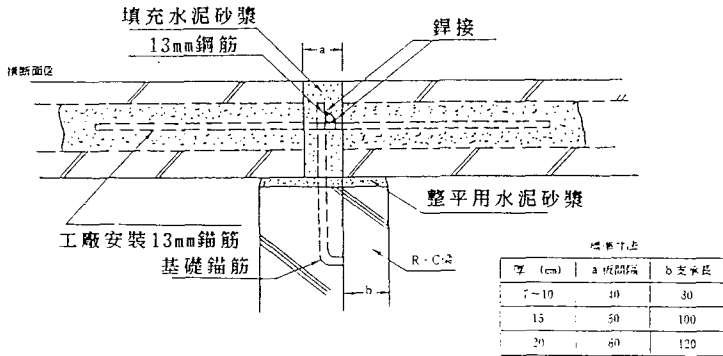
附圖-2 第一種 SPANCRET 板安裝圖

安裝於鋼梁上情形



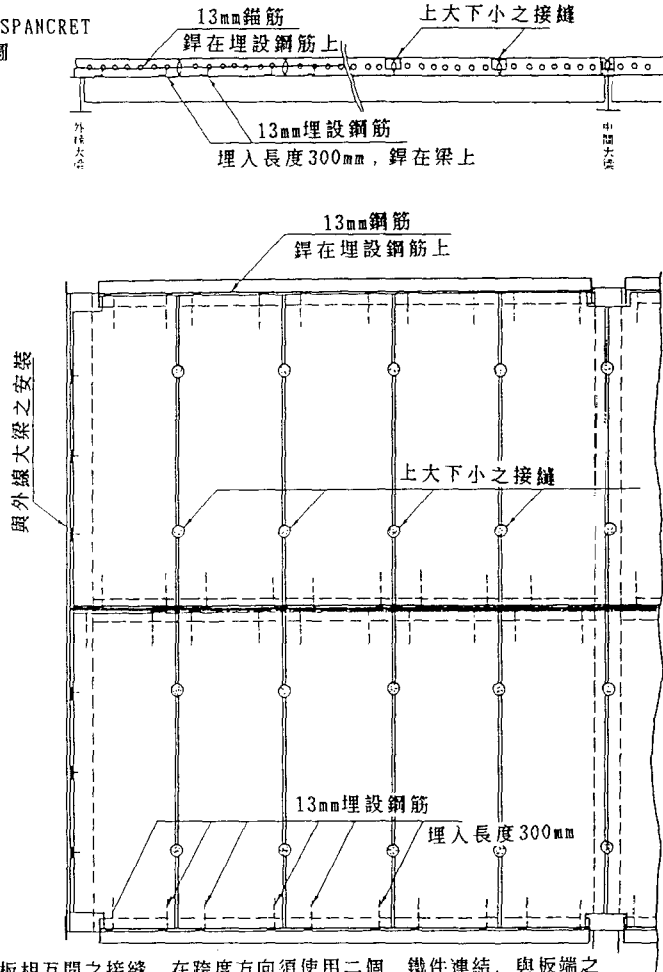
註：可按照條件變更

安裝於混凝土梁上情形



註：可按照條件變更

附圖-3 第二種 SPANCRET
板安裝圖



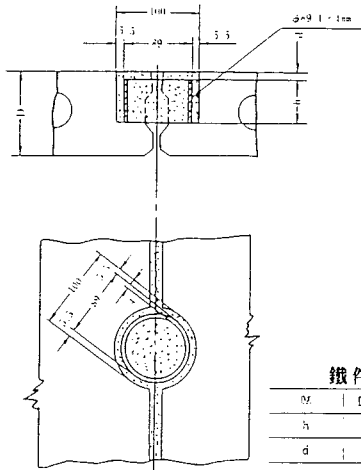
註：(1) SPANCRET板相互間之接縫，在跨度方向須使用二個 鐵件連結，與板端之
最小距離為30cm。
(2) 上凹狀接縫及固定鐵件之最大耐力經試驗結果如下表。

種 別	形 狀	寸 法	剪 力 (kg)		拉 拔 力 (kg)	
			表 面	側 方	表 面	側 方
上天下小之接縫	A型	B型	7,200	—	—	—
插孔錨筋	—	φ9 Q=50mm	2,500	1,700	3,000	2,300
埋設鋼筋 鐵 筋	—	φ13 埋入長度 300mm	1,500	1,300	—	3,300

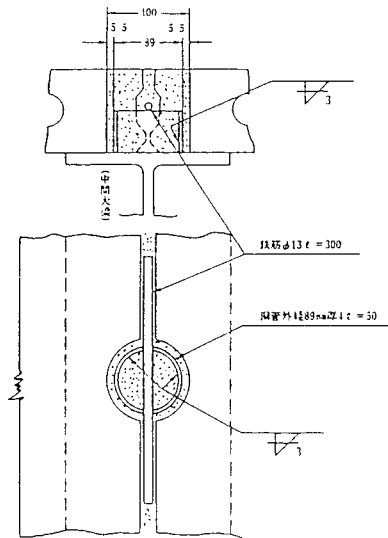
計算水平應力時，考慮構造之種類採用上述之數值。

附圖-4 第二種構造板安裝詳圖

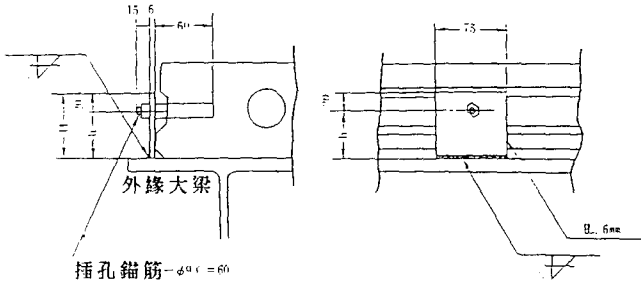
a) 上大下小之接縫詳圖



b) 與中間大梁之安裝詳圖

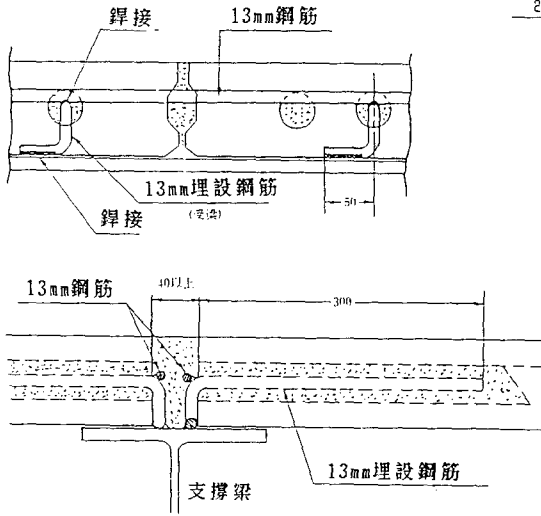


c) 與外緣大梁之安裝詳圖



d) 與支撐梁之安裝詳圖

板件厚度	h	H
10cm	50mm	70mm
15cm	75mm	75mm
20cm	100mm	120mm



226

・ 附錄十 ・

SPANCRET 合成樓版施工法設計施工要項

建設省東住指發第403號

認定書

昭和62年12月7日

建設大臣 越智伊平(印)

第1條 適用範圍

1. 本要項適用於以第2條所示合成樓版施工，用 SPANCRET 裝在建築物之構台上，上面配予鋼筋及澆置混凝土成爲一體之合成樓版(含屋頂樓版)(以下稱合成樓版)。此合成樓版須承擔垂直荷重及地震時作用於樓版之剪力。
2. 除了本要項規定之外，也要依循以下規範：
建築基準法及執行令，日本建築學會制定的「鋼筋混凝土構造計算規範及解說」，「預力混凝土設計施工規範及解說」，「建築工程施工標準說明書及解說，JASS 5 鋼筋混凝土工程」、(社)預力混凝土技術協會制定的「中空 PC板設計施工指南及解說」、日本建築中心「預力混凝土造設計施工指南(1983)」及其他相關規定。

第2條 SPANCRET 的品質

1. SPANCRET 是以日本 SPANCRET 協會製定「SPANCRET 製品設計基準」及「SPANCRET 製造基準」爲基準所製造之合成樓版施工用 SPANCRET。其他則依據預力混凝土技術協會制定之「中空PC板設計施工指南及解說」之規定。

2. 混凝土的規定強度要在 $400\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上。
3. 施預力時之混凝土抗壓強度應為最大預力的1.7 倍以上，而且，在 $300\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上。
4. 配置在 SPANCRET 的 PC 鋼線之保護層厚度要在 2.5cm 以上。但規定需耐火的構材之保護層應按規定辦理。
5. 配置在 SPANCRET 上的 PC 鋼線的種類、支數及位置皆由設計條件而定。對於標稱 100cm 寬度者排4列，對於公稱最小寬要配置2列以上。
6. 在主體構造使用之 SPANCRET 的標稱厚度應在 7cm 以上，標稱寬度在 30cm 以上。
7. SPANCRET 之厚度、寬度及長度的容許差如附表-1。

附表-1

單位: mm

部位	厚度	寬度	長度
許可差	+4, -2	+4, -3	± 5

8. SPANCRET 不可有對構造耐力、耐久性及施工上造成障礙的有害傷口、扭曲及缺口。

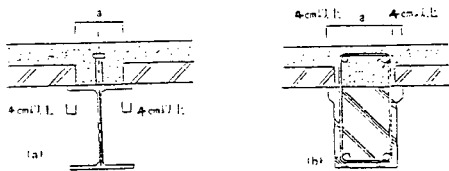
第3條 現場澆置鋼筋混凝土的品質

1. 在 SPANCRET上面現場澆置鋼筋混凝土部份之厚度須 5cm 以上。
2. 混凝土(包括第一種輕質混凝土)的規定強度須 $180\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上。
3. 混凝土之坍度須在 18cm 以下。
4. 混凝土的單位用水量之最大值以 $185\text{kg}/\text{cm}^3$ 為準。

5. 混凝土的單位水用泥量的最小值為 $270\text{kg}/\text{cm}^3$ 。
6. 其他為確保混凝土耐久性，有關之材料、配比等應依循建築學會「建築工程施工標準說明書·JASS5」之規定。
7. 鋼筋之保護層在屋內為 30mm ，屋外為 40mm 以上。但屋外若有具耐久性的表面修飾時，也可採用 30mm 。
8. 除特殊情況外，鋼筋應符合 JIS G3112「鋼筋混凝土用鋼筋」、JIS G3117「鋼筋混凝土用再生鋼筋」及 JIS G 3551「焊接鋼絲網」等規定中之直徑 9mm 以上的圓鋼筋，D10以上的竹節鋼筋及直徑 6mm 以上的焊接鋼絲網。

第4條 SPANCRET 合成樓版的構造

1. SPANCRET 合成樓版係指第2條 SPANCRET 和第3條所示與現場澆置混凝土結成一體的合成樓版。
2. 針對荷重之一體化，根據 SPANCRET 和現場澆置混凝土的接合面上所設剪力控制裝置之剪力為準。
3. SPANCRET 表面的剪力控制裝置要滿足日本SPANCRET 協會編訂的「SPANCRET製品設計基準」和「SPANCRET製造基準」規定之形狀及尺寸。
4. 在構台上安裝SPANCRET 時，SPANCRET 與支持台(如樑)的重疊長度應 4cm 以上。(如附圖-1)



附圖-1

5. 現場澆置混凝土之鋼筋斷面積與混凝土斷面積之比值，縱橫兩方面都需在 0.2% 以上。
6. SPANCRET 相互間的接縫以現場澆置混凝土來充填。

7. 面內之剪力通常由現場澆置之鋼筋混凝土承擔。
8. 構台上的 SPANCRET 之間隔（如附圖-1之a）要空開5cm以上。
9. 端部應與主體構造有效接合。
10. SPANCRET 之 PC 鋼線的端部應按耐久性及耐火性之需要覆蓋足夠的混凝土。

第5條 構造計算

1. 計算基本事項

- (1) 對於混凝土澆置時之荷重（SPANCRET 及現場澆置混凝土自重、及作業荷重），以 SPANCRET 兩端簡單支持之單向版來計算。
- (2) 對於修飾及堆積荷重，合成樓版以單向版來計算，但單方向板來承擔，直交方向的安全也須加以檢討。
- (3) 斷面應力的計算，依預力混凝土技術協會制定之「中空板設計施工指南及解說」，對於長期應力應按全部預力來設計。
- (4) 有效預力之最後值，以有效率 $\eta = 0.8$ 來計算。
- (5) 合成樓版斷面上的各項常數，以彈性模數為比例，用等值斷面來計算。
- (6) 對於長期應力，裂縫的安全係數為1.3。
- (7) 檢討勿使長期撓曲產生障礙。
- (8) 現場澆置鋼筋混凝土部份，配筋之端部鋼筋的固定，依照日本建築學會制定之「鋼筋混凝土構造計算規範及解說」結實固定。而且橫架材之結構之鋼樑時，若固定長度不夠應採用焊接等方式。
- (9) 其他如彎曲、剪力、面內剪力及接合面對應力是否安全等，依以下項目檢討。

2. 針對彎曲的設計

- (1) 澆置混凝土時之短邊方向（SPANCRET 上端、下端）
[SPANCRET 上端的應力]

$$s \sigma_c = \sigma_p' + Ml/sZ' \leq sfc'$$

[SPANCRET 下端的應力]

$$s\sigma_t = \sigma_p' - Ml/sZ \geq sft'$$

σ_p' : SPANCRET 上緣有效預應力(kg/cm²)

σ_p : SPANCRET 下緣有效預應力(kg/cm²)

$s\sigma_c$: SPANCRET 上所生之壓應力(kg/cm²)

$s\sigma_t$: SPANCRET 下所生之張應力(kg/cm²)

sfc' : SPANCRET 混凝土施全部預力時，混凝土的容許壓應力(kg/cm²)

sft' : SPANCRET 混凝土施全部預力時，混凝土的容許張應力(kg/cm²)

Ml : [SPANCRET 重量] + [現場澆置混凝土重量] + [作業荷重] 引起的彎曲力矩(kg/cm²)

sZ' : SPANCRET 上側的斷面係數(cm³)

sZ : SPANCRET 下側的斷面係數(cm³)

(2) 長期荷重作用時短邊合成樓版下端張力部份
(SPANCRET 之張力)

[合成樓版上端的應力]

$$\sigma_c = Ml/Z' \leq fc$$

[合成樓版下端的應力]

$$\sigma_t = \sigma_p - M2/sZ - Ml/Z \geq sft' \text{ 及以上二式}$$

$$M_{cr}/Ml \geq 1.3$$

σ_c : 合成樓版上緣壓應力(kg/cm²)

σ_t : 合成樓版下緣張應力(kg/cm²)

fc : 現場澆置混凝土之容許壓應力

sft' : 合成樓版混凝土施全部預力時，混凝土的容許張應力 (kg/cm²)

M1 : [修飾重量]+[堆積重量]引起的彎曲力矩 (kg-m)

M2 : [SPANCRET 重量]+[現場澆置混凝土重量]引起的彎曲力矩 (kg-m)

Z' : 合成樓版上側的斷面係數 (cm³)

Z : 合成樓版下側的斷面係數 (cm³)

Mcr : 合成樓版下端之彎曲力矩 (kg-m)

對短期荷重， f_c 為現場澆灌混凝土的短期容許應力，sft' 為 SPANCRET 混凝土的短期容許張應力。

- (3) 長期荷重作用時短邊合成樓版上端張力部份。
(現場澆置混凝土部上端張力)

$$M_a = a_t \cdot f_t \cdot j \geq M_1$$

j : (7/8)d (cm)

M_a : 現場澆置混凝土承受張力部份之合成樓版的容許彎曲力矩 (kg · cm)

M₁ : [修飾重量]+[堆積荷重]引起之彎曲力矩 (kg-m)

a_t : 張力鋼筋之斷面積 (cm²)

f_t : 鋼筋之容許張應力 (kg/cm²)

d : 受壓力邊緣 (SPANCRET 下緣) 至張力鋼筋重心距離 (cm)

對短期荷重，以 f_t 表示鋼筋的短期容許張應力來設計。

- (4) 長期荷重作用時合成樓版長邊的上端受張力部份
(現場澆置混凝土上端張力)

除了承擔特別大的荷重外，不管應力多少，現場澆置混凝土全斷面積對現場澆置混凝土的鋼筋全部斷面積的比值應為0.2% 以上。承擔特別大的短期荷重時，應依照日本建築學會制度的「鋼筋混凝土構造計算規範・及解說」第9條、第13條之長邊端部之規定，計算需要之鋼筋。

剪力之設計

(1) 澆置混凝土時 (SPANCRET)

$$s\tau = Q1 \cdot sS/sI \cdot sb \leq sfs'$$

$s\tau$: SPANCRET 在中心軸之剪應力 (kg/cm²)

sfs' : SPANCRET 混凝土於施預力時之容許剪應力 (kg/cm²)

$Q1$: [SPANCRET 重量] + [現場澆置鋼筋混凝土重量] + [施工荷重]
所引起的剪應力 (kg/cm²)

sS : 壓力側斷面對 SPANCRET 中心軸之斷面一次力矩 (cm³)

sI : SPANCRET 的斷面二次力矩 (cm⁴)

sb : SPANCRET 之中心軸之斷面寬度 (cm)

(2) 長期荷重時 (合成樓版)

[SPANCRET 部份之檢討]

$$Q2 \cdot sS/sI \cdot sb + Q1 \cdot 1S/I \cdot b \leq sfs$$

[現場澆置鋼筋混凝土部分的檢討]

$$Q1 \cdot 1S/I \cdot b \leq fs$$

- sfs: SPANCRET 混凝土施全部預力時的容許剪應力 (kg/cm²)
- fs : 現場澆置混凝土的容許剪應力 (kg/cm²)
- Q2 : [SPANCRET 重量] + [現場澆置混凝土重量] 所引起之剪應力 (kg/cm²)
- Q1 : [修飾重量] + [堆積荷重] 引起之剪力 (kg)
- 1S : 壓力側對合成樓版的圖心軸之斷面一次力矩 (cm³)
- I : 合成樓版的斷面二次力矩 (cm⁴)
- b : 合成樓版的圖心之斷面寬度 (cm)

對短期荷重，可將sfs，fs 當做各混凝土的容許剪應力來設計。

4. 接縫面之設計

$$2\tau = Q1 \cdot 2S / I \cdot b_0 \leq F_s$$

- 2τ : 接縫面生成之剪應力 (kg/cm²)
- 2S : 壓力側對合成樓版的接縫面的一次力矩 (cm³)
- b₀ : 合成樓版的接縫面之斷面寬度 (cm)
- F_s : 接縫面的單位面積的容許剪應力 (附表-2)

附表-2

	長 期	短 期
普通混凝土	F _s = 3.9	5.9
第一種輕質混凝土	F _s = 3.1	4.7

單位: kg/cm²

5. 斷面剪力之設計

通常現場澆置混凝土部份以平均應力負擔之方式計算如下式：

$$\tau_o = Q/l \cdot t \leq 1.5 f_s$$

τ_o : 現場澆置混凝土部份所產生之平均剪力(kg/cm²)。

Q : 一跨度份之合成樓版所負擔剪力(kg)。

l ; 跨徑(cm)。

t : 現場澆置混凝土板之厚度(cm)。

f_s : 現場澆置混凝土板之容許剪應力(kg/cm²)。

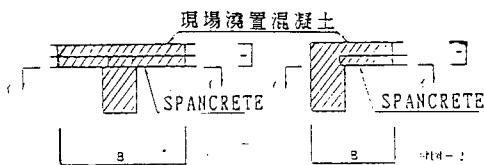
6. 樑之設計等有關基本事項

(1) 樓版(含頂樓版)對樑的垂直荷重,由板上的荷重及考慮周邊支持條件算出。

(2) 鋼筋混凝土樑以合成樑之方式來設計

a. 彈性剛性及斷面積計算依據日本建築學會之「鋼筋混凝土構造計算規範及解說」來設計。

b. T形樑之板厚(t)如附圖-2:



附圖-2

c. 附圖-2中A-B面接縫部的檢討依據下式：

$$QD \leq Q2$$

$$Q2 = b \cdot j \cdot P_w \cdot ft$$

QD: 樑之設計用剪力 (kg)

Q2: 接縫面的容許剪力 (kg)

b : 樑的寬度 (cm)

j : 應力中心距離 = (7/8) d (cm)

Pw: 剪力補強筋比

ft: 剪力補強筋的容許張應力 (kg/cm²)

- d. 作用在樓板的面內剪力，如附圖-2所示，以馬鐙釘(stirrup)之剪力摩擦傳至樑。馬鐙釘的剪力摩擦耐力如下式：

$$q_2 = a_w \cdot f_t'$$

q₂ : 相當1支馬鐙釘的剪力摩擦耐力 (kg)

a_w : 相當1支馬鐙釘的斷面積 (cm²)

f_t' : 馬鐙釘的短期容許張應力 (kg/cm²)

(3) 鋼骨鋼筋混凝土樑之合成樑的設計

鋼筋混凝土樑時除依據(2)項外，也要依據日本建築學會「鋼骨鋼筋混凝土構造計算規範及解說」交作設計。

(4) 鋼骨樑之合成樑設計

- a. 根據彈性剛性及斷面計算時，依照日本建築學會「各種合成構造設計指針及解說；第一編合成樑構造設計指針及解說」

- b. T形樑的板厚 (t) 如附圖-3:



附圖-3

- c. 樓版所生水平面內之剪力由剪端現場留置混凝土之剪力釘傳向樑。剪力釘的剪力依上述「合成樑構造設計指針及解說」作設計。

第6條 施工

1. 選定施工現場的條件

(1) 周圍的環境

大型搬運車（大型卡車、拖車等）要能從主要道路進入現場。特別是長度大的板要用車身長搬運車，要注意轉彎、轉角。

(2) 施工現場內的條件

大型搬運車、重型機器等的通路，作業空間及SPAN CRET暫置場都要有足夠空間。而且，地盤柔軟的場所需設臨時通路等的準備工作，也應事先考慮。

(3) 特殊環境

與鐵路、汽車專用道路、港灣、機場、防衛設施、送電設施、教育設施、醫院及其他公共設施相鄰或靠近處有時候會受特別限制，須注意其規定。

2. 施工計畫

為了使工程順利進行、由搬運、裝設結束、到結束後的檢查諸項目都要條列於施工計畫中。

3. 運輸、搬運

(1) 出貨

搬運車的種類先要考慮施工現場的狀況、板的形狀、重量及卸貨方式再決定。裝貨作業要在不損傷板或固定五金屬附件的情況下進行。車子行進中，板

可能因移動而破損、或因振動而有裂痕，為避免這些情況要將板固定，保護妥當。

(2) 搬運車的行駛

司機須遵守交通規則，避免急開急停否則板極易受損，另外也要注意在路況欠佳下開車的速度。所以需事先給與指示與教導。

(3) 卸貨，臨時放置

卸貨時注意不要使板損傷，板須放在施工計畫預定場所附近取用方便。而且板的下面不可與地盤接觸也勿使扭曲，所以需鋪設枕木。另外，板會受污染之處，要用布套保護。

4. 橫架材等底襯的精度

(1) 施工前的協商

SPANCRET 的施工，完成狀況容易受底襯精度的影響。因此施工前應調查、測定底襯避免造成施工的妨礙。

(2) 調整底襯

底襯不良對施工會造成妨害時可用下述方法處理：

a. 再次調查底襯—底襯均勻，砂漿重新澆注，主結構之鋼筋修正，RC主體的打毛。

b. 水平高度的調整：使用襯板。

c. 板的設計變更：板長、板寬的變更等。

但因處理方法，有時會產生耐力上的障礙、工程變更或工期延長的情形，有必要詳細檢討。

5. 安裝工程

(1) 準備

安裝前先讓工作人員熟悉施工計畫及作業內容，徹底執行作業的安全管理。需要資格證明的作業，須

先取得工程施工的許可證、執照、資格證等，並加以認定，而且也須檢查機器證明沒有故障。放樣時，會被安裝的板擋住時，放樣的墨線應移開。

(2) 吊具

依據板的重量、形態、施工要領考慮吊具的耐力而加以選擇。要注意施工中因反覆使用以致耐力降低的情形。

(3) 板的安裝

吊起來或臨時放置時，要注意不要給予板很強的衝擊。板吊往預定位置時不要碰觸到假設工程、主結構體、電線等。微調整板的位置時應防止板受傷，SPANCRET 在樑上移動時，應注意板與樑的重疊長度。現場澆置混凝土時，如有移動或脫落的顧慮時，應該先臨時固定。

6. 臨時工作結束後的檢查、修改

- (1) 澆置混凝土時水泥漿會從 SPANCRET 的間隙漏失，所以需橫壓SPANCRET使其間隙減少。
- (2) 若發現有害耐力的裂縫或缺損（PC鋼線在混凝土澆灌後露出等缺口）時一定要立即更換。

7. 混凝土澆置前的清洗

- (1) 積在剪力控制裝置部分之水，應在混凝土澆置前，用空壓機之風吹除或用抹布拭除。
- (2) 垃圾、灰塵用清潔機清除。

8. 鋼筋組立

依照建築學會「鋼筋混凝土構造計算規範與解說」和「建築工程標準施工說明書，JASS 5」為準。又，鋼筋墊塊應為混凝土製及塑膠製或經防銹處理的鋼製品，不因剪力控制裝置的影響而使高度移動，並耐得住鋼筋的重量及澆灌混凝土時的振動。

9. 混凝土澆置

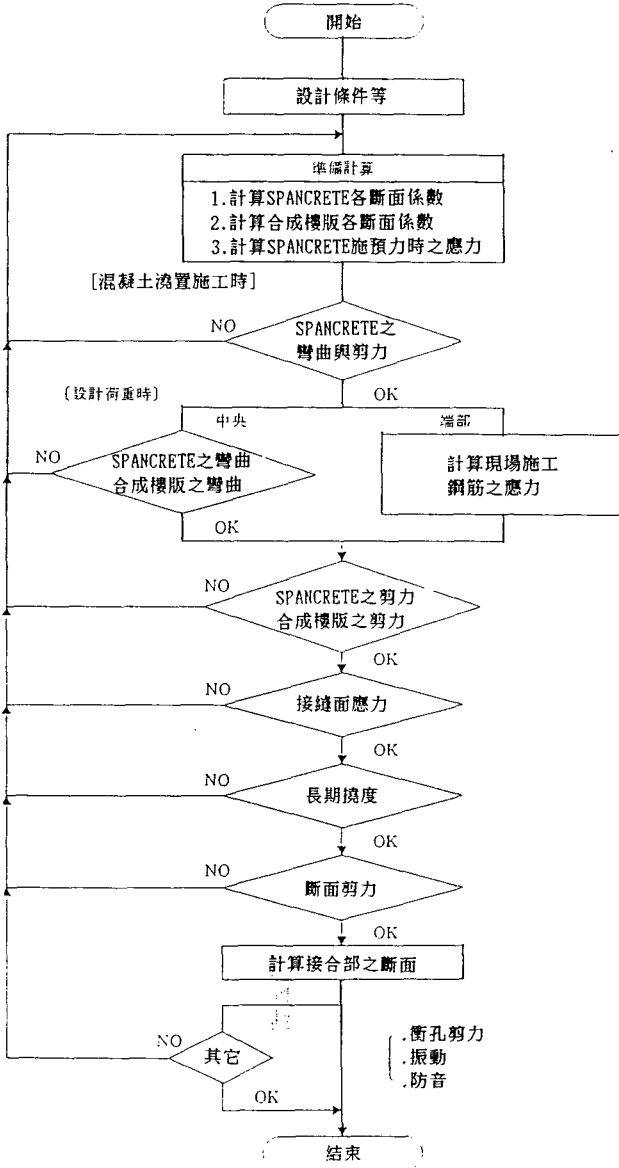
除了依照建築學會「建築工程標準施工說明書·JASS 5」之外，應特別留意下列事項：

預計可能會發生混凝土下陷時，在SPANCRET端部及板間接縫部等澆灌完成後要仔細檢查，而且在混凝土下陷場所及發生裂痕處，在混凝土凝結前施以補平。

10. 養護

除依照建築學會「建築工程標準施工說明書JASS 5」之外，澆置後水泥開始水化及混凝土硬化過程中，勿使其急速乾燥，過度高溫或低溫，急遽的溫度變化，振動及外力等不良的影響，並給與充分養護。

標準設計流程圖



參考資料：

1. ACI Committee 213R (1979)
"Guide for Structural Lightweight Aggregate Concrete"
2. ACI Committee 211.2 (1981)
"Recommended Practice for Selecting Proportions for Structural Lightweight Concrete"
3. ACI Committee 304.5R-82 (1982)
"Batching, Mixing, and Job Control of Lightweight Concrete"
4. ASTM C330
"Specifications for Lightweight Aggregate for Structural Concrete"
5. ASTM C495
"Test Method For Compressive Strength of Lightweight Insulating Concrete"
6. AASHTO M195
"Specifications for Lightweight Aggregate for Structural Concrete"
7. ACI Committee 523.3R-75 (1982修定 1987核定)
"Guide for Cellular Concretes above 50 pcf, and for Aggregate Concrete above 50 pcf with Compressive Strength less than 2500 psi"
8. "PCI Manual for the Design of Hollow Core Slabs"
9. JIS 國家標準
JIS A5002 構造用輕質骨材
10. 1973年，住指發 769號 人工輕質骨材混凝土使用基準
11. 1973年，住指發 32號 人工輕質骨材混凝土使用基準及性能判定基準

12. JIS A 5416
13. JASS 21
17. CNS 3691
18. CNS 8464
19. 中華民國建築技術規則
20. 人工輕量骨材コンクリート設計施工マニュアル
コンクリート・ライブラリ - 第56號，1985年
21. コンクリート標準示方書 [施工篇]