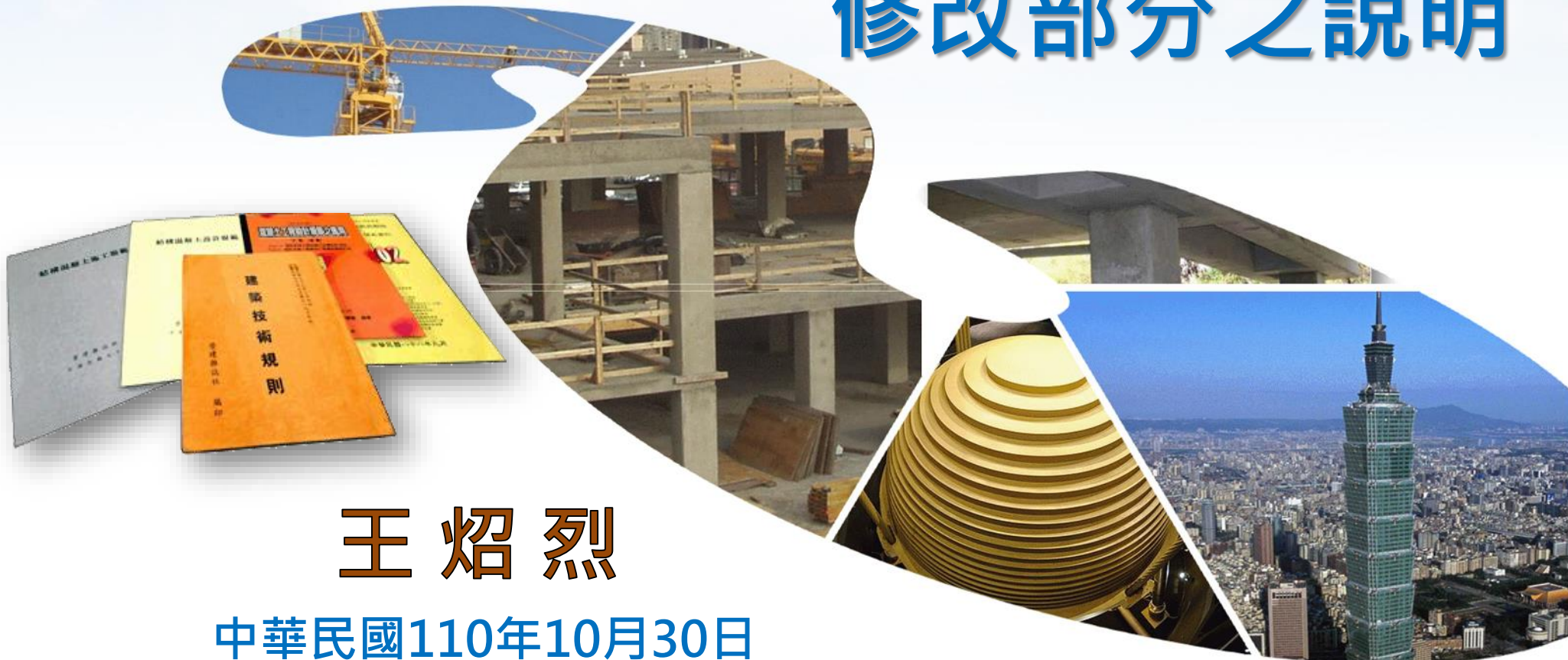


主辦：台灣省結構技師公會
協辦：高雄市結構技師公會
台南市結構技師公會

新版RC設計規範 修改部分之說明



王 炤 烈

中華民國110年10月30日

新版RC規範已完成審查工作



最後一次 審查會通知：

內政部 開會通知單

受文者：王副召集人紹烈

發文日期：中華民國109年11月18日

發文字號：內授建研字第1090851275號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：審查意見表

開會事由：本部建築技術審議委員會「混凝土結構設計規範」
審查專案小組第10次會議

開會時間：109年12月4日（星期五）上午10時整

開會地點：本部建築研究所簡報室（新北市新店區北新路3段
200號13樓）

主持人：杜召集人怡瑩

聯絡人及電話：黃國倫02-29310686分機1322

承辦單位：建築研究所

出席者：王副召集人紹烈、姚委員昭智、張委員嘉祥、俞委員肇球、林委員義閔、
高委員文婷、歐委員昱辰、蕭委員輔沛、黃委員世建、黃委員兆龍、柯委
員鎮洋、陳委員澤修、胡委員宏章、黃委員炳勳

建研所完成 審查會 之函文：

內政部建築研究所 函

機關地址：231新北市新店區北新路3段200號13樓

承辦單位：工程技術組

聯絡人：黃國倫

聯絡電話：02-29310686 分機1322

傳真電話：02-29310656

電子信箱：glhuang@abri.gov.tw

受文者：王副召集人紹烈

發文日期：中華民國110年4月12日

發文字號：建研工字第1100003774號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如主旨

主旨：檢送本部建築技術審議委員會「混凝土結構設計規範」審
查專案小組審查完成之修正（草）案及其修正說明各1份，惠
請續辦本規範修正法制作業，請查照。

說明：

- 一、依據本部108年11月28日內授營建管字第1080820973號函「
內政部建築技術審議委員會第65次會議紀錄」七、討論事
項：第1案結論辦理。
- 二、本部建築技術審議委員會「混凝土結構設計規範」審查專
案小組自109年5月起共計召開10次會議，完成「混凝土結
構設計規範」修正（草）案審查。

RC委員會代表

正本：內政部營建署

副本：杜召集人怡瑩、王副召集人紹烈、姚委員昭智、張委員嘉祥、俞委員肇球、
林委員義閔、高委員文婷、歐委員昱辰、蕭委員輔沛、黃委員世建、黃委員
兆龍、柯委員鎮洋、陳委員澤修、胡委員宏章、黃委員炳勳、中華民國全國
建築師公會、中華民國土木技師公會全國聯合會、中華民國結構工程技師公
會全國聯合會、本所工程技術組（均不含附件）

審查委員

所長 王榮進

結構技師
公會代表

新版 R C 設計規範的特色

新版混凝土結構設計規範

章節重組

過去以力學行為，現以構件分章節

新材料

高強度鋼筋、擴頭鋼筋、噴凝土、
暴露環境分類(F、S、W、C)與分級

新設計規定

撓度計算、剪力強度、耐震設計、
彎鉤與伸展長度、深基礎耐震設計

新分析技術

壓拉桿(耐震)、非線性歷時分析

續接器標準

續接器改分三類、擴頭鋼筋標準

公制與SI制

公制單位與SI制單位並行

原來RC規範章節的架構(一)

這種架構是教科書之方式

目前土木401規範是以ACI 318為基礎，並再經整合。

土木401-100 (國家規範)	ACI 318-05
第一章 總 則	Ch.1 GENERAL REQUIREMENTS Ch.8 ANALYSIS AND DESIGN GENERAL CONSIDERATIONS
第二章 分析與設計	Ch.8 ANALYSIS AND DESIGN GENERAL CONSIDERATIONS Ch.9 STRENGTH AND SERVICEABILITY REQUIREMENTS Ch.22 STRUCTURAL PLAIN CONCRETE
第三章 撓曲與軸力	Ch.10 FLEXURE AND AXIAL LOADS
第四章 剪力與扭力	Ch.11 SHEAR AND TORSION
第五章 鋼筋之伸展與續接	Ch.12 DEVELOPMENT AND SPLICES OF REINFORCEMENT
第六章 雙向版系	Ch.13 TWO-WAY SLAB SYSTEMS
第七章 牆	Ch.14 WALLS
第八章 基 腳	Ch.15 FOOTINGS
第九章 預鑄混凝土構材	Ch.16 PRECAST CONCRETE
第十章 合成混凝土受撓構材	Ch.17 COMPOSITE CONCRETE FLEXURAL MEMBERS
第十一章 預力混凝土	Ch.18 PRESTRESSED CONCRETE
第十二章 薄殼與摺版	Ch.19 SHELLS AND FOLDED PLATE MEMBERS
第十三章 設計細則	Ch.3 MATERIALS Ch.6 FORMWORK, AND CONSTRUCTION JOINTS Ch.7 DETAILS OF REINFORCEMENT

載重
分析

斷面
設計

專
門
構
材

材料與
配筋細節

以斷面
應力
規定各
構材設
計要求

各章節
主要是
規定構
材受力
計算法

所有細節
放一章

原來RC規範章節的架構(二)

土木401-100 (國家規範)	ACI 318-05
第十四章 結構物之強度評估	Ch.20 STRENGTH EVALUATION OF EXISTING STRUCTURE
第十五章 耐震設計之特別規定	Ch.21 SPECIAL PROVISIONS FOR SEISMIC DESIGN
第十六章 結構純混凝土	Ch.22 STRUCTURAL PLAIN CONCRETE
附篇A 壓拉桿模式	APPENDIX A STRUT-AND-TIE MODELS
附篇B 鋼筋(含預力)混凝土受撓曲與軸力構材替代設計規定	APPENDIX B ALTERNATIVE PROVISIONS FOR REINFORCED AND PRESTRESSED CONCRETE FLEXURAL AND COMPRESSION MEMBERS
附篇C 強度折減因數與設計載重之替代值	APPENDIX C ALTERNATIVE LOAD AND STRENGTH REDUCTION FACTORS
附篇D 混凝土結構用錨栓	APPENDIX D ANCHORING TO CONCRETE
附篇E 材料之品質要求	—
附篇F 符號及定義	Ch.2 NOTATION AND DEFINITIONS
附篇G 工作應力法	—

特殊
構材

附
篇

以附篇
方式解
決需要
延續過
去規範
問題

以附篇
方式A、
D，提
出後續
要增加
的部分

ACI 318規範早已廢除工作應力法

原規範第六章對雙向版受力計算法規定

過去WSD設計法中之
彎矩與剪力係數：

雙向版中間帶之彎矩係數C表 $M = cwS^4$

內格間	一個不連續邊之格間		二個不連續邊之格間		三個不連續邊之格間		單獨格間	
m (S/L)	-M	+M	-M	+M	-M	+M	-M	+M
0.66	0.058	0.043	0.065		0.074	0.056	0.085	0.064
0.68	0.057	0.042	0.063		0.072	0.055	0.084	0.063

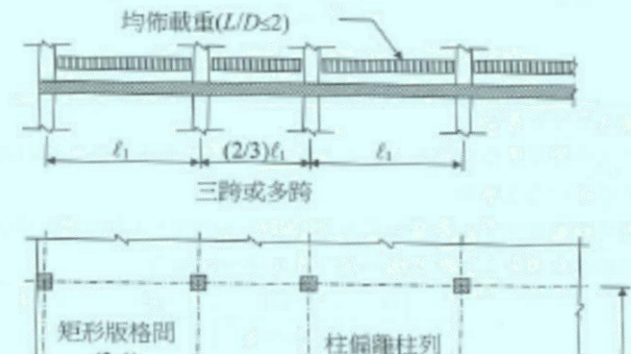
幾乎都在規定應力計算
法，而非配筋設計法

原有規範中之近似彎矩計算法：

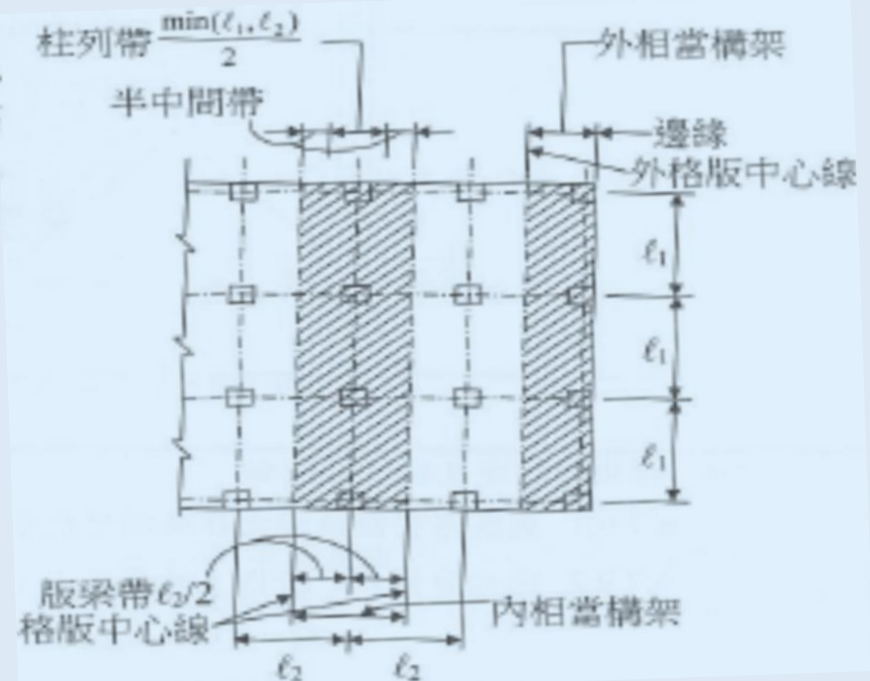
不連續端不受束縛者	$w_u \ell_x^2 / 11$
不連續端與支承造成一體者	$w_u \ell_x^2 / 14$
內跨	$w_u \ell_n^2 / 16$
負彎矩	
第一個內支承之外面處：	
二跨	$w_u \ell_x^2 / 9$
二跨以上	$w_u \ell_n^2 / 10$
其他內支承面處	$w_u \ell_n^2 / 11$
外支承之內面處：	
構材與支承梁造成一體者	$w_u \ell_x^2 / 24$

原有規範中之
受力計算法：

1.直接
設計法：



2.相當構架法：



目前鋼結構設計規範章節的架構

容許應力設計法 (ASD)

章 別	章 名
第一章	總 則
第二章	載 重
第三章	材 料
第四章	一 般 要 求
第五章	受 拉 構 材
第六章	受 壓 構 材
第七章	撓 曲 構 材
第八章	受軸力與彎矩共同作用構材
第九章	合 成 構 材
第十章	接 合 設 計
第十一章	其他考慮事項
第十二章	製造、安裝及品管
第十三章	耐 震 設 計

鋼構造建築鋼結構設計技術規範
鋼結構容許應力設計法
規範及解說

均是以構件分章節
無用應力分章節

極限設計法 (LRFD)

章 別	章 名
第一章	總 則
第二章	載 重
第三章	材 料
第四章	一 般 要 求
第五章	受 拉 構 材
第六章	受 壓 構 材
第七章	撓 曲 構 材
第八章	構材承受組合力及扭矩
第九章	合 成 構 材
第十章	接 合 設 計
第十一章	其他考慮事項
第十二章	製造、安裝及品管
第十三章	耐 震 設 計

鋼構造建築鋼結構設計技術規範
鋼結構極限設計法
規範及解說

新版RC規範之章節架構朝鋼結構規範方式。

新版 R C 設計規範之架構

總 則

- 第一章 總則
- 第二章 符號與名詞定義
- 第三章 參考標準

結 構 分 析

- 第四章 結構系統要求
- 第五章 載重
- 第六章 結構分析
- 第十八章 耐震結構物

結 構 構 材

- 第七章 單向版
- 第八章 雙向版
- 第九章 梁
- 第十章 柱
- 第十一章 牆
- 第十二章 橫膈版
- 第十三章 基礎
- 第十四章 純混凝土

接 頭

- 第十五章 梁柱與版柱接頭
- 第十六章 構材間之接合部
- 第十七章 混凝土結構用錨栓

工 具 箱

- 第二十一章 強度折減因數
- 第二十二章 斷面強度
- 第二十三章 壓拉桿模式
- 第二十四章 使用性要求
- 第二十五章 鋼筋細節

設計階段重點

施 工

- 第十九章 混凝土：設計與耐久性要求
- 第二十章 鋼筋性質、耐久性及埋置物
- 第二十六章 施工圖說與檢驗
- 第二十七章 既有結構物強度評估

新版規範總共有27章，可分為六類。

使用較方便

新版 RC 設計規範之章節

- 第一章 總則
- 第二章 符號與名詞定義
- 第三章 參考標準

- 第四章 結構系統要求
- 第五章 載重
- 第六章 結構分析

結構
分析
方式

- 第七章 單向版
- 第八章 雙向版
- 第九章 梁
- 第十章 柱
- 第十一章 牆
- 第十二章 橫膈版
- 第十三章 基礎
- 第十四章 純混凝土

各種
構材
之
規定

- 第十五章 梁柱與版柱接頭
- 第十六章 構材間之接合部
- 第十七章 混凝土結構用錨栓

接頭
規定

含預鑄構造

- 第十八章 耐震結構物

兼具構材與分析

- 第十九章 混凝土：設計與耐久性要求
- 第二十章 鋼筋性質、耐久性及埋置物

施工
材料

- 第二十一章 強度折減因數
- 第二十二章 斷面強度
- 第二十三章 壓拉桿模式
- 第二十四章 使用性要求
- 第二十五章 鋼筋細節

一般
共同
性之
規定

- 第二十六章 施工圖說與檢驗

- 第二十七章 既有結構物強度評估

- 附篇A 使用非線性反應歷時分析進行設計驗證

● 共分為27章，較過去增加。

● 章節較過去版本做大幅重組。

● 沒有以力學行為當為章節名稱，
相關應力設計都列在各構材中。

新規範中「結構構材」各章之內容

第七章 單向版	第八章 雙向版	第九章 梁	第十章 柱	第十一章 牆	第十二章 橫隔板	第十三章 基礎	第十四章 純混凝土
7.1 範圍	8.1 範圍	9.1 範圍	10.1 範圍	11.1 範圍	12.1 範圍	13.1 範圍	14.1 範圍
7.2 通則	8.2 通則	9.2 通則	10.2 通則	11.2 通則	12.2 通則	13.2 通則	14.2 通則
7.3 設計 限制	8.3 設計 限制	9.3 設計 限制	10.3 設計 限制	11.3 設計 限制	12.3 設計 限制	13.3 淺基礎	14.3 設計 限制
7.4 需求 強度	8.4 需求 強度	9.4 需求 強度	10.4 需求 強度	11.4 需求 強度	12.4 需求 強度	13.4 深基礎	14.4 需求 強度
7.5 設計 強度	8.5 設計 強度	9.5 設計 強度	10.5 設計 強度	11.5 設計 強度	12.5 設計 強度	—	14.5 設計 強度
7.6 鋼筋 限制	8.6 鋼筋 限制	9.6 鋼筋 限制	10.6 鋼筋 限制	11.6 鋼筋 限制	12.6 鋼筋 規定	—	
7.7 鋼筋細 部配置	8.7 鋼筋細 部配置	9.7 鋼筋 細則	10.7 鋼筋 細則	11.7 配筋 細部	12.7 鋼筋 細則	—	14.6 配筋 細節
—	8.8 非預力雙 向格柵小梁	9.8 非預力雙 向格柵小梁	—	11.8 面外長 細牆分 析替代 方法	—	—	—
—	8.9 昇版 構造	9.9 深梁	—		—	—	—

各章節架構均相同

新規範章節整合方式-以柱構材為例

新版規範對構材設計之章節比較 — 以第十章柱為例

新版規範 (第十章柱)	土木401-100相關對應之章節	
10.1 範圍	—	
10.2 通則	3.9 受壓構材之設計尺寸	3.16 合成受壓構材
10.3 設計限制	3.9 受壓構材之設計尺寸	
10.4 需求強度	2.9 柱	3.4 設計通則
10.5 設計強度	3.16 合成受壓構材	4.2 剪力強度
10.6 鋼筋限制	3.10 受壓構材之鋼筋限制	3.16 合成受壓構材
	4.6 剪力鋼筋之設計	
10.7 鋼筋細則	11.12 承受撓曲與軸力之預力混凝土受壓構材	
	3.16 合成受壓構材	4.6 剪力鋼筋之設計
	11.12 承受撓曲與軸力之預力混凝土受壓構材	
	13.7 柱筋細則	13.9 受壓構材之橫向鋼筋

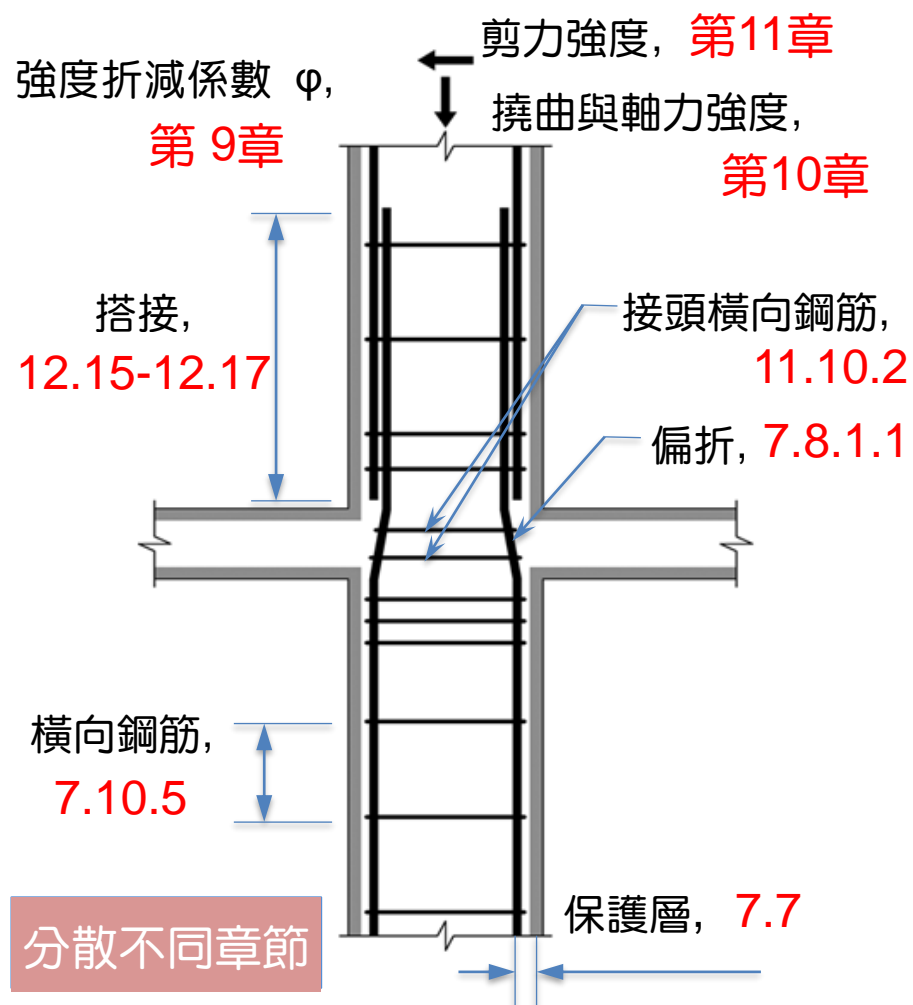
各「結構構件」章節之統一架構

新規範架構的變革-改以構材為章節

- 過去ACI 318與我國規範之架構，是依「應力」來劃分章節，例如撓曲、剪力、鋼筋配置是分在不同章節。
- 因此柱設計之各項要求與鋼筋細節配置之各項規定，散佈於規範許多章節中。
- 新規範是比照鋼結構規範方式，將與該構材有關之設計與細節配置皆位於同一章節中，且規定內容能更清楚。

整體構材或組合型題目
宜注意！

舊規範(土木401-100)



新規範章節整合方式-以梁構材為例(一)

新版規範對**構材設計**之章節比較 — 以第九章梁為例(1/2)

新版規範 (第九章梁)	土木401-100相關對應之章節	
9.1 範圍	—	
9.2 通則	2.12 T型梁構造 4.7 扭力設計	3.5 受撓構材之橫支撐間距
9.3 設計限制	2.11 撓度之控制 11.5 受撓構材之使用性需求	3.4 設計通則
9.4 需求強度	2.8 跨度 4.2 剪力強度	4.7 扭力設計
9.5 設計強度	2.2 強度設計法 4.2 剪力強度	3.4 設計通則 4.7 扭力設計
9.6 鋼筋限制	3.6 受撓構材之最少鋼筋量 4.6 剪力鋼筋之設計 11.9 受撓構材之鋼材量限制	4.7 扭力設計 11.10 最少黏裹鋼筋

新規範章節整合方式-以梁構材為例(二)

新版規範對構材設計之章節比較 — 以第九章梁為例(2/2)

新版規範 (第九章梁)	土木401-100相關對應之章節	
9.7 鋼筋細則	3.7 梁與單向版內受撓鋼筋分佈	3.5 受撓構材之橫支撐間距
	4.6 剪力鋼筋之設計	4.7 扭力設計
	5.11 受撓鋼筋之伸展 - 通則	5.12 正彎矩鋼筋之伸展
	5.13 負彎矩鋼筋之伸展	
	11.5 受撓構材之使用性需求	11.10 最少黏裹鋼筋
	13.9 受壓構材之橫向鋼筋	13.10 受撓構材之橫向鋼筋
	13.12 結構整體性之要求	
9.8 非預力單向 格柵小梁系統	2.13 櫺柵版構造	
	13.12 結構整體性之要求	
9.9 深梁	3.8 深梁 (撓曲與軸力)	4.9 深梁 (剪力與扭力)
	5.2 鋼筋之伸展 - 通則	5.11 受撓鋼筋之伸展 - 通則

幾乎涵蓋
整本規範



梁構材
特殊部分



新舊規範對耐震規定內容之變化

土木401-100 舊規範 (第15章)	土木401-110 新規範 (第18章)
耐震設計之特別規定 (SPECIAL PROVISIONS FOR SEISMIC DESIGN)	耐震結構物 (EARTHQUAKE-RESISTANT STRUCTURES)
15.1 符號	18.1 符號
15.2 定義	18.2 通則
15.3 通則	18.3 特殊抗彎矩構架之梁
15.4 構架內之撓曲構材	18.4 特殊抗彎矩構架之柱
15.5 構架內承受撓曲與軸向載重之構材	18.5 特殊抗彎矩構架之接頭
15.6 構架之接頭	18.6 預鑄特殊抗彎矩構架
15.7 預鑄抗彎矩構架	18.7 特殊結構牆
15.8 結構牆與連接梁	18.8 預鑄特殊結構牆
15.9 橫隔板與桁架	18.9 橫隔板與桁架
15.10 基礎	18.10 基礎
15.11 構架內非抵抗地震力之構材	18.11 非抵抗地震力系統之構材

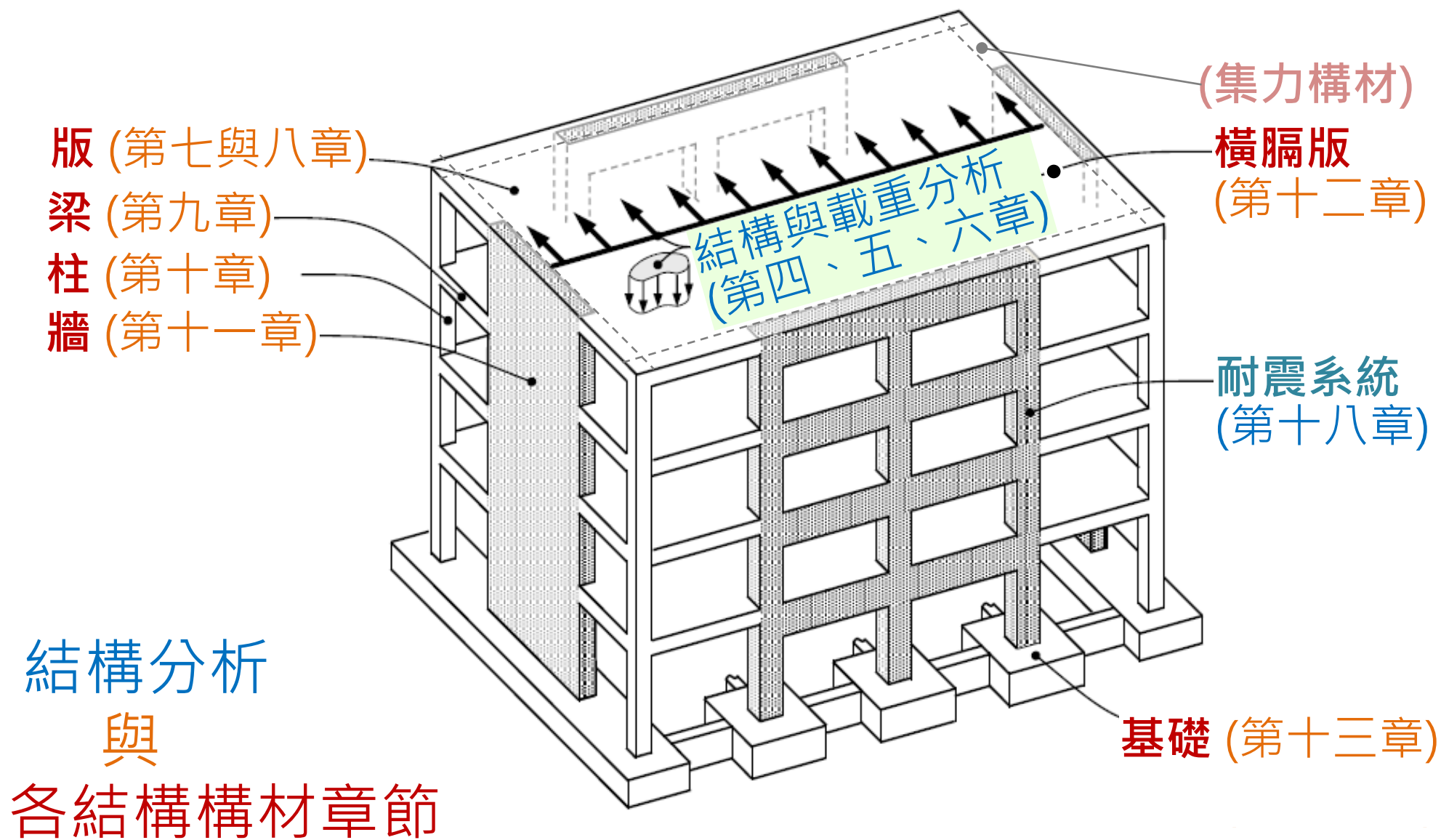
共29頁

共61頁

- 章節變化不大
- 部分韌性配筋細節有修改

- 部分耐震構材之規定較詳細
- 結構牆變化大

新版 RC 設計規範主要章節



新規範對接頭(第15、16章)之內容

第15章 梁柱與版柱接頭

15.1 範圍

15.2 通則

15.3 接頭細部設計

15.4 梁柱接頭強度要求

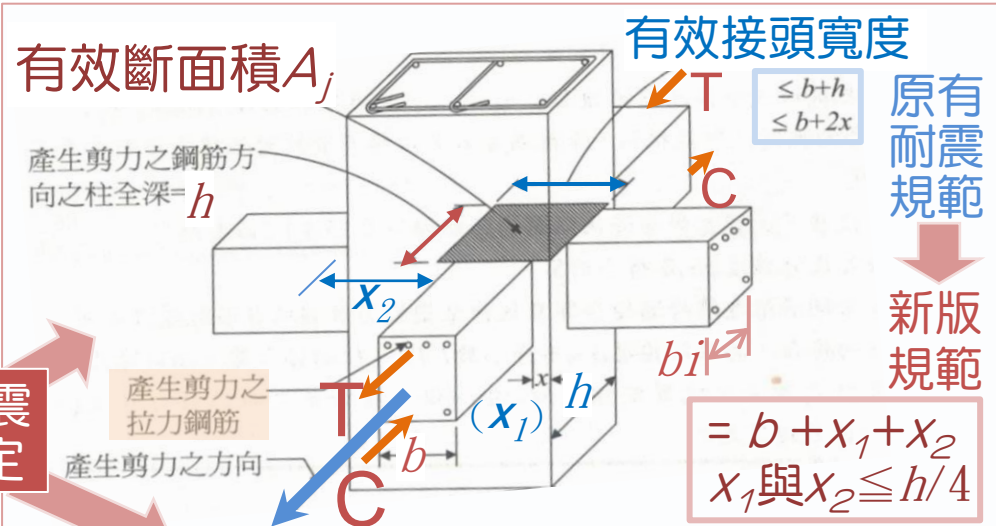
幾乎同耐震
(18章)規定

15.5 傳遞柱軸力通過樓版系統

處理柱與版 f'_c 不同的問題

新增章節

整合章節



第16章 構材間之接合部

16.1 範圍

16.2 預鑄混凝土構材接合部

16.3 基礎接合部

16.4 合成混凝土撓曲構材水平剪力傳遞

16.5 托架及托梁

柱	V_u 方向的梁	橫向梁符合圍束($b_i \geq 3/4h$)	V_n
連續或符合第15.2.6節(往上一倍柱深)	連續或符合第15.2.7節	有圍束	$5.3\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
		無圍束	$3.9\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
	其他	有圍束	$3.9\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
		無圍束	$3.2\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
其他	連續或符合第15.2.7節	有圍束	$3.9\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
		無圍束	$3.2\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
	其他	有圍束	$3.2\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
		無圍束	$2.1\lambda\sqrt{f'_c}A_j$

我國一般使用的RC設計規範

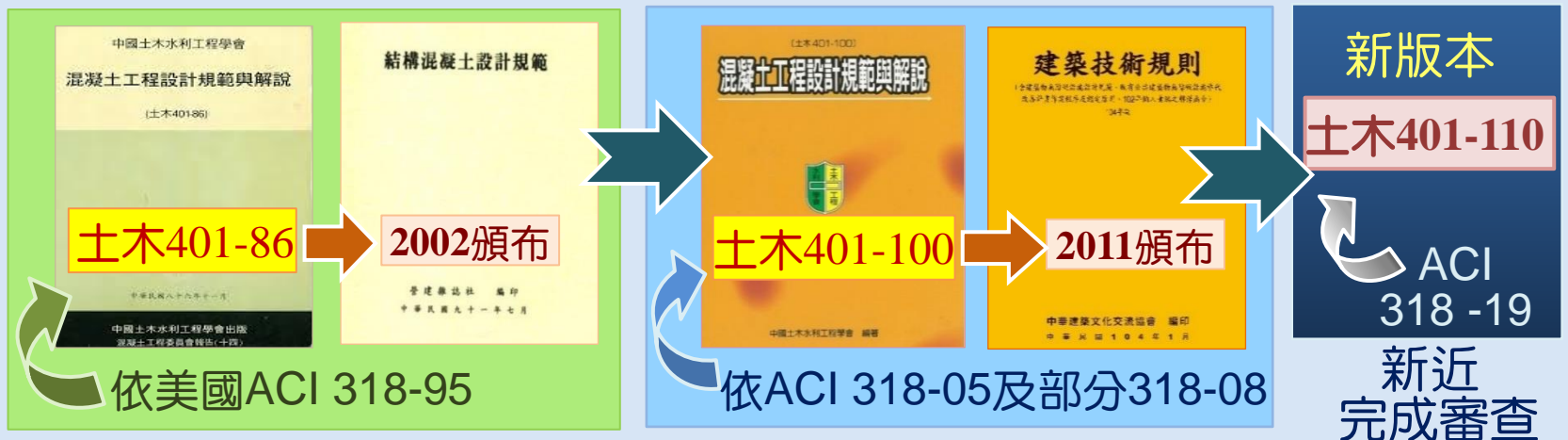
我國規範

- 我國RC設計規範，主要均引用土木水利學會的土木401規範。
- 土木401主要是以美國ACI 318為基礎，再參考其他研究編訂。
- 內政部曾以土木401-86a及401-100，經審定後做為國家規範。

土木401版本

- 土木401自民國56年至今已出版12個版本，最新版是401-110。
- 美國ACI 318規範約3至6年修訂一版，最新是ACI 318-19。

■ 內政部 頒布之 規範及 其原來 規範版 本：



土木401 (RC設計規範)之變革

■ 土木水利學會已發行之土木401版本：

土木水利學會規範		參考之ACI 318 規範年份	主要內容與變化
版本	年份		
1. 土木401-56	56	63	均為WSD方式
2. 土木401-59	59	63	USD為附篇
3. 土木401-68	68	77	USD為主體
4. 土木401-80	80	89	加入耐震特別規定
5. 土木401-84	84	89	開始有解說
6. 土木401-86	86	95	開始稱為「結構混凝土」
7. 土木401-86a	89	95	內政部採用為91年版舊規範
8. 土木401-93	93	02	開始修訂載重係數與折減係數
9. 土木401-96	96	05	全本規範符號統一等項修正
10. 土木401-100	100	05, 08	內政部採用為100年版新規範
11. 土木401-108	108	14, 19	以舊格式、318-14為主之內容
12. 土木401-110	110	19	內政部預定作為國家最新規範

■ 土水學會RC委員會新近完成之規範：

- 土木 401-108是以ACI 318-14為基礎(少數採318-19)，當為階段與轉換用。
- 土木 401-110是以ACI 318-19為版本，內政部已審查完成，將為國家規範。

新版 RC 規範之新材料

高強度鋼筋 (竹節、螺紋節)

SD 420W

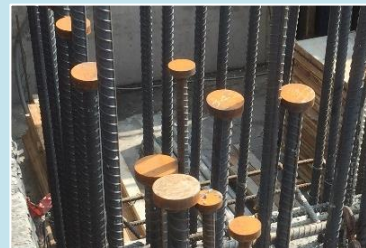


SD 490W

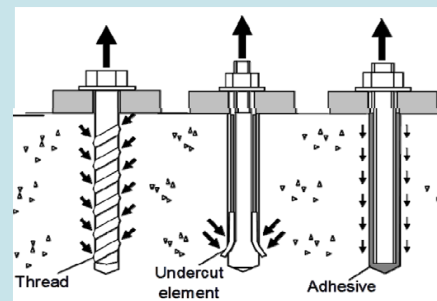
SD 550W

SD 690

螺紋節
鋼筋



擴頭鋼筋(T頭)



結構用錨栓
(螺旋錨栓)



混凝土材料

- 爐渣粉、飛灰含量有規定。(第26.4.2.2節)
- 暴露環境分類與分級 (第19.3.1節)
- 一般構材： $f'_c \geq 210 \text{ kgf / cm}^2$
- 耐震構材： $f'_c \geq 280 \text{ kgf / cm}^2$ (第19.2節)
- $E_c = 12000 \sqrt{f'_c} \text{ kgf / cm}^2$



鋼纖維混凝土
(第26.4.1.6與26.12.7節)



噴凝土
(第4.2.1.1節)

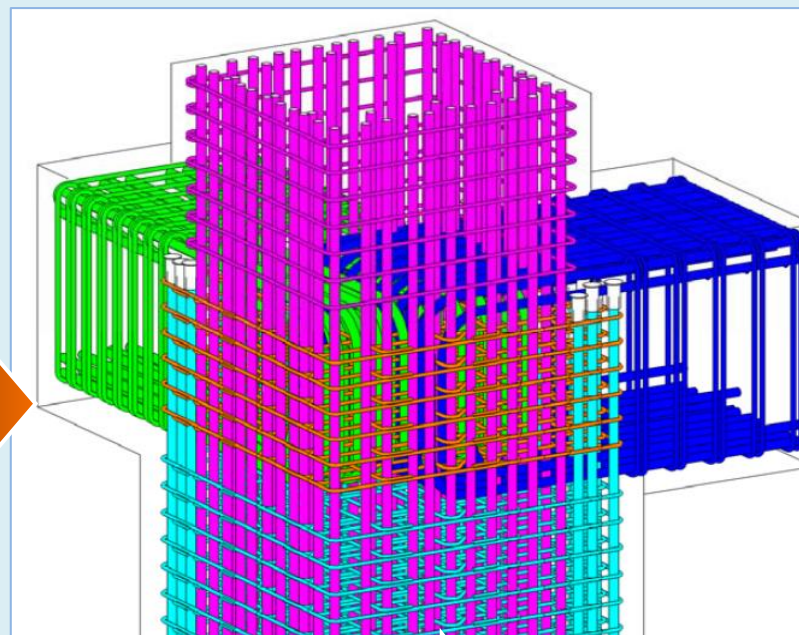
新版規範對鋼筋強度之規定

項 目	最大設計值 (kyf/cm ²)	
	舊規範	新規範
撓曲鋼筋	4200	5600
剪力鋼筋(耐震)	4200	5600
剪力鋼筋(箍筋)	4200	4200
剪力鋼筋(摩擦)	4200	4200
扭力鋼筋	4200	4200
耐震圍束鋼筋	4200	7000
圍束螺箍筋	7000	7000

提高 1/3

裂縫控制

橫向鋼筋之強度選擇？



鋼筋數多 → 施工難

如鋼筋強度提高
(例如：由4200提高至5600)

鋼筋量可減少
(如：56支D32減少至44支
，或將D32減小為D29)

新版規範對混凝土強度之規定

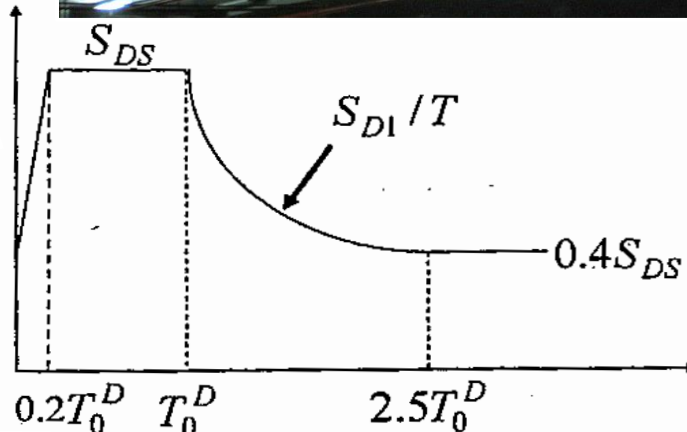
- 混凝土強度： $f'_c \geq 280 \text{ kgf/cm}^2$
(舊規範： $f'_c \geq 210 \text{ kgf/cm}^2$) 提高

我國特有之規定

- 混凝土彈性係數：
 $E_c = 12000\sqrt{f'_c} \text{ kgf/cm}^2$ 降低
(舊規範： $E_c = 15000\sqrt{f'_c} \text{ kgf/cm}^2$)

勁度降低：

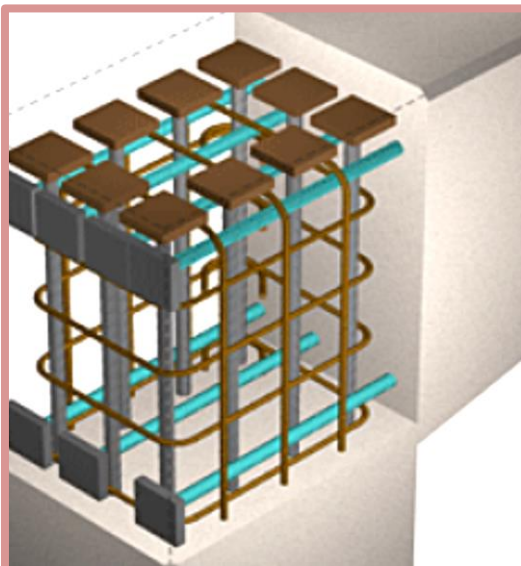
- 結構體(側移、撓度)變位增加。
- 週期增長，地震力可能減少。



(第19.2節)

新版規範引入擴頭鋼筋

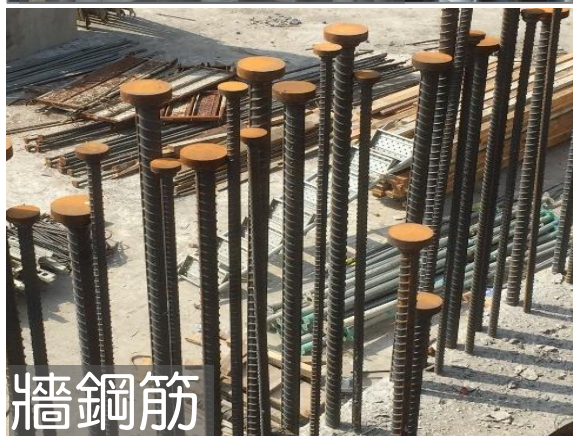
- 基於鋼筋端部錨定之重要性，且考慮現場彎鉤施工困難，近年工程界已普遍發展採用擴頭(或稱T頭)鋼筋。
- 新規範[土木401-110] 已將擴頭鋼筋列入規定，並有詳細設置方式之規定。



美國ACI 318-14首先將擴頭鋼筋納入預鑄工程使用。



我國擴頭鋼筋使用情形



牆鋼筋



柱鋼筋



梁鋼筋

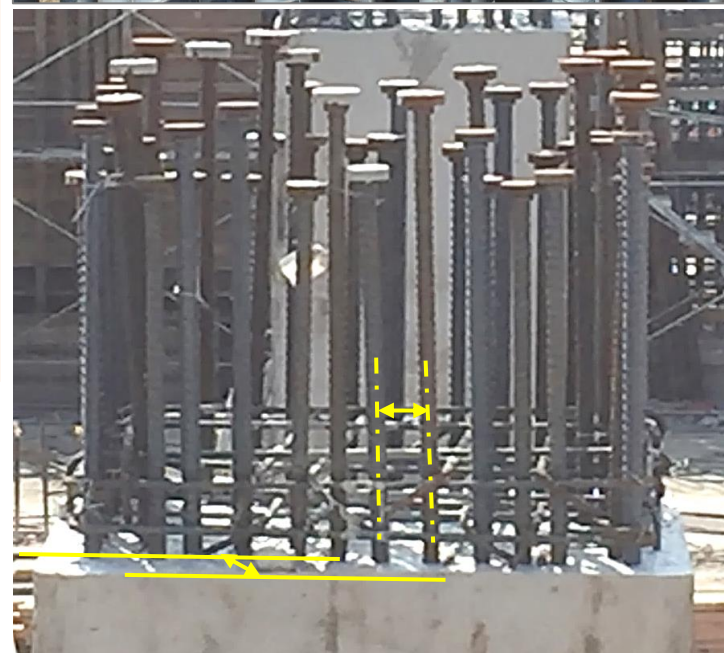
新版規範對擴頭鋼筋之規定

25.4.4 受拉擴頭竹節鋼筋之伸展

25.4.4.1 使用擴頭於受拉竹節鋼筋之伸展，必須滿足下列條件：

- (a) 鋼筋之抗拉強度需大於 $1.25f_y$ 及 f_u ；
- (b) 鋼筋尺度不得大於D36；
- (c) 擴頭淨承載面積 A_{brg} 應至少 $4A_b$ ；
- (d) 混凝土應為常重混凝土；
- (f) 鋼筋淨保護層應至少 $2d_b$ ；
- (g) 鋼筋間中心距應至少 $3d_b$ 。

■ 另依第18.5.5.2節，如受拉伸展長度以 $1.25f_y$ 計算，並放大1.1倍且有符合規定之橫向鋼筋圍束時，鋼筋間中心距可降低至 $2.5d_b$ ，柱鋼筋淨保護層可降低至 $1.5d_b$ 。



淨保護層：箍筋外側厚度

新版規範對鋼筋續接之要求

921地震時的鋼筋續接器 - 未發現損害



- 新規範 第18.2.7節 將續接器分為三類：第一類(B級、要求強度)、第二類(A級、要求變形)、第三類(SA級、要求韌性、伸長率)。

- 鋼筋採用銲接續接時，規定至少要達鋼筋規定降伏強度之1.25倍。

2016台南0206地震時的鋼筋續接器 - 嚴重鬆脫



鋼筋銲接：

都是採
熔接方式
以銲接直徑控制

921地震時 - 發現有斷裂



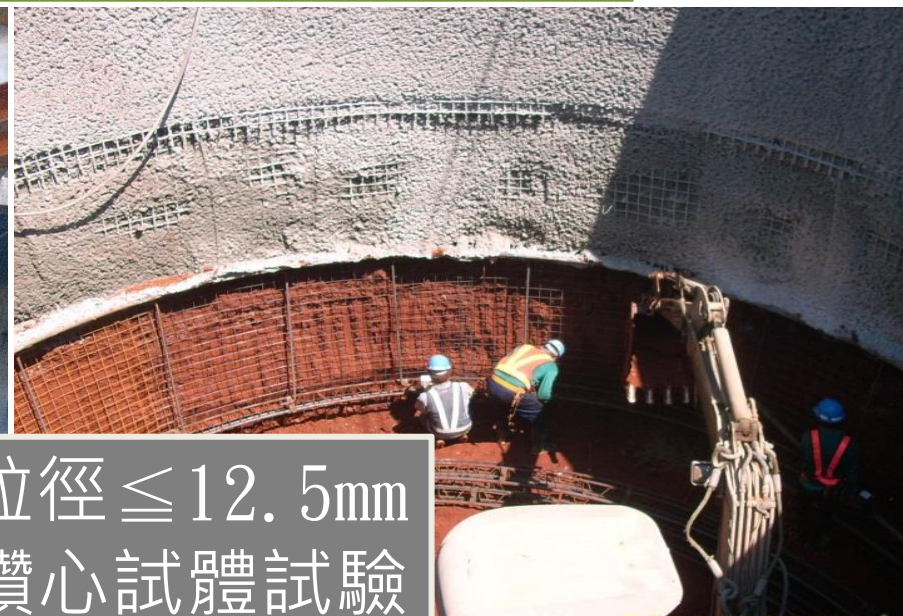
新版規範引入噴凝土結構



地下開挖
擋土結構

新增混凝土
澆置方式

最大粒徑 $\leq 12.5\text{mm}$
採鑽心試體試驗



第4.2.1.1節規定



隧道
擋土結構

新版規範引入之分析方式

- 簡易分析法
- 線彈性一階分析
- 線彈性二階分析
- 非彈性分析

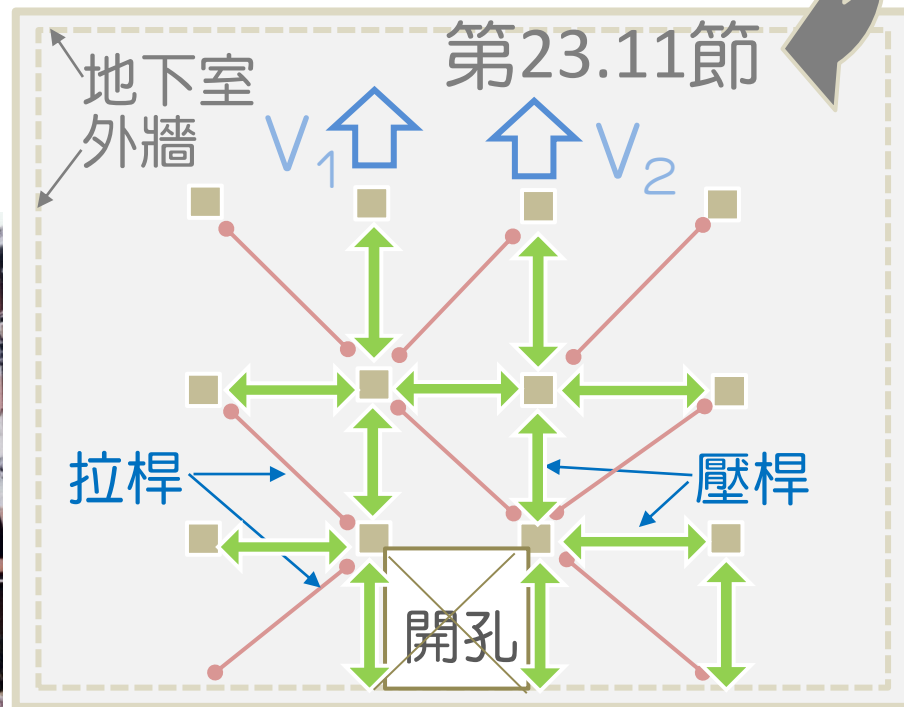
原有規範

新版規範

- 有限元素方析 (第6.9節)
- 非線性反應歷時分析
- 壓拉桿分析(耐震部分)



原來是列在 第三章 撓曲與軸力 中
；新版改在 第六章 結構分析。
(第6.6節)



新舊規範對梁柱之定義與鋼筋量限制

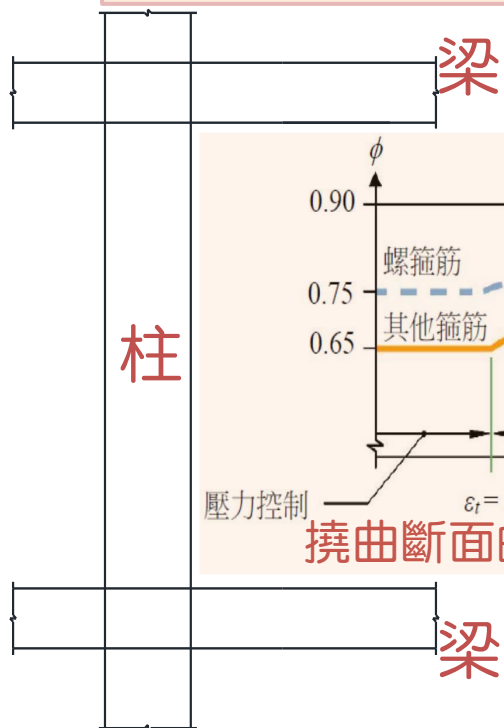


新規範
全取消
、修改

舊規範：

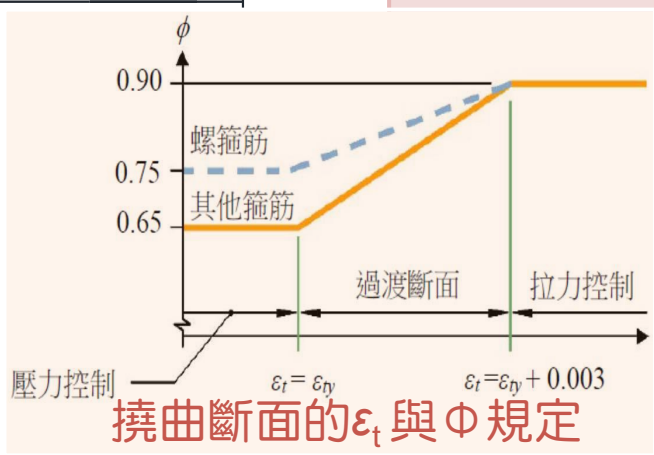
- 梁： $P_u \leq 0.1f'_c A_g$ (取消)
 $\varepsilon_t \geq 0.004$ (修改)
- 柱：柱高/柱寬 ≥ 3.0 (取消)

■ 新規範對梁 ε_t 之限制：如 $P_u < 0.1f'_c A_g$ ，應屬拉力控制



■ 新規範的鋼筋限制：

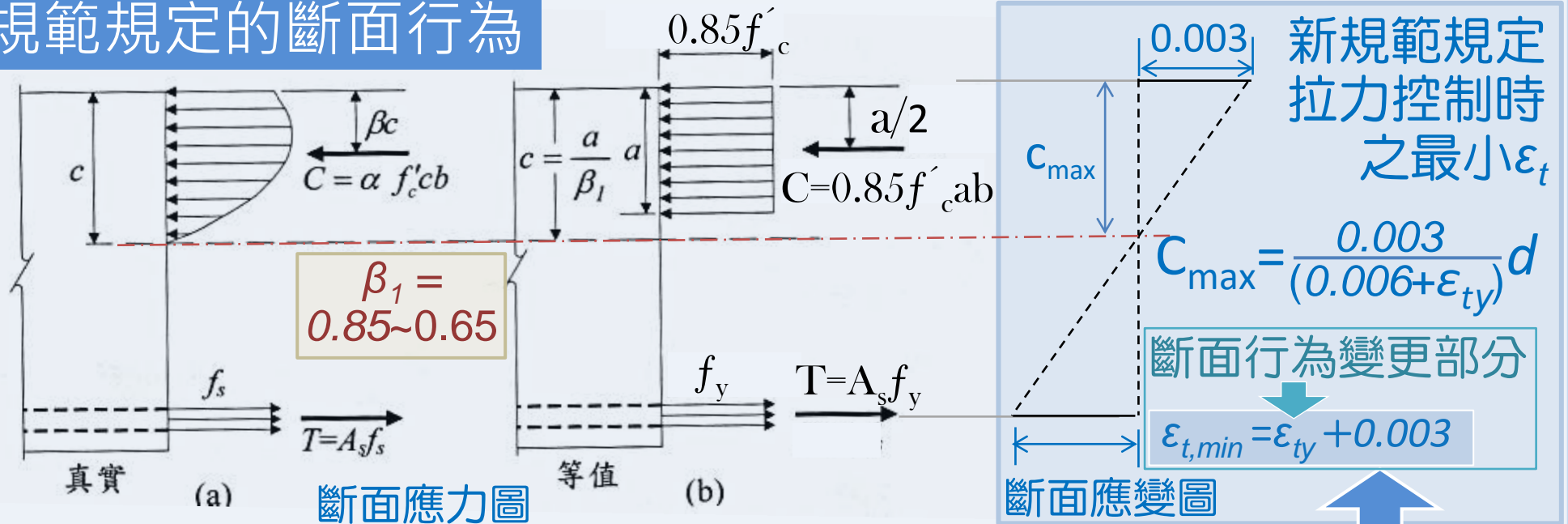
- 梁：主要承受撓曲及剪力之構材
 $\rho \geq (0.8\sqrt{f'_c}/f_y, 14/f_y)$
 $\rho \leq ((f'_c + 100)/4f_y, 0.025)$
- 柱：主要用於支撐軸力之載重
 $0.01 \leq \rho \leq 0.06$



➤ 最大與最小鋼筋量之限制大致同舊規範

新規範對低軸力梁之斷面行為規定

規範規定的斷面行為



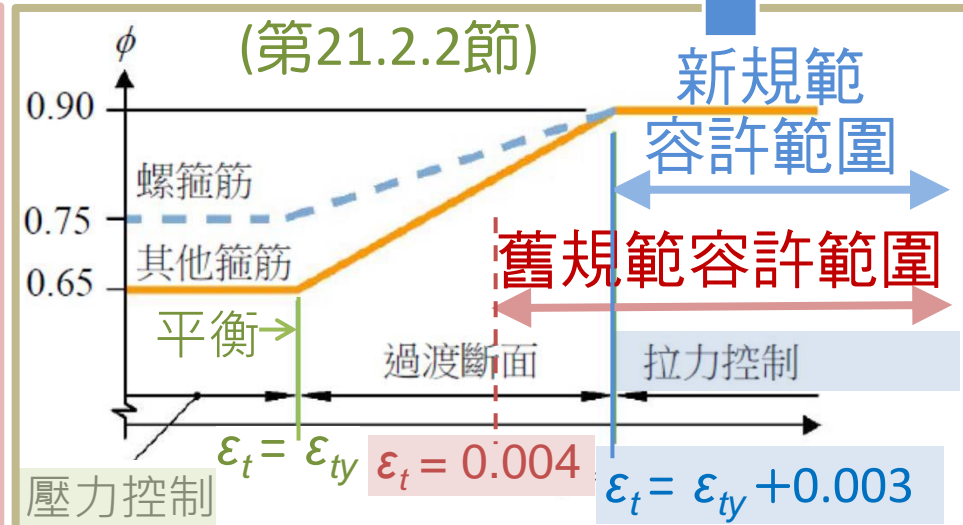
■ 對於 $P_u < 0.1 f'_c A_g$ 之梁斷面：

$$\rho_{max} = 0.85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \cdot \frac{0.003}{0.003 + (\epsilon_{ty} + 0.003)}$$

取 $f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$

● 舊規範： $\rho_{max} = 0.02064 = 0.72 \rho_b$

● 新規範： $\rho_{max} = 0.01806 = 0.63 \rho_b$



新舊規範對撓度計算之差異

撓度計算的要點(第24.2節)

■ 斷面性質：

- 計算 I_g
- $M_{cr} = f_{cr} \times I_g / y_t$
- 由中性軸兩側慣性矩相等，計算中性軸與 I_{cr}

■ 全構材之 I_e ：

- 依 M_D 與 M_{D+L} 之公式，計算 $I_{e,D}$ 與 $I_{e,D+L}$
- 構材 I_e = 各斷面 I_e 之平均

■ 構材撓度：

- 依 Δ 公式，計算 Δ_D
- 依 Δ 公式，計算 Δ_{D+L}

● $\Delta_L = \Delta_{D+L} - \Delta_D$

● 潛變增加量 = $\lambda \Delta_D$

E_c E_c 降為 $12000\sqrt{f'_c} \text{ kgf/cm}^2$

舊規範：

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right] I_{cr} \leq I_g$$

會低估
低鋼筋量
時之撓度

新規範：

$M_a \leq 2/3 M_{cr} : I_e = I_g$

$M_a > 2/3 M_{cr} : I_e = \frac{I_{cr}}{1 - \left(\frac{(2/3)M_{cr}}{M_a} \right)^2 \left(1 - \frac{I_{cr}}{I_g} \right)}$
(第24.2.3.5節)

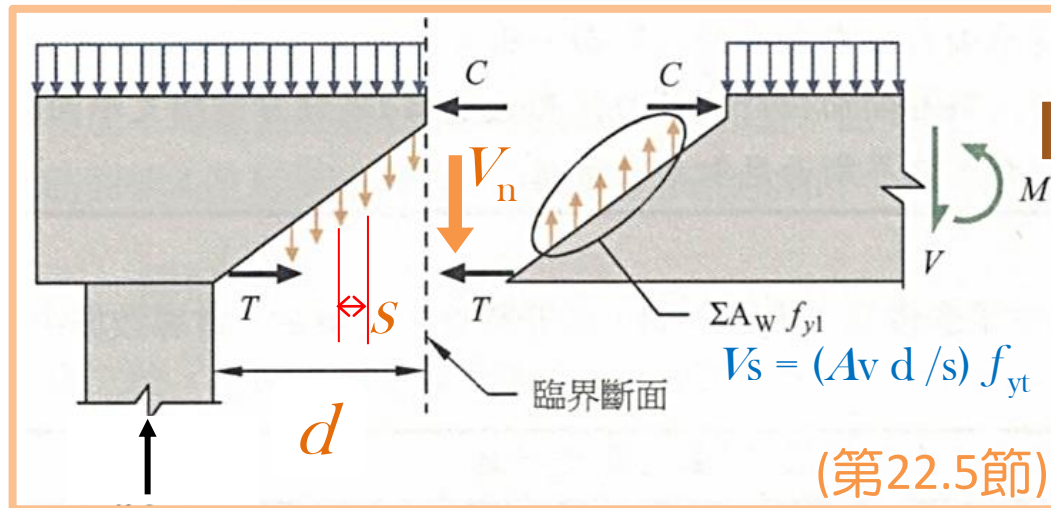
I_e 公式

撓度限制

活載重
即時撓度
持續撓度

結構型式	使用條件	考慮撓度	撓度限制值
平屋頂	不支承或不連繫於可能因較大撓度而會破壞之非結構構件	Lr與R之即時撓度	$\ell/180$
樓版	連繫於可能因較大撓度而破壞之非結構構件	L之即時撓度	$\ell/360$
屋頂或樓版	連繫於不太可能因較大撓度而破壞之非結構構件	持續載重撓度加活載重之即時撓度	$\ell/480$
			$\ell/240$

新規範對剪力計算之修改情形



$$V_u = \phi V_n = \phi (V_c + V_s)$$

$$V_s = A_v f_{yt} d / s$$

■ 新規範修改部分： V_c

■ 新規範未修改部分：

ϕ 、 V_s 、臨界面、 s 限制
、 $A_{v,min}$ 之限制

● $\text{Max}(V_c) : 1.33 \lambda \sqrt{f'_c} b_w d$ ← 新修改

● $\text{Max}(V_s) :$
 $= 2.12 \sqrt{f'_c} b_w d$

● $\sqrt{f'_c} \leq 26.5 \text{ kgf/cm}^2$

● 計算 V_s 之 f_{yt} 不得超過 4200 kgf/cm^2 ，以控制斜向裂縫寬度

● $V_u > 0.265 \phi \lambda \sqrt{f'_c} b_w d$ 時需 $A_{v,min}$ ：
 $A_{v,min} = \max(3.5 b_w / f_{yt}, 0.2 \sqrt{f'_c} b_w / f_{yt})$

● 無需配置 $A_{v,min}$ 之情況：
淺梁 ($\leq 25 \text{ cm}$)、版 ($\leq 60 \text{ cm}$)、鋼纖
混凝土構造 ($\leq 60 \text{ cm}$)、單向格柵梁

但此兩情況時之 V_c 有大幅修改

新規範對梁(滿足 $A_{v,min}$)之 V_c 改變

舊規範

● 一般情形：

簡算法： $V_c = 0.53\sqrt{f'_c}b_wd$ ；或

詳細法： $V_c = (0.50\sqrt{f'_c} + 175\rho_w V_u d / M_u)b_wd$

$\leq 0.93\sqrt{f'_c}b_wd$

無軸力情況

撓剪裂縫

腹剪裂縫

● 如有軸力時：

$$V_c = 0.53\left(1 + \frac{N_u}{140A_g}\right)\sqrt{f'_c}b_wd$$

(如 N_u 為拉力時140改為35)

新規範

(第22.5.5.1節)

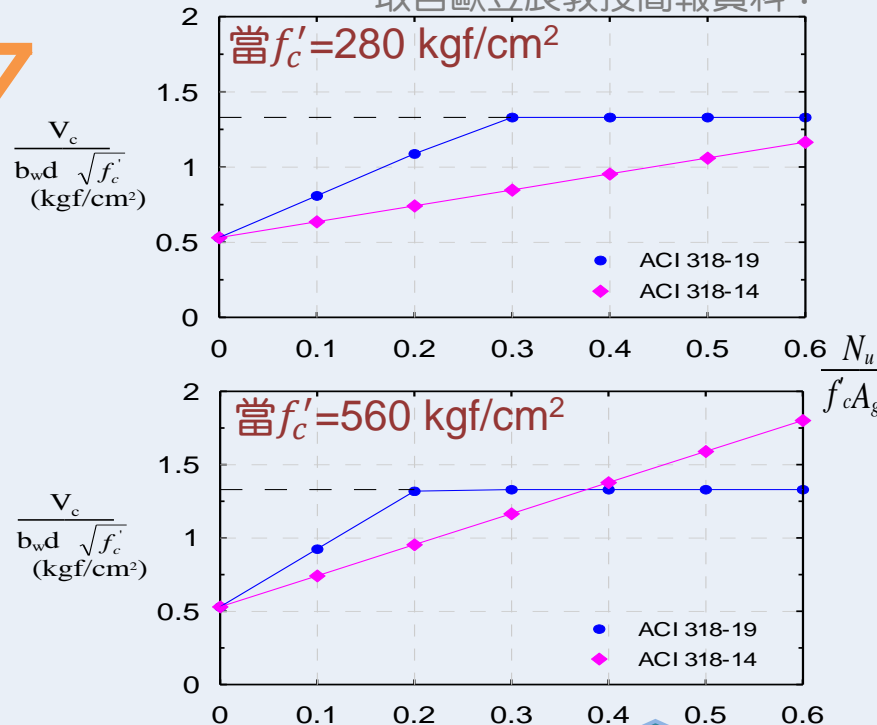
V_c 取下列任一式：

$$V_c = \left(0.53\lambda\sqrt{f'_c} + \frac{N_u}{6A_g}\right)b_wd$$

$$V_c = \left(2.12\lambda(\rho_w)^{1/3}\sqrt{f'_c} + \frac{N_u}{6A_g}\right)b_wd$$

兩式都有軸力

取自歐昱辰教授簡報資料：



新規範之 V_c 值較舊規範為大

- V_c 最大值為 $(1.33\lambda\sqrt{f'_c})b_wd$
- $(N_u/6A_g)$ 最大值為 $0.05f'_c$
- 當 $\rho_w \geq 1.56\%$ 時，下式較大。

新規範對不滿足 $A_{v,min}$ 時之 V_c 改變

新規範

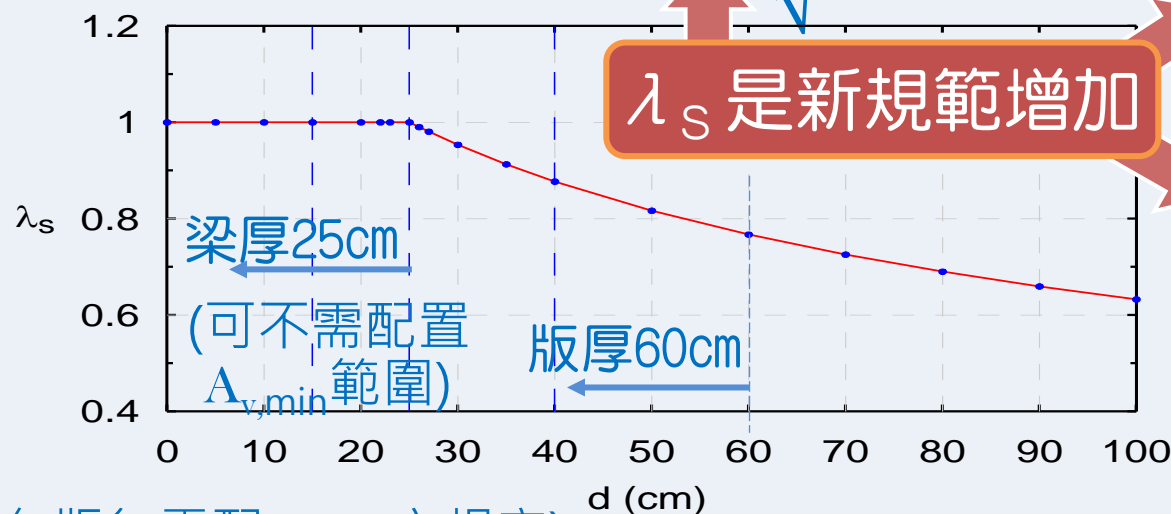
■ 梁或單向版情形：(第22.5.5.1節)

- 低剪力鋼筋($A_v < A_{v,min}$)時 V_c 需考慮「尺寸效應」

低於 $A_{v,min}$ 時之 V_c 是新規範修改

$$V_c = \left(2.12 \lambda_s \lambda (\rho_w)^{1/3} \sqrt{f'_c} + \frac{N_u}{6A_g} \right) b_w d$$

- 尺度效應修正係數 λ_s ： $\lambda_s = \sqrt{\frac{2}{(1+\frac{d}{25})}} \leq 1$



(雙向版無需配 $A_{v,min}$ 之規定)

■ 雙向版情形：

- 無 A_v 時之 V_c ：

$$1.06 \lambda_s \lambda \sqrt{f'_c} \quad (\text{第22.6.5節})$$

$$0.53 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda_s \lambda \sqrt{f'_c}$$

$$0.265 \left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o} \right) \lambda_s \lambda \sqrt{f'_c}$$

取三式較小值，其中第二式用於柱扁長斷面；第三式用於角柱、邊柱。

■ 雙向版情形：

- 有 A_v 時之 V_c ：

新增

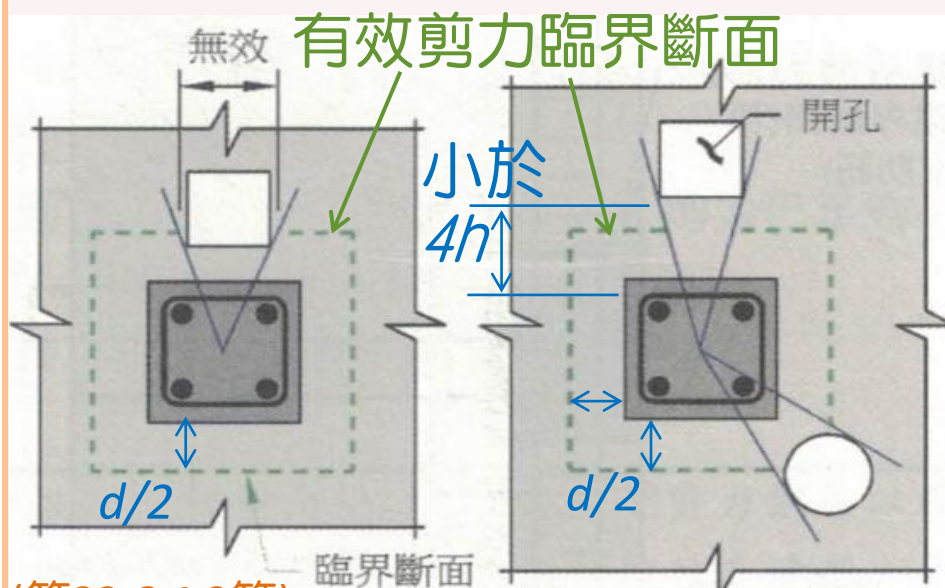
$$v_c = 0.53 \lambda_s \lambda \sqrt{f'_c}$$

$$v_u \leq \phi 1.60 \sqrt{f'_c}$$

新規範對剪力計算之其他改變事項

❑ 版開孔對剪力面之影響

若版開孔位置距離柱邊小於 $4h$ 時，由柱中心與孔邊切線所包圍之部分視為無效。



(第22.6.4.3節)

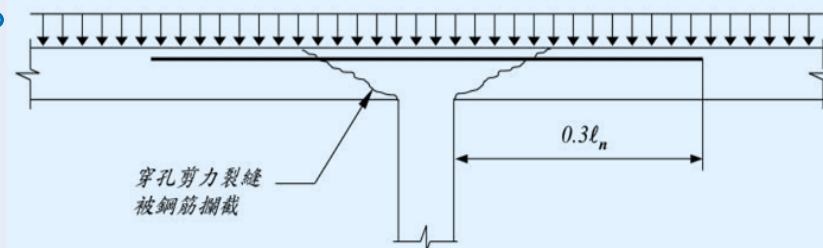
❑ 無梁版之版厚限制

- 無柱頭版者： $t \geq 12.5\text{cm}$
- 有柱頭版者： $t \geq 10\text{cm}$ (第8.3.1.1節)

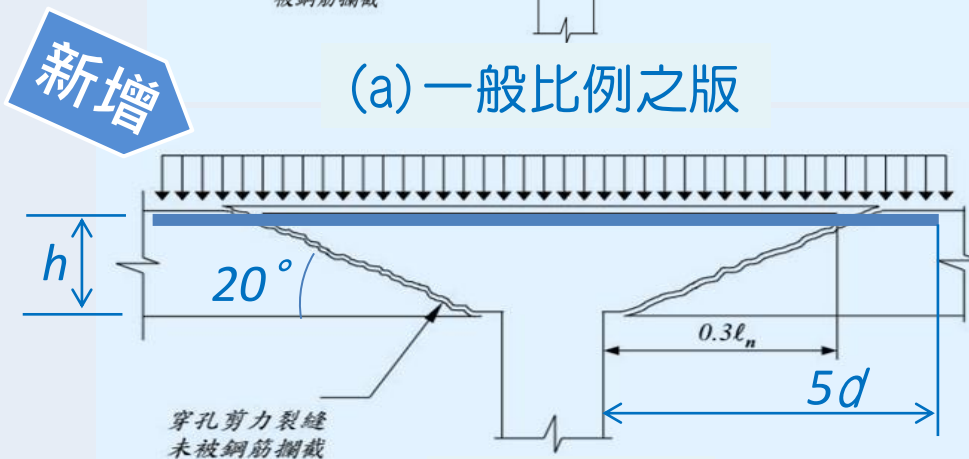
新增

❑ 平版頂層鋼筋之最小長度

因穿孔剪力裂縫的角度可低僅約 20° ，裂縫可能無法被拉力鋼截住，新版規範對於較厚雙向版有調整柱頂處之頂層鋼筋之最小長度。



(a) 一般比例之版



(b) 厚版

(第8.7.4.1.3節解說)

新規範對受拉鋼筋伸展長度 ℓ_d 之規定

簡單算法

舊規範

[土木401-100]

D22及較大鋼筋：

● 係數位於分子

$$\left[\frac{0.19 f_y \psi_t \psi_e \lambda}{\sqrt{f'_c}} \right] d_b$$

新規範

[土木401-110]

第25.4.2.3節

● 係數位於分母

● 輕質混凝土係數 λ 採小於1

D22及較大鋼筋：

$$\left(\frac{f_y \psi_t \psi_e}{5.3 \lambda \sqrt{f'_c}} \right) d_b$$

詳細計算法

[土木401-100]

新舊規範答案均相同

[土木401-110]

第25.4.2.4節

$$\ell_d = \frac{0.28 f_y}{\sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t \psi_e \psi_s \lambda}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right)} d_b$$

K_{tr} 為橫向鋼筋指標

$$K_{tr} = \frac{A_{tr} f_{yt}}{105 s n} \leq 2.5$$

$$\ell_d = \frac{f_y}{3.5 \lambda \sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t \psi_e \psi_s}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right)} d_b$$

K_{tr} 為橫向鋼筋指標

$$K_{tr} = \frac{40 A_{tr}}{s n} \leq 2.5$$

● f_{yt} 均取 4200kgf/cm²

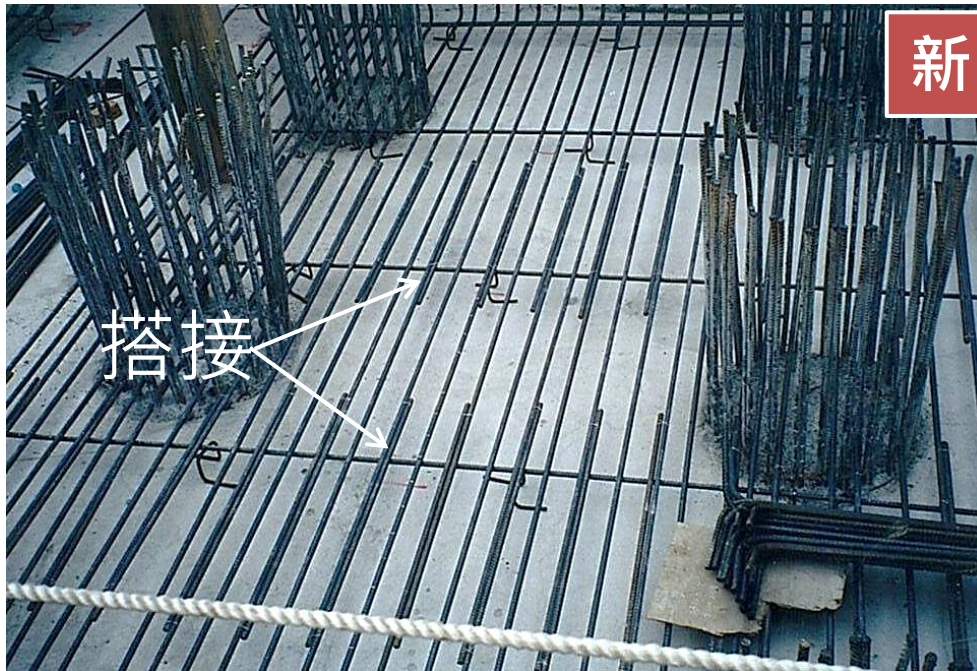
新規範對受拉鋼筋搭接長度 ℓ_{st} 之規定

新規範

第25.5.2節

$$\ell_{st} = \begin{cases} \text{甲級搭接} = 1.0 \ell_d = \frac{f_y \psi_t \psi_e \psi_g}{5.3 \lambda \sqrt{f'_c}} d_b \\ \text{乙級搭接} = 1.3 \ell_d = 1.3 \frac{f_y \psi_t \psi_e \psi_g}{5.3 \lambda \sqrt{f'_c}} d_b \end{cases}$$

↑ 新舊規範型式相同 新舊規範之 ℓ_d 不同



新增

鋼筋等級修正因數 ψ_g ：

$$f_y \leq 4200 \text{ kgf/cm}^2 \quad \psi_g = 1.00$$

$$f_y = 5000 \text{ kgf/cm}^2 \quad \psi_g = 1.08$$

$$f_y = 5600 \text{ kgf/cm}^2 \quad \psi_g = 1.15$$

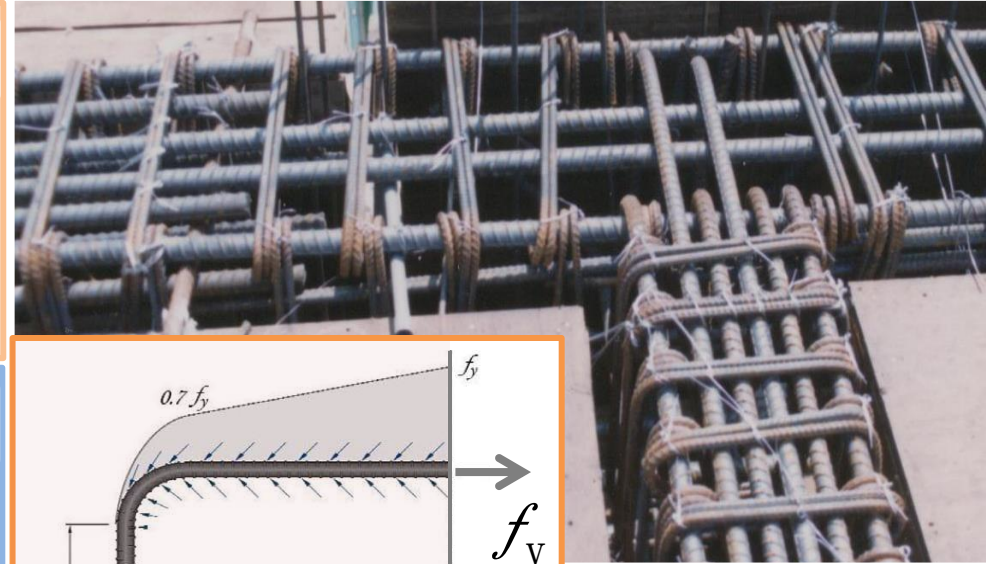
$$f_y = 7000 \text{ kgf/cm}^2 \quad \psi_g = 1.30$$

新規範對標準彎鉤伸展長度 ℓ_{dh} 之規定

[土木401-100]

舊規範

$$\ell_{dh} = \left(\frac{0.075 f_y \psi_e \lambda}{\sqrt{f'_c}} \right) d_b \quad \left. \begin{array}{l} \text{取} \\ \text{大} \\ \text{值} \end{array} \right\}$$
$$\ell_{dh} = 8d_b \cdot 15\text{cm}$$



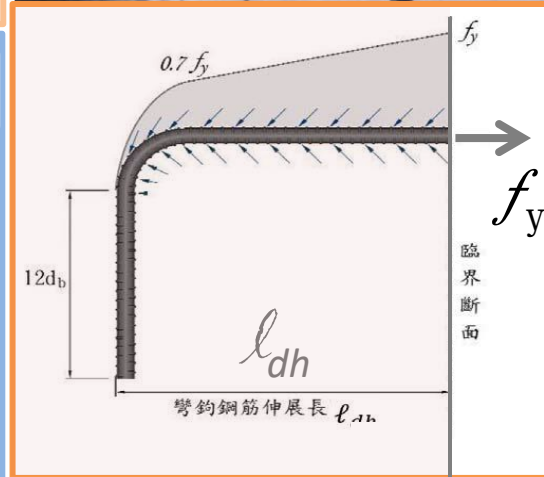
[土木401-110]

第25.4.3.1節

新公式

新規範

$$\ell_{dh} = \frac{f_y \psi_e \psi_r \psi_o \psi_c}{23 \lambda \sqrt{f'_c}} d_b^{1.5} \quad \left. \begin{array}{l} \text{取} \\ \text{大} \\ \text{值} \end{array} \right\}$$
$$\ell_{dh} = 8d_b \cdot 15\text{cm}$$



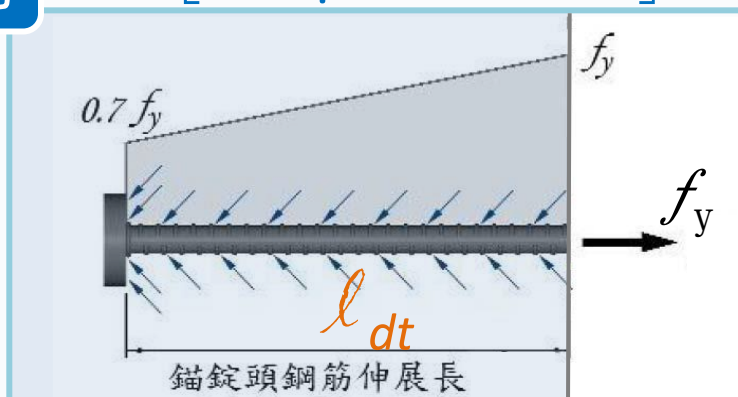
同舊規範

耐震接頭 $\ell_{dh} = 0.06 f_y d_b / (\lambda \sqrt{f'_c})$ 第18.5.5節

新規範對擴頭鋼筋伸展長度 ℓ_{dt} 之規定

新規範

[土木401-110]

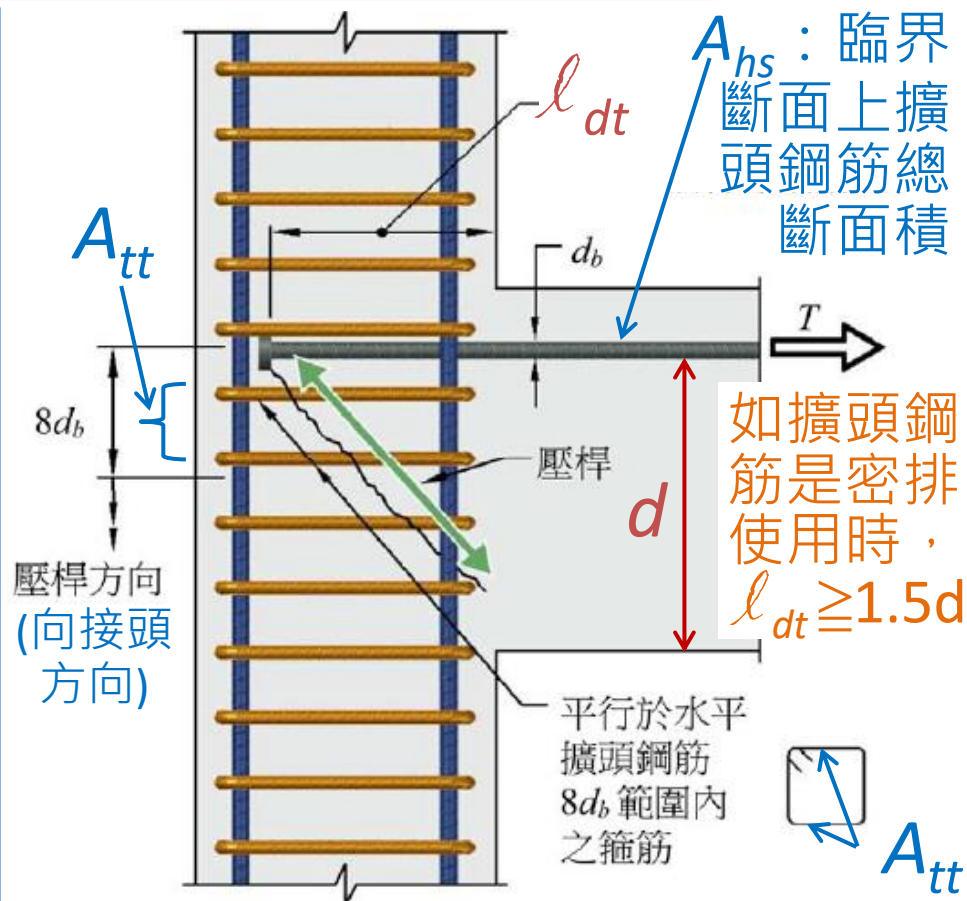


$$\ell_{dt} = \frac{f_y \psi_e \psi_p \psi_o \psi_c}{32 \lambda \sqrt{f'_c}} d_b^{1.5} \quad \left. \begin{array}{l} \text{取} \\ \text{大} \\ \text{值} \end{array} \right\}$$

$$\ell_{dt} = 8d_b \cdot 15\text{cm} \quad \text{第25.4.4.2節}$$

修正因數

- ψ_e : 環氧樹脂修正因數
- ψ_p : 平行肋筋修正因數
- ψ_o : 位置修正因數
- ψ_c : 混凝土強度修正因數



$A_{tt} \geq 0.3A_{hs}$ 或 $s \geq 6d_b$ 時 $\psi_p = 1.0$; 其他 $\psi_p = 1.6$

註：其他詳見第25.4.4節說明

鋼筋錨定破壞是最常見的震害之一

梁筋被拔出



RC是混凝土與鋼筋之結合，其間靠握裹傳力，尤其是鋼筋端部之錨定

柱筋被拔出



需注意：

- 防鋼筋被拔出
- 鋼筋間能傳力

伸展長度
與圍束情況
常是造成損害的因素

宜注意：

- 搭接位置
- 搭接區之圍束

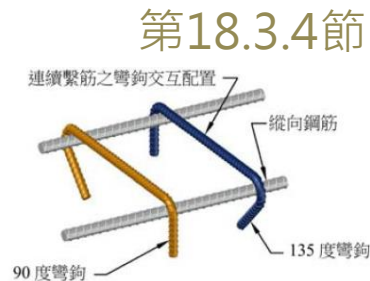
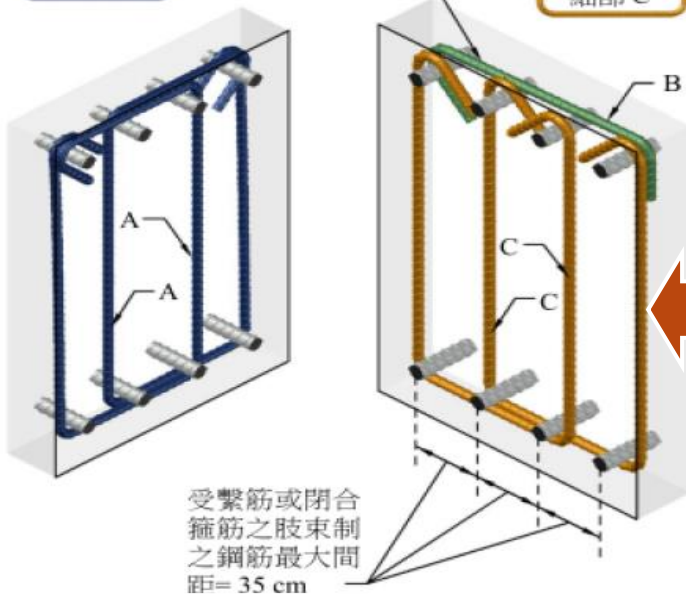
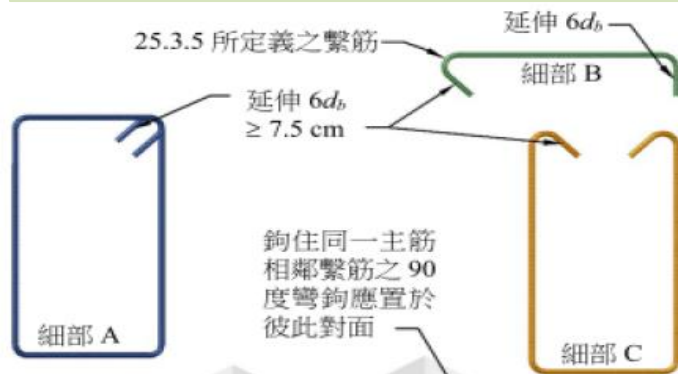
目前：

- 柱筋常用續接器
- 梁筋都用搭接

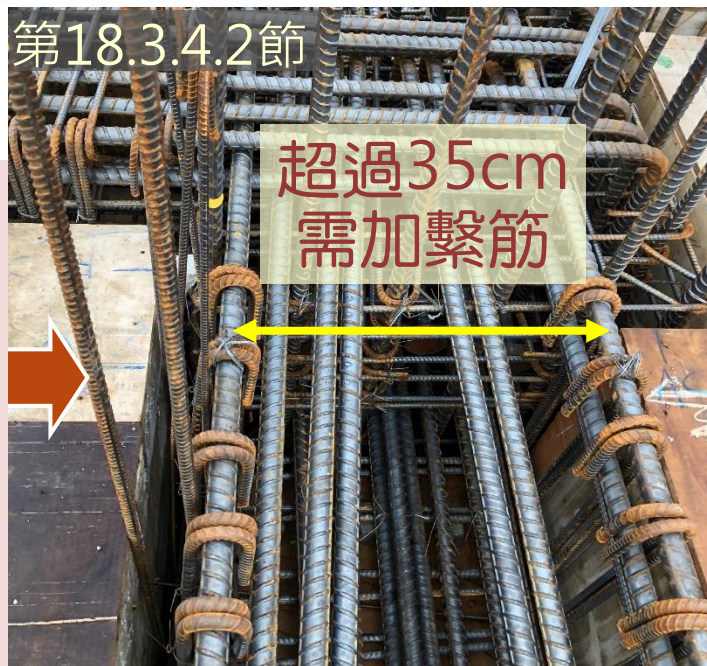
新版規範對閉合箍筋要求 — 梁

舊版規範 ↘ **最大間距** ↗ 新版規範

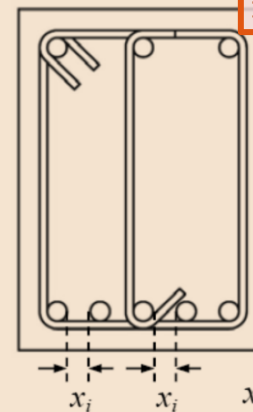
$d/4$, 30 cm , $8d_{\text{主筋}}$, $24d_{\text{箍筋}}$ → $d/4$, 15 cm , $6 \sim 5d_{\text{主筋}}$



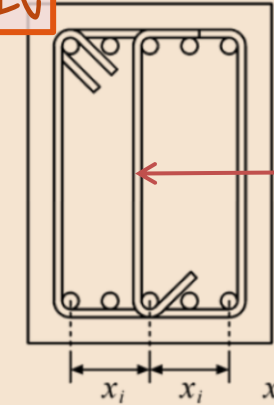
台灣常採用方式



箍筋方式



舊規範



新版規範

繫筋



新版規範對閉合箍筋要求 — 柱

現行
規範

最大間距限制

$$d/4, 6 \sim 5 d_{\text{主筋}}, S_0 = 10 + (35 - h_x) / 3$$

間距計算公式

$$\frac{A_{sh}}{sb_c} = 0.3 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}}$$

$$\frac{A_{sh}}{sb_c} = 0.09 \left(f'_c / f_{yt} \right)$$

$$\frac{A_{sh}}{sb_c} = 0.2 k_f k_n \frac{P_u}{f_{yt} A_{ch}}$$

$$K_f = \frac{f'_c}{1750} + 0.6 \leq 1.0$$

圍束有效係數

混凝土強度係數

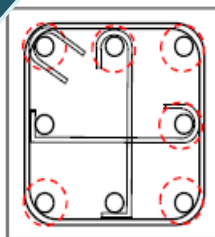
如 $P_u > 0.3 A_g f'_c$ 或 $f'_c > 700 \text{ kgf/cm}^2$ 時，三式取大值

新版
規範

第18.4.5.4節

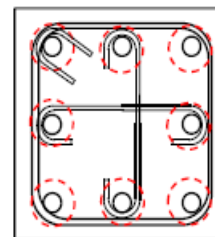
$$k_n = \frac{n_l}{n_l - 2}$$

n_l = 縱向鋼筋受閉合箍筋轉角或耐震彎鉤側向支撐之數目



$$n_l = 6$$

$$k_n = \frac{6}{6-2} = 1.5$$

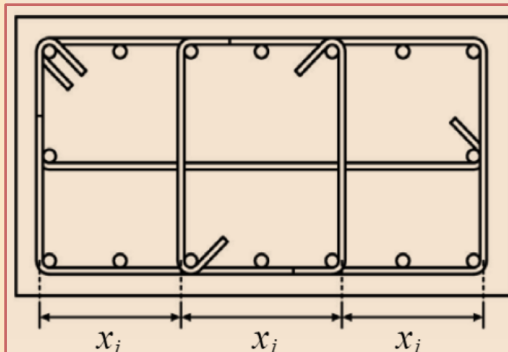


$$n_l = 8$$

$$k_n = \frac{8}{8-2} = 1.33$$

此項圍束筋 $f_{yt} \leq 7000 \text{ kgf/cm}^2$

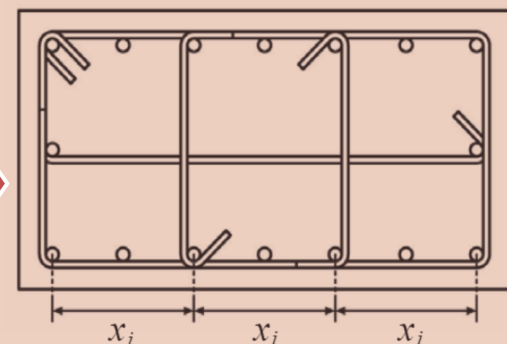
舊規範



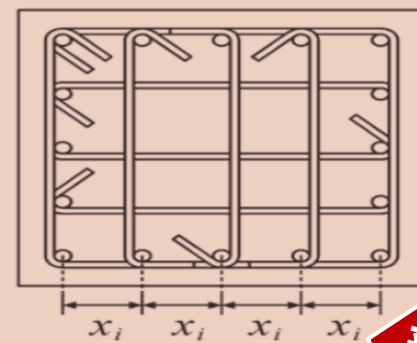
$$x_i \leq 35 \text{ cm}$$

箍筋方式

新規範



$x_i \leq 35 \text{ cm}$ ，但如 $P_u > 0.3 A_g f'_c$ 或 $f'_c > 700 \text{ kgf/cm}^2$ 時，箍筋方式改為：



$$x_i \leq 20 \text{ cm}$$

新增

新版規範對塑鉸抗震要求(一)

避免柱先破壞
(尤其低樓層柱)



規範要求

- 結構體須『強柱弱梁』，避免柱破壞。
- 每一接頭之「柱強度」>「梁強度」
- 避免接頭剪力破壞。

『強柱弱梁』之規定

■ 容許：結構體中容許先產生塑鉸之位置

■ 要求：每一接頭各構材之彎矩強度：

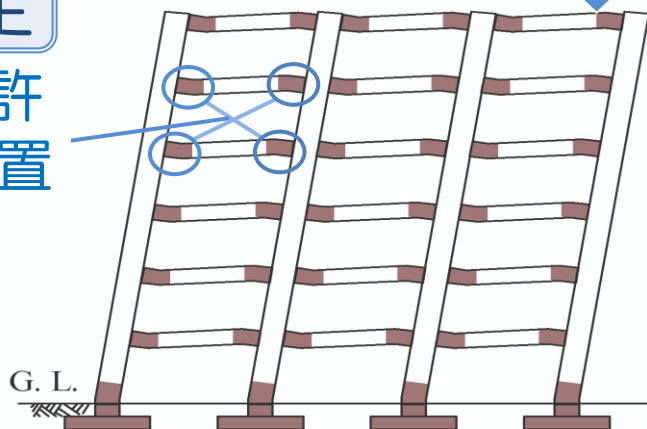
$$\sum M_c \geq 6/5 \sum M_B$$

■ 計算： M_B 取 M_{pr} (鋼筋強度以 $1.25 \times f_y$ 計算)

- M_B 應含版強度(以T型梁計算)
 M_B 可以 $1.1 \times$ 矩形梁強度計算

新規範

M_B 與 M_C 為接頭面處之標稱彎矩強度



新版規範對塑鉸抗震要求(二)

新版規範規定

■ 鋼筋材料： (第20.2.2.5節)

- SD 280W、SD 420W、SD 490W、SD 550W，其中 SD 550W 之 r/h 需大於1.5。
- 如為SD 280或SD 420，須滿足：

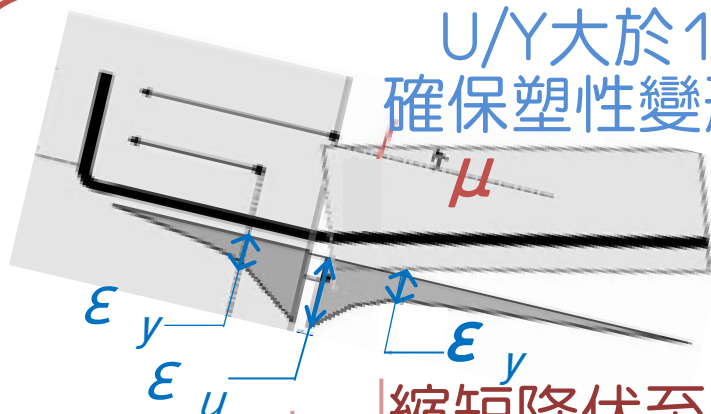
$$\text{實測 } f_y \leq \text{規定 } f_y + 1250 \text{ kgf/cm}^2$$
$$(\text{實測 } f_u) / (\text{實測 } f_y) \geq 1.25$$

- h ：鋼筋表面之節高
- r ：節高之取率半徑

r/h 大，
較不影響
疲勞強度

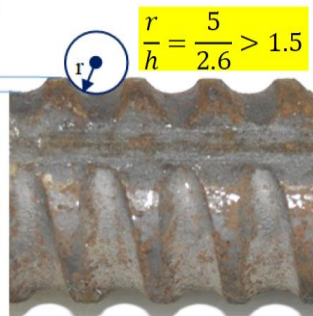


U/Y大於1.25可
確保塑性變形較平均



縮短降伏至極限點間
距離

一般竹節鋼筋



螺紋節鋼筋

新版規範對塑鉸抗震要求(三)

避免接頭剪力破壞



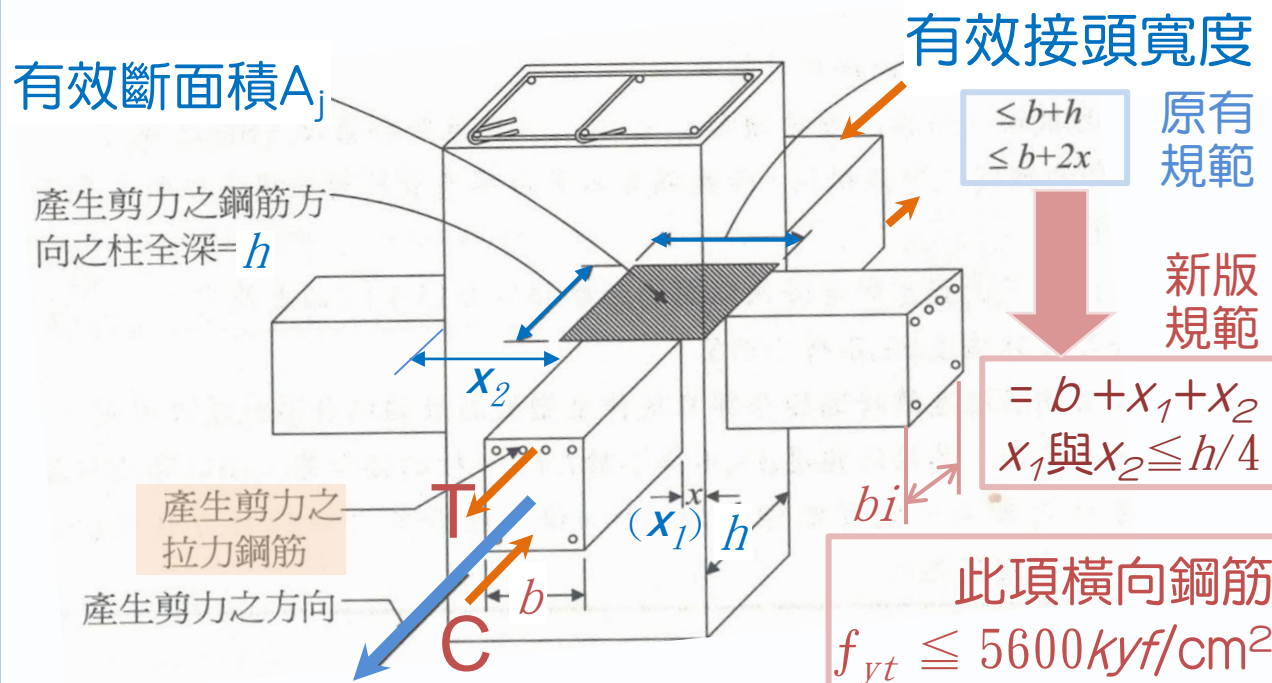
現行規範



新版規範規定

- 柱深 $h \geq 20 \sim 26 \times d_{\text{主筋}}$
- 接頭剪力要求：依 $1.25f_y$ 與 M_{pr} 計算
- 如梁寬 $b_i \geq \frac{3}{4} h_i \rightarrow$ 視為該邊有圍束
- 剪力標稱強度 = $5.3 \sim 2.1 \times \sqrt{f'_c} \times A_j$

耐震特別要求



接頭破壞是最常見的震害之一

- 主筋的錨定
- 箍筋的圍束

接頭剪力破壞是最常見的損害

接頭處鋼筋多難綁紮

取自李宏仁教授簡報資料

接頭處鋼筋設置方式宜大家一齊努力

- 部分採擴頭鋼筋？
- 箍筋的設置方式？



簡報結束
敬請指教

王炤烈： shiluaw@gmail.com